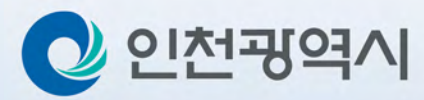




승기공공하수처리시설 현대화사업 기본계획

보고서

2024.4



2024.04

보고서

승기공공하수처리시설 현대화사업 기본계획

승기공공하수처리시설 현대화사업 기 본 계 획

2024. 04.



인천광역시
Incheon Metropolitan City

2.5 상수도 사용량 조사(미추홀구, 연수구, 남동구)(제54회~60회 인천통계연보)	2-32
2.6 2035 인천광역시 하수도정비기본계획(2020. 09, 인천광역시)	2-33
2.7 승기 공공하수처리시설 기술진단(2023, 인천광역시)	2-36
2.8 2035년 인천광역시 하수도정비기본계획(부분변경:승기처리구역) (2022. 11, 인천광역시)	2-43
2.9 승기 차집관로 기술진단 용역(2020. 11, 인천환경공단)	2-47
2.10 인천광역시 물재이용 관리계획(2021. 10, 인천광역시)	2-51
2.11 준용하천정비기본계획(1995.3, 인천광역시)	2-59
2.12 승기천·수문통 물길복원 타당성검토 용역(2019.11, 인천광역시)	2-65
2.13 도시계획(개발사업 현황)	2-68

제3장 현지조사

1. 지반조사	3-1
1.1 조사개요	3-1
1.2 조사내용 및 방법	3-3
1.3 조사결과	3-16
2. 측량조사	3-21
2.1 과업의 개요	3-21
2.1 기준점 측량	3-22
3. 유량 및 수질조사	3-25
3.1 과업의 개요	3-25
3.2 유량 및 수질조사 결과	3-27

제4장 지표 및 계획기준

1. 목표연도	4-1
1.1 목표연도 및 기준연도	4-1
1.2 단계별 목표연도	4-1
2. 하수처리구역 설정	4-1
2.1 처리구역 면적	4-1
2.2 단계별 처리구역 면적	4-2
3. 계획인구 및 하수처리인구	4-2

3.1 계획인구	4-2
3.2 하수처리인구	4-11
4. 계획하수량	4-12
4.1 계획하수량 산정기준	4-12
4.2 생활오수량 원단위	4-13
4.3 계획하수량	4-23
5. 계획유입수질	4-23
5.1 생활오수 오염부하량	4-23
5.2 공장폐수 오염부하량 원단위	4-24
5.3 계획수질 산정	4-24
6. 계획방류수질	4-26
6.1 방류수 수질기준	4-26
6.2 계획방류수질	4-26

제5장 기본계획

1. 설계기준	5-1
1.1 인천광역시 승기공공하수처리시설 현대화사업 개요	5-1
1.2 기본계획적용 및 시설계획	5-1
2. 단위 공정별 처리방식 검토	5-6
2.1 개요	5-6
2.2 금회 처리시설 계획	5-7
2.3 전처리시설 계획	5-7
2.4 1차 처리시설 계획	5-11
2.5 고도처리(질소·인 제거) 계획	5-12
2.6 2차침전지 계획	5-21
2.7 3차 처리시설 계획(필요시)	5-21
2.8 소독설비 계획	5-26
2.9 탈취시설	5-28
2.10 하수찌꺼기(슬러지) 처리·처분 계획	5-31
2.11 하수처리수 재이용시설 계획	5-43
2.12 강우시 하수처리계획	5-56
2.13 음식물류 폐기물 연계처리시설 계획	5-69
2.14 악취방지시설 및 환기 계획	5-85

2.15 에너지 효율화 및 자립화 시설계획(통합바이오 시설계획)	5-99
3. 지하화방안 검토	5-109
3.1 구조물 지하화에 따른 복개계획	5-109
3.2 지상부 활용계획	5-117
4. 사업규모 결정	5-142
4.1 현대화시설 규모 결정	5-142
5. 공사중 무중단 운영계획	5-154
5.1 단계별 시공시 시설운영방안 수립	5-154
5.2 기존시설 철거 및 단계별 시공계획	5-156
5.3 공사기간 중 하수처리 운영계획	5-161
6. 공정별 시설계획	5-182
6.1 토목공사계획	5-182
6.2 건축공사계획	5-220
6.3 기계설비 계획	5-235
6.4 전기설비 계획	5-269
6.5 계측제어설비 계획	5-287
6.6 생태·경관 계획	5-302

제6장 시운전 및 운영관리계획

1. 시운전 및 교육훈련 계획	6-1
1.1 개요	6-1
1.2 시운전 기본방침	6-1
1.3 시운전 조직구성	6-1
1.4 종합시운전 절차	6-2
1.5 수질분석 계획	6-7
1.6 시운전 비용	6-7
1.7 교육훈련계획	6-8
1.8 종합시운전 결과보고서	6-10
2. 운영관리계획	6-10
2.1 운영관리계획의 개요	6-10
2.1 운영관리 인원계획	6-11
3. 하수처리시설 유지관리계획	6-17

3.1 유지관리의 개요	6-17
3.2 유지관리 내용	6-17
4. 친환경 주민친화시설의 운영관리방안	6-21
4.1 운영관리시 고려사항	6-21
4.2 운영관리 주체에 따른 관리방안	6-24
5. 유지관리비	6-25
5.1 유지관리비 산정기준	6-25
5.2 연간 유지관리비	6-25

제7장 재정계획

1. 사업비 산정	7-1
2. 재원조달계획	7-2

제8장 사업효과

1. 사업의 효과 분석	8-1
1.1 개 요	8-1
1.2 하수도시설 보급증대에 따른 사업효과	8-2
2. 공공수역의 수질개선 효과	8-2
2.1 건기시 부하삭감효과	8-2

부록

1. 공사비 산출
2. 용량계산서 및 물질수지도

제 1 장 총 설

1. 개요
2. 사업의 주요내용

제1장 총 설

1. 개 요

1.1 사업의 배경 및 목적

- 승기공공하수처리시설은 1995년 시설용량 240,000m³/일 규모의 표준활성슬러지법으로 최초 설치되어 2007년 고도처리시설(MLE) 개량 및 2단계 35,000m³/일 증설사업 시행 후 현재까지 대수선 없이 운영중인 노후 하수처리시설로 처리구역 내 분류식화물 증가에 의한 유입오염부하량 증가와 주요 기자재 설비의 노후도 심화로 인한 처리효율 저하 문제가 심각한 실정으로,
- 2012년 동절기 방류수질 유예 삭제 등의 기준 강화에도 불구하고 별도의 개량 없이 운영되어 최근 다수의 방류수질기준 초과에 따라 한강유역환경청으로부터 개선명령을 받고 있다.
- 송도국제도시 개발에 따라 공공하수처리시설의 입지가 도심지 중심에 위치하여 인근 주민으로부터 악취 등에 의한 민원이 빈번하며 하수처리시설의 이전 또는 현대화사업에 대한 요구가 높아지고 있다.
- 본 사업은 노후 공공하수처리시설의 수질기준 초과 및 악취문제 해결 등 지역주민의 삶의 질 향상과 지하화시설 상부는 공원화하여 도시 녹지공간 확보 및 혐오시설 이미지를 개선하기 위한 승기공공하수처리시설 현대화사업을 추진하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위

- 본 과업은 설계·시공일괄입찰방식으로 추진하는 승기공공하수처리시설 현대화사업에 필요한 기본계획으로 주요 과업범위는 다음과 같다.

가. 기본계획 수립대상 과업범위

- 계획목표년도 : 2035년
- 위치 : 인천광역시 연수구 능허대로 484(인천환경공단 승기사업소 내)
- 사업규모
 - － 하수처리시설 270,000m³/일(완전지하화)
 - － 남동공단 산단계 유입관로 신설 4.3km
 - － 해안도로 차집관로 개량 1.7km
 - － 장래증설부지 확보 및 상부 주민친화공간 조성 1식

나. 기본계획 수립

- 환경기초시설 현황 및 상위 관련계획 등 기초자료 수집 및 조사
- 현지조사
 - － 측량조사, 토질조사, 유량·수질조사
- 현황조사
 - － 토목·건축·기계·전기 설비 설치현황 등
- 승기공공하수처리시설 운영자료 분석

01

02

03

04

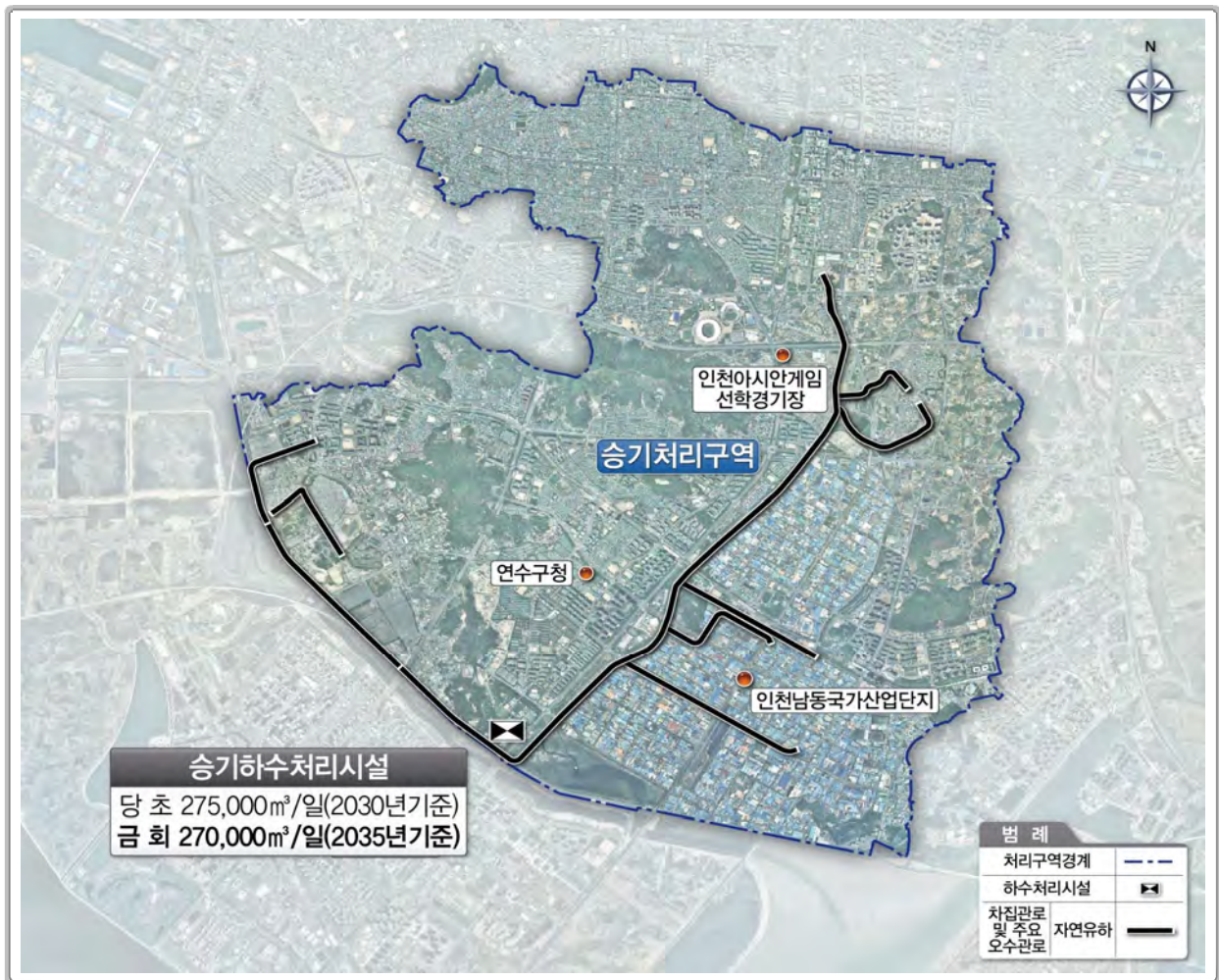
05

06

07

08

- 처리시설 유입하수량 및 유입수질 분석
- 고도처리 공정 도입 계획 수립
 - 하수처리시설 방류수질 기준을 고려한 고도처리공정 도입 및 시설 최적화 계획 수립
 - 현시설 부지내 고도처리공정 배치가능 여부 검토
- 하수처리시설 완전지하화 계획 수립
 - 토목 구조물과 하수처리시설 평면 배치계획 수립
 - 현 부지고 및 주변 현황을 고려한 종단 배치계획 수립
- 악취저감계획 수립
 - 대상시설의 완전 밀폐 및 악취 포집 계획 수립
- 처리시설 상부 주민친화시설 계획 수립
 - 타지역 사례, 인근지역 주민의 요구 등을 종합적으로 고려한 조경 공간 구상계획 수립
- 하수찌꺼기 적정 처리계획 수립
- 신재생에너지 활용 등 에너지자립화 계획 수립
- 기타 필요한 사항
 - 사업추진시 발생 가능한 인허가 항목 검토 후 시행단계별 계획 수립



<그림 1.1-1> 승기처리구역 현황



1	1처리장 일차침전지	5	변전소	9	소화조	13	체육시설(축구장2)
2	1처리장 생물반응조	6	방류수로	10	농축조	14	체육시설(테니스장)
3	1처리장 이차침전지	7	기계동	11	관리동	15	정문(일반차량)
4	2처리장	8	침사지	12	체육시설(축구장1)	16	후문(유지관리차량)

<그림 1.1-2> 승기공공하수처리시설 현황

1) 현지조사

- 측량조사 : 승기공공하수처리시설 현대화 부지 지형현황측량 : A=226,765m²
- 토질조사 : 3공(승기공공하수처리시설 부지 내)
- 유량 및 수질조사 : 총 7개소(유량조사 1개소, 수질조사 6개소)

2) 계획지표 설정

- 계획하수량 결정
 - 자연적 증가인구 및 개발사업에 따른 사회적 유입인구
 - 물사용량을 고려한 하수발생량 원단위 검토
 - 상위계획지표와 계획의 연속성을 고려한 계획 지표 결정
- 계획 유입수질 및 방류수질
 - 남동공단 고농도 배출수를 고려한 계획수질 결정
 - 법적 방류수질 및 인천 연안지역 환경 관리대책과 연계한 목표 방류수질 결정

3) 시설계획 수립

<표 1.1-1> 승기공공하수처리시설 시설계획

구 분	금 회	비 고
하수처리시설	• 지하화 재건설 Q=270,000m ³ /일	
유입관로 신설	• 남동공단 산단계 유입관로 신설 4.3km	
차집관로 개량	• 해안도로 차집관로 개량 1.7km	
주민친화시설	• 1식	

4) 사업비 산정 및 재정계획

- 범용공법에 의한 적정 시설규모 결정
- 개략 물량 산출에 의한 사업비 산출 및 자원조달계획

다. 행정절차 등 업무지원

- 본 사업 추진에 필요하고 동반되는 행정절차(주민설명회 등) 및 협의업무 지원

라. 관련 법규 검토 및 인·허가 업무수행

- 공공하수도사업 수행에 필요한 관련 규정 및 법률 검토 후 필요시 인·허가업무 수행

1.3 추진경위

- 2014.10. : 승기 재건설 1차 타당성조사 시행
- 2015.12. : 시민간담회 개최(11회: 자유토론9, 견학 2)
 - 참석 : 조류전문가, 환경단체, 시설운영자, 지역주민, 건설사 등 16명
- 2019. 4. : 현안회의(행정균형발전정부 부시장, 기획실장, 환경국장 등)
 - 배치계획 : 현 부지 내 지하화, 해안도로 인접(제3경인, 송도1교) 배치 결정
- 2020. 2. : 승기공공하수처리시설 추진계획 시장방침 결정(재정사업)
- 2020. 9. : 2035년 인천광역시 하수도정비기본계획 승인(환경부→시)
- 2020.11. : 승기공공하수처리시설 현대화사업 기본계획 고시(제2020-404호)
- 2020.12. : 대형공사 입찰방법 심의(결과 : 일괄입찰방식)
- 2021. 4. : 타당성조사 및 기본계획과 입찰안내서작성 용역착수
- 2021. 5. : 관련실과 보고회의 개최
 - 사업반영 요청사항 등 접수
- 2021. 6. : 건설사 간담회의
 - 입찰 관심 건설사 요청사항 등 접수
- 2021. 7. : 측량조사, 토질조사 등 현지조사 완료
- 2022.11. : 2035년 인천광역시 하수도정비기본계획 승기처리구역 부분변경 승인(환경부→시)
 - 구월2지구 택지개발사업 추가 편입에 의한 현대화시설 용량 변경 등
- 2022.12. : 현대화사업 추진방침(재정사업)
- 2023.01. : 승기공공하수처리시설 현대화사업 건설공사 기본계획(변경) 고시(제2022-486호)
- 2023.05. : 타당성조사 제외 협의(기획재정부, 환경부, 환경청)
- 2023.08. : 입찰안내서 건설기술심의
- 2023.11. : 공사기간 산정의 적정성 건설기술심의
- 2024.03 : 승기공공하수처리시설 현대화사업 재원협의

2. 사업의 주요내용

2.1 사업의 개요

- 노후화된 승기공공하수처리시설 275,000m³/일을 단계적으로 철거하고 기존 하수처리시설부지내에 270,000m³/일 규모의 지하화시설로 재설치하는 사업으로 사업개요는 다음과 같다.

<표 1.2-1> 사업의 개요

구 분		금 회	비 고
위 치		연수구 능허대로 484(인천환경공단 승기사업소 내)	
부지면적(m ²)		226,764.9	
목표연도		2035년	
처리인구(인)		610,720	
계획하수량(m ³ /일)		264,285	
시설용량(m ³ /일)		270,000	
유입수질 (mg/L)	BOD	204	
	TOC	126	
	SS	215	
	T-N	51	
	T-P	7	
방류수질 (mg/L)	BOD	10	
	TOC	25	
	SS	10	
	T-N	20	
	T-P	2	
	대장균군수	-	
유입관로 신설		남동공단 산단계 유입관로 신설 4.3km	
차집관로 개량		해안도로 차집관로 개량 1.7km	

01

02

03

04

05

06

07

08

2.2 주요 계획지표

○ 생활오수, 공장폐수 및 기타하수량 등을 고려하여 설정한 계획하수량 및 계획수질은 다음과 같다.

<표 1.2-2> 계획하수량

구 분		목표연도(2035년)	비 고
하수처리인구		610,720	일최대 기준
계획하수량 (㎥/일)	생활오수량	214,363	
	지하수량	21,436	
	공장폐수	28,080	
	군부대	406	
	계	264,285	

<표 1.2-3> 계획유입수질

구 분	유 입 수 질	비 고
BOD	204	고농도는 계획유입수질의 130% 이상, 저농도는 70% 이하로 제시하며, 상시 방류수질을 만족하여야 함 설계수온은 10℃
TOC	126	
SS	215	
T-N	51	
T-P	7	

○ 방류수 수질기준은 하수도법 및 관련계획상에서 제시된 방류수질을 종합적으로 검토하는 한편, 양적, 질적 부하량 증가를 고려하여 다음과 같이 설정하였다.

<표 1.2-4> 목표처리수질(보증수질)

(단위 : mg/L)

구 분			BOD	TOC	SS	T-N	T-P	대장균군수
하수도정비기본계획(2022.11)			100이하	250이하	100이하	200이하	20이하	3,000이하
현대화 사업	목표수질	방류수	100이하	250이하	100이하	200이하	20이하	3,000이하
	보증수질		목표수질 이하로 입찰자 제시					

- 주) 1. 최종 방류수 및 재이용수 측정값의 최대치는 목표 수질을 상시 만족 하여야 하며, 성능보증은 상기조건 하에서 신뢰성시험 중 성능보증기간(30일) 연속측정 값의 최대치가 보증수질 이내 이여야 함. (공인기관 및 인천광역시보건환경연구원 5회 이상의 최대값 포함)
2. 수질보증을 위한 시험방법은 「수질오염공정시험기준」 (환경부고시 2022-12호)으로 함.
3. 상기 목표수질에 대해서는 기타 인허가시 목표수질이 변경될 경우 실시설계적격자로 선정된 자는 변경된 목표수질로 실시설계를 수행하여야 함.

2.3 과업범위

- 승기공공하수처리시설 현대화사업은 무중단 운영이 될 수 있도록 다음 사항을 참고하여 시설계획을 제시토록 한다. 또한, 시설배치에 있어 연계성, 관리동선, 편의성 등을 고려하여야 하며, 배관, 배선 등 연계성이 있는 시설인 경우 공간확보 및 무중단 계획이 될 수 있도록 기존시설과 금회시설간 연결용 밸브 등의 시설이 반영되어야 한다.

<표 1.2-5> 금회 과업범위

구 분	금 회	비 고
시설계획	• 수처리시설 : Q=270,000m³/일 • 남동공단 산단계 유입관로 신설 : L=4.3km • 해안도로 차집관로 개량 : L=1.7km • 생태공원 및 주민친화시설 : 1식	
부지면적 및 부지계획고	• 현재 하수처리시설 부지 내에서 기존시설의 무중단 운영을 고려하여 시설배치 (동춘동 947번지 A=226,764.9m² 내) • 현재 하수처리시설 부지 지반고는 관리구역(EL(+10.00m)과 처리시설 구역(EL(+6.00m)으로 구분되어 있으며, 경제성 및 유지관리성 등을 고려하여 FGL(+6.00~10.00m로 계획 제시	
처리공정	• 고도처리(필요시 3차 처리시설 포함) 공정을 제시 • 본 처리시설로 유입되는 하수와 남동공단 배출수 등 기본계획에서 검토된 계획지표 유입수질 이상의 유입수를 목표수질 이하로 보증할 수 있도록 처리공법 및 공정을 입찰안내서 및 기본계획을 준수하여 제시	
복개방식 및 상부 이용계획	• 수처리시설과 하수찌꺼기 처리시설 등 모든 시설의 지하화 계획을 수립하도록 제시(단, 전기실, 홍보전시실, 실험실, 운영관리실, 사무실은 지상관리동에 계획) • 상부이용계획은 지역특성 및 인근 주민들의 편의 및 수익성 등을 추구할 수 있는 다각적인 상부활용방안을 제시	시설 운영자와 상부이용객 동선 동선분리계획 제시
전처리시설	• 전처리공정에 대해서는 침사지(RC구조), 협잡물처리시설, 일차침전지, 남동공단 배출수에 대한 유량조정조는 반드시 제시하여야 공정계획상 필요한 시설에 대하여 적절하게 계획하여야 함	
준공전 유입하수 처리계획	• 준공전 까지 하수처리시설 유입하수를 기존 또는 신설 처리시설에서의 안정적 처리를 위한 공정 및 시공계획 제시	
관리동	• 관리동은 통합관리센터 및 승기처리시설 운영인력의 근무여건을 고려한 규모로 신설하고 무중단 운영을 고려한 기존 관리동 및 설비동의 단계별 철거계획 수립 제시	
기존설비 철거 및 재사용 계획	• 기존 처리시설의 기자재는 면밀한 현장조사 및 경제성 분석 등을 통하여 재사용 여부 판단 • 기존 시설 구조물 철거 및 폐기물처리 방안 검토	

01

02

03

04

05

06

07

08

2.4 주요 내용

2.4.1 설계수질 및 보증수질

- 계획유입수질은 관련 상위계획, 유입수질 및 연계처리수 현황 등의 현장조사 결과를 반영하여 본 사업의 기본계획에서 설정한 유입수질 이상으로 제시하며, 단위공정의 시설용량은 제시하는 단위공정에서 발생하는 반류수(반송수, 역세수 등)가 포함된 유량 및 수질을 반영하여 시설계획을 제시한다.
- 보증수질은 입찰안내서에 제시된 목표수질 이하로 입찰자가 제시하여야 하며, 연계처리수의 유량이나 수질 변동, 수온 변화 등 모든 조건에서 보증수질을 만족하도록 제시하여야 한다.

2.4.2 수처리 공정계획

- 수처리 공정은 입찰자가 검토하여 단위공정을 자유롭게 구성하며, 전처리공정 구성시 침사지, 유량조정조 및 일차침전지를 반드시 계획하여야 한다.
- 3차처리시설 필요시 하수찌꺼기의 발생이 적고 반류수에 의한 처리공정 등에 문제점이 적은 공법을 우선적으로 검토하여 반영하여야 한다.

2.4.3 하수찌꺼기 처리계획

- 하수찌꺼기 처리방식은 현재 국내·외에서 운영되고 있는 농축, 소화, 탈수 처리방식을 검토하여 경제적이고, 안정적이며 유지관리가 용이한 처리방식을 선정한다. 하수찌꺼기 저류조 및 탈수시설은 감량화후 슬러지의 발생량을 고려하여 계획하여야 하며, 탈수슬러지는 상위계획상 통합처리 사업완료시까지 적정 처리방안을 검토하여야 한다.

2.4.4 하수처리수 재이용계획

- 장내 사용용수 등 수요가 명확한 부분에 대하여 하수처리수 재이용계획을 제시하고, 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령 제12조에 따라 하수처리량의 10%에 해당하는 처리수에 대한 재이용계획을 현지 여건 및 조건 등을 감안하여 제안하여야 한다.

2.4.5 기존시설 철거 및 재사용계획

- 기존 설비 대부분이 노후화되어 재사용이 효율적이지 못할 수 있으나, 재사용 여부를 입찰자가 면밀히 조사하여 판단하고, 재사용이 어려운 설비는 철거하여 폐기물처리, 고재처리로 계획한다. 사업범위내 기존시설 구조물은 철거하여 건설폐기물처리로 계획한다.

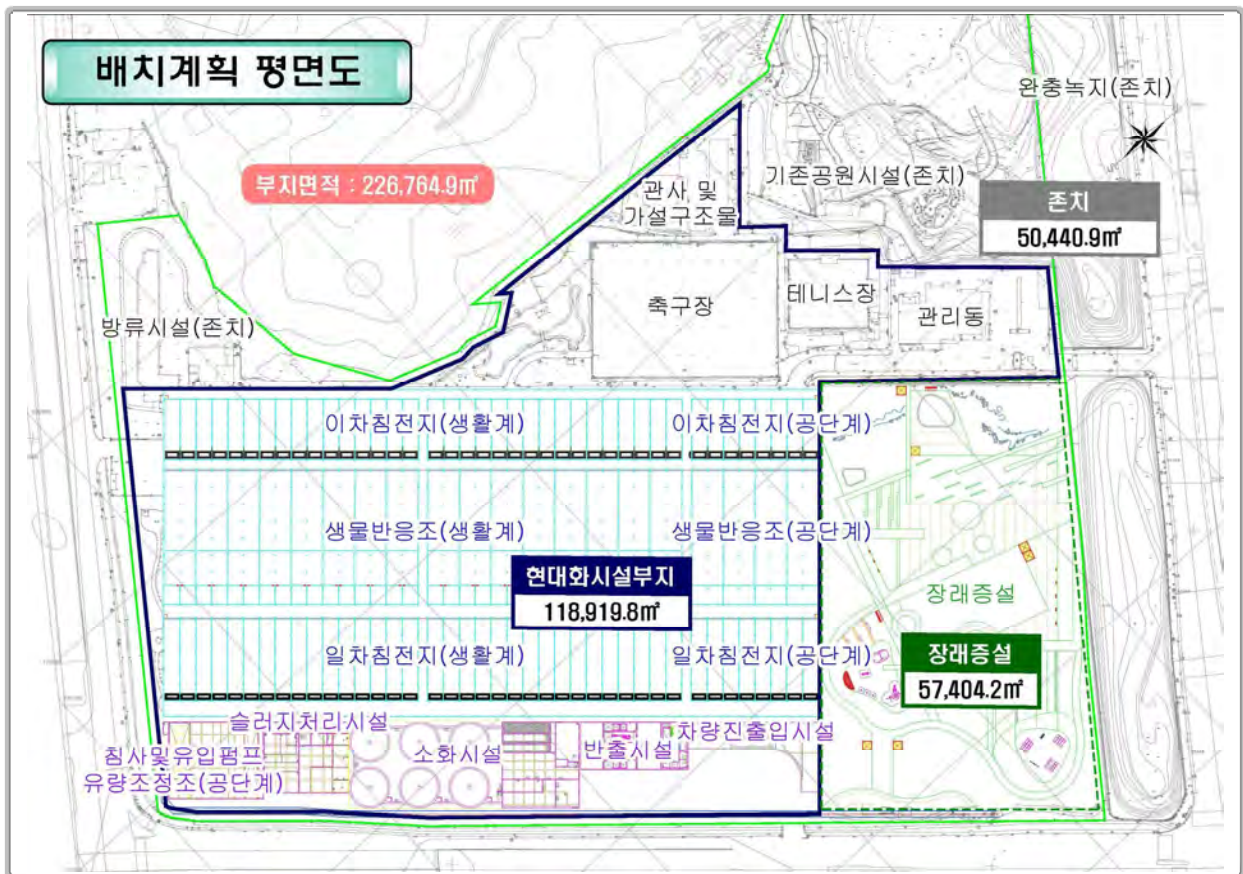
2.4.6 지하화 및 상부 이용계획

- 약취의 원활한 포집, 겨울철 수처리의 안정성 및 유지관리 용이성, 민원발생 차단 및 미관을 고려하여 지하화로 계획한다. 지하화 시설은 유지관리공간을 포함한 전체 구조물이 부지계획고 아래에 위치하여야 하며, 상부 시설물 및 식재 등에 의한 수처리구조물 파손 등을 고려하여 충분한 토피고를 확보하여야 한다. 전기실, 홍보전시실, 실험실, 운영관리실, 사무실 등은 지상 관리동에 계획하며, 금회 상부공간은 지역특성 및

주민생활 편의, 주민 가치향상 등 다각적 측면에서 활용계획을 제시하여야 하며, 현대화 시설부지에는 전체 상부공간의 미관, 동선, 편리성, 유지관리성 등 연계성을 고려하여 사용목적에 맞는 이용 동선이 명확히 구분되어야 한다.

2.4.7 부지계획 및 배치계획

- 승기공공하수처리시설의 현 부지계획고는 관리구역(EL(+10.00m)과 처리시설구역(EL(+6.00m))으로 현대화 시설 계획 시 부지계획고는 시공성, 경제성, 유지관리성 등을 고려해 계획하여야 한다.
- 또한, 방류수역인 서해의 계획조위 및 우수유입에 대해 처리시설의 침수가 발생하지 않도록 하여야 하며, 성토에 따른 사면 및 옹벽계획은 입찰자가 제시하는 배치계획, 주변과의 조화 등 경관성, 안전성을 고려하여 제시하여야 한다. 특히, 옹벽 설치가 필요할 경우 경관여건을 고려하여 적절한 디자인 옹벽으로 설치하여야 한다.
- 시설물 배치계획은 각 시설물의 유지관리 및 장래 확장을 감안하여 가장 효율적으로 부지를 활용할 수 있도록 하여야 하며, 공사 중 무중단 운영을 고려하여 수립하여야 한다.
- 금회 시설물 배치계획은 시공성, 경제성, 유지관리성 등을 고려해 부지계획을 포함하여 제시토록 하며, 기존 시설 철거와 연계한 단계별 시설계획을 제시하여야 한다.
- 아래 배치계획은 예시이며, 기존시설 무중단 운영이 가능한 범위 내에서 배치계획을 제시하여야 한다.



<그림 1.2-1> 승기공공하수처리시설 배치계획(예시도)

2.4.8 준공전 유입 하수처리계획

- 처리시설 부지 내 기존 하수처리시설 철거 및 현대화시설 설치 공사시 안정적 하수의 유입 및 처리가 가능하도록 하여야 하며, 공사중 배출수질 계획 및 기간 등을 명확히 제시하고 이를 보증하여야 한다.

2.4.9 건축계획

- 신설 건축물은 본사업의 입찰안내서에 제시된 실별 최소 면적 기준을 준수하여야 하며, 입찰안내서에서 제시된 기준 외 추가로 실 계획 시 산출근거를 제시하여야 한다.

2.4.10 전력공급

- 기존 전기실을 철거하고 신설함에 있어 기존 하수처리시설이 무중단 운영이 될 수 있도록 계획하고, 신설 수변전설비에서 단위시설별 전원공급이 이루어지도록 계획하여야 한다.
- 계약전력에 따라 전력공급설비의 배전선로를 변경시 한국전력공사 기본공급약관에 의해 설계시설부담금을 부담하며, 전력수급계획을 고려한 최적의 수전용량을 제시하여야 한다.

2.4.11 통합관리시스템 계획

- 승기공공하수처리시설 관리시스템과 중계펌프장 관리시스템을 통합하여 신설되는 공공하수처리시설의 통합 관리시스템 계획을 제시하고, 본 하수처리시설이 상위 계획에 반영된 지역 거점 하수처리시설로 운영될 수 있도록 제반여건을 검토하여 향후 통합사업 추진시 대응방안을 제시하여야 한다.

2.5 재정계획

2.5.1 소요사업비

- 승기공공하수처리시설 현대화사업 기본계획에서 산정한 사업비는 다음과 같다.

<표 1.2-6> 승기공공하수처리시설 현대화사업 총괄사업비

구 분	사업비(억원, 270,000m³/일 기준)	비 고
1. 공사비	3,997	
토 목 공 사	2,371	
건 축 공 사	74	
기 계 공 사	999	
전기/계측제어공사	398	
조 경 공 사	137	
종합시운전	18	
2. 시설부대경비	268	
설 계 비	120	
감 리 비	141	
시설부대비	7	
총 사 업 비	4,265	

2.5.2 재원조달계획

- 본 사업의 재원은 상위계획에서 환경부와 협의된 결과를 반영하여 개량사업비 기준 10%(총사업비 기준 5.5%)으로 적용하였으며, 원인자부담금 관련 개발사업은 상위계획을 기준으로 산정하였다.

<표 1.2-7> 재원조달계획

(단위 : 억원)

구 분	상위계획 ^{주1)}		금 회		비 고
	금 액	비 율(%)	금 액	비 율(%)	
계	3,884	100.0	4,265	100.0	
국 비	456	11.7	233	5.5	
지방비	2,950	76.0	3,506	82.2	
원인자	478	12.3	525	12.3	

주1) 2035년 인천광역시 하수도정비기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

<표 1.2-8> 원인자부담금 사업비 산정

구 분	하수량 (m³/일)	적용단가(백만원/m³/일)		원인자부담금(백만원)		비 고
		상위계획 ^{주1)}	금 회	상위계획 ^{주1)}	금 회	
소 계	33,661	1.421	1.580	47,825	52,520	
주안3구역	624			887	974	
주안4구역	295			419	460	
주안10구역	284			404	443	
문학구역	775			1,101	1,209	
주안11구역	422			600	658	
미추1구역	332			472	518	
미추8구역	1,300			1,847	2,028	
주안1구역	994			1,412	1,551	
도시개발1구역	647			919	1,009	
송도영남아파트	169			240	264	
옥련대진빌라	23			33	36	
농원마을	260			369	406	
청능마을	545			774	850	
대우자판부지	3,063			4,352	4,779	
동춘1구역	2,430			3,453	3,791	
동춘2구역	507			720	791	
송도역세권구역	996			1,415	1,554	
무주골근린공원	692			983	1,080	
연수기업형임대	1,911			2,715	2,982	
구월보금자리	4,958			7,044	7,736	
구월2지구	12,434			17,666	19,401	

주1) 2035년 인천광역시 하수도정비기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

2.6 사업의 효과

- 승기공공하수처리시설 현대화사업 시행에 따른 예상 효과는 방류해역의 수질보전과 이에 따른 수생태계 보전 등의 효과를 기대할 수 있으며, 주민친화 및 가치추구적 전천후 현대화사업을 통해 환경기초시설의 상징적 사업이 될 것으로 기대되며 그 효과는 다음과 같다.
 - － 지하화에 따른 악취 외부확산 차단으로 주변 대기질 개선 등 위생 및 생활환경 개선
 - － 발생하수를 적정 처리하여 방류수역의 수질개선 및 위생환경 개선
 - － 처리시설 지하화 및 시설 현대화를 통한 친환경적 처리시설 조성
 - － 기업 활동 활성화 및 지역경제 발전에 기여
 - － 시설 자원화를 통해 이익 창출 및 가치 확대

제2장 기초조사

1. 자연적 조건에 관한 조사
2. 상위 및 관련계획 검토

제2장 기초조사

1. 자연적 조건에 관한 조사

1.1 지역의 개황

1.1.1 위치

- 인천광역시는 동으로는 서울특별시, 부천시, 시흥시, 동북으로는 김포시, 북으로는 황해도와 인접
- 강화군과 옹진군의 162개의 도서를 포함하며, 약 1,063.51km에 달하는 해안선 위치
- 서해안 제1의 항구인 인천항과 세계최고 수준의 인천공항이 위치한 교통, 물류 허브도시로 성장

<표 2.1-1> 위치

시청 소재지	경도와 위도의 극점		
	단	지 명	극 점
인천광역시 남동구 정각로 29 (구월동 1138)	극 동	계양구 하야동	동경 126° 47' 44"
	극 서	옹진군 백령면	동경 124° 36' 41"
	극 남	옹진군 덕적면	북위 36° 55' 10"
	극 북	옹진군 백령면	북위 37° 58' 55"

자료) 제60회 2020 인천통계연보 (2019, 인천광역시)

1.1.2 면적

<표 2.1-2> 면적

구 분	면적(km ²)	구성비(%)
계	1,063.26	100.0
중 구	140.29	13.2
동 구	7.19	0.7
미추홀구	24.84	2.3
연수구	54.95	5.2
남동구	57.02	5.4
부평구	32.01	3.0
계양구	45.57	4.3
서 구	117.09	11.0
강화군	411.41	38.7
옹진군	172.90	16.3

자료) 제60회 2020 인천통계연보 (2019, 인천광역시)

01

02

03

04

05

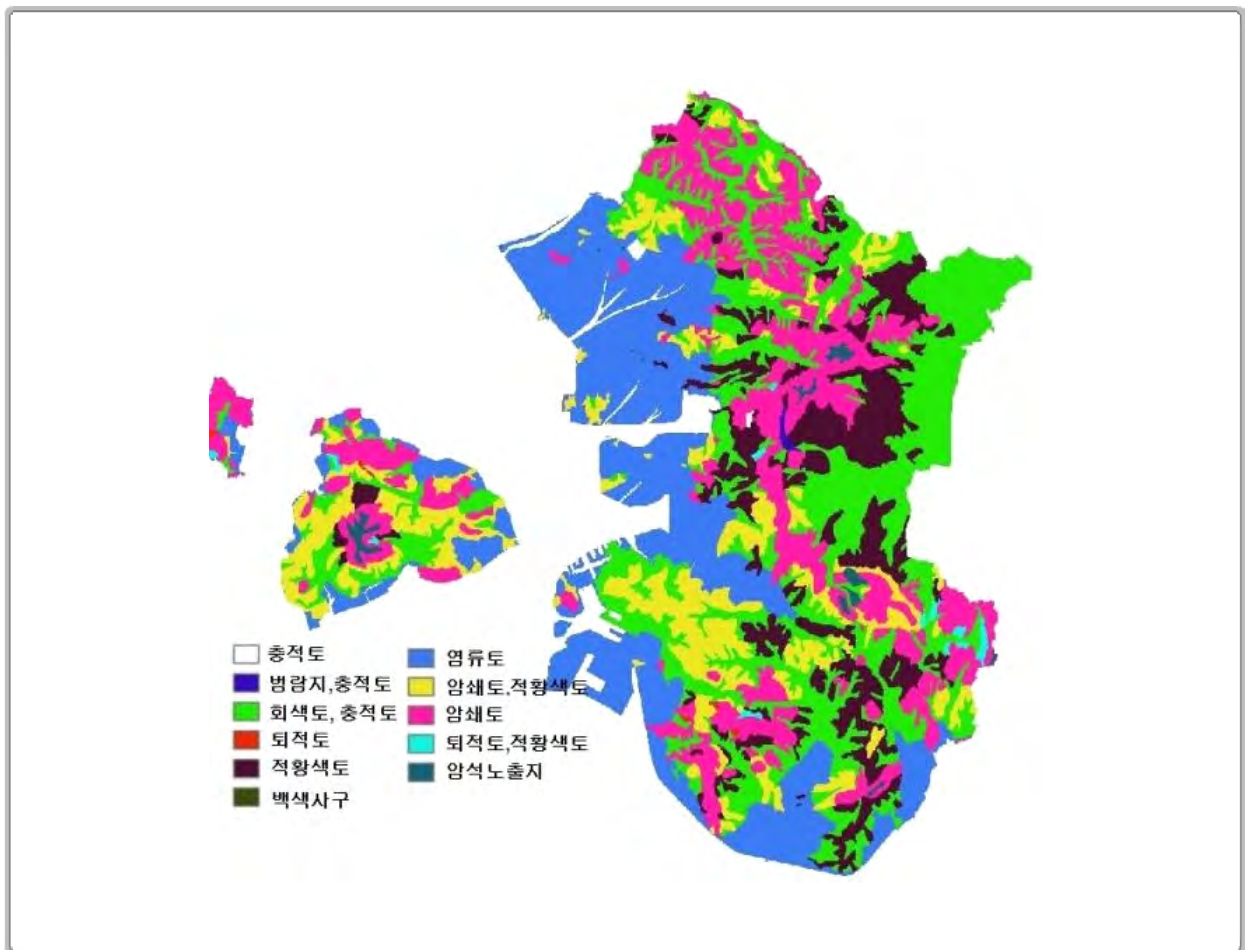
06

07

08

1.1.3 지형 및 지세(시지역)

- 인천광역시 서쪽으로는 서해에 접하며, 북쪽으로는 한강의 하류에 위치하고, 산지는 마식령산맥과 광주산맥에서 이어져 오고 있음.
- 육지부는 계양산(395m), 원적산(266m), 만월산(187m)으로 이어지며, 기존시가지의 서구와 계양구 및 부평구의 경계를 이루고 있음.
- 강화군은 전체면적 411,41km²로 인천광역시의 38.7%를 차지하며, 봉천산(291m), 고려산 (436.3m), 퇴모산(338m), 진강산(443m), 마니산(468m), 길상산(336m)이 주요 지세를 형성하고 있음.
- 전반적인 도시 전체의 지형으로는 평지라고 할 수 있는 표고는 50m미만이 726.825km²로서 행정구역 전체면적의 약 72.5%를 차지하고 있으며, 경사도 10%미만이 820.069km²로 전체 면적의 81.9%를 차지하여 전반적으로 완만한 지형을 형성하고 있음.
- 인천광역시 지질 현황
 - 인천광역시 부근의 토지는 반도형의 구릉지로 되어 있으며 지질은 화강암 중에 혼유된 변질수성암층으로 형성된 선암류와 충적층의 토질로 비옥



<그림 2.1-1> 인천광역시 토질분포도

1.2 인구 및 산업현황

1.2.1 인구현황

○ 인천광역시의 2019년 말 인구는 3,029,285인이며, 인구밀도는 2,849명/km², 세대당인구는 2.45인임.

<표 2.1-3> 최근 10년간 인구현황

구 분	세대	인구 (인)	행정구역 면적(km ²)	인구밀도 (인/km ²)	세대당 인구 (인)	인구증가율 (%)
2010	1,059,664	2,808,288	1,029.44	2,728	2.65	1.81
2011	1,077,563	2,851,491	1,032.41	2,762	2.65	1.54
2012	1,097,491	2,891,286	1,040.82	2,778	2.63	1.40
2013	1,118,988	2,930,164	1,040.88	2,815	2.62	1.34
2014	1,136,280	2,957,931	1,047.59	2,824	2.60	0.95
2015	1,154,004	2,983,484	1,047.87	2,847	2.59	0.86
2016	1,171,399	3,002,172	1,076.40	2,789	2.56	0.63
2017	1,188,917	3,011,138	1,063.09	2,832	2.53	0.30
2018	1,213,201	3,022,511	1,062.40	2,845	2.49	0.38
2019	1,238,641	3,029,285	1,063.26	2,849	2.45	0.22

자료) 제60회 2020 인천통계연보 (2019, 인천광역시)

1.2.2 주택현황

○ 주택보급률은 매년 100%를 초과하는 추세이고, 2019년 말 주택보급률은 100.2%며, 총 주택수는 1,120,579호임.

<표 2.1-4> 최근 10년간 주택현황

구 분	가구수	주택합계	주택수					주택 보급률 (%)
			단독주택	아파트	연립주택	다세대주택	비거주용 건물내주택	
2010	918,850	936,688	108,315	483,847	24,923	197,957	7,510	101.9
2011	943,548	964,615	107,261	503,520	25,428	205,126	7,510	102.2
2012	965,499	1,003,230	76,424	534,675	25,937	210,979	7,510	103.9
2013	988,200	1,008,237	75,320	538,937	26,175	211,714	7,510	102.0
2014	1,011,700	1,027,220	—	555,076	26,673	214,444	7,510	101.3
2015	1,045,417	942,244	102,914	577,346	21,589	232,346	8,049	101.0
2016	1,062,828	958,072	102,632	588,563	23,268	235,653	7,956	100.9
2017	1,080,285	969,588	100,868	597,929	25,079	237,716	7,996	100.4
2018	1,094,785	997,959	100,433	624,332	25,984	238,998	8,212	101.2
2019	1,120,576	1,019,365	97,302	648,403	26,309	238,301	9,050	100.2

자료) 제60회 2020 인천통계연보 (2019, 인천광역시), 제54회 2014 인천통계연보 (2013, 인천광역시)

1.2.3 산업현황

- 사업체현황은 총 206,244개 중 도매 및 소매업의 비율이 22.73%(46,874개)로 가장 높았으며, 그 다음으로 숙박 및 음식점업 18.10%(37,321개), 운수 및 창고업 12.98%(26,774개) 등으로 나타남.
- 종사자 현황은 총 977,693인 중 제조업의 비율이 24.99%(244,352인)으로 가장 높았으며, 그 다음으로는 도매 및 소매업 15.13%(147,971인), 보건업 및 사회복지서비스업 11.17%(109,265인)으로 나타남.

<표 2.1-5> 사업체 및 종사자 현황

구 분	사업체현황		종사자현황	
	사업체수	비율(%)	종사자수	비율(%)
계	206,244	100.00	977,693	100.00
농업, 임업 및 어업	47	0.02	209	0.02
광업	31	0.02	531	0.05
제조업	25,190	12.21	244,352	24.99
전기, 가스 증기 및 공기조절공급업	71	0.03	4,069	0.42
수도, 하수 및 폐기물처리 원료 재생업	516	0.25	7,096	0.73
건설업	6,463	3.13	56,774	5.81
도매 및 소매업	46,874	22.73	147,971	15.13
운수 및 창고업	26,774	12.98	83,113	8.50
숙박 및 음식점업	37,321	18.10	114,80	0.01
정보통신업	1,089	0.53	10,200	1.04
금융 및 보험업	1,771	0.86	25,519	2.61
부동산업 및 임대업	8,523	4.13	23,743	2.43
전문, 과학 및 기술서비스업	4,105	1.99	31,577	3.23
사업시설 관리, 사업지원 및 임대서비스업	3,142	1.52	51,649	5.28
공공행정, 국방 및 사회보장행정	486	0.24	38,067	3.89
교육서비스업	8,553	4.15	76,559	7.83
보건업 및 사회복지서비스업	7,586	3.68	109,265	11.17
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	6,968	3.38	22,560	2.31
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	20,734	10.05	44,439	4.54

자료) 제60회 2020 인천통계연보 (2019, 인천광역시)

1.2.4 도로현황

○ 인천광역시의 도로현황은 2019년말 현재, 고속도로, 일반국도, 지방도 및 시군도를 합하여 3,494,022m이며, 포장율은 98.0%이다.

<표 2.1-6> 도로현황

(단위 : m, %)

구 분	합계					고속국도	일반국도	지방도/시군구도
	계	포장	포장율	미포장	미개통			
2010	3,771,022	3,045,208	94.3	185,348	540,466	99,690	76,771	3,594,561
2011	3,722,436	2,999,266	99.9	1,800	721,370	119,280	76,771	3,526,385
2012	3,540,904	2,785,019	78.7	21,390	754,085	119,280	76,771	3,344,853
2013	3,540,904	2,785,019	99.9	1,800	754,085	119,280	76,771	3,344,853
2014	3,823,808	3,067,305	99.9	1,800	754,703	119,280	76,771	3,627,757
2015	3,819,601	3,091,004	99.9	1,800	726,797	119,920	76,771	3,622,910
2016	3,806,812	3,240,912	99.9	1,800	564,100	119,920	76,771	3,610,121
2017	3,988,835	3,392,526	93.4	239,665	391,764	109,480	74,853	3,804,502
2018	3,271,509	3,159,484	97.0	84,493	27,532	109,480	75,613	3,086,416
2019	3,494,022	3,394,807	98.0	67,125	32,090	109,480	75,613	3,308,929

자료) 제54회~제60회 인천통계연보 (2013~2019, 인천광역시)

1.3 상하수도 현황 및 계획

1.3.1 상수도 급수현황

○ 2019년 말 현재 총인구 3,029,258인 중 급수인구가 2,999,125인으로 99.0%의 급수보급률을 나타내고 있으며, 상수도 시설용량은 1,958,080m³/일, 1인 1일당 급수량은 360ℓ 이다.

<표 2.1-7> 상수도 급수현황

구 분	총인구	급수인구	보급률(%)	시설용량 (m³/일)	급수량 (m³/일)	1인1일당 급수량(Lpcd)	급수전수
2010	2,808,288	2,753,012	98.03	1,998,700	948,190	344	322,998
2011	2,851,490	2,801,671	98.25	2,163,080	962,924	343	322,998
2012	2,891,286	2,844,966	98.39	2,163,080	961,246	338	349,249
2013	2,930,164	2,884,226	98.43	2,163,080	958,540	332	357,247
2014	2,957,931	2,914,420	98.50	2,163,080	963,030	330	367,187
2015	2,983,484	2,940,926	98.60	1,881,780	978,575	331	380,848
2016	3,002,172	2,965,367	98.70	1,958,080	1,002,097	337	394,677
2017	3,011,138	2,974,416	98.80	1,958,080	1,021,165	343	410,210
2018	3,022,511	2,986,455	98.80	1,958,080	1,056,945	354	420,141
2019	3,029,258	2,999,125	99.00	1,958,080	1,079,455	360	426,618

자료) 제54회~제60회 인천통계연보 (2013~2019, 인천광역시)

1.3.2 용도별 급수현황

○ 인천광역시 상수도의 용도별 급수사용량은 2019년말 현재 347,190,089㎥이며, 이 중 가정용수는 203,670,686㎥, 일반용수는 136,887,697㎥, 욕탕용수는 3,969,120㎥, 기타용수는 2,663,306㎥이다.

<표 2.1-8> 용도별 급수현황

(단위 : ㎥)

구 분	급수사용량	가정용	일반용	욕탕용	공공용	기타	비고
2010	298,819,338	178,322,995	115,094,005	5,402,338	—	—	
2011	304,430,612	181,797,280	117,384,535	5,248,797	—	—	
2012	307,709,539	185,029,297	117,814,001	4,866,241	—	—	
2013	311,435,228	188,492,126	118,377,886	4,565,216	—	—	
2014	208,484,255	94,800,983	109,937,183	3,746,089	—	—	
2015	318,467,179	193,063,151	121,333,503	4,070,525	—	—	
2016	328,325,331	197,379,981	126,640,796	4,304,554	—	—	
2017	340,208,800	198,409,371	131,632,410	4,268,103	—	5,898,916	
2018	348,912,706	202,183,035	135,556,548	4,174,403	—	6,998,720	
2019	347,190,809	203,670,686	136,887,697	3,969,120	—	2,663,306	

자료) 제54회~제60회 인천통계연보 (2013~2019, 인천광역시)

1.3.3 상수도 시설현황

○ 인천광역시 2019년말 현재 상수도 시설현황은 강화, 공촌, 길상, 남동, 백령, 부평, 수산 등 총 7개소 정수장을 보유하고 있으며, 총 1,958,080㎥/일의 시설용량을 갖추고 있고, 34개소의 배수지 646,840㎥의 시설용량을 확보하고 있다.

<표 2.1-9> 정수장 시설현황

명 칭	위 치	시 설 용 량 (㎥/일)	정수처리 적용방식
강화	인천광역시 강화군	800	완속여과
공촌	인천광역시 서구	413,000	급속여과+입상활성탄
길상	인천광역시 강화군	2,980	완속여과+막여과(MF)
남동	인천광역시 남동구	542,000	급속여과
백령	인천광역시 옹진군	1,300	완속여과, 입상활성탄, 오존
부평	인천광역시 부평구	375,000	급속여과+입상활성탄+오존
수산	인천광역시 남동구	623,000	급속여과

자료) 2019 상수도통계(2021, 환경부)

<표 2.1-10> 가압장 시설현황

명 칭	위 치	부 지 면 적 (㎡)	시 설 규 모 (㎥/일)
합 계	2개소	1,970.74	185,760
길상가압장	중구 운남동 1640-12	236.21	31,104
영종가압장	중구 운남동 1640-12	1,734.53	154,656

자료) 2040 인천광역시 수도정비기본계획(본안)(2021.01)

<표 2.1-11> 배수지 시설현황

명 칭	위 치	수 계	급 수 지 역	시 설 용 량 (m³)
가좌	인천광역시 서구	부평	가좌, 신현	20,000
강화	인천광역시 강화군	공촌	강화읍	4,500
검단	인천광역시 서구	공촌	검단동	10,000
천마산	인천광역시 계양구	부평	계양구	30,000
계양산	인천광역시 계양구	부평	미운영	2,000
공항신도시	인천광역시 중구	공촌	운서동	15,000
만수	인천광역시 남동구	남동	만수동	3,000
만월산	인천광역시 남동구	남동	부평동, 간석동, 주안6동	45,000
문학	인천광역시 남구	수산	문학동, 주안동	30,000
원적산	인천광역시 부평구	부평	갈산동, 청천동	40,000
희망천	인천광역시 부평구	부평	부평동	20,000
석남	인천광역시 서구	공촌	석남동, 가정동	30,000
송현	인천광역시 동구	남동	송현동, 만석동	20,000
수봉산	인천광역시 남구	남동	도화동	15,000
수봉공원	인천광역시 남구	수산	송의동일원	1,000
연수	인천광역시 연수구	수산	연수구	30,000
연희	인천광역시 서구	공촌	연희동	15,000
오봉산	인천광역시 남동구	수산	부평동, 간석동, 주안6동	30,000
용현	인천광역시 남구	수산	용현동일원	2,500
자유공원	인천광역시 중구	남동	중구일원	2,000
장수	인천광역시 남동구	남동	장수동, 만수동	30,000
푸른송도	인천광역시 연수구	수산	동춘동, 송도동	80,000
학익	인천광역시 남구	수산	학익동, 주안일원	20,000
서창	인천광역시 남동구	수산	서창동	10,000
쑥골	인천광역시 남구	수산	도화동	19,000
왕길	인천광역시 서구	공촌	미운영	31,000
청라	인천광역시 서구	공촌	청라, 서구일원	30,000
내가	인천광역시 강화군	공촌	내가면, 하점면, 교동면	2,500
산단	인천광역시 강화군	공촌	강화읍	1,100
길상	인천광역시 강화군	공촌	길상면, 화도면	4,500
선재	인천광역시 옹진군	화성	영흥면	440
영흥	인천광역시 옹진군	화성	영흥면	2,300
송산	인천광역시 중구	공촌	운남동	40,000
운북	인천광역시 중구	공촌	미운영	11,000

자료) 2019 상수도통계(2021, 환경부)

01

02

03

04

05

06

07

08

1.4 토지이용 현황

1.4.1 지목별 토지이용 현황

○지목별 토지현황은 2019년말 현재 임야 37.0%, 대지 10.4%, 전 7.5%, 답 15.1%의 순으로 이용되고 있다.

<표 2.1-12> 지목별 토지이용 현황

구 분	면 적(km ²)	비 율(%)	비 고
합 계	1,063	100.0	
전	80	7.5	
답	161	15.1	
임야	393	37.0	
대지	111	10.4	
기타	318	29.9	

자료) 제60회 2020 인천통계연보(2019, 인천광역시)

1.4.2 용도지역별 토지이용 현황

○용도지역별 토지이용현황은 2019년말 현재 녹지지역이 55.6%, 주거지역 22.7%, 공업지역 12.8%, 상업지역 4.5% 순으로 이용되고 있다.

<표 2.1-13> 용도지역별 토지이용 현황

구 분	면 적(m ²)	비 율(%)	비 고
합 계	529.33	100.0	
주거지역	120.27	22.7	
상업지역	23.70	4.5	
공업지역	67.54	12.8	
녹지지역	294.32	55.6	
미지정	23.50	4.4	

자료) 제60회 2020 인천통계연보(2019, 인천광역시)

1.5 하천 및 방류수역 현황

1.5.1 하천현황

- 인천광역시의 전반적 지형특성이 북측과 동측이 높고 동측 구릉지와 해안변까지의 거리가 15km미만으로 하천유하 거리도 대부분 그 이하로 형성
- 2개의 국가하천과 30개의 지방하천이 지정되어 있으며, 시가지에서 배출되는 각종 우·오수의 배수로 역할로 이들 하천이 서해로 유입되어 연안해역의 수질오염 심화

<표 2.1-14> 국가하천현황

구 분	시 점	종 점	연장 (km)	유역면적 (km ²)	하천정비 기본계획
계	-	-	27.45	288.89	-
굴포천	인천광역시 부평구 청천동 285-1번지선	인천광역시 계양구 하야동 인천, 경기도계	11.50	131.75	' 06.04.17
아라천	인천광역시 계양구 평동 인천, 경기도계	인천광역시 서구 오류동 해안	15.95	157.14	' 12.03.08

자료) 한국하천일람 (2018.12, 국토교통부)

<표 2.1-15> 지방하천현황

구 분	시 점	종 점	연장 (km)	유역면적 (km ²)	하천정비 기본계획
소계	-	-	119.8	450.68	-
청천천	부평구 청천동 192	부평구 갈산동 굴포천(지방) 합류점	1.32	6.10	' 06.04.17
갈산천	부평구 갈산동 174-3	부평구 갈산동 굴포천(지방) 합류점	0.84	2.05	' 06.04.17
계산천	계양구 용중동 61-1	계양구 병방동 굴포천(지방) 합류점	1.32	5.27	' 08.11.17
굴현천	계양구 굴현동 43-5	계양구 굴현동 방수로 합류점	1.79	8.26	' 95.03.02
계양천	서구 목상동 174	서구 검단동 인천경기도계	12.00	55.97	' 14.10.07
나진포천	서구 마전동 기점	김포시 김포동 계양천(지방) 합류점	6.97	28.41	' 14.10.07
대곡천	서구 대곡동 91	서구 대곡동 나진포천(지방) 합류점	2.40	3.26	' 14.09.12
운연천	남동구 운연동 494	남동구 운연동 신천(지방) 합류점	2.38	1.90	' 08.11.17
장수천	남동구 장수동 318-1	남동구 논현동 해안	7.63	19.64	' 05.12.19
만수천	남동구 수산동 5-1	남동구 수산동 장수천(지방) 합류점	1.24	5.50	' 95.03.01
승기천	남동구 구월동 838-46	남동구 동춘동 남동공단유수지	6.20	33.58	' 06.12.17
심곡천	서구 심곡동 51-1	서구 연화동 배수갑문	7.67	18.45	' 10.06.14
공촌천	서구 공촌동 239-19	서구 경서동 해안	8.86	18.77	' 05.12.19 ' 10.05.12
시천천	서구 검암동 9-1	서구 시천동 방수로합류점	1.02	1.58	' 95.03.01
검단천	서구 마전동 261	서구 오류동 안암배수갑문	6.74	18.74	' 93.12.01
대포천	서구 금곡동 지방도 302호	서구 검단동 검단천(지방) 합류점	1.65	3.30	' 00.12.01
송릉천	강화군 송해면 대산리 61-1	강화군 강화면 술정리 1048	4.92	18.90	' 02.02.14
다송천	강화군 송해면 상도리 136	강화군 송해면 당산리 425	3.65	11.80	' 02.02.14
덕하천	강화군 양사면 덕하리 429-1	강화군 양사면 덕하리 602	1.73	7.00	' 02.02.14
교산천	강화군 양사면 교산리	강화군 양사면 교산리	3.25	8.70	' 97.04.01
삼거천	강화군 하점면 이강리	강화군 하점면 창후리	4.22	26.40	' 94.11.01
내가천	강화군 내가면 고천리	강화군 하점면 망월리	5.35	23.50	' 04.08.20
삼흥천	강화군 양도면 삼흥리 817-1	강화군 양도면 건평리 461	2.90	15.00	' 02.02.14
인산천	강화군 양도면 인산리 130-1	강화군 양도면 인산리 952-2	2.34	4.50	' 02.02.14
덕교천	강화군 화도면 덕포리 1100	강화군 화도면 덕포리1079	1.29	3.30	' 02.02.14
길정천	강화군 양도면 길정리 807	강화군 길상면 선두리 1327	5.88	28.80	' 02.02.14
온수천	강화군 길상면 길직리 1220	강화군 불은면 덕성리 19-149	2.16	13.20	' 02.02.14
삼동암천	강화군 불은면 삼동암리 1141	강화군 불은면 연리 270-3	5.97	32.50	' 09.08.03
동락천	강화군 강화면 관청리	강화군 강화면 갑곶리	3.35	19.20	' 97.04.01
선행천	강화군 선원면 선행리 140-12	강화군 선원면 창리 152-1	2.76	7.10	' 10.09.13

자료) 한국하천일람 (2018.12, 국토교통부)

01

02

03

04

05

06

07

08

1.5.2 수계영향권별 환경관리계획 및 환경관리지역의 조사

- 인천광역시 환경정책기본법 제39조, 물환경보전법 22조의 규정에 따라 환경부 고시 제2018-6호 “수계 영향권별 환경관리지역 지정고시 개정안”에 의거 한강권역 한강서해(1201) 중권역에 해당되며, 수계영향권별 환경관리지역 지정고시 현황은 다음과 같음.

<표 2.1-16> 수계영향권별 환경관리지역

대권역	중권역	소권역	환경관리지역		
			시·도	시·군·구	읍면동(해당구역)
한강	한강서해	공촌천	인천광역시	연수구	동춘동

자료) 환경부고시 제2018-6호

1.5.3 수질환경보전지역의 지정현황 및 수질환경등급의 구간별 조사

- 물환경보전법 제10조의2제1항에 따라 환경부고시 제2018-6호 「중권역별 수질 및 수생태계 목표기준」을 최근 제정하였으며, 방류하천인 승기천은 한강권역 한강서해에 포함되고, 하천의 생활환경기준은 다음과 같음.

<표 2.1-17> 수계영향권별 환경관리지역

대권역명	중권역명	목표기준	생물이해등급	달성기간
한강	한강서해	약간좋음(Ⅱ)	좋음~보통	2025년

자료) 환경부고시 제2018-6호 「중권역별 물환경 목표기준」

1.5.4 수질현황

- 3개년 평균 수질측정망 조사 결과, BOD 3.0~4.0mg/L, DO 8.2~9.1mg/L, T-P 0.216~0.343mg/L 등으로 조사되어 BOD Ⅱ등급(약간좋음)~Ⅲ등급(보통), T-P Ⅳ등급(약간나쁨)~Ⅴ등급(나쁨)으로 조사되었음.

<표 2.1-18> 수질측정망 조사 결과 (2018~2020년 평균)

구분	단위	승기천		
		2018년 평균	2019년 평균	2020년 평균
pH	—	7.7	7.7	7.9
DO	mg/L	9.1	8.5	8.2
BOD	mg/L	3.8	4.0	3.0
COD	mg/L	11.1	10.1	9.7
SS	mg/L	10.0	18.8	7.3
T-N	mg/L	5.908	4.736	5.446
T-P	mg/L	0.343	0.216	0.223
TOC	mg/L	5.7	5.9	5.5
수온	℃	0.3	0.2	0.2
색도	도	28.4	27.7	33.4
총대장균군수	개/100mL	215,750	614,982	109,917

자료) 물환경정보시스템 물환경지리정보(<http://water.nier.go.kr/web>)

1.6 기상개황 및 재해현황

1.6.1 기상개황

○ 인천광역시의 2019년 평균기온은 13.2℃, 강수량은 919.5mm, 평균 상대습도는 65.2%, 최심적설은 4.2cm, 평균풍속은 2.9m/s로 나타났다.

<표 2.1-19> 기상개황

구 분	기온					강수량	상대습도		최심 적설	바람		
	평균	평균 최고	극점 최고	평균 최저	극점 최저		평균	최소		평균 풍속	최대 풍속	최대 순간풍속
2010년	12.3	15.9	33.2	9.1	-12.8	1,777.7	68.0	13.0	22.3	3.1	17.5	28.6
2011년	12.0	15.6	32.9	9.0	-14.9	1,725.5	66.0	13.0	6.9	3.0	12.8	20.0
2012년	12.1	16.0	35.3	8.8	-14.6	1,415.1	69.0	11.0	11.3	3.2	16.1	25.9
2013년	11.9	15.5	32.0	8.7	-15.9	1,186.6	77.0	18.0	7.4	3.2	14.2	21.9
2014년	12.8	16.5	35.3	9.6	-11.4	788.1	78.0	16.0	3.3	3.1	14.9	22.0
2015년	13.1	17.0	33.1	9.9	-11.2	652.0	79.0	17.0	3.9	3.1	13.4	19.9
2016년	13.3	17.1	34.0	10.0	-16.3	864.3	76.0	13.0	5.8	3.1	14.2	21.0
2017년	12.5	16.3	34.0	9.3	-11.1	1,028.9	66.0	12.0	8.1	3.1	12.2	17.9
2018년	12.5	16.3	35.9	9.2	-17.1	1,134.4	65.0	9.0	4.2	3.1	12.1	20.5
2019년	13.2	17.1	36.0	9.9	-10.4	919.5	65.2	20.8	4.2	2.9	18.7	31.9
1월	-0.5	3.3	8.5	-3.8	-9.0	0.7	55.0	15.0	0.6	3.0	9.6	13.9
2월	0.8	4.8	13.2	-2.5	-10.4	26.6	56.0	19.0	4.2	2.9	9.0	14.1
3월	6.4	10.5	14.4	3.2	-	28.4	63.0	9.0	-	3.3	10.9	17.3
4월	11.3	15.7	25.3	7.8	3.3	41.1	63.0	11.0	-	2.9	10.4	14.6
5월	17.6	22.3	28.3	13.8	9.8	33.2	61.0	11.0	-	3.0	8.9	15.8
6월	21.3	25.2	28.7	18.3	14.8	49.7	73.0	27.0	-	2.6	7.1	12.2
7월	25.0	28.1	34.6	22.4	19.5	220.8	80.0	26.0	-	2.9	8.2	15.1
8월	26.9	30.3	36.0	24.0	19.9	143.7	74.0	39.0	-	2.7	9.8	15.7
9월	22.5	26.0	29.5	19.5	14.1	229.0	71.0	28.0	-	2.8	18.7	31.9
10월	16.8	20.8	27.5	13.0	6.9	31.9	65.0	22.0	-	2.8	8.0	12.9
11월	8.2	12.3	19.9	4.4	-2.7	89.4	59.0	16.0	-	3.0	11.0	16.5
12월	2.0	5.4	13.7	-1.6	-9.9	25.0	62.0	26.0	-	3.4	11.6	17.8

자료) 통계연보, 기상월보

01

02

03

04

05

06

07

08

1.6.2 지진

가. 전국 지진발생 현황

- 1978년부터 2019년까지 우리나라 전체에서는 총 2,380회의 지진이 발생, 연평균 약 57회
- 규모 3.0 이상의 지진은 연평균 약 417회를 나타냄
- 실제 유감지진으로 보고된 것은 473회로서 연평균 약 11회

나. 인천광역시 지진발생 현황

- 최근 10년(2010~2019년) 인천광역시 지역의 지진발생은 총 56차례 발생
- 인천광역시를 포함한 인근지역을 진앙지로 하는 지진이 매년 발생
- 최근 10년(2010~2019년) 지진의 규모(M)는 2.0 ~ 4.9 사이
- 대부분 규모가 작은 관계로 지진피해는 없음

<표 2.1-20> 인천광역시 지진발생 현황

번호	발생시각	규모	위도	경도	위치
1	'11-03-13 03:12	2.3	37.50 N	125.33 E	옹진군 연평도 서남서쪽 38km 해역
2	'11-04-24 16:37	3.1	37.85 N	125.01 E	백령도 동남동쪽 31km 해역
3	'11-06-17 16:38	4.0	37.89 N	124.81 E	백령도 동남동쪽 13km 해역
4	'11-06-17 16:57	2.4	37.90 N	124.81 E	백령도 동남동쪽 13km 해역
5	'11-07-19 14:54	2.4	37.89 N	124.67 E	백령도 남쪽 7km 해역
6	'11-08-20 06:57	3.0	37.50 N	124.46 E	백령도 남남서쪽 54km 해역
7	'12-01-24 02:41	2.2	37.12 N	125.96 E	옹진군 덕적도 서남서쪽 20km 해역
8	'12-06-01 12:05	2.6	37.12 N	125.96 E	옹진군 덕적도 서남서쪽 20km 해역
9	'12-06-12 13:34	2.4	37.33 N	125.27 E	옹진군 연평도 남서쪽 53km 해역
10	'12-06-24 01:20	2.1	37.53 N	124.56 E	인천 백령도 남남서쪽 48km 해역
11	'12-10-17 14:37	2.5	37.54 N	124.84 E	백령도 남남동쪽 48km 해역
12	'13-05-14 20:17	2.8	37.70 N	124.79 E	인천 백령도 남남동쪽 30km 해역
13	'13-05-15 08:34	2.7	37.71 N	124.68 E	인천 백령도 남쪽 27km 해역
14	'13-05-15 08:48	2.8	37.69 N	124.74 E	인천 백령도 남쪽 30km 해역
15	'13-05-18 03:00	3.5	37.68 N	124.60 E	인천 백령도 남남동쪽 31km 해역
16	'13-05-18 07:02	4.9	37.68 N	124.63 E	인천 백령도 남쪽 31km 해역
17	'13-05-18 07:24	2.2	37.69 N	124.65 E	인천 백령도 남쪽 29km 해역
18	'13-05-18 07:26	3.3	37.67 N	124.66 E	인천 백령도 남쪽 31km 해역
19	'13-05-18 07:54	2.5	37.69 N	124.65 E	인천 백령도 남쪽 29km 해역
20	'13-05-18 09:13	2.4	37.67 N	124.62 E	인천 백령도 남쪽 32km 해역

자료) 기상청 국내지진목록(<http://www.weather.go.kr>)

<표 2.1-21> 인천광역시 지진발생 현황

번호	발생시각	규모	위도	경도	위치
21	'13-05-18 09:32	2.5	37.64 N	124.57 E	인천 백령도 남남서쪽 36km 해역
22	'13-05-18 11:45	3.9	37.67 N	124.61 E	인천 백령도 남쪽 32km 해역
23	'13-05-18 14:09	2.6	37.71 N	124.68 E	인천 백령도 남쪽 27km 해역
24	'13-05-18 16:18	2.1	37.69 N	124.61 E	인천 백령도 남남서쪽 30km해역
25	'13-05-19 05:27	2.3	37.73 N	124.74 E	인천 백령도 남남동쪽 25km 해역
26	'13-05-21 16:17	3.7	37.66 N	124.71 E	인천 백령도 남쪽 33km 해역
27	'13-06-10 14:01	2.1	37.71 N	124.70 E	인천 백령도 남쪽 27km 해역
28	'13-10-26 06:47	2.7	37.96 N	124.61 E	인천 백령도 서쪽 6km 해역
29	'13-11-10 16:28	2	37.66 N	124.67 E	인천 백령도 남쪽 33km 해역
30	'14-09-28 21:32	3.2	37.24 N	126.44 E	인천 옹진군 남서쪽 30km 지역
31	'14-11-06 04:25	2.5	37.23 N	126.44 E	인천 옹진군 남남서쪽 30km 해역
32	'15-01-08 20:15	3.5	37.51 N	125.63 E	옹진군 연평도 남남서쪽 18km 해역
33	'15-03-10 13:10	2.7	37.36 N	125.15 E	옹진군 연평도 남서쪽 59km 해역
34	'15-04-13 18:02	3.3	37.18 N	125.47 E	옹진군 연평도 남남서쪽 58km 해역
35	'15-07-08 11:01	2.0	37.63 N	125.86 E	옹진군 연평도 동남동쪽 14km 해역
36	'15-08-17 16:56	2.5	37.20 N	125.38 E	옹진군 연평도 남남서쪽 59km 해역
37	'16-08-18 17:08	2.1	37.18 N	125.46 E	옹진군 연평도 남남서쪽 58km 해역
38	'16-12-07 22:34	2.4	37.18 N	125.48 E	옹진군 연평도 남남서쪽 57km 해역
39	'17-02-23 21:03	3.1	37.40 N	124.89 E	백령도 남남동쪽 64km 해역
40	'17-03-28 00:48	2.2	37.17 N	125.48 E	옹진군 연평도 남남서쪽 58km 해역
41	'17-07-18 10:31	2.7	37.69 N	126.19 E	강화군 서남서쪽 27km 해역
42	'17-09-07 14:58	2.9	37.60 N	125.34 E	옹진군 연평도 서남서쪽 33km 해역
43	'17-11-14 02:17	2.7	37.29 N	124.82 E	백령도 남쪽 75km 해역
44	'17-11-24 00:29	2.6	37.23 N	125.04 E	옹진군 연평도 남서쪽 76km 해역
45	'18-03-26 09:40	2.7	37.78 N	124.84 E	인천 백령도 남동쪽 24km 해역
46	'18-04-24 05:20	2.5	37.06 N	125.92 E	인천 옹진군 덕적도 남서쪽 27km 해역
47	'18-10-14 14:46	2.4	37.49 N	124.58 E	인천 옹진군 백령도 남쪽 52km 해역
48	'18-11-05 12:01	3.2	37.80 N	124.90 E	인천 옹진군 백령도 남동쪽 26km 해역
49	'18-11-05 12:07	3.1	37.85 N	124.87 E	인천 옹진군 백령도 남동쪽 20km 해역
50	'19-01-09 03:10	3.7	37.37 N	124.23 E	인천 옹진군 백령도 남남서쪽 76km 해역
51	'19-02-27 21:22	2.2	37.31 N	124.74 E	인천 옹진군 백령도 남쪽 72km 해역
52	'19-05-04 05:43	2.4	37.42 N	124.56 E	인천 옹진군 백령도 남쪽 60km 해역
53	'19-08-11 18:19	2.1	37.97 N	124.63 E	인천 옹진군 백령도 서북서쪽 5km 지역
54	'19-08-23 19:50	2.7	37.96 N	124.69 E	인천 옹진군 백령도 북동쪽 1km 지역
55	'19-10-31 16:29	2.1	37.24 N	126.11 E	인천 옹진군 서남서쪽 52km 지역
56	'19-11-09 23:14	2.4	37.62 N	124.65 E	인천 옹진군 백령도 남쪽 37km 해역

자료) 기상청 국내지진목록(<http://www.weather.go.kr>)

01

02

03

04

05

06

07

08

2. 상위 및 관련계획 검토

2.1 2025 도시관리계획 정비(2018. 11, 인천광역시)

2.1.1 계획의 목적

- 도시의 장기적인 발전방향을 도시공간에 구체적으로 실현
- 지속가능한 도시발전을 위한 도시경쟁력 제고
- 도시의 여건변화에 대응한 도시관리계획 수립
- 집행가능하고 합리적인 도시계획시설 정비로 쾌적한 도시환경 조성

2.1.2 계획의 범위

가. 공간적 범위

- 위치 : 인천광역시 전역
- 면적 : 1,385.813km²

나. 시간적 범위

<표 2.2-1> 목표연도

구 분	1단계(기준년도)	2단계	3단계
년 도	2015	2016 ~ 2020	2021 ~ 2025

다. 내용적 범위

<표 2.2-2> 과업의 범위

구 분	과업내용	세부내용
계획의 배경	• 계획의 성격	• 계획의 목적 및 필요성 • 계획범위 설정
	• 도시특성	• 도시계획 연혁 - 65년 최초수립부터 각 재정비 포함 • 도시관리계획 현황 - 용도지역 · 지구 · 구역 현황 - 지구단위계획 현황 - 도시계획시설 현황
도시개발의 장기구상	• 도시개발의 목표와 전략	
	• 공간구조의 기본 골격	• 공간별 기능부여
	• 주요지표 설정	• 인구 및 경제구조 • 각종 도시계획 주요지표
도시관리계획 재정비	• 용도지역 계획	• 도시기본계획의 장기구상에 의한 향후 10년 내의 세부계획
	• 용도지구 · 구역 계획	• 중복규제, 법령 개정 등을 고려한 정비계획
	• 지구단위계획(구역)	• 법령 개정, 여건 변화 등을 고려한 체계적 정비계획
	• 도시계획시설 계획	• 도시개발 장기구상의 내용을 보다 구체화한 시설별 설치계획
단계별 집행계획	• 단계별 집행 계획	

2.1.3 계획수립의 기본방향

<표 2.2-3> 계획수립의 기본방향

구 분		계획수립의 기본원칙
공통사항	• 적법한 계획	- 국토의 계획 및 이용에 관한 법률·시행령·시행규칙 및 인천광역시 도시계획조례·건축조례 준수 - 도시관리계획·지구단위계획 수립지침에 의한 계획수립
	• 상위 및 관련계획 반영	- 수도권정비계획, 2030년 인천 도시기본계획 등 상위계획의 정책기조 반영 - 인천광역시 정책(공업지역 재배치 계획, 장기미집행시설 해제 등)을 반영한 계획수립
도시관리계획	• 용도지역계획	- 주변현황, 각종 개발사업 및 도시기반 시설계획 등을 고려한 종합적 계획수립 - 용도지역의 지정 및 변경 시 목적과 사유를 명확히 하고 객관적·논리적 타당성 제시
	• 용도지구계획	「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」의 경관지구 관련 개정 사항을 고려한 종류와 기준에 맞도록 정비 - 용도지구 중 주민민원이 계속되는 고도지구(자유공원, 수봉지구 등)에 대한 종합적 검토 수행
	• 용도구역계획	수도권광역도시계획 및 도시기본계획에 부합되도록 도시자연 공원구역 훼손지 해제방안 검토
	• 도시기반시설계획	- 인천광역시 도시기반시설 현황 파악 - 미집행 도시계획시설 중 여건변화로 불합리하거나, 실현 불가능한 시설은 존치 필요성을 재검토하여 해제 및 조정하는 방안 제시
제영향검토	• 교통성검토	교통환경 분석, 수요예측, 교통체계 분석
	• 환경성검토	환경영향요소 및 검토항목설정, 환경영향조사, 영향예측 및 저감 방안 수립
	• 사전재해영향성검토	검토항목 및 대상지역 설정, 기초현황조사, 재해영향 예측 및 평가, 예상재해저감 대책 수립
지구단위계획	• 재정비계획	- 지구단위계획 재정비 대상 분류 기준 작성 - 법령·조례 등의 제개정에 따른 변경사항 확인 - 도시관리계획으로 변경된 사항에 대한 지구단위계획 반영 검토 - 현황여건 및 군구 현안사항 검토에 따른 변경사항 확인

01

02

03

04

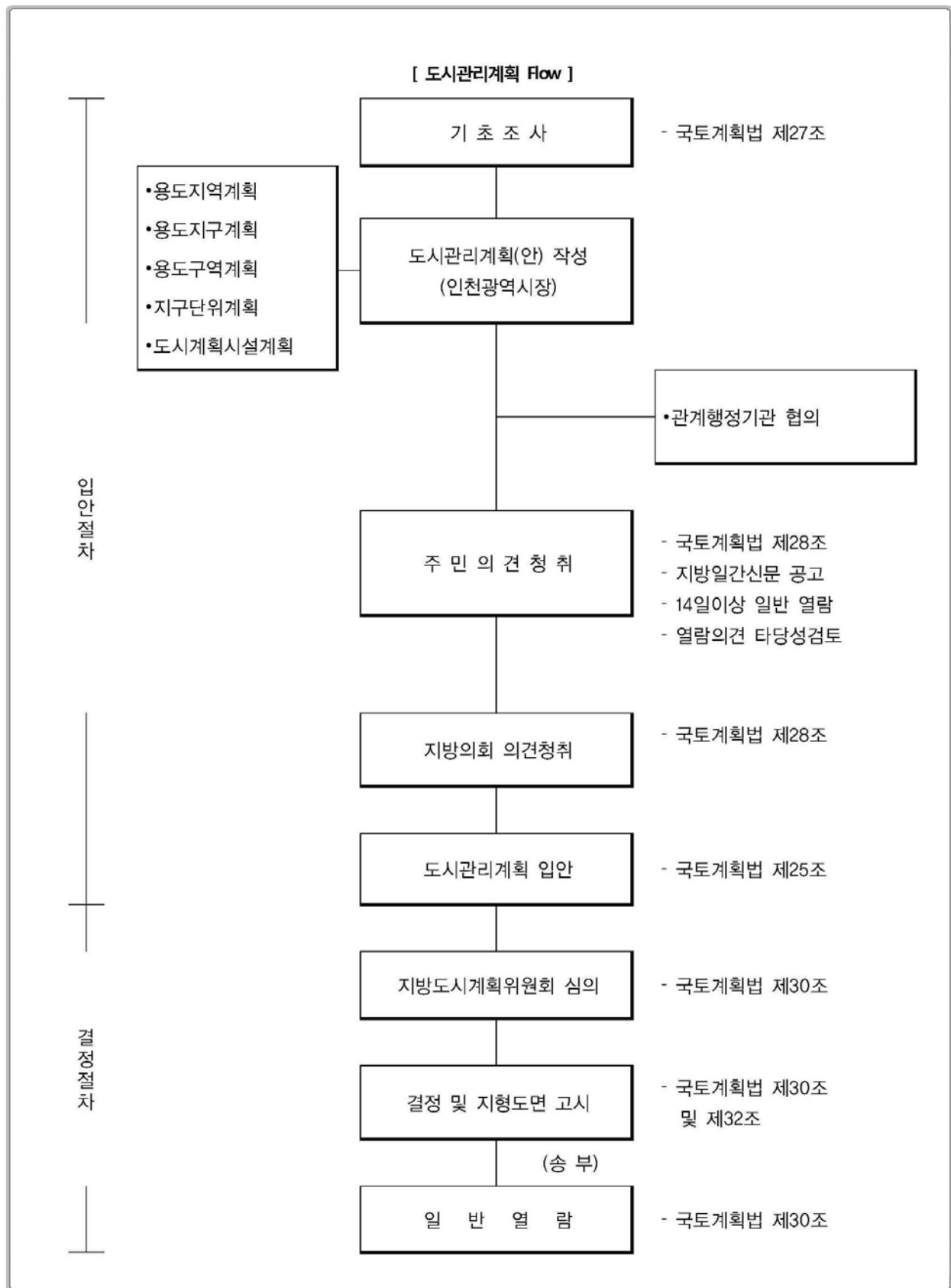
05

06

07

08

2.1.4 계획수립절차



<그림 2.2-1> 계획수립절차

2.2 제4차 수도권정비계획(2021~2040)(2020. 12, 국토교통부)

2.2.1 계획수립의 배경

- 행정중심복합도시 건설, 공공기관 지방이전 등 국내적 여건 변화 및 중국의 급속한 성장과 경제 개방화 진전 등에 따라 수립된 제3차 수도권정비계획(2006~2020)의 계획기간 만료
- 저성장, 고령화, 인구감소, 4차 산업혁명 등 급격한 여건변화에 대응하여 수도권 주민 삶의 질 향상, 수도권의 질적 발전 및 대도시 문제 해결 등을 위한 관리방향 마련 필요
- 제5차 국토종합계획이 수립되었고, 수도권 광역도시계획 등 다양한 유관·하위 계획들이 동시에 수립중인 시기적 특성을 고려하여 수도권에 대한 최상위계획으로서 장기비전 제시

2.2.2 계획의 범위

가. 공간적 범위

- 위치 : 서울특별시, 인천광역시 및 경기도 전역(※(법적근거) 「수도권정비계획법」 제2조 및 동법 시행령 제2조)

나. 시간적 범위

- 시간적 범위 : 2021년~2040년(20년)

다. 계획의 내용

- 수도권정비계획은 수도권의 인구 및 산업의 집중을 억제하고 적정하게 배치하기 위하여 중앙행정기관의 장과 시 도지사의 의견을 들어 다음 사항을 포함하여 수립 (수도권정비계획법 제4조)

<표 2.2-4> 수도권정비계획 주요내용

〈수도권정비계획 주요내용〉	
1. 수도권 정비의 목표와 기본 방향에 관한 사항	
2. 인구와 산업 등의 배치에 관한 사항	
3. 권역의 구분과 권역별 정비에 관한 사항	
4. 인구집중유발시설 및 개발사업의 관리에 관한 사항	
5. 광역적 교통 시설과 상하수도 시설 등의 정비에 관한 사항	
6. 환경 보전에 관한 사항	
7. 수도권 정비를 위한 지원 등에 관한 사항	
8. 제1호부터 제7호까지의 사항에 대한 계획의 집행 및 관리에 관한 사항	
9. 그 밖에 대통령령으로 정하는 수도권 정비에 관한 사항	

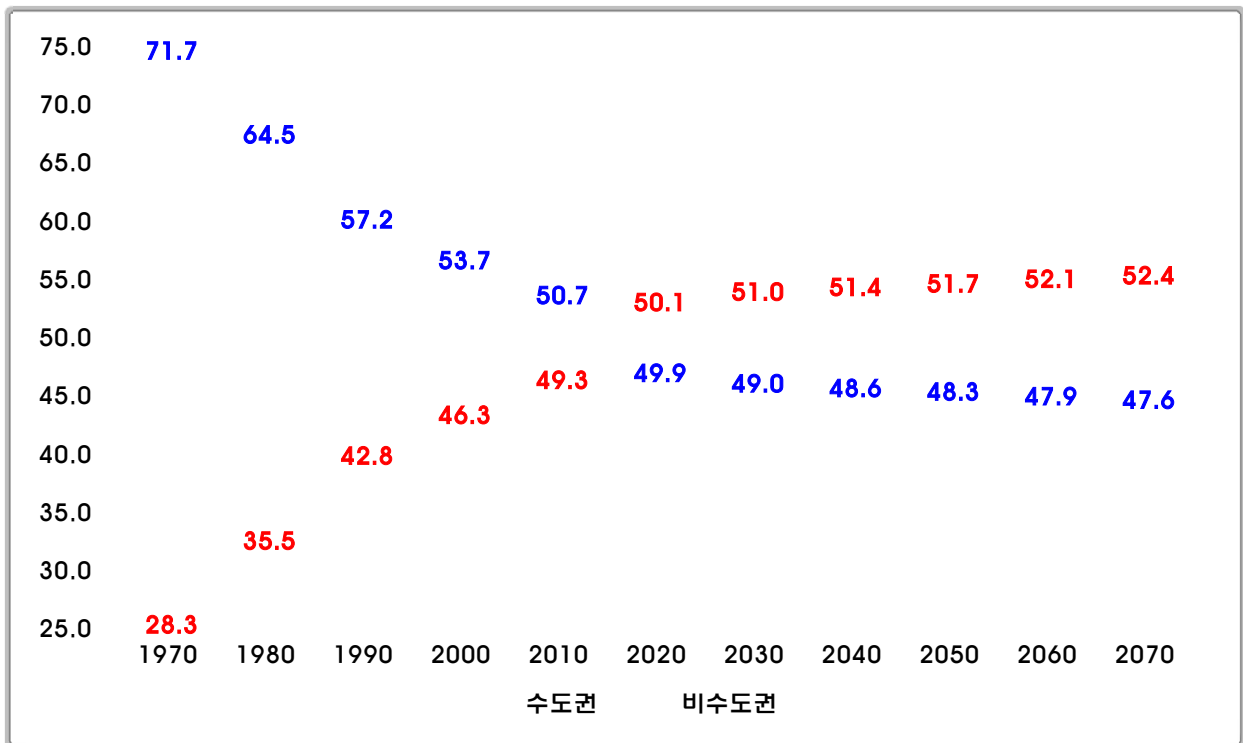
라. 계획의 성격 및 위상

- 상위계획인 국토종합계획과 연계하여 장기적 국토정책방향의 정합성을 유지하면서, 수도권의 최상위계획으로써 수도권과 관련한 유관·하위 계획에 대한 지침 역할을 수행
- 수도권정비계획은 수도권을 공간적 권역으로 하는 최상위 법정계획으로 수도권 내에서 다른 법령에 따른 토지 이용계획 및 개발 계획에 우선하며 그 계획의 기본이 됨
- 관계행정기관의 장은 수도권정비계획에 맞지 아니하는 토지 이용 계획이나 개발 계획 등을 수립 시행하여서는 아니됨

2.2.3 목표 및 기본방향

가. 현황과 여건

- 수도권의 인구 비중은 지속적으로 증가하여 2020년 50% 초과가 예상되며, 이후 인구 감소기에도 증가 전망
- 수도권 제조업 사업체 수 및 종사자 수 비중은 50% 이하 수준에서 소폭 증감하는 등 양적집중 추세는 안정화
- 여전한 개별입지 공장 등 난개발로 인해 주거-공장 혼재, 기반시설 부족, 환경훼손 등에 따른 주민 피해 발생
- 일자리 인구의 과도한 집중으로 직주분리 발생 및 수요 대비 부족한 교통 인프라 등에 따라 통근 통학 시간 증대
- 미세먼지 발생 등 대기오염, 식수원 등 수질오염, 녹지파괴 등 환경훼손 문제가 직접적인 삶의 질 저하 요인으로 작용
- 4차 산업혁명 등에 따라 세계경제 및 산업이 첨단화 융복합화 되어 혁신형 산업의 중요성이 증대되고 있으며, ICT 기술 및 물류산업의 급격한 발달로 국제적 경쟁이 더욱 심화
- 국가경쟁력이 광역도시권의 경쟁력에 따라 좌우되는 등 국제적으로 도시간의 경쟁이 심화되고 있어, 한국뿐 아니라 동북아 혁신거점으로서 수도권 역량 강화 필요
- 수도권은 물리적으로 북한과 맞닿아 있어 남북협력의 관문으로서 지정학적 중요성을 지님
- 수도권 접경지역이 평화경제의 마중물 기능을 충실히 수행할 수 있도록 산업 등 차원에서 종합적 지원 필요



<그림 2.2-2> 수도권-비수도권 인구비중 변화

나. 기본방향

- 시대정신인 연대·협력을 기반으로 제5차 국토종합계획과 연계하여 상생발전과 혁신성장 등을 위한 기본방향을 제시
- 수도권-비수도권, 수도권 내, 남북 등 다양한 관계간 연대 추진 및 계획 집행 관리에 대한 중앙정부 지자체 간 등 협력 증진

연대와 협력을 통해 상생발전과 글로벌 혁신성장을 선도하는 살기 좋은 수도권

균형발전

주민 삶의 질

혁신성장

평화경제

<그림 2.2-3> 제4차 수도권장비 기본계획 기본방향

다. 4대 목표 및 전략

<표 2.2-5> 4대 목표 및 전략

4대 목표	전 략
집중관리를 통한 균형발전 도모	• 수도권의 인구 및 산업 과밀화 확산 관리 • 인구집중유발시설 관리 등 집중관리 수단의 실효성 제고 • 제조업 집중을 지속적으로 관리하고 적극적인 분산 추진
세계 최고 수준으로 주민 삶의 질 개선	• 계획입지 유도 및 기존 개별입지 정비 등 난개발 해소 • 광역교통 인프라 및 대중교통 서비스 확충 • 대기질·수질·녹지 등 다양한 분야의 환경보전 및 개선
수도권 혁신성장 역량 제고	• 지역별 특화벨트 구축을 통한 혁신역량 결집 • 첨단교통·물류 인프라 지원을 통한 초연결성 확대 • 거점도시 자족기능 확충을 통한 특화발전 유도
한반도 평화경제 체계 구축에 기여	• 도권 접경지역 평화경제 벨트 형성 • 남북협력사업 지원을 위한 실질적 방안 마련 • 평화경제 선도를 위한 북부지역 역할 제고

라. 중장기 비전

- 그간 수도권 정책 패러다임은 물리적 규제·중앙정부 중심의 경직성 극복을 위해 유연성·협력성을 확보하는 방향으로 변화
- 이에 따라 중장기적으로 균형발전 성과를 평가하여 중앙정부·지자체 간 상호협력에 기반하여 계획을 통해 유연하게 도시성장을 관리하는 “협력적 성장관리” 로의 단계적 이행 검토

<표 2.2-6> 협력적 성장관리 내용

협력적 성장관리
• 법에서는 규제범위 등 큰 틀을 정하고, 중앙정부 지자체 간 상호협력으로 구체적 지침 규제사항 등을 포함한 계획을 수립하여 도시 성장을 관리 • 균형발전 성과 및 제도 실효성 등을 평가하여 현재 법령으로 규정하고 있는 사항을 계획에서 규정할 수 있도록 단계적으로 계획의 기능 강화

2.2.4 광역시설

가. 상·하수도시설

1) 안정적 용수공급을 위한 시설확충 및 관리

- 기존 시설을 최대한 활용하는 합리적이고 안정적인 용수공급을 위해 한강유역내 급수체계 조정사업 추진
- 녹조 발생 등 원수 수질악화에 대응하여 깨끗한 수돗물 공급을 위해 수지, 일산정수장 등에 고도정수처리시설 도입 추진
- 노후화된 수도시설 정비 및 사고 시 비상 대응을 위한 관로 안정화 사업 지속 추진

2) 첨단기술을 통한 상수도 스마트관리체계 도입

- 취수에서 공급까지 전과정 수량수질관리 강화를 위한 스마트 운영관리기술 도입 및 빅데이터 기반 물정보 통합관리체계 구축
- 수도시설물 DB화를 통해 내용연수에 따른 최적 교체 및 정비 시기를 예측할 수 있도록 생애주기 관리기법 도입

3) 하수도 안전관리 강화

- 하수도정비 중점관리지역 지정 및 우수배제시설 운영 관리 스마트화 등으로 집중호우에 의한 도시 침수피해 발생 최소화
- 노후 하수관로 상태진단 및 유지관리 강화, 노후 하수관로 정비사업 등을 통해 하수관로로 인한 안전사고 예방

2.2.5 환경보전

가. 수질

1) 안전한 물환경 기반 조성

- 수질오염사고에 대비하여 주요 공업지역 및 산업단지 지역에 완충저류시설 설치
- 특정수질유해물질의 환경영향 감시 관리 및 지자체 협업을 통한 폐수배출시설 허가 신고 관리 강화 등으로 유해물질 배출량 저감
- 기후변화 취약성 평가 및 대응방안 마련 등 기후변화에 따른 물환경 인프라 최적관리

2) 유역통합관리로 깨끗한 물 확보

- 팔당 특별대책지역 및 팔당 상수원으로 유입되는 남한강, 북한강, 경안천 수질의 지속적인 감시 및 오염원 관리 강화
- 지류에 대한 영양물질 관리강화, 비점오염원 관리 강화, 취약시기 영양물질 주요배출원 집중관리 등을 통한 녹조 저감
- 하수시설 간 연계운영, 유역의 목표수질을 고려한 방류수수질기준 설정 등 유역 하수도 최적 관리
- 지류 지천 수질 및 유량 모니터링 사업, 통합 집중형 오염지류 개선사업 등 지류 지천 수질개선사업 지속 확대

2.3 2024 인천광역시 스마트도시계획(2020~2024년)(2020.1, 인천광역시)

2.3.1 배경 및 목적

가. 수립 배경

- 글로벌 기후변화 및 도시화에 따른 자원/인프라 부족, 교통혼잡, 에너지 부족 등 각종 도시 문제를 효율적으로 해결하고, 4차 산업혁명 관련 기술을 활용하여 교통, 안전, 에너지 분야 중심으로 스마트도시가 혁신성장 동력으로 급부상 중
- 전 세계적으로 유럽, 미국 등 선진국뿐만 아니라 인도, 동남아시아, 중동 등 개발도상국 또한 도시문제 해결 및 도시경쟁력 확보를 위하여 스마트도시에 대한 집중 투자와 선제적 대응을 경쟁적으로 추진 중

나. 필요성

- 스마트도시를 위한 기반시설 구축 및 운영, 도시 기능별/생활 권역별/사업 유형별 맞춤형 콘텐츠 및 서비스 개발 등을 통해 성공적인 스마트도시를 창출하기 위한 중·장기적인 계획 수립 필요
- 인천광역시 스마트도시의 목표와 기본방향 설정, 단계별 추진전략, 기반시설 조성과 관리·운영 기준 마련, 시민체감형 스마트도시 서비스 발굴 및 인천형 모델 창출을 위한 중·장기적인 종합계획 필요

다. 스마트도시계획 수립 목적

- IoT, 클라우드, 빅데이터, AI 등 4차 산업혁명의 핵심기술을 활용하여 인천광역시를 스마트도시로 조성하기 위한 도시발전 중장기 계획 수립
- 인천광역시의 원도심 재생 활성화와 신·원도심의 균형 발전을 이룰 수 있는 스마트도시 서비스 구현으로 인천시민의 삶의 질 개선에 기여
- 인천광역시 스마트 도시계획의 효율적이고 실행력 있는 단계적 이행방안과 체계적인 운영·관리 방안 제시

2.3.2 범위 및 방법

가. 시간적 범위

- 기준년도 : 2020년
- 계획년도 : 2020년 ~ 2024년

나. 공간적 범위

- 위치 및 면적 : 인천광역시 행정구역 전역(1,063km²)

다. 내용적 범위

- 내·외부 현황 분석
- 다양한 이해관계자의 의견 수렴 및 적극 반영
- 현실성 있는 도시계획의 이행방안 마련
- 지속가능한 스마트도시 건설 및 지역 균형발전을 위한 가이드라인 구축

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 2.2-7> 스마트도시계획 내용

구분	계획의 내용
스마트도시계획의 기본구상	① 지역적 특성 및 현황과 여건분석 ② 스마트도시계획의 기본 방향과 계획의 목표 및 추진전략
부문별 계획	① 지역적 특성을 반영한 스마트도시 서비스 ② 스마트도시 기반시설의 구축 및 관리·운영 ③ 도시 간 스마트도시 기능의 호환·연계 등 상호 협력 ④ 스마트도시기술을 활용한 지역산업의 육성 및 진흥 ⑤ 스마트도시서비스 제공을 위한 정보시스템의 공동 활용 및 상호연계 ⑥ 스마트도시 간 국제 협력 ⑦ 개인정보 보호 및 스마트도시 기반시설 보호 ⑧ 스마트도시 정보의 생산·수집·가공·활용 및 유통 ⑨ 시민참여 도시 구축 방안 ⑩ GIS를 활용한 스마트도시 구축방안
계획의 집행관리	① 단계별 추진계획 ② 재원조달 및 운영방안 ③ 추진체계

2.3.3 계획의 위상

가. 스마트도시계획의 의미

- 국토종합계획·스마트도시종합계획 등 상위계획의 내용을 토대로 지자체에서 추진해야 할 구체적인 스마트도시 상을 제시하는 법정 계획

나. 법적 근거

- 스마트도시 관련 법령에 의거한 법적 근거 확보
 - 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」
 - 「스마트도시건설사업 업무처리지침」
 - 「스마트도시기반시설 관리·운영 지침」
 - 「스마트도시기술 가이드라인」

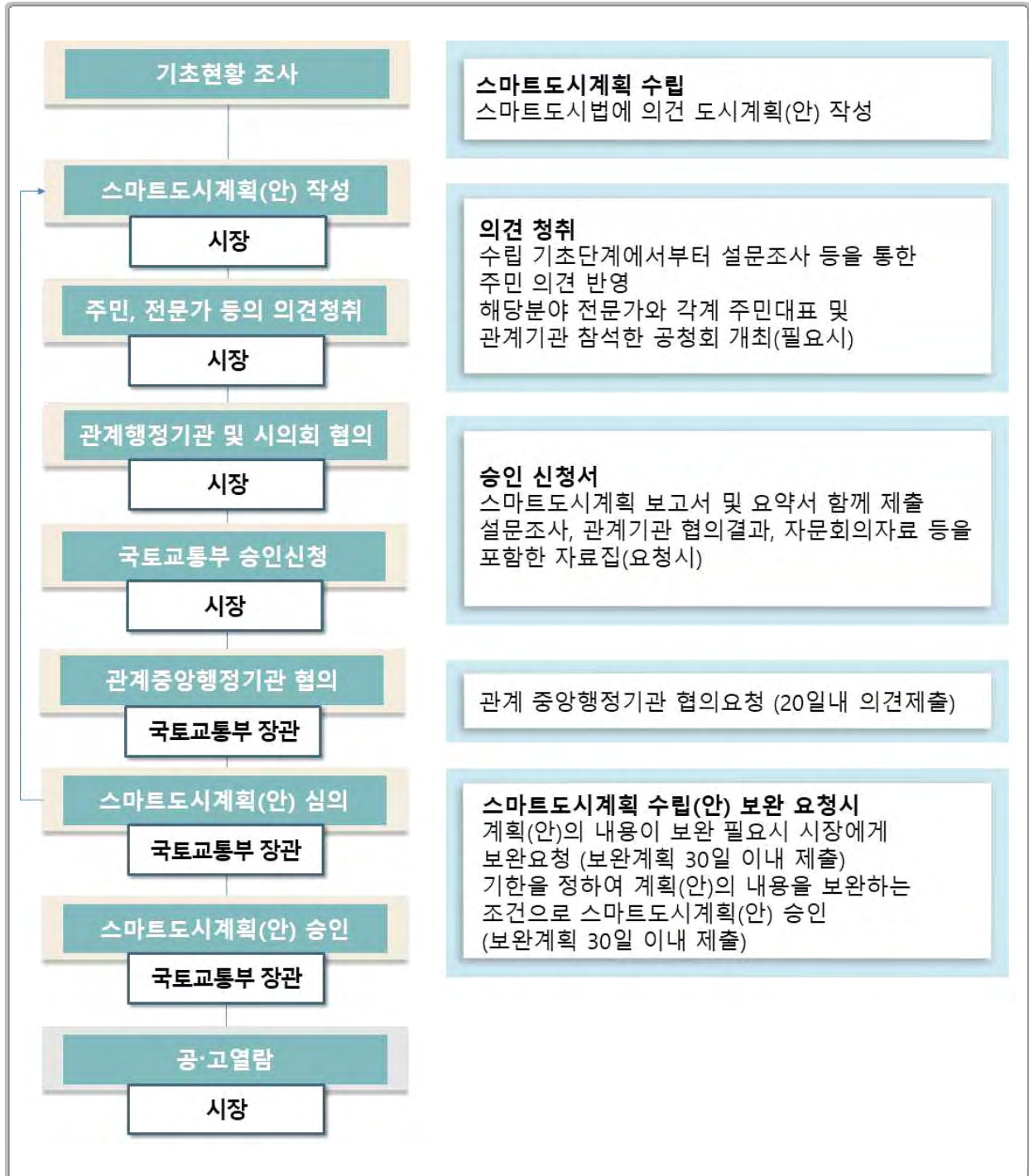
다. 지위 및 성격

<표 2.2-8> 스마트도시계획의 지위 및 내용

구분	계획의 내용
법정적 지위	• 스마트도시계획은 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 제8조에 의해 수립하는 법정 계획
정책적 지위	• 스마트도시계획은 스마트도시건설사업의 근간이 되는 계획으로 스마트도시의 건설을 위해 반드시 수립하여야 하는 계획이며, 더불어 상위계획인 스마트도시종합계획 등의 방향을 반영하고, 관련 계획인 도시기본계획 및 분야별 상위계획 등과 연계·조화를 이루는 계획
전략적 지침 계획	• 정보화기본계획 및 지역균형발전계획, 공간계획 분야의 도시기본계획과 연관 관계 형성 필요 • 계획수립의 주체 및 위계, 계획의 내용적 차원에서 고려 필요

라. 추진절차

- 본 계획은 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 및 스마트도시계획 수립 지침의 절차를 준용하여 진행



<그림 2.2-4> 스마트도시계획의 추진절차

2.4 2040 인천광역시 수도정비기본계획(본안)(2021.1, 인천광역시)

2.4.1 과업의 목적

- 계획인구, 급수량 원단위, 용수수요량 등 기본계획의 규모결정
- 장래 용수수요량에 따른 수도시설 확충 등 안정적 공급방안 수립
- 수도시설 개량을 통한 내구연한 증대 및 맑은 물의 안정적 공급
- 수도시설의 효율적인 운영 및 관리체계 수립
- 수도시설 비상 시 안정적 용수공급이 가능토록 비상시 용수공급체계 구축

2.4.2 과업의 범위

가. 시간적 범위

<표 2.2-9> 목표년도

목표년도	당초계획	변경계획
1단계	2018년~2020년	2021년~2025년
2단계	2021년~2025년	2026년~2030년
3단계	2026년~2030년	2031년~2035년
4단계	2031년~2035년	2036년~2040년

나. 공간적 범위

<표 2.2-10> 공간적 범위

구분	행정면적	행정구역
인천광역시 계	1,069.6km ²	132동(8개구), 1읍, 19면
시가화구역	486.4km ²	132동(8개구)
강화군	411.4km ²	1읍 12면
옹진군	172.1km ²	7면



2.4.3 기 수립 수도정비기본계획 수립 현황

- 인천 수도정비 기본계획 재수립(2015.02)
 - － 목표연도 : 2030년
 - － 계획기간 : 20년(1단계 2014년~2015년, 2단계 2016년~2020년, 3단계 2021년~2025년, 4단계 2026년~2030년)
 - － 주요지표 : 2030년 기준 총 인구 3,396천인, 급수인구 3,381천인(보급율 99.5%), 일최대 용수수요량 1,401천 m^3 /일

2.4.4 기 수립 수도정비기본계획 비교

<표 2.2-11> 기 수립 수도정비기본계획 비교

구 분		18년 현재	2020년		2025년		2030년		2035년		2040년	
			기승인	금회	기승인	금회	기승인	금회	기승인	금회	기승인	금회
계획인구(천인)		3,023	3,191	2,985	3,319	3,241	3,396	3,297	－	3,314	－	3,297
보급율(%)		98.8%	99.5%	99.1%	99.5%	99.4%	99.6%	99.5%	－	99.5%	－	99.5%
급수인구(천인)		2,986	3,175	2,957	3,305	3,220	3,382	3,280	－	3,297	－	3,279
계획유수율(%)		89.9%	93.5%	90.0%	94.0%	91.0%	94.0%	92.0%	－	93.0%	－	94.0%
급수 원단위 (ℓ pcd)	일평균	352	313	339	310	339	308	335	－	331	－	327
	일최대	391	377	406	372	407	370	402	－	397	－	393
수요량계 (천 m^3 /일)	일평균	1,052	1,091	1,067	1,161	1,190	1,190	1,221	－	1,214	－	1,196
	일최대	1,168	1,293	1,267	1,368	1,407	1,402	1,441	－	1,432	－	1,409
정수장시설용량 (천 m^3 /일)		1,957	1,957		1,953		1,953		1,953		1,953	

2.4.5 계획지표

<표 2.2-12> 계획지표

구 분		2018년	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년
인천광역시 총괄	계획인구(인)	3,022,511	2,985,400	3,240,600	3,297,000	3,313,800	3,296,600
	보급율(%)	98.79%	99.04%	99.37%	99.48%	99.48%	99.48%
	급수인구(인)	2,985,961	2,956,600	3,220,200	3,279,800	3,296,600	3,279,400
	급수원단위	일평균	352	339	339	335	331
	ℓ pcd	일최대	391	406	407	402	397
	생활용수	일평균	1,052,300	1,001,500	1,093,600	1,099,300	1,091,100
	(m³/일)	일최대	1,168,200	1,202,000	1,311,100	1,319,800	1,309,600
	공업용수(m³/일)	—	9,300	21,200	29,400	29,400	29,400
	기타용수(m³/일)	—	55,900	75,100	92,100	93,000	94,000
	수요량 계	일평균	1,052,300	1,066,700	1,189,900	1,220,800	1,213,500
시가지 (8개구 · 신도시 포함)	계획인구(인)	2,931,558	2,896,500	3,150,500	3,205,600	3,221,900	3,205,200
	보급율(%)	99.96%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	급수인구(인)	2,930,527	2,896,500	3,150,500	3,205,600	3,221,900	3,205,200
	생활용수	일평균	1,033,600	984,800	1,073,200	1,076,600	1,067,100
	(m³/일)	일최대	1,147,800	1,181,900	1,286,700	1,292,400	1,280,900
	공업용수(m³/일)	—	9,300	21,200	29,400	29,400	29,400
	기타용수(m³/일)	—	55,900	74,600	91,600	92,500	93,500
	수요량 계	일평균	1,033,600	1,050,000	1,169,000	1,197,600	1,189,000
	(m³/일)	일최대	1,147,800	1,247,100	1,382,500	1,413,400	1,402,800
강화군	계획인구(인)	69,726	68,200	69,100	70,100	70,500	70,100
	보급율(%)	71.79%	79.33%	89.15%	94.15%	94.18%	94.15%
	급수인구(인)	50,057	54,100	61,600	66,000	66,400	66,000
	생활용수	일평균	16,900	15,000	18,000	20,200	21,300
	(m³/일)	일최대	18,400	18,100	21,500	24,400	25,500
	공업용수(m³/일)	—	—	—	—	—	—
	기타용수(m³/일)	—	—	500	500	500	500
	수요량 계	일평균	16,900	15,000	18,500	20,700	21,800
	(m³/일)	일최대	18,400	18,100	22,000	24,900	26,000
옹진군	계획인구(인)	21,227	20,700	21,000	21,300	21,400	21,300
	보급율(%)	25.33%	28.99%	38.57%	38.50%	38.79%	38.50%
	급수인구(인)	5,377	6,000	8,100	8,200	8,300	8,200
	생활용수	일평균	1,800	1,700	2,400	2,500	2,700
	(m³/일)	일최대	2,000	2,000	2,900	3,000	3,300
	공업용수(m³/일)	—	—	—	—	—	—
	기타용수(m³/일)	—	—	—	—	—	—
	수요량 계	일평균	1,800	1,700	2,400	2,500	2,700
	(m³/일)	일최대	2,000	2,000	2,900	3,000	3,300

01

02

03

04

05

06

07

08

2.4.6 급수구역

가. 인천시 급수구역 현황

<표 2.2-13> 정수장 계통별 급수구역 현황 (2019년말 기준)

정수장	공급지역	동, 읍, 면	급수인구 (명)	급수세대 (세대수)
총 계		134동 1읍 12면	2,999,125	1,222,673
부 평	소 계	33동	805,547	321,579
	부평구	부평1,3,4,5동, 산곡1,2,3,4동, 청천1,2동, 갈산1,2동, 삼산1,2동, 부개2,3동, 십정1,2동(18동)	458,174	182,613
	계양구	효성1,2동, 계산1,2,3,4동, 작전1,2동, 작전서운동, 계양1,2,3동(12동)	306,732	123,253
	서구	가정2동, 가좌2,4동(3동), 가좌3동 일부	40,641	15,713
남 동	소 계	40동(장수서창 일부포함)	644,053	275,496
	중구	도원동, 율목동, 동인천동, 북성동, 송월동(5동)	23,179	11,196
	동구	만석동, 화수1·화평동, 화수2동, 송현1·2동, 송현3동, 송림1,2동, 송림3·5동 송림4,6동, 금창동(11동)	65,362	28,739
	미추홀구	송의2동, 송의1,3동, 도화2,3동, 주안1동, 주안6동 관교동(6동)	117,919	52,961
	남동구	구월1,2,3,4동, 간석1,2,3,4동, 만수1,2,3,4,5,6동(14동), 장수서창동 일부	369,641	153,362
	부평구	부평2,6동, 부개1동, 일신동(4동)	67,952	29,238
공 촌 강 화	소계	23동, 1읍, 8면	650,633	263,688
	중구	영종동, 영종1동, 운서동, 용유동(4동)	89,241	41,034
	서구	검암경서동, 연희동, 청라1,2,3동, 가정1,3동, 석남1,2,3동, 신현원창동, 가좌1,3동(일부), 검단동, 불록대곡동, 원당동, 당하동, 오류왕길동, 마전동(19동)	516,737	202,148
	강화	강화읍, 선원면, 불은면, 양도면, 내가면, 하점면, 양사면, 송해면, 교동면(1읍 8면)	44,655	20,506
수 산	소계	37동	878,490	351,641
	중구	연안동, 신포동, 신흥동(3동)	26,330	12,373
	미추홀구	송의4동, 용현1·4,2,3,5동, 학익1,2동, 도화1동, 주안2,3,4,5,7,8동, 문학동(15동)	300,548	131,911
	연수구	옥련1,2동, 선학동, 연수1,2,3동, 청학동, 동춘1,2,3동, 송도1,2,3,4동(14동)	379,727	140,700
	남동구	서창2동, 남촌도림동, 논현1,2동, 논현고잔동(5동)	171,885	66,657
길 상	소계	2면	9,440	4,568
	강화	길상면, 화도면(2면)	9,440	4,568
백 령	소계	1면	1,372	965
	옹진	백령면(1면)	1,372	965
화 성 (한강하류2차)	소계	1면	5,985	3,300
	옹진	영흥면(1면)	5,985	3,300
노 온 (광명)	소계	1동(장수서창 일부)	3,605	1,436
	남동구	장수서창동 일부(1동)	3,605	1,436

자료) 2020년 상수도 현황(인천광역시 상수도사업본부)

나. 급수구역 확대 계획

- 계획 급수구역은 계획기간 내에 배수관을 부설하여 급수가능한 구역으로서 기존 시가화 지역과 장래 개발이 예정된 곳을 중심으로 하여 정하여야 하며, 합리적이고 타당성 있는 시설의 건설과 유지관리를 위하여 수리적 특성, 지형·지리적조건, 인근 급수구역과의 연계성을 고려하여 설정하였다.
- 장래 무의대교를 통하여 중구 무의동에 석모대교를 통하여 강화군 삼산면에 급수할 예정이며 옹진군 북도면(신도, 시도, 모도, 장봉도)에는 해저관로 및 연도교를 통하여 급수할 계획이다.

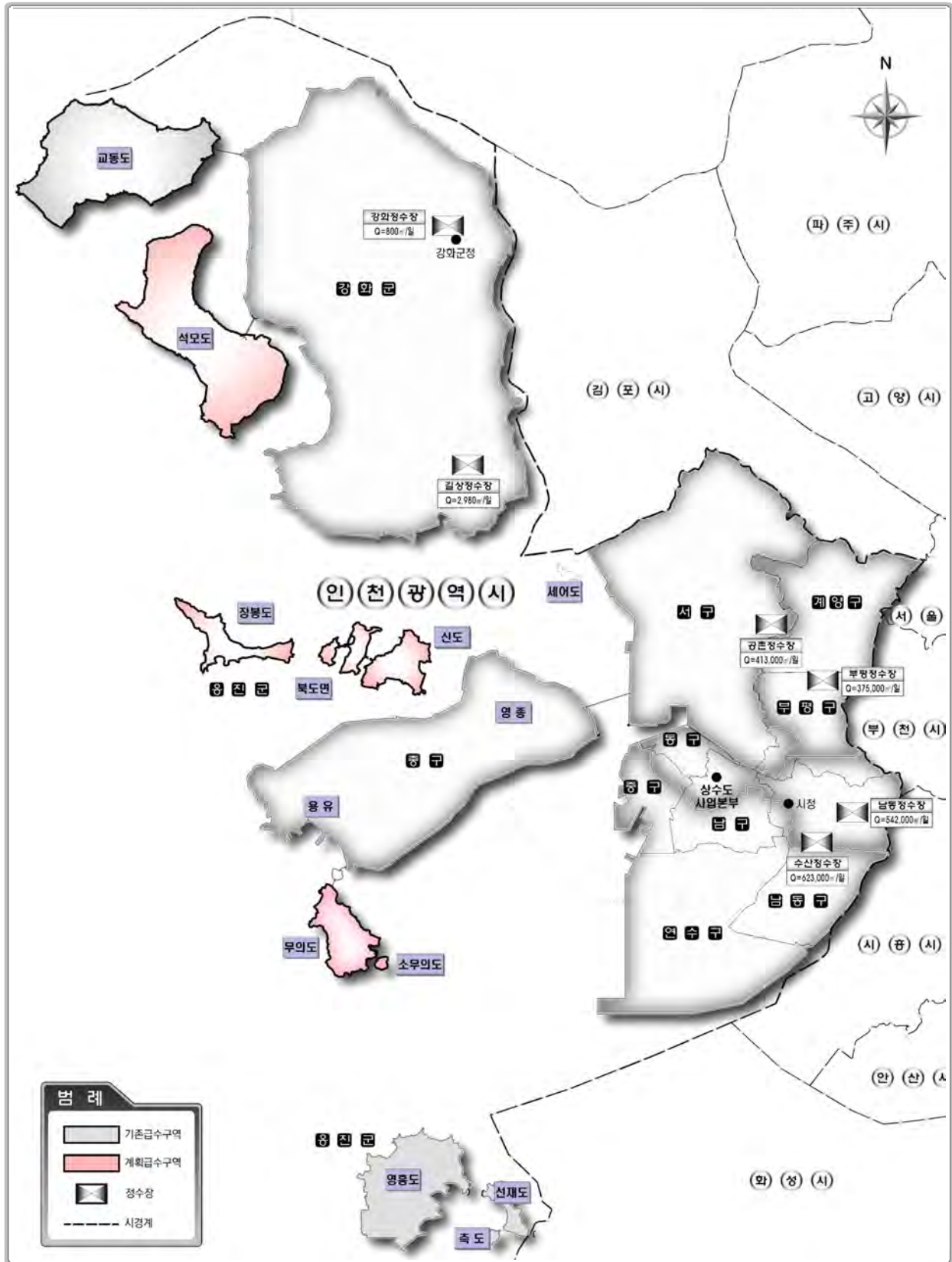
<표 2.2-14> 급수구역 변경

구분		현재(2018년)	장래(2025년 기준)	비고
행정구역		132동 1읍 12면	133동 1읍 4면	1동, 2면 확대
급수구역 면적(km ²)		364.2km ²	433.9km ²	
인구 (인)	총인구	3,022,511	3,330,000	
	급수인구	2,985,961	3,308,800	
급수보급율(%)		98.8%	99.4%	

주) 장래 급수구역 증가면적은 섬 전체면적으로 실제 급수면적은 급수 공급시 정확히 재산정하여 고시하여야 함.

<표 2.2-15> 급수 확대 구역

구분		관부설 현황	급수확대구역	비고
중구	무의대교	건설완료	중구 무의동 (무의도, 소무의도)	2020년 급수계획
강화군	석모대교	건설완료	강화군 삼산면 (석모도)	2020년 급수계획
옹진군	해저관로	설계완료	옹진군 북도면 (신도, 시도, 모도, 장봉도)	2022년 급수계획



<그림 2.2-6> 계획급수구역도

2.4.7 계획 유수율 설정

가. 인천시 유수율 현황

- 과거 2008년 ~ 2016년(8년)까지 연평균 0.64%의 증가를 보였으나, 2016년 이후 정체되어 과거 10년의 평균 증가율은 0.51%로 2018년 현재 89.9%의 유수율은 기승인 수도정비 목표 유수율에 이르지 못하고 있는 실정이다.

<표 2.2-16> 인천광역시 유수율 현황

구분	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	연평균 증가율
유수율 (%)	84.8	86.8	87.2	86.2	87.7	88.9	88.8	89.1	89.9	89.8	89.9	
증감율 (%)	-	2.0	0.4	-1.0	1.5	1.2	-0.1	0.3	0.8	-0.1	0.1	0.51

나. 인천시 장래 유수율 계획

- 인천광역시의 유수율 계획은 2020년 90%를 계획으로 매년 0.2%씩 증가하여 2040년에는 타 특·광역시와 유사한 94%를 목표로 계획하였다.

<표 2.2-17> 인천광역시 유수율 계획

구분	2018년 현재	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년
유수율 (%)	89.9	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0

01

02

03

04

05

06

07

08

2.5 상수도 사용량 조사(미추홀구, 연수구, 남동구)(제54회~60회 인천통계연보)

2.5.1 용도별 급수현황

<표 2.2-18> 용도별 급수현황

(단위 : m³)

구 분	급수사용량	가정용	일반용	욕탕용	공공용	기타	비고
2010	298,819,338	178,322,995	115,094,005	5,402,338	—	—	
2011	304,430,612	181,797,280	117,384,535	5,248,797	—	—	
2012	307,709,539	185,029,297	117,814,001	4,866,241	—	—	
2013	311,435,228	188,492,126	118,377,886	4,565,216	—	—	
2014	208,484,255	94,800,983	109,937,183	3,746,089	—	—	
2015	318,467,179	193,063,151	121,333,503	4,070,525	—	—	
2016	328,325,331	197,379,981	126,640,796	4,304,554	—	—	
2017	340,208,800	198,409,371	131,632,410	4,268,103	—	5,898,916	
2018	348,912,706	202,183,035	135,556,548	4,174,403	—	6,998,720	
2019	347,190,809	203,670,686	136,887,697	3,969,120	—	2,663,306	
미추홀구	43,614,544	28,150,958	14,711,348	752,238	—	—	
연수구	40,823,811	26,431,652	13,858,553	533,606	—	—	
남동구	61,098,546	36,751,243	23,565,309	781,994	—	—	

자료) 제54회~제60회 인천통계연보 (2013~2019, 인천광역시)

2.6 2035 인천광역시 하수도정비기본계획(2020. 09, 인천광역시)

2.6.1 계획의 목적

- 인천광역시는 서해안 제1의 국제물류 및 교통 등의 허브도시로써 당초 「인천광역시 하수도정비 기본 계획변경(2015.10)」 수립 이후 송도국제도시를 비롯한 대규모 개발사업이 완료 또는 진행되는 등 하수도 관련 제반여건이 급격히 변화
 - ⇒ 도시개발계획 여건에 부합하는 적절한 시기 및 규모의 장기적인 하수도시설 확충계획 수립 필요
- 「인천광역시 하수도정비 기본계획변경(2015.10)」 상의 만수, 송기, 송도 처리구역 배수체계 계획을 조정하여 향후 인천시 하수도사업의 효율성을 제고
 - ⇒ 도시개발계획 여건에 부합하는 적절한 시기 및 규모의 장기적인 하수도시설 확충계획 수립 필요
- 국가 하수도 예산의 효율적 집행 및 관리를 위한 현실적이고 합리적인 투자계획 수립

2.6.2 계획의 범위

- 본 계획은 인천광역시(강화군, 옹진군 포함) 전역에 대한 처리구역조정 및 이에 따른 하수처리시스템 개선 등에 관한 하수도정비 기본계획의 전체 변경으로 그 범위는 다음과 같음

<표 2.2-19> 계획의 범위

구분	내 용				
공간적 범위	인천광역시 전역 (강화군, 옹진군 포함)				
내용적 범위	• 현장조사 ⇒ 관로현황조사 ⇒ 하수도시설 현황조사 ⇒ 청천시/강우시 하수도시설 운영현황 분석 • 기초자료 수집 및 분석 ⇒ 자연적 조건에 관한 조사 ⇒ 관련계획에 대한 조사 ⇒ 지번단위 하수도기초데이터 구축 (주민등록인구, 물사용량 등) • 계획지표 산정 ⇒ 계획인구 및 하수처리인구 ⇒ 지적단위 하수처리구역 설정 ⇒ 계획하수량, 계획수질 산정 • 처리구역별 하수도계획 ⇒ 처리구역 조정 계획 ⇒ 단계별 하수처리시설 개선 및 증설 계획 • 운영 및 유지관리 계획 • 재정계획 및 사업의 시행효과 분석				
시간적 범위	구분	1단계	2단계	3단계	4단계
	목표년도	2020년	2025년	2030년	2035년
	시행년도	2016~2020년	2021~2025년	2026~2030년	2031~2035년

2.6.3 하수도정비 기본계획 변경 개요

- 당초 2030년 기본계획 대비 금회 2035년 기본계획 공공하수처리구역 기준 주요 변경 내용은 다음과 같음
 - ⇒ 처리구역: 지적도를 기준으로 지번별 구적을 통한 현행화
(당초 246,183km² → 변경 314,202km²)
 - ⇒ 계획인구: 2017년 현재까지 진행 또는 계획 중인 개발계획 및 자연적 증가인구를 고려하여 재추정
(당초 3,362,940명 → 변경 3,842,173명)
 - ⇒ 시설용량: 지번별 요금부와 물사용량을 기준으로 한 처리구역별 하수발생량 반영
(당초 1,717,610m³/일 → 변경 1,816,300m³/일)
 - ⇒ 하수관로: 처리구역 확대, 추가편입 등에 따른 관로연장 증가 및 미처리수 차집을 위한 차집관로 신설
(현재 5,843,482m → 변경 6,328,222m)

2.6.4 공공하수처리구역 및 시설용량

- 2015년 10월 수립된 2030년 하수도정비기본계획은 증가 하수에 대하여 용량 여유가 있는 인근 처리구역의 하수처리시설로 연계하여 하수도시설 사업의 경제성 확보에 주력하여 계획
 - ⇒ 인구 및 하수량 증가율이 처리구역별로 당초 계획상의 예측보다 큰폭으로 증가
 - ⇒ 실측 물 사용량을 기준으로 산출된 원단위에 의한 하수량이 당초 상수급수량 원단위를 기초로 산출된 하수발생량 원단위를 상회
 - ⇒ 당초 하수처리시설별 연계 이송처리만으로는 증가된 하수량 처리가 곤란한 처리구역 발생
 - ⇒ 따라서, 금회 계획에서는 인천광역시의 지속적인 인구증가에 따른 하수발생량에 대하여 적절하게 대응하기 위한 처리시설별 증설계획을 수립하고 발생원 처리원칙에 따라 펌프 압송 연계처리를 최소화하여 시설 운영비를 절감할 수 있도록 계획함

<표 2.2-20> 공공하수처리구역 변경(승기처리구역 발체)

구 분		당초 기본계획				금회 기본계획				
		2015년	2020년	2025년	2030년	2017년	2020년	2025년	2030년	2035년
합계	처리구역면적(km ²)	218,902	226,296	242,285	246,183	228,945	244,690	273,020	306,836	314,202
	하수처리인구(인)	2,978,528	3,218,941	3,361,251	3,362,940	2,798,248	3,257,573	3,601,272	3,688,257	3,842,173
	계획하수량(m ³ /일)	1,237,383	1,346,148	1,451,446	1,452,216	1,111,113	1,406,725	1,561,321	1,610,522	1,670,703
	시설용량(m ³ /일)	1,540,010	1,689,010	1,717,610	1,717,610	1,540,010	1,751,870	1,771,170	1,771,300	1,816,300
승기	처리구역면적(km ²)	34.589	35.290	38.498	38.583	34.217	34.217	34.217	34.217	34.217
	하수처리인구(인)	570,619	576,600	566,483	565,709	498,165	499,958	551,743	562,585	570,358
	계획하수량(m ³ /일)	243,151	244,870	248,296	248,004	221,964	219,213	241,514	245,700	248,702
	시설용량(m ³ /일)	275,000	275,000	275,000	275,000	275,000	275,000	250,000	250,000	250,000

2.6.5 처리구역별 주요내용

가. 송기하수처리구역

- 송도 워터프론트 환경오염 방지 등의 사유로 송도5, 7, 11공구를 송도처리구역으로 조정하고 발생원처리기준에 따라 만수1처리분구를 만수처리구역으로 조정
- 처리구역 조정에도 불구하고 구월보금자리, 연수노스테이, 동춘구역 개발 등 각종 원도심 개발사업 반영에 따라 사회적 유입인구 증가로 계획하수량은 당초 계획 대비 유사한 수준으로 산정됨

1) 계획지표

<표 2.2-21> 계획지표

구분		2017년	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
송기	하수처리인구	498,165	499,958	551,743	562,585	570,358	
	물사용량원단위	312	312	312	312	312	
	오수전환율(%)	90	90	90	90	90	
	오수량원단위(일최대)	351	351	351	351	351	
	계획 하수량 (m³/일)	생활오수량	174,856	175,485	193,662	197,467	200,196
		지하수량	17,486	17,549	19,366	19,747	20,020
		공장폐수	29,216	25,773	28,080	28,080	28,080
		군부대	406	406	406	406	406
		계	221,964	219,213	241,514	245,700	248,702

2) 공공하수처리시설계획

- 시설노후화 및 처리효율 저하에 따른 재건설시 목표연도 계획하수량을 근거로 당초 275,000m³/일 시설용량을 250,000m³/일으로 조정

<표 2.2-22> 단계별 시설계획

구분		2017년	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
당초	처리인구(인)	570,619	576,600	566,483	565,709	—	대수선 계획
	계획하수량(m³/일)	243,151	244,870	248,296	248,004	—	
	시설용량(m³/일)	275,000	275,000	275,000	275,000	—	
	증설용량(m³/일)	—	—	—	—	—	
	건설기간(년)	—	—	—	—	—	
금회	처리인구(인)	498,165	499,958	551,743	562,585	570,358	시설 현대화 계획
	계획하수량(m³/일)	221,964	219,213	241,514	245,700	248,702	
	시설용량(m³/일)	275,000	275,000	250,000	250,000	250,000	
	증설용량(m³/일)	—	—	—	—	—	
	건설기간(년)	—	—	2023~2025	—	—	

2.7 승기 공공하수처리시설 기술진단(2023, 인천광역시)

2.7.1 기술진단 개요

가. 과업의 개요

- 과업명 : 승기 공공하수처리시설 기술진단
- 과업기간 : 2023. 02. 20. ~ 2023. 11. 30.(284일)

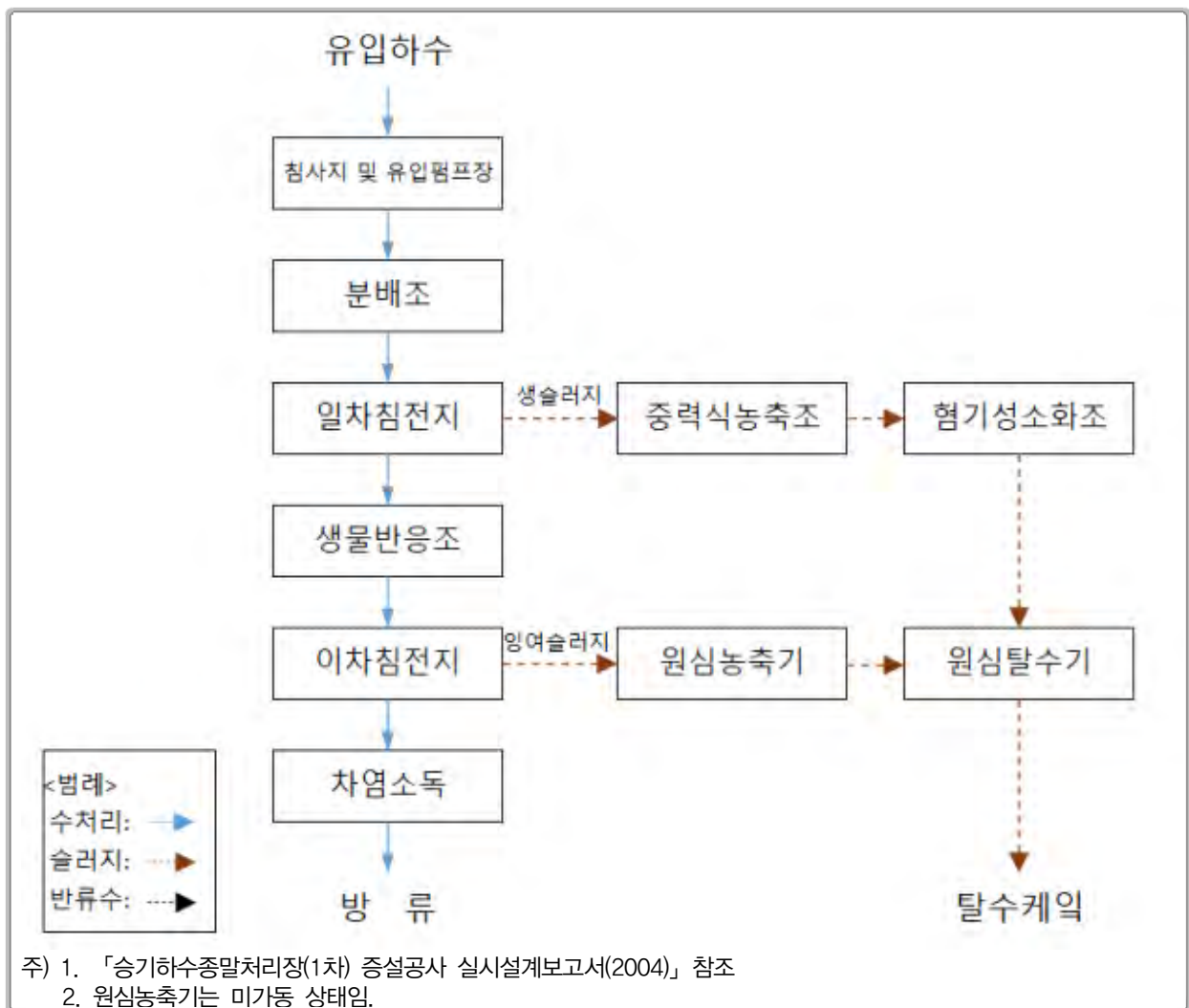
<표 2.2-23> 승기공공하수처리시설 현황

시설명	소재지	처리용량	가동년도	처리공법
승기 공공하수처리시설	인천광역시 연수구 능허대로 484	275,000m³/일	1994.12.31	MLE

2.7.2 공정분야 진단

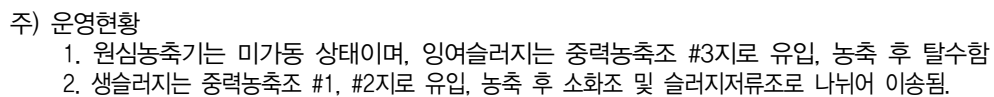
가. 처리공정도

1) 처리계통도



<그림 2.2-7> 승기공공하수처리시설 처리계통도

01
02
03
04
05
06
07
08



<그림 2.2-8> 승기공공하수처리시설 처리계통도

나. 승기 공공하수처리시설 개요

<표 2.2-24> 승기공공하수처리시설 개요

시설명		승기공공하수처리시설							
위치		인천광역시 연수구능허대로 484							
관리기관		인천광역시 하수과		운영기관			인천환경공단		
시설용량		275,000㎥/일(기존 : 240,000㎥/일, 증설 : 35,000㎥/일)							
준공연도		• 1994.12. : 기존시설 준공 • 2007.11. : 증설시설 준공 및 기존시설 고도개량							
처리공법		MLE		슬러지처리방식			재활용		
설계 하수량 (㎥/일)	일평균	231,000		'22년도 유입량 (㎥/일)	평균	223,917			
	일최대	275,000			일최대	400,786			
	시간최대	400,000				일최소	188,047		
	우천시	663,000							
하수배제방식		합류식 + 분류식 <th colspan="3">방류수역</th> <td colspan="2">서해</td>		방류수역			서해		
구분		오염물질 항목(mg/L, 개/㎖)							
		BOD	TOC	SS	T-N	T-P	대장균군수	COD	
방류수질기준(Ⅳ지역)		10	25	10	20	2	3,000이하	－	
설계기준	유입	155	－	150	32	4.5	44,328	125	
	방류	9.8	－	9.9	9.2	1.6	575	31.7	
'22년도 운영현황	유입	평균	202.4	91.4	164.9	31.791	3.220	173,477	－
		최대	629.0	466.9	3,700.0	56.621	6.624	1,300,000	－
		최소	73.8	25.4	62.0	9.226	0.949	3,100	－
	방류	평균	16.8	6.5	9.1	12.354	0.687	974	－
		최대	69.4	23.6	47.1	26.726	5.087	28,000	－
		최소	1.1	2.6	2.3	3.714	0.128	－	－
진단자료	유입	150.1	71.4	114.5	32.218	2.873	126,000	67.6	
	방류	11.7	9.9	11.8	14.989	0.287	537	7.5	
운영비용 (백만원)(22년도)	합계	인건비	전력비	약품비	슬러지처리비	개보수비	기타		
	20,176	3,065	3,295	893	4,325	7,913	685		
연간 하수처리량(㎥/년)		81,798,787			톤당 처리단가(원/㎥)		247		

주) 1. 시설현황 및 설계기준은 「승기하수종말처리장(1차) 증설공사 실시설계보고서(2004)」 참조
 2. '22년도 운영현황의 방류수질은 강우시 일차침전지 바이패스가 합류된 수질이며, 일부기간 2계열 이차침전지 공사로 인한 영향이 있음.

2.7.3 유입하수량

가. 연도별 유입하수량

- 유입하수량은 합류식 관로지역에 의해 연간 강수량과의 상관관계가 있음.
- 22년도 및 23년도(1~9월) 유입량은 용량대비 81~83%이고, 연도별 유입량은 점진적 감소 또는 정체 추세임(※ 23년도(1~9월) 평균 22,092m³/일, 용량대비 83%)

<표 2.2-25> 연도별 경향

(단위 : m³/일)

구분	시설용량	2018년도	2019년도	2020년도	2021년도	2022년도	평균
유량	275,000	246,506	232,366	233,846	231,992	223,917	233,725
용량대비(%)	—	90	84	85	84	81	85

나. 최근 1년(2018.01~2022.12)간 유입하수량

- 최근 1년간 평균 유량은 223,917㎥/일(시설용량 81.0%)에서 연최고 145.7%에서 연최저 68.4%를 나타내어, 연최대/연최소비는 2.13:1임
- 월평균 최고(8월)/월평균 최소(4월) 비는 1.36:1을 나타냄

<표 2.2-26> 2017년 월별 유입하수량

(단위 : ㎥/일)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월
하수유입량	209,149	204,428	220,245	203,189	207,593	225,433
월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
하수유입량	247,968	276,901	238,637	226,424	217,784	209,252

다. 계절별 유입하수량

- 최근 5년간 및 1년간 모두 여름철 유입하수량이 가장 높게 유입(강우일수, 강우량의 변동에 따라 유입하수량 변동 발생) 나타났으며, 겨울철 대비 1.08~1.2배 정도 높음

<표 2.2-27> 계절별 유입하수량(5개년 평균)

(단위 : ㎥/일)

구분		시설용량	유입하수량					
			2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	평균
겨울철 (12~2월)	유량	275,000	223,823	222,283	218,069	214,390	207,610	217,735
	용량대비		81	81	79	78	75	79
여름철 (6~8월)	유량		257,542	239,501	267,894	235,021	250,101	250,012
	용량대비		94	87	97	85	91	91
겨울철 대비 여름철 유입량 비			1.15	1.08	1.23	1.10	1.20	1.15

2.7.4 유입수질

가. 연도별 유입수질

- 최근 5년간 연평균 유입수질은 2018년 이후 크게 개선되어 유입되며, 이는 처리구역 내 고농도 폐수배출업체의 타 산단으로의 이전이 주요 원인으로 조사됨
- 유입물(BOD, TOC(COD), SS)은 2018년 대비 2022년 상승한 반면, 영양염류 항목(T-N, T-P)은 설계유입수질을 2018sus 이후 지속적으로 감소하는 추세를 보이며, 설계수질과 유사하게 유입되고 있음.

<표 2.2-28> 최근 5년간 유입수질(운영자료 분석)

(단위 : mg/L, 개/mL)

연도별	BOD	TOC	SS	T-N	T-P	총대장균수	COD
계획수질	155	—	150	32	4.5	80,000	125
2018년	144.1	—	140.4	46,042	8.463	212,886	139.9
2019년	166.7	—	158.3	38,739	4.374	216,330	149.7
2020년	132.4	—	139.9	38,701	3.590	198,697	112.0
2021년	152.4	77.3	155.6	30,441	3.514	241,088	—
2022년	202.4	91.4	164.9	31,882	3.226	172,921	—
평균 (설계대비)	159.6 (103%)	84.4 —	151.8 (101%)	37,161 (116%)	4.633 (103%)	208,384 —	133.9 (107%)

나. 최근 1년(2022.01~2022.12)간 유입수질

- 22년도 평균 유입농도는 BOD 202.4, TOC 91.4, SS 164.9, T-N 31.882, T-P 3.226이며, BOD 항목 기준 계획수질 대비 131% 수준으로 높음

<표 2.2-29> 최근 1년간 유입 수질 변화(운영자료 분석)

(단위 : mg/L)

연도별	BOD	TOC	SS	T-N	T-P
월평균	202.4	91.4	164.9	31.882	3.226
월최대	247.7	113.7	263.9	39.854	3.804
월최소	151.7	63.8	122.6	21.923	2.447

다. 강우시 유량 및 수질 비교

- 청천일과 강우일 유입 BOD 농도는 각각 204.8mg/L 및 194.5mg/L로 계획 수질 155mg/L 이상 유입
- 청천일 대비 강우일 유입 농도 비는 BOD 0.95 TOC 0.89, SS 1.32, T-N 0.75, T-P 0.77로, T-N, T-P 항목에서 강우 영향이 큼

<표 2.2-30> 22년도 계획대비 청천일 및 우천일 유입수질

(단위 : mg/L)

구분 (2022년)		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
계획유입수질(mg/l)		155	(COD 125)	150	32	4.5
강우시*	수질	204.8	93.8	153.1	33.796	3.405
	계획대비	132	—	102	106	76
청천시	수질	194.5	83.7	202.4	25.503	2.633
	계획대비	125	—	135	80	59
청천일 대비 우천일 비율		0.95	0.89	1.32	0.75	0.77

주) 강우일(강우량 5mm이상) 포함 3일 기준

라. 유입오염물질 조사(기술진단)

1) 유입수질 조사 결과

- 진단기간 유입수질은 COD 항목을 제외한 전 항목이 설계유입수질을 초과하는 것으로 조사됨.(특히 T-P항목의 경우 최대 2배 이상 높게 유입)
- 단일 채수시 오전~낮 시간대에 24시간 산술평균 보다 높은 농도로 조사됨
- 현재 유입수 채수가 오전 09:00~11:00 사이에 이루어지고 있는 것으로 미루어볼 때, 일 전체 평균농도보다는 높게 분석될 수 있음.

<표 2.2-31> 진단기간 유입수질 분석 조사

(단위 : mg/L)

구분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P	총대장균군	COD
계획수질		155	—	150	32	4.5	80,000	125
진단자료	평균 (계획대비)	150.1 (97%)	71.4 —	114.5 (76%)	32.218 (101%)	2,873 (64%)	126,000 (158%)	67.6 (54%)
	1차	166.5	88.0	125.0	33.469	2,690	209,500	88.1
	2차	133.7	54.9	104.0	30.968	3,057	42,500	47.0
22년도 평균		202.4	91.4	164.9	31.882	3,226	172,921	—

주) 1. 유입하수는 유입맨홀에서 오전, 오후 채수함.
2. 채수일 - 1차 : ' 23.03.21. 2차 : ' 23.10.11.

마. 유입부하량

- 최근 5년간(' 18~ '22년도) 평균 유입부하량은 설계대비 BOD 87%, SS 86%, T-N 99%, T-P 89%이며, ' 22년도의 경우 BOD부하는 설계대비 106%로 이전대비 높은 반면, T-N, T-P는 감소

<표 2.2-32> 설계기준 대비 연도별 유입부하량

구분		단위	설계 기준	연도별 유입부하량					평균
유입하수량		m³/일	275,000	246,506	232,366	233,846	231,992	233,917	233,725
BOD	유입농도	mg/L	155	144.1	166.7	132.4	152.4	202.4	159.6
	운영/설계	%	—	93	108	85	98	131	103
	부하량	kg/일	42,625	35,531	38,726	30,962	35,358	45,331	37,182
	운영/설계	%	—	83	91	73	83	106	87
COD (TOC)	유입농도	mg/L	125	139.9	149.7	112.0	(77.3)	(91.4)	133.9
	운영/설계	%	—	112	120	90	—	—	107
	부하량	kg/일	34,375	34,498	34,782	26,190	(17,931)	(20,475)	31,823
	운영/설계	%	—	100	101	76	—	—	93
SS	유입농도	mg/L	150	140.4	158.3	139.9	155.6	164.9	151.8
	운영/설계	%	—	94	106	93	104	110	101
	부하량	kg/일	41,250	34,604	36,786	32,711	36,089	36,931	35,424
	운영/설계	%	—	84	89	79	87	90	86
T-N	유입농도	mg/L	32	46.042	38,739	38,701	30,441	31,882	37,161
	운영/설계	%	—	144	121	121	95	100	116
	부하량	kg/일	8,800	11,350	9,002	9,050	7,062	7,139	8,720
	운영/설계	%	—	129	102	103	80	81	99
T-P	유입농도	mg/L	4.5	8.463	4,374	3,590	3,514	3,226	4,633
	운영/설계	%	—	188	97	80	78	72	103
	부하량	kg/일	1,238	2,086	1,016	839	815	722	1,096
	운영/설계	%	—	169	82	68	66	58	89

주) COD의 ()는 TOC를 나타내며, COD 평균은 '18~' 20년도 기준임

바. 방류수질

- 최근 5년간 평균 방류수질은 BOD 14.6mg/L, TOC 7.5mg/L, SS 8.7mg/L, T-N 12.120mg/L, T-P 0.831mg/L 수준으로 BOD농도가 높음

<표 2.2-33> 연도별 방류수질

(단위 : mg/L, 개/mL)

연도별	BOD	TOC	SS	T-N	T-P	총대장균수	COD
방류수수질기준(Ⅳ)	10	25	10	20	2	3,000	—
계획방류수질	9.8	—	9.9	9.2	1.6	3,000	31.7
2018년	12.2	—	7.2	11.882	1.419	1,864	13.3
2019년	11.1	—	7.1	10.625	0.772	1,467	13.0
2020년	13.3	—	6.8	12.273	0.500	2,097	13.2
2021년	19.3	8.5	13.2	13.466	0.777	2,715	—
2022년	16.8	6.5	9.1	12.354	0.687	974	—
평균	14.6	7.5	8.7	12.120	0.831	1,823	13.1

주) '18년도 3계열 산기관 교체, ' 21, '22년도 강우시 일차침전지 바이패스(TMS 전단 합류) 및 이차침전지 공사 영향 있음

바. 방류수질 분석결과(기술진단)

- 진단분석결과, 평균 방류 BOD 및 SS농도는 각각 11.7mg/L 및 11.8mg/L로써 수질기준 이상
- BOD 농도 중 불완전 질산화에 의한 NBOD는 6.4mg/L로 전체 BOD의 55% 정도이며, 방류수 내 부유물질에 기반한 IBOD는 8.9mg/L로 79%정도로 높은 비율 차지

<표 2.2-34> 진단기간 유입수질 분석 조사

(단위 : mg/L, 개/mL)

구분		BOD	SBOD	CBOD	TOC	SS	T-N	NH ₃ -N	NO _x -N	T-P	총대장균군	COD
방류수수질기준(Ⅳ)		10	—	—	25	10	20	—	—	2	3,000	—
진단 자료	평균	11.7	2.8	5.3	9.9	11.8	14.989	5.163	1.239	0.287	537	7.5
	1차(23.3.20.)	16.3	2.0	7.2	13.4	18.0	20.938	1.825	1.627	0.226	898	10.2
	2차(23.10.11)	7.2	3.7	3.5	6.4	5.6	9.040	8.500	0.852	0.348	176	4.7

주) NBOD, INOD는 대략적으로 추정함.(NBOD=BOD-CBOD=11.7-5.3=6.4, IBOD=BOD-SBOD=11.7-2.8=8.9)

2.8 2035년 인천광역시 하수도정비기본계획(부분변경:승기처리구역)(2022.11., 인천광역시)

2.8.1 계획의 개요

가. 과업의 개요

- 금회 「2035 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경:승기처리구역)」의 주요 변경내용은 다음과 같다.

<표 2.2-35> 부분변경 주요내용

비전 및 목표	주요 내용
기초자료조사	• 통계연보, 하수도통계 및 최신 관련계획 자료 활용한 기초자료 보완
합리적인 하수처리구역의 설정	• 기정 계획상 처리구역 설정 보완 및 신규개발사업을 고려한 처리구역 조정
처리구역 조정에 따른 하수량 산정	• 계획인구 및 하수처리인구 조정 및 계획지표 산정을 통한 계획 하수량, 계획수질 산정
합리적인 차집관로 신설	• 승기공공하수처리시설의 효율적 관리를 위한 차집관로 신설 계획 수립
하수처리시설 증설방안	• 하수처리 증설용량 산정, 증설 단계조정 검토
재정계획	• 하수처리장 증설에 따른 개발계획별 원인자부담금 산정 및 재원조달 계획 수립

2.8.2 계획의 범위

- 본 계획은 인천광역시 중 승기처리구역의 개발계획에 따른 계획지표 산정 등 하수도정비 기본계획의 부분변경으로 그 범위는 다음과 같음
- 기본적인 계획의 범위는 「2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획(2020.09, 인천광역시)」의 내용을 인용

<표 2.2-36> 계획의 범위

구분	내 용					
공간적 범위	인천광역시 승기처리구역					
내용적 범위	• 현황조사 ⇒ 하수도시설 현황조사 ⇒ 청천시/강우시 하수도시설 운영현황 분석			• 계획지표 산정 ⇒ 계획인구 및 하수처리인구 ⇒ 지적단위 하수처리구역 설정 ⇒ 계획하수량, 계획수질 산정		
	• 기초자료 수집 및 분석 ⇒ 자연적 조건에 관한 조사 ⇒ 관련계획에 대한 조사			• 처리구역 하수도계획 ⇒ 단계별 하수처리시설 개선 및 증설 계획 • 운영 및 유지관리 계획 • 재정계획 및 사업의 시행효과 분석		
시간적 범위	구분		1단계	2단계	3단계	4단계
	당 초	목표년도	2020년	2025년	2030년	2035년
		시행년도	2018~2020년	2021~2025년	2026~2030년	2031~2035년
	변 경	목표년도	—	2025년	2030년	2035년
		시행년도	—	2022~2025년	2026~2030년	2031~2035년

2.8.2 주요 변경사항

가. 하수도정비 기본계획 변경 개요

- 「하수도정비 기본계획 수립지침(2020.05, 환경부)」에 의거하여 수립한 금회 주요 변경사항은 다음과 같음
- 당초 2035년 기본계획 대비 금회 2035년 기본계획[부분변경-승기처리구역] 기준 주요 변경 내용은 다음과 같음
- ⇒ 처리구역: 지적도를 기준으로 지번별 구적을 통한 현행화
(당초 34,217km² → 변경 36,417km²)
- ⇒ 계획인구: 2021년 현재까지 진행 또는 계획 중인 개발계획 및 자연적 증가인구를 고려하여 재추정
(당초 570,358명 → 변경 610,720명)
- ⇒ 시설용량: 지번별 요금부과 물사용량을 기준으로한 처리구역별 하수발생량 반영
(당초 250,000m³/일 → 변경 270,000m³/일)

<표 2.2-37> 승기공공하수처리구역 변경

구 분	당 초				변 경			
	2020년	2025년	2030년	2035년	2021년	2025년	2030년	2035년
처리구역면적(km ²)	34,217	34,217	34,217	34,217	34,217	34,217	36,417	36,417
하수처리인구(인)	499,958	551,743	562,585	570,358	486,965	550,339	599,623	610,720
계획하수량(m ³ /일)	219,213	241,514	245,700	248,702	214,197	240,972	260,001	264,285
시설용량(m ³ /일)	275,000	275,000	250,000	250,000	275,000	275,000	270,000	270,000

2.8.3 주요계획 내용

가. 처리구역 변경

- 처리구역의 최근 및 향후 개발계획에 따른 추가편입지역 포함하여 구역경계조정(구월2지구 부지, 3단계)
(당초 34,217km² → 변경 36,417km²)

<표 2.2-38> 승기공공하수처리구역 변경

구 분	당 초				변 경			
	2020년	2025년	2030년	2035년	2021년	2025년	2030년	2035년
처리구역면적(km ²)	34,217	34,217	34,217	34,217	34,217	34,217	36,417	36,417

나. 계획하수량 변경

- 신규개발계획에 따른 추가 계획하수량은 다음과 같다.

<표 2.2-39> 신규추가 처리구역 계획하수량

구 분		2021년	2025년	2030년	2035년	비고
처리인구 (인)	자연적	-	-	-	-	
	사회적	-	-	32,205	-	
	계	-	-	32,205	-	
생활오수 원단위	일평균	-	-	281	-	
	일최대	-	-	351	-	
	시간최대	-	-	527	-	
생활하수량 (m ³ /일)	일평균	-	-	9,050	-	
	일최대	-	-	11,304	-	
	시간최대	-	-	16,972	-	
지하수량		-	-	1,130	-	
계획하수량 (m ³ /일)	일평균	-	-	10,180	-	
	일최대	-	-	12,434	-	
	시간최대	-	-	18,102	-	

- 금회 승기처리구역 계획지표 및 계획하수량은 다음과 같다.

<표 2.2-40> 승기공공하수처리구역 계획지표

구분		당 초				변 경				비고
		2020년	2025년	2030년	2035년	2021년	2025년	2030년	2035년	
하수처리인구		499,958	551,743	562,585	570,358	486,965	550,339	599,623	610,720	
물사용량원단위		312	312	312	312	변경 없음				
오수전환율(%)		90	90	90	90					
오수량원단위(일최대)		351	351	351	351					
계획 하수량 (m³/일)	생활오수량	175,485	193,662	197,467	200,196	170,925	193,169	210,468	214,363	
	지하수량	17,549	19,366	19,747	20,020	17,093	19,317	21,047	21,436	
	공장폐수	25,773	28,080	28,080	28,080	변경 없음				
	군부대	406	406	406	406					
	계	219,213	241,514	245,700	248,702	214,197	240,972	260,001	264,285	

다. 신규 차집관로 계획

- 승기공공하수처리시설의 고농도 수질이 유입되는 원인으로 남동공단의 배출수로 인한 것으로 판단되어, 처리시설의 효율적인 관리를 위한 별도 차집관로 신설계획 수립

<표 2.2-41> 단계별 관로계획

구 분	당 초				변 경				비 고
	2020년 (1단계)	2025년 (2단계)	2030년 (3단계)	2035년 (4단계)	계	2025년 (2단계)	2030년 (3단계)	2035년 (4단계)	
차집관로 (공단계)	-	-	-	-	4,250	4,250	-	-	D600mm

라. 공공하수처리시설 시설용량 변경

- 시설노후화 및 처리효율 저하에 따른 재건설시 목표연도 계획하수량을 근거로 당초 250,000m³/일 시설용량을 금회 270,000m³/일로 조정

<표 2.2-42> 단계별 시설계획

구 분	당 초				변 경				비 고
	2020년	2025년	2030년	2035년	2021년	2025년	2030년	2035년	
처리인구(인)	499,958	551,743	562,585	570,358	486,965	550,339	599,623	610,720	
계획하수량(m³/일)	219,213	241,514	245,700	248,702	214,197	240,972	260,001	264,285	
시설용량(m³/일)	275,000	250,000	250,000	250,000	275,000	275,000	270,000	270,000	
증설용량(m³/일)	-	-	-	-	-	-	-	-	시설현대화 계획
건설기간(년)	-	' 23~ ' 25	-	-	-	' 23~ ' 29 (총 80개월 : 설계 5개월, 시공 75개월)		-	

마. 유입수질 계획

<표 2.2-43> 단계별 계획유입수질

구 분	당 초				변 경				비 고
	2020년	2025년	2030년	2035년	2021년	2025년	2030년	2035년	
BOD	202	203	203	203	202	203	204	204	
COD	155	155	155	155	—	—	—	—	
TOC	—	—	—	—	124	125	125	126	
SS	212	213	213	214	212	213	214	215	
T-N	51	51	51	51	51	51	50	50	
T-P	7	7	7	7	7	7	7	7	

주) 하수도법 시행규칙 별표 1) 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 상 2021년 1월1일부터 COD가 TOC로 대체됨.

<표 2.2-44> 계획방류수질

(단위 : mg/L, 개/mL, TU)

구분	생물화학적 산소요구량 (BOD)	총유기 탄소량 (TOC)	부유물질 (SS)	총질소 (T-N)	총인 (T-P)	총 대장균	생태 독성	비고
500m ³ /일 이상	100이하	250이하	100이하	200이하	20이하	3,000이하	1이하	

주) 하수도법 제 7조 1항 및 동법 시행규칙 제3조 제1항 제1호에 의거 인천광역시 VI지역 기준 적용

2.9 승기 차집관로 기술진단 용역(2020. 11, 인천환경공단)

2.9.1 기술진단의 목적

○ 본 기술진단은 하수관로시설에 대한 사업대상구역 내 차집관로의 구조적, 기능적 이상여부를 기술진단을 통해 개선 계획을 수립하여, 공공하수도의 처리효율 향상 및 방류수역의 수질개선을 도모함에 있으며, 하수처리시설로 유입되는 하수와 차집관로에 대한 기술진단을 통하여 현상을 진단하고 문제점을 파악하여 개선대책을 마련함으로써, 안정적인 하수 이송을 가능케 하여 하천 생태계의 보전 및 효율적인 하수처리장 운영을 가능케 하고자 함에 있음.

2.9.2 기술진단의 범위와 내용

가. 기술진단의 대상

<표 2.2-45> 기술진단 범위

구분	관로연장	맨홀(개소)	수질조사(개소)	유량조사(개소)	CCTV조사(m)
A-4 Line	1,708	36	-	-	447.1

나. 기술진단의 내용

<표 2.2-46> 기술진단 대상 및 조사내용

구분	진단 대상	조사 내용
차집관로	· 차집관로	· 부등침하 여부, 타관 통과 여부 · 관 파손 및 균열 정도 · 관 이음 및 접합 정도, 침입수 유무 · 관 내 퇴적물 상태 · 침하, 함몰 유무, 휨, 막힘 유무 · 유량 및 수질 조사·분석
맨홀	· 맨홀 구조 · 인버트, 사다리 등	· 맨홀 및 접합부의 수밀성 · 인버트 및 사다리 설치 유무 · 맨홀뚜껑의 상태

<표 2.2-47> 세부수행사항

구분	조사 항목	조사 내용
기초자료 조사	· 대상지역현황	· 지리적 여건, 토지 이용 현황 · 인구 현황 · 하수도시설 현황
현장 조사	· 현황 조사 · 맨홀 조사 · CCTV 조사	· 관로시설 오염 흔적 파악 · 하수 및 청수 유입 경로 파악 · 맨홀 육안 조사 · 하수처리시설 유입 하수 현황 · 이상구간 영상 캡처
종합 진단	· 진단 결과 분석	· 구간별 관로 내부 녹화 · 문제점 및 개선 방안 제시

다. 기술진단 수행계획

<표 2.2-48> 기술진단 업무 흐름도

현황조사	자료 조사 및 분석	· 하수도정비기본계획, 하수처리시설 준공보고서, 기타 필요자료 검토 · 처리시설 운영 보고서, 하수관로 청소, 준설, 보수 및 유지관리 자료 등
	현황 조사	· 자료조사 결과와 현황의 일치여부 확인 · 상세조사 구간 선정에 위한 현장파악 · 유량·수질 조사지점 현황파악
진단방법	소구역 상세조사	· 현장조사(맨홀조사) · 상세관로 내부조사 및 관로 상태 진단 - CCTV 조사
진단결과	문제점 도출 및 개선 대책 수립	· 조사 및 분석 결과에 근거한 관로 상태 분석 및 문제점 도출 · 관로 정비 구간선정 및 개략사업비 추정 등
결과	보고서 제출	· 최종 보고 및 보고서 제출

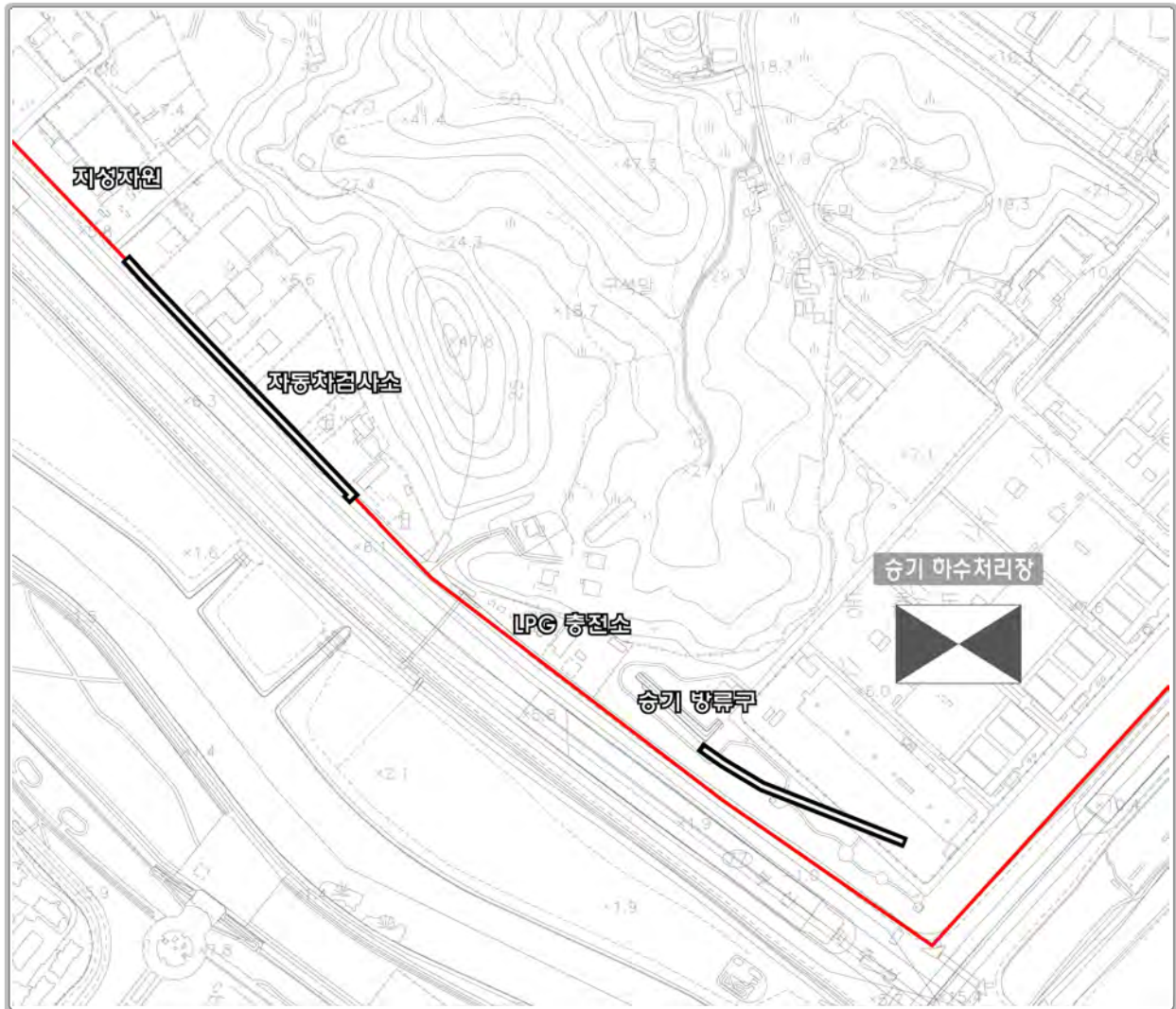


<그림 2.2-9> 파업구역 현황

2.9.3 차집관로 진단 대책

가. 차집관로 노후 및 파손

- 승기처리구역 A-4 Line 1.708km에 대하여 전체구간 CCTV 조사를 실시하였으며, 실제 주행은 447.1m에 대하여 조사가 이루어졌음.
- 조사구간 전반적으로 관로 노후 및 파손에 의한 표면손상, 침입수 유입 등이 주요 이상항목으로 발견되었으며, 이상항목 등급 산정에 의한 산정결과 보수가 필요한 것으로 조사되었음.



<그림 2.2-10> 상세조사 지점

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 2.2-49> 상세조사결과

관로번호	연장(m)	구조적 등급	운영적 등급	이상항목	구조적 상태점수	비 고
001	4.2	2.33	1.00	이음부손상, 표면손상	45	관찰
002	48.8	2.42	2.00	이음부손상, 침입수, 표면손상	302	보수
003	49.3	1.82	1.25	연결관접합부, 이음부손상, 침입수, 표면손상	152	보수
004	32.9	2.50	1.40	이음부손상, 표면손상, 임시장애물	110	보수
005	49.0	2.00	1.57	이음부손상, 침입수, 표면손상, 임시장애물	160	보수
006	41.5	1.90	1.50	이음부손상, 침입수, 표면손상, 임시장애물	121	보수
007	27.5	2.33	2.00	연결관돌출, 이음부손상, 파손, 표면손상, 임시장애물	81	보수
100	39.3	1.55	1.20	연결관돌출, 이음부이탈, 침입수, 표면손상	80	보수
101	48.1	1.73	1.25	이음부손상, 표면손상, 임시장애물	70	보수
102	37.3	1.50	1.50	침입수, 표면손상	100	보수
103	54.3	1.15	1.00	이음부손상	10	관찰
승기횡단	14.9	2.25	2.00	연결관접합부, 이음부단차, 이음부이탈, 임시장애물	15	관찰
계	447.1				83	

나. 관로보수 계획

- 상세조사(CCTV) 결과 승기 A-4 Line의 관로 상태가 불량한 것으로 조사되었으며, 운영 시에 맨홀 및 관로가 침하되는 경우가 종종 발생하는 것으로 조사되었음.
- 상태등급에 따라 부분보수 또는 전체보수로 구분할 수 있으나, 전반적인 관로 상태로 전체 관로 보수(이설)가 필요한 것으로 판단됨.
- A-4 Line 전체구간 1.708km에 대하여 콘크리트(D800)로 이설을 개선방안으로 수립하였음.

<표 2.2-50> A-4 Line 보수항목

구분	관로연장	보수계획	관종	관경
A-4 Line	1.708m	1.708m	흙관(콘크리트)	D800

다. 맨홀조사

- 승기 A-4 Line 내 맨홀조사 결과 준공도면상 맨홀은 총 36개로 조사되었으나, 관로 변경 공사 및 해안도로 상에 맨홀이 대다수 유실된 것으로 조사되었음.
- 10개소의 맨홀 중 뚜껑불량 4개소, 내부파손에 의한 내부보수 9개소, 사다리 손상 또는 없음이 9개소로 조사되었음.

<표 2.2-51> 맨홀조사결과

구분	맨홀수량 (개소)	조시맨홀 (개소)	뚜껑불량 (개소)	내부보수 (개소)	사다리손상 (개소)	맨홀유실 (개소)
A-4	36	10	4	9	9	26

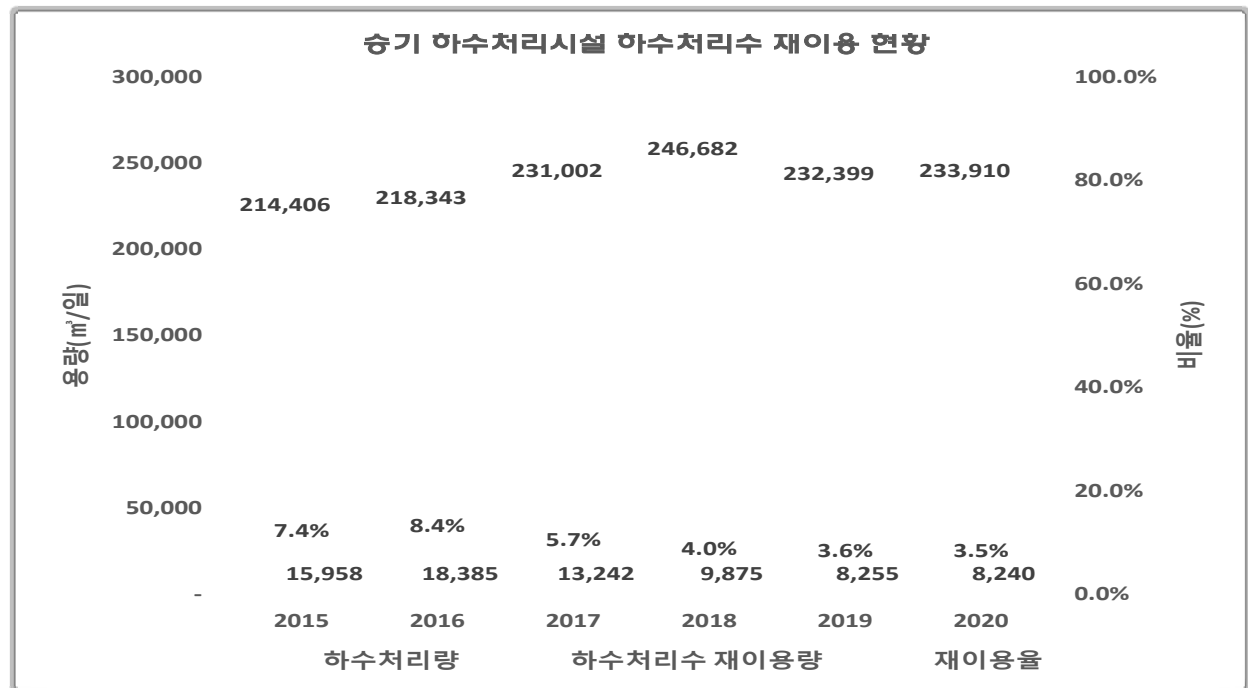
2.10 인천광역시 물재이용 관리계획(2021. 10, 인천광역시)

2.10.1 승기 하수처리시설 용도별 하수처리수 재이용 현황

<표 2.2-52> 승기 하수처리시설 용도별 하수처리수 재이용 현황

구 분		승기 하수처리시설						비고
		현황						
		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	
시설용량(㎥/일)		275,000	275,000	275,000	275,000	275,000	275,000	
하수처리량(㎥/일)		214,406	218,343	231,002	246,682	232,399	233,910	
하수처리수 재이용량(㎥³/일)		15,958	18,385	13,242	9,875	8,255	8,240	
하수처리수 재이용량(천㎥³/년)		5,825	6,711	4,833	3,604	3,013	3,008	
장내 용수 (㎥³/일)	계	14,772	17,544	12,326	9,127	7,427	7,657	
	공정용수	8,370	7,865	7,642	4,368	64	60	
	기타잡용수	6,402	9,679	4,684	4,759	7,363	7,597	
장외 용수 (㎥³/일)	계	1,186	841	916	748	828	583	
	도시용수	—	—	—	—	—	—	
	공업용수	—	—	—	—	—	—	
	하천용수	—	—	—	—	—	—	
	청소용수	1,186	841	916	748	828	583	
	조경용수	—	—	—	—	—	—	
	농업용수	—	—	—	—	—	—	
재이용율(%)		7.4	8.4	5.7	4.0	3.6	3.5	

자료 : 인천환경공단

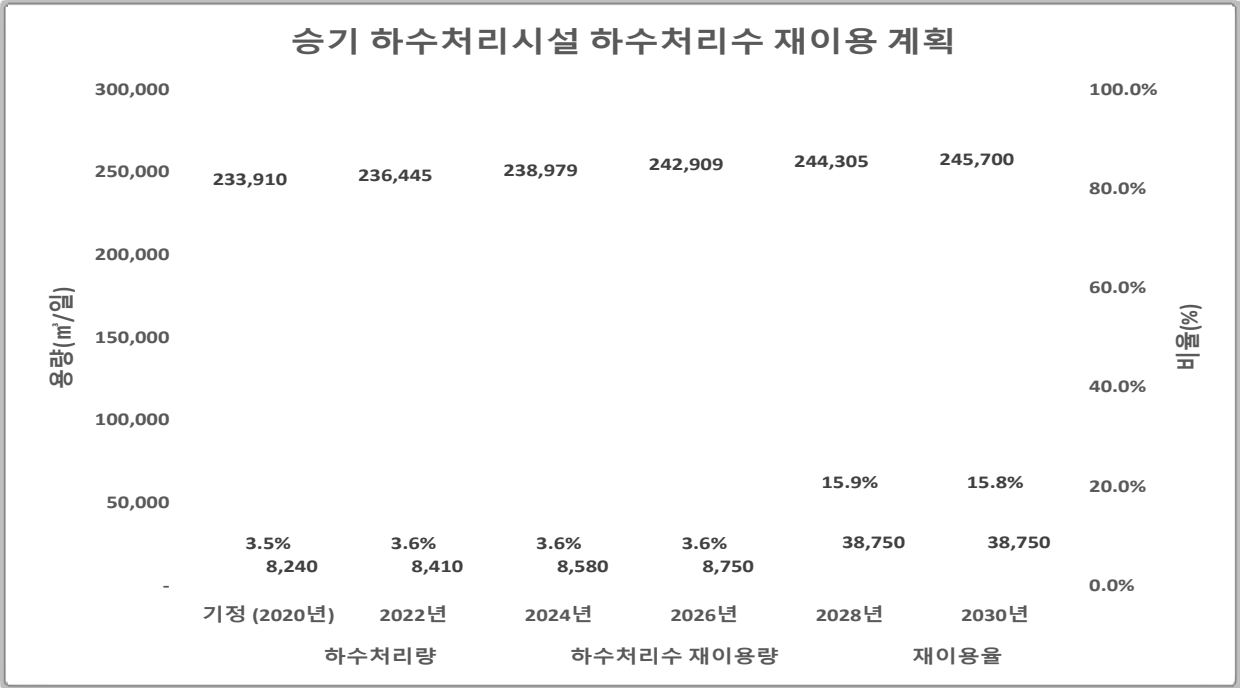


<그림 2.2-11> 승기하수처리시설 하수처리수 재이용 현황

2.10.2 승기 하수처리시설 용도별 하수처리수 재이용 계획

<표 2.2-53> 승기 하수처리시설 용도별 하수처리수 재이용 계획

구분		승기 하수처리시설						비고
		계획						
		기정 (2020년)	2022년	2024년	2026년	2028년	2030년	
시설용량(㎥/일)		275,000	275,000	275,000	250,000	250,000	250,000	
계획하수처리량 (㎥/일)		233,910	236,445	238,979	242,909	244,305	245,700	
계획하수처리수 재이용량(㎥/일)		8,240	8,410	8,580	8,750	38,750	38,750	
계획하수처리수 재이용량(천㎥/년)		3,008	3,070	3,132	3,194	14,144	14,144	
장내 용수 (㎥/일)	계	7,657	7,660	7,660	7,660	7,660	7,660	
	공정용수	60	60	60	60	60	60	
	기타잡용수	7,597	7,600	7,600	7,600	7,600	7,600	
장외 용수 (㎥/일)	계	583	750	920	1,090	31,090	31,090	
	도시용수	—	—	—	—	—	—	
	공업용수	—	—	—	—	—	—	
	하천용수	—	—	—	—	30,000	30,000	
	청소용수	583	750	920	1,090	1,090	1,090	
	조경용수	—	—	—	—	—	—	
	농업용수	—	—	—	—	—	—	
재이용율(%)		3.5	3.6	3.6	3.6	15.9	15.9	



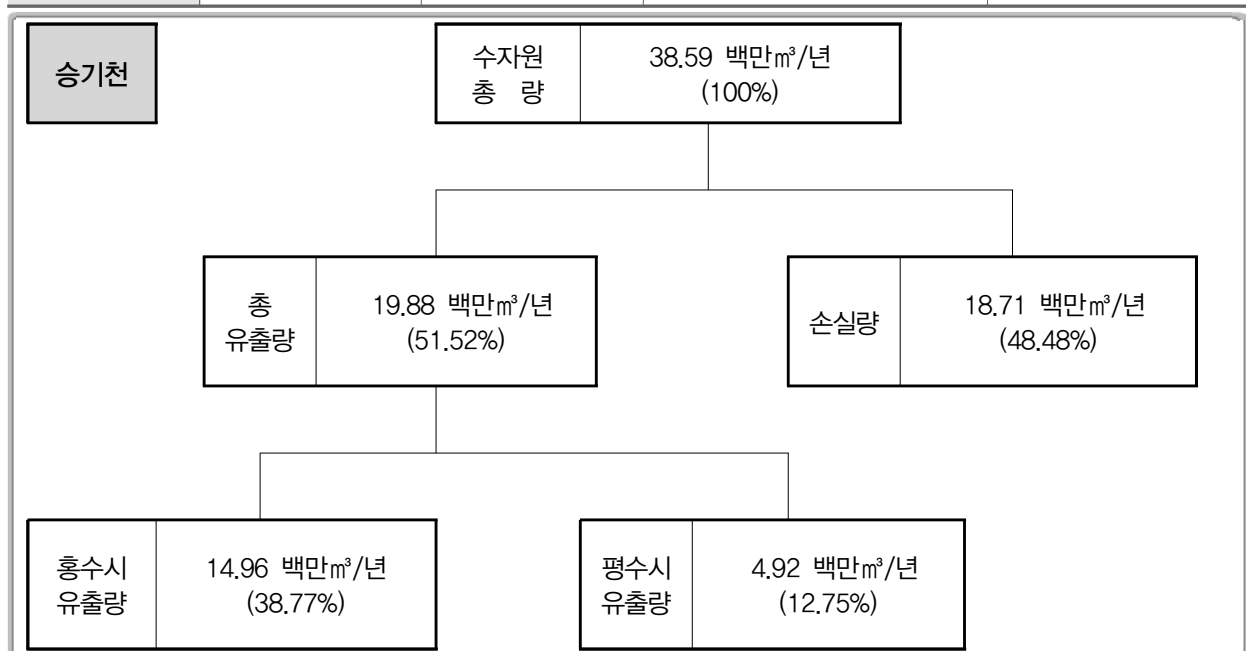
<그림 2.2-12> 승기하수처리시설 하수처리수 재이용 계획

2.10.3 하천유지용수

- 하천 유지유량은 하천 건천화 방지를 위하여 하·폐수처리장 방류수를 이송하는 하천유지용수와 유역 내 강우에 의해 발생하는 자연유량으로 구분하여 분석하였으며, 주요하천의 수자원부존량을 검토하였다.
- 인천광역시의 하천유지용수 공급은 현재 국가하천인 굴포천과 지방하천인 계산천, 심곡천, 공촌천, 승기천 5개 하천을 대상으로 이루어지고 있으며, 하천별 유지용수 공급 현황은 다음과 같다.

<표 2.2-54> 인천광역시 관내 하천 하천유지유량 공급 현황

하천명	1일 공급량(톤/일)		공급원	유지용수 공급 비용 (백만원)
	계획	현재		
계	180,000	133,000		1,469
승기천	50,000	38,000	만수하수처리장 처리수 (방류수)	276
공촌천, 심곡천	34,000	27,000	공촌하수처리장 처리수 (재이용수)	129
	6,000	3,000	한강원수(풍납)	200 (서구청)
굴포천	75,000	50,000	굴포하수처리장 처리수 (재이용수)	864
계산천	15,000	15,000	굴포하수처리장 처리수 (재이용수)	-



<그림 2.2-13> 수자원 부존량 분석결과(승기천)

2.10.4 물수지 분석

가. 물수지 분석

1) 갈수량 산정

- 평균 갈수량이란 최근 10년간의 유량자료를 매년마다 크기순으로 나열하여 355일을 유지할 수 있는 유량계열을 평균한 값이며, 기준갈수량이란 최근 10년간의 갈수량 중에서 제1위 또는 제2위의 갈수량으로 정의한다.
- 인천광역시 관내 하천에 대하여 TANK 모형을 통하여 유출해석을 실시하고, 최근 30년간의 갈수량 중에서 두 번째로 작은 값을 기준갈수량으로 선정하여 분석하였으며, 결과는 다음과 같다.

<표 2.2-55> 하천별 유량 및 기준갈수량 분석

하천명	연강수량 (mm)	유량(m ³ /s)									기준갈수량 (m ³ /s)
		Q1	Q20	Q40	Q60	Q95 (풍수량)	Q185 (평수량)	Q275 (저수량)	Q355 (갈수량)	Q365	
아라천	1266.25	125.568	8.358	4.321	3.104	1.889	0.912	0.418	0.167	0.154	0.160
굴포천	1266.25	100.364	6.680	3.454	2.481	1.510	0.729	0.334	0.133	0.123	0.128
승기천	1207.52	25.539	1.700	0.881	0.635	0.385	0.186	0.085	0.034	0.031	0.033
장수천	1207.52	17.796	1.187	0.616	0.443	0.269	0.129	0.059	0.024	0.022	0.022
운연천	1207.52	1.534	0.104	0.053	0.038	0.023	0.011	0.005	0.002	0.002	0.002
만수천	1207.52	4.395	0.302	0.152	0.109	0.066	0.032	0.015	0.006	0.005	0.006
청천천	1207.52	4.994	0.341	0.173	0.124	0.075	0.036	0.017	0.007	0.006	0.007
갈산천	1207.52	1.815	0.124	0.063	0.045	0.027	0.013	0.006	0.002	0.002	0.002
계산천	1207.52	4.211	0.289	0.146	0.105	0.064	0.031	0.014	0.006	0.005	0.005
굴현천	1207.52	0.578	0.024	0.012	0.009	0.005	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001
계양천	1207.52	5.913	0.403	0.205	0.147	0.089	0.043	0.020	0.008	0.007	0.007
시천천	1207.52	1.242	0.083	0.042	0.030	0.018	0.009	0.004	0.002	0.001	0.001
공촌천	1207.52	7.264	0.491	0.252	0.181	0.110	0.053	0.024	0.010	0.009	0.009
심곡천	1207.52	12.873	0.864	0.446	0.321	0.194	0.094	0.043	0.017	0.016	0.017
나진포천	1207.52	14.887	0.996	0.515	0.371	0.225	0.108	0.050	0.020	0.018	0.019
검단천	1207.52	4.163	0.286	0.144	0.104	0.063	0.030	0.014	0.006	0.005	0.005
대포천	1207.52	2.261	0.155	0.078	0.056	0.034	0.017	0.008	0.003	0.003	0.003
대곡천	1207.52	2.477	0.170	0.086	0.062	0.037	0.018	0.008	0.003	0.003	0.003
동락천	1266.25	18.268	1.147	0.540	0.388	0.240	0.108	0.048	0.019	0.018	0.016
선행천	1266.25	6.755	0.441	0.200	0.143	0.089	0.040	0.018	0.007	0.007	0.006
삼동암천	1266.25	30.923	1.931	0.906	0.655	0.405	0.183	0.081	0.033	0.031	0.026
온수천	1266.25	12.636	0.803	0.373	0.268	0.166	0.075	0.033	0.013	0.013	0.011
길정천	1266.25	27.688	1.730	0.813	0.588	0.363	0.164	0.073	0.029	0.027	0.024
덕교천	1266.25	3.939	0.257	0.116	0.084	0.052	0.023	0.010	0.004	0.004	0.004
인산천	1266.25	4.729	0.309	0.140	0.100	0.062	0.028	0.013	0.005	0.005	0.004
삼흥천	1266.25	16.070	1.010	0.475	0.341	0.211	0.095	0.042	0.017	0.016	0.014
교산천	1266.25	8.278	0.532	0.245	0.176	0.109	0.049	0.022	0.009	0.008	0.007
덕하천	1266.25	6.632	0.433	0.196	0.141	0.087	0.039	0.018	0.007	0.007	0.006
다송천	1266.25	12.093	0.772	0.357	0.257	0.159	0.072	0.032	0.013	0.012	0.010
송릉천	1266.25	18.268	1.147	0.540	0.388	0.240	0.108	0.048	0.019	0.018	0.016
삼거천	1266.25	23.796	1.486	0.701	0.505	0.312	0.141	0.063	0.025	0.024	0.020
내가천	1266.25	24.339	1.520	0.717	0.516	0.319	0.144	0.064	0.026	0.024	0.021

2) 물수지 분석

- 물수지는 장래 용수수요와 불규칙한 자연유량을 공급 시기별로 비교, 검토하여 물부족 여부를 판단하는 것으로 다음과 같은 식을 통해 산정한다.
- 물수지 자연유량은 하천유역이 전혀 개발되지 않아 인위적 행위에 의한 유량 변화가 전혀 없는 상태에서의 하천유량을 말한다. 자연유량 산정방법은 크게 두 가지로 구분될 수 있는데, 실측자료를 이용하여 산정하는 방법과 장기유출모형을 이용한 방법이 있는데, 지방하천의 특성상 충분한 실측자료를 기대하기 어려워 본 계획에서는 장기유출모형을 이용한 평균유량을 활용하였다.
- $\text{= 기준년도 자연유량} - \text{목표년도 용수수요량} + \text{회귀수량} + \text{상류 유입량}$
- 인천광역시의 각 하천별 유황분석 자료와 유입요소, 유출요소를 토대로 물수지 분석을 수행하였다. 물수지 분석결과 인천광역시 내의 모든 하천은 현상태에서의 용수 수요량을 충족(유하량 > 0)할 정도의 수량은 충분히 유지하고 있는 것으로 나타났고, 유일한 유출요소인 농업용수의 경우 점차 경지면적의 감소추세를 보여 수요량 감소가 예상된다. 아래에 금회 물수지 분석 결과를 나타내었다.
- 농업용수의 경우 허가수리권이 아닌 관행수리권의 형태이고, 강화군 내에 위치한 소규모 농업용 저수지를 사용하는 경우가 많아 정확한 사용량 파악이 어려우므로 하천별 하천기본계획 보고서를 기반으로 유역별 농업용수 경지면적 정보와 저수지, 지하수 관정 이용량을 파악하고, 이를 토대로 하천으로부터의 농업용수 사용량을 추산하였다. 회수유량의 경우 농업용수 회귀율 35%를 적용하여 사용량 대비 회수유량을 산정하여 이수 총량을 산정하였다. 하천의 물수지 분석 결과는 아래 표 및 물수지분석 모식도와 같다.

<표 2.2-56> 하천별 물수지 분석

하천명	기준갈수량 (m³/s)	자연유량 (m³/s)	생활용수 사용량 (m³/s)	공업용수 사용량 (m³/s)	농업용수 사용량 (m³/s)	회수유량 (m³/s)	이수총량 (m³/s)	유하량 (m³/s)
아라천	0.160	3.09	-	-	-	-	0.000	3.09
굴포천	0.128	2.47	-	-	-	-	0.000	2.47
승기천	0.033	0.63	-	-	-	-	0.000	0.63
장수천	0.022	0.44	-	-	-	-	0.000	0.44
운연천	0.002	0.04	-	-	0.015	0.005	0.010	0.03
만수천	0.006	0.11	-	-	-	-	0.000	0.11
청천천	0.007	0.12	-	-	-	-	0.000	0.12
갈산천	0.002	0.05	-	-	-	-	0.000	0.05
계산천	0.005	0.1	-	-	0.052	0.018	0.034	0.066
굴현천	0.001	0.01	-	-	-	-	0.000	0.01
계양천	0.007	0.15	-	-	-	-	0.000	0.15
시천천	0.001	0.03	-	-	-	-	0.000	0.03
공촌천	0.009	0.18	-	-	0.015	0.005	0.010	0.17
십곡천	0.017	0.32	-	-	-	-	0.000	0.32
나진포천	0.019	0.37	-	-	-	-	0.000	0.37
검단천	0.005	0.1	-	-	-	-	0.000	0.1
대포천	0.003	0.06	-	-	-	-	0.000	0.06
대곡천	0.003	0.06	-	-	-	-	0.000	0.06
동락천	0.016	0.4	-	-	0.027	0.009	0.018	0.382
선행천	0.006	0.15	-	-	0.006	0.002	0.004	0.146

<표 계속>

하천명	기준갈수량 (m³/s)	자연유량 (m³/s)	생활용수 사용량 (m³/s)	공업용수 사용량 (m³/s)	농업용수 사용량 (m³/s)	회수유량 (m³/s)	이수총량 (m³/s)	유하량 (m³/s)
삼동암천	0.026	0.68	—	—	—	—	0.000	0.68
온수천	0.011	0.28	—	—	—	—	0.000	0.28
길정천	0.024	0.61	—	—	—	—	0.000	0.61
덕교천	0.004	0.09	—	—	—	—	0.000	0.09
인산천	0.004	0.11	—	—	—	—	0.000	0.11
삼흥천	0.014	0.36	—	—	0.042	0.015	0.028	0.332
교산천	0.007	0.18	—	—	0.005	0.002	0.004	0.176
덕하천	0.006	0.15	—	—	—	—	0.000	0.15
다송천	0.010	0.27	—	—	0.182	0.064	0.118	0.152
송릉천	0.016	0.4	—	—	0.063	0.022	0.041	0.359
삼거천	0.020	0.53	—	—	0.236	0.083	0.153	0.377
내가천	0.021	0.54	—	—	0.066	0.023	0.043	0.497

3) 물 재이용 목표에 따른 물수지 분석

- 금회 물 재이용 목표 상 하천수에 대한 추가 활용에 대한 수요가 없어 재이용 목표에 따른 하천 물수지 변화는 없는 것으로 분석되었다.

나. 결론

- 금회 물 재이용 관리계획은 인천광역시 관내의 하천 물수지 변화로 이어지지 않으나, 물 재이용은 관내 하천의 물수지 개선만이 아닌 전체적인 수자원 확보 측면으로 접근하여야 하며, 물 재이용이 상기 측면에서 긍정적인 효과가 있다.
- 승기천 유지용수의 경우 발생지역에서 처리 및 방류, 재이용 원칙과 승기하수처리시설의 재이용 제고를 위하여 승기처리시설의 재이용수를 승기천 상류로 공급하고 만수처리시설의 재이용수를 장수천 상류로 공급하는 것이 타당한 것으로 판단된다.
- 전체적으로 인천광역시 관내 수계는 기준갈수량이 작으나, 실제 하천수의 활용이 일부 하천에 대한 농업용수에 치중되어 있고, 해당 내용이 평수기에 해당하는 5월에 집중되어 평균유량 대비 유하량이 지속될 수 있는 정도의 수량을 유지할 수 있는 것으로 검토되었다. 단, 양호한 하천환경을 유지하기 위해서는 하천유량이 풍부하여야 하며, 유량의 감소시 그 자연성은 점점 상실될 것이다. 따라서 동 하천에 대한 자연성 유지를 위하여 장래 여유수량에 대한 취수 안허가시 주의를 기울여야 하며, 가급적 여유수량이 하천유지유량으로 활용되도록 노력하여야 할 것이다.

2.10.5 하수처리수 재이용사업 추진 세부방안(승기 공공하수처리시설)

- 시설노후화로 늘어나는 오·폐수로 인해 처리 능력이 감소하고 방류수질 악화 및 악취발생으로 민원급증에 따라 인천시는 승기하수처리시설 현대화 사업을 추진중에 있으며 이에 따라 재이용시설 설치가 필요함.

2.10.6 하천 재이용수 공급방안

1) 승기 공공하수처리시설 적용 방안

- 발생지역에서 처리 및 방류, 재이용 원칙과 승기하수처리시설의 재이용 제고를 위하여 인천시 수질환경과와 협의하여 승기처리시설의 재이용수(30,000m³/일)를 승기천 상류로 공급하고 만수처리시설의 재이용수(50,000m³/일)를 장수천(30,000m³/일) 및 승기천(20,000m³/일) 상류로 공급하는 것으로 반영하였음.
- 하천유지용수 공급량을 추가, 조정, 변경공급을 위한 상세 계획시 수질환경과 및 인천시 하천살리기 추진단 등 관련기관과 사전협의를 이루어져야 할 것임.



<그림 2.2-14> 승기천 및 장수천 유지용수 공급 계획

<표 2.2-57> 승기천, 장수천 유지용수

(단위 : m³/일)

구분		하천 유량		비고
		CMS(m³/sec)	CMD(m³/day)	
승기천 유지용수	하천유지 유량	0.840	72,600	
	기준 갈수량	0.083	7,200	
	소요 유량	0.757	65,400	
	하천공급계획량	0.579	50,000	소요량의 75%공급
장수천 유지용수	하천유지 유량	0.516	44,600	
	기준 갈수량	0.058	5,000	
	소요 유량	0.458	39,600	
	하천공급계획량	0.347	30,000	소요량의 75%공급

자료) 검단천 등 9개 하천 하천기본계획, 2019, 인천시)

<표 2.2-58> 인천시 하수처리수 재이용사업 추진계획

구분	재이용수	시설계획	소요사업비	비고
승기천 유지용수	승기처리시설	재이용시설 : 현대화 사업에 포함 펌프시설 : Q=30,000㎥/일 관로시설 : D=500mm, L=3.0km	8,800백만원	
장수천 유지용수	만수처리시설	재이용시설 : 50,000㎥/일(사업중) 펌프시설 : 기존시설 활용 관로시설 : D=500mm, L=0.5km	900백만원	
계	-	-	9,700백만원	

2.11 준용하천정비기본계획(1995.3, 인천광역시)

2.11.1 계획홍수량

- 계획홍수량이란 기본홍수량을 기술적인 면과 경제적인 면을 고려하여 합리적으로 하도 및 홍수조절댐 등에 배분하여 하도계획(하천시설물 설치계획)의 기본이 되게 정한 홍수를 말함.
- 본 과업하천 유역내에는 홍수조절기능을 가진 저수지가 없으며 장래에도 축조계획이 없는 것으로 조사되어 홍수량을 하도에서 전량 부담하는 계획이 필요하므로 전절에서 산정한 기본홍수량으로 결정하였으며, 시천천, 굴현천 등 굴포천 방수로에 의해 유역이 변경되는 하천은 굴포천 방수로 설치후의 준용하천 대상구간에 대해서만 기본홍수량을 계획홍수량으로 결정하였음.

<표 2.2-59> 계획홍수량

하천명	지점명	부호	유역면적 A(km ²)	기본 및 계획홍수량 (m ³ /sec)	비고
공촌천	하구	GC-0	15.97	165	100년 빈도
	공촌2교 지점	GC-1	11.20	155	"
	공촌4교 지점	GC-2	9.04	150	"
	새마을교 지점	GC-3	4.89	105	"
심곡천	하구	SK-0	16.11	165	100년 빈도
	심곡3교 지점	SK-1	8.84	145	"
	심곡2낙차공 지점	SK-2	3.29	80	"
계산천	하구	GS-0	5.27	85	50년 빈도
	계산4교 지점	GS-1	4.72	80	"
사천천	하구	SC-0	5.97	-	50년 빈도
	방수로 합류점	SC-1	4.36	-	"
	세월교 지점	SC-2	2.78	-	"
	지천 합류점	SC-3	1.58	40	"
굴현천	방수로 합류점	GH-A	2.29	35	50년 빈도
	역사이편 지점	GH-B	0.09	15	"
송가천	하구	SG-0	33.58	275	100년 빈도
	승기2철교 지점	SG-1	26.15	255	"
	지천 합류점	SG-2	14.20	180	"
	과업종료	SG-3	6.83	125	"

주) 시천천 SC-0,1,2 구간은 준용하천구역 조정에서 제외된 하천구간임.

2.11.2 기점홍수위

○ 각 하천의 수리계산을 위한 기점홍수위는 다음과 같이 산정하였으며, 각 하천별 적용한 기점홍수위는 표와 같음.

- 공촌천 : 일도유수지 홍수위 적용
- 심곡천 : 청라도유수지 홍수위 적용
- 계산천, 굴현천 : 굴포천 홍수위 적용
- 시천천 : 자체홍수위 및 굴포천 방수로 홍수위 적용
- 승기천 : 남동공단 유수지 계획홍수위 적용

<표 2.2-60> 빈도별 기점홍수위

(단위 : EL, m)

하천명	빈도별						비고
	10년	20년	30년	50년	80년	100년	
공촌천	1.12	1.33	1.68	1.93	2.23	2.35	
심곡천	1.23	1.38	1.55	1.78	2.17	2.36	
계산천	6.35	6.62	6.85	7.19	7.34	7.41	굴포천 No.43+25
시천천	3.35	3.41	3.45	3.50	3.56	3.58	
굴현천	4.65	5.20	5.55	5.92	6.27	6.50	굴포천 No.26
승기천	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	

<표 2.2-61> 빈도별 홍수위

하천명	측점구간	거리(m)		개수전(EL, m)						비고
		구간	누가	10년	20년	30년	50년	80년	100년	
승 기 천	No. 0	0.0	0.0	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	
	No. 1	50.0	50.0	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	
	+26.0	26.0	76.0	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	
	No. 2	24.0	100.0	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	
	No. 3	50.0	150.0	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	
	No. 4	50.0	200.0	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	
	No. 5	50.0	250.0	3.25	3.25	3.26	3.26	3.26	3.26	
	No. 6	50.0	300.0	3.25	3.26	3.26	3.26	3.26	3.27	
	No. 7	50.0	350.0	3.26	3.26	3.26	3.27	3.27	3.27	
	No. 8	50.0	400.0	3.26	3.26	3.27	3.27	3.27	3.28	
	No. 9	50.0	450.0	3.26	3.27	3.27	3.28	3.28	3.29	
	No. 10	50.0	500.0	3.26	3.27	3.28	3.29	3.29	3.30	
	No. 11	50.0	550.0	3.26	3.27	3.28	3.29	3.30	3.31	
	No. 12	50.0	600.0	3.27	3.28	3.29	3.30	3.31	3.32	
	No. 13	50.0	650.0	3.27	3.28	3.29	3.30	3.31	3.32	
	No. 14	50.0	700.0	3.27	3.28	3.29	3.30	3.31	3.32	
	No. 15	50.0	750.0	3.27	3.29	3.30	3.31	3.33	3.33	

01

02

03

04

05

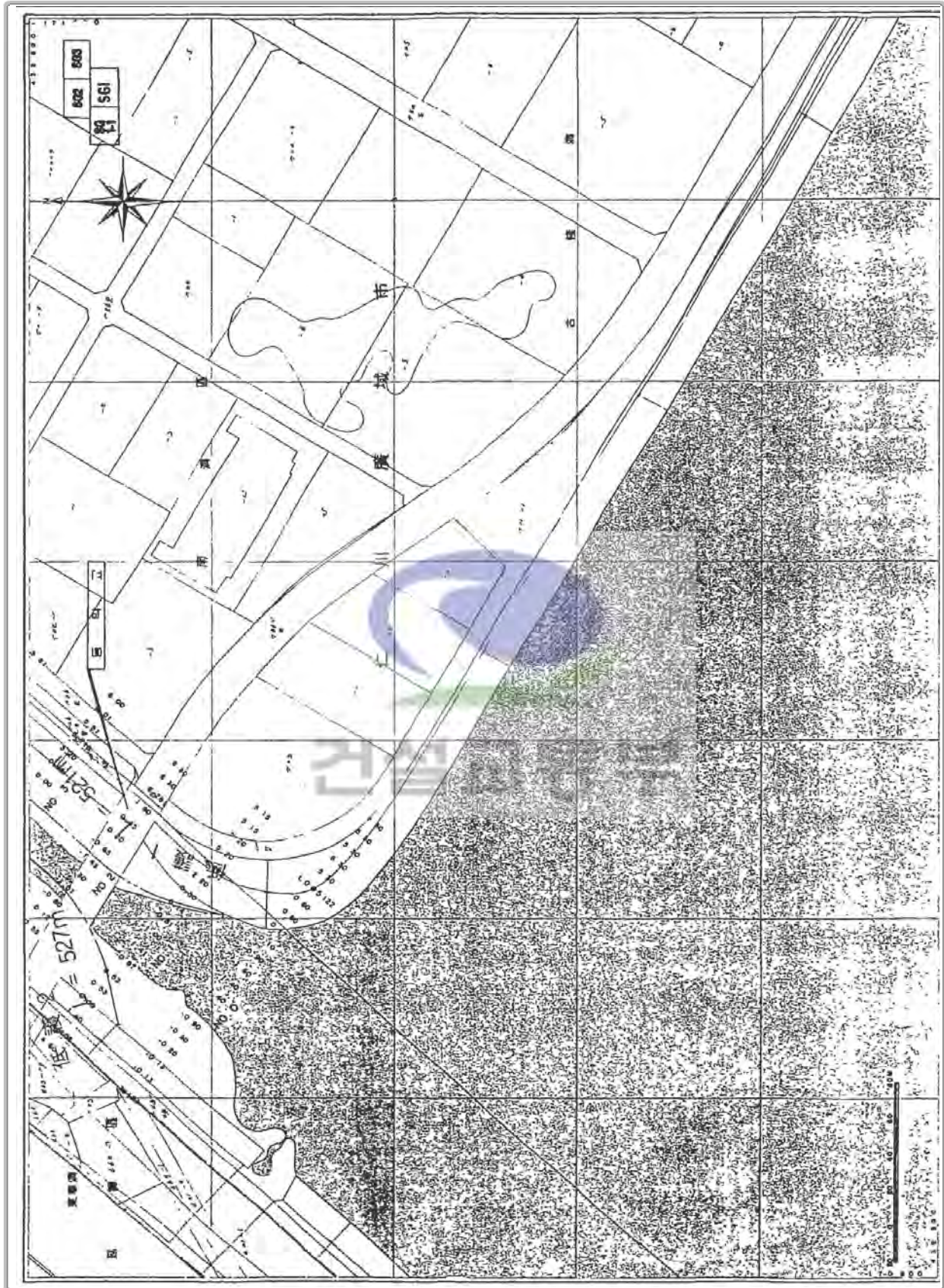
06

07

08

<표 2.2-62> 계획홍수위, 하폭, 시설제방고

하천	측점 (No.)	거리(m)		계획 홍수량 (m ³ /s)	계획 홍수위 (EL, m)	하폭(m)		시설제방고(EL, m)		비고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
승 기 천	0	0	0	275	3.25	153	—	4.98	4.70	남동유수지 시점
	1	50	50	“	3.25	121	—	4.66	4.11	
	+26	26	76	“	3.25	124	—	6.28	6.18	동막교
	2	24	100	“	3.25	128	—	6.28	4.46	
	3	50	150	“	3.25	122	—	5.72	4.85	
	4	50	200	“	3.25	119	—	4.37	4.66	
	5	50	250	“	3.26	118	—	5.36	4.39	
	6	50	300	“	3.27	117	—	4.36	4.46	
	7	50	350	“	3.28	120	—	5.38	4.46	
	8	50	400	“	3.28	116	—	5.54	4.31	
	9	50	450	“	3.29	116	—	4.63	4.39	
	10	50	500	“	3.30	115	—	4.39	4.28	
	11	50	550	“	3.31	114	—	4.22	4.05	
	12	50	600	“	3.32	114	—	4.08	4.15	
	13	50	650	“	3.33	115	—	4.15	4.39	
	14	50	700	“	3.33	112	—	4.30	4.14	
	15	50	750	“	3.34	113	—	4.25	4.14	



<그림 2.2-15> 송기천 하천정비 기본계획 일람도 중 SG-1

01

02

03

04

05

06

07

08



<그림 2.2-16> 승기천 하천정비 기본계획 횡단면도 중 No.0~No.2

2.12 승기천 · 수문통 물길복원 타당성검토 용역(2019.11, 인천광역시)

2.12.1 과업의 목적

- 과거 국가 고속성장의 도시화 과정 등에 기인한 오염된 물길(하천 등)이 생태적 또는 경관적 자원 등으로 재탄생하면서 도심하천이 새로운 지역문화 창출공간으로 인식되게 되었음.
- 승기천 및 수문통은 도심지를 관류하는 암거로 현재 복개구간에 대한 치수 기능에 이수 기능을 접목시켜 하천복원 측면에서 접근하여 그 목적을 달성하기 위한 정비가 요구되는 구간으로 생태적으로 건강한 하천으로 복원함과 동시에 자연친화적인 시민휴식공간을 조성하고자 함.

2.12.2 과업의 범위(공간적/시간적/내용적)

가. 과업의 위치 및 규모

<표 2.2-63> 과업의 위치 및 규모

과업명	승기천 · 수문통 물길복원 타당성검토 용역			
과업의 위치 및 규모	구분	구간		과업 연장(km)
		기점	종점	
	승기천 도심구간	미추홀구 주안동 721 (용일사거리)	미추홀구 주안동 1484 (승기사거리)	2.00
	수문통 구간	동구 송현동 68-25 (화평파출소)	동구 송현동 66-28 옆 수문 (동국제강)	1.14
과업의 기간	2019년 3월 11일 ~ 2019년 12월 27일			

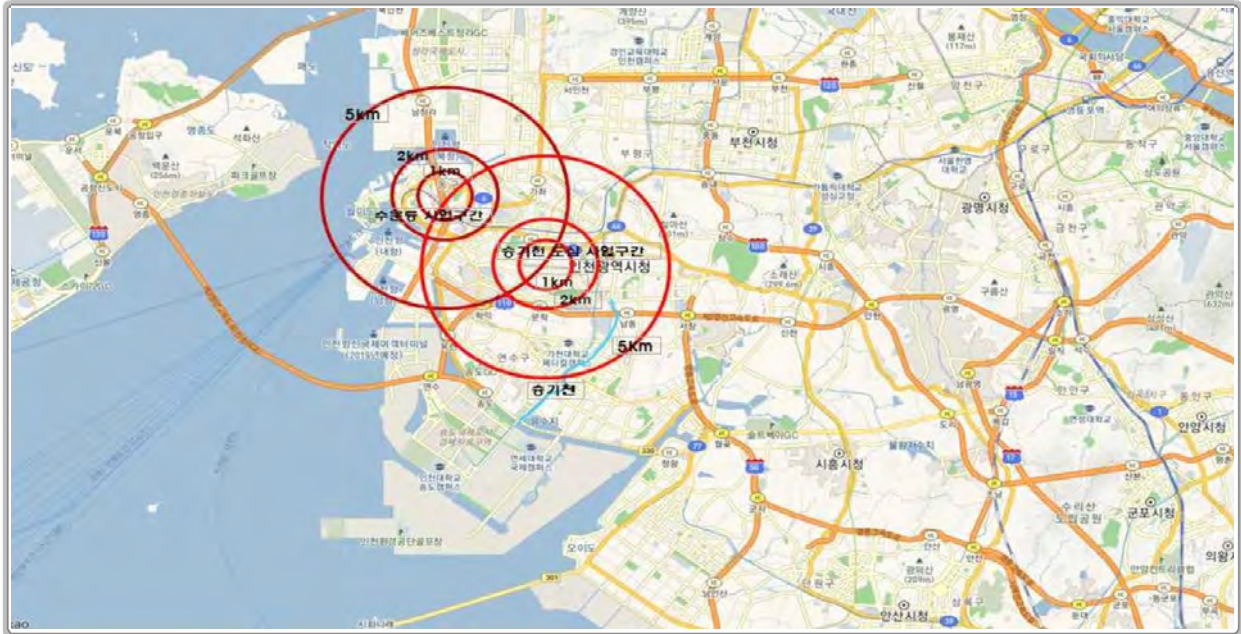
나. 과업의 내용

<표 2.2-64> 과업의 내용

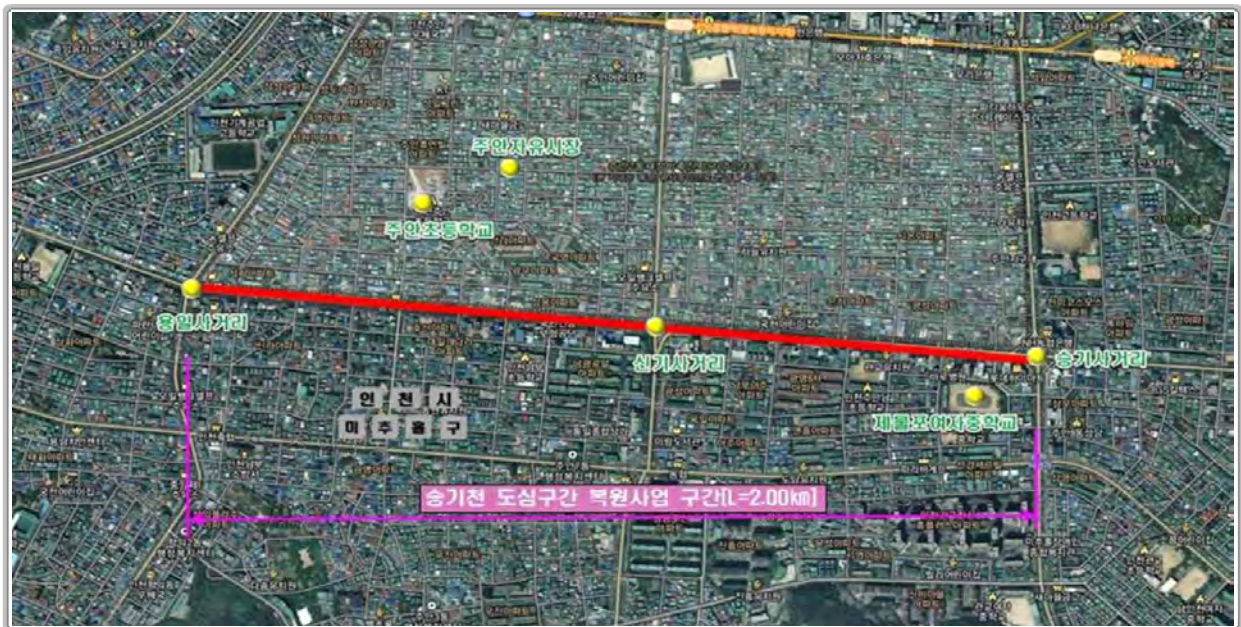
기초현황조사	• 유역의 일반현황 • 하천 복개현황 • 교통 현황	• 주차장 이용현황 • 지장물 현황 • 유사사례 조사
관련계획검토		
생태하천 조성계획	• 기본방향 • 복개철거 및 표준단면 계획 • 친수공간 조성 계획	• 교통개선 대책 • 주차장 확보 계획 • 교량 설치 계획 • 경관 및 보안등 설치 계획 • 하천유지용수 확보 계획 • 개략사업비 산정
사업의 효과		

다. 과업의 위치도

- 승기천 도심 복원사업 구간과 수문통 복원구간은 반경 5km 이내임
- 승기천의 도심 복개구간의 옛물길 (생태)하천복원사업 구간은 인천 미추홀구 용일사거리에서 승기사거리로 연장(L) 2.0km이며, 수문통 옛갯골 수로의 복원구간은 인천 동구 화평파출소에서 동국제강의 화수유수지 시점까지로 연장(L) 1.14km임



<그림 2.2-17> 과업구간 전체 위치도



<그림 2.2-18> 승기천 도심 복원사업 구간 위치도(위성사진)

2.12.3 사업의 기대효과

가. 하천복원

- 도심하천 생태복원 및 수질환경 개선
- 수변(테마)공원 조성
- 건천화 방지(유지용수 공급)
- 치수기능 회복에 따른 침수예방 도모

나. 도심의 재활성화

- 주변지역 경제성, 낙후성 탈피
- 환경여건 개선으로 주변개발 촉진
- 도심기능 재활성화 유도

다. 문화공간 조성

- 사람과 자연이 공존하는 시민 커뮤니티 공간 활용
- 지역주민의 휴식, 교류, 문화의 장 조성
- 머물고 싶은 공간 조성

라. 추진사항

<표 2.2-65> 과업의 내용

날짜	주요내용
2019.03.11.	승기천 · 수문통 물길복원 타당성검토 용역 착수
2019.04.10.	착수 보고회 개최
2019.07.09.	하천살리기 추진단, 서면 중간보고(1차)
2019.07.11.	“승기천 상류, 물길복원 방향 찾기 토론회” 개최
2019.07.18.	동구청 업무 추진현황 보고
2019.09.04.	미추홀구 “시민의 소통의 날” 참여
2019.09.10.	하천살리기 추진단 자문
2019.09.23.	승기천, (1차)주민설명회 개최
2019.09.27.	수문통, (1차)주민설명회 개최
2019.10.02.	“인천시 물길복원 활성화 방안” 참여
2019.10.07.	중간 보고회 개최
2019.10.11.	“인천 하천 현안점검 수문통 불길 공감 투어” 참여
2019.10.24.	승기천, (2차)주민설명회 개최
2019.11.04.	수문통, (2차)주민설명회 실시 및 관계기관 협의 지연에 의한 과업중지
2019.11.19.	수문통, (2차)주민설명회 개최
2019.11.29. ~ 2019.12.06	관계기관 협의 및 서면 자문회의 개최
2019.12.26.	과업 재계
2019.12.27.	타당성검토 용역 준공

01

02

03

04

05

06

07

08

마. 사업시행 근거

- 『수질 및 수생태계 보전에 관한 법률』
- 『환경정책기본법』
- 『하수도법』
- 2030년 인천도시기본계획(2015.11)
- 인천하천마스터플랜(2008.10)
- 지방자치단체의 『하천환경개선사업』, 하천살리기

2.13 도시계획(개발사업 현황)

- 본 계획 처리구역별 개발계획은 원도심 도시재생사업 및 도시개발, 산업단지 조성사업 등이 있음
- ⇒ 금회 계획에서는 현재 공사 중이거나, 고시된 개발사업에 한하여 적용하는 것으로 계획
- ⇒ 상수 사용량이 기적용된 사업 또는 개발에도 불구하고 인구증감이 없는 사업에 대해서는 미적용

<표 2.2-66> 처리구역 개발사업 현황

자치구	개발형태	구 역 명	개발위치	계획 세대수	개발 시기	관련고시/공고	비고
미추홀구	도시정비	우진아파트	주안동 1344-1	386	2022년	미추홀구 공고 제2021-93호	건축중
	도시정비	주안3	주안동 830	2,054	2023년	미추홀구 고시 제2021-89호	
	도시정비	주안4	주안동 1577	1,856	2023년	미추홀구 공고 제2019-28호	
	도시정비	주안10	주안동 1545-2	967	2027년	미추홀구 고시 제2021-165호	
	도시정비	남광로얄	주안동 1458	599	2023년	미추홀구 고시 제2021-63호	
	도시개발	문학구역	문학동 141-1	992	2023년	인천광역시 고시 제2021-142호	
	도시정비	주안11구역	주안4동 431-1	719	2022년	인천광역시 고시 제2018-37호	
	도시정비	미추1구역	주안2동 590-22	1,321	2023년	미추홀구 공고 제2021-364호	
	도시정비	미추8구역	주안4동 1536-17	3,058	2022년	인천광역시 고시 제2018-37호	
	도시정비	주안1구역	주안2동 1425-2	2,958	2022년	미추홀구 공고 제2021-364호	
	도시정비	도시개발1구역	주안4동 454-4	864	2022년	미추홀구 고시 제2021-563호	
	도시개발	구월2지구	관교동 일원	130	2029년	고시 예정	

<표 계속>

자치구	개발형태	구 역 명	개발위치	계획 세대수	개발 시기	관련고시/공고	비고
연수구	도시정비	송도영남아파트 주택재건축 정비사업	청학동 96-4	650	2025년	연수구 고시 제2022-38호	
	도시정비	옥련대진빌라주변구역 주택재개발 정비사업	옥련동 271-17	218	2025년	연수구 고시 제2021-48호	
	도시개발	농원마을	동춘동 222-11	333	2025년	연수구 고시 제2019-159호	
	도시개발	청능마을	청학동 457	697	2025년	인천광역시 고시 제2016-24호	
	도시개발	대우자판부지	남동구 구월동, 수산동	3,920	2022년	인천광역시 고시 제2021-559호	
	도시개발	동춘1구역	동춘동752-4	3,109	2023년	인천광역시 고시 제2021-439호	
	도시개발	동춘2구역	봉재산로 8	649	2022년	인천광역시 공고 제2021-1980호	공사 완료
	도시개발	송도역세권구역	옥련동 104	1,274	2023년	인천광역시 공고 제2022-902호	집행 정지
	특례사업	무주골 근린공원	선학동 산21-4	886	2022년	인천광역시 고시 제2022-62호	
	도시개발	인천연수 기업형임대주택	선학동 211-4	2,446	2025년	국토교통부 공고 제2016-182호	
	특례사업	동춘 근린공원	동춘동 산 59-1	-	2025년	제외	
남동구	도시개발	구월2지구	선학동 일원	4,008	2029년	고시 예정	
	산업단지	남촌일반산업단지	남촌동 625-31	-	2023년	인천광역시 공고 제2020-1908호	
	산업단지	도시첨단산업단지	남촌동 210-6	-	2022년	국토교통부 공고 제2019-1745호	
	도시계획시설	농산물도매시장	남촌동 177-1	-	2020년	남동구 고시 제2021- 호	
	도시개발	구월보금자리	남동구 구월동, 수산동	6,344	2022년	인천광역시 고시 제2021-14호	
	도시개발	구월2지구	구월동 일원	13,862	2029년	고시 예정	

자료 : 2035 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11)

01

02

03

04

05

06

07

08

제3장 현지조사

1. 지반조사
2. 측량조사
3. 유량 및 수질조사

제3장 현지조사

1. 지반조사

1.1 조사개요

가. 조사목적

- 본 지반조사는 「승기공공하수처리시설 현대화사업 타당성조사 및 기본계획 지반조사용역」에 대한 지반조사로서 조사지역 내에 분포하는 지반특성 및 구성 상태, 지하수위 등 제반 토질조건을 파악하고, 설계 및 공사 시행에 필요한 지반 공학적 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

나. 조사지역



<그림 3.1-1> 조사지역

01

02

03

04

05

06

07

08

다. 조사항목

- 조사의 목적을 수행하기 위하여 조사지역을 대상으로 현장조사, 현장시험을 실시하고 현장에서 채취된 S.P.T 시료를 대상으로 실내시험을 실시하였다.

<표 3.1-1> 조사항목

구 분		단 위	수 량	비 고
현장조사	시 추 조 사	공	3	· 지층구성 및 구조물 지지층 파악
	지하수위측정	회	3	· 안정지하수위 측정
현장시험	표준관입시험	회	43	· 토사의 상대밀도 및 연경도 파악
	현장밀도시험	회	1	· 과업부지내 토사층의 현장밀도 파악
실내시험	토질시험	회	1	· 토사의 물리적 특성 파악

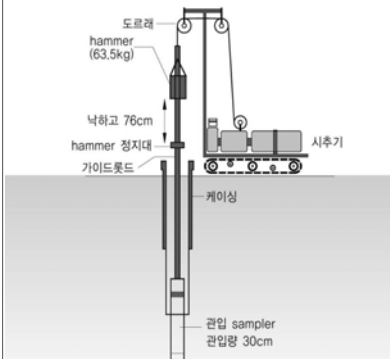
라. 조사기간**<표 3.1-2> 조사기간**

구 분	기 간	비 고
조사위치 협의 및 현장조사	2021년 07월 19일 ~ 2021년 07월 29일	
실 내 시 험	2021년 08월 10일 ~ 2021년 08월 20일	
성과분석 및 보고서 작성	2021년 08월 23일 ~ 2021년 08월 31일	

마. 조사장비**<표 3.1-3> 조사장비**

구 분		장 비 명	수 량	비 고
현장조사	지 질 조 사	POWER4500SD	1조	
현장시험	지하수위측정	전동식 수위계	1조	
	표준관입시험	Split Spoon Sampler	1조	
실내 토질시험	기본물성시험	기본물성 시험기구	1식	

<표 계속>

시추장비	지하수위계	표준관입시험 모식도
		

1.2 조사내용 및 방법

1.2.1 조사위치 선정

가. 조사위치

- 조사위치 선정은 구조물을 고려하여 도상에서 조사 위치를 계획한 후, 현장답사 및 지장물 확인을 통해 지반조사 위치를 선정하였다.



<그림 3.1-2> 지반조사 위치도

01

02

03

04

05

06

07

08

나. 시추조사 위치

<표 3.1-4> 시추조사 위치

시 추 공 번	좌 표		지반고 EL.(+)m	지하수위 (GL.-)
	X 좌표	Y 좌표		
NBH-1	532788.24	171093.52	5.87	1.10
NBH-2	532843.28	170739.82	7.53	4.80
NBH-3	532950.41	170751.99	6.22	3.00

1.2.2 현장조사

가. 시추조사

1) 목적

- 시추조사는 지표에서 지하 깊은 곳을 직접 눈으로 볼 수 없으므로 시험공을 굴진하여 지반의 성상을 조사하고, 시료의 채취 및 각종 원위치시험을 시행하여 설계에 필요한 제반 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2) 원리 및 방법

- 시추조사는 회전수세식(Rotary Wash Type) 시추기를 이용하여 표준관입시험과 병행하는 방법으로 실시하였으며, 시추 후 형성된 시추공은 각종 원위치 시험에 이용하였다. 굴진은 NX($\phi 76\text{mm}$) 구경으로 실시하였으며, 공벽 붕괴가 없는 견고한 지층까지 Casing을 삽입하는 Casing방식을 채택하였다.
- 시추조사는 노선구간에 대하여 지반의 수직적 분포특성 즉, 지층의 성층상태와 각 지층의 지반 공학적 특성, 도로횡단 지점의 분포상태 등을 파악하기 위하여 원지반 확인을 원칙으로 하였다. 또한 시추작업과 병행하여 지층의 상대밀도와 구성성분을 파악하기 위하여 1.0m 간격으로 표준관입시험을 한국산업규격(KS F 2307)에 의거 연속성 있게 실시하였으며 조사의 정확성을 위해 지표면으로부터 공벽 붕괴가 예상되는 지층까지는 Casing을 삽입하고 천공을 하였다. 풍화토층을 포함한 토사층은 S.P.T Sampler에 의하여 시료를 채취하였으며 시추 주상도에 기재한다.

3) 모식도 및 전경

<표 3.1-5> 시추조사 모식도 및 전경

시 추 모 식 도	시 추 전 경

4) 결과활용

<표 3.1-6> 시추조사 결과활용 방안

구 분	활 용 방 안	
시추조사	- 지층분포상태 파악 및 시료 채취 - 채취시료를 대상으로 실내시험 실시	시추공을 이용한 각종 현장시험 실시
지반설계	- 암반분류의 기본자료로 활용 - 구조물계획 및 토공계획 수립에 활용	지층단면도 작성의 기본자료로 활용

1.2.3 현장시험

가. 표준관입시험

1) 목적

- 시추조사와 병행하여 지층의 상대밀도(Relative Density), 연경도(Consistency)와 구성성분을 파악하며, 교란시료 채취를 통한 시료의 육안 판별 및 실내 물성시험을 위한 시료 확보에 그 목적이 있다.

2) 원리 및 방법

- 표준관입시험에 의한 N값은 중량 $63.5 \pm 0.5\text{kgf}$ 해머를 $76 \pm 1\text{cm}$ 높이에서 자유낙하시켜 표준외경 $51 \pm 1.0\text{mm}$ 의 Split Spoon Sampler가 30cm 관입하는데 소요되는 타격횟수를 말하며, 매 15cm씩, 총 45cm에 관입에 대한 관입저항치를 구하고, 그 중 2, 3번째 관입저항치를 합하여 기록하였다. 만약 지층이 매우 조밀하여 타격을 50회 이상 타격을 가하여도 30cm 관입이 불가능한 지층에서는 50회 타격에 의한 관입량을 측정하여 주상도에 기록하였다.

3) 모식도 및 전경

<표 3.1-7> 표준관입시험 모식도 및 전경

시 추 모 식 도	표준관입시험 전경
drive hammer weight : 63.5kg knocking head ROD COUPLING split barrel sampler N value = blows/30cm, 50blows/cm	공사명 송기공공하수처리시설 현대화사업 타당성조사 및 기본계획 지반조사용역 공 번 NBH-01 공 종 표준관입시험 날 짜 2021.07.

4) 결과활용

<표 3.1-8> 표준관입시험 결과활용

구 분		판정 및 추정사항	
조사결과로 파악할 수 있는 사항		• 지반내 토층분포 및 토질의 종류 (풍화토 및 풍화암의 구분) • 연약층의 유무(압밀침하층의 두께)	• 지지층 분포심도
N값으로 추정할 수 있는 사항	사 질 토	• 상대밀도(Dr), 내부마찰각(ϕ) • 기초지반의 허용지지력	• 기초지반의 탄성침하 • 액상화 가능성 파악
	점 성 토	• 일축압축강도(qu), 비배수점착력(Cu) • 기초지반의 허용지지력	• 연경 정도

1.2.4 실내시험

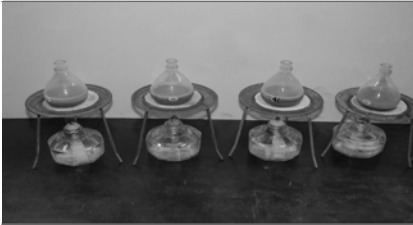
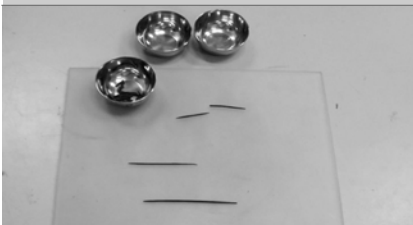
가. 실내토질시험

<표 3.1-9> 실내토질시험 규정

구 분		규 정	비고
토질시험	함 수 비	KS F 2306	
	비 중	KS F 2308	
	액성한계	KS F 2303	
	소성한계	KS F 2304	
	체분석	KS F 2309	
	입도분석	KS F 2302	

1) 시험장비

<표 3.1-10> 실내토질시험 장비

비중시험	함수비시험	액성한계
		
소성한계	입도분석	체분석
		

1.2.5 지반분류 및 기재방법

가. 흙의 분류

- 흙은 토립자의 입도분포 특성 및 소성에 의해 분류되며, 흙은 여러 가지 크기의 토립자가 혼합된 상태로 퇴적되거나 또는 잔류되어 있다.
- 조립토와 세립토의 입도를 분류하는데 있어서 조립토의 경우는 입도가 흙을 분류하는데 결정적인 요소이지만, 세립토에서는 입도뿐만 아니라 연경도(Consistency)와 같은 특성을 고려하여 흙을 분류한다. 즉, 흙의 입경은 자갈과 같은 큰 입자에서부터 콜로이드와 같이 0.001mm 이하의 작은 입자의 흙에 이르기까지 그 분포가 매우 넓기 때문에 입도 분석시 체분석뿐만 아니라 흙입자의 침강속도로부터 입도를 추정하는 분석법에 의하여 실시해야 한다.
- 체분석 시험을 위해 흙입자 입경의 최소 한계는 일반적으로 #200체(0.074mm)를 기준으로 하고 있는데, 그 이하의 입경에 대해서는 Stokes법칙(침강속도와 입경과의 관계식)에 따른 비중계 시험에 의하여 입경을 결정하는 방법을 이용한다.
- 입도분류법은 통일분류법(U.S.C.S분류), AASHTO분류법, FAA법과 그 외의 각국에서 기준으로 하는 분류법 등이 있다. 그러나 흙의 분류방법으로 가장 널리 이용되어지고 있는 방법은 통일분류법으로 본 검토에서는 통일분류법을 기준으로, 흙의 분류를 시행한다.
 - － 통일분류법에서 세립토와 조립토의 구분 : #200체(0.074mm) 및 #4체(4.76mm)로 하고 있으며, 세립토의 구분은 액성한계(LL)와 소성지수(PI)를 기준으로 한다.
 - － 흙의 분류를 위하여 토질시험에서 결정되어야 할 사항은 체의 크기(#200 및 #4체의 통과율), 액성한계(LL), 소성지수(PI)와 같은 Consistency이다.
 - － 세립토의 분류 : A.Casagrande가 제시한 소성도(Plasticity Chart)를 이용하는데, 위에 제시한 바와 같이 액성한계(LL)와 소성지수(PI)로부터 흙의 압축성을 판단하고 이에 따른 분류를 시행한다.
 - － 실트와 점토의 구분 : 소성도에서의 A-line($PI = 0.73(LL-20)$)을 기준으로 하여 A-line 상부를 CL 또는 CH, 하부를 ML 또는 MH로 구분하며, 여기서 Secondary Letter인 L 또는 H는 액성한계 50%를 기준으로 한 압축성의 낮음(Low)과 높음(High)을 의미한다.

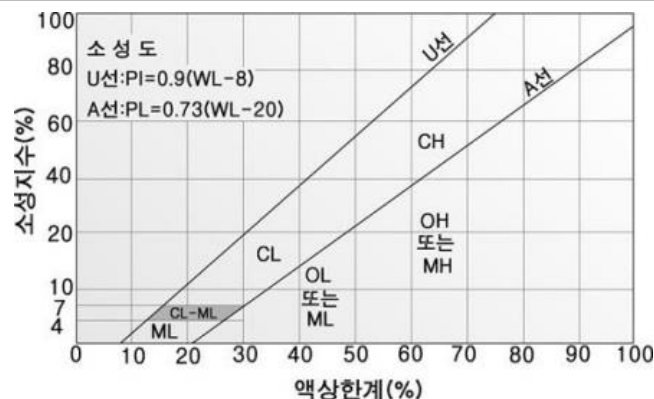
<표 3.1-11> 흙의 분류방법

흙의 분류	• 흙의 공학적 분류방법(KS F 2324)인 통일분류(U.S.C.S)을 기준으로 분류
기재방법	• 시추주상도에 지층구분은 통일된 Symbol을 사용 • N값에 의해 상대밀도 및 연경도를 판단하고 채취시료의 육안관찰 및 물성시험에 의하여 통일분류법으로 흙을 분류하여 기재
기술내용	• 연경도 및 사질토의 상대밀도와 습윤상태, 색조, N값 등을 고려하여 기재 • 함수상태는 건조(Dry), 습윤(Moist), 젖음(Wet) 및 포화상태(Saturated)로 구분 • 색은 흑색, 갈색, 홍색, 적색, 황색 등에 담(연한)과 암(진한)의 접두어를 사용

<표 3.1-12> 흙의 통일분류 (구조물기초설계기준, 2013)

구 분		흙의 통일분류방법		분류기호
조립토 $F < 50\%$	자갈질 흙 $F_1 < \frac{100 - F}{2}$	No.200체 통과량 < 5% No.200체 통과량 < 5% No.200체 통과량 > 12% No.200체 통과량 > 12% No.200체 통과량 > 12% 5 ≤ No.200체 통과량 ≤ 12% 5 ≤ No.200체 통과량 ≤ 12% 5 ≤ No.200체 통과량 ≤ 12% 5 ≤ No.200체 통과량 ≤ 12%	$Cu \geq 4$ 이고 $1 < C_g < 3$ GW 조건을 만족 못함 $PI < 4$ 또는 소성도의 A-선 아래 $PI > 7$ 이고 소성도의 A-선 위 소성도의 "CL-ML"부분 GW와 GM조건을 만족함 GW와 GC조건을 만족함 GP와 GM조건을 만족함 GP와 GC조건을 만족함	GW GP GM GC GC-GM GW-GM GW-GC GP-GM GP-GC
	모래질 흙 $F_1 \geq \frac{100 - F}{2}$	No.200체 통과량 < 5% No.200체 통과량 < 5% No.200체 통과량 > 12% No.200체 통과량 > 12% No.200체 통과량 > 12% 5 ≤ No.200체 통과량 ≤ 12% 소성도의 A-선 아래 5 ≤ No.200체 통과량 ≤ 12% 소성도의 A-선 아래 5 ≤ No.200체 통과량 ≤ 12% 소성도의 A-선 아래 5 ≤ No.200체 통과량 ≤ 12% 소성도의 A-선상 또는 위	$Cu \geq 6$ 이고 $1 < C_g < 3$ SW 조건 만족 못함 $PI < 4$ 또는 소성도의 A-선 아래 $PI > 7$ 이고 소성도의 A-선 위 소성도의 "CL-ML"부분 SW와 SM조건을 만족함 SW와 SC조건을 만족함 SP와 SM조건을 만족함 SP와 SC조건을 만족함	SW SP SM SC SC-SM SW-SM SW-SC SP-SM SP-SC
무기질 세립토 $F \geq 50\%$	$LL < 50\%$	$PI < 4$ 또는 소성도의 A-선 아래 $PI > 7$ 이고 소성도의 A-선 위 $4 \leq PI \leq 7$, 소성도의 "CL-ML"부분		ML CL CL-ML
	$LL \geq 50\%$	소성도의 A-선 아래 소성도의 A-선 위		MH CH
유기질 세립토 $F \geq 50\%$	$LL < 50\%$	$\frac{\text{노건조시료 액성한계}}{\text{공기건조시료 액성한계}} < 0.75$		OL OH
	$LL \geq 50\%$			

소성도표



주) F : #200체 통과량(%), F1 : #4체를 통과하고 #200체에 남은 흙의 양(%)

나. 흙의 기재방법

○ 흙의 상태에 대한 기재내용은 통일분류, 함수상태, 색깔 등이며, 다음과 같은 방법에 의하여 그 결과를 시추주상도에 기록한다.

1) 통일분류법

<표 3.1-13> 통일분류법

토질의 종류		제1문자	토질의 속성	제2문자
조립토	자갈 (Gravel)	G	• 입도 분포 양호 세립분 거의 없음	W
	모래 (Sand)	S	• 입도 분포 불량 세립분 거의 없음	P
세립토	실트 (Silt)	M	• 세립분의 12%이상 함유. A선 아래 소성지수 4이하	M
	점토 (Clay)	C	• 세립분의 12%이상 함유. A선 위 소성지수 7이상	C
	유기질의 실트 및 점토	O	• 압축성 낮음(Low Compressibility) $WL \leq 50$	L
유기질토	이탄	Pt	• 압축성 높음(High Compressibility) $WL \geq 50$	H

2) 함수상태

<표 3.1-14> 함수상태

함 수 비 (%)	상 태
0 ~ 10	건조 (Dry)
10 ~ 30	습윤 (Moist)
30 ~ 70	젖음 (Wet)
70 이상	포화 (Saturated)

3) 색

<표 3.1-15> 색

색	1	담				암					
	2	분홍	홍	황	갈	감람	녹	회			
	3	분홍	적	황	갈	감람	녹	청	백	회	흑

다. 암반의 분류

- 암반의 분류기준은 일반적으로 지질학적 분류, 품셈에 의한 분류, 공학적 분류가 있으며, 내용을 요약하면 다음 표와 같다.

<표 3.1-16> 암반의 분류기준

구 분	분 류 방 법	개 요
지질학적 분 류	• 성인에 따른 분류	• 암석의 생성조건에 따라 분류
품 셈 에 의한 분류	• 지반조사에 의한 분류 • 탄성파 속도에 따른 분류 • 일축압축강도에 의한 분류 • 토공 작업성에 의한 분류	• 지반조사시 암반분류기준에 의거 • 해머타격 및 탄성파 속도에 의한 분류 • 암석의 강도특성에 따른 분류 • R.Q.D, T.C.R 및 탄성파 속도에 따른 분류
공 학 적 분 류	• R.Q.D를 이용한 분류 • RMR을 이용한 분류 • Q-System에 의한 분류	• 시추조사시 회수된 Core를 이용 • 암반상태를 등급화 하여 분류 • 터널공사에 영향을 미치는 특성을 등급화

1) 지질학적 분류

- 지질학적 분류는 지질연대에 의한 분류와 성인에 의한 분류로 나누어진다. 지질연대에 따른 분류는 지층의 층사와 암석의 경년을 기준으로 한 연대에 따라 대(代, Era), 기(紀, Period), 세(世, Age)로 구분하며, 암석을 생성조건에 따라 분류하는 방법은 먼저 1단계로 생성과정에 따라 화성암, 변성암, 퇴적암의 3가지로 구분한 다음 암석의 생성조건과 조암광물의 종류 및 성분, 쇄설물의 입경, 결정구조 등에 따라 세분화된다.



2) 품셈에 의한 분류

가) 지반조사시 암반분류

○ 조사지역에 분포하는 기반암을 지반 조사시 암반분류기준에 의거하여 연암, 보통암, 경암 등 3등급으로 분류한다.

<표 3.1-17> 지반조사시 암반분류 기준(국교부 표준품셈 - 도로설계실무편람(토공 및 배수공))

구 분	지질조사에 의한 분류기준	지 질 특 성
연 암	• TCR : 20~40%, • RQD : <25% • Js : 6cm~20cm • 일축압축강도(건조상태) : 700~1,000kgf/cm²	• 암의 내부를 제외하고 균열을 따라 다소 풍화가 진척되어 있으며, 장식 및 유색광물이 변색됨(심한풍화~보통풍화) • 해머로 1~2회치면 둔탁음을 내고 부서지거나 갈라짐
보통암	• TCR : 40~70% • RQD : 25~50% • Js : 15cm~30cm • 일축압축강도(건조상태) : 1,000~1,300kgf/cm²	• 절리면을 따라 다소 풍화 진행, 석영을 제외한 장식 및 유색광물 일부 변색됨(보통풍화~약간풍화) • 해머 타격시 탁음을 내고 2~3회에서 갈라지며 갈라진 면이 날카로움
경 암	• TCR : >70% • RQD : >50% • Js : 20cm~50cm • 일축압축강도(건조상태) : 1,300~1,600kgf/cm²	• 대체로 신선, 절리면을 따라 약간풍화, 암내부는 대체로 신선(약간풍화~신선) • 해머타격시 금속음을 내고 잘 부서지지 않으며 튀는 경향을 보임

나) 탄성과 속도에 의한 암석의 분류

<표 3.1-18> 암석그룹의 분류 (국교부 표준품셈)

구 분	A 그룹	B 그룹
대표적인 암 석 명	• 편마암, 사질편암, 녹색편암, 각섬암, 석회암, 사암, 휘록응회암, 역암, 화강암, 섬록암, 감람암, 사문암, 유문암, 셰일, 안산암, 현무암	• 흑색편암, 녹색편암, 휘록응회암, • 셰일이암, 응회암, 집괴암
함유물 등에 의한 시각판정	• 사질분, 석영분을 다량 함유, 암질이 단단, 결정도가 높은 것	• 사질분, 석영분이 거의 없고 응회분이 거의 없는 암석 천매상의 암석
500~1,000g 해머의 타격에 의한 판정	• 타격점의 암은 작은 평평한 암편으로 되어 비산되나, 거의 암분을 남기지 않는 것	• 타격점에 암 자신이 부서지지 않고 분상이 되어 남고 암편이 별로 비상되지 않는 암석

<표 3.1-19> 암석그룹별 탄성파속도에 따른 암반분류

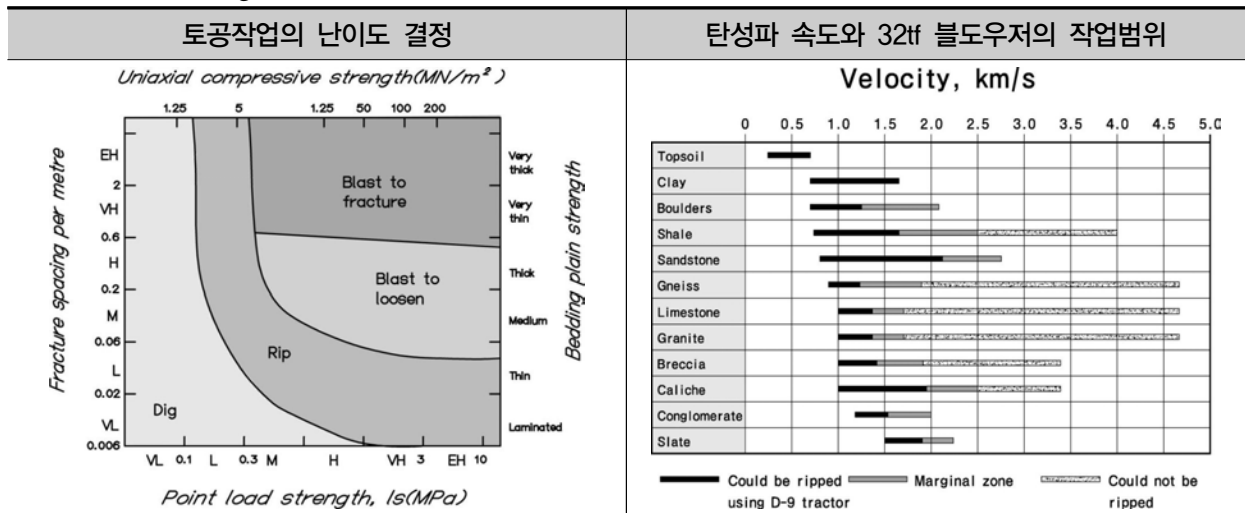
구 분		자연상태의 탄성파속도 V(km/sec)	암편의 탄성파속도 Vc(km/sec)	암편내압강도 (kgf/cm ²)	비 고
풍화암	A	0.7~1.2	2.0~2.7	300~700	• 내압강도 시 편 : 5cm입방체 노 건 조 : 24시간 수중침윤 : 2일 • 내압시험 시험방향(가압방향) : z축(결면에 수직, 탄성파 속도가 느린 방향) • 암편 탄성파 속도 1. 시편 : 두께 15~20cm 상하면이 평행선 2. 측정방향 : x축(탄성파 속도가 가장 빠른 방향), (결면에 평행)
	B	1.0~1.8	2.5~3.0	100~200	
연 암	A	1.2~1.9	2.7~3.9	700~1,000	
	B	1.8~2.8	3.0~4.3	200~500	
보통암	A	1.9~2.9	3.7~4.7	1,000~1,300	
	B	2.8~4.1	4.3~5.7	500~800	
경 암	A	2.9~4.2	4.7~5.8	1,300~1,600	
	B	4.1 이상	5.7 이상	800 이상	
극경암	A	4.2 이상	5.8 이상	1,600 이상	
	B				

다) 토공작업성에 의한 분류기준

<표 3.1-20> 토공작업성에 의한 암반분류

구 분		토공작업 리퍼빌리티		
		토 사	리핑암	발파암
표준관입시험 (N값)		50/10 미만	50/10 이상	-
불연속면 발달빈도	BX 크기	-	TCR=5% 이하이고 RQD=0% 정도	TCR=5~10%이상이고 RQD=0~5% 이상
	NX 크기	-	TCR=25% 이하이고 RQD=0% 정도	TCR=25%이상이고 RQD=0~10% 이상
탄성파 속 도	A 그룹	700m/sec 미만	700~1,200m/sec 미만	1,200m/sec 이상
	B 그룹	1,000m/sec 미만	1,000~1,800m/sec 미만	1,800m/sec 이상

<표 3.1-21> 토공작업의 난이도 및 블도우저 작업범위



라) 암석의 일축압축강도에 따른 분류기준

<표 3.1-22> 일축압축강도에 의한 암반분류기준 (한국기술용역협회 지질조사표준품셈)

구 분	풍화암	연 암	보통암	경 암	극경암
제3기 퇴적암 화성암	각 암석의 풍화암	세일, 응회암, 사암, 이암, 각력응회암	역암, 집괴암, 현무암 (다공질)	쳐트, 규질아질라이트, 유문암, 반암, 안산암, 조면암, 집괴암, 현무암	규질아질라이트, 석 영, 조면암, 석영안산암
중생대 퇴적암 화성암	각 암석의 풍화암	세일, 탄질세일	사질세일, 실트스톤, 장석질사암	역암, 경사암, 규질세일, 화강암, 반암, 규장암, 화강편마암, 쳐트, 혼펠스	석영맥, 쳐트, 혼펠스
고생대 및 선캄브리아기 퇴적암, 화성암 및 변성암	각 암석의 풍화암	세일, 실트스톤, 탄질세일, 석회암, 대리석, 점판암, 천매암, 사문암	슬레이트, 백운암, 흑운모편암, 흑연편암, 녹리, 석편암, 견운모편암	사암, 역암, 규질세일, 규질석회암, 섬록암, 섬장암, 반려암, 석영반암, 화강반암, 페그마타이트반암, 화강편마암, 운모편마암, 각섬편마암, 호상편마암, 석영편암, 각섬편암, 운모편암	경사암, 규암, 석영맥
일축압축강도 (kgf/cm ²)	125 이하	125~400	400~800	800~1,200	1,200이상 경우에는 1,800
적 용	• 상기 암석의 일축압축강도는 암반분류의 한 요인으로서 암반을 종합판정 할 경우에는 풍화정도, 균열상태, 코아형성 등의 제성질을 참작하여 실시, Foliation 및 잠재균열이 발달한 일축압축강도는 저하함				

라. 암반의 기재방법

- ISRM(국제암반역학회)의 분류방법에 의거 암석의 풍화상태, 불연속면의 간격(절리나 파쇄대의 간격), 강도 및 암질 등을 기재한다.

1) 암석의 풍화상태에 따른 분류기준

<표 3.1-23> 암석의 풍화상태에 따른 분류기준

기 호	표 현	설 명
D5	완전풍화	• 암석전체가 완전풍화를 받아 흙으로 변화되었으나 모암의 원조직과 구조를 지니며, 간혹 풍화를 받지 않은 암편을 함유
D4	심한풍화	• 암석내부까지 풍화가 진행 중이며, 점토물질이 협재되어 있어 부분적으로 쉽게 부스러뜨릴 수 있는 상태
D3	보통풍화	• 전 암석표면에서부터 풍화가 진행중이며, 색조는 변하였으나 손으로 부스러뜨릴 수 없는 상태
D2	약간풍화	• 기반암에 발달된 불연속면을 따라 미약한 풍화작용이 시작되고 있으나 암석은 풍화작용이 일어나지 않은 상태
D1	신 선	• 풍화작용의 흔적이 없는 상태

2) 암석의 육안판정에 따른 강도 분류기준

<표 3.1-24> 암석의 육안판정에 따른 강도 분류기준

기 호	표 현	설 명
S5	매우약함	• 손가락 또는 엄지손가락으로 눌러 으스러지는 정도
S4	약함	• 함마로 눌러 으스러지는 정도
S3	보통강함	• 1회의 약한 함마 타격에 쉽게 깨지며 모서리가 으스러짐
S2	강함	• 1~2회의 강한 함마 타격에 깨지거나 모서리가 각이 짐
S1	매우강함	• 여러번 강한 타격에 파각상 조각으로 깨지며 각이 날카로움

3) 암석의 절리간격에 따른 분류기준

- 절리(Joint)는 암석에 발달한 균열을 따라 변위가 일어나지 않은 형태를 말하며, 절리간격은 아래와 같이 기재한다.

<표 3.1-25> 암석의 절리간격에 따른 분류기준

기 호	간 격	표 현
F5	5cm 이하	• 매우심한균열 (Highly Fractured)
F4	5 ~ 10cm	• 심한균열 (Fractured)
F3	10 ~ 20cm	• 보통균열 (Moderately Fractured)
F2	20 ~ 100cm	• 약간균열 (Slightly Fractured)
F1	100cm 이상	• 과상 (Solid)

4) 암석의 절리면 거칠기에 따른 분류기준

<표 3.1-26> 암석의 절리면 거칠기에 따른 분류기준

구 분	계단형	파동형	평면형
거칠음			
완 만			
경 면			

5) 코아회수율 (T.C.R)

○ 코아회수율이란 현장에서 시료를 채취할 때 파쇄되지 않은 상태로 회수되는 정도를 뜻한다.

$$TCR(\%) = \frac{\text{회수된 Core 길이}}{\text{BoreHole 길이}} \times 100$$

<표 3.1-27> 코아회수율에 따른 추정사항

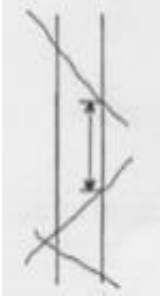
T C R (%)	추 정 사 항
회수율이 적을 때	• 균열, 절리가 많음, 단층, 파쇄대 지역, 풍화가 심함, 암질이 불량으로 추정 가능
회수율이 클 때	• 암질 단단, 균열 절리가 적음, 암질 상태 양호로 추정가능

6) 암질지수 (R.Q.D)

○ 암질지수 즉, 암질의 상태를 나타내는 지표로서 NX규격의 시추공(Borehole)에서 채취된 암석 코어의 길이로 재는 방법에는 (1) tip to tip, (2) center line, (3) fully circular의 3가지 방법이 있으며, 본 조사에서는 center line방법을 적용하여 측정한다.

$$RQD(\%) = \frac{\text{10cm이상 Core의 총길이}}{\text{BoreHole 길이}} \times 100$$

<표 3.1-28> 암질지수 측정방법

(1) tip to tip	(2) center line	(3) fully circular
		

<표 3.1-29> 암질지수 판정

RQD (%)	암 질	RQD (%)	암 질
90 ~ 100	매우우수	25 ~ 50	불량
75 ~ 90	우수		매우불량
50 ~ 75	양호	0 ~ 25	

1.3 조사결과

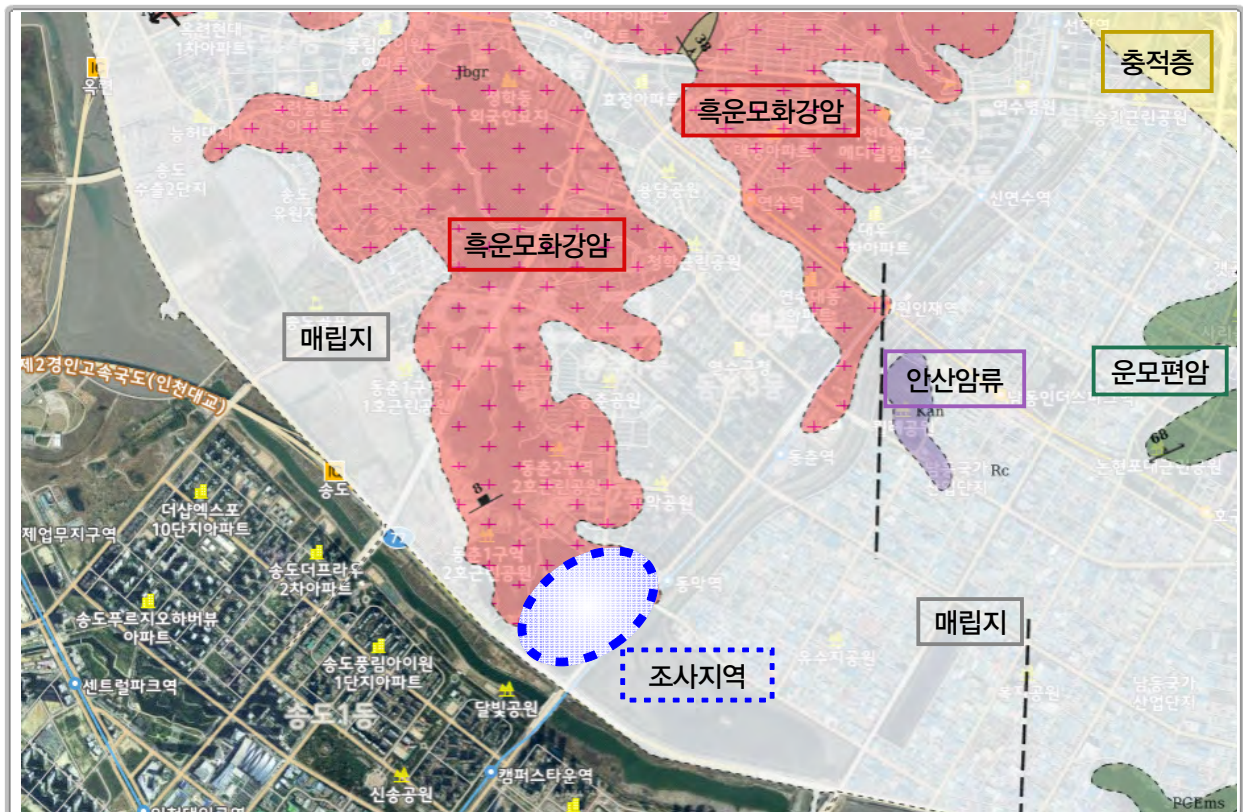
1.3.1 지형 및 지질

가. 지형 특성

○ 본 조사지역은 인천광역시 연수구 동춘동 일원에 위치하며, 송도국제도시, 송도테마파크 등과 인접해 있다. 교통으로는 제2경인고속도로, 영동고속도로 등에 인접해 있으며, 아암대로 경원대로, 능허대로가 과업구간 경계로 지나고 있다. 산계로는 과업지역의 북쪽에 청량산(▲172.9m)이 소재하고 있으며, 수계로는 과업구간 동남측에 도심하천인 송기천이 남동공단 유수지를 거쳐 황해로 유입된다.

나. 지질 특성

○ 본 조사지역의 지질은 기존자료(한국지질도<김포-인천도폭>, 1:50,000)를 활용하였다. 본 조사지역의 기반암은 대부분 주라기의 화성암류인 흑운모 화강암으로 구성되어 있다. 흑운모 화강암은 인천 시가지 전부와 청량산 일대에 광범위하게 분포하고 있으며, 변성암류를 소규모로 많이 포획하고 있다. 이러한 분포 상태는 운모편암이 수 m 규모로 조립 흑운모화강암 내지 엽리상화강암에 의해 포획되고 있으며, 중립질 흑운모화강암이 이들을 관입하고 있다.

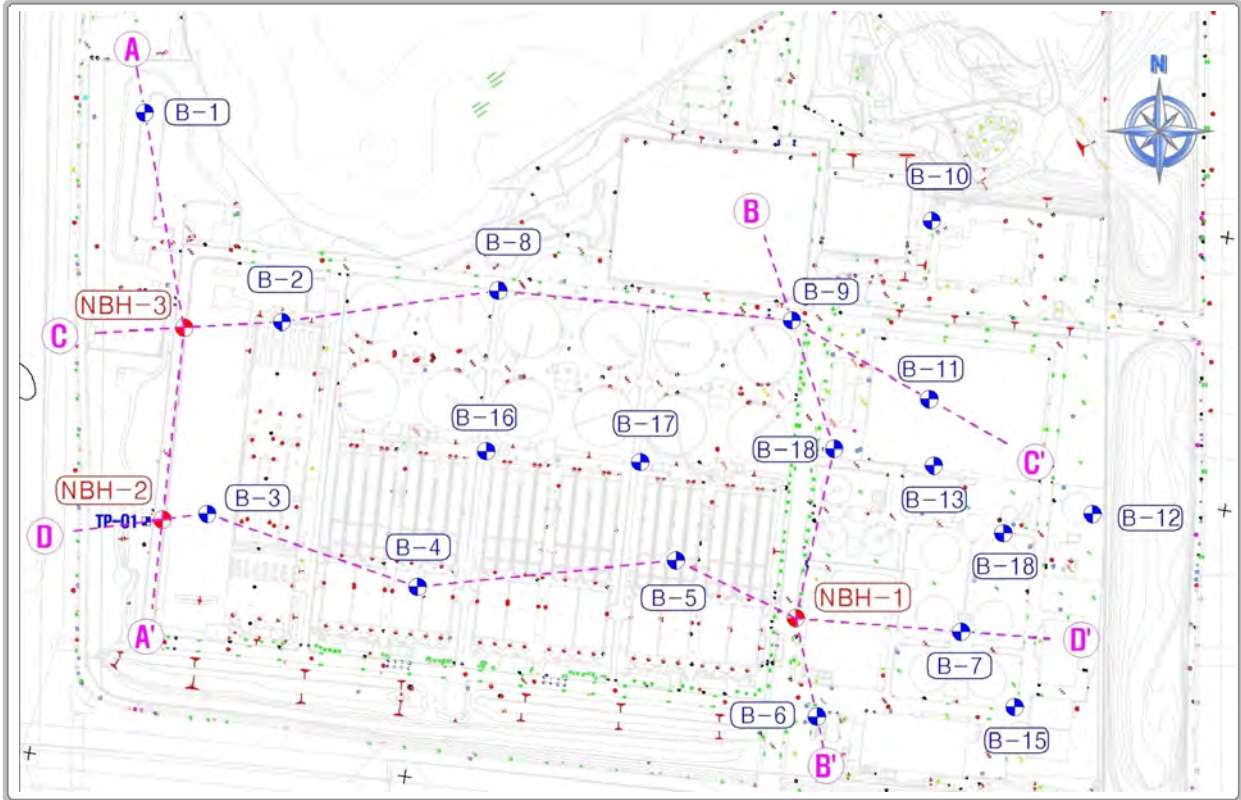


<그림 3.1-3> 지질도

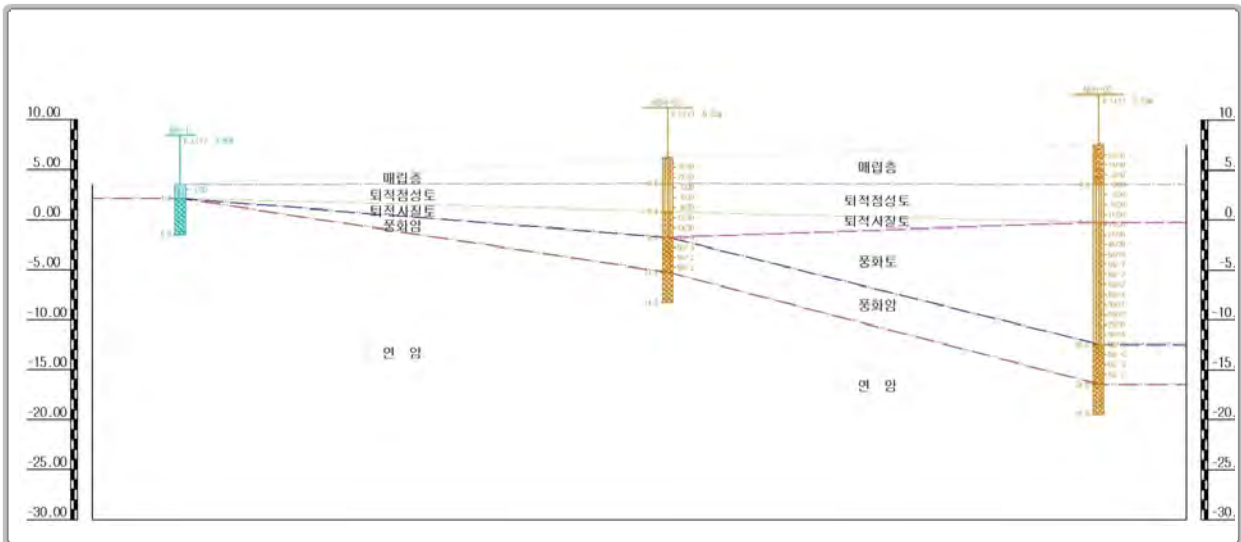
1.3.2 현장조사 결과

가. 시추조사 결과

○ 본 조사지역에서 실시한 3개소의 시추조사 결과를 정리하면 다음과 같다.



<그림 3.1-4> 조사위치도



<그림 3.1-5> 지층단면도

01

02

03

04

05

06

07

08

나. 공변별 지층분포현황

<표 3.1-30> 공변별 지층분포현황

구 분	지 층	심 도 (GL.-m)	층두께 (m)	구 성 상 태	N값(횡수/cm) (TCR/RQD)
NBH-1	매립층	0.0 ~ 2.2	2.2	실트질 모래	3/30 ~ 5/30
	퇴적층 점성토	2.2 ~ 7.4	5.2	점토질 실트	0/30 ~ 14/30
	풍화암	7.4 ~ 9.6	2.2	굴진시 실트질 모래로 분해	50/3 ~ 50/2
	연 암	9.6 ~ 12.6	3.0 이상	화강암의 연암	(70/0)
NBH-2	매립층	0.0 ~ 5.0	5.0	모래질 자갈	6/30 ~ 23/30
	퇴적층 점성토	5.0 ~ 7.8	2.8	점토질 실트	3/30 ~ 11/30
	풍화토	7.8 ~ 20.0	12.2	실트섞인 모래	15/30 ~ 50/2
	풍화암	20.0 ~ 24.0	4.0	굴진시 실트질 모래로 분해	50/9 ~ 50/2
	연 암	24.0 ~ 27.0	3.0 이상	화강암의 연암	(93/40)
NBH-3	매립층	0.0 ~ 2.6	2.6	실트질 모래	17/30 ~ 25/30
	퇴적층	점성토	1.8	점토질 실트	2/30 ~ 8/30
		사질토	2.6	실트질 모래	12/30 ~ 19/30
	풍화암	8.0 ~ 11.5	3.5	굴진시 실트질 모래로 분해	50/9 ~ 50/2
	연 암	11.5 ~ 14.5	3.0 이상	화강암의 연암	(89/60)

다. 지층개황

<표 3.1-31> 지층개황

구 분	층두께(m)	구 성 성 분	N값(횡수/cm) (TCR/RQD)	비 고
매립층	2.2 ~ 5.0	실트질 모래	3/30 ~ 25/30	
퇴 적 층	점성토	1.5 ~ 5.2	점토질 실트	0/30 ~ 14/30
	사질토	2.6	실트질 모래	12/30 ~ 19/30
풍화토	12.2	실트섞인 모래	15/30 ~ 50/2	
풍화암	2.2 ~ 4.0	굴진시 실트질 모래로 분해	50/9 ~ 50/2	
연 암	3.0 이상	화강암의 연암	(70~93/0~60)	

라. 지층개요

1)매립층

- 본 지층은 인위적으로 매립된 지층으로 지표로부터 2.2~5.0m의 층후로 분포한다. 구성성분은 자갈섞인 실트질 모래, 실트섞인 모래질 자갈로 구성되어 있다. 표준관입시험결과 N값은 3/30~25/30(횡수/cm)로 매우느슨~보통조밀한 상대밀도를 보인다.

2)퇴적층(점성토)

- 본 지층은 지표하 2.2~5.0m에서 2.8~5.2m의 층후로 분포한다. 구성성분은 점토질 실트로 구성되어 있으며, 표준관입시험결과 N값은 0/30~14/30(횡수/cm)로 매우연약~건고한 연경도를 보인다.

3)퇴적층(사질토)

- 본 지층은 NBH-3 시추공에서 지표하(GL,-m) 5.4m에서 2.6m의 층후로 분포한다. 구성성분은 실트질 모래로 구성되어 있으며, 표준관입시험결과 N값은 12/30~19/30(횡수/cm)로 보통조밀한 상대밀도를 보인다. 있으며, 표준관입시험결과 N값은 0/30~14/30(횡수/cm)로 매우연약~건고한 연경도를 보인다.

4)풍화토

- 본 지층은 풍화대의 상부 풍화대층으로 NBH-2의 시추공에서 지표하(GL,-m) 7.8m에서 12.2m의 층후로 분포한다. 구성성분은 실트섞인 모래로 구성되어 있으며, 표준관입시험결과 N값은 15/30~50/2(횡수/cm)로 보통조밀~매우조밀한 상대밀도를 보이며, 부분적으로 분포하는 암편으로 N값에 큰 편차를 보인다.

5)풍화암

- 본 지층은 풍화대의 하부지층으로 지표하(GL,-m) 7.4~20.0m에서 2.2~4.0m의 층후로 분포한다. 구성성분은 굴진시 실트질 모래로 분해되어 채취되며, 표준관입시험 결과 N값은 50/9~50/2(횡수/cm)로 매우조밀한 상대밀도를 보인다.

6)연암

- 본 지층은 기반암이 잔존하여 분포하는 지층으로 지표하(GL,-m) 9.6~24.0m에서 3.0m 이상의 층후로 분포하고 있다. 구성 암종은 화강암으로 풍화정도는 심한풍화~보통풍화 상태이며, 약함~보통강함의 강도를 보이는 코아가 회수되었다. 색조는 갈색을 보이며, TCR=70~93%, RQD=0~60%로 매우불량~양호한 암질지수로 회수되었다.

01

02

03

04

05

06

07

08

1.3.3 표준관입시험 결과

○ 원위치에 있는 흙의 연경도 및 상대밀도를 파악하기 위하여 시추조사와 병행하여 표준관입시험을 시행하였으며, 각 시추공별 표준 관입 저항치(N값)는 다음과 같다.

<표 3.1-32> 표준관입시험 결과

지층분포	상대밀도/연경도	N값(횃수/cm)	N값 분포
매립층	매우느슨~보통조밀	3/30~25/30	
퇴적층(점성토)	매우연약~보통건고	0/30~14/30	
퇴적층(사질토)	보통조밀	12/30~19/30	
풍화토	보통조밀~매우조밀	15/30~50/2	
풍화암	매우조밀	50/9~50/2	

1.3.4 지하수위측정 결과

○ 시추조사 완료 후 측정된 각 공별 공내 지하수위는 다음과 같다.

<표 3.1-33> 지하수위측정 결과

공 번	좌 표		표고 (EL.m)	지하수위		토 층
	X	Y		GL.(-)m	EL.m	
NBH-1	532788.24	171093.52	5.87	1.10	4.77	퇴적층
NBH-2	532843.28	170739.82	7.53	4.80	2.73	퇴적층
NBH-3	532950.41	170751.99	6.22	3.00	3.22	퇴적층

1.3.5 토질시험 결과

○ 시추조사 시 채취된 시료 및 시험굴조사시 채취한 시료에 대하여 비중, 함수비, 액·소성한계, 입도분석시험 등을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

<표 3.1-34> 토질시험 결과

공번	시험 구간 (GL.-m)	함수비 (%)	비중 (Gs)	Atterberg Limits		D다짐		Grain Size Distribution (%)					통일 분류
				LL (%)	PI	γ dmax (kN/m ³)	OMC (%)	NO.4	NO.10	NO.40	NO.200	0.002 mm	
TP-1	0.5	2.7	2.65	N.P	N.P	19.02	8.2	88.6	77.8	28.4	13.4	1.0	SM

2. 측량조사

2.1 과업의 개요

가. 조사목적

- 본 과업은 노후화된 승기공공하수처리시설 현대화 사업을 위한 측량성과 제출.

나. 과업의 범위 및 내용

- 국가기준점을 이용한 기준점 신설(CP) :2점
- 국가수준점을 이용한 TBM 신설 :8 점
- GPS를 이용한 지상현황측량 실시

다. 조사장비

<표 3.2-1> 조사장비

구 분	장 비 명		작 업 내 용	수 량
기준점 측량	GINTEC F90		기준점 측량	1set
수준 측량	DL-502		수준 측량	1set
지상현황 측량	GINTEC F90		현황 측량	3set
성과물 제작	성과물 제작장비	컴퓨터(I3-8100)	성과물제작	1대
	소프트웨어	한글2010		
		AUTO CAD 2013		

라. 과업수행방법



<그림 3.2-1> 과업수행방법

2.2 기준점 측량

가. 개요

- 기준점 측량은 측량·수로조사 및 지적에 관한 법률 제7조 및 동법 시행령 제8조에 의한 국가 기준점 중 국토지리정보원에서 운영하고 있는 실시간 정밀 GNSS측량 방법으로 공공기준점 측량 수행작업을 말한다.

나. 사용장비

- 기준점 측량장비는 1급 장비 GPS (GINTEC F90)를 사용하여 기준점 작업을 수행하였다.
- 수준 측량장비는 전자레벨(DL-502)을 이용하여 직접수준측량을 수행하였다.
- 지상현황 측량장비는 1급 장비 GPS (GINTEC F90)를 사용하여 지상현황 측량 작업을 수행하였다.

<표 3.2-2> 사용 장비

작업	장비	수량	성능	비고
기준점 측량 및 지상현황 측량	GINTEC F90	3 SET	• 1급 장비 • 위치정확도 수평$\pm 0.25m+1ppm$, 수직$\pm 0.5m+1ppm$ • 채널 600 • 수신기능 위성 (GPS/BEIDOU/GLONASS/GALILEO QZSS)	
수준 측량	TOPCON DL-502	1 SET	• 왕복 표준편차 : (0.6mm/1Km) • 광학배율 : 32X • 보정범위 : ± 15	

다. 기준점 성과(도근점)

<표 3.2-3> 기준점 성과

점명	X	Y	Z	경로
CP01	532975.386	170773.756	5.702	동막역사거리에서 외암도사거리 방면 약 230M 앞 승기사업소 입구에 있는 L형 측구 앞에 위치함.
CP02	533035.789	170686.370	5.890	승기사업소 정문에서 앞으로 약 140M, 좌측으로 돌아 약 160M 앞에 있는 흰스 앞 아스팔트에 위치함.

라. 수준점 성과(TBM)

<표 3.2-4> 수준점 성과

측점명(점의번호)	표고(m)	위치	비 고
BM 12-11-26-06	7.5176	인천광역시 연수구 선화로 67	수준점
TBM01	5.382	선학역사거리에서 은행나무 어린이공원 방면으로 약 230M 앞 화단쪽 모서리 L형 측구에 위치함.	가수준점
TBM02	5.140	TBM01을 기준으로 신연수역 방면 약 650M 앞 화단쪽 L형 측구에 위치함.	가수준점
TBM03	4.777	TBM02을 기준으로 원인재역 방면 약 580M 앞에 있는 자전거도로 L형 측구에 위치함.	가수준점
TBM04	7.452	TBM03을 기준으로 경원고가교 아래 방면 약 470M 앞 화단쪽 L형 측구에 위치함.	가수준점
TBM05	5.274	TBM04를 기준으로 연수사거리 방면에 있는 한양1차아파트 앞 자전거도로 L형 측구에 위치함	가수준점
TBM06	4.501	TBM05를 기준으로 현대1차아파트 방면 약 460M 앞 동춘역사거리에 있는 자전거도로 L형 측구에 위치함.	가수준점
TBM07	5.642	TBM06을 기준으로 동막역사거리 방면으로 약 510M 앞 자전거도로 L형 측구에 위치함	가수준점
TBM08	5.166	TBM07을 기준으로 동막역사거리 방면 약 370M 앞에 위치한 갤러리다솜 앞 자전거도로 L형 측구에 위치함	가수준점

01

02

03

04

05

06

07

08

마. 수준망도



<그림 3.2-2> 기준점 및 수준점, 가수준점 표시위치도

3. 유량 및 수질조사

3.1 과업의 개요

가. 조사목적

- 본 과업은 승기공공하수처리시설 현대화사업의 타당성조사 및 기본계획과 입찰안내서작성에 대한 용역 과업중 유량 및 수질조사이다.

나. 조사범위 및 내용

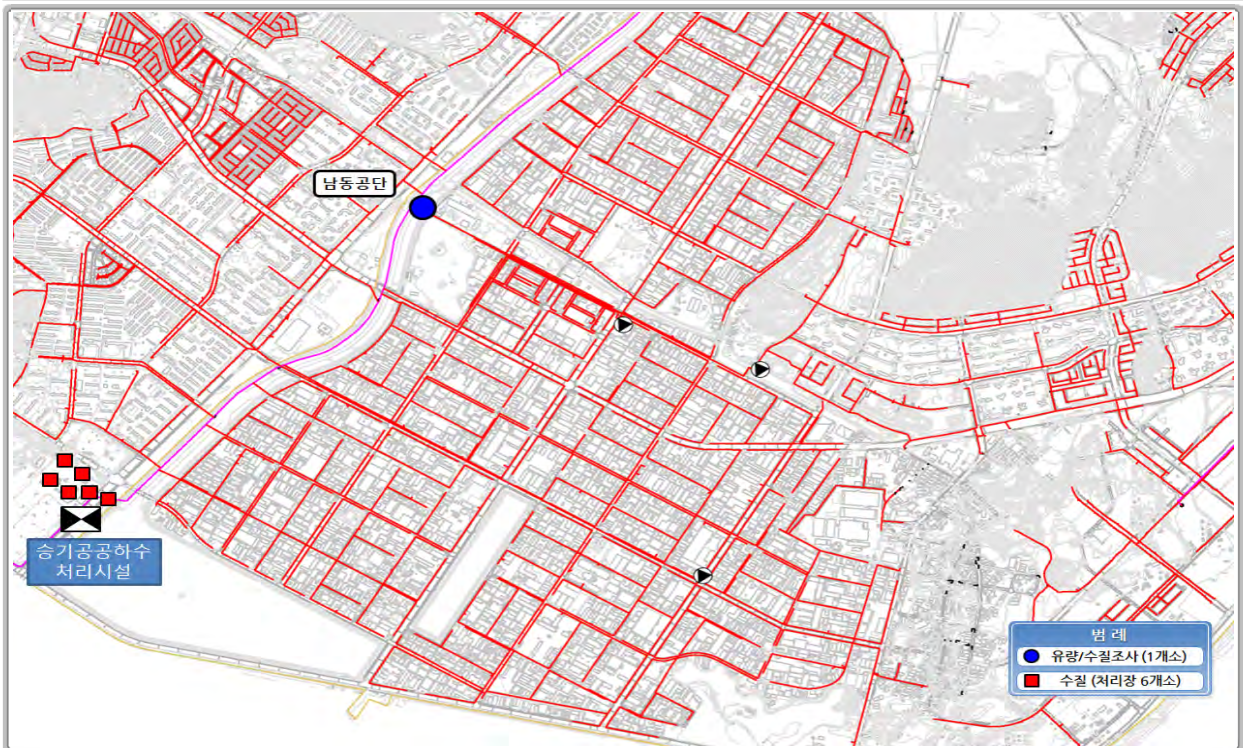
- 본 유량 및 수질 조사는 공공하수처리시설 유입대상 처리구역에서 유입되는 하수의 유량 및 수질변화와 처리시설 주요 공정의 시간대별 수질농도 변화 등을 검토하기 위하여 수행하였다.

1) 조사지점 선정

- 금회 유량 조사는 1개소, 수질조사는 7개소이며 유량·수질동시 조사 지점은 남동공단 지점 1개소이며 수질조사 지점 6개소는 하수처리시설 내 주요 공정에서 조사를 실시하였다. 금회 조사 지점 현황은 아래의 표와 그림과 같다.

<표 3.3-1> 조사지점

구분	지 점	위 치	관경(mm)	지역특성	조사내용	
					유량	수질
유량조사	남동공단	남동구 고잔동 625-2	분류식 D500	공업,상업,주거	○	○
승기 공공하수처리 시설	유입부	처리시설 내부	—	—	—	○
	헤파조	처리시설 내부	—	—	—	○
	무산소조	처리시설 내부	—	—	—	○
	포기조	처리시설 내부	—	—	—	○
	이차침전지	처리시설 내부	—	—	—	○
	방류수	처리시설 내부	—	—	—	○



<그림 3.3-1> 조사지점위치도

2) 조사지점

 승거공공하처리 시설 현대화 사업 타당성 조사 및 기본계획 2022. 1. 21. 남동공단 08:55	 승거공공하처리 시설 현대화 사업 타당성 조사 및 기본계획 2022. 1. 21. 유입부 08:00
남동공단  승거공공하처리 시설 현대화 사업 타당성 조사 및 기본계획 2022. 1. 21. 협기조 08:10	유입부  승거공공하처리 시설 현대화 사업 타당성 조사 및 기본계획 2022. 1. 21. 무산소조 08:15
협기조  승거공공하처리 시설 현대화 사업 타당성 조사 및 기본계획 2022. 1. 21. 포기조 08:00	무산소조  승거공공하처리 시설 현대화 사업 타당성 조사 및 기본계획 2022. 1. 21. 이차침전지 08:25
포기조  승거공공하처리 시설 현대화 사업 타당성 조사 및 기본계획 2022. 1. 21. 방류수 08:35	이차침전지 —
방류수	—

<그림 3.3-2> 조사지점

3.2 유량 및 수질조사 결과

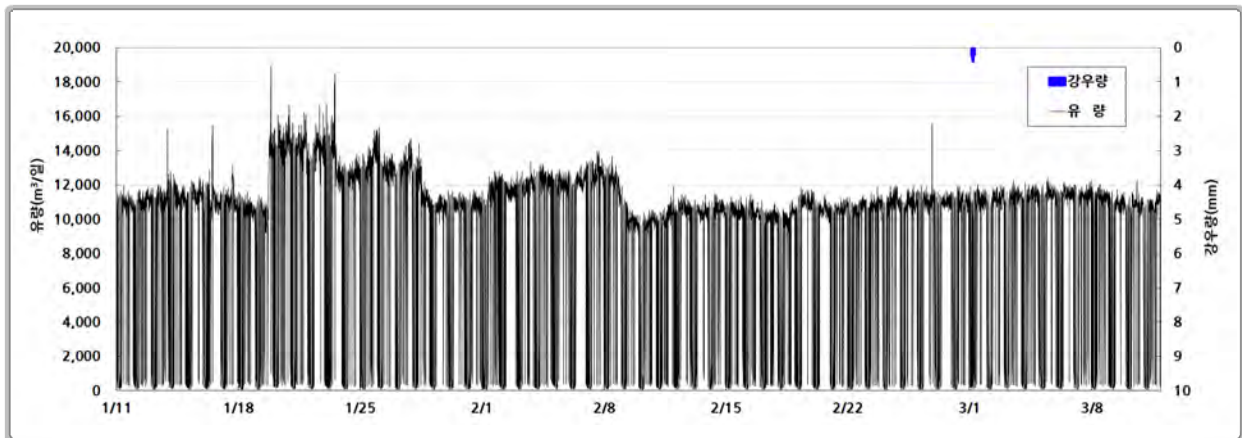
가. 유량조사 결과

1) 남동공단 지점

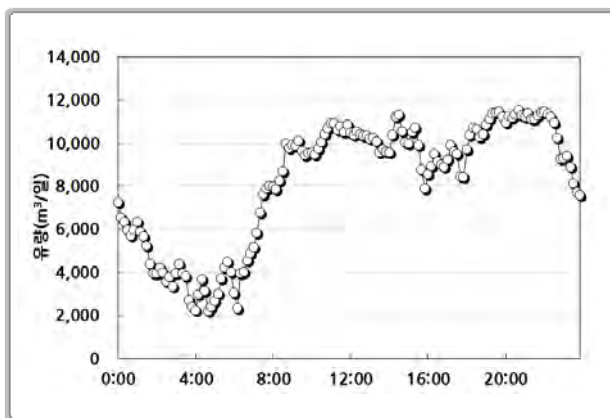
- 금회 조사의 유량 조사는 남동공단지점 1개소에 대하여 조사를 실시하였다.
- 유량 분석 결과, 청천시 일평균 유량 분석 결과, 평균 8,209.9m³/일, 최대 10,770.9m³/일, 최소 6,992.1m³/일로 분석되었다.
- 남동공단 지점은 공업·상업·주거지역이며 상류부에 위치한 중계펌프장 영향을 받아 유량 변동폭이 큰 것으로 조사되었다. 또한 청천시 일변동 패턴 분석 결과, 새벽 시간대 유량이 감소하고 낮 시간대 유량이 증가하는 패턴으로 분석되었다.

<표 3.3-2> 남동공단 지점 유량조사 결과

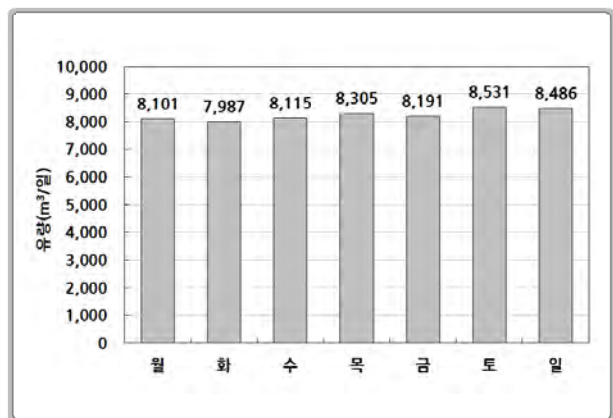
구 분 (m³/일)	평 균	최 대	최 소
전체 유량	8,206.0	10,770.9	6,992.1
청천시 유량	8,209.9	10,770.9	6,992.1



<그림 3.3-3> 관측기간 유량



<그림 3.3-4> 청천시 일변동 패턴



<그림 3.3-5> 일평균 유량 변동

나. 수질조사 결과

1) 남동공단 지점

- 승기하수처리시설로 유입되는 유역 내 남동공단 지점에서 수질채수를 진행하였다. 청천시 총 4회 채수를 실시하였으며 회당 08시부터 18시까지 2시간 간격 6회 채수를 실시하였다.
- 수질 분석 결과측정 결과, 오후시간대로 갈수록 농도가 다소 증가하는 경향으로 분석되었다.
 - 1차 분석결과, TBOD₅ 52.5~83.6mg/L, TCOD_{Mn} 70.0~82.0mg/L, TSS 74.0~112.0mg/L으로 조사되었다.
 - 2차 분석결과, TBOD₅ 69.8~114.0mg/L, TCOD_{Mn} 54.0~97.2mg/L, TSS 68.0~114.0mg/L으로 조사되었다.
 - 3차 분석결과, TBOD₅ 104.4~145.2mg/L, TCOD_{Mn} 49.6~99.6mg/L, TSS 56.0~88.0mg/L으로 조사되었다.
 - 4차 분석결과, TBOD₅ 91.2~140.4mg/L, TCOD_{Mn} 60.0~106.4mg/L, TSS 58.0~94.0mg/L으로 조사되었다.

<표 3.3-3> 남동공단 지점 수질조사 결과

시간	1차 조사 (2022년 1월 11월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	13.8	7.0	2.2	70.0	28.0	37.8	52.5	41.2	74.0	41.73	4.248	35.58	0.63	0.061	36.275	41.035	3.325
10:00	12.3	7.0	1.6	74.0	23.0	48.9	69.3	43.7	96.0	35.84	3.527	29.87	0.15	0.103	30.119	35.591	3.356
12:00	11.3	7.1	1.9	70.0	31.0	47.1	63.8	38.3	78.0	31.96	3.166	24.05	0.15	0.111	24.314	31.696	2.820
14:00	12.3	7.0	1.7	72.0	37.0	56.4	74.0	26.9	82.0	29.24	2.825	18.69	0.13	0.053	18.876	29.054	2.261
16:00	12.9	7.1	1.3	82.0	42.0	66.9	74.0	14.5	112.0	26.28	2.750	20.92	0.15	0.049	21.115	26.085	2.181
18:00	11.9	7.0	1.3	80.0	43.0	72.6	83.6	18.9	108.0	40.75	3.789	20.51	0.16	0.093	20.764	40.496	3.627
평균	12.4	7.0	1.7	74.7	34.0	55.0	69.5	30.6	91.7	34.30	3.384	24.94	0.23	0.078	25.244	33.993	2.928
최대	13.8	7.1	2.2	82.0	43.0	72.6	83.6	43.7	112.0	41.73	4.248	35.58	0.63	0.111	36.275	41.035	3.627
최소	11.3	7.0	1.3	70.0	23.0	37.8	52.5	14.5	74.0	26.28	2.750	18.69	0.13	0.049	18.876	26.085	2.181

시간	2차 조사 (2022년 1월 12월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	11.3	6.8	1.3	54.0	29.0	52.8	69.8	21.5	68.0	50.63	4.147	46.78	0.43	0.973	48.180	49.230	4.021
10:00	11.7	6.9	1.4	70.0	32.0	66.3	82.5	15.8	74.0	36.70	2.691	32.38	0.33	0.929	33.641	35.439	1.965
12:00	12.2	6.9	1.4	88.0	37.0	81.9	76.1	17.2	72.0	36.38	2.997	31.56	0.37	0.825	32.751	35.189	1.948
14:00	12.4	6.9	1.4	78.0	36.0	75.3	80.3	14.9	112.0	34.50	3.280	30.55	0.39	0.884	31.826	33.224	2.000
16:00	11.8	6.9	1.3	97.2	39.0	90.3	112.8	14.0	104.0	32.74	3.638	26.10	0.38	0.854	27.334	31.506	2.156
18:00	11.1	6.8	1.4	88.4	40.0	81.0	114.0	17.8	114.0	40.04	4.468	31.07	0.37	0.909	32.345	38.765	2.189
평균	11.8	6.9	1.4	79.3	35.5	74.6	89.3	16.9	90.7	38.50	3.537	33.07	0.38	0.896	34.346	37.226	2.380
최대	12.4	6.9	1.4	97.2	40.0	90.3	114.0	21.5	114.0	50.63	4.468	46.78	0.43	0.973	48.180	49.230	4.021
최소	11.1	6.8	1.3	54.0	29.0	52.8	69.8	14.0	68.0	32.74	2.691	26.10	0.33	0.825	27.334	31.506	1.948

주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L

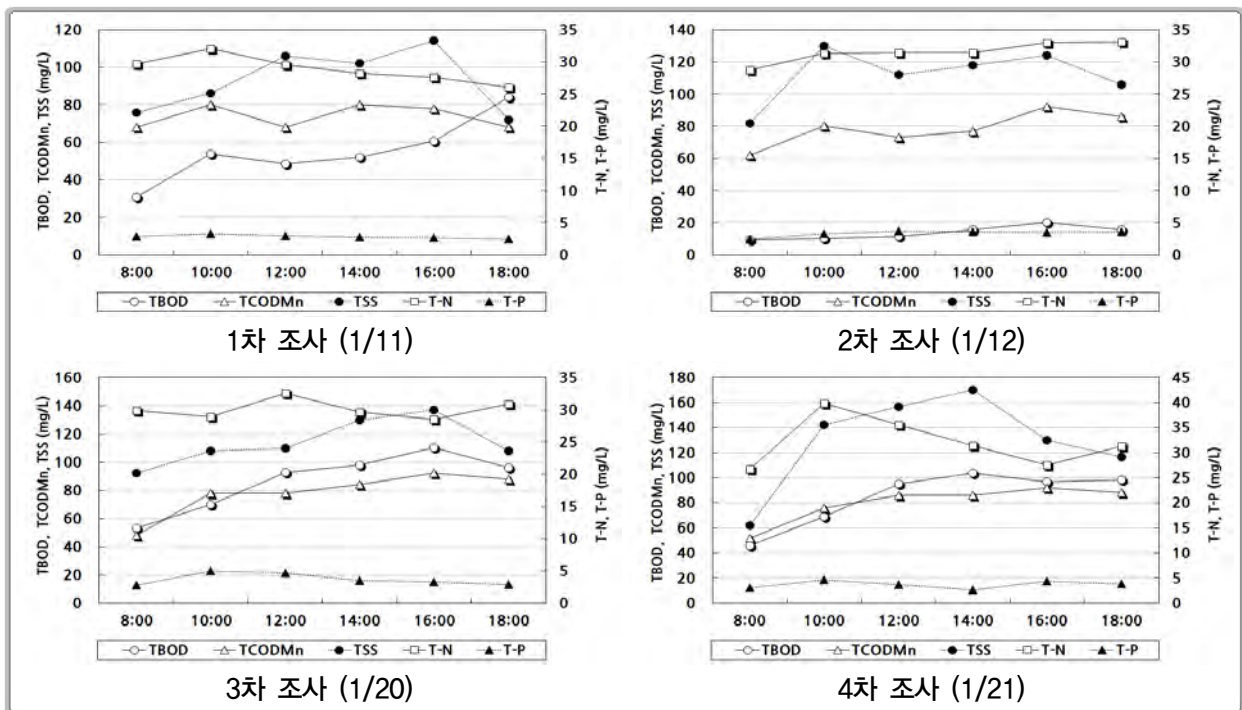
<표 3.3-4> 남동공단 지점 수질조사 결과

시간	3차 조사 (2022년 1월 20일)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	9.3	6.7	2.3	48.0	20.0	31.2	53.4	37.8	92.0	29.86	2.828	6.86	0.16	불검출	7.020	29.700	1.700
10:00	9.8	6.8	2.3	78.0	23.3	61.2	69.9	37.5	108.0	28.90	4.991	9.48	0.02	불검출	9.499	28.881	4.680
12:00	10.3	6.8	2.4	78.0	30.0	70.8	92.7	20.3	110.0	32.55	4.705	3.23	0.15	불검출	3.381	32.399	2.305
14:00	10.8	6.8	2.5	84.0	32.0	83.1	98.1	17.0	130.0	29.64	3.558	9.75	0.02	0.106	9.871	29.519	1.292
16:00	10.4	6.7	2.5	92.0	33.3	79.8	110.1	14.8	136.7	28.47	3.304	3.18	0.01	불검출	3.190	28.460	1.227
18:00	9.7	6.8	2.4	88.0	35.3	85.2	96.0	13.1	108.0	30.86	2.917	5.68	0.14	불검출	5.815	30.725	0.545
평균	10.1	6.8	2.4	78.0	29.0	68.6	86.7	23.4	114.1	30.05	3.717	6.36	0.08	0.018	6.463	29.947	1.958
최대	10.8	6.8	2.5	92.0	35.3	85.2	110.1	37.8	136.7	32.55	4.991	9.75	0.16	0.106	9.871	32.399	4.680
최소	9.3	6.7	2.3	48.0	20.0	31.2	53.4	13.1	92.0	28.47	2.828	3.18	0.01	0.000	3.190	28.460	0.545

시간	4차 조사 (2022년 1월 21일)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	10.4	6.8	2.3	52.0	27.3	40.2	45.9	38.7	62.0	26.67	3.071	10.16	0.13	0.419	10.711	26.119	0.746
10:00	10.9	6.7	2.3	76.0	28.7	63.9	69.0	17.0	142.0	39.90	4.698	10.79	0.09	불검출	10.878	39.812	0.787
12:00	11.4	6.7	2.3	86.0	27.3	72.0	95.1	11.9	156.7	35.58	3.671	15.10	0.15	1.312	16.564	34.116	1.666
14:00	11.8	6.7	2.3	86.0	31.3	81.9	103.5	15.4	170.0	31.39	2.691	8.14	0.16	0.107	8.406	31.124	0.370
16:00	11.7	6.7	2.4	92.0	32.7	90.6	96.6	15.7	130.0	27.49	4.379	8.53	0.09	불검출	8.620	27.200	2.040
18:00	11.3	6.8	2.3	88.2	34.7	87.6	98.4	18.0	116.7	31.27	3.854	12.26	0.05	0.106	12.413	31.117	1.067
평균	11.3	6.7	2.3	80.0	30.3	72.7	84.8	19.5	129.6	32.05	3.727	10.83	0.11	0.324	11.265	31.581	1.113
최대	11.8	6.8	2.4	92.0	34.7	90.6	103.5	38.7	170.0	39.90	4.698	15.10	0.16	1.312	16.564	39.812	2.040
최소	10.4	6.7	2.3	52.0	27.3	40.2	45.9	11.9	62.0	26.67	2.691	8.14	0.05	불검출	8.406	26.119	0.370

주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함

2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L



<그림 3.3-6> 수질변화 그래프 - 유입수 지점

2) 유입수 지점

- 하수처리시설로 처리구역 유량이 유입되는 유입수 지점에서 수질채수를 진행하였다. 청천시 총 4회 채수를 실시하였으며 회당 08시부터 18시까지 2시간 간격 6회 채수를 실시하였다.
- 유입수 지점에 대한 수질 분석 결과측정 결과, 남동공단 지점과 비슷한 수질변동 특성을 보였다.
 - 1차 분석결과, TBOD₅ 30.7~84.0mg/L, TCOD_{Mn} 68.0~80.0mg/L, TSS 72.0~114.0mg/L으로 조사되었다.
 - 2차 분석결과, TBOD₅ 49.3~78.9mg/L, TCOD_{Mn} 62.0~92.0mg/L, TSS 82.0~130.0mg/L으로 조사되었다.
 - 3차 분석결과, TBOD₅ 53.4~110.1mg/L, TCOD_{Mn} 48.0~92.0mg/L, TSS 92.0~136.7mg/L으로 조사되었다.
 - 4차 분석결과, TBOD₅ 45.9~103.5mg/L, TCOD_{Mn} 52.0~92.0mg/L, TSS 62.0~170.0mg/L으로 조사되었다.

<표 3.3-5> 수질조사 결과-유입수 지점

시간	1차 조사 (2022년 1월 11월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	10.1	6.7	3.8	68.0	23.3	27.8	30.7	11.6	76.0	29.71	2.818	19.84	0.17	0.086	20.100	29.450	2.458
10:00	11.2	6.7	2.4	80.0	28.0	55.2	53.8	17.2	86.0	32.01	3.275	22.25	0.15	0.112	22.511	31.749	3.130
12:00	12.4	6.8	1.7	68.0	26.7	47.7	48.4	14.8	106.0	29.58	2.996	11.78	0.14	0.105	12.022	29.338	2.632
14:00	11.9	6.7	1.5	80.0	30.5	58.2	51.9	17.0	102.0	28.24	2.806	13.53	0.15	0.088	13.769	28.001	2.387
16:00	12.4	6.8	3.3	78.0	31.0	60.9	60.5	17.2	114.0	27.64	2.637	14.76	0.15	0.084	14.990	27.410	2.190
18:00	10.4	6.6	2.8	68.0	29.0	54.0	84.0	12.9	72.0	26.07	2.495	19.95	0.15	0.086	20.181	25.839	1.863
평균	11.4	6.7	2.6	73.7	28.1	50.6	54.9	15.1	92.7	28.88	2.838	17.02	0.15	0.094	17.262	28.631	2.443
최대	12.4	6.8	3.8	80.0	31.0	60.9	84.0	17.2	114.0	32.01	3.275	22.25	0.17	0.112	22.511	31.749	3.130
최소	10.1	6.6	1.5	68.0	23.3	27.8	30.7	11.6	72.0	26.07	2.495	11.78	0.14	0.084	12.022	25.839	1.863
시간	2차 조사 (2022년 1월 12월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	10.9	6.7	1.3	62.0	20.5	44.7	49.3	9.5	82.0	28.74	2.422	20.47	0.39	0.994	21.851	27.359	2.158
10:00	11.7	6.9	1.4	80.0	25.0	79.2	77.7	10.3	130.0	31.34	3.317	28.85	0.38	0.717	29.949	30.241	2.472
12:00	11.8	6.9	1.4	73.0	26.0	62.1	72.6	11.4	112.0	31.42	3.650	26.69	0.36	0.906	27.952	30.158	2.402
14:00	12.1	6.8	1.4	77.0	29.5	76.2	78.9	15.4	118.0	31.41	3.537	25.72	0.38	1.011	27.110	30.020	1.948
16:00	11.7	6.8	1.4	92.0	33.5	90.9	78.2	20.2	124.0	32.97	3.473	24.48	0.42	0.842	25.738	31.712	2.876
18:00	10.8	6.8	1.5	86.0	31.0	83.7	78.9	15.6	106.0	33.08	3.613	25.89	0.40	0.745	27.037	31.933	3.093
평균	11.5	6.8	1.4	78.3	27.6	72.8	72.6	13.7	112.0	31.49	3.335	25.35	0.39	0.869	26.606	30.237	2.492
최대	12.1	6.9	1.5	92.0	33.5	90.9	78.9	20.2	130.0	33.08	3.650	28.85	0.42	1.011	29.949	31.933	3.093
최소	10.8	6.7	1.3	62.0	20.5	44.7	49.3	9.5	82.0	28.74	2.422	20.47	0.36	0.717	21.851	27.359	1.948

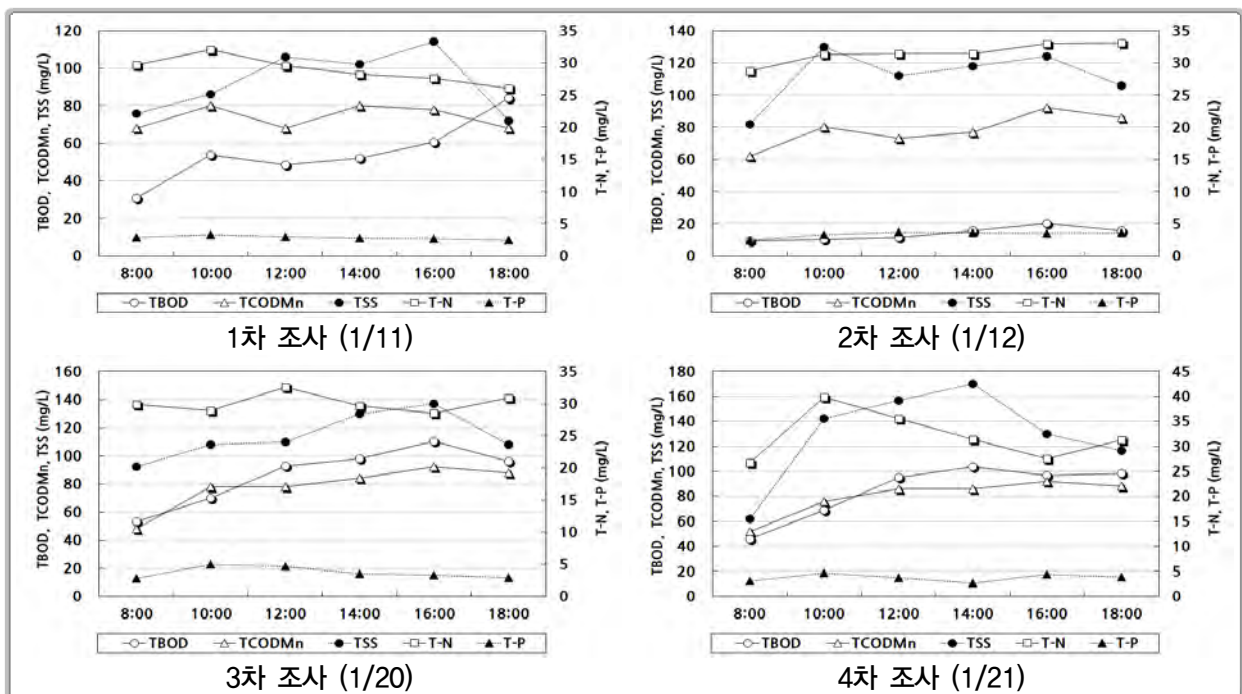
주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L

<표 3.3-6> 수질조사 결과-유입수 지점 (계속)

시간	3차 조사 (2022년 1월 20일)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	9.3	6.7	2.3	48.0	20.0	31.2	53.4	37.8	92.0	29.86	2.828	6.86	0.16	불검출	7.020	29.700	1.700
10:00	9.8	6.8	2.3	78.0	23.3	61.2	69.9	37.5	108.0	28.90	4.991	9.48	0.02	불검출	9.499	28.881	4.680
12:00	10.3	6.8	2.4	78.0	30.0	70.8	92.7	20.3	110.0	32.55	4.705	3.23	0.15	불검출	3.381	32.399	2.305
14:00	10.8	6.8	2.5	84.0	32.0	83.1	98.1	17.0	130.0	29.64	3.558	9.75	0.02	0.106	9.871	29.519	1.292
16:00	10.4	6.7	2.5	92.0	33.3	79.8	110.1	14.8	136.7	28.47	3.304	3.18	0.01	불검출	3.190	28.460	1.227
18:00	9.7	6.8	2.4	88.0	35.3	85.2	96.0	13.1	108.0	30.86	2.917	5.68	0.14	불검출	5.815	30.725	0.545
평균	10.1	6.8	2.4	78.0	29.0	68.6	86.7	23.4	114.1	30.05	3.717	6.36	0.08	0.018	6.463	29.947	1.958
최대	10.8	6.8	2.5	92.0	35.3	85.2	110.1	37.8	136.7	32.55	4.991	9.75	0.16	0.106	9.871	32.399	4.680
최소	9.3	6.7	2.3	48.0	20.0	31.2	53.4	13.1	92.0	28.47	2.828	3.18	0.01	0.000	3.190	28.460	0.545

시간	4차 조사 (2022년 1월 21일)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	10.4	6.8	2.3	52.0	27.3	40.2	45.9	38.7	62.0	26.67	3.071	10.16	0.13	0.419	10.711	26.119	0.746
10:00	10.9	6.7	2.3	76.0	28.7	63.9	69.0	17.0	142.0	39.90	4.698	10.79	0.09	불검출	10.878	39.812	0.787
12:00	11.4	6.7	2.3	86.0	27.3	72.0	95.1	11.9	156.7	35.58	3.671	15.10	0.15	1.312	16.564	34.116	1.666
14:00	11.8	6.7	2.3	86.0	31.3	81.9	103.5	15.4	170.0	31.39	2.691	8.14	0.16	0.107	8.406	31.124	0.370
16:00	11.7	6.7	2.4	92.0	32.7	90.6	96.6	15.7	130.0	27.49	4.379	8.53	0.09	불검출	8.620	27.200	2.040
18:00	11.3	6.8	2.3	88.2	34.7	87.6	98.4	18.0	116.7	31.27	3.854	12.26	0.05	0.106	12.413	31.117	1.067
평균	11.3	6.7	2.3	80.0	30.3	72.7	84.8	19.5	129.6	32.05	3.727	10.83	0.11	0.324	11.265	31.581	1.113
최대	11.8	6.8	2.4	92.0	34.7	90.6	103.5	38.7	170.0	39.90	4.698	15.10	0.16	1.312	16.564	39.812	2.040
최소	10.4	6.7	2.3	52.0	27.3	40.2	45.9	11.9	62.0	26.67	2.691	8.14	0.05	불검출	8.406	26.119	0.370

주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L



<그림 3.3-7> 수질변화 그래프 - 유입수 지점

3) 혐기조 지점

- 하수처리시설 공정 중 혐기조 지점에서 수질채수를 진행하였다. 청천시 총 4회 채수를 실시하였으며 회당 08시부터 18시까지 2시간 간격 6회 채수를 실시하였다.
- 수질 분석 결과측정 결과, 아래 표와 같다.
 - 1차 분석결과, TBOD₅ 38.9~64.8mg/L, TCOD_{Mn} 40.0~62.0mg/L, TSS 50.0~112.0mg/L으로 조사되었다.
 - 2차 분석결과, TBOD₅ 40.3~80.3mg/L, TCOD_{Mn} 32.0~66.0mg/L, TSS 52.0~114.0mg/L으로 조사되었다.
 - 3차 분석결과, TBOD₅ 52.0~96.3mg/L, TCOD_{Mn} 23.0~49.0mg/L, TSS 32.0~74.0mg/L으로 조사되었다.
 - 4차 분석결과, TBOD₅ 31.8~108.9mg/L, TCOD_{Mn} 32.2~50.0mg/L, TSS 22.0~76.0mg/L으로 조사되었다.

<표 3.3-7> 수질조사 결과-혐기조 지점

시간	1차 조사 (2022년 1월 11월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	11.4	6.7	1.1	40.0	26.7	22.2	51.0	15.9	50.0	29.84	5.670	18.52	0.41	0.043	18.977	29.383	5.664
10:00	11.7	6.8	1.1	40.0	22.0	21.4	58.2	25.6	56.0	40.17	5.415	29.25	0.27	0.101	29.619	39.801	5.190
12:00	12.1	6.8	1.8	54.0	22.0	25.5	64.8	34.8	100.0	31.60	4.613	23.91	0.54	0.087	24.541	30.969	4.187
14:00	11.9	7.1	1.0	62.0	21.5	40.2	47.1	36.4	112.0	30.36	5.026	25.33	1.10	0.069	26.502	29.188	4.616
16:00	11.8	7.0	1.2	58.0	22.5	41.7	38.9	56.7	102.0	29.20	5.831	17.77	0.31	0.005	18.082	28.888	5.042
18:00	11.4	6.9	1.4	59.0	24.0	42.3	41.4	54.8	104.0	27.47	6.064	24.27	0.16	0.074	24.500	27.240	5.431
평균	11.7	6.9	1.3	52.2	23.1	32.2	50.2	37.4	87.3	31.44	5.437	23.18	0.47	0.063	23.704	30.912	5.022
최대	12.1	7.1	1.8	62.0	26.7	42.3	64.8	56.7	112.0	40.17	6.064	29.25	1.10	0.101	29.619	39.801	5.664
최소	11.4	6.7	1.0	40.0	21.5	21.4	38.9	15.9	50.0	27.47	4.613	17.77	0.16	0.005	18.082	27.240	4.187
시간	2차 조사 (2022년 1월 12월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	8.8	6.9	2.1	32.0	21.0	22.6	40.4	29.2	52.0	26.00	5.093	19.48	1.36	5.039	25.882	19.598	4.934
10:00	9.0	7.1	2.3	40.0	21.0	26.6	40.3	36.1	78.0	28.92	4.623	21.57	0.84	4.674	27.086	23.404	3.865
12:00	9.5	7.0	2.3	40.0	21.0	35.1	71.7	36.6	86.0	32.85	4.861	20.81	0.74	6.470	28.117	25.643	4.024
14:00	9.3	7.0	2.3	55.0	23.0	51.0	80.3	34.0	114.0	35.08	7.338	20.18	0.91	5.331	26.424	28.836	6.610
16:00	9.7	7.1	2.3	66.0	23.5	64.5	79.4	20.7	88.0	35.98	7.985	21.08	0.99	4.922	26.989	30.071	6.531
18:00	9.4	7.0	2.3	64.0	24.5	60.6	77.1	24.3	88.0	33.49	7.821	23.20	1.37	4.709	29.278	27.412	6.951
평균	9.3	7.0	2.3	49.5	22.3	43.4	64.9	30.2	84.3	32.05	6.287	21.05	1.04	5.191	27.296	25.827	5.486
최대	9.7	7.1	2.3	66.0	24.5	64.5	80.3	36.6	114.0	35.98	7.985	23.20	1.37	6.470	29.278	30.071	6.951
최소	8.8	6.9	2.1	32.0	21.0	22.6	40.3	20.7	52.0	26.00	4.623	19.48	0.74	4.674	25.882	19.598	3.865

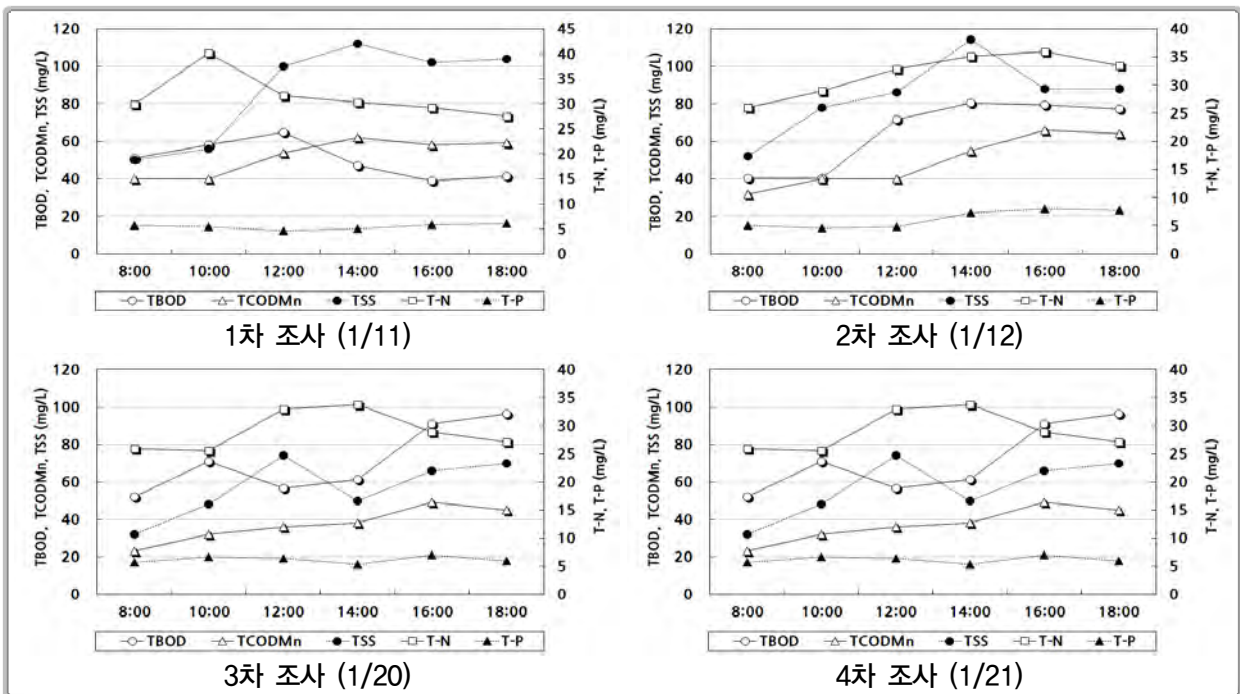
주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L

<표 계속> 수질조사 결과-염기조 지점

시간	3차 조사 (2022년 1월 20일)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	9.9	6.7	2.1	23.0	28.0	18.8	52.0	37.8	32.0	25.89	5.710	7.71	0.56	0.297	8.566	25.034	2.293
10:00	10.2	6.7	2.2	32.0	30.0	21.3	71.1	34.6	48.0	25.56	6.659	13.41	0.06	0.280	13.476	25.224	3.044
12:00	10.7	6.7	2.2	36.0	34.5	23.4	56.7	39.4	74.0	32.88	6.396	2.63	0.43	0.403	3.467	32.043	0.787
14:00	10.9	6.8	2.2	38.0	32.5	31.5	61.2	39.8	50.0	33.74	5.295	0.46	0.07	0.213	0.743	33.457	1.179
16:00	10.4	6.7	2.1	49.0	36.0	34.8	90.9	38.8	66.0	28.85	6.948	4.05	0.46	0.653	5.159	27.741	1.679
18:00	10.1	6.7	2.2	45.0	35.5	37.7	96.3	41.4	70.0	27.12	5.951	13.15	0.04	0.307	13.496	26.772	1.655
평균	10.4	6.7	2.2	37.2	32.8	27.9	71.4	38.6	56.7	29.01	6.160	6.90	0.27	0.359	7.485	28.379	1.773
최대	10.9	6.8	2.2	49.0	36.0	37.7	96.3	41.4	74.0	33.74	6.948	13.41	0.56	0.653	13.496	33.457	3.044
최소	9.9	6.7	2.1	23.0	28.0	18.8	52.0	34.6	32.0	25.56	5.295	0.46	0.04	0.213	0.743	25.034	0.787

시간	4차 조사 (2022년 1월 21일)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	10.3	6.4	2.1	32.2	31.0	18.2	31.8	30.9	22.0	11.54	7.696	불검출	0.39	1.525	1.919	9.621	1.211
10:00	10.6	6.4	2.2	34.0	33.5	30.0	64.8	27.6	50.0	17.22	6.802	4.04	0.27	0.446	4.751	16.509	1.135
12:00	11.3	6.4	2.2	43.0	35.5	35.1	108.9	37.1	76.0	17.85	8.138	4.62	0.40	0.625	5.646	16.824	3.083
14:00	11.4	6.5	2.1	38.0	33.5	28.5	78.9	36.6	54.0	21.95	6.945	4.35	0.42	0.452	5.224	21.076	0.966
16:00	11.1	6.5	2.1	43.0	32.5	35.6	73.8	43.4	66.0	33.80	7.392	불검출	0.11	0.346	0.454	33.346	1.570
18:00	10.8	6.4	2.1	50.0	35.0	39.8	94.2	38.5	70.0	15.10	9.671	10.52	0.09	1.420	12.032	13.588	3.529
평균	10.9	6.4	2.1	40.0	33.5	31.2	75.4	35.7	56.3	19.58	7.774	3.92	0.28	0.802	5.004	18.494	1.916
최대	11.4	6.5	2.2	50.0	35.5	39.8	108.9	43.4	76.0	33.80	9.671	10.52	0.42	1.525	12.032	33.346	3.529
최소	10.3	6.4	2.1	32.2	31.0	18.2	31.8	27.6	22.0	11.54	6.802	불검출	0.09	0.346	0.454	9.621	0.966

주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L



<그림 3.3-8> 수질변화 그래프 - 염기조 지점

4) 무산소조 지점

○ 하수처리시설 공정 중 무산소조 지점에서 수질채수를 진행하였다. 청천시 총 4회 채수를 실시하였으며 회당 08시부터 18시까지 2시간 간격 6회 채수를 실시하였다.

○ 수질 분석 결과측정 결과, 아래 표와 같다.

-1차 분석결과 TBCD₅ 1,434~2,334mg/L, TCOD_{Mh} 1,480~2,041mg/L, TSS 4,050~5,550mg/L으로 조사되었다.

-2차 분석결과 TBCD₅ 1,404~2,352mg/L, TCOD_{Mh} 1,480~1,760mg/L, TSS 3,700~4,800mg/L으로 조사되었다.

-3차 분석결과 TBCD₅ 1,764~2,382mg/L, TCOD_{Mh} 1,640~1,840mg/L, TSS 3,950~4,650mg/L으로 조사되었다.

-4차 분석결과 TBCD₅ 1,740~2,010mg/L, TCOD_{Mh} 1,560~1,880mg/L, TSS 3,800~4,500mg/L으로 조사되었다.

<표 3.3-8> 수질조사 결과-무산소조 지점

시간	1차 조사 (2022년 1월 11월)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mh}	SCOD _{Mh}	TOC	TBCD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	11.6	6.7	2.0	2,040.8	35.0	1,329.0	1,488.0	12.1	5,220.0	27.06	72.937	16.67	1.86	8.217	26.749	16.981	70.509
10:00	11.9	6.7	2.0	2,040.0	32.0	1,494.0	1,638.0	34.3	5,550.0	19.02	71.505	8.72	3.90	2.028	14.650	13.090	69.595
12:00	12.1	6.7	1.8	1,920.0	27.0	1,095.0	1,434.0	12.8	4,750.0	18.22	59.779	0.74	1.65	1.970	4.356	14.604	54.705
14:00	11.8	6.7	1.9	1,520.0	31.0	1,032.0	1,626.0	31.7	4,250.0	22.95	49.585	14.60	1.85	6.152	22.604	14.946	46.298
16:00	11.6	6.8	1.8	1,520.0	30.0	1,053.0	2,034.0	16.3	4,050.0	11.05	40.081	4.55	0.79	0.028	5.367	10.233	35.250
18:00	11.7	6.7	1.7	1,480.0	32.0	867.0	2,334.0	13.9	4,150.0	12.00	35.919	10.73	0.46	0.539	11.731	10.999	31.341
평균	11.8	6.7	1.9	1,753.5	31.2	1,145.0	1,759.0	20.2	4,661.7	18.38	54.968	9.34	1.75	3.156	14.243	13.476	51.283
최대	12.1	6.8	2.0	2,040.8	35.0	1,494.0	2,334.0	34.3	5,550.0	27.06	72.937	16.67	3.90	8.217	26.749	16.981	70.509
최소	11.6	6.7	1.7	1,480.0	27.0	867.0	1,434.0	12.1	4,050.0	11.05	35.919	0.74	0.46	0.028	4.356	10.233	31.341
시간	2차 조사 (2022년 1월 12월)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mh}	SCOD _{Mh}	TOC	TBCD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	10.5	6.7	2.2	1,720.0	20.0	1,143.0	1,896.0	14.2	4,400.0	21.76	66.134	10.08	3.04	5.490	18.608	13.232	56.598
10:00	10.8	6.8	2.2	1,760.0	22.0	1,125.0	2,352.0	14.9	4,800.0	29.82	78.741	17.33	2.11	9.188	28.627	18.523	66.602
12:00	10.9	6.8	2.2	1,720.0	29.0	1,065.0	2,280.0	12.2	4,750.0	31.08	64.330	10.07	2.91	7.948	21.565	20.225	61.687
14:00	10.6	6.8	2.2	1,480.0	27.0	1,053.0	1,404.0	16.7	3,700.0	26.15	53.964	12.51	1.46	6.001	19.967	18.693	43.531
16:00	11.0	6.8	2.2	1,520.0	26.0	1,338.0	1,980.0	16.7	4,200.0	26.86	61.968	14.65	1.72	6.958	23.332	18.178	55.579
18:00	10.9	6.8	2.2	1,560.0	26.0	1,104.0	2,090.0	17.4	4,300.0	22.60	65.724	10.35	2.88	7.753	20.985	11.965	63.697
평균	10.8	6.8	2.2	1,626.7	25.0	1,138.0	2,000.3	15.4	4,358.3	26.38	65.144	12.50	2.35	7.223	22.181	16.803	57.949
최대	11.0	6.8	2.2	1,760.0	29.0	1,338.0	2,352.0	17.4	4,800.0	31.08	78.741	17.33	3.04	9.188	28.627	20.225	66.602
최소	10.5	6.7	2.2	1,480.0	20.0	1,053.0	1,404.0	12.2	3,700.0	21.76	53.964	10.07	1.46	5.490	18.608	11.965	43.531

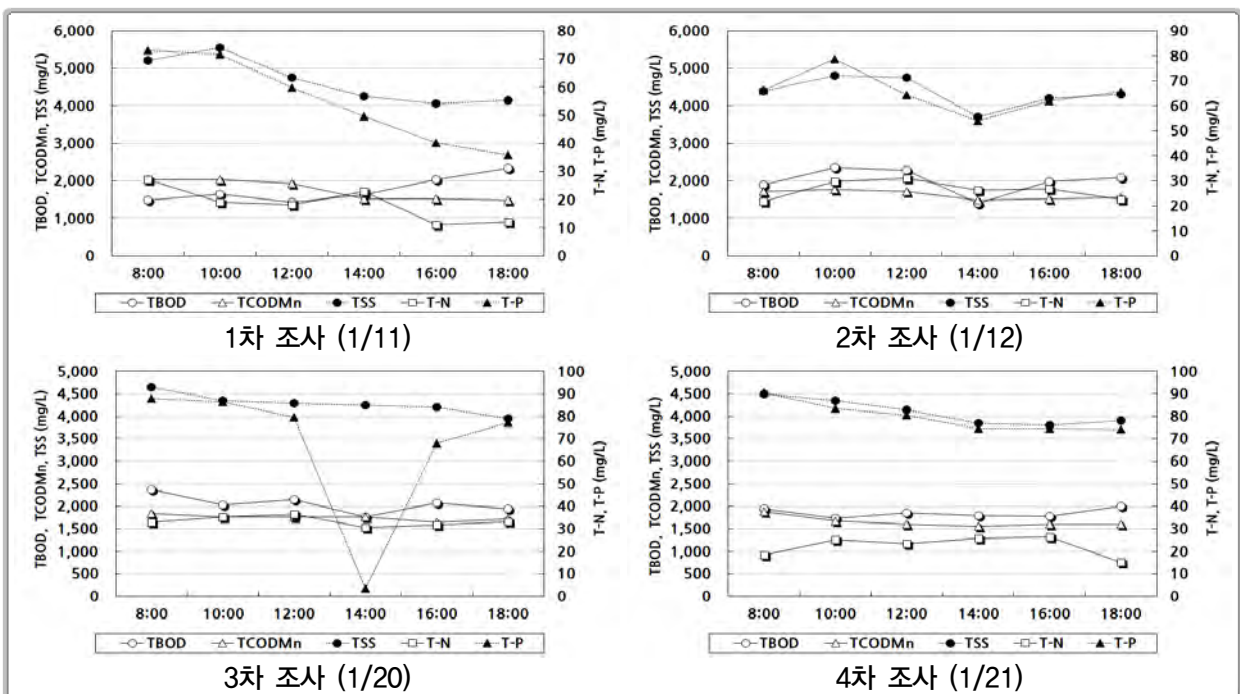
주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L

<표 계속> 수질조사 결과-무산소조 지점 (계속)

시간	3차 조사 (2022년 1월 20일)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	10.4	6.5	1.3	1,840.0	30.0	1,131.0	2,382.0	10.6	4,650.0	33.05	87.864	5.77	5.36	0.750	11.879	26.941	79.261
10:00	10.5	6.5	1.3	1,760.0	33.3	1,188.0	2,040.0	11.1	4,350.0	35.43	86.425	3.76	6.09	0.696	10.541	28.649	75.621
12:00	10.1	6.5	1.2	1,760.0	36.0	1,191.0	2,148.0	13.3	4,300.0	36.62	79.475	4.22	5.65	0.570	10.439	30.401	70.772
14:00	10.7	6.6	1.2	1,760.0	37.3	1,107.0	1,764.0	13.5	4,250.0	30.67	3.567	11.45	0.38	0.192	12.024	30.096	0.272
16:00	11.0	6.5	1.3	1,640.0	38.0	939.0	2,076.0	40.4	4,200.0	31.62	68.065	1.34	1.16	3.272	5.776	27.184	59.601
18:00	10.8	6.5	1.3	1,720.0	35.3	1,260.0	1,938.0	16.6	3,950.0	33.33	77.161	8.92	1.66	3.394	13.974	28.276	64.015
평균	10.6	6.5	1.3	1,746.7	35.3	1,136.0	2,058.0	17.6	4,283.3	33.45	67.093	5.91	3.38	1.479	10.772	28.591	58.257
최대	11.0	6.6	1.3	1,840.0	38.0	1,260.0	2,382.0	40.4	4,650.0	36.62	87.864	11.45	6.09	3.394	13.974	30.401	79.261
최소	10.1	6.5	1.2	1,640.0	30.0	939.0	1,764.0	10.6	3,950.0	30.67	3.567	1.34	0.38	0.192	5.776	26.941	0.272

시간	4차 조사 (2022년 1월 21일)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	11.6	6.9	1.3	1,880.0	40.0	1,188.0	1,950.0	19.4	4,500.0	18.28	90.645	5.78	0.49	0.688	6.955	17.105	19.871
10:00	11.3	6.9	1.3	1,680.0	24.7	1,167.0	1,740.0	24.8	4,350.0	25.18	83.414	8.49	0.35	0.934	9.778	23.892	71.279
12:00	11.5	6.9	1.3	1,600.0	32.0	1,143.0	1,848.0	15.8	4,150.0	23.54	80.590	4.79	0.24	0.900	5.934	22.396	69.145
14:00	11.3	6.9	1.3	1,560.0	31.3	1,083.0	1,794.0	41.6	3,850.0	25.71	74.489	1.66	0.26	불검출	1.915	25.455	62.301
16:00	11.4	6.9	1.3	1,600.0	32.0	1,284.0	1,776.0	36.4	3,800.0	26.48	74.641	5.76	0.53	1.071	7.361	24.879	64.074
18:00	11.1	6.9	1.3	1,600.0	32.7	1,116.0	2,010.0	16.9	3,900.0	15.25	74.239	2.91	0.41	0.614	3.937	14.220	61.913
평균	11.4	6.9	1.3	1,653.3	32.1	1,163.5	1,853.0	25.8	4,091.7	22.41	79.670	4.90	0.38	0.841	5.980	21.325	58.097
최대	11.6	6.9	1.3	1,880.0	40.0	1,284.0	2,010.0	41.6	4,500.0	26.48	90.645	8.49	0.53	1.071	9.778	25.455	71.279
최소	11.1	6.9	1.3	1,560.0	24.7	1,083.0	1,740.0	15.8	3,800.0	15.25	74.239	1.66	0.24	0.614	1.915	14.220	19.871

주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L



<그림 3.3-9> 수질변화 그래프 - 무산소조 지점

5) 포기조 지점

- 하수처리시설 공정 중 포기조 지점에서 수질채수를 진행하였다. 청천시 총 4회 채수를 실시하였으며 회당 08시부터 18시까지 2시간 간격 6회 채수를 실시하였다.
- 수질 분석 결과측정 결과, 아래 표와 같다.
 - 1차 분석결과 TBOD_5 1,557~2,568mg/L, TCOD_{Mn} 1,520~2,000mg/L, TSS 4,200~5,550mg/L으로 조사되었다.
 - 2차 분석결과 TBOD_5 1,818~2,550mg/L, TCOD_{Mn} 1,640~1,880mg/L, TSS 4,300~5,000mg/L으로 조사되었다.
 - 3차 분석결과 TBOD_5 1,884~2,268mg/L, TCOD_{Mn} 1,640~1,920mg/L, TSS 4,250~5,050mg/L으로 조사되었다.
 - 4차 분석결과 TBOD_5 1,782~1,992mg/L, TCOD_{Mn} 1,560~1,840mg/L, TSS 4,050~5,100mg/L으로 조사되었다.

<표 3.3-9> 수질조사 결과-포기조 지점

시간	1차 조사 (2022년 1월 11월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	9.7	6.9	0.6	1,880.0	21.0	1,290.0	1,557.0	11.9	5,555.0	19.96	67.014	9.06	5.09	2.727	16.876	12.144	65.374
10:00	10.2	6.8	0.6	1,920.0	23.0	1,176.0	2,136.0	14.6	5,300.0	11.57	55.898	6.56	0.19	0.112	6.865	11.265	50.879
12:00	10.7	6.8	0.6	2,000.0	16.0	1,344.0	2,245.0	8.5	5,200.0	12.94	61.087	3.48	0.40	0.040	3.917	12.503	54.795
14:00	10.4	6.7	0.5	1,760.0	14.5	969.0	2,322.0	7.0	4,600.0	18.23	54.998	11.68	1.75	0.564	13.992	15.918	51.787
16:00	9.6	6.8	0.6	1,560.0	18.0	1,077.0	2,568.0	13.4	4,300.0	11.57	48.039	7.15	0.71	0.153	8.010	10.710	43.765
18:00	9.4	6.8	0.6	1,520.0	18.0	1,002.0	2,178.0	12.3	4,200.0	10.11	41.717	7.95	0.79	0.104	8.848	9.212	38.034
평균	10.0	6.8	0.6	1,773.3	18.4	1,143.0	2,167.7	11.3	4,859.2	14.06	54.792	7.65	1.49	0.617	9.751	11.959	50.772
최대	10.7	6.9	0.6	2,000.0	23.0	1,344.0	2,568.0	14.6	5,555.0	19.96	67.014	11.68	5.09	2.727	16.876	15.918	65.374
최소	9.4	6.7	0.5	1,520.0	14.5	969.0	1,557.0	7.0	4,200.0	10.11	41.717	3.48	0.19	0.040	3.917	9.212	38.034
시간	2차 조사 (2022년 1월 12월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	10.5	6.6	4.3	1,680.0	15.5	978.0	2,406.0	12.5	4,550.0	19.49	64.593	10.51	1.78	4.960	17.251	12.749	62.523
10:00	10.7	6.5	4.2	1,880.0	14.0	1,422.0	2,550.0	11.9	5,000.0	21.92	74.235	13.97	2.02	5.259	21.150	14.640	73.918
12:00	10.9	6.6	4.3	1,720.0	17.0	1,278.0	2,014.0	14.3	4,850.0	27.73	70.342	12.87	2.00	7.308	22.180	18.420	68.372
14:00	10.8	6.6	4.3	1,720.0	17.0	1,017.0	1,972.0	10.0	4,850.0	25.29	73.038	10.21	3.93	9.342	23.483	12.017	69.618
16:00	10.7	6.6	4.3	1,640.0	23.5	1,164.0	1,818.0	17.2	4,300.0	24.66	65.283	11.03	2.37	8.332	21.727	13.963	64.141
18:00	10.4	6.6	4.2	1,680.0	22.5	1,131.0	1,974.0	12.2	5,000.0	25.63	61.304	11.91	1.82	5.049	18.774	18.766	57.171
평균	10.7	6.6	4.3	1,720.0	18.3	1,165.0	2,122.3	13.0	4,758.3	24.12	68.133	11.75	2.32	6.708	20.761	15.093	65.957
최대	10.9	6.6	4.3	1,880.0	23.5	1,422.0	2,550.0	17.2	5,000.0	27.73	74.235	13.97	3.93	9.342	23.483	18.766	73.918
최소	10.4	6.5	4.2	1,640.0	14.0	978.0	1,818.0	10.0	4,300.0	19.49	61.304	10.21	1.78	4.960	17.251	12.017	57.171

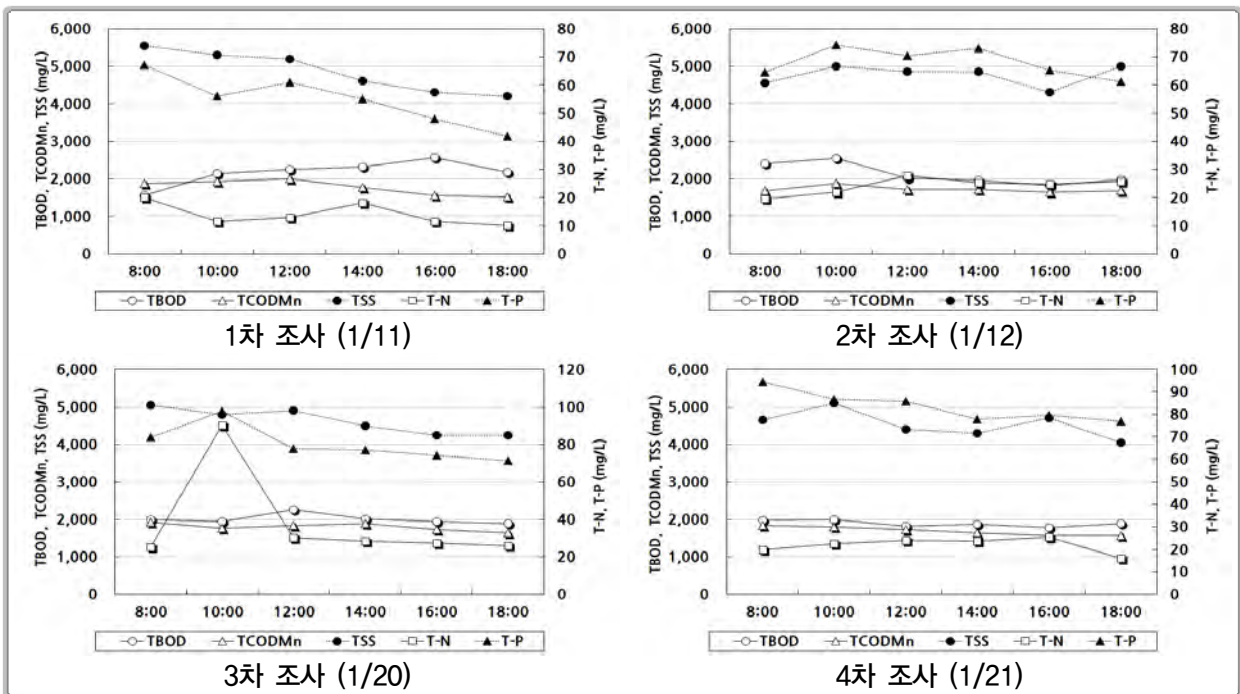
주) 1. 정량한계 이하는 '불검출'로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L

<표 계속> 수질조사 결과-포기조 지점 (계속)

시간	3차 조사 (2022년 1월 20일)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	10.7	6.5	4.3	1,920.0	16.5	1,482.0	1,998.0	10.9	5,050.0	25.34	83.914	불검출	0.17	1,606	1,774	23,566	75.430
10:00	10.5	6.5	4.3	1,760.0	18.0	1,218.0	1,932.0	9.0	4,800.0	90.05	97.864	불검출	0.22	18,691	18,907	71,143	57.732
12:00	104.0	6.6	4.3	1,840.0	17.5	1,152.0	2,268.0	9.7	4,900.0	30.38	77.864	불검출	0.71	3,247	3,954	26,426	61.404
14:00	10.2	6.6	4.2	1,888.0	17.5	1,365.0	2,010.0	9.1	4,500.0	28.43	77.152	불검출	4.72	1,361	6,080	22,350	63.563
16:00	10.6	6.5	4.3	1,720.0	16.5	1,104.0	1,944.0	9.8	4,250.0	27.47	74.064	불검출	1.22	2,251	3,471	23,999	65.354
18:00	10.4	6.5	4.3	1,640.0	17.5	906.0	1,884.0	15.2	4,250.0	26.11	71.244	불검출	4.91	0.120	5,028	21,082	64.327
평균	26.1	6.5	4.3	1,794.7	17.3	1,204.5	2,006.0	10.6	4,625.0	37.96	80.350	불검출	1.99	4,546	6,536	31,428	64.635
최대	104.0	6.6	4.3	1,920.0	18.0	1,482.0	2,268.0	15.2	5,050.0	90.05	97.864	불검출	4.91	18,691	18,907	71,143	75.430
최소	10.2	6.5	4.2	1,640.0	16.5	906.0	1,884.0	9.0	4,250.0	25.34	71.244	불검출	0.17	0.120	1,774	21,082	57.732

시간	4차 조사 (2022년 1월 21일)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	11.3	6.5	4.2	1,840.0	19.0	1,188.0	1,982.0	14.5	4,650.0	19.92	94.574	불검출	0.51	0.479	0.988	18,932	22.721
10:00	11.7	6.6	4.2	1,800.0	21.0	1,239.0	1,992.0	14.3	5,100.0	22.48	86.838	4.82	0.19	0.934	5,943	21,357	76.082
12:00	11.6	6.6	4.3	1,720.0	20.5	1,281.0	1,818.0	16.1	4,400.0	24.02	85.777	4.67	0.24	불검출	4,910	23,780	73.094
14:00	11.5	6.6	4.3	1,640.0	20.5	933.0	1,872.0	13.6	4,300.0	23.59	77.756	3.94	0.72	0.284	4,944	22,586	68.566
16:00	11.7	6.6	4.2	1,560.0	21.0	1,095.0	1,782.0	11.3	4,700.0	25.42	79.514	6.06	0.46	0.109	6,624	24,856	67.676
18:00	11.2	6.5	4.2	1,560.0	20.0	1,071.0	1,896.0	10.5	4,050.0	16.07	77.004	8.61	0.71	0.416	9,738	14,942	65.892
평균	11.5	6.6	4.2	1,686.7	20.3	1,134.5	1,890.3	13.4	4,533.3	21.92	83.577	4.68	0.47	0.370	5,525	21,076	62.339
최대	11.7	6.6	4.3	1,840.0	21.0	1,281.0	1,992.0	16.1	5,100.0	25.42	94.574	8.61	0.72	0.934	9,738	24,856	76.082
최소	11.2	6.5	4.2	1,560.0	19.0	933.0	1,782.0	10.5	4,050.0	16.07	77.004	불검출	0.19	불검출	0.988	14,942	22.721

주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L



<그림 3.3-10> 수질변화 그래프 - 포기조 지점

6) 이차침전지 지점

- 하수처리시설 공정 중 이차침전지 지점에서 수질채수를 진행하였다. 청천시 총 4회 채수를 실시하였으며 회당 08시부터 18시까지 2시간 간격 6회 채수를 실시하였다.
- 수질 분석 결과측정 결과, 아래 표와 같다.
 - 1차 분석결과, TBOD₅ 3.9~10.2mg/L, TCOD_{Mn} 8.6~11.0mg/L, TSS 1.6~7.6mg/L으로 조사되었다.
 - 2차 분석결과, TBOD₅ 3.9~11.7mg/L, TCOD_{Mn} 8.6~10.8mg/L, TSS 2.0~7.6mg/L으로 조사되었다.
 - 3차 분석결과, TBOD₅ 2.9~7.3mg/L, TCOD_{Mn} 7.8~8.8mg/L, TSS 2.1~7.5mg/L으로 조사되었다.
 - 4차 분석결과, TBOD₅ 2.8~5.2mg/L, TCOD_{Mn} 7.6~9.0mg/L, TSS 2.2~8.6mg/L으로 조사되었다.

<표 3.3-10> 수질조사 결과-이차침전지 지점

시간	1차 조사 (2022년 1월 11월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	10.2	6.8	6.2	11.0	8.0	6.4	5.4	3.9	7.2	11.28	1,500	0.31	0.94	6,359	7,604	3,986	1,170
10:00	10.6	6.7	6.2	10.0	8.2	7.7	5.4	3.7	7.6	9.22	1,084	3.69	0.78	4,378	8,845	4,065	1,059
12:00	10.2	6.7	6.3	8.8	8.0	6.4	3.9	3.5	1.6	10.00	0.911	0.23	0.88	5,994	7,107	3,123	0,222
14:00	12.1	6.8	6.6	8.6	7.8	6.4	4.1	3.1	2.4	11.51	1,110	0.21	0.98	6,723	7,916	3,804	1,086
16:00	11.8	6.8	6.3	8.8	8.6	6.2	5.9	3.7	1.6	13.51	1,551	0.56	1.01	7,478	9,047	5,023	1,460
18:00	10.9	6.7	6.0	9.2	8.8	6.7	10.2	4.8	2.4	13.79	1,570	0.84	1.05	7,136	9,025	5,605	1,230
평균	11.0	6.8	6.3	9.4	8.2	6.6	5.8	3.8	3.8	11.55	1,288	0.97	0.94	6,345	8,257	4,268	1,038
최대	12.1	6.8	6.6	11.0	8.8	7.7	10.2	4.8	7.6	13.79	1,570	3.69	1.05	7,478	9,047	5,605	1,460
최소	10.2	6.7	6.0	8.6	7.8	6.2	3.9	3.1	1.6	9.22	0.911	0.21	0.78	4,378	7,107	3,123	0,222
시간	2차 조사 (2022년 1월 12월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	8.6	6.4	3.5	10.0	8.0	6.7	7.6	4.3	6.8	11.00	1,199	0.21	0.26	8,490	8,964	2,246	1,070
10:00	8.4	6.5	3.4	9.8	7.6	6.4	8.1	3.2	7.6	11.97	2,305	0.20	0.24	8,758	9,202	2,968	1,019
12:00	8.8	6.5	3.4	8.6	8.0	7.3	3.9	3.5	2.4	13.42	2,725	0.24	0.22	9,006	9,466	4,194	1,821
14:00	8.9	6.5	3.5	8.6	8.2	6.5	5.1	4.0	2.0	14.69	2,517	1.41	0.57	9,562	11,537	4,563	1,956
16:00	9.1	6.4	3.5	10.8	8.4	6.5	9.2	4.4	2.0	15.07	2,088	2.97	0.85	9,252	13,071	4,969	1,861
18:00	8.5	6.6	3.5	10.4	8.6	6.6	11.7	4.3	2.0	15.61	2,165	2.27	1.27	8,994	12,535	5,345	2,093
평균	8.7	6.5	3.5	9.7	8.1	6.7	7.6	4.0	3.8	13.63	2,167	1.22	0.57	9,010	10,796	4,048	1,637
최대	9.1	6.6	3.5	10.8	8.6	7.3	11.7	4.4	7.6	15.61	2,725	2.97	1.27	9,562	13,071	5,345	2,093
최소	8.4	6.4	3.4	8.6	7.6	6.4	3.9	3.2	2.0	11.00	1,199	0.20	0.22	8,490	8,964	2,246	1,019

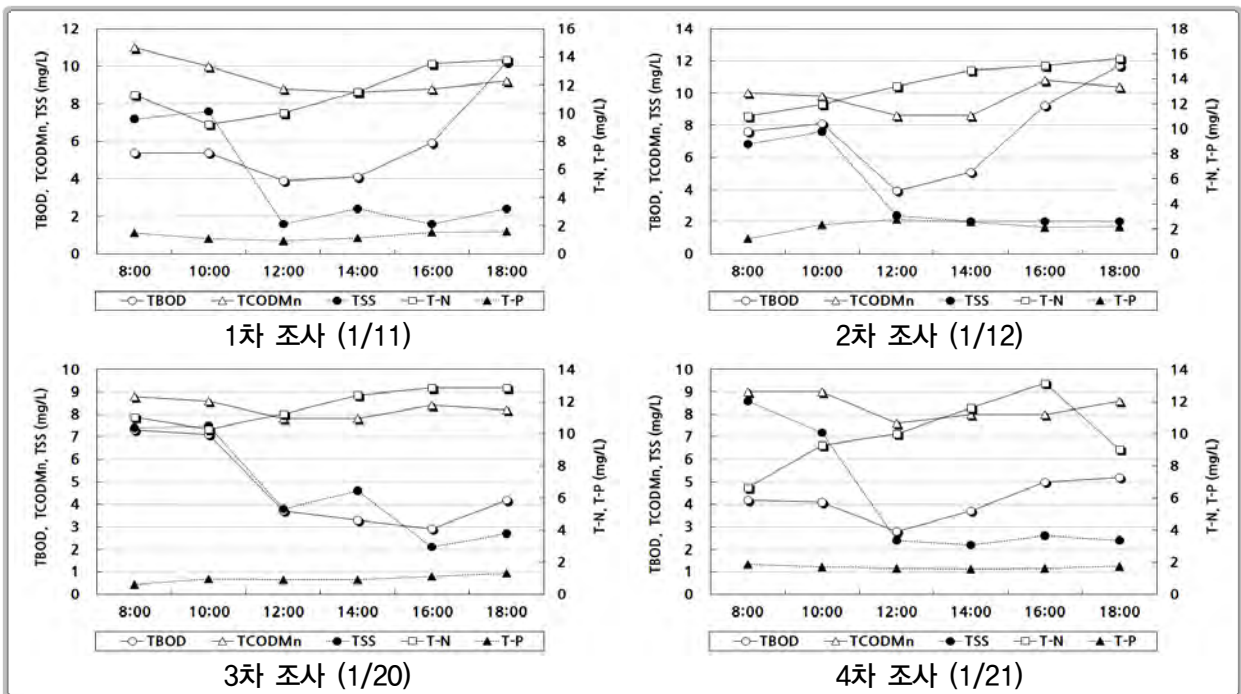
주) 1. 정량한계 이하는 '불검출'로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L

<표 계속> 수질조사 결과-이차침전지 지점 (계속)

시간	3차 조사 (2022년 1월 20일)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	8.8	6.4	3.5	8.8	7.2	5.2	7.3	3.1	7.4	11.01	0.635	불검출	4.03	4.907	8.940	2.070	0.224
10:00	8.6	6.5	3.5	8.6	7.8	5.1	7.1	3.2	7.5	10.29	0.942	불검출	0.07	5.792	5.860	4.430	0.185
12:00	8.7	6.5	3.5	7.8	7.0	4.9	3.7	2.9	3.8	11.22	0.905	불검출	0.12	6.777	6.899	4.321	0.234
14:00	8.4	6.5	3.5	7.8	7.6	4.7	3.3	2.0	4.6	12.41	0.925	불검출	0.17	8.358	8.532	3.878	0.235
16:00	8.9	6.4	3.5	8.4	8.0	4.9	2.9	2.6	2.1	12.86	1.096	불검출	0.15	7.876	8.030	4.830	0.241
18:00	8.1	6.5	3.5	8.2	8.0	5.1	4.2	2.9	2.7	12.87	1.305	불검출	0.24	8.556	8.799	4.071	0.355
평균	8.6	6.5	3.5	8.3	7.6	5.0	4.8	2.8	4.7	11.78	0.968	불검출	0.80	7.044	7.843	3.933	0.246
최대	8.9	6.5	3.5	8.8	8.0	5.2	7.3	3.2	7.5	12.87	1.305	불검출	4.03	8.556	8.940	4.830	0.355
최소	8.1	6.4	3.5	7.8	7.0	4.7	2.9	2.0	2.1	10.29	0.635	불검출	0.07	4.907	5.860	2.070	0.185

시간	4차 조사 (2022년 1월 21일)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	11.7	6.7	3.6	9.0	8.4	5.2	4.2	3.9	8.6	6.65	1.884	불검출	0.07	6.031	6.097	0.553	0.647
10:00	11.9	6.7	3.6	9.0	8.8	4.9	4.1	3.2	7.2	9.28	1.696	불검출	0.10	6.851	6.946	2.334	0.487
12:00	11.8	6.6	3.6	7.6	7.2	4.7	2.8	3.0	2.4	9.98	1.616	불검출	0.17	7.185	7.352	2.628	0.391
14:00	11.9	6.6	3.6	8.0	7.6	4.7	3.7	3.0	2.2	11.59	1.591	불검출	0.41	8.591	9.001	2.589	0.429
16:00	11.8	6.7	3.6	8.0	7.6	5.1	5.0	2.7	2.6	13.14	1.612	불검출	0.37	8.815	9.182	3.958	0.437
18:00	11.6	6.7	3.6	8.6	10.2	5.3	5.2	1.7	2.4	9.02	1.720	불검출	0.45	7.645	8.090	0.930	0.577
평균	11.8	6.7	3.6	8.4	8.3	5.0	4.2	2.9	4.2	9.94	1.687	불검출	0.26	7.520	7.778	2.165	0.495
최대	11.9	6.7	3.6	9.0	10.2	5.3	5.2	3.9	8.6	13.14	1.884	불검출	0.45	8.815	9.182	3.958	0.647
최소	11.6	6.6	3.6	7.6	7.2	4.7	2.8	1.7	2.2	6.65	1.591	불검출	0.07	6.031	6.097	0.553	0.391

주) 1. 정량한계 이하는 '불검출' 로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L



<그림 3.3-11> 수질변화 그래프 - 이차침전지 지점

7) 방류수 지점

- 하수처리시설에서 처리를 완료하고 처리수를 방류하는 지점에서 수질채수를 진행하였다. 청천시 총 4회 채수를 실시하였으며 회당 08시부터 18시까지 2시간 간격 6회 채수를 실시하였다.
- 수질 분석 결과측정 결과, 아래 표와 같다.
 - 1차 분석결과, TBOD₅ 9.2~19.5mg/L, TCOD_{Mn} 9.8~11.0mg/L, TSS 2.0~4.8mg/L으로 조사되었다.
 - 2차 분석결과, TBOD₅ 9.0~16.4mg/L, TCOD_{Mn} 12.8~17.8mg/L, TSS 3.2~5.6mg/L으로 조사되었다.
 - 3차 분석결과, TBOD₅ 6.7~13.4mg/L, TCOD_{Mn} 10.4~13.2mg/L, TSS 3.5~7.1mg/L으로 조사되었다.
 - 4차 분석결과, TBOD₅ 6.2~12.2mg/L, TCOD_{Mn} 11.6~14.6mg/L, TSS 3.6~32.4mg/L으로 조사되었다.

<표 3.3-11> 수질조사 결과-방류수 지점

시간	1차 조사 (2022년 1월 11월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	11.9	6.9	7.1	11.0	9.4	7.3	9.2	4.4	4.0	11.18	0.945	3.39	2.24	4.560	10.187	4.383	0.662
10:00	12.7	6.9	6.8	11.0	9.4	6.8	10.1	4.5	4.8	11.22	0.817	3.12	2.37	3.929	9.422	4.918	0.781
12:00	12.9	6.8	7.0	10.4	8.8	6.8	10.9	4.1	4.0	12.05	0.725	2.51	2.14	5.177	9.823	4.737	0.709
14:00	13.2	6.9	7.5	9.8	9.6	6.5	12.3	4.2	2.8	12.99	0.789	0.75	1.79	4.897	7.441	6.299	0.761
16:00	12.4	6.8	7.5	10.2	9.8	6.7	15.8	4.2	3.2	14.84	0.820	2.64	1.61	5.888	10.138	7.342	0.807
18:00	11.4	6.8	7.3	10.8	9.6	7.2	19.5	3.9	2.0	14.81	0.806	3.60	1.48	4.872	9.956	8.454	0.749
평균	12.4	6.9	7.2	10.5	9.4	6.9	13.0	4.2	3.5	12.85	0.817	2.67	1.94	4.887	9.495	6.022	0.745
최대	13.2	6.9	7.5	11.0	9.8	7.3	19.5	4.5	4.8	14.84	0.945	3.60	2.37	5.888	10.187	8.454	0.807
최소	11.4	6.8	6.8	9.8	8.8	6.5	9.2	3.9	2.0	11.18	0.725	0.75	1.48	3.929	7.441	4.383	0.662
시간	2차 조사 (2022년 1월 12월)																
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	알칼리도
08:00	9.7	7.0	4.2	17.8	12.0	7.3	16.3	4.5	3.6	13.37	2.074	1.56	4.18	6.631	12.368	2.562	0.556
10:00	9.9	7.1	4.1	14.0	12.6	7.3	10.6	5.1	5.6	13.89	1.700	0.08	3.21	8.489	11.781	2.189	0.516
12:00	10.1	7.1	4.2	12.8	12.6	7.1	9.0	5.3	3.2	14.70	2.082	0.61	3.84	8.048	12.494	2.816	1.736
14:00	9.8	7.0	4.1	13.4	11.0	6.7	10.5	5.2	4.4	15.12	2.495	1.59	3.91	8.502	14.001	2.709	1.864
16:00	9.7	7.1	4.2	16.0	14.4	6.7	13.8	5.7	3.6	16.48	2.619	3.37	4.67	7.969	16.011	3.839	1.850
18:00	9.5	7.0	4.2	15.0	14.6	7.3	16.4	9.1	4.0	16.35	2.045	5.00	3.65	6.675	15.323	6.027	1.927
평균	9.8	7.1	4.2	14.8	12.9	7.1	12.8	5.8	4.1	14.99	2.169	2.04	3.91	7.719	13.663	3.357	1.408
최대	10.1	7.1	4.2	17.8	14.6	7.3	16.4	9.1	5.6	16.48	2.619	5.00	4.67	8.502	16.011	6.027	1.927
최소	9.5	7.0	4.1	12.8	11.0	6.7	9.0	4.5	3.2	13.37	1.700	0.08	3.21	6.631	11.781	2.189	0.516

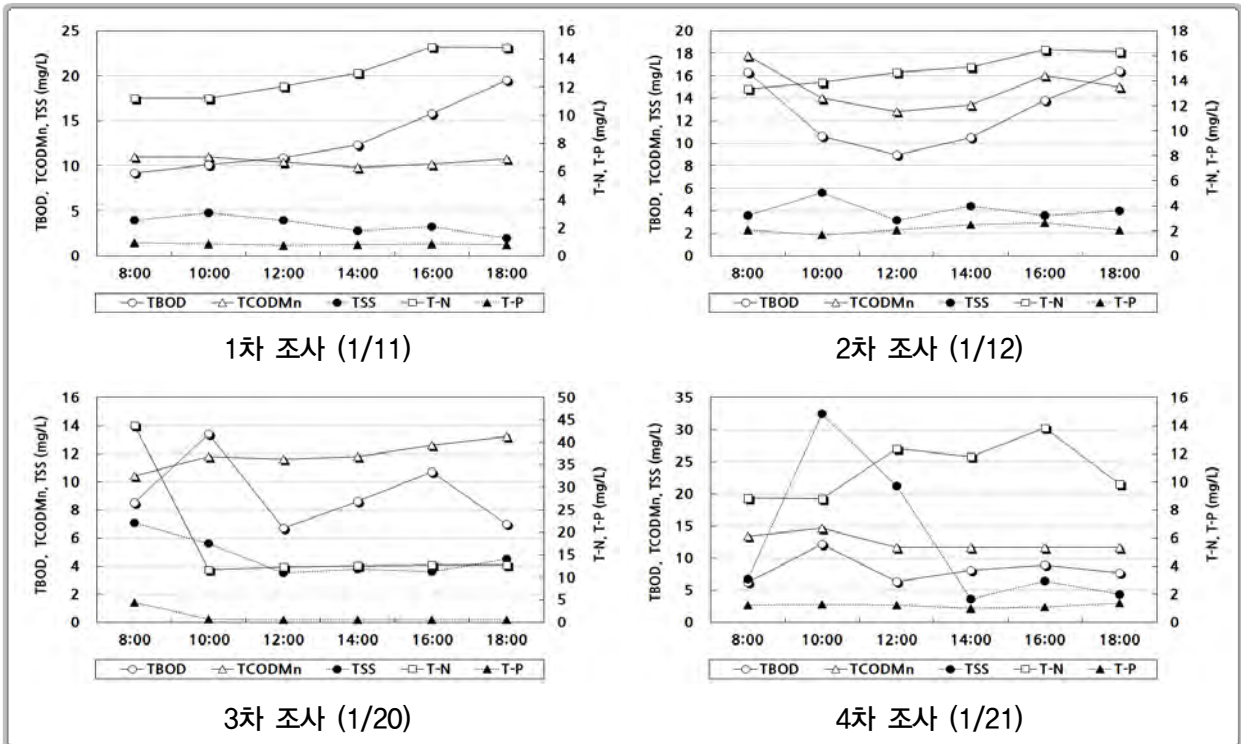
주) 1. 정량한계 이하는 '불검출'로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L

<표 계속> 수질조사 결과-방류수 지점 (계속)

시간	3차 조사 (2022년 1월 20일)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	10.1	7.0	4.1	10.4	8.0	6.1	8.5	3.9	7.1	43.78	4.477	16.05	0.03	0.000	16.081	43.749	2.501
10:00	9.9	7.1	4.2	11.8	10.2	5.9	13.4	8.8	5.6	11.71	0.680	불검출	3.78	5.459	9.240	2.470	0.086
12:00	10.3	7.1	4.2	11.6	9.4	5.6	6.7	4.5	3.5	12.25	0.542	불검출	3.77	5.791	9.563	2.687	0.016
14:00	10.7	7.1	4.1	11.8	10.4	5.7	8.6	10.6	3.8	12.67	0.521	불검출	2.81	5.388	8.202	4.468	0.061
16:00	10.5	7.0	4.1	12.6	10.8	5.8	10.7	11.3	3.6	12.72	0.565	불검출	3.11	4.933	8.042	4.678	0.088
18:00	9.4	7.0	4.1	13.2	10.6	6.0	7.0	5.3	4.5	12.79	0.619	불검출	4.10	5.532	9.633	3.157	0.243
평균	10.2	7.1	4.1	11.9	9.9	5.9	9.2	7.4	4.7	17.65	1.234	2.68	2.93	4.517	10.127	10.202	0.499
최대	10.7	7.1	4.2	13.2	10.8	6.1	13.4	11.3	7.1	43.78	4.477	16.05	4.10	5.791	16.081	43.749	2.501
최소	9.4	7.0	4.1	10.4	8.0	5.6	6.7	3.9	3.5	11.71	0.521	불검출	0.03	0.000	8.042	2.470	0.016

시간	4차 조사 (2022년 1월 21일)																알칼리도
	수온	pH	DO	TCOD _{Mn}	SCOD _{Mn}	TOC	TBOD ₅	SBOD ₅	TSS	T-N	T-P	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TKN	PO ₄ -P	
08:00	11.1	7.0	4.3	13.4	9.4	6.0	6.2	4.0	6.7	8.86	1.204	불검출	2.36	4.281	6.645	2.215	0.245
10:00	11.6	7.0	4.2	14.6	9.8	8.6	12.2	4.3	32.4	8.77	1.278	불검출	0.09	7.873	7.963	0.807	0.434
12:00	11.4	7.0	4.2	11.6	10.6	7.4	6.3	4.1	21.2	12.35	1.235	불검출	0.07	9.121	9.193	3.157	0.187
14:00	11.3	7.0	4.2	11.6	10.0	5.8	8.1	4.2	3.6	11.77	0.998	불검출	3.37	5.637	9.003	2.767	0.222
16:00	11.5	7.0	4.2	11.6	10.2	6.3	8.9	4.4	6.4	13.81	1.096	불검출	3.06	5.669	8.728	5.082	0.222
18:00	11.2	7.0	4.2	11.6	10.0	6.4	7.7	4.6	4.4	9.83	1.352	불검출	3.27	5.131	8.402	1.428	0.322
평균	11.4	7.0	4.2	12.4	10.0	6.8	8.2	4.3	12.5	10.90	1.194	불검출	2.04	6.285	8.322	2.576	0.272
최대	11.6	7.0	4.3	14.6	10.6	8.6	12.2	4.6	32.4	13.81	1.352	불검출	3.37	9.121	9.193	5.082	0.434
최소	11.1	7.0	4.2	11.6	9.4	5.8	6.2	4.0	3.6	8.77	0.998	불검출	0.07	4.281	6.645	0.807	0.187

주) 1. 정량한계 이하는 '불검출'로 표기함 2. 단위 : 온도-℃, 나머지 항목-mg/L



<그림 3.3-12> 수질변화 그래프 - 방류수 지점

8) 탈수슬러지 성상분석

- 하수처리시설 탈수 슬러지 성상 분석을 실시하였다.
- 탈수 슬러지 성상 분석결과, 1차 조사의 수분함량 82.3%, 강열감량 79.0%, 2차 조사의 수분함량 83.0%, 강열감량 76.0%로 분석되어 비슷한 수준으로 조사되었다.

<표 3.3-12> 탈수 슬러지 성상 분석 결과

구분	1차 조사 (1월11일)	2차 조사 (1월12일)	비고
수분함량(%)	82.3	83.0	
강열감량(%)	79.0	76.0	

제4장 지표 및 계획기준

1. 목표연도
2. 하수처리구역 설정
3. 계획인구 및 하수처리인구
4. 계획하수량
5. 계획유입수질
6. 계획방류수질

제4장 지표 및 계획기준

1. 목표연도

1.1 목표연도 및 기준연도

- 하수도 시설의 계획목표연도는 시설물의 내구연수, 건설기간 및 시설확장의 어려움 등을 감안하여 원칙적으로 20년 후를 목표로 수립하는 것이 일반적이며, 발생하수량, 관거정비 상태 및 행정·재정상황에 따른 투자효과 등을 고려하고 장기적인 견지에서 최종목표연도를 설정하여야 한다.
- 본 하수처리장의 경우 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)의 최종목표연도인 2035년으로 계획 목표연도를 설정하고 2035년 발생하수량을 기준으로 사업을 시행하도록 하였으며 계획 목표연도는 다음과 같다.

1.2 단계별 목표연도

<표 4.1-1> 하수도정비 기본계획의 단계별 목표연도

구분		기준연도	1단계	2단계	3단계	4단계
목표 연도	500㎥/일 이상	2021	—	2025년	2030년	2035년
			—	2022년~2025년	2026년~2030년	2031년~2035년

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

2. 하수처리구역 설정

2.1 처리구역 면적

- 본 계획에서는 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)을 반영하여 다음과 같이 하수처리구역을 설정하였다.

<표 4.2-1> 계획목표연도 처리구역별 하수처리구역

하수처리구역	하수처리구역 면적(km ²)	대상행정구역
승기처리구역	36.417	• 연수구 – 옥련1동, 옥련2동, 동춘1동, 선학동, 연수동, 청학동, 동춘동 • 남동구 – 남촌도림동, 구월동, 논현고잔동 • 미추홀구 – 용현동, 주안동, 관교동, 문학동

주) 처리구역면적은 2022년을 기준으로 함.

2.2 단계별 처리구역 면적

○ 하수처리구역 면적은 하수도 기초데이터를 활용하여 지적조서상의 면적으로 산정하였다.

<표 4.2-2> 단계별 공공하수처리구역 면적

(단위 : km²)

구분	2021년	2025년	2030년	2035년	비고
승기	옥련	2,844	2,844	2,844	
	연수	8,608	8,608	8,608	
	승기	9,752	9,752	11,952	구월2택지개발 구역 포함
	남동	13,014	13,014	13,014	
	송도5	—	—	—	송도처리구역
	만수1	—	—	—	만수처리구역
	계	34,217	34,217	36,417	

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

주) 구월2택지개발지구는 지정 예정 지구로 토지이용계획 미확정 ⇒ 따라서, 지구 전체 면적(2.2km²)을 처리구역면적에 편입함

3. 계획인구 및 하수처리인구

3.1 계획인구

○ 수학적 추정방법과 출생 및 사망에 의한 자연적 증가인구와 전출 및 전입에 의한 사회적유입을 고려한 조성법을 비교 검토하고 조성법으로 계획인구를 결정하였다.

3.1.1 과거인구 현황

가. 과거인구추이 분석

○ 2021년 말 인천광역시 전체인구는 3,014,739인(외국인포함)

○ 최근 10년간의 평균 인구증가율 0.47%, 최근 5년간 평균 인구증가율은 0.08%

⇒ 송도국제도시, 청라국제도시, 논현택지, 서창택지 등 대규모 개발사업에 의한 외부유입인구 급격한 증가

<표 4.3-1> 과거인구현황

구분	세대수(가구)	내국인	외국인(인)	총인구(인)	증감율(%)
2012년	1,108,678	2,843,981	47,305	2,891,286	
2013년	1,118,988	2,879,782	50,382	2,930,164	1.34%
2014년	1,136,280	2,902,608	55,323	2,957,931	0.95%
2015년	1,154,004	2,925,815	57,669	2,983,484	0.86%
2016년	1,171,399	2,943,069	59,103	3,002,172	0.63%
2017년	1,188,917	2,948,542	62,596	3,011,138	0.30%
2018년	1,213,201	2,954,017	67,834	3,021,851	0.36%
2019년	1,238,710	2,957,026	71,928	3,029,285	0.25%
2020년	1,267,956	2,942,828	67,648	3,010,476	-0.62%
2021년	1,298,647	2,948,375	66,364	3,014,739	0.14%
평균 증감율 (%)	최근 5년	—	—	—	0.08%
	최근 10년	—	—	—	0.47%

자료) 인천광역시 주민등록인구통계(2012~2021)

나. 과거 전출 및 전입 현황

- 과거 10년간 출생 및 사망에 의한 자연적 인구는 지속적으로 증가
- 송도, 청라국제도시의 본격적인 입주가 시작된 2011년~2013년 사회적 유입인구가 대폭 증가하였으나, 최근 대규모 개발사업이 완료됨에 따라 입주율 증가폭은 감소하는 추세로, 사회적 유입인구 증가율이 다소 둔화

⇒ 송도 국제도시 : 2005년 입주개시

⇒ 청라 국제도시 : 2010년 입주개시

<표 4.3-2> 인구이동 및 동태 현황

구분		2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
총인구(인)		2,891,286	2,930,164	2,957,931	2,983,484	3,002,172	3,011,138	3,021,851	3,029,285	3,010,476	3,014,739
자연적 인구 (인)	출생	27,781	25,560	25,786	25,491	23,609	20,445	20,087	18,522	16,040	14,900
	사망	12,881	13,039	13,409	13,452	14,119	14,290	15,316	15,131	15,689	16,500
	동태 (A)	14,900	12,521	12,377	12,039	9,490	6,155	4,771	3,391	351	-1,600
	비율 (%)	0.52%	0.43%	0.42%	0.40%	0.32%	0.20%	0.16%	0.11%	0.01%	-0.05%
사회적 인구 (인)	전입	468,666	461,613	452,297	473,223	441,646	473,223	433,639	420,014	444,556	433,137
	전출	440,872	439,578	442,973	463,685	435,869	463,685	433,706	422,351	460,304	421,714
	이동 (B)	27,794	22,035	9,324	9,538	5,777	9,538	-67	-2,337	-15,748	11,423
	비율 (%)	0.96%	0.75%	0.32%	0.32%	0.19%	0.32%	0.00%	-0.08%	-0.52%	0.38%
이동 + 동태	A+B (인)	42,694	34,556	21,701	21,577	15,267	15,693	4,704	1,054	-15,397	9,823
	비율 (%)	1.48%	1.18%	0.73%	0.72%	0.51%	0.52%	0.16%	0.03%	-0.51%	0.33%

자료) 인천광역시 주민등록인구통계(2012~2021)

01

02

03

04

05

06

07

08

3.1.2 장래 계획인구 추정

- 장래 계획인구는 과거인구추세를 분석하여 추정하는 수학적 추정방법과 연령별·성별에 따라 출생율과 생산율을 감안한 생산모형법에 사회적 증가인구를 가산한 조성법을 비교하여 「하수도정비 수립지침(2022.05, 환경부)」에서 규정하는 조성법에 의해 장래인구를 추정하였다.
 - 본 계획이 기승인된 「2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11. 인천광역시)」상의 해당처리구역에 포함하는 미추홀구, 연수구, 남동구의 행정구역상 인구를 대상으로 장래인구 추정하였다.
 - 사회적 요인에 의한 증감인구는 개발계획을 고려하여 외부유입인구 산정하였다.
- ⇒ 과거사례 분석을 통한 외부유입을 검토로 현실적인 사회적 유입인구 산정

가. 자연적 증가인구

1) 수학적 방법에 의한 장래인구 추정

- 수학적 방법에 의한 인구 추계는 과거의 인구증가율과 증가추이를 토대로 추계하는 방법이다.
- 수학적 추정법(등차급수, 등비급수, 지수함수, 베기함수, 로지스틱, 수정지수)의 모델을 이용하여 장래 인구 추정한다.
- ⇒ 상관계수(R^2)가 1에 가장 가깝고, 10년 오차자승합(SSE10)이 가장 적은 모델을 비교 검토하여 산정
- 과거 5년, 10년으로 나누어서 추정하며 외국인인 수학적 자연적 증가인구 추정시 제외하였다.
- ⇒ 추정결과 2035년 기준 3개 구의 합산 인구는 1,354,791인(5년), 1,371,125인(10년)으로 산정

<표 4.3-3> 수학적 방법에 의한 장래인구 추정

(단위 : 인)

구분	2021년 (현재)	5년 추정			10년 추정			비고
		2025년	2030년	2035년	2025년	2030년	2035년	
미추홀구	407,464	400,057	396,140	391,413	409,186	408,352	407,223	
연수구	389,644	413,377	432,451	456,918	399,509	412,521	419,920	
남동구	518,272	516,710	512,067	506,460	535,839	539,278	543,982	

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

2) 조성법에 의한 장래인구 추정

- 장래출산율, 출생신생아 성별비율, 5세 계급별 생명표 등 통계청 통계자료를 활용하여 추정한다.
- 외국인은 조성법에 의한 장래인구 추정시 제외하였다.
- 조성법에 의한 인구 추정결과 2035년 기준 3개 구의 합산 인구는 1,409,531인으로 추정되었다.

<표 4.3-4> 조성법에 의한 장래인구 추정

(단위 : 인, %)

구분		2021년	2025년	2030년	2035년	비고
미추홀구	장래인구	407,464	412,862	424,692	432,517	
	증감율	-	1.3%	2.9%	1.8%	
연수구	장래인구	389,644	398,287	412,818	422,739	
	증감율	-	2.2%	3.6%	2.4%	
남동구	장래인구	518,272	526,794	543,074	554,275	
	증감율	-	1.6%	3.1%	2.1%	

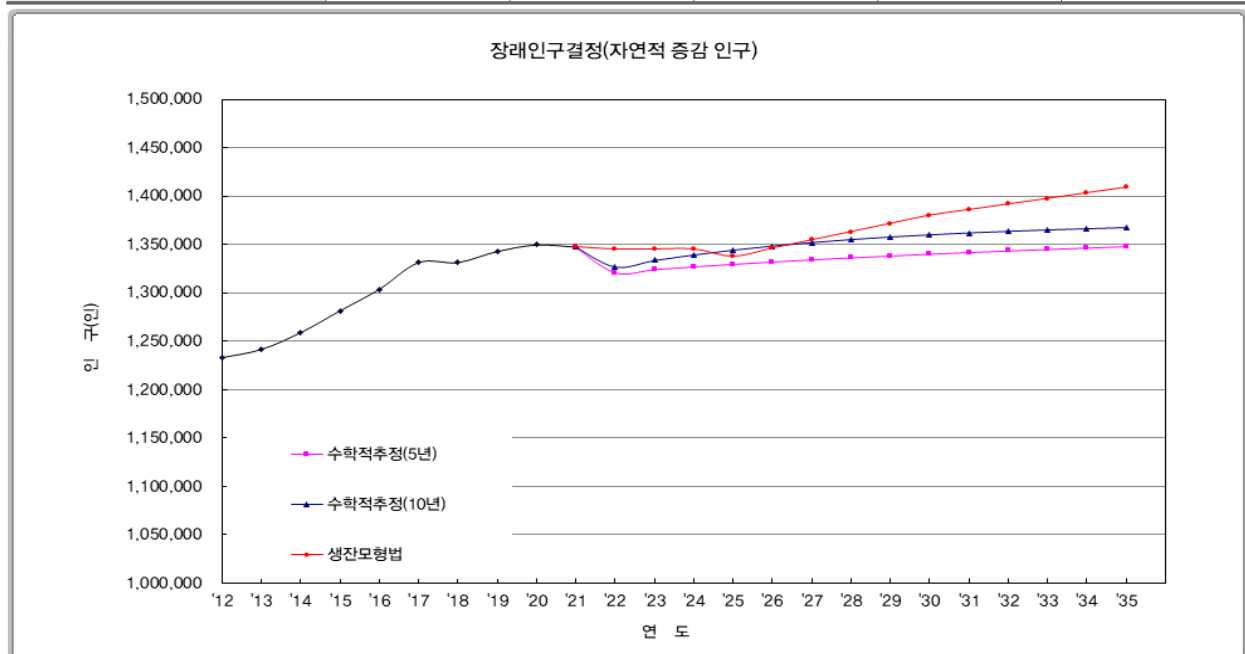
3) 자연적 증가인구 결정

- 자연적 증가인구는 출생과 사망 및 지역 간 인구이동을 고려하여 추정하는 조성법을 적용하였으며, 2035년 기준 외국인을 포함한 미추홀구, 남동구, 연수구의 총인구는 1,442,005인으로 계획하였다.

<표 4.3-5> 자연적 증가인구 결정

(단위 : 인)

구 분		2021년	2025년	2030년	2035년	비 고
수학적 추 정	5년	1,315,380	1,330,144	1,340,658	1,354,791	
	10년		1,344,534	1,360,151	1,371,125	
	조성법		1,337,943	1,380,584	1,409,531	선정
외국인		32,474	32,474	32,474	32,474	2021년 거주인구 적용
적 용		1,347,854	1,370,417	1,413,058	1,442,005	



<그림 4.3-1> 자연적 증가인구 그래프

4) 처리구역별 자연적 증가인구 결정

- 주민등록상 거주인구를 처리구역별로 배분한 처리구역별 인구를 기준으로 금회 산출된 자연적 증가인구의 단계별 증가율을 적용하여 처리구역별 자연적 증가인구를 결정하였다.

⇒ 기준인구는 2021년말 처리구역 인구를 고려하여 산정

<표 4.3-6> 승기처리구역 자연적 증가에 의한 장래인구

(단위 : 인)

구 분	기준인구	2021년(현재)	2020년(1단계)	2025년(2단계)	2030년(3단계)	2035년(4단계)
승기	486,965	486,965	-	495,877	512,222	523,319

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

나. 사회적 유입인구

1) 개발사업 적용 기준

- 「2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022. 11.)」 상 반영된 승기처리구역 내 개발사업의 최근 변경고시 사항을 재검토하고, 개발여건 등을 고려하여 단계별 사회적 유입인구 산정하였다.
- 송도, 청라국제도시 등 대규모 개발로 인한 사회적 유입인구 증가 및 원도심 개발사업에 따라 외부유입율과 내부 이동을 증가에 대하여 최근 유사사례분석을 통한 외부유입율을 결정하여 현실적인 사회적 유입인구 산정하였다.
- 본 계획 승기처리구역 개발계획은 원도심 도시재생사업 및 도시개발의 재개발 사업과, 신도시 및 산업단지 조성 등의 택지개발사업이 있다.
- ⇒ 금회 계획에서는 현재 공사 중이거나, 고시된 개발사업에 한하여 적용하는 것으로 계획
- ⇒ 상수사용량이 기적용된 사업 또는 개발에도 불구하고 인구증감이 없는 등 하수량 변동에 영향이 없는 개발사업은 금회 미적용

2) 세대당 인구 결정

- 인천광역시 평균 세대당 인구수와 개발사업에 의한 세대당 인구수를 검토하여 산정하였다.
- 개발사업에 따라 세대당 인구의 차이가 크므로 본 계획에서는 기존 계획인 「2035 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022. 11.)」 상의 인천광역시 평균 세대당 인구 적용하였다.
- 구월2자구는 유사 3기 신도시 세대당 인구 및 「2040년 인천도시기본계획(2022. 1, 인천광역시)」를 기반으로 주택유형에 따라 세분하여 산정하였다.

<표 4.3-7> 인천광역시 및 주요개발계획 세대당 인구

(단위 : 세대, 인)

구 분	세대수	거주(계획)인구	세대당 인구	비 고
인천시	1,298,647	3,014,739	2.32	2021년 평균
적 용	-	-	2.32	인천시 평균 적용

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

3) 「2040년 인천도시기본계획(2022.2)」의 외부 유입율

- 상위 관련계획상의 개발사업 유형별 외부유입율 검토하였다.
- 도시기본계획의 외부 유입율은 인천광역시 전체를 대상으로 순유입인구 산정을 위한 계획이므로 하수처리구역별 인구산정이 필요한 본 계획에는 적용 어려울 것으로 판단된다.

<표 4.3-8> 개발사업 유형별 외부 유입율

(단위 : 인)

구 분	외부유입율(%)		적용 방안
	2030	2040	
경제자유구역	40	50	본 계획에서 해당사항 없음
택지개발사업	40		처리구역내 택지개발사업으로 인한 개발구역내 유입인구과 원도심내 외부유입인구를 동시에 고려하여 적용 필요
도시개발사업	20	30	기존 거주인구 대비 계획인구에 의해 증가되는 인구에 대하여 외부유입 인구 적용 필요
도시재생사업	20		
토지구획정리사업	20		
기타사업	15	20	민간공원사업 등에 적용

주) 외부유입율은 「2040년 인천도시기본계획(2022.2)」 상 계획 외부유입율

4) 과거 개발사업에 의한 외부유입율 검토

- 인천광역시 관내 신도시 외부유입율 검토하여 본 계획 적용 외부유입율을 결정하였다.
 - 과거 개발사업 유형별 사례분석으로 인천광역시 외부 유입인구와 내부이동에 의한 관내 유입인구 현황 분석하였다.
- ⇒ 택지개발 등 도시개발사업의 외부유입율은 25.3% 이상
- ⇒ 도시재생사업의 외부유입율은 15% 이상

<표 4.3-9> 과거 사회적 외부유입인구 현황

(단위 : 인)

개발사업	유입인구	관내	관외	외부유입율(%)	사업유형
구산지구	2,329	1,104	1,225	52.6	도시개발사업
삼산지구	2,402	1,730	672	28.0	도시개발사업
산곡동 금호	4,610	3,918	692	15.0	재건축사업
학익지구	7,336	1,278	6,058	82.6	일단의 주택지
검암지구	7,421	471	6,950	93.7	토지구획정리
한신희플러스	3,675	1,248	2,427	66.0	재건축사업
계산지구	56,886	30,880	26,006	45.7	도시개발사업
연수지구	166,140	124,066	42,074	25.3	도시개발사업
삼산1지구	28,497	19,506	8,991	31.6	도시개발사업

주) 각 구별 내부자료(참고, 2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획(2020.9, 인천광역시))

5) 최근 개발사업 외부유입을 검토

- 승기처리구역의 경우 원도심 지역 대부분이 노후화된 주거지역으로 도시정비 개발사업 형태와 도시개발사업의 형태가 주로 나타나며, 대규모 택지개발사업(구월보금자리 등)도 병행하여 진행 중이다.
- ⇒ 2010년 3월까지 입주 완료된 관교동 한신휴플러스 아파트 단지 입주율 검토
- 최근 개발사업에 의한 인구이동 추이 검토결과 외부유입율은 최소 50%에서 최대 98.6%로 다양하나 관내 유입이 발생하여도 원도심의 인구를 외부 인구가 다시 채우는 방식으로 인구이동이 발생하므로 이를 감안하여 외부유입을 결정하였다.

<표 4.3-10> 외부유입율 검토

개발사업	유입구역	전출입에 의한 유입인구(인)			유입비율(%)		비고
		관내 (A)	관외 (B)	유입인구 (C)	관내 (A÷C)	관외 (B÷C)	
서창2지구 (남동구)	개발구역내	2,409	3,548	5,957	40.4	59.6	입주 중
	원도심내	-	1,205	2,409	-	50.0	
	계	2,409	4,753	5,957	-	79.8	
관교한신 휴플러스 (미추홀구)	2009.10 ~ 2010.3	499	618	1,117	44.7	55.3	입주 완료
송도 경제자유구역 (연수구)	2011년	1,886	5,601	7,487	25.2	74.8	입주중
	2012년	45	3,229	3,274	1.4	98.6	
	2013년	2,811	3,359	6,170	45.6	54.4	
	2014년	4,518	4,328	8,846	51.1	48.9	
	2015년	1,818	4,736	6,554	27.7	72.3	
	2016년	2,822	5,189	8,011	35.2	64.8	
	계	13,900	26,442	40,342	34.5	65.5	

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(2020.9, 인천광역시)

6) 개발사업 유형별 외부유입을 결정

- 사회적 유입인구 산정을 위한 외부유입율은 상기에서 검토된 개발사업 형태별 인구이동 추이를 고려하여 결정하였다.
- ⇒ 원도심내 재개발 지역은 기존인구 외 증가인구(계획인구 - 수용인구)의 80% 적용
- ⇒ 인천광역시의 개발사업에 의한 인구이동은 택지개발 등에 의한 신규 주택이 건설되어 처리구역내 원도심 유출인구가 발생하여도 외부 인구가 다시 50% 이상 유입되어 원도심 공동화 현상은 발생되지 않으므로 처리구역내 전체 외부유입율은 계획인구의 80% 적용
- ⇒ 공촌처리구역 청라처리분구 및 송도국제도시, 영종하늘도시의 경우 매립지 및 나대지에 신설된 신규 처리구역이므로 외부유입율은 계획인구의 100% 적용

<표 4.3-11> 외부유입율 결정

구분	재개발사업	택지개발사업	국제도시구역	비 고
당 초	증가인구의 80.0%	계획인구의 80.0%	계획인구의 100.0%	
변 경	변경 없음		-	

7) 개발계획에 따른 사회적 유입인구 산정

<표 4.3-12> 사회적 유입인구 산정

자치구	개발형태	구역명	유입비율	세대수			유입인구	개발시기	단계
				기존(A)	계획(B)	증가(B-A)			
미추홀구	도시정비	우진아파트	—	386	386	—	—	공사중	
	도시정비	주안3	31%	1,256	2,054	798	1,615	2023년	2단계
	도시정비	주안4	16%	1,479	1,856	377	763	2023년	2단계
	도시정비	주안10	45%	604	967	363	735	2027년	3단계
	도시정비	남광로알	—	602	711	109	221	2023년	2단계
	도시개발	문학구역	80%	—	992	992	2,008	2023년	2단계
	도시정비	주안11구역	60%	179	719	540	1,093	2022년	2단계
	도시정비	미추1구역	27%	896	1,321	425	860	2023년	2단계
	도시정비	미추8구역	44%	1,395	3,058	1,663	3,366	2022년	2단계
	도시정비	주안1구역	34%	1,686	2,958	1,272	2,575	2022년	2단계
	도시정비	도시개발1구역	77%	36	864	828	1,676	2022년	2단계
	도시개발	구월2지구	80%	—	130	130	233	2029년	3단계
연수구	도시정비	송도영남아파트 주택재건축 정비사업	10%	433	649	216	437	2025년	2단계
	도시정비	옥련대진빌라주변구역 주택재개발 정비사업	11%	188	218	30	61	2025년	2단계
	도시개발	농원마을	80%	—	333	333	674	2025년	2단계
	도시개발	청능마을	80%	—	697	697	1,411	2025년	2단계
	도시개발	대우자판부지	80%	—	3,920	3,920	7,934	2022년	2단계
	도시개발	동춘1구역	80%	—	3,109	3,109	6,293	2023년	2단계
	도시개발	동춘2구역	80%	—	649	649	1,314	2022년	2단계
	도시개발	송도역세권구역	80%	—	1,274	1,274	2,579	2023년	2단계
	특례사업	무주골 근린공원	80%	—	886	886	1,793	2022년	2단계
	도시개발	인천연수 기업형임대주택	80%	—	2,446	2,446	4,951	2025년	2단계
	특례사업	동춘 근린공원	—	실시계획미승인			—	2025년	2단계
	도시개발	구월2지구	80%	—	4,008	4,008	7,171	2029년	3단계
남동구	산업단지	남촌일반산업단지	—	공장폐수 계획량			—	2023년	2단계
	산업단지	도시첨단산업단지	—	공장폐수 계획량			—	2022년	2단계
	도시계획시설	농산물도매시장	—	도시계획시설 계획 오폐수량			—	—	—
	도시개발	구월보금자리	80%	—	6,344	6,344	12,840	2022년	2단계
	도시개발	구월2지구	80%	—	13,862	13,862	24,801	2029년	3단계
합계				9,140	57,911	48,771	87,401		

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

01

02

03

04

05

06

07

08

8) 편입 대상 군부대 인구

- 인천광역시에는 육군 17사단과 강화지역에 해병2사단, 옹진지역에 해병 예하부대 및 해군 2함대 등이 주둔 중이며, 금회 계획에서는 처리구역에 추가 편입이 필요한 군부대 현황을 다음과 같이 조사하였다.

<표 4.3-13> 처리구역별 군부대 인구 현황

(단위 : 인)

처리구역	부대명	인 원	비 고
승 기	미추홀 예비군훈련장	2,000	

주) 예비군 훈련장은 연대급 인원으로 추정

9) 처리구역별 사회적 유입인구

- 외부유입율을 고려한 개발계획에 의한 처리구역별 사회적 유입인구는 87,401인으로 산정되었다.
- 개발계획에 의한 상근 또는 이용인구는 상주인구에 의한 생활오수량 원단위에 반영하므로 사회적 유입인구에서 제외하며, 군부대 인구는 기타 오수량으로 별도 반영하였다.

<표 4.3-14> 처리구역별 사회적 유입인구

(단위 : 인)

구 분	2020년(1단계)	2025년(2단계)	2030년(3단계)	2035년(4단계)	계	비 고
승 기	-	54,462	32,940	-	87,401	

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

다. 장래 계획인구 결정

- 승기처리구역의 자연적 증가인구 및 사회적 유입인구를 포함한 장래인구는 2035년 기준 610,720인으로 결정되었다.

<표 4.3-15> 장래 계획인구 결정

(단위 : 인)

구 분	2021년	2025년	2030년	2035년	비고
자연적	486,965	495,877	512,222	523,319	
사회적	-	54,462	87,401	87,401	
계	486,965	550,339	599,623	610,720	

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

3.2 하수처리인구

○ 하수도 보급률은 계획인구 대비 단계별 하수처리인구 비율로 산정하였다.

⇒ 도심지역의 하수도 보급률은 99% 이상으로 단계별 하수도 보급률은 100% 적용

<표 4.3-16> 과거 하수도 보급률 현황

(단위 : 인)

구분		2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	비고
인천시	행정구역 인구(인)	3,002,172	3,011,138	3,022,511	3,029,180	3,010,476	
	처리인구(인)	2,926,792	2,919,629	2,929,057	2,941,430	2,929,509	
	하수도 보급률(%)	97.5	97.0	96.9	97.1	97.2	
미추홀구	행정구역 인구(인)	424,869	427,604	425,471	418,494	413,246	
	처리인구(인)	424,869	427,604	425,471	418,494	413,246	
	하수도 보급률(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
연수구	행정구역 인구(인)	336,256	344,277	357,362	379,727	399,869	
	처리인구(인)	336,256	342,725	355,810	378,175	398,315	
	하수도 보급률(%)	100.0	99.5	99.6	99.6	100.0	
남동구	행정구역 인구(인)	543,038	548,759	549,691	545,131	536,938	
	처리인구(인)	541,077	544,508	545,440	540,869	532,560	
	하수도 보급률(%)	99.6	99.2	99.2	99.2	100.0	

자료) 인천광역시 통계연보(2016년~2020년)

<표 4.3-17> 장래 하수도 보급률 및 하수처리인구 계획

(단위 : 인, %)

구분		기준	2020년	2025년	2030년	2035년
2021년 기준	장래인구(인)	486,965	—	550,339	599,623	610,720
	하수도 보급률(%)	100%	—	100%	100%	100%
	하수처리 인구(인)	486,965	—	550,339	599,623	610,720

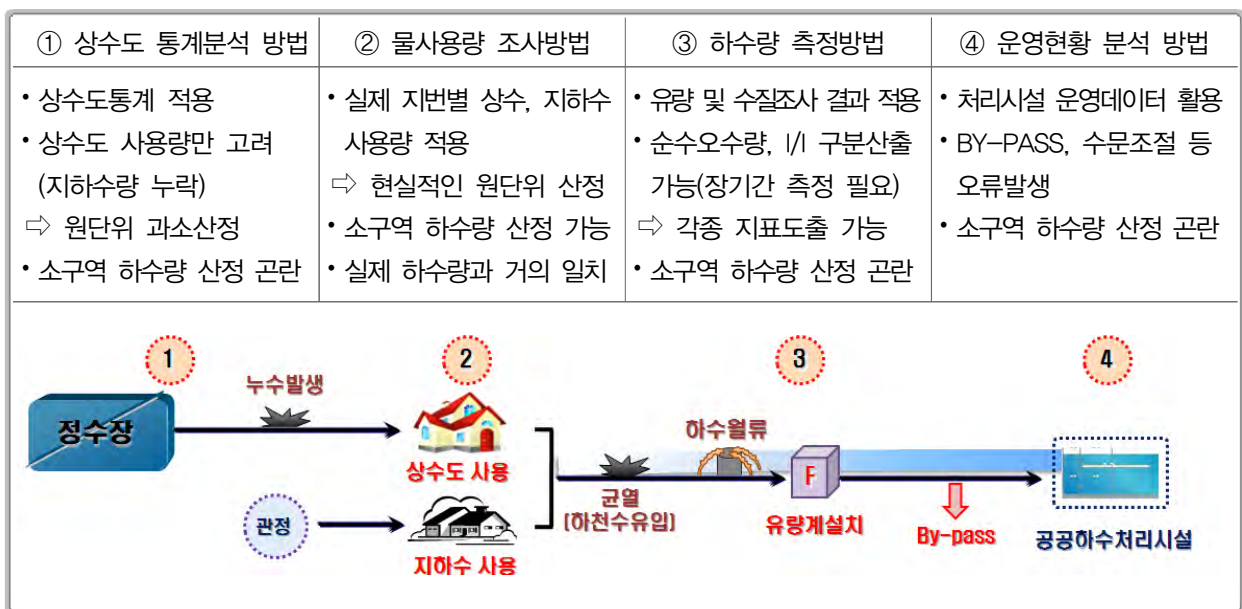
자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

4. 계획하수량

4.1 계획하수량 산정기준

4.1.1 계획하수량 산정방법

- 계획하수량산정은 상수도통계, 물사용량 조사, 하수량 측정, 운영현황 분석에 의한 방법으로 구분한다.
- ⇒ 하수량의 발생을 산정하는 의미는 모두 동일하나 실제 사용량 조사를 통한 소구역별 물사용 실태 적용이 가능한 “물사용량 조사방법” 도입
- ⇒ “물사용량 조사방법” 과 하수량 측정방법, 운영현황 분석방법을 연계하여 실제현황과 일치하고 처리구역별 하수발생 특성을 반영한 현실적인 계획하수량 산출



<그림 4.4-1> 계획하수량 산정방법

4.1.2 계획하수량 산정 지표

<표 4.4-1> 계획하수량 산정 지표

구분	당 초	금 회
물사용량 원단위	• 상수도급수량원단위 × 유효수율	• 하수도기초데이터와 연계하여 지번별 상수, 지하수 사용량, 하수처리인구로 산정
오수전환율	• 과거 지침 및 문헌 검토로 90% 적용	• 지침 및 문헌에 의한 90% 적용에 대한 처리구역별 조사결과 비교 검토
변동부하율	• 하수도시설기준의 변동부하율 기준 일괄적용	• 하수도시설기준 및 인천광역시 지침에 의한 변동부하율과 운영현황 비교 검토
지하수유입량	• 일최대 하수량의 10%적용	• 조사결과를 활용하여 청천시 침입수량 검토 • 조사된 침입수량과 지하수유입량 비교 검토

4.2 생활오수량 원단위

4.2.1 생활오수량 원단위

가. 물사용량 원단위 산정

○ 물사용량 원단위는 과거 통계상의 상수도 사용량, 상수도급수량에 의한 원단위 추정방법과 하수도 기초데이터를 활용한 물사용량 조사에 의한 방법을 비교 검토하여 결정하였다.

<표 4.4-2> 물사용량 원단위 산정방안

구분	물사용량 원단위 산정방안 비교		
	상수도급수량 분석	물사용량 조사	발생하수량 분석
산정방법	① 과거 통계자료 분석 ② 장래 급수량원단위 추정 ⇒ 수학적 추정방법으로 추정 ③ 유효수율 결정 ④ 급수량원단위에 유효수율을 적용하여 상수사용량 원단위 결정	① 지번별 하수도기초데이터 구축 ② 상수도, 지하수 검침량 입력 ③ 미검침 지하수사용량 추정, 입력 ④ 처리구역내 전체 물사용량 산정 ⑤ 하수도기초데이터 상의 처리 구역 인구와 전체 물사용량을 활용하여 물사용량 원단위 산정 ⇒ 물사용량 ÷ 처리인구	① 공공하수처리시설 운영현황 분석 ② 불명수에 의한 자료 왜곡 최소화를 위한 청천시 유입하수량 대상 검토 ③ 하수도기초데이터에 의한 물사용량 원단위에 의한 하수량과 처리시설 유입하수량 비교
특징	• 불명확한 유효수율 적용으로 오류 발생 • 통계자료 오류에 따른 상수사용량 원단위 신뢰도 저하 (상수사용량, 영업용수율 등) • 지번별 물사용량 자료가 구축되지 않은 군지역의 물사용량 원단위 대체 적용	• 처리구역내 정확한 물사용 현황 반영(실제 사용현황 반영) • 당초 누락된 지하수 사용량 반영 • 물사용량 자료 미구축 지역에 대한 보완자료 이용 필요	• 지하수, 하천수 등 다양한 불명수 요인에 의한 처리구역내 실제 오수 발생량과 차이 발생
산정방안	• 지번별 하수도기초데이터에 의한 물사용량 조사에 의한 원단위 산정 후 상수도급수량에 의한 원단위와 처리시설 유입하수량 비교		

나. 상수도 급수량에 의한 원단위 산정

1) 상수도 급수량에 의한 원단위 산정

○ 장래 가정용 상수도급수량에 의한 물사용량 원단위는 상수도사업본부에서 2017년 구축된 시스템에 의해 축적된 정수장별, 배수지별 상수도 급수량을 기준으로 산정하였다.

⇒ 인천광역시의 경우 지역특성을 고려하여 상수도급수량 원단위는 현재에서 정제하는 것으로 결정

○ 유효수율은 하수도기초데이터에 의한 상수도, 지하수 검침량을 비교하여 결정하였다.

○ 상수도급수량 원단위에 유효수율 적용하여 상수도사용량 원단위 결정하였다.

○ 상수도 급수량에 의한 원단위 산정결과 인천광역시 전체기준 294Lpcd(2017년 기준)로 산정되었다.

⇒ 상수도 급수량에 의한 원단위는 2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획(변경)에서 인용

<표 4.4-3> 과거 10년간 정수장별 상수도 생산실적

(단위 : m³/일)

구분		계	부평	남동	수산	공촌	강화	길상	백령
인천시 통 계	2011년	962,924	264,132	237,567	246,692	212,389	781	1,227	136
	2012년	954,354	246,215	224,555	242,693	238,168	842	1,783	98
	2013년	948,671	229,566	224,350	245,054	247,196	685	1,704	116
	2014년	954,933	228,496	213,932	253,549	256,812	638	1,325	181
	2015년	1,321,541	253,678	273,100	473,500	318,100	795	1,953	415
	2016년	1,113,620	310,167	456,200	427,500	305,900	1,061	1,763	450
	2017년	1,014,716	236,814	211,623	282,835	281,847	487	904	206
	2018년	1,052,948	238,057	226,058	289,991	297,311	552	914	65
	2019년	1,075,441	261,524	241,055	294,465	276,878	589	884	46
	2020년	1,067,527	255,929	253,558	296,746	259,473	500	1,157	164

자료) 인천광역시 통계연보

<표 4.4-4> 과거 10년간 용도별 급수실적

구분		급수인구 (인)	급수 원단위 (Lpcd)	급수량(㎥/일)						비 고
				계	가정용	일반용	욕탕용	공공용	기 타	
인천시 통 계	2011년	2,801,671	343	834,056	498,075	321,601	14,380	—	—	
	2012년	2,884,226	332	843,040	506,930	322,778	13,332	—	—	
	2013년	2,884,226	332	853,247	516,417	324,323	12,507	—	—	
	2014년	2,914,420	330	571,190	259,729	301,198	10,263	—	—	
	2015년	2,940,926	331	872,513	528,940	332,421	11,152	—	—	
	2016년	2,965,367	337	899,521	540,767	346,961	11,793	—	—	
	2017년	2,974,416	343	932,079	543,587	360,637	11,693	—	16,161	
	2018년	2,986,455	354	955,925	553,926	371,388	11,437	—	19,175	
	2019년	2,999,125	360	951,208	558,002	375,035	10,874	—	7,297	
	2020년	2,981,928	359	934,064	574,823	348,762	8,020	—	2,459	

자료) 인천광역시 통계연보

<표 4.4-5> 유효수율 결정

(단위 : %)

구분		2020년	2025년	2030년	2035년	비고
관련 계획	2035 인천시 하수도정비기본계획(부분변경) (2022.10)	-	91.0	92.0	93.0	
	2040 인천시 수도정비기본계획 (2021.01)	90.0	91.0	92.0	93.0	
인천광역시 최근 급수현황		89.9	89.9	89.9	89.9	2018년
적 용		-	91.0	92.0	93.0	

주) 유효수율은 「2040 인천광역시 수도정비 기본계획(2021. 1, 인천광역시)」의 유효수율 적용

<표 4.4-6> 장래 상수도 급수량 원단위 산정

(단위 : Lpcd)

구분		2021년	2025년	2030년	2035년	비고
인천 광역시	1인1일급수원단위	313	313	313	313	
	유효수율(%)	94.0	94.0	94.0	94.0	
	상수사용량원단위	294	294	294	294	

주) 1인 1일 급수원단위는 「2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)」의 원단위 적용

다. 물사용량에 의한 원단위 산정

1) 물사용량 조사방법

- 물사용량 원단위는 하수도 기초데이터를 활용한 물사용량 조사에 의한 방법으로 결정하였다.
- 물사용량 조사는 다음과 같다.
 - ⇒ 지번별 하수도 기초데이터 구축 (도로명주소, 지번주소 등 자료간 오차 보정)
 - ⇒ 상수도, 지하수 검침량 입력 (공업용수, 군부대, 대공원 등 구분)
 - ⇒ 각 자치구내 전체 물사용량 산정
 - ⇒ 처리구역별 물사용량 변환
 - ⇒ 하수도 기초데이터 상의 처리구역 인구나 처리구역별 물사용량을 활용하여 물사용량 원단위 산정
(처리구역별 물사용량 ÷ 처리구역별인구)

2) 물사용량 조사결과

가) 물사용량 검침현황

- 물사용량 조사시 가정용, 영업용 등을 포함한 일반용수와 산업용 등의 공업용수를 구분하여 처리인구에 의한 원단위 결정시 공업용수를 제외한 일반용수 사용량으로 적용하였다.
- 장래 물사용량 원단위는 최근 5년간의 물사용량 조사결과를 고려하여 현재수준을 유지하는 것으로 계획하였다.

<표 4.4-7> 물사용량 현황

구분	물사용량(㎥/일)					비고
	계	가정용	업무용	영업용	산업용	
중구	67,108	19,954	5,357	31,810	9,987	
동구	30,866	12,826	1,623	3,357	13,060	
남구	128,014	80,934	10,647	25,370	11,063	
연수구	104,964	69,150	7,197	22,102	6,515	
남동구	173,835	103,394	9,162	33,253	28,026	
부평구	161,704	104,922	11,868	31,066	13,848	
계양구	85,498	62,794	4,561	16,621	1,522	
서구	193,781	101,717	8,221	42,551	41,292	
강화군	13,583	7,591	5,746	246	—	통계연보
옹진군	2,288	1,066	1,211	11	—	통계연보

주) 인천광역시 상수도사업본부 고시 수도계량계 불감수량 4.5% 적용 (2015년 기준)

3) 물 사용량 원단위 산정

- 처리구역 내 물사용량 원단위를 산정한 결과 산업용을 제외한 인천광역시 시지역 전체 평균은 281Lpcd이며, 승기처리구역은 312Lpcd로 산정되었다.
- 원도심지역인 승기처리구역의 경우 인천광역시 평균 물사용량 원단위보다 높게 산정되었다.
- 물 사용량 원단위 산정에서 고려되는 처리인구, 물사용량 등은 하수도정비 기본계획을 인용 하였다.

<표 4.4-8> 처리구역별 물사용량 원단위

구분	처리인구 (인), A	물사용량 (㎥/일), B	물사용량 원단위 (Lpcd), B/A	비고
2017년 기준	498,165	155,221	312	
2021년 기준	486,965	151,407	311	
금 회	498,165	155,221	312	2017년 기준 적용

라. 관련 및 상위계획의 상수사용량 원단위

- 관련 및 상위계획상의 상수도 사용량 원단위를 분석한 결과 최근 수립된 「2040 인천광역시 수도정비 기본계획 보고서(2021.1, 인천광역시 상수도사업본부)」에서는 인천광역시의 상수사용량 원단위는 327Lpcd로 2025년 이후 소폭 감소하는 것으로 계획하였다.

<표 4.4-9> 관련 및 상위 계획의 상수도사용량 원단위

(단위 : Lpcd)

구분		1단계 (2025년)	2단계 (2030년)	3단계 (2035년)	4단계 (2040년)	비고
2040 인천광역시 도시기본계획(2022. 2)		339	335	331	327	
2040 인천광역시 수도정비 기본계획 (2021. 1)	인천광역시	310	310	311	311	
	중 구	475	463	455	451	
	동 구	337	338	343	350	
	남 구	282	282	281	281	
	연 수 구	383	390	396	398	
	남 동 구	258	253	249	246	
	부 평 구	286	286	285	284	
	계 양 구	246	246	246	246	
	서 구	344	342	340	339	
	강화·옹진군	266	281	298	315	
	신도시	340	340	340	340	
2035 인천광역시 하수도정비 기본계획 (2020. 9)	송 기	312	312	312	—	
	송 도	306	306	306	—	
	만 수	296	296	296	—	
	남 향	남향	311	311	—	
		송도	306	306	—	
	가 좌		278	278	—	
	공 촌	공촌	309	309	—	
		청라	306	306	—	
	검 단	원도심	257	257	—	
		개발지	306	306	—	
	영종	영종	306	306	—	
		을왕1	425	425	—	
		을왕2	648	648	—	
		을왕3	475	475	—	
		을왕4	347	347	—	
		을왕외	394	394	—	
		남북1	205	205	—	
		덕교1	343	343	—	
		덕교외	174	174	—	
	송 산		306	306	—	
	운 북		306	306	—	
	굴 포		263	263	—	
	옹진	진두	383	383	—	
		강화	264	264	—	
	강화	온수	267	267	—	
		상방	278	278	—	
		외포	267	267	—	
		능내	241	241	—	
		선두2	288	288	—	
		장화	544	544	—	
		동막	1,136	1,136	—	
		내가	160	160	—	소규모
		창후	151	151	—	
		망월	214	214	—	
		두운	223	223	—	
	강화·옹진		206	206	206	미급수지역

01

02

03

04

05

06

07

08

마. 타 지역의 상수도사용량 원단위

- 서울특별시, 부산광역시, 대전광역시 등 주요 광역도시에서 적용한 상수도 사용량 원단위를 검토한 결과 평균 311Lpcd로 분석되었다.

<표 4.4-10> 타 지역의 상수도사용량 원단위

(단위 : Lpcd)

구분		1단계 (2020년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비고
서울특별시 하수도정비 기본계획 (2018. 01)	서울시	301	301	302	—	
	종로구	530	533	535	—	
	중 구	697	695	691	—	
	용산구	368	366	365	—	
	성동구	310	310	313	—	
	광진구	291	289	286	—	
	동대문구	298	298	297	—	
	종랑구	257	255	253	—	
	성북구	282	280	280	—	
	강북구	259	260	261	—	
	도봉구	257	259	260	—	
	노원구	262	264	265	—	
	은평구	245	242	240	—	
	서대문구	307	309	311	—	
	마포구	319	326	332	—	
	양천구	262	264	265	—	
	강서구	274	275	278	—	
	구로구	273	270	266	—	
	금천구	318	325	329	—	
	영등포구	323	322	321	—	
	동작구	291	292	294	—	
	관악구	294	295	296	—	
	서초구	359	358	356	—	
	강남구	416	415	412	—	
	송파구	286	284	282	—	
	강동구	258	256	256	—	

<표 계속>

(단위 : Lpcd)

구분		1단계 (2020년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비고
부산광역시 하수도정비 기본계획 (2016. 12)	중 구	440	440	440	440	
	서 구	308	308	308	308	
	동 구	319	319	319	319	
	영도구	249	249	249	249	
	부산진구	277	277	277	277	
	동래구	253	253	253	253	
	남 구	293	293	293	293	
	북 구	241	241	241	241	
	해운대구	295	295	295	375	
	사하구	286	286	286	286	
	금정구	260	260	260	260	
	강서구	398	398	398	398	
	연제구	264	264	264	264	
	수영구	266	266	266	266	
	사상구	302	302	302	302	
	기장군	269	269	269	269	

바. 물사용량 원단위 결정(일평균)

- 상수도 사용량, 상수도 급수량, 물사용량 조사에 의한 방법을 비교·검토하여 물사용량 원단위를 결정하였다.
- 처리구역별 특성이 반영되어 현실성이 있고, 지하수 사용량을 현실적으로 반영한 물사용량 조사에 의한 방법으로 결정하였다.
- ⇒ 청라지역 및 영종하늘도시의 경우 개발사업 완료 후를 고려하여, 수도정비기본계획상 급수량 원단위 적용
- 물 사용량 원단위는 하수도정비 기본계획의 원단위를 인용하여 산정하였다.

<표 4.4-11> 물사용량 원단위 결정(일평균)

(단위 : Lpcd)

구분			기준년도	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
기준년도 2021년	상수도 급수량에 의한 원단위	인천광역시	294	294	294	294	294	
	물사용량 조사에 의한 원단위	승기처리구역	312	312	312	312	312	

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

자. 오수전환율 산정

○ 관련자료 및 문헌상의 오수전환율과 당초계획을 비교하여 변경 없이 적용하는 것으로 계획하였다.

1) 관련자료 검토**<표 4.4-12> 관련자료 검토**

구분	오수전환율	비고
한강유역 환경보전 종합계획(1994, 환경청)	수거식지역 : 80%	(평균:90%)
	수세식지역 : 90%	
	아파트지역 : 90%	
주택단지내상수·오수발생량산정 및 하수처리시설 소요비용연구(2001, 환경부)	단독 : 89.9%	(평균:90%)
	공동주택지역 : 93.7%	
	영업지역 : 86.4%	
인천광역시 하수도정비 기본계획 변경(2015)	수거식 : 90%	
	수세식주택, APT지역 : 90%	
적용	90%	

2) 오수전환율 결정

○ 공공하수처리구역의 오수전환율은 관련 지침 및 자료 검토하여 90%를 일괄 적용하였다.

<표 4.4-13> 오수전환율 결정

구분	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
오수전환율	90%	90%	90%	90%	

차. 생활오수량 원단위 산정(일평균)

○ 물사용량 조사에 의한 물사용량 원단위에 오수전환율을 적용하여 생활오수량 원단위(일평균) 산정하며,

○ 생활오수량 원단위는 하수도정비 기본계획에서 인용한 물사용량 원단위를 토대로 선정하였다.

<표 4.4-14> 생활오수량 원단위(일평균)

구분	기준년도	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
생활오수량 원단위(Lpcd)	281	-	281	281	281	공공하수 처리구역

카. 변동부하율

○ 관련계획 및 지침상의 기준을 검토하여 변경 없이 적용하는 것으로 계획하였다.

<표 4.4-15> 변동부하율 결정

구분		변동부하율			비고
		일평균	일최대	시간최대	
하수도설계기준(2020, 환경부)		0.7~0.8	1.0	1.3~1.8	
하수도정비기본계획수립지침(2020, 환경부)		0.7~0.8	1.0	1.3~1.8	
변동 부하율	생활오수	0.80	1.0	1.5	
	공장폐수	1.0	1.0	1.5	
	지하수	1.0	1.0	1.0	

타. 단계별 생활오수량 원단위 결정

○ 앞 절에서 산정된 생활오수량원단위(일평균)에 변동부하율을 적용하여 단계별 생활오수량 원단위 산정하였으며,

○ 금회에서는 처리구역 특성을 반영하기 위해 행정구역별로 산정된 지표를 처리구역으로 구분하였다.

<표 4.4-16> 단계별 생활오수량 원단위

(단위 : Lpcd)

구분			2020년	2025년	2030년	2035년	비고
생활 오수량 원단위	승기	일평균	281	281	281	281	
		일최대	351	351	351	351	
		시간최대	527	527	527	527	

4.2.2 생활오수량

<표 4.4-17> 생활오수량

(단위 : m³/일)

구분			기준년도	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
승기	하수처리인구(인)		486,965	—	550,339	599,623	610,720	
	생활오수량 (m³/일)	일평균	136,837	—	154,645	168,494	171,612	
		일최대	170,925	—	193,169	210,468	214,363	
		시간최대	256,631	—	290,029	316,001	321,850	

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

4.2.3 지하수 유입량

- 하수도시설기준상의 지하수 유입량을 일 최대 생활오수량의 20% 이하로 결정하는 것이 일반적이므로 상위 계획 상의 지하수 유입량 10% 적용하였다.

<표 4.4-18> 지하수 유입량

(단위 : m³/일)

구분	기준년도	2020년	2025년	2030년	2035년	비고
2021년 기준	17,093	-	19,317	21,047	21,436	

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

4.2.4 군부대오수량

<표 4.4-19> 군부대오수량

(단위 : m³/일)

구분			인원(인)	기준 (2021년)	2025년	2030년	2035년
인천	미추홀 예비군훈련장	일평균	2,000	406	406	406	406
		일최대	2,000	406	406	406	406
		시간최대	2,000	406	406	406	406

4.2.5 공장폐수량

- 금회 계획구역내에서 발생하는 공장의 폐수는 전량 공공하수처리시설로 연계처리하고 있으며, 공업용수 또한 전량 상수도를 이용하고 있다.
- 공장폐수량은 물사용량 기초데이터 중 산업용수 검침량 기준으로 산정하였으며, 기존 공장지대의 장래 공장 폐수량은 기존 발생량과 변동 없는 것으로 계획하였다.
- 공장폐수량은 하수도정비 기본계획을 인용하였다.

<표 4.4-20> 단계별 산업단지 설치계획

구분	계획면적(m²)	공장폐수량(일최대)(m³/일)	비고
농산물도매시장	285,200	374	완료(2020년)
남촌일반산업단지	266,604	873	2단계
남동 도시첨단산업단지	233,307	1,434	2단계

<표 4.4-21> 단계별 공장폐수량

(단위 : m³/일)

구분			2020년	2025년	2030년	2035년	비고
공장 폐수량	승기	일평균	25,773	28,080	28,080	28,080	
		일최대	25,773	28,080	28,080	28,080	
		시간최대	38,660	42,121	42,121	42,121	

4.3 계획하수량

4.3.1 계획하수량

<표 4.4-22> 공강하수처리구역 계획하수량(일최대)

(단위 : m³/일)

구분		2021년	2025년	2030년	2035년	비고
승 기	하수처리인구	486,965	550,339	599,623	610,720	
	물사용량원단위	312	312	312	312	
	오수전환율(%)	90	90	90	90	
	오수량원단위(일최대)	351	351	351	351	
	계획 하수량 (m³/일)	생활오수량	170,925	193,169	210,468	생활오수량의 10% 2035 하수도정비 인용
		지하수량	17,093	19,317	21,047	
		공장폐수	25,773	28,080	28,080	
		군부대	406	406	406	
	계	214,197	240,972	260,001	264,285	

자료) 인천광역시 하수도정비 기본계획(부분변경)(2022.11, 인천광역시)

5. 계획유입수질

- 오염부하량 원단위에 의한 계획수질 산정 후 실측조사에 의한 오염부하량 검증하였다.
- 운영수질 분석을 통한 유입수질 검토 후 오염부하량 원단위에 의한 계획수질과 비교하여 결정하였다.
- 실측조사에 의한 실제 발생 불명수와 단계별 불명수 저감량을 고려하여 현실적인 계획수질을 산정하였다.



<그림 4.5-1> 계획유입수질 산정방안

5.1 생활오수 오염부하량

5.1.1 오염부하량 원단위

- 가정잡배수 오염부하량 원단위는 인근지자체 및 관련계획을 비교 검토하여 결정하였다.
- 분뇨 오염부하량 원단위는 처리구역별 분류식화 비율을 적용하여 산정하였다.
- 영업용수율은 처리구역별 용도별 물사용량을 분석하여 적용하였다. (하수도기초데이터 활용)
- 생활오수 오염부하량 원단위는 하수도정비 기본계획을 인용하였다.

<표 4.5-1> 오염부하량 원단위

(단위 : g/인·일)

구분		BOD	COD	SS	T-N	T-P	비고
가정오수 오염부하량 원단위	가정잡배수	36.0	29.0	30.0	4.500	0.500	
	분뇨	18.0	10.8	27.0	7.760	1.261	
	계	54.0	39.8	57.0	12.260	1.761	A
영업용수율(%)		26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	B
영업오수 오염부하량 원단위		14.5	10.7	15.3	3.286	0.472	C=A×B
생활오수 오염부하량 원단위		68.5	50.5	72.3	15.546	2.233	D=A+C

5.2 공장폐수 오염부하량 원단위

5.2.1 공장폐수 오염부하량 원단위

- 물환경보전법 제32조 제1항 및 같은법 시행규칙 제34조 별표 13) 수질오염물질의 배출허용기준 중 나지역 (배출수 2,000m³/일 미만) 적용하였다.
- 공장폐수 오염부하량 원단위는 하수도정비 기본계획을 인용하였다.

<표 4.5-2> 공장폐수오염부하량 원단위

(단위 : mg/l)

구분	BOD	TOC	SS	T-N	T-P	비고
인천	120.0	75.0	120.0	60.0	8.0	나지역

5.3 계획수질 산정

5.3.1 오염부하량에 의한 계획수질

- 방류수 TOC의 측정은 2021년 1월 이후 시행되어 운영데이터가 없는 실정으로 실측된 COD값의 상관관계 식을 이용해 TOC수질목표를 설정하는 것이 현재로서는 가장 타당한 방법이다.
- 「물환경보전법 시행규칙 [별표13] 수질오염물질의 배출허용기준(개정 2019.10.17.)」 개정 시 적용한 CODMn/TOC 전환비율은 1.80이다.
- 서울시 2040하수도정비 기본계획(변경)(안)에서는 2018년 전국 공공하수처리시설(≥500m³/일) 60개소를 대상으로 한 상관관계식($R^2=0.955$)에서 CODMn/TOC 전환비율 0.59로 측정되었다.
- 본 계획에서 실측한 수질조사(남동공단 및 승기공공하수처리장 유입수)의 CODMn/TOC 전환비율은 남동공단 인근의 경우 1.1, 처리장 유입수의 경우 0.9로 측정되었다.
- 하수처리시설 TOC 수질관리 최적화 시범연구(Ⅰ)(2016, 환경부)에서 CODMn/TOC 전환비율은 1.2로 결정하였다.
- 본 계획에서는 금회 실측한 수질조사의 측정치와 서울시 하수도정비 측정치의 표본의 충분하지 못하고 물 환경보전법 시행규칙 개정시 적용한 전환비율 1.8은 다른 실측데이터를 기반으로한 추정치와 비교하여 비교적 높기에 2016년 환경부에서 시행한 하수처리시설 TOC 수질관리 최적화 시범연구의 전환비율인 1.2를

적용하였다.

<표 4.5-3> 숭기공공하수처리시설 계획수질

구분			2021년	2025년	2030년	2035년	비고
오염 부하량 원단위 (mg/ℓ)	생활오수	BOD	68.2	68.5	68.5	68.5	
		COD	50.3	50.5	50.5	50.5	
		TOC	41.9	42.1	42.1	42.1	전환비율 1.2
		SS	71.9	72.3	72.3	72.3	
		T-N	15.515	15.546	15.546	15.546	
		T-P	2.228	2.233	2.233	2.233	
	공장폐수	BOD	120.0	120.0	120.0	120.0	
		TOC	75.0	75.0	75.0	75.0	
		SS	120.0	120.0	120.0	120.0	
		T-N	60.0	60.0	60.0	60.0	
T-P		8.0	8.0	8.0	8.0		
오염 부하량 (kg/일)	생활오수	BOD	33,211	37,698	41,074	41,834	
		COD	24,494	27,792	30,281	30,841	
		TOC	20,412	23,160	25,234	25,701	전환비율 1.2
		SS	35,013	39,790	43,353	44,155	
		T-N	7,555	8,556	9,322	9,494	
		T-P	1,085	1,229	1,339	1,364	
	공장폐수	BOD	3,093	3,370	3,370	3,370	
		TOC	1,933	2,106	2,106	2,106	
		SS	3,093	3,370	3,370	3,370	
		T-N	1,546	1,685	1,685	1,685	
T-P		206	225	225	225		
총오염부하량 (kg/일)		BOD	36,304	41,068	44,444	45,204	
		TOC	22,345	25,266	27,340	27,807	전환비율 1.2
		SS	38,106	43,159	46,722	47,525	
		T-N	9,102	10,240	11,007	11,179	
		T-P	1,291	1,454	1,564	1,588	
계획 유입수질 (mg/L)	당 초	BOD	202	203	203	203	
		COD	155	155	155	155	
		SS	212	213	213	214	
		T-N	51	51	51	51	
		T-P	7	7	7	7	
	변 경	BOD	202	203	204	204	
		TOC	124	125	125	126	COD→TOC기준 변경
		SS	212	213	214	215	
		T-N	51	51	51	51	
		T-P	7	7	7	7	

01

02

03

04

05

06

07

08

6. 계획방류수질

6.1 방류수 수질기준

- 방류수 수질기준은 「하수도법」 제7조 제1항 및 동법 시행규칙 제3조 제1항 제1호에 의거하여 설정하며,
- 수질기준 항목은 BOD, TOC, SS, T-N, T-P, 총대장균군수, 생태독성 7개로 구성된다.

<표 4.6-1> 공공하수처리시설 방류수 수질기준

(단위 : mg/L, 개/mL, TU)

구분		생물화학적 산소요구량 (BOD)	총유기 탄소량 (TOC)	부유물질 (SS)	총질소 (T-N)	총인 (T-P)	총 대장균	생태 독성	비고
500m³/일 이상	I 지역	50이하	150이하	100이하	200이하	0.20이하	1,000이하	10이하	
	II 지역	50이하	150이하	100이하	200이하	0.30이하	3,000이하	10이하	
	III 지역	100이하	250이하	100이하	200이하	0.50이하	3,000이하	10이하	
	IV 지역	100이하	250이하	100이하	200이하	20이하	3,000이하	10이하	
500m³/일 미만 50m³/일 이상		100이하	250이하	100이하	200이하	20이하	3,000이하	10이하	
50m³/일 미만		100이하	250이하	100이하	400이하	40이하	3,000이하	10이하	

6.2 계획방류수질

- 인천광역시 IV지역기준을 적용하여 다음과 같이 방류수질을 결정하였다.

<표 4.6-2> 계획방류수질

(단위 : mg/L, 개/mL, TU)

구분	생물화학적 산소요구량 (BOD)	총유기 탄소량 (TOC)	부유물질 (SS)	총질소 (T-N)	총인 (T-P)	총 대장균	생태 독성	비고
500m³/일 이상	100이하	250이하	100이하	200이하	20이하	3,000이하	10이하	

제 5 장 기본계획

1. 설계기준
2. 단위 공정별 처리방식 검토
3. 지하화방안 검토
4. 사업규모 결정
5. 공사중 무중단 운영계획
6. 공종별 시설계획

제5장 기본계획

1. 설계기준

1.1 인천광역시 승기공공하수처리시설 현대화사업 개요

- 승기공공하수처리시설은 1995년 시설용량 240,000m³/일 규모의 표준활성슬러지법으로 최초 설치되어 2007년 고도처리시설(MLE) 개량 및 2단계 35,000m³/일 증설사업 시행 후 현재까지 대수선 없이 운영중인 노후 하수처리시설로 처리구역 내 분류식관로 정비사업 등으로 인한 유입오염부하량 증가와 주요 기자재 설비의 노후도 심화로 인한 처리효율 저하가 심각한 문제로 제기되고 있다.
- 2012년 동절기 방류수질 유예 삭제 등의 기준 강화에도 불구하고 별도의 개량 없이 운영되어 최근 다수의 방류수질기준 초과에 따라 한강유역환경청으로부터 개선명령을 받고 있는 실정이다.
- 송도신도시 개발에 따라 공공하수처리시설의 입지가 도심지 중심에 위치하여 인근 주민으로부터 악취 등에 의한 민원이 빈번하며 하수처리시설의 이전 또는 현대화 사업에 대한 요구가 높아지고 있다.
- 따라서, 본 계획에서는 승기공공하수처리시설 현대화계획을 검토하여 친환경적이고 지역주민에 호응할 수 있는 하수처리장 지하화계획을 수립하였으며, 지하화를 통한 악취차단, 상부 및 여유부지 활용 및 유지관리 등에 영향이 없도록 하는 한편, 상부활용가능 면적을 최대한 확보 가능한 방안을 검토하였다.

1.2 기본계획적용 및 시설계획

1.2.1 계획하수량 및 시설계획

- 승기공공하수처리시설의 최종 목표연도인 2035년 기준 계획하수량은 일최대 264,285m³/일 이며, 각 단계 별 계획하수량은 다음과 같다.

<표 5.1-1> 단계별 계획하수량

구 분		기준년도 (2021년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비 고
계획하수량 (m³/일)	일최대	214,197	240,972	260,001	264,285	

<표 5.1-2> 승기공공하수처리시설 시설계획

구 분	기준년도 (2021년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비 고
목표연도	2035년				
하수처리인구(인)	486,965	550,339	599,623	610,720	
계획하수량(m³/일)	214,197	240,972	260,001	264,285	일최대
시설용량(m³/일)	275,000	275,000	270,000	270,000	

1.2.2 계획유입수질 및 목표처리수질

<표 5.1-3> 계획유입수질

구 분		현재(2021년)	장래(2035년)	비 고
계획하수량 (m³/일)	생활하수	170,925	214,363	일최대 기준
	공장폐수	17,093	21,436	
	군부대	25,773	28,080	
	지하수	406	406	
	계	214,197	264,285	
계획 유입수질 (mg/L, 개/mL)	BOD	202	204	
	TOC	124	126	
	SS	212	215	
	T-N	51	51	
	T-P	7	7	

주) 유입수질 고농도는 계획유입수질의 130% 이상, 저농도는 70% 이하로 제시하고 설계수온은 10℃로 하여야 함.

<표 5.1-4> 목표처리수질(보증수질)

(단위 : mg/L)

구 분			BOD	TOC	SS	T-N	T-P	대장균군수
하수도정비기본계획(2022.11)			100이하	250이하	100이하	200이하	20이하	3,000이하
현대화 사업	목표수질	방류수	100이하	250이하	100이하	200이하	20이하	3,000이하
	보증수질		목표수질 이하로 입찰자 제시					

- 주 1. 최종 방류수 및 재이용수 측정값의 최대치는 목표 수질을 상시 만족 하여야 하며, 성능보증은 상기조건 하에서 신뢰성시험 중 성능보증기간(30일) 연속측정 값의 최대치가 보증수질 이내 이여야 함. (공인기관 및 인천광역시보건환경연구원 5회 이상의 최대값 포함)
2. 수질보증을 위한 시험방법은 「수질오염공정시험기준」(환경부고시 2022-12호)으로 함.
3. 상기 목표수질에 대해서는 기타 인허가시 목표수질이 변경될 경우 실시설계적격자로 선정된 자는 변경된 목표수질로 실시설계를 수행하여야 함.

1.2.3 시설물별 설계기준

○ 주요시설물에 대한 국내외 설계기준을 요약하면 다음과 같으며, 현장여건에 따라 변경 가능하나 보증수질을 만족하도록 제시하여야 한다.

<표 5.1-5> 설계기준

구 분	설계항목	단 위	시설기준 ¹⁾	W.E.F ²⁾	설계지침 ³⁾
침사지	표면부하율	m ³ /m ² ·일	1,800	—	1,800
	체류시간	sec	30~60	—	30~60
	평균유속	m/sec	0.3	—	0.3
유 량 조정조	체류시간	hr	—	—	—
	유효수심	m	3~5	—	3~5
1차침전지	표면부하율	m ³ /m ² ·일	25~50(합류식)	33~41	25~50
	침전시간	hr	2~4	—	1.5~3.0
	월류부하	m ³ /m·일	250이하	—	250이하
	유효수심	m	2.5~4.0	2.40이상	2.5~4.0
생 물 반응조	BOD/SS부하	kgBOD/MLSS·일	0.1~0.3	—	—
	BOD용적부하	kgBOD/m ³ ·일	0.32~0.96	—	—
	체류시간	hr	6~8	—	13.2
	헝기조	hr	0.5~1.0	—	1.2
	무산소조	hr	0.5~1.0	—	4.8
	호기조	hr	3.5~6.0	—	7.2
	슬러지반송율	%	50~100	—	50
	MLSS농도	mg/ℓ	2,000~3,000	—	3,000
2차침전지	표면부하율	m ³ /m ² ·일	15~25(고도처리)	24~32	15~25
	침전시간	hr	3.0~5.0	2~3	3.0~5.0
	월류부하	m ³ /m·일	1900이하	1900이하	1500이하
	유효수심	m	2.5~4.0	3.30이상	3.5~4.0
농 축 조	체류시간	시간	180이하	—	12시간
	유효수심	m	4.0	—	4.0
	고형물부하	kg/m ² ·일	25~70	—	60~90
헝 기 성 소 화 조 (중온2단)	고형물 체류시간	일	10~20	—	—
	고형물 부하	kgVSS/m ³ ·일	1.6~6.4	—	—
	중온소화온도	℃	29~38	—	—
탈 수 기	슬러지함수율	%	75~80	—	75~80
	응집제주입율	%	1.0	—	0.5~1.5

주) 상기 시설물의 설계기준은 절대적인 것이 아니며, 입찰자가 선정한 처리공법에 따라 변경 가능하고, 보증수질을 만족하도록 제시하여야 함.

자료) 1. 하수도시설기준 (한국상하수도협회, 2011), 하수도 설계기준(환경부, 2019.11)

2. Wastewater Treatment Plant Design Handbook (W.E.F, 2012)

3. 설계지침 : 하수도시설설계지침 해설 (일본하수도협회, 1995)

1.2.4 악취의 배출허용기준

○ 주요국내의 악취에 대한 규제법인 악취방지법상의 배출허용기준 및 금회 설계기준은 다음과 같다.

<표 5.1-6> 배출허용기준 및 엄격한 배출허용기준의 설정범위(제8조 1항 관련)

구 분	악취방지법에 따른 배출허용기준 (희석배수, 기타지역)	성능보증치
배출구(굴뚝 등)	500 이하	설계기준 이하로 입찰자 제시
부지경계선	15 이하	

<표 5.1-7> 지정악취물질 배출허용기준

구 분	악취방지법에 따른 배출허용기준 (기타지역, ppm)	성능보증치
1 암모니아	1 이하	설계기준 이하로 입찰자제시
2 메틸머캅탄	0.002 이하	
3 황화수소	0.02 이하	
4 다이메틸설파이드	0.01 이하	
5 다이메틸다이설파이드	0.009 이하	
6 트라이메틸아민	0.005 이하	
7 아세트알데하이드	0.05 이하	
8 스타이렌	0.4 이하	
9 프로피온알데하이드	0.05 이하	
10 뷰티르알데하이드	0.029 이하	
11 n-발레르알데하이드	0.009 이하	
12 i-발레르알데하이드	0.003 이하	
13 톨루엔	10 이하	
14 자일렌	1 이하	
15 메틸에틸케톤	13 이하	
16 메틸아이소뷰틸케톤	1 이하	
17 뷰틸아세테이트	1 이하	
18 프로피온산	0.03 이하	
19 n-뷰티르산	0.001 이하	
20 n-발레르산	0.0009 이하	
21 i-발레르산	0.001 이하	
22 i-뷰틸알코올	0.9 이하	

1.2.5 지상공원화에 따른 친환경 주민친화시설 설치

○친환경 주민친화시설은 다음과 같이 설치될 수 있다.

<표 5.1-8> 친환경 주민친화적 하수처리시설 유형구분 예

대분류	소분류	유형에 대한 설명
친환경 시설	기본형	- 하수처리시설에 의한 하수의 처리과정을 거쳐 정화되어지는 본연의 기능 - 환경개선과 보전이 최우선 - 수질과 악취 등에 대해 좀 더 강화된 처리기준과 운영관리 도입
	활용형	- 하수처리시설을 통하여 발생되어지는 요소들을 활용할 수 있는 친환경 자원들 - 하수처리시설의 특성에 따라 탄력적으로 적용할 수 있는 시설 - 지역사회의 도움이 되는 시설로 제안되어질 수 있는 시설 - 처리시설의 규모와 주변 환경과 밀접한 관계
주민 친화 시설	관찰형	- 생태공원 조성뿐만 아니라 동식물의 관찰 등을 목적 - 다양한 시설 설치가 가능하고, 소규모의 활동 프로그램의 개발 및 운영이 허용될 수 있음 - 이용자와 관찰·학습자원 모두에 대한 세심한 배려가 요구됨
	이용형	- 비교적 다양한 목적의 시설 설치가 가능 - 이용자의 편의를 고려하여 다양한 시도가 가능한 유형 - 보다 적극적이고 활동적인 프로그램을 운영하기에 적절 - 비교적 규모가 넓은 입지여건을 갖춘 지역에 해당하는 경우가 많음 - 현재까지 대부분의 주민 친화시설이 여기에 속함 (환경 체험 및 학습시설, 문화 및 복지시설, 운동시설 등)

<표 5.1-9> 친환경 주민친화적 시설 분류의 예

대분류	소분류	유형에 대한 설명	
친환경 시설	기본형	• 고도처리시설 • 이중복개시설 • 악취방지시설 등	
	활용형	• 하수처리수 재이용시설 • 하수슬러지 재이용 및 자원화시설 • 에너지 재생산시설 • 우수저류시설 • CSO 처리시설 등	
주민 친화 시설	관 찰 형	휴양	• 생태연못, 실개천, 습지, 전통마을, 숲, 수림대, 산책로, 쉼터
		관찰	• 야생화동산, 잠자리원 · 나비원 등 인공서식처, 식물원, 동물원, 반딧불이원 등 인공증식장, 온실, 관찰센터, 탐조대, 야생조수관찰장, 생태탐방 데크, 관찰원, 전망대, 관찰오두막, 관찰벽, 자연관찰로 등
	이 용 형	체험 학습	• 생태계교육센터, 생태학습원, 자연교육장, 생태학교, 자연환경보전보호교육장, 자연환경보전교육관, 토양 · 미생물 자연관찰학습장 등
		문화 전시	• 전시관, 촉각전시관(장애인 배려), 박물관, 자연사 박물관, 박제품 · 밀렵도구 전시시설, 연구소, 회의실 등
		근린 생활	• 방문객센터, 유모차 및 휠체어 전용보도, 휴게소, 어린이놀이터, 파고라, 식당, 커피숍, 선물숍, 예술 · 공연갤러리, 농기구 수리센터, 마을복지회관 등
		운동	• 야구장, 농구장, 스케이트장(롤러, 인라인), 축구장, 테니스장, 수영장, 체육관(헬스장), 체력단련장, 게이트볼장, X-게임장 등

2. 단위 공정별 처리방식 검토

2.1 개요

- 하수처리시설의 처리효율 및 처리공정간 호환성이 우수하고 각 단위공정별 유기적인 운영이 가능토록 하수 및 슬러지처리, 완벽한 악취처리 계획을 수립하고 유지관리인원의 최소화과 건축물의 소형화, 집약화를 도모하여 소요부지 면적을 최소토록 계획하여야 한다. 주요구조물 및 시설물의 안전을 최우선으로 고려하는 한편, 시공성을 고려하고 혐오시설 이미지 탈피를 위해 주민 및 이용자의 친화공간을 제공하고 접근성이 확보되도록 계획해야 한다.
- 하수처리공법의 선정은 하수처리시설 계획의 가장 중요한 사항 중 하나로서, 처리시설의 각 단위공정은 서로 밀접한 관계를 유지하여 가동되어야 한다. 또한 하수처리시설은 도시 기본시설 중의 하수도 구조물로서 일단 건설되면 개조 등이 곤란하고 그 파생효과가 장기간에 걸쳐 발휘되므로 처리효율이 양호하고 방류수질이 안정적이어야 하며 구조물의 안전도가 높아야 하고, 방류수 수질기준을 준수하고 유지관리가 용이하며 경제적으로 유리한 처리방식이 선정되어야 한다.
- 관련지침에 따라 기본계획단계임을 고려하여 처리방식의 선정방향을 제시토록 하며, 향후 사업진행방식의 공정성을 기하도록 하였다.

<표 5.2-1> 주요 단위공정별 검토사항

구 분	검 토 사 항
처리공정	• 고도처리(필요시 3차처리시설)공정을 제시 • 본 처리시설로 유입되는 하수와 남동공단 배출수 등 본 사업의 기본계획에서 검토된 연계처리수를 포함한 유입수를 목표수질 이하로 보증할 수 있는 처리공법 및 공정을 자유롭게 제시
전처리시설	• 전처리공정에 대해서는 침사지(RC구조), 협잡물처리시설, 일차침전지, 남동공단 배출수에 대한 유량조정조는 반드시 제시하여야 공정계획상 필요한 시설에 대하여 적정하게 계획하여야 함 • 유량조정조 방식(IN-LINE 또는 OFF-LINE)을 선정하여 제시
소독설비	• 기존 UV소독설비는 현장조사 및 경제성 분석후 재사용 여부를 판단하며, 이설하여 재사용시 추가용량에 대해서도 시설계획 제시 • 재이용수 목표수질을 준수할 수 있도록 공정 제시
방류관로	• 방류해역의 조위가 대조 평균만조위일 때에도 안정적 방류가 되도록 계획 • 재이용수 공급계획시 사용 목적에 맞도록 필요시 펌프시설 및 이송관로 등의 계획을 제시

2.2 금회 처리시설 계획

- 현재 국내외 다양한 고도처리 공법이 개발되어 적용되고 있으며 고도처리 제거대상물질로는 유기물(BOD, TOC, SS), 영양염류(질소, 인), 미생물(대장균, 세균) 등이 있다.
- 본 계획에서는 상기 제거대상물질을 처리하기 위해 다음과 같은 시설로 구성되는 것이 타당할 것으로 판단된다.
 - ① 1차 처리수 및 침사지 유출수를 좀 더 양호한 수질을 얻기 위한 처리시설로서 영양염류 및 유기물을 제거할 수 있는 고도처리 방식
 - ② 전처리와 1차 및 2차처리(활성슬러지공정, 영양염류 제거 고도처리)된 처리수를 좀 더 양호한 수질을 얻기 위하여 여과, 침전, 분리, 흡착, 산화 등 고도의 기술로 총인 및 잔존 유기물질, 부유물질을 처리하는 방법
 - ③ 대장균 및 세균을 제거할 수 있는 소독시설
 - ④ 악취저감 목표를 달성할 수 있도록 악취를 처리할 수 있는 탈취시설
 - ⑤ 하수찌꺼기처리를 위한 농축, 소화, 탈수시설
 - ⑥ 최종 반출되는 하수찌꺼기의 감량 및 에너지의 재활용을 위한 하수찌꺼기 처리시설
 - ⑦ 발생된 소화가스를 활용할 수 있는 시설
- 도입공정별 특성에 따라 처리공정의 조합이 달라지므로 사업추진방식에 따라 설계단계에서 방류수 수질기준을 만족할 수 있는 공정으로 계획하여야 한다.

2.3 전처리시설 계획

- 유입하수 내 각종 협잡물과 침사물을 제거하고 후속 처리공정의 안정적 공급 및 처리를 위한 사전 처리공정으로, 다음과 같은 시설물을 포함한다.

2.3.1 전처리시설의 필요성

가. 스크린 및 침사지

- 승기공공하수처리시설로 유입되는 가정이나 사업장 배출 부산물과 분뇨 직투입 등으로 유입하수 내에 협잡물 및 침사물 등이 유입될 것으로 예상되므로 스크린 및 침사지를 설치하여 사전에 제거하여야 한다.

나. 유량조정조

- 도시의 특성, 생활양식, 처리공정의 반류수 등에 따라 유입하수가 시간대별로 양적 및 질적 변동이 클 것으로 예상되며, 이 경우 후속공정의 처리효율 및 방류수질에 영향을 미치므로 부하변동을 파악하고 균등화를 통해 안정적인 처리효율을 유도하여야 한다.
- 부하변동이 심할 경우, 유사 특성 및 규모의 수량 및 수질, 부하 등의 변동 특성 및 패턴 등을 조사하여 설치 여부, 규모, 균등화 방식 등을 결정하여야 하며, 설치 전·후의 후속공정 및 방류수질의 영향을 검토하여야 한다.
- 특히, 남동공단 배출수를 별도 차집하여 고농도 공장폐수에 대한 별도관리 대책을 수립하여야 한다.

다. 유입펌프시설

- 유입하수를 주처리 공정으로 공급하는 시설로써 유입펌프시설이 없을 경우 유입 오수관로 심도에 따라 구조물 심도가 상당히 낮게 시공되어야 하므로, 유입펌프시설의 설치는 과도한 토공(절토)계획을 방지하는 기능을 가지며, 펌프시설은 유입량 변동에 효과적으로 대처하고 에너지효율이 우수하며 에너지소비량을 최소화 할 수 있는 펌프의 대수 및 용량계획을 수립하여야 한다.
- 하수처리시설 계획고 및 장내 손실수두와 방류수역 등을 연계 검토하여 펌프 양정을 결정하여야 하며, 펌프운전은 유량변동과 조정기능의 확보여부에 따라 대수나 회전수 제어방법 등 적정 운전조건을 도출하고, 계열화 운전방안과 연계하여 시설계획 및 운전계획을 수립하여야 한다.

2.3.2 단위공정별 처리방식 비교

가. 침사지

- 중력식, 포기식 및 기계식(선회류식) 등의 침사지 방식 선정은 처리효율, 설치비, 탈취 및 유지관리의 용이성 등을 종합적으로 검토하여 선정하여야 하며, 설치면적의 최소화, 악취 확산 방지 및 포집이 용이성 등을 검토하여 민원 발생을 최소화하여야 한다.
- 침사제거설비는 처리시설 규모에 따른 향후 유지관리 및 운영비 등을 감안하여 결정하여야 한다. 침사제거방식은 다음 표와 같다.

<표 5.2-2> 침사제거방식 비교

구 분	중 력 식	포 기 식	선 회 류 식
제거원리	• 특정 유속에 의해 침사물을 각각의 크기에 따라 중력으로 침전시켜 제거	• 산기관 설치에 의한 발생 선회류 및 원심력으로 침사물을 분리 제거	• 유입속도와 회전원통에 의해 선회류를 발생시켜 외부와 중심부의 압력차 및 원심력에 의해 침사 제거
주요설비	• 침사제거기 • 침사세정장치 • 침사이송 및 저장설비	• 포기장치 및 공기공급시설 • 침사제거기 • 침사이송 및 저장설비	• 원통형침사기 • 침사분리장치 • 침사이송 및 저장설비
장 점	• 지내 흐름 균일 • 손실 수두가 적음 • 중대형 용량에 유리	• 세척 및 예비포기효과 • 침사물의 악취감소 • 유기물함량 큰 하수에 적합	• 침사제거효율 우수 • 소요면적 최소화 • 침사물 세척기능 • 부유물 제거 가능
단 점	• 시설물 및 설비 규모 큼 • 침사제거효율 저하	• 동력비 증가 • VOC 발생량 증가	• 침사인양펌프 필요

나. 유량조정조 설치 검토

1) 개요

- 공공하수처리시설 유입수의 시간대별 유량 및 수질 변동폭을 예측하여 생물반응조 등 후속공정으로 균등화시킨 후 공급을 목적으로 하고 있어 부하변동을 파악한 후 유량조정조 설치여부, 균등화방식, 규모 등을 결정하고 조(지)수는 청소 및 점검, 수리 등의 유지관리를 고려하여 2조 이상으로 계획하며, 건설비 및 유지관리비를 고려하여야 한다.
- 생활계 하수에 대해서는 수처리공정 수립계획에 따라 유량조정조 설치 필요성 검토 후 제안할 수 있도록 하고, 다음 4장에서 검토된 바와 같이 남동공단 배출수는 별도 차집하여 인라인방식의 유량조정조는 반드시 설치하여야 하는 것으로 계획하고 설치규모 등은 입찰자가 제시할 수 있도록 계획하였다.

<표 5.2-3> 유량조정조 설치형식 비교

구 분	인-라인 방식	오프-라인 방식
개 요	유입하수의 전량이 유량조정조를 통해 후속 처리공정으로 균등 유입	일최대 하수량을 초과하는 유량조정조에서 일시적으로 저류하여 유입하수량의 변동에 따라 후속공정으로 송수하여 유량을 균등 유입
개요도		
특 징	- 유량 및 수질의 변동폭이 심한 경우에 적용 - 유량 및 수질의 균등화 가능 - 조의 소요용량 증가 - 펌프 및 교반시설 등 기계공사비 증가 및 유지관리비 증가	- 유량 변화 폭이 크지 않은 경우, 빈도가 적을 경우 적용 - 인-라인 방식에 비해 수질 균등 효과 낮음 - 조의 소요용량 및 기계설비 용량 감소 - 송수펌프의 on-off 로직이 다소 복잡함

2) 유입하수량

- 2013년 1월 1일부터 최근의 2021년 5월 31일까지 총 관측일수 3,073일간 유입하수량 및 유입수질을 포함한 승기공공하수처리시설의 유입부하를 당초 설계기준과 비교·검토하였다.
- 분석결과 유입하수량은 시설용량의 82.9%로 적정하게 유입되고 있으며, 강우시에도 91.4%로 시설용량 이하로 유입되고 있다.

<표 5.2-4> 유입하수량 분석

(단위 : m³/일)

구 분	시설용량	전기간	강우시	청천시	최대	최소
2013년	275,000	231,862	251,761	223,052	302,378	163,910
		84.3%	91.5%	81.1%	110.0%	59.6%
2014년	275,000	211,197	222,080	207,313	301,239	159,261
		76.8%	80.8%	75.4%	109.5%	57.9%
2015년	275,000	214,543	233,403	207,621	298,182	140,109
		78.0%	84.9%	75.5%	108.4%	50.9%
2016년	275,000	218,419	237,822	211,999	293,868	179,124
		79.4%	86.5%	77.1%	106.9%	65.1%

<표 계속> 유입하수량 분석

(단위 : m³/일)

구 분		시설용량	전기간	강우시	청천시	최대	최소
2017년	유입량	275,000	231,002	256,055	221,935	349,637	155,877
	비율		84.0%	93.1%	80.7%	127.1%	56.7%
2018년	유입량	275,000	246,682	275,392	244,768	351,009	210,256
	비율		89.7%	100.1%	89.0%	127.6%	76.5%
2019년	유입량	275,000	232,410	256,394	224,676	273,242	178,486
	비율		84.5%	93.2%	81.7%	99.4%	64.9%
2020년	유입량	275,000	233,910	266,933	219,905	324,928	184,753
	비율		85.1%	97.1%	80.0%	118.2%	67.2%
2021년	유입량	275,000	236,684	272,448	223,796	317,369	185,094
	비율		86.1%	99.1%	81.4%	115.4%	67.3%
전 체	유입량	275,000	227,953	251,352	217,450	461,924	140,109
	비율		82.9%	91.4%	79.1%	168.0%	50.9%

다. 유입펌프장의 용량 및 형식 검토

- 하수처리시설 가동초기 및 시간대별 저유량에 대비하여 펌프의 단락운전을 방지하고 하수처리의 균일화를 위하여 일부 속도제어(VVVF) 및 2종류 이상의 용량이 다른 펌프를 선정하는 방안을 강구하여야 한다. 또한 펌프 양정은 유입 오수관로의 관저고(매설심도)와 하수처리시설 계획고 및 방류수역의 홍수위, 장내 손실수두 등을 고려하여 결정하여야 하며, 펌프형식은 펌프효율, 소요동력 등 종합적으로 검토하여 그 형식을 선정하여야 한다. 수중펌프, 사류펌프, 축류펌프 등 펌프 형식별 구조 및 장단점은 다음 표와 같다.

<표 5.2-5> 유입펌프 형식 비교

구 분	수중펌프	사류펌프	축류펌프
구 조	전동기와 펌프는 완전 밀폐된 케이싱내 결합되어 임펠러의 원심력과 안내깃의 양력에 의해 양수	원심력 및 임펠러의 양력작용에 의해 물에 압력과 속도에너지가 가함으로서 흐름이 축방향에서 경사(원추) 방향으로 변하는 펌프	임펠러의 양력작용으로 물에 에너지를 주어 흐름이 축방향으로 향하는 펌프
장단점	- 구조 간단, 설치 및 분해, 조립이 용이함 - 침수에 안전, 소음 적음 - 펌프효율 높고, 기동이 간단하며 자동운전이 용이함 - 수중부에 설치되어 점검이 어렵고, 내식성이 강한 재질의 부품이 필요함	- 양정변화에 따른 수량변동이 적고, 수량변화에 대한 동력 변동이 적어 수위변동이 큰 곳에 적합함. - 원심펌프에 비해 소형설치가 가능함 - 흡입성능은 원심펌프보다는 떨어지나, 축류펌프보다는 우수함	- 회전수가 높으므로 수중 및 사류펌프에 비해 소형설치가 가능함 - 수위변동이 클 경우는 부적합함 - 소음·진동발생 및 축동력 증가로 과부하 우려 - 흡입성능 낮음

2.4 1차 처리시설 계획

2.4.1 1차 처리 필요성

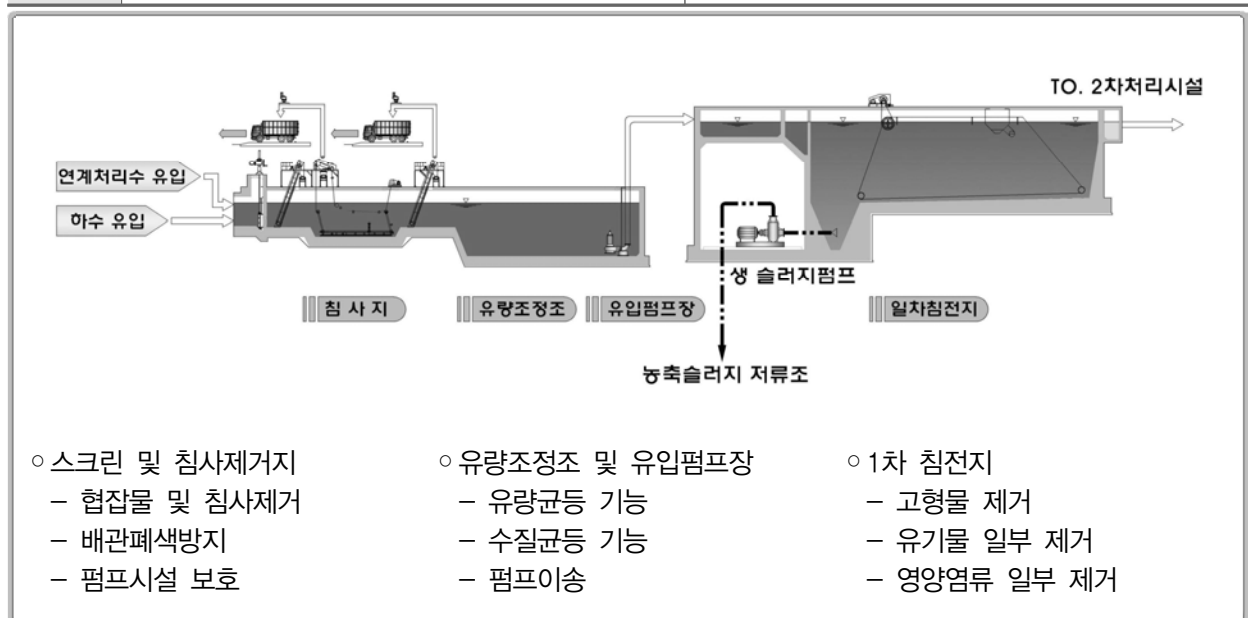
- 1차 처리시설은 전처리시설에서 협잡물 및 침사물이 제거된 하수를 2차 처리시설(생물학적 처리공정 등)로 이송하기 전에, 하수 중에 제거 가능한 고형물, 현탁물질 및 일부 유기물질을 고액 분리하여 제거하는 시설이며, 2차 처리시설 등의 후속공정 유입부하를 경감시켜 처리효율 향상과 이에 따른 후속처리공정의 시설 용량 축소가 목적이다.

2.4.2 1차 처리리시설 단위공정별 처리공법 비교

- 1차 처리시설은 유입하수의 성상에 따라 일반적으로 중력침전방식과 화학응집을 통한 침전 및 가압부상방식으로 대별되며, 제거대상 고형물의 성상, 초기투자비 및 유지관리비 등을 종합적으로 검토하여 결정하여야 한다.

<표 5.2-6> 1차 처리방식 비교

구 분	중력식 침전	가압부상식
제 거 원 리	• 고형물 입자를 중력 침강을 통해 고액 분리(경사판채용으로 효율증대 가능)	• 응집을 통해 형성된 고형물 입자에 미세기포를 부착시킴으로써 부상시켜 스크 형태로 분리제거
장 점	• 적용 실적이 많음 • 유지관리 용이함 • 경사판 채용 등 변경이 용이함	• 소요부지가 작으며 공장폐수에 적합 • 침전법보다 제거효율이 높음 • 침강성이 불량한 미세입자 제거가능
단 점	• 소요부지가 넓음 • 미세입자 제거의 어려움 • 저농도 하수찌꺼기(슬러지) 발생	• 공기가압 등 부대시설 추가 필요 • 전력비, 약품비 등 유지관리비 증가



<그림 5.2-1> 1차 처리 공정도

2.5 고도처리(질소·인 제거) 계획

2.5.1 고도처리(질소·인 제거) 필요성

- 최근 녹조 및 적조현상이 커다란 문제로 대두되고 있으며 용수이용에 지장을 초래하고 있는 실정을 고려하여 정부 환경정책이 하수처리 체계를 BOD 등 유기물질 처리위주에서 질소인 처리체계로 전환하여 부영양화를 방지하기 위해 질소인 등의 방류수 수질기준을 강화하였다.
- 고도처리 필요성을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.
 - ① 기존의 생물학적 처리과정으로는 탄소질(BOD 성분)의 유기물 제거효과는 있으나 영양염류인 질소인 등의 방류수질을 만족시킬 수 없으므로 이를 대체할 수 있는 질소인 제거공법(BNR System, Biological Nutrient Removal System)이 국내·외에서 개발됨
 - ② 또한 일부 지역에서는 한정된 수자원의 부족으로 처리수의 재활용에 대한 필요성이 대두되고 있어 방류수역의 수질개선과 더불어 처리수 재활용의 측면에서도 고도처리의 필요성이 있음
 - ③ 영양염류가 제거되지 못하고 통상의 BOD, SS 등의 유기물만의 제거는 방류수역에서의 영양염류에 의한 조류 및 수서식물의 성장을 촉진시켜 DO의 고갈로 자정능력 저하를 초래하게 되므로 궁극적인 방류수역의 수질개선을 위하여는 유기물 뿐만 아니라 영양염류를 제거해야만 하며, 이를 위하여는 기존의 2차 처리공정에 3차처리의 추가나 시설개조가 필요하며, 신설처리장은 계획 단계부터 질소인 등을 처리할 수 있는 공법 채택이 고려되어야 함
 - ④ 따라서, 방류수역의 부영양화를 방지하기 위해 유기물뿐 만 아니라 질소인 등의 영양염류 제거도 가능한 고도처리방식 채택이 고려되어야 함

2.5.2 고도처리 공법 도입 타당성

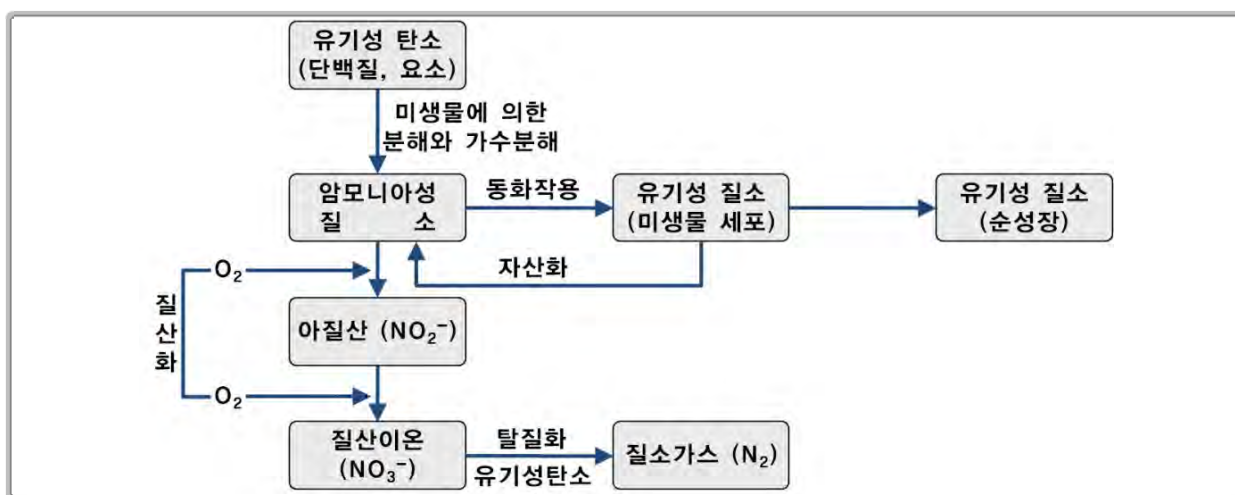
- 고도처리란 통상의 유기물 제거를 주목적으로 하는 2차처리에서 얻어지는 처리수질 이상의 수질을 얻기 위하여 행해지는 처리를 말하며, 방류수역의 수질환경 기준을 달성하고 부영양화를 방지하여 방류수역의 수질환경을 안전하게 유지하고 용수이용도를 높이기 위해 도입되었다.
- 최근 정부 주도하에 기존 시설들은 시설개량을 통해 처리효율을 향상시키고 신규시설들은 고도처리공법이 도입되도록 제도적인 법규를 강화하고 있다.
- 방류수역의 오염방지를 위해서는 오염물질의 수집과 처리과정이 필요하며, 하수처리시설의 처리공법 선정이 무엇보다 중요하다.
- 본 사업에서는 다음과 같은 요구에 부응하기 위해 고도처리공법을 채택하였다.
 - 하수처리에 일반적으로 적용되어온 2차 처리는 유기물 제거효율은 우수하지만, 질소인 등 영양물질 제거에는 한계가 있고, 2차 처리만으로는 방류수 수질기준을 만족시킬 수가 없어 고도처리시설 도입이 타당하다.
 - 인천광역시 승기처리구역에서 발생하는 하수를 처리하여 방류수역의 부영양화를 방지하는 주민친화적인 환경사업으로 주민들의 요구에 부응하기 위해서는 고도처리공법의 도입이 필요하다.

2.5.3 고도처리 공법 검토

- 하수처리시설에 유입되는 오염물질 중 부영양화의 원인물질을 제거해야 하며, 특히 영양염류의 제한요소 인자로 알려진 질소와 인의 제거방법에 대해 살펴보고 본 계획에 반영하여야 한다. 이 중 생물학적인 질소와 인 처리공정에 대해 세부적 이론은 다음과 같다.

가. 생물학적 질소제거 이론

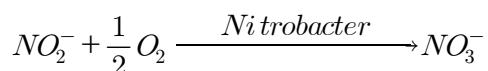
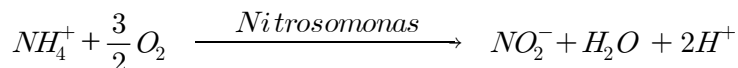
- 자연계 내에서의 질소형태는 유기질소, 무기질소 및 질소가스이다. 유기질소 화합물은 생물학적 분해에 의해 암모니아 형태로 전환되며 계속되는 호기성 환경에서는 자가영양(Autotrophic metabolism)에 의해 질산화(Nitrification)가 일어나게 되며 무산소나 혐기성 환경에서는 종속영양(Heterotrophic metabolism)에 의해 생물학적 탈질반응(Denitrification)이 발생하게 된다.



<그림 5.2-2> 생물학적 처리공장에서 질소의 변화도

1) 질산화

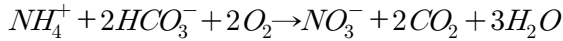
- 질산화는 자가영양(Autotrophic)의 생물학적 과정(미생물 성장의 에너지가 주로 암모니아와 같은 질소화합물의 산화에서 얻어짐)으로 종속영양 미생물과는 달리 유기탄소보다 탄산가스(무기탄소)를 새로운 세포의 합성에 사용한다.
- 단위 무게의 기질의 대상에 의하여 생산되는 질산화 미생물의 증식량은 종속영양 미생물의 세포 증식량에 비하여 여러 배 적다. 암모니아성 질소의 질산화는 Nitrosomonas에 의하여 아질산염(Nitrite, NO₂⁻)으로 변화되고, 아질산염은 Nitrobacter에 의하여 질산염(Nitrate, NO₃⁻)으로 변환된다.



총괄에너지 반응은



이 식에 근거하면 1g의 암모니아성 질소(NH₄-N)가 아질산(NO₂⁻)으로 산화될 때에 3.43g의 산소가 소비되며 아질산이 질산(NO₃⁻)으로 산화될 때에 1.14g의 산소가 소비된다.



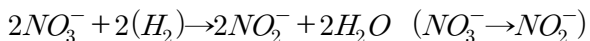
위 식에서 단위 g 암모니아성 질소의 전환에는 7.14g as CaCO₃의 알칼리도가 필요하다.

▶ 질산화 영향인자

- 질산화 반응은 pH의 영향을 받으나 pH가 7~8범위에서는 질산화가 양호하게 진행된다. 질산화의 진행에 의해 알칼리도가 소비되어 그 잔존량이 적게되면 pH가 저하되어 질산화가 저해된다. 따라서 이 경우에는 알칼리제를 투입하여 조내 알칼리도를 높여주어야 한다.
- 하수의 암모니아(NH₄⁺)를 생물학적 질산화를 통해 처리하려는 경우에는 그 하수의 암모니아와 알칼리도의 존재비에 유의해야 한다. 하수의 암모니아성 질소가 30mg/L인 경우 암모니아성 질소 전부를 질산화 하여도 pH를 떨어지지 않게 하기 위해서는 질산화 반응 후 50mg/L as CaCO₃의 알칼리도가 필요하게 되어 일반 하수의 경우 알칼리도가 부족할 가능성이 농후하다.
- 한편 pH 이외에 질산화 반응에 크게 미치는 영향인자로는 용존산소(DO)와 온도를 들 수 있다. 용존산소는 질산화 미생물의 성장제한기질로서 작용하는데 이때 산소는 산화반응시 사용되며 이론적인 산소량(NOD, Nitrogenous Oxygen Demand)는 4.57mgO₂/mgNH₃로 계산된다.

2) 탈질화

- 포기조내 슬러지의 종속영양미생물 중에는 혼합액중의 용존산소가 결핍되더라도 질산성 질소에 함유된 산소(결합산소)를 이용하여 유기물을 분해하는 미생물군이 있다. 이 미생물군은 산소 이용형태에 따라 통성혐기성 미생물로 분류된다. 통성혐기성 미생물군이 유기물을 이용하여 아질산염(NO₂⁻)과 질산염(NO₃⁻)이 질소가스(N₂)로 환원하는 반응을 생물학적 탈질소 반응이라 하며, 이 반응에 관여하는 미생물군을 탈질미생물이라 부른다.
- 탈질반응은 용존산소가 존재하지 않는 조건하에서 통성혐기성 미생물의 호흡(질산성 호흡 또는 아질산성 호흡)이며, 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.



- 위의 반응에 있어서 (H₂)는 수소공여체(기질)로부터 주어지게 된다. 이 수소공여체는 하수중의 유기물, 메탄올 등의 유기물과 미생물계내 축적물 등의 분해에 의해 공급된다. 이 탈질반응이 진행되기 위해서는 활성슬러지 혼합액에 용존산소가 존재하지 않아야 하고 활성슬러지 혼합액 또는 반응에 관여하는 미생물내에 산화의 대상이 되는 유기물이 존재해야 한다.

▶ 탈질 영향인자

- 탈질반응에 미치는 저해작용의 정도는 질산화 미생물 이외에 경쟁 미생물의 존재, 저해물질의 농도, 저해기간, 저해작용에의 노출 상황 및 다른 저해물질의 공존에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 용존산소는 탈질화를 위해 필요한 전자전달체계의 절대적인 효소생산을 억제한다. 그러나 많은 연구자에 의하면 용존산소가 존재하는 상황에서도 탈질화가 관찰되었음이 보고되었다. 이러한 호기성 상태에서의 탈질화의 발생은 박테리아 입자의 중심부로 갈수록 발생농도가 낮아져 거의 혐기성

상태가 됨에 따라 탈질화가 이루어지는 것으로 설명될 수 있다. 이러한 현상은 질산화-탈질화 공정에서 질소제거의 효율을 촉진시키는 결과를 가져올 것이므로 가치가 있다고 판단된다.

- 탈질화 반응은 알칼리도가 생성되는 반응으로 질산이 질소가스로 탈질화 될 때 탄산은 중탄산으로 전환된다. 알칼리도의 생성량은 $2.3 \sim 3.0 \text{ mg CaCO}_3/\text{mg reduced N}$ 범위에 있다. 알칼리도의 생성은 system의 pH를 높이거나 질산화와 복합된 system인 경우의 알칼리도 손실을 어느 정도 상쇄시킬 수 있다. 탈질화의 최적 pH는 존재하는 박테리아의 종류나 하수내 성분에 따라 달라지지만 보통 pH 7~8 사이에서 결정된다.

탈질화는 여러 문헌에서 $0 \sim 50^\circ\text{C}$ 의 범위내에서 이루어진다고 보고 되었다. 온도는 미생물 성장속도와 질산성 질소의 제거속도에 영향을 준다. 이 두 요소는 탈질화 system 설계시 반영되게 된다.

나. 생물학적 인제거 이론

1) 원리

- 인은 생물학적처리로 세포합성을 통해 유기물과 함께 제거가 가능하다. 미생물의 성장에 필요한 조건인 『BOD:N:P = 100:5:1』에서 미생물 내의 인 함량은 1~2% 인데 일반 활성슬러지로 인을 제거하려는 경우 효율은 BOD/P비, SRT 등에 따라 달라지나 일반적으로 10~20% 정도 밖에 안 되는 것으로 알려져 있다.
- 활성슬러지에서 신진대사에 필요한 양 이상으로 인이 섭취되어 제거되는 현상에 대해서는 순수하게 생물학적 메카니즘이라는 주장과 화학적 현상이 가미된 생물학적 메카니즘이라는 주장이 대립되어 왔다.
- 미생물의 과잉 인 섭취는 1955년 Greenburg가 처음 발견하였으며 그후 Srinath가 회분식으로 활성슬러지를 운전한 결과, 과도하게 포기시키는 경우 인이 많이 제거됨을 발견하였다.
- 그 후 Shapiro 등은 실제 공공하수처리시설에서 인이 80% 이상 제거됨을 발견하고 인 과잉섭취를 "Luxury Uptake"라고 명명하였다.
- 그들은 인이 Embden-Meyerh of Pathway와 Kerb cycle을 거치며 생물학적으로 과잉 섭취되었다고 주장하였는데 특히 Kerb cycle이 큰 역할을 한다고 하였다.
- 섭취된 인은 Volutin이라고 불리는 Granular Cluster에 보관되며 이 현상은 DO 및 pH의 영향을 받고 또 반송 하수찌꺼기(슬러지)의 양이 작을 수록 Ortho-P 섭취는 증가된다고 하였다.
- Benefield는 인 제거에 생물학적 반응과 화학적 침전이 모두 관계하나 생물학적 현상이 더 크다고 주장하였다. 최근의 미국, 유럽, 남아프리카에서의 연구 결과에 의하면 혐기성 상태에서 인이 방출되고 호기성 상태에서 인이 과잉 섭취되는 Luxury Uptake가 일어난다고 하였는데 지금까지 알려진 생화학적 경로는 다음과 같다.
 - 혐기성 상태에서 임의성 미생물은 미생물에 의해 쉽게 분해되는 SCFA (Short Chain Fatty acid)를 먹이로 acetate 및 기타 생성물을 생성한다.
 - 인 제거 미생물은 이들을 세포내로 이동시켜 Acetyl-CoA를 만들고 세포내의 Enzyme-CoA의 제한된 공급속에서 Acetyl-CoA를 Acetate로 만들거나 이것을 PHB(Polyhydroxyl butyrate)로 전환시키며 이때 인은 Bulk solution 상태로 방출된다. 이 때 사용되는 에너지는 Poly-P의 분해에 의해 공급된다.

01

02

03

04

05

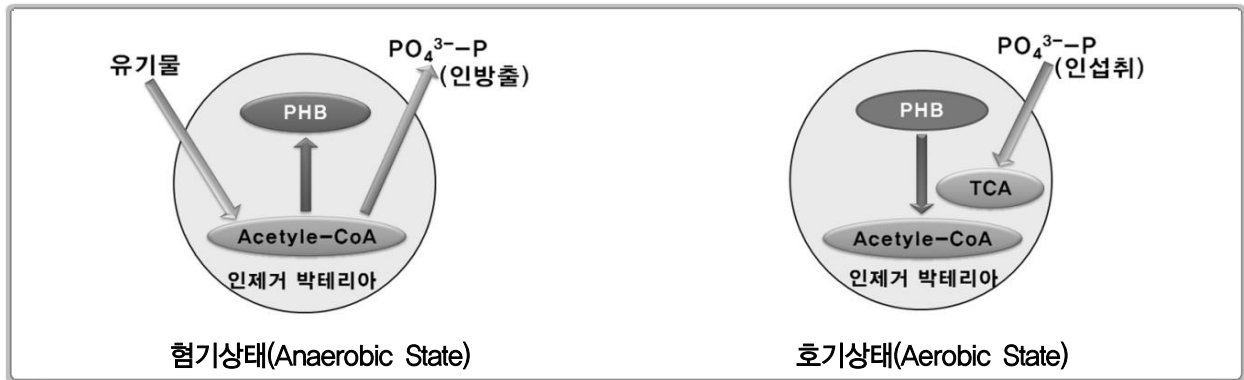
06

07

08

- 호기성 상태에서 PHB는 Acetyl-CoA로 산화되어 미생물 성장을 위한 에너지원으로 사용되며 TCA cycle을 거치면서 bulk 상태의 인을 과잉 섭취하게 된다.

이와 같은 인 제거 원리를 개략적으로 도시하면 다음 그림과 같다.



<그림 5.2-3> 혐기와 호기상태에서 인의 방출 및 흡수

2) 원리인제거 영향인자

- 생물학적 인제거에 미치는 영향인자로써는 유기물, 고형물 체류시간, 혐기조내 질산염(Nitrate, NO_3^-) 농도, 온도, pH, DO 등을 들 수 있는데 용존성 유기물의 경우 25mg/L 이상이어야 하며 최대 SRT(미생물 체류시간)는 8일, 온도는 5°C이상, pH는 6.7~7.3, DO 농도는 2.0mg/L 이상이어야 한다.

다. 공정설계의 고려사항

- 질소인 제거공정의 설계에 고려하여야 할 사항은 수온, 슬러지체류시간(SRT) 슬러지반송율, 내부반송율, 공기공급량 등이다.

1) 수온

- 하수처리시 온도(수온)은 질산화 및 탈질율에 많은 영향을 미치며, 질산화균 비성장계수와 탈질율의 온도에 관한 함수는 다음 (식 1), (식 2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{— 질산화 : } \mu'_m = \mu_m \times e^{0.098(T-15)} \quad \text{— (식 1)}$$

$$\text{— 탈 질 : } SDNR(T^\circ\text{C}) = SDNR(T_o^\circ\text{C}) \times SRT^{(T-T_o)} \quad \text{— (식 2)}$$

여기서 μ'_m = 질산화균의 비성장속도

SDNR = 탈질속도

SRT = 슬러지 체류시간

T = 온도(°C)

- 질산화율과 탈질율은 온도가 저하됨에 따라 감소하므로 저온시에도 적정 처리효율을 유지하는 것이 고도처리 공정에 필수적이다.

2) 슬러지 체류시간(SRT)

- SRT는 슬러지체류시간으로서 질산화 미생물의 성장을 위한 최소조건의 기준이 된다. 질산화 미생물의 성장조건을 만족하기 위한 SRT는 다음 (식 3), (식 4)와 같으며 온도에 따라 영향을 많이 받게 된다.

$$SRT_{\min} = \frac{1}{(\mu'_m - K_d)} \quad \text{————— (식 3)}$$

$$SRT = SRT_{\min} \times S.F \times P.F \quad \text{————— (식 4)}$$

여기서 $SRT_{\min}$ = 질산화를 위한 포기조 최소 SRT

S.F = 안전계수(1.2~2.0),

P.F = peaking계수(1.1~1.2)

K_d = 질산화균의 자산화 상수(= 0.041day⁻¹)

- 고도처리에 필요한 호기조 SRT는 적용공법에 따라 5~50일까지 다양하나 처리시설의 최소 수온을 감안하여 질산화가 최대화 될 수 있도록 해야 한다.

3) 슬러지 반송율

- 슬러지 반송은 생물반응조내 MLSS 유지를 위한 반송이며, 적정 처리를 위하여 MLSS 농도를 조절할 수 있으며 다음 (식 5)와 같이 표현한다.

$$\text{슬러지반송율}(R) = \frac{X}{X_R - X} \quad \text{————— (식 5)}$$

여기서 X = 반응조내 미생물농도(MLSS, mg/L)

X_R = 반송슬러지농도(mg/L)

- 국내 고도처리공법의 슬러지 반송범위는 30~200%로 매우 다양하며, 각 처리공법 특성에 따라 상이하기 때문에 특정한 기준 범위는 없으며, 최적 운전을 도출할 수 있도록 설정하여야 한다.

4) 내부반송율

- 내부반송은 표준활성슬러지(Activate Sludge) 공법에는 적용되지 않았으며 질산화된 질소(NO_2^- -N, NO_3^- -N)를 탈질시키기 위한 반송으로 호기조에서 무산소조로의 반송을 의미한다. 국내 고도처리공법의 내부반송 범위는 100~400% 정도이며, 각 공법의 특성에 따라 상이하기 때문에 특정한 기준범위는 없으며, 최적 운전을 도출할 수 있도록 설정하여야 한다.

5) 공기공급량

▶ 필요산소량

- 공기공급은 생물반응조내의 오염물질을 제거하기 위해 포기를 하여 반응조내에 필요한 산소를 공급하는 것이며, 생물반응조에서의 필요산소량은 다음 (식 6)과 같음

$$\text{필요산소량(OD)} = \text{OD1} + \text{OD2} + \text{OD3} + \text{OD4} \quad \text{————— (식 6)}$$

여기서, OD1 : BOD산화에 필요한 산소량(kgO₂/d)

$$= 0.6 \times \text{BOD제거량(kg/d)} - \text{탈질량(kg/d)} \times 2.86$$

OD2 : 내생호흡에 필요한 산소량(kgO₂/d)

$$= 0.1 \times \text{호기조 반응조 용적(m}^3\text{)} \times \text{MLVSS}$$

OD3 : 질산화 반응에 필요한 산소량(kgO₂/d)

$$= 4.57 \times \text{질산화된 TKN량(kgN/d)}$$

OD4 : 반응조 유출수에 의해 공정외로 배출되는 산소량(kgO₂/d)

- 고도처리시설일 경우 표준활성슬러지법에 비해 질산화반응에 필요한 산소량이 크게 증가하며, 같은 공법이라 하더라도 유입수질에 따라서 차이가 많이 발생하므로 기본설계시 처리공법을 선택한 후 필요한 산소량을 재검토 하여야 한다.

▶ 공기공급량

- 공기공급량은 필요산소량을 근거로하여 산정하는데 관련식은 (식 7)과 같다.

$$\text{공기공급량(m}^3\text{/hr)} = \text{필요산소량(OD)} \div [\text{공기밀도} \times \text{공기중 산소비율}] \text{————— (식 7)}$$
- 고도처리시 질산화 반응에 필요한 산소량이 크기 때문에 표준활성슬러지 공법에 비해 많은 공기공급량이 필요하게 되며, 공기공급량은 필요산소량에서와 같이 유입수질에 따라 차이가 크므로 적절한 기준범위를 설정하는 것은 어려우나 경제성 등을 고려하여 설정하여야 한다.

2.5.4 고도처리공정 도입 기준

- 최근 하수처리공정의 선정은 고도처리를 전제로 하고 있어 국내외에서 개발 및 적용된 공정을 대상으로 다음과 같은 세부적인 공정선정 기준을 설정하였으며, 이 기준에 의거 고도처리 공정을 선정하였다.

<표 5.2-7> 고도처리 도입에 따른 선정기준

구 분	선 정 기 준
처리능력의 안정성	• 2차처리 프로세스와 같이 처리성능(제거성능)이 우수하고 동시에 그 성능에 안정성이 있을 것. 즉, 관련시설과의 부합, 일체성이 있고 유입수량과 수질의 변동에 유연하게 대응할 수 있는가가 평가의 제1요점이 된다. • 특히 처리수질의 관리적인 측면이 요구되는 경우는 최우선적으로 평가요소가 된다. 따라서 국내 모형 실험 및 실증운전 경험이 많아 처리성능이 입증된 공법이 바람직하다.
운전관리의 용이성	• 2차처리 주류가 되는 생물학적 처리법에서는 주체가 미생물이므로 외적요인(유입수질, 수량 및 수온)의 영향을 받기 쉬우므로 운전관리에 어려움이 있다. • 따라서 고도처리 기술로서는 외적요인의 영향을 받지 않는 공법이 바람직하다.
시 공 성	• 구조물의 시공기술이 축적되어 있어 문제요인이 적은 공법 • 계열화 운전기술 확립으로 장래 확장이 용이한 공법
하수찌꺼기 발생량	• 2차 처리에서도 많은 하수찌꺼기(슬러지)가 발생하여 그 처리·처분에 어려움이 많다. • 따라서 고도처리에서는 될 수 있는 한 하수찌꺼기(슬러지) 발생량이 적은 방식이 요구된다.
경 제 성	• 건설비, 유지관리비가 저렴한 점도 무시할 수 없다. • 유지관리비가 적으면 자원절약, 에너지절약에 도움이 된다.
시 설 부 지	• 한정된 시설부지 내에서 어떻게 고도처리 시설을 건설할 것인가가 중요한 문제임 • 고도처리에 필요한 부지가 될 수 있는 한 작은 것이 바람직하다.
기술자립화	• 기술이전이 용이하고 기술자립화가 가능한 공법 • 민간위탁 등을 고려하여 운전기술 습득이 용이한 공법
검 증 공 법	• 적용실적이 많고 국내외 검증된 공법 • 운전기술이 확립되어 유지관리를 최적화한 공법
환경친화성	• 고도처리 기술은 본질적으로 환경보전 기술이며, 환경에 악영향을 미치는 기술은 바람직하지 않다. • 따라서, 계획시에는 대상기술의 환경영향을 검토할 필요가 있으며 처리계통 전체의 에너지 수지도 검토할 필요가 있다.

2.5.5 고도처리공법 비교

○ 공공하수처리시설에 유입되는 오염물질 중 부영양화의 원인물질인 영양염류의 제한요소 인자로 알려진 질소와 인을 동시에 제거할 수 있는 생물학적 공법은 다음 표와 같이 7가지의 형태가 있다. 즉 Main Stream 계열, SBR 계열, 산화구 계열, 담체(Media)를 활용한 공법, 특수미생물을 활용한 공법, Side Stream 계열, MBR 계열으로 분류할 수 있으며, 처리능력의 안정성, 시공의 용이성, 유지관리의 용이성, 경제성 등을 고려하여 검토대상 고도처리공법을 선정하였다.

<표 5.2-8> 고도처리 공정 대분류

공 법 분 류	개 요	비 고
Main stream 계열	• 혐기조, 무산소조, 호기조를 기본으로 구성됨. • A2O 및 유사공법 등 • 설치실적이 많고 운전방식이 확립됨	
SBR 계열	• 하나의 반응조에서 유입, 반응, 침전, 배출 • 유량변동에 강하고 운전이 용이함.	
산화구 계열	• 긴 수로를 이용하여 무산소, 호기조건을 구성 • 질소 제거효율이 높고 동력비 절감	
담체이용공법	• 담체를 이용하여 MLSS를 높게 유지함. • 높은 MLSS 유지로 소요부지 면적이 적음.	
특수미생물 활용공법	• 특수한 미생물을 배양하여 하수를 처리함 • 적용실적이 적고 유지관리가 곤란함.	
Side stream 계열	• Side Stream을 이용하여 인제거 효율을 높임. • 구조물이 많아지고 응집제가 투입됨.	
MBR 계열	• 이차침전지를 생략하고 분리막으로 고액분리 • 생물반응조 구성은 A2O공정과 유사하게 구성 • 우수한 처리수질, 에너지 소요량이 큼	

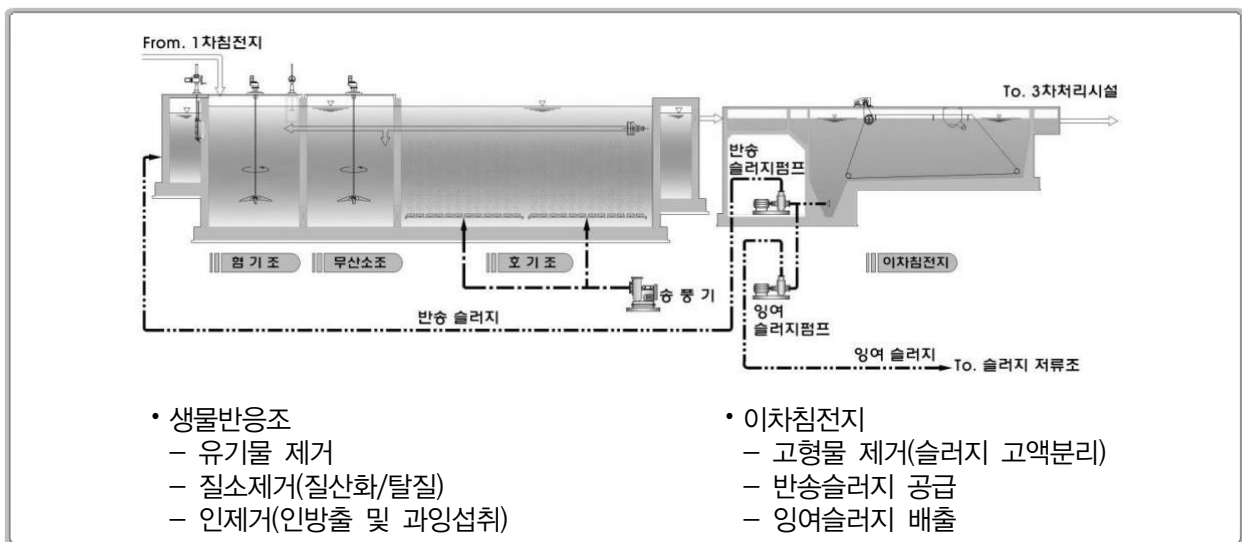
2.5.6 고도처리 공법 선정

가. 공법선정

- 공공하수처리시설의 처리방식 선정에 있어 상기에 검토된 공법을 대상으로 검토하되, 유지관리가 용이하고 경제적인 공정을 도입하여 방류수역의 수질보존 및 방류수 수질기준 준수가 가능한 공법을 선정하여야 한다.

나. 고도처리공정 구성 예시

- 1차 처리를 거치거나 직접 유입된 하수 내에 포함된 유기물질 및 영양염류물질을 미생물에 의한 생물학적으로 처리하는 고도 처리시설의 예시는 다음 그림과 같다.



<그림 5.2-4> 2차 처리시설 공정구성(예시)

1) 혐기조

- ORP계측장치 설치를 통해 인의 방출정도와 측정값의 상관관계를 도출하여 운영시 활용토록 하여야 한다.

2) 무산소조

- 무산소조에서 탈질이 이루어지므로 효율을 극대화하기 위한 내부반송 펌프의 가동, 1차 처리설비의 운영 여부, 메탄올 투입 등 적정C/N비 유지방안을 강구하여 효율적으로 운영토록 계획하여야 하며, ORP계측장치 설치를 통해 질소의 처리효율과 측정값의 상관관계를 도출하여 운영시 활용토록 하여야 한다.

3) 호기조

- 유입수의 유량 및 농도변화에 대응할 수 있도록 적정 산소공급을 위한 송풍기의 연동운전을 도모하고 질산화에 소모되는 알카리도를 보충하기 위하여 유입수의 알카리도 및 탈질시 회복되는 알카리도를 분석하여 과부족을 파악하고 필요시 약품투입을 위한 제반설비를 계획하여야 한다.
- 처리공법별로 상이하나 별도의 2차침전지가 있을 경우 반응조의 적정MLSS를 유지하기 위한 슬러지 반송 방안을 수립하여야 한다.

2.5.7 기타시설물 계획

가. 비상약품 투입설비

- 생물학적 질소제거공정인 질산화 및 탈질시 비상약품(가성소다, 메탄올 등)투입을 위한 설비 및 인제거 공정상의약품(Alum, 폴리머 등)투입시설의 설치여부는 사용빈도를 검토하여 과다설비가 되지 않도록 하여야 한다.

나. 송풍기 설비

- 송풍기의 선정은 처리공법에 따른 용량, 설치비 및 유지관리 용이성 등을 종합적으로 검토하여 과다한 설비가 되지 않도록 하여야 하며, 처리시설 가동초기 저부하시에도 대응할 수 있도록 계획하여야 한다.

다. 산기장치 및 교반설비

- 산기장치는 기계식(표면포기기, 수중포기기) 및 Diffuser식, 판형멤브레인 등을 비교하여 처리공법의 특성에 적합한 기종을 선정하되 경제성, 유지관리의 용이성 등을 감안하여 선정하여야 한다.
- 교반시설은 생물반응조의 혐기조와 무산소조에서 생물학적 탈질과 인방출을 촉진하기 위해 유입하수 등 외부영양원과의 반응을 촉진시키기 위한 시설이다.

2.6 2차침전지 계획

- 2차침전지는 공공하수도시설 설치사업 업무지침 및 하수도시설기준의 질산화 부분 이차침전지 기준을 만족하여야 하며, 생물반응조의 적정 MLSS농도 유지를 위한 슬러지 반송율 및 인발량을 계절별로 설정하고 이에 따른 슬러지 인발펌프의 운전조건을 설정하여야 한다.

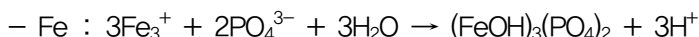
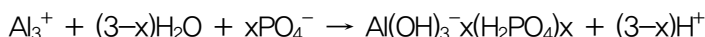
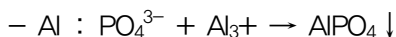
2.7 3차 처리시설 계획(필요시)

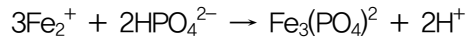
- 현재의 추세는 과거 생물화학적 산소 요구량(BOD) 중심의 수질관리지표에서 조류 등의 주요 성장제한인자인 총인(T-P)과 난분해성 유기물질의 측정항목인 화학적 산소요구량(COD)이 새로운 관리지표로 제시되고 있는 실정이다.
- 따라서 공공수역의 부영양화 방지를 위하여 자연적 난분해성 유기물질 생성의 주요인자인 총인의 관리가 필요하며, 방류수 수질기준을 준수하기 위하여 총인(T-P)의 적정 처리방안 검토가 필요하다.

2.7.1 화학적 응집 처리의 기본원리

가. 응집의 메카니즘

- 응집제 침전법에서 주로 사용하는 대표적인 응집제는 알루미늄염과 철염이 사용되는데 각각의 인 제거 원리는 다음과 같다.





- 이러한 응집반응에는 pH가 중요한 역할을 하게 되는데 일반적으로 ortho-P의 경우 pH 4.5~7.3사이에서 반응이 활발하며, poly-P의 경우 4.8~6.7사이가 적당함. 또한 pH 증가시 Si계의 음이온 증가로 효율 감소하는 경우가 발생한다.

나. 응집제 종류

- 응집제는 황산알루미늄(Alum), 폴리염화알루미늄(PAC) 등의 알루미늄염이 주로 사용되고, 그 밖에 황산 제1철, 황산 제2철, 염화 제2철 등의 철염이 사용되며 여러 가지 유기고분자응집제를 사용하기도 한다.

1) 황산알루미늄

- 흔히 Alum이라 불리는 황산알루미늄은 수산화알루미늄과 황산으로부터 제조된다. 고상 혹은 액상으로 존재하며, 거의 모든 정수장에서 액상으로 사용하고 있고 고상으로 사용할 경우에는 사용 전에 화석하여 사용하여야 하는 번거로움이 있고 정량 투입이 용이하지 않기 때문에 대부분의 공장은 액상 황산알루미늄을 공급하고 있다.

2) 폴리염화알루미늄

- PAC는 중합정도에 따라 염기도가 상이하며 제조공정에 따라 특성이 다양하며 주원료는 염산과 수산화알루미늄이다. 수산화알루미늄의 원료는 보크사이트로서 우리나라의 경우 호주에서 원료를 수입하여 사용하고 있다. 탁월한 응집능력 때문에 서울지역 정수장의 경우 100% PAC을 사용하고 있으나, 안정성이 길지 않다는 단점이 있다. 생산과정에서 불량이 발생할 경우 6개월 내에 침전, 관에 슬러지를 형성하여 사용에 상당한 지장을 초래한다.

3) 염화제이철

- 철염 중 가장 범용적으로 사용되고 있는 응집제이다. 액상 혹은 고상으로 공급하여 수처리에서 이용되며 가격이 저렴하여 경제적이고 농도가 높아 수송비도 적게 드는 장점이 있다. 하지만 처리 후 색을 유발할 수 있는 단점이 있다.

4) 폴리황산규산알루미늄

- PASS는 캐나다에서 개발된 무기고분자응집제로서 Si를 함유하면서 분자량이 100,000~300,000에 이른다. Si를 포함하고 있으므로 침전성과 미세탁질의 제거효과가 우수한 것이 특징이다. 특히 추운 겨울철에 응집성능이 뛰어나고 Alum과 비교해 보면 상당히 염기화(고분자화)되었다. Si의 첨가는 유기물의 제거능력과 침전효과 등을 상당히 개선시킬 수 있다.

5) 폴리염화알루미늄규산

- 기존의 PAC 응집제를 보다 고농도화 시킨 것으로 PAC에 silicate를 첨가하여 응집성능을 개선한 것이다. 이 제품은 농도가 높아 수송비를 절감할 수 있으므로 장거리에 떨어져 있는 사용처에는 상당히 유리하고 저장능력이 부족한 곳에 보다 실용적이다.

6) 알루미늄-철 응집제

- 응집 pH영역이 넓으므로 pH가 높은 폐수에 적절한 응집제이다. 따라서 Al과 Fe를 혼합해서 사용할 경우 양쪽의 특성을 다 살릴 수 있다. 일반적으로 Fe 응집제는 분자량이 크므로 침전속도가 빠르며, 반면 Al응집제는 응집력이 우수한 것이 특징이다. Al-Fe 혼합응집제는 시너지효과로 수처리에 상당한 장점을 줄 수 있다.

7) 황산제일철 응집제

- 인이나 악취 제거에 주로 사용되며 액상 혹은 고상으로 존재한다. 황산제일철을 제조하는 원료로 사용되고 대개 5%(Fe)로 수송되며 그 이상의 농도에서는 $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 와 같은 결정을 만든다. 황산제일철은 용액이 묽어 수송에 불리하고 취급이 까다로운 단점이 있다.

다. 응집보조제

- 겨울철에 저 수온일 때 또는 처리수량을 증가시키고자 할 경우에는 응집제만을 사용하거나 또는 pH조정제(산제 또는 알칼리제)와 병용하는 일반적인 방법으로는 플록이 잘 형성되지 않고 침전수탁도가 상승함으로써 탁도가 높아지는 경우가 있다. 이와 같은 경우에 크고 무거운 플록을 형성시켜서 잘 침전 분리되도록 하고 플록을 단단하게 만들어서 쉽게 제거되도록 해야 한다. 일반적으로 황산알루미늄을 사용할 때는 응집보조제가 필요하고, 폴리염화알루미늄을 사용할 때 필요로 하지 않는 경우가 많다.

1) 활성 규산

- 규산나트륨을 산(황산, 이산화탄소 등)으로 어느 정도 중화시켜서 숙성한 다음 규산을 중화시켜 고분자 콜로이드로 만든 것으로, 규산 콜로이드와 응집제에서 생성된 수산화알루미늄과의 하전중화에 의하여 기능은 우수하지만, 손실수두가 빠르게 상승하며 조작에 어려움이 있다.

2) 알긴산나트륨

- 미역과 같은 해초로 만들어지는 천연고분자제의 응집제로서, 그 작용은 가교흡착과 이온교환작용이라고 하며 분말을 그대로 용해하여 사용하므로 편리하나 순도가 높으면 점성이 커서 용해시키는데 시간이 걸린다.

3) 고분자응집제

- 외국에서는 여러 가지가 사용되고 있지만, 수중에 잔류하는 아크릴아미드 모노미의 농도가 기준치를 넘지 않도록 운전 관리해야 한다.

라. 응집에 영향을 미치는 요인

- 응집작용은 플록 생성 과정의 교반 조건, pH값, 알칼리도, 수온 등의 물리적 및 화학적 모든 요건이 복잡하게 작용하여 이들이 응집제 투입률에 크게 영향을 미친다.

1) 교반

- 교반은 응집제를 확산시키는 것과 콜로이드 입자에 에너지를 전달하는 두 가지 목적을 지니고 있다. 급속 교반은 응집제를 급속히 확산시켜 응집제가 가수분해, 가교현상 등을 일으키기 전에 콜로이드

01

02

03

04

05

06

07

08

입자가 지나는 전하를 중화시키고 콜로이드입자를 상호 결합, 집결시켜 미세 플록을 형성시키기 위해 실시된다.

- 급속 교반은 미세플록을 상호 충돌시키면서 응집시키고 성장시키기 위해 실시되는 것으로 플록을 통과하지 않는 정도여야 한다. 또한 급속교반에서는 대류형 소용돌이가 혼화지에 존재할 때 교반강도가 충분하지 않을 때 혹은 교반 시간이 짧을 때는 하수와 응집제, 알칼리제가 혼화되지 않은 상태로 다음 단계로 이동했을 때에 플록 형성이 불충분하게 된다.

2) pH

- pH는 응집 작용에 있어 중요한 인자이다. 응집제는 하수 중에서 가수분해하여 금속수산화물을 생성하고 응집의 기인이 되는데, 수산화물의 용해도나 표면 전하는 pH에 따라 변한다. 수산화알루미늄인 경우는 pH가 5.5~8.5의 범위에서는 거의 용해되지 않고 pH가 5이하 및 9이상에서 용해된다. 현탁 물질, 알칼리도, 유리탄산 등의 함유량에 따라 pH 6~7사이에서 양호한 플록이 형성된다.

3) 알칼리도

- 응집제를 하수 중에 첨가하면 가수분해로 인해 pH가 저하하는데 하수 중에 어느 정도의 알칼리도가 존재한다면 그 완충작용으로 pH의 급격한 저하는 일어나지 않는다. 하수의 현탁 물질의 질, 양, pH, 알칼리도가 적당한 상태라면 응집제 투입으로 알칼리가 소비되고 금속수산화물 생성에 적당한 pH가 유지되어 양호한 플록이 생성된다.
- 알칼리도가 높을 경우는 최적 pH로 내려가기 위해 응집제가 소비되므로 투입량을 증가되고, 알칼리도가 낮을 경우는 pH로 내려가기 위해 응집제가 소비 되므로 투입량을 증가시키게 되고 알칼리도가 낮을 경우는 pH의 완충작용이 작아지므로 적절한 알칼리도를 유지시키기 위해 알칼리제를 보충한다.

4) 수온

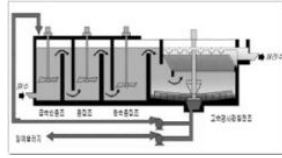
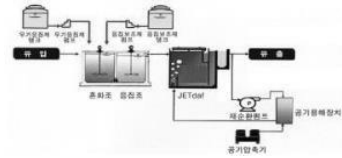
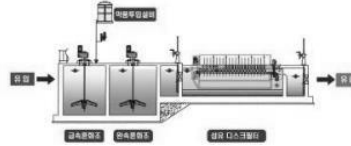
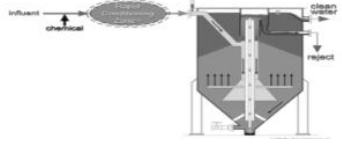
- 수온은 응집반응, 플록 입자의 성장, 침강 분리에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 수온이 높아지면 화학적 활성이 증가하고 플록 성장을 촉진시킬 수 있다. 수온이 저하하는 겨울에 황산알루미늄으로 응집 처리하는 경우에는 10℃ 전후를 경계로 플록형성이 현저히 나빠지므로 응집 보조제를 병용하던지 또는 폴리염화알루미늄으로 응집처리를 할 필요가 있다.

2.7.2 화학적 응집 후속설비

- 이차침전지 전단에 무기응집제를 주입하여 침전처리시 응집제 주입설비와의 별도의 설비가 필요없는 장점이 있으나, 주입지점이 적절하지 않을 경우 미반응된 응집제가 발생할 수 있고, 교반강도 조절을 통한 최적의 응집조건 조성이 곤란하여 처리효율이 떨어질 수 있다. 또한, 약품응집슬러지가 반송슬러지를 통해 생물 반응조로 유입되어 알칼리도의 소비등으로 인해 생물학적 처리에 저하를 발생시킬 수도 있다.
- 이차침전지 처리수를 화학적 응집으로 처리하는 방법은 크게 침전, 여과, 부상 등의 방법이 있다. 침전으로 처리시 경사판이 설치된 침전지를 설치하고, 무기응집제와 고분자응집제를 병용하여 사용하는게 일반적이다. 여과로 처리시에는 여재의 재질이 응집제 주입으로 형성된 플록에 의한 손상이 적고 여과속도가 안정적으로 유지할 수 있어야 한다. 부상처리는 형성된 플록을 가압수에 의해 발생된 기포에 의해 부상시켜 처리

하는 방법이며, 미세기포발생으로 처리효율을 증대시킬 수 있다. 다음 표에서 화학적 응집 후속설비로 사용할 수 있는 여과공법 및 기타 공법을 비교하였다.

<표 5.2-9> 공법계열별 공정분류

구 분	침 전 계 통	부 상 계 통
형상		
처리 공정	•약품응집 → 침전분리 •급속반응단계 : 하수+순환슬러지+응집제 •완속반응단계 : 응결과정으로 플록(Floc) (필요시 가중응집제 투입) •침전지 유입단계 : 형성된 가중 플록(Floc)의 침전지유입	•약품응집 → 가압부상조 고액분리 •처리수를 가압(3~5Kg/cm²)하여 공기를 용해시킨 후 대기상태로 전환시 발생하는 Air Bubble을 응집원수의 SS 물질에 부착, 부상시킴으로서 고액분리 •응집설비, 가압부상탱크, 가압펌프, 압력탱크, 공기압축기, 각종 자동밸브, 압력계 및 제어반 등으로 구성
처리 효율	•T-P : 70% 이상, SS : 50%이상 •약품투입에 따른 응결 플록의 형성이 미흡할 경우 슬러지 침전성 저하로 처리효율이 저하됨	•T-P : 70% 이상, SS : 50%이상 •약품투입량, 공기압축 조절, A/S비 조절 등 문제가 발생될 경우 처리효율이 저하됨
장단점	•유입하수 부하변동에 따른 대처능력이 우수함 •약품비 및 동력비 등 유지관리비가 여과공법에 비해 많이 소요되고 소요부지가 많이 소요되어 토목공사비가 증가됨 •반응간 흡착에 의한 효율이 우수하고 침강슬러지 반송으로 고밀도 플록 형성 •현장 적용실적이 많아, 운전기술이 확립되었음	•부대설비가 복잡하고 설치면적이 많이 소요되고 운전동력이 많이 소모됨 •주변기기가 많아서 운전 및 유지보수가 매우 어려움 •스컴슬러지 발생량이 많아 재처리비용이 많이 소요됨 •약품비 및 동력비 등 유지관리비가 많이 소요됨 •가압부의 노즐 등이 막힐 우려가 있으며, 고도의 숙련된 운전능력이 필요함
구 분	여 과 계 통	흡 착 계 통
형상		
처리 공정	•약품응집 → 기계식 여과 •여재를 이용한 응집된 플록 제거 •유입된 응집하수는 여재를 통과한 후 처리수로 유출되며, 일정시간 후 걸러진 입자는 역세척을 통하여 배출됨 •역세척수 발생 : 3 ~ 15%	•약품응집 → 흡착분리 •금속양이온물질을 유입수와 혼화하여 다양한 금속 수산화물을 발생시켜 매디아에 반응·흡착시킨 후 고형물을 매디아 표면에 부착시켜 제거
처리 효율	•T-P : 70% 이상, SS : 50%이상 •가동초기 처리효율은 우수하나 운전시간이 경과함에 따라 여재 폐색으로 역세척수 발생량 증가와 처리효율 감소 우려	•T-P : 70% 이상, SS : 50%이상 •약품투입량, 공기압축 조절 등 문제가 발생될 경우 처리효율이 저하됨
장단점	•응집 후 여과기 유입SS 농도가 높아 직접여과시 역세척발생량 증가 및 여과효율 감소 우려 •여재를 주기적으로 교체해야 함(1~5년) •설치부지가 매우 적게 소요되며, 초기투자비가 적고 약품 및 동력비 등 유지관리비가 적게 소요됨	•단일반응조에서 인을 응집, 침전, 여과, 흡착 제거 •화학약품 사용량이 적음 •pH 조정 등의 운전조작이 불필요함 •별도의 여과설비 불필요 •시설비가 다소 고가 •국내 운영실적 전무

01
02
03
04
05
06
07
08

2.8 소독설비 계획

2.8.1 개요

- 하수도법에서 대장균군수 방류수 수질기준은 1,000개/mL 이하이므로 방류수 대장균군수에 대한 소독시설 설치여부를 검토하였다. 일반적으로 하폐수 중에 존재하는 세균은 일반세균, 대장균, 양구균 등이며 이들 세균은 2차 처리 과정에서 대부분 섭취 흡착되나 때로는 상당수가 2차 처리수 중에 포함되어 있으며 처리가 정상대로 되지 않을 경우에 이러한 경향이 크므로, 소독의 목적은 위생적 측면에서 이러한 유해병원균류를 멸균하는데 있다.
- 공공하수처리시설 처리수에 대한 소독형식으로는 염소소독, 오존산화, 자외선(UV)조사 살균방식 등이 있으며 특히 액화염소는 누출될 때는 위험성이 크고 염소가스의 독성에 따른 취급에는 유자격자가 필요하기 때문에 최근에는 차아염소산나트륨이나 염화염소에 의한 방법이 검토되고 있는 추세이다. 그러나 염소에 의한 소독은 처리수중의 잔류염소가 방류수역의 수생생물에 영향을 미치고 수중의 유기물과 반응하여 생성되는 유기염소화합물이 2차 오염을 야기하여 최근에 문제점으로 대두되고 있어 이에 대한 대책이 필요하다. 따라서 최근에는 염소소독과 더불어 자외선소독, 오존소독 등의 방식이 적용되고 있는 실정이다.

2.8.2 소독방식 비교 · 검토

가. 소독방법 선택시 고려사항

- 소독방법의 선택시에는 다음과 같은 요건을 고려하여 경제적이고 효율적인 방법을 선택할 수 있도록 계획한다.
 - － 소독제의 물에 대한 용해도가 높은 방법
 - － 소독력이 강한 방법
 - － 잔류독성이 거의 없는 방법
 - － 설치비 및 유지관리측면에서 경제적인 방법
 - －약품 및 유지관리설비의 안정적인 공급이 가능한 방법
 - － 설비의 조작 및 취급이 용이한 방법

나. 소독방식 비교 · 검토

○ 다음 표에 각 소독방식별 장단점 및 효과를 비교·검토한 결과를 제시하였다.

<표 5.2-10> 소독방식의 장단점 및 효과 비교

고려사항	Cl ₂	Cl / deCl ₂	NaOCl	ClO ₂	O ₃	UV
시설규모	전규모	전규모	중 · 소규모	중소규모	대중규모	중소규모
소독처리시 응용단계	모든단계	모든단계	모든단계	2차 처리	2차 처리	2차 처리
장비의 신뢰성	좋음	아주 좋음	좋음	보통	아주 좋음	아주 좋음
공정통제	개발됨	상당히 개발됨	개발됨	경험 없음	개발됨	개발됨
기술의 복잡성	간단~보통	보통	보통	보통	복잡	간단~복잡
안전성, 운반성	위험	위험	안전	위험	보통	안전
박테리아 사멸	좋음	좋음	좋음	좋음	좋음	좋음
바이러스 사멸	나쁨	나쁨	나쁨	좋음	좋음	좋음
어 독 성	독성	무독성	독성	독성	가능성 없음	무독성
유해부산물	있음 (THM)	있음 (THM)	거의 없음	있음	가능성 없음	없음
잔 류 성	길다	없음	길다	보통	없음	없음
접촉시간	길다 (30~60분)	길다 (30~60분)	보통 (10~15분)	보통~길다	보통 (10~20분)	짧다 (1~5초)
용존산소 기여도	없음	없음	없음	없음	기여	없음
암모니아와의 반응	반응	반응	반응	무반응	반응 (높은pH에서)	무반응
색도제거	보통	보통	보통	제거	제거	제거 안됨
용존고형물의 증가	증가	증가	증가	증가	증가 안됨	증가 안됨
pH 영향	있음	있음	없음	없음	약간 (높은pH에서)	없음
유지관리의 민감성	최소	보통	최소	보통	높음	보통
부 식 성	있음	있음	있음	있음	있음	없음

01

02

03

04

05

06

07

08

2.8.3 검토결과

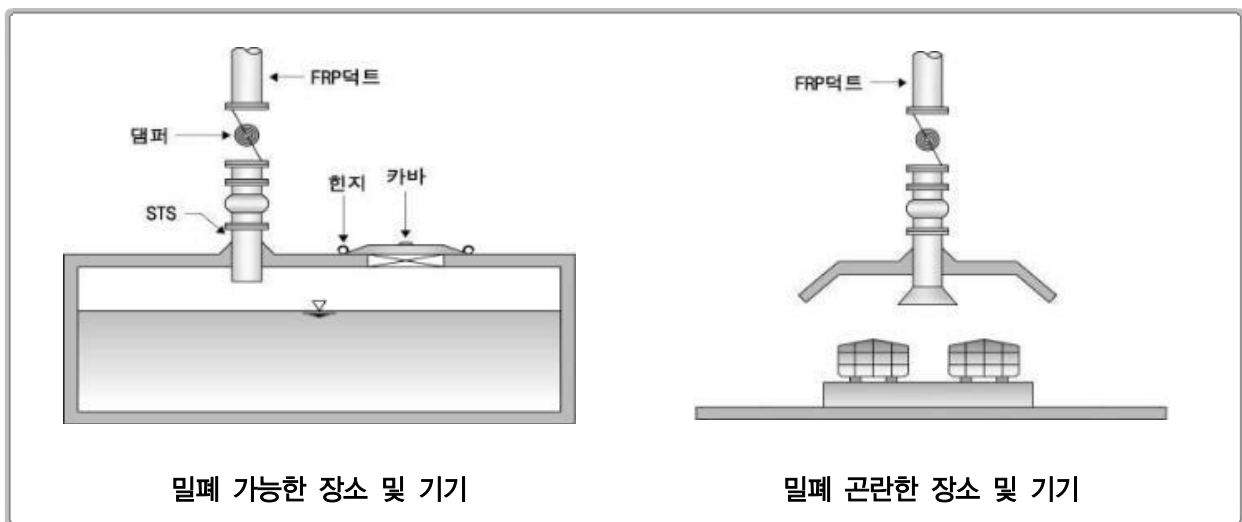
- 소독시설의 선정시에는 경제성과 후속 생태계의 영향 등을 고려하여 선정하여야 한다. 상기 각 소독방식별 장단점 및 효과에서 검토한 바와 같이 염소소독의 경우 일반적으로 사용할 수 있으며 잔류효과가 있고 유지관리가 용이한 반면 THM과 같은 유해부산물이 생성되는 문제가 있다. 반면 O_3 및 UV의 경우에는 용해부산물의 생성은 적다.
- 단, 합류식 지역의 하수처리시설에서 우천시 발생하는 유량을 일차침전지 및 우회수로로 통해 소독시켜 방류하여야 하는데, 우천시 하수량을 모두 자외선 소독시설로 소독하는 것은 경제적으로 낭비가 되고, 탁도가 높아 비효율적이기 때문에, 이 경우 이차처리수만을 자외선으로 소독하고, 우회 유량은 별도의 수로에서 비상 염소소독(차아염소산나트륨 또는 차아염소산칼슘)을 하는 것을 검토하여야 한다.

2.9 탈취시설

2.9.1 악취포집계획

가. 포집방식

- 악취 주발생원은 공공하수처리시설의 침사 및 유입펌프시설과 슬러지 처리시설이 포함되며, 기타 생물반응조내 혐기조 및 무산소조 등이 포함될 수 있어 악취포집여부를 신중히 검토하여 결정하여야 하는데, 본 계획에서는 하수유입부(전처리시설), 슬러지처리시설을 주요 대상으로 선정하여 포집방안을 수립하였으며 주요 포집지점별 및 포집방식은 다음 그림과 같다.



<그림 5.2-5> 포집방식

나. 탈취시설 위치

- 취기 발생원으로부터 악취확산 방지를 위한 포집계획을 수립하여 작업환경 개선 및 탈취 풍량을 최소화하고 취기포집 이송관이 최단거리가 되도록 탈취시설 위치 결정하여야 한다.
- 또한 악취포집시설로 인해 운전자의 관리에 지장을 주지 않도록 하고 취기발생원은 가능한 Cover를 씌워 경제적인 포집 및 악취 발산을 방지하는 한편 기계 자체를 밀폐하기 곤란한 경우는 Hood를 사용하여 소풍량 고농도 취기를 흡입하도록 반영하여야 한다.

2.9.2 탈취방식 검토

가. 고려사항

- 탈취방식을 선정하기 위해 다음 사항을 고려하여 적절한 방법을 선정한다.
 - 악취방지법 및 대기환경보전법 등 관계법령 및 악취저감 목표 준수
 - 악취물질의 종류와 양, 발생장소 및 주변의 환경을 파악하여 악취발생 방지의 목적에 알맞는 경제적인 설비를 설치
 - 탈취는 가능한 한 고농도의 취기를 적은 부피가 되도록 포집하여 처리
 - 탈취방식은 ①활성미생물탈취방식, ②토양탈취방식, ③충진탑식 생물탈취방식, ④수세정방식, ⑤활성탄흡착방식, ⑥이온교환수지흡착방식, ⑦약액산화방식, ⑧산 및 알칼리세정방식, ⑨직접연소방식, ⑩촉매연소방식, ⑪오존산화방식 등이 있으며, 악취조건을 고려하여 선정
 - 탈취풍량은 환기계통과는 별도 계통으로 하고 악취가스의 희석, 확산을 가능한 피하여 필요한 양으로 함

나. 탈취방식 비교·검토

- 일반적으로 악취물질을 제거하는 방법은 제거원리별로 생물학적 방법, 물리화학적방법으로 대별할 수 있으며, 국내에서 주로 적용되고 있는 물리화학적 처리공정인 산알카리 세정 및 활성탄흡착과 생물학적 처리공정인 Bio-Filter에 대해 처리효율 및 경제성, 유지관리면 등을 종합적으로 다음 표에 제시하였다.

<표 5.2-11> 탈취방식별 원리 및 특성

탈취방식		원 리	적용대상 물질	특 성
생물학적 방법	활성슬러지 탈취법	• 반응조내의 미생물에 의하여 악취물질을 산화·분해	• 유황계 화합물	• 설비비 및 유지관리비가 적음 • 저농도 취기에 효과적임 • 포기조의 처리효율에 따라 취기제거율이 변화 할 수 있음
	토양 탈취법	• 토양균 또는 숙성한 비료중의 미생물을 이용하여 악취물질을 산화·분해	• 미생물의 영양 유기성물질	• 설비비 및 유지관리비가 적음 • 고농도 취기에 효과적임 • 유지관리가 용이한 편이나 건기가 지속되면 표면 살수가 필요함
	충진탑식 생물탈취법	• 악취물질을 미생물을 이용하여 산화·분해 • 충진식 담체 이용	• 미생물의 영양 유기성물질 • 황화수소	• 유지관리비가 비교적 저렴 • 고농도 악취에 유효함. • 미생물 배양기간이 필요함

<표 계속> 탈취방식별 원리 및 특성

탈취방식		원 리	적용대상 물질	특 성
물리 화학적 방법	수세정법	• 악취물질을 물에 접촉·용해시켜 제거	• 물에 용해되는 악취 : 암모니아, 아민류 등	• 설비비 및 유지관리비 저렴 • 다른 방법의 전처리로 사용 • 2차처리수를 세정수로 사용하면 오히려 취기발생 주의
	활성탄 흡착법	• 악취물질을 활성탄에 통과시켜 물리적 흡착 에 의해 제거	• 황화수소 및 메틸머캅탄(암모니아 및 아민)	• 활성탄은 비교적 고가며 수두손실이 큼 • 수명이 다되면 교환 • 가스중에 수분이 있으면 흡착력 떨어짐 • 저농도의 취기에 적합 • 탈취 최종단계에 쓰임 • 일반적인 활성탄에 산, 염기 또는 할로겐을 첨착시킨 첨착활성탄이 있으며 이것을 사용하면 암모니아, 아민 등의 물질의 제거도 가능
	이온 교환수지 흡착법	• 이온교환수지를 이용한 다공질에 활성탄과 같은 흡착과 이온교환에 의한 전기적 흡착을 이용하여 악취가스 제거	• 거의 대부분의 악취물질	• 이온교환수지가 비교적 고가 • 수지의 재생이 비교적 간단 • 활성탄 흡착법과 병행하여 사용 할 수 있음
	약액 산화법	• 악취물질을 염소수, 차아염소산나트륨, 이산화염소, 취화나트륨 등의 용액과 접촉시켜 산화작용에 의해 제거	• 피산화성 물질	• 처리가스내 잔류염소를 위해 알칼리 용액에 의한 흡수설비가 필요함
	산·알칼리 세정법	• 악취물질을 염산 또는 황산에 접촉시켜 중화 반응으로 제거	• 산세정법 : 암모니아, 아민 • 알칼리세정법 : 황화수소,메틸머캅탄	• 중화설비 필요 • 접촉방법에 대한 충분한 검토가 필요 • pH 조정에 주의 필요
	직접 연소법	• 악취물질을 연소로에서 800℃ 정도로 연소시켜 제거	• 거의 모든 악취물질	• 탈취효과 좋으나 연료비 높음 • 폭발한계 이하의 높은 농도장소에 유리 • 연소가스중의 SOx를 고려 • 산소농도가 낮아지지 않도록 주의 요함
	촉매 연소법	• 악취물질을 열교환기에서 350℃ 정도로 가열해 백금, 파라디움 등의 촉매가 들어 있는 연소로에서 저온연소시켜 분해	• 거의 모든 악취물질	• 연료비는 직접연소에 비해 적음 • 폭발한계 이하의 고농도인 장소에 유리 • 악취중에 납 등이 있으면 촉매표면에 부착되어 활성을 저하시키므로 1년에 1~2회 세정 및 제거가 필요함.
	오존 산화법	• 악취물질을 오존과 접촉 시켜 산화작용으로 제거	• 고농도에서 대용량의 악취물질 (단, 암모니아 부적합)	• 오존은 유독 및 유취하므로 처리가스중의 잔류오존이 과다하지 않도록 주의하며 필요에 따라 오존제거용 활성탄을 설치함 • 악취물질을 습윤상태로 오존과 접촉시키면 탈취효과가 좋아짐

자료) 하수도시설계획·설계지침과 해설(2001, 일본하수도협회)

2.9.3 탈취시설 계획

- 하수처리시설의 전처리, 수처리 및 슬러지처리 구조물은 지하화하고, 상부는 주민친화시설로 계획되어 지하 공간 내 작업이 수행되므로 산업안전보건법에 적합한 근무환경이 되도록 방안을 강구하여야 하며 이를 위해 환기시설과 연계한 악취확산방지와 포집 및 처리계획을 수립하여야 한다.
- 또한 상기 시설에서 발생하는 취기를 악취방지법의 배출기준을 준수할 수 있으며, 주변지역에 악영향이 없고 2차공해의 우려가 적은 탈취방식을 고려하여 선정하여야 한다.

2.10 하수찌꺼기(슬러지) 처리 · 처분 계획

2.10.1 기초조사

- 생활수준의 향상과 경제규모의 성장으로 우리나라 하수도 보급률은 2018년 기준 93.9%를 나타내고 있으며, 하수처리시설 위주에서 하수관로 보급 확대로 하수도 정책이 변화하고 있다. 특히 하수관로정비 BTL사업으로 분류식 하수관로의 보급률이 증가하고 있고 이로 인한 분뇨 직투입으로 하수찌꺼기의 발생량도 지속적으로 증가하고 있다.
- 2000년에 개정된 폐기물관리법에 의거 2003년 7월부터 하수찌꺼기의 직매립을 금지하고 있으며 이러한 법적 규제에 따라 정부 및 지자체는 2000년도부터 하수찌꺼기 매립량을 점차로 줄이고 하수찌꺼기의 해양투기를 증가시켜 처분하였으나, 해양생태계의 파괴 및 해양생물의 오염농도 축적 등 해양환경오염 문제가 발생되어 런던협약에 의해 하수찌꺼기의 해양투기는 2012년부터 금지되고 있다.
- 하수찌꺼기(슬러지) 처리방식은 최종처분의 형태, 지역의 여건 등에 따라 달라지나 일반적으로 농축, 소화, 탈수 및 매립으로 이어지는 단위공정의 합리적인 조합에 의해 결정되어지며, 이때 찌꺼기의 특성 및 처리효율, 시설규모, 최종처분 방안, 입지조건, 건설비 및 유지관리비, 관리의 난이성, 환경오염 대책 등을 종합적으로 검토하고 평가하여 가장 경제적이고 효율적인 처리방식을 선정하여야 한다.
- 하수찌꺼기(슬러지) 처리·처분기술로 현재까지 실용화된 공정만도 수십종에 달하며, 최근에는 다양한 하수찌꺼기(슬러지) 재이용 기술 개발이 국내외에서 활발히 진행되고 있다.
- 본 계획에서는 인천광역시 송기공공하수처리시설에서 발생하는 하수찌꺼기(슬러지)처리를 위한 다양한 처리·처분방법을 검토하여 지역특성에 적합하고 처리비용 절감시키는 방안을 제시하고자 한다.

가. 하수찌꺼기 처리현황 및 문제점

1) 국내 하수찌꺼기 처리 · 처분 현황

- 2020년도 기준 국내 729개 하수처리시설에서 발생하는 하수찌꺼기는 4,209,999톤/년로서 자체처리(42.8%), 재활용(1.4%), 외부위탁(45.9%), 수도권광역처리(9.9%)로 최종 처분되고 있다. 2010년 이후 하수처리시설 에너지 자립화에 따라 연료화에 의한 하수찌꺼기 처리방법이 보급되어 재활용율이 높아진 것으로 파악된다.

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 5.2-12> 국내 하수찌꺼기 발생 및 처리현황

(단위 : 톤/년)

구 분	처리시설 (개소)	발생량	처리량 (계)	재활용				소각	건조	매립	기타	미처 분량 (이월분)
				소계	연료화	비료화 (부숙화)	기타					
2016년	307	-	3,580,833	2,447,399	730,183	1,100,694	616,522	528,192	249,113	302,695	53,360	469
2017년	746	4,172,571	4,166,548	850,743	738,687	36,975	75,081	522,279	156,257	-	-	-
2018년	803	4,094,907	4,094,851	898,108	618,723	62,472	216,913	943,651	1,267	-	196,261	-
2019년	740	4,221,385	4,22,899	1,006,736	763,264	78,147	165,325	897,738	1,686	-	104,580	-
2020년	729	4,209,999	4,210,302	59,630	-	59,630	-	752,084	1,042,280	7,160	-	-

자료) 하수도통계(해당연도, 환경부)

2) 인천광역시 하수찌꺼기 처리·처분 현황

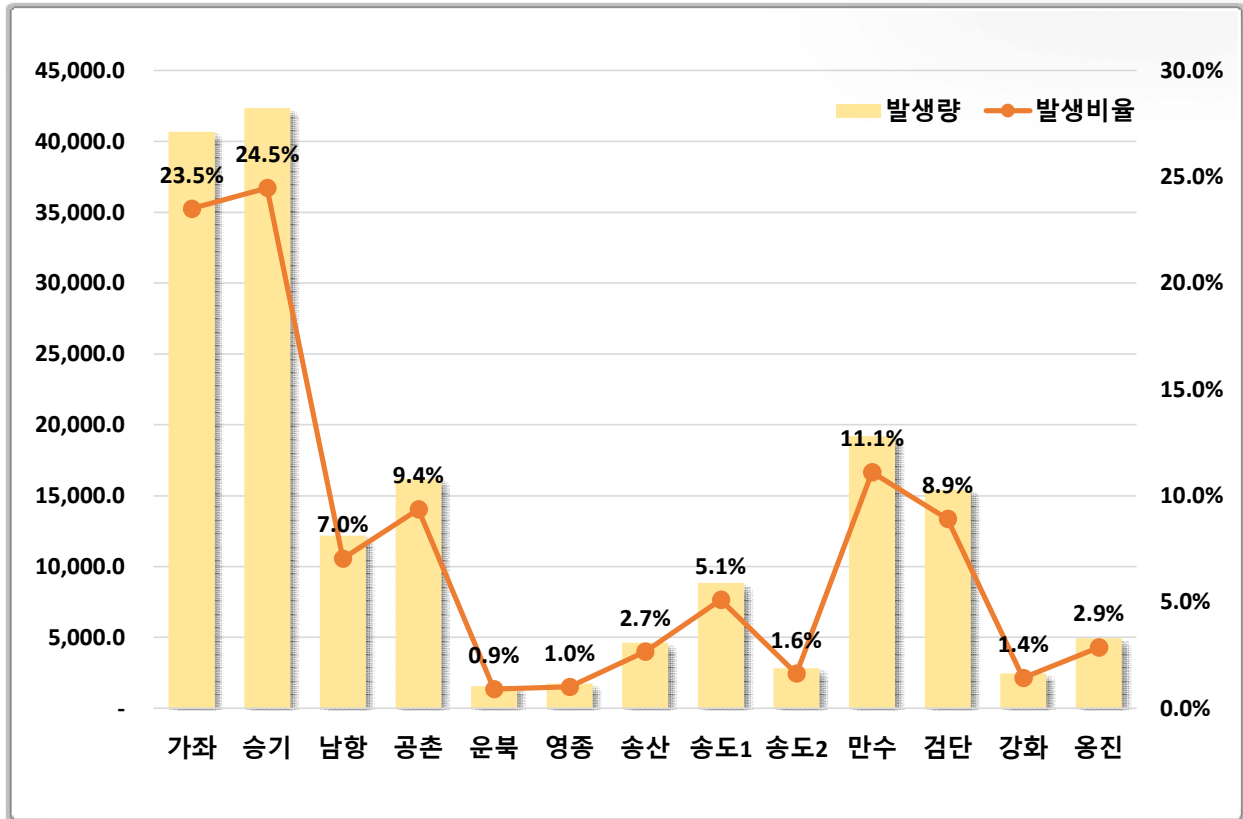
- 2020년 기준 인천광역시의 하수찌꺼기는 173,041톤/년이며, 자체 건조처리가 4,306톤/년으로 2.5%를 차지하고 있는 것으로 검토되었다.

<표 5.2-13> 인천광역시 공공하수처리시설 하수찌꺼기 처리현황(2020년)

(단위 : 톤/일)

구 분	찌꺼기 발생량 (톤/년, 탈수기준)	자체처리량(톤/년)	외부위탁 처리량 (톤/년)	수도권 광역처리 (톤/년)
		건조		
합계	173,040.7	4,305.5	78,314.4	90,420.8
가좌	40,676.9	-	9,186.0	31,490.9
승기	42,359.5	-	17,768.1	24,591.4
남항	12,190.5	4,305.5	-	7,885.0
공촌	16,192.1	-	5,040.5	11,151.6
운북	1,562.6	-	40.6	1,522.0
영종	1,735.3	-	1,735.3	-
송산	4,612.6	-	4,612.6	-
송도1	8,830.0	-	6,421.8	2,408.2
송도2	2,819.3	-	2,819.3	-
만수	19,209.4	-	15,272.3	3,937.1
검단	15,417.9	-	15,417.9	-
강화	2,478.2	-	-	2,478.2
옹진	4,956.4	-	-	4,956.4

자료) 하수도통계(2020, 환경부)



<그림 5.2-6> 처리시설별 찌꺼기 발생 비율(2020년)

○ 승기공공하수처리시설의 최근 5년간 처리현황을 정리하였으며, 2020년도 하수찌꺼기 처리현황은 인천광역시 전체 173,041㎥/년 중 2.5%인 4,306㎥/년을 자체처리하고 있으며, 처리현황은 같다.

<표 5.2-14> 승기공공하수처리시설 하수찌꺼기 처리현황(최근 5년간)

(단위 : 톤/년)

구 분		재활용				소각	건조	매립	기타
		소계	연료화	비료화 (부숙화)	기타				
인천광역시	2016년	104,025	69,350	20,440	14,235	-	730	21,170	3,285
	2017년	-	-	-	-	-	-	-	-
	2018년	-	-	-	-	-	-	-	-
	2019년	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020년	-	-	-	-	-	4,306	-	-
승기	2016년	27,375	27,375	-	-	-	730	6,935	-
	2017년	-	-	-	-	-	-	-	-
	2018년	-	-	-	-	-	-	-	-
	2019년	-	-	-	-	-	-	-	-
	2020년	-	-	-	-	-	-	-	-

자료) 하수도통계(해당연도, 환경부)

- 2020년 인천광역시의 전체 하수찌꺼기발생량은 173,041㎥/년, 승기공공하수처리시설이 42,360㎥/년으로 전체 중 24.5%를 차지하며, 인천광역시 전체 하수찌꺼기 처리량이 연평균 처리량은 다음과 같다.

<표 5.2-15> 승기공공하수처리시설 하수찌꺼기 처리현황(최근 5년간)

구 분		처리량(㎥/년)	건조(㎥/일)	비율(%)	비 고
인천광역시	2016년	129,137	584	0.6	
	2017년	150,344	—	—	
	2018년	145,476	—	—	
	2019년	151,153	—	—	
	2020년	173,041	4,306	2.5	
승기	2016년	34,529	584	1.7	
	2017년	36,026	—	—	
	2018년	40,217	—	—	
	2019년	36,374	—	—	
	2020년	42,360	—	—	

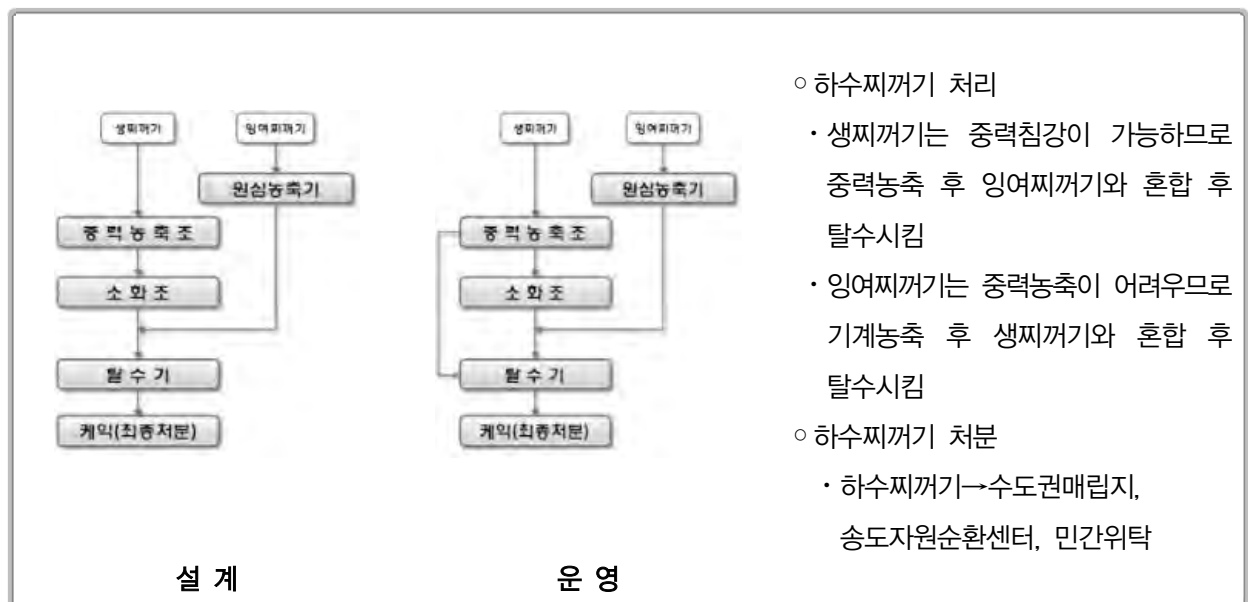
자료) 하수도통계(해당연도, 환경부)

3) 하수찌꺼기(슬러지) 처리시설 운영현황

- 2021년 기준 인천광역시에서 가동중인 승기공공하수처리시설의 하수찌꺼기 처리시설 운영현황과 탈수케익량은 다음과 같다.

가) 승기공공하수처리시설

(1) 하수찌꺼기 처리계통



<그림 5.2-7> 하수찌꺼기 처리계통

(2) 하수찌꺼기 발생량 현황

<표 5.2-16> 송기공공하수처리시설 하수찌꺼기 처리현황(최근 5년간)

년 도	시설용량(m ³ /일)	평균하수량(m ³ /일)	하수찌꺼기(톤/일)	발생원단위(톤/m ³)
2016년	275,000	218,419	94.4	0.43
2017년	275,000	231,002	98.7	0.43
2018년	275,000	246,682	110.2	0.45
2019년	275,000	232,399	99.7	0.43
2020년	275,000	233,910	116.1	0.50

자료) 하수도통계(해당연도, 환경부)

4) 하수찌꺼기(슬러지) 처리시설의 문제점 및 개선사항

- 현재 인천광역시의 대부분 하수찌꺼기는 수도권 3개 시·도(인천광역시, 서울시, 경기도)가 수도권매립지에 건설하여 운영 중인 「하수슬러지 자원화시설」에서 처리 중에 있다.
- 각 하수처리시설의 현장조사, 담당자 면담 및 기술진단을 통한 운영 실태를 조사한 결과 대부분의 처리장에서 다음과 같은 이유 등으로 슬러지의 장기적체를 문제점으로 들 수 있었다.
 - 「하수슬러지 자원화시설」의 적은 허가반입량의 문제
 - 우천, 휴일 등 「하수슬러지 자원화시설」의 반입불가
 - 사설처리장의 단가상승문제 및 최종제품에 대한 수요처 불투명

<표 5.2-17> 하수슬러지 처분계획 및 방향

구 분	하수찌꺼기 처분계획방향
단기대책	· 기존하수찌꺼기 처리시설 최대한 활용 · 각 처리장별 노후된 찌꺼기 처리시설 개보수(농축기, 탈수기, 소화조 개보수 및 오버홀) · 에너지 자립화 및 하수찌꺼기 안정화를 위한 소화조 설치 및 효율개선 사업 수행 · 각 처리장별 함수율 개선사업 수행
장기대책	· 사설처리장과의 지속적 계약체결 및 사설처리장의 최종제품 수요처 확보 · 하수찌꺼기 농축공정 및 소화조 등 하수찌꺼기 감량화 공정 신설 · 기존 찌꺼기 시설 노후에 따른 하수찌꺼기 처리시설 전환 및 신설 – 기존 고비용, 고에너지 처리구조 ⇒ 저비용·저에너지 하수찌꺼기 재활용 처리시설 도입 지향

<표 5.2-18> 송기공공하수처리시설 운영상 문제점

구 분	문 제 점	대 책 방 안
송기 공공하수처리시설	· 장기간 적체된 하수찌꺼기로 인한 공정운영의 어려움 · 반류수의 부하량이 높아 공정 관리의 어려움	· 적체 하수찌꺼기의 외부 반출의 지속적 시행하여 전체 공정 부하의 경감이 필요 · 미가동 일부시설의 정상가동 및 노후시설 보수 및 개체로 시설운영 정상화 가능

2.10.2 하수찌꺼기(슬러지)의 발생특성 및 성상

가. 인천광역시 하수찌꺼기 발생량

- 2020년 기준 인천광역시의 연간 하수찌꺼기 발생량은 168,085톤/년으로 매년 증가하고 있으며, 하수처리량 1m³당 하수찌꺼기 발생량은 다음과 같다.

<표 5.2-19> 하수찌꺼기 발생량

구 분	하수 1m ³ 당 찌꺼기 발생량 (kg/m ³)	2020년 유입하수량 (천m ³ /년)	하수찌꺼기 발생량(톤/년)				
			2020년	2019년	2018년	2017년	2016년
계	0.57	293,555	168,085	150,965	145,469	140,638	138,456
가 좌	0.42	94,968	40,677	36,685	36,052	36,245	35,405
승 기	0.50	85,377	42,360	36,374	40,217	36,026	34,449
남 향	0.38	32,336	12,191	12,135	11,148	9,855	9,738
공 촌	0.86	18,785	16,192	14,594	13,782	14,053	11,479
운 북	0.65	2,399	1,563	1,679	1,702	1,643	1,650
영 종	0.77	2,247	1,735	1,735	828	876	515
송 산	1.16	3,988	4,613	2,784	1,462	1,570	1,318
송 도1	0.88	9,980	8,830	8,253	8,288	7,337	7,410
송 도2	0.77	3,677	2,819	2,073	1,381	1,460	1,241
만 수	0.73	26,336	19,209	18,037	17,159	16,206	17,827
검 단	1.15	13,462	15,418	14,196	11,356	13,359	14,837

자료) 하수도통계(해당연도, 환경부)

나. 인천광역시 하수찌꺼기 유기물 함량

- 인천광역시의 최근 3년간 하수찌꺼기의 유기물 함량 조사결과는 다음과 같다.

<표 5.2-20> 하수찌꺼기 유기물 함량

(단위 : %)

구 분	2015년		2016년		2017년		비 고
	TS	VS	TS	VS	TS	VS	
평 균	19.9	65.6	19.9	68.5	19.8	70.8	
가 좌	20.1	65.1	20.2	62.9	21.9	63.2	
승 기	22.3	60.1	21.8	65.0	20.5	65.6	
남 향	21.8	54.5	22.2	57.0	21.7	63.2	
공 촌	17.4	—	18.0	—	18.0	—	
운 북	18.8	—	17.9	—	18.4	—	
영 종	18.6	—	18.4	—	18.6	—	
송 산	18.1	—	17.3	—	16.1	—	
송도1	24.9	—	25.4	—	25.2	—	
송도2	19.6	70.1	19.5	71.8	19.1	72.1	
만 수	18.3	78.7	18.6	78.3	19.0	80.5	
검 단	19.9	65.6	19.9	68.5	19.8	70.8	
강 화	19.1	64.9	19.3	76.0	19.5	80.4	

자료) 처리시설별 수집자료

다. 인천광역시 하수찌꺼기 성분분석

- 2017년 기준 인천광역시 자체 하수찌꺼기 내 성분을 분석한 결과 전체 하수처리시설에서 카드뮴, 구리 등 중금속이 전체적으로 검출 되었으며, 산업단지가 산재하는 지역특성으로 인한 결과라 판단됨
- 중금속 함량이 많은 경우는 하수찌꺼기 재이용시 주의하여야 함

<표 5.2-21> 하수찌꺼기 성분분석

(단위 : mg/kg)

구분	가좌	승기	남항	공촌	운북	영종	송산	송도1	송도2	만수	강화
카드뮴	17.9	3.33	1.08	0.63	0.56	ND	0.52	0.72	0.51	ND	0.43
구리	5,000.7	3,160.1	163.5	187.8	634.0	504.5	422.5	146.6	243.0	288.16	167.6
비소	4.5	2410	2.7	2.48	1.13	1.84	0.69	ND	0.36	5.78	1.37
수은	0.23	0.33	0.25	0.28	0.32	0.27	0.26	ND	0.28	ND	0.37
납	93.6	38.9	32.3	14.6	4.3	ND	ND	5.07	17.3	17.09	9.2
6가크롬	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10.11	ND
아연	11,165.8	2,988.7	619.9	542.7	614.3	516.9	645.2	215.0	347.1	579.92	487.6
니켈	755.3	1098.1	42.6	36.2	28.6	22.2	45.9	ND	24.2	ND	27.4
불소	726	713	365.	86	138	280	439.0	ND	132.0	ND	317
유기인 화합물	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
시안	1.5	ND	ND	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
페놀	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
벤젠	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
톨루엔	1.1	47.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
에틸 벤젠	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
크실렌	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TPH	1,459	1,451	1,484	298	2,691	1,108	3,442	ND	1,155	ND	707
TCE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

자료) 각 공공하수처리시설 자체조사

라. 계획 하수찌꺼기(슬러지)량

- 하수찌꺼기 발생량은 하수처리공법, 수처리 공정, 하수관로정비 상태, 유입하수의 특성 등에 따라 다르게 나타난다. 본 계획에서는 다음과 같은 방법에 의거하여 장래 하수찌꺼기 발생량을 예측하였다.
 - 상위 및 관련계획상의 발생량에 의한 방법
 - 국내 하수처리시설의 시설용량별 하수찌꺼기 발생량 원단위에 의한 방법
 - 제주특별자치도 하수처리시설 운영 자료의 하수처리량당 발생을 적용에 의한 방법
 - 하수도시설기준에서 제시한 산술식 적용에 의한 방법

1) 계획 하수찌꺼기량 산정

- 산술식에 의해 추정된 하수찌꺼기량은 어디까지나 종합적인 시설계획 수립을 위한 기초자료일 뿐으로 실제 운영상황과는 많은 차이를 나타내고 있으며 이미 감량화하여 운영중인 슬러지처리량 데이터로 산정된 원단위를 활용해 추정된 값으로 가동중인 감량화시설의 감량효과가 이미 반영되어 있다 볼 수 있다.
- 금회 기본계획에서는 용량계산결과 산정된 생슬러지 및 잉여슬러지량을 통해 탈수케익량을 산정하였으며 각 슬러지 처리과정상의 각종 설정은 물론 수처리공정의 종류별로도 슬러지량의 차이가 발생하므로 가능한 보수적인 수준의 설정값으로 산출하였다.
- 산정결과 목표연도 2035년 기준 탈수케익량은 109톤/일로 산출되었다.

<표 5.2-22> 물질수지계산에 의한 슬러지발생량 산정

년 도	발생량(톤/일)	함수율(%)	체적감량비	비 고
생슬러지	1,111	99.3	100.0	슬러지처리 (전처리)
잉여슬러지	2,775	99.3	100.0	
농 축	680	96.0	17.5	
소 화	680	96.0	17.5	
탈 수	109	75.0	2.8	
건 조	30	10.0	0.8	슬러지처분 (중간처리)
소 각	27	-	0.7	
매립(재이용)	-	-	-	최종처분

2.10.3 하수찌꺼기(슬러지) 처리 및 처분계획

가. 기본방향

- 하수처리과정에서 발생하는 하수찌꺼기의 처리·처분 시에는 경제성, 환경성 및 관련 법규 등에 부합할 수 있는 방안으로 계획되어야 함

<표 5.2-23> 하수찌꺼기 처리·처분 계획 시 고려사항

고 려 사 항	내 용	비 고
환경 친화적 처리·처분계획	• 하수찌꺼기에는 중금속 및 병원균 등이 다량으로 함유되어 있어 토양 및 지하수 등의 주위환경에 악영향을 미칠 우려가 있으므로 환경영향을 최소화할 수 있고 안정적인 처리방안을 검토하여야 함.	
경제적인 처리방법	• 중간처리 및 최종처리방안이 효율적이고 안정적이라 할지라도 유지관리비 및 초기투자비가 과다할 경우 재원조달 및 유지관리의 문제가 발생할 수 있으므로 경제적인 최종처리방안을 강구하여야 함.	
발생지역에서 처리 가능화	• 하수찌꺼기는 수처리시설을 관리하는 지방자치단체에서 처리·처분하는 것이 원칙이므로 지역 내에서 발생하는 하수찌꺼기는 가능한 그 지역 내에서 처분하는 것이 바람직하나 지역 내 처분에 한계가 있고 부득이 타 지역 처분을 해야 할 경우에는 해당 시와의 협의가 요구되며 퇴비화 등 하수찌꺼기의 재이용을 할 경우에는 지역 내외의 유통 기구 및 소비가능량 등을 검토하여야 함.	
상황변화에 대응한 처분방식	• 장래 신기술의 개발에 따른 처분방식의 개선이 필요한 경우에 융통성 있게 대응할 수 있어야 함.	

<표 5.2-24> 하수찌꺼기 처리·처분방식 선정기준

항 목	세 부 항 목	검 토 사 항	
처리효과	처리의 안정성	• 항상 안정된 고효율 유지여부	• 기후, 기온 등에 좌우여부
	처리의 유연성	• 유입부하변동에 대한 적응성	• 장래의 조건변화에 대응이 가능여부
관리성	기술상의 관리성	• 고도의 운전기술의 필요성 • 기기의 적용실적 다양성 • 정기점검, 보수에 개소수	• 특정의 유자격자의 필요성 • 운전지표가 확립 여부 • 수처리시설로의 반송수 부하가 적은가
	작업상의 관리성	• 기기 운전조작이 용이성 • 소요 작업인원	• 약품 등의 구입, 확보가 용이성 • 작업상의 위험성
경제성	초기투자비	• 건설비 경제성 • 하수처리시설의 부지면적	• 건물 내에 설치여부
	유지관리비	• 유지관리비는 경제성 • 유틸리티의 사용량	• 소자원, 소에너지에 부합성 • 기기의 내구성
환경영향	주변환경	• 주변환경 영향성	
	작업환경	• 작업환경 양호성	

나. 하수찌꺼기 최종처분계획

1) 하수찌꺼기 처리방법

(가) 개요

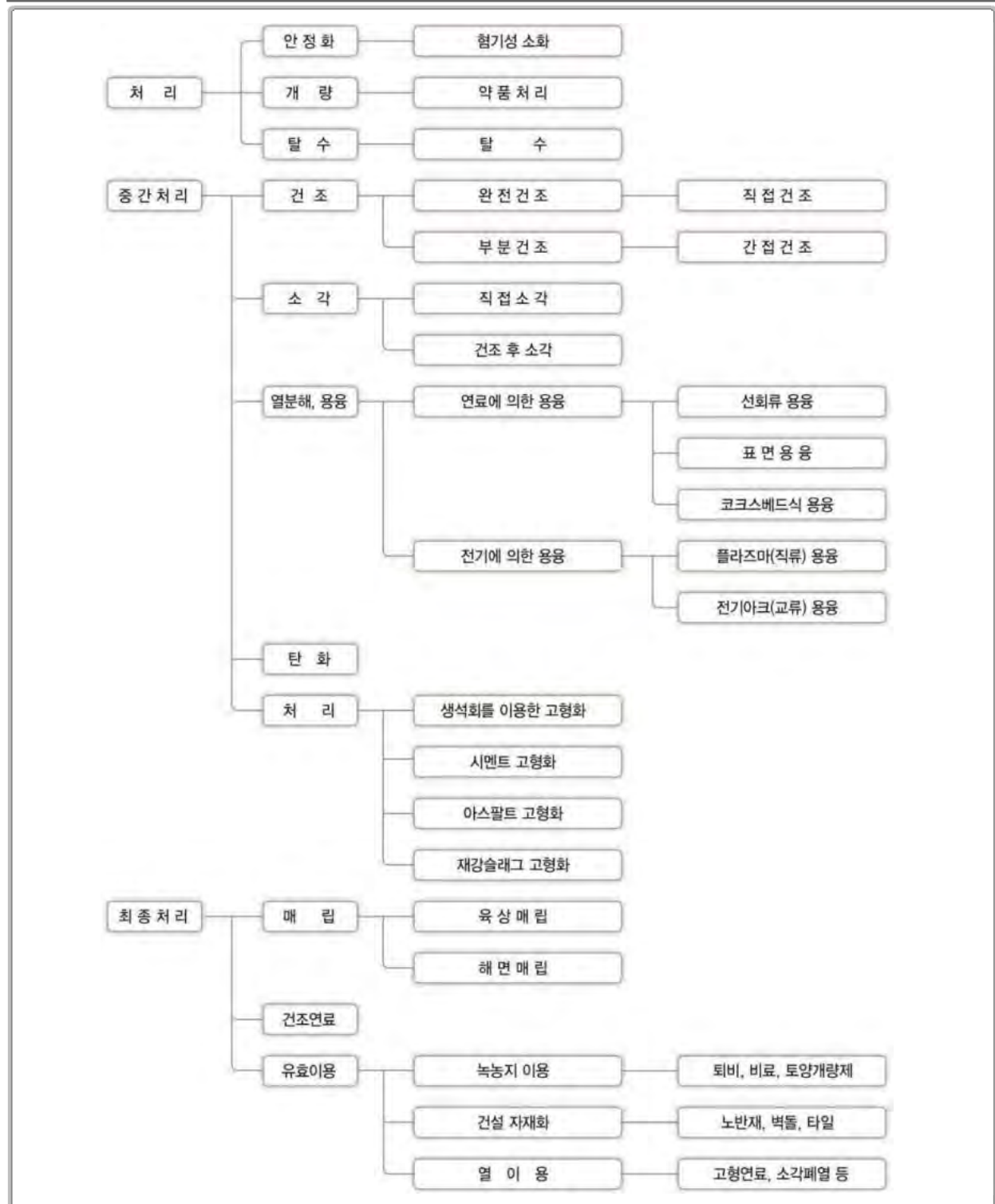
- 공공하수처리시설내의 하수찌꺼기 처리는 최종처분을 위해 반출되는 탈수찌꺼기의 감량화 및 안정화를 주목적으로 함
- 하수찌꺼기의 육상매립의 전면금지, 해양투기 금지 등과 같이 찌꺼기의 최종처분 방법이 극도로 제한되면서, 하수찌꺼기의 감량화가 부각되고 있음
- 찌꺼기 감량화와 더불어 찌꺼기 발생량이 적은 고도처리공법 및 하수처리공정에서의 감량화 기술 등이 계속 개발되고 선호되는 추세임
- 하수처리공정에서 고도처리공법이 도입됨에 따라 잉여찌꺼기의 중력농축은 인의 재방출의 문제점이 있으며, 이로 인해 원심농축기와 같은 기계식 농축방식으로 전환되고 있는 실정임

(나) 찌꺼기 처리·처분 방법별 분류

- 현재 우리나라에서 적용되고 있는 생물학적 처리방법의 수처리 공정에서 발생하는 하수찌꺼기 양은 전체 유입하수량의 약 1% 정도이며, 고형물량의 40~90%가 유기물로 구성되어 있으며, 수분함량이 97~99%로 전처리 없이 최종처리 할 경우 찌꺼기 중에 대량으로 포함되어있는 유기물은 부패되기가 쉬워 악취문제 및 위생상의 문제를 유발함
- 함수율이 높은 찌꺼기는 최종처분장으로 운반하는데 많은 비용이 소요되고, 처분량의 증가로 인한 문제와 매립시 침출수로 인한 2차오염을 발생시킴

<표 5.2-25> 처리목적 및 기능에 따른 분류

구 분	주 목 적	처 리 방 법
예비처리공정	탈 수	농축, 안정화, 개량, 탈수
중간처리공정	감량, 안정화	건조, 소각, 용융, 탄화, 고형화
최종처분공정	최종처분 또는 재이용	매립 또는 유효이용



<그림 5.2-8> 하수찌꺼기 처리방식에 따른 분류

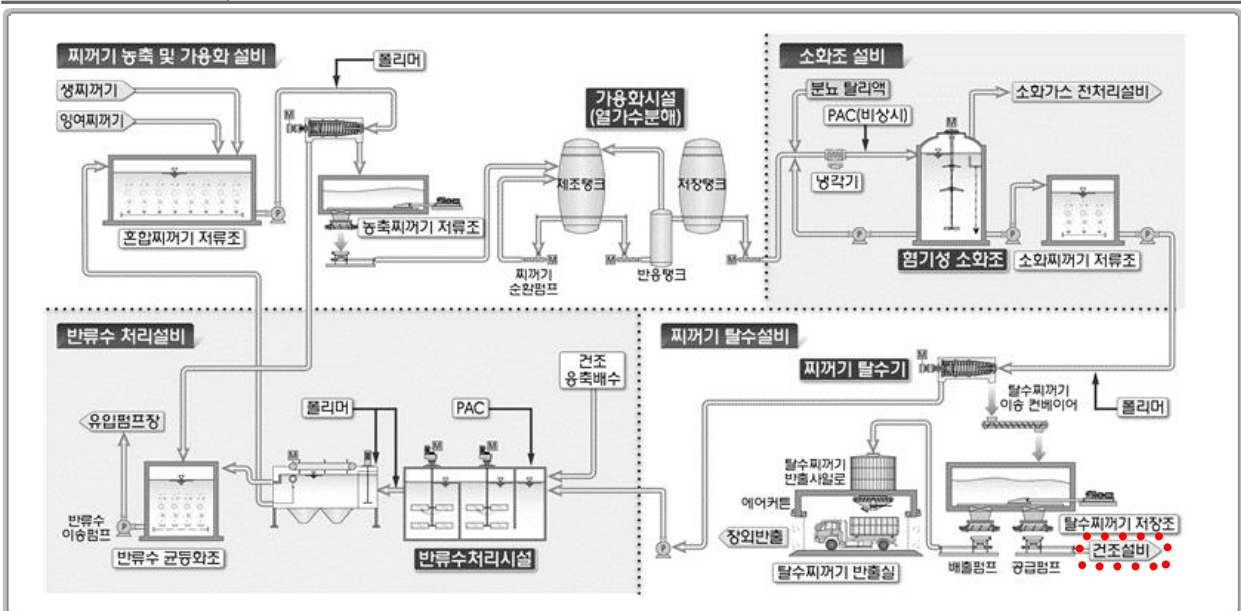
2) 하수찌꺼기 처분계획

- 하수슬러지의 직매립 및 해양투기의 금지로 인해 경제적이고 효율적인 하수슬러지 처리를 위한 중장기 정책방향을 수립해야하는 상황임
- 하수슬러지의 적정처리를 위해 다각적인 노력을 기울여야 하며, 하수슬러지의 발생으로부터 최종처분에 이르기까지 국내여건과 외국사례 등을 충분히 검토하여 중장기적 정책방향의 수립이 필요함

(가) 예비처리(전처리)공정 적용성 검토

<표 5.2-26> 예비처리(전처리)공정 적용성 검토 및 결과

구 분	적용목적	적용성 검토 및 결과
생 · 잉여슬러지	• 생슬러지: 일차침전비 비용해성 유기물 등의 침전물 • 잉여슬러지: 이차침전지 미생물 플록 침전물	
농축기설비	• 슬러지 가용화 시설 유입전 적정 함수율 유지	• 슬러지 발생량 및 종류 등에 따라 생략 가능 • 중력식 농축설비, 기계식 농축설비
가용화설비	• 다양한 방법에 의한 세포막 파괴 및 용해로 소화효율 증대	• 농축슬러지, 음식물류폐기물 유입 • 소화효율 향상을 위한 선택적 도입 가능
소화설비	• 슬러지 소화를 통한 총고형물의 감량화 및 바이오가스생산	• 온도, 함수율에 따라 소화효율 변동 • 혐기성소화, 2단소화 등 • 교반기형태, 소화온도 등에 따른 다양한 공법 적용 가능
탈수설비	• 함수율 저감을 통한 반출슬러지 발생량 저감	• 슬러지 발생량 및 종류 등에 따라 생 · 잉여슬러지의 직탈수 가능 • 원심탈수, 필터프레스, 벨트프레스 등
적용성 검토	• 승기처리시설 생 · 잉여슬러지 발생량은 1일 3,886ton으로 예상되므로 이송처리 불가 (25ton 탱크로리 기준 1일 156대 운반) • 따라서, 본 계획에서는 소화설비의 바이오가스 적정 활용을 통한 에너지자립화 실현을 위한 슬러지처리설비는 현대화시설 사업에 포함하여 계획	

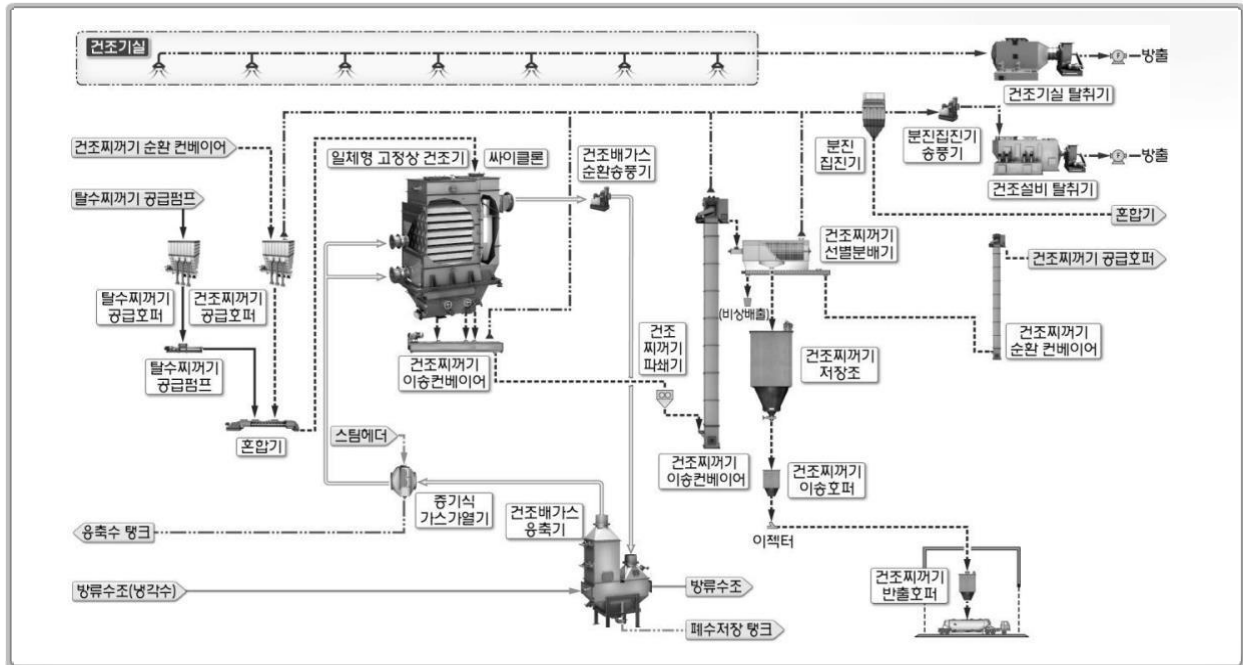


<그림 5.2-9> 예비처리(전처리) 공정도

(나) 중간처리과정 적용성 검토

<표 5.2-27> 중간처리과정 적용성 검토 결과

구분	현대화시설 부지내 처분시설 설치	슬러지통합처리시설 연계
개요		
관련계획	-	• 2035년 하수도정비기본계획
검토기준	• 환경부 표준 함수식(건조 및 소각시설) 적용 • 승기현대화시설 단독처리 기준 • 공사비: 32,239백만원 • 운반비: -	• 환경부 표준 함수식(건조 및 소각시설) 적용 • 하수도정비기본계획상 광역처리 계획 공사비 중 승기분 적용 • 폐기물협의 표준운반단가(15ton 덤프, 30km이내) 적용 • 공사비: 25,651백만원 • 운반비: 583백만원/년
경제성 (LCC분석 30년기준)	• 30년간 건설비, 유지관리비, 개보수비, 대수선비 적용 • 현재가치: 679,683백만원(122%)	• 30년간 건설비, 유지관리비, 개보수비, 대수선비, 운반비 적용 • 현재가치: 557,761백만원(100%)
장·단점	• 승기처리시설 단독설치하므로 초기 공사비 높음 • 현대화사업에 포함되므로 본사업에 대한 사업규모 및 사업비 크게 증가 • 하수처리시설 부지가 주거밀집지역에 인접하고 송도국제도시 입구에 위치하여 소각시설 등 설치시 굴뚝에 의한 민원발생 가능성 매우 높음 • 탈수케익 운반을 위한 별도의 운반비 불필요하고 현대화시설내 발생하는 바이오가스를 이용한 가온 및 가열이 가능하므로 유지관리비 절감 가능	• 승기, 남향, 만수, 송도처리시설 발생슬러지 전체에 대한 시설 중 승기발생분만 고려할 경우 초기 사업비 낮음 • 하수슬러지 처분시설 설치사업 등으로 별도의 사업으로 추진 필요 • 남향처리시설부지가 주거지역과 이격되어 소각시설 등에 의한 민원발생 가능성 상대적으로 낮음 • 탈수케익 운반비 등의 유지관리비 상승요인이 있으나, 잉여바이오가스를 활용한 에너지 생산 가능
적용성 검토	• 현대화시설 부지내 건조 및 소각 등의 슬러지중간처리시설 설치시 악취발생 차단을 위한 추가 설비투입이 필요하며, 소각시설에서 배출되는 연기 등에 의한 민원 발생 최소화를 위해 굴뚝 설치시 주변 아파트(20층 기준 60m) 이상 높게 설치하여야 하는 등 현대화 사업비 추가 상승요인 발생 • 통합처리시 승기처리시설분만 반영할 경우 운반비가 추가되어도 건설비 및 유지관리비 등이 절감되므로 LCC분석결과 통합처리 경제성이 높음 • 따라서, 상위계획을 반영하여 슬러지중간처리는 남향하수처리시설에서 통합처리하는 것으로 계획하고 본 사업에서는 제외하는 것이 타당함	



<그림 5.2-10> 중간처리 공정도

2.11 하수처리수 재이용시설 계획

2.11.1 개요

가. 기본방향

- 기존 수자원의 의존도를 줄이고 수요자가 원하는 양질의 용수를 안정적이고 값싸게 공급함으로써 하수처리수의 재이용을 확대보급 하는데 그 목적이 있으며, 하수처리수의 재이용은 공공수역으로 배출되는 오염부하량의 총량식감 및 상수사용량의 절감과 수자원을 효율적으로 이용한다는 면에서 그 필요성이 증가하고 있는 실정이다.
- 국민생활수준의 향상과 공업발달에 따른 기존 수자원 용량의 부족, 물환경보전법에 의한 방류수 수질기준 강화 등 점차적으로 하수처리수의 재이용 방안에 대한 필요성이 크게 대두되고 있으므로 현대화사업과 연계하여 처리수의 재활용 방안을 적극 검토하고 자원재활용 측면에서 하수처리수를 적절한 용도에 효율적으로 재이용할 수 있어야 한다.

나. 하수처리수 재이용의 필요성

1) 양질의 안정적 용수공급원으로 지역적인 물 부족의 해소

- 고도처리에 따라 수질이 양호하고 연중 발생량이 일정한 막대한 양의 하수처리수를 각종 용수로 재이용할 경우, 물 수급의 지역적인 불균형 완화할 수 있다.
- 농업용수 확보, 하천유지용수 공급으로 건천화된 도심하천의 생태계 회복 및 상수도 미보급 지역의 용수확보가 가능하다.

2) 오염부하량 감소에 따른 수질개선

- 막대한 양의 하수처리수를 방류수역으로 바로 방류하지 않고 다양한 용도로 재이용할 경우, 유입 부하량 감소로 하천의 수질개선 도모한다.

- 특히, 수질오염총량관리제 시행지역에서는 가장 효과적인 오염부하량 삭감 수단으로서 추가적인 노력 및 예산을 절감할 수 있다.

3) 사회·경제적 비용절감

- 수돗물 사용량 및 댐 주변지역 지원비 절감 등의 사회적 편익과 저렴한 재이용수 공급으로 수요처의 비용절감 및 경쟁력 제고할 수 있다.
- 댐 건설로 인한 일조시간 감소와 잦은 안개 발생에 의한 생태계 불균형 및 농작물의 피해 저감과 초고도 하수처리기술의 개발·보급 촉진 등 간접적인 효과 기대할 수 있다.

4) 신규 고용창출효과

- 관련된 설계·설비·건설·유지관리 분야를 제3의 물 산업(The Third Water Industry)으로 집중 육성함으로써 직간접적인 고용창출효과가 유발된다.

2.11.2 관련법규 및 지침

가. 관련법규

- 환경부는 물의 재이용을 촉진하여 물 자원을 효율적으로 활용하고 수질에 미치는 해로운 영향을 줄임으로써 물 자원의 지속 가능한 이용을 도모하고 국민의 삶의 질을 높이는 것을 목적으로 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2020.5.26 시행)을 신설하였으며 세부 내용은 다음과 같다.

1) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(제10조 공공하수도관리청의 하·폐수처리수 공급)

- 가) 「하수도법」 제18조에 따른 공공하수도관리청(이하 "공공하수도관리청"이라 한다)은 하·폐수처리수 재처리수(하수처리수를 처리한 것만 해당한다. 이하 이 조에서 같다)를 재이용하거나 이를 필요로 하는 자에게 공급하여야 한다. 다만, 하수처리수가 제14조에 따른 용도별 수질기준을 충족하는 경우에는 바로 재이용하거나 공급할 수 있다.
- 나) 공공하수도관리청이 제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수를 재이용하거나 공급하기 위하여 하·폐수처리수 재이용시설을 설치하려면 대통령령으로 정하는 바에 따라 환경부장관의 설치승인을 받아야 한다.
- 다) 제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수를 재이용하거나 공급하여야 하는 대상 시설의 범위 및 하·폐수처리수 재처리수로 처리하여야 하는 하수처리수의 양에 관한 기준 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

2) 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령(제2조 공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재처리수 공급대상 시설 등)

- 법 제10조제1항에 따라 하·폐수처리수 재처리수(하수처리수를 처리한 것만 해당한다. 이하 이 조에서 같다)를 재이용하거나 공급하여야 하는 대상 시설은 1일 하수처리 용량이 5천세제곱미터 이상인 처리시설을 말하며, 하·폐수처리수 재처리수로 재이용하거나 공급하여야 하는 하수처리수의 양은 1일 처리량의 100분의 10 이상으로 한다.

나. 관련지침

- 하수처리수 재이용계획 수립과 관련된 지침은 「공공하수도처리시설 운영관리 업무지침(2019. 11. 환경부)」에 다음과 같이 수록되어 있으며 세부 내용은 다음과 같다.

- 1) 공공하수처리시설에 필요한 세척수, 청소수 등 장내용수 및 처리시설 내에 주민친화시설 등의 조경용수는 전량 하수처리수로 재이용하는 방안을 강구하여야 함.
 - 가) 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 시행('11.6.9)에 따라 1일 하수처리용량이 5,000m³ 이상인 공공하수처리시설은 1일 하수처리량의 10% 이상을 재이용수로 이용 또는 공급하여야 함.
 - 2008년 9월 29일부터 최초로 「하수도법」 제11조 또는 제16조에 따라 공공하수처리시설의 설치를 위한 고시(법 제11조제2항의 고시)·인가 또는 허가 하는 시설을 대상으로 함.
 - 나) 개정 하수도법 시행(2007.9.28) 전에 설치되거나 설치 중인 공공하수처리시설과 인·허가를 받은 공공하수처리시설의 재처리수를 재이용하거나 이를 필요로 하는 자에게 공급할 수 있음.
 - 이 경우 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 제21조에 따른 요금을 받을 수 있음.
- 2) 공공하수처리시설의 처리수를 장외용수로 재이용할 경우에는 우선적으로 재이용수의 공중 위생성에 대하여 검토하고 지역의 특성을 반영한 재이용 방안을 강구하여야 함.
 - 가) 대규모 택지개발, 도시 재개발지역 및 토지구획정리 사업지역의 경우에는 처리수를 수세식 화장실용수, 소방용수 등으로 재이용하는 대책을 강구하여야 함.
 - 나) 대규모 공공하수처리시설의 설치·운영에 따른 인근 도심 하천의 건천화를 방지하기 위하여 처리수를 하천 유지용수로 활용하는 방안을 강구하여야 함.
 - 다) 인근 지역에 산업단지 및 공장이 있는 공공하수처리시설의 경우에는 처리수를 냉각수, 세척수 등 공업용수로 활용하는 방안을 설문조사 등을 통하여 수립·제시
 - 라) 인근 지역에 농경지, 목초지 등이 있는 공공하수처리시설의 경우에는 처리수를 농업용수로 활용하는 방안을 강구하여야 함.
 - 마) 도시지역의 수변공원 및 생태공원의 조경용수와 도로의 살수용수 등으로 활용하는 방안을 강구하여야 함.
 - 바) 기타, 처리수를 각종 용수 등으로 재이용이 가능할 경우에는 용도에 알맞은 재이용 대책을 적극 강구하여야 함.

< 하수처리수 재이용계획 수립 관련지침 >

2.11.3 계획의 기본방향

가. 용도별 고려사항

1) 공업 및 생활용수

- 경제성 분석, 수질총량오염부하 삭감량 등 장·단점 비교분석, 수요처와 협약 완료 후 사업시행을 하여야 하며, 단순 냉각용수일 경우 지나친 재처리시설 설치를 지양하여야 한다.
- 하수처리수 재이용사업자(지방자치단체장, 공공사업자, 민간사업자)는 수요처의 요구 수질 및 수량에 맞추어 공급함을 원칙으로 하되 불가피하게 공급하지 못하는 상황에 대비하여 기존의 용수공급라인을 비상용으로 확보할 수 있도록 계획하여야 한다.
- 이용설비에 “하수처리수 재이용수 사용” 이라는 표지를 할 것.
- 생활용수의 용도는 수세식화장실용수, 살수용수, 조경용수, 세차청소용수 등으로 사용하며, 음용 및 인체에 직접 접촉하는 경우는 제외한다.

2) 하천유지용수

- 친수공간이 부족한 도심지역, 건천화된 하천의 유지용수가 필요한 지역에 계획되어야 하며, 자연형하천정화사업 및 주민친화공간(공원화 및 체육시설 조성) 제공시 사업의 효과가 극대화될 수 있으므로 가능한 병행 추진함이 바람직하다.
- 재이용수 공급하천에 냄새, 거품 및 조류의 발생으로 사업의 효과가 반감될 가능성에 대비하여 이에 대한 사전검토를 실시하여야 한다.

3) 농업용수

- 상습적인 농업용수 부족지역을 우선적으로 고려되어야 하며, 경작지 농민의 사전 동의가 필요하다.
- 논 농사, 화훼농사 등에 적용 가능하나, 원칙적으로 날로 먹는 농산물(딸기, 채소류 등)에는 제외한다.

나. 재이용수 용도별 이용범위

- 처리수 재이용수의 용도는 8개 분야로 구분되며 그 용도는 다음과 같다.

<표 5.2-28> 재이용수의 용도 구분 및 제한 조건

구 분	대표적 용도	제한조건
도시 재이용수	① 주거지역 건물외부 청소 ② 도로 세척 및 살수(撒水) ③ 기타 일반적 시설물 등의 세척 ④ 화장실 세척용수 ⑤ 건물내부의 비음용, 인체 비접촉 세척용수	• 도시지역내 일반적인 오물, 협잡물의 청소 용도로 사용되며 다량의 청소용수 사용으로 직접적 건강상의 위해 가능성이 없는 경우 • 비데 등을 통한 인체 접촉시와 건물내 비음용·비접촉 세척시에는 잔류물등에 의한 위생상 문제가 없도록 처리하여야 함
조경용수	① 도시 가로수 등의 관개용수 ② 골프장, 체육시설의 잔디 관개용수	• 주거지역 녹지에 대한 관개용수로 공급하는 경우로 식물의 생육에 큰 위해를 주지 않는 수준이어야 함
친수용수	① 도시 및 주거지역에 인공적으로 건설되는 수변 친수(親水)지역의 수량 공급 ② 기존 수변(水邊)지구의 수량 증대를 통하여 수변 식물의 성장을 촉진시키기 위하여 보충 공급 ③ 기존 하천 및 저수지 등의 수질향상을 통하여 수변휴양(물놀이 등) 기능을 향상시킬 목적으로 보충공급되는 용수	• 재이용수를 인공건설된 친수시설의 용수로 전량 사용하는 경우, 친수 용도에 따라 재이용수 수질의 강화 여부를 결정 • 일반 친수목적의 보충수는 기존 수계수질을 유지 혹은 향상시킬수 있어야 하며 따라 재이용수의 처리강도를 강화할 수 있음
하천유지용수	① 하천의 유지수량을 확보하기 위한 목적으로 공급되는 용수 ② 저수지, 소류지 등의 저류량을 확대하기 위한 목적으로 공급	• 기존 유지용수 유량 증대가 주된 목적이므로 수계에 자정(自淨)용량을 고려하여 재이용수의 수질을 강화시킬 수 있음
농업용수	① 비식용 작물의 관개를 위하여 전량 또는 부분 공급하는 용도 ② 식용농작물 관개용수의 수량 보충용으로 인체 비유해성이 검증된 경우 • 직접식용은 조리하지 않고 날것으로 먹을수 있는 작물 • 간접식용은 조리를 하거나 일정한 가공을 거친 후에 식용할 수 있는 작물	• 기존 농업용수 수질을 만족하여야 하나, 관개용수의 유량 보충시 농업용수 수질이상 및 기존 수질보다 향상 가능하도록 처리하여야 함
습지용수	① 고립된 소규모 습지에 대한 수원으로 사용하는 경우 ② 하천유역의 대규모 습지에 대한 주된 수원으로 공급하는 경우	• 습지의 미묘한 생태계에 악영향을 미치지 않도록 영양소 등의 제거와 생태영향 평가를 거쳐 공급하여야 함.
지하수 충전용수	① 지하수 함양을 통한 지하수위 상승 목적 ② 지하수자원의 보충용도	• 지하수계의 오염물질 분해제거율과 축적가능성을 평가하여 영향이 없도록 공급하여야 함
공업용수	① 냉각용수 ② 보일러 용수 ③ 공장내부 공정수 및 일반용수 ④ 기타 각 산업체 및 공장의 용도	• 일반적인 수질기준은 설정하되 공업용수는 기본적으로 사용자의 요구수질에 맞추어 처리하여야 하므로 산업체 혹은 세부적인 용도에 따른 수질기준은 지정하지 않음.

다. 처리수 재이용 용도의 종류 및 처리수질

- 하수처리수 재이용에 있어 우선적으로 고려될 사항으로 이용용도별 수질기준의 설정을 들 수 있으며, 이는 처리시설의 처리방식과 규모에 영향을 미치고 시스템 전체에 대한 경제성을 좌우하므로 신중하게 고려되어야 한다. 특히 하수처리수의 재이용계획은 장기간의 연속적인 공급계획이므로 계획단계에서부터의 처리방안에 대한 종합적인 검토가 필요하다.
- 우리나라 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률에서 규정하고 있는 중수도의 용도별 수질기준 및 하폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준은 다음과 같다.

가) 중수도의 용도별 수질기준 (시행규칙 제8조 제2항)

<표 5.2-29> 재이용수의 용도 구분 및 제한 조건

구분	청소·화장실용수	세척·살수용수	조경용수	친수용수	하천 등 유지용수	공업용수
총대장균군수 (개/100mL)	불검출	1,000이하	1,000이하	불검출	1,000 이하	수요자와 공급자간 협의에 따라 정하되, 비고 2의 기준을 따를 것
결합잔류염소 (mg/L)	0.2이상	—	—	0.1 이상	—	
탁도 (NTU)	2 이하	2 이하	2 이하	2 이하	—	
생물화학적 산소요구량 (BOD)(mg/L)	5 이하	5 이하	5 이하	3 이하	5 이하	
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	
색도 (도)	20 이하	—	—	10 이하	—	
총질소 (T-N)(mg/L)	—	—	—	10 이하	20 이하	
총인 (T-P)(mg/L)	—	—	—	0.5 이하	0.5 이하	
수소이온농도 (pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	
염화물 (mgCl/L)	—	—	250 이하	—	—	

- 주) 1. 항목별 수질검사는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제5호에 따른 수질오염물질 공정 시험기준에 따라 검사하여야 한다.
2. 공업용수의 수질기준은 제품의 생산공정에 사용하는 경우에만 적용하며, 타 사업장으로 중수도 원수를 이송 후 처리하여 사용하는 경우 중수도 원수는 다음 각 목의 기준을 준수하여야 한다.
- 가. 법 제9조제1항 각 호의 시설물 또는 개발사업의 폐수배출시설에서 발생하는 폐수를 중수도 원수로 사용하는 경우: 「물환경보전법 시행규칙」 별표 13에 따른 배출허용기준
- 나. 법 제9조제1항 각 호의 시설물 또는 개발사업에서 발생하는 오수를 중수도 원수로 사용하는 경우: 「하수도법 시행규칙」 별표 3에 따른 오수처리시설의 방류수수질기준

나) 하폐수처리수 재처리수의 용도별 수질기준(시행규칙 제14조)

<표 5.2-30> 하·폐수처리수 재처리일수 및 온배수 재처리수의 용도별 수질기준

구분	청소· 화장실용수	세척· 살수용수	조경용수	친수용수	하천 등 유지용수	농업용수		지하수 충전	공업용수
총대장균 군수 (개/100mℓ)	불검출	1,000 이하	1,000 이하	불검출	1,000 이하	직접 식용	불검 출	「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」 별표 1에 따른 먹는물의 수질기준을 준수할 것	수요자와 공급자간 협의에 따라 정함
결합 잔류염소 (mg/L)	0.2 이상	－	－	0.1 이상	－	간접 식용	200 이하		
탁도 (NTU)	2 이하	2 이하	2 이하	2 이하	－	직접 식용	2 이하		
						간접 식용	5 이하		
생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	5 이하	5 이하	5 이하	3 이하	5 이하	8 이하			
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것			
색도(도)	20 이하	－	－	10 이하	－	－			
총질소 (T-N) (mg/L)	－	－	－	10 이하	20 이하	－			
총인 (T-P) (mg/L)	－	－	－	0.5 이하	0.5 이하	－			
수소이온농도 (pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5			
염화물 (mgCl/L)	－	－	250 이하	－	－	－			
전기전도도 (μs/cm)	－	－	－	－	－	직접 식용	700 이하		
						간접 식용	2000 이하		

주) 1. 농업용수 수질기준 중 직접 식용은 농산물을 조리하지 않고 날것으로 먹는 경우에 적용하고, 간접 식용은 농산물을 조리를 하거나 일정한 가공을 거쳐 먹는 경우에 적용하며, 농업용수의 경우에는 추가적으로 다음 항목에 대한 수질기준을 만족하여야 한다.

나. 법 제9조제1항 각 호의 시설물 또는 개발사업에서 발생하는 오수를 중수도 원수로 사용하는 경우: 「하수도법 시행규칙」 별표 3에 따른 오수처리시설의 방류수수질기준

(단위 : mg/L)

알루미늄 (Al)	비소 (As)	총붕소 (B-total)	카드뮴 (Cd)	6가크로뮴 (Cr6+)	코발트 (Co)	구리 (Cu)	납 (Pb)
5 이하	0.05 이하	0.75 이하	0.01 이하	0.05 이하	0.05 이하	0.2 이하	0.1 이하
리튬 (Li)	망간 (Mn)	수은 (Hg)	니켈 (Ni)	셀레늄 (Se)	아연 (Zn)	시안 (CN)	폴리클로리네이티드 비페닐 (PCB)
2.5 이하	0.2 이하	0.001 이하	0.2 이하	0.02 이하	2 이하	불검출	불검출

2. 항목별 수질검사는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제5호에 따른 수질오염물질 공정 시험기준에 따라 검사하여야 한다.
3. 제2호에도 불구하고 농업용수의 경우 알루미늄(Al), 총붕소(B-total), 코발트(Co), 리튬(Li) 항목은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제6호에 따른 먹는물 공정시험기준에 따라 검사하여야 한다. 다만, 코발트(Co), 리튬(Li) 항목은 먹는물 공정시험기준의 금속류-유도결합플라스마 원자 발광분광법에 준하 되, 코발트(Co)는 측정파장 228.616, 정량한계 0.01mg/L, 리튬(Li)는 측정파장 670.784, 정량한계 0.50mg /L로 한다.
4. 하·폐수처리수 재처리수 수질기준은 하수처리수 재처리시설에서 최종 처리하여 송수하는 수질에 대하여 적용하며, 「하수도법 시행규칙」 별표 1에 따른 공공하수처리시설의 방류수수질기준이 재처리수의 기준보 다 강할 경우에는 「하수도법 시행규칙」 별표 1을 따른다.

라. 용도별 재이용공정 분류

1) 용도별 재이용공정 분류

- 이용목적별 처리방법이 다양하므로 유입되는 원수의 특성(유량 및 수질)을 고려하여 설치기준을 설정하여야 한다.
- 하수처리시설 최종처리수를 대상으로 하며, 계절 및 일간중 시간대별 수질과 유량의 변화를 고려하여 정상적인 변동범위의 악조건에서도 충분히 재이용수 용도별 수질기준을 달성할 수 있도록 계획하여야 한다.(재이용수 수질기준은 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행규칙 제14조 별표2에 따른 재이용 용도별 기준을 준수하여야 한다.)
- 재이용시설의 공정은 재이용목적 및 용도 등에 따라 다양하므로 각 공정의 구체적인 설치기준은 환경부 제정 “하수도 시설기준(한국상하수도협회, 2011)” 를 참고할 수 있다.

<표 5.2-31> 용도별 재이용공정 분류

구 분	세 부 구 분	처 리 방 법
범용재이용수	청소용수	• 모래여과
	도시조경용수	• 모래여과
	친수용수	• 모래여과 + 활성탄 • 모래여과 + 오존산화
	하천유지용수	• 모래여과 • MF • 오존산화
	관개용수	• 모래여과 • MF • 오존산화
인체접촉 및 직접영향 재이용수	인체접촉세척용수	• MF + R/O • 생물반응조 내 침지막설치 + R/O
	직접관개용수	• MF + R/O이상
고도환경용수	습지용수	• 모래여과 + 활성탄 • MF + R/O • 생물반응조 내 침지막설치 + R/O
	지하수충진	• 모래여과 + 활성탄 • MF + R/O • 생물반응조 내 침지막설치 + R/O
	음용수자원보충	• MF + R/O • 생물반응조 내 침지막설치 + R/O
공업용수		• 6가지 조합 모두 가능

주) MF : Micro Filtration, R/O : 역삼투압

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 5.2-32> 수질항목별 재처리방법

대 분 류	종 분 류	소 분 류	유기물등의 생물처리법 ~질산화법	부유물질등의 물리화학적 처리법				용해성물질등의 물리화학적 처리법			소독법		
			생물막 여과법	급속사 여과법	응집침전 법	응집여 과법	한외여 과법	활성탄흡착 법	역삼투 법	오존산화 법	염소소독	오존소독	자외선소독
기본적수질항목	위생항목	대장균군수	○	—	△	△	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎
	환경항목	BOD	○	△	△	△	○	○	◎	—	—	—	—
		pH	—	—	□	□	—	—	—	—	—	—	—
	미관유지 항목	탁도	○	○	◎	◎	◎	○	◎	—	—	—	—
		취기	△	—	—	—	△	○	◎	○	—	△	—
		색도	△	—	△	△	△	◎	◎	◎	—	△	—
고도별수질항목	미관유지 항목	발포원인물질	△	—	—	—	—	◎	○	△	—	△	—
		무기성탄소	△	—	—	—	—	—	◎	—	—	—	—
	어류생식 항목	용존산소	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—
		암모니아질소	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
		잔류염소	—	—	—	—	—	—	—	—		(◎)	(◎)
범 례	◎ (처리대상) : 개략제거율 90% 이상												
	○ (처리대상) : 개략제거율 50% 이상(제거율은 용존산소를 제외)												
			△ (유 호) : 개략제거율 20%~50%이상										
			□ : pH 조정										

주) (1) 평균적 이차처리수를 대상으로 개략제거율을 표시

(2) pH는 처리과정에서 조정을 요할 가능성이 있음

(3) (◎) 는 잔류염소의 문제가 없음

2) 외국 사례

가) 일반재이용처리(lower level treatment)

- 기존 2차 처리공정이 위주가 되며 질소·인의 제거가 반드시 요구되지 않으나, 위생적 측면에서 소독공정이 포함되는 경우가 많다.

나) 일반재생처리(medium level reclamation treatment)

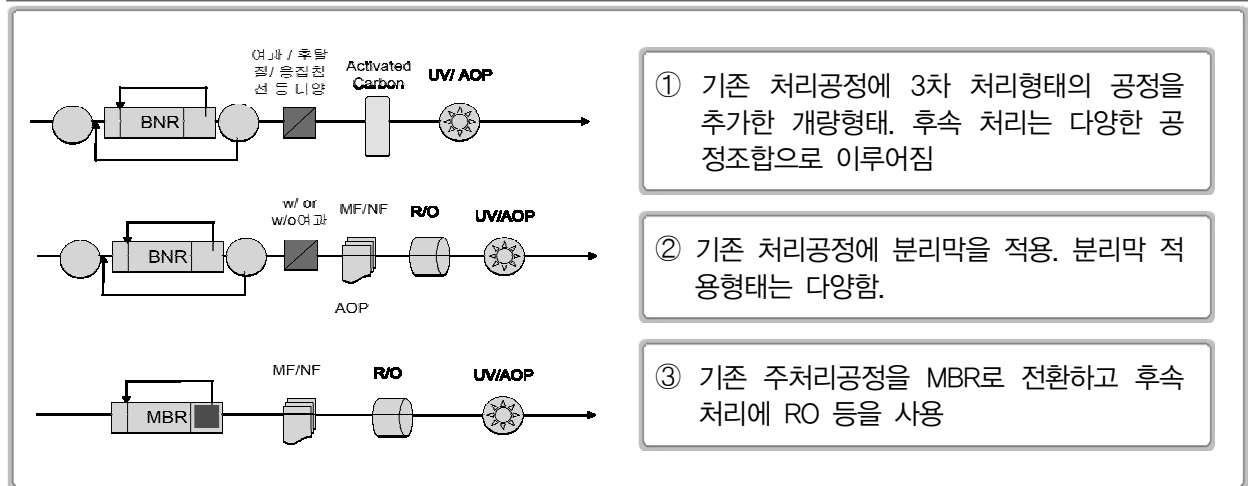
- 일반적으로 다양한 생물학적영양소제거(BNR) 공정으로 질소·인과 같은 영양소제거와 함께 추가적인 SS 및 색도 등의 제거가 이루어지며, 잘 운전되는 BNR공정들의 처리수질은 거의 고준위처리에 가깝게 확보(T-N 3.2 mg/L, T-P 0.3 mg/L 정도의 처리수를 생산)되고 있다.

다) 고도재생처리(higher level treatment)

- 기본적으로 사용자와 용도의 위생조건 및 미량 물질 등을 제거할 수 있는 공정을 선정하게 된다.
 - 기존처리장에 3차 처리개념의 공정을 추가하는 방안
 - 기존 2차 처리공정처리수에 분리막을 추가하는 방안
 - 처리장의 수처리공정을 MBR계열의 분리막 공정으로 대체하고 처리수를 다시 RO등을 통하여 고도화시키는 방안

<표 5.2-33> 용도에 따른 공정 분류

구 분	일반재이용처리	일반재생처리	고도재생처리
대표적인 용도	하천유지 용수 청소용수 관개용수 소량보충	비접촉 생활용수 청소용수 관개용수	지하수 충전 음용수자원의 보충 습지 보충수
처리목적	유기물/부유물질의 제거와 소독	영양소(N,P)제거 유기물/부유물질의 추가제거	영양소(N,P)의 최대제거 미량물질의 제거
처리공정	2차 처리+소독 수준	N,P 제거 + 3차 처리 MBR+N,P제거	미량물질제거 가능공정 영양소최저화 가능공정 분리막+AOP 등 추가
대표사례	남미, 중동, 동남아 일부 등 저개발 물부족 지역	대부분의 국가 및 지역 FloridaSTAR project	미국 Water Factory 21 Singapore NEWater 호주 남카브레라



<그림 5.2-11> 고도재생처리 모식도

<표 5.2-34> 외국의 고도재생처리 사례

국가	처리장	Flow (m³/day)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	주처리 공정
USA	Graceville, FL	4,160	<2.5	<0.50	SBR BNR + 여과
USA	Maryland, MA	8,330	4.8	0.21	혐기 + 산화구 + Bio P
USA	Fiesta Village	18,930	1.0	0.19	Packed bed 분리 후탈질 + 화학적 P제거
USA	City of Dunedin, FL	22,710	2.3	0.31	Packed bed 분리 후탈질 + 화학적 P제거
USA	Parkway, MD, USA	29,900	4.1	0.41	BNR + 화학적 P제거
USA	City of Daytona Beach, FL	37,850	2.8	<0.50	Packed bed 분리 후탈질 + 화학적 P제거
USA	River Oaks, FL	37,850	1.4	0.30	질산화 + 후탈질 + 화학적 P제거
USA	Eastern Water Reclamation, FL	43,150	3.9	0.39	분질 질산화/탈질 + RA발효이용 Phostrip + 여과 + 화학적 P제거
USA	H.L. Mooney, VA	68,130	<3.0	0.10	AS + 분리 후탈질 + 화학적 인제거
USA	Piscataway, MD	94,620	4.9	0.09	Step Feed BNR + Chemical P
Sweden	Himmerfjärden Grödinge	95,000	4.8	0.48	유동상 + 여과 + 화학적 P제거
USA	Truckee Meadows Reno, NV	151,400	2.0	0.34	Modified Phostrip + Trickling Filters + 여과 + 유동상 후탈질

주) 유량 및 농도는 평균값

2.11.4 국내 하수처리수 재이용현황

가. 하수처리수 재이용현황

- 국내 하수처리수의 재이용 현황을 나타낸 것이며, 2020년기준 총하수처리량의 15.5%인 11.4억톤을 재이용하고 있으며, 세척수, 냉각용수, 청소수, 희석용수 등 장내용수로 44.9%인 5.1억톤, 나머지 55.1%인 6.3억톤은 하천유지용수, 공업용수, 농업용수 등 장외용수로 재이용하고 있다.
- 전국 재이용현황을 보면 하천용수, 공업용수, 농업용수 등 이용으로 장외용수 사용이 있으나, 인천광역시외의 경우 장내용수로 32.1%를 사용하고 장외용수로 약 67.9%를 사용하고 있다.

<표 5.2-35> 국내 하수처리수 재이용량 현황

구 분	하수처리량 (천톤/년)	재이용량 (천톤/년)	재이용율(%)	재이용 추이
2016년	7,166	1,121	15.6	
2017년	7,017	1,113	15.9	
2018년	7,164	1,113	15.5	
2019년	7,140	1,149	16.1	
2020년	7,376	1,145	15.5	

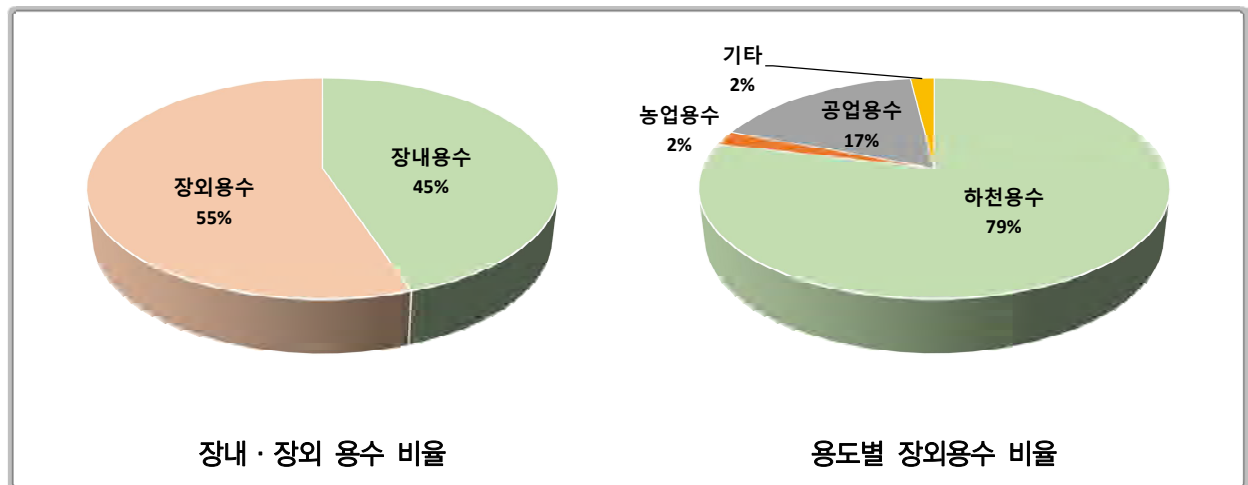
자료) 하수도통계(해당연도, 환경부)

<표 5.2-36> 국내 하수처리수 용도별 재이용 현황(2020년)

(단위 : 톤/년)

구 분	계	장내용수							장외용수				
		소 계	세척수	냉각용수	청소수	희석용수	식수대살수	기타	소계	하천용수	농업용수	공업용수	기타
전국	1,144,705	513,892	169,379	50,432	21,204	17,842	33	255,002	630,813	496,165	13,363	108,939	12,346
비율(%)	100	44.9	14.8	4.4	1.9	1.6	0.0	22.2	55.1	43.3	1.2	9.5	1.1

자료 : 하수도통계(2021, 환경부)



<그림 5.2-12> 국내 하수처리수 용도별 재이용 현황(2020년)

2.11.5 승기공공하수처리시설 하수처리수 재이용계획

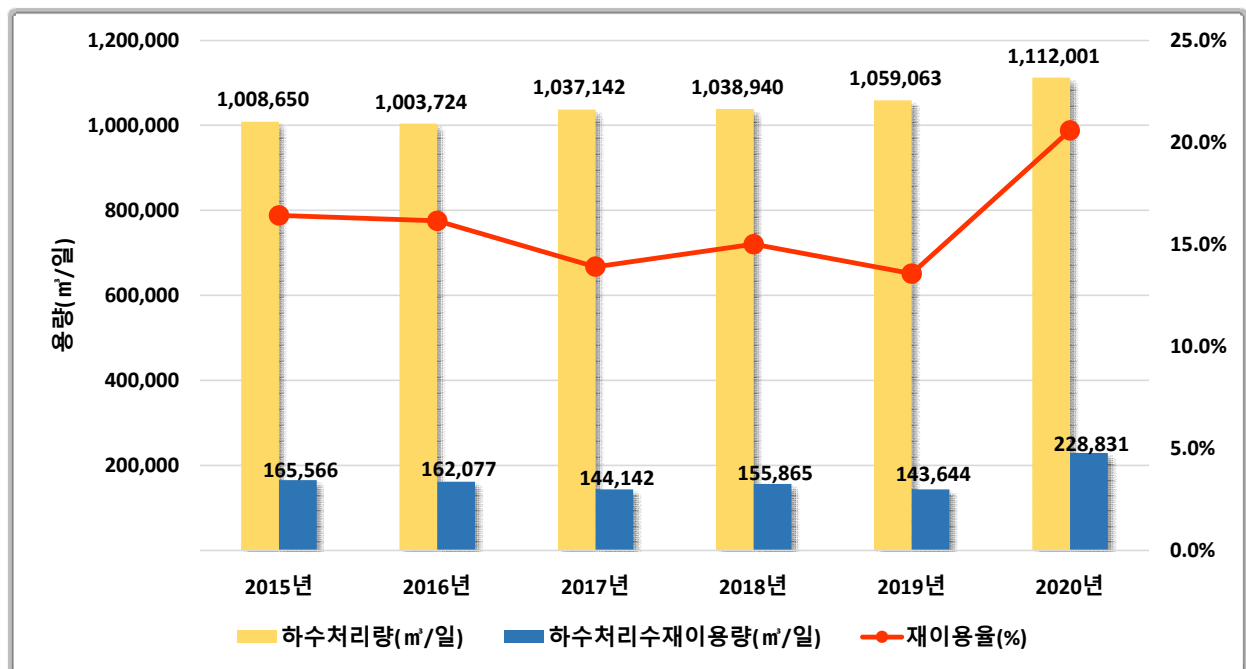
가. 인천광역시 하수처리수 재이용 현황

○ 인천광역시 최근 6년간(2015~2020년) 하수처리수 재이용 현황 검토 결과 2015년 평균 재이용율은 16.4%에서 2020년 20.6%로 재이용율은 증가하였으나, 승기처리시설의 경우 2015년 평균 7.4%에서 2020년 3.5%로 재이용률은 감소하고 있는 것으로 나타났다.

<표 5.2-37> 인천광역시 용도별 하수처리수 재이용 현황

구분	인천광역시 하수처리시설						비고
	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	
시설용량(㎥/일)	1,536,000	1,536,000	1,536,000	1,536,000	1,536,000	1,536,000	12개소
하수처리량(㎥/일)	1,008,650	1,003,724	1,037,142	1,038,940	1,059,063	1,112,001	
하수처리수 재이용량(㎥/일)	165,566	162,077	144,142	155,865	143,644	228,831	
하수처리수 재이용량(천㎥/년)	60,431	59,161	52,611	56,891	52,429	83,523	
장내 용수 (㎥/일)	계	88,735	86,051	71,721	50,496	39,685	40,244
	공정용수	64,321	62,363	54,517	32,869	20,526	20,011
	기타잡용수	24,414	23,688	17,204	17,627	19,159	20,233
장외 용수 (㎥/일)	계	76,831	76,026	72,419	105,369	103,959	188,587
	도시용수	19	22	61	144	114	153
	공업용수	23,832	21,376	12,992	11,426	9,972	11,156
	하천용수	31,574	37,499	45,086	78,648	79,389	165,006
	청소용수	17,813	14,251	10,502	8,523	8,581	5,366
	조경용수	711	818	2,271	5,254	4,157	5,590
	농업용수	2,882	2,060	1,507	1,374	1,746	1,316
재이용율(%)	16.4%	16.1%	13.9%	15.0%	13.6%	20.6%	

자료) 인천환경공단

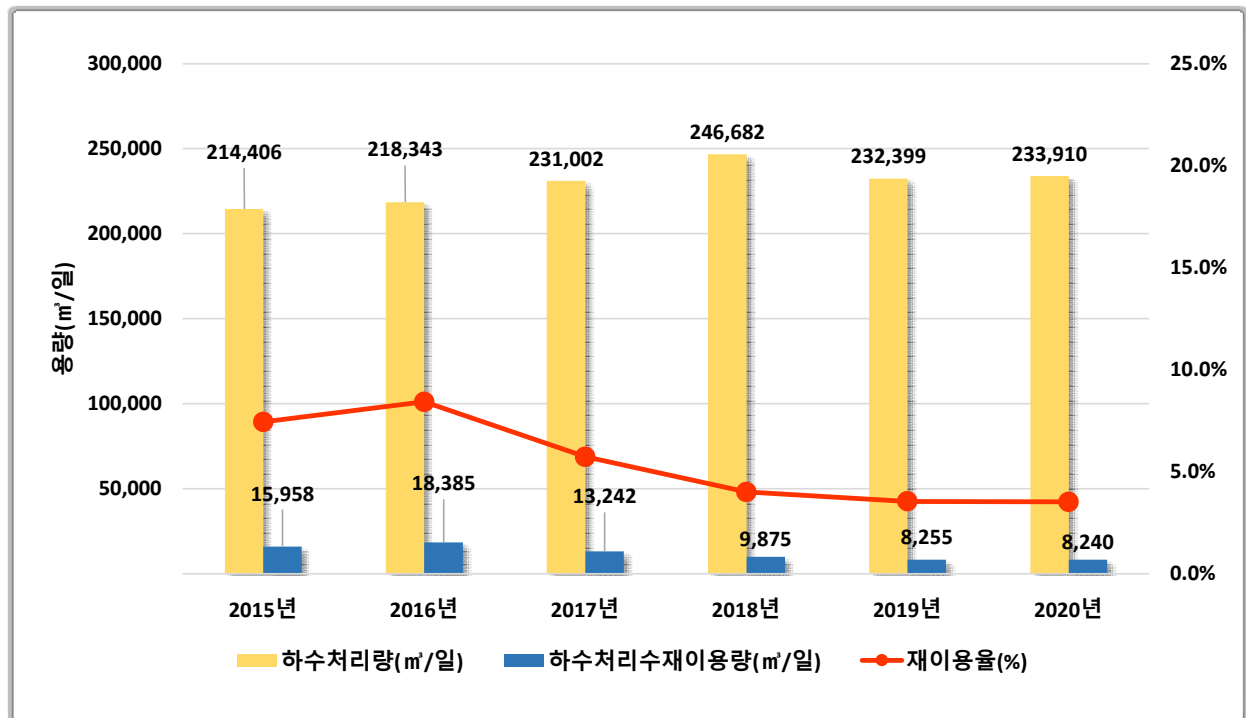


<그림 5.2-13> 인천광역시 하수처리수 재이용 현황

<표 5.2-38> 승기공공하수처리시설 용도별 하수처리수 재이용 현황

구분		승기공공하수처리시설						비고
		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	
시설용량(㎥/일)		275,000	275,000	275,000	275,000	275,000	275,000	
하수처리량(㎥/일)		214,406	218,343	231,002	246,682	232,399	233,910	
하수처리수 재이용량(㎥/일)		15,958	18,385	13,242	9,875	8,255	8,240	
하수처리수 재이용량(천㎥/년)		5,825	6,711	4,833	3,604	3,013	3,008	
장내 용수 (㎥/일)	계	14,772	17,544	12,326	9,127	7,427	7,657	
	공정용수	8,370	7,865	7,642	4,368	64	60	
	기타잡용수	6,402	9,679	4,684	4,759	7,363	7,597	
장외 용수 (㎥/일)	계	1,186	841	916	748	828	583	
	도시용수	—	—	—	—	—	—	
	공업용수	—	—	—	—	—	—	
	하천용수	—	—	—	—	—	—	
	청소용수	1,186	841	916	748	828	583	
	조경용수	—	—	—	—	—	—	
	농업용수	—	—	—	—	—	—	
재이용율(%)		7.4	8.4	5.7	4.0	3.6	3.5	

자료) 인천환경공단



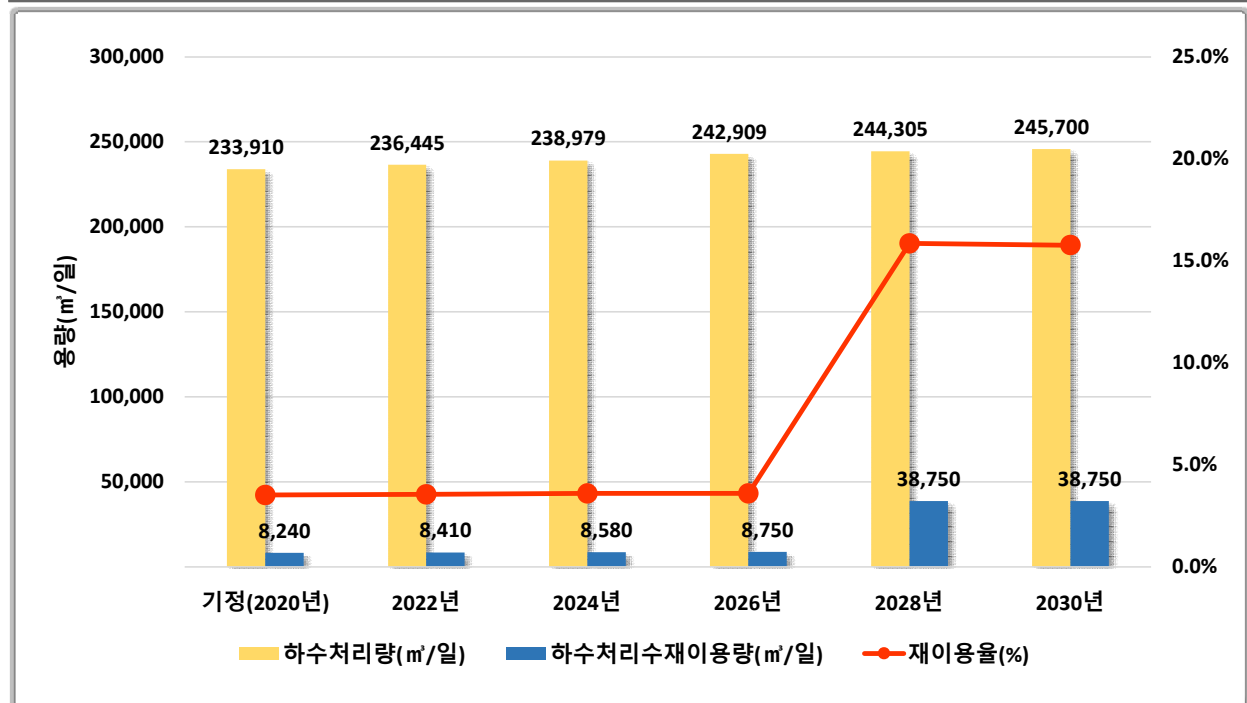
<그림 5.2-14> 승기공공하수처리시설 하수처리수 재이용 현황

나. 재이용수 이용계획 검토

- 승기하수처리시설의 재이용수 제고를 위해 인천광역시 수질환경과와 협의하여 승기처리시설의 재이용수 30,000㎥/일을 승기천 상류로 공급하는 것으로 반영하였다.
- 관련계획 등을 참고하여 기본설계 수행시 입찰자는 인천광역시 수질환경과 등 관련기관과 협의하여 재이용 시설계획을 재검토하고 수립하여야 한다.

<표 5.2-39> 승기공공하수처리시설 용도별 하수처리수 재이용 계획

구분		승기공공하수처리시설						비고
		기정 (2020년)	2022년	2024년	2026년	2028년	2030년	
시설용량(㎥/일)		275,000	275,000	275,000	250,000	250,000	250,000	
하수처리량(㎥/일)		233,910	236,445	238,979	242,909	244,305	245,700	
하수처리수 재이용량(㎥/일)		8,240	8,410	8,580	8,750	38,750	38,750	
하수처리수 재이용량(천㎥/년)		3,008	3,070	3,132	3,194	14,144	14,144	
장내 용수 (㎥/일)	계	7,657	7,660	7,660	7,660	7,660	7,660	
	공정용수	60	60	60	60	60	60	
	기타잡용수	7,597	7,600	7,600	7,600	7,600	7,600	
장외 용수 (㎥/일)	계	583	750	920	1,090	31,090	31,090	
	도시용수	-	-	-	-	-	-	
	공업용수	-	-	-	-	-	-	
	하천용수	-	-	-	-	30,000	30,000	
	청소용수	583	750	920	1,090	1,090	1,090	
	조경용수	-	-	-	-	-	-	
	농업용수	-	-	-	-	-	-	
재이용율(%)		3.5	3.6	3.6	3.6	15.9	15.9	



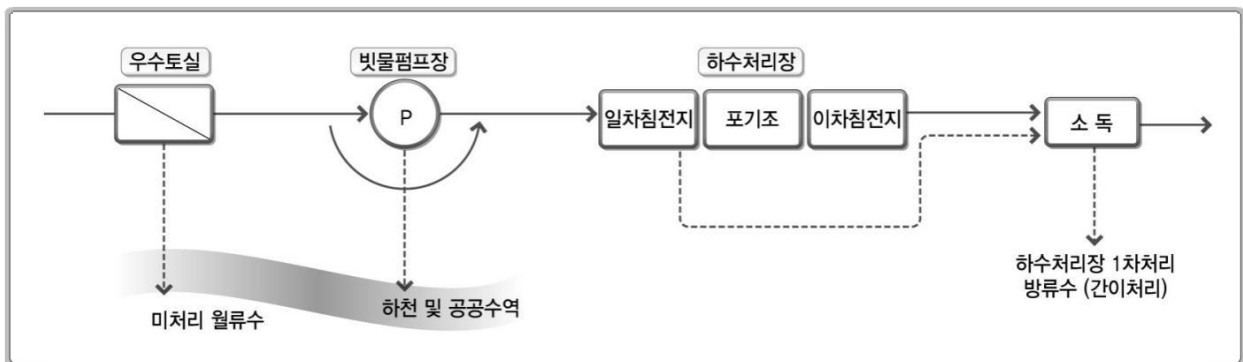
<그림 5.2-15> 인천광역시 하수처리수 재이용 계획

2.12 강우시 하수처리계획

2.12.1 개요

가. 기본개념

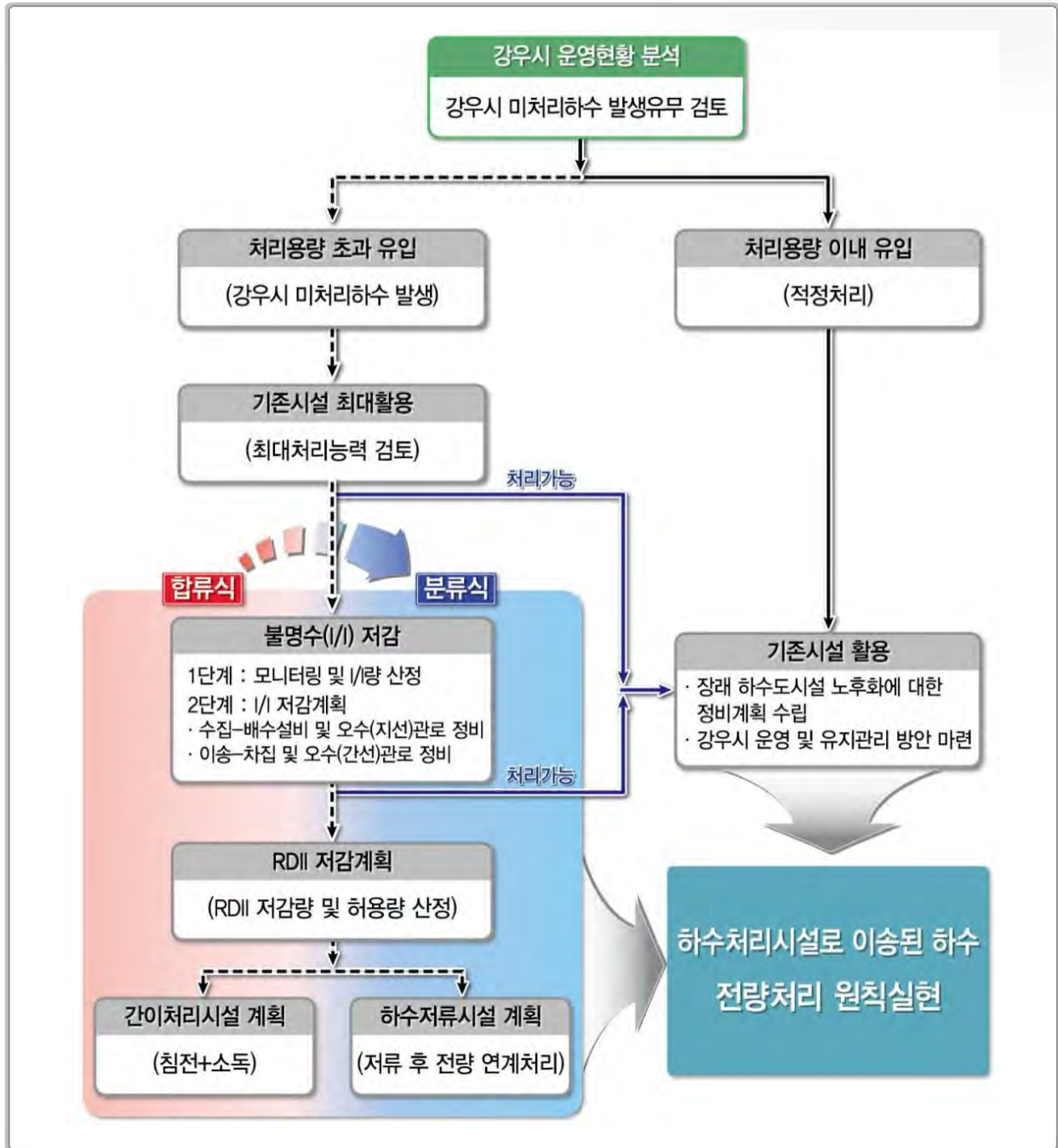
- 강우시 하수처리시설 미처리수는 합류식 하수도에서 강우초기에 비점오염물질, 하수관로퇴적물, 오수 등의 오염물질을 함유한 하수의 일부가 하천변의 우수토구와 빗물펌프장, 하수처리장 등을 통하여 월류되는 미처리 월류수(CSOs)와 하수처리시설에서 2Q가 일차침전지를 거치고 By-Pass되는 1차처리 방류수를 말한다.



<그림 5.2-16> 강우시 합류식 하수도 월류수 배출경로

나. 기본방향

- 최근 우리나라를 비롯한 선진국에서는 강우 초기에 오염도가 심한 오염물질이 공공수역으로 유입되면서 수질오염문제가 현안으로 대두되고 있다. 합류식 하수도 월류수(Combined Sewer Overflows; CSOs)는 그 발생원이 비점오염원의 특성을 지니고 있으면서도 점오염원의 형태로 배출되기 때문에 관로말단부인 우수토실 혹은 우수지 등지에서 관리를 하면 강우시 공공수역의 오염을 관리할 수 있다. 월류수는 장마와 국지성 호우시 관로내부에 침전된 퇴적물의 유량증가로 인하여 하수관로에서 하천으로 직접 유입될 가능성을 지니고 있다. 또한 강우시 유기물질, 세균, 기름성분, 중금속 등의 유해물질이 다량 포함되어 단시간에 급격한 오염부하를 야기하면서, 하천으로 배출되어 하천수질 및 생태계에 악영향을 미칠 수 있다는 문제점을 지니고 있다. 우리나라 수계의 목표수질 달성을 위한 비점오염원 관리 필요성과 함께 도시지역의 강우오염부하 중 가장 비중이 큰 CSOs 저감을 위한 적극적인 관리가 시급한 실정이다.
- 본 과업구역인 인천광역시 승기처리구역은 대부분지역이 오수와 우수를 동일한 관로로 배제하는 합류식 지역이다. 인천광역시 전체 하수관로 총연장은 5,843km이며, 배제방식에 따라서 합류식 관로가 2,783km(47.6%), 분류식 관로 중 오수관로가 1,240km(21.2%), 우수관로가 1,680km(28.8%), 차집관로가 140km(2.4%)를 차지하고 있다. 따라서 강우시 승기공공하수처리시설 미처리수가 승기천 및 해안으로 배출시 이에 대한 대책을 강구할 필요가 있다.



<그림 5.2-17> 강우시 하수관리 대책 기본방향

다. 합류식 하수도 강우시 하수처리시설 미처리수 처리의 필요성

1) 차집월류설비가 불합리하여 강우시 우수로 희석된 우수의 일부가 하천에 월류되어 하천오염 야기

○ 합류식 하수도는 단일 관로 계통으로 오수와 우수를 배제하는 방식으로 청천시에는 계획 우수량에 비해 현저히 작은 유량인 오수와 일부 침입수가 유하되기 때문에 유속이 느린 관로 바닥에 오염물이 침전되어 적체되는 것이 일반적이다. 또한, 도시 지표면에는 각종 도시활동 과정에서 발생한 오염물들이 퇴적되었다가 강우시에 지표면 세척과 함께 유출되고, 관로내에서는 퇴적된 오염물질이 빨라진 유속과 소류력 증가에 따라 부상되어 유출되게 된다.

- CSOs에 의하여 상당량의 오염부하가 하천으로 방류되고 있고, 특히 강우초기 단시간에 고농도로 배출되는 발생특성상 수계에서의 생태계에 미치는 영향이 적지 않다. 따라서 적절한 수계의 수질 보호를 위하여서는 합류식 지역에서의 강우 초기에서의 월류수가 수계로 직방류되지 않도록 하고, 총 오염부하량을 적정하게 삭감하기 위한 합리적인 관리 방안이 필요하다.

2) 하수처리장에 유입되는 강우시 하수의 처리대책 및 관리기준이 없어서 공공수역으로 불완전처리된 하수 유출

- 강우시에는 합류식 지역에서 발생된 우오수와 분류식 지역에서 발생된 오수 및 분뇨가 함께 차집된 후 하수처리장으로 이송되어 1Q는 2차처리 후 방류시키고, 2Q는 1차처리후 방류시키게 된다. 하지만 강우시 유입되는 하수의 처리대책 및 관리기준, 수질기준이 수립되어 있지 않아, 강우시 처리장 유입유량 과다로 1차 침전지내 유속이 증가하여 하수처리효율의 저하, 강우시 CSOs에 의해 공공수역의 수질오염을 가중시켜 물고기 폐사 등의 문제를 야기하고 있다.
- 우천시 하수처리시설로 유입하는 하수 중에서 1Q를 초과하는 하수량을 가능한 2차처리할 수 있도록 대책 및 처리시설을 구축하여 by-pass되는 1차처리수의 방류부하량을 저감하여야 한다. 이를 위해서는 강우시 방류되는 하수처리장의 1차처리수에 대한 방류수 수질기준이 적절하게 마련될 필요가 있다.

2.12.2 관련법규 및 지침

가. 관련법규

- CSOs처리에 대한 하수도법 관련 규정은 하수도법 시행규칙 제25조 (하수관로정비구역의 공고 기준절차 등) ①항에서 다음과 같이 규정하고 있다. “2. 월류수 수질의 생물화학적 산소요구량이 1리터당 40밀리그램 이하로 관리될 수 있을 것” 반면, 하수처리장에서의 우천시 하수처리에 대해서는 별도의 규정이 없다. 다만, 사용공고 된 하수처리구역 안의 하수를 하수종말처리시설에 유입시키지 아니하고 배출하거나 이에 필요한 시설을 설치하는 행위, 하수종말처리시설에 유입된 하수를 최종방류구를 거치지 아니하고 배출하거나 이에 필요한 시설을 설치하는 행위를 법으로 규제하고 있는데(하수도법 19조), 이 조항은 우천시 하수처리장에 유입된 하수의 비상방류 등을 금지할 수 있는 법적 근거가 될 수 있다.

1) 하수도법(제19조 공공하수도의 유지·관리 및 손괴·방해행위 금지 등)

- ① 공공하수도를 운영·관리하는 자는 대통령령으로 정하는 기준에 따라 공공하수도를 유지·관리하기 위한 기준을 마련하여야 한다.
- ② 공공하수처리시설, 간이공공하수처리시설 또는 분뇨처리시설을 운영·관리하는 자는 강우·사고 또는 처리공법상 필요한 경우 등 환경부령으로 정하는 정당한 사유 없이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다. <개정 2013.7.16.>
 1. 제7조에 따른 방류수수질기준(이하 “방류수수질기준”이라 한다)을 초과하여 배출하는 행위
 2. 제15조에 따라 공고된 하수처리구역 안의 하수를 공공하수처리시설(강우로 인하여 일시적으로 하수가 늘어난 경우에는 간이공공하수처리시설을 포함한다. 이하 이 호에서 같다)에 유입시키지 아니하고 배출하거나 공공하수처리시설에 유입시키지 아니하고 배출할 수 있는 시설을 설치하는 행위

3. 공공하수처리시설, 간이공공하수처리시설 또는 분뇨처리시설에 유입된 하수 또는 분뇨를 최종방류구를 거치지 아니하고 배출하거나 최종방류구를 거치지 아니하고 배출할 수 있는 시설을 설치하는 행위
4. 분뇨에 물을 섞어 처리하거나 물을 섞어 배출하는 행위

2) 하수도법 시행규칙(제25조 하수관로정비구역의 공고 기준·절차 등)

- ① 법 제34조 제1항 제3호에 따라 공공하수도관리청이 하수관로정비구역을 공고하려는 경우에는 다음 각 호의 기준에 맞아야 한다. <개정 2014. 7. 17.>
 1. 하수관로는 하수의 흐름이 보이지 아니하는 밀폐형 구조일 것
 2. 월류수 수질의 생물화학적 산소요구량이 1리터 당 40밀리그램 이하로 관리될 수 있을 것
- ② 공공하수도관리청은 하수관로정비구역을 공고하려면 관계 지방환경관서의 장과 협의하여야 한다. <개정 2014. 7. 17.>
- ③ 공공하수도관리청은 하수관로정비구역 대상 지역을 해당 지방자치단체의 공보 또는 일간신문에 공고하고, 다음 각 호의 사항을 하수관로정비구역의 주민에게 공람시켜야 한다. <개정 2014. 7. 17.>
 1. 하수관로정비구역의 지정 현황을 밝힌 도면
 2. 하수관로정비구역의 지정에 따라 변경되는 개인하수도시설의 설치 및 유지·관리에 관한 사항
 3. 그 밖에 필요한 사항

나. 관련지침

1) 공공하수도시설 설치사업 업무지침(2011, 12)

가) 월류수 오염도 및 강우관리계획

- 강우 시 공공하수도에서 공공수역으로 배출되는 오염부하량이 최소화 되도록 하여야 함
- － 각 하수처리시설의 유지관리지침서에 제시된 강우 시 운영계획 및 개선사항을 고려하여 공공수역으로 배출되는 오염부하량이 최소화 되도록 시설 구성·배치·기능·역할을 구체적으로 계획하여야 함
- － 강우 시 하수처리를 위한 관련 시설(하수처리시설, 하수저류시설, 간이공공하수처리시설 등)간의 연계처리가 가능하고 효율적인 운영관리가 되도록 하여야 함

2) 하수도설계기준(2022. 환경부)

가) 계획오수량

- 합류식에서 우천시 계획오수량은 원칙적으로 계획시간최대 오수량의 3배 이상으로 한다.

나) 관로계획

- 합류식에서 하수의 차집관로는 우천시 계획오수량으로 한다.

다) 처리장계획

- 합류식인 경우에 일차침전지, 소독설비 및 이들의 부대시설에 대해서는 강우 시 계획오수량을 기초로 하여 계획한다.

라) 강우시 방류부하량 저감 목적

- 합류식 하수도에서 공공수역의 수질 및 수생태계 보전을 위해 강우시에 배출되는 방류부하량을 저감한다.

01

02

03

04

05

06

07

08

마) 강우시 방류부하량 저감 목표

- 우천시 합류식 하수도의 방류부하량 저감목표는 대상 처리구역 혹은 배수구역에서 배출되는 연간 오염 방류부하량이 인근 수계에 악영향을 미치지 않을 수준 이하로 삭감하거나 혹은 분류식하수도로 전환하였을 경우에 배출되는 연간 오염 방류부하량과 같은 정도로 하거나 그 이하로 한다.

바) 강우시 방류부하량 저감 계획

- 합류식 하수도의 강우시 방류부하량 저감계획은 각종 부하량 조사 및 산정, 유역의 물질수지 파악, 부하량 저감목표 설정, 저감 시나리오 구축 및 검토, 저감대책 시행, 시행효과 분석 및 관리계획 구축 등과 같은 단계 순으로 종합적으로 비교·검토해야 한다.

3) 공공하수도시설 운영관리 업무지침(2022.2, 환경부)**가) 합류식 하수관로지역에서는 강우시에 하수처리시설 시설용량을 초과하여 유입되는 하수에 대하여 적정 관리하여야 한다.**

- 하수처리시설의 우천시 계획하수량까지 유입하여야 하며, 1차 침전 후 by-pass되는 하수에 대하여는 소독을 실시한 후 최종방류구(TMS 전단)와 합류하여 방류될 수 있도록 하여야 함.
- 강우시에 하수처리시설 시설용량을 초과한 하수가 유입되어 by-pass되는 하수에 의해 수질자동측정자료에 영향을 미치는 경우, 「수질TMS 업무편람(’19.6)」Ⅳ. 자동측정자료 관리 부문에 따라 관리할 수 있음.

2.12.3 관련 연구사례 및 관련 사업

가. 관련 연구사례

- 합류식 하수도 시설의 특성상 불가피하게 발생하는 CSOs를 적정하게 관리, 통제함으로써 방류수역 수질보전의 안정성을 확보하기 위하여 다양한 연구를 통한 적정방안이 검토되어 오고 있으며 CSOs의 연구동향은 다음과 같다.

<표 5.2-40> CSOs 연구동향(비점오염원 관리 포함)

년 도	기 관	연 구 명	주요 연구내용
1998.12	• 국립환경연구원	• 하수도 시설개축 및 기능개선 전략연구	• CSOs의 관리 이론적 근거 정립
2001.11	• 국립환경연구원	• 낙동강수계 오염총량관리제 시행방안 연구 최종보고서	• 표면유출수의 오염부하량 산정 제언
2002.11	• 국립환경연구원	• 영산강수계 오염총량관리제 시행방안 연구 최종보고서	• 표면유출수의 오염부하량 산정 제언
2002.12	• 환경정책평가연구원	• 비점오염원 유출저감을 위한 우수유출수 관리방안	• 우수지의 저류, 침전으로 오염저감
2003. 8	• 한강수계관리위원회 • 한강물환경연구소	• 한강특별대책 중간평가사업 비점오염원 영향분석 및 대책연구사업	• 하수처리장을 이용한 CSO 대책
2003.10	• 환경부, 환경관리공단	• 비점오염관리를 위한 강우유출수 관리 매뉴얼	• 미국의 강우유출수 설계 매뉴얼 번역
2004. 2	• 환경관리공단	• 도심지 합류식 하수관로 월류수 및 분류식 우수관로 우수유출 오염부하 기초조사 연구보고서	• CSO의 적정관리방안 및 기초자료 구축
2004.11	• 환경부	• 하수 및 오수, 분뇨 통합방안에 관한 연구	• 합류식처리장의 용량초과 월류수 처리기준을 BOD 50mg/L이하 제시
2005.	• 서울시청개발연구원	• 서울시 초기우수처리대책 연구	• CSO의 현장조사를 통해 BOD 50mg/L를 만족시키기 위한 강우량 35mm선정
2005.	• 환경부	• 하수도시설기준(개정)	• CSO의 월류부하량을 청천 시 발생BOD부하량의 5%이하로 저감 제시
2006. 3	• 환경부	• 기존 우수지(빗물펌프장)를 이용한 CSOs 대책 타당성 조사	• CSOs의 오염부하량 저감을 위해 우수지 활용방안에 대한 타당성검토
2007. 8	• 한강유역환경청	• 하수처리장의 CSOs처리대책 및 최적운영방안 수립 기술용역	• 우천시 CSOs로 인한 하수처리시설의 적정대응 운전방안 연구 • 합류식 처리장의 용량초과 월류수 처리기준을 BOD 40mg/L 이하 제시
2007.11	• 환경부	• 합류식 하수도월류수 오염부하 저감시설 설치 타당성조사	• 전국 지자체별 CSOs 저감시설 투자계획 및 사업비 산정

나. CSOs 관련 사업

- 합류식 하수도 설치지역에서의 CSOs로 인한 수질오염의 심각성 및 이에 대한 대책의 필요성이 인식됨에 따라 최근 우리나라에서도 CSOs 저감사업의 추진이 검토되고 있다. 향후 오염총량 관리제도에 의하여 오염원 배출에 대한 규제가 강화됨에 따라 현재 시행되고 있는 하수관로 정비사업과 연계하여 본격적인 CSOs의 관리를 위한 사업이 필요한 시점이며, 주요 CSOs 관련사업의 사업내용은 다음과 같다.

<표 5.2-41> CSOs 관련사업(비점오염원 관리 포함)

년 도	기 관	사 업 명	주요 사업내용
2005.2	• 환경관리공단	• (도심지내 초기강우 비점오염원 처리를 위한)지하우수 저류시설 설치 시범지역 선정을 위한 타당성 조사	• 행당(서울), 구리, 원주, 춘천지역을 대상으로 지하우수저류시설 시범사업 대상지역 평가 및 사업추진계획 수립
2006.12	• 환경관리공단	• 구리시 초기우수저류시설 시범설치공사	• 구리시 인창처리구역 초기우수저류조 설치 • 저류용량 : $V=27,000\text{m}^3$ • 2007.12현재 공사중(2008년 완공예정)
2006.3	• 환경부	• 기존 유수지(빗물펌프장)을 이용한 CSOs대책 타당성 조사	• 기존 유수지시설에 유입되는 CSOs수질 및 유량 분석 • 기존 유수지를 CSOs관리시설로 이용하기 위한 운영방안 검토 • 장단기 투자계획 수립 : 총23,300억원
2004. 6	• 환경관리공단	• 함안철서산업단지 완충저류시설	• 「낙동강수계 산업단지 완충저류시설 설치 시범사업」의 일환으로 설치 • 저류용량 : $V=11,000\text{m}^3$
2004. 7	• 환경관리공단	• 대구달성지방산업단지 완충저류시설	• 「낙동강수계 산업단지 완충저류시설 설치 시범사업」의 일환으로 설치 • 저류용량 : $V=17,000\text{m}^3$
2006.	• 부천시	• 부천남부 장치형 처리시설	• 부천시 역곡하수처리장(1단계)설치사업시 CSOs 처리대책으로 와류형 분리기 설치 • 처리용량 : $Q=56,350\text{m}^3/\text{일} \times 2\text{기}$

2.12.4 우수유출수 처리기술 사례

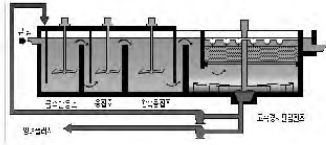
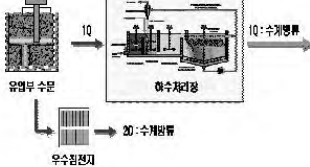
가. 우수유출수 처리기술 종류

- 우수유출수 관리시설에는 크게 저류형 시설, 침투형 시설, 식생형 시설, 장치형 시설 등으로 나눌 수 있으며, 이중 강우유출수 저류시설 및 침투시설은 비점오염원의 저감뿐만 아니라 홍수 방재를 위한 우수유출 저감기능도 가진다. 대부분의 비점오염원 유출은 우수유출과 동시에 일어나기 때문에 우수유출량이 저감될수록 비점오염원 저감량도 증가하므로 대부분의 비점오염원 관리시설과 우수유출 억제시설은 기본적으로 비슷한 구조를 가지고 있다.

<표 5.2-42> 우수유출수 처리기술의 종류

관리 유형	처 리 기 술 종 류
저류형	• 하수관로, 저류연못, 이중목적저류지(우수지활용), 인공습지, 지하저류 발생지 소규모 저류
침투형	• 침투지, 침투트렌치, 침투도랑, 침투집수정, 투수성포장
식생형	• 식생여과대, 식생수로
장치형	• Stormfilter, Stormceptor, Sand Filter, Swirl 장치, 수유입장치 (오일/그릴분리 포함), Flush gate1)
처리형	• 초고속응집·침전시설, 생물학적 처리시설(접촉안정법, 포기식라군법, 살수여상법, 회전원판법)

<표 5.2-43> 적용가능 월류수 처리 기술검토

구분	생물학적 · 화학적 처리형	우수침전지 및 저류형	장치형
개요			
내용	• 효과적인 가중응집에 의한 고속의 침강분리 • 고효율의 물리 · 화학적 처리공정	• 중력 방식으로 1차처리(물리적처리)하여 방류 • 일반적으로 by-pass 시설의 성격	• 볼텍스(Vortex) 중력침강의 원리를 이용하여 부유물 및 침강성 오염물질을 하나의 조에서 제거
설치 장소	• 처리장 일차침전지 후단	• 처리장 유입펌프장 후단	• 처리장 침사지 전단 • 비점오염원 유출부
장점	• 오염부하 제거효과 탁월 • 처리시간 단축	• 유량제어장치를 통한 안정적 처리	• 유지관리비 저렴(무동력) • 소요부지 적음
단점	• 별도의 부지가 필요 • 건설비 · 유지관리비 증가	• 별도의 부지가 필요 • 건설비 증가	• BOD제거효과 미미
사례	• 보성하수처리장 등	• 구리,평택통복처리장 등	• 부천역곡, 인천학익처리장 등

나. 우수유출수 처리기술 사례

1) 우수저류시설

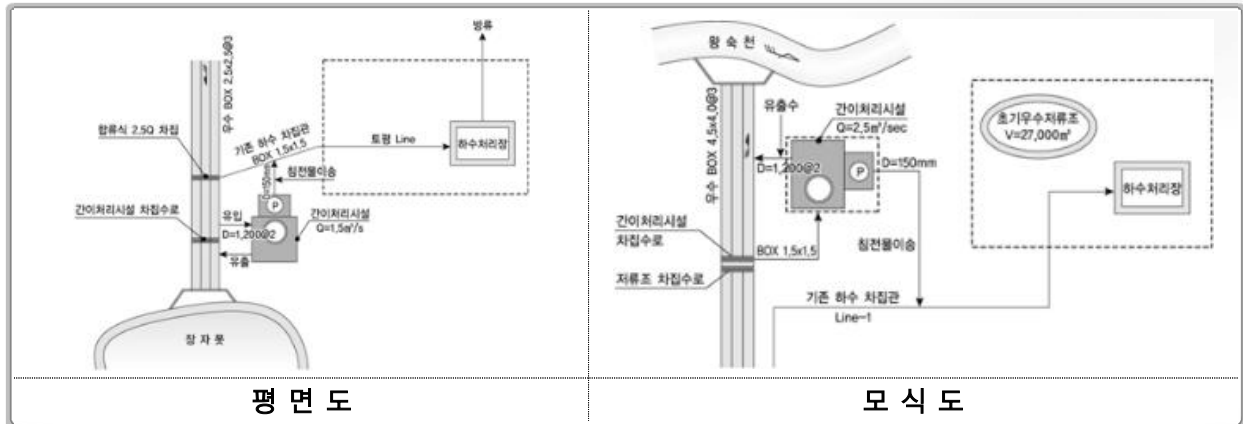
- 일반적으로 우수저류시설은 유역의 말단부에 설치되어 유역으로부터 유입된 우수를 조절할 목적으로 설치된 지역 외 저류시설(off-site retention)과 도시 유역 내에 내린 강우가 우수관로, 우수지 및 하천으로 유입하기 전에 물을 일시적으로 저류시켜 유출을 억제하는 지역 내 저류시설(on-site retention)로 분류한다. 지역내 저류시설로는 공원, 학교운동장, 광장과 같은 공공시설에 저류시설을 설치하는 경우와 공동주택의 경우에는 동과 동 사이, 주차장 등에 저류시설을 설치할 수 있으며, 단독주택의 경우에도 지상화단이나 대지 내에 소규모 저류시설을 설치할 수 있다. 대부분의 저류시설은 우수유출수 저감을 위한 목적으로 시작되었으나 발생원에서 우수유출을 저감시킬 경우 비점오염원의 유출저감 효과가 발생하므로 비점오염원 저감을 위해서도 효율적으로 활용할 수 있는 시설이다.
- 환경부는 2006년 8월 206억을 투자하여 구리하수처리장 부지 내에서 「구리시 초기 우수 저류시설 시범사업」을 시행하였으며, 우수저류시설은 $Q=27,000\text{m}^3/\text{일}$ 로 오염도가 높은 초기 빗물과 미처리 월류 하수를 저류시설에 일시 저장하였다가 추후 하수처리장으로 유입시켜 처리한다.

<표 5.2-44> 구리시 초기우수 저류시설 시범사업 개요

구 분	내 용	비 고
사업내용	• 우수저류시설 1식 ($Q=27,000\text{m}^3/\text{일}$) • 간이처리시설 2개소 (수택: $2.5\text{m}^3/\text{sec}$, 토평 $1.5\text{m}^3/\text{sec}$)	
사업비	• 20,582백만원(전액국고)	
사업기간	• 2006.8~2008.6	
시설제원	• 저류시설 $27,000\text{m}^3/\text{일}$ (W66.0m × L23.0m × H9.6m × 2지)	



<그림 5.2-18> 구리시 초기우수 저류시설 시범사업 평면도 및 모식도



<그림 5.2-19> 구리시 초기우수 저류시설 시범사업 평면도 및 모식도

- 간이처리 시설의 보증 처리효율은 유입수 대비 SS(mg/L)기준 40%이며, 강우 발생시 실제 처리 효율은 2곳 모두 약 80% 전후로 나타났다. 처리효율은 유입수의 SS 농도 변화에 따라 다르지만 유입수의 농도가 높을수록 처리 효율이 높은 것으로 나타났다. 간이처리시설의 경우 저류조 저류 후 발생한 CSOs를 처리하여 왕숙천으로 방류하게 계획되어 있는 시설로 실제 간이처리시설 시운전에서는 약 24,000m³~25,000m³의 CSOs를 저류한 후 실시하였다. 간이처리시설에 유입되는 BOD의 경우 수택 및 토평 간이처리시설의 평균 처리 효율은 50% 정도로 나타났으며 이는 SS제거에 의한 동반제거 효과로 판단된다.
- 기타 항목(COD, T-N, T-P, 대장균군)에서도 비슷한 제거 효율을 나타내고 있으므로 초기우수 저류시설의 용량을 초과하는 CSOs에 대한 상당한 오염부하저감효과가 있는 것으로 나타났다.

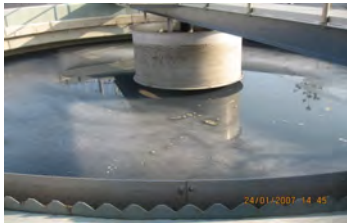
<표 5.2-45> 구리시 초기우수 저류시설 시범사업 수질

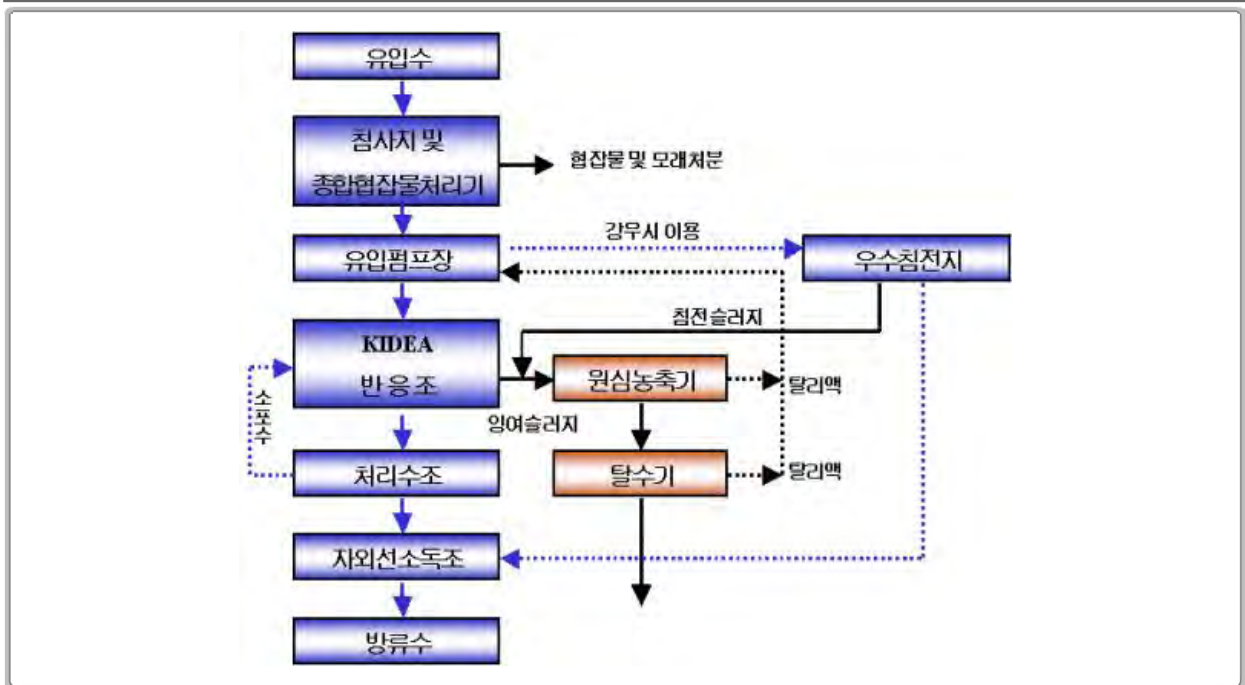
구분	항 목	설치전	설치후	삭감율	비 고
수질모델링 결과	BOD 오염부하량	34,100kg/년	9,700kg/년	70.8%	
	SS 오염부하량	347,100kg/년	88,700kg/년	74.4%	
	TN 오염부하량	8,190kg/년	2,680kg/년	67.2%	
	TP 오염부하량	1,370kg/년	440kg/년	67.6%	

2) 우수침전지

- 우수침전지는 합류식 관로지역의 하수처리장에서 강우시의 우·오수를 처리하는 시설이며, 일차침전지 대용으로 설치하여 사용되는 경우도 있다. 국내의 우수침전지 설치사례는 다음과 같으며, 보통 중·소 규모의 처리시설이 대부분이다.

<표 5.2-46> 우수침전지 설치 사례

구 분	처리시설용량	처리공법	우수침전지용량	설치사진
평택시 장당처리장 (2단계)	25,000	S-BC공법	Ø14.0m×3.5m×2지	
평택시 통복처리장 (2단계)	45,000	S-BC공법	Ø12.0m×3.5m×2지	
광주시 곤지암처리장	20,000	산화구+SBF	—	
연천군 신서처리장	2,000	SBR	—	



<그림 5.2-20> 연천군 신서처리장의 처리계통

3) 장치형 처리시설

- 장치형 처리시설의 경우 무동력 운전이 가능하나 처리효율이 미흡하고 소규모 지역에만 적합하다. 해외에는 장치형이 시설된 곳이 다수이나 국내에는 부천 역곡처리장 월류수처리시설, 한강수계 비점오염원 관리시범사업 등의 사례가 있다.

<표 5.2-47> 부천 역곡처리장 월류수 처리시설 설치 사례

구 분	내 용	비 고
장 치	월류수용 와류형 분리기(Storm King)	
제 원	Ø10.0m × H11m × 2sets Q=56,350m³/일 · 대	
개 요		
현장전경		

2.12.5 강우시 승기공공하수처리시설 운전 현황 및 시설계획

가. 강우시 유입하수 처리현황

- 합류식 하수도에서 강우시 우수유출수를 전량 처리하는 것은 기술적, 경제적으로 불가능하며 처리효율이나 에너지 사용 측면에서도 바람직하지 않다. 그래서 국내 대부분의 공공하수처리시설의 경우, 시설용량까지는 전량처리하고 이를 초과하는 오수는 우수와 혼합되어 하천으로 방류되고 있는 실정이다. 승기공공하수처리시설도 일최대하수량의 3Q는 차집되어 하수처리장으로 유입, 일차침전지를 통해 처리하고 1Q는 반응조로 보내지며 나머지는 월류위어를 통해(By-pass) 방류된다.

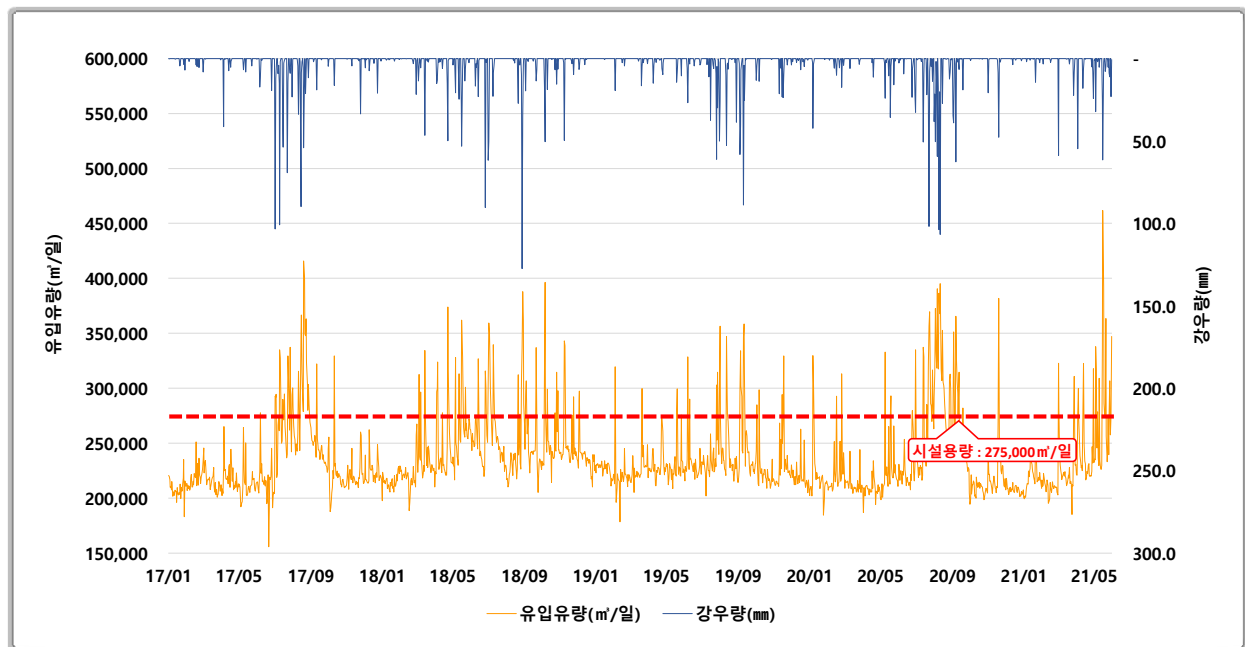
나. 강우시 유입하수 현황

- 최근 5년간 대부분의 미처리수(1Q 이상의 By-Pass량)는 평균 연간 38일 발생하였으며, 일평균 40,075m³/일 월류하는것으로 나타났다.

<표 5.2-48> 숭기공공하수처리시설 최근 5년간 운영현황

구 분		강우량 (mm)	강우빈도 (회)	유입량 (m³/일)	유입수질 (BOD, mg/L)	부하량 (kg/d)	방류수질기준 초과일수				
							BOD	COD	SS	T-N	T-P
법정방류수질		—	—	—	—	—	10	40	10	20	2
2017년	비강우시	—	—	221,935	189	1,929	209	—	8	—	—
	강우시	10.6	97	256,055	162	41,392	73	—	5	—	—
2018년	비강우시	—	—	244,768	132	32,265	17	—	2	—	—
	강우시	11.8	96	275,392	126	34,776	63	—	5	—	—
2019년	비강우시	—	—	224,676	168	37,643	173	—	1	—	—
	강우시	10.3	89	256,394	164	42,109	50	—	—	—	—
2020년	비강우시	—	—	219,905	139	30,524	217	—	—	—	—
	강우시	12.0	109	266,933	115	30,796	67	—	1	—	—
2021년	비강우시	—	—	223,796	167	37,438	104	—	—	—	—
	강우시	10.7	40	272,448	141	38,376	39	—	—	—	—
평균	비강우시	—	—	227,016	159	35,960	144	—	4	—	—
	강우시	11.1	86	265,444	142	37,490	58	—	4	—	—

자료) 인천광역시 내부자료



<그림 5.2-21> 숭기공공하수처리시설 운영현황(2021년)

다. 시설계획(안)

- 입찰자는 강우시 공공수역의 수질보전을 위해 우천시 하수처리시설 미처리수(2Q) 처리를 위한 3Q규모의 일차침전지와 1Q규모의 이차침전지 도입 등을 검토하여야 한다.

2.13 음식물류 폐기물 연계처리시설 계획

2.13.1 연계처리 규정 검토

가. 공공하수도시설 설치사업 업무지침(환경부, 2019.6.)

- 가축분뇨, 쓰레기매립시설 침출수, 음식물류 폐기물 처리시설 배출수를 연계처리하는 경우 전처리 수질기준은 다음과 같다.
 - 가축분뇨·침출수·배출수의 유입량은 생활하수보다 적은 반면, 질소·인의 농도가 매우 높아 이를 연계처리할 경우 하수처리의 효율성이 저하되므로 연계기준을 설정하여야 한다
 - ※고농도의 연계수를 공공하수처리시설에서 처리할 경우 단순 혼합에 의해 유입수 수질농도가 높아져 불필요한 고도처리시설을 설치할 우려가 있음
 - 처리수 등을 공공하수처리시설에서 연계처리하는 경우 전처리수의 오염부하량(방류수 수질기준 항목)은 공공하수처리시설의 정상 운영에 지장을 주지 않도록 하되, 총질소 및 총인의 오염부하량은 설계시 유입하수 오염부하량의 10% 이내까지 전처리한 후 연계처리한다. 다만, 총질소 및 총인의 설계치가 없는 공공하수처리시설의 경우 실제 유입 오염부하량의 10% 이내까지 전처리하여 공공하수처리시설의 정상운영에 지장을 주지 않은 범위내에서 연계처리를 하여야 한다.
 - 연계처리수는 공공하수처리시설에 일시적인 충격부하를 주지 않도록 일정한 유량을 지속적으로 균등 이송투입할 수 있는 조정조 및 펌프 등의 설비를 설치운영하여야 한다.
 - 기존 소화조가 설치되어 있는 공공하수처리시설에 가축분뇨 또는 음식물 폐기물류 처리시설 배출수를 연계 처리할 경우 영양염류는 거의 처리되지 않으므로 유입수의 C/N비 악화에 대한 검토가 필요하며 소화조에 직투입하여도 소화조 운영에 지장을 초래하지 않을 경우에는 이를 적극 반영하도록 하여야 한다.
 - 특히 가축분뇨, 쓰레기 매립시설 침출수 및 음식물류 폐기물처리시설 배출수의 전처리수는 합류식 하수관로에 연결하여 유입하는 것은 원칙적으로 제한한다. 다만, 현지 여건상 불가피하게 하수관로에 유입하는 경우에는 우천시 하수관로로 유입시키지 않도록 하고, 이에 대비한 저류조 등을 설치하여야 한다.
 - ※합류식 하수관로에 연결하여 유입하는 경우 우천시에 우수토실을 통하여 미처리된 상태로 하천으로 유출되어 수질오염을 가중시킬 수 있음.
 - 침출수를 연계처리하는 경우 공공하수처리시설에서 처리하는 오염물질 외의 항목에 대하여는 해당 지역의 침출수 배출허용기준 이하로 처리한 후 유입하여야 한다.
- 공공하수처리시설에 공장폐수분뇨·가축분뇨·침출수·배출수의 연계처리시 방류수역 수질에 미치는 영향을 함께 검토한 후 연계처리 여부를 결정하여야 한다.

01

02

03

04

05

06

07

08

2.13.2 연계처리 검토

가. 음폐수 발생 및 처리현황

- 청라, 송도자원센터 등 민간처리업체에서 1차 처리 후 발생한 음폐수에 대해 수도권매립지 침출수처리시설 연계처리와 가좌분뇨처리시설 및 소각시설 자체처리를 혼용하여 처리하고 있다.

1) 음폐수 발생량 및 처리현황

- 인천광역시의 최근 5년간(2017~2021년) 음폐수 발생량은 다음과 같다.

<표 5.2-49> 인천광역시 음폐수 발생량(최근 5년간, 2017~2021년)

구 분	계	(주)여명농산	수도권매립지 관리공사 (수처리장)	서남 물재생센터	민간처리업체 (포천바이오 외)	수도권매립지 관리공사 (바이오가스화)
2017년	132,838	12,730	3,880	318	4,857	—
2018년	128,514	13,394	6,716	2,527	907	4,450
2019년	136,697	15,302	7,547	2,484	—	5,365
2020년	136,759	13,767	6,115	577	—	1,995
2021년	125,325	12,334	7,835	—	2,625	2,594
계	660,133	67,527	32,093	5,906	8,389	14,404

<표 계속> 인천광역시 음폐수 발생량(최근 5년간, 2017~2021년)

구 분	난지 물재생센터	고양바이오	청라 자원화시설	송도 자원화시설	남동구	대송
2017년	—	—	22,790	44,941	21,526	21,796
2018년	—	—	23,954	41,621	20,213	14,732
2019년	3,646	—	22,122	42,849	20,674	16,708
2020년	3,114	2,218	20,727	40,510	21,417	26,319
2021년	—	—	17,060	36,060	18,903	27,914
계	6,760	2,218	106,653	205,981	102,733	107,469

2) 유입수질 현황

- 최근 5년간(2017~2021년) 인천광역시에서 처리하고 있는 음폐수 유입수질은 다음과 같다.

<표 5.2-50> 인천광역시 음폐수 농도(최근 5년간, 2017~2021년)

구 분	수질(mg/L, 개/mL)				
	BOD	COD	SS	T-N	T-P
2017년	72,000	96,125	44,979	2,026	366
2018년	73,947	121,964	44,954	2,579	390
2019년	74,304	52,470	33,140	2,540	483
2020년	87,123	88,080	32,760	2,839	340
2021년	95,111	72,554	36,000	2,374	328
5년 평균	80,497	86,239	38,367	2,471	381

3) 음식물류 폐기물 연계처리 수질

- 환경부 지침에서는 연계처리수의 총질소 및 총인 오염부하량이 설계 시 오염부하량의 10% 이내로 규정하고 있으며, 이에 대한 관련 규정 및 연계처리수 오염부하량은 다음과 같다.

가) 관련규정

※ 하수도정비기본계획 수립지침(2020.5.18., 환경부 생활하수와-1366호) p.32

- 가축분뇨 및 분뇨, 매립장 침출수, 음식물류 폐기물처리시설 배출수의 연계처리

- 연계전 처리수의 총질소 및 총인의 오염부하량은 설계시 유입 하수 오염부하량의 10% 이내까지 전 처리 후 연계처리. 다만, 운영중인 공공하수처리시설 중 총질소·총인의 오염부하량이 10%를 초과하더라도 장래 정상 운영에 지장을 주지 않는 범위 내에서 연계처리를 할 수 있음
(한국환경공단 등 전문기관의 기술검토를 거쳐 지방환경관서의 장과 반드시 협의 필요)

나) 오염부하량 검토

- 최근 음폐수에 의한 총질소(T-N)와 총인(T-P) 유입오염부하량 증가는 기존시설 기준 각각 9.3%, 9.1%로 나타났으나, 남동공단의 고농도 오·폐수 유입 등의 사유로 시설용량을 초과하여 유입되고 있다.
- 금회 처리시설 계획 시 유입부하량 증가로 인한 충격부하의 영향을 고려하여, 적정한 충격부하 저감방안이 검토되어야 함

<표 5.2-51> 2021년 기준 음폐수 오염부하량 발생현황

구 분		유량 (m³/년)	수질(mg/L)		오염부하량(kg/년)	
			T-N	T-P	T-N	T-P
발생량	년간	125,325	2,374	328	297,546	41,148
	일간	343			814	113
승기 공공 하수 처리 시설	기존	275,000	32.0	4.5	8,800	1,238
					9.3%	9.1%
	계획	270,000	51.0	7.0	13,770	1,890
					5.9%	6.0%

나. 음식물류 폐기물 연계처리 방안 검토

1) 음식물류 폐기물 연계처리시 검토사항

- 음식물처리시설 배출수를 하수와 연계 처리할 경우 연계처리 부하량, 투입위치의 선정, 저해물질의 사전제거 등을 검토하여야 하고 기름등은 처리장의 미관을 해칠 뿐만 아니라 일시에 투입되어 유기물 충격부하에 따른 하수처리효율을 저해시킬 우려가 있다.

<표 5.2-52> 음식물류 폐기를 연계처리시 검토사항

구 분	내 용
투입지점 검토	• 하수유입구에 투입시 급격한 부하변동이 발생되어 처리수질이 악화될 가능성이 있으므로 유량조정 후 일정량씩 연계처리 되도록 유도함.
기름 및 협잡물 등 저해물질	• 동·식물성 유지류는 하수처리장에서 별도의 제거설비가 없기 때문에 다량의 유지류가 유입될 때 처리장 주변을 오염시켜 미관을 해칠 우려가 있고, 일부 유지류가 포기조로 유입시 처리장 미생물 관리에 어려움이 발생됨. 또한 협잡물의 경우 연계처리 펌프의 고장을 유발할 가능성이 있으므로 반드시 사전에 제거함을 원칙으로 함.
부하량 점검	• 연계처리 현황을 파악함은 물론 부하량 변동에 따른 처리장 운전도 불가피 함으로 정확한 점검 및 기록을 유지하여 향후 운전에 중요한 참고자료로 활용함.

2) 음식물류 폐기를 연계처리시 문제점 및 대책

가) 낮은 pH로 인한 미생물 활성도 저하

- 배출수 선별액의 pH는 4.0~5.0으로 pH의 조정 없이 하수와 연계될 경우 낮은 pH로 인하여 활성미생물이 사멸될 가능성 높다. pH 독성과 관련하여 pH가 1.0 증가하거나 감소할 때 15~30%의 미생물 활성도가 감소하는 것으로 나타난다.(2007, 호흡율 측정에 의한 활성슬러지의 중금속 생물독성평가, 대한상하수도학회지)

나) 충격부하로 인한 처리능력 저하

- 음식물의 농도는 BOD 80,000mg/L 이상으로 전처리 없이 직유입 될 경우 높은 유기물 농도로 인한 충격부하 및 암모니아 독성으로 인해 소화 상징수의 농도가 높아져 방류수질이 악화될 수 있다. 따라서, 수처리계통에서의 소화 상징수에 의한 부담을 저감시키기 위해 적절한 반류수 처리시설이 필요하다.

다) 가스 및 스크 발생

- 생물반응조 및 소화조에서 거품이 발생하는 원인으로는 과다한 기름성분 함유, 높은 활성슬러지 함유량, 심한 온도변화, 높은 이산화탄소 농도, 높은 알칼리도 등이다.
- 음식물 쓰레기의 경우 비중이 작은 물질의 함유량이 많고 유기물 함유량이 많아 이를 단순 파쇄만 하여 반응조에 투입시 거품 및 스크 형성에 악영향을 미칠 가능성이 매우 높고, 실제 단순 파쇄만 하여 소화조에 직투입하고 있는 P시의 경우 스크가 다량 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 음식물 쓰레기의 파쇄입도를 최소화시키고 (2~4mm) 적절한 가수분해조 체류시간(최소 1 ~ 1.3일)이 확보된 가수분해 공정을 통해 음식물 쓰레기의 부상을 방지하고, 음식물에 함유된 기름성분(대부분 중성지방)을 알칼리 등에 의해 글리세롤과 지방산으로 분해하여 그 영향을 최소화함으로써 거품 및 스크발생 문제를 최소화 할 수 있는 전처리 설비 및 처리공정을 계획하여야 한다.

라) 배관막힘 및 기계류 고장

- 음식물쓰레기를 완벽히 분리수거하여 반입하는 것은 현실적으로 어려우며, 각종 이물질이 혼입된 상태로 반입되므로 이물질의 선별 및 제거가 제대로 이루어지지 않을 경우 배관 막힘 및 펌프의 손상을 초래하는 문제가 발생된다.
- 현재 운영되고 있는 시설의 경우 조대 협잡물은 선별이 용이하여 별반 문제가 없으나 계란 껍질, 씨앗, 작은 비닐조각 등의 미세협잡물의 선별이 완벽하게 되지 않아 배관 막힘, 펌프손상, 소화조, 가스배관 막힘 등의 문제가 발생되고 있는 것으로 조사되었으며, 전처리시 조대 협잡물(비닐, 목재, 합성수지류), 미세협잡물(금속류, 작은 유리조각 등), 미세 비중물질(모래, 조개껍질 등)을 각각 별도로 분리할 수 있는 공정이 구성되어야 한다.

마) 슬러지 침강성 및 탈수성

- 음식물 쓰레기 연계처리 시 1차 소화조 내에서 유기물 증가에 비해 소화효율의 증가가 미미할 경우 2차 소화조(고액분리조)의 침강성이 저하되고 이로 인한 월류수의 수질악화를 가져오므로 1차 소화조의 충분한 가온 및 혼합, 적정 소화일수 확보 등의 대책이 필요하다.
- P시의 경우 음식물쓰레기 연계처리시 슬러지의 탈수성이 다소 증가하는 것으로 나타났으나 하수병합 연구용역 결과 등에 따르면 음식물 연계처리시 슬러지의 탈수성은 초기에 다소 증가하나 시일이 지남에 따라 감소하는 것으로 나타났다.

바) 염분농도

- 일반적으로 높은 염분의 농도에서는 삼투압으로 인하여 대부분의 미생물들은 세포가 탈수되어 성장에 저해를 받는다.
- kugelman과 McCarty에 의하면 염분 특히 나트륨이온은 생물학적 제거에 저해작용이 강하며, 나트륨이온 3,500~5,500mg/L(NaCl 기준 8,890~13,970mg/L)의 농도에서 저해현상이 관찰되고, 8,000mg/L 이상에서는 심한 저해현상이 나타난다고 보고됨. “대구광역시 음식물쓰레기 하수병합처리 타당성 조사” 결과 가수분해 된 음식물쓰레기를 하수슬러지에 대하여 6~36% 비율로 혼합시 염분농도는 900~3,700mg/L로 나타났으며 음식물 병합처리 과정에서 염분에 의한 저해영향을 최소화하기 위해서는 하수량과 연계처리수와의 적절한 균등 혼합이 필요하다.

사) 소화조 운영

- 음식물 투입시 소화일수 단축으로 소화효율 저하가 발생 될 수 있으며, 소화일수 및 부하를 고려한 적정량 투입 및 슬러지 처리계통 변경을 통한 소화일수 확보방안 등의 대책이 강구되어야 한다.
- 음식물 쓰레기 조대입자 파쇄 후 투입시 소화조 상부에 부상하며, 입도가 커서 소화조에서 교반 및 혼합이 잘 안될 수 있으며 국부적 산발효 및 소화효율 저하, Scum으로 제거될 경우 많은 유기물 소실, 작은 파쇄 비닐류 및 셀룰로오스가 교반기 축에 감겨 교반효과 저해 등의 운영상 문제점이 발생 될 수 있다. 따라서 하수슬러지 입도에 근접하도록 파쇄입도를 최소화시키고 가수분해 공정 등을 통해 파쇄 음식물의 부상을 예방하며 선별과정에서 비닐류의 완벽한 제거 및 셀룰로오스 계통도 파쇄입도를 최소화시켜 교반효과를 증대시킬 필요가 있다.

01

02

03

04

05

06

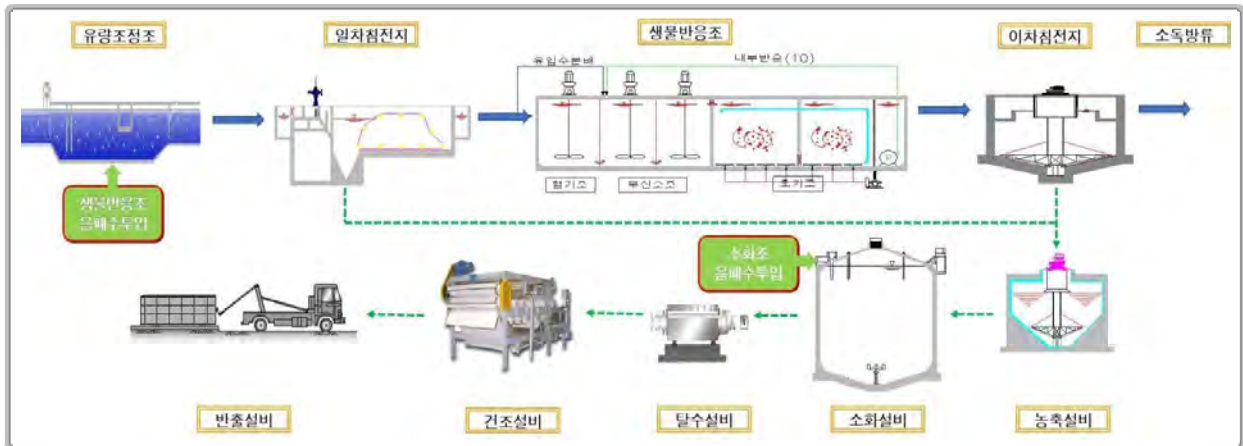
07

08

3) 음식물류 폐기물 연계처리 방안 검토

가) 시설규모 및 사업비 검토

- 금회 현대화사업시 음폐수를 고려한 설계수질 결정하였다.
- 고농도 음폐수의 하수처리시설 유입을 위한 유량조정조를 활용한 하수원수내 분할유입방안과 소화효율 향상을 고려한 소화조 직투입방안 비교하고
- 음폐수투입 위치별 시설규모 결정하였다.



<그림 5.2-22> 음폐수 투입위치 공정도

나) 음폐수 유입에 따른 시설규모 비교

(1) 계획유입수질

<표 5.2-53> 계획유입수질

(단위 : mg/L, 개/mg)

구 분	수질항목							비 고
	BOD	COD	TOC	SS	T-N	T-P	대장균군수	
유입원수(생활계)	183.4	131.9	109.9	189.5	43.0	5.0	300,000이하	
유입원수(산단계)	360.0	340.0	283.3	410.0	115.0	23.0	300,000이하	
유입원수(음폐수)	15,165.0	6,633.0	5,527.5	1,154.0	178.0	10.0	300,000이하	
목표수질	100이하	400이하	250이하	100이하	200이하	2이하	1,000이하	

(2) 단위공정별 용량계산

(가) CASE 1 : 음폐수 미투입

① 생물반응조

- 산단계(MLE)

<표 5.2-54> 생물반응조(산단계) 설계기준

구 분		설계기준		설계		여유율
		V(m³)	HRT(hr)	V(m³)	HRT(hr)	
생물 반응조	혐기조	5,079	3.65	5,148	3.70	1.4%
	호기조	30,635	22.00	32,994	23.69	7.7%

<표 5.2-55> 생물반응조(산단계) 용량계산

구 분		규 격				소요용량 (m³)	적용용량 (m³)	적정성 검토
		W(m)	L(m)	He(m)	EA(지)			
생물 반응조	혐기조	18.0	11.0	6.5	4	5,079	5,148	적정
	호기조	18.0	70.5	6.5	4	30,635	32,994	적정

② 소화조 용량검토

<표 5.2-56> 소화조 설계기준

구 분	설계기준	비 고
유입슬러지	855.6m³/일	
소화일수	20.0 ~ 25.0일 이상	
소화조 최소 필요용량	21,389m³/일	

주) 소화일수 : 하수도설계기준 해설편 p.973, 중온소화 제안 SRT

<표 5.2-57> 소화조 용량검토

구 분		용량검토	적정성 검토
형 식		2단소화(원형)	-
규 격	지름(D)	22.0m	-
	유효수심(H)	11.0m	-
	지수(EA)	6	-
	소화조 용량	25,089m³/일	-
소화일수		29.3일	적정

(나) CASE 2 : 음폐수 생물반응조 투입

① 생물반응조

- 산단계(MLE)

<표 5.2-58> 생물반응조(산단계) 설계기준

구 분		설계기준		설계		여유율
		V(m³)	HRT(hr)	V(m³)	HRT(hr)	
생물 반응조	혐기조	5,766	3.89	5,861	4.14	6.3%
	호기조	34,291	23.23	37,562	26.53	14.0%

<표 5.2-59> 생물반응조(산단계) 용량계산

구 분		규 격				소요용량 (m³)	적용용량 (m³)	적정성 검토
		W(m)	L(m)	He(m)	EA(지)			
생물 반응조	혐기조	18.0	11.0	7.4	4	5,512	5,861	적정
	호기조	18.0	70.5	7.4	4	32,454	37,562	적정

② 소화조 용량검토

<표 5.2-60> 소화조 설계기준

구 분	설계기준	비 고
유입슬러지	883m³/일	
소화일수	20.0 ~ 25.0일 이상	
소화조 최소 필요용량	24,435m³/일	

주) 소화일수 : 하수도설계기준 해설편 p.973, 중온소화 제안 SRT

<표 5.2-61> 소화조 용량검토

구 분	용량검토	적정성 검토
형 식	2단소화(원형)	-
규 격	지름(D)	22.0m
	유효수심(H)	11.0m
	지수(EA)	6
소화조 용량	25,089m³/일	-
소화일수	28.4일	적정

(다) CASE 3 : 음폐수 소화조 투입

① 생물반응조

- 산단계(MLE)

<표 5.2-62> 생물반응조(산단계) 설계기준

구 분		설계기준		설계		여유율
		V(m³)	HRT(hr)	V(m³)	HRT(hr)	
생물 반응조	혐기조	5,115	3.66	5,148	3.69	0.7%
	호기조	30,833	22.07	32,994	23.64	7.1%

<표 5.2-63> 생물반응조(산단계) 용량계산

구 분		규 격				소요용량 (m³)	적용용량 (m³)	적정성 검토
		W(m)	L(m)	He(m)	EA(지)			
생물 반응조	혐기조	18.0	11.0	6.5	4	5,115	5,148	적정
	호기조	18.0	70.5	6.5	4	30,833	32,994	적정

② 소화조 용량검토

<표 5.2-64> 소화조 설계기준

구 분	설계기준	비 고
유입슬러지	952m³/일	
소화일수	20.0 ~ 25.0일 이상	
소화조 최소 필요용량	23,799m³/일	

주) 소화일수 : 하수도설계기준 해설편 p.973, 중온소화 제안 SRT

<표 5.2-65> 소화조 용량검토

구 분		용량검토	적정성 검토
형 식		2단소화(원형)	-
규 격	지름(D)	22.0m	-
	유효수심(H)	11.0m	-
	지수(EA)	6	-
소화조 용량		25,089m ² /일	-
소화일수		26.4일	적정

<표 5.2-66> 시설규모 검토

구 분		생물반응조		공사비 (5단계 토목·기전 공사비 기준, 백만원)	비 고
		필요 HRT(hr)	시설 증가율(%)		
미투입		25.64	-	87,851	
투입	산단계 생물반응조	27.16	5.93	93,059	
	소화조	25.73	0.35	88,159	

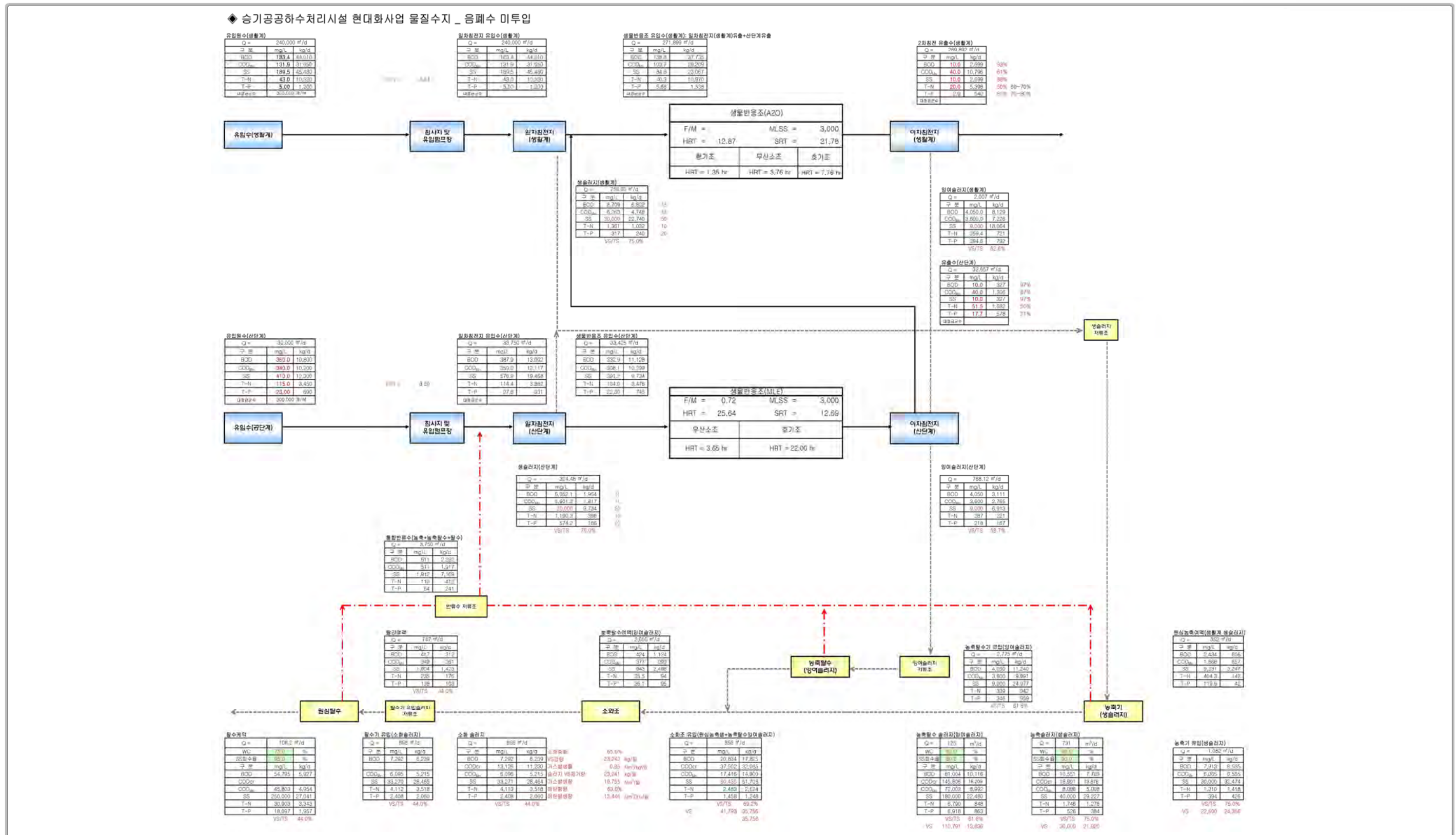
나) 검토결과

- 2025년 수도권매립지 반입종료 정책에 따라 하수슬러지와 더불어 음식물류폐기물 및 음폐수의 적정처리방안 검토 필요하므로
- 금회 승기하수처리시설 현대화 재건설사업을 시행함에 따라 음폐수 유입을 고려한 시설규모 결정하였다.
- 고농도 음폐수 유입에 따른 시설규모의 증가는 불가피하나 소화조 직투입방안시 최소화 가능한 것으로 검토되었다. 그러나, 음폐수에 포함된 다량의 염분 등에 의한 시설 부식 및 스케일 발생 문제에 따른 유지관리비용 증가 대책 수립 필요하다.



(라) 음폐수 연계처리 물질수지도

① CASE 1 : 음폐수 미투입

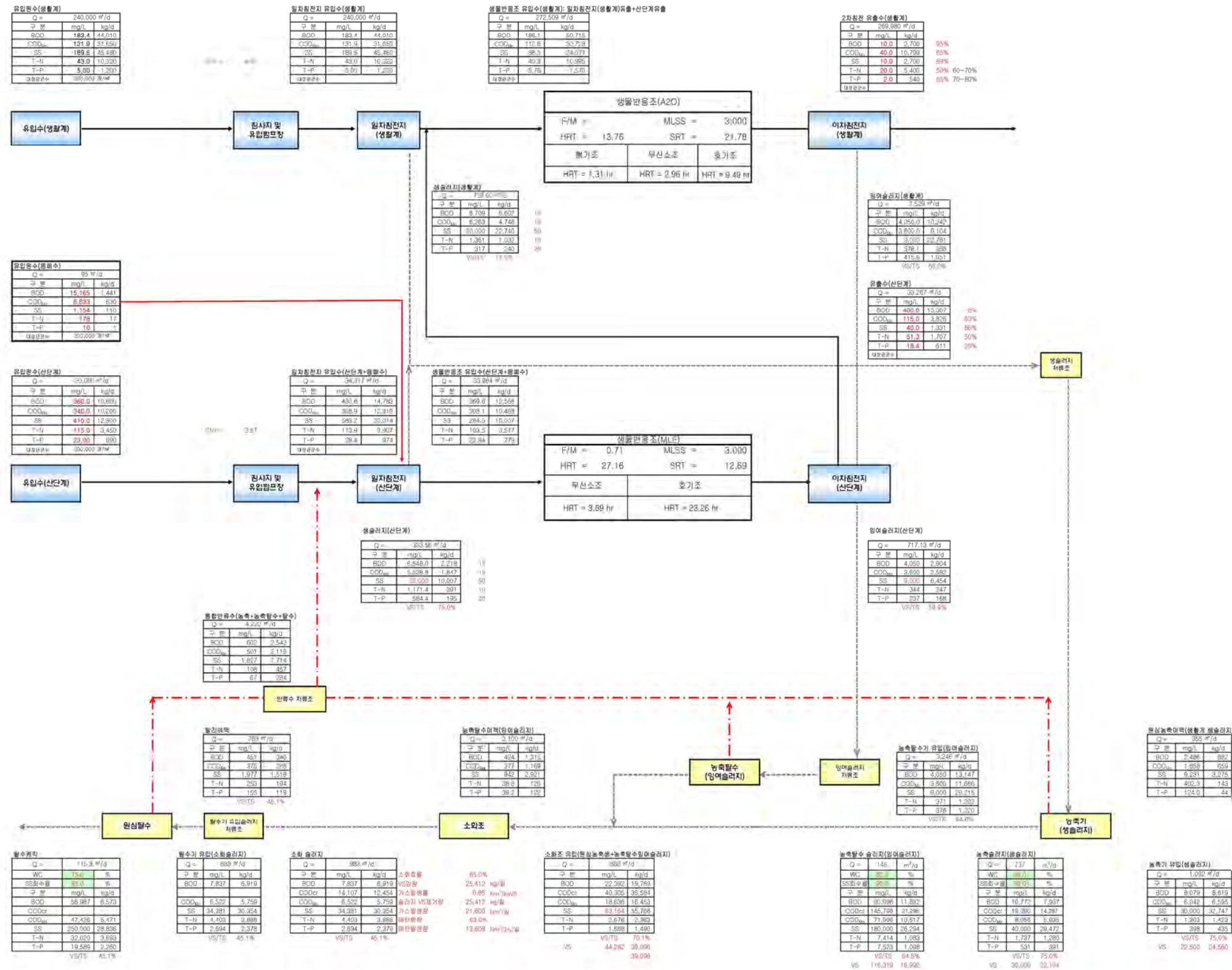




01
02
03
04
05
06
07
08

② CASE 2 : 음폐수 산단계 생물반응조 투입

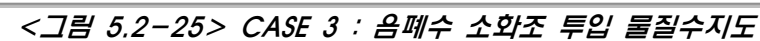
◆ 승기공공하수처리시설 현대화사업 음폐수유입방안 검토_산단계 생물반응조 투입





01
02
03
04
05
06
07
08

01
02
03
04
05
06
07
08





01
02
03
04
05
06
07
08

2.14 악취방지시설 및 환기 계획

2.14.1 악취방지시설 계획

가. 악취의 정의

- 악취는 황화수소, 메르캅탄류, 아민류 및 기타 자극성 있는 기체상 물질이 사람의 냄새감각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새로 정의되며 소음이나 진동과 함께 감각오염이라 불리는 대기 환경오염의 한 형태이다.
- 악취는 일반적으로 여러 화합물들의 혼합물에 의해 야기되며, 인간에게 정신적, 생리학적 스트레스를 유발시켜 메스꺼움, 두통, 식욕감퇴, 호흡곤란 및 알레르기 현상 등으로 인체의 자각반응을 나타낸다.
- 악취오염은 주민의 민원이나 불만이라는 형태로 표면화되며, 그 성격상 오염물질의 축척은 없다고 하지만 의외로 광범위하게 피해가 나타나는 경우가 많으며 또한 대부분 저농도의 악취성분이 복합되어 이것이 주민민원을 야기시킨다.
- 악취는 바람에 의해 운반되고 넓은 지역에 걸쳐 확산되는 경우도 있기 때문에 발생원을 꼭 집어 말하기 곤란한 경우가 많으며, 후각에는 개인차가 존재하므로 연령, 성별, 건강상태, 흡연이나 습관 등에 의해 악취를 느끼는 정도의 차이가 있다.
- 악취오염 관리에 있어 중요한 문제점은 다음과 같다.
 - ① 대부분의 공장굴뚝에서 배출되는 대기오염물질들은 검거나 회색의 연기형태로 배출되므로 육안으로 식별이 가능하나 악취물질은 육안식별이 곤란
 - ② 악취오염물질은 공장굴뚝 같은 단일 배출원을 통해서만 배출되는 것이 아니라 대기에 개방된 장치설비 및 야외현장 조업 등의 운전하에서 연속적이라기보다는 오히려 산발적으로 배출되므로 발생원이 다양할 뿐만 아니라 다른 대기 오염물질과는 달리 제거 투자비에 대한 개선효과의 기대치도 상당히 낮은 문제점을 안고 있음
 - ③ 악취오염물질은 대단히 많은 종류의 물질이 대기에 방출됨으로써 발생하는 환경오염으로 여러 측면에서 복잡한 특성을 나타내어 악취오염의 결과도 단일물질에 의하기 보다는 많은 종류의 화합물들의 복합적 성질에 기인
 - ④ 인간의 냄새감각에 의해 ppb 단위로 감지되는 많은 악취오염물질을 분석기기를 사용하여 객관성있게 측정하기는 대단히 어려운 일이며, 악취의 감지는 동일인이라 하여도 시간, 장소, 농도 및 성분에 따라 달라질 수가 있음
- 결과적으로 악취감지는 다양한 혼합물들의 복합적인 효과에 의해 나타나며 각 성분물질들의 농도와 악취물질에 영향을 받는다.

01

02

03

04

05

06

07

08

나. 악취배출기준(악취방지법) 검토

1) 용어(법 제2조)

- (1) 악취 : 황화수소, 메르캅탄류, 아민류, 그 밖에 자극성이 있는 기체상태의 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다.
- (2) 지정악취물질 : 악취의 원인이 되는 물질로서 환경부령으로 정하는 것을 말한다.
- (3) 악취배출시설 : 악취를 유발하는 시설, 기계, 기구, 그 밖의 것으로서 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 환경부령으로 정하는 것을 말한다.
- (4) 복합악취 : 두 가지 이상의 악취물질이 함께 작용하여 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다.

2) 악취배출시설

○ 악취방지법 시행규칙에서의 악취배출시설은 다음 표와 같다.

<표 5.2-67> 악취 배출시설(제3조 관련, 별표 2)

시설종류	시설규모의 기준
폐수 처리시설	· 「물환경보전법」에 따른 수질오염방지시설, 폐수종말처리시설 및 폐수처리업의 처리시설(저장시설을 포함한다)
하수·축산폐수 처리시설	1) 「하수도법」에 따른 공공하수처리시설, 개인하수처리시설 중 오수처리시설, 분뇨처리시설 2) 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」에 따른 처리시설 및 공공처리시설
폐기물 보관·처리 시설	· 「폐기물관리법」에 따른 폐기물처리시설 및 폐기물보관시설. 다만, 폐지·고철·폐석고·폐석회·폐내화물·폐유리 등 무기성폐기물(수분을 제외한 무기물 함량이 60% 이상이어야 한다) 재활용자의 폐기물처리시설 및 폐기물보관시설과 폐기물 배출자의 폐기물보관시설은 제외한다.
그 밖의 시설	· 위 항목의 시설 규모에 미치지 못하는 시설 중 월 3회 이상 복합악취 또는 지정악취를 측정된 결과 모두 별표 3 제1호 배출허용기준(희석배수)란의 기타 지역 또는 같은 표 제2호 기타 지역의 배출허용기준을 초과하여 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 시설로 시·도지사 또는 대도시의 장이 정하여 고시하는 시설

3) 악취배출기준

<표 5.2-68> 배출허용기준 및 엄격한 배출허용기준의 설정범위(제8조 1항 관련, 별표 3)

구 분		배출허용기준(희석배수)		엄격한 배출허용기준의 범위(희석배수)	
		공업지역	기타지역	공업지역	기타지역
복합 악취	배출구	1,000 이하	500 이하	500 ~ 1,000	300 ~ 500
	부지경계선	20 이하	15 이하	15 ~ 20	10 ~ 15

주) “희석배수”라 함은 채취한 시료를 냄새가 없는 공기로 단계적으로 희석시켜 냄새를 느낄 수 없을 때까지 최대 희석한 배수를 말한다.

<표 5.2-69> 지정악취물질 배출허용기준

구 분	배출허용기준(ppm)		엄격한 배출허용기준의 범위(ppm)
	공업지역	기타지역	공업지역
암모니아	2 이하	1 이하	1 ~ 2
메틸메르캅탄	0.004 이하	0.002 이하	0.002 ~ 0.004
황화수소	0.06 이하	0.02 이하	0.02 ~ 0.06
다이메틸설파이드	0.05 이하	0.01 이하	0.01 ~ 0.05
다이메틸다이설파이드	0.03 이하	0.009 이하	0.009 ~ 0.03
트라이메틸아민	0.02 이하	0.005 이하	0.005 ~ 0.02
아세트알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 ~ 0.1
스타이렌	0.8 이하	0.4 이하	0.4 ~ 0.8
프로피온알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 ~ 0.1
뷰틸알데하이드	0.1 이하	0.029 이하	0.029 ~ 0.1
n-발레르알데하이드	0.02 이하	0.009 이하	0.009 ~ 0.02
i-발레르알데하이드	0.006 이하	0.003 이하	0.003 ~ 0.006
톨루엔	30 이하	10 이하	10 ~ 30
자일렌	2 이하	1 이하	1 ~ 2
메틸에틸케톤	35 이하	13 이하	13 ~ 35
메틸아이스뷰틸케톤	3 이하	1 이하	1 ~ 3
뷰틸아세테이트	4 이하	1 이하	1 ~ 4
프로피온산	0.07 이하	0.03 이하	0.03 ~ 0.07
n-뷰틸산	0.002 이하	0.001 이하	0.001 ~ 0.002
n-발레르산	0.002 이하	0.0009 이하	0.0009~0.002
i-발레르산	0.004 이하	0.001 이하	0.001 ~ 0.004
i-뷰틸알코올	4.0 이하	0.9 이하	0.9 ~ 4.0

주) 지정악취물질은 악취공법시험방법에 의한 기기분석법으로 수행한다.

01

02

03

04

05

06

07

08

다. 악취배출기준 설정

- 지하화 전후의 악취저감효과를 확인 가능하도록 시설물 준공 전에 악취저감효과 분석 보고서를 별도 제출하여야 하며, 보고서 작성시 공인된 악취검사기관을 참여시켜야 한다.
- 악취물질의 성능보증조건은 악취저감 개량목표를 준수하여야 하며, 측정위치는 악취방지법 시행규칙(환경부령 제856호, 2020.3.3)을 준수하도록 한다.

<표 5.2-70> 복합악취 배출허용기준 설정

구 분	악취방지법에 따른 배출허용기준 (희석배수, 기타지역)	성능보증치
배출구	500 이하	허용기준 이하로 입찰자 제시
부지경계선	15 이하	

- 주) 1. “복합악취”라 함은 두 가지 이상의 악취물질이 복합적으로 존재하면서 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말함.
2. 성능보증치는 허용기준치 이하로 입찰자가 제시하여야 한다.

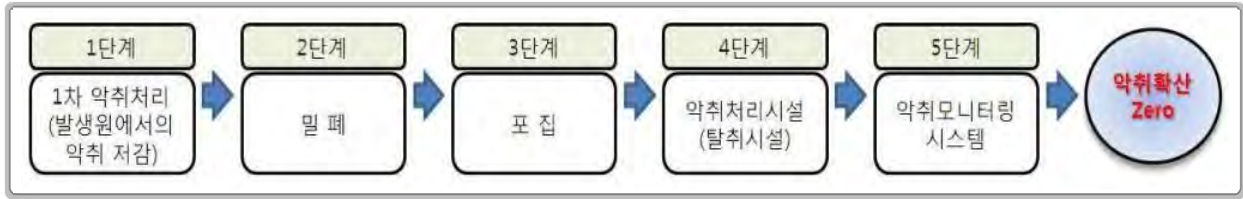
<표 5.2-71> 지정악취물질 배출허용기준

구 분		악취방지법에 따른 배출허용기준 (기타지역, ppm)	성능보증치
1	암모니아	1 이하	허용기준 이하로 입찰자제시
2	메틸머캅탄	0.002 이하	
3	황화수소	0.02 이하	
4	다이메틸설파이드	0.01 이하	
5	다이메틸다이설파이드	0.009 이하	
6	트라이메틸아민	0.005 이하	
7	아세트알데하이드	0.05 이하	
8	스타이렌	0.4 이하	
9	프로피온알데하이드	0.05 이하	
10	뷰티르알데하이드	0.029 이하	
11	n-발레르알데하이드	0.009 이하	
12	i-발레르알데하이드	0.003 이하	
13	톨루엔	10 이하	
14	자일렌	1 이하	
15	메틸에틸케톤	13 이하	
16	메틸아이소뷰틸케톤	1 이하	
17	뷰틸아세테이트	1 이하	
18	프로피온산	0.03 이하	
19	n-뷰티르산	0.001 이하	
20	n-발레르산	0.0009 이하	
21	i-발레르산	0.001 이하	
22	i-뷰틸알코올	0.9 이하	

- 주) 1. 지정악취물질이란 악취의 원인이 되는 물질로서 악취공정시험방법에 의한 기기분석법으로 수행함
2. 성능보증치는 허용기준치 이하로 입찰자가 제시하여야 한다.
3. 지정악취는 기자재 성과보증에 포함하여 시행한다.

라. 악취방지시설의 계획

1) 악취처리의 기본 개념



<그림 5.2-26> 악취처리 기본개념

가) 1단계 : 1차 악취처리

- 1차 악취처리란 악취 발생원 자체에서의 악취 발생을 최소화시키는 것으로, 발생하는 악취를 사전에 저감하는 것을 말한다.
- 입찰자는 기본설계시 하수찌꺼기 처리시설에서 하수찌꺼기 자체 및 하수찌꺼기 처리계통에서 1차적으로 악취발생을 저감시킬 수 있는 방식을 제시하여야 한다.

<표 5.2-72> 1차 악취처리 방식(예시)

구 분	미생물 배양액 탈취	현장 탈취
개 요	악취분해 미생물 또는 미생물 배양액을 투여하여 악취 저감	악취발생원 현장에 탈취제 분사, 주입을 통한 악취 저감
예시도		
처리모식도 (예시)		
주요공법	HBR, B3, KSDM, Seil Bio 공법 등	바이오옥시전, 바이오티스, KS50, 바이오청천 등
장 점	- 고농도 악취의 저농도화에 유리 - 악취저감 후 연계수, 협잡물, 케익 등에서도 지속적인 악취발생 최소화 가능 - 현장탈취보다 적용실적이 우수함 - 근무환경 개선효과 높음	- 구조가 단순하고, 설치비 및 운영비 저렴 - 설치면적이 적음 - 한정된 공간의 악취처리에 유리
단 점	- 일정 이상의 접촉시간이 필요 - 운영비 높으며, 후속공정의 필요 용량이 커짐 - 지속적인 운전조건 관리 필요 - 운전기술 및 이론 미확립	- 악취저감효과가 일시적임 - 후속공정 및 처리부산물에 악취 재발생 우려로 투입 개소수 많음 - 적용 실적이 거의 없음

- 1차 악취처리의 기대효과
 - － 하수찌꺼기의 개량으로 인한 하수찌꺼기 자체 악취 저감 효과
 - － 반류수의 악취 및 농도저감을 통한 고도처리 저해요인 사전제거
 - － 탈수케익의 악취 저감 및 탈수 효율 향상
 - － 악취의 사전처리로 후단 탈취설비의 용량저감 가능

나) 2단계 : 악취발생시설 밀폐

- 악취발생시설의 4중 밀폐를 통한 외부로의 악취확산 방지

<표 5.2-73> 4중 밀폐계획(예시)

구 분	내 용	예시도
건물 밀폐	· 악취 유발 및 확산 시설이 배치되어있는 건물의 밀폐화	
반출입차량에 의한 악취확산 방지	· 폐기물 반출입차량 출입구에 이중 출입구 및 에어커튼 · 전동셔터 등 설치	
전실 설치	· 시설물의 악취발생원별로 입체적인 전실 설치	
전실 악취확산 방지	· 전실 출입구에 에어커튼 및 전동셔터 설치	

<표 5.2-74> 밀폐형 기기 선택을 통한 악취 발생 및 누기 최소화(예시)

협잡물 종합처리기	스크류컨베이어	농축기	펌프류
일체+밀폐형	덮개 설치 및 국소포집	밀폐형 → 악취최소화	악취누기부 국소포집

<표 5.2-75> 수처리조의 밀폐 및 방취커버 등을 통한 악취 누기 최소화(예시)

수처리조 및 점검구 밀폐	기기류 방취커버 설치

<표 5.2-76> 단위시설 구획으로 인한 흡입탈취(예시)

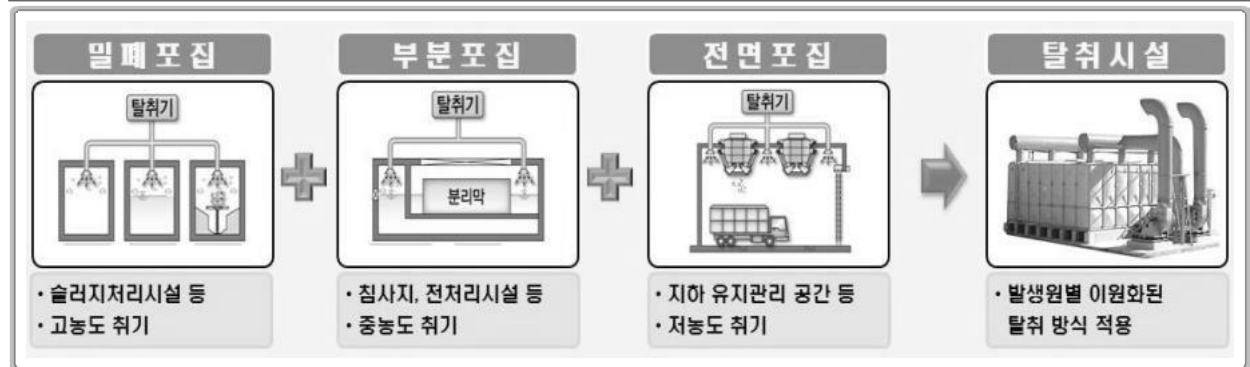
단위시설 구획	예시도
· 발생악취의 확산 방지 · 단위 탈취대상의 규모 최소화 · 단위시설 내부의 완벽한 포집 가능	

다) 3단계 : 악취포집

○ 악취발생원, 농도별로 별도의 포집을 적용하여 발생원별 이원화된 탈취방식을 적용하여야 한다.

<표 5.2-77> 3중 포집계획

구 분	내 용
밀폐포집	- 고농도 취기 유발시설 밀폐 후 국부포집 (고농도 취기) - 슬러지처리시설, 분뇨전처리시설, 건조시설 등
부분포집	- 중농도 취기 확산부 부분 포집 (중농도 취기) - 침사지, 유입펌프장, 협잡물 호퍼 등 전처리시설 등
전면포집	- 악취의 실내 적체 방지 및 외부 누출 차단(저농도 취기) - 수처리시설 및 지하 유지관리공간, 공동구 등



밀폐(기기)포집	부분(국부)포집	전면(실)포집
탈취설비 컨베이어류 협잡물종합처리기 부압유지 악취포집	탈취설비 실내 (-)부압유지 탈취커버 공기 악취 자연외기 공기 악취 공기	탈취설비 악취 악취 악취
- 기기류 내부 음압유도 포집 → 악취 누기 차단	- 부분 포집으로 악취누기 방지 → 기기류, 저류조 점검구 등	- 악취발생 예상실 전면포집 실시 → 전처리실, 지하 유지관리공간 등

<표 5.2-78> 사공간 방지를 위한 효율적 악취 포집 계획(예시)

고농도 악취 발생원 국소포집	상승기류를 고려한 상향포집	기계실 공간 다층포집
고농도 악취 발생원 국소포집 탈취설비 이송컨베이어 공기압이송컨베이어 밀폐	상승기류를 고려한 상향포집 천정부 상승악취 포집 고농도 악취 온도차에 의한 상승기류	기계실 공간 다층포집 환 기 저농도악취 고농도악취 다층포집 기기포집
협잡물처리기, 농축기 등	하수찌꺼기 저류조 등	차별화된 덕트위치 선정

라) 4단계 : 탈취시설을 통한 악취처리

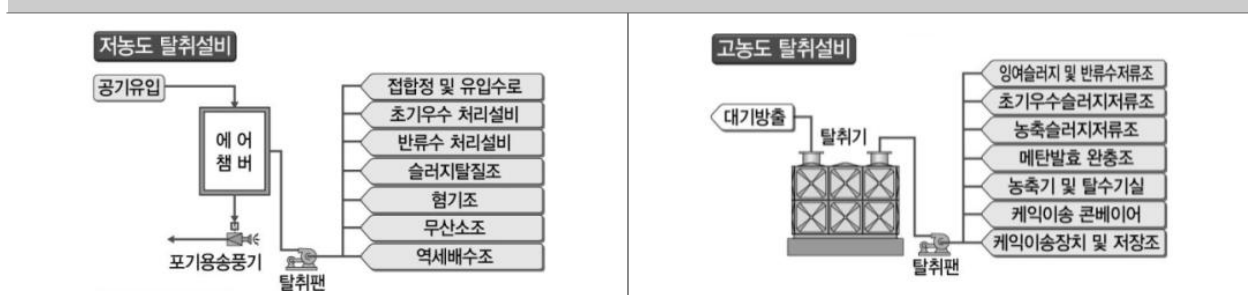
- 적용대상 악취에 따른 탈취시설 선정으로 발생악취 처리 계획을 수립하였다.
- 발생악취 성상별 별도 탈취방식 적용하였다.
 - － 건조시설의 탈취시설은 악취 농도 및 성분의 차이 때문에 운전의 효율성 향상을 위해 하수처리시설의 탈취시설과는 별도로 분리하여 설치하여야 한다.

<표 5.2-79> 탈취시설 분리설치 사유

구 분	하수처리시설	건조시설
악취 및 배출가스 특성	• 대부분 유황계 악취로, 황화수소, 메틸메르캅탄 등 • 특히, 황화수소 농도는 수 ppm에서 수십ppm 임	• 하수찌꺼기의 간접 또는 직접 건조 방식으로 다량의 점성의 수증기를 포함 악취 발생 • 건조시 dust가 발생됨 • 악취물질은 유황계 악취, 유기산 등이 발생됨
주요악취 발생공정	• 하수 유입부, 침사지, 일차침전지, 찌꺼기저류조, 농축 탈수기실, 소화조 등	• 찌꺼기 투입구, 건조로, 이송 컨베이어, 찌꺼기 저장호퍼 등
주요 악취물질	• H₂S, MM, DMS, DMDS, NH₃	• H₂S, DUST, TOC, CS₂
탈취설비 유입온도	• 약 0~25℃	• 약 60~80℃
탈취형식	• 일반적으로 생물학적 탈취장치를 이용	• 일반적으로 물리·화학적 탈취장치를 이용
탈취설비 분리사유	• 유입되는 악취 농도가 높지 않고, 악취성분도 생물학적처리가 가능한 물질이 대부분임 • 처리용량에 대비하여 생물학적 탈취시스템이 경제적임	• 건조시 발생하는 dust(미세 먼지), 유기산(점성) 및 다량의 고온 수증기를 포함하고 있어서 생물학적 처리로 직접 처리는 불가능함 • 탈취기 내부의 오염물질의 지속적인 제거가 필수적임
검토 결과	• 하수처리시설의 넓은 공간 탈취, 악취가스의 적정한 온도, 일정한 악취 형상 등을 고려하여 탈취방식 선정이 필요 • 탈취장치의 특성, 악취가스 유입 부하 및 수분공급 시스템 등을 고려할 필요 있음	• 고온의 미세먼지, 점성의 유기물질, 악취를 포함한 수증기를 처리함에 있어, 물리적인 제거, 또는 화학물질을 첨가하여 응집 및 반응하여 제거하는 방식 등을 고려할 필요 있음

- 발생악취 농도별 별도 탈취방식 적용하였다.
 - － 농도별로 별도 포집된 악취를 저농도와 고농도로 분리하여 2중 탈취계획 수립

예 시 도



마) 5단계 : 악취모니터링시스템을 통한 악취관리

- 악취 모니터링 시스템은 중앙감시 제어장치와 연계하여 악취 자동측정장치를 설치하여 운전자가 모니터링 할 수 있어야 하며, 악취발생농도에 따라 살수설비 등을 조절하여 악취를 효과적으로 제거하여야 한다.
- 다음과 같이 악취 자동측정장치 설치하여야 한다.
 - 탈취설비 흡입구 및 배출구
 - 처리시설 지상부(부지경계선)
 - 고농도 악취발생원(협잡물 · 침사물 · 찌꺼기 반출실, 농축 · 탈수기실, 건조기실, 분뇨 · 정화조실 등)
 - 처리시설 지상부(부지경계선)
 - 고농도 악취발생원(협잡물 · 침사물 · 찌꺼기 반출실, 농축 · 탈수기실, 건조기실, 분뇨 · 정화조실 등)
 - 악취감시항목 : 황화수소, 암모니아, 메틸머캅탄, VOC
 - 공기포집장치 : 복합악취 감지기 인근 (민원대비 포집 후 분석 용도)

2) 악취방지기술의 종류

가) 악취제거방식의 종류

- 악취제거장치의 선정은 악취포집효율 및 처리효율을 극대화하기 위해 모든 악취 발생원에서 밀폐화시키고 발생한 악취를 발생원별 최신 처리기술을 복합 적용하여 처리한다.
- 악취제거 장치의 전제조건은 조작유지관리가 용이하여 안전성이 높으며, 설비바운전비의 경제성 등을 필요로 한다.
- 악취물질의 종류, 농도, 온도, 습도 등에 따라 적합한 탈취방식이 다르고, 악취 물질을 효과적으로 처리하기 위해 농도별, 발생원별로 크게 나누어 처리해야 한다.
- 일반적인 악취제거방식은 물리적 방법, 화학적 방법, 생물학적 방법, 기타로 분류할 수 있다.

<표 5.2-80> 포집방식의 종류 및 효과

분 류		내 용
물리적 방 식	수세방식	물, 활성탄현탁액
	흡착방식	활성탄, 제오라이트
	냉각응축방식	냉수, 공랭
	희석방식	공기, 대기확산
화학적 방 식	약액 흡수 방식	산화흡수법, 산알카리 흡수법
	화학 흡착 방식	이온교환수지, 염기성가스 흡착제, 산성가스 흡착제
	연소 방식	직접연소법, 축열연소법, 촉매연소법
	중화제에 의한 방식	마스킹제, 중화제
생물 탈취법	고체 상태형	토양 탈취법, 부식질 탈취법, 종진탐식 탈취법
	액체 상태형	활성오니 산소공급 탈취법, 스크러버 탈취법

○일반적으로 효과적인 탈취를 위해서는 고, 저농도별 구분 탈취방식 및 두 가지 혹은 그 이상의 조합 방식이 가능하며, 악취물질의 제거방법 및 처리방법 적용가능성은 다음 표와 같다.

<표 5.2-81> 악취물질의 제거방법 및 처리방법 적용 가능성

물질명	화학식	수용성	세정법	오존 산화법	흡착법	연소법	생물 탈취법	소취제 분무법
암모니아	NH ₃	89.9	○	○	○	○	○	○
메틸메르캅탄	CH ₃ SH	미량 녹음	○	○	○	○	○	○
황화수소	H ₂ S	437	○	○	○	○	○	○
황화메틸	(CH ₃) ₂ S	안 녹음	○	○	○	○	○	○
이황화메틸	CH ₃ SSCH ₃	—	○	○	○	○	○	○
트리메틸아민	(CH ₃) ₃ N	잘 녹음	○	○	○	○	○	○
아세트알데히드	CH ₃ CHO	∞	○	○	○	○	○	○
프로피온알데히드	CH ₃ CH ₂ CHO	16.15	×	△	○	○	○	×
노르말부틸알데히드	CH ₃ (CH ₂) ₂ CHO	3.7	×	△	○	○	○	×
이소부틸알데히드	(CH ₃) ₂ CHCHO	8.8	×	△	○	○	○	×
노르말발레르알데히드	CH ₃ (CH ₂) ₃ CHO	조금 녹음	×	△	○	○	○	×
이소발레르알데히드	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CHO	조금 녹음	×	△	○	○	○	×
이소부탄올	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	9.5	×	△	○	○	○	×
아세트산에틸	CH ₃ CO ₂ C ₂ H ₅	7.87	×	△	○	○	○	×
메틸이소부틸케톤	CH ₃ COCH ₂ CH(CH ₃) ₂	1.7	×	△	○	○	△	×
톨루엔	C ₆ H ₅ CH ₃	안 녹음	×	○	○	○	△	×
스티렌	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	미량 녹음	×	○	○	○	△	×
자일렌	C ₆ H ₅ (CH ₃) ₂	안 녹음	×	○	○	○	△	×
프로피온산	CH ₃ CH ₂ COOH	∞	○	○	○	○	○	○
노르말부티르산	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	∞	○	○	○	○	○	○
노르말발레르산	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	3.7	○	○	○	○	○	○
이소발레르산	(CH ₃)CHCH ₂ COOH	4.2	○	○	○	○	○	○

자료) 악취방지공학, 울산대학교 화학생명과학부 응용유기연구실.

주) 1. 굵은 글씨는 음식물자원화시설에서 발생하는 주요 악취대상 물질임

2. 표 중 ○표시는 처리가능, △적절한 접촉시간을 가지면 처리가능, ×표는 처리불가를 의미함

나) 악취방지기술의 비교 · 검토

(1) 악액세정법

- 화학반응과 물리적인 흡수법을 이용해 악취가스나 유해가스를 제거하는 방법으로 화학반응은 악취가스와 액액의 접촉효율을 높여 기액평형에 의한 중화반응과 산화반응으로 제거한다.
- 중화반응은 염기성 악취가스(암모니아, 아민류)를 산성약품과 산성가스(황화수소, 메르캅탄)를 염기성약품과 중화반응시켜 염 화합물 상태로 제거하고 산화반응은 산화제(NaOCl , HClO , H_2O_2 , KMnO_4 등)를 사용하여 산화 분해시켜 제거한다.
- 악액세정법에서의 처리공정은 충전탑(Packed Tower), 분무탑(Spray Tower), 벤투리스크러버(Venturi Scrubber), 제트스크러버(Jet Scrubber), 사이클론스크러버(Cyclone Scrubber)등 여러 종류가 있으며, 단독 또는 두종류 이상을 복합설치하여 효율을 증대시켜 처리하는 방법 등이 있다.
- 악액세정법 선정시 산성, 염기성 가스를 별도로 처리하는 것이 바람직하며, 사용약품에 대한 안전성, 장치에 대한 부식, 위험물 대책 등과 화학반응에 따른 부산물 처리대책, 2차 오염대책, 폐수처리문제, 유입악취가스가 다양한 경우 다른 처리방법과 조합 처리 등을 종합적으로 검토하여야 한다.

(2) 흡착법

- 악취물질을 활성탄, 제올라이트 등에 흡착시켜 제거하는 방법으로 흡착제의 종류에 따라 산성계, 염기성계, 중성계로 구분할 수 있다.
- 흡착법은 하나의 흡착탑이 흡착하고 다른 흡착탑은 재생 또는 정지 상태에 있어야 하기 때문에 운전중인 흡착탑의 시간은 정지상태의 흡착탑 재생시간보다 길어야 한다.
- 일반적으로 저농도 혼합 악취의 제거용으로 광범위하게 이용되고 있으며, 타방식과 조합 처리시 1차 처리된 잔존 악취의 제거방법으로 많이 적용되고 있다.
- 흡착제의 종류는 사용목적에 따라 최적의 흡착제를 선정해야 하며, 활성탄, 실리카겔, 알루미나, 백토, 몰리큐라시브 등이 있다.
- 흡착법은 건식조작으로서 습식조작과 달리 배수나 배액의 처리할 필요가 없으며, 설비비가 비교적 싸고 유지관리가 용이하다.

(3) 축열연소법

- 축열재에 의한 열교환에 의하여 열회수율이 95%이며, 높은 열회수를 얻을 수 있다.
- 가스온도나 농도가 높을 때 경제적이며, 악취 잔류분이나 2차 공해가 없다.
- 장치는 다실에 분할되고, 특수한 회전변(or 막)에 의하여 연속적으로 배기가스를 상승류 및 하강류로 하여 교체한다.
- 상부에서는 가열기에 의해 800°C 에서 온도제어되고, 배가스는 축열재에서 열을 얻고 상승하면서 승온하고, 다음에 축열재에 열을 주면서 하강, 냉각되어 배기된다.
- 악취물질은 상승부의 고온에서 산화분해되고 무해화되며, 상승류에서 하강류에 교체할 때, 하부에 체류하고 있는 미처리 악취물질이 정화가스에 혼입하지 않도록 정제가스에서 purge하도록 되어 있다.

01

02

03

04

05

06

07

08

(4) 촉매산화법

- 백금, 코발트, 동, 니켈 등의 촉매를 사용하여 저온(약 350℃)에서 완전연소를 행하여 보조연료의 경비를 저감시키는 방법이다.
- 50~1,000m³/hr 정도의 처리가스 용량이 효과적이고, 여러분야에 폭넓게 적용 가능하며, 탄화수소계의 악취물질의 제거에 효과적이다.
- 배출량이 작고, 농도가 저농도이며, 촉매독이 함유되지 않은 경우에 적정하다.
- 낮은 연료 요구량, 낮은 운전온도, 단연대가 필요없고, 화재위험이 적으며, 적은 부피와 크기가 소요된다.

(5) 토양탈취법

- 악취물질을 토양층에 통과시켜 간극수에 흡수, 토양입자의 흡착, 토양미생물에 의한 생물화학적 분해 및 토양성분과의 화학반응에 의한 중화 등의 복합적인 작용, 효과에 의해 취기를 경감, 제거하는 방법이다.
- 사상균, 세균, 조류, 원생물등의 에너지원의 종류와 생체 구성물질의 합성에 필요한 영양원의 종류에 따라 탈취 및 분해하는 미생물들이 다르게 작용한다.
- 미생물의 증식에 영향을 주는 인자로는 pH, 온도, 산소, 이산화탄소등이 있다.
- 토양이 건조되는 것을 피하기 위해 살수장치가 필요하며, 토양공급의 폐쇄 가능성 및 강우시 단락류가 발생할 가능성이 있고, 한랭지에서는 동결방지에 대한 대책이 필요하다.

(6) Bio Filter

- 반응조 내부의 충전된 담체 표면에 생물막을 형성하고 담체가 충전된 바이오필터로 이송된 가스는 생물막 표면에 흡착, 흡수되고 미생물에 의한 산화 반응으로 이산화탄소와 수분 등으로 분해됨으로써 악취를 제거하는 방법이다.
- 생물학적 산화를 최적화하기 위해 습도, 온도 및 pH를 조절하여야 한다.
- 물에 대한 용해도가 높고 분자량이 작은 화합물의 제거에 적합하다.
- 효율은 층내의 공기 체류시간에 좌우됨에 따라 난분해성 할로겐 화합물에 대해서는 비효과적이다.

<표 5.2-82> 악취방지기술의 비교

구 분	외 형	형 식	내 용
세정법		약액세정법	• 악취성분을 약품과 반응시켜서 중화반응에 의한 고정 및 산화분해반응 이용 • 산성 악취Gas : 가성소다, 소다회수용액 등 이용 • 알칼리성 악취Gas : 묽은 황산 • 지방산, 아민류 등 광범위한 악취성분에 적용가능 • 제거장치의 관리가 용이
흡착법		흡 착 법	• 저농도 취기에 효과적 • 탈취효율이 우수 • 장치구조가 간단하여 설치공간이 적음 • 유지관리가 용이 • 배수시설이 필요없음
연소 산화법		축열연소법	• 열교환으로 축열재를 이용하는 고온(700~800℃)에서 악취물질을 연소분해 • 축열재에 의한 열교환에 의하여 열회수율 95% • 모든 악취가스에 적용이 가능하며 탈취효율 우수 • 처리가스가 다량인 경우 적합 • 설비가 크고, 유해물질(N, S, Cl)에 주의 필요
연소 산화법		촉매연소법	• 촉매를 이용하여 저온(250~350℃)에서 악취성분을 산화 분해함. • 가연성 유기 악취가스는 대부분 적용 가능 (스틸류, 아세트알데히드, 크실렌등 가연성 탄화수소 적용가능) • 보조연료가 적게 들지만 연료관리의 자동화 필요 • 촉매의 피독 등의 비활성화 우려
생물학적 탈취법		토양탈취법	• 토양층에 서식하는 미생물을 이용하여 악취성분을 산화시킴 • 모든 악취가스에 적용이 가능(아세트알데히드, 스틸렌, 이황화메틸, 황화수소, 메틸메틸탄, 황화메틸류, 아민류, 암모니아 등)
		Bio Filter	• 미생물이 증진된 유기담체를 이용하여 악취성분을 산화분해 시킴 • 처리대상 악취 성분이 미생물에 분해될 수 있어야 함 • 유입가스가 고온이거나 다량의 분진 함유시는 전처리 필요

01

02

03

04

05

06

07

08

2.14.2 환기 계획

- 지하공간에 있어서 환기의 기본적인 목적은 지하공간내에서 활동하는 사람에게 신선한 공기를 공급하고, 폭 발생 또는 유독성 가스, 연기, 분진 등을 허용농도 이하로 처리하여 지표로 배출함으로써 사람이 생활하고 작업하기에 쾌적한 공기 및 온습도를 유지하는데 있다.
- 지하공간의 소요 환기량은 여러 가지 요소에 의해 결정되며, 그 중에서 아래와 같은 세가지 요소에 의한 산출치중 가장 많은 양을 소요환기량으로 산정한다.
 - ① 공간내의 최대 체류 인원수
 - ② 가연성, 유독, 유해가스의 발생량 및 탈취량
 - ③ 기온 및 습도
- 환기계통은 풍도, 급기팬, 배기팬, 각종 조절장치 등으로 구성되어 있으며, 환기량 해석을 통해 풍량 및 지하공간내의 고온 환경이나 화재시의 대책등을 검토하여야 한다.
- 급기 및 배기시설은 외부에 설치할 경우 주변경관 및 상부 조경계획과 연계하여 주민친화적이며 혐오감이 없도록 하여야 한다.
- 환기기초시설에서 발생하는 악취는 포집되어 악취처리시설에서 처리 후 배기되며, 맑은 공기는 흡기팬을 통해 공급됨으로써 작업장을 쾌적한 상태를 유지하여야 한다.
- 지하에서 발생하는 냄새와 가스가 외부로 확산되는 것을 방지하기 위해 지하공간 내부의 기압은 지상 및 외부공간보다 항상 일정 수준 낮게 유지하여야 한다.
- 지하 유지관리공간 환기시스템의 종류는 다음과 같다.

<표 5.2-83> 탈취시설 분리설치 사유

구 분	무덕트FAN 방식	고속노즐 방식	일반덕트 방식
개 요	• 급기 및 배기 송풍기를 송풍기실에 설치하여 급배기하고 다수의 유인FAN을 설치하여 공기를 배기측으로 유도하는 방식	• 급기 및 배기 송풍기를 설치하여 급배기하고 별도로설치된 터보 송풍기를 운전시켜 다수의 노즐을 통해 공기를 분산시켜 배기측으로 공기를 유도하는 방식	• 급기 및 배기 송풍기를 설치하고 지하층내에 급기 및 배기 덕트를 연결하여 환기시키는 방법
소음도	• 55dB	• 65dB	• 45dB
장 점	• 공기유입량이 많아 혼기효과가 좋다 • 기류분포가 균일하다 • 타설비와 간섭이 적다	• 공기 유입량이 많아 환기 효과가 좋음 • 공기류분포가 균일	• 유지관리 용이 • 저소음으로 운전 정숙

○ 지하층 악취농도별 환기방식은 다음과 같다.

<표 5.2-84> 지하층 악취농도별 환기방식 검토

악취농도	시 설 물	환기방식
고농도	협잡물제거기, 케익호퍼 등 슬러지처리시설, 분뇨/정화조찌꺼기 전처리시설	덕트방식
중농도	침사지, 유입펌프장, 협잡물호퍼 등 전처리시설	덕트방식
저농도	지하 유지관리공간(일차침전지, 유출입수로, 혐기조, 무산소조, 포기조 등 수처리시설 상부), 공동구, 구내도로 등	덕트방식+ 기류유인팬

2.15 에너지 효율화 및 자립화 시설계획(통합바이오 시설계획)

○ 에너지 절감계획 및 통합바이오 등 신·재생에너지 이용계획을 통하여 대기환경 보전 및 에너지 자급을 향상에 기여하며, 지속가능한 저탄소 녹색성장의 정부 방침에 부합되는 공공하수처리시설 건설을 위하여 공공하수처리시설에서 적용 가능한 각종 에너지 절감방안 및 신·재생에너지 이용계획을 수립하여 적극 추진하여야 한다.

2.15.1 에너지 절감계획

가. 에너지 절감방안

- 하수처리공정과 에너지를 많이 사용하는 기계설비에서 최대의 소비전력은 반응조에서 호기성 생물산화를 촉진하기 위한 산소공급을 행하는 장치(송풍기, 포기장치 등)이다.
- 하수처리시설에서의 기기별 전력소비전량에서 송풍기의 전력소비량은 전체 전력소비량의 40%를 초과하고 있어 이 부분에서의 기기효율 개선 등이 특히 요구된다. 포기조에서의 에너지 절감방안으로는 인버터형 송풍기 및 초미세기포장치 등을 설치하는 것이 효과적이다.
- 처리공정 및 토목계획에서는 최적 구조물 배치를 통한 수두 손실의 적정화, 컴팩트한 수처리공정계획 및 탈수찌꺼기 감량 등 기본적인 처리공정의 합리화를 통하여 에너지를 절감할 수 있다. 또한 건축 및 조경계획을 수립할 경우에도 에너지 절감 계획을 유념하여 설계에 임하여야 할 것이며 고효율, 장수명을 고려한 측면 및 수선주기와 성능을 고려한 자재선택 계획을 수립하여야 한다.

나. 에너지 절감방안 검토

1) 승기공공하수처리시설 에너지 소비 현황

- 승기공공하수처리시설의 에너지 소비는 대부분 전력 형태로 이용되며, 최근 3년(2019~2021년)간 평균 전력 사용량은 27,563mWh로 조사되었다.
- 주요기기별 전력사용량의 40.1%가 포기조 송풍기에서 소비되는 것으로 나타났으며 주요 기기별 전력사용량은 다음과 같다.

<표 5.2-85> 주요 기기별 연평균 전력사용량

구 분	주요 기기별 전력사용 비교(연평균)						
	계	포기조 송풍기	유입펌프	슬러지 탈수설비	슬러지 이송펌프	방류펌프	기 타
사용량(MWh)	27,563	11,053	5,871	1,764	992	634	7,249
비율(%)	100.0	40.1	21.3	6.4	3.6	2.3	26.3

주) 주요기기별 전력사용 비율은 “하수처리시설 에너지 자립화 기본계획(10.1.,환경부)” 상의 전국 하수처리시설 기기별 전력사용 비교자료 참조

- 승기공공하수처리시설은 전국 A₂O계열 유사용량(17만~37만m³/일) 하수처리시설 평균 전력사용량 대비 90% 수준으로 낮은편이나 에너지 자립율은 전무한 것으로 나타났다.

<표 5.2-86> 유사규모 하수처리시설 전력사용량(17만~37만m³/일)

구 분	17만~37만m ³ /일 규모 하수처리시설 전력사용량		
	전국평균	승 기	비 율(%)
년간 전력사용량(MWh)	30,639	27,563	90
에너지자립율(%)	12.6	-	-

2) 에너지 절감 목표 설정

가) 검토기준 설정

- 현대화사업 시행 전·후 전력사용량의 변동사유가 없는 것으로 가능하여 운영자료에 의한 사용량을 기준으로 계획 수립하였다.

<표 5.2-87> 시설용량

구 분	당 초	금 회	비 고
시설용량(m ³ /일)	275,000	270,000	시설용량 변경 5,000m ³ /일(1.8%) 감
수처리공법	A2O계열	A2O계열	금회 처리공법은 입찰결과에 따라 변경

나) 저감목표 설정 및 에너지 효율화 계획

- 하수처리시설 지능화 시스템 설치, 고효율 기자재 선정 및 제로에너지 건축물 설계기준 설정 등 당초 사용량의 7% 이상 전력사용량 절감목표 수립하였다.

<표 5.2-88> 저감목표 설정 및 에너지 효율화 계획

구 분	전력사용량 저감 목표 설정 및 에너지 효율화 계획			
	계	송풍기	유입펌프	기 타
사용량(MWh)	27,563	11,053	5,871	10,639
저감량(MWh)	1,931	1,105	294	532
저감비율(%)	7%	10~15%	5~10%	5~10%
주요시설계획	-	· 지능화시스템 · 인버터 송풍기	· 인버터 펌프	· 하이브리드, 광덕트조명 등

(1) 고효율 기자재의 선정

- 각종 전동기 기자재 선정시 고효율 전동기 적용

- UV 소독설비 적용시 고출력 저압램프 사용
- 기계식 농축기 및 탈수기 기자재 선정 시 저동력 농축기 혹은 고효율 탈수기 적용
- 송풍기 뿐 아니라 주요 기자재에 인버터 제어형 설비 적용
- 고효율 변압기 선정에 의한 무부하 및 부하손실 저감으로 전력비 절감
- 역률자동제어장치를 사용으로 변압기 역률개선
- 각종 조명기기 선정시 무전극 램프, LED 형광등, 초 절전형 형광등 등 사용

(2) 건축 및 조경 계획

- 각종 창호 설계 시 단열 및 단열창호 강화에 의하여 냉난방 에너지 절감
- 건축물 상부 옥상녹화 계획을 통하여 미적 효과 외 복사열 차단에 의한 냉난방 부하 감소로 에너지 절감
- 각종 건축 기계설비 도입 시 전열교환식 환기장치 등 고효율 기기를 적용

(3) 기타 에너지 절감 방안

- 탈수찌꺼기 감량화로 하수찌꺼기 처리비용 절감을 통한 에너지 절감
- 송풍기 배기열등 미활용에너지 회수장치를 통한 에너지 절감

<표 5.2-89> 공공하수처리시설의 에너지 절감 방안(예시)

				
광덕트 조명	하이브리드가로등	인버터 제어	고효율전동기	전열교환식 환기

다) 하수처리시설 지능화 시스템 설치

- 환경부 정책 목표에 따라 4차 산업기술(ICT, IoT 등)을 적용한 3.5단계(조건부 자동화) 수준의 자동제어시스템 적용하였다.



<그림 5.2-27> 하수처리시설 지능화 시스템(예시)

2.15.2 신·재생에너지 이용 계획

가. 기본방향

- 신·재생에너지는 높은 초기투자비라는 큰 장애요인에도 불구하고 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안이라는 점에서 선진 각국에서는 이에 대한 과감한 연구개발과 보급정책 등을 추진해오고 있다. 신·재생에너지산업은 기존에너지원 대비 가격경쟁력 확보 시 IT, BT, NT산업과 더불어 우리나라의 차세대 성장동력이 될 수 있는 미래산업으로 평가받고 있다.
- 따라서 공공하수처리시설에 대해 청정에너지의 사용을 확대하고 에너지와 자원을 절약하는 등의 녹색기술 도입을 활성화함으로써 지속가능 발전을 도모하기 위하여 신·재생에너지 이용계획은 제주도 특성에 적합한 상세한 계획을 수립 제시하여야 하며, 또한 사업의 특성과 현장여건을 종합적으로 검토하여 경제적인 설비를 반영하여야 한다.

나. 신·재생에너지 개요

- 현재 세계는 화석 에너지에 절대적으로 의존하면서 화석 에너지의 핵심인 석유 가격의 급락에 따라 갖가지 파생되는 문제점을 감수하며 살고 있다. 고유가의 이유는 매장량의 한정, 매장지역의 편중, 환경문제의 유발, 재생 불가능에너지 등의 문제점을 꼽을 수 있다. 화석 에너지의 현재 매장량은 석유는 약 40년, 석탄은 약 320년, 가스는 약 66년 후에는 고갈돼 버릴 것으로 예상된다.
- 화석에너지는 각종 공해물질이나 지구 온난화의 주범으로 알려진 이산화탄소를 대량 배출한다. 따라서 화석에너지를 대체할 에너지를 찾는 것이 시급하다. 특히 우리나라는 사용되는 에너지의 97%를 수입에 의존하고 있기 때문에 깨끗하고 안전한 미래 에너지 개발이 시급한 실정이다.
- 최근 10년간 국내 에너지 소비는 매년 10%라는 세계 최고의 증가율을 기록하고 있으며, 온실가스배출량 역시 세계1위를 기록하고 있다. 다행히 세계기후협약 이행이 늦추어지고는 있지만, 머지않아 우리도 참여하지 않을 수 없는 형편이어서 대체에너지 개발의 필요성은 더욱 무게 중심을 더해가고 있는 실정이다.
- 신·재생에너지는 석유, 석탄, 원자력 또는 천연가스 등 화석연료가 아닌 햇빛, 바람, 물 등 친환경, 비고갈성, 기술주도형 에너지를 말한다. 신·재생에너지는 고유가 및 기후변화협약 발효 등에 대응할 수 있는 핵심 대안이며, 에너지공급방식이 중앙공급식에서 지방분산화 정책으로 전환하는 시점과 맞물려 환경, 교통, 안보 등을 고려한 Local자원의 활용측면에서도 적극적인 추진이 요망되고 있는 실정이다.
- 일반적인 신·재생에너지의 정의는 다음과 같다.
 - － 「신에너지 및 재생에너지 이용·개발·보급 촉진법 제2조」에 의해 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 11개분야 지정
 - － 신에너지 : 수소, 연료전지, 석탄액화가스화(3개 분야)
 - － 재생에너지 : 태양열, 태양광발전, 풍력, 바이오매스, 소수력, 지열, 해양, 폐기물 (8개 분야)

다. 신·재생에너지 종류

1) 태양광 이용기술

- 태양광 발전은 태양광을 직접 전기에너지로 변환시키는 기술로 햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기를 발생하는 태양전지를 이용한 발전방식이다.
- 태양광 발전시스템은 태양전지(solar cell)로 구성된 모듈(module)과 축전지 및 전력변환장치로 구성된다. 태양전지(太陽電池 : solar cell, solar battery)는 태양에너지를 전기에너지로 변환할 목적으로 제작된 광전지로서 금속과 반도체의 접촉면 또는 반도체의 pn접합에 빛을 조사(照射)하면 광전효과에 의해 광기전력이 일어나는 것을 이용한 것으로 금속과 반도체의 접촉을 이용한 것으로는 셀렌광전지, 아황산구리 광전지가 있고, 반도체 pn접합을 사용한 것으로는 태양전지로 이용되고 있는 실리콘광전지가 있다.

2) 풍력

- 바람의 힘을 회전력으로 전환시켜 발생하는 유도전기를 전력계통이나 수요자에게 공급하는 기술로 풍력이 가진 에너지를 흡수, 변환하는 운동량변환장치, 동력전달장치, 동력변환장치, 제어장치 등으로 구성되어 있으며, 각 구성요소들은 독립적으로 그 기능을 발휘하지 못하며, 상호 연관되어 전체적인 시스템으로서의 기능을 수행한다.
- 기계장치부 바람으로부터 회전력을 생산하는 Blade(회전날개), Shaft(회전축)를 포함한 Rotor(회전자), 이를 적정 속도로 변환하는 증속기(Gearbox)와 기동·제동 및 운용 효율성 향상을 위한 Brake, Pitching & Yawing System 등의 제어장치부문으로 구성된다.
- 풍력은 주요한 친환경에너지원이지만 야간 소음에 의한 민원소지 발생 우려 및 고도제한 등을 고려한다

3) 연료전지

- 연료의 산화에 의해서 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 전지로 일종의 발전장치라고 할 수 있으며, 산화·환원반응을 이용한 점 등 기본적으로는 보통의 화학전지와 같지만, 닫힌 계내(系內)에서 전지반응을 하는 화학전지와 달라서 반응물이 외부에서 연속적으로 공급되어, 반응생성물이 연속적으로 계외(系外)로 제거된다. 가장 전형적인 것이 수소-산소 연료전지이다. 수소 외에 메탄과 천연가스 등의 화석연료를 사용하는 기체연료와, 메탄올(메틸알코올) 및 히드라진과 같은 액체연료를 사용하는 것 등 여러 가지의 연료전지가 나왔으며 이 중에서, 작동온도가 300℃ 정도 이하의 것을 저온형, 그 이상의 것을 고온형이라고 한다. 또, 발전효율의 향상을 꾀한 것이나, 귀금속 촉매를 사용하지 않는 고온형의 용융탄산염 연료전지를 제2세대, 보다 높은 효율로 발전을 하는 고체전해질 연료전지를 제3세대의 연료전지라고 한다.

4) 바이오 에너지

- 태양광을 이용하여 광합성되는 유기물(주로 식물체) 및 동 유기물을 소비하여 생성되는 모든 생물 유기체(바이오매스)의 에너지를 바이오에너지라 한다. 바이오에너지 생산기술이란 동 생물 유기체를 각종 가스, 액체 혹은 고형연료로 변환하거나 이를 연소하여 열, 증기 혹은 전기를 생산하는데 응용되는 화학, 생물, 연소공학 등을 일컫는다.

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 5.2-90> 바이오 에너지 특징

장 점	단 점
• 풍부한 자원과 큰 파급효과 • 환경 친화적 생산시스템 • 환경오염의 저감 (온실가스 등) • 생성에너지의 형태가 다양 (연료, 전력, 천연화학물 등)	• 자원의 산재 (수집, 수송불편) • 다양한 자원에 따른 이용 기술의 다양성과 개발의 어려움 • 과도 이용시 환경파괴 가능성 • 단위 공정의 대규모 설비투자

5) 소수력

- 소수력발전은 물의 유동을 이용한 시설용량 10,000kW이하의 수력발전으로 국내 소수력발전은 '82년 이후 정부의 지원으로 현재까지 40개 지역에 (시설용량 약 53,408kW) 설치되었으며, 연간전력생산량은 약 1억 kWh이다. 소수력발전은 전력생산 외에 농업용 저수지, 농업용 보, 공공하수처리시설, 정수장, 다목적댐의 용수로 등에도 적용할 수 있는 점을 감안할 때 국내의 개발 잠재량은 풍부하며, 또한 청정자원으로서 개발할 가치가 큰 부존자원으로 평가받고 있다.

6) 하수열

- 하수는 지중에 흐르면서 바깥 온도변화에 상관없이 연평균 15℃(여름 24~26℃, 겨울 9~11℃)를 유지하여 대기온도와 비교할 때 겨울철에는 10℃정도 높고, 여름에는 10~15℃ 정도 낮다. 이러한 하수의 온도 특성을 이용하여 온도차 에너지를 얻을 수 있다. 하수열을 이용한 냉난방시스템은 하수 유입량이 거의 일정하고, 그냥 버려지는 하수를 재이용하기 때문에 지속적으로 일정량의 에너지를 공급받을 수 있으며, 일반적으로 도시지역에서는 공급처와 수요처가 가깝다는 점에서 주목받고 있다.
- 하수처리수를 냉난방, 급탕용 열원으로 사용하기 위해 기본적으로 열변환 설비인 히트펌프를 사용하고 있다. 겨울에는 하수관에서 흡수한 열원을 히트펌프의 증발기로 공급해 50~70℃까지 데워 난방을 하고, 여름에는 히트펌프의 사이클을 반대로 적용해 냉방한다.

7) 지열

- 지구 내부에서 표면을 거쳐 외부로 나오게 되는 열인 지열로 발생한 증기를 이용하는 것이다. 빗물이 단층 등을 통해서 지하로 흘러 들어갈 때, 그 근처에 마그마가 모여 있으면 고온의 물이 되는데 이 때 우물을 파면 물의 압력이 낮아지면서 고온의 수증기가 되어 뿜어 나오게 된다. 이 증기로 터빈을 돌리는 것이 지열 발전이다. 지열발전은 운전기술이 비교적 간단하고 가동률이 높으며 잉여 열을 지역에너지로 이용할 수 있다는 이점이 있다. 열수로써 분출하는 경우는 증기만을 얻고 물은 흘려보내거나, 열 교환기에 보내어 물을 증발시켜 보내는 방식을 취하기도 한다.

<표 5.2-91> 신·재생에너지 비교

구 분	소화(Bio)가스	태양광	연료전지
기술개요	• 소화조 발생가스를 보일러나 발전기에 연결하여 사용	• 햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기에너지 발생	• 연료산화에 의해 생기는 화학 에너지를 전기에너지로 변환
공정형상			
설치단가 (천원/kW)	3.5억/천m ³	9,330	3,000
투자비 회수기간	—	39년	8~9년
장 점	• 소화조 운영시 자연발생	• 유지관리비 낮음 • 소음 및 오염발생 없음	• 도심지 설치가능 • 소화조 연계가능 • 무진동 및 무소음
단 점	• 운전조건에 따른 발생량 변동	• 초기투자비 높음 • 넓은 소요부지 • 일조량에 발전량 변동 • 고도제한 검토 필요	• 유지관리비 높음
적용방안	• 자체투자	• 경제성(B/C)있을 경우적용 단, 유지관리 비용 등 고려	• 바이오가스 이용 • 전력생산→한전매각

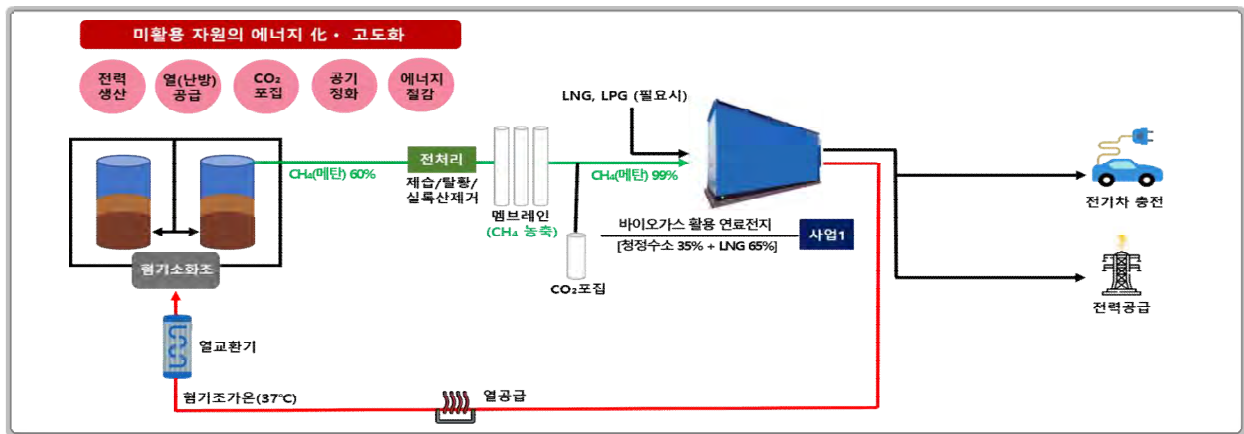
<표 계속> 신·재생에너지 비교

구 분	소수력	풍력	하수열
기술개요	• 물의 유동을 이용한 시설 용량 10,000kW이하의 수력발전	• 바람의 힘을 회전력으로 전환 시켜 전기에너지 발생	• 열원(하수)으로부터 열을 흡수 하여 고온의 열원발생(온도차 에너지)
공정형상			
설치단가 (천원/kW)	3,420	4,540	3,730
투자비 회수기간	13~14년	15년	6년
장 점	• 유지관리비 낮음 • 안정된 전력생산 • 온실가스 배출없음	• 유지관리비 낮음	• 소요부지 작음
단 점	• 2m이상 낙차 필요 • 유량에 전력발생량 변동	• 기후에 따른 발전량 변동 • 야간 소음으로 민원소지 발생우려	• 냉난방용
적용방안	• 경제적(B/C)일 경우 적용 단, 유지관리 비용 등 고려	• 자체투자 • 고도제한 검토필요	• 인근 지역난방 연계

나. 신·재생에너지 활용 계획

1) 바이오 에너지 활용

- 적용성 : 하수찌꺼기 감량화를 위한 혐기성 소화조를 이용하여 하수처리 공정내에서 안정적으로 확보 가능한 에너지원
- 공사비 : 300억원
 - 고효율 혐기성 소화조 및 교반, 가스저장, 가용화시설 등
- 바이오 에너지량 : 18,859Nm³/일(메탄가스 11,316m³/일)
 - 바이오 에너지 열량 기준 97,766,914kcal/일, 전력량 기준 102,314kWh/일
- 수소연료전지 설치계획
 - 바이오 에너지로부터 청정수소를 정제하여 연료전지를 통한 시설 내 전력공급 및 전기차(수소차) 충전소 공급)



<그림 5.2-28> 수소연료전지 설치계획(예시)

2) 하수 및 하수처리수 활용

- 소수력 발전
 - 방류구 등 물의 유동일 이용하여 낙차 2m 이상 확보 가능 시 설치가 가능하므로 수리조건에 따라 설치 불가능
- 하수열 발전
 - 하수의 온도차에 의한 에너지를 활용하며 설비의 잦은 고장 등 유지관리가 어려우므로 금회 1계열 시범설치 후 운영여건에 따라 확대 보급계획 수립



< 소수력 발전 >



< 하수열 발전 >

<그림 5.2-29> 하수 및 하수처리수 활용방안(예시)

3) 시설공간 활용

○ 태양광 발전

- 인천광역시 최근 3년 평균 일조시간이나 3.4hr 기준 1MWh 발전을 위한 소요면적이 10,000m² 이상 필요하므로, 신규 건축물 상부 및 벽면등을 활용한 소규모 시설 설치

○ 풍력발전

- 인천광역시 최근 3년 평균 풍속이 3.0m/s으로, 풍력발전기 설치가능 풍속(5.0m/s 이상) 미만으로 금회 적용 어려움



< 소수력 발전 >



< 하수열 발전 >

<그림 5.2-30> 시설공간 활용방안(예시)

다. 에너지 자립화 계획

- 바이오가스 활용 가능량 : 최대(하절기 기준) 14,231m³/일
- 용량검토결과 발생 바이오가스의 65~75% 활용 가능
- 열량환산시 69백만kcal~80백만kcal 활용 가능
- 바이오 에너지를 이용한 연료전지 발전, 스마트 하수처리시설 시스템 및 고효율 기자재 도입 등을 통한 에너지 자립화율 90% 달성목표 수립

1. 혐기성소화조 설치조건

- 가. 물질수지에 의한 소화조 유입 슬러지발생량 : 1,027m³/일
- 나. 소화조 용량검토 : 20 ~ 25일(하수도설계기준 해설편 p.973, 중온소화)
- 다. 소화조 규격 결정 : Ø22.0m × 11.0mHe × 6지

2. 바이오가스 발생량

- 가. 소화조 VS 감량율 : 60% 적용
- 나. 물질수지에 의한 유입 VS 부하량 : 35,819kg/일
- 다. 소화효율 : 41.3%(하수도설계기준 962p. 소화효율 25~60%내 만족)
- 라. 소화조 VS 제거량 : 21,492kg/일
- 마. VS제거에 따른 가스발생율 : 0.88m³/kgVS
- 바. 바이오가스내 메탄함량 : 60%
 - ※ C10H19O3N→5.78CH4+2.47CO2+0.19C5H7O2N+0.81NH4++0.81HCO3-
(by McCarty, 하수도설계기준 p.961) 참조
- 아. 가스(메탄)발생량 : 18,859(11,316)m³/일
- 자. 발열량 : 97,767,742kcal/일 (하수도설계기준 p.1003 참조)

< 바이오가스 발생량 검토(1) >

3. 잉여가스발생량

가. 소화조가온열량 : 하절기 17,459,519kcal/일, 동절기 27,729,825kcal/일

※ $Q1 = Qi \times Cp \times (Td - Ts) \times 1,000$

※ Td : 소화조 가온 온도 (37℃)

※ Ts : 유입슬러지 온도 (하절기 20℃, 동절기 10℃ 적용)

나. 소화조손실열량 : 하절기 615,815kcal/일, 동절기 879,736kcal/일

※ $Q2 = 24 \times \alpha \times A \times \Delta T$

※ A : 소화조 표면적 (지상부 2,281㎡, 지하부 6,842㎡)

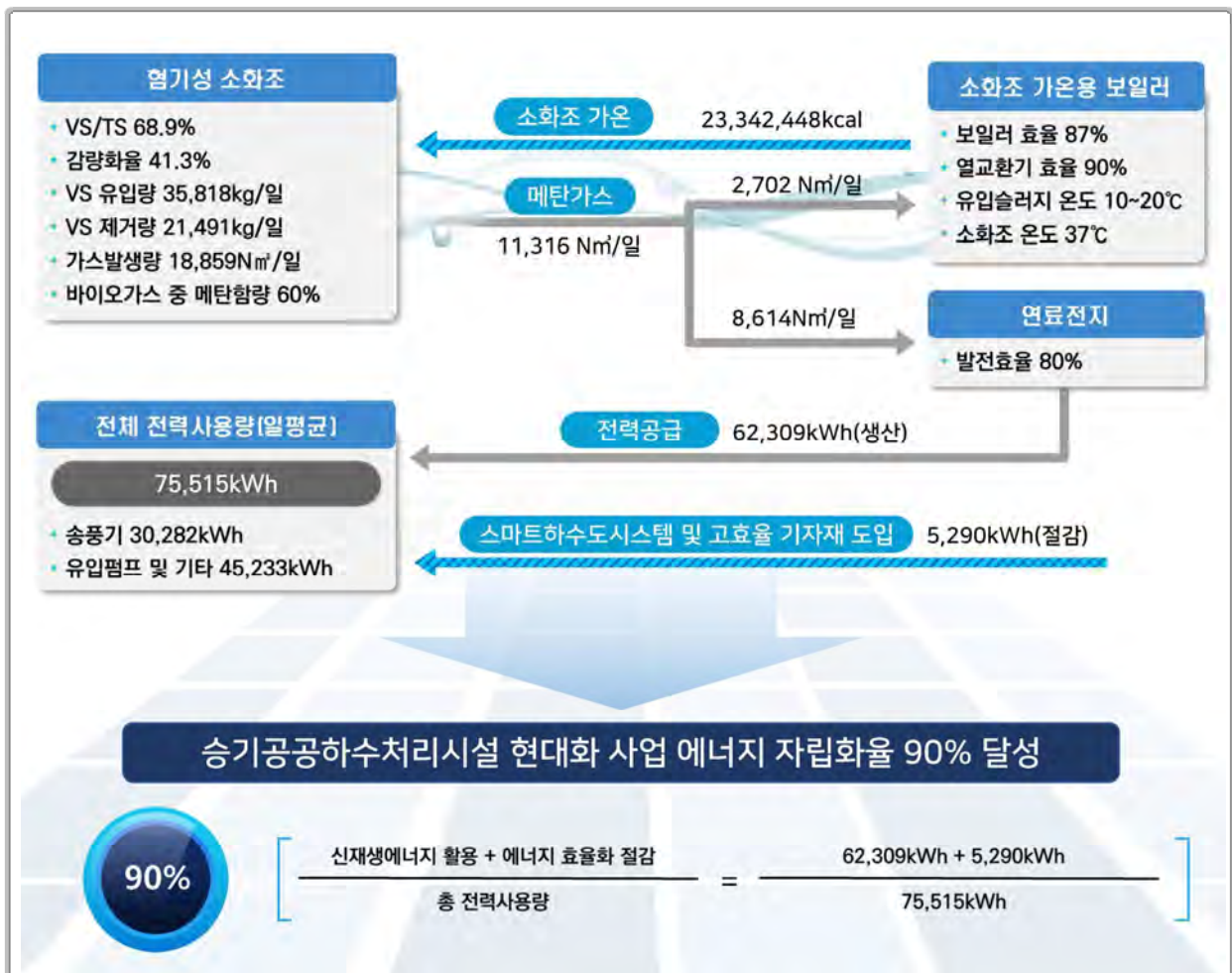
※ ΔT : 소화조 내외부 온도차 (내부 37℃, 외부 지상부대기온도, 지하온도)

– 지상부 대기온도는 최근3년간 하절기 및 동절기 평균 최저온도 적용

– 지하부는 동결심도 이하에 매립되므로 0℃이상 적용

다. 잉여가스 발생량 : 하절기 14,231㎥/일, 동절기 12,349㎥/일

< 바이오가스 발생량 검토(2) >



※ 에너지 변환 기준

1. 메탄가스 1Nm³/일 ≒ 8,640kcal (하수도시설기준 p.1003 참조)

2. 전력량 1kWh ≒ 860kcal (보일러, 에어컨 등 냉난방 전력량 기준)

<그림 5.2-31> 에너지 자립화 계획(예시)

3. 지하화방안 검토

3.1 구조물 지하화에 따른 복개계획

3.1.1 지하화 개요

가. 지하화방안 수립 배경

- 인천광역시 1992년 26만톤 규모의 가좌공공하수처리시설과 1995년 24만톤 규모의 송기공공하수처리시설 가동을 시작으로 2000년대 초반까지 총 13개의 공공하수처리시설이 설치·운영되었으며 도시화에 따른 하수처리시설 기능 강화를 위해 공공하수처리시설의 고도처리공정 도입사업을 시행하는 등 1990년부터 2000년대까지 하수도시설의 양적 확장시기를 거치다가 2021년 현재에는 가좌, 송기하수처리시설과 같은 하수도 확충시기 초기에 건설된 처리시설의 노후화로 인한 각종 민원이 발생되고 있는 실정이다. 현재 인천광역시는 최초설치 후 30년가까이 운영되었던 하수처리시설의 내구연한 도래 문제, 하수처리시설 인접지역의 도시화, 지속적인 수질기준의 강화 및 고도화 그리고 지역주민의 다양한 하수도 서비스 요구 등의 복합적인 원인에 따라 공공하수처리시설의 위상 및 역할 변화를 강요받고 있는 실정이며 이에 따른 공공하수처리시설의 현대화를 통한 처리기능의 강화와 더불어 다양한 복합기능의 추가 필요성이 높아지고 있다.
- 내구연한이 도래된 공공하수처리시설은 하수처리기능 약화에 따른 방류수질 기준의 상시 준수가 어려운 경우가 많으므로 노후화된 하수처리시설의 기능을 강화하고 도심지에 위치한 하수처리시설의 효율적인 공간 활용 가치를 향상시키며 더 나아가 하수처리라는 단일 기능에 다양한 기능을 추가하기 위한 공공하수처리시설 현대화사업의 필요성이 대두되고 있다.

나. 지하화방안 수립의 필요성

- 기존의 하수처리시설은 발생하는 오수나 하수를 처리하는 단순한 기능을 가진 시설로 인식 되어져 있으며, 수질오염 예방과 환경개선을 위해 가동되고 있지만, 혐오시설이라는 부정적인 이미지를 벗어나지 못하고 있다.
- 지하화 방안 수립을 통한 친환경 주민친화적 하수처리시설의 설치에 부정적 이미지를 탈피하여 환경개선과 보호를 위한 시설로 지역사회에 도움이 되는 시설, 주민들과 함께 할 수 있는 공간이 조성되는 것을 말한다. 따라서 하수처리시설은 단지 오수나 하수를 처리하기 위해서만 만들어진 시설이 아니라, 도시민들이 자연을 접할 수 있는 오픈스페이스를 제공함으로써 일상생활 속에서의 휴식과 여가를 즐길 수 있는 공간, 다양한 지역문화를 수용함으로써 지역주민들이 활용할 수 있는 새로운 문화 공간, 이용 효율이 높은 운동 및 체육시설을 도입하여 체력단련 및 주민화합을 도모할 수 있는 공간 그리고 생태공간 및 체험공간을 제공하여 수처리과정이나 생태환경을 체험하고 학습하는 체험학습장 등으로 조성되어지는 것을 의미한다. 이러한 주민친화시설을 바탕으로 하수처리시설이 주민 생활개선과 주변 환경 개선에 크게 이바지 하는 시설임을 각인시켜 이미지를 개선할 수 있을 것이다.

01

02

03

04

05

06

07

08

- 지역 및 지역주민에게 환경친화적인 방식으로 공공하수처리시설을 설치하여 종래의 혐오시설로서의 이미지 해소 및 환경교육장의 역할을 하도록 신규로 시설하는 도심지 인근 공공하수처리시설은 가급적 지하화하고, 지상부지는 공원 또는 운동시설 등 주민편의 공간으로 활용하는 방안을 강구하되 주민들의 시설이용도를 고려하여 적정시설을 계획하여야 한다.

3.1.2 기본방향

- 공공하수처리시설의 악취, 소음·진동 등 2차공해 방지와 혐오시설로서의 불신감 해소 및 민원발생의 해결을 위해 하수처리시설의 외부에 차폐녹지를 설치하여 외부와 격리시키고 상부에 돌출되는 악취발생시설인 침사 및 협잡물 호퍼 등 시설물을 건축물에 내장시켰으나 개선효과에 한계를 나타내고 있어 근본적인 해결이 필요함에 따라 처리시설의 지하화를 위해 구조물의 복개방식에 대해 검토하였다.
- 복개방식에 대해 단식 및 이중복개와 기존 공공하수처리시설의 개조에 사용되고 있는 상부덮개복개 방식에 대해 검토하였으며 3가지 안에 대한 개요 및 특징은 다음과 같다.

가. 단식복개 (반지하화)

- 단식복개는 처리시설 상부 유지관리 공간을 제외하고 복개하여 별도의 작업공간이 없이 밀폐시키는 방식이다. 유지관리 작업공간이 지상부에 노출되어 동절기 및 하절기 작업조건이 나빠지며, 특히 전용 유지관리 맨홀을 통해 작업이 이루어지므로 기기의 고장 발생시 작업이 어렵고 노출기기는 적설 및 빙결로 인한 피해를 받을 수 있다. 특히 지상부에는 각종 시설 등이 돌출되어 상부이용이 어려운 단점이 있다.

나. 이중복개 (지하화)

- 이중복개는 모든 구조물이 계획지반고 아래에 설치하여 수처리시설 및 유지관리 공간을 지하에 설치하는 방안으로 공사비는 비교안 중 가장 많이 소요되나, 상부를 녹색공원 조성이나 체육시설 설치 등 토지이용 효율의 극대화를 도모할 수 있는 장점이 있으며, 친환경적이고 주민친화적인 시설물 설치로 인해 혐오시설이라는 이미지 개선과 민원발생의 소지를 크게 줄일 수 있다. 필요장소에 점검구 또는 유출입구를 설치하고 제약이 없어 유지관리가 효율적이라 할 수 있다.

다. 상부덮개복개

- 상부덮개복개는 현재 운영중인 대부분의 공공하수처리시설과 같이 상부 OPEN형 구조물이고 악취가 발생하는 처리시설에 대해 덮개를 설치하는 방식이다. 타안에 비하여 공사비는 경제적이고 시공이 용이하나, 단식 및 이중복개 방식에 비해 혐오시설 탈피 및 주민친화적인 시설물 설치 측면에서는 불리하다고 할 수 있다.

라. 기본방향

- 공공하수처리시설의 복개방식중에 이중복개방식(지하화)이 공사비가 다소 많이 소요되는 단점이 있으나 상부부지의 공간이용을 가장 효율적으로 활용할 수 있고, 악취, 소음·진동 등 2차공해 방지측면에서 가장 친환경적으로 시설물 설치에 가장 적합한 방식으로 검토되었다.

<표 5.3-1> 처리시설 복개방식 비교

구 분	단식 복개	이중복개	상부덮개 복개
개요	- 수처리 구조물 지하화 - 지 상 : 유지관리공간 - 지하층 : 수처리 시설물	- 모든 구조물 완전 지하화 - 지 상 : 상부이용 (주민친화적인 다목적 시설) - 지하1층 : 유지관리 공간 - 지하2층 : 수처리시설물	- 상부 OPEN형 구조물 - 지 상 : 유지관리공간 - 지하층 : 수처리시설물
개요도			
장점	- 구조물 지하화로 악취, 소음 진동 측면에서 유리한편 - 공사비는 이중복개에 비해 저렴한 편 - 가파의 반출입 등 접근성이 양호한 편 - 반응조 직접관찰로 유지관리 용이	- 악취, 소음진동 방지 측면에서 가장 유리 - 상부이용계획에 가장 유리하고 주변경관성 양호 - 점검구 또는 유출입구의 설치가 편리하여 유지관리측면에서 양호 - 차입공장의 수온저하 대책 불필요	- 상부 OPEN형 구조물로 시공이 용이 - 공사 및 유지관리 용이 - 조명 환기설비 최소화 - 토공 및 구체 콘크리트 공사등 공사비 가장 저렴 - 반응조 직접관찰로 유지관리 용이
단점	- 악취, 소음진동 방지 측면에서 불리 - 복개반응조의 상부이용을 기대할 수 없음 - 콘크리트 및 덮개노출로 외관 불량	- 구조물 심도가 깊어져 토목공사비 증가 - 유지관리 공간을 위한 조명, 환기, 탈취시설 필요	- 악취, 소음진동 방지 측면에서 가장 불리 - 복개반응조 상부이용 기대 불가능 - 콘크리트 및 덮개노출로 외관 불량

3.1.3 공공하수처리시설 지하화 사례 검토

○ 과거 공공하수처리시설 건설은 처리효율과 기능성을 위주로 도심지 외곽에 설치하여 각종 구조물, 설비 및 건축물 등이 노출되어 악취문제 발생과 시각적 이미지를 저하시켰으나 최근에는 환경친화적이고 부지이용의 효율화를 위해 구조물을 지하화하고 상부에는 주민친화시설 도입이 증가하고 있다.

가. 상부공원화에 의한 주민친화시설 설치

<표 5.3-2> 반지하화 사례

구 분	부산 수영 공공하수처리시설	서귀포 남원 공공하수처리시설
전 경		
상부이용	- 도심지에 위치한 반지하화 시설 - 상부를 체육시설로 이용	- 해안변에 인접한 반지하화 시설 - 주민친화시설 제공(잔디광장 등)

나. 지하화에 의한 상부이용 시설

<표 5.3-3> 지하화 사례

구 분	하남 공공하수처리시설	용인 수지 공공하수처리시설
전 경	 	 
상부이용	• 하수처리시설 지하화 설치 • 공원화시설 : 산책로, 물놀이시설, 잔디광장, 생태연못, 유니온타워 • 주민편익시설 : 다목적체육관(탁구장, 배드민턴장), 테니스장, 농구장, 풋살장, 족구장, 게이트볼장	• 하수처리시설 지하화 설치 • 지상관리동, 지상주차장, 녹색공간, 산책로 • 체육시설 : 축구장, 테니스장, 농구장, 족구장, 게이트볼장, 인라인스케이트장 • 전망타워, 다목적홀, 스포츠센터

다. 일본 적용사례

- 일본의 경우 도심지에 위치하고 있어 주요 건축물 및 일부 설비는 노출되어 있으나 처리시설은 지하화한 후 상부 공간을 주민친화시설로 이용하고 있다.

<표 5.3-4> 일본 사례

구 분	시바우라 수재생센터	아리아케 수재생센터
전 경		
상부이용	• 상업지역 중심부에 위치한 반지하화 시설 • 상부에는 공원, 체육시설을 주민에게 개방 • 대부분의 처리시설은 open되어 있어 중심부 지역이면서도 부지활용도가 높지 않다	• 매립지에 지하화로 계획된 계획시설 • 상부관리동은 테니스장 등의 체육시설, 관리동내 수영장으로 주민에게 개방 • 지하화된 시설로 선구적인 사례

3.1.4 지하화에 따른 문제점 및 개선방안

- 공공하수처리시설 구조물 지하화에 따라 굴착심도가 깊어져 경제성에 영향을 미치게 되며 지하화에 따라 탈취 및 환기, 조명설비, 펌프설비의 전력 소모 증가와 제한된 지하공간에서의 작업수행을 고려할 때 유지 관리의 어려움이 예상된다.

- 또한 지하화에 따라 공사비 및 공사기간이 다소 증가하더라도 하수처리기능이 충분히 확보될 수 있도록 하고 에너지 절감 및 작업환경 개선방안을 강구하여야 할 것이다. 구조물의 지하화에 따른 문제점과 개선방안은 다음과 같다.

<표 5.3-5> 지하화에 따른 문제점 및 개선방안

구 분	문 제 점	개선방안
처리기능 최적화	• 기존 시설물과 연계성 부족 • 설비의 공간제약에 따른 처리효율 저하	• 기존 시설 무중단운영 대비한 연계성 확보 • 처리효율 향상을 위한 효율적 배치
경제성 확보	• 지하구조물의 공사비 증가 • 펌프설비의 전력소모 증가	• 하수유선거리 및 펌프양정의 최소화를 위한 시설집약화 계획
취기 및 환기	• 하수처리 악취발생 • 지하 기류정체로 인한 불쾌감	• 발생취기시설의 포집 및 환기계획 수립
에너지절약	• 지하층 조명시설로 인한 에너지 소비	• 자연채광 도입으로 에너지 절약
유지관리 효율성	• 시설물 유지보수를 위한 공간부족 • 장비반입 및 차량 진출입 불편	• 배관집약화 등 유지관리 편의계획 • 장비반입구의 적정설치 및 차량운반이 가능한 동선 및 층고계획
비상시 대처	• 홍수시 지하시설 안전문제 • 화재, 재난시 긴급대피	• 비상차단시설, 피해방지 대책 • 비상시를 위한 동선연결 및 소화설비 설치

<표 5.3-6> 지하화에 따른 시설별 문제점 및 개선방안

구 분	문 제 점	개선방안
탈취	• 악취관련민원 빈번	• 환기 배출량(지하공간 전체, 구내도로 등)에 대하여는 탈취설비 흡입부로 강제 배출하여 탈취한 후 처리시설 외부로 배출함을 기본으로 반영
		• 탈취성은보증치를 법적기준보다 강화하여 반영
		• 효율적인 악취확산 방지 및 제거를 위해 CFD 해석 반영
환기	• 염해방지	• 모든 급기장치에는 필터를 계획하는 등 외기에 포함된 염분의 실내침투를 방지할 수 있도록 지역특성을 고려하여 계획
	• 송풍기실 온도상승	• 송풍기 기계실의 온도상승방지 반영
수처리시설	• 생물반응조 계열별운전	• 각 계열별 차단 및 운전이 될 수 있도록 계획 하여야하며 각 계열별 배수가 가능하도록 계획
	• 저류조시설의 유지관리	• 슬러지계통의 저류조는 2조이상으로 반영
	• 스트루바이트 발생에 따른 무중단운영	• 스트루바이트예상구간은 2중화로 설치 주배관 막힘에도 무중단 운영이 될 수 있도록 계획
	• 황화수소, 실록산의 저감	• 탈황설비와 실록산제거설비의 성능보증치 반영
건조	• 건조찌꺼기 배출시 뭍침현상발생	• 원활한 배출을 위하여 저장조하부에 전동진동기 등을 반영
	• 건조찌꺼기의 화재발생	• 온도감지기와 불활성가스주입 및 수분사 반영

3.1.5 지하공간 이용시 설계 반영사항 및 분야별 검토사항

- 기후, 지형, 지질 등의 자연환경 여건에 따라 지하시설의 설계요소가 달라지므로 설계시에는 이들에 의한 영향을 반영하여야 한다.
- 유지·보수를 위한 작업동선 등 동선계획 수립조건이 지상에 비해 다소 불리하므로 시설의 설비규격을 축소하거나 동일한 용량 및 성능하에서는 상대적으로 배치공간이 적게 소요되는 공법을 채택할 필요가 있다.
- 단지 내에서 동선의 분리가 필요한 경우(처리동, 관리동 등)에는 유리할 수 있으며, 설계 시 이를 반영한다.
- 지하시설을 설치, 운영하는 단계에서는 기존 지하공간의 안정성에 영향을 미치지 않는 범위내에서 증설방안을 수립하기가 매우 어려우므로 사전에 증설계획을 충분히 검토하여 추가공간을 확보할 수 있는 방안을 수립할 필요가 있다.
- 지하공간을 이용하여 각종 시설을 배치하는 경우, 안전 및 방재개념을 고려하여 진·출입이 용이한 터널의 입구부에 관리동을 배치하고, 시설운영의 효율성을 고려하여 각 시설 설치지역 전단부에 제어실 및 전기동, 유틸리티 설비 등 효과적인 공간배치계획을 수립한다.

<표 5.3-7> 지상 및 지하시설 설치시 고려해야할 자연환경요소 및 설계반영사항

제 한 점	지상 설치시	지하 설치시
지 질	• 토사 : 지질조사 및 시추조사 시행후 시설기준(기초)에 반영	• 암반은 별도의 대책이 필요 없으나, 토사 등 연약지반은 대책수립이 필요함
온 도	• 시설지역 내부가 외기온도에 영향을 받아 계절별로 온도변화 발생	• 계절별 온도변화 경미
습도, 안개	• 잦은 변화 발생, 연평균 적용	• 수직갱을 통한 외부 요소 발생, 제습시설 별도 반영
풍향, 풍속	• 조사후 시설기준(기초)에 반영	• 반영사항 없음
지 진	• 조사후 시설기준(기초)에 반영	• 영향이 상대적으로 경미함
강 수 량	• 우수처리시설 등에 발생량(기초) 반영	• 지하수 발생량 조사후 배수시설 계획수립
적 설 량	• 설압에 대한 시설기준(기초) 반영	• 지하수 발생량에 연관됨
대 기	• 오염예상물질에 대한 배출규제치를 설정하여 설계기준에 반영, 저감시설 설치	• 지상과 동일
수 질	• 배출허용기준치 설정, 시설설치	• 지상과 동일
소 음	• 부지외측에 대한 합성소음도, 개별기기소음도, 시설내부 소음도로 구분, 시간대별로 구분후 기준치를 설정하여 기기 및 시설에 반영	• 수직갱 인근의 합성소음도 기준 검토, 개별기기 소음도, 실별소음도는 지상과 동일, 외부확산은 방지됨
진 동	• 기기의 진동은 법규상 규제치에 적용을 받고, 기초에 방진시설 설치	• 진동 감소효과 미미, 공진 가능성등은 추가 검토 필요, 외부확산은 방지됨
공 간	• 개방공간	• 밀폐공간이라는 특성에 따라 환기, 방재시설, 인테리어 등 강화

<표 5.3-8> 지상 및 지하시설 설치시 주요 공종별 검토사항

분야	지상 설치시	지하 설치시
일반 사항	입지조건, 유틸리티, 환경오염방지기준, 시설설계기준, 공통부대설비기준 등 검토	암반은 별도의 대책이 필요 없으나, 토사 등 연약지반은 대책수립이 필요함
기계	- 각 계통별 시설구성 - 기기장치, 배관 등 개별기준 수립반영 - 냉·난방, 환기설비 계통은 절기별로 구분, 외기 및 실내온도 조절	- 시스템 구성시 단순한 시설형태를 고려(시설배치를 고려) - 개별 기기장치의 재료특성, 도장기준 등 국부적 요소 세부검토 필요 - 주요기기 등의 설치를 위한 구조물 설계시 외부영향 배제 - 실내공간은 온도변화가 미미하나, 환기에 따른 하절기의 온도차이로 습도 제거시설 추가 검토 필요
전기 및 계장	시스템 및 계통별 설계기준 수립 반영	- 낙뢰, 접지, 조명, 통신조건 변화 - 동결방지설비 필요성 미약
토목	- 지질조사에서 기초, 매설관, 도로, 토공 등 기준수립 반영 - 우·오수 시설 설계 반영	- 사업지역 총괄 지질조사후 시설배치 - 개별기기 기초용 지질조사 불필요 - 차량 동선계획, 도로, 포장설계 기준 재검토 - 우·오수처리 계통을 지하수처리, 배수처리를 주계통으로 반영
건축 및 조경	- 지상(지하실 포함)에 대한 시설기준 및 건축법규 준수 - 옥외 조경시설 반영	- 시설기준, 관련 건축법규 적용여부 검토 - 건축물 배치기준 조건, 건축구조 설계기준 변경 - 건축물 최소화 및 외관보다 기능 중심의 건축물 - 운영 동선계획 재검토, 건축자재 적용기준 변경 - 방재, 안전, 피난시설 기준 강화 - 옥내 조경은 제외, 옥내 폐쇄적 요소를 경감할 수 있는 인테리어 시설보강 등 검토, 반영

01

02

03

04

05

06

07

08

3.1.6 지하화 방안 검토

○ 지하화 방안에는 크게 지하화와 반지하화(복개) 방식의 두 가지로 대별되는데, 그 방안별 특성과 적용성 등을 검토한 결과, 악취의 원천적인 차단과 처리시설의 상부를 다목적으로 활용하는 방안이 용이하고, 신규 구조물의 설치로 내구연한이 확보될 수 있는 지하화 방안이 장래를 생각할 때 가장 합리적이라 판단된다.

<표 5.3-9> 지하화 방식 비교 검토

구 분	제1안 (지하화 방안)	제2안 (반지하화(복개) 방안)
개 요	기존시설 철거 후 지하화하여 재설치하고 상부 및 주변을 활용	수처리시설을 복개하고 슬러지시설 및 건축물을 이설하여 상부와 주변을 활용
예시도		
악취관련	• 지하화로 악취유출 완벽차단	• 전체복개 및 슬러지시설 철거로 악취유출 최대한 차단
상부활용	• 주민의견 반영한 다양한 활용 가능	• 대규모시설 계획시 다소 제약이 있음
시 공 성	• 계열별 시공으로 시공성 확보	• 기존구조물 안전성 확보로 시공성 저하
유지관리	• 장비 반출입구 필요	• 지상 반출입 가능하며, 다소 불편함
장 점	• 발생 악취의 근본적인 차단 • 많은 여유부지의 발생으로 주민의견을 반영한 다양한 상부활용 • 친환경 시설로 사업효과 가장 우수 • 신규 구조물로 내구연한 확보	• 악취발생의 저감효과 • 사업비가 지하화에 비해 상대적으로 적게 소요 • 지하화에 비해 소요공기가 짧고 계열별시공에 유리함
단 점	• 공사비가 많이 소요 • 미처리 하수 발생을 줄이기 위해 계열 시공으로 장기간의 공사기간 소요	• 기존 구조물 안전성 확보 필요 • 신규 구조물에 비해 내구연한이 짧음 • 수처리시설의 변경으로 기존 고도처리공정의 수질보증 문제 발생
적 용	◎	-
적용사유	• 사업의 주요 목적인 악취발생 저감의 효과가 우수하고, 많은 여유부지 발생으로 상부시설을 다양한 용도로 활용 가능하며, • 모든 처리시설은 지하에 배치되고 상부는 주민친화시설의 설치로 혐오시설 이미지 탈피 • 신규 구조물 설치로 내구연한 확보 • 수처리시설물이 지하로 재배치하여 토지이용의 합리화	

3.2 지상부 활용계획

3.2.1 개요

○ 승기공공하수처리시설의 지하화를 통해 발생하는 지상부지는 많은 여유공간 발생으로 공원 또는 운동시설 등 주민편의 공간으로 활용하는 등 다양한 용도의 친환경 주민친화적 하수처리시설로 활용이 가능하다. 이러한 친환경 주민친화적 하수처리시설의 설치에 부정적 이미지를 탈피하여 환경개선과 보호를 위한 시설로 지역사회에 도움이 되는 시설, 주민들과 함께 할 수 있는 공간이 조성되는 것을 말한다. 따라서 하수처리시설은 단지 오수나 하수를 처리하기 위해서만 만들어진 시설이 아니라, 도시민들이 자연을 접할 수 있는 오픈스페이스를 제공함으로써 일상생활 속에서의 휴식과 여가를 즐길 수 있는 공간, 다양한 지역문화를 수용함으로써 지역주민들이 활용할 수 있는 새로운 문화 공간, 이용 효율이 높은 운동 및 체육시설을 도입하여 체력단련 및 주민화합을 도모할 수 있는 공간 그리고 생태공간 및 체험공간을 제공하여 수처리과정이나 생태환경을 체험하고 학습하는 체험학습장 등으로 조성되어지는 것을 의미한다. 이러한 주민친화시설을 바탕으로 하수처리시설이 주민 생활개선과 주변 환경 개선에 크게 이바지 하는 시설임을 각인시켜 이미지를 개선할 수 있을 것이다.

3.2.2 관련법규 및 지침

가. 기본사항

- 도시계획시설은 도시계획시설의 중복 결정과 입체적 도시계획시설 결정이 가능하다.
- 하수처리시설의 휴게시설, 체육시설 등 부대시설로 조성 가능하다.
- 하수처리시설의 부대시설로 설치 불가능한 시설 중 주민 친화적 공간 활용을 위해 도시계획시설로 결정하여 도입할 수 있는 시설을 추출 그 후에
- 주민친화적 공간 활용을 위해 도입 가능한 계획시설 도출에 따른 관련 법률 검토

나. 관련법규 및 지침

- 하수처리시설 지하화로 인해 상부 및 주변 여유부지를 활용하는 체육, 공원화 시설의 관련 법규 및 지침은 다음과 같으며, 사업추진시 충분한 검토를 통하여 설치여부 등을 결정하여야 할 것이다.

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 5.3-10> 관계법규 및 지침

법규 및 지침	관련 법규 및 지침
•개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법	• 제12조(개발제한구역에서의 행위제한)
•개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법 시행령	• 제13조(허가대상 건축물 또는 공작물의 종류 등) 별표1
•개발제한구역 관리계획 수립지침	• 관리계획의 변경절차 등
•체육시설의 설치·이용에 관한 법률	• 제2조(정의), 제 11조(시설기준 등)
•체육시설의 설치·이용에 관한 법률 시행규칙	• 제8조(시설기준)
•도시관리계획 수립지침	• 도시관리계획 수립절차등
•도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙	• 제3조(도시계획시설의 중복결정) • 제99조(체육시설) • 제101조(체육시설의 구조 및 설치기준)
•도시공원 및 녹지등에 관한 법률 시행규칙	• 제11조(공원시설의 설치면적등)
•국토계획 및 이용에 관한 법률	• 제25조(도시관리계획의 입안)
•환경정책기본법 시행령	• 사전환경성 검토대상
•자연재해대책법	• 제5조 사전재해영향성 검토 협의대상

3.2.3 친환경 주민친화적 하수처리시설의 계획

가. 친환경 주민친화적 하수처리시설의 유형구분 및 분류

- 친환경 주민친화적 하수처리시설의 건설 후 유휴부지를 이용하여 지역주민들에게 이용 및 편의시설을 제고하는 것으로 생태공원의 조성뿐만 아니라 동식물의 관찰 등을 할 수 있는 관찰형과 환경체험 및 학습, 환경교육, 공연, 전시, 놀이, 운동 등 이용자의 편의를 고려한 다양한 시도가 가능한 이용형으로 분류할 수 있다. 친환경 주민친화적 하수처리시설의 각 유형구분 및 구체적인 분류는 다음과 같다.

<표 5.3-11> 친환경 주민친화적 하수처리시설의 유형구분

구분	내 용
관찰형	• 생태공원 조성뿐만 아니라 동식물의 관찰 등을 목적 • 다양한 시설 설치가 가능하고 소규모의 활동 프로그램의 개발 및 운영이 허용될 수 있음 • 이용자와 관찰·학습자원 모두에 대한 세심한 배려가 요구됨 – 생태공원 – 생태관찰시설
이용형	• 비교적 다양한 목적의 시설 설치가 가능 • 관찰, 학습·교육뿐만 아니라 문화시설 이용이나 전시, 운동 등과 같이 이용자의 편의를 고려한 다양한 시도가 가능한 유형 • 다른 유형에 비하여 보다 적극적이고 활동적인 프로그램을 운영하기에 적절 • 비교적 규모가 넓은 입지여건을 갖춘 지역에 해당하는 경우가 많음 • 현재까지 대부분의 주민 친화시설이 여기에 속함 – 환경 체험 및 학습시설 – 문화 및 복지시설 – 운동시설

<표 5.3-12> 친환경 주민친화적 하수처리시설의 분류

구 분		내 용
관찰형	휴양	• 생태연못, 실개천, 습지, 전통마을 숲, 수림대, 산책로, 쉼터
	관찰	• 야생화동산, 잠자리원.나비원 등 인공서식처, 식물원, 동물원, 반딧불이원 등 인공증식장, 온실, 관찰센터, 탐조대, 야생조수관찰장, 생태탐방 데크, 관찰원, 전망대, 관찰오두막, 관찰벽, 자연관찰로 등
이용형	체험 학습	• 생태계교육센터, 생태학습원, 자연교육장, 생태학교, 자연환경보전 보호교육장, 자연환경보전 교육관, 토양.미생물 자연관찰학습장 등
	문화 전시	• 전시관, 촉각전시관(장애인 배려), 박물관, 자연사 박물관, 박제품.밀렵도구 전시시설, 연구소, 회의실 등
	근린 생활	• 방문객센터, 유모차 및 휠체어 전용보도, 휴게소, 어린이놀이터, 파고라, 식당, 커피, 선물, 예술.공예갤러리, 농기구 수리센터, 마을 복지회관 등
	운동	• 야구장, 농구장, 스케이트장(롤러, 인라인), 축구장, 테니스장, 수영장, 체육관(헬스장), 체력단련장, 게이트볼장, X-게임장 등

나. 친환경 주민친화적 하수처리시설의 종류

- 친환경 주민친화시설에 대해서는 유사 관련법에서 표현된 시설의 정의와 개념을 살펴보고, 이를 근거로 주민친화시설에 대한 세부적인 분류를 하고자 하였다. 하수처리시설에 도입가능한 주민친화시설의 종류는 크게 생태공원, 환경 체험·학습시설(교육연구 및 복지시설), 문화 및 집회시설, 운동시설, 근린생활시설과 같은 기타시설물 등으로 구분할 수 있다.

1) 생태공원

- 생태공원을 언급함에 있어 환경의 보전과 인간의 이용을 모두 고려하는 것을 기본 개념으로 한다. 즉, 수질개선 과정을 통한 환경보호라는 원칙을 따르되 공원이용자의 관점에서 생태적 요소를 주제로 한 관찰·체험·학습 및 그 이상의 이용이 가능하도록 조성된 시설로 보기로 한다.
- 이러한 생태공원 내에는 생태관찰시설이 포함되어진다. 생태관찰시설은 자연 그대로의 생태천이과정 또는 서식환경의 관찰이 가능하도록 조성된 공간으로, 기본적으로 자연 생태계의 보호를 우선 배려하며 가급적 시설의 설치를 제한하는 보전적 개념의 공간을 말한다. 이러한 생태관찰시설은 국립공원, 내륙지역 및 해안지역 주변의 하수처리시설에 산림, 하천·습지 등을 다양하게 관찰할 수 있도록 설치하면 매우 효과적일 것이라 판단된다. 생태관찰공간에 설치할 수 있는 시설로는 조류관찰대, 관찰데크 등의 동식물 관찰시설, 안내시설, 조류관찰대, 야외관찰대 등을 들 수 있다.

2) 환경 체험·학습시설

- 환경 체험·학습시설은 환경 정화과정의 접촉이나 이해 및 교육의 기회가 많지 않은 사람들을 대상으로 자연적 또는 인위적으로 조성된 환경 속에서 생활과 교육을 통하여 환경에 대한 올바른 지식을 전달하기 위한 공간을 말한다. 즉, 체험·학습을 통해 인간에게 환경의 중요성을 인식시키고 교육하기 위한 장으로서 활용될 수 있는 공간을 의미한다. 이 시설의 주요 기능 중의 하나는 현장 체험 위주의 환경 학습을 통해 환경보전의 가치와 중요성을 깨닫게 하고, 환경정책에 대한 이해를 도모하게 하여 자율참여를 유도하는 것이라 할 수 있다.

- 환경 체험·학습 공간에 허용될 수 있는 시설로는 주로 교육적 시설이 필요하며, 이러한 교육적 시설은 건축법 제2조 제1항의 규정에 의한 건축물 용도에 의한 분류에 따라 교육연구 및 복지시설의 범주에 포함된다. 교육연구 및 복지시설은 연수원과 같은 교육원, 영유아보육시설·유치원과 같은 아동 관련시설 및 노인 복지시설, 청소년수련관·청소년수련원·청소년 문화의 집·청소년 특화시설·청소년 야영장 등과 같은 청소년 수련시설 등의 설치가 가능하다.
- 또한 심신단련장, 식물교재원, 자연관찰로 등과 같은 시설과 더불어 건축법 제2조 제1항의 규정에 의한 건축물 용도에 의한 분류에 의한 문화집회시설 중의 박물관, 미술관, 과학관, 기념관, 산업전시관, 홍보전시장, 박람회장 등과 같은 전시장 및 동물원, 식물원, 수족관 등의 동·식물원 등이 여기에 속한다. 동·식물원은 동·식물을 분류학적 기준에 의해 전시 및 관람이 가능하도록 조성된 주제공원으로 그동안 단순한 배열식 전시를 탈피하여 전시대상 생물의 서식환경 묘사를 통해 전시효과의 극대화를 추구하고 이용객들에게 환경교육의 장으로서의 역할을 할 수 있어야 한다. 특히, 이러한 공간은 일상생활에서 체험하지 못했던 자연·생태적 체험을 효율적으로 하기 위하여 각 시설에 대한 다양한 배려가 필요하며, 이용자들에게 환경교육의 장으로서의 역할을 할 수 있다.

<표 5.3-13> 교육연구 및 복지시설의 종류

구분	내 용
교육원	연수원, 도서관
사회복지시설	영유아보육시설, 유치원과 같은 아동관련시설 및 노인복지시설
청소년 수련시설	청소년수련관, 청소년수련원, 청소년 문화의 집, 청소년 특화시설, 청소년 야영장
기타시설	심신단련장, 식물교재원, 자연관찰로

3) 문화 및 집회시설

- 문화예술진흥법 규정에 의한 문화시설이라 함은 공연, 전시 및 문화보급·전수 등 문화예술 활동에 지속적으로 이용되는 시설을 말한다. 공연장, 영화상영관, 야외음악당, 박물관·미술관·화랑·조각공원 등의 전시시설, 도서관·문고 등의 도서시설, 복지회관·문화체육센터 등의 지역문화 복지시설, 지방문화원·국악원 등의 문화보급시설 및 이 이외의 시설로서 문화예술 활동에 지속적으로 이용되는 시설 중 문화부장관이 정하여 관보에 고시하는 시설을 말한다.
- 또한 건축법 제2조 제1항의 규정에 의한 건축물 용도에 의한 분류에 따르면, 교회·성당·사찰·기도원·수녀원·제실·사당 등과 같은 종교집회장, 극장·영화관·음악당·서커스장·비디오물 소극장 등의 공연장, 공회당·회의장 등과 같은 집회장, 관람석의 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상인 관람장, 박물관·미술관·과학관·기념관·산업전시관·홍보전시장·박람회장 등과 같은 전시장 및 동물원·식물원·수족관 등의 동·식물원 등이 여기에 속한다.

4) 체육시설

- 체육시설이라 함은 체육시설의 설치·이용에 관한 법률에서 정하는 것으로 체육활동에 지속적으로 이용되는 시설과 그 부대시설을 말한다. 또한 건축법 제2조 제1항의 규정에 의한 건축물 용도별 분류에 따라 탁구장·체육도장·테니스장·체력단련장·에어로빅장·볼링장·당구장·실내낚시터·골프연습장 등과 같은 제2종 근린생활시설에 해당하지 아니한 시설, 관람석의 바닥면적이 1천㎡ 미만인 체육관, 육상·구기·볼링·수영·스케이트·롤러스케이트·승마·사격·궁도·골프장과 같은 운동장 등이 여기에 속한다.

<표 5.3-14> 체육시설의 종류

구 분	내 용
운동종목	골프장, 골프연습장, 궁도장, 게이트볼장, 농구장, 당구장, 라켓볼장, 럭비풋볼장, 롤러스케이트장, 배구장, 배드민턴장, 벨로드롬, 볼링장, 봅슬레이장, 빙상장, 사격장, 세팍타크로장, 수상스키장, 수영장, 무도학원, 무도장, 스쿼시장, 스키장, 승마장, 썰매장, 씨름장, 아이스하키장, 야구장, 양궁장, 역도장, 에어로빅장, 요트장, 육상장, 자동차경주장, 조정장, 체력단련장, 체육도장, 체조장, 축구장, 카누장, 탁구장, 테니스장, 펜싱장, 하키장, 핸드볼장, 그 밖에 국내 또는 국제적으로 치러지는 운동 종목의 시설로서 문화체육관광부장관이 정하는 것
시설형태	운동장, 체육관, 종합체육시설

<표 5.3-15> 생활체육시설의 설치기준

구 분	내 용
시·군·구	체육관, 수영장, 볼링장, 체력단련장, 테니스장, 에어로빅장, 탁구장, 골프연습장, 게이트볼장 등의 실내·외 체육시설 중 지역 주민의 선호도와 입지 여건 등을 고려하여 설치
읍·면·동	테니스장, 배드민턴장, 운동장, 골프연습장, 게이트볼장, 롤러스케이트장, 체력단련장 등의 실외체육시설 중 지역 주민의 선호도와 입지 여건 등을 고려하여 설치

5) 기타시설

- 건축법 제2조 제1항의 규정에 의한 건축물 용도별 분류에 의한 주민친화시설은 다음과 같은 시설들이 설치될 수 있다.

<표 5.3-16> 근린생활 및 기타시설의 종류(건축법 제2조 1항)

구 분	내 용
근린생활시설	휴게음식점, 마을공회당, 마을공동작업소, 마을공동구판장
판매 및 영업시설	벼룩시장, 물물교환시장
관광숙박시설	한국전통호텔, 가족호텔, 휴양 콘도미니엄
관광휴게시설	야외음악당, 야외극장, 어린이회관, 휴게소, 공원·유원지 또는 관광지에 부수되는 시설

다. 친환경 주민친화시설 설치 고려사항

1) 기본방향

(가) 지역적 특성을 고려한 계획이 이루어져야 한다.

- 주민친화시설은 하수처리시설의 본래의 기능 이외에 부가하는 시설이므로 주민들의 적극적인 참여가 이루어질 수 있도록 계획되어야 하며, 관찰, 체험, 학습, 교육, 연구 등 사람의 활동에 의해 운영되므로 시각적 미와 기능성, 이용자 편의, 동선행태 등 이용자 선호와 행동 패턴을 예측하여야 한다. 환경교육전문가, 지역주민, 공무원, 관리자, 잠재 이용자 등 관련 이해당사자의 의견이 모든 단계에서 수용할 수 있는 통로를 마련하고 계획단계에서부터 파트너십을 형성하여 주민친화 시설이 조성된 이후에도 효율적인 운영관리에 참여할 수 있도록 한다. 지역의 특색과 주민들의 요구사항이 반영된 시설의 종류, 위치, 규모가 시설목적과 수용능력에 부합하도록 계획하여야 한다.

(나) 환경개선 및 생태보전에 크게 기여하여야 한다.

- 지역 및 지역주민에게 환경 친화적인 방식으로 하수처리시설을 설치하여 종래의 혐오시설로서의 이미지 해소 및 환경교육장의 역할을 하도록 한다. 따라서 친환경 주민친화적 하수처리시설은 주변의 환경을 개선하고 주민 생활에 편익을 주는 시설로 인식되어지도록 부각시켜야 한다. 친환경적 소재를 이용한 시설설계, 주변 환경과 조화를 위한 운영·관리 등 각 단계에서 친환경성, 주민친화성을 반영·유지할 수 있는 방안을 검토한다.

(다) 에너지 보전적 측면을 고려하여야 한다.

- 자원과 에너지의 효율적인 이용뿐만 아니라 재순환 과정을 거쳐 쾌적한 환경을 조성할 수 있는 방안을 모색하여야 한다.
 - － 하수처리수를 재이용하여 수자원을 보전하고 유지하는 기능을 가지도록 한다.
 - － 화석연료 사용을 최소화 할 수 있는 기능을 가지도록 한다.
 - － 폐기물의 발생을 최소화하고 재활용을 활성화 할 수 있도록 한다.

(라) 이용자의 안전성을 최대한 확보해야 한다.

- 친환경 주민친화적 하수처리시설은 이용자가 사고나 재해로부터 안전할 수 있도록 세심하고 다양한 배려를 해야 한다. 따라서 시설물 및 이용자 운영관리에 있어 요구되는 안전대책을 사전에 수립하도록 한다.

2) 설치시 고려사항

(가) 지역의 특성과 입지여건을 최대한 고려하여야 한다.

- 주민친화시설의 공간구조는 주변 자연환경, 경관특성 및 지역적 특성을 고려하여 설계한다. 하수처리시설 주변의 주민 편의시설에 대한 현황을 조사 분석하여 가장 효과적이고 필요한 시설을 도입해야하고, 하수처리시설 대상지내 뿐만 아니라 주변입지에 대해서도 환경을 훼손하거나 잠재적인 악영향을 미치는 일이 없도록 해야한다. 대상지의 자연적, 인문적, 사회적 여건에 대한 현황파악을 위한 사전조사를 실시하며, 조사항목의 선정과 조사정도는 각 해당입지의 특성에 따라 결정한다. 지역별 입지조건에 따른 현황조사 내용은 다음과 같다.

<표 5.3-17> 지역별 입지조건에 따른 현황조사 내용

구 분	내 용
자연여건	지형.지질, 식생.식물, 동물, 생태계, 경관, 기상, 수질 등
인문여건	인문자원, 해설자, 문화특성, 야외 레크레이션, 지역활동 등
사회여건	상위계획 및 토지이용, 권리제한 관계, 기반시설 등
기타여건	이용동향, 접근성, 주변의 흥미대상, 주변의 공원시설, 보전복원기관, 협력조직.기관 등

(나) 시설의 종류, 위치, 규모가 시설목적과 수용능력에 부합하도록 계획한다.

- 철저한 수용능력을 분석하여 해당지역이 허용하는 시설총량 및 이용자수를 초과하지 않도록 한다. 또한 시설의 종류, 위치, 규모를 정할 때 활용할 교육프로그램을 고려해야한다.

(다) 친환경적 구조, 소재, 시스템을 사용한다.

- 친환경 주민친화시설의 재료와 소재는 가능한 해당지역에서 산출되는 목재 및 석재 등 자연재료를 활용하도록 한다. 건축물을 설계할 때는 생태적 건축기법 등을 활용하여 주변 환경과 이질적 느낌이 들지 않도록 하며, 보도 및 산책로는 가능한 비포장 또는 투수성 포장으로 한다.

(라) 사회적 약자의 편의를 최대한 반영한다.

- 일반 이용자뿐만 아니라 어린이, 고령자, 장애인 등 사회적 약자의 동선을 예측하여 이용에 불편이 없도록 하며, 필요할 경우 다음과 같이 이들 배려한 별도의 시설물들을 설계하도록 한다.
 - 휠체어, 유모차, 맹인견 보행로(필요할 경우 일부구간 포장)
 - 휠체어 및 유모차 대여소
 - 점자안내판
 - 장애인용 화장실, 주차장
 - 각 시설의 진입부, 데크, 계단 등의 완만한 경사처리
 - 촉각/음성 전시관
 - 기타 편의시설 및 안전시설

(마) 친환경 주민친화시설의 계획수립 전·후에 이해당사자가 참여할 수 있도록 한다.

- 환경교육전문가, 생태전문가, 지역주민, 공무원, 관리자, 잠재 이용자 등 관련 이해당사자의 의견이 모든 단계에서 수용할 수 있는 통로를 마련하도록 하고, 계획단계에서부터 파트너십을 형성하여 친환경 주민친화적 시설이 조성된 이후에도 효율적인 운영관리에 참여할 수 있도록 한다.

3.2.4 지상부 활용 사례 검토

- 과거 공공하수처리시설 건설은 처리효율과 기능성을 위주로 도심지 외곽에 설치하여 각종 구조물, 설비 및 건축물 등이 노출되어 악취문제 발생과 시각적 이미지를 저하시켰으나 최근에는 환경친화적이고 부지이용의 효율화를 위해 구조물을 지하화하고 상부에는 주민친화시설 도입이 증가하고 있다.
- 승기공공하수처리시설과 유사한 국내외 하수처리시설의 현대화사업과 주민친화적인 공간 활용사례를 현지

방문 또는 문헌자료 조사하고 사업방향과 상부이용시설 조성계획 및 도입시설, 이용실태, 관리운영방법 등의 자료를 수집하고 기술 습득을 통하여 인근 주민들과 인천시민들에게 휴식과 편의, 문화 제공 및 쾌적한 도시환경을 조성할 수 있는 합리적이고 효율적이면서 지속가능한, 미래지향적인 다양한 환경개선 방안들을 검토하고 최적의 계획을 수립하여, 공공하수처리시설이 환경기초시설이라는 본래의 기능 이외에 도시공간에서의 휴식과 여가, 문화 등의 새롭고 쾌적한 공간을 제공하는 공간재생 개념으로 접근하기 위한 다각도의 방안을 검토하고자 한다.

가. 국내사례 검토

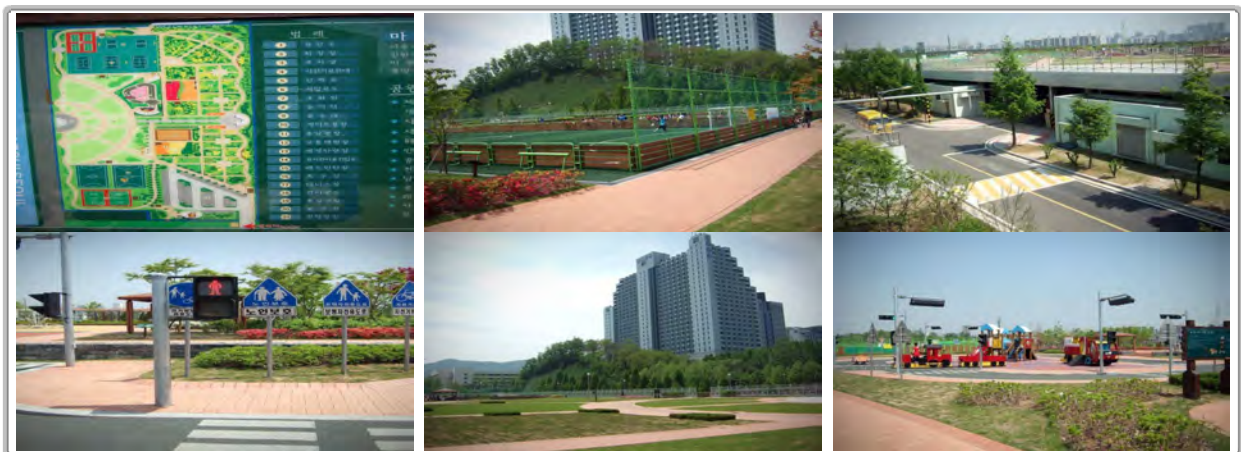
1) 서울특별시 탄천물재생센터

가) 시설현황

- 위치 : 서울특별시 강남구 일원동 580
- 시설용량 : 1,100천m³/일
- 처리구역 : 강북, 광진, 노원 도봉, 성북, 동대문, 중랑구 전역, 성동, 종로, 중구 일부
- 부지면적 : 391,383m²
- 처리방법 : 표준활성슬러지법 → 무산소/호기조합공법(MLE)+여과

나) 상부 시설현황

- 1단계 복개공사(1999.12.29 ~ 2004.7): 10,283m²에 국내 토종식물을 심은 자연학습장, 배드민턴장, 게이트볼장 등 조성
- 2단계 복개공사(2005.12~2007.8): 15,600m²에 차량 310대를 수용하는 주차장과 산책로, 인공연못 등을 만들고 소나무, 잣나무 등 29종, 2만여 그루의 나무를 심어 공원화
- 3단계 복개공사(2006.1~2008.12): 49,700m²에 풋살경기장, 농구장, 족구장 테니스장 배드민턴장, 게이트볼장, 체력단련장, 어린이 교통체험장과 아이들과 부모가 함께 이용하는 어린이 놀이터 및 체육시설과 다목적 잔디광장, 야외공연장, 향기원 등
- 4단계 복개공사(2009.1~2012.12): 제2처리장 33,978m² 철골 기둥을 세우고 구조물과 흙을 덮어 공원 부지를 조성하며, 악취 저감·환기 시설 설치



<그림 5.3-1> 탄천물재생센터 주민친화시설 사례

2) 서울특별시 중랑물재생센터

가) 시설현황

- 위치 : 서울특별시 성동구 차장터 5길 10(송정동 73)
- 시설용량 : 1,710천 m^3 /일
- 처리구역 : 종로, 중구, 성동, 광진, 동대문, 중랑 성북, 강북, 도봉, 노원
- 부지면적 : 806,563 m^2
- 처리방법 : 표준활성 슬러지법/고도처리A2O공법
- 시설현대화 : 25만 m^3 /일 시설현대화(78만 m^3 /일 고도처리사업 병행)

나) 상부 시설현황

- 체육시설(축구장, 족구장, 테니스장등)과 홍보관(156석)도 무료로 개방
- 현 하수처리시설을 집약화·지하화하여 잉여부지에 생태연못, 물의정원, 수생식물 관찰원, 물과학관 등 친수공간화 하여 환경 테마공원으로 조성



<그림 5.3-2> 중랑물재생센터 주민친화시설 사례

3) 서울특별시 서남물재생센터

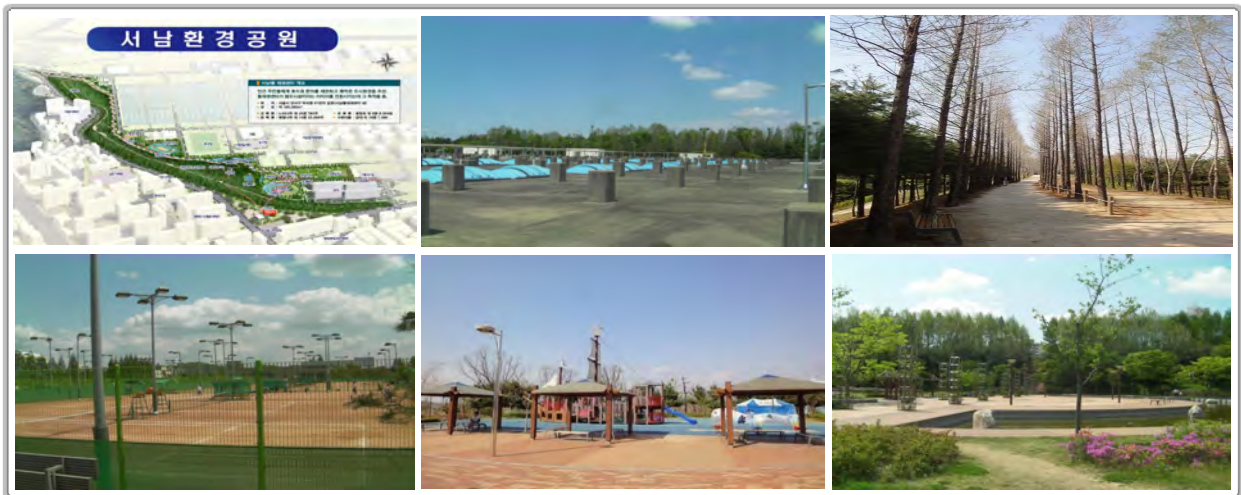
가) 시설현황

- 위치 : 서울특별시 강서구 마곡동 91
- 시설용량 : 2,000천 m^3 /일
- 처리구역 : 강남, 서초, 관악, 동작, 구로, 금천, 영등포, 강서, 양천, 광명시
- 부지면적 : 806,563 m^2
- 처리방법 : 표준활성 슬러지법
- 시설현대화 : 25만 m^3 /일 시설현대화(78만 m^3 /일 고도처리사업 병행)

나) 상부 시설현황

- 체육시설

- 예약시설: 테니스장, 축구장, 농구장, 배구장, 족구장
- 상시시설: 조깅, 하이킹, 산책, 배드민턴장
- 주차장, 공원, 강당 (회의, 공연 등)
- 종합홍보관 (관리동 2층) 관람
- 서남환경공원 조성(160,000m², 2009년)
 - 인근주민들에게 휴식과 편의를 제공하고 쾌적한 도시환경을 조성, 물재생센터가 혐오시설이라는 이미지를 전환시키는데 목적을 두고 조성
 - 다목적 중앙광장, 분수, 정자(사모정), 생태연못과 계류
 - 산책로, 체력단련시설, 게이트볼장 등 체육복합공원 조성



<그림 5.3-3> 서남물재생센터 주민친화시설 사례

4) 부산광역시 남부하수처리시설

가) 시설현황

- 위치 : 부산광역시 남구 이기대공원로 11
- 시설용량 : 340천m³/일
- 처리구역 : 남구전역, 부산진구, 수영구, 동구 일부
- 부지면적 : 126,623m²
- 처리방법 : 표준활성슬러지법

나) 상부 시설현황

<표 5.3-18> 상부 시설현황

시 설	규 모	수 량	비 고
중앙광장	8,600m ²	1개소	다목적광장, 에폭시
축구장	6,016m ²	1면	인조잔디
테니스장	3,440m ²	6면	폴리우레탄
게이트볼장	920m ²	2면	마사토
농구장	420m ²	1면	에폭시

<표 계속> 상부 시설현황

시 설	규 모	수 량	비 고
배구장	210m ²	1면	에폭시
배드민턴장	851m ²	4면	에폭시
체력단련장	990m ²	6중 6점	투스콘칼라포장
조깅산책로	폭 2.0~3.0m	520M	투스콘칼라포장
수목현황	홍단풍 외	3,328본	키작은나무 85%
파고라	목재형, FRP형	15조	동시수용가능 인원 200명
어린이놀이터	400m ²	조합놀이대, 관련1식	
분수대	원형 m ²	1식	
주차장	344m ²	83면	공원전용
기타	2중	시계탑1, 음수대3	공중화장실 활용가능



<그림 5.3-4> 남부하수처리시설 주민친화시설 사례

5) 부산광역시 수영하수처리시설

가) 시설현황

- 위치 : 부산광역시 동래구 온천천남로 185
- 시설용량 : 550천m³/일
- 처리구역 : 동래, 연제, 금정구 전역, 부산진, 해운대구 일부
- 부지면적 : 155,820m²
- 처리방법 : 표준활성슬러지법
- 시설현대화 : 25만m³/일 시설현대화(78만m³/일 고도처리사업 병행)

나) 상부 시설현황

<표 5.3-19> 상부 시설현황

시 설	규 모	수 량	비 고
중앙광장	4,228m ²	1개소	
축구장	7,823m ²	1개소	
테니스장	2,248m ²	3면	
농구장	1,294m ²	1면	
족구장	943m ²	2면	
배드민턴장		2면	
잔디광장	797m ²	1개소	인조잔디
체력단련장	11개소	11종	
조깅 및 산책로	490m	1개소	
파고라, 쉼타외		17개소	
조경식수	측백나무외 36종	13,785주	
기타	음수대 등 4종	12개소	



<그림 5.3-5> 수영하수처리시설 주민친화시설 사례

6) 대구광역시 지산하수처리시설

가) 시설현황

- 위치 : 대구광역시 수성구 두산동 499-4번지
- 시설용량 : 45천m³/일
- 처리구역 : 수성구 일부
- 부지면적 : 28,112m²(처리시설 : 지하)
- 처리방법 : 혐기, 무산소, 호기법+급속여과법

나) 상부 시설현황

- 공원시설 : 중앙광장, 잔디광장, 수경시설, 주차장, 음수전, 공중화장실, 자전거보관소 등으로 조성
- 체육시설 : 테니스장 2면, 배드민턴장 2면, 게이트볼장 1면, 농구장 1면
- 조경수목 : 수종 35종 18,002주



<그림 5.3-6> 자산하수처리시설 주민친화시설 사례

7) 대구광역시 북부하수처리시설

가) 시설현황

- 위치 : 대구광역시 서구 달서천로 7(비산7동 3442)
- 시설용량 : 170천m³/일
- 처리구역 : 중구, 서구, 남구, 북구, 달서구
- 부지면적 : 159,000m²(처리시설 : 지하)
- 처리방법 : A20공법(혐기/무산소/호기조합법)

나) 상부 시설현황

- 체육시설 : 축구장(105m×68m, 한국잔디, 국제규격, 1면), 테니스장(2면)



<그림 5.3-7> 북부하수처리시설 주민친화시설 사례

8) 대구광역시 안심하수처리시설

가) 시설현황

- 위치 : 대구광역시 동구 용계동 율하둑남길 123(용계동 828-2번지)
- 시설용량 : 47천m³/일
- 처리구역 : 동구, 수성구 일부
- 부지면적 : 63,700m²
- 처리방법 : 혐기/무산소/호기공법

나) 상부 시설현황

- 하키(축구)장 : 4,990m², 108×72m(국제규격), 인조잔디 1면
- 농구장 : 420m²(1면)
- 배구장 : 324m²(1면)



<그림 5.3-8> 안심하수처리시설 주민친화시설 사례

9) 수원시 수원하수처리시설

가) 시설현황

- 위치 : 경기도 화성시 태안읍 송산리 18
- 시설용량 : 520천m³/일
- 처리구역 : 수원시 전역, 화성시 일부
- 부지면적 : 402,139m²

나) 상부 시설현황

- 기반시설 : 도로 및 광장, 보도, 산책로, 복개공원 진입육교 2개소
- 조경시설 : 건천, 생태연못, 잔디광장
- 유희시설 : 어린이 놀이터, 지압로, 놀이마당, 하늘마당
- 휴양시설 : 파고라, 휴게공간, 팔각정자, 벤치
- 운동시설 : 테니스장, 농구장, 게이트볼장, 다목적운동장, 인라인스케이트장, 골프연습장(피칭, 타석, 스크린), 우드볼 경기장
- 편의시설 : 주차장, 화장실, 관리실
- 화산체육공원 개요
 - 수원시 환경사업소 제2하수처리장 건물위에 부지면적 168,451㎡의 규모에 각종 체육시설과 공원시설을 갖추고 2005년 4월 준공하여 지역주민들의 건강증진과 여가선용을 위하여 2005년 4월 7일부터 개방한 공원
 - 공원시설 : 24시간 무료개방, 체육시설 : 사전예약에 의한 선착순접수
 - 이용요금
 - 무료이용 : 공원시설, 부대시설, 일부체육시설(인라인스케이트장)
 - 유료이용 : 인라인스케이트장을 제외한 모든 체육시설



<그림 5.3-9> 수원하수처리시설 주민친화시설 사례

10) 용인시 기흥레스피아

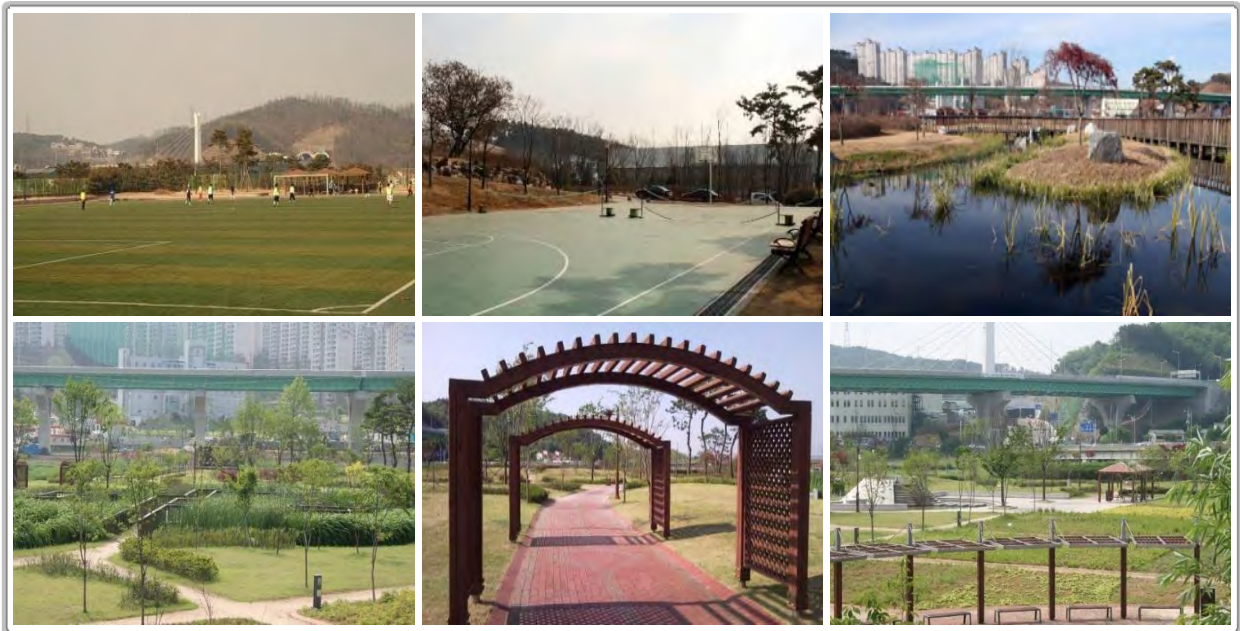
가) 시설현황

- 위치 : 경기도 용인시 기흥읍 하갈리 산 127
- 시설용량 : 50천㎥/일
- 처리구역 : 신갈, 명신, 상갈, 하갈, 보라, 지곡

- 부지면적 : 84,884m²
- 처리방법 : B3공법
- 방 식 : 반지하식 하수처리시설

나) 상부 시설현황

- 축구장(108m×72m, 1면), 테니스장(76.2m×48.7m, 5면), 야외무대(1개소), 농구장 (37m×18m, 1면), 배드민턴장(3면, 농구장 겸용), 게이트볼장(27m×22m, 1면), 광장 및 휴게시설



<그림 5.3-10> 기흥레스피아 주민친화시설 사례

11) 용인시 구갈레스피아

가) 시설현황

- 위치 : 경기도 용인시 기흥읍 구갈리 33-1
- 시설용량 : 35천m³/일
- 처리구역 : 동백, 어정, 구갈, 상하
- 부지면적 : 160,810m²
- 처리방법 : DNR공법
- 방 식 : 완전지하식 하수처리시설

나) 상부 시설현황

- 환경테마존 : 하늘다리(진입보행교), 용구광장(상징조형물), 안개분수, 반딧불이광장, 하늘동산, 향기원
- 건강 테마존 : 배드민턴장(1면), 농구장(2면), 게이트볼장(1면), 인라인스케이트트랙, X-game장, 채광창 조형물, 암벽등반, 인공폭포, 야외무대, 잔디광장, 건강지압로, 유실수원, 잔디광장
- 생태학습 테마존 : 관찰로, 관찰테크, 조류관찰대, 통나무, 자연석, 시설안내판, 습지원등
- 자연숲 테마존 : 맨손체조장, 모험놀이코스, 삼림욕장, 자연관찰로, 전망테크, 목교
- 주민편의시설 : 옥외화장실, 샤워실, 탈의실(58.29m², 1층)



<그림 5.3-11> 구갈레스피아 주민친화시설 사례

12) 부천시 굴포천하수처리시설(북부수자원생태공원)

가) 시설현황

- 위치 : 경기도 부천시 오정구 대장동 434
- 시설용량 : 750천 m^3 /일
- 처리구역 :
- 부지면적 : 372,126 m^2
- 처리방법 : 표준활성슬러지법(1단계), 4-stage BNR(2단계)

나) 상부 시설현황

- 공원시설 : 잔디광장(1개소), 벽천폭포(1개소), 원두막/파고라(8면), 주차장(106면), 지압보도, 자전거보관대(2개소), 어린이놀이시설(1개소)
- 체육시설 : 잔디축구장(1면), 농구장(2면), 인라인스케이트장(1개소)



<그림 5.3-12> 굴포천하수처리시설 주민친화시설 사례

01

02

03

04

05

06

07

08

나. 해외사례 검토

1) 일본 아리아케 물재생센터

가) 시설현황

- 소 재 지 : 강동구 유명2정 3/5호
- 부지면적 : 466,000㎡(항만국 용지를 점용·토지사용승인 등으로 사용)
- 처리구역 : 스나초 처리구의 일부
- 계획수량 : 120,600㎥/일
- 계획재생수량 : 40,000㎥/일
- 처리방식 : 40,000㎥/일
- 현재 수처리 시설 능력 : 30,000㎥/일
- 처리방식 : 혐기/무산소/호기법과 생물막여과법에 의한 고도처리 방식

나) 상부 시설현황

- 미래 도시 물재생센터 모델사업으로 추진
- 원래 테니스장이 있던 부지에 하수처리시설을 건설한 후 상부를 복개하여 테니스장을 조성하고 건물을 7층까지 건설하여 유지관리 사무공간 과 하수도전시관, 레스토랑, 체육관, 수영장을 조성
- 관리동 상부 : 체육관, 레스토랑, 전시시설 및 박물관 등(8,400㎡)
- 고도처리동 상부 : 온수 풀과 Training room(6,600㎡), 인공지반(6,200㎡)
- 수처리시설 상부 : 테니스 코트(18,000㎡, 16면)
- 정부에서 건설 후 민간에 위탁 관리
- 이용 신청 장소 : 코토구 아리아케 스포츠 센터 내



<그림 5.3-13> 아리아케 물재생센터 주민친화시설 사례

2) 일본 스나쵸 물재생센터

가) 시설현황

- 소재지 : 코토구 신스나 3-9-1
- 처리구역 : 스미다구의 전부, 코토구의 대부분 및 츄오구·아다치구·에도가와구의 일부(6,153ha)
- 부지면적 : 827,033m²
- 처리능력 : 598,000m³/일
- 물재생센터의 특징
 - 코토구 신스나 산쵸메 지구에서는 모래게 펌프동이나 동경도 강동 노인의료센터 등에 스나쵸 물재생센터의 처리수 및 하수 슬러지 소각로의 세연수의 열(미이용 에너지)을 이용한 지역 냉난방 공급을 하고 있음
 - 지역 냉난방에서는 열온열 제조 플랜트를 한 곳에서 집중관리하기 때문에 공간이용의 효율성 및 유지관리에 유리함

나) 상부 시설현황

- 정문에 위치한 해님광장에 처리수를 이용한 연못과 그 주변으로 산책로 등을 조성
- 광대한 센터내에 약 200종류, 약 80,000본의 초목을 식재하였으며, 은행나무 가로수를 심어 은행나무길 조성
- 센터내에 야생초화류를 식재하여 봄과 가을에는 관찰회를 개최
- 복개상부에 주변환경과의 조화 및 복지향상을 꾀하기 위해 운동장이나 광장 등을 조성하여 인근 주민들에게 개방
 - 중앙광장, 축구장, 테니스장(3면), 다목적운동장, 타겟버드골프장 등



<그림 5.3-14> 스나쵸 물재생센터 주민친화시설 사례

3) 일본 나카노 물재생센터

가) 시설현황

- 소재지 : 나카노구 아라이 3-37-4
- 처리구역 : 오치아이 처리구의 일부(3,506ha)
- 부지면적 : 63,000m²
- 처리능력 : 46,000m³/일
- 물재생센터의 특징

- 인근지역은 주거 밀집지역 : 처리시설 건설시 주민들이 상부 공원화 요구
- 이미지 제고를 위해, 도로에 접한 강판의 벽면에 나카노 구립의 초등학교 학생들의 그림(세로1.8m×3.0m) 27점 전시
- 고도처리 시설공사 완공시 전면 지하화 및 공원 연못에 처리수 이용계획
- 지진시 주민들의 피난장소로 활용할 수 있도록 내진설계된 구조물

나) 상부 시설현황

- 처리장 상부는 다목적 잔디광장을 조성 인근 주민들의 운동공간으로 활용
- 키즈갤러리, 평화의 숲, 어린이 놀이터, 친수시설, 애견놀이터 등 조성



<그림 5.3-15> 나카노 물재생센터 주민친화시설 사례

4) 일본 모리가사키 물재생센터

가) 시설현황

- 소재지 : 오타쿠 쇼와지마 2-5-1
- 처리구역 : 쇼난4구를 중심으로 구면적의 약 4분의 1
- 부지면적 : 415,309m²
- 처리능력 : 1,540,000m³/일
- 물재생센터의 특징
 - 메탄가스를 발전설비의 연료로 활용하고, 하수처리수를 발전 설비의 냉각용으로, 발전배열을 슬러지 처리과정에서 재이용
 - 물재생센터의 옥상에 멸종위기 조류인 철새 코아지사시의 영소가 봄부터 여름에 걸쳐 나타남
 - 다양한 생물들이 공생할 수 있는 것 같은 식생이나 환경을 양성하기 위한 바이오톱 조성

나) 상부 시설현황

- 테니스코트, 어린이놀이터, 화훼원, 농구장, 휴게공간 등
- 유희지에 경작을 하여 무료로 주민들에게 지원하였으나, 위생에 대한 부정적 관념으로 시행 중단중
- 녹지공간제공(벚꽃축제, 야채재배), 처리장 상부 복개공원화
- 처리수를 이용한 반딧불이 양육하여, 반딧불이 축제때 보여줌으로써 처리수의 깨끗함을 홍보
- 유실수 식재를 통한 지역주민에게 제공
- 옥상에 설치된 공원에는 놀이 도구나 모래밭이 있으며, 잔디광장, 농구코트, 테니스코트, 운동장이 조성되어 있음
- 공원의 남동쪽 모퉁이에는 전망대를 설치하여 하네다 공항이나 카와사키 방향을 바라볼수 있게 하였음



<그림 5.3-16> 모리가사키 물재생센터 주민친화시설 사례

5) 일본 키요세 물재생센터

가) 시설현황

- 소재지 : 키요세시 하숙 3-1375
- 처리구역 : 타미지역 북부 9개시
- 부지면적 : 213,012㎡
- 처리능력 : 343,000㎥/일
- 물재생센터의 특징
 - 센터주변은 교외의 전원지역으로, 사계절동안 다양한 철새들이 날아오며, 센터내 수목이 많아 주변초등학생들이 만든 약 130여개의 동지가 있음
 - 우치야마 운동공원을 조성하여 야구 및 축구경기가 열림
 - 복개공원 바로옆에는 테니스장 및 야구장이 새로 신설됨

나) 상부 시설현황

- 야구장, 축구장, 테니스장, 전시관, 하숙 우치야마 유적 전시장 등
- 건강자 휴식장소인 프루츠 만남광장을 설치
- 유실수 공간 조성
- 자연환경을 복원하기 위한 비오톱 공원 조성



<그림 5.3-17> 키요세 물재생센터 주민친화시설 사례

6) 유럽지역 하수처리시설

가) 독일 진들링엔 하수처리시설

- 위치 : Roter Weg, 65931 Frankfurt am Main
- 현황
 - 1887년 유럽에서 최초로 건설
 - 공장등에서 자체처리후 생물학적 측면의 처리를 위한 하수만 유입 처리
 - 주변에 녹지가 풍부하여 복개공원의 필요성이 없음

나) 독일 카슬러펠트 하수처리시설

- 위치 : 뒤스부르크의 라인강 하류와 지류인 루르강 유역
- 현황
 - 복개가능하나 비용문제로 복개공원화 하지 않음
 - 소화조에서 발생하는 바이오가스를 이용한 전기생산

다) 프랑스 콜롬베스 하수처리시설

- 위치 : 프랑스 파리 외곽
- 처리용량 : 240,000m³/일
- 부지면적 : 35,000m²
- 현황
 - 하수처리시설 전체를 건물화(건축 구조물 안에 넣음)하여 상부에 일부 휴게공간 조성

라) 프랑스 보네이(Bonneuil) 하수처리시설

- 위치 : 파리지 북쪽 보네이시(Bonneuil City)
- 처리용량 : 55,000m³/일
- 처리구역 : 35개 처리구역
- 처리인구 : 24만명
- 친환경 계획
 - 건설초기 악취문제 및 혐오시설 인식 때문에 주민설득이 필요하였으며, 초기부터 주민참여율이 높았으면 주민홍보에 신경을 쓰고 있음
 - 처리시설은 차폐를 위해 외곽은 큰 나무들로 식재되어있으며, 언덕식재 및 건물 외관의 미관에 중점을 둠
 - 담쟁이 넝쿨 및 격자무늬 나무장식 등을 이용한 건물 외벽 조경, 호기조 복개 및 2차침전지 벽화등으로 친화감을 유지하고자 노력
 - 처리시설 사무실 입구 복도바닥을 인공연못으로 만들어 방문객에게 처리수의 깨끗함이나 친근감을 느끼도록 함
- 악취문제
 - 인근에 주민 거주지역은 가까이에 없으나 악취문제를 없애기 위해 노력중
 - 악취가 발생할 수 있는 모든 시설은 부분포집 및 공간포집(복개)하여 흡수탑 흡식세정기를 도입하여(2단 습식세정기) 악취문제를 해결
 - 1단계 탈취법 : 암모니아를 처리하는 황산 사용
 - 2단계 탈취법 : 황화합물을 처리하기 위해 염화칼륨수용액으로 산화 세척
 - 3단계 탈취법 : 소다세정 사용



<그림 5.3-18> 보네이 하수처리시설 주민친화시설 사례

다. 검토결과

- 문헌자료 및 현장답사를 통하여 국내 하수처리시설의 현대화사업과 친환경·주민친화적 시설 조성사례를 조사하였다. 국내의 공공하수처리시설 현대화사업은 ‘공공하수처리시설 지하화사업’ 또는 ‘공공하수처리시설 부지집약화사업’ 등으로 서울특별시, 부산광역시, 경기도 등에서 시행된바가 있으며, 대부분의 시설이 운영중인 처리시설의 일부만 철거하고 단계별 지하화시설을 설치하거나, 부지이전 또는 신설등의 방식으로 시행되었다.
- 상부이용시설 국내외 적용사례를 살펴보면 시설을 지하에 설치하고 완전복개후 공원화한 사례, 시설을 반지하에 설치하고 상부 복개후 공원화한 사례, 하수처리시설내 유휴부지에 체육시설을 조성한 사례 등이며 공원 및 체육시설등 공공성을 띤 시설위주로 조성된 것으로 조사되었다
- 해외사례는 인터넷 및 문헌자료를 통하여 조사하였으며, 일본물재생센터의 사례는 동경시에 소재한 시설들로서 건설초기에 복개 및 지하화한 시설들이다. 도입시설은 주로 문화시설, 체육시설, 공원시설 등이며, 유럽의 경우 독일은 하수처리시설의 규모 및 위치가 루르강유역에 소규모로 다수가 조성되어 민원발생이 미미해서 복개에 대한 필요성이 미약한 것으로 조사되었다.
- 영국의 하수처리시설은 근래에 조성된 이스트본 하수처리시설은 지하화되어 있지만, 런던인근은 국내의 경우처럼 대규모로 조성되어 있으며 오래된 민원에도 불구하고 복개화된 사례는 없고 대체로 고도처리 및 탈취시설 개선으로 민원에 대응하고 있다.
- 프랑스의 경우는 대부분의 하수처리시설에서 주민참여율이 높아 주민홍보 및 친화감을 유지하기 위한 노력을 많이 하고 있는 것으로 조사되었다.

3.2.5 지상부 활용계획

- 지상부 활용계획은 승기공공하수처리시설 지하화시 상부 조경부지 조성 및 주민특화시설 설치가 계획되었으므로 지상부 활용계획 수립시 이를 반영하여야 한다.

가. 친환경 주민친화시설 설치

- 승기공공하수처리시설을 지하화하고 그 상부를 친환경 주민친화시설로 조성하며, 조경부지에는 최대한 수목공간을 확보하는 등 인근 주민들의 여가선용 및 쉼터로서의 기능을 할 수 있도록 구체적인 조경부지 시설계획과 지역주민들의 다목적 체육공간을 조성하도록 하여야 한다.

나. 주민특화시설 설치

- 승기공공하수처리시설 상부 부지를 활용하여 주민특화시설을 설치하여 인근 지역 주민을 위한 수익사업의 일환이 되도록 하여야 한다.

다. 주민이용시설 선호도 조사

- 금회 승기공공하수처리시설 지하화에 따른 상부이용시설에 대해 인천광역시 온라인 및 오프라인을 통해 설문조사를 실시하였다.

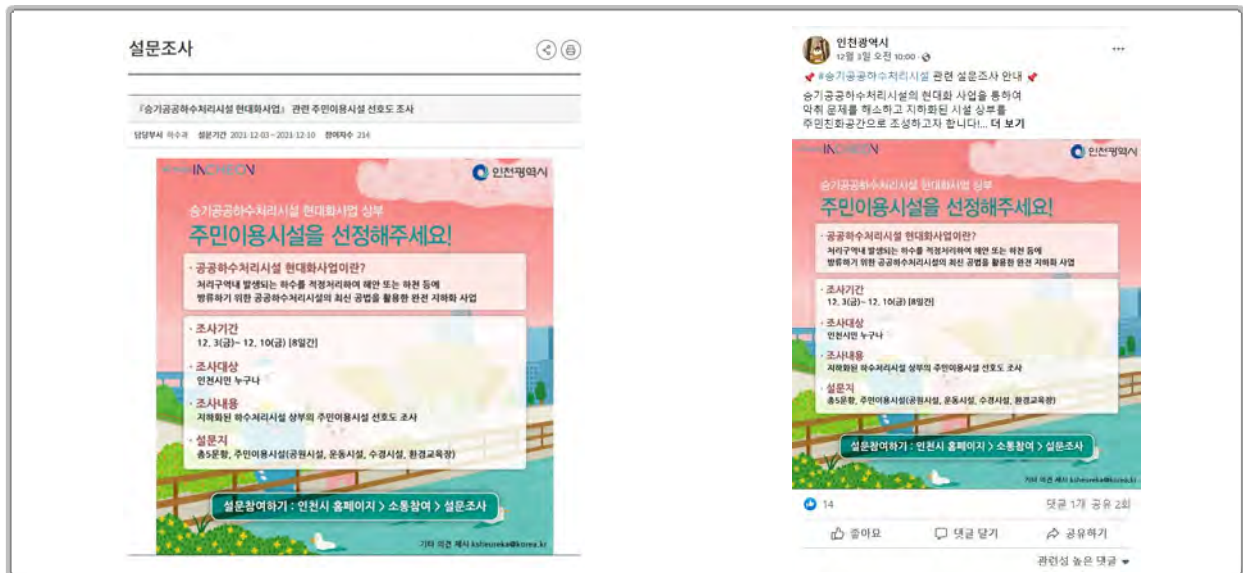
1) 온라인 조사

가) 조사방법

- 인천광역시 홈페이지 및 페이스북 설문조사 페이지를 이용한 설문조사

나) 조사기간

- 2021.12.03. ~ 2021.12.10.(8일간)



<그림 5.3-19> 인천광역시 온라인 설문조사

3) 조사결과

<표 5.3-20> 온라인 조사결과

항 목		내 용					비 고
공원시설	예시	산책로	잔디광장	정자시설	피크닉장		
	결과	156 (42.05%)	114 (30.73%)	22 (5.93%)	79 (21.29%)		
운동시설	예시	축구장	야구장	골프연습장	공도장	다목적운동장	
	결과	22 (10.28%)	14 (6.54%)	29 (13.55%)	3 (1.40%)	146 (68.22%)	
생활 체육시설	예시	농구장	테니스장	배드민턴장	게이트볼장	운동시설	
	결과	56 (16.43%)	51 (14.21%)	125 (34.82%)	36 (10.03%)	88 (24.51%)	
수경시설	예시	생태습지	물놀이터	분수			
	결과	101 (30.15%)	110 (32.84%)	124 (37.01%)			
환경 교육시설	예시	체험학습관	관찰원	전시장			
	결과	119 (35.52%)	158 (47.16%)	58 (17.31%)			

2) 오프라인 조사

가) 조사방법

- 인근 지역주민(연수구) 대상 주민설명회 및 오프라인 설문조사 시행

나) 조사기간

- 주민설명회 기간(2021.11.00.) 중 시행



<그림 5.3-20> 주민설명회 및 오프라인 주민선호도 조사

다) 조사결과

<표 5.3-21> 오프라인 조사결과

항 목		내 용					비 고
공원시설	예시	산책로	잔디광장	정자시설	피크닉장		
	결과	41 (50%)	23 (28%)	1 (0.1%)	17 (21%)		
운동시설	예시	축구장	야구장	골프연습장	궁도장	다목적운동장	
	결과	7 (13%)	3 (6%)	18 (35%)	3 (6%)	21 (40%)	
생활 체육시설	예시	농구장	테니스장	배드민턴장	게이트볼장	운동시설	
	결과	9 (15%)	10 (16%)	26 (43%)	8 (13%)	8 (13%)	
수경시설	예시	생태습지	물놀이터	분수			
	결과	17 (29%)	19 (32%)	23 (39%)			
환경 교육시설	예시	체험학습관	관찰원	전시장			
	결과	25 (52%)	12 (25%)	11 (23%)			

3) 조사결과 분석

- 온라인 및 오프라인 설문조사 결과 현대화시설 상부 주민이용시설은 산책로, 다목적운동장, 배드민턴장 등 쉽게 이용하고 접근이 용이한 시설을 선호하는 것으로 나타났다.
- 시설조성시 추가 사업비가 소요되는 축구장, 야구장, 골프연습장, 궁도장은 이용자가 제한적이므로 가족과 간편하게 이용할 수 있는 다목적운동장 선호
 - ⇒ 설문조사 결과 반영하여 추가 사업비가 소요되고 이용자가 제한적인 특수 운동시설 설치의 지양하는 것으로 계획하였다.
- 입찰자는 추가조사를 통해 처리시설 상부 조경부지 내 최적의 주민친화시설 설치계획을 수립하여야 한다.

4. 사업규모 결정

4.1 현대화시설 규모 결정

4.1.1 검토 조건

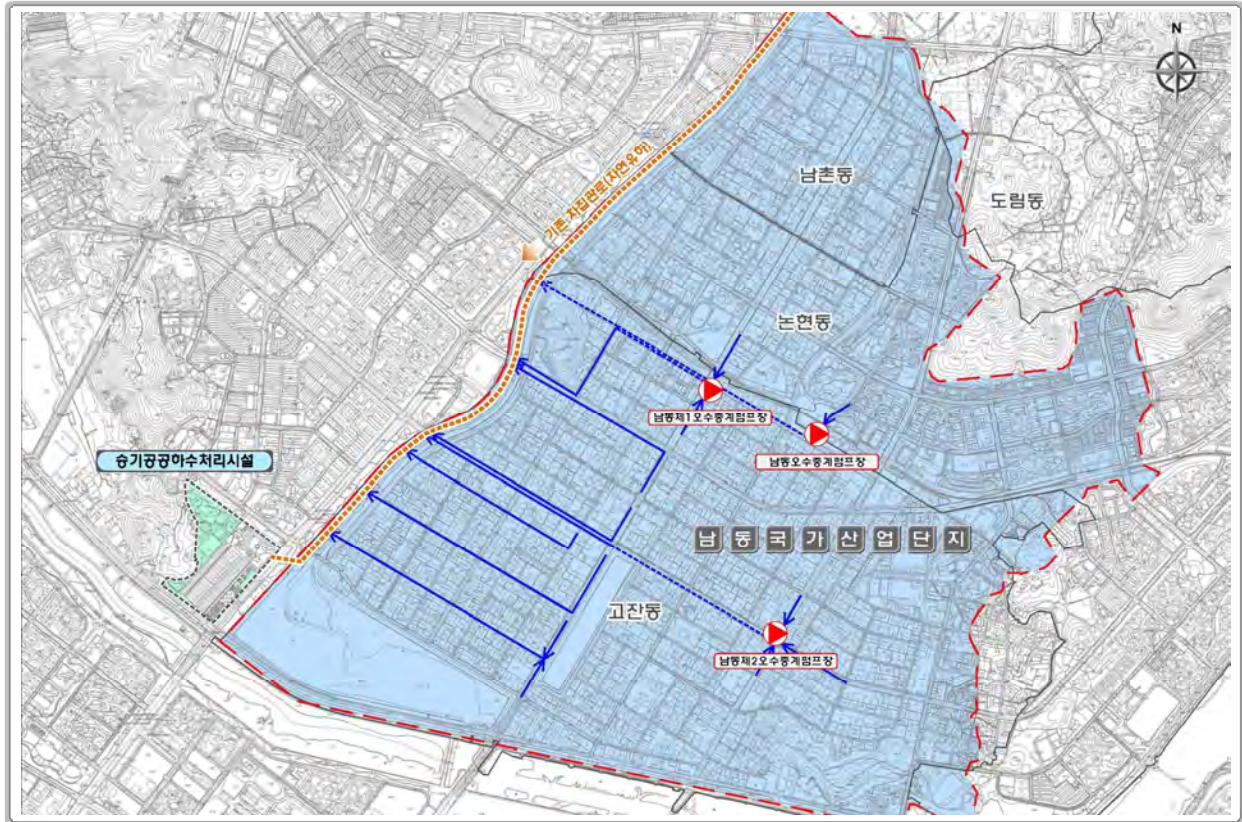
- 하수처리시설의 노후화에 의해 저하된 처리능력의 기존시설 설치부지 내에서 급회 증가된 오염부하의 완벽한 처리가 가능한 현대화시설 설치를 위해 배치가능 여부 판단을 위한 용량 검토를 수행하였다.
- 수처리공법은 고도처리공법 중 비교적 소요부지 면적이 높은 범용공법인 A2O공법을 기준으로 검토하여 제안입찰사가 다양한 공법을 적용할 수 있도록 계획하였다.
- 농축, 소화, 탈수 등 슬러지처리시설의 설치와 시설별 저류조 설치를 원칙으로 배치계획을 수립하도록 하였다.
- 급회 계획에서는 유지관리의 효율성을 고려하여 복층식 침전지와 심층폭기식 생물반응조 설치는 지양하여 기존 부지내 증가된 오염부하의 처리가 가능한 시설 배치 가능 여부를 판단할 수 있도록 검토를 수행하였다.
- 강우시 처리대책을 고려하여 3Q 규모의 일차침전지 규모를 결정하고 고농도 산단계 배출수의 적정처리를 위한 In-Line 방식의 유량조정조 및 설계기준을 만족하는 체류시간 확보가 가능한 유출입펌프동 등을 검토하였다.

가. 남동국가산업단지 고농도 오·폐수 이송계획

1) 남동국가산업단지 오·폐수 발생 현황

가) 남동국가산업단지 오수배제 현황

- 남동국가산업단지(이하 남동공단)는 상위계획인 “2035년 인천광역시 하수도정비기본계획 (2020.9. 인천광역시)” 상 승기처리구역의 남동처리분구에 해당되며, 편입되는 행정구역은 고잔동, 논현동, 남촌동, 도림동 일부를 포함하고 있다.
- 하수관로는 연수BTL 분류식화 사업과 동시에 분류식사업을 시행하여 현재 우수와 오수는 분리하여 배출하고 있으나, 산업단지 특성을 고려한 오수와 공장폐수는 별도로 분리하지 않고 있는 실정이다.
- 유역내 발생하는 하수 대부분은 남동 제1,2 오수중계펌프장에 의해 압송방식으로 기존 승기공공하수처리시설 차집관로에 유입되고 있다.



<그림 5.4-1> 남동공단 처리분구 현황

나) 오·폐수 발생량 추정

○ 남동공단은 총 4,177개의 지번이 편입되어 있으며, 지번별 물사용량 현황을 다음과 같이 분석하였다. 물사용 용도는 크게 업무용수와 공장용수로 구분되며 업무용수는 단지내 상가, 업무지원시설, 공공시설 등의 생활용수로 이용되는 물사용량을 의미한다. 물사용량 분석자료는 최근 코로나판데믹 영향에 의한 공장가동을 급감 등을 고려하여 판데믹 발생 이전인 2017년과 2018년 평균 사용량을 기준으로 산정하였다. 산정결과 유역내 물사용량은 공장용수가 전체 사용량의 67%를 차지하고 있다. 물사용량 분석결과를 이용하여 상위계획상 오·폐수에 대한 계획지표를 적용하여 남동공단내 오·폐수 발생량을 추정한 결과 전체 발생량 39,811㎥/일 중 공장폐수가 60%인 23,746㎥/일이 발생되고 있다.

<표 5.4-1> 남동국가산업단지 내 용도별 물사용량

구 분		편 입 지번수	용도별 물사용량(㎥/일, 일평균)			비 율(%)	
			업무용수	공장용수	계	업무용수	공장용수
남동 공단	고잔동	2,506	901	16,653	17,554	5	95
	논현동	1,279	11,952	6,295	18,247	66	34
	남촌동	356	108	3,437	3,545	3	97
	도림동	36	21	—	21	100	—
	합 계	4,177	12,982	26,385	39,367	33	67

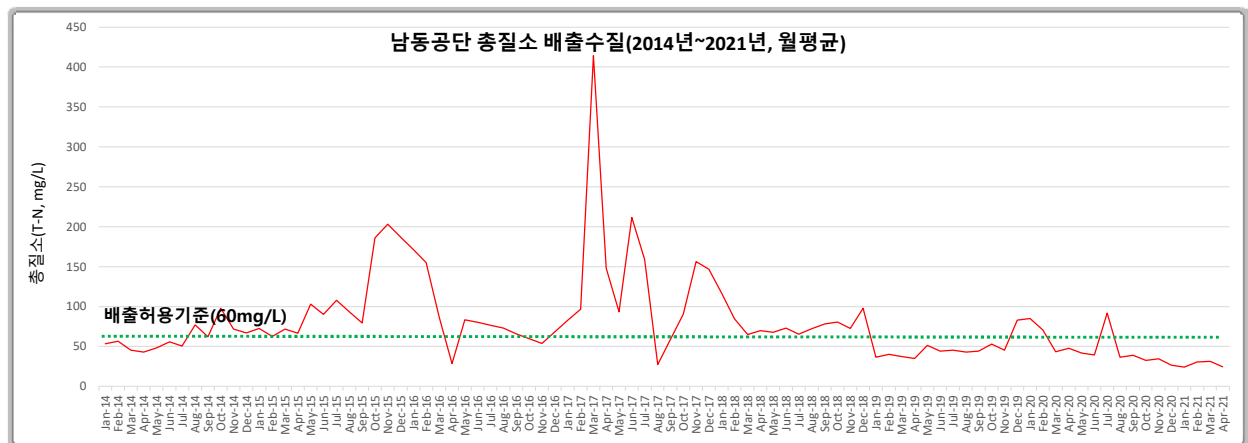
<표 5.4-2> 용도별 물사용량에 의한 오·폐수 발생량

구 분		하수발생량(㎥/일, 일최대)			비 고
		생활오수	공장폐수	계	
남동공단	일평균사용량(㎥/일)	12,982	26,385	39,367	
	오수전환율(%)	90	90	—	
	변동부하율(%)	125	100	—	
	지하수유입율(%)	10	—	—	
	일최대하수량(㎥/일)	16,065	23,746	39,811	
	발생비(%)	40	60	100	

다) 오·폐수 배출 특성 분석

(1) 일계열 배출특성 분석결과

- 인천광역시는 남동국가산업단지 배출수가 승기공공하수처리시설 운영에 막대한 영향을 미치는 것으로 파악하고 2014년~2021년 최근 8년간 주 1~3회 남동공단 배출수의 수질을 모니터링 하고 있으며, 주요 모니터링 지점은 공단내 배출수의 최종 배출지점인 남동 제1, 2펌프장을 대상으로 하고 있다.
- 일(日) 계열 모니터링 분석 결과 T-N 기준 평균 배출수질은 71.6mg/L로 승기공공하수처리시설 유입을 위한 배출허용기준 60mg/L를 초과하고 있으며, 전체 541회의 43%인 230회를 초과하였다. 팬데믹 이전인 2018년까지의 평균 T-N 배출수질은 95mg/L로 배출허용기준의 160%에 육박하는 것으로 분석되었다.



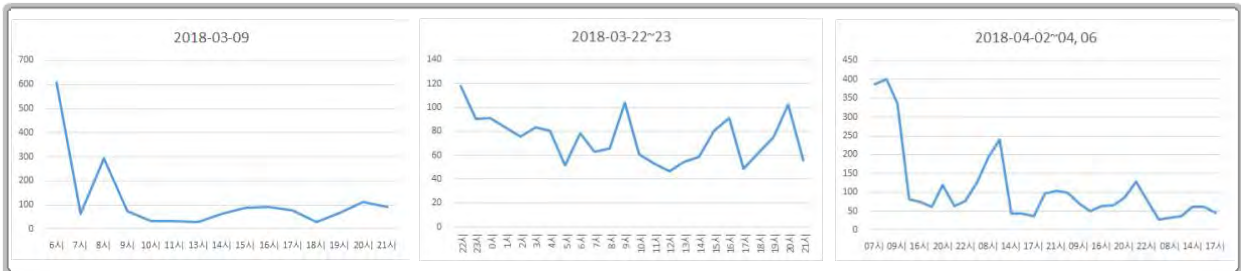
<그림 5.4-2> 남동국가산업단지 배출수 방류수질(T-N) 일계열 분석결과

(2) 시계열 배출특성 분석결과

- 코로나 발생이전인 2018년 3월~4월 중 남동공단내 공장이 가동되는 조업기간 중의 시간별 배출수질을 구분하여 특성을 분석하였다.
- 조사기간 중 T-N 기준 최대 배출농도는 610mg/L, 평균 배출농도는 74~117mg/L로 배출허용 기준을 초과하고 있었다. 고농도 배출은 주로 공장가동 개시 전 06시~09시 및 가동 종료 후 20시대에서 발생하며 그 외 시간은 평균 56~62mg/L로 배출허용기준에 근접하는 것으로 분석되어 공장가동 시간외 불법배출 고농도 폐수에 의한 수질변동 요인이 높은 것으로 추정된다.

<표 5.4-3> 시간대별 남동국가산업단지 배출수질

구 분		배출수질 (mg/L, T-N)			비 고
		2018-03-09	2018-03-22~23	2018-04-02~06	
전 체	평 균	117	74	109	
	최 대	610	118	401	
조업시간 (09:00~18:00)	평 균	56	62	56	
	최 대	93	91	81	
조업시간 외	평 균	187	81	142	
	최 대	610	118	401	



<그림 5.4-3> 남동국가산업단지 배출수 방류수질(T-N) 시계열 분석결과

라) 처리능검토를 위한 남동국가산업단지 배출수질 결정

- 인천광역시 관내 공공하수처리시설의 경우 검단일반산업단지를 제외한 대부분의 하수처리시설에서 산업단지내 배출수를 물환경보전법상의 ‘나’ 지역기준으로 유입되는 것으로 계획 및 운영되고 있는 실정이다.
- 승기공공하수처리시설 최초설치 시기인 1995년도에 당시 “하수도시설 설치사업 업무처리 지침(최초 1999년)” 이 수립되지 않아 공장폐수 등의 연계처리에 대한 규정이 명확하지 않았다. 배출허용기준 60mg/L를 적용할 경우 공장폐수 23,746m³/일 의한 질소부하는 14,248kg/일이므로 최소설치시 설계 부하 8,800kg/일의 16.2%에 해당되어 연계유입수 처리를 위한 반응조 증설이 필요함에도 별도의 공공하수처리시설 개량계획 없이 남동공단을 처리구역에 편입하여 현재까지 운영되고 있다.
- 특히, 남동공단은 승기공공하수처리시설 설치 이전 1982년 국가산업단지로 조성되었으며, 입주업체 대부분이 중소규모의 공장으로 산업 경기에 따라 업종 전환이 자주 이루어지는 특성을 보이고 있어, 고농도 배출수 방류업체에 대한 완벽한 단속은 현실적으로 불가능한 상황이다.
- 상위계획인 “2035년 인천광역시 하수도정비기본계획” 에서도 이를 고려하여 승기공공하수처리시설 현대화사업 계획시 배출허용기준 이상의 남동공단 실제 배출수를 고려한 고농도 계획수질을 결정하였다.
- 상위계획에서 고농도 계획수질 결정을 위해 적용한 2018년 기준 남동공단 배출수질은 2021년 현재까지의 모니터링 자료를 기준으로 재분석한 결과 T-N과 T-P의 경우 전체자료의 90%를 상회하는 수준으로 금회 적용하기에 무리가 없을 것으로 판단된다.

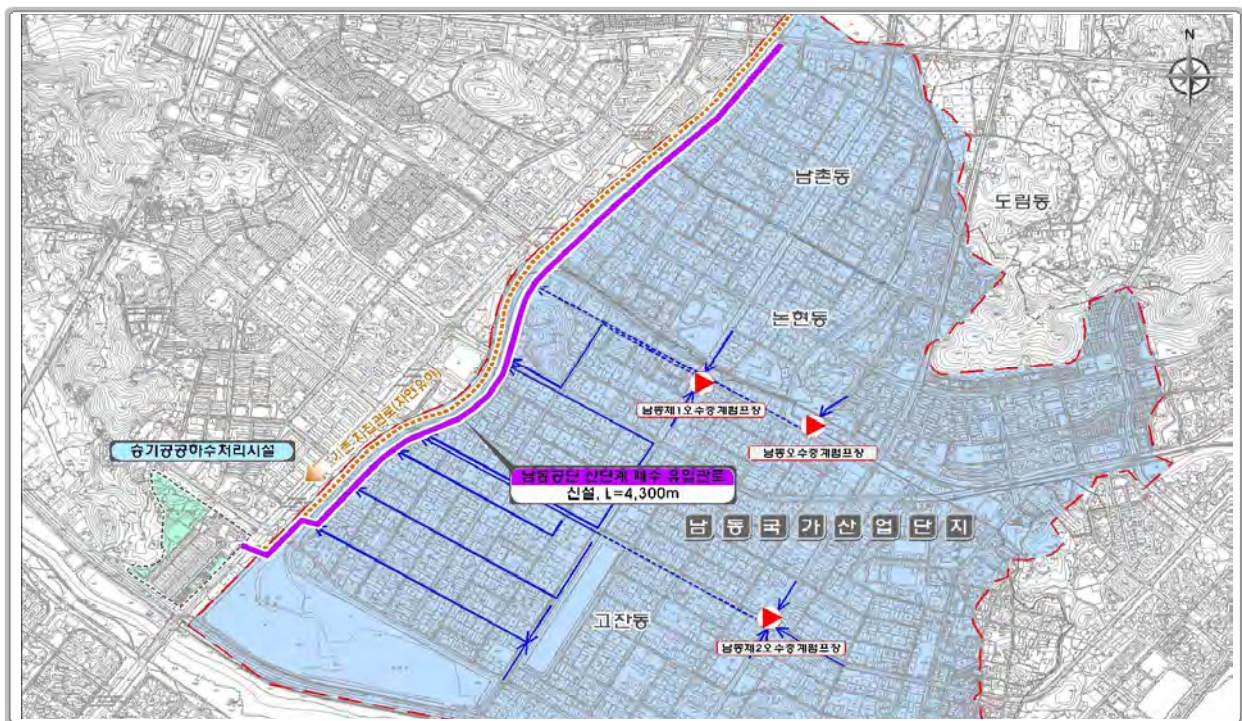
<표 5.4-4> 남동국가산업단지 배출수질을 고려한 하수처리시설 고농도 유입수질 조건

구 분			수질 (mg/L)					비 고
			BOD	COD	SS	T-N	T-P	
남동공단 배출수질	2018년 기준	허용기준	120	130	120	60	8	적 용
		평균	243.7	230.1	325.4	73.4	12.6	
		95%순위	355.6	335.7	406.5	115.0	22.9	
	전기 기간 기준	최대	594.1	561.0	679.3	172.4	49.7	
		평균	289.3	232.6	325.4	71.6	12.6	
		95%순위	584.4	651.5	723.7	153.9	29.3	
		최대	2,431.0	5,571.5	2,534.6	1,323.9	349.0	
	적용수질의 순위(%)		83.3	85.5	76.1	91.5	91.9	
처리시설	계획수질		203	155	214	51	7	
계획수질	고농도수질		235	183	252	58	9	

2) 남동국가산업단지 배출수 관리계획 검토

가) 남동국가산업단지 별도 차집관로 설치계획

- 인천시는 고농도 공장폐수 불법배출 단속을 지속적으로 시행하고 있으나, 공장내 개인배수설비 등을 통한 방류 통제가 어려운 실정이다.
- 코로나 팬데믹 이후 공장 가동을 급감 등의 사유로 고농도 하수유입현상은 안정화 되었으나, 향후 경기 회복 등의 사유로 공장 가동을 상승시 고농도 오·폐수 유입 가능성 상존함
- 남동공단은 대규모 국가산업단지로서 단지내 업무지원시설, 상가, 식당 등의 영업 및 업무 오수발생량이 전체의 40%를 차지하고 있으며, 이를 공장폐수와 완벽히 분리하기 위한 시설 설치는 현실적으로 불가능함
- 따라서, 입찰자는 남동공단 유역의 하수배제 방식을 현상태로 유지하고 고농도 공장폐수 유입시 하수처리시설의 효율적 관리를 위하여 별도 차집관로 설치계획을 수립하여야 한다.



<그림 5.4-4> 남동국가산업단지 산단계 차집관로 설치계획

나. 용량계산

1) 계획하수량 및 시설용량

- 승기공공하수처리시설의 최종 목표연도인 2035년 기준 계획하수량은 일최대 264,285m³/일이며, 각 단계별 계획하수량 및 시설계획 용량은 다음과 같다.

<표 5.4-5> 단계별 계획하수량

구 분		기준년도 (2021년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비 고
계획하수량 (m ³ /일)	일최대	214,197	240,972	260,001	264,285	

<표 5.4-6> 승기공공하수처리시설 시설계획

구 분		기준년도 (2021년)	2단계 (2025년)	3단계 (2030년)	4단계 (2035년)	비 고
목표연도		2035년				
하수처리인구(인)		486,965	550,339	599,623	610,720	
계획하수량(m ³ /일)		214,197	240,972	260,001	264,285	일최대
시설용량(m ³ /일)		275,000	275,000	270,000	270,000	

2) 계획유입수질

<표 5.4-7> 계획유입수질

(단위 : mg/L, 개/mg)

구 분	수질항목						비 고
	BOD	COD (TOC)	SS	T-N	T-P	대장균군수	
유입원수(생활계)	183.4	131.9 (109.9)	189.5	43.0	5.0	300,000이하	
유입원수(산단계)	360.0	340.0 (283.3)	410.0	115.0	23.0	300,000이하	
목표수질	100이하	400이하 (250이하)	100이하	200이하	20이하	300,000이하	

3) 단위공정별 용량계산

가) 설계기준 및 용량계산

(1) 생물반응조

(가) 생활계(A2O)

<표 5.4-8> 생물반응조(생활계) 설계기준

구 분		설계기준		설계		여유율
		V(m ³)	HRT(hr)	V(m ³)	HRT(hr)	
생물 반응조	무산소조	15,322	1.35	20,592	1.82	34.4%
	혐기조	42,553	3.76	43,056	3.80	1.2%
	호기조	87,863	7.75	88,920	7.85	1.2%

<표 5.4-9> 생물반응조(생활계) 용량계산

구 분		규 격				소요용량 (m³)	적용용량 (m³)	적정성 검토
		W	L	He	EA			
생물 반응조	무산소조	9.0	11.0	6.5	32	15,322	20,592	적정
	혐기조	18.0	23.0	6.5	16	42,553	43,056	적정
	호기조	18.0	47.5	6.5	16	87,863	88,920	적정

(나) 산단계(MLE)

<표 5.4-10> 생물반응조(산단계) 설계기준

구 분		설계기준		설계		여유율
		V(m³)	HRT(hr)	V(m³)	HRT(hr)	
생물 반응조	혐기조	5,110	3.66	5,148	3.69	0.7%
	호기조	30,803	22.07	32,994	23.64	7.1%

<표 5.4-11> 생물반응조(산단계) 용량계산

구 분		규 격				소요용량 (m³)	적용용량 (m³)	적정성 검토
		W(m)	L(m)	He(m)	EA(지)			
생물 반응조	혐기조	18.0	11.0	6.5	4	5,110	5,148	적정
	호기조	18.0	70.5	6.5	4	30,803	32,994	적정

(2) 일차침전지

(가) 생활계

<표 5.4-12> 일차침전지(생활계) 설계기준

구 분	설계기준	비 고
유입하수량	240,000m³/일(청천시), 1,080,000m³/일(강우시)	
HRT	2.0 ~ 4.0hr 이상	
길이/폭	3.00 이상	
폭/깊이	1.00 ~ 2.25m	
유효수심	2.50 ~ 4.00m	

<표 5.4-13> 일차침전지(생활계) 용량계산

구 분	W(m)	L(m)	He(m)	EA(지)	적정성 검토
일차침전지	9.0	52.5	4.0	32	-
용 량	60,480m³/일				-
HRT	6.05hr(청천시), 1.34hr(강우시)				적정
길이/폭	5.83m				적정
폭/깊이	2.25m				적정

(나) 산단계

<표 5.4-14> 일차침전지(산단계) 설계기준

구 분	설계기준	비 고
유입하수량	30,000m ³ /일(청천시), 135,000m ³ /일(강우시)	
HRT	2.0 ~ 4.0hr 이상	
길이/폭	3.00 이상	
폭/깊이	1.00 ~ 2.25m	
유효수심	2.50 ~ 4.00m	

<표 5.4-15> 일차침전지(산단계) 용량계산

구 분	W(m)	L(m)	He(m)	EA(지)	적정성 검토
일차침전지	9.0	52.5	4.0	8	-
용 량	15,120m ³ /일				-
HRT	12.1hr(청천시), 2.69hr(강우시)				적정
길이/폭	5.83m				적정
폭/깊이	2.25m				적정

(3) 이차침전지

(가) 생활계 + 산단계

<표 5.4-16> 이차침전지(생활계+산단계) 설계기준

구 분	설계기준	비 고
유입하수량	271,971m ³ /일(일최대 하수량)	
HRT	3.0 ~ 5.0hr 이상	
수면적부하	15 ~ 25m ³ /m ² /일	
고형물부하	40 ~ 125kg/m ² /일	
길이/폭	3.00 이상	
폭/깊이	1.00 ~ 2.25m	
유효수심	2.50 ~ 4.00m	

<표 5.4-17> 이차침전지(생활계+산단계) 용량계산

구 분	W(m)	L(m)	He(m)	EA(지)	적정성 검토
일차침전지	9.0	38.0	4.0	32	-
용 량	43,776m ³ /일				-
HRT	3.86hr				적정
수면적부하	24.85m ³ /m ² /일				적정
고형물부하	74.6kg/m ² /일				적정
길이/폭	4.22m				적정
폭/깊이	2.25m				적정





01
02
03
04
05
06
07
08

5. 공사중 무중단 운영계획

5.1 단계별 시공시 시설운영방안 수립

5.1.1 공사기간중 시설운영계획 수립

- 승기공공하수처리시설의 기존계열 단계별 철거 및 재건설에 따른 공사기간 중 무중단 하수처리 운영방안은 다음과 같다.

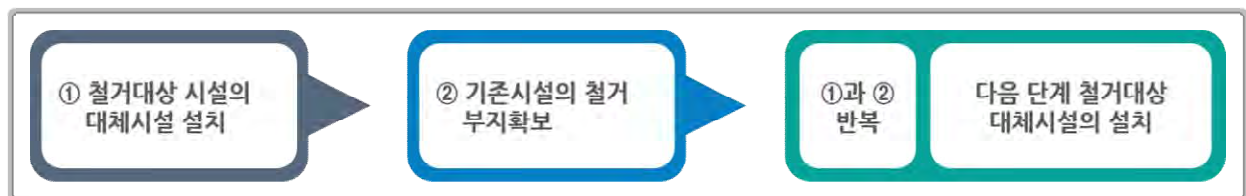
<표 5.5-1> 공사중 무중단 하수처리 운영방안

구 분	내 용
개 요	• 승기공공하수처리시설 현대화사업 기본계획
고려사항	• 승기공공하수처리시설 2025년 Q=270,000m³/일
운영방안	• 승기공공하수처리시설 기존계열의 단계별 철거 및 재건설에 따른 운영방안 수립 – 1단계 : 기존시설(2처리장) 35,000m³/일 철거 후 현대화시설(생활계) 1계열(60,000m³/일), 침사 및 유입펌프시설 등 설치 – 2단계 : 기존시설(1처리장) 80,000m³/일 철거 후 현대화시설(생활계) 2계열(60,000m³/일) 설치 – 3단계 : 기존시설(1처리장) 80,000m³/일 철거 후 현대화시설(생활계) 3계열(60,000m³/일) 설치 – 4단계 : 기존 수처리시설 잔여분 철거 후 현대화시설(생활계) 4계열(60,000m³/일) 및 슬러지처리시설 등 부대시설 설치 – 5단계 : 기존 슬러지처리시설 등 잔여시설 전체 철거 후 현대화시설(공장계), 30,000m³/일, 건축 및 조경시설 설치

5.1.2 무중단운영 시공 개요

가. 무중단 운영 시공 목적

- 증설을 위한 부지확보가 불가한 부지 내 신설을 위해서는 기존처리시설의 철거가 불가피하며 기존시설 철거전 기존용량 이상의 대체시설을 건설하여 하수처리시설의 시설용량이 유지될 수 있도록 하는데 목적이 있다.



<그림 5.5-1> 무중단 시공 개요

나. 무중단 운영 시공방안의 종류

- 철거 등의 공사중에 하수처리용량을 확보하면서 안정적으로 운영하기 위한 방안으로 가능한 여러 단계로 분할하여 시공하는 방법이 위험부담의 분산이나 대체 용량의 확보 규모를 작게 할 수 있어 유리하다.

○공사단계별 용량분담에 따라 다음과 같이 구분

<표 5.5-2> 무중단운영 시공 종류

구 분	1안 : 외부로 용량을 분담하는 방안	2안 : 계열별로 순차 시공하는 방안	3안 : 공정단계별로 순차 시공하는 방안
모식도			
(안)개요	• 철거대상시설의 하수량을 주변 하수처리시설로 이송하여 용량을 분담하는 방안	• 기존시설을 계열별로 구분하여 대체계열 건설 → 기존시설 철거 순으로 시공	• 기존시설을 공정단계별로 구분하여 대체공정건설 → 기존시설 철거 순으로 시공
전제조건	• 주변 하수처리시설의 여유용량이 철거 대상시설 보다 충분하여야 함	• 계열별 독립적 운영 구분이 충분히 세분화 되어 있어야 함	• 신·증설시설 및 기존처리시설간 처리조건에 대한 검토가 필요
적용사례	• 안양 박달하수처리장	〈금회 적용〉	• 제주공공하수처리시설

다. 무중단 시공방안 선정

- 기존 처리시설 현황, 수처리공정의 배치 및 여유공간 확보 가능성을 종합적으로 검토한 결과 계열별 순차시공 방안이 시공성 및 시공중 운영 안정성 면에서 가장 현실적인 것으로 검토됨
- 기본설계시 제시하는 하수처리공법에 따라 단계별 무중단 시공방안 및 기존 하수처리시설 운영계획을 수립하여 공사중 방류수질기준을 준수할 수 있도록 제시하여야 한다.

5.2 기존시설 철거 및 단계별 시공계획

- 공사중 무중단 운영을 위한 기존 시설 철거 및 단계별 시공계획(예시)은 신설 부지 확보를 위해 계열 단위로 철거가 필요하다.
- 이에 따라 계열별 철거 및 설치 순으로 시공계획을 수립하였으며, 그 내용은 다음과 같다.

5.2.1 1단계 공사

- 공사내용 : 기존 2처리장(35,000m³/일) 철거 후 현대화시설(생활계) 1계열(60,000m³/일), 침사 및 유입펌프 시설 등 설치
- 공사기간 : 1단계 성능시험(2개월) 포함 13개월
- 처리성능 : 기존 2처리장 철거 후 목표능력의 40.4%(109,100m³/일)
현대화시설 설치 후 62.6%(169,100m³/일)
- 공사중 방류수질 : 현대화시설 설치전 최소처리능력 기준

<표 5.5-3> 1단계 공사시 공사중 방류수질

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	128	83	131	37.8	4.58
	처리율(%)	37	36	39	26	35



<그림 5.5-1> 1단계 설치계획도(예시)

5.2.2 2단계 공사

- 공사내용 : 기존 1처리장 1계열(80,000m³/일) 철거 후 현대화시설(생활계) 2계열(60,000m³/일) 설치
- 공사기간 : 2단계 성능시험(2개월) 포함 10.6개월
- 처리능력 : 기존 1처리장 1계열 철거 후 목표능력의 48.9%(132,000m³/일)
현대화시설 설치 후 71.1%(192,000m³/일)
- 공사중 방류수질 : 현대화시설 설치전 최소처리능력 기준

<표 5.5-4> 2단계 공사시 공사중 방류수질

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	112	79	114	36.1	4.31
	처리율(%)	45	39	47	29	38



<그림 5.5-2> 2단계 설치계획도(예시)

5.2.3 3단계 공사

- 공사내용 : 기존 1처리장 2계열(80,000m³/일) 철거 후 현대화시설(생활계) 3계열(60,000m³/일) 설치
- 공사기간 : 3단계 성능시험(2개월) 포함 10.6개월
- 처리성능 : 기존 1처리장 2계열 철거 후 목표능력의 57.8%(156,000m³/일)
현대화시설 설치 후 80.0%(216,000m³/일)
- 공사중 방류수질 : 현대화시설 설치전 최소처리능력 기준

<표 5.5-5> 3단계 공사시 공사중 방류수질

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	94	75	97	34.3	4.00
	처리율(%)	54	42	55	33	43



<그림 5.5-3> 3단계 설치계획도(예시)

5.2.4 4단계 공사

- 공사내용 : 기존 수처리시설 잔여분 철거 후 현대화시설(생활계) 4계열(60,000m³/일) 설치
- 공사기간 : 4단계 성능시험(2개월) 포함 10.6개월
- 처리성능 : 기존 1처리장 3계열 철거 후 목표능력의 66.7%(180,000m³/일)
현대화시설 설치 후 88.9%(240,000m³/일)
- 공사중 방류수질 : 현대화시설 설치전 최소 처리능력 기준

<표 5.5-6> 4단계 공사시 공사중 방류수질

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	76	72	80	32.3	3.67
	처리율(%)	62	45	63	37	48



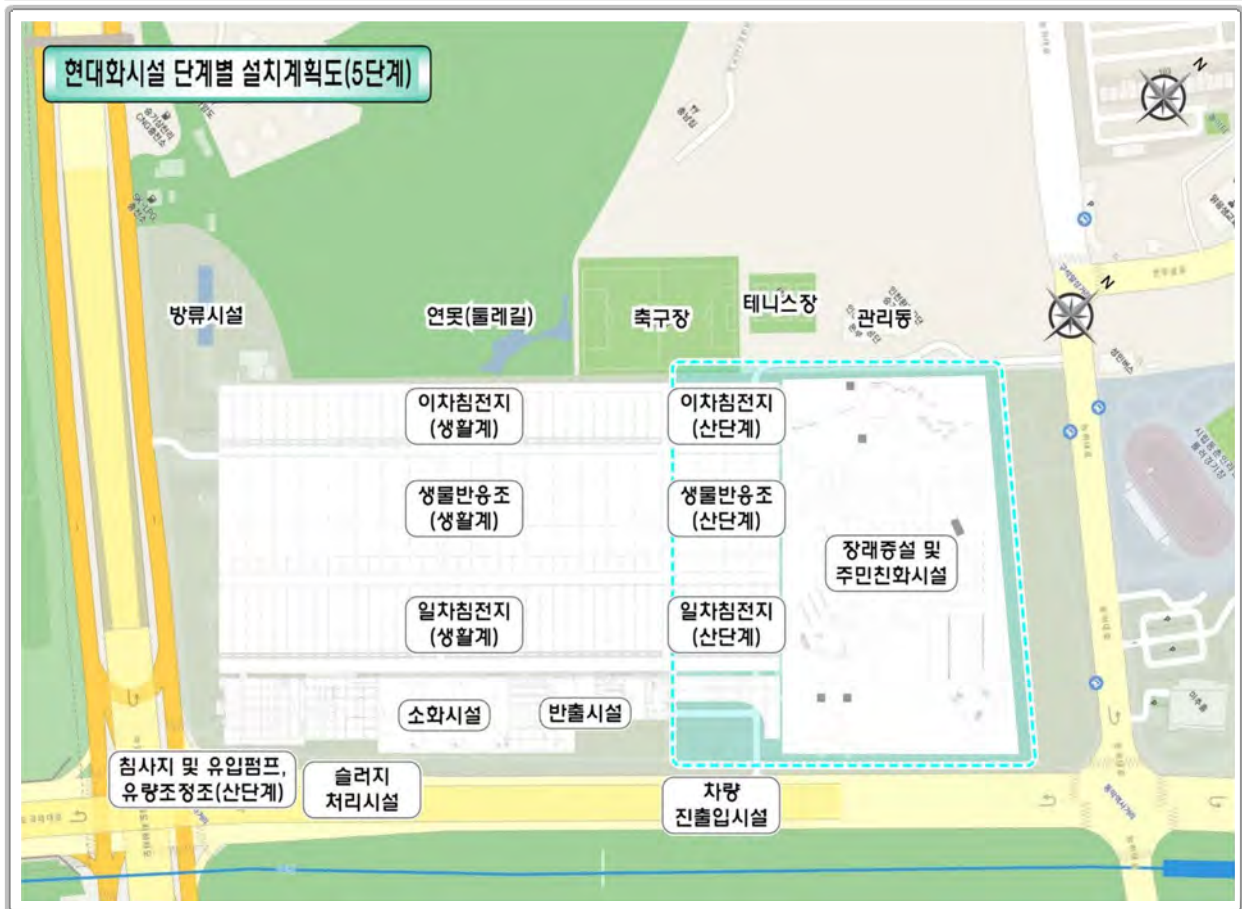
<그림 5.5-4> 4단계 설치계획도(예시)

5.2.5 5단계 공사

- 공사내용 : 기존 슬러지처리시설 등 잔여시설 전체 철거 후 현대화시설(공장계, 30,000m³/일), 건축 및 조경시설 설치
- 공사기간 : 종합시운전(6개월) 포함 24.2개월
- 처리성능 : 현대화시설 설치 완료로 100% 처리성능 발현

<표 5.5-7> 5단계 공사시 공사종 방류수질

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	10	25	10	20	2
	처리율(%)	100	100	100	100	100



<그림 5.5-5> 5단계 설치계획도(예시)

5.2.6 폐기물 처리계획 수립

- 승기공공하수처리시설 철거시 발생하는 건설폐기물 처리는 『건설폐기물의 처리등에 관한 업무처리지침』 (환경부 예규 제659호, 2019.8.19)의 규정에 따른다.

5.3 공사기간 중 하수처리 운영계획

5.3.1 개요

- 기존시설의 단계별 철거와 신설에 따라 공사중에는 방류수 수질기준의 준수를 위한 대책을 수립하여야 한다. 따라서, 관련법규를 검토하고 적절한 공사중 하수처리방안을 수립하여 원활한 사업이 진행될 수 있도록 하여야 한다.

5.3.2 관련법규 검토

- 공사중 방류수수질기준 준수여부에 관련된 법규는 하수도법 제19조 ②항 및 동법시행규칙 제10조 ①항 4호에 명시되어 있다. 시설의 증설, 개축, 보수 등을 위하여 부득이하게 처리 과정의 일부 또는 전부를 거치지 아니하고 하수를 배출하는 경우 방류수 수질기준을 초과하여 배출시 영산강유역환경청과 미리 협의 후 시설공사를 시행해야만 한다.

<표 5.5-8> 관련법규 검토

하수도법 제19조 ②항	하수도법 시행규칙 제10조 ①항 4호
제19조(공공하수도의 유지·관리 및 손괴·방해행위 금지 등) ① 공공하수도를 운영·관리하는 자는 대통령령으로 정하는 기준에 따라 공공하수도를 유지·관리하기 위한 기준을 마련하여야 한다. ② 공공하수처리시설 또는 분뇨처리시설을 운영·관리하는 자는 강우·사고 또는 처리공법상 필요한 경우 등 환경부령이 정하는 정당한 사유 없이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다. 1. 제7조에 따른 방류수수질기준(이하 "방류수 수질기준"이라 한다)을 초과하여 배출하는 행위 2. 제15조의 규정에 따라 공고된 하수처리구역 안의 하수를 공공하수처리시설에 유입시키지 아니하고 배출하거나 공공하수처리시설에 유입시키지 아니하고 배출할 수 있는 시설을 설치하는 행위 3. 공공하수처리시설 또는 분뇨처리시설에 유입된 하수 또는 분뇨를 최종방류구를 거치지 아니하고 배출하거나 최종방류구를 거치지 아니하고 배출할 수 있는 시설을 설치하는 행위 4. 분뇨에 물을 섞어 처리하거나 물을 섞어 배출하는 행위	제10조 (공공하수도의 유지·관리기준 준수의 예외 등) ① 법 제19조제2항 각 호 외의 부분에서 "환경부령이 정하는 정당한 사유"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다. 1. 공공하수처리시설 설치계획에 따라 공공하수처리시설에 유입시키지 아니하고 하수를 배출할 수 있는 시설을 설치하거나 하수를 배출하는 경우 2. 분뇨처리시설의 처리공법에 필요한 범위에서 물을 섞어 처리하는 경우 3. 강우 등 재해나 사고 등으로 부득이하게 처리과정의 일부 또는 전부를 거치지 아니하고 하수나 분뇨를 배출하는 경우 4. 시설의 증설, 개축, 보수 등을 위하여 부득이하게 처리 과정의 일부 또는 전부를 거치지 아니하고 하수나 분뇨를 배출하는 경우로서 관계 유역환경청장 또는 지방환경청장(이하 "지방환경관서의 장"이라 한다)과 미리 협의한 경우

5.3.3 공사기간 중 방류수 수질기준 준수 방안 검토

- 공사기간 중 방류수 수질기준 준수방안을 수립하기 위해 운영현황, 계획하수량 및 계획유입수질 등에 대해 검토하였다.

가. 계획하수량 및 계획유입수질

- 승기공공하수처리시설의 단계별 계획하수량 및 유입수질은 다음과 같다.

<표 5.5-9> 계획유입수질

구 분		현재(2021년)	장래(2035년)	비 고
계획하수량 (m³/일)	생활오수량	170,925	214,363	일최대 기준
	지하수량	17,093	21,436	
	공장폐수	25,773	28,080	
	군부대	406	406	
	계	214,197	264,285	
계획 유입수질 (mg/L, 개/mL)	BOD	202	204	COD → TOC 기준변경
	TOC	124	126	
	SS	212	215	
	T-N	51	51	
	T-P	7	7	

나. 공사기간 중 하수처리방안 검토

1) 공사기간 중 하수처리 조건

- 승기공공하수처리시설 현대화사업이 진행되는 2024년부터 공사가 완료되는 2028년 12월까지의 하수처리조건은 다음과 같다.

<표 5.5-10> 공사기간 중 유입하수처리 조건

유입하수량 (일평균, m³/일)	BOD	TOC	SS	T-N	T-P
유입수질(mg/L)	204	126	215	51	7

2) 공사기간 중 단위공정 운전조건 검토

- 상기의 하수처리조건에서 일차침전지, 생물반응조 및 이차침전지에 대하여 체류시간, 수면적부하, F/M비 등 단위공정별 운전조건을 검토하였으며, 각각의 조건을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 하지만 승기공공하수처리시설의 현재 처리수질을 감안하면, 방류수 수질기준 강화안 적용에 대한 대책방안 수립 없이 공사기간 중 기존 계열 및 확장계열 단계별 운영시 방류수 수질기준을 만족하지 못할 것으로 나타났다. 승기공공하수처리시설 공사 완료시에는 고도처리시설의 설치로 방류시설의 준수가 가능하므로, 공사기간 중의 한시적인 운영으로 인한 방류수 수질기준 준수에 관한 사항은 관련기관과 반드시 사전 협의하여야 한다.

다. 공사기간 중 방류수 수질기준 준수 방안 검토

- 승기공공하수처리시설은 운영중인 시설인 만큼 공사중 운영하는데 지장이 없도록 계열별 철거 및 배치계획을 수립하여야 하며, 사업대상지역 발생하수량과 기존 하수처리장의 하수처리 가능량을 면밀히 분석하여 처리안정성 및 처리효율을 극대화할 수 있도록 구체적인 계획을 제시하여야 한다. 한시적인 공사기간 중 방류수 수질기준 준수방안으로 다음과 같은 방안도 있다.

1) 공사기간 중 방류수 수질기준 준수 방안

- 일차침전지에서의 약품 투입은 고도처리시설이 완공되기 전까지 한시적으로 운용될 수 있는 방안으로, 미국이나 유럽의 하수처리시설들 중 고농도로 하수가 유입되는 하수처리시설에서는 자주 사용되어지는 방법이다. 또한 주 처리공정에 처리부하를 증가시키는 반류수에 대하여, 이 시기 중에는 가능한 낮은 처리수질 농도가 되도록 처리효율을 높이는 것이 중요하며, 이차침전지에서의 추가적인 약품 투입 또한 고려하여야 한다.
- 약품(응집제, 폴리머 등)으로 제거되는 오염물질은 입자성 물질과 콜로이드성 물질로서, T-N중 암모니아 ($NH_4^+ - N$, 암모니아성 질소)는 용존성으로 크게 제거되지 않지만, 유기성 질소와 같이 입자성으로 존재하는 부분은 많이 제거될 수 있다.
- 일차침전지에서 약품투입을 하게 되면, 생물반응조의 유입부하가 낮아져서 전체적으로 적은 체류시간에서도 일정한 처리수질농도를 달성 가능하나, 넓은 부지와 긴 침전시간을 필요로 하는 이차침전지에서의 고형물의 침전성능은 기본적으로 수리적 과부하에 의한 고형물 유출이 발생되며, 이를 제거하기 위해선 일부용량에 대하여 필요시 단순여과 공정을 적용할 수 있다.
- 일차, 이차침전지에 투입되는 약품은 크게 응집제류와 폴리머류로 분류되어, 응집제류는 콜로이드성 오염물질과 인(P)의 제거에 사용되어지며, 폴리머류는 응집제로 형성된 플러크와 고형물 등의 가교와 공침을 도와 고형물의 침전효율을 높이게 된다. 약품류의 투입량 결정은 일반적으로 응집실험(Jar-test)에 의해 결정되어지며, 현장 적용 시에는 상시 응집실험(Jar-tast)이 이루어져야 할 것이다.
- 일차침전지에서의 약품투입에 따라 BOD 제거효율이 상승되게 되면, 짧은 체류시간의 생물반응조 질산화 효율을 높일 수 있지만, 탈질시에 필요탄소원이 확보될 지를 검토하여야 할 것이며, 필요시에는 적정량의 외부 탄소원을 투입하는 것 또한 필요로 할 수도 있다.
- 고도처리에서는 질소 제거량이 생물반응조 규격을 결정하지만, 기존 시설을 그대로 사용하여야 하는 경우에는 부분적으로 일차침전지를 무산소조로 활용하여 일시적인 생물반응조 탈질공간으로 사용하는 것 또한 검토가 필요하다. 최대한 생물반응조의 설계유입 T-N 농도를 낮추기 위해선, 일차침전지에서의 약품투입에 따른 입자성 T-N 제거와 함께, 반류수 처리수의 T-N 농도도 가능한 한 최대한 낮추어 운전될 수 있도록 계획하여야 한다.

01

02

03

04

05

06

07

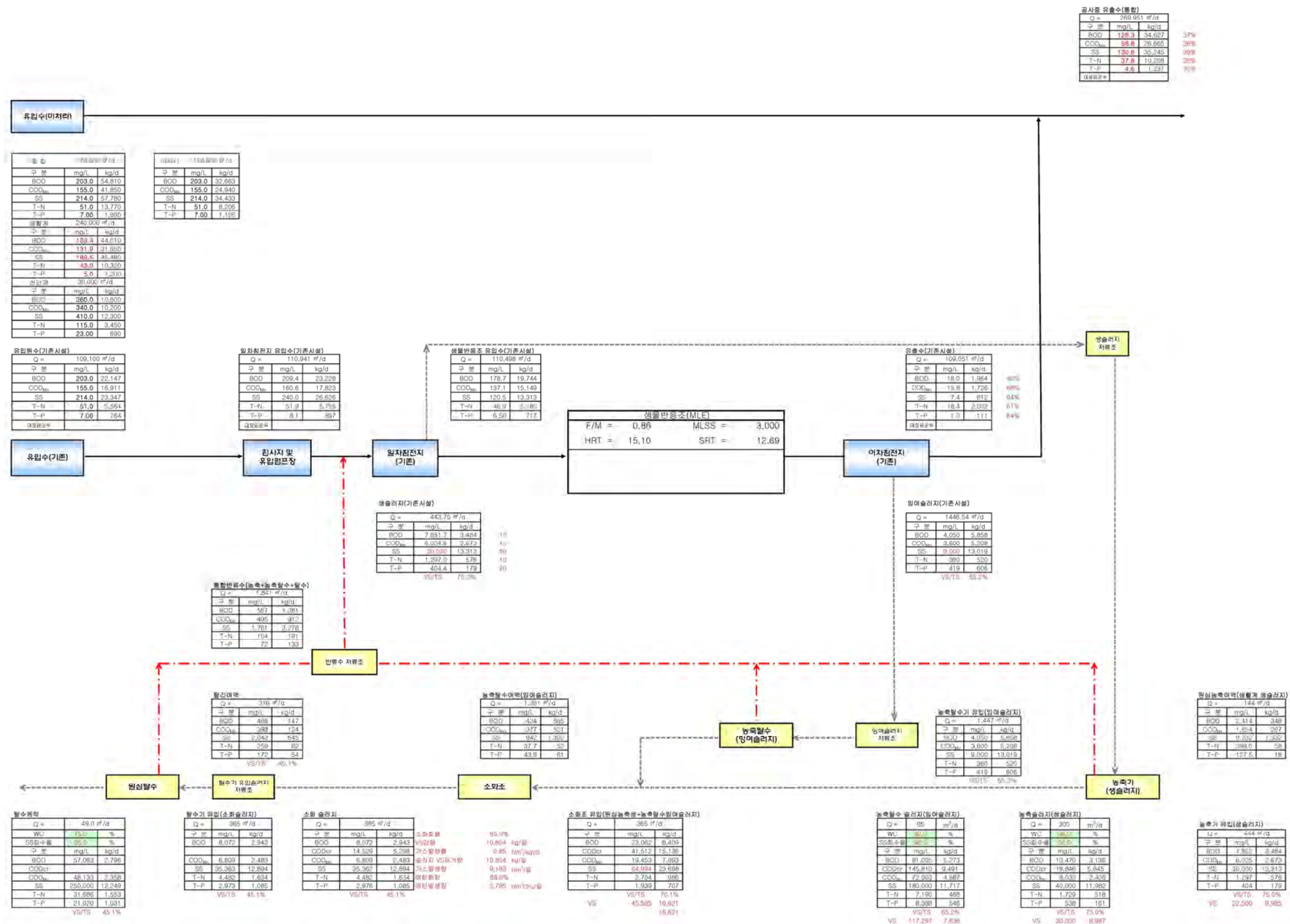
08



라. 공사단계별 방류수질

1) 1단계 공사(전)

◆ 승기공하수처리시설 현대화사업 공사단계별 방류수질 : 1단계-현대화시설 설치 전





01
02
03
04
05
06
07
08

01
02
03
04
05
06
07
08

[illegible]

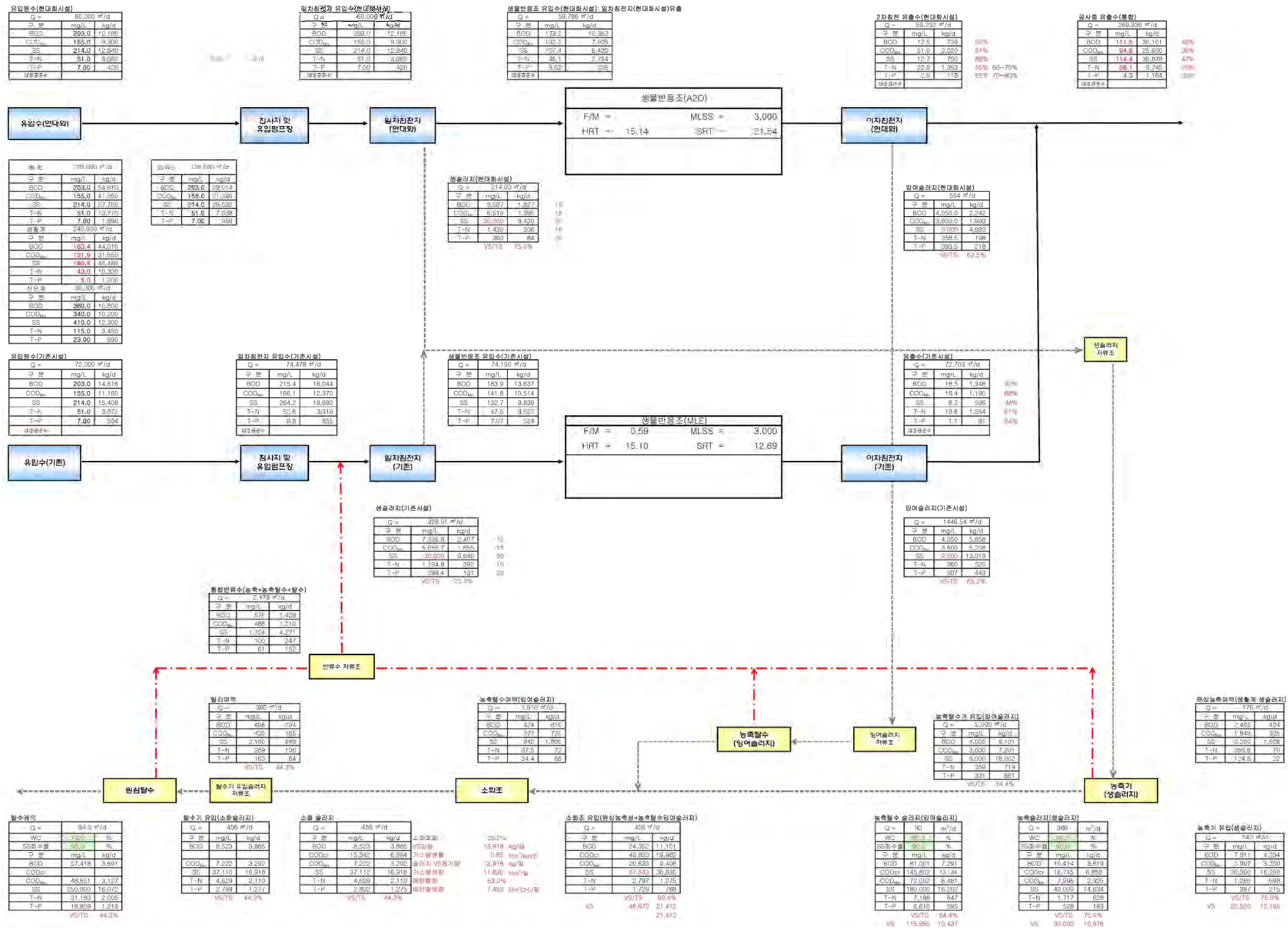
<그림 5.5-7> 1단계 공사(후)



01
02
03
04
05
06
07
08

3) 2단계 공사(전)

◆ 승기공공하수처리시설 현대화사업 공사단계별 방류수질 : 2단계 - 현대화시설 설치 전



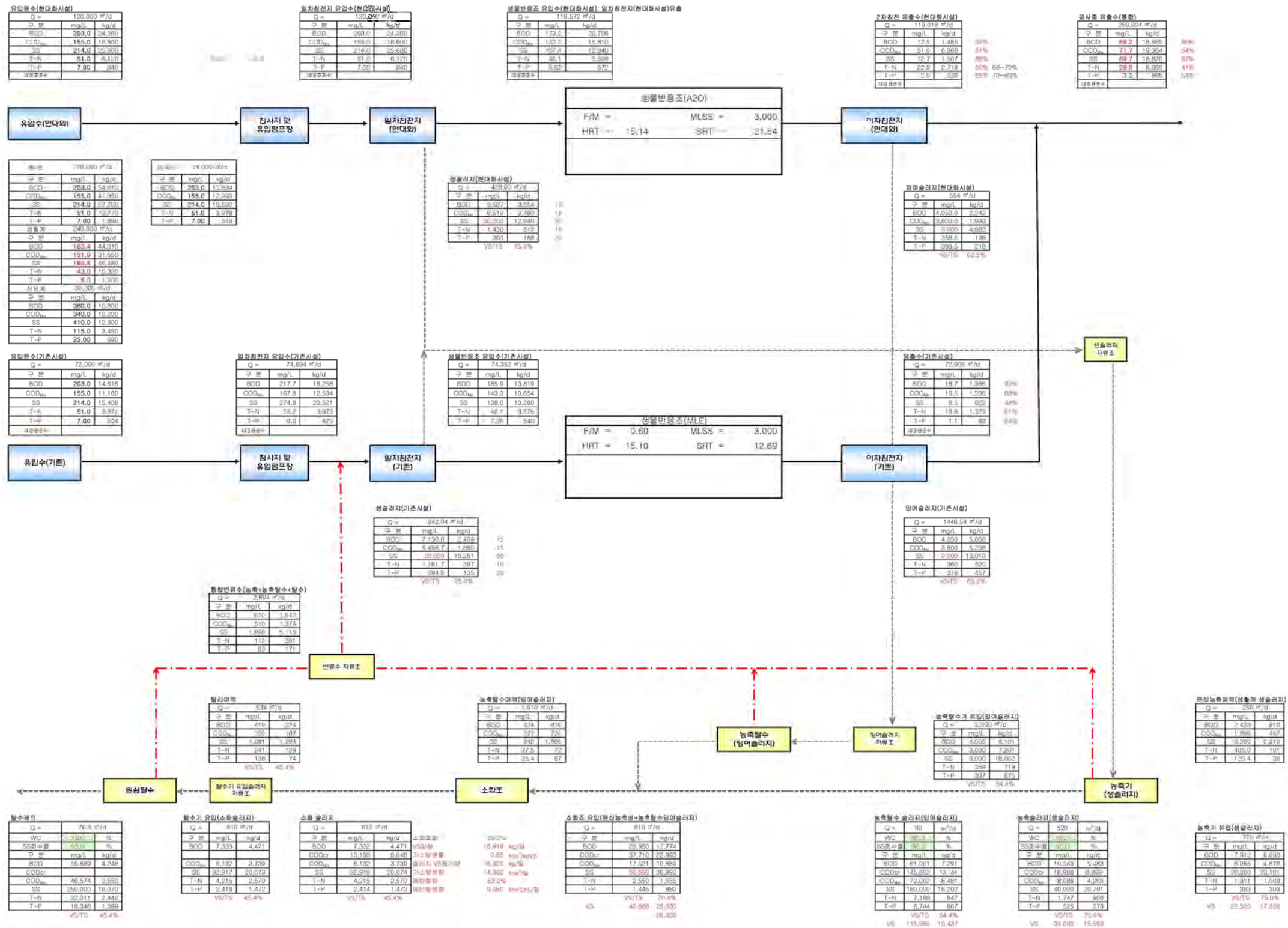
<그림 5.5-8> 2단계 공사(전)



01
02
03
04
05
06
07
08

4) 2단계 공사(후)

◆ 승기공하수처리시설 현대화사업 공사단계별 방류수질 : 2단계 - 현대화시설 설치 후



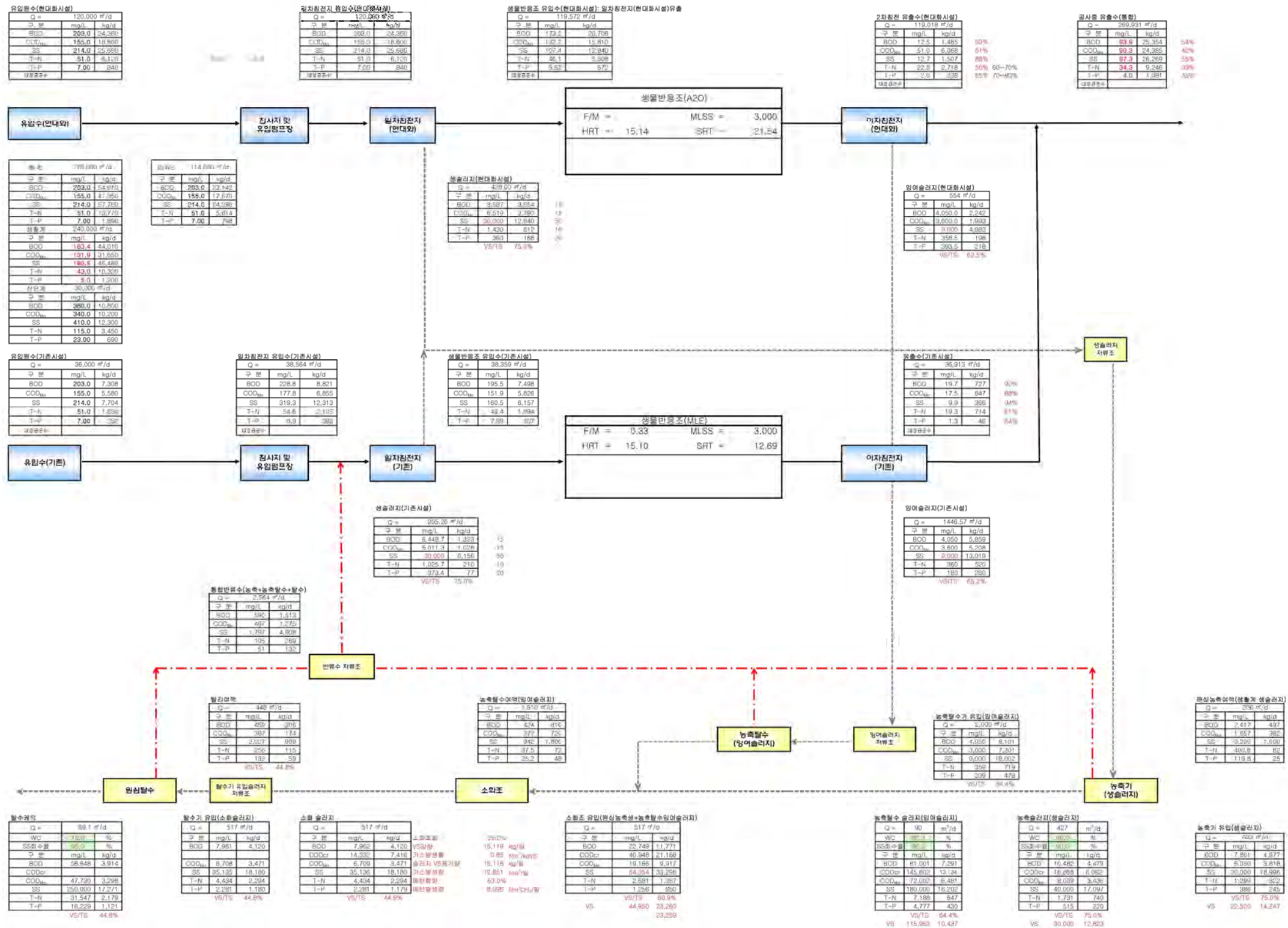
<그림 5.5-9> 2단계 공사(후)



01
02
03
04
05
06
07
08

5) 3단계 공사(전)

◆ 승기공하수처리시설 현대화사업 공사단계별 방류수질 : 3단계 - 현대화시설 설치 전



<그림 5.5-10> 3단계 공사(전)



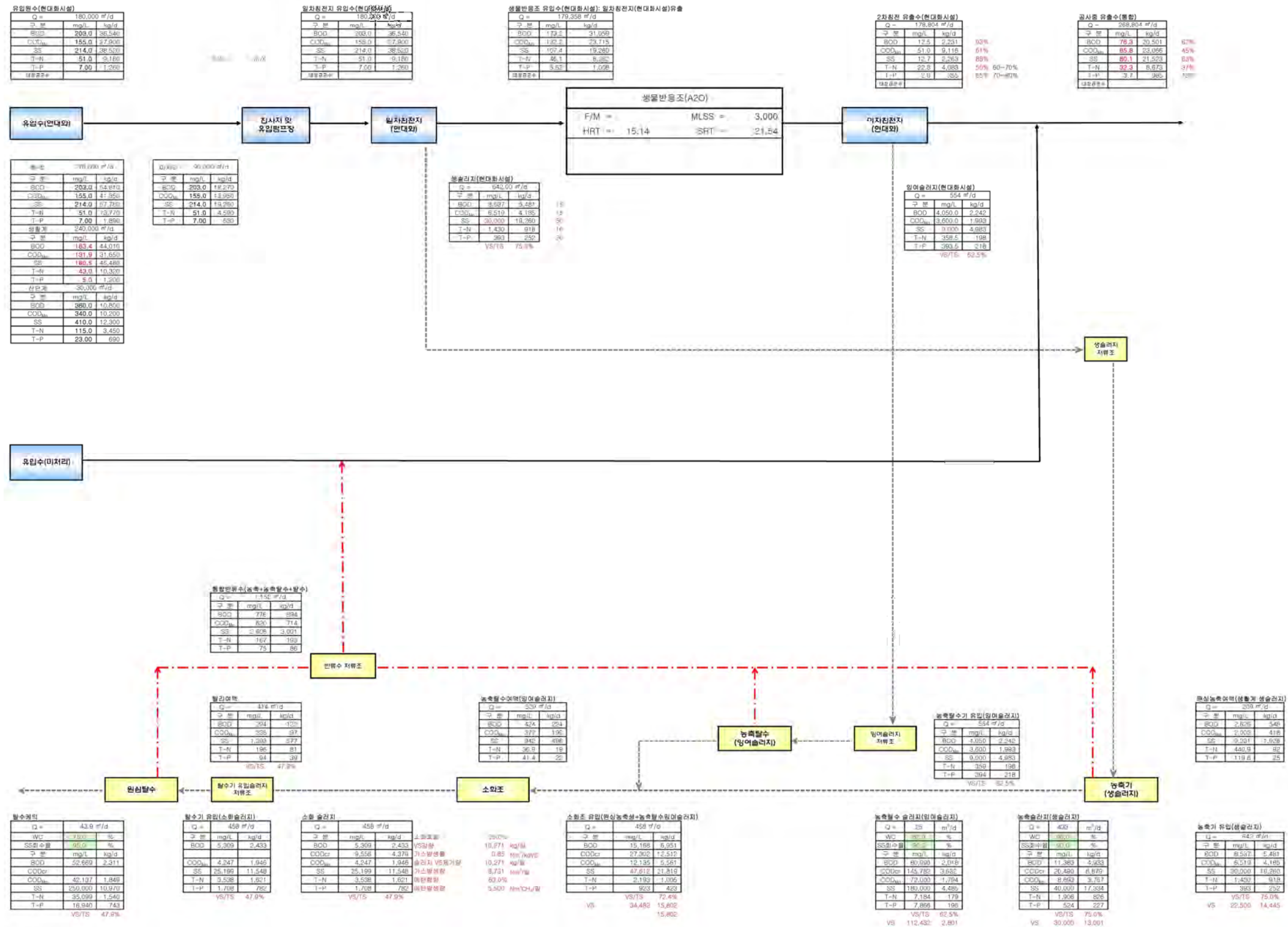
01
02
03
04
05
06
07
08



01
02
03
04
05
06
07
08

7) 4단계 공사(전)

◆ 승기공하수처리시설 현대화사업 공사단계별 방류수질 : 4단계 ~ 현대화시설 설치 전





01
02
03
04
05
06
07
08



01
02
03
04
05
06
07
08

9) 공사단계별 처리성능

<표 5.5-11> 공사단계별 처리성능

(단위 : m³/일)

구 분		기존시설	현대화시설	처리성능	성능비	비 고
1단계	전	109,100	—	109,100	40.4%	
	후	109,100	60,000	169,100	62.6%	
2단계	전	72,000	60,000	132,000	48.9%	
	후	72,000	120,000	192,000	71.1%	
3단계	전	36,000	120,000	156,000	57.8%	
	후	36,000	180,000	216,000	80.0%	
4단계	전	—	180,000	180,000	6.7%	
	후	—	240,000	240,000	88.9%	
5단계	전	—	240,000	240,000	88.9%	
	후	—	270,000	270,000	100.0%	

10) 공사단계별 방류수질

<표 5.5-12> 공사단계별 처리성능

(단위 : mg/L)

구 분		BOD	COD	SS	T-N	T-P	비 고
법적방류수질		10	40	10	20.00	2.00	
물질수지 기준	1단계	128	99	131	37.8	4.58	
	2단계	112	95	114	36.1	4.31	
	3단계	94	90	97	34.3	4.00	
	4단계	76	86	80	32.3	3.67	
협의수질		128	99	131	37.8	4.58	
초과비율		1,182.7%	146.9%	1,205.6%	89.1%	129.2%	

6. 공종별 시설계획

6.1 토목공사계획

6.1.1 개요

- 승기공공하수처리시설 현대화사업은 지하구조물로 배치되어야 하므로 이에 알맞은 구조물 계획을 수립하여야 하며, 시설물 규모 및 형식은 환경부 발행 「하수도 설계기준(2019, 환경부)」 및 「공공하수도시설 설치사업 업무지침(2020. 06)」에 명시된 기준 범위를 참고로 하여 합리적이고 경제적 이어야 하며, 각 공종별 하수처리의 연계성을 고려하여 부지 경계선내에 필요한 시설물에 대한 배치계획을 수립하여야 한다.

6.1.2 부지계획고 및 부지경계

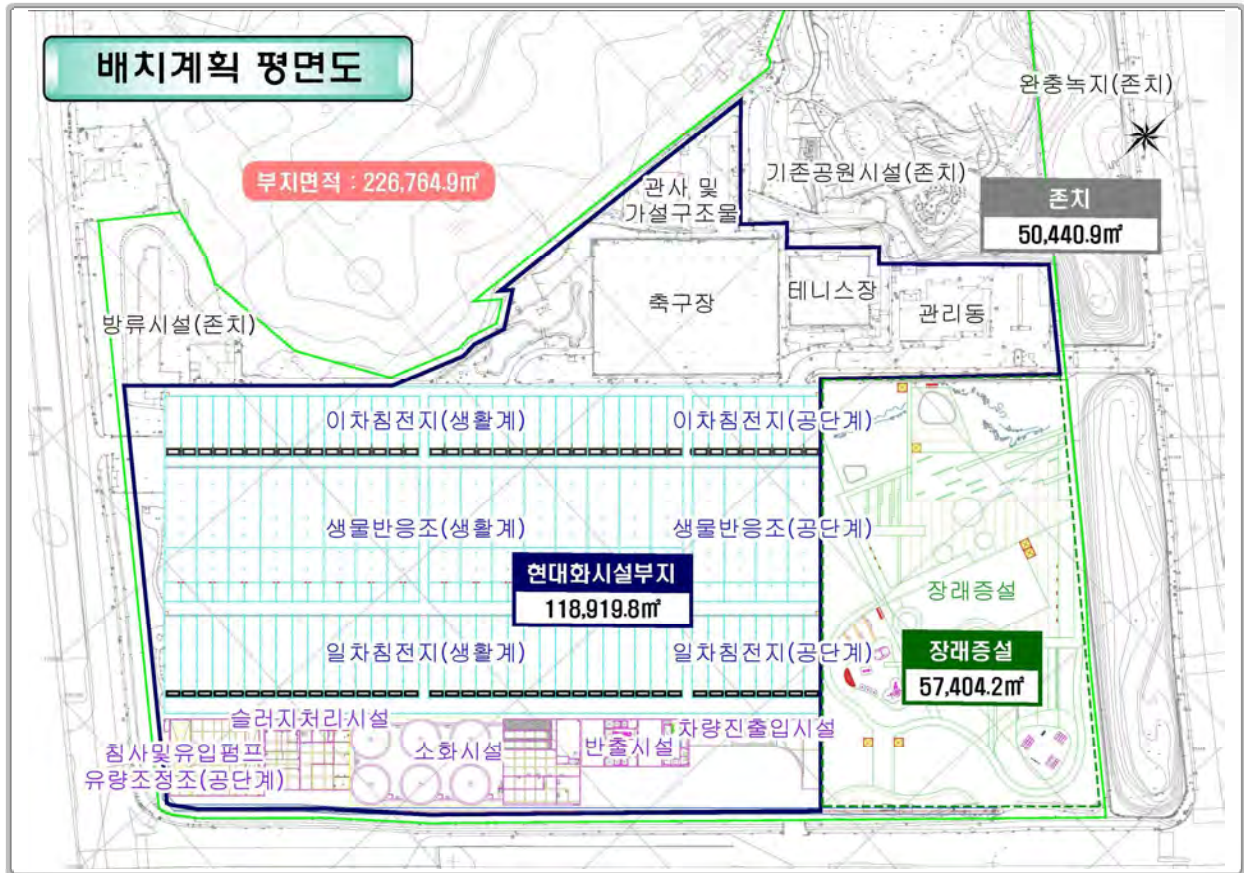
가. 토지이용계획

- 승기공공하수처리시설 현대화사업은 부지의 확장 및 확보가 어려운 한계를 극복하기 위하여 기존 하수처리시설 부지경계 내에서 기존시설을 철거하여 지하화 시설로 재건설하는 사업으로 기존 하수처리시설 부지경계와 동일하다.
- 처리시설 상부 부지계획에 따라 하수처리시설의 부지경계와 부지계획고와의 연결이 용이하도록 토공계획을 수립하고, 관계기관과 협의를 통하여 구체적이고 세부적인 계획이 제시되어야 한다.
- 기존 승기공공하수처리시설 토지이용현황을 고려하여 남동공단 차집관로 등 관로시설 일부를 제외한 현대화시설 전체에 설치(인천광역시 연수구 동춘동 947번지)

1) 용지조서 및 토지이용현황

<표 5.6-1> 용지조서 및 토지이용현황

번호	지 번	지목	지적면적	편입면적	소유자	토지이용현황
1	동춘동 947	잡	226,764.9	226,764.9	인천광역시	공공하수처리시설
2	" 946	잡	18,395.4	18,395.4	연수구	완충녹지
3	" 946-1	도	904.6	904.6	연수구	도로(진입도로)
4	" 946-2	잡	12,995.1	12,995.1	연수구	완충녹지
5	" 947-7	도	247.9	100.0	연수구	도로(녹지)
6	" 946-4	도	3,110.4	1,744.0	연수구	도로(녹지)
7	" 916-3	도	24,954.7	1,105.0	인천광역시	도로(녹지)
8	" 916-5	도	1,642.4	764.0	인천광역시	도로(녹지)
9	" 916-9	잡	2,845.1	2,837.0	인천광역시	도로(녹지)
10	" 947-9	도	407.9	407.9	인천광역시	완충녹지
11	" 947-5	도	133.6	120.0	인천광역시	완충녹지
12	" 958-5	도	809.5	398.0	인천광역시	완충녹지
13	" 958	도	79,309.4	3,104.0	인천광역시	도로(완충녹지)
합 계			372,520.9	269,639.9	-	-



<그림 5.6-1> 승기공공하수처리설 평면배치계획(안)

나. 부지계획고 결정

- 현재 승기공공하수처리시설의 부지계획고는 다음과 같다.

<표 5.6-2> 승기공공하수처리시설 부지계획고

구 분	부지 계획고		평수위	최극조위	방류수역
	기존(현재)	현대화(지하화)			
E.L(+)	6.0~10.0m	10.0m	459cm	961cm	서해

주) 평수위 및 최극조위 자료 : 바다누리해양정보서비스(www.khoa.go.kr, 해양수산부)의 인천송도 조위관측소 자료

- 일반적으로 공공하수처리시설 부지계획고는 주변 시설물 및 토지이용현황 등 인문사회적 조건과 지형 및 표고, 방류수역의 수위, 기상조건 등 자연적 조건을 종합적으로 분석하여 결정하여야 한다. 부지계획고는 우선 방류수역의 조위에 따른 수리계획에 의하여 수처리 구조물의 계획고를 결정한 후 조위에도 하수처리시설의 수리적 안전성을 확보하고 우수에 의한 침수가 발생하지 않도록 설정하며 수처리 공정과 연관이 있는 하수찌꺼기 처리시설 및 건축물 등을 포함한 기타 시설물과의 상관성을 고려하여 결정하여야 한다.
- 부지계획고 결정시 다음 사항을 고려하여 반영하여야 한다.
 - ① 처리시설은 우수유입에 대해 처리시설의 침수가 발생하지 않도록 하고 유지관리비 및 건설비

등에 대해 경제적인 계획이 되도록 하여야 한다.

- ② 암굴착으로 인한 굴착심도를 고려하여 경제적인 계획이 필요하며, 진동·소음에 따른 민원 및 주변 생태계 영향을 고려하여 계획하여야 한다.
- ③ 현재 부지는 관리구역(GL(+))10.0m과 하수처리구역(GL(+))6.0m으로 구분되어 있으며, 기존 하수처리구역 부지계획으로 제시할 경우 연암깨기, 잔토처리 등 토공량이 과다하게 발생된다.
- ④ 관리구역 부지계획고(GL(+))10.0m로 설정 시 연암깨기, 잔토량 감소로 공사비가 절감되며, 금회 현대화시설 재건설 사업시 시설부지내 단차 제거 등 상부 토지이용도를 높이기 위하여 부지계획고를 FGL(+))10.0m내에서 반영하여야 한다.
- ④ 승기공공하수처리시설의 부지계획고는 대조평균만조위(W.L(+))0.459m에 최종처리수가 자연유하 방류가 가능하도록 계획하여야 하며, 고극조위(W.L(+))0.961m에서도 하수처리시설이 안정적인 기능을 유지할 수 있도록 하여야 한다.

○ 본 기본계획에서 산정한 부지계획고는 다음과 같다.

<표 5.6-3> 승기공공하수처리시설 부지계획고 결정

구 분	관리구역 지반고 기준	하수처리구역 지반고 기준
처리시설 부지현황 종단면도		
종단계획		
계획고	FGL, 10.0m	FGL, 6.5m
토공량	· 흙쌓기: 175,474m³ · 터파기: 557,199m³ · 연암깨기: 160,995m³ · 되메우기: 70,661m³ · 잔토처리: 647,533m³	· 흙쌓기: 123,414m³ · 터파기: 620,329m³ · 연암깨기: 432,107m³ · 되메우기: 96,385m³ · 잔토처리: 956,050m³
공사비	3,607억원	3,704억원
검토결과	· 부지계획고 상승에 따른 하수처리구역 성토시에도 유용토가 발생하므로 연암깨기, 잔토처리 등의 토공량 감소로 공사비 절감 · 기존 부지내 단차가 부지경계인 기존도로(연수대로)에 형성되므로 처리공법에 따라 수처리시설 면적 증가시 보강토 옹벽 설치 필요 → 기존 완충녹지를 활용한 녹지형태의 마운딩 성토를 위해 부지경계에서 5m 이상 구조물 이격설치 제한	

6.1.3 시설물 배치계획

가. 기본방침

- 시설물 배치계획은 주변 지역과의 조화를 고려한 경관 및 미관에 유의하면서 시설의 신선감을 도모하고 각 단위 처리시설간 상호 연계성뿐만 아니라 관련 시설물과의 상호 연관 관계를 감안하여야 하며 수리상황, 방류수역 현황 등을 검토하여 합리적인 배치계획이 되어야 한다. 배치계획시의 고려사항은 다음과 같다.
- 공공하수처리시설의 규모 및 형식은 환경부 발행 「하수도 설계기준(2022.1, 환경부)」 및 「공공하수도시설 설치사업 업무지침(2021.02, 환경부)」에 명시된 기준범위를 참고로 하여 합리적이고 경제적이어야 하며, 각 공종별 하수처리의 연계성을 고려하여 배치하여야 한다.
- 공공하수처리시설 부지면적은 소요부지 면적이 최소로 될 수 있도록 구조계획 및 배치계획을 수립하여야 한다.
- 처리동선 연장의 최소화 및 유선의 원만화를 도모하여 하수의 흐름에 의한 손실수두를 최소화 할 수 있도록 배치하여야 한다.
- 공공하수처리시설은 지하구조물로 배치되어야 하므로 이에 알맞은 구조물 계획을 수립하여야 하며 공원화 및 배출구(탈취, 환기 등)계획을 반영하여야 한다.
- 공공하수처리시설의 상부는 복개(지하화)하므로 가능한 한 하중이 적은 조경계획을 수립하여 지하구조물에 하중전달이 최소화 되도록 하여야 한다.
- 소화조는 상부만 노출되도록 하여 공향으로 인한 고도제한요건에 해당되지 않으나 시설물 검토를 통한 계획이 수립되어야 한다.
- 공공하수처리시설에 대해 재해예방 대책을 수립하여야 한다.
- 탈수기 및 하수찌꺼기 처리시설에서 배출되는 하수찌꺼기는 운반 및 이송이 용이하도록 반출설비 등이 배치하여야 한다.
- 공공하수처리시설의 계열화는 유입량 변동에 따라 계열당 운전이 가능하도록 하여 단계별 유입하수량에 대한 능동적 대처 및 처리기기 고장에 따른 운전정지를 최소화해야 한다.

나. 고려사항

- 「공공하수도시설 설치사업 업무지침(2021.2, 환경부)」 등 관련지침 및 기준을 반영하여 운전 및 유지관리의 편의 및 효율성 확보, 시설물의 집약화, 주변 자연환경 및 입주 완료시 건축물과의 조화 등을 고려하여 합리적인 시설물 배치계획을 수립하도록 하였으며, 배치계획시의 고려사항은 다음과 같다.

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 5.6-4> 배치계획시 고려사항

구 분	주요 고려사항	비 고
구 조 물 배치계획	- 처리효율의 극대화 및 유지관리의 편의성 - 시설물의 집약화 및 무인화, 자동화 반영 - 주변공간과의 조화 및 악취포집의 용이성 - 주민 및 이용자의 친화공간 제공	
동선계획	- 처리공정간의 유기적 기능 확보 - 처리동선과 관리동선의 분리 검토 - 동선길이 최소화 및 단순화	
부지계획고 (토공계획)	- 방류수역 조위 고려(침수방지 고려) - 처리영역과 관리영역 등 Zoning화 - 지반에 따른 구조물 배치 - 절성토의 사면의 최소화	
진입도로 (구내도로)	- 유지관리용 차량 통행 동선 확보 - 민원발생 최소화 - 도로의 구조 및 시설기준 규정 준수	
기타사항	- 전력 및 통신 등 기반시설의 인입성 - 소음·진동 및 비산먼지 등 환경계획반영	

다. 시설물 배치계획

- 구조물의 배치계획은 수처리 및 하수찌꺼기처리 계통의 손실수두가 최소화 되도록 하며 유지관리 동선, 방문객의 동선 등을 고려하여 수립하여야 한다.
- 분뇨 수거차량과 일반차량의 동선을 분리하도록 하며, 기본 설계 수행시 처리공정 및 조경계획에 따라 최상의 배치계획이 수립되어야 한다.

6.1.4 용량계획

- 기본설계 및 실시설계 수행시 제안공법에 따라 시설물별 용량계산을 수행·제시하여야 하며, 부지여건을 고려하여 각 공정별 용량을 최소화하여야 한다.

6.1.5 수리계획

가. 수리계획시 고려사항

- 수리계획은 배치계획, 부지계획고, 유입펌프의 양정 결정, 방류관거 및 방류수위와 밀접한 연관성이 있어 공사비 뿐 아니라 유지관리비에도 영향을 미치므로 경제적인 수리계획이 되도록 충분히 검토하여 결정하여야 하며, 하수 및 하수찌꺼기 배관 동선을 최소화하고 원활한 흐름이 되도록 하여야 한다. 일반적으로 수리계획에 고려되어야 할 사항은 다음과 같다.
 - － 계획 방류수위 및 부지계획고
 - － 장래 확장을 고려한 계획하수량 및 유속
 - － 각 시설간의 연결관 및 여유치
 - － 시설의 구조 및 각종 수리학적 악조건의 발생

나. 시설의 계획하수량 및 유속

○ 하수처리시설 각 시설물에 대한 계획하수량 및 평균유속은 다음과 같다.

<표 5.6-5> 연결수로별 계획하수량 및 평균유속 기준

시설명	계획하수량	평균유속
침사지유입관거	계획시간최대오수량	1.0m/s이상
침사지~펌프장	계획시간최대오수량	1.0m/s내외
펌프방류토구~1차침전지	계획시간최대오수량	1.5 ~ 3.0m/s
1차침전지~반응조관로	계획시간최대오수량	0.6 ~ 1.0m/s
반응조~2차침전지	계획시간최대오수량+계획반송찌꺼기량	0.6m/s 정도
2차침전지~소독조관로	계획시간최대오수량	0.6m/s 정도

다. 수리계산 적용공식

1) 마찰손실

가) 콘크리트관(Manning 식 적용)

$$h_f = \left(\frac{n \times V}{R^{2/3}} \right)^2 \times L$$

h_f : 마찰손실수두 (m)
 n : 조도계수 (0.015)
 R : 동수반경 = $\frac{\text{통수단면적}(m^2)}{\text{윤변길이}(m)} = \frac{A}{P}$ (m)
 V : 유속 = $\frac{\text{유량}(m^3/sec)}{\text{유수단면적}(m^2)} = \frac{Q}{A}$ (m/sec)
 L : 관길이 (m)

나) 주철관(Darcy Weisbach 식 적용)

$$h_f = f \times \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

h_f : 마찰손실수두 (m)
 f : 손실계수 = $(0.04 + \frac{1}{1,000 \times D}) \times \frac{L}{D}$
 D : 관경 (m)
 L : 관길이 (m)
 V : 유속 (m/sec)
 g : 중력가속도 (m/sec²)

(1) 유 · 출입손실수두

$$h_i = f \times \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

h_i : 유입손실수두 (m)
 f : 손실계수 (0.5, 1.0)
 V : 유속 (m/sec)
 g : 중력가속도 (m/sec²)

(2) 곡관에 의한 손실수두

$$h_b = h_{b1} \times h_{b2} \times \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

hb : 곡관손실수두 (m)
fb1, fb2 : Anderson-Straub식

(3) 굴절에 의한 손실수두

$$h_r = f_{be} \times \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

hr : 굴절에 의한 손실수두 (m)
fbe : Weisbach식에 의한 손실계수 (아래 표 참조)

θ	15	30	45	60	90	120
f_{be}	0.022	0.073	0.183	0.365	0.99	1.85

(4) 점확에 의한 손실수두

$$h_{ge} = f_{ge} \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

$$= f_{ge} \left[1 - \left(\frac{A_1}{A_2} \right) \right]^2 \frac{V_1^2}{2g}$$

hge : 점확에 의한 손실수두 (m)
fge : 점확 손실계수
V1 : 점확 전의 평균유속 (m/sec)
V2 : 점확 후의 평균유속 (m/sec)

(5) 점축에 의한 손실수두

$$h_{gc} = f_{gc} \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$

hgc : 점축에 의한 손실수두 (m)
fgc : 점축 손실계수
V2 : 점축 후의 평균유속 (m/sec)

(6) 월류트러프(Trough)

① 트러프 하단에서 자유낙하일 경우

$$h_o = \sqrt{2hc^2 + (hc - \frac{il}{3})^2} - \frac{2}{3} il$$

ho : 트러프 상단의 수심 (m)
hc : 임계 깊이에서의 수심
 $hc = \sqrt{(a \times Q^2) / (g \times b^2)}$ (m)

α : 부하계수 (1.1)
Q : 유량 (m³/sec)
g : 중력가속도 (9.8m/sec²)
b : 트러프 폭 (m)

② 트러프 하단에서 잠겨 합류되는 경우

$$h_o = \sqrt{2hc^3/h_1 + (h_1 - \frac{il}{3})^2} - \frac{2}{3} il$$

i : 트러프 경사도 (%)
l : 트러프 길이 (m)
hl : 수중월류의 경우 트러프 하단의 수심 (m)

(7) V-형 웨어(Strick land formula)

$$\Delta h = \left(\frac{Q}{1,334 + \frac{0.0205}{\sqrt{\Delta h}}} \right)^{2/5} \div \left(\frac{Q}{1.42} \right)^{2/5}$$

Q : 유량 (m³/sec)
 Δh : 물마루점부터의 수심

(8) 전폭웨어(Francis formula)

$$\Delta h = \left(\frac{Q}{1.838 \times B} \right)^{2/3} \div \left(\frac{Q}{1.84 \times B} \right)^{2/3}$$

Δh : 물마루로부터 수심 (m)

Q : 유량 (m^3/sec)

B : 웨어 폭 (m)

(9) 수 문

$$\Delta h = \left(\frac{V}{2.75} \right)^2$$

Δh : 수문에 의한 손실수두 (m)

V : 유속 (m/sec)

(10) 수중웨어(Vilemont'e formula)

$$Q = Q_1 \left\{ 1 - \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^{3/2} \right\}^{0.385}$$

Q : 수중웨어에 의한 월류 유량

Q_1 : h_1 으로 자유유하시 월류량

(11) Screen

$$h_s = fr \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = \beta \cdot \sin \theta \cdot \left(\frac{t}{b} \right)^{3/4} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Kirschmer 공식

h_s : Screen에 의한 손실수두 (m)

fr : Screen 손실계수

β : Screen의 형상계수 (2.34)

t : Screen Bar 두께

b : Screen Bar 순간격

θ : Screen 설치각

V : 상류유속 (m/sec)

6.1.6 기초계획

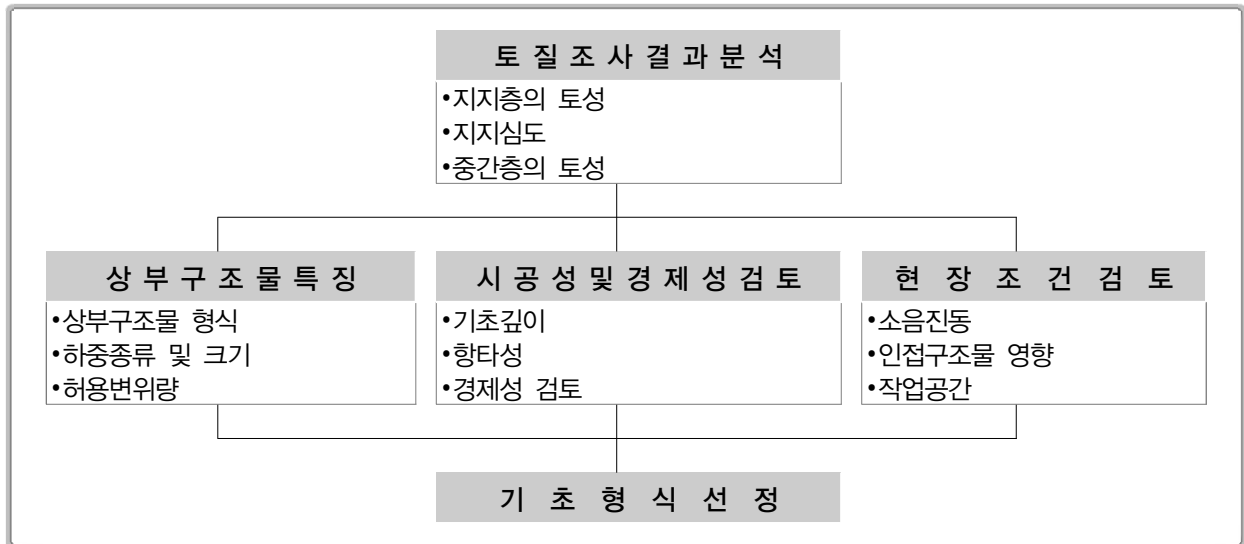
가. 개요

1) 기초형식 선정기준

- 구조물 기초는 상부구조로부터 전달되는 하중을 안정하게 지지하는 구조체로서 상부 구조의 규모, 상태, 강성 등의 구조물 여건과 지지심도 및 지지층의 토성, 지하수위 등의 지반여건을 종합적으로 고려하여 선정하여야 한다. 일반적으로 기초의 형식은 얕은기초(직접기초, Shallow Foundation)와 깊은기초(Deep Foundation)로 나누어진다. 이러한 기초의 형식은 토층의 구성상태, 상부구조물의 하중 여건 및 기초의 근입깊이 등에 따라 그 선택을 달리하게 된다. 직접기초란 상부 구조로부터 하중을 직접 지반에 전달시키는 형식의 기초로서, 지지력과 침하가 모두 허용범위 이내에 들도록 설계가 되어야 하며, 깊은기초는 지표근처의 토층이 구조물 하중을 지지할 수 없는 경우에 지중 깊은 곳에 있는 굳은 토층에 하중을 전달시켜 구조물을 지지할 경우에 사용된다. 구조물 기초형식은 상기에서 언급한 바와 같이 일률적으로 선정하기는 곤란하며 일반적으로 지지층 심도와 시공성 및 경제성을 비교하여 기초형식을 계획한다.

2) 기초형식의 선정절차

- 기초는 상부 구조로부터 전달되는 하중을 안전하게 지지하는 구조체로서 상부구조의 규모, 형상, 형식, 강성 등을 고려하여 지반조건에 적합하고 확실히 시공될 수 있는 것이라야 한다. 구조물의 기초의 형식은 아래와 같은 절차에 따라 결정하게 된다. 규격은 다음과 같다.



<그림 5.6-2> 기초형식 선정 흐름도

3) 구조물 기초형식 검토

- 일반적으로 기초의 형식은 크게 얕은기초(Shallow Foundation)와 깊은기초(Deep Foundation)로 대별되며, 이러한 기초의 형식은 토층의 구조상태, 상부 구조물의 하중 조건 및 기초의 근입깊이 등에 따라 그 선택을 달리하게 된다.

가) 기초형식 분류

(1) 얕은기초(직접기초, 치환기초)

- $D_f/B \leq 4$ (B : 기초 폭, D_f : 기초 근입 깊이)인 경우로서 구조물의 무게가 비교적 가볍든가 또는 좋은 토층이 지표면 부근에 있는 경우 상부구조물의 하중을 지반으로 직접 전달시키기 위하여 지반 위에 설치하는 기초로서 직접기초 종류는 다음과 같다.

(가) Footing 기초

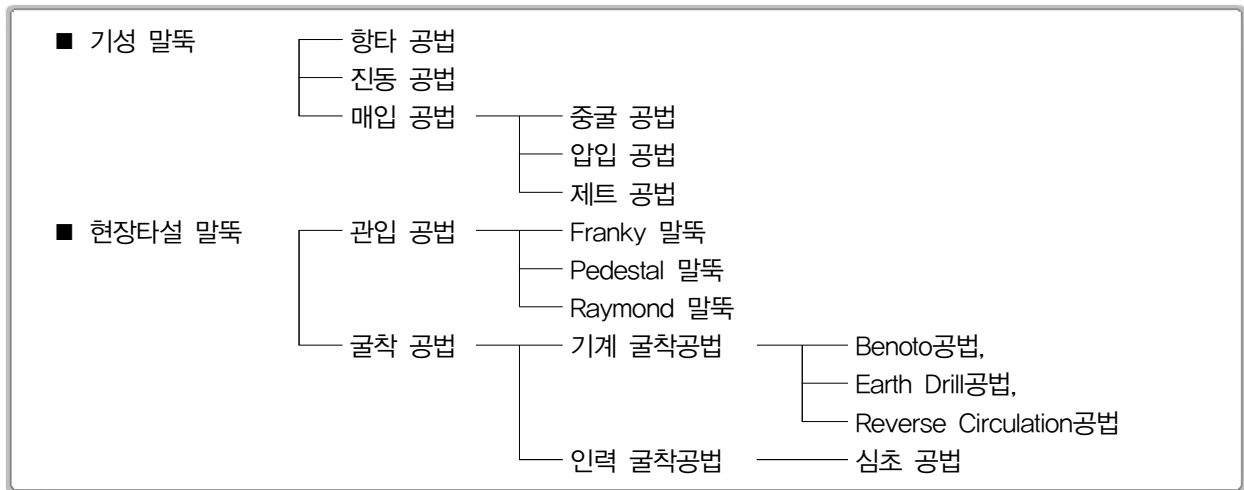
- 독립 Footing 기초 : 한 개의 기둥을 지지하는 확대기초
- 복합 Footing 기초 : 2개 이상의 기둥을 지지하는 확대기초로서 연결보인 Strap 이 크고 깊은 위치에 시공하는 경우에 적당하며, 독립기초가 큰 하중을 지지하는데 필요한 충분한 공간을 차지할 수 없는 경우에 적용한다.
- 캔틸레버식 Footing 기초 : 복합 Footing 기초의 일종으로 2개의 Footing을 Tie-Beam(Strap)으로 연결시킨 기초로서 기초지반의 지지력이 클 때에는 복합기초보다 경제적이며, 흙의 순 허용지지력이 크고 기둥 사이의 거리가 길 때 적용한다.
- 연속 Footing 기초 : 기둥수가 많은 경우나 하중이 벽을 통과하여 전달되는 경우 이들을 띠 모양의 긴 Footing으로 지지하는 기초이다.

(나) 전면 기초

- 기초지반의 지지력이 작은 경우 개개의 Footing을 하나의 큰 Slab로 연결하여 지반에 작용하는 단위압력을 감소시켜 상부구조물을 단일 Mat로 지지하는 기초로서 Footing 기초의 저면적이 커져 그의 합계가 시공면적의 2/3를 초과하는 경우 전면기초가 경제적임

(2) 말뚝기초

- $Df/B > 4$ (B : 기초 폭, Df : 기초 근입깊이)인 경우로서 구조물의 무게가 무겁거나 지표면 부근에 연약층이 있는 경우 상부구조물의 하중을 깊은 지지층에 지지시키고자 할 때 적용하는데 말뚝 기초의 종류는 다음과 같다.



<그림 5.6-3> 말뚝기초의 종류

(3) 기초형식 비교

<표 5.6-6> 구조물 기초형식 비교

구 분	얕은 기초		말뚝 기초
	직접기초	치환기초	
공법개요도			
개 요	• 상부구조로부터의 하중을 직접 지반에 전달시키는 형식으로 토층 아래 압축성이 큰 층이 없을 때 적용	• 원지반이 지지력 확보가 불가할 경우 양질의 토사 및 잡석으로 치환하여 소요 지지력 확보	• 기성말뚝, 현장타설말뚝을 지지층까지 타입 또는 타설하여 상부하중을 지지하는 공법
적용범위	• 기초심도 : 6.0 m 이내 • 연직하중 : 제한 없음	• 치환심도 : 3.0 m 이내 • 연직하중 : 제한 있음	• 기초심도 : 6 ~ 60 m • 연직하중 : 200 ton/본 이하
장 점	• 시공이 간편하고 경제적 • 연직 및 수평하중에 대한 지지력이 큼	• 시공이 간편하고 경제적 • 단순공정에 따른 공기 단축 가능	• 확실한 지지효과를 기대 • 지하수위에 관계없이 시공이 가능
단 점	• 지지층이 연약한 경우 적용이 불가	• 지지층 심도가 깊을 경우 치환에 따른 토공량 증대로 오히려 비경제적	• 별도의 기초재료(말뚝)가 소요되므로 공사비 증가 • 진동, 소음으로 인접구조물에 영향을 줄 수 있음

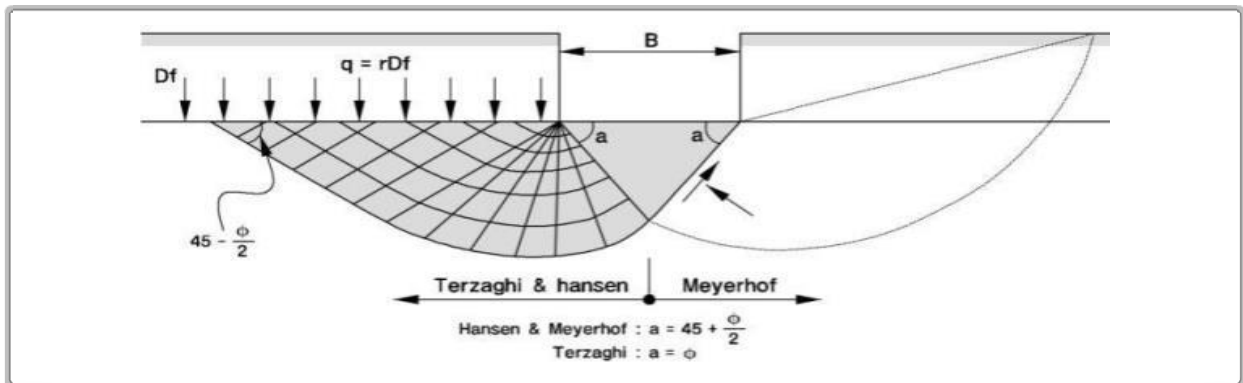
나. 직접기초 안정성 검토방법

1) 지지력 검토

가) 이론적 방법

- 이론적 방법에 의한 지지력 산정은 아래 그림에 나타난 바와 같이 토사층에 대한 지지력공식인 Terzaghi 지지력공식 및 Meyerhof 지지력공식을 적용한다.

<표 5.6-7> 이론적인 지지력 산정 및 지지력 공식



Terzaghi 공식					Meyerhof 공식				
$q_u = \alpha c N_c + q N_q + \beta \gamma_1 B' N_\gamma$					$q_{all} = \frac{1}{3} (c N_c s_c d_c + \gamma_2 D_f N_q s_q d_q + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma s_\gamma d_\gamma)$				
q_u : 지반의 극한지지력 (kPa)					q_u : 지반의 극한지지력 (kPa)				
N_c, N_q, N_γ : 지지력계수					N_c, N_q, N_γ : 지지력계수				
c : 점착력 (kPa), q : 상재하중 (kPa)					Sc, Sq, S_γ : 기초의 형상계수				
B' : 기초 유효 폭, γ 1 : 단위중량(kN/m ³)					dc, dq, d_γ : 기초의 근입깊이계수				
α, β : 기초의 형상 계수									
형상계수	원형	정사각형	연속기초	직사각형					
α	1.3	1.3	1.0	$1+0.3 \cdot B/L$					
β	0.3	0.4	0.5	$0.5-0.1 \cdot B/L$					

나) 현장 시험치(N치)에 의한 지지력 산정(수정 Meyerhof 제안식)

- 지지력 산정방법 중 현장시험치(N치, 표준관입시험치)에 의한 지지력 산정방법은 최대침하량 25.4mm(1inch)에 대해 허용지지력을 제안한 수정 Meyerhof(1974)식을 적용하여 검토하였다.

$$Q_a = \frac{N}{F_1} K_d, \quad B \leq F_4, \quad Q_a = \frac{N}{F_2} \left(\frac{B + F_3}{B} \right)^2 \cdot K_d, \quad B > F_4$$

- 여기서, Q_a : 1 inch(2.54cm) 침하에 대한 허용지지력(kPa)
 K_d : $1 + D/3B \leq 1.33$ (Meyerhof, 1965)
 F 계수 : $F_1=0.05, F_2=0.08, F_3=0.3, F_4=1.2$ (SI 단위일 때)
 N : 기초저면 상부 $0.5D_f$ 에서 기초저면 2B내의 평균 N치

2) 침하량 검토

- 직접기초의 안정성을 판단하기 위해서는 앞서 검토한 지지력뿐만 아니라 침하에 대해서도 검토하여야 한다. 즉, 기초는 지지력 및 침하에 대한 안정성을 모두 만족하여야 기초로서의 역할을 충실히 수행할 수 있다.

가) 침하량 산정방법

- 직접기초가 위치하는 지반이 토사층인 경우 즉시침하(탄성침하)를 검토하며, 직접기초의 탄성침하 산정방법에는 제안자에 따라 여러 방법이 있는데, 가장 대표적인 침하량 산정방법은 탄성론에 의한 방법(Vesic-Harr 제안식)과 Schmertmann & Hartman 제안식이 있다.

(1) 탄성론에 의한 방법(Vesic-Harr 제안식)

<표 5.6-8> 탄성론에 의한 방법(Vesic-Harr 제안식)

Vesic-Harr 제안식	기초형상에 따른 영향계수 I_s
$S = q B \frac{1 - \mu^2}{E} \cdot I_s$ S : 기초 침하량(m) B : 기초폭 (m) q : 기초저면 반력(kPa) μ : 지반 포아송비 E : 지반 탄성계수 (kPa) I_s : 기초형상에 따른 영향계수 (Harr, 1966)	

<표 5.6-9> 기초형상에 따른 영향계수 I_s

기초 구분	강성 기초	연성 기초				비 고
		중심점	외변중점	모서리점	평 균	
원형 기초	0.785	1.000	0.637	—	0.848	• 연성기초의 중심점의 영향치는 모서리점의 영향치의 2배 • 즉, 중심점의 침하량은 모서리점의 침하량의 2배
정방향 기초	0.880	1.120	0.760	0.560	0.950	
장방형 기초	L/B=2	1.120	1.530	1.120	1.300	
	L/B=5	1.600	2.100	1.680	1.820	
	L/B=10	2.000	2.560	2.100	2.240	

(2) Schmertmann 제안식(1978)

- 사질토지반의 탄성침하를 구하기 위해 변형 영향계수를 제안한 것으로 지반내의 연직응력 분포형태와 유사하게 변형분포를 경험적으로 근사화시킨 것이다. 아래 그림은 연속기초(L/B)와 정방향(원형)기초에 대한 변형영향계수를 보이고 있다. $1 < B/L < 10$ 인 경우에는 보간법을 사용한다.

<표 5.6-10> Schmertmann제안식(1978)

Schmertmann 제안식	변형영향계수
$S_i = C_1 C_2 (\bar{q} - q) \sum \frac{I_z}{E} \Delta z$ 여기서, I_z : 변형영향계수 C_1 : 근입깊이에 대한 보정계수 $= 1 - 0.5 \left[\frac{q}{(\bar{q} - q)} \right]$ 단, $C_1 > 0.5$ C_2 : 모래의 Creep에 대한 보정계수 $= 1 + 0.2 \log [10 \times \text{시간(년)}]$ $\bar{q}$: 기초저면의 접지압 E : 탄성계수 Δz : 각 토층의 두께	

(3) 허용침하량

- 구조물의 침하는 비록 구조물이 파괴에는 이르지 않는다 하더라도 구조물의 외관, 구조물의 유용성, 구조물의 손상 등의 문제를 야기하기 때문에 기초의 침하가 허용범위 안에 들도록 설계하여야 한다. 이와 같은 요인을 감안하여 구조물의 균열이나 손상을 최소한도로 줄이거나 방지하기 위한 경험적인 기준은 다음과 같다.

<표 5.6-11> 구조물 종류에 따른 허용침하량

침하 형태	구조물의 종류	허용침하량	비고
균개등침하	배수시설	15.0~30.0cm	S : 기둥사이 간격 또는 임의 지점간 거리
	석축 및 철골구조	2.5~5.0cm	
	뺨대구조	5.0~10.0cm	
	굴뚝, 사일로, 매트	7.5~30.0cm	
부등침하	철근콘크리트 뺨대구조	0.003S	
	강 뺨대구조(연속)	0.002S	
	강 뺨대구조(단순)	0.005S	

- 일반적인 허용침하량의 기준은 대체적으로 석축구조~철골 구조를 기준으로 하였을 때 25.0~100mm 정도이며, 통상적인 허용침하량의 기준은 25mm이다.

다. 지하화에 따른 굴착공법 검토

- 지반굴착 계획에 있어서 다음과 같은 사항에 대해 설계 시 신중히 검토되어야 하며, 제시된 내용은 일반적인 사항 중 부분적인 내용이므로 관련 설계기준 등을 참고하여 안정하며 경제적인 계획 및 설계가 이루어 질 수 있도록 하여야 한다.

1) 굴착공법 비교

- 일반적으로 굴착공법은 크게 자연사면을 이용한 전단면 굴착공법(OPEN CUT)과 흙막이 벽체를 이용한 가설토류벽 공법으로 구분된다. 전단면 굴착공법(OPEN CUT)과 가설토류벽 공법의 특징을 비교하면 다음과 같다.

<표 5.6-12> 굴착공법별 특성비교

구 분	전단면 굴착공법 (OPEN CUT)	가설흙막이 공법	비 고
장점	• 토류 지보공이 필요 없으므로 경제적이며, 기계 시공이 가능하므로 공기가 단축됨. • 대규모 굴착에 유리함. • 공사비가 저렴함.	• 굴착부지의 전면적을 사용할 수 있음. • 연약지반에서도 시공이 가능함. • 굴착폭과 면적을 최소화할 수 있음.	
단점	• 굴착부의 사면구배로 넓은 부지가 필요함. • 연약지반일 경우 과도한 사면구배로 깊은 굴착에 부적합함. • 굴착깊이가 깊을수록 토공이 많아져 공사비가 증대됨.	• 자연사면 굴착공법에 비하여 공사비가 고가임. • 굴착 및 본 구조물 시공시 지보공에 의한 공간의 제약을 많이 받음.	
적용성검토	• 지하수위가 높은 지반에서는 지하수위 저하 공법이 필요함. • 시공시 활용가능 부지가 넓고 굴착심도가 얕은 굴착에 가장 적합한 공법임.	• 굴착규모의 대·소정도 및 지반의 상태에 따라 적정 토류공법을 적용할 경우 적용성이 양호한 공법임.	

2) 굴착공법 선정시 중점 고려사항

- 굴착공법 선정은 시공할 위치의 토질, 시공조건 및 시공기간 등을 고려하여 사전에 충분한 검토가 이루어지지 않을 경우 건설공사 시공에 많은 곤란을 초래하므로, 굴착공법 계획 및 선정시 중점 고려사항은 다음과 같다.

<표 5.6-13> 굴착공법 선정시 고려사항

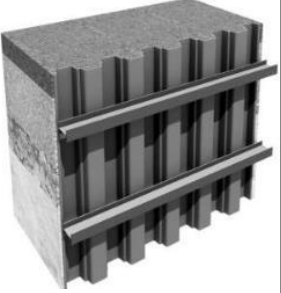
구 분	고 려 사 항	비 고
지 형	• 지형판단 • 인접 구조물 유무	• 지형의 고저 차이 • 자재 운반로 유무
지 질 및 토 질	• 구조 안정성 판단에 중요한 자료제공 • 지하수위 • 굴착하는 지층의 지질 구성 및 연경도, 조밀도, 투수성	• 지표면 근처 지층의 지내력 • 용수량
주 변 구 조 물	• 기초의 근입 깊이 및 형식 • 하중의 상호 영향 • 지하수위 저하에 의한 주변지반의 침하 가능성 및 정도 • 가설 구조물 안정에 영향을 미치는 범위내의 지반의 성질	• 구조물의 이격거리 • 지하매설물의 상태
시공환경	• 환경 오염에 대한 대책 • 가설심도 및 장비 사용여부 • 지하 매설물의 정확한 위치 및 협의(가스관, 상하수관, 전선관, 통신관 등) • 소음, 진동 등의 규제에 의한 시공조건(저진동 저소음 공법 검토) • 시공성이 좋고 불명확한 요인이 없을 것 • 현장 상황 변화에 적절한 보수, 보강 등의 대책을 강구할 수 있는 탄력성 있는 공법	• 안정성 확보에 관한 대책 • 가설 공사의 연속성
공 기	• 가급적 공기가 빠른 공법	

3) 굴착공법 선정

○ 기존 구조물을 운영하면서 신설 구조물을 시공하는 것으로 부지의 제약이 많아 전단면 굴착공법으로는 시공이 어려울 경우 가설흙막이 공법을 계획하여야 한다.

따라서, 현장상황 및 공법의 특성 등을 고려하여 가설 흙막이 벽체공법과 지보형식 공법을 비교하였다.

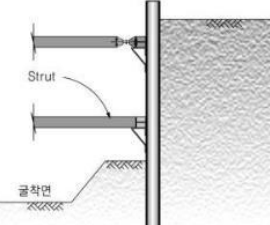
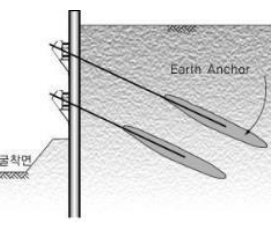
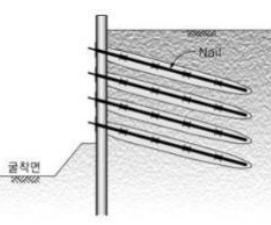
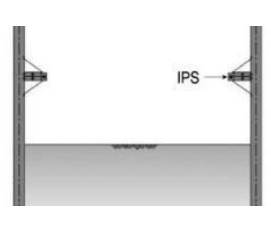
<표 5.6-14> 흙막이 가설벽체 공법 비교

구분	H-Pile+토류판	Sheet Pile	CIP	SCW
개요도				
굴착 방법	• 지중에 H-pile을 타입하거나 미리 천공한 구멍에 삽입한 후 터파기를 진행하면서 토류판을 H-pile사이에 끼워 넣어 시공하는 방법	• Sheet pile의 이음부 연결하여 진동해머, water jet 등으로 지중에 타입하여 연속된 흙막이벽체를 형성하는 공법	• 소정의 깊이까지 천공 후 조립된 철근, 조골재 및 mortar를 주입하거나 콘크리트를 타설하여 현장타설 말뚝벽체를 형성하는 공법	• 3축 auger로 천공 후 cement milk를 주입하며 굴착토사와 혼합시키고, H형강을 넣어 soil cement wall 형성하는 공법
장점	• 지층 단순, 지하수위가 낮은 경우에는 공사비 가장 저렴 • 시공 간편, 경험 풍부하여 공사기간 단축 • 소음과 진동이 적음 • 강재 재사용 가능 • 개수성 공법으로 수압이 작용하지 않음	• 토사 유실방지, 근입 깊이 충분히 하며 히빙과 보일링 방지 • 단면다양, 재질 균등하며 신뢰도 높고 재사용 가능 • 풍화토 구간 천공 및 무진동 시공이 곤란하여 경제성 저하	• 시공단면이 작고 저소음 저진동이므로 주변지반 침하영향이 적음 • 벽체강성이 크며 불규칙한 평면 형상에도 적용 가능 • 지하수가 적은 얇은 굴착 유리	• 소음·진동에 유리하여 도심시 시공가능 • 작은 시공단면으로 공벽붕괴 우려 적고, 주변지반 침하영향 적음 • 차수성, 수직도 좋음 • 풍화토 구간에서도 시공이 가능하여 경제적
단점	• 지하수위 높은 곳에 별도 차수대책 필요 • 연약한 토층에 보일링, 히빙 대책 필요 • 장기 공사 시 토류벽의 부식 우려 • 주변 지반에 영향을 줄 경우 인발 불가	• 자갈, 전석층에 별도 관입(waterjet)방법 필요 • 설치 시 소음·진동이 발생 • 노후된 경우 맞물림 부위 지수성이 나쁨 • 인발시 흙 부착	• 말뚝 간의 연결성 취약, 별도 차수대책 • 수직도 불량할 경우 토사유실 우려 및 띠장에 균등한 토압배분 곤란 • 공기 길고, 공사비 고가	• 굴착심도 깊고, 수직도 불량할 경우 토사유실 우려, 띠장 균등한 토압배분 곤란 • 전석 자갈층 적용불가 • 침투수압이 큰 두꺼운 모래 및 자갈 층적층에는 차수성 기대 곤란
적용성	• 연약지반을 포함하지 않은 지반조건이 비교적 양호한 구간	• 지하수위가 높을 것으로 예상되는 구간	• 지반이 비교적 불량하고 주변구조물이 극히 인접한 구간	• 시공중 지하수가 많고, 인접지역에 구조물이 존재하는 구간

<표 5.6-15> 지보형식에 의한 적용조건

지 보 형 식	적 용 조 건
자 립 공 법	• 굴착 비교적 얇고(수m 이하), 양질지반 • 용지 여유 없고, 수직으로 굴착할 경우
Strut 공법	• 굴착면적 중규모이하(일반적으로 일변이 50m이하)로 평면형상이 정형인 경우 • 양질지반에서 연약지반까지 적용범위가 다양함.
Anchor 공법	• 굴착 평면적이 넓고(일반적으로 일변이 50m이상), 평면형상이 부정형인 경우 • 양호한 Anchor 정착층이 있고 지하수가 그다지 높지 않은 경우 • 토류벽 외부용지에 여유가 있고, 토류벽의 반대변에 고저차가 상당히 있다.
IPS 공법	• 굴착평면이 넓고, 굴착 깊이가 얇은 경우 • 양질지반에서 연약지반까지 적용범위가 다양함

<표 5.6-16> 흙막이 지보형식 비교

구분	Strut	Anchor	Soil Nailing/Rock Bolt	IPS 공법
개 요 도				
공법 개요	• 토류벽을 수평버팀대 및 띠장 등의 지보공으로 지지하며 굴착을 진행하는 가장 일반적인 공법	• 지반 속에 앵커를 타설하여 앵커와 지반의 마찰저항으로 토류벽에 적용하는 외력에 대응하는 공법	• 보강재를 촘촘한 간격으로 삽입함으로써 지반의 전단 저항력과 활동저항력을 증대시켜 지반보강 하는 공법	• 강선과 짧은 받침대를 사용한 프리스트레스드 가시설 공법으로 기존의 버팀보를 대체하는 공법
장점	• 재질 균질하여 신뢰 • 시공이 간단 • 자재 재사용이 가능	• 굴착 및 구조물공사에 작업효율 높음 • 굴착평면의 형상, 고저차 등에 영향이 적음	• 인접대지 침범 최소화 • 일부 Nail에 결함이 발생되어도 전체적인 안정성 확보	• 벽체 형식에 관계없이 적용성 양호 • 시공면적 확보로 시공성 향상
단점	• 굴착과 구조물 공사를 위한 작업공간이 협소 • 지간이 길어지면 버팀보의 안정성 취약	• 앵커를 정착시킬 지반이나 공간에 제한 • 인접부지 침범 유발	• Nail, R/B를 정착하는 동안 굴착면 자립필요 • 대심도 굴착에는 적용 곤란	• 벽체변위 과다발생시 보강곤란 • 구조물 벽체와 간섭발생

6.1.7 토공계획

가. 터파기 공사

1) 터파기 공법 선정

- 터파기 공법은 기 조사된 토질조사 자료의 토층단면 분석결과와 현장 터파기 시 비탈면안정검토를 실시하여 선정하여야 한다.

2) 터파기 공법 선정

- 토공사시 적용하는 법면기울기는 각 문헌에 제시된 설계기준과 계획부지의 비탈면안정검토 결과를 비교하여 최적의 터파기 법면 기울기를 결정토록 하여야한다.

<표 5.6-17> 건설공사 비탈면 설계기준(2016, 국토교통부)

토질조건		비탈면 높이(m)	경 사	비 고
모 래		－	1:1.5 이상	SW, SP
사질토	밀실한 것	5 이하	1:0.8~1:1.0	SM, SP
		5~10	1:1.0~1:1.2	
	밀실하지 않고 입도분포가 나뉨	5 이하	1:1.0~1:1.2	
		5~10	1:1.2~1:1.5	
자갈 또는 암괴 섞인 사질토	밀실하고 입도분포가 좋음	10 이하	1:0.8~1:1.0	SM, SC
		10~15	1:1.0~1:1.2	
	밀실하지 않거나 입도분포가 나뉨	10 이하	1:1.0~1:1.2	
		10~15	1:1.2~1:1.5	
점 성 토		0~10	1:0.8~1:1.2	ML,MH,CL,CH
암괴 또는 호박돌 섞인 점성토		5 이하	1:1.0~1:1.2	GM, GC
		5~10	1:1.2~1:1.5	
풍화암		－	1:1.0~1:1.2	시편이 형성되지 않는 암

주) 1. 실트는 점성토로 간주, 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.

2. 위 표의 경사는 소단을 포함하지 않는 단일비탈면의 경사이다.

- 지하화에 따른 임발생구간에 대한 암굴착계획은 기존 운영중인 하수처리시설의 안전 및 민원 등을 고려한 현장여건을 반영하여 적용하여야 한다.

<표 5.6-18> 암구간 굴착계획 검토

구분	대형브레이커	진동경감 제어발파	무진동 할암
개요	• 브레이커 타격굴착	• 저폭속 폭약, 다단계어발파	• 보링후 썰기파괴 효과이용
			

나. 부지 쌓기재 외부 반입

- 쌓기를 위한 순성토 반입은 터파기 공사시 양질토를 이용하여, 외부 반입이 필요한 경우 소요비용을 반영하여야 한다.

다. 되메우기 및 쌓기

- 되메우기는 터파기 공사시 발생한 토사를 재이용하여 제자리 되메우기를 실시하는 방안을 검토하며, 쌓기시는 양질의 조립토를 이용하는 방안을 검토 제시하여야 한다. 또한, 효율적인 부지 활용을 고려하여 옹벽에 대한 설치방안을 검토 제시하여야 한다.

라. 적치장 운영방안

- 처리시설 설치를 위한 터파기 구간에서 발생하는 토량 및 폐기물을 임시 적치장 및 폐기물 중간적치장을 계획하도록 하여 공사를 원활히 수행토록하며, 양질의 토량은 되메움재로 재사용하며, 폐기물처리 계획도 수립하도록 한다.

<표 5.6-19> 토사 가적치장 계획

구 분	내 용
토사 가적치장	• 처리장 굴착도 임시적치장 운영 (과적방지 위한 축중기 설치) 

<표 5.6-20> 폐기물 중간적치장 계획

구 분	내 용
폐기물 중 간 적치장	• 성상별, 종류별로 구분하여 보관(재활용이 가능한 것은 따로 보관) • 폐기물 발생 즉시 재활용 및 분리수거 후 위탁처리(발생일로부터 최대 90일 이내 처리) • 건설폐기물의 종류, 양 및 보관기간 등을 기재한 표지판 설치 • 폐기물 유출 억제를 위한 덮개 및 적치장 주변 가배수로 설치
	분리 수거  보관함  운반 

6.1.8 토목구조계획

가. 일반사항

1) 구조계획

- 하수처리시설의 토목구조물은 대부분 지하구조물로서 지하수위, 토압과 각종 기계하중 등이 직접, 간접으로 작용하므로 설계시 많은 주의가 요구된다. 따라서 부등침하, 건조수축 등에 의한 구조물의 변형이 최소가 되도록 충분히 고려하여 설계하며, 응력의 검토 및 철근량 산정은 강도설계법으로 설계하고, 구조해석은 지반의 탄성을 고려한 경계조건을 적용하여 구조물의 응력을 해석하며, 기존구조물의 보수, 보강 공법을 고려하여 검토한다.

2) 내진 설계 반영

- 일반적인 수처리구조물의 내진등급은 시설물의 중요도에 따라 내진Ⅰ등급과, 내진Ⅱ등급으로 적용되며, '내진설계기준연구(Ⅱ)' (국토해양부, 1997)에 따라 공공하수처리시설물은 내진Ⅱ 등급에 해당된다.

3) 부력검토

- 부력에 대한 안전여부는 공사중, 완공후 및 유지관리시 등 시공단계별에 대한 안정 검토가 수행되어야 하며, 공사단계별 조건 중에서 가장 위험한 조건에서 검토하고, 안전율은 1.2 이상으로 계획한다.

$$U = \gamma_w \cdot h_s \cdot B \cdot L = \gamma_w \cdot V_s$$

여기서, U : 부력(kN)

R : 부상에 저항하는 연직방향 구조물하중(kN)

γ_w : 물의 단위중량(kN/m³)

h_s : 지하수의 심도(m)

B : 구조물에 작용하는 부력의 폭(m)

L : 구조물에 작용하는 부력의 길이(m)

- 부력에 대한 안전율(F_s)은 시공단계별로 다음을 만족하여야 한다.

- 안 전 율 (F_s) = R / U
- 공 사 중 (F_s) ≥ 1.1
- 완공후 및 유지관리시 (F_s) ≥ 1.2

나. 구조계획

1) 설계기준

- 수처리 구조물의 구조계산이나 설계도에 관하여 구조설계 과정에서 사용할 기준 및 특기사항은 다음을 참고한다.
 - 콘크리트 구조 설계기준(2012), 한국콘크리트학회
 - 구조물 기초 설계기준 해설(2018), 한국지반공학학회

- 하수도시설 내진 기준마련을 위한 연구(2009), 환경부
- 지중구조물의 내진설계(1999), 한국지진공학회
- 수처리콘크리트 구조설계기준 해설(2007), 한국콘크리트학회
- 미국 P.C.A 편, Concrete information
- ACI Codes and Manual
- 기타 구조, 기초 및 철근콘크리트 참고도서

2) 주요 재료의 설계강도 및 하중

가) 재료의 설계강도

<표 5.6-21> 재료의 설계강도

구 분	콘 크 리 트	철 근 (SD30 ~ 40)
설 계 강 도	$f_{ck} = 24 \sim 30 \text{ MPa}$	$f_y = 300 \sim 400 \text{ MPa}$
탄 성 계 수	$E_c = 0.077 m_c^{1.5} \sqrt{f_{cu}} \text{ (MPa)}$	$E_s = 200,000 \text{ MPa}$
포 아 송 비	$\mu = 0.17$	
온도 팽창계수	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} / ^\circ \text{C}$	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} / ^\circ \text{C}$

나) 재료의 단위중량

<표 5.6-22> 재료의 단위중량설계강도

(단위 : kN/m³)

재 료 명	단위질량	재 료 명	단위질량
강재, 주강 단강	78.5	콘크리트	23.5
주 철	72.5	시멘트 모르터	21.5
알 미 늬	28.0	목 재	8.0
철근콘크리트	25.0	역청재(방수용)	11.0
프리스트레스트 콘크리트	25.0	아스팔트 포장	23.0

주) 실중량이 명백한 것은 그 값을 사용한다.

다) 설계 하중조건

(1) 최소 활하중

<표 5.6-23> 최소 활하중

(단위 : kN/m²)

용 도 별	하 중	비 고
지붕	2	
사무실, 연구실, 회의실	2.5	
난간, 계단, 현관	2.5	
특수용도사무실과 해당 복도	5	
기계실, 펌프실, 공조실	5	중량기기 별도
시험실, 반입Stage	5	
전기실, 발전기실	10	발전기중량, 소음기 중량은 별도 고려
창고(중량품)	12	
옥내도로, 경사차로(18톤 이하)	16	18톤 이상 중량차량은 별도
조작실	8	중량기기 하중은 별도

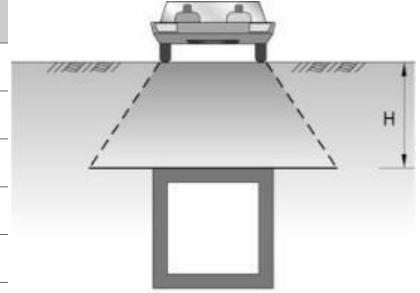
(2) 활하중

○ 적절한 활하중 적용은 현장 여건을 고려하여 「도로설계편람(국토해양부, 2012)」 과 「국도건설공사 설계실무요령(국토교통부, 2016)」 을 참조하여 적용 가능하다.

- 지표면 재하하중 : $q = 10\text{kN/m}^2$
- 도로면 활하중 : DB-24 하중재하

<표 5.6-24> 토피별 도로면 활하중(DB-24예시)

토피(m)	도로면의 활하중 (kN/m^2)	토피(m)	도로면의 활하중 (kN/m^2)
1.0	37.82	5.0	10.00
1.5	24.00	6.0	10.00
2.0	18.29	7.0	10.00
2.5	13.54	8.0	10.00
3.0	11.35	9.0	10.00
4.0	10.00	10.0	10.00



- 주) 1. 중간토피에 대한 것은 그 상위의 것을 취함
2. 단, 토피 10m이상은 노면의 활하중을 10.0kN/m^2 로 함

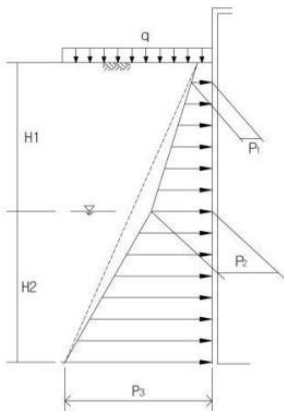
- 슬래브 등의 상재(적재)하중은 다음 값을 기준으로 하되 실하중이 명백한 것은 그 값을 사용한다.

<표 5.6-25> 대표 활하중

(단위 : kN/m^3)

용 도 별	상 재 하 중	비 고
지 붕	1.0 ~ 2.0	
사 무 실	3.0 ~ 5.0	
실 험 실	5.0	균중하중
기계실, 전기실	5.0 ~ 10.0	
중량차량	12.0 ~ 16.0	작업차량 16.0
군집하중, 보도하중	3.0 ~ 5.0	

(3) 토 압



$$P = q \cdot K + K \cdot \gamma_1 \cdot H_1 + K \cdot \gamma_2 \cdot H_2 + 1.0 \times H_2$$

P : 토압(kN/m^2)

K : 토압계수

q : 상재하중(kN/m^2)

γ_1 : 흙의 단위중량(지하수위면 위) = $19(\text{kN/m}^3)$

γ_2 : 흙의 단위중량(지하수위면 아래) = $1.0(\text{kN/m}^3)$

H_1 : 설계지반면부터 지하수위면까지의 깊이(m)

H_2 : 지하수위면 이하의 깊이(m)

• 주동토압계수 $K_A = \frac{1 - \sin \theta}{1 + \sin \theta}$

• 정지토압계수 $K_0 = 1 - \sin \theta$

(4) 수 압

$$P = W \times H = 10.0H \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

여기서, P : 수압 (kN/m^2), H : 수심 (m), W : 물(하수)의 단위중량 = $10.0 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

(5) 하중조합 및 강도감소계수

<표 5.6-26> 하중조합

하중계수와 하중조합	비 고
① $U = 1.4(D + F + H_v)$	• D : 고정하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력
② $U = 1.2(D + F + H_v) + 1.6(L + \alpha_H H_v + H_h) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	• F : 유체중량 및 압력에 의한 하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력
③ $U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.65W)$	• H_v : 흙, 지하수 또는 재료의 자중에 의한 연직 방향 하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력
④ $U = 1.2D + 1.3W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	• H_h : 흙, 지하수 또는 재료의 횡압력에 의한 수평 방향 하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력
⑤ $U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	• L : 활하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력
⑥ $U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + \alpha_H H_v) + 0.8H_h + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	• L_r : 지붕활하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력
⑦ $U = 0.9D + 1.3W + 1.6(\alpha_H H_v + H_h)$	• S : 적설하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력
⑧ $U = 0.9D + 1.0E + 1.6(\alpha_H H_v + H_h)$	• R : 강우하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력
	• W : 풍하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력
	• T : 온도, 크리프, 건조수축 및 부등침하의 영향 등에 의해서 생기는 단면력
	• E : 지진하중, 또는 이에 의해서 생기는 단면력

- 주) 1. 차고, 공공집회 장소 및 L 이 5.0kN/m^2 이상인 모든 장소 이외에는 식③, ④, ⑤에서 활하중 L 에 대한 하중계수를 0.5로 감소시킬 수 있음.
2. 식 ⑤와 ⑧에서 지진하중 E 에 대하여 기능수행 수준의 사용하중을 지진력으로 사용하는 경우에는 $1.0E$ 대신 $1.4E$ 를 사용함.
3. 식 ⑦ 및 ⑧에서 흙, 지하수 또는 기타 재료의 횡압력에 의한 하중 H_h 와 H_v 로 인한 하중효과가 W 또는 E 로 인한 하중효과를 상쇄시키는 경우에는 H_h 와 H_v 에 대한 하중계수를 0으로 함.
4. 토피 $h \leq 2\text{m}$ 에 대해서는 보정계수 $\alpha_H = 1.0$, $h > 2\text{m}$ 에 대해서는 $\alpha_H = 1.05 - 0.025h$ 이며 0.875보다 작지 않은 값이다. 따라서 H_v 에 대한 하중계수는 토피의 두께가 2m 이하인 경우 1.6, 토피의 두께가 7m 이상인 경우 1.4이며, 토피의 두께가 2m에서 7m 사이인 경우에는 1.6에서 1.4 사이의 값을 직선 보간한 값이 됨.

<표 5.6-27> 강도감소계수

부재 또는 하중의 종류			강도감소계수
휨모멘트와 축인장력이 동시에 작용	① 인장지배 단면		0.85
	② 압축지배 단면	나선철근 보강	0.70
		그 외 철근부재	0.65
③ 전단력과 비틀림 모멘트 / 스트럿타이 모델, 스트럿, 타이, 절점부, 지압부			0.75
④ 콘크리트의 지압력(스트럿타이 모델은 제외)			0.65
⑤ 긴장재 묻힘길이가 정착길이보다 작은 프리텐션 부재의 휨단면	부재 단부 - 전달길이 단부		0.75
	전달길이 단부 - 정착길이 단부		0.75~0.85 (선형보간)
⑥ 무근 콘크리트의 휨모멘트, 압축력, 전단력, 지압력			0.55

- 주) ②의 경우 중에서, 공칭강도에서 최외단 인장철근의 순인장변형률 ϵ_t 가 압축지배와 인장지배 단면 사이일 경우, ϵ_t 가 압축지배 변형률 한계에서 0.005로 증가함에 따라 ϕ 값을 압축지배 단면에 대한 값에서 0.85까지 증가시킴

라) 콘크리트의 최소철근비

<표 5.6-28> 최소철근비

구 분		최소철근비	비 고
1 방 향 슬 래 브	가. 주철근	$\frac{1.4}{f_y}$	• 힘부재의 규정에 따른다. • 철근 중심간격 (정철근과 부철근) - 최대힘모멘트가 일어나는 단면 : 슬래브 두께의 2배 이하, 300mm 이하 - 기타 단면 : 슬래브 두께의 3배 이하, 450mm 이하
	나. 배력철근 (건조수축과 온도 변화에 대한 보강)	0.0020	• 항복강도가 400MPa 이하의 이형철근
		$0.0020 \times \frac{400}{f_y} \geq 0.0014$	• 0.0035의 항복 변형율에서 측정한 철근의 설계기준항복강도가 400MPa를 초과할 때 - 철근중심 간격은 슬래브 두께의 5배이하, 또는 450mm이하로 한다.
2방향 슬래브		1방향 슬래브의 배력철근의 최소철근량 이상이어야함	• 위험단면에서 철근 간격 : 슬래브 두께의 2배이하, 300mm 이하 (외플구조나 리브구조로 된 부분 예외)
힘부재(보)		$\frac{1.4}{f_y}$	• 수평 순간격은 25mm이상, 굵은 골재 최대치수의 4/3배이상, 철근의 공칭지름 이상으로 2단배치시 연속순간격은 25mm 이상이며 상·하철근은 동일 연직면에 둔다.
기둥		축방향 주철근의 단면적 : 전체단면적 A_g 의 1%이상, 8% 이하	• 축방향 철근 : D16 이상 • 나선철근 : D9이상 사용, 순간격 75mm 이하 25mm 이상, 나선철근비는 ρ_s 이상 $\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_{ck}}{f_{yt}}$ • 띠철근 : - 축방향 철근 D32이하 : D10이상 사용 - 축방향 철근 D35이상 : D13이상 사용 - 수직간격 : 종방향 철근 지름의 16배 이하 - 띠철근이나 철선지름의 48배 이하 - 기둥단면의 최소 치수 이하
벽 체	가.수평철근 (콘크리트 전체 단면적에 대하여)	0.0020	• $f_y = 400\text{MPa}$ 이상, D16이하인 이형철근
		0.0025	• 상기 이외의 이형철근
	나. 수직철근 (콘크리트 전체 단면적에 대하여)	0.0012	• $f_y = 400\text{MPa}$ 이상, D16이하인 이형철근
		0.0015	• 상기 이외의 이형철근
옹 벽	가.수평철근 (콘크리트 전체 단면적에 대하여)	0.0020	• $f_y = 400\text{MPa}$ 이상, D16이하인 이형철근
		0.0025	• 상기 이외의 이형철근
	나. 수축과 온도변화에 의한 균열방지		• 벽의 노출면에 가깝게 수평방향으로 벽의 높이 1m마다 5cm^2 이상의 단면적을 가진 철근을 중심간격 30cm이하로 배치

마) 사용성 설계

(1) 처짐 검토

- 처짐계산을 하지 않는 경우 휨부재의 최소두께는 아래 처짐의 제한규정을 만족하도록 하고 이 조건을 만족하지 않는 부재에 대해서는 처짐량을 계산하여 검토하고, 순간탄성처짐 및 장기처짐량에 대해서는 아래 처짐의 허용한계 이하가 되도록 설계하여야 한다.

<표 5.6-29> 처짐의 제한

부재	최소두께(h)			
	단순지지	1단연속	양단연속	캔틸레버
-	큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이 벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않은 부재			
1방향 슬래브보	L/20	L/24	L/28	L/10
보, 리브가 있는 1방향 슬래브보	L/16	L/18.5	L/21	L/8

주) 이 표의 값은 보통콘크리트 ($w_c = 2,300\text{kg/m}^3$)와 설계기준항복강도 400 MPa 철근을 사용한 부재에 대한 값이며 다른 조건에 대해서는 그 값을 다음과 같이 수정하여야 함

- ① $1,500 \sim 2,000 \text{ kg/m}^3$ 범위의 단위질량을 갖는 구조용 경량콘크리트에 대해서는 계산된 h 값에 $(1.65 - 0.00031 w_c)$ 를 곱해야 하나, 1.09보다 작지 않아야 함
- ② f_y 가 400 MPa 이외인 경우는 계산된 h 값에 $(0.43 + f_y / 700)$ 를 곱하여야 함

<표 5.6-30> 처짐의 허용한계

부재의 종류	고려해야 할 점	처짐한계
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소(nonstructural elements)를 지지하지 않거나 또는 이들이 부착되지 않는 평지붕(flat roof) 구조	활하중이 재하되는 즉시 생기는 탄성처짐	L/180
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조(nonstructural elements)를 지지하지 않거나 또는 이들이 부착되지 않는 바닥구조	활하중이 재하되는 즉시 생기는 탄성처짐	L/360
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지하거나 또는 이들에 부착된 지붕 또는 바닥구조	모든 지속하중 (sustained loads)에 의한 장기처짐과 추가적인 활하중에 의한 순간 탄성처짐의 합으로 전체 처짐중에 비구조 요소가 부착된 다음에 발생하는 처짐 부분*	L/480
과도한 처짐에 의해 손상될 염려가 없는 비구조 요소를 지지하거나 또는 이들에 부착된 지붕 또는 바닥구조		L/240

(2) 균열에 대한 검토

○ 해석에 의해 균열폭을 검토할 때는 다음 식을 만족시켜야 한다.

$$- W_k \leq W_\alpha$$

여기서, W_k 는 지속하중이 작용할 때 계산된 균열폭

W_α 는 내구성, 사용성(누수) 및 미관에 관련하여 허용되는 균열폭

<표 5.6-31> 강재의 부식에 대한 환경조건

강재의 종류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조 환경	습윤 환경	부식성 환경	고부식성 환경
철근	0.4mm 와 0.006cc 중 큰 값	0.3mm 와 0.005cc 중 큰 값	0.3mm 와 0.004cc 중 큰 값	0.3mm 와 0.0035cc 중 큰 값
프리스트레싱 긴장재	0.2mm 와 0.005cc 중 큰 값	0.2mm 와 0.004cc 중 큰 값	—	—

주) cc : 최외단 주철근의 표면과 콘크리트 표면사이의 콘크리트 최소 피복두께(mm)

<표 5.6-32> 수처리 구조물의 허용균열폭 $W_a(mm)$

구 분	횡인장 균열	전단면 인장균열
오염되지 않은 물	0.25	0.20
오염된 액체	0.20	0.15

주) 1. 오염되지 않은 물 : 음용수 (상수도) 시설물

2. 오염이 매우 심한 경우 발주자와 협의하여 결정

(3) 균열제어 대책

○ 건조수축 및 온도응력에 의한 균열을 방지하기 위하여 시멘트의 수화열을 최소로 하는 배합설계로 하여야 하고, 시공단계별 수화열 검토를 통해 균열제어 대책을 수립하여야 한다. 또한, 콘크리트타설 시기의 온도, 수축이음 혹은 시공이음의 설치 등 다음의 기술적 사항이 고려되어야 한다.

- 콘크리트용 골재(잔골재, 굵은골재)는 KS F2526의 규정에 적합할 것
- 단위수량을 최소로 설계(최대 0.40)
- 저발열형 시멘트를 사용
- 콘크리트 타설시 대기온도 30℃ 이상은 피하며, 콘크리트 온도를 25℃ 이하로 유지
- 양생기간 중 습윤상태 유지(상대습도 80% 이상)
- 건조수축 및 온도응력에 대한 적절한 철근배근

바) 최소 철근 피복두께

- 현장치기 콘크리트는 구조물의 용도상 흠에 접하는 슬래브, 거푸집 제거 후 흠에 접하거나 물에 노출되는 벽체, 그리고 흠에 접하지 않는 슬래브 및 벽체로 구분하여 최소 피복 두께보다 더 큰 값을 사용하는 것이 바람직하다.

<표 5.6-33> 최소 철근 피복두께

구 분	현장치기 콘크리트 기준(mm)		
수중에서 타설하는 콘크리트		100	
흠에 접하여 콘크리트를 친 후 영구히 흠에 묻혀 있는 콘크리트		80	
흠에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 콘크리트	D29 이상의 철근		60
	D25 이하의 철근		50
	D16 이하의 철근, 지름16mm 이하의 철선		40
옥외의 공기나 흠에 직접 접하지 않는 콘크리트	슬라브, 벽체, 장선구조	D35 초과하는 철근	40
		D35 이하인 철근	20
	보와 기둥		40
	헬, 절판부재		20

주) 피복두께 : 철근 도심으로부터 콘크리트의 최외단 표면까지의 거리

사) 신축이음

- 공공하수처리시설 구조물에 대하여 온도변화 및 건조수축, 부등침하 등으로부터 균열방지를 위해 신축이음의 설치를 검토, 반영토록 하며, 온도변화, 건조수축에 따른 총변형량을 계산하여 구조물 편측에서 1cm내외가 되도록 구조물계획을 수립하여야 한다.

(1) 온도변화에 따른 변형량

$$\delta_1 = \frac{1}{2} \cdot \Delta T \cdot \alpha \cdot L$$

여기서, δ_1 : 건물의 변형량(편측)(mm) α : 선팽창계수($1.0 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$)

L : 구조물 연장(mm) ΔT : 온도차

(2) 건조수축에 따른 변형량

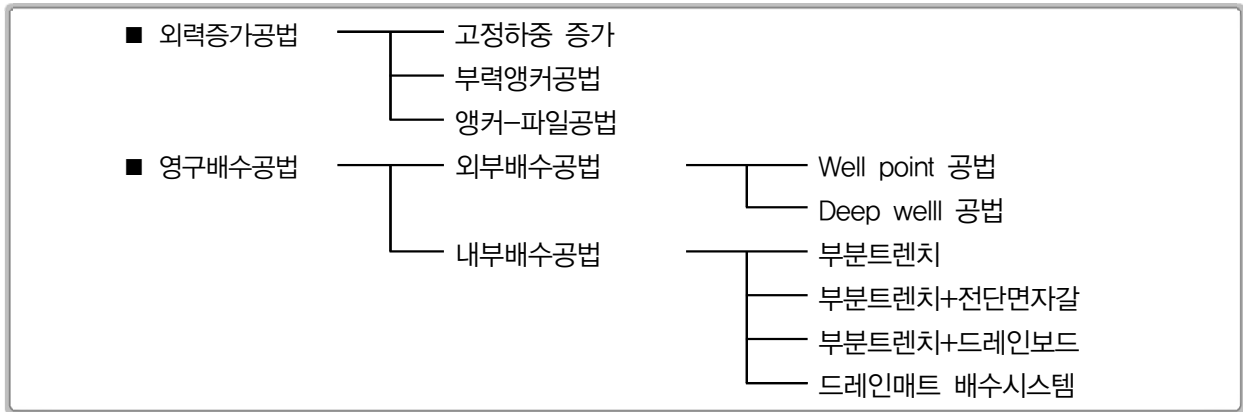
$$\delta_2 = \frac{1}{2} \beta \cdot L(\text{cm})$$

여기서, δ_2 : 건조수축 변형량(mm) β : 수축계수(1.5×10^{-4})

L : 구조물 연장(mm)

아) 부력처리방법

- 부력에 의해 구조물이 부상하려는 작용을 억제하기 위한 방법으로는 크게 아래와 같은 공법을 적용하여 구조물의 안정성을 확보할 수 있다.



<그림 5.6-4> 부력처리방법

(1) 고정하중 증가 방법

- 구조물 자체의 고정하중을 증가시켜 지하바닥에 작용하는 양압력과 서로 상쇄시켜 전체적인 균형을 이루는 방법으로 소규모 공사에서 널리 사용되어오던 방식이다.

(2) 부력앵커에 의한 방법

- 지반을 천공 후 인장재를 투입하여 지반에 고결시킨 후 부력에 대응할 수 있는 만큼 이상의 힘으로 긴장하여 프리스트레스를 도입함으로써 부력에 대응하는 방식으로 대규모 지하굴착 공사현장에 많이 적용되는 방식이다.

(3) 앵커-파일공법

- 지반의 지지력이 부족할 경우 일반적인 콘크리트 파일을 설치하여 지반을 지지하게 되는데, 이때 파일의 인장시험을 하여 부력에 충분한 인장력이 나오면 앵커-파일로 사용하게 된다. 그러나 공사비가 고가이므로 일부러 파일을 설치하여 부력에 대응하는 경우는 극히 드물다.

(4) 외부배수 처리공법

- 구조물의 지하 외벽면의 소정의 심도에 배수층을 만들어 유공관을 통하여 집수정으로 지하수를 모은 후 펌프에 의한 배수처리를 하는 방법으로, Well point 공법이나 Deep well 공법처럼 지반 굴토공사시 미리 배수하여 굴착지반으로 하여금 시공이 원활하게 하고 인접지반의 침하를 미리 발생시켜 지반의 안정을 유도하며, 구조물 준공 후에도 계속 적용이 가능하다.

(5) 내부배수 처리공법

- 기초 슬래브 하부에 유공관으로 인위적인 배수층을 만들고 지하수위차에 의한 압력으로 기초슬래브 하부로 유입되는 지하수를 집수정에 집수하여 일정수위 이상이 넘으면 펌프를 사용하여 외부로 배출시켜 수압을 감소시키는 방법이다.
- 위에서 언급한 부력처리를 위한 공법 선정은 구조물에 미치는 부력에 대하여 구조물이 안정적으로 대처하는 기능뿐만이 아니라 지하공사에 투입하는 과대한 공사비를 고려하여 합리적인 체계의 수립이 요구된다.

- 따라서 공법선정 과정과 설계진행 절차를 통합하여 설계 초기단계부터 다각적 방면으로 적절한 부력처리 공법을 선정하여야 한다.

자) 내구성 및 수밀성 확보

(1) 수처리 시설 등

- 하수처리시설은 콘크리트의 수밀성을 유지할 수 있어야 하며, 누수가 발생되기 쉬운 신축 및 시공 이음부는 대부분이 시공불량에 기인하므로, 이음부 시공시는 시방서에 정교한 시공(BRUSH 혹은 SAND BLASTING등)에 의한 구콘크리트 상부의 레이턴스 제거, 충분한 물의 흡수, 지수판의 올바른 설치등)과 이음부의 최소화 시공유도로 누수방지가 가능할 것으로 판단된다. 특히, 최종침전지의 경우, 견학자들에게 처리수의 청결성을 인식시킬수 있도록 유출수로상에 반영구적인 방수공법을 도입하여야 한다.

또한, 수조등에 상부복개시는 복개 슬라브의 하부면에서 부식이 우려되므로 방식처리를 시행하여 수구조물의 내구성을 확보토록 하여야 한다.

(2) 수조와 접하는 공동구, 기계실 및 건축물 지하

- 지하매설 구조물중 공동구와 기계실 및 건축물의 지하부분은 각종 기기류 및 기계전기의 배선, 배관류가 설치되고 유지관리요원 출입이 빈번하여 상시 건조 상태가 필요하며 철저한 방수, 방습 조치가 요구된다.

기존의 거의 모든 건축물 지하 시설물의 바닥 마감상태 등이 콘크리트 마감으로 되어 있으므로 유지관리 등을 고려하여, 시설개선이 필요한 시설에서는 방수방식처리를 하도록 한다.

(3) 사용 재료

- 본 시설이 해안선으로부터 250m 이내에 위치 할 시 콘크리트표준시방서 제17장의 해양콘크리트와 콘크리트구조설계기준 4.5 내구성 설계기준을 반영해야 한다.

- 콘크리트 설계기준강도는 30Mpa 이상으로 한다.

- 시멘트의 사용종류는 다음과 같다

KS L 5210의 고로슬래그 시멘트

KS L 5411의 플라이 애쉬 시멘트 등 혼합시멘트계

KS L 5201의 중용열 포틀랜드 시멘트

- 물-결합재비(%)는 다음의 조건을 표준으로 한다.

<표 5.6-34> 물-결합재비(%) 조건

환경구분	시공조건	일반 현장 시공의 경우	공장제품 또는 재료의 선정 및 시공에서 공장제품과 동등 이상의 품질이 보증될 때
(a) 해중		50	50
(b) 해상 대기중1)		45	50
(c) 물보라 지역, 간만대 지역2)		40	45

주1) 해상 대기중이란 물보라의 위쪽에서 항상 해풍을 받으며 파도의 물보라를 가끔 받는 열악한 환경을 말함.

주2) 물보라 지역과 간만대 지역은 조석의 간만, 파랑의 물보라에 의한 건습의 반복작용을 받는 내구성면에서 가장 열악한 환경이기 때문에 콘크리트 속의 강재 부식, 동해, 화학적 침식 등의 손상을 받을 가능성이 큼.

주3) 실적, 연구성과 등에 의하여 확증이 있을 때는 물-결합재비를 위 값에 5% 정도 더한 값으로 할 수 있음.

○ 단위결합재량(kg/m^3)은 다음의 조건 이상으로 하여야 한다.

환경구분 \ 굵은 골재의 최대 치수(mm)	20	25	40
물보라 지역, 간만대 및 해상 대기중	340	330	300
해중	310	300	280

○ 공기량(%)은 다음의 조건을 표준으로 한다.

환경조건		굵은 골재의 최대 치수(mm)		
		20	25	40
동결융해작용을 받을 염려가 있는 경우	(a) 물보라, 간만대 지역	6	6	5.5
	(b) 해상대기중	5	4.5	4.5
동결융해작용을 받을 염려가 없는 경우1)		4	4	4

주1) 동결융해작용을 받을 염려가 없는 경우란 항상 해중에 있는 구조물로서 기온이 0°C 이하가 되는 일이 거의 없는 경우를 말함.

○ 철근피복은 다음 값 이상의 피복 두께를 확보하여야 한다.

－ 현장치기콘크리트

- ① D16 이하의 철근을 사용한 벽체, 슬래브 50 mm
- ② ① 외의 모든 부재 80 mm

－ 프리캐스트콘크리트

- ① 벽체, 슬래브 40 mm
- ② 기타 부재 50 mm

상기 조건외 사항은 아래와 같이 적용한다.

(가) 콘크리트

○ 일반적으로 물에 노출되었을 때 낮은 투수성이 요구되는 콘크리트의 설계기준 강도 f_{ck} 는 27 MPa ($=270 \text{ kg}/\text{cm}^2$) 이상인 콘크리트를 사용하며 최대 물-결합재비는 0.50 이내로 함

• 28일 설계강도 : $f_{ck} = 27 \sim 30 \text{ MPa}$ ($= 270 \sim 300 \text{ kg}/\text{cm}^2$, 주요구조물)

• 탄성계수 : $E_c = 0.043 \text{ WC}^{1.5} \sqrt{f_{ck}} \text{ MPa}$

• POISSON비 : 0.18

• 온도팽창계수 : $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$

(나) 철 근

• 사용재료 : KSD3504 SD300~400

• 항복강도 : $f_y = 300 \sim 400 \text{ MPa}$ ($= 3,000 \sim 4,000 \text{ kg}/\text{cm}^2$)

• 탄성계수 : $E_s = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$

(4) 내진관련 (지역안전진단결과 다 등급에서 나등급 상승)

○ 하수처리시설(공공하수도시설) 내진설계 검토

등 급	세부시설물	비고(사유)
특등급	-	
I 등급	가스저장시설, 소화조	구조물이 피해를 입으면 사회적 혼란이 야기되고 많은 인명과 재산상의 손실을 줄 수 있는 구조물
II 등급	하수처리시설, 차집관로(하수관거), 선상구조물(오수관, 우수관, 급수관, 하수암거, 공동구), 수평공간구조물(단일구조지하저수조, 이중구조지하저수조, 오수정화시설)	그 외의 일반적인 구조물

주) 시설물 내진설계 잠정기준 (2008.서울시)

(가) 지표층 지반의 고유주기

$$T_G = 4 \cdot \frac{H}{V_s}$$

(나) 설계수평가속도 계수

$$A_h = I \cdot C_a$$

(다) 동수압 : 지진시 동수압 분포는 다음 식에 의해 계산한다.

$$p(z) = \beta \cdot \frac{7}{8} \cdot \gamma_o \cdot A_h \cdot \sqrt{h \cdot z}$$

(라) 지반의 응답변위

: 지표면으로부터의 깊이 z에서의 수평방향 변위진폭은 다음식에 의해 계산한다.

$$U_k(z) = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v \cdot T_G \cdot \cos\left(\frac{\pi z}{2H} \cdot z\right)$$

각 절점의 상대지반변위는 다음식으로 계산한다.

$$D_i = U_{ki} - U_{kl}$$

(마) 주면전단력

: 지진시 상판, 측벽, 바닥판에 발생하는 주면전단력은 아래의 공식을 적용한다.

$$\tau = \frac{G_D}{\pi H} \cdot S_v \cdot T_s \cdot \sin\left(\frac{\pi z}{2H}\right)$$

(바) 관성력

: 각 성능수준별로 얻어진 설계수평가속도계수를 깊이에 따라 보정한 후 구조물의 자중에 곱하여 입력하며, 통상 프로그램내에서 자동으로 계산된다.

6.1.9 방수 및 방식

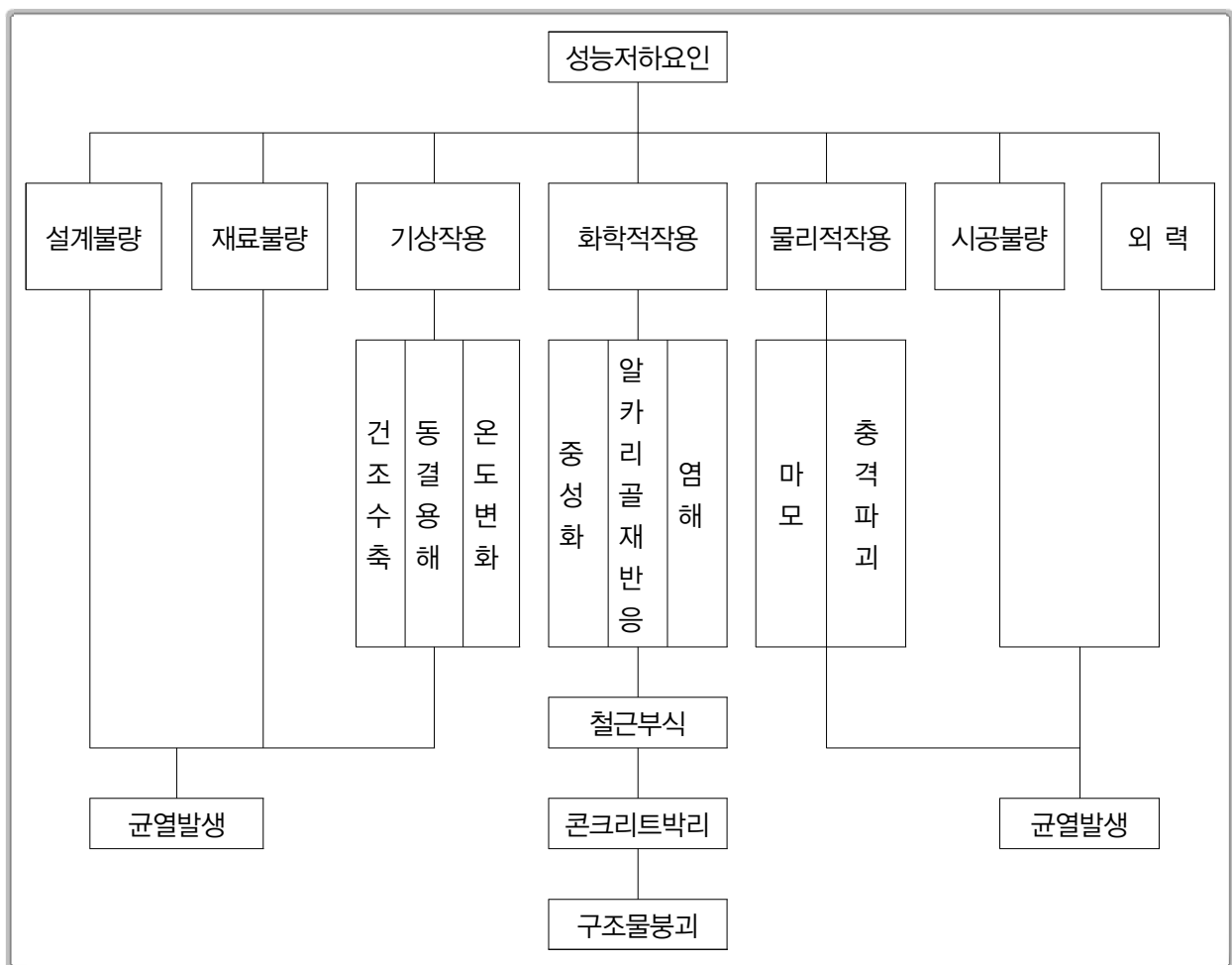
가. 개 요

- 현재 국내에서는 공공하수처리시설 및 폐기물처리시설 구조물의 방수 및 방식공사에 대한 확실한 개념 정립이 미약하고 설계지침 등도 미비한 상태여서 그 필요성 여부와 현장 적용에 있어서 많은 논란의 대상이 되어 왔다. 또한 기 시공되어 가동중인 국내 각 하수처리시설의 적용사례를 보아도 통일된 원칙이 없고, 각 처리시설마다 적용목적, 대상구조물 및 부위, 적용공법 등에서 큰 차이를 보이고 있다.
- 외국의 경우, 미국(ACI CODE)이나 영국(BS CODE)에서는 특별히 내산성을 요구하는 곳을 제외한 일반구조물에 대해서는 콘크리트 자체의 재료 및 시공상의 품질향상을 통하여 방수효과를 낼 수 있도록 규정하고 있다.

나. 방수 및 방식공사의 필요성

1) 콘크리트 구조물의 내구성 영향 요인

- 콘크리트 구조물의 재령이 지남에 따라 발생하는 콘크리트 열화는 어떠한 한 가지 요인에 의한 것이 아니라 다음 요인이 복합적으로 작용하여 발생한다.



<그림 5.6-5> 콘크리트 내구성 영향인자

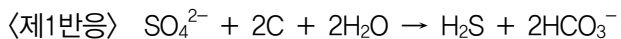
2) 방수의 측면

- 미국 ACI 규정에 따르면 사용재료 및 배합조정 등을 통하여 콘크리트의 품질개선이 가능하며 효과적으로 수밀성을 확보하기 위해서는 다음 사항이 준수되어야 한다고 규정하고 있다.
 - － 콘크리트 배합시 잘 다져야 하고
 - － 균열폭이 극히 작도록 하며
 - － 이음부는 되도록 적게 하여 정확히 설계·시공하고
 - － 꼭 필요한 곳은 불투수성 라이닝공법으로 시공한다.
- 일반적으로 콘크리트 구조물에서는 콘크리트의 투수계수가 $1 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$ 정도로 불투수체에 가깝기 때문에 상기조건에 준하여 시공시 품질관리만 철저히 한다면 방수 효과면에서 상당한 효과를 기대할 수 있으나, 부득이한 경우에는 방수가 필요하고 실제 현장 시공시에는 외수위의 증가, 이음부 시공의 어려움, 콘크리트 자체의 공극, 건조수축 및 온도변화에 따른 구조물의 신축작용 등 다수의 균열유발요인이 상존하고 있어 콘크리트 누수의 가능성을 완전히 배제하기는 곤란한 실정이다.
- 따라서 콘크리트 자체의 재료적인 특성 또는 철저한 시공관리에 의한 수밀성의 확보는 구조물 방수를 위한 필수조건일 뿐, 근본적인 대책으로는 미흡하므로 하수의 누출에 의해 야기될 수도 있는 지하수 오염 등의 환경오염 예방과 콘크리트 구조물의 내구년한 증대를 위해 적절한 형태의 방수공사가 필요한 것으로 사료된다.

3) 방식의 측면

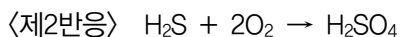
- 미국의 ACI규정에는 화학약품이 포함된 경우를 대비한 방식의 도입에 대해서 일부 언급하고 있으며 생활하수의 경우에도 H₂S(황화수소)가스의 발생이 우려되는 곳에서는 이에 대비한 대책으로서 방식공사의 필요성을 인정하고 있다.
- 일반적으로 하폐수 중에는 황산염이나 황을 포함한 유기물이 다량 함유되어 있고 다음과 같은 2단계의 세균에 의한 생물학적 반응을 거쳐 콘크리트 부식과 열화의 주원인이 되는 황산(H₂SO₄)을 형성하게 됨

황산염 환원세균



(혐기성 상태)

황산화세균



(호기성 상태)

- 상기 반응은 혐기, 호기성 상태의 연속적 반응이므로 주로 수표면 및 그 상부에서 일어나며 H₂S가스는 공기 중 황산이 빨라 수면이 대기중에 노출되어 있거나 탈취 및 환기조건이 양호하여 통풍이 잘되는 곳에서는 구조물에 미치는 영향이 미미한 반면, 복개 또는 밀폐된 시설로서 환기를 충분히 할 수 없는 시설에서는 황산의 생성이 용이하게 되어 콘크리트 부식 및 열화를 촉진시키게 된다.

01

02

03

04

05

06

07

08

- 따라서 구조물 형식 및 환기조건에 따라 산(酸)에 의한 피해가 우려되는 곳에서는 내산성의 방식공사를 도입함으로써 구조물 내구년한 증대 및 안정성 확보에 만전을 기해야 할 것으로 사료되며, 이와 같이 방식공사를 시행한 구조물은 불투수성 재료를 Coating 또는 Lining하게 되므로 구조물 방수도 자연스럽게 달성될 수 있다.

다. 방수 및 방식공사의 공법별 검토

- 구조물의 방수·방식 공사는 시행목적에 따라 수밀성 유지를 위한 방수도막과 철근콘크리트, 시설장비 등의 부식방지를 위한 방식도막으로 대별되며, 이외에도 습기방지를 위한 방습도막, 심미적 관점에서의 구조물 마감처리를 취한 마감도막 등이 있다.
- 각 도막방법별 개요 및 적용대상은 다음과 같다.

<표 5.6-35> 도막방법별 개요 및 적용대상

구 분	방법별 개요 및 적용대상
방수도막 (Water Proofing Barrier)	• 용수의 누출이나 외수유입 방지를 위한 도막으로서 용수를 수용하는 수처리구조물(Tank, 조, 지 등)과 수로, 공동구 등에 적용한다.
방습도막 (Damp Proofing Barrier)	• 물의 접촉이 없는 곳에서 습기의 발생을 막기 위해 행하는 방수의 일종으로서 각종 기계실 및 펌프실, 배관실, 건축물 지하실 등이 적용대상이다.
보호도막 (Protective Barrier)	• 구조물 방식을 위한 도막으로서 생물·화학적 작용에 의한 철근콘크리트의 파괴 및 구조적 안정상태의 손실을 방지하기 위해 실시하며, 복개 또는 밀폐된 구조물로서 내산성이 요구되는 곳에 적용한다.
마감도막 (Decorative Barrier)	• 심미적인 관점에서 콘크리트 표면의 상태와 색상을 안정시키기 위한 도막과 미관상의 처리수(청수)효과를 고려한 유색도막 등이 있다.

- 현재 국내에서 적용되고 있는 방수방식재는 다음과 같이 크게 3계열로 분류할 수 있다.
 - 1) 시멘트계 : 방수몰탈, 시멘트 액체방수, 규산질계 분말형 도포방수 등
 - 2) 수지계 : 에폭시 방수방식, 불포화 폴리에스테르 방수, 비닐에스테르 방수, 세라믹 라이닝 등
 - 3) 기타 : 아스팔트 방수, sheet 방수, 고무아스팔트 방수 등
- 처리시설 구조물 방수 및 방식은 구조물의 개축이 어려운 것과 마찬가지로 재시공이 어렵다. 따라서 내구성이 있어야 하고 완전한 차수효과를 가지며, 공사비가 저렴하여야 한다. 또한 시공작업이 10~30m씩 구간별로 되고 단면상으로도 저상판, 측벽, 상판 등으로 분할시공 되므로 이음부의 접합시공이 용이하도록 자체 접합력이 크고 온도신축이나 허용범위내의 부등침하로 발생하는 균열등에 대응할 수 있는 신축률을 갖고 지하수압에도 충분히 저항할 수 있는 인장강도가 확보된 공법을 선정하여야 하며, 다음 표에 5개 공법에 대하여 특징 및 장, 단점을 비교 검토하였다.

<표 5.6-36> 내부방수공법 비교

구 분	세라믹 방수.방식 공법	무용제 에폭시 수지계 공법
공 법 요	세라믹 천연옥(JADE POWDER) 초미립자의 무기질과 친수성 에멀전을 혼합한 재료로서 콘크리트 구조물 부식방지와 철근부식등을 예방할수 있는 친환경적인 일체형 세라믹 방수/방식 공법	바탕조정제 몰탈로 면고르기 후 에폭시 및 무용제에폭시 방식재로 구성되는 복합방수/방식 공법
장점	- 건조 및 습윤면에 부착강도가 우수하며, 내염수성, 내화학성, 방수/방식 성능이 우수 (우천시 시공가능) - 염소, 황산등 부식환경 저항성 우수 - 세라믹 원적외선 방출로 인한 구체보호및 향균작용 및 악취저감우수 - 시공 후 구조물의 공기순환에 따른 결로현상 방지 - 재료가 무독성이며, 밀폐된 장소에서 시공가능(환경표지인증 제품)	- 건조면 부착성이 우수 - 내화학성, 방수/방식성능이 우수 - 열팽창계수에 따른 응력분산효과 - 고형분이 높은 무용제 에폭시 방식재사용으로 내마모성, 내약품성,내구성 양호
단점	- 동절기 작업 시 보온 필요(-5℃이하) - 기본제와 경화제의 혼합 비율 및 방법을 지켜야 함	- 습윤면 부착강도 저하 및 부풀음, 들뜸현상 발생 (KSF4921, KSF4929 표준시험참조) - 내균열저항성이 약함 - 환경호르몬(비스페놀A) 안정성 문제대 두사례발생 - 콘크리트 모체 내부습기가 10% 이하여야 시공가능. - 외부방수시공 불가 - 동절기 작업 불가능

<표 계속> 내부방수공법 비교

구 분	세라믹 메탈 함유 에폭시계 복합방수공법	액체침투성 방수	모체침투성 방수
공 법 요	바탕조정제 몰탈로 면고르기 후 주재,경화제로 구성된 2액형의 세라믹 금속분말 함유된 에폭시수지를 2회 도포 하는 방수.방식	아크릴계수지를 주성분으로한 불용성으로 구체침투와 표면 방수층 (T=10mm)를 겸비한 공법	모체 콘크리트에 방수제를 도포하여 모세관 속에 깊숙이 침투시켜 물이 용해되지 않는 결정체를 형성시켜 방수 처리하는 공법
장점	- 건조면 부착성이 우수 - 고형분이 높은 무용제 에폭시 방식재사용으로 마모성 내약품성 내구성이양호 - 침투,도막,세라믹메탈 함유 에폭시 복합처리로 인해 부착력 및 인장강도 확보 - 주로 상수도용으로 적합함	- 습윤면에서도 시공이 가능함 - 방수표면이 깨끗함	- 습윤에서 시공이 가능 - 콘크리트 모체에 침투되어 강도를 증가시켜 주면서 콘크리트 자체가 방수층을 형성 - 재료가 무독성이므로 좁은 공간, 밀폐된 장소에서도 시공 가능 - 방수층이 분리될 염려가 없음 - 하자 발생시 하자 발생 부위의 식별이 용이하고 보수가 쉬움
단점	- 습윤면 부착강도 저하 및 습윤환경 에 시공시 들뜸현상 발생. (KSF4929 시험참조) - 콘크리트 모체내부습기가 10%이하 여야 시공가능. - 밀폐된 공간 구조물에서는 사용이 불가능하며, 세라믹 메탈수지계 시험표 참조 (KSF4929) - 외부시공 불가 - 동절기 작업 불가능	- 모체와 몰탈의 박리현상 발생 - 동절기 작업이 불가능함 - 모체 균열시 방수효과 상실 - 별도의 보호층이 필요함	- 팽창이 심한 부위에는 Expansion Joint 처리를 해야함 (예, 지상노출 부위) - 동절기(0℃)작업이 불가능함 - 국산화가 최근에 이루어졌음

<표 5.6-37> 외부방수공법 비교

구 분	세라믹 방수.방식 공법	고무 아스팔트 도막 방수공법
공 법 개 요	• 세라믹 천연옥(JADE POWDER) 초미립자의 무기질과 친수성 에멀전을 혼합한 재료로서 콘크리트 구조물 부식방지와 철근부식등을 예방할수 있는 친환경적인 일체형 세라믹 방수/방식 공법	• 현장에서 고무아스팔트를 녹여 도막층을 형성하고, 방수층 위에 보호층을 접착함침 시키는 공법
장점	• 건조 및 습윤면에 부착강도가 우수하며, 내염수성, 내화학적, 방수/방식 성능이 우수 (우천시 시공가능) • 염소, 황산등 부식환경 저항성 우수 • 세라믹 원적외선 방출로 인한 구체보호및 항균작용 및 악취저감우수 • 시공 후 구조물의 공기순환에 따른 결로현상 방지 • 재료가 무독성이며, 밀폐된 장소에서 시공 가능(환경표지인증 제품)	• 신장율이 우수하며, 자재수급이 가장 용이 • 모체와의 접착성이 우수
단점	• 동절기 작업 시 보온 필요(-5℃이하) • 기본제와 경화제의 혼합 비율 및 방법을 지켜야 함	• 열공법으로 화상 및 냄새로인한 민원발생이 빈번함 • 5~6회 적층공법으로서 양생기간에 따른 공기 증가

<표 계속> 외부방수공법 비교

구 분	도막+시트 분리형 방수공법	일체형 방수/방근 복합시트	복합시트 방수공법
공 법 개 요	• 아스팔트에 합성고분자 수지를 혼합 하고 벤토나이트분말과 수중 접착제를 가교 결합시킨 복합 방수재 방수층 전후 공간에 충전 · 접착시킨 뒤 시트, 패널을 이용해 압착 시공하는 공법	• 합성고분자계시트에 탄성도막재를 함침처리하여 형성하는 일체형 복합 방수공법	• 점착유연형 복합시트 설치 및 FRP계 도막을 도포하여 부직포로 마감하는 공법
장점	• 신장율이 우수하며 구조물과의 접착성 우수. • 팽창성이 뛰어나 균열거동 대응에 유리	• 탄성이 우수한 합성고분자계 시트에 내구성이 뛰어난 무기질탄 성도막방수를 함침, 일체화 하여 방수/방근 성능을 최대화 시킴 • 시트+도막 일체화 공장생산 방식으로 품질 유지 및 관리용이 및 공기단축 효과	• 신장율이 우수하여 균열대응성은 지님 • 방근기능 보유
단점	• 연성이 커서 벽체 시공 시 흐름 및 자재 분진 빈번 • 인력에 의한 재래식 토치사용으로 접착성능 불안정	• 조인트 접착시 기계사용으로 숙련공 필요 • 방수층 보호재 별도 (11,000원) • 습윤시 시공 불가	• FRP 도막 시공 시 일정한 두께 확보가 어렵고 핀홀 및 부풀음 현상 많음 • 방수층의 시트 이음부를 자칫 처리함으로서 이음부간 누수 발생 빈번

6.1.10 우 · 오수 배제계획

가. 우수배제계획

- 하수처리시설 내 우수배제는 지하화에 따른 상부활용 방안을 고려하여 적절한 방식으로 유출시킨다.
- 또한 우수배제 계획시 「2035년 인천광역시 하수도정비기본계획(2020.9)」의 내용을 검토하여 반영하여야 한다.

1) 우수유출량의 산정

- 계획 우수량 산정은 “하수도 시설기준”에서 제시한 합리식을 원칙으로 산정한다.

$$Q = \frac{1}{360} \cdot C \cdot I \cdot A$$

여기서 Q = 계획최대 우수유출량(m³/sec)

C = 유출계수

I = 강우강도(mm/hr)

A = 배수면적(ha)

2) 강우강도식 결정

가) 인천광역시 방재성능 목표

- 인천광역시 방재성능목표(인천광역시공고 제2018-86호)을 고려하여 기정계획상의 강우강도식을 방재시설 성능검토 기준으로 선정하였음.

<표 5.6-38> 방재성능목표

(단위 : mm)

지역명	강우지속기간('12, 개정전)			강우지속기간('18, 개정후)			비 고
	1시간	2시간	3시간	1시간	2시간	3시간	
인천광역시	85	120	145	90	130	160	

나) 강우강도식

<표 5.6-39> 금회적용 강우강도식

빈도(년)	강우강도식	빈도(년)	강우강도식	비고
5년	$\frac{1201.4270}{t^{.6434}+6.6024}$	50년	$\frac{1850.1610}{t^{.6329}+7.2119}$	
10년	$\frac{1413.8180}{t^{.6404}+6.9050}$	100년	$\frac{2047.6050}{t^{.6311}+7.4102}$	
20년	$\frac{1613.4660}{t^{.6372}+7.1549}$	200년	$\frac{2245.7870}{t^{.6306}+7.5363}$	
30년	$\frac{1717.4840}{t^{.6350}+7.1808}$	-	-	

<표 5.6-40> 확률강우량

(단위 : mm)

관측소		재현기간(년)									지속기간
		10분	60분	120분	180분	240분	360분	720분	1080분	1440분	
인천관측소	10	20.9	68.4	99.7	119.5	133.7	157.4	206.9	230.2	250.7	
	20	23.4	77.8	114.1	136.9	153.1	180.6	239.8	267.3	292.5	
	30	24.9	83.2	122.3	146.8	164.2	194.0	258.7	288.7	316.6	
	50	26.8	90.0	132.6	159.3	178.1	210.8	282.3	315.5	346.7	
	80	28.4	96.2	142.1	170.7	190.9	226.1	304.0	339.9	374.3	
	100	29.2	99.1	146.6	176.1	196.9	233.4	314.2	351.5	387.3	

3) 유출계수

- 우수유출량 산출에서 유출계수는 배수구역내에서 일어나는 강우의 증발, 침투 및 지체 등 유역의 지류현상을 고려하여 강우량과 침투유출량과의 비를 나타내는 계수로서 유출량의 크기를 결정함으로써 적정한 시설규모의 산정에 직접적인 영향을 미치는 중요한 인자이다.

<표 5.6-41> 용도지역별 유출계수

용도지역		유출계수
상업용지		0.80
공업용지		0.75
주거용지	공동주택지역, 주택밀집지역	0.80
	독립주택이 많은지역, 취락지역	0.50
보전용지		0.35

4) 유달시간

- 합리식에 적용하는 유달시간은 우수가 유역의 최원점에서 현안점까지 유하하는데 소요되는 시간을 말하는 것으로서 본 설계에서는 유입시간과 유하시간의 합으로 나타내었다. 유입시간은 최소단의 배수구역의 사면거리, 경사 등을 고려하여 산정하고, 유하시간은 최상류 관로의 지점으로부터 현안지점까지의 거리를 계획유량에 대응하는 유속으로 나누어 다음과 같은 식으로 산정한다.

$$- T = t_1 + t_2$$

$$- t_2 = \frac{L}{V \times 60}$$

여기서, T : 유달시간 (분)

t1 : 유입시간 (분)

t2 : 유하시간 (분)

L : 관거연장 (m)

V : 유속 (m/sec)

<표 5.6-42> 유입시간의 표준값

우리나라에서 일반적으로 사용되고 있는 유입시간		미국토목학회	
인구밀도가 큰 지역	5분	완전포장 및 하수도가 완비된 밀집지구	5분
인구밀도가 적은 지역	10분	비교적 경사도가 적은 발전지구	10~15분
간선우수관거	5분		
지선우수관거	7~10분	평지의 주택지구	20~30분

- 국내에서 일반적으로 사용되는 유입시간으로 지선우수관로 10분, 간선우수관로 5분으로 적용하였으며, 산지인 경우에는 Kerby식을 사용하는 것으로 계획하였다.

$$\text{Kerby식} : t_i = 1.44 \left(\frac{\ell \cdot n}{S^{1/2}} \right)^{0.467}$$

여기서 t_i = 유입시간(min)
 ℓ = 지표면 경사(m)
 S = 지표면 평균경사(%)
 n = 조도계수와 유사한 지체계수

나. 우수배제계획

- 하수처리시설내의 우수배제계획은 각 하수처리 구조물, 설비동, 관리동 및 상부 공원의 화장실 등에 설치된 Drain pit(오수를 배수하기 위한 집수정)에서 배출되는 잡배수와 처리공정상 배출되는 공정배수 등을 인접 우수맨홀로 이송시킨 후 침사지로 반송되도록 계획하여야 한다.

6.1.11 하수처리시설 진출입도로 및 구내도로 계획

가. 승기공공하수처리시설 상부 진출입도로계획

- 승기공공하수처리시설 입지에 따른 진출입 도로는 기존 도로 계획 등과 연계하여 유지관리차량 및 협잡물 이송차량의 원활한 진출입이 가능하도록 계획하여야 한다.

<표 5.6-43> 진출입도로계획

구 분	개 소	비 고
주진출입로	1개소	금회 기본계획에서 제시된 개소수 준수
부진출입로	1개소	

나. 승기공공하수처리시설 구내도로 계획

- 승기공공하수처리시설을 연결하는 도로는 지하화 하수처리시설의 특성상 지하 시설물간 관리자의 이동 및 기자재 반출입 차량 등의 통행이 용이하도록 주통행로는 지하도로 및 지하 차량진입램프 등을 계획하고, 공원이용도로는 시설물 유지관리 동선과 분리하여 유지관리와 공원이용에 불편이 없도록 동선 및 주차장 계획을 수립하도록 한다.
- 지상부 도로
 - － 운영자나 방문자를 위한 주차기능의 도로와 상부 공원화시설 이용계획을 고려하여, 이용자용 산책로 등 도보동선을 합리적으로 결정하여야 한다.
- 지하부 도로
 - － 유지관리용 중차량 통행이 가능한 규모(폭, 높이, 회전반경 등)로 결정하고, 진출입부의 도로 경사 및 차폐기능을 확보하도록 방향, 구조, 안전시설 등에 적합하도록 하여 처리장 운영 및 관리에 최적화가 되도록 계획을 수립하여야 한다.
 - － 처리시설의 차량 진출입부는 2개소로 계획
 - － 경사로의 종단경사 : 10% 이내
 - － 차선폭 : 주진출입로 9m 이상, 부진출입로 6.5m 이상으로 계획
 - － 암롤트럭(25톤)의 최소 회전반경(R)은 12.0m이상 확보

다. 도로포장

- 승기공공하수처리시설 내의 포장공법 및 단면은 인천광역시 동결심도 및 지반여건을 감안하여 포장두께를 정하도록 한다.

6.2 건축공사계획**6.2.1 건축계획의 기본방향****가. 계획목적**

- 효율적인 운영관리를 위한 기능에 맞는 합리적이고 경제적인 계획
- 혐오스런 이미지를 탈피하여 주변 지역과 조화되고 미래지향적인 조형계획
- 사용자의 근무와 휴식 등 복지 증진에 기여하도록 충분한 공간계획
- 내화성, 내구성, 유지관리를 고려한 자재사용계획
- 경제적이며 안정적인 구조계획

나. 계획방향



[공공성]

- 단정하고 절제된 MASS로 공공성 확보
- 시대의 변화와 사고반영
- 특색 있는 건축물로 지역의 Land-Mark 역할 담당



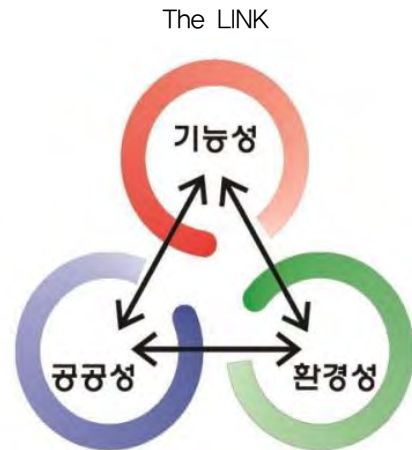
[기능성]

- 기능에 맞는 건물계획으로 사용자의 요구조건 충족
- 관련시설 업무형태의 기능별 ZONING 공간계획



[환경성]

- 자연환경을 끌어들이며 혐오감 및 경직성 탈피
- 주변환경과 부합하는 친근하고 청결한 시설



<그림 5.6-6> 건축계획 기본방향

6.2.2 건축물 기본계획

가. 기본사항

- 현장여건 및 지질조사, 측량 등 설계기초자료 반영
- 구조적 타당성 및 경제성 검토
- 법규의 적합성 및 안전성 검토
- 유기적 동선체계 확립
- 지역의 자연환경 특성을 고려한 계획 수립

나. 배치 및 동선계획

- 수처리시설 상부 복개 후 지역주민을 위한 공원화 계획
- 시설물의 집약화로 최적의 대지활용
- 부정적인 이미지를 해소할 수 있는 쾌적한 외부공간 구성
- 공원 이용객의 편의 시설 확보
- 도로 근접 배치로 진입동선 간결화 및 공원이용자를 위한 보도 및 산책로 계획
- 공원이용자의 처리장 진입의 원천 봉쇄로 안전성 확보
- 처리시설과 공원 이용시설의 주출입구 분리로 작업 차량 동선의 독립성 확보
- 견학 및 공원 이용차량, 보행자의 동선은 각각 보차 분리 원칙 준수

다. 평면계획

- 전체 배치계획, 건물의 고유기능 및 외적조건 등을 고려하여 계획
- 각 건물을 구성하는 실들에 대한 적정 면적을 제시하고 경제성 및 기능성 확보
- 평면 분할시 창고 등 불필요한 공간이 최소화 되도록 계획
- 일반 사무공간과 각종 설비의 동선을 구분하여 계획
- 사용자의 편의성을 위주로 계획
- 근접시설 상호간의 영향, 각 실의 환경, 피난계획 등을 고려하여 계획
- 평면 설계상 불필요한 공간을 최대한 축소하고 평면 이용효율의 극대화
- 사무실 부분은 원칙적으로 외기 및 남향에 면하도록 배치

라. 입면계획

- 주위 경관과의 조화, 상시 근무자 및 방문객들이 환경기초시설에 대한 친근감을 줄 수 있도록 계획
- 건물 내·외벽은 유지 관리성이 뛰어나고 내구성 및 내화성이 있는 재료를 선정
- 지역적 특색 및 미려하고 친근하면서 품위 있는 형태와 질감을 나타내도록 계획
- 모든 창은 가능한 자연채광, 통풍 등을 원칙
- 분절과 수직 및 수평적 요소를 도입하여 긴 건축물의 단조로움 해소
- 건축물 각 요소에 적설 및 바람에 불리한 장식적 요소를 최대한 배제

마. 단면계획

- 건물의 단면계획은 기계의 소요높이, 유지관리 및 운전기능에 의해 결정
- 자연채광 및 환기 등을 고려한 단면 계획
- 내부동선의 단순화로 효과적이고 체계적인 수직동선 계획
- 실의 기능과 평면적 넓이를 고려한 적정 층고의 채택으로 안정된 실내공간을 계획

바. 에너지 절약화 계획

- 건축물의 남측과 북측에 낙엽수종 및 상록수종의 식재에 의한 일사 조정
- 해안지역 및 계절을 고려한 풍향에 의한 건물개구부 크기 및 위치조정
- 자연채광의 최대 확보
- 동일 환경실의 구역화 및 배선, 배관, 덕트의 단순화
- 단열재 사용으로 열교현상에 의한 열손실 최대 저감

사. 피난 및 방재계획

- 화재 등 긴급 상황을 대비한 피난계획 수립
- 피난 시 2방향 직통계단을 이용해 피난층으로 대피 유도
- 법규를 고려한 적절한 위치에 피난 계단설치로 원활한 피난 동선 확보
- 건축물의 안전, 위생 및 방화 등에 필요한 제반 사항 검토

6.2.3 관련법규

가. 관련법규 요약

<표 5.6-44> 관련법규 요약

구 분	법규조항	기 준	비 고
직통계단의설치	• 건축법시행령 제34조	• 2개의 직통계단 설치대상	
방화구획	• 건축물방화규칙 제14조	• 매층마다 구획 • 10층 이하 : 1,000㎡마다(자동식소화설비:3,000㎡) • 11층 이상 : 200㎡마다(자동식소화설비:600㎡)	
건 폐 율	• 국토계획이용법 제84조	• 20% (자연녹지지역)	
용 적 율	• 국토계획이용법 제85조	• 80% (자연녹지지역)	
구조안전 확 인	• 건축법시행령 제32조	• 2층 이상이거나 연면적 200㎡ 이상 • 높이가 13m 이상인 건축물 • 기둥과 기둥사이 거리 10m 이상인 건축물	
건축물의 용도	• 건축법 제2조	• 자원순환 관련 시설(하수 등 처리시설)	
거실의 채광및환기	• 건축물 피난방화규칙 제17조	• 환기 : 거실면적의 1/200이상 • 채광 : 거실면적의 1/100이상	

6.2.4 동별 건축물 계획

가. 관리동

1) 기존 건축물 활용 및 신설계획 검토

- 승기공공하수처리시설 내 부지는 기존 관리동 부지 및 수처리시설, 슬러지 처리시설이 구분되어 있으며, 금회 현대화시설 계획 대상부지는 수처리시설 및 슬러지 처리시설 부지로 한정함에 따라 기존 관리동을 재사용하는 방안과 현대화시설 상부에 관리동 등 건축물 설치 방안을 검토

<표 5.6-45> 공단사무실 신설 및 재사용 계획

구분	기존시설 리모델링 후 재사용	관리동 신축
개요		
시설계획	· 기존 관리동의 대수선 등 내부 리모델링	· 관리동 신축
사업비	· 연면적당 단가 : 리모델링(1.0백만원/㎡), 신축(2.1백만원/㎡) · 기존 관리동 연면적 : 3,238㎡ · 신축 홍보관 연면적 : 1,700㎡ · 공사비 : 68억원	· 연면적당 단가 : 철거(0.6백만원/㎡), 신축(2.1백만원/㎡) · 기존 관리동 연면적 : 3,238㎡ · 신축 관리동 연면적 : 2,300㎡ · 공사비 : 68억원
장 점	· 주민친화시설 이용객과 운영자 유지관리 동선의 이원화 · 하수처리과정 등 다양한 주민체험 및 홍보 전용 건축물 활용 · 기존 건축물에 중앙제어시스템을 설치하므로 단계별 철거 및 신설에 따른 감시제어시스템 중복설치 불필요	· 관리동 신축에 따른 효율적 실배치계획이 가능하므로 운영직원에 대한 다양한 업무공간 및 복지공간 제공이 가능하므로 업무효율성 증대 기대 · 노후 건축물의 보수비용이 없으므로 유지관리비 절감
단 점	· 20년 이상된 기존 노후 건축물의 구조적 결함의 점진적 증가 가능성 높으므로 보수·보강 등 유지관리비 증가 · 전시시러, 교육홍보시설 등의 신규 콘텐츠를 지속적으로 개발하고 교체하여야 하므로 유지관리비 증가	· 기존 관리동 철거공사비 추가에 따른 전체공사비 증가 · 무중단 운영을 위한 단계별 현대화시설 설치에 따른 감시제어 시스템 및 수전설비의 중복설치 우려
검토결과	· 홍보관 전용 건축물 설치시 지속적인 콘텐츠 개발 없이는 주민 이용도가 매우 낮으므로 유후 시설물 전환 가능성 매우 높으므로 기존 남향공공하수처리시설의 홍보관을 적극 활용하여 운영하는 것이 타당함 · 30년 이상된 기존 건축물 리모델링 후에도 지속적인 수선비가 발생하므로 유지관리비용 과다 우려 높음 · 기존 관리동은 철거하고 신규 관리동을 설치하여 1층 공간에 소규모 전시관 등을 유치하여 활용하는 방안으로 선정함	

주1) 관리동 연면적은 기존 관리동과 동일하게 적용

주2) 공사비 산출근거

- 공공건축물 활용성 제고를 위한 리모델링 정책지원 및 제도개선 연구(2015.10, AURI) : 일반건축물 리모델링 평균단가 적용
- 2017년 공공건축물 유형별 공사비 분석(2018.6, 조달청) : 일반청사 연면적당 표준 공사비 적용
- 기존 건축물 철거비는 폐기물 처리비용 등을 포함하여 신축비용의 30% 적용

2) 평면계획

- 유지관리 동선과 견학자 동선 분리를 위한 출입구 이원화
- 평면공간의 최적화 설계로 이용효율 극대화
- 홍보실의 입체적인 공간연계 등의 계획으로 이동 시 다양한 체험이 되도록 계획
- 관리자들의 사무환경과 업무효율을 위하여 체력단련실, 휴게실, 식당 등 편의시설 계획
- 관리 및 사무공간, 제어 및 실험공간, 복지 및 후생공간, 전시공간 등으로 평면 ZONING 계획
- 중단 없는 설비 유틸리티의 사용이 가능하도록 전기 예비품, 특수공구 등의 보관 및 수리를 위한 정비실 계획
- 2방향 피난동선 확보 및 관리자의 원활한 수직이동을 위한 적절한 계단의 계획
- 소방설비, 화재예방, 안전사고예방 등을 위한 소방계획
- 장애물 제한표면구역의 고도제한을 고려한 관리동 상부의 휴게 및 조망공간 계획

3) 입면계획

- 환경기초시설 이미지 제고 및 지역 Identity를 위한 입면구성
- 염해방지 및 내풍해를 위한 적정 외장재료의 계획
- 유지관리를 고려한 현대적 감각의 색채 및 재료 사용
- 형태에 치중한 과도한 장식적인 입면계획의 배제

4) 단면계획

- 전기 관련실(전기실, 변압기실, 발전기실 등)의 구조체 바닥의 계획고는 필히 대조평균만수위 이상이 되도록 계획
- 전기 패널 및 변압기 소요높이, 유지관리 등을 고려한 계획
- 중앙제어실은 배선, 유지관리기능의 향상을 위한 이중바닥 계획
- 쾌적한 업무공간 조성을 고려한 합리적이고 경제적인 천정고 계획
- 각 실별 고유 기능에 맞는 층고 및 천정고 계획으로 효율성 제고

01

02

03

04

05

06

07

08



지상1층평면도



지상2층평면도

<그림 5.6-7> 관리동 평면도(예시)

4) 전시 및 홍보계획

- 환경 및 에너지교육을 위한 전시, 체험위주의 홍보실 계획
- 견학자 이동시 무장애(Barrier Free) 동선이 되도록 계획
- 기존처리시설 및 공사중, 공사완료후 사진, 기존처리시설 상징물 등을 전시
- 쉽고 빠른 이해를 돕기 위한 복합 매체를 활용하여 전시 연출효과 계획
- 합리적인 동선계획으로 연계성 확보 및 다양한 공간을 체험할 수 있도록 계획
- 영상실의 좌석계획으로 방문자의 수용에 능동적으로 대체가 가능구조로 계획
- 견학동선 계획은 자연스러운 동선 흐름이 가능하도록 계획하고, 홍보시설과 지하처리시설이 연계되도록 프로그램 계획

<표 5.6-46> 실 면적 산출기준(예시)

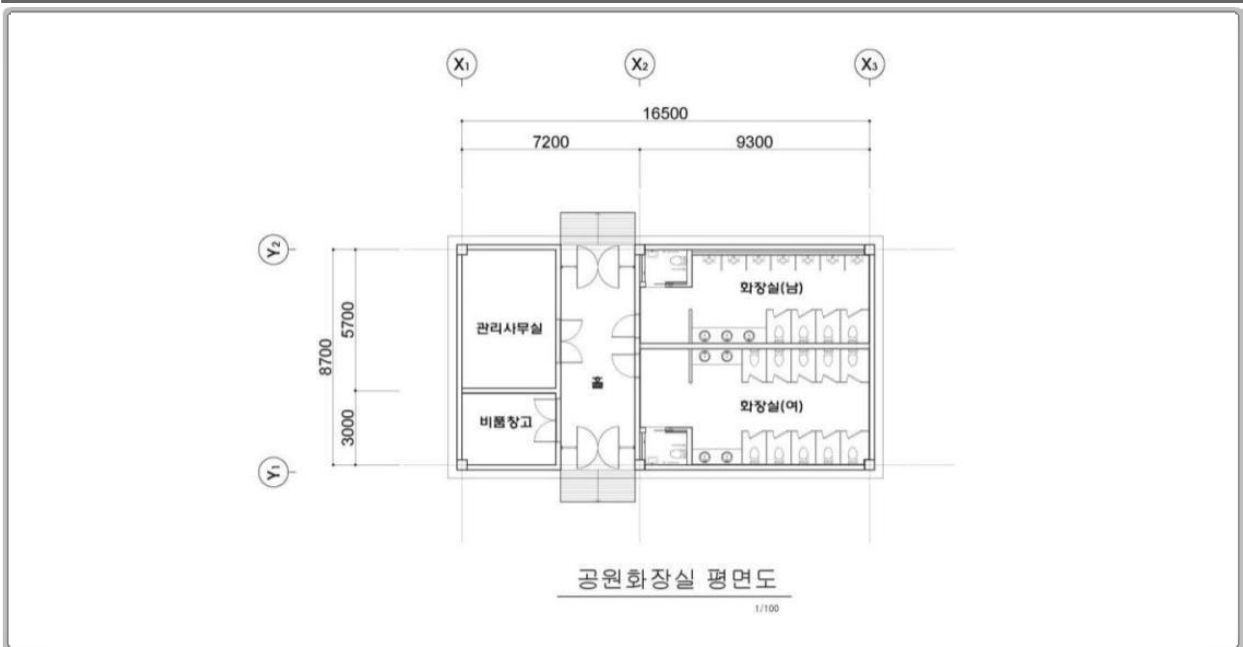
실 명	계획면적 (㎡)	산출근거	
사 무 실	432	• 사무인원(50인) x 7.2㎡ + 보조수납 및 사무기기공간(사무공간의 20%)	
소 장 실	30	• 소형 회의테이블 포함	
중앙제어실	120	• 설치 필요면적, 8인 4교대 근무	
홍 보 실	150	• 방문인원 최소 50인 이상, 전시체험 공간, 영상실, 창고 포함	
실 험 실	150	• 환경부 기준, 실험실 인원 4인	
회 의 실	132	• 사무인원(50인) x 3.3㎡ x 80% 이상	
자 료 실	50	• 사무인원(50인) x 3.3㎡ x 30% 이상	
숙 직 실	10	• 최소면적 9.9㎡이상	
체력단련실	30	• 탁구장 설치 소요면적 이상	
식당 및 주방	110	• 시설 총 관리인원(50인) x 1.2㎡ 이상 + 주방(식당면적의 30%)	
휴게실(남,여 구분)	33	• 여성휴게실에 수유공간 반영	
샤워 및 탈의실	27	• 샤워실 : 6인 x 1.0㎡, 탈의실 : 6인 x 3.3㎡ 이상, 남녀구분	
전 기 실	400	• 전기판넬 설치 면적	◦ 각 실의 구조체 바닥은 필히 고극조위 이상의 계획고에 위치하도록 계획
발전기실	130	• 발전기 설치 면적	
변압기실	100	• 변압기 설치 면적	
정 비 실	80	• 전기 및 기계 기자재 예비품 보관 및 정비 소요면적	
소화약제실	60	• 청정소화약재 소화설비 설치기준 이상	
화장실, 홀 및 로비	256	• 연면적의 10~20%	
계	2,300		

나. 공원관리 및 화장실

- 관리원 6인(청소원 포함) 규모로 최소화 및 최적화 평면구성
- 관리원과 청소원, 화장실의 공간을 각각 분리하여 원활한 근무여건 조성
- 공중화장실 설치기준에 맞는 남·여 변기 수 비율(최소 1:1) 선정
- 이용의 편리성을 고려하여 출입문 계획
- 공원과 연계한 적절한 위치에 배치계획
- 외부공간과 어우러질 수 있는 자연스러운 형태계획
- 자연경관과 지형에 순응하는 입면과 MASS형성

<표 5.6-47> 실 면적 산출기준(예시)

실 명		계획면적 (㎡)	산출근거
사무실	계	27.0	• 관리원 6인(사무원 3인, 용역인원 3인)
	사무원	18.0	• 사무인원(3인) x 6.0㎡(계장급) 이상
	용역원	9.0	• 용역인원(3인) x 3.0㎡ 이상(사무실 공간 분리 활용)
물품창고		12.6	• 관리원(3인) x 2.0㎡ 이상
화장실(남)		31.67	• 대변기3대, 소변기4대, 세면기3대, 어린이 대·소변기 각1대
화장실(여)		43.04	• 대변기8대, 세면기3대, 어린이 대변기1대
장애자화장실(남)		4.2	• 대변기1대, 세면기1대
장애자화장실(여)		4.2	• 대변기1대, 세면기1대
홀 및 복도		26.1	• 연면적의 20 ~ 30%
계		148.81	



<그림 5.6-8> 공원관리 및 화장실 평면도(예시)

다. 지하 토목구조물 건축마감

- 탈취설비실, 협잡물반출실, 송풍기실, 급배기팬실, TMS실, 전실, 자재창고, 내부차량동선, 견학동선 등 처리시설 운영에 필요한 실에 대한 마감계획
- 외기에 면하는 기능실에 대한 방습벽 계획
- 기기 반출입을 위한 단순한 내부 동선계획
- 하수찌꺼기 처리운영자를 위한 사무실, 사워실, 화장실 등 공간계획
- 내구성 및 내 오염성이 강하고, 유지관리가 용이한 재료 사용
- 지하시설 견학 통로는 인지성 확보 및 미끄럼방지 등 불특정 다수인의 안전을 보장할 수 있는 기본적인 기능을 충족하는 마감재의 계획
- 기계설비의 유지관리 운행공간을 고려한 단면계획
- 기계 환기와 최적의 통풍을 위한 적절한 층고 확보
- 소음진동 발생실, 악취 발생실, 계단실 등은 확산을 방지하기 위하여 전실(이중 출입문)을 설치하고 양압의 유지를 위한 환기설비 계획
- 차량이 빈번히 통과하는 출입구 및 기타 대형출입구는 실외로 악취가 확산되지 않도록 이중출입구, 에어커튼, 스피드셔터 등의 설치 계획
- 관리자 및 견학자의 편리한 수직 동선을 위하여 필요한 곳에 엘리베이터 반영

라. 기타 건축물

- 지상 노출 건축물은 기능 및 경제성을 고려하되 최소화 하도록 계획
- 지하공간의 배기 및 악취 배출을 위한 통합 배기탑은 주변 환경에 영향이 최소화 되도록 계획
- 시설 유지관리 차량 진출입부분은 캐노피 등의 우수 유입 차단을 위한 계획고려
- 정문 등의 부대시설이 필요한 경우에는 상징성을 근간으로 유지관리가 용이한 구조 및 재료 사용
- 기타 주민편의시설은 사회기반시설 인식을 탈피하고 친환경적인 주민 친화시설로 계획
- 주민편의시설의 경우 인천광역시 도시계획 조례 등 관련법규를 검토하여 가능한 시설의 범위를 계획

<표 5.6-48> 도입시설별 건축물의 종류 및 건축가능여부 검토

도입시설		용도별 건축물의 종류 (건축법시행령 제3조의 5 관련 [별표 1])	건축가능여부 (인천광역시 도시계획조례 [본문 제46조] (자연녹지지역에서 건축할 수 있는 건축물)	비 고
실내 공연장	500 제곱미터 미만	제2종 근린생활시설	가능	*모든 면적은 공용부분 포함 면적임
	500 제곱미터 이상	문화 및 집회시설	가능	
전망타워	-	관광휴게시설	가능	
골프 연습장	500 제곱미터 미만	제2종 근린생활시설	가능	
	500 제곱미터 이상	운동시설	가능	
실내 체육관	500 제곱미터 미만	제2종 근린생활시설	가능	
	500 제곱미터 이상	운동시설	가능	

- 본 보고서에 언급하지 않은 건축물에 대해서도 처리시설의 기능상 요구되는 시설물에 대해서는 설계 및 시공에 반영 가능
- 지하 출입구 및 기타 건축물 내의 출입을 통제할 수 있는 보안시설 설치

6.2.5 자재사용계획

가. 기본방향

- 모든 주요자재는 KS 기준에 합당한 자재 사용을 원칙으로 한다.
- 모든 주요자재는 내염해성을 지닌 내구성이 우수한 자재를 선정하여야하며 바람에 의하여 탈락이나 변형을 방지할 수 있는 부착방법으로 계획하여야 한다.
- 실별 기능에 합리적인 재료선정과 유지보수관리가 편리하도록 수급에 제한이 없는 자재를 선정 하여야 한다.
- 현대적 감각에 적합한 소재의 선정으로 건축적 미와 충분한 내구성을 가지고 있는 자재를 선정한다.
- 지역 특성상 강풍을 동반한 강우를 대비한 최적의 방수공법을 선택하며 채광, 방취에 적합하며, 미관, 색채, 내구성을 고려하여 선정한다.

나. 외장재 요구성능 및 사용계획

<표 5.6-49> 외장재 요구성능 및 사용계획(예시)

구 분	내 용	사용자재
관 리 동	• 외벽 마감재는 친환경적인 자재를 적극 도입하고 주변경관과 어울리는 자재 사용	• 화강석 또는 동등 이상
기타 건축물	• 주변경관과 어울리는 자재 및 내마모성이 강한 자재 사용	• 화강석 또는 동등 이상

다. 내장재 요구성능 및 사용계획

<표 5.6-50> 내장재 요구성능 및 사용계획(예시)

구 분	내 용	사용자재
관리, 사무공간	• 쾌적하고 온화한 내장재 사용	• 디렉스타일, 흡음불연무늬텍스 또는 동등이상
복지, 후생공간	• 내구적이고 방수에 강한 자재사용	• 폴리싱타일, 자기질타일, 도기질타일 또는 동등이상
전기관련공간	• 케이블설치가 용이한 자재 사용	• 악세스후로아(이중 바닥재)
소음발생공간	• 흡음 성능 및 외관이 양호한 자재사용	• 흡음보드 또는 동등이상
기계, 장비공간	• 내마모성이 강하고 오염에 강한 자재사용	• 무기질바닥재 또는 동등이상
공 용 공 간	• 쾌적하고 내마모성이 강한 자재 사용	• 화강석바닥재, 알미늄천정재 또는 동등 이상

주) 전체 내부 마감재는 친환경 인증 자재를 사용하여야 한다.

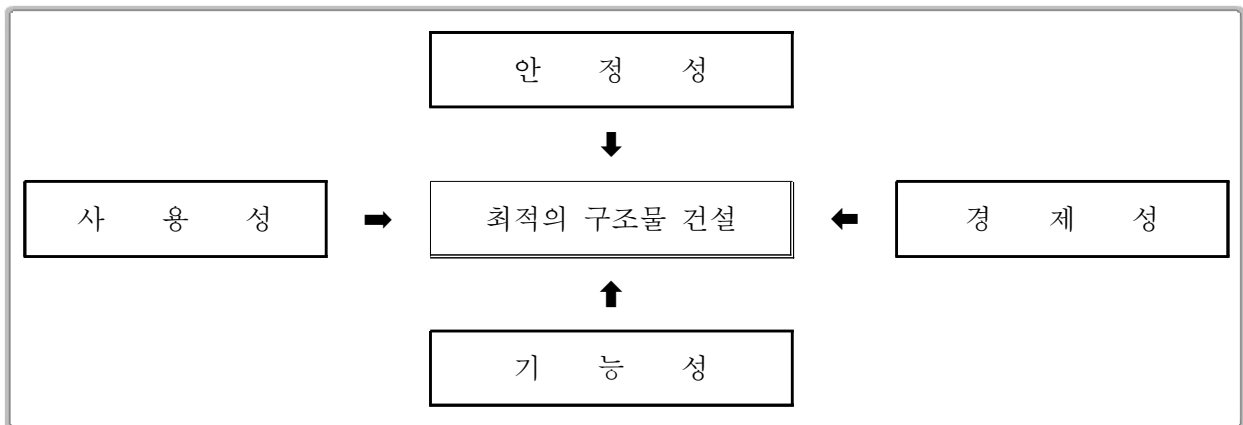
라. 내염 및 내풍 재료의 계획

- 지상건축물의 구조체인 콘크리트는 외부마감재에 의한 염분에 의한 피해가 다소 경감되기는 하나 기본적으로는 $f_{ck} = 27\text{MPa}$ 이상의 고강도 콘크리트를 사용한다.
- 외장재료는 기본적으로 내염해 성능이 우수한 석재, 점토벽돌 등을 사용하며 금속재료를 사용할 경우에는 분체도장 알루미늄 및 스테인레스 스틸 등 내염해성이 우수한 재료를 사용한다.
- 특히 방충망의 경우 염해에 의한 부식을 방지하기 위하여 염해에 강하고 신축성 및 굴절성이 우수한 PVC 재질의 재료를 사용한다.
- 바람의 영향이 있는 해안가 지역 특성상 외부 천장마감의 재료 부착 방식은 클립 바의 사용을 지양하고 피스 등을 사용하여 견고히 고정하는 방식을 채택한다.

6.2.6 구조계획

가. 설계 일반사항

1) 구조설계 목표



<그림 5.6-9> 구조설계 목표

2) 설계방법

- 극한강도 설계법(철근콘크리트) : 내진설계 적용
- 허용응력도 설계법(철골) : 내진설계 적용

3) 관련법규 및 설계기준

- 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙(2020. 2. 국토교통부)
- 건축구조기준 / KBC2016(대한건축학회. 2016)
- 콘크리트 구조설계기준(한국콘크리트학회. 2012)
- 건축물 내진설계기준(KDI 41)
- 건축물의 하중기준 및 해설(대한건축학회. 2000)
- 강구조설계기준 및 해설(한국강구조학회. 2011)

나. 사용재료 및 설계기준강도

<표 5.6-51> 사용재료 및 설계기준강도

구 분	규 격	설 계 강 도	사 용 부 위	비 고
콘크리트	KS L 5201	fck = 27MPa 이상	구조체	내염해성 및 시공성
		fck = 18MPa	무근콘크리트	
		fck = 18MPa	버림콘크리트	
철 근	KS D 3504	fy = 400MPa(SD400)	철근콘크리트	경제성
철 골	-	SS275, SM275	구조체	시공성

다. 하중조건에 대한 분석 및 적용

1) 고정하중(Dead Load)

○ 골조, 지붕, 바닥, 벽체, 칸막이와 영구적인 기기나 재료 등을 포함

<표 5.6-52> 재료별 단위중량

(단위 : KN/m³)

구 분	철근콘크리트	무근콘크리트	STEEL	모르터
중 량	24	23	79	20

2) 풍하중

<표 5.6-53> 풍하중

구 분	적 용 기 준	비 고
지역	인천광역시	
설계기본풍속(V_0)	28 m/s	
중요도계수(I_w)	1.0	중요도 (특)
지형계수(K_{zt})	1.0	평탄지
노풍도 ^{주)}	B	

주) 노풍도 C : 높이 1.5~10m 정도의 장애물이 산재해 있는지역, 수목·저층건축물이 산재해 있는 지역

3) 지진하중

<표 5.6-54> 지진하중

구 분	적 용 기 준		적용값	비 고
지진구역계수(Z)	지진구역 I		0.11	인천광역시
지반종류	S_4	S_{DS}	0.49867	등가정적해석법
		S_{D1}	0.28747	
중요도계수(I_E)	내진등급 (특)		1.5	중요도 (특)
지진력저항시스템	철근콘크리트 중간모멘트골조	반응수정계수(R)	5.0	
		시스템초과 강도계수(Ω_0)	3.0	
		변위증폭계수(C_d)	4.5	
허용층간변위(Δ_a)	내진등급 (특)		0.010hsx	h_{sx} : x 층 층고

4) 적설하중

<표 5.6-55> 적설하중

구 분	적용기준	구 분	적용기준
지상적설하중의 기본값	0.5KPa	온도계수(적설하중 비제어구조)	$C_t = 1.2$
기본 지붕적설하중계수	$C_b = 0.7$	중요도계수 (특)	$I_s = 1.2$
노출계수	$C_e = 1.0$		

5) 활하중(Live Load)

<표 5.6-56> 활하중

구 분	경사지붕	평지붕	사무실, 제어실
적재하중	1.0 KPa	3.0 KPa	5.0 KPa

6) 하중조합(Load Combination)

<표 5.6-57> 하중조합

하중조합	비고
• 1.4(D+F) • 1.2(D+F+T)+1.6L+0.5(Lr 또는 S 또는 R) • 1.2D+1.6(Lr 또는 S 또는 R)+(1.0L 또는 0.65W) • 1.2D+1.3W+1.0L+0.5(Lr 또는 S 또는 R) • 1.2D+1.0E+1.0L+0.2S • 0.9D+1.3W • 0.9D+1.0E	• D : 고정하중 • L : 활하중 (Lr : 지붕) • R : 강우하중 • W : 풍하중 • E : 지진하중 • F : 유체압력하중 • H : 토압하중 • S : 적설하중 • T : 변위하중

라. 구조형식의 비교

1) 골조형식

<표 5.6-58> 골조형식 비교

구 분	철근콘크리트구조	철 골 구 조
안 정 성	• 일체식 강성구조로서 안정된 형식 • 내화성이 좋음. • 고강도 콘크리트의 경우 내염해성이 우수	• 가구식구조로 안정성이 우수 • 내화성이 약해 별도조치 필요 • 염해에 약해 부식이 우려
경 제 성	• 건물 Span에 따라 단면이 커지므로 10m 이내의 Span에 적합	• 시공비가 비교적 고가 • 장 Span 구조물에 적합
시 공 성	• 습식구조로 공정과정이 복잡 • 기후조건 영향을 받아 공기가 다소 김	• 공장가공으로 현장공정 단순 • 기후조건의 영향을 적게 받아 공기가 비교적 짧음.

2) 슬래브 형식

<표 5.6-59> 슬래브형식 비교

구 분	합판거푸집 슬래브	철근일체형 데크 시스템
장 단 점	• 하부동바리 시공이 선행되어야 하므로 높이 6m 이하의 낮은 층고에 유리 • 하자 발생 시 보수보강에 유리함 • 현장 시공량 증가로 공기단축에 불리 • 시공 시 동바리 설치가 필요함	• 데크플레이트가 동바리를 대신하므로 높이 6m 이상의 높은 층고에 유리 • 하자발생 시 보수보강이 어려움

6.2.7 건축기계설비 계획

가. 개요

- 승기공공하수처리시설 현대화사업의 건축기계설비 설계에 관련된 관리동, 설비동 등으로 냉난방설비, 환기설비, 위생설비, 소화설비 등에 대해 기술한 것으로서, 에너지공급의 경제성, 안정성뿐만 아니라 환경보존을 고려하고 유지관련 및 운전에 간편성을 고려한 방식으로 설계한다.

나. 설계대상 및 범위

1) 설계대상 건축물

- 관리동
- 설비동
- 기타 건축물

2) 설계범위

- 냉·난방설비
- 환기설비
- 위생설비
- 소화설비
- 자동제어설비
- 기타설비

다. 설계기준 및 법규

- 냉·난방설비 계획을 위한 외기조건은 「건축물의 에너지 절약 설계기준(국토교통부 고시 2022-52호, 시행 2022. 1. 28)」에 명시된 기준을 참조하여 인천광역시 지역조건에 적합한 설계기준을 설정하여야 한다.

<표 5.6-60> 외기 온·습도 기준

구 분	건구온도 (°C)	습구온도 (°C)	상대습도 (%)	절대습도 (kg/kg)
냉 방	30.1	25.0	—	—
난 방	-10.4	—	58	—

<표 5.6-61> 실내 온·습도 기준

구 분	난 방	냉 방	
	건구온도(℃)	건구온도(℃)	상대습도(%)
사 무 실	20~23	26~28	50~60

6.3 기계설비 계획

6.3.1 개 요

가. 설계 일반

- 기존 하수처리시설의 노후화, 하수유입량 증가로 인한 하수도정비기본계획(변경)이 마련됨에 따라 기존시설을 철거하여 증설 및 현대화하는 사업으로 사업방식은 설계·시공 일괄입찰방식이다.
- 사업의 목적 달성을 위하여 시행되는 공사는 하수처리시설의 정상적인 운영과 동시에 행하여지는 것이므로 공사 중 정상가동과 공사완료 시 시운전 및 전체운전에 필요한 임시시설을 포함하여 계획하여야 하며, 설계·시공 병행방식으로 추진되는 사업의 경우 지하화사업에 반영되는 모든 시설에 대하여 완벽한 성능보장을 위하여 필요한 모든 기자재, 배관, 부속품 및 부대설비에 대한 완벽한 설계와 시공 및 시운전을 수행하여야 한다.

6.3.2 주요기자재 선정기준

- 기기의 선정에 있어서 하수처리시설 및 분뇨처리시설, 건조시설 전체의 설계방식, 건설 및 유지관리조건 등을 고려하여 건설비, 관리비, 성능 등을 비교 검토해서 결정하여야 한다.
- 동일한 사용목적으로 동일한 장소에 2기종 이상의 대상기종이 선정될 수 있을 때는 유지관리 및 토목구조상의 합리적인 구분이 가능한 경우에는 이에 따르도록 하나 일반적으로 과거의 운전실적 등을 토대로 여유 있는 성능을 갖는 것을 선정한다.
- 하수처리시설 지하화사업의 기자재 선정은 설계·시공 일괄입찰방식으로 진행되는 경우 입찰자가 결정하여 입찰에 참여해야 하며, 입찰자는 처리시설의 기능뿐만 아니라 플랜트 전체의 특수성 및 이미지 제고와 경제성 그리고 유지관리의 편리성 등을 종합적으로 검토하여 기자재를 선정하여야 하며, 비교 검토된 기자재외에도 성능이 우수한 제품도 적용할 수 있어야 한다.
- 따라서 본 장에서는 처리시설에 사용되는 주요 기자재의 기본적인 특성을 검토하여 향후 입찰안내서를 작성하는데 기초자료로 이용코자 함에 있다.
- 주요 장비의 선정 및 용량결정은 입찰안내서에 준하여 운전 및 유지관리측면을 고려하여 경제적이며, 에너지 절감을 도모할 수 있는 것으로 선정한다.

6.3.3 기기 선정시 고려사항

- 단위 처리공정에 필요한 특성과 성능 만족
- 처리량 및 수질의 변화에 대처가능
- 시설물의 지하화에 따른 탈취 용이성

01

02

03

04

05

06

07

08

- 에너지 절약 및 부지면적의 최소화
- 기기의 내구성, 신뢰성, 내마모성, 내부식성
- 공해 및 주변환경에 미치는 영향
- 과거의 운전실적
- 운전조작, 유지관리의 용이성, 자동화에 적합한 기능

6.3.4 단위설비 계획

가. 침사지 및 유입펌프장 설비

1) 침사지설비

가) 개요

- 유입하수는 플라스틱, 나뭇조각, 캔, 섬유류 및 모래 등이 포함되어 있으므로 이들 협잡물을 제거하여야 이후의 기계설비의 보호와 수처리 및 하수찌꺼기처리 공정에 악영향을 주지 않게 된다. 따라서 플라스틱, 나뭇조각, 섬유류 및 모래 등이 스크린, 침사제거기 등에 의하여 제거되도록 계획하여야 한다.
- 스크린에 의해 인양된 협잡물과 침사제거설비에서 인양된 모래는 차량에 상차하여 외부반출이 용이하도록 협잡물 및 침사물 이송설비 및 임시 저장설비 등을 설치하여야 한다.
이와 같은 협잡물 및 침사물 반출설비는 스크린과 침사제거기와 연동이 가능한 자동식으로 계획하여야 한다.
- 스크린의 목 간격은 협잡물의 성상을 고려하여 신중히 선정하여야 하고 미세목 스크린을 반영할 경우 목간격을 최소화하여 계획하여야 한다.

나) 세목 스크린

- 캔, 병류 등 대형 협잡물은 침사지 전단에 설치된 세목스크린에 의해 제거되며, 비교적 크기가 작은 협잡물은 침사지 후단에 설치된 미세목 스크린에 의해 제거된다.
- 세목 스크린으로 많이 사용되는 기기는 유압식, 더블체인식, One Rake식 등이 있으며 기종 선정에 있어서 유지관리 및 경제적인 면에 유리하며 밀폐탈취가 용이한 기기로 계획하여야 한다.

<표 5.6-62> 세목스크린의 형식 비교

구 분	유압식 제진기	더블체인식 제진기	ONE RAKE 제진기
형 상			
구 조	유압식 제진기가 각 수로를 이동하면서 Rake를 이용하여 수중의 협잡물을 수상부로 이동시켜 협잡물을 배제한다.	양측 프레임의 가이드 레일과 상하 회전운동 하는 체인에 연결된 Rake가 바 전면의 협잡물을 연속적으로 제거	양측의 Pin-Rake에 물린 핀과 측면 롤러의 작동에 의해 갈퀴형 Rake상승으로 협잡물 제거
장 점	- 기계부가 수상부에 있어 유지관리가 용이하다. - 큰 협잡물을 긁어 낼 수 있다.	- 긁어 올림이 연속적이다. - Casing에 의한 밀폐가 용이하고 실적이 가장 많다.	- 기계부가 수상부에 있어 유지관리가 용이하다. - 협잡물량의 변화에 대처가 용이하다.
단 점	- 긁어 올림이 간헐적이다. - 지폭에 비해 유효스크린 폭이 좁다.	- Chain의 신축에 의한 Stroke 조절이 필요하다. - 수중부에 Sprocket Wheel 축 등이 있어 유지관리 곤란	- Rake가 하나이므로 권양 능력이 적고 제거가 간헐적이다. - 지가 깊으면 Rake가 길게 되어 자상부의 충고가 높아진다.

다) 미세목 스크린

- 침사지 후단에 설치하여 세목스크린에서 제거되지 않은 협잡물을 제거하여 후속 설비인 펌프 및 기기류를 보호하고 후속공정의 운전효율이 증대되도록 계획하여야 한다.
- 미세목 스크린으로 많이 사용되는 기기는 더블체인식 스크린, 계단식 스크린, 마이크로바 스크린 등이 있으며 기종 선정에 있어서 유지관리 및 경제적인 면에 유리하며 밀폐탈취가 용이한 기기로 계획하여야 한다.

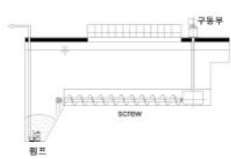
<표 5.6-63> 세목 및 미세목 스크린의 형식 비교

구 분	더블체인식 스크린	계단식 스크린	마이크로바 스크린
형 상			
구 조	상부와 하부의 Sprocket Wheel에 결합된 Endless Chain의 일정 간격마다 Rake를 고정 구동하여 협잡물 제거	계단형태의 스크린(격자판)이 고정단과 이동단으로 구성, 전면의 협잡물을 한 계단씩 연속적으로 상승 제거	역삼각형 단면의 웨지바가 평형 배열된 스크린 사이를 톱니방식의 Rake가 협잡물을 연속적으로 상승 제거
장 점	- 연속 자동운전이 가능 - 지별로 연속운전을 하므로 협잡물 제거에 탄력적 - 기계구조가 간단	- 내구성이 우월 - 별도의 레이크가 없으므로 고장요인이 적음	- 수로중에 미세고형물을 제거하여 고형물침전 및 부패를 방지 - 스크린 바가 웨지형으로 미세물질의 제거가 우수
단 점	Chain의 신축에 의한 Stroke의 조절이 필요	- 소요동력이 다소 큼 - 수로가 넓어지고 깊어지면 경제성이 감소	- Chain의 신축에 의한 Stroke의 조절이 필요 - 수로폭 선정이 제한적

라) 침사제거 설비

- 침사인양기는 전단의 스크린을 통과한 유입하수 중 침전된 토사류를 충분히 제거할 수 있어야 하며, 내마모성, 내식성, 취기 등 작업환경을 고려하여야 한다.
- 기종선정에 있어서 유지관리, 경제성, 건설비면에서 유리하며 밀폐·탈취가 용이한 기기로 계획하고 수중부에 있는 부분은 부식이 적은 재질로 적용하여야 한다.

<표 5.6-64> 침사제거기 형식 비교

구 분	더블체인 컨베이어 (V-버킷 매몰방지형)	원형선회류식	SCREW식
형 상			
장 점	• 단일설비로 Scraping 및 인양 가능 • 연속운전이 가능하고 대용량이다. • 모래가 다량 유입하여도 매몰방지 운전이 가능하다. • 상부커버를 할 수 있어 탈취가 쉽다. • 자동운전이 쉽다.	• 소요 면적이 적음 (약 1/2~1/4) • 악취 발생에 대한 탈취가 용이 • 구동부가 지상에 있어 유지보수용이 • 유량변동에 탄력적 대응	• 구조가 간단하여 조작이 쉽고 고장이 적다. • 연속운전이 가능하다 • 타 기종에 비하여 설비비가 저가이다. • 자동운전이 쉽다. • 상부커버를 할 수 있어 탈취가 쉽다.
단 점	• 복잡한 구조이다. • 체인, 슈 및 스프로킷과 같은 마모개소가 많고 수중에 있어 보수 점검이 쉽지 않다. • Chain의 신축에 의한 Stroke의 조정이 필요하다 • 수중부에 Sprocket Wheel 축 등이 있어 유지관리가 불편	• 침사물 인양 설비의 선정에 주의가 요구됨 • 국내실적이 다소 적음	• SCREW 수집기와 모래 펌프의 조합이므로 효율이 다소 떨어진다. • 유입 부하 변동에는 강하나 SCREW 수집기의 제한으로 형상을 크게 할 수 없다. • 주요 구동부가 수중에 설치되므로 유지관리시 지를 비워야한다.

마) 협잡물 및 침사물 이송설비

- 스크린 및 침사제거기에서 제거된 협잡물, 모래를 저장설비로 이송이 용이하며 내마모성, 내식성, 취기 등의 작업환경을 고려하여야 한다.
- 이송설비의 용량은 협잡물과 침사물 발생량을 면밀히 조사하여 계획하여야 하며 이송설비로 사용되는 컨베이어 형식은 링크식, 공기압식, 플라이트식 등이 있다.
- 기종 선정 시에는 유지관리 및 경제적인 면에서 유리하며 밀폐·탈취가 용이한 기종으로 계획하여야 하며 컨베이어를 선정할 경우 침사물 및 협잡물의 수분으로 인하여 이송이 불가능할 수 있으므로 탈수설비 등의 설치를 고려해야 한다.

<표 5.6-65> 협잡물 및 침사를 이송장치 형식 비교

구 분	링크 컨베이어	공기압 컨베이어	플라이트 컨베이어
형 상			
특 징	구동장치의 스프라켓에 의해 파이프 내부의 링크 체인을 이동하면서 링크 체인에 연결된 블레이드에 의해 협잡물 및 침사물을 파이프에 의한 이송	공기압축기에서 발생하는 압축공기를 이용하여 용기 내의 침사 및 협잡물을 간헐적 운전으로 배관을 통해서 이송	구동장치에 의해 V-벨트가 연속적으로 움직이면서 침사 및 협잡물을 이송
장 점	- 협소한 공간 및 설치공간 최소화 이송 가능 - 설비 간단, 유지보수 용이함 - 밀폐형으로 악취발생 최소화	- 협소한 공간 및 설치공간 최소화 이송 가능 - 배관 경로가 자유롭다 - 밀폐형으로 악취발생 최소화	- 환경 설비에 적용사례가 많다 - 초기 공사비 절감 - 부속설비가 적다
단 점	- 이송배관의 절곡부는 롱타입을 사용하여 플랜지연결 - 리턴부가 필요하고 블레이드 및 배관의 마모가 큼 - 이송배관에 점검구 설치 필요	- 부대설비가 많고 소요 동력이 높음 - 공기압축기에 의한 운전소음이 크다	- 완전한 밀폐가 어렵다 - 수직 이송이 불가능함 - 이송 길이에 제약이 있다.

2) 유입펌프장 설비

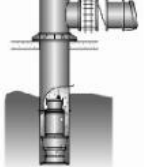
가) 개 요

- 침사지에서 협잡물 및 침사가 제거된 후의 하수를 다음 처리공정으로 양수하기 위한 설비로 부하변동에 대처가 용이하고 효율이 높아 운전비용이 적게 들고 유지관리가 용이한 설비로 계획되어야 한다.
- 유입펌프장에는 설비 유지관리를 호이스트를 계획하여 펌프, 밸브 및 배관설비 유지관리가 용이하도록 계획하여야 한다.

나) 유입펌프

- 펌프설비는 계획하수량을 기본으로 설비계획을 하여야 하며 펌프의 대수결정은 시간대별 유입하수량 차이를 고려하여 운전 및 유지관리가 편리하도록 계획하여야 한다. 펌프의 형식은 펌프실의 규모 및 유지관리 등에 큰 영향을 미치므로 각 펌프의 특성을 충분히 검토한 다음 그 사용목적에 적합한 펌프를 선정하여야 하며, 흡입 실양정, 토출량, 이물질로 인한 고장, 부식 및 마모 등이 고려되어야 한다. 일반적으로 유입펌프로는 수중 펌프, 입축사(축)류펌프, 수중형 사(축)류펌프 등이 많이 사용되고 있다. 따라서 기중선정에 있어서 펌프의 효율과 특성을 충분히 검토한 후 사용목적에 적합한 형식으로 선정하여야 하며, 유입량 변동 등에 따라 이송량 제어가 가능하도록 속도제어 및 2종류 이상의 용량이 다른 펌프를 선정하는 방안을 적극 검토하여야 한다. 유입펌프는 예비기를 갖추어야 하며 수중펌프를 선정할 경우 펌프보호를 위한 온도 및 누수 감시센서를 설치하여 펌프의 상태감시가 가능하도록 계획하여야 한다.

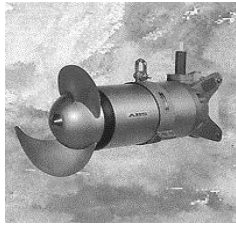
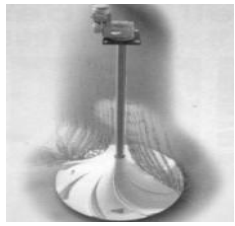
<표 5.6-66> 유입펌프 방식 비교

구 분	수 중 펌 프	입축사(축)류펌프	수중형 사(축)류펌프
주 요 형 상			
구 조	- 전동기와 펌프는 완전 밀폐된 케이싱내 결합, 임펠러의 원심력에 의하여 양수 - 모터, 펌프 일체형으로 안정적인 운전가능	- 모터, 펌프 분리형으로 임펠러의 원심력과 안내 깃의 양력에 의하여 양수 - 연결축이 긴 경우, 축의 뒤틀림 등으로 진동발생, 정기적인 베어링 교체 필요	- 모터, 펌프 일체형으로 임펠러의 양력에 의하여 양수 - 모터, 펌프 일체형의 펌프가 수중 안내 파이프 내에 장착되어 하수를 양수함
장 점	- 지상부분에 토출 곡관만 있기 때문에 펌프장 건물을 작게 할 수 있어 토목 공사비가 적다. - 자동탈착으로 유지관리가 용이하다. - 기동시 만수 조작이 필요 없으므로 자동운전이 용이하다. - 펌프가 상시 물밑에 있기 때문에 기동이 간단하다. - 펌프 및 모터가 수중에 있기 때문에 소음이 적다.	- 흡입양정변화에 대해 양수량의 변동이 적다. - 일반적으로 체절 운전도 가능하다. - 전동기 침수 우려가 적다. - 대용량 양수조건에서 효율이 아주 높다. - 양수관 및 펌프전동기 등 조립된 상태에서 유지관리가 필요하므로 크레인 용량이 매우 커진다. - 전체적으로 펌프장 건물이 크다.	- 입축사류펌프에 비하여 설치면적 및 공간이 적게 소요되고 건축비가 적게 든다. - 펌프, 모터가 일체형이기 때문에 설치시 축정렬이 필요 없고, 기계적 손실이 적다. - 별도의 윤활유 및 축봉수가 불필요하다. - 펌프의 구동부가 수중에 설치 되므로 소음 및 진동이 적다. - 펌프실이 침수되어도 운전이 가능하다.
단 점	- 모터가 수중에 있어 일상 점검 면에서 다소 불리 - 펌프전체가 수중부에 설치되므로 내식성이 강한 재료의 부품사용이 필요함	- 펌프축, 안내파이프 등이 길어 분해, 조립, 보수가 어려움 - 지상부 전동기 설치로 소음 및 진동이 타기종에 비하여 높으며, 축봉장치 및 윤활장치 등의 부속설비가 필요함 - 설치면적 증가로 건축 및 토목공사비가 높다. - 유지관리 어려움	- 수중펌프에 비하여 중량이 많이 나가므로 유지보수시 시간이 오래 걸린다. - 안내파이프 등이 길어 분해, 조립, 보수가 어려움 - 설치면적이 수중펌프에 비하여 크므로 건축 및 토목공사비가 높음.

3) 유량조정조 교반기

- 유량조정조에 침전물 및 스컴이 발생되지 않도록 설비의 용량 및 대수, 설비의 배치계획을 수립하여야 한다.
- 유량조정조 오염물의 침전을 방지함과 동시에 수질을 균질화하기 위한 설비로 교반능력이 우수하고 사공간이 최소화되어야 하며 유량조정조의 완전혼합이 가능하도록 계획되어야 한다.
- 유량조정조 교반기는 운전 및 유지관리가 용이하고, 조의 형상에 적합한 기종을 선정하여야 한다.
- 수중믹서의 경우 온도 및 누수 감지센서를 설치하여 교반기의 상태감시가 가능하도록 계획하여야 한다.

<표 5.6-67> 유량조정조 교반기의 형식 비교

구 분	횡축 수중믹서	입축 하이드로 포일	입축 원추형 디스크
형 상 및 구 조			
개 요	• 횡축 프로펠러 교반형식으로 가이드 바를 이용하여 인양 및 유지보수를 함 • 자동탈착장치를 이용할 경우 임의 각도로 사용가능	• 축 허브에 일정각도로 임펠러의 루트가 고정되며 임펠러 반지름의 약 1/3지점에 하향방향으로 구부러진 구조로 여러 개의 날개로 구성	• 원추형 믹서 몸체위에 여러 개의 날개가 있음 • 각 날개의 끝부분이 제트수류를 형성
장 점	• 모터 보호장치의 내장으로 모터의 이상시 확인 가능 • 구동부가 수중에 위치함으로 진동 및 소음이 적음	• 임펠러 특성상 동력비 절감 • 구동부 유지관리가 용이 • 교반효율 우수	• 유체와의 접촉을 부드럽게 하여 와류발생을 억제하고 교반능력을 향상시켜 동력이 절감됨
단 점	• 설치위치 및 각도에 따라 일부 사공간이 우려됨	• 상부에 구동부가 있어 운전시 소음발생	• 조가 깊을수록 축이 길어짐으로 축경이 커짐

나. 침전지 설비

1) 개요

- 침전지에는 침전된 슬러지를 제거하기 위한 슬러지수집기, 슬러지를 배출하기 위한 펌프설비 등이 계획되어야 한다. 또한 침전지 설비 유지보수를 위한 호이스트를 계획하여야 한다.

2) 침전지 설비

가) 슬러지 수집기

- 슬러지 수집기로서 채용되고 있는 기종으로는 중앙구동 현수형, 중심구동 지주형, 중앙지주 주변구동형, Chain Flight식, 주행 Meeder식, 주행 Siphon식이 있다. 중앙구동 현수형, 중심구동 지주형, 중앙지주 주변구동형인 경우의 지 형상은 원형이고 후자 기종의 지 형상은 장방형지로 계획된다.
- 슬러지 수집기 선정 시에는 시설의 규모, 부지면적, 침전지 상부의 복개 여부 등을 검토하여야 하며 내마모성과 내식성이 우수한 재질을 선정하여야 한다.

(1) 원형슬러지 수집기의 비교

<표 5.6-68> 원형슬러지 수집기의 비교

구 분	중앙구동 현수형	중앙구동 지주형	중앙지주 주변구동형
주요 형상			
구 조	• 지 중심의 점검대에 설치된 구동장치로부터 매달린 Scraper Arm을 회전시켜 Scraper Blade로 지 하부 중앙에 슬러지를 긁어 모음	• 지 중심의 Center Pole상에 구동장치를 설치하여 Center Cage에 취부한 Scraper Arm을 회전시켜 Scraper Blade로 지 하부 중앙에 슬러지를 긁어 모음	• 지 외주부에 설치된 구동장치가 Center Cage에 취부된 Scraper Arm을 회전시켜 Scraper Blade로 지 하부 중앙에 슬러지를 긁어 모음
장 점	• 구조가 간단하다. • 수집능력이 우수하다.	• 수집능력이 우수하다. • 사용 가능한 조의 지름이 일반적인 크기이다. • 구동 토크가 적다. • 가장 보편적으로 사용되는 기종이다.	• 조의 크기에 제한이 없다. • 기계적 장치가 간단하다. • 바닥 마감의 정밀도가 약간 떨어져도 기계적 손상이 적다. • 평형상태의 정밀도가 상대적으로 덜 요구된다.
단 점	• 바닥 마감이 정밀하지 않으면 수집기에 손상을 준다. • 평형을 정확히 맞추어야 한다. • 좁은 지름의 조에만 사용이 가능하다.	• 구동부의 베어링 장치가 크다. • 마감 바닥이 정밀하지 않으면 수집기에 손상이 있다. • 평형을 정확히 맞추어야 한다.	• 점검 발판이 회전하므로 회전 장치가 복잡하다. • 수집 능력이 떨어진다. (사각지대 발생 가능)
직 경	φ 4~12m	φ 12~30m	φ 25m이상

(2) 장방형 슬러지 수집기

- Chain Flight식은 슬러지의 긁어모으기가 연속적이고, 긁어모으기 효율이 높은 이점이 있는 반면 수중부분에 주요 기계부분이 있기 때문에 보수점검, 수리가 좀 곤란하고 마모부품이 많기 때문에 유지관리가 다소 번잡하고 내용연수가 짧은 단점이 있다.
- 주행 Meeder식은 수상부분에 주요 기계부분이 있고 보수점검, 수리가 용이한 반면 구동부의 이동으로 인해 탈취가 어렵고 슬러지의 수집이 간헐적이어서 슬러지 수집효율이 나쁘다.
- 주행 Siphon식은 주행 Meeder식과 같이 수상부분에 주요 기계부분이 있고 보수점검, 수리가 용이하며, 침전된 슬러지 Floc을 교란 및 파괴함이 없이 흡입할 수 있는 장점이 있는 반면 고가이며, Siphon 끝김이 일어나기 쉽고, 흡입관 회전부의 오동작에 의한 문제, 슬러지의 분포농도와는 무관하게 흡입하므로 슬러지의 농도의 제어가 곤란한 점 등 유지관리 면에서 불리하다. 따라서 기종 선정에 있어서 운전 및 유지관리 면에서 유리한 기기를 계획하여야 한다.

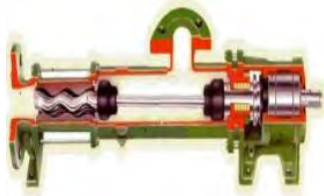
<표 5.6-69> 장방형 슬러지 수집기의 비교

구 분	체인플라이트식 수집기	미다식(주행보현수식)	주행보 사이폰식
주요 형상			
구 조	수중에서 주행하는 무한케도에 부착된 Flight에 의해 슬러지가 호퍼부로 수집되며, 연속적이고 일정한 속도로 운전	침전지 상부에 구동부가 왕복운동하고, 주행거더에 부착된 레이크 암이 수중에서 슬러지를 호퍼로 수집	침전지 상부의 구동부에 부착된 진공펌프로 슬러지를 싸이펀 현상에 의해 연속적으로 흡입 배출
제거 효율	무한케도에 의한 연속운전으로 슬러지 수집효과는 매우 양호하며 대용량 처리가능	슬러지를 긁어 모으는 것이 간헐적이어서 효율이 낮음	저 농도의 슬러지를 대량 흡입하는데 적합

나) 슬러지 이송펌프

- 하수처리시설의 슬러지펌프로 채용되고 있는 기종으로는 용적식 트윈펌프, 무폐쇄 스크류 원심펌프 및 일축나사형(모노펌프)등이 있다.
- 하수처리시설에서 기존에 Vortex 펌프, 무폐쇄 스크류 원심펌프가 주로 사용되며 최근에는 무폐쇄 스크류 원심펌프가 많이 사용되고 있는 추세이다.
- 하수처리시설의 하수찌꺼기 이송펌프는 하수찌꺼기의 성상, 운전시간 등을 고려하여 기종 및 대수를 결정하여야 하며 운전 및 유지관리가 편리하도록 설비를 계획하여야 한다.
- 하수처리시설의 슬러지펌프는 이물질 막힘이 없어야 하며 수명이 길고 유지관리가 편리하며, 효율이 좋은 기기로 계획하여야 한다.

<표 5.6-70> 슬러지 이송펌프 비교

구 분	용적식 트윈펌프	무폐쇄 스크류원심펌프	일축나사형(모노펌프)
주요 형상			
개요	• 2개의 크랭크축간 거리가 일정 유지되는 링크형피스톤의 반구름 운동으로 유체를 이송. • 이송방식은 용적형	• 임펠러가 나선형부와 원심형부로 구성되며 흡입은 나선형부에서 토출은 원심형부에서 이루어 짐 • 이송방식은 용적 및 원심 혼합방식	• 단면이 타원에 가까운 Stator 속에 Rotor가 회전하면서 공동이 형성되며 이 공동은 Rotor가 회전하면 흡입측에서 출구측으로 진행하면서 흡입된 액체를 이송 • 이송방식은 용적형
장점	• 용적형이라 정량성이 우수 • 고압 송출가능 • 운전 중 유체의 공기 혼입이 없다. • 고점성액에 대해서도 원활한 이송이 가능하다. • 고형물의 고농도의 슬러지 이송가능 • 중대용량에 적합	• 효율이 비교적 높고(약60% 정도) 슬러지농도 변화에 성능의 저하가 적다. • 흡입구에 구조적으로 청소구를 설치할 수 있어 유지관리가 용이하다. • 고형물 농도 최대 10%까지의 슬러지 이송 가능 • 슬러지 중의 모래 등에 의한 마모가 적다. • 중대용량에 적합	• 로터에 나사산이 많으므로 유체가 로터와 스테이터 간격으로부터 누설이 적다. • 높은 토출압을 얻을 수 있다. • 운전 중 유체의 공기 혼입이 없다. • 고점성액에 대해서도 원활한 이송이 가능하다. • 고형물 농도 최대 12%까지의 슬러지 이송 가능 • 내약품성 우수
단점	• 정량성이 좋으나, 슬러지중의 모래에 인한 마모가 발생 • 타 기종에 비하여 맥동현상이 큼	• 내약품성이 좋으나 MONO Pump 보다는 떨어짐. • 정량성이 타 기종에 비하여 적음	• 정량성이 좋으나, 슬러지중의 모래 등에 인한 스테이터의 마모가 있다. • 소용량에 적합

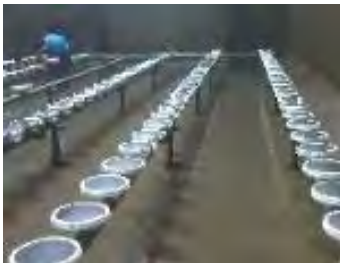
3) 생물반응조 설비

가) 포기설비

(1) 포기방식

- 포기설비는 처리시설내의 타 설비에 비해 동력이 많이 소요되는 설비로 포기방법에 따라 동력소요가 크게 달라질 수 있다. 포기방식은 크게 나누어 산기식과 기계식으로 구분된다.
- 산기식 포기방식인 전면 포기식, 선회류 포기식 및 기계식 포기방식인 수중 포기식의 3종류 포기방식에 대하여 검토하였다.
- 전면 포기식의 미세기포는 산소전달효율 및 혼합능력은 선회류식에 비해 우수하나 미세기포의 막힘 등으로 정기적인 산기관 세척 등 유지관리가 필요하다.
- 선회류식은 전면 포기식에 비해 공기방울의 크기가 크기 때문에 송풍량이 10~30% 증가하게 되어 송풍시설 및 유지관리비가 증가된다.
- 기계식 수중 포기식은 산소전달 효율이 높고 완전혼합이 가능하며, 호기 및 혐기 교호운전을 할 수 있으나 시설비가 타 설비에 비해 약간 높은 단점이 있다.
- 포기설비는 송풍기 설비와 조합되어 반응조에 내에서 상시 가동되는 중요한 설비이므로 포기방식의 선정 시에는 유지관리 및 경제적인면 등을 종합적으로 고려하여 방식을 선정하여야 한다.

<표 5.6-71> 포기방식의 비교

구 분	전면포기식	선회류 포기식	수중 포기식
형 상			
구 조	• 산기관 본체는 세라믹 또는 멤브레인으로 되어 있으며 원통형 또는 원형의 디스크형으로 송기관으로 연결되어 있다. • 장치는 조바닥에 일정하게 배열되어 있으며 산기관에서 생기는 단위 기포의 회전류에 의하여 혼합된다.	• 산기장치는 본체 다공의 세라믹 또는 합성수지의 원통형 또는 원형의 디스크형으로 되어있다. • 산기장치는 조의 한쪽 편에 설치되며 한방향의 회전류는 혼합을 위해 조 속에서 이루어지며 조내에서의 공기와 오수의 혼화로 산소를 용해시킨다.	• 축류 임펠러와 고정식 산기구로 구성되어 있으며 교반력이 우수하므로 공기투입 없이도 믹서의 역할도 수행한다. • 포기조 저부에 설치된 저속터빈과 공기배관을 연결하여 이를 통해 주입된 공기를 터빈의 기계적 교반으로 잘게 부수어 공기의 표면적을 증대시켜 산소전달율을 증대시키고 믹싱효과를 얻는다.
규 모	• 깊은 지의 포기는 곤란하다.	• 지의 폭이 크면 포기가 곤란하다.	• 규모에 대한 제한 없다.
기계설비	• 송풍기, 송기관, 산기장치	• 송풍기, 송기관, 산기장치	• 송풍기, 송기관, 포기기

<표 5.6-72> 포기방식의 비교 (계속)

구 분	전면포기장치	선회류 포기장치	수중 포기기
장 점	- 전력비는 산소용해도가 높아 절약된다. - 조내의 DO에 따라 풍량제어가 용이하다. - 송풍기에서 주입되는 공기에 의하여 조내의 수온저하가 방지되어 동절기 처리효율 증대가능 - 산소전달 효율이 높다. - 탈취시 복개가 용이하다.	- 구조가 간단하다. - 산기장치의 설치높이를 자유롭게 조정할 수 있다. - 건설비는 전면포기식보다 싸고 유리하다. - 고장이 적으며 유지관리가 용이하다.	- 포기와 교반기로 혼용할 수 있으므로 혐기성 및 호기성 교호 운전이 가능하다 - 우수한 교반력으로 산소전달 효율이 높다. - 완전 혼합이 가능하다. - 조내 혐잡물로 인한 포기성능은 무관하며 설치 및 유지관리가 용이하다. - 조의 수심이 깊은 곳에 유리
단 점	- 산소공급 능력이 제한되어 수질 및 유량변화에 처리효율이 감소 - 공기주입시 여과를 하여 먼지를 제거해야 한다. - 산기장치의 폐쇄 등으로 정기적인 유지관리가 필요하다.	- Clogging현상이 발생 우려 - 산소전달 효율이 나쁘다. - 송풍기 용량이 크게 되어 동력비가 상승된다. - 산기장치의 폐쇄 등으로 정기적인 유지관리가 필요하다.	- 건설비가 타기종에 비해 고가 - 주요시설이 수중에 있어서 유지관리가 불편하다. - 동력비가 높다.

(2) 산기장치

- 산소전달 효율이 높고 통기저항이 적으며 유지관리가 편리한 경제적인 기종으로 계획되어야 한다.
- 산소 전달효율이 높아 평화가 발생하지 않아야 하고, 완전혼합이 가능하고 조내 퇴적물이 최소화되어야 한다.
- 운전 및 유지관리가 용이하고 연간 유지경비가 적어야 하며 조의 형상에 적합한 기종으로 계획하여야 한다.

<표 5.6-73> 산기장치의 형식 비교

구 분	멤브레인 판형 산기관	봉형 멤브레인 산기관	디스크형 멤브레인 산기관
형 상 및 구 조			
개 요 (구조)	폴리우레탄 재질의 멤브레인 판형 산기관 Type	EPDM 재질의 멤브레인 봉형 산기관 Type	원형의 디스크 Type
기포크기	소(초미세기포)	중(미세기포)	중(미세기포)
산소전달율 (수심5m기준)	35% 내외	25% 내외	25% 내외
장 점	1mm이하의 초미세기포가 발생되어 상대적으로 높은 산소전달효율을 가짐. - 멤브레인이 폴리우레탄 재질로 내구성이 높음 - 시간 경과에 따른 효율저하가 적음	- 전면포기에 적합 - 유지관리 용이 - 산기관 설치 및 이설 편리 - 혼합효과가 우수하고 타 기종에 비해 동력 소모 적음.	- 전면 포기에 적합 - 유지관리 다소 용이
단 점	- 타 산기관에 비하여 멤브레인 막 기공이 작아 압력손실 큼 - 자재비가 다소 높음	산기관 교체시 조배수 필요	- 산기관교체시 조배수 필요 - 산기관 철거, 이설시 산기배관 재사용이 어려움

나) 송풍기

(1) 기종 검토

- 송풍기는 생물반응조에 필요한 산소를 공급하기 위해 설비로 24시간 운전되므로 성능의 안전성, 경제성, 유지관리의 용이성 등이 중요한 요소가 된다. 일반적으로 하수처리시설에 사용되고 있는 기종은 크게 터보형과 용적형으로 나눈다.
- 용적형 로타리형 루츠블로워, 다단터보블로워, 단단터보블로워 등에 대해서 비교 검토하였다.
- 송풍기는 유입하수의 수질을 고려하여 충분한 산소를 공급할 수 있는 용량이어야 하며, 배관, filter, diffuser의 습 통기저항, 수심 등을 충분히 고려한 압력으로 설계, 제작되어야 한다. 또한 송풍기는 예비기를 갖추어야 하며, 필요시 호기조내 DO계와 연동되어 자동으로 풍량을 제어할 수 있어야 한다.
- 송풍기는 여름철 이상 고온시 송풍기 운전에 문제가 없고, 흡음 Chamber 및 본체 방음커버 설치 등 방음 및 진동에 대한 대책을 강구하여야 하며 흡입공기의 분진 및 습기를 제거하기 위한 공기 Filter를 설치하여야 한다.
- 송풍기실에는 외기를 공급할 수 있도록 급기덕트, 팬 등을 설치하여야 한다.

<표 5.6-74> 송풍기형식 비교

구 분	로타리형 루츠블로워	다단 터보 블로워	단단 터보 블로워
형 상			
구 조 및 재 질	• 주철제 케이싱 내에 한쌍(2개)의 임펠러가 일정간격을 유지(비접촉)한 상태로 서로 반대 방향으로 회전하는 것에 의해 임펠러와 케이싱간의 공간(용적)만큼 흡기하여 토출하는 용적형 송풍기이다.	• 원심형 송풍기 원리로서, 케이싱 내의 1개의 동일 축에 여러 개의 임펠러가 직렬로 장착되어 있어 임펠러 회전력에 의해 흡입된 공기가 여러 개의 임펠러를 차례로 거치면서 반복되는 원심력에 의해 압력이 상승되는 구조로서, 기계구조가 루츠 및 단단형에 비하여 외형 및 중량이 크다.	• 원심형 송풍기나 다단과는 달리 1개의 회전자를 고속으로 회전시켜 사양에 만족되는 풍량과 풍압을 발생시키는것으로 회전수의 증가는 인버터를 사용한다. 또한 임펠러간의 공기 누설이 없어 단단에 비해 동력효율이 우수하며 풍량조절이 용이하고 풍량 범위가 넓어 운전 효율이 좋다.
특징	• 흡기를 임펠러의 회전에 의해 일정용적으로 이동시킬 때 토출구의 저항에 의해 압력을 높이는 형식으로 풍량은 회전수에 비례하고, 압력은 토출측의 저항에 의해 상승된다. • 회전수가 일정한 상태에서 토출 유량은 압력비에 무관하고 국내제작이 가능하며 소용량·고압력에 적합하다.	• 풍량은 회전자의 크기(폭)에 의해 결정되고 압력은 임펠러의 수량(단의 수)에 의해 결정된다. • 1단축으로 흡입된 공기가 여러 단을 거치는 동안 압력차에 의해 공기 누설이 발생함으로 체적효율이 떨어지고, 회전수 변화에 따라 풍량·풍압이 변한다. • 국내제작이 가능하다.	• 풍량과 풍압은 회전자의 크기와 회전수에 따라 결정된다. • 흡입된 공기는 1개의 고속임펠러를 거치면서 고속의 속도에너지 얻게 되고 토출측의 디퓨저와 볼루트 케이싱을 지나면서 압력 에너지로 바뀌어 토출되며 인버터에 의해 풍량을 조절한다. • 국내제작이 가능하다.

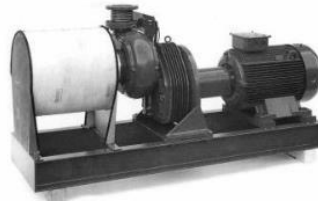
<표 계속> 송풍기형식 비교

구 분	로타리형 루츠블로워	다단 터보 블로워	단단 터보 블로워
풍 량 조 절	회전수 제어가 인버터로 가능하다.	- 흡입댐퍼로 제어가능하나 흡입저항(동력손실)이 크고 흡입풍량을 80%이하로 줄이면 한계에 부딪혀 운전이 불가하다. - 풍량제어 범위가 좁다.	- 인버터에 의한 회전수 제어로 풍량제어가 가능하다. - 풍량제어 범위가 넓다.
장 점	- 토출압력이 변화해도 효율이 변동 없이 일정한 풍량을 공급할 수 있다. - 구조가 간단하여 유지관리가 용이하다. - 별도의 윤활장치가 필요 없으며, 범용(농형)의 전동기를 사용할 수 있다.	- 단단보다는 저속회전임으로 소음은 비교적 낮다. - 단단보다 풍압이 높다.	- 효율이 높다. - 임펠러가 소형, 경량이므로 기동부하가 적다. - 풍량조절이 용이하고 풍량제어 범위가 크다. - 구조가 다단에 비해 간단하여 운전이 간편하고 유지관리비가 적게 소요된다.
단 점	- 효율은 낮다. - 토출측의 맥동에 의한 충격으로 진동이 크다. - 소용량 · 에 적합	- 임펠러의 크기와 중량으로 인한 GD^2 가 커서 기동부하가 높다. - 운전 효율이 낮다. - 구조가 복잡하고 부품수가 많아 분해 · 조립이 어렵고 유지관리에 비용이 많이 든다.	- 설비비가 높다. - 풍압이 타 기종에 비하여 낮다.
사용실적	국내에서 포기용 송풍기로 가장 널리 사용되고 있으나 점점 감소되고 있는 추세이다.	국내 중 · 대형 처리시설에 일부 공급되어 있으나 운전효율이 낮아 전력비가 많이 소요됨으로 채택율이 점차 감소되는 경향이 있다.	풍량제어 범위가 넓고 경제성이 있으므로 최근에 중 · 대형처리시설에 대한 적용이 증가 추세에 있다.

(2) 단단터보 블러워

○ 일반 하수처리시설에서 많이 상용되고 있는 단단터보블로워인 자기부상(마그네틱) 베어링형 블로워, 공기 베어링형 블로워, 치차 증속형블로워 등에 대하여 비교 검토하였다.

<표 5.6-75> 단단터보 블러워의 비교

구 분	마그네틱 베어링형 송풍기	공기 베어링형 송풍기	치차 증속형 송풍기
형 상			
구 조 및 원 리	1개의 회전자를 고속으로 회전시켜 사양에 만족되는 풍량과 풍압을 발생시키는 것으로 회전수의 증가는 인버터를 사용한다. - 흡입된 공기는 1개의 고속 임펠러를 거치면서 고속의 속도에너지를 얻게 되고 회전수 제어는 인버터 모터에 의한 증속으로 풍량을 조정	1개의 회전자를 고속으로 회전시켜 사양에 만족되는 풍량과 풍압을 발생시키는 것으로 회전수의 증가는 인버터를 사용한다. - 흡입된 공기는 1개의 고속 임펠러를 거치면서 고속의 속도에너지를 얻게 되고 회전수 제어는 인버터 모터에 의한 증속으로 풍량을 조정	- 치차의 증속에 의해 고속으로 임펠러를 회전시키는 구조 - 흡입된 공기는 고속 임펠러를 거치면서 고속의 속도에너지를 얻게 되고 토출측의 디퓨저와 벌류트 케이싱을 지나면서 압력 에너지로 바뀌어 토출되며 회전수를 일정하게 두고 가변디퓨저나 흡입안내 날개로 풍량을 조정
특 징	- 마그네틱 베어링을 사용하여 자기장으로 회전축을 부상시키며, 인버터를 사용하여 회전수 및 풍량을 제어 - 단속운전에 적합함	- 고속 BLDC모터와 에어베어링에 의한 양력으로 회전축을 부상시키며, 인버터를 사용하여 회전수 및 풍량을 제어 - 연속운전에 적합함	- 헬리컬형 기어 가속기를 사용하여 증속을 하며 가변디퓨저를 사용하여 풍량을 제어 - 단속운전에 적합함
냉각장치	공기 또는 냉각수에 의한 강제 냉각	공기 또는 냉각수에 의한 강제 냉각	공기, 윤활유 및 냉각수에 의한 강제 냉각
베어링	마그네틱 베어링	공기 베어링	구름 또는 슬라이딩 베어링
풍량조정	45 ~ 100%	45 ~ 100%	45 ~ 100%
설치구조	- 수직으로 설치 - 흡토출구가 수직상부에 있음	- 수직으로 설치 - 흡토출구가 수직상부에 있음	- 수평으로 설치 - 흡토출구가 수평 상·하부에 있음
진 동 및 소 음	운전시 소음 및 진동이 적음	운전시 소음 및 진동이 적음	운전시 소음 및 진동이 타기종에 비하여 높으므로 방음커버 또는 송풍기실 방음처리가 필요함.
유지관리	- 베어링 및 공기필터 점검 교체 - 마그네틱 구조로 고장수리 및 A/S가 시간이 필요	- 베어링 및 공기필터 점검 교체 - 에어베어링 구조로 고장수리 및 A/S가 시간이 필요	- 베어링, 윤활유 냉각장치 등 점검 교체 - 기어 증속 치차 방식으로 고장수리 및 A/S가 시간이 필요

01

02

03

04

05

06

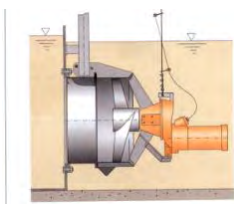
07

08

다) 내부반송펌프

- 반송유량을 제어하며 연속운전에 적합하고 내구성이 우수하며 저양정·고유량시 효율이 높고 탈착 등 유지관리가 용이한 형식으로 계획하여야 한다.
- 내부반송펌프로는 수중 모타 펌프, 횡축 수중 프로펠러 펌프 등이 있으며 수중펌프로 선정할 경우 펌프보호를 위한 온도 및 누수 감시센서를 설치하여 펌프의 상태감시가 가능하도록 계획하여야 하며 예비 대수를 고려하여야 한다.

<표 5.6-76> 내부반송펌프 비교

구 분	수중 모타 펌프	횡축 수중 프로펠러 펌프
형 상		
전 양 정 적용범위	5~50m	2m 이내
장 점	• 펌프 및 모타가 수중에 있으므로 소음이 작다. • 구조가 간단하고 설치분해 및 조립이 용이하다. • 펌프가 상시 수면 밑에 있기 때문에 가동시 만수조작이 필요 없어 자동운전이 용이하다. • 반송유량 측정이 용이하다. • 내부반송배관이 반응조 외부로 노출되어 반송배관에 별도설비(드럼스크린)설치가 용이함	• 저양정 양수에 적합하다. • 유량제어 폭이 넓고 효율이 높다. • 수중에서 반송이 되므로 외부공기와의 접촉이 없어 탈질화 효율을 높일 수 있다. • 펌프가 수중에 잠겨있으므로 소음이 적고 저속 회전수로 유체를 이송하므로 플록파괴 현상을 최소화 할 수 있다.
단 점	• 회전수가 높아 반송수 유속이 높다. • 저양정시 저효율 운전으로 에너지 손실이 크다.	• 해외실적이 많고 국내는 보편화되어 증가 추세에 있다.

라) 약품설비

- 상시 사용하는 약품의 경우 저장조 용량은 약품공급원의 지역적 특성을 고려하여 약품구입 및 이송에 필요한 시간 및 편의성 등을 고려 최소 15일 이상 저장 할 수 있는 용량으로 하며, 저장탱크의 설치위치는 차량이 공급하기 용이한 곳으로 선정하며, 시설설치 시 보관 및 유지관리 안전성을 충분히 고려하여야 한다. 또한 비상상황 발생에 대비하여 약품누출방지턱, 약품세척시설, 세안세척설비 등을 설치하여야 한다.

(1) 약품 용해설비

- 약품 용해설비로 사용되고 있는 기종은 분사식 이송 자동용해장치, 2단 혼화 자동용해장치, 연속 자동용해장치 등이 있다.
- 약품은 고상 및 액상을 검토하여 가장 경제적인 용해설비로 계획하여야 한다.
- 약품 용해설비는 사용 약품의 종류, 용해농도, 습기에 대한 대책, 용해농도 조절 등을 고려하여 기종을 결정하여야 하며 운전 및 유지관리가 편리하도록 계획하여야 한다.
- 약품 용해설비는 내약품성이 우수한 재질로 계획되어야 하며 설정한 용해농도의 변동이 적고 자동제어가 가능하며 경제적인 기종을 선정하여야 한다.

<표 5.6-77> 약품 용해설비의 형식 비교

구 분	분사식 이송 자동용해장치 (Auto Jet Wet)	2단 혼화 자동용해장치	연속 자동용해장치
형 상			
구 조	응집제를 고속기류인 분사식 이송으로 오토젯트웨트 디스퍼서의 노즐에서 스프레이식으로 강하게 뿌려대는 물과 혼합되는 고농도 용해방식	스크류 피더에 의해 디스퍼서로 이송되고, 이후 고속 회전 임펠러에 의하여 희석수와 함께 높은 교반강도로 순간 혼화 시키고, 곧바로 약품 용해/저장조로 이송되어 2단계 저속 교반하여 용해시키는 방식	응집제는 스크류피더에 의하여 이송되어 디스퍼서의 노즐에서 스프레이식으로 강하게 뿌려대는 물과 혼합되어 급속 혼화되고, 이후 용해조로 이송되어 2단계로 교반, 희석된 후 저장조로 월류되어 공급되는 방식.
구성품	폴리머 저장호퍼, 스크류 피더, 링 브로워, 벤트리 파우더 인젝터, 디스퍼서, 용해조, 혼화기, 이송펌프	폴리머 저장호퍼, 스크류 피더, 디스퍼서, 고속 임펠러, 습기 차단밸브, 콤프레샤, 용해조, 저속 혼화기	폴리머 저장호퍼, 스크류 피더, 디스퍼서, 2단혼화기, 용해조/저장조
투입정도	공급량 오차 : $\pm 2\%$ 미만	공급량 오차 : $\pm 2\%$ 미만	공급량 오차 : $\pm 2\%$ 미만
습기대책	링 브로워에서 약 40℃이상의 공기로 약품 공급 전에 히터콘을 가열하고, 약품이송 배관내부 열풍 공급으로 습기를 사전에 건조시킴	건조장치는 없으나 디스퍼서 내부는 희석수의 볼텍스 현상에 의하여 진공상태가 되어 습기상승이 저감됨	스크류피더 토출구에 히터를 장착하여 건조한 상태를 유지하도록 함

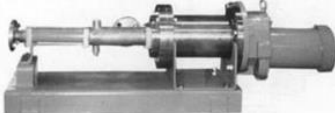
<표 계속> 약품 용해설비의 형식 비교

구 분	분사식 이송 자동용해장치 (Auto Jet Wet)	2단 혼화 자동용해장치	연속 자동용해장치
약품량 제어	스크류 피더의 운전시간을 디지털 카운터 및 타이머에 의하여 투입량 제어함	스크류 피더의 회전 속도를 제어하여 약품의 투입량을 제어함	스크류 피더의 회전 속도를 제어하여 약품의 투입량을 제어함
장점	- 젯트 웨트 디스퍼서에서의 급격한 희석수와 접촉으로 폴리머의 엉킴 현상(fish eye)의 발생이 거의 없음 - 건조 가열장치가 있어 약품을 호퍼에 저장하여 사용이 가능하므로 자동화가 가능하고, 운전이 용이함	1단계 순간고속혼화, 2단계 저속혼화로 fish eye의 발생이 없고, 2단계 저속혼화로 인하여 이미 생성된 폴리머 체인(chain)의 파손을 극소화하여 응집 효과를 높임	- 디스퍼서에서의 급격한 희석수와 접촉으로 폴리머의 엉킴 현상(fish eye)의 발생이 거의 없음 2단 교반으로 각 단의 교반강도에 차등을 주어 폴리머 체인의 파손을 최소화 함
단 점	- 소요동력이 타기종에 비하여 높다. - 습기에 대한 대책이 필요함	- 일정한 약품 용해농도 유지를 위한 정밀한 희석량 제어가 필요함 - 설비가 복잡하여 유지관리가 타 기종에 비하여 어려움	- 설치면적이 타 기종에 비하여 넓게 소요됨 - 습기에 대한 대책이 필요함

(2) 약품펌프

- 정량 약품주입펌프로 사용되고 있는 펌프의 기종은 다이하후램펌프, 모노펌프, 튜브펌프 등이 있으며 하수처리시설에서는 주로 다이하후램펌프와 모노펌프가 많이 사용되고 있는 추세이다.
- 약품펌프는 사용 약품의 종류, 약품량 제어 등을 고려하여 기종 및 대수를 결정하여야 하며 운전 및 유지관리가 편리하도록 계획하여야 한다.
- 약품펌프는 내약품성이 우수하고 정량주입이 가능해야 하며, 맥동이 적어 유량측정이 가능한 기종을 선정하여야 한다.

<표 5.6-78> 약품펌프의 형식 비교

구 분	다이하후램 펌프	모노 펌프	튜브펌프
형 상			
구 조	• 다이하후램이 왕복운동으로 유체를 이송	• 로타의 단면이 장원형인 스테이터의 가운데에 장착하고 편심축 중심에 맞춰서 회전하며 유체를 이송	• 롤러가 튜브를 압축한 후 복원함에 따라 압력과 자흡력 발생으로 액체 이송
장 점	• 적용 실적이 많음 • 저가로 성능우수 • 장기간 정량성 확보 • Stroke 조절로 유량조절 가능 • 정량 이송이 가능하며 토출량 조절 용이함	• 흡입력이 월등하고 토출압이 높음 • 유체의 맥동이 적음 • 정량 이송이 가능하며 토출량 조절 용이함 • 고농도 약품 이송이 가능함	• 펌프 구조가 간단함 • 정량 이송이 가능하며 토출량 조절 용이함 • 설치 면적이 적으며 배관구성이 간단함
단 점	• 토출배관 구성이 다소 복잡함 • 다소 소음이 발생함	• 로터 및 스테이터 마모가 있음 • 소요면적 넓음	• 고가이며 용량이 적음 • 튜브 복원력이 저하되면 튜브 교체가 필요함

4) 찌꺼기 처리설비

가) 농축설비

- 농축설비는 하수처리시설 부지여건과 수처리공법에 따라 슬러지 농축방식이 크게 변경될 수 있으므로 하수찌꺼기 발생량, 부지여건과 선정공법을 검토하여 적절한 농축방식을 선정하여야 한다.
- 농축설비의 성능은 고형물 회수율은 90% 이상, 농축슬러지 고형물 농도 4% 이상으로 계획하여야 하고 설치 대수는 예비 없이 2대 이상으로 하고 운전시간은 8시간 이내로 계획하여야 한다.
- 이송펌프는 함수율 95% 이상의 찌꺼기 이송시 막힘이 없는 설비로 계획하여야 한다.

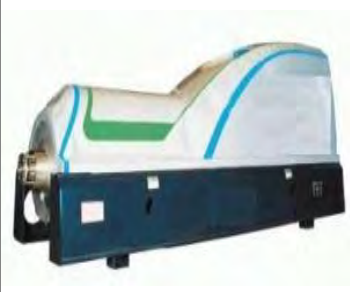
<표 5.6-79> 농축방식 비교

구 분	벨트형 중력식 농축기	원심농축기	다중원판 외통형 농축기
형 상			
구 조	• 벨트형 탈수기의 상부만 떼어낸 구조로서 응집제와 혼합된 슬러지가 회전하는 여과포를 지나는 동안 중력에 의해 농축됨	• 원심력을 이용하여 슬러지를 농축 분리시키는 방식으로 외통과 내통으로 분리되어 있어 스크류의 차속으로 인해 슬러지를 이송	• 슬러지를 다중링으로 된 원통형 리브에 투입후 스크류에 의해 적층 압축시켜 고액분리가 이루어짐
장 점	• 초침과 활성슬러지의 혼합농축이 가능 • 동력이 낮아 유지관리비가 저렴 • 소음이 없고 진동이 없다. • 지속적인 처리효율이 보장됨	• 구성기기가 적고 Compact하여 설치면적이 적음 • 밀폐형으로 악취발생이 적음 • 무인운전이 가능함	• 동력 소모가 적음 • 저 회전으로 진동과 소음이 적음 • 밀폐형으로 악취발생이 적음 • 무인운전이 가능함
단 점	• 세척수와 압축공기가 필요함 • 탈취시 탈취 커버가 필요함 • 소요부지가 원심농축기에 비해 큼 • 여포 세척수 다량 필요	• 고속회전으로 인한 소음 진동 발생 • 동력소모가 많음 • 정밀하게 제작되어 유지보수시 어려움	• 국내 대형처리시설에 적용 실적이 적다. • 설치면적이 원심농축기에 비해 큼 • 대용량일 경우 초기투자비가 비싸다. • 조 상부가 개방형으로 별도의 취기 대책이 필요함

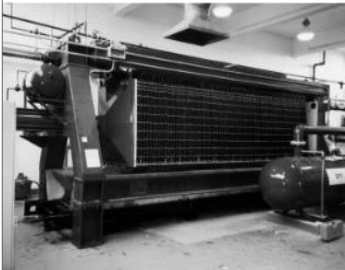
나) 탈수설비

- 탈수설비는 농축슬러지를 더욱 감량화하기 위한 설비로 이점을 고려하여 공공하수처리시설에 적용가능한 대표적인 기종에 대하여 비교 검토 하였다.
- 입찰자는 농축슬러지 발생량, 농축성상 등을 종합적으로 검토하여 유지관리성, 경제적 측면에서 유리하고 밀폐 및 탈취가 용이하여 2차 환경 오염예방이 가능한 방식으로 계획하여야 하며 하수찌꺼기 탈수 후 함수율은 78% 이하로 제시하고 탈수설비의 SS회수율은 95% 이상으로 제시하여야 한다.
- 탈수기의 설치 대수는 예비 없이 2대 이상으로 하고 운전시간은 8시간 이내로 계획하여야 하며 탈수케익 저장설비는 일평균 발생량 기준으로 최소 5일 이상 저류할 수 있도록 계획하여야 한다.

<표 5.6-80> 탈수설비 형식비교

구 분	원 심 탈 수 기	다중원판 외통형 탈수기	벨 트 탈 수 기
주 요 상			
원 리	본체의 내부회전통이 회전하면서 슬러지는 중력가속도 2,000G 이상의 원심력에 의해 농축, 탈수되고 고액분리	슬러지를 다중링으로된 원통형 리브에 투입후 스크류에 의해 적층 압축시켜 농축, 탈수 되고 고액분리	약품이 혼합된 슬러지를 여포의 압착에 의해 탈수
함수율	75~80% 이하	60~80% 이하	76~83% 이하
약품 투입율	고분자응집제 약 1% (per1kgDS)	고분자응집제 0.6~0.9%(per1kgDS) 폴리황산제이철 6~12%(per1kgDS)	고분자응집제 0.5~0.8%(per1kgDS)
탈수능력	2~60m³/hr	4~110kgDS/hr.본	150kgDS/m.hr
장 점	- 구성 기기가 적고 전체가 Compact 하여 설치면적이 작음 - 슬러지 처리용량이 큼	- 동력 소모가 적음 - 저 회전으로 진동과 소음이 적음 - 스크류의 회전수 조절이 가능함 - 국내 제작이므로 고장시 대처가 용이	- 과거 국내 하수처리시설에 사용실적이 가장 많다. - 국내 제작이므로 고장시 대처가 용이
단 점	- 고속회전으로 인해 소음, 진동이 다소 큼 - 정비 시간과 비용이 크다.	- 국내 대형처리장에 적용 실적이 적다. - 설치면적이 원심탈수기에 비해 큼	- 설치 면적이 크다. - 여포 세정수가 많이 소요됨 - 약품조성이 타 기종에 비해 어렵다. - 설비가 복잡하여 주기적인 유지관리가 필요함

<표 계속> 탈수설비 형식비교

구 분	고압탈수기(전기 or 고온)	가압 탈수기(filter press)	로터리 팬프레스 탈수기
주요 형상			
원리	1차 탈수된 슬러지를 2차로 전기삼투작용을 이용하여 슬러지의 수분을 분리하는 방식이나, 2차로 고온의 외부열원을 이용하여 압축 탈수하는 방식	여포형 탈수방식으로 2개의 탈수판의 가운데에 있는 구멍으로 유입펌프를 이용하여 슬러지를 각 탈수실내로 유입시킨 후 이를 가압하여 수분을 압출 탈수하는 방식	슬러지는 원형 채널(여실) 속으로 투입되고 스테인리스 재질의 팬 필터 사이에서 저속으로 회전하여 마찰력과 압력차에 의해 탈수하는 방식
함수율	54~66%이하	55~65%	65~80%
약품 주입율	고분자응집제	Ca(OH) ₂ 25~40% FeCl ₃ 7~12%	고분자응집제 0.5~0.8%(per1kgDS)
탈수능력	2.5~9.0 ton/hr (벨트폭 2m이하)	3~5kgDS/m ² .hr	150kgDS/m.hr
장점	- 케이크의 함수율이 낮음 - 설비가 콤팩트 하기 때문에 설치공간이 적음 - 다양한 슬러지 케이크의 탈수가 가능함 - 여포세정수가 필요치 않거나, 적게 소요됨.	- 케이크의 함수율이 낮다. - 내구성이 우수함. - 화학적으로 안정성이 높다. - 마찰, 휨, 인장 등에 강도가 높음. - 저항계수가 낮음 - 탈리액의 농도가 낮음 - 여포세정수가 적게 소요됨	- 탈취가 용이하고, 저속회전으로 마모가 없다. - 설치공간이 적어 건설비 절감 - 장비가 단순하고 운전 조작이 편리하다. - 에너지 소모가 적다. - 여과포 및 여과판 교체가 필요 없다.
단점	- 국내 운전 실적이 적다. 2차시설로 인한 초기투자비가 비싸다. - 온도에 따라 점도 변화가 있다. - 여과포 교체가 주기적으로 필요함	- 국내 운전 실적이 적다 - 초기투자비가 비싸다. - 전력비가 높음	- 국내 운전 실적이 적다. - 함수율이 다소 높음 - 소형 에어 콤프레샤를 취부하여 작은 소음이 발생한다.(별도 에어라인 구성으로 소음제거 가능)

01

02

03

04

05

06

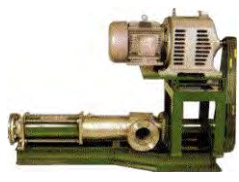
07

08

다) 케익 이송설비

- 탈수설비에서 배출된 케익은 저장 호퍼로 이송하기 위한 설비로 공공하수처리시설에서 적용가능한 대표적인 기종에 대하여 비교 검토 하였다. 따라서, 케익의 특성 및 현장여건을 고려하여 적절한 슬러지 이송설비를 계획하여야 한다.

<표 5.6-81> 케익 이송방식 비교

구 분	링크체인 컨베이어	공기압 콘베어	모노펌프 이송
구 조			
개 요	구동장치의 스프라켓에 의해 파이프 내부의 링크 체인을 이동하면서 링크 체인에 연결된 블레이드에 의해 협잡물 및 침사물을 파이프에 의한 이송	에어 콤푸레샤에서 발생하는 에어를 이용하여 용기내의 케익을 간헐적으로 파이프를 통해서 이송시키는 구조	Stator 속에 Rotor가 회전하면서 공동이 형성되며 이 공동은 Rotor가 회전하면 흡입된 케익을 이송
이송속도	3~7 m/min (속도 조절 가능)	Air에 의한 간헐식 이동	용적형으로 파이프를 통한 이송 구조(속도조절 가능)
장 점	- 협소한 공간 및 설치공간 최소화 이송 가능 - 설비 간단, 유지보수 용이함 - 밀폐형으로 악취발생 최소화	- 파이프에 의한 3차원 이송으로 냄새 및 비산 방지 - 설치면적이 적음 - 부속 액세서리 필요(에어 콤푸레샤 및 에어 리시버 탱크)	- 로터와 스테이터 간격으로부터 누설이 적다. 높은 토출압을 얻을 수 있다. - 정량성이 우수함, - 고점성액에 대해서도 원활한 이송이 가능하다. - 정량 가변속 이송이 가능
단 점	- 이송배관의 절곡부는 롱타입을 사용하여 플랜지연결 - 리턴부가 필요하고 블레이드 및 배관의 마모가 큼 - 이송배관에 점검구 설치 필요	- 공기에 의한 간헐식 운송으로 이송양이 적으며 소요 동력 큼. - 운전 소음이 타기종에 비하여 높음	- 슬러지중의 모래에 인한 스테이터의 마모가 있음 - 운전 정지시 배관내 슬러지가 남아 있음

5) 소화설비

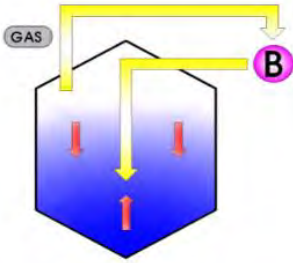
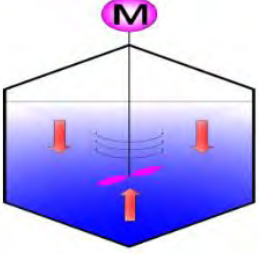
가) 개요

- 하수처리 과정에서 발생하는 찌꺼기에 함유된 유기성 고형물을 소화조 내 혐기성균을 이용하여 가스화나 액화시켜 안정된 슬러지로 분해함으로써 무게와 부피를 감소시키는 공정으로 소화처리에 대해 검토하였다.

나) 소화조 교반방식

- 소화조 교반방법은 소화가스에 의한 재순환, 기계식 방법에 의한 혼합, 펌프에 의한 슬러지 재순환 방법 등이 있으며, 소화조 특성 및 현장여건을 고려하여 적절한 교반방식을 선정하도록 한다.

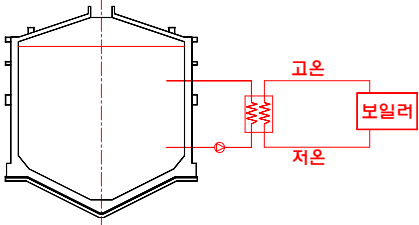
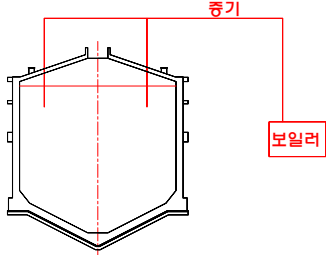
<표 5.6-82> 소화조 교반방식 비교

구 분	가스 교반(가스리프트형)	기계식 교반(저속터빈형)
형 상		
구 조	• 발생한 소화가스를 재순환시켜 슬러지를 혼합시키는 방식으로 소화가스를 압축하여 슬러지혼합 교반하는 방식	• 기계적 혼합의 방식으로 임펠러를 이용하여 혼합하며 일정한 혼합을 유지할 수 있음
종 류	• 가스리프트형 • 하부주입식	• 저속터빈형 • 저속혼합형
장 점	• 조내 구동부가 없어 고장이 적음 • 적용사례가 가장 많음 • 펌프용량 조절로 소화조내 혼합정도 조절 가능 • 구조가 간단 • 수위변동에도 일정한 교반력 유지	• 일정한 혼합유지 가능 • 혼합기를 측벽에 설치 시 소화조바닥을 깨끗이 유지할 수 있음 • 스크이 축적되지 않도록 소화조내의 수면유지 용이
단 점	• 소화가스 교반에 의한 거품발생 및 소포수 설비 필요 • 교반이 안될 시 부분 과열 발생	• 슬러지 단락이 일어남 • 보수 시 조를 비워야 함 • 구동장치의 기밀이 우수해야 함

다) 소화조 가온방식

- 소화조 가온방법은 직접가온과 간접가온방식 등이 있으며, 소화조 특성 및 현장여건을 고려하여 적절한 가온방식을 선정하도록 한다.

<표 5.6-83> 소화조 가온방식 비교

구 분	간접가온 방식	직접가온 방식
형 상		
구 조	• 열교환기를 사용하여 슬러지를 가온 순환시키는 방식	• 고온의 수증기를 소화조내부에 직접 주입하는 방식
장 점	• 슬러지 회석의 우려가 없음 • 고온 소화가 가능 • 열효율이 높음	• 시설비가 저렴 • 조작성 간편
단 점	• 시설비가 높음 • 펌프설비가 추가	• 부분과열이 발생할 수 있음 • 슬러지 회석의 우려가 있음

라) 가온설비

- 가온설비는 소화찌꺼기 또는 소화조에 투입되는 찌꺼기를 가온하기 위한 설비로 보일러와 보일러 부대시설로 구성되며, 소화조 특성 및 현장여건을 고려하여 적절한 가온설비를 선정하도록 한다.

<표 5.6-84> 가온설비 비교

구 분	온수 보일러	증기 보일러
형 상		
운전특성	• 85℃이하의 온수발생	• 고온, 고압의 증기를 발생
장 점	• 부하변동에 따른 용량조절이 용이 • 증기보일러에 비해 취급과 관리가 용이 • 청소 및 검사가 용이	• 구조가 간단하며 고온 증기 발생 • 탱크내 보유수량이 많아 초기가동시 및 정지시 에너지 소비율이 높음 • 산업용 중소형으로 많이 사용
단 점	• 온수특성상 수두제약을 받음 • 부대시설의 추가	• 고압(5kg/cm ²)의 증기발생으로 안전설비 주기적 점검 필요

마) 슬러지 가용화설비

- 슬러지 가용화설비는 소화조 효율을 향상시키는 설비로서 초음파, 알카리+가압파쇄, 열적가수분해 등이 있으며, 소화조 특성 및 현장여건을 고려하여 적절한 가용화설비를 선정하도록 한다.

<표 5.6-85> 슬러지 가용화설비 개략공정도 비교

구 분	개략 공정도
초음파 가용화 공법	
알카리 + 가압파쇄 가용화 공법	
열적가수분해 공법	

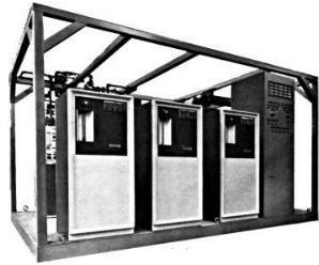
<표 5.6-86> 슬러지 가용화설비 비교

구 분	초음파	알카리+가압파쇄	열적가수분해
가용화 원리	• 이차침전지에서 발생된 2차 잉여슬러지를 펌프를 이용하여 리액터를 통과시키면 리액터에서 초음파가 발생되어 세포막을 파괴하여 소화효율을 증가시키는 기술	• 잉여슬러지에 염기성 약품을 투입 세포막을 약화시킨 후 12,000psig의 압력으로 세포막을 파괴함으로써 소화조의 효율을 개선하여 근본적으로 슬러지를 감량화하는 기술	• 잉여슬러지를 예비가온과 리액터에서는 급격하게 온도를 165℃까지 올려줌으로써 세포막을 파괴하여 소화효율을 증가시켜 최종적으로 슬러지를 감량화하는 기술
주 요 기 기	• 리액터본체 및 부속설비 • 펌프이송설비	• 약품혼합조 • 세포파쇄기	• 슬러지 예열조 • 슬러지 반응조 • 냉각조
감량화율	• 약 55%	• 70~90%	• 62~73%
특 징	• 설치시공이 간단하고 운전 및 유지관리용이 • 타 전처리 시스템 보다 운영관리비 저렴 • 초음파 조사시간이 짧아 세포의 파괴율이 낮기 때문에 소화조내의 유기물 분해 효율이 비교적 낮음	• 슬러지 저감효율 비교적 우수 • 설비가 컴팩트함 • 소화조 가온용 연료 소모감소 • 살균이 동시에 진행 • 전력소모가 비교적 큼 • 전처리 과정이 필요 • 처리과정중 약품의 추가투입	• 소화조 가온열을 재이용 • 살균이 동시에 진행 • 고형물 부하에 대응성 탁월 • 소요부지가 비교적 큼 • 가온설비가 필요하여 비교적 설비 고가

6) 소독설비

- 일반적으로 하수 중에 존재하는 세균은 일반세균, 대장균군, 양구균 등이며 이들 세균은 2차 처리과정에서 대부분 섭취 흡착되나, 때로는 상당수가 2차 처리수 중에 포함되어 있으며 처리가 정상대로 되지 않을 경우에 이러한 경향은 크므로 소독의 목적은 위생적 견지에서 이러한 유해 병원균류를 멸균하는데 있다.
- 방류수의 소독방법으로 하수처리시설에 이용되는 형식으로 자외선 조사 살균방식, 오존방식, 액체염소방식 등이 있다.
- 액체염소는 많이 이용되고 있지만 지진 등으로 누출될 때는 인근 주민에게 위험성이 크고 염소가스의 독성에 따른 취급에는 유자격자가 필요하기 때문에, 최근에는 차아염소산소다에 의한 방법이 이용되고 있는 추세이다. 그러나 처리수중의 잔류염소가 방류수역의 수생생물에 영향을 미치고 수중의 유기물과 반응하여 생성되는 유기염소화합물이 2차 오염을 야기하여 최근에 또 다른 문제점으로 대두되고 있다.
- 최근에는 최종 처리된 유출수를 방류하기 전에 인체에 무해한 자외선 조사방식으로 소독처리를 하는 자외선 조사방식, 오존방식 등이 있으며, 기존 UV소독설비는 현장조사 및 경제성 분석 등을 통하여 재사용 여부를 판단하여야 한다.

<표 5.6-87> 소독방식 비교

구 분	자외선(UV)법	오존(O3)법	염소계 약품법
형 상			
원 리	램프에서 발생된 UV는 유입하수내의 미생물과 접촉하여 DNA를 파괴시켜 멸균시킨다.	압축, 건조된 공기를 오존발생기에서 오존을 발생시킨 후 오존화된 공기를 산기관 또는 인젝터를 통해 접촉조에 주입하여 살균시킨다.	염소는 가스 또는 차염소산을 희석시켜 하수에 주입하여 미생물을 살균시키며 일반적으로 가스형태를 많이 사용한다.
장 점	- 자외선의 강한 살균력으로 바이러스에 대해 효과적임 - 유량과 수질의 변동에 적응력이 강하다. - 낮은 전력 소비, 소요 램프수가 적어 유지비가 낮다. - 화학적 부작용이 적어 안전 - 접촉시간이 매우 짧다 - 설치 및 운전이 용이 - 전원의 제어가 용이하다. - 자동 기록, 감시 가능 - pH변화에 관계없이 지속적인 살균이 가능하다.	- HCl보다 더 강력한 산화제임 - 저장시스템의 파괴로 인한 사고가 없다. - 생물학적으로 난분해성 유기물을 분해성 물질로 전환시킬 수 있다 - 모든 박테리아와 바이러스를 살균시킨다. - 소독외의 효과가 크다 (색도 및 중금속 제거)	- 소독력이 강하다. - 살균효과가 크다. - 박테리아에 대해 효과적인 살균제이다. - 염소구입이 용이하고 가격이 저렴하다.
단 점	- 소독의 잔류효과가 없다. - 물이 혼탁하거나 탁도가 높으면 소독능력에 영향을 미친다. - 주기적으로 UV램프를 교환하여야 한다.	- 저장할 수 없어 반드시 현장에서 생산해야 한다. - 초기투자비, 부속설비가 비싸다. - 소독의 잔류효과가 없다. - 가격이 고가이다.	- 불쾌한 맛과 냄새 유발 - 불순물로 발암물질을 유발한다. - 바이러스에 효과가 미미하다. - 인체에 위해성이 높아 취급에 주위가 필요하다. - 안전장비의 필요하다. - 접촉 필요시간이 길다. (15~30분)

01

02

03

04

05

06

07

08

7) 여과설비(필요시)

- 여과방식에는 중력 여과막방식, 중력 하향류식, 압력 상향류식 등이 있으므로, 반응조의 수질 변동에 안정적이고 역세가 효율적이고 설치 및 유지관리비용이 경제적인 여과방식을 검토하여 선정하여야 한다.

<표 5.6-88> 여과방식 비교

구 분	중력 여과막 방식	중력 하향류식	압력 상향류식
형 상 및 구 조			
개 요	• 미세 여과막을 이용한 중력식 여과방식 • 중앙 유입수로로 유입된 원수는 여과막에 의한 체거름과 중력의 원리로 통과한 후 처리수로 배출하는 구조 • 역세와 처리공정이 동시에 수행되는 연속 여과방식	• 유입하수를 중력에 의해 여과 • 차단 없이 Bridge에 부착된 역세 및 역세수 이송펌프가 여과지의 셀을 이동하며 역세	• 본체 내에 25~1μm의 Fiber를 내장하여 수류에 의한 압착이 일어나 일정크기의 Pore 형성에 의해 여과 • 여과의 역방향으로 역세수를 주입하여 필터를 초기화 한 후 공기를 주입하여 부상 및 진동에 의해 Fiber 세정
장 점	• 컴팩트한 구조로 설치부지가 적게 소요됨 • 처리수질이 안정적이며 SS처리 효율이 높음 • 운전 및 유지관리 용이 • 동력 소모가 적음	• 중력 여과 방식 • 여재층이 얇아 손실수두가 적고 역세시 동력소모가 적음 • 여과와 역세공정 동시 이루어짐	• 여재손실이 없음 • 고농도 원수여과가 가능 • 설치위치 및 장소에 제한 없음 • 소용량에 적합
단 점	• 미생물 및 과량의 고분자 응집제 투입시 여과막 폐쇄 우려가 있음	• 국내 적용실적이 적음 • 소요부지 면적이 크고 초기 투자비가 비교적 많음	• 역세 및 여과시 동력소모 매우 큼 • 역세 위해 많은 부대설비 필요 • 대용량 처리에 부적합

8) 탈취 설비

- 악취 확산이 우려되는 실에는 전실(이중 출입문)을 설치하여야 하며, 차량이 빈번히 통과하는 출입구 및 기타 대형 출입구는 실외 악취 확산방지를 위해 이중 출입구 또는 에어커튼을 설치하여 악취확산 방지계획을 수립하여야 한다.
- 악취 확산이 우려되어 계획되는 전실은 양압을 유지하여야 하며, 악취방지계획에 있어 악취발생원은 집약화하고 악취발생원을 최소로 함은 물론 고농도 및 저농도 등 각 농도에 적절한 탈취계획을 수립하여야 한다.
- 악취 포집은 되도록 집중포집하고 포집면적이 넓은 곳은 포집효율 저하를 고려하여 악취포집계획을 수립하여야 한다.
- 하수처리시설의 악취는 주로 침사지 및 유입펌프장, 1차침전지, 슬러지 처리시설 등에서 발생하고 악취성분으로는 황화수소(H_2S), 암모니아(NH_3), 메르캅탄류, 아민류 등이 주요 성분이며 아세트알데히드, 스티렌 등 복합악취가 있다.
- 악취발생 강도는 운영상태 및 현장마다 다소 차이가 발생하나, 고농도의 악취발생은 슬러지 처리시설, 분뇨전처리시설, 건조시설에서 발생하며, 중농도의 악취발생은 전처리 시설에서, 저농도의 악취발생은 수처리시설에서, 극저농도의 악취발생은 하수처리시설이 지하구조물인 점을 감안하면 지하공간(유지관리 공간 등)에서 발생할 것으로 예측된다.
- 환기에 있어서 환기 배출량은 악취제거설비를 통해서 상부로 배출하는 것이 본 처리시설에 적합할 것으로 판단된다.

가) 탈취방식의 선정기준

- 탈취설비 선정에 있어 다음사항을 고려하여야 하며, 탈취시설의 성능보증을 위해 기자재 성능보증서를 제출하여야 한다.
 - 탈취효과가 확실할 것
 - 시설비 및 유지관리비가 저렴할 것
 - 유지관리가 용이할 것
 - 2차 공해가 유발되지 않을 것
 - 모든 악취 물질의 제거가 가능할 것
 - 시설의 내구성과 소모자재의 호환성이 좋을 것
 - 기존 하수처리시설에 적용실적이 많을 것

01

02

03

04

05

06

07

08

○ 다음 사항을 참조하여 탈취설비를 계획하여야 한다.

<표 5.6-89> 악취발생원

구 분	전처리시설	수처리시설	찌꺼기 처리시설
악취 발생원	- 침사지(기) - 협잡물제거기 - 유입펌프장 - 호퍼 등 부대설비	- 각종 유출입수로 - 일차침전지 - 혐기조, 무산소조 - 호기조(필요시) - 환기배출구(필요시)	- 슬러지저류조 - 슬러지농축설비 - 슬러지탈수설비 - 슬러지이송설비

<표 5.6-90> 악취 농도별 탈취횟수

구 분	고농도	중농도	저농도	극저농도
악취 농도별	- 슬러지처리시설 - 슬러지저류조 - 슬러지농축설비 - 슬러지탈수설비 - 슬러지이송설비 - 슬러지소화설비	- 전처리시설 - 침사지 시설 - 유입펌프장 - 호퍼 등	- 수처리시설 - 각 종 유출입수로 - 일차침전지 - 혐기조, 무산소조 - 호기조	- 지하 공간 - 유지관리 공간 등 - 수처리시설 - 환기배출구
탈취횟수	- 기기류: 7~15회/h - 슬러지저류조 - 기계교반시 : 3m³/m² · h 이상 - 공기교반시 : 송풍량의 1.1배 이상	- 기기류: 7~15회/h - 펌프 흡수정: 2~10m³/m² · h	각종 유출입수로 등 : 2m³/h 이상	-
전실유무	○	○	×	×

나) 탈취방식

○탈취방식은 악취제거 효율, 설치 면적, 2차 환경오염, 설비비 및 유지관리비 등을 종합적으로 검토하여 경제적인 방식으로 계획하여야 한다.

<표 5.6-91> 탈취방식 비교

구 분	바이오 필터법	광화학 복합산화법	약액 세정법	전기화학적 촉매산화법
개요도				
원 리	합성고분자 담체 등에 부착된 미생물이 악취 및 VOCs성분을 대사산물로 이용하는 탈취방법	악취물질이 광화학 반응구간(부분산화, 촉매산화, 오존산화, 광산화)을 통과하면서 순간적으로 산화 탈취되는 방법	약액(차아염소산, 과산화수소, 가성소다 등)의 중화, 산화, 환원반응을 이용하여 탈취하는 방법	악취물질을 열교환기에서 350℃ 정도로 가열해 백금, 파라디움 등의 촉매가 들어 있는 연소로에 통과시켜 저온 연소시켜 분해
구 조				
악 취 대상 물 질	거의 모든 악취 및 휘발성 유기화합물의 처리에 적용 가능	악취발생의 전 물질에 대하여 효과적	- 산세정법 : 암모니아, 아민류 등 알칼리가스 - 알칼리세정 : 유화수소, 메르캅탄 등 산성가스	악취발생의 전 물질에 대하여 효과적
장 점	- 저농도 및 고농도까지 광범위 취기에 효과적이며 복합취기의 제거효율 우수 2차 오염물질이 발생되지 않음 - 시설비 및 유지관리비 저렴 - 충격부하에 효율적으로 대처할 수 있음	- 악취도에 따른 반응부 조절이 편리함 - 건식 탈취시스템으로 폐수가 발생하지 않음 - 유체 구조학적 산화반응기 모듈 구조로 통기저항이 적음 - Fan 내장이 가능하여 외관이 수려하고 소음이 적음 - 먼지와 분진을 동시에 제거할 수 있음	- 화학반응으로써 악취가 다시 환원되지 않음 - 먼지와 분진을 동시에 제거할 수 있음	- 연료비는 직접연소에 비해 적음 - 폭발한계 이하의 고농도인 장소에 유리함
단 점	- 미생물 배양이 어려우므로 단속운전 불가능 - 미생물 유지관리가 어려움	소모품 교체 주기가 길어질 경우 장치 효율이 저하 됨.	- 복합악취 제거에 부적합 - 세정 후 배출수의 처리가 필요 - 부대시설이 비교적 많음 - 유지관리비가 높음	악취 중에 납 등이 있으면 촉매표면에 부착되어 활성을 저하시키므로 1년에 1~2회 세정 및 제거가 필요함

9) 반류수 처리설비

가) 개요

- 슬러지의 각 처리공정에서 발생하는 농축분리액, 소화탈리액, 탈수여액 등을 처리하는 공정으로 반류수의 수량, 수질이 시간적 변동에 따라 큰 경우에는 반류수 저류조를 설치하여 반류수 저류 및 처리를 하여 수처리공정으로 유입되도록 할 필요가 있으며, 반류수에 포함된 SS, 질소, 인 등을 제거시키는 공정으로 반류수 처리설비에 대해 계획할 수 있다.
- 반류수는 침사지 유입부로 반송하는데, 침사지로 반송하는 경우에는 반류수를 포함하지 않는 유입하수를 채수할 수 있도록 하여야 한다.
- 반류수를 단독 처리하는 경우 처리수질을 유입수질까지 처리한 후 2차 처리시설로 반송시키는 방법과 직접 방류가 가능한 정도까지 처리하는 방법이 있으나, 처리비용 등 경제성과 처리수질의 안정성 등에 대하여 종합적인 판단을 하여 결정을 할 필요가 있다.

나) 반류수 처리설비

- 기종의 검토
 - 반류수 처리방식에는 물리화학적 처리방식, 생물학적 처리방식 등이 있으며 수질변동에 안정적이고 수처리계통에 큰 영향을 미치지 않으며 설치 및 유지관리비용이 경제적인 처리방식을 검토하여 선정하여야 한다.

<표 5.6-92> 반류수 처리설비 비교

구 분	물리화학적 처리		
	상압부상 농축	중력식벨트 농축	가압부상 농축
형 상			
구 조	• 상압에서 생성된 초미세기포를 이용하여 응집된 플러를 고액 부상분리하는 방식	• 슬러지를 수평으로 회전하는 벨트식 여과포 위로 투입시켜 중력에 의한 배수를 이용한 농축 방식	• 과포화 상태로 있는 기체와 액체의 혼합액을 대기 중에서 압력을 감소시켜서 기포를 발생시켜 부상분리시키는 방식

<표 5.6-93> 반류수 처리설비 비교

구 분	물리화학적처리		
	상압부상농축	중력식벨트농축	가압부상농축
주요특징	미량의 복합이온 계면활성제를 이용하여 용적당 40 - 60%의 공기를 함유한 5 - 10μm의 이온화된 이중막의 초미세기포를 1-1.5kg/cm²의 상압에서 생성시켜 정적인 상태로 분사 주입하여 SS물질에 부착, 부상시킴으로서 고액분리 시킴	- 여포세정을 위한 세척수가 필요 - 유입슬러지, 농축슬러지의 육안 확인으로 운전상태 점검이 용이	- 공급된 슬러지는 응집장치에서 응집제와 반응을 하면서 플럭을 형성한 후 부상조로 유입 - 공기 용존장치를 거치면서 미세기포가 부착된 플럭은 부상장치 내에서 수면위로 부상된 후 농축
주요기기	- 미세기포 발생장치 - 혼합장치 - 상압부상농축조 - 약품저장탱크 - 약품정량펌프	- 중력식농축기 - 슬러지 공급펌프 - 여포세정수 펌프 - 공기 압축기 - 폴리머 약품공급설비	- 가압탱크 - 공기 압축기 - 혼합조(포함) - 부상조(포함) - 약품저장탱크 - 약품정량펌프
약품주입율	약 0.2 ~ 0.4%	약 0.4% 이상	약 0.4% 이상
농축농도	- 유입 SS 10,000mg/l - 유출 약 4 ~ 5%	- 유입 SS 10,000mg/l - 유출 약 3 ~ 4%	- 유입 SS 10,000mg/l - 유출 약 3 ~ 4%
고형물회수율	약품 주입 시 약 95% 정도의 고형물 회수율	약품 주입 시 약 90% 이상	약품 주입 시 약 95% 이상
장점	- 처리능력이 타 방식에 비해 커 소요부지가 작음 - 농축회수율이 우수하며, 운전 중단과 재가동이 용이함 - 미세기포 발생장치가 상압부상 농축조, 혼합장치와 분리, 단독 운전 등으로 유지관리 간편 - 순환수 사용량이 5 ~ 7% 미량이면 운전 가능	- 시설비 및 유지관리비가 저렴함 - 제작업체별 기기 성능의 편차가 적으므로 안정적이고 유지관리가 용이함 - 슬러지 처리상태의 육안 확인이 용이함	- 중력식 농축보다 소요면적이 작음 - 운전의 중단과 재가동이 용이함
단점	- 미량의 계면활성제 비용 추가 - 질소제거 불가능하여 생물반응조 체류시간 증가 필요	- 탈취를 위한 탈취설비가 상대적으로 큼 - 벨트세척수와 압축공기가 필요 - 부지면적이 다소 큼 - 질소제거 불가능하여 생물반응조 체류시간 증가 필요	- 부지면적이 다소 큼 - 가압방식이므로 동력비가 다소 큼 - 질소제거 불가능하여 생물반응조 체류시간 증가 필요

01

02

03

04

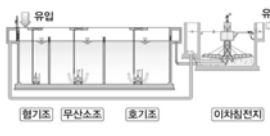
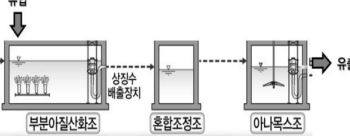
05

06

07

08

<표 계속> 반류수 처리설비 비교

구 분	생물학적처리		
	호기무산소조합공정	아나목스공정	회분식공정
형 상			
구 조	• 무산소조와 질산화조, 이차침전지 구성	• 아질산화조와 아나목스반응조로 구성	• 단일반응조에서 질산화 및 탈질 수행
주 요 특 징	• 질산화조에서 질산화미생물을 이용하여 암모니아성질소($\text{NH}_3\text{-N}$)를 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)로 완전 질산화 후 무산소조에서 생물학적 탈질 수행 • 탈질에 필요한 외부탄소원 필요	• 아질산화조에서 암모니아성 질소($\text{NH}_3\text{-N}$)를 아질산성질소($\text{NO}_2\text{-N}$)까지 부분질산화 수행후 아나목스 미생물을 이용하여 탈질 • 외부탄소원 불필요	• 질산화조에서 질산화미생물을 이용하여 암모니아성질소($\text{NH}_3\text{-N}$)를 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)로 완전 질산화 후 무산소조에서 생물학적 탈질 수행 • 탈질에 필요한 외부탄소원 필요
주 요 구조물 및 기 기	• 무산소조, 호기조, 이차침전지 • 내부반송펌프(후탈질시) • 슬러지반송펌프 • 외부탄소원 주입설비	• 부분아질산화조, 혼합조정조, 아나목스조	• 유량조정조, 반응조 • 외부탄소원 주입설비
장점	• 일반적인 기술로 안정적 운영 가능 • 국내외 적용사례 다수	• 아질산성질소로 부분질산화로 송풍공기량 최소화로 유지관리비 저감 • 외부탄소원 불필요 • 생물학적 처리공정 중 소요부지 최소화 가능 • 소화탈리액 처리분야 해외사례 다수	• 일반적인 기술로 안정적 운영 가능 • 국내외 적용사례 다수 • 단일반응조에서 고액분리 수행
단점	• 별도의 고액분리 공정 필요 • 생물학적 처리공정 중 소요부지 가장 큼 • 완전질산화를 위한 송풍에너지 다량 필요 • 반류수의 낮은 C/N비로 외부탄소원 필요	• 국내 적용사례 적음	• 완전질산화를 위한 송풍에너지 다량 필요 • 반류수의 낮은 C/N비로 외부탄소원 필요

6.4 전기설비 계획

6.4.1 사업개요

- 승기공공하수처리시설 현대화사업의 전기설비분야 계획에 있어 수변전설비, 배전설비, 정보통신 및 소방설비공사에 대하여 기술한 것으로서, 효율적인 시설계획을 통하여 처리효율을 극대화 할 수 있도록 계획하며 유지관리비의 절감, 설비고장의 최소화 등 생산성 향상과 운전의 안전성이 유지될 수 있도록 계획한다.

가. 사업규모

- 시설용량 : $Q=270,000\text{m}^3/\text{일}$
- 시설위치 : 인천광역시 연수구 능허대로 484(인천환경공단 승기사업소 내)
- 장래증설 계획을 고려한 설비구성 및 여유공간 확보(수전설비, 변압기, MCC 등)

나. 공사내용

- 한전으로부터의 전력인입
- 수변전 및 배전 설비
- 예비전원설비
- 동력설비
- 조명 및 전열설비
- 접지 및 피뢰시스템
- 정보통신설비
- 소방설비
- 임시전원공급 및 철거공사
- 하수처리시설의 안전하고 효율적인 운전을 위한 부대설비
- 상기 공사를 위한 각종조사, 설계, 제작 및 설치, 시험 및 검사, 시운전, 유지관리를 위한 기술지도 및 교육, 관련 인허가의 수행 등에 필요한 제반 사항
- 수배전설비, MCC반 및 자립형기기 등은 관련기준 및 지침에 명시된 지진의 진동과 충격에 대하여 내진설계 반영
- 계약전력 증설에 따른 전력공급설비 시설부담금 부담 (일반공급설비 또는 전용공급설비)

01

02

03

04

05

06

07

08

6.4.2 기본방향 및 적용기준

가. 계획의 기본방향

- 하수처리시설 공사에 대한 전기설비 계획을 수립함에 있어서 전기설비가 갖는 특징을 최대한 유의하여 다음과 같이 신뢰성, 안정성, 확장성 및 경제성 등을 종합적으로 검토하여 설계에 반영함으로써 최적의 설비가 될 수 있도록 한다.

<표 5.6-94> 기본방향

구 분	내 용
신뢰성	• 고 신뢰성 및 조작이 편리한 설비 선정 • 하수처리 악품부식성가스분자염해 등의 주위환경에 대하여 안전한 설비 선정 • 화재 또는 폭발의 우려가 있는 장소 및 처리계통에 대하여 적절한 방폭형 기기의 설치 고려
안정성	• 설비구성 및 기기의 단순화로 운전, 보수가 쉽고 오조작에 대한 염려가 없도록 계통구성 • 중요설비는 이중화로 구성하여 운전중단을 방지 • 화재, 감전사고 등을 미연에 방지하도록 계획
확장성	• 각 기기들은 상호 호환성이 있는 최신품의 기기를 선정하여 유지관리의 용이성 도모 • 장래 증설이 용이하도록 하고 적정 여유 공간 확보 • 증설이 기존시설의 가동중단 없이 시공할 수 있도록 시스템 구성 • 시설의 통합운영 및 정보화 등에 대응할 수 있는 기능 보유
경제성	• 설비운전의 자동화를 구축하여 운전경비가 최소화 되도록 설계 • 소비전력이 적고 효율이 높은 기기를 선정하여 에너지 절감 • 통합관리에 의한 인건비 절감 및 경제적인 시설계획
내구성	• 견고하고 내구성 있는 기기 선정 • 구조가 간단하고 가동부가 단순하여 고장이 적은 기기 선정 • 현장 설치기기는 방수, 방진형 구조 선정
유지관리성	• 보수점검이 용이하도록 점검횟수가 최소화 되도록 계획 • 기기의 호환성 확보 • 합리적으로 기기를 배치하고 적당한 여유공간 확보

나. 적용법령, 기술기준 및 표준

- | | | |
|----------------|--------------------------------|-----------------|
| ○ 전기사업법 | ○ 전기공사사업법 | ○ 전력기술관리법 |
| ○ 전기통신기본법 | ○ 전기통신사업법 | ○ 정보통신공사사업법 |
| ○ 소방기본법 | ○ 건설기술관리법 | ○ 전기용품 안전관리법 |
| ○ 산업안전보건법 | ○ 한국산업표준(KS) | ○ 하수도 설계기준(환경부) |
| ○ 전기통신기술기준 | ○ 한국전기설비규정(KEC) | ○ 한국전력공사 공급약관 |
| ○ 건축전기설비 표준시방서 | ○ 건축전기설비 표준시방서 | |
| | ○ 신에너지 및 재생에너지
개발·이용·보급 촉진법 | |

- 공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정(산업통상자원부)
- IEC (International Electrotechnical commission)
- ANSI (American National Standard Institute)
- JIS (Japanese Industrial Standard)
- NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- NEC (National Electric Code)
- JEC (Japanese Electrotechnical Committee)
- ISA (Instrument Society of American)
- ASTM (American Society for Testing and Materials)
- EIA (Electronic Industrial Association)
- OSHA (Occupational Safety and Health Act)
- ISO (International Standardization Organization)
- 기타 관련 법규, 코드 및 기준
- 위의 적용 법령, 기술기준 및 표준은 별도로 규정하지 않으면 최근 제정된 것을 적용한다.

6.4.3 전기설비 계획

가. 수변전설비

- 전기설비계획에 있어 하수처리시설의 운전에는 필요한 전력 인입 및 계통 구성, 주요기기의 선정, 주회로 구성 등에 대하여 검토하여 계획한다.

하수처리시설의 전원설비는 한전전원 인입계통, 수·변전설비, 부하설비 및 예비전원설비로 구성되며, 한전전원 인입은 한전 전기공급 약관 23조에 의거 3Φ 60Hz 22.9kV 특고압수전을 계획하고 해당 변전소의 22.9kV 배전선로에서 2회선(상용 및 예비)을 인입하도록 계획한다.

<표 5.6-95> 전기공급 방식 및 공급전압

구 분	전기공급방식 및 공급전압
500kW 미만	• 교류 단상 220V 또는 삼상 380V중 한전이 적당하다고 결정한 한가지 공급방식 및 공급전압
500kW 이상 10,000kW 이하	• 교류 삼상 22,900V

1) 수전방식

- 수전방식은 인입 회선수, 차단기의 배치 방법 등을 고려하여 신뢰성, 경제성, 전력회사의 배전사항 등을 고려하여 결정한다.
- 하수처리시설은 사회공공 시설로서 공익성이 요구되므로, 전력공급 신뢰도가 높은 수전방식을 계획한다.
- 수전방식은 공급 신뢰도가 우수한 상용·예비 2회선 수전방식을 기준으로 하여 상용회선 정전시 예비회선으로 자동절체 되도록 적용하며, 설비비가 고가이지만 공급신뢰도가 매우 높은 서로 다른 변전소에서 각각 1회선씩 또는 동일변전소의 서로 다른 बैं크에서 각각 1회선씩 수전하는 방식으로 계획한다.

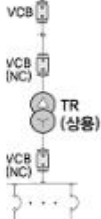
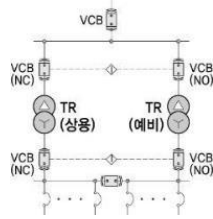
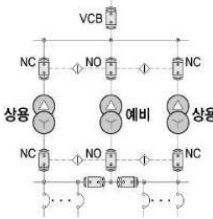
<표 5.6-96> 전기설비의 수전방식

구 분	1회선 수전방식	2회선 수전방식	1회선 수전 + 비상발전기
수전설비			
정전시간	• 사고복구시 까지	• 순시(회선절체시)	• 좌동
공급신뢰도	• 낮다	• 우수	• 우수
장단점	• 설비가 간단하고 경제적 • 선로사고 및 정기 점검시에 정전을 피할 수 없음	• 정전의 최소화 • 수전 자동절체 장치 필요 • 2회선분의 수탁공사비 필요	• 정전의 최소화 • 비상발전기 필요 • 발전기 유지관리 인력필요 • 비상시 전부하 운전 곤란
선로구성	• 상용 : 1회선	• 상용 : 1회선 • 예비 : 1회선	• 상용 : 1회선 • 예비 : 비상발전기
경제성	• 저렴	• 초기 시설비 및 기본 전기요금 추가부담	• 초기 시설비 및 발전기 유지보수 비용 발생

2) 변압기 Bank 구성

- 변압기는 사고시 또는 보수 점검시에도 정상적인 부하운전이 가능하도록 복수의 뱅크구성을 계획하고 종합적으로 경제적인 뱅크구성이 되도록 하며 변압기 전단에는 차단기를 설치하여 사고시 현장 및 원격에서 예비변압기로 절체할 수 있도록 계획한다.

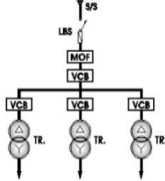
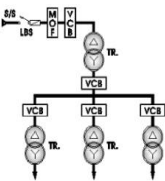
<표 5.6-97> 변압기 뱅크구성의 비교

구 분	1BANK 방식 (1대상용)	2BANK 방식 (1대상용, 1대예비)	3BANK 방식 (2대상용, 1대예비)
구 성 도			
장 점	• 전원 계통이 간단함 • 설치면적이 작음 • 가장 경제적임	• 전원 신뢰성 우수 • 변압기 고장시 설비 운전 가능 (변압기 예비율100%) • 계통구성이 간단 • 운전 및 유지관리용이	• 전원 신뢰성 매우 우수 • 부하변동에 따른 유연성 • 경부하시 무부하 손실 적음 • 계통의 정격전류 축소
단 점	• 예비 변압기가 없어 전원 신뢰도가 낮음 (사고시 정전발생) • 단락전류가 증가	• 단락전류 증가 • 저압계통의 정격전류 최대 • 대용량에서 공사비 고가	• 전원계통 복잡 • 유지관리 어려움 • 전기실 소요면적이 큼 → 공사비 증가

3) 전압강압방식

- 전압강압방식은 변압기의 상수와 변압기 뱅크수 등의 구성 등을 감안하여 1단 강압, 2단 강압방식 등으로 구분되는데 대용량 전동기 등의 사용에 따른 다양한 전압의 사용 가능성을 고려하여 안정적이고 편리하며 공사 및 유지관리 비용이 절감될 수 있는 방식을 선정한다.

<표 5.6-98> 전압강압 방식

구 분	1단강압방식	2단강압방식
계통구성		
개 요	• 22.9(kV)/380-220(V)	• 22.9(kV)/6.6 or 3.3(kV)/380-220(V)
장 점	• 강압방식이 간단하며 유지관리 용이 • 변압기 무부하 손실의 경감 • 설치면적 축소 • 공사비 절감 • 단순한 부하군에 유리	• 전압강하 및 계통단락 용량 감소 • 전동기 기동시 계통의 전압강하율 안정 • 부하증설에 대한 대처용이 • 대용량 전동기 채용 대처 용이 • 다양한 전압의 부하설비에 유리
단 점	• 계통의 단락용량이 증대 • 대용량 전동기 기동시 전압강하에 의한 계통 불안전 • 대용량 전동기 채용시 적용 곤란	• 변압기 무부하손실 증가 • 전기실 면적 및 설비비의 증가 • 변압기 설치대수 증가 • 유지보수 및 관리가 불편

4) 수변전실 및 전기실의 위치선정

- 수변전실 및 현장 주전기실은 처리시설 내에 안전하고 운전 및 유지관리상 편리한 위치에 선정토록 한다. 전기실의 구조는 철근콘크리트 구조 등 불연성 건물로 하고 지하수, 우수 등의 침수에 대비한 안전한 장소(고극조위 이상)에 설치하여야 하며 처리설비의 부하의 중심에 가깝고 대용량설비와 가까운 위치에 선정하여 배전이 편리하도록 한다.

외부로부터 배선의 인출입이 용이하며 주위의 화재 및 폭발 등의 위험성이 없고 염해, 유독가스, 부식가스 및 습기와 분진 등에 노출되지 않는 곳에 설치하며 환기 및 채광이 좋고 설비의 운영관리가 용이한 곳을 선정하고 기기의 반출입이 용이하고 운전유지관리에 효율적인 장소로 선정한다. 전기실 상부에 소화가스 배관, 배수관, 화학약품배관 등 기타 설비배관 등을 배제하여야 한다.

5) 기기의 배치

- 수변전실 및 주전기실은 기술기준 및 관련 규정에 적합토록 기기를 배치하고 기기의 종류, 크기, 수량 등을 고려하여 충분한 면적이 되도록 한다. 기기의 배치는 케이블 포설작업이 용이하고 서로 간섭이 되지 않도록 하며 운전조작 및 유지관리가 편리하고 비상시에도 신속히 처리할 수 있도록 동선을 고려하여 배치한다.

6) 주요자재의 계획

가) 변압기

- 하수처리시설에 적용되는 변압기는 부하설비의 운전에 필요한 전원공급을 위한 주요 설비로 시설 규모와 수변전설비의 구성에 적합한 형식이어야 하고 난연성 및 자기소화성, 비폭발성으로 설치면적과 전력손실이 적으며 유지관리 및 점검이 간단한 형식의 변압기로 계획한다.

<표 5.6-99> 변압기 형식 비교

구 분	건 식 변 압 기	몰드변압기
절연 종별	• H종	• B종
폭 발 성	• 비폭성	• 비폭성
내 습 성	• 유지시 흡수	• 우수
소음 level	• 보통	• 보통
전력손실	• 대	• 소
과부하내량 (전부하70%)	• 150% 부하 : 15분	• 210% 부하 : 15분
절 연 특 성	• 불안정	• 안정
보 수 점 검	• 외관 점검 • 건조가 필요	• 외관 점검
운 반 설 치	• 반내에 수납하는 경우 변압기 인출, 점검 공간필요	• 반내에 수납하는 경우 변압기 인출, 점검 공간필요

(나) 차단기

- 차단기는 회로에 전류가 흐르는 상태에서 그 회로를 개폐하거나, 또는 차단기의 부하측에서 단락사고가 발생 하였을 때 신속히 그 회로를 개방하여 선로를 보호하는 기능을 가지는 설비로 선로사고 및 단락사고 등에 신속히 대응하고 안정된 운전을 할 수 있도록 설비에 적합한 차단기를 계획한다.

<표 5.6-100> 특별고압 및 고압차단기 비교

구 분	진공차단기(VCB)	가스차단기(GCB)
소호방식	• 밀봉된 진공용기 속에서 아크를 소호하며, 전류영점에서 고진공의 절연회복으로 전류차단	• SF6가스 내에서 아크를 소호하는 방식이며, SF6가스의 냉각 및 소호효과를 이용하여 전류차단
정격전압	• 3.6kV~84kV	• 3.6kV~168kV
정격전류	• 400A~3,000A	• 600~4,000A
정격차단전류	• 8kA~40kA	• 12.5kA~40kA
차단시간	• 3~5 Cycle	• 3~5 Cycle
차단성능	• 아크시간은 1Cycle로 짧으나 고조파 소호전 차단에 의한 이상전압 발생이 쉬움	• SF6가스의 우수한 소호능력에 의해 근거리 선로고장 등 가혹한 조건의 차단이 용이함
안전성	• 소호매질을 진공을 사용하므로 노화, 변질이 없고 불연성이며 무해함	• SF6가스의 특성이 불연, 무색, 무취이며 불활성임에 따라 안전성이 높음
보수성	• 진공도 및 접점의 마모정도를 검사	• 가스압력, 가스 중 수분함유 정도 및 접점의 마모정도를 검사

<표 5.6-101> 저압차단기 비교

구 분	기중차단기(ACB)	배선용 차단기(MCCB)
소호방식	• 자기취소 • 소호실 냉각	• 자기취소 • 소호실 냉각
정격전류	• 600A~4,000A	• 5A~1,200A
차단용량	• 22kA~85kA	• 2.5kA~50kA
구 조	• 소호실, 주회로로 구성 • 반 수납은 2단 또는 3단적	• 프레임을 수지로 몰드제어반과 같이 다단적 가능
수 명	• 개폐용으로 부적합 (단락보호용)	• ACB 보다 개폐수명이 길다
조작방	• 투입 : 전동, 수동, 전자력 • 개방 : 전자력	• 투입 : 수동 • 개방 : 전자력
보 수	• 소호실, 접점 점검요	• 소호실, 접점 점검을 요하나 용이
안전성	• 아크 공간을 충분히 필요로 함	• MCCB에 따라 보호 협조 가변적임

(다) 역률개선설비

- 역률이 나쁘면 전기기기나 배선의 능력을 충분히 발휘할 수 없을 뿐만 아니라 전력손실도 많아지므로 무효전력에 의한 전력손실 및 전압강하를 방지하고 효율을 높이기 위해 역률 개선용 콘덴서를 적용한다. 부하설비의 지상분 무효전력을 보상하기 위해 리액터와 조합된 Capacitor 뱅크를 구성, 이를 최신 기술의 전력전자 소자인 SCR을 사용하여 실시간으로 부드럽게 투입/개방 제어함으로써 과도현상이 없이 부하변동에 따라 무효전력 및 역률, 전압변동을 보상하여 전원측 역률을 항상 95% 이상으로 유지할 수 있도록 계획한다.

<표 5.6-102> 동력용 콘덴서 용량 산정기준

전동기 출력		220V		380V	
kW	HP	μF	kVA	μF	kVA
0.2	1/4 이하	15	0.27	—	—
0.4	1/2 이하	20	0.36	—	—
0.75	1	30	0.55	5	0.27
1.5	2	50	0.91	10	0.54
2.2	3	75	1.37	15	0.82
3.7	5	100	1.82	30	1.63
5.5	7.5	175	3.19	50	2.72
7.5	10	200	3.65	75	4.08
11	15	300	5.47	100	5.44
15	20	400	7.30	100	5.44
18.5	25	450	8.21	150	8.17
22	30	500	9.12	150	8.17
30	40	800	14.60	200	10.89
37	50	900	16.42	250	13.61

<표 5.6-103> 변압기용 콘덴서 용량 산정기준

변 압 기 용 량	콘 덴 서 용 량
500kVA 까지	5%
500kVA 초과 2000kVA까지	4%
2000kVA 초과	3%

나. 전력계통 연계**1) 계통 연계 기준**

- 소화가스 발전설비에 대한 전력계통의 보호장치 및 계통연계에 관한 관련사항은 한국전력공사의 송·배전용 전기설비 이용규정 및 분산형 전원 배전계통 연계기술 기준에 따라 설치한다.
- 한전계통에 병렬 연계시 분산형 전원은 공통 연결점에서 일반적인 한전계통 전압의 $\pm 5\%$ 수준을 초과하지 않도록 계획한다.
- 분산형전원의 계통 연계 또는 가압된 구내계통의 가압된 한전계통에 대한 연계에 대하여 병렬연계 장치의 투입 순간에 한국전력공사 기준에 따라 모든 동기화 변수(주파수, 전압, 위상각)들이 제시된 제한범위를 초과하지 않도록 한다.

2) 계통 연계 방안

- 소화가스를 이용하여 발전된 전력은 전력거래소 또는 한국전력공사에 판매할 수 있도록 계통구성을 하여야 하고, 본 사업장은 발전과 수전을 함께 사용하므로, 발전(매전)용과 수전용 전력량계를 별도로 설치하도록 한다.
- 발전기의 출력을 측정할 수 있는 장치를 설치하여 실시간 및 누적사용량을 중앙제어실에서 감시하도록 구성한다.
- 발전기에서 생산된 전력은 22.9kV로 승압하여, 옥외의 한국전력공사의 22.9kV 배전계통에 연계한다.
- 발전기 운전에 필요한 전력은 하수처리시설내 저압반에 연계하여 사용한다.

다. 배전설비

1) 배전방식 및 배전전압

가) 배전방식

- 하수처리시설내의 부하설비는 넓은 면적에 걸쳐 광범위하게 분산되어 있으므로 1개소에서 전체 시설로 직접 배전하는 것은 비경제적이며 시공 및 유지보수에도 어려움이 있으므로, 부하의 분포상태, 시설별 용량 등을 고려하여 계획한다.

나) 배전전압

- 배전전압은 배전거리 및 케이블의 허용전류용량 등을 고려하여 다음과 같이 계획한다.

<표 5.6-104> 배전전압 산정기준

구 분	배 전 전 압
◦ 수전전압 (특고수전설비인 경우)	• AC 3ø 4W, 60Hz, 22.9kV-Y
◦ 고압 배전 간선	• AC 3ø 3W, 60Hz, 3,300V 또는 6,600V
◦ 저압 배전 간선	• AC 3ø 4W, 60Hz, 380/220V
◦ 저압 전동기 회로	• AC 3ø 3W, 60Hz, 380V
◦ 조명회로	• AC 1ø 2W, 60Hz, 220V (상시조명) • DC 110V (비상조명)
◦ 리셉터클	
- 용접용	• AC 3ø 4W, 60Hz, 380V
- 편의 시설용	• AC 1ø 2W, 60Hz, 220V
- 실험기기용	• AC 1ø 2W, 60Hz, 110V, 220V • AC 3ø 4W, 60Hz, 380V (필요시)
◦ 제어 및 조작회로	• AC 1ø 2W, 60Hz, 110V, 220V(전동기 회로)
◦ 제어 및 조작회로(고압이상 차단기)	• DC 110V
◦ 계측회로	• AC 1ø 2W, 60Hz, 220V 및 DC 24V

2) 배선계통

가) 케이블의 선정

- 동력배선은 내열성이 우수하며, 타 케이블에 비하여 단위면적당 허용전류가 큰 난연성 가교 폴리에틸렌 절연 비닐시리즈 전력 케이블(F-CV)을 사용한다.
- 조명 및 전열배선은 450/750V 저독성 가교 폴리올레핀 절연전선(HFIX)를 사용한다.

- 제어용 케이블은 난연성 제어용 비닐절연 비닐시이즈 케이블(F-CVV)을 채용하며 신호용 케이블은 난연성 비닐절연 비닐시이즈 차폐케이블(F-CVV-SB)을 사용한다.
- 배선자재의 종류 및 허용전류는 다음과 같이 구분하여 관련 규정에 따라 결정한다.

<표 5.6-105> 케이블 굵기 선정

구 분	적용 케이블	최소굵기[mm ²]
전력간선 및 동력	•난연성 가교 폴리에틸렌 절연 비닐시스 케이블(F-CV)	4
전등 전열	•저독성 가교 폴리에틸렌 절연전선(HFIX)	2.5
계측제어 전원	•난연성 가교 폴리에틸렌 절연 비닐시스 케이블(F-CV)	2.5
제어용	•난연성 비닐절연 비닐시스 케이블(F-CVV)	1.5
신호용	•난연성 비닐절연 비닐시스 차폐케이블(F-CVV-SB)	1.5
접 지	•F-GV 또는 나동선	2.5

나) 케이블의 포설방식

- 일반인의 출입이 적고 다량의 케이블이 포설되는 전기실 및 기계실 등에는 현장 조건에 적합한 배선용 피트, 케이블트레이 또는 케이블덕트에 의한 포설 방식을 채용하며 피트, 트레이 또는 덕트로부터 최종부하까지의 배관 배선은 아연도 후강 전선관에 의한 포설 방식을 선정한다.

다) 전압강하

- 전압강하는 한국전기설비규정(KEC) "232.3.9 수용가 설비에서의 전압강하"를 적용하여 계획한다.

<표 5.6-106> 수용가설비의 전압강하율

232.3.9 표 232.3-1 수용가설비의 전압강하 기준		
설비의 유형	조명(%)	기타(%)
A-저압으로 수전하는 경우	120[m]이하	5[%]이하
B-고압 이상으로 수전하는 경우 ^a	200[m]초과	7[%]이하

a : 가능한 한 최종회로 내의 전압강하가 A 유형의 값을 넘지 않도록 하는 것이 바람직하다.
 사용자의 배선설비가 100m를 넘는 부분의 전압강하는 미터 당 0.005% 증가할 수 있으나
 이러한 증가분은 0.5%를 넘지 않아야 한다.

라. 부하설비

- 하수처리시설의 부하설비는 동력설비, 조명설비 및 전열설비 등으로 구성되며 효율이 높은 기기선정으로 안전하고 경제적인 시설이 되도록 계획한다.

1) 동력설비

- 하수처리시설의 전기설비는 전동기 부하가 대부분이므로 안전성, 신뢰성, 운전조작의 편리성 및 유지관리의 용이성 등을 감안하여 다음과 같이 계획한다.

가) 전동기 사용전압

- 전력계통과 전동기 단위용량에 따라 결정토록 하며 경제성, 운전성, 유지관리성 등을 고려한다.

나) 전동기 기동방식

- 전동기의 기동방식은 기동시의 기동전류, 배전계통의 전압강하, 부하의 특성 및 운전조건 등을 고려하여 선정토록 한다.
- 고압전동기의 기동방식은 운영 및 유지관리, 부식에 의한 고장 등을 고려하여 리액터 기동을 선정하도록 한다. (단, 공정상 가변속 전동기는 제외)

다) 고압 전동기 기동반

- 고압전동기 기동반의 형식은 금속폐쇄배전반으로 계획하고 전동기 제어를 위한 차단기, 진공접촉기, 서지흡수기, 콘덴서, 기동기 및 보호계전기 등이 설치되고, 차단기 조작 핸들과 기계장치의 조작 및 운전상태 표시 램프(운전, 정지, 고장)등을 부착하고, 통합운영실에서 원격감사제어가 가능토록 보조접점과 운전제어방식 및 위치를 선택할 수 있는 선택 스위치설치를 계획한다.

라) 저압 전동기 기동반 (Motor Control Center : MCC)

- 전동기제어반은 배전반에서 3상 380V의 전력을 공급받아 전동기 및 기타 부하에 전원을 공급하는 설비로서 충전부가 노출되지 않는 평면형 강판제 수직 자립형으로 선정하고 유니트 형식은 인출형 유니트 구조로 선정한다.
- 전동기 기동회로는 차단기(MCCB), 전자접촉기, 디지털식 과전류 계전기, 역률 개선용 콘덴서 등으로 구성한다.
- 역률개선용 콘덴서는 회로의 역률을 90%이상 개선시키도록 전동기 회로 각각에 부설하며, 모든 전동기 제어반은 예비 차단기 또는 공간을 확보한다.

마) 현장조작반 (Local Operating Panel : LOP)

- 현장조작반은 현장에서 기계의 상태를 직접 감시하면서 수동운전이 가능하도록 기기측에 근접하게 설치하며 운전제어의 위치선택 스위치, 운전, 정지의 자동복귀방식 제어 스위치 및 상태 감시를 위한 램프 및 경광등(3색)이 부착되도록 계획한다. 또한 현장조작반은 부식의 방지를 위하여 스테인레스 스틸(Stainless Steel)제로 계획한다.

2) 조명설비

- 조명 설비는 구조물의 형태, 규모 등을 고려하여 설비의 운영유지관리에 필요로 하는 조도를 확보하고 명시 조건에 적합한 광원 및 조명기구 형식을 적용하여야 하며, 하수처리시설 내외의 주위환경과 조화를 이루도록 하고 경제적이며 취급하기 쉽고 안전하여야 한다. 또한 조명 분전반 내부에는 서지보호를 위하여 SPD를 설치하도록 한다.

가) 광원의 선정

- 본 표에 명시된 사항은 참고용 예시이며 실별 조건에 더 부합되는 광원이 있을시 추가 적용할 수 있다.

실 명	적 용 광 원	비 고
사무실, 감시제어실, 전기실, 기계실 등 전반적인 명시조명이 필요한 장소	• LED등	• LED 램프는 옥내 및 옥외 구분 없이 하수처리시설 전체에 대하여 적용하여야 한다.
하수처리시설의 고천정 및 옥외등	• LED투광등, LED태양광보안등	
화장실, 창고 및 기타실	• LED등	

나) 각 실의 조도

- 하수처리시설의 조명은 명시위주 조명으로 높은 조도가 좋은 조명이 되지만 유지관리 및 경제성을 고려하여 조도 기준(KS A-3011)에 적합하도록 계획한다.

다) 조명기구의 선정

- 조명설비는 상시 및 비상조명, 외관 조명설비로 나누어 일정한 조도와 적당한 위치에 설치하여 적정 조도를 유지하도록 계획한다.
- 통합운영실은 파라보릭 루바를 갖춘 LED등을 설치하여 MONITOR 및 제어반에 반사되는 눈부심을 방지하도록 계획한다.
- 옥외조명은 공공하수처리시설 주변 환경에 적합한 램프를 사용하고 격등회로 구성 및 점멸방식은 자동(24시간 Timer) 및 수동조작이 가능토록 계획한다.

라) 비상조명

- 비상조명은 DC등 혹은 축전지 내장 비상등을 사용하여 운영실, 전기실, 출입구, 복도, 계단 및 필요개소에 설치하고 평상시에는 상용전원 사용, 상용전원 상실시 DC전원이나 내장된 축전지로 자동절환, 점등되도록 한다.

마) 전열설비

- 사무실, 제어실 등에 벽부형 또는 시스템박스를 설치하여 편의성을 도모하고 습기의 우려가 있는 장소에는 방습형으로 시설한다. 설치되는 모든 콘센트는 접지형을 사용하여 안전하고 사용에 편리하도록 계획한다. 기계실, 펌프실 등의 장소에는 유지보수를 위한 용접기용 전원함의 시설을 고려한다.

마. 비상발전기 설비

- 전력회사에서 공급되는 상용 및 예비전원의 정전사고에 대비하고 하수처리시설의 침수를 방지하기 위하여 비상 발전기설비로 유입펌프 및 부대설비에 전원을 공급하여 하수처리시설의 침수를 예방하도록 해야 한다.
- 하수처리시설의 경우 전원의 공급 신뢰도가 처리공정 및 시설의 운전과 유지관리에 미치는 영향을 종합적으로 검토하고, 수전방식의 적용에 있어 서로 다른 변전소 또는 동일 변전소에서 2회선(상용·예비) 수전방식으로 구성하고, 또한 비상용 예비전원설비를 구성하여 전력공급에 신뢰도를 유지하도록 계획해야 한다.
- 기존 설치되어 있는 비상용 발전기(3 ϕ 6.6[kV], 60Hz, 비상 2,500[kVA]/2,000[kW]) 재활용 또는 신설 비상용 발전기 설치 방안을 검토한다.

바. 무정전 전원장치(UPS)

- 하수처리시설의 안전한 기동, 운전 및 정지를 위하여 무정전을 요구하는 필수부하에 안정된 전력을 공급할 수 있도록 구성하여야 한다.
- IGBT 정류소자를 사용한 고효율 PWM 정류방식을 채택하여 제어 및 고조파 발생을 억제하고, 정상운전부하와 과도발생 부하를 고려한 용량으로 하며, 역변환부에서 발생하는 고조파 및 비선형 부하로부터 역류되는 제5, 7고조파를 제거하기 위한 여과기능을 구비하여 동일 전원계통에 접속되는

타 장비에 영향을 주지 않도록 계획한다.

또한, 각종계기, 표시램프 및 경보 등은 배전반 전면에 설치하고, 통합운영실에서 감사가 가능하도록 계획한다.
계측제어에 요구되는 UPS의 조건으로는 보수점검이 적고 연속 운전시간이 가능해야 한다.

- 정전시의 운전 지속시간이 길 것(Backup Time 30분 이상)
- 계측제어 장치의 기능을 발휘시킬 수 있는 전원의 질(전압, 주파수, 파형 등)이 보증될 것
- 정류방식은 고조파 내량이 우수하고 고효율의 정류 방식을 적용할 것이며, 무정전 전원장치의 전원공급 방식을 비교하면 아래와 같다.

<표 5.6-107> 무정전 전원장치(UPS) 전원공급 방안 비교

구 분	UPS 분산설치	통합 UPS 설치
설 치 방	• 중앙운영실 및 각 현장 전기실에 적정용량의 UPS를 설치하여 각각의 계측제어기기에 전원을 공급한다.	• 중앙운영실에 UPS를 1대 설치하여 처리시설내 모든 계측제어기기에 전원을 공급한다.
신뢰성	• UPS가 분산되어 있으므로 본 설계 개념과 일치한다.	• UPS의 고장이 전체 계측제어System에 영향을 미칠 수 있다.
경제성	• Cable 공사까지를 포함하여 비교할 때 UPS 1대 설치 때와 비슷하다	• Cable 공사까지 포함하여 비교할 때 UPS 분산 설치비와 비슷하다.
유지관리성	• 유지관리 개소가 많아지므로 불리하다.	• 좌향과 비교하여 유리하다.
시공성	• UPS 설치상의 문제는 없으며 기기전원공급을 위한 Cable량이 줄어 시공성이 좋다.	• UPS를 한곳에서 설치하여 모든 계측제어기기에 전원을 공급하여야 함으로 시공성이 좋지 않다.

사. 정보통신설비 및 소방설비

1) 전화설비

- 전화설비는 국선 인입용 관로구성, 주배선반(MDF), 또는 국선용단자함, 구내배선 및 단자함으로 구성하도록 계획한다.
- 하수처리시설내의 각 건물과 부서 상호간 및 하수처리시설 내외의 업무연락을 위하여 자동전화 교환설비를 계획한다.
- 국선 인입선로는 예비관로를 포설하며 설비의 구성과 시설은 통신관련 기준에 적합하여야 하고 장래 증설에 따른 확장이 가능토록 계획한다.
- 전화설비 단말장치는 음성통신과 데이터통신의 통합방식으로 계획한다.
- 인터폰 설비는 전화설비와 겸하거나 필요시 통합운영실, 전기실, 사무실 등에 전화의 보조수단으로 상호 동시 통화방식으로 완전 통화가 가능한 인터폰 설비를 설치한다.
- 유지관리원과 외부 방문객 견학자의 편리성을 제공하기 위하여 하수처리시설 구내에 무선공유기를 설치한다.
- 건축물 연면적의 합계가 지하층 1,000㎡이상인 경우 구내용 이동통신설비를 설치한다.

2) 방송설비

- 방송설비는 증폭장치, 입력장치(마이크로폰, 카세트덱, 레코드플레이어, 라디오튜너 등), 출력장치(스피커)와 배선 등으로 구성한다.
- 방송설비는 일반방송과 비상방송 겸용으로 사용할 수 있도록 계획하며 일반 공지사항 전달과 비상방송에 의한 재난의 예방 및 BGM 방송 기능을 갖도록 구성하여 각 건물별 선택방송과 전관방송 및 비상방송이 가능하도록 계획한다.
- 스피커는 사용장소에 따라 콘형 또는 혼형을 사용하여 설치개소 수에 따라 집중방식, 분산방식, 집중 및 분산방식으로 설치 계획한다.

3) 방송공동수신 설비

- 관리동 옥상에 지상파 디지털 방송공동수신설비를 설치하여 건물내 각실에서 일반방송의 수신이 가능하도록 계획한다.
- 안테나는 혼선, 잡음 및 Ghost현상이 발생하지 않도록 전계방향을 고려하여 설치하고 다른 통신선, 강전류 전선 등으로부터 충분한 이격거리를 확보한다.
- 모든 수신기에서 Signal Level이 70dB 이상이 되도록 하여 양호한 화질과 음질을 얻을 수 있도록 설치한다.
- CATV 및 위성방송 수신이 가능하도록 예비관로를 계획한다.

4) 소방설비

- “소방시설”이란 소방설비 경보설비 피난구조설비 소화용수설비 그 밖에 소화활동설비로서 대통령령으로 정하는 것을 말며, 화재와 재난·재해, 그 밖의 위급한 상황으로부터 국민의 생명·신체 및 재산을 보호하기 위하여 화재의 예방 및 안전관리에 관한 국가와 지방자치단체의 책무와 소방시설등의 설치·유지 및 소방대상물의 안전관리에 관하여 필요한 사항을 정함으로써 공공의 안전과 복리 증진에 이바지함을 목적으로 한다.
- 소방설비는 관련 법규에 따라 적합한 시설이 되도록 하며 화재발생을 신속, 정확하게 탐지, 경보할 수 있도록 계획
- 소화설비 : 물 또는 그 밖의 소화약제를 사용하여 소화하는 기계·기구 또는 설비
- 경보설비 : 화재발생 사실을 통보하는 기계·기구 또는 설비
- 피난구조설비 : 화재가 발생할 경우 피난하기 위하여 사용하는 기구 또는 설비
- 소화용수설비 : 화재를 진압하는 데 필요한 물을 공급하거나 저장하는 설비
- 소화활동설비 : 화재를 진압하거나 인명구조 활동을 위하여 사용하는 설비

아. 전력 계통 제어설비

1) 개 요

- 전력계통의 각 주요 설비들은 통합운영실에 설치된 Operator Station의 키보드 및 모니터를 통하여 제어되며 아래 기기의 운전상태 및 주요 측정치들이 모니터상에 표시되도록 한다.
디지털 전력보호 감시 장치는 배전반에 취부 되어 각종 전기량(3상 전압, 3상 전류, 전력, 전력량, 역률, 주파수 등)을 계측, 표시하고 보호계전 기능(OCR, OCGR, OVR, UVR, OVGR)을 수행하는 장치로 중앙제어실 OS(전력감시/에너지모니터링)를 통하여 전력감시 및 제어가 가능하도록 통신 프로토콜을 개방하여 Data Link가 되도록 하여야 하며 필요시 통신장치를 공급하여야 한다.

- 22.9kV 수전 및 고압배전계통
 - 각 차단기 및 개폐기의 개폐상태
 - 각 측정치의 표시
 - 보호계전기의 동작상태
 - 최대수요전력제어

2) 경보 (Alarms)

- 전력설비 계통의 이상 발생시 모니터에 경보되어야 하며 또한 전동기 관련 경보는 해당 주기기 계통의 모니터에 경보되어야 한다.
 - 수전 계통으로부터 고압 및 저압 배전계통까지의 차단기 개폐 경보
- 수전 계통으로부터 저압 배전계통까지의 보호계전기 등 작동 경보
- 저압배전반 및 전동기제어반의 전기선로의 누전상태를 각 그룹별 또는 회로별 경보
- 기타 전원설비 계통 이상 경보 등

자. 보호설비

1) 보호계전방식

- 전기계통 또는 기기의 사고, 고장이 발생하는 경우에 이를 신속하고 정확하게 검출하여 사고의 범위를 파악하고 고장구간을 차단함으로써 전체적인 계통의 보호와 신뢰성을 높일 수 있도록 고려한다.

2) 보호대상

- 수전설비 : 단락, 과전류, 과전압, 지락, 부족전압, 뇌보호
- 변 압 기 : 내부고장
- 변압기 2차 모선(고압 및 저압) : 단락, 과전류, 과전압, 지락, 결상, 부족전압
- 부하설비 : 단락, 과전류, 과전압, 지락

3) 피뢰설비

- 낙뢰로부터 인명보호와 전력계통의 안전을 위하여 시설기준에 적합한 피뢰설비를 시설토록 계획한다.
 - 보호성능 정도에 따라 등급을 구분한다.
- 대상 건축물에 적용하는 피뢰시스템의 등급 및 보호에 관한 사항은 한국산업표준의 낙뢰 리스크평가에 의한다.
- 서로 접속된 구조물의 철근, 강제 철골조와 같이 항상 구조물 내부에 있는 도전성 재료의 자연성부재는 피뢰시스템의 일부로 사용한다.
- 철근콘크리트 구조물 내부에 있는 강체 철골조는 전기적으로 연속성이 있고 기계적으로 낙뢰전류에 대한 충분한 강도를 가지면 인하도선으로 사용한다. 다만, 전기적 연속성은 최상부와 지표레벨 사이의 전기적 저항 측정으로 결정하되 0.2 Ω 이하이어야 한다.

4) 접지설비

- 대지 전위의 상승을 제한하여 각종설비와 인명을 보호하고 시설의 안전한 운전을 도모할 수 있도록 관련법규에 적합하며, 전기, 통신, 피뢰설비 등 모든 접지를 통합하며 건물 내의 사람이 접촉할 수

01

02

03

04

05

06

07

08

있는 모든 도전부가 등전위를 형성하도록 통합접지로 계획한다. 접지저항 값은 최대한 낮게 설정하여 모든 전기·계측설비를 충분히 보호하도록 하며, 또한 인체 안전에 영향을 미치지 않는 인체 허용접촉전압값 이하가 되도록 설계하여야 하며, 접지공사 관련사항은 KS C IEC 60364-4-44 및 KS C IEC 61936-1의 10에 따른다.

5) 서지보호기(Surge Protective Device)

- 통합접지 계통의 건축물 내에 시설되는 저압 전기설비에는 과전압으로 인한 전기설비 보호를 위해 저압 수전설비 또는 변압기 저압측 주 배전반에는 I 등급 또는 II 등급 서지보호장치(SPD)를 시설한다.
 - I 등급 SPD에 요구되는 임펄스전류 I_{imp} 는 SPD 설치점에 발생 할 것으로 예상되는 뇌전류를 흘릴 수 있어야 함
 - II 등급 SPD는 인입선이 완전히 LPZ 0B 내부에 있을 때 또는 건물뇌격 및 인입선로 뇌격에 의해 SPD 고장 확률이 무시될 때 사용 할 수 있으며, SPD에 요구되는 공칭방전전류 I_n 은 예상되는 서지전류를 흘릴 수 있어야 함
- 낙뢰, 유도뢰, 이상전압으로부터 인명과 기기보호를 위하여 서지보호기는 다음 사항을 만족하여야 하며, 국제표준규격(IEC, NFC, UL 2nd, CE, VDE, ITU) 인증을 받은 제품을 사용하여야 한다.
- 가능한 낮은 잔류전압 특성이 있어야 한다.
- 인입선 라인에는 낙뢰, Surge 전류에 대한 방전 능력을 갖추어야 한다.
- 장비 설치에 피해를 주지 않아야 한다.

차. 에너지 절약 방안

- 배전반의 설치위치는 부하의 중심에 배치하여 배전 손실을 경감토록하고 역률개선 설비를 설치하여 설비의 효율을 높이고, 전력요금을 경감토록 하며 설비용량의 여유도를 증가시킴으로서 경제적인 시설이 되도록 한다. 또한 설비운전의 자동화를 통하여 최적의 운전이 이루어지도록하며 고효율의 광원을 채택하고 적절한 요구조도를 선정함으로써 조명설비에 대한 에너지 절약을 도모한다.
- 동력부하의 운전특성을 고려하여 인버터 등의 에너지 절약형 기기를 채택토록 계획하고 가로등 및 구내 옥외보안등설비는 경제성 및 미적효과를 고려하여 LED 및 태양광 보안등 등과 같은 고효율 에너지 절약형 제품을 선정한다.

카. 기존 하수처리시설 철거시 정전시간 최소화 대책

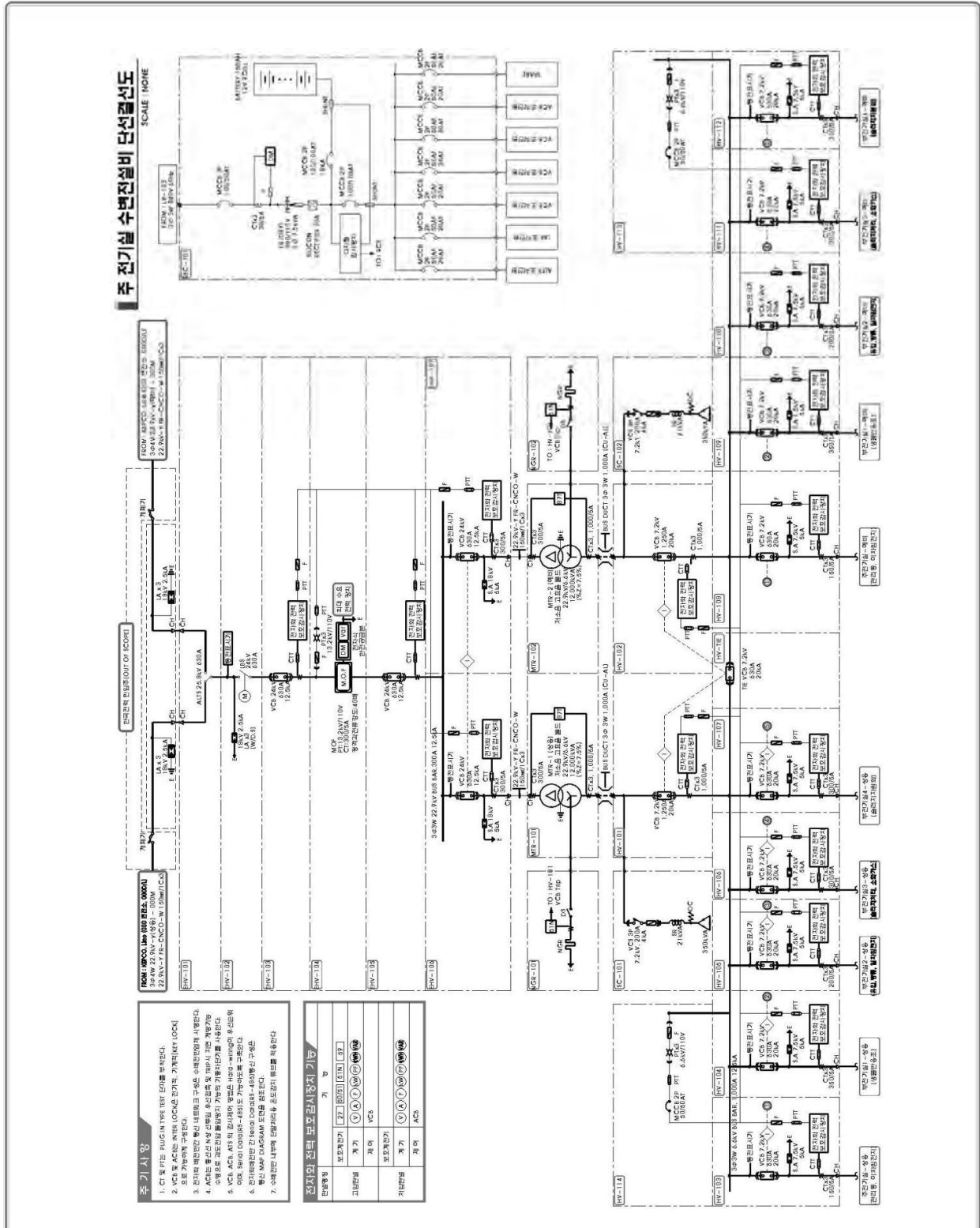
- 기 설치되어 운영 중에 있는 하수처리시설은 공사기간 중에도 가동이 중단되지 않도록 무중단 전력공급계획을 수립하여야 하며, 불가피하게 정전이 필요한 경우 정전시간을 최소화하여 처리운영에 지장이 없도록 계획하여야 한다.



<그림 5.6-10> 공사중 무정전 운영방안 계획(안)

타. 수변전설비 단선결선도

- 본 단선결선도는 참고용이며 설비구성, 종류, 용량 등을 고려하여 적합한 형식의 수변전설비를 구성하여야 한다. 또한, 설비별로 여유공간을 확보하여 장래분을 반영하여야 한다.



<그림 5.6-11> 수변전설비 단선결선도(예시)

6.5 계측제어설비 계획

6.5.1 사업개요

- 계측제어 설비는 소수의 운전원으로 전체 시설을 최적의 조건으로 감시, 제어할 수 있도록 최신 공정제어 설비로 구성되며 감시제어시설은 현장계측 및 제어설비로 구성하여 시설의 운전상태 파악, 안전운전, 운전 데이터의 수집관리, 처리시설의 고장발생 시 정확한 대응 및 에너지 절약과 운전경비 절감을 위하여 설비를 최대한 자동화하여 설치되어야 한다. 또한, 감시제어설비는 신뢰성, 안정성, 확장성, 경제성, 조작 및 유지관리성 등을 종합적으로 검토하여 반영토록 하며 체계적이고 효율적인 운영관리를 위한 공공하수처리시설과 관련된 통합관리 운영계획 및 지침, 기준 등을 반영하여 최적의 시설이 되도록 한다.

가. 사업규모

- 시 설 명 : 승기공공하수처리시설
- 시설용량 : $Q=270,000\text{m}^3/\text{일}$
- 위 치 : 인천광역시 연수구 능허대로 484(인천환경공단 승기사업소 내)

나. 공사내용

- 감시제어시스템 및 주변기기 ○ 중앙감시설비 ○ 중앙 및 현장제어설비
- 현장계측설비 ○ 무정전전원공급설비 ○ CCTV 설비
- 이설 및 철거공사
- 기존 중계펌프장 및 맨홀펌프장 통합관리시스템 구축
- 효율적인 처리운전을 위한 하수관로 유입유량 측정 시스템 구축
- 기타 경제적, 효율적 운영에 필요한 자동화 설비
- 하수처리시설의 안전하고 효율적인 운전을 위한 부대설비
- 상기 공사를 위한 각종조사, 설계, 제작 및 설치, 시험 및 검사, 시운전, 유지관리를 위한 기술지도 및 교육, 관련 인허가의 수행 등에 필요한 제반 사항

다. 제어목표

- 계측제어설비의 제어 목표인 기동운전, 정상운전 및 비상운전과 비정상운전을 통합운영실에서 원격으로 제어가 가능하도록 구성하고 무리한 자동운전 개념의 도입보다는 설비의 특성과 안전을 고려하여 제어설비에 의한 자동운전, 수동운전, Package 설비별 운전 방법을 적절히 혼합하여 합리적인 제어 설비가 될 수 있도록 계획한다.

라. 계측목표

- 계측기기는 동일 또는 동종의 목적에 대해서도 각 기기의 측정원리, 구조 신호, 특성, 형식 측정단위 등에 따라서 많은 종류가 있으며 각각의 기기에는 장단점이 있으므로 처리시설의 각 과정의 목적에 맞게 선정한다.

01

02

03

04

05

06

07

08

6.5.2 적용기준

가. 적용법령, 기술기준 및 표준

- 전기사업법 ◦ 전기공사사업법 ◦ 전력기술관리법
- 전기통신기본법 ◦ 전기통신사업법 ◦ 정보통신공사업법
- 소방기본법 ◦ 건설기술관리법 ◦ 전기용품 안전관리법
- 산업안전보건법 ◦ 한국산업표준(KS) ◦ 하수도 설계기준(환경부)
- 전기통신기술기준 ◦ 한국전기설비규정(KEC)
- 건축전기설비 표준시방서
- 한국전력공사 공급약관
- 공공하수도시설 설치사업 업무지침(환경부)
- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법
- IEC (International Electrotechnical commission)
- ANSI (American National Standard Institute)
- JIS (Japanese Industrial Standard)
- NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- NEC (National Electric Code)
- JEC (Japanese Electrotechnical Committee)
- ISA (Instrument Society of American)
- ASTM (American Society for Testing and Materials)
- EIA (Electronic Industrial Association)
- OSHA (Occupational Safety and Health Act)
- ISO (International Standardization Organization)
- 기타 관련 법규, 코드 및 기준
- 위의 적용 법령, 기술기준 및 표준은 별도로 규정하지 않으면 최근 제정된 것을 적용한다.

6.5.3 감시제어설비의 계획

가. 감시제어설비의 구성

- 하수처리시설의 시설 전체를 원활하고 효율적으로 운영하기 위한 감시제어 시스템의 구성으로는 전체 하수처리시설 및 관련시설의 운전 상태를 종합 감시하기 위한 중앙감시설비, 하수처리시설의 각종 부하설비를 효율적으로 제어하기 위한 중앙 및 현장제어설비, 처리시설의 필요한 계측항목에 대하여 양적·질적인 계측을 통하여 신뢰성 높은 감시 및 제어를 수행하기 위한 현장계측설비, 시설의 운영 및 안전관리를 위하여 화상감시가 가능한 CCTV설비, 그 밖에 처리시설의 경제적이고 효율적 운영을 위하여 필요한 자동화설비 등이 있으며, 각각의 시설은 안정된 신호의 전송 등을 통한 유기적인 구성으로서 최적의 기능을 발휘하도록 하여 시설의 목적 달성에 합당한 시설이 되도록 구성한다.

나. 감시제어설비의 계획

1) 감시제어시스템 검토

- 감시제어설비 형식으로는 분산제어설비(DCS)와 컴퓨터 및 PLC 설비를 이용한 형식이 있으며, 각 형식을 검토하여 하수처리시설의 감시제어에 적합한 형식을 계획한다.

<표 5.6-108> 제어시스템 비교

구 분		PLC + 산업용컴퓨터	DCS
구 성 개 요		• 공장 자동화용으로 개발된 시설로 Operator Station은 범용 Computer, Controller는 PLC를 조합구성	• 공정제어용으로 개발된 시설로 Operator Station 및 Controller를 DCS 전용제품으로 구성
주 장 치		• 범용컴퓨터를 기반으로 사용자가 프로젝트 특성 및 규모에 따라 설치하는 시스템	• 범용컴퓨터를 기반으로 제작사에서 전체 시스템의 안정을 확보하는 보증된 시스템
설 비 능	Down Loading	• 가 능	• 가 능
	제어기능	• Logic전용의 Controller로서 Sequence 제어 기능이 우수 • 연속제어 기능이 다소 취약	• Sequence 제어가능 • Loop제어, 연산 Feedback 제어 기능이 우수함
	프로그램 언어	• 단순명령에 의하므로 간단한 교육으로 작업 가능	• High Level 언어이므로 전문교육이 필요
Operating System		• MS-Windows OS를 적용, 사용이 편리하여 장래확장이 용이	• 대부분이 OS가 UNIX를 기본으로 하고 있으며, 확장시 타 기종과의 통신이 자유 롭지 못함
개 방 성		• 대부분 개방적인 System임	• 대부분 폐쇄적인 System임
유 지 보 수		• 부품의 범용화로 신속한 유지보수 가능	• 고장시 신속한 부품 조달이 어려움
특 징		• 근본목적이 시퀀스제어용으로 개발되었고, 제어 대상이 약 1500 포인트 이하에서는 DCS에 비하여 경제적	• ANALOG, PID 및 LOOP제어에 우수하므로 정유, 화학 플랜트 등에 주로 적용이 되고, 제어대상 수량이 많을수록 타 시설에 비하여 경제적

01

02

03

04

05

06

07

08

2) 감시제어방식 선정

- 하수처리시설을 효율적으로 운영 및 제어하기 위하여 대규모에 적용하는 분산 제어와 소규모에 적용하는 집중제어방식으로 구분할 수 있으며, 각 방식을 비교 검토하여 하수처리시설에 적합한 방식을 계획한다.

<표 5.6-109> 감시방식의 비교

구 분	집중감시, 분산제어	집중감시, 집중제어
개 요		
구성기기	• 운전용 컴퓨터 및 주변장치, UPS전원, 현장제어장치	
현장제어장치	• 각 시설 단위별로 분산 배치	• 하수처리시설 1개소에 통합
안 정 성	• 고장시 해당 시설단위만 정지	• 제어반 고장시 전체설비 운전 불가
제 어 성	• 관련시설을 상호 연결 및 확인하여 조작할 필요가 있으므로 종합제어가 불가능	• 한 장소에 집중되어 관련시설 Data에 의한 종합제어가 가능
시 공 성	• 제어케이블 분산 및 선장 단축으로 시공 및 유지관리 용이	• 제어케이블 집중 및 배선길이가 길어 시공 유지관리 불편
확 장 성	• 분산되어 있어 각 시설의 확장단위로 기능을 추가 개선 가능	• 집중되어 있으므로 확장 시 기능을 정지시킬 가능성이 있으므로 초기에 증설을 고려
감 시 성	• 분산감시이므로 처리시설 전체의 일괄파악이 불가능	• 집중감시이므로 처리시설 전체의 일괄파악이 용이
유 지 관 리	• 감시실이 분산되어 있어 각 감시실마다 운전원이 필요	• 일괄 감시조작 이므로 운전원이 적어 경제적
적용규모	• 대규모 설비, 증설 고려	• 소규모
특 징	• 제어실 면적을 적게 차지하고 종합감시가 유리 하며 제어대상이 넓은 지역에 분포되어 있는 설비에 적용시, 효율적인 유지관리 및 경제적인 운용이 양호	• 설비가 하나의 장소에 집중 되어 관리측면 에서는 유리하나, 규모가 증가함에 따라 전선이 증가되므로 소규모 설비에 적용

- 감시대상이 비교적 많은 편이나 각 시설간의 유기적인 관련성이 적을 경우에는 분산감시 방식이 유리하지만, 하수처리시설의 용량, 유지관리성, 공정상의 유기적 관련성을 고려하여 중앙의 감시설비에서 운전감시에 필요한 주요 Data의 지시값 감시와 기기의 상세상태 및 이상 경보를 감시하는 집중감시방식으로 계획한다.

3) 신호전송 방식

- 하수처리시설의 효율적 운용을 위하여 각종 계측치 및 상태파악을 신속히 하는 것은 상당히 중요하다. 처리시설의 규모와 감시제어 시스템의 구성에 적합한 신뢰성 있는 방식으로 선정토록 하며 Data 전송방식의 경우는 이중화 전송 등을 검토하여 안정성을 높이도록 계획한다.

<표 5.6-110> 전송방식의 비교

항 목	직 송 방 식	Data 전 송 방 식
전 송 Data 의 신뢰성	• Data의 Check 기능이 없기 때문에 신뢰성이 낮다.	• Parity Check 및 Work Check등의 병용에 의해 진단하고 있기 때문에 신뢰성이 높다.
전송로의 사고	• 사고의 경우 전송로의 정보는 수집할 수 없게 되고 이상 전송상태가 될 때 까지 발견하지 못한다.	• 상시전송로의 감시기능이 있기 때문에 초기발견, 예비선으로 절환이 가능
정보의 전송속도	• 즉 시	• 1~수십 MB/1초
시스템 전체의 신뢰성	• 케이블이 많아지고, 중계 Relay가 많아지므로 System전체의 신뢰성이 낮다.	• 전송로 이상시에는 회선의 절환, 장치 이상에는 Back-Up 기능의 부가로서 전체의 신뢰성을 향상시키고 있다.
전 송 항 목 의 설	• 전송 케이블의 포설, Relay의 추가를 필요로 한다.	• I/O Card의 추가 및 Program의 변경을 필요로 한다. 단 전송 케이블의 추가는 없어도 된다.
공 사 기 간	• 길 다.	• 짧 다.
인 터 페 이 스	• 각 항목마다 필요하고 번잡하게 된다.	• Plant와의 신호연결은I/O Card에 의하고 계산기 Controller와의 Interface는 Data Link방식이 되어 간단하게 된다.
경 제 성	• 전송점수에 비례한다.	• 입출점수의 영향이 적다. • 점수가 많으면 유리

4) 전송매체 선정

- 통신용 Data Way는 중앙 및 현장설비 간에 데이터를 전송하는 장치로서, 기본적인 통신방식으로서 다음과 같은 장점을 감안하여 Ethernet LAN을 계획한다.
- 전송매체에는 광케이블, 동축케이블, UTP 등을 고려할 수 있으며 중앙과 현장간의 데이터버스는 고속도의 전송매체를 필요로 하며, 특히 장경간이 될 경우 노이즈 등의 전자기적 장애를 많이 받는 점 등을 고려하여 선정한다.

<표 5.6-111> 통신케이블 비교

구 분	동축 Cable	광(Fiber Optic) Cable
비교케이블	• 5C2V, 10C2V	• 다성분계 Fiber(62.5/125 μ m)
전송속도	• 1Mbps - 수10Mbps	• 다중모드 : 수Mbps - 100Mbps • 단일모드 : 수100Mbps - 수Gbps
전력선 전자유도	• 양 호	• 우 수
ITV 해상도	• 양 호	• 우 수
손 실	• 직류저항 손실 • 고주파 전송시 표피효과 손실 1Km 당 1/2씩 에너지 감소	• 고유손실(제조시 발생) • 접촉손실 • 마이크로 벤딩 손실 (외력에 의해 발생)
전송 지연	• 15 μ sec/Km	• 5 μ sec/Km
전송 거리	• 제한적	• 장거리, 고속, 광대역
특 징	• 자기 간섭에 강함 • 단거리 전송에 우수	• 광신호사용 전기적인 간섭 전혀 없음 • 낙뢰위험 없어 전송신뢰도 뛰어남 • 장거리 전송에 우수
적 용	• 단거리	• 장거리

5) 감시제어시스템의 기능

- 감시제어설비는 하수처리시설의 주제어 설비로 하수처리시설의 기동에서부터 완료시까지의 제어 및 비상정지까지 모든 제어를 자동으로 수행하며, 운전원이 감시제어를 원활하게 수행하기 위한 정보를 제공하며, 이를 관리하는 통합 제어설비로써 Human-Machine 인터페이스 장치인 운전자 전용 Operator Station, 제어 신호 및 I/O 신호를 위한 Programmable Logic Controller, 이들을 연결하는 Dataway 및 주변기기로 구성된다.

<표 5.6-112> 시스템의 기능

항 목		기 능
감시기능	Process 상태감시	• 감시제어 기기 동작 상태 • Data Way 상태감시
	각종 경보 감시	• Process 및 Alarm 감시 • 고장 정도에 따른 고장 분리 기능 • 시설정비 기록 및 입력 관리
	운전감시	• 기기별 운전 Trend 감시 • 계측기기 Graph 표시 및 상·하한치 감시 • 전력수요 감시 및 전기량 감시
제 어 기 능		• PID 제어, Cascade 제어, 비례제어, Program 제어, Sequence 제어, 기타 감시제어에 필요한 제어기능
Data 저장 기능		• 실시간 데이터 감시, 기록, 처리, 저장 및 프로그램 수행 제공 • Operator 조작 기록
Data 기록 기능	Alarm Print System	• 발생사건 Print 및 기록 • 사건의 내용, 발생시간, 해제내용, 해제 시간 Print 및 기록
	Data Logging System	• 일보, 월보, 연보 기록 • 계측기 각종 계측값 기록
비상 운전 기능		• 상위 Station Down시 시스템의 입력 Program에 의한 자동운전 기능
Engineering 기능		• Program의 작성 및 유지보수 • Program의 Down Load 및 자동 백업기능

<표 계속> 시스템의 기능

항 목	기 능
기기 보호 및 통신보안 기능	• 자기진단 기능 • 사용자 구분에 따른 보안기능
운전관리 기능	• 기기의 가동시간, 정지시간, 고장시간 및 복구시간 기록 • 기기별 고장이력 자동 기록
운영관리 기능	• 예방정비, 예비품 관리, 정보관리 기능
Data 전송 기능	• Data Way를 통한 Data 전송

6) 통합관리시스템 구축방안

가) 기존시설 현황

- 현재 운영은 집중감시·분산제어 방식으로 각 지구별(탈수동/송풍기동) 시설의 운전감시를 하고 있으며, 관리동 중앙제어실에서 집중 감시를 하고 있다.
- 관리동 중앙제어실은 주로 중계펌프장 및 맨홀펌프장 운영하며, 탈수기동 및 송풍기동에 각각의 제어실에서 탈수공정 및 수처리공정을 별도로 감시제어하고 있다.

나) 통합관리시스템 구축

- 통합관리시스템 구축범위는 신설되는 하수처리시설 및 하수관로 유입유량과 중계펌프장 및 맨홀펌프장이며, 신설되는 통합운영실에서 각 처리시설의 감시 및 제어가 가능하도록 구성하여야 한다.
- 하수도시설의 운영관리 및 유지관리의 용이성을 고려하여 신설 통합운영실에서 인천광역시 내 하수처리시설에 대한 통합 모니터링이 가능하도록 구성하여야 한다.
- 운영관리의 효율성을 고려하여 이원화 되어 있는 중앙감시설비를 관리동에서 통합 운영한다.
- 신설되는 하수처리시설이 정상운영 되어 기존 하수처리시설의 운전이 필요 없을 때까지 기존 감시제어 설비를 신설되는 관리동에 임시 이설하여 기존설비를 정상 운영되어야 한다.
- 통합운영실의 감시제어시스템은 하수처리시설의 모든 시설은 집중감시하고, 또한 수처리 및 슬러지처리 등 분산제어방식으로 계획하여야 한다.

6.5.4 CCTV 설비

- 통합운영실에 사용되는 CCTV 시스템은 24시간 연속적으로 하수처리시설의 실내외를 모두 감시하는 장비로 통합운영실에서 녹화 및 모니터링이 되도록 계획한다. 공정의 중요 Process 및 편의시설 외곽에 감시용 Camera를 설치하여 통합운영실에서 조작 및 모니터링이 가능하도록 하나의 시스템으로 구성한다.
- 옥외에 설치되는 모든 설비(카메라, 하우징, 회전기 등)는 전천후 옥외형으로 부식되지 않고 외부 충격에 강한 재질로 제작되고 하우징은 옥외 방수용으로 이중 덮개가 있고 THERMOSTAT로 작동되는 팬, 히터를 내장한다.
- 옥내에 설치되는 모든 설비(카메라, 하우징, 회전기 등)는 부식되지 않고 외부 충격에 강한 재질로 제작되고 하우징은 외부의 먼지 및 충격으로부터 보호할 수 있도록 한다.

6.5.5 계측기 설비

가. 개요

- 현장계측설비는 처리시설의 적합한 운영관리를 위한 기준이 되므로 안정된 하수처리의 관리, 에너지의 효율적인 운용, 약품 및 기름 등의 적절한 관리를 함과 동시에 하수도 설계기준 등의 관련 사항을 참조하여 각 기기의 운전제어 최적화를 도모하도록 계획한다.

1) 계측항목의 선정

- 계측기 상태 및 계측기 출력 신호
- Process의 자동, 연동제어 운전에 필요한 계측
- 운전상태의 감시, 기록에 필요한 계측
- 관리지표가 될 수 있는 Data의 지시, 적산 등에 필요한 계측
- 각종 설비의 원가 산출 등에 필요한 계측

2) 계측기기의 선정

- 내구성, 적응성을 가질 것
- 내부식을 갖출 것
- 선정된 계측항목의 목적에 적합한 측정방식, 구조, 특성을 구비할 것
- 유지관리가 용이할 것
- 가능한 기종의 통일을 기하여 호환성을 갖도록 할 것
- 적합한 세정장치 등을 구비하여 측정오차를 줄이고 계측의 신뢰성을 높일 것
- 장래의 확장성이 있을 것

나. 현장계측설비의 목적

- 현장계측설비의 선정을 위해서는 계측제어설비의 목적과 효과 등을 고려하여 결정토록 하며 다음의 사항들이 충분히 반영되도록 계획한다.

1) 계측

- 처리공정의 가동상황 파악
- 경제적인 운전관리 지침
- 안전관리
- 일상적 시험검사
- 조사연구를 위한 Data 수집, 자료작성

2) 제어

- 처리공정의 안정적 운영
- 정도의 보존향상, 수질관리의 간략화
- 작업속도와 능률의 촉진
- 작업의 용이화, 육체적 정신적 노동의 경감
- 유해한 작업의 실시, 안전위생의 유지향상

다. 현장 계측기기 적용

- 하수처리시설에는 처리공정에 적합하고 운영관리, 감시 및 제어기능의 수행에 필요한 현장계측기기를 선정하여 설치되도록 계획하고 필요시 고려되어야 할 사항을 반영하여 종합적으로 경제적인 시설이 되도록 계획하였다.

1) 유입펌프 제어

- 유입펌프장 수위계의 수위변화에 따른 유입펌프 운전대수 제어

2) 생슬러지 인발량 제어

- 인발유량 및 농도에 의한 생슬러지 일정 고품물량 자동인발제어

3) 잉여슬러지 인발량 제어

- 인발유량 및 농도에 의한 잉여슬러지 일정 고품물량 자동인발제어

4) 반송슬러지 인발량 제어

- 반송슬러지 유량 및 농도에 의한 생물반응조 MLSS 일정제어

5) 내부반송량 제어

- 내부 반송량과 질산염 농도에 의한 유량 제어

6) 호기조 풍량제어

- 호기조 DO량 변화에 따른 공기량 비율제어

7) 탈수기 공급슬러지 및 약품주입 유량제어

- 탈수대상 슬러지 공급유량 및 농도에 의한 약품주입 유량의 비례제어

8) 농축슬러지 인발제어

- 슬러지 계면 및 인발 타임에 의한 농축조의 자동인발제어

9) 운영관리를 위한 주요계측 항목

- 유입하수 유량, pH, 온도
- 생물반응조 pH, ORP, DO, MLSS
- 방류수 유량, TOC, T-N, T-P, pH, SS
- 하수관거 유입유량계
- 기타 처리시설에 필요한 계측

라. 주요 기자재 비교

1) 유량계

- 현장 수질을 고려한 우수한 유량계를 선택하되 다음을 고려한다.

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 5.6-113> 유량계 비교

구 분	전자유량계	초음파다회선 유량계	레이더식 유량계
측정대상	• 상·하수	• 상·하수	• 상·하수
측정원리	• Faraday법칙	• 유속에 의한 초음파전파속도 변화	• 면적, 유속 환산식
검출요소	• 기 전 력	• 시 간 차	• 유속, 수위
정 확 도	• $\pm 0.5 \sim 1\%FS$	• $\pm 1.0 \sim 1.5\%FS$	• $\pm 2\%FS$
측정범위	• 50~300 : 1	• 20~30 : 1	—
적용대상	• 유입수, 방류수	—	• 유입수, 방류수
측정범위 변 경	• 유속 Span이 0.3~10m/s	• 좌 동	• 유속 Span이 0.15~18m/s
압력손실	• 무	• 무	• 무
필 요 직 관 장	• 상 류 : 5D • 하 류 : 3D	• 상 류 : 3D • 하 류 : 필요없음	• 상 류 : 5D • 하 류 : 3D
수로 형태	• 관	• 관, 개거암거	• 관, 개거암거

2) 수위계

○ 수위계는 각종 현장에 적절한 종류를 선택하되 다음을 고려한다.

<표 5.6-114> 수위계 비교

구 분	초음파식	레이다식	플로트식
외 형			
측정원리	• 반사된 초음파 펄스가 수신되기까지의 시간을 측정하여 수위로 환산하는 방식	• Radar(마이크로파)를 방출하여 검출 표면으로부터 펄스파가 반사되는 시간을 통해 거리를 계산하여 전기신호로 변환	• 액면의 변화에 따라 Guide Pipe 내부 저항값의 변화를 측정하여 수위로 환산하는 방식
특 징	• 측정 유체와 직접적인 접촉이 없다. • 고장이 적다. • 유지보수가 간단	• 신호의 직진성이 좋음 • 외부환경(바람 등) 영향을 비교적 받지 않음 • 온도차에 의한 결로현상으로 인한 오차를 방지할 수 있음 • 측정 범위가 넓음	• 경제적 • 유지보수가 간단 • 부식성 환경에 약함 • 와류나 흐름의 영향을 받아 방파관이나 방류벽 등을 설치할 필요가 있다

3) 농도계

○수질 성상을 고려하여 선택하되 아래 표를 참조하여 선정한다.

<표 5.6-115> 농도계 비교

구 분	초음파식 농도계	광산란방식 농도계	소포식 농도계
외 형			
측정원리	• 단관에 초음파 센서 삽입시켜 각 송신자에서 발사된 초음파가 유체에서 감쇄되어 수신자에게 전달, 초음파 감쇄량의 정도 연산해서 슬러지 농도 측정	• 레이저 광원의 산란광량을 연산하는 방식으로, 측정값이 안정적이고, 수중부유물질 내에서 기존 MLSS 측정원리와 유사하여 정확도가 높음.	• 주기적으로 일정량 SLUDGE SAMPLING하여 SLUDGE 중의 기포를 실린더로 이용하여 가압제 거한 후 초음파식 같은 방법으로 농도 측정
측정방식	• 초음파 감쇄 방식 (Double Beam)이상	• 광산란방식 (Dual 수광부)	• 초음파 감쇄방법
측정범위	• 0~20%	• 0~5%	• 0~2% 또는 0~10%
특 징	• 초음파를 Double Beam (송신자 2개, 수신자2개)으로 사용하여 도전율의 단점을 상당부분 보완 및 색영향을 받지 않음 • 온도센서 내장으로 온도차에 의한 값의 변화 자동보상 • 연속측정이 가능함 • 측정정도 우수 • 설치가 용이(수평, 수직) 유지관리 편리	• 슬러지 성상에 따른 측정오차 적음 • 운전중 검출기 탈착 및 세정이 간단하고 측정정밀도가 높음 • 연속측정이 가능함 • 검출기 특정창을 통한 내부슬러지상태파악 가능 • 바이패스관 없이 유지보수 편리 • 바이패스관 불필요 • 시공비 저가	• 슬러지 부착 염려가 없음. 세정이 필요함 • 연속측정 불가능 ROCESS에 영향 미칠수 있음(최단시간 4분에 1회측정) • 측정 Range의 변경을 위해서 특정소자의 교체를 해야 하는 경우 있음 • 보수용품(마모자재)을 항상 비치하여야 함 • 설치 복잡하여 유지관리 불편

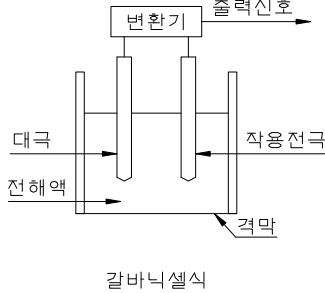
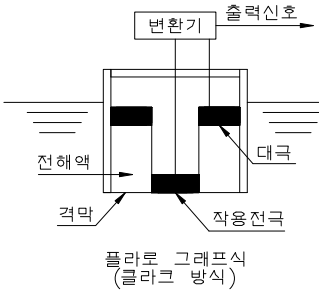
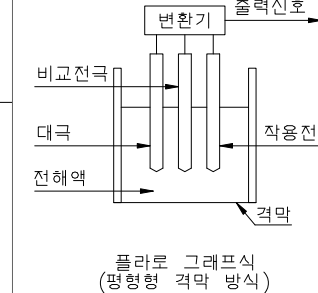
4) DO계

○수질 성상을 고려하여 선택하되 아래 표를 참조하여 선정한다.

<표 5.6-116> DO계 비교

구 분	갈바닉셀 식	폴라로그래프식 (클라크방식)	폴라로그래프식 (평형형 격막방식)
측정정리	• 건전지와 같은 원리로 전해액 중에 귀금속으로 된 이종의 전극을 침적하고, 폐회로를 구성하면 환원방응이 일어나 산소의 농도에 비례하는 전해전류가 흐르게 되며 이 전류를 증폭 변환하여 측정하는 방식임	• 대극 및 작용전극으로 구성된 전극간에 전위를 인가, 산소 분자를 물로 환원하는 반응을 행하면 산소의 농도에 비례하는 전해전류가 흐르게 되며 이 전류를 증폭 변환하여 측정하는 방식임	• 대극 및 작용전극 및 비교전극으로 구성된 전극간에 전위를 인가, 산소분자가 환원하는 반응으로 흐르는 전해전류와 환원산소와 같은량의 산소가 발생한다. • 이전류를 증폭 변환하여 측정 하는 방식으로 발생한 산소는 격막내.외에 돌아와 확산되므로 전해액과 시료수의 산소농도는 평형상태로 되는 원리를 이용함

<표 계속> DO계 비교

구 분	갈바닉셀 식	플라로그래프식 (클라크방식)	플라로그래프식 (평형형 격막방식)
측정범위	• 0 ~ 20mg/ℓ	• 0 ~ 20mg/ℓ	• 0 ~ 20mg/ℓ
구 성	 갈바닉셀식	 플라로그래프식 (클라크 방식)	 플라로그래프식 (평형형 격막 방식)
특 징	- 전해조 자체가 전지작용을 갖고 있기 때문에 가전압은 필요하지 않으나 전해전류를 증폭 변환하므로 신호감쇄가 생긴다. - 검출부는 충분히 교반시켜 정기적으로 격막표면의 세정이 필요함	- 지시전극에 극성을 부여하기 위하여 외부의 가전압이 필요 - 검출부는 충분히 교반시켜 기포가 발생하지 않아야 하고 정기적으로 격막 표면의 세정이 필요함	- 지시전극에 극성을 부여하기 위하여 외부의 가전압이 필요 - 검출부는 충분히 교반시켜 기포가 발생하지 않아야 하고 정기적으로 격막 표면의 세정이 필요함
세정방식	• 물, 초음파 또는 Air-jet	• 물, 초음파 또는 Air-jet	• 물, 초음파 또는 Air-jet

5) TOC계

◦ 수질 성상을 고려하여 선택하되 아래 표를 참조하여 선정한다.

<표 5.6-117> TOC계 비교

구 분	열연소산화 TOC계	열연소산화식 TOC계	자외선산화법식 TOC계
측정원리	• 시료를 가열로에서 무촉매 방식으로 완전 산화하여 산화시료를 검출기까지 운반 후 가스를 통하여 전달된 후 NDIR검출기에서 CO ₂ 의 총량을 검출	• 시료를 가열로에서 촉매 방식으로 산화하여 산화시료를 검출기까지 운반가스를 통하여 전달된 후 NDIR검출기에서 CO ₂ 의 총량을 검출	• 시료를 공기방울로 CO ₂ 를 제거하고 자외선이 조사되고 있는 반응조 내에 유입하면 유기탄소가 CO ₂ 로 변환하고 이를 NDIR검출기에서 CO ₂ 의 총량을 검출
측정방식	• 열연소산화법(무촉매)	• 열연소산화법(촉매)	• 자외선산화법
측정주기	• 15분 이내	• 15분 이내	• 15분 이내
측정범위	• 0 ~ 100, 200, 1000mg/L	• 0 ~ 100mg/L	• 0 ~ 30mg/L
측정정도	• ± 2%	• ± 2%	• ± 3%

6) T-N계

○수질 성상을 고려하여 선택하되 아래 표를 참조하여 선정한다.

<표 5.6-118> T-N계 비교

구 분	UV 흡광광도식 T-N계	자외선 흡광광도식 T-N계
산화반응장치	• 밀폐형 자연가압 산화반응기	• 가압 산화반응기
가열온도	• 100~150℃	• 120℃
측정방식	• UV 흡광광도법	• 자외선 흡광광도법
측정주기	• 60분	• 60분
측정범위	• 0~100ppm	• 0~100ppm
측정정도	• ±2%	• ±2%

7) T-P계

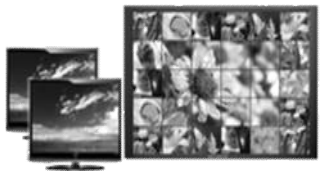
○수질 성상을 고려하여 선택하되 아래 표를 참조하여 선정한다.

<표 5.6-119> T-P계 비교

구 분	흡광광도식 T-P계	자외선 흡광광도식 T-P계
산화방식	• 가열 산화 방식	—
산화반응장치	• 밀폐형 자연가압 산화반응기	• 가압 산화반응기
가열온도	• 100~150℃	• 120℃
측정방식	• 흡광광도법	• 자외선 흡광광도법
측정주기	• 60분	• 60분
측정범위	• 0~20 ppm	• 0~20ppm
측정정도	• ±2%	• ±2%

마. 감시제어 설비계획

<표 5.6-120> 중앙감시반 비교

구 분	LED DID 방식	LED Cube DLP 방식	LCD DID 방식
외형도			
동작원리	• DID 패널에뒤에 LED back라이트가 설치되어 있어 균일한 밝기를 효율할수 있음.	• DMD 칩을 사용해 빛을 반사하 여 색을 표출 • 빛을 투과해 LCD 패널의 수명을 소진해 표출하는 방식이 아니기 때문에 열화현상이 발생하지 않음	• back라이트가 형광램프로 밝기를 표출 • LCD 패널은 화면 전체를 균일한 밝기로 일정휘도를 지원할 수 있는 백라이트가 필수적으로 필요

<표 계속> 중앙감시반 비교

구 분	LED DID 방식	LED Cube DLP 방식	LCD DID 방식
해상도	• 1,920 x 1,080(Full HD)	• 1,920 x 1,080(Full HD)	• 1,920 x 1,080(Full HD)
화면간격	• 0.88mm ~ 3.5mm	• 0.2mm ~ 1mm	• 5.3mm ~ 5.6mm
장비수명	• 60,000Hr(1일 24시간 기준)	• 60,000Hr(1일 24시간 기준)	• 40,000Hr(1일 20시간 기준)
특 징	• 해상도 및 명암도 우수 • 패널의 안정성 우수 • 설치 공간 최소 • 일반 TV 대비 안정적임	• DMD 칩의 내구성 좋음 • 유리한 화면 확장성 • 종래 UHP 램프에서 LED Cube 형태로 발전 • LED Cube 소모품 없음	• 해상도 및 명암도 우수 • 패널의 안정성 우수 • 백라이트 수명이 짧음 • 설치 공간 최소 • 일반 TV 대비 안정적임

바. TMS 설비

- 「물환경보전법 제38조의5 제1항」에 따라 방류 수질 TMS 설비를 설치한다.
- 「물환경보전법 시행령 별표 7」에 의거 TMS 구성 기기를 설치한다.
- TMS 설비의 구성시 다음의 지침을 준수하여 구성한다.
 - 물환경보전법, 환경부
 - 화학물질관리법 동 시행령, 시행규칙
 - 유해화학물질 취급시설의 설치·정기·수시검사 및 안전진단의 방법 등에 관한 규정 (환경부고시)
 - 유해화학물질 소량 취급시설에 관한 고시 (화학물질안전원고시)
 - 수질오염공정시험기준(환경부)
 - 한국환경공단 표준 업무처리 절차
 - 환경측정기기의 형식승인·정도검사 등에 관한 고시
 - 계측기기(pH, TOC, SS, TN, TP, 방류유량)

사. 서지보호장치

- 계측기기 보호용으로 전원용, 신호용, 통신용은 모든 계측기기에 설치하여 완벽하게 낙뢰 및 서지로부터 보호받을 수 있도록 한다.

아. 감시제어시스템 구상도

- 본 감시제어시스템 구성도는 참고용이며 설비구성 및 처리공법 등을 고려하여 적합한 형식의 감시제어시스템을 구성하여야 한다. 또한, 설비별로 여유공간을 확보하여 장래분을 반영하며 통합운영실에서 기존시설인 중계펌프장 및 맨홀펌프장을 감시제어를 할 수 있도록 구성하여야 한다.



인천광역시

6.6 생태·경관 계획

6.6.1 생태·경관계획 기본방향

가. 기본방향

- 도시지역에서 도시자연경관을 보존 및 복원하고 시민의 건강휴양 및 정서생활을 향상시키도록 상부 생태공원화 계획
- 생태계와 대체지 확충에 기여할 수 있는 공간으로서의 잠재성을 갖도록 함
- 복원방향과 관련하여 기술적 실현 가능성, 친환경적인 신기술 도입가능여부, 경제성, 생태성을 고려하여 계획하도록 함

<표 5.6-121> 계획방향 설정

구 분	내 용
구조적 안정성 확보	• 처리시설 상부에 조성되므로 본 구조물의 붕괴, 침하, 전도 등에 대한 구조적 안정성 확보 • 근계에 의한 구조물의 균열 또는 누수방지에 대한 안정성 확보
생태성 회복	• 주변지역 환경과의 조화로운 시설 및 식재계획 수립 • 지역의 생태적 특성에 부합하는 수종선정
LID적용 수순환 확보	• 다양한 형태의 체류지, 습지 도입을 통해 환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있도록 LID기법 적용
생태교육 기능 강화	• 생태연못 또는 물 홍보를 위한 시설도입을 통해 생태교육의 기회 제공 • 처리장을 홍보할 수 있는 교육의 장과 재생에너지를 활용한 생태교육프로그램 조성 • 지역주민 교육 프로그램 유도를 위한 주 진입부와 연계되는 내부 동선계획 수립
연계 이용성 강화	• 복개상부공간에 지역주민들, 동호인들이 함께 이용할 수 있는 다양한 활동을 할 수 있는 다목적 공간 조성 • 주변 공원녹지 자원과 유기적인 연계가 될 수 있도록 계획

6.6.2 식생복원 계획

가. 기본방향

- 대상부지 주변의 식생현황을 면밀히 검토 후 연계성이 있는 수종을 선정
- 식수대를 통한 토심확보와 마운딩 조성을 통한 공간구성을 계획하고 다층식재 계획을 도입
- 상록수와 낙엽수의 적절한 조화 및 자연친화적인 다층구조로 식재
- 식재 대상지의 환경조건에 잘 적응할 수 있는 수종 선정
- 병충해가 적고 관리가 용이한 지역의 향토수종 도입
- 공간별 특성 및 기능 최대화할 수 있는 식재 계획
- 기존 사업부지에 식재되어 있는 수목 조사 및 이식 적정 여부 검토
- 주변 환경에 의한 악취발생에 대한 향기유발 수종의 공간구성 계획 도입
- 지역 기후조건을 고려한 식재계획 검토

나. 이식수목계획

1) 기존수목현황

◦ 교목 개나리 등 40종 50,809주, 관목 느티나무 등 28종 4,946주로 조사됨

<표 5.6-122> 기존수목현황

성상	수목명	규격	수량	단위	비고
교목	개나리 등 40종	—	50,809	주	
관목	느티나무 등 28종	—	4,946	주	

자료) 인천환경공단 승기사업소 내부자료



<그림 5.6-13> 대상지 주변 식생 현황

01

02

03

04

05

06

07

08

2) 기존 식생자원 운영방안

- 기존 수목처리방안으로 부지내 이식, 전량폐기 및 신규식재 등 2가지로 구분할 수 있다.

<표 5.6-123> 식생자원 운영방안

구분	부지 내 이식	전량폐기 및 신규식재
장점	• 기존 수목 합리적 활용 • 공사비(수목자재비) 감축 • 생태적으로 가치 향상	• 공사 편리 • 신규 수목 도입으로 다양한 경관 연출 가능
단점	• 고사율이 높아 유지관리 필요 • 경관 연출 미흡	• 공사비(수목자재비) 증가 • 폐기물 처리로 환경문제
비고	신규 식재 시 [건축법] 근거	

다. 식재기반 조성 계획

- 식재기반은 양질의 토사로 조성하여야 하며, 수목생육심도 이상의 토심을 확보한 다음 그 조건에 맞는 수목을 설계토록 한다.
- 사전조사에 의해 식재지반이 불량인 경우 원지반은 반드시 식재가 가능하도록 사질양토를 수목생육가능깊이로 치환하도록 한다.
- 수목식재에서 필요로 하는 최소토양의 깊이는 특별한 경우를 제외하고는 다음의 생육심도를 표준으로 적용한다.

<표 5.6-124> 식물의 생육토심

식물의 종류	생존 최소 토심(cm)			생육 최소 토심(cm)		배수층의 두께 (cm)
	인공토	자연토	혼합토 (인공토 50% 기준)	토양등급 중급이상	토양등급 상급이상	
잔디, 초화류	10	15	13	30	25	10
소관목	20	30	25	45	40	15
대관목	30	45	38	60	50	20
천근성 교목	40	60	50	90	70	30
심근성 교목	60	90	75	150	100	30

자료) 조경설계기준 식재기반조상 KDS 34 30 10 일반식재기반 1.6.3 식물의 생육토심

- 사업지구안의 식물생장에 적합한 표토는 채집토록 요청하고, 식재공사의 기반조성에 사용토록 설계도서에 반영하여야 한다.
- 식재토심 확보를 위하여 필요에 따라 마운딩 처리를 계획할 수 있으나, 배수계획을 고려하여 조성하여야 한다.
- 식재지반이 배수불량일 경우 맹암거를 설치하여 배수를 원활히 하여야 한다.

라. 수종의 선정기준

(1) 수목의 생태적 특성을 고려한 수종선정

- 이식이 용이한 수종
- 병충해가 적고 관리가 쉬운 수종
- 생장속도가 빠르고 가지가 밀생인 수종

(2) 주변 환경과 조화되는 수종선정

- 지역 특성에 적합한 향토수종
- 주변 환경과 조화되는 수종선정

(3) 유지관리를 고려한 수종선정

- 구입이 용이한 수종
- 전지, 전정이 불필요한 수종
- 병충해의 피해를 최소화 할 수 있는 수종

6.6.3 자연환경보전 · 이용시설 계획

가. 기본방향

(1) 기능배분의 결정

- 시설간의 상관관계와 접근의 용이성, 하수처리시설의 기능 측면을 고려한다.
- 시설간의 활용빈도, 강도에 따른 기능의 차등화를 고려하여 배치계획 설정한다.

(2) 공간별 특성에 따른 배치

- 공간별 시설 배치는 이용집중에 따른 훼손을 최소화하는 방향으로 계획 수립한다.
- 용도와 위치가 기능에 적절한 균형을 이루도록 시설별 특성을 고려한다.

(3) 물리적 입지성의 고려

- 공공공간과 처리시설 공간과의 입지적 차이를 고려하여 유지관리가 용이하도록 계획한다.
- 인위적인 토공을 최소화할 수 있도록 부지정지레벨을 고려한 계획 수립한다.

(4) 기후변화에 대응하는 수순환체계 확립을 위한 LID기법 도입

- 빗물과 지표수의 침투를 촉진하기 위하여 빗물토양침투시설 계획한다.
- 대상지의 토양의 특성, 수환경 등을 파악하여 저영향개발 유형과 규모를 제시한다.

01

02

03

04

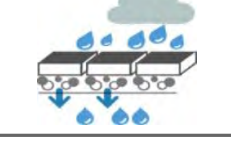
05

06

07

08

<표 5.6-125> 저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인(환경부)

LID기술요소	개념도	특징	적용위치
침투도랑		비점오염 저감 및 침투시간 지연 유출 저감 및 지하수 함양	부지 경계부
식생체류지 (빗물정원)		비점오염 저감 유출 저감 및 지하수 함양 열섬효과 예방	경관녹지대 및 녹지 핵심부
식생수로 (빗물도랑)		비점오염 저감 유출저감 및 지하수 함양	녹지대 외곽부
투수성포장		유출수 지하침투 및 지하수 함양 열섬효과 예방	광장 또는 탐방로

(5) 친환경 주민친화적 하수처리시설 기준 적용

- 하수도시설기준에 따라 동식물의 관찰 등을 할 수 있는 **관찰형**과 환경체험 및 학습, 환경교육, 공연, 전시, 놀이, 운동 등 이용자의 편의를 고려한 다양한 시도가 가능한 **이용형** 시설을 계획한다.

나. 자연환경보전이용시설 종류

- 대상지의 생태적 여건 및 특성을 고려하여 자연화 과정을 거칠 수 있도록 설치 목적별로 시설의 종류를 구분함

<표 5.6-126> 자연환경보전 이용시설의 종류

구분	주요시설 종류	비고
자연보전시설	생태습지전통마을, 숲, 야생화 동산, 인공서식처, 인공증식장, 온실, 보호펜스 또는 울타리, 생태어도, 야생동물이동통로	야생화 동산 인공서식처 보호펜스 및 울타리 야생동물 이동통로
순수관찰시설	관찰센터, 탐조대, 자연관찰로, 생태탐방데크, 관찰원, 전망대, 관찰오두막, 관찰벽	생태탐방데크 관찰원
체험·학습시설	생태교육센터, 생태학습원, 자연교육장, 야생조수관찰장, 생태학교, 토양·미생물자연관찰학습장	생태학습원 자연교육장 자연관찰학습장
전시·연구시설	전시관, 촉각전시관(장애인배려), 자연사박물관, 생태야생생물 등의 연구시설	-
이용·편의시설	방문객센터, 유모차 및 휠체어전용보도, 파고라 등 휴게시설, 예술·공예 갤러리와 생태의 결합공간	유모차 및 휠체어전용보도 휴게시설
관리시설	하수처리시설, 우수처리시설, 진입차단시설(펜스, 생물타리 등), 차도포장, 보안등, 스피서	진입차단시설

자료) 자연환경보전사업 설계 가이드라인(2015.12, 국립생태원)

다. 기능 및 배치기준

- 유인되는 동식물상을 관찰·학습할 수 있도록 적절한 조망점 및 관찰 위치를 고려하여 순수관찰 시설을 배치한다.
- 이용자의 동선을 고려하여 집합과 분산이 이루어지는 장소에 이용·편의시설을 배치한다.
- 교육활동을 지원할 수 있는 자연자원의 분포를 고려하여 시설 배치한다.
- 유지관리의 효율성을 감안하여 시설 배치한다.
- 어린이들을 위한 자연학습, 친환경 재생에너지에 대한 체험할 수 있는 체험·학습시설을 배치한다.
- 처리수의 재이용 등의 생태시설 배치를 통해 생태교육의 장을 도모한다.
- 보행동선을 고려하여 인근 주민들의 휴식 및 휴게활동의 편리를 위해 출입이 용이한 곳에 이용·편의시설을 배치한다.

6.6.4 포장시설 계획

가. 포장재료 선정기준

1) 구조적 측면

- 주변 이용객 및 관광객의 이용을 고려하여 내구성이 강한 소재 선정
- 강도, 연성, 내마모성, 깨짐 등 하자발생의 우려가 적은 소재로 선정

2) 기능적 측면

- 쾌적한 보행감을 느낄 수 있는 재료로 선정하여, 장시간 보행에 대한 불편함을 최소화
- 미끄러움, 복사열, 반사 소음 등이 없는 소재로 선정

3) 경관적 측면

- 주변 자연경관과 조화를 이룰 수 있도록 자연소재 마감재 선정
- 시간의 경과에 따라 변질이 없는 재료를 도입

4) 유지관리 및 시공 측면

- 시공성이 우수하고 재료의 수급이 용이한 마감재 선정
- 하자 발생시 부분 보수가 가능한 재료의 선정

6.6.5 생태복원 계획

가. 기본방향

- 주변지역의 교통망과 접근성, 토지이용계획과의 상관관계 등을 감안한 기능적이고 효율적인 접근동선을 확보하고, 핵심·완충·전이 지역 성격에 적합한 시설 및 동선의 형식을 결정한다.

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 5.6-127> 공간구획 적용 개념

구분	주요내용
핵심지역	• 목표종의 서식지 조성 가능성이 높고 보존이 필요한 지역 • 생물 다양성을 보전하고 간섭을 최소화하여 생태계 모니터링과 파괴적이지 않은 조사연구활동 등이 가능한 지역
완충지역	• 핵심지역을 둘러싸고 있거나 이에 인접한 지역으로 환경교육, 레크레이션, 생태관광, 기초연구 및 응용연구 등의 건전한 생태적 활동 지역 • 방해 요소가 발생할 수 있는 동선과 근접한 지역
전이지역	• 지역의 자원을 함께 관리하고 지속가능한 방식으로 개발하기 위해 이해 당사자들이 함께 활용하는 지역 • 생태학습 및 체험 등이 이루어지는 친환경 공간 • 생태교육과 복원에 대한 인식 증진을 기대할 수 있는 홍보공간

나. 생태기반환경 복원 계획

1) 지형복원

- 사업의 목적상 지형의 조정이 불가피 할 경우 지형의 훼손을 최소화하면서 생태기반환경을 조성하는 방법과 조성 후 지형을 복원하기 위한 방법 등을 고려한다.
- 현재의 구조 조건 등의 조사결과를 토대로 구조적으로 안정되도록 지형을 복원하여 서식지를 조성한다.

2) 식생복원

- 생태적 기반환경에 적합한 다양한 자생 초본류 및 목본류를 도입한다.
- 식물들이 지속적으로 건강하게 생육하도록 환경을 복원하고 바람직한 천이과정을 통하여 자연친화적인 다층구조의 식물군락 조성한다.

3) 토양복원

- 지형과 토양을 동시에 고려해야 하며, 식재기반에 적합한 지형과 토양이 유지될 수 있도록 계획한다.
- 복원하고자 하는 곳의 토양이 답압에 의해 지나치게 단단해져 있거나 유기물질 부족 등의 문제가 있을 경우에는 자연토양에서 볼 수 있는 자연 표토 층의 토양 환경 및 입단 구조로 복원한다.

4) 수환경복원

- 확보할 수 있는 수원의 양을 분석하여 습지 및 기타 수환경 규모를 결정한다.
- 물의 공급 방안과 유입구·유출수 조성, 다양한 수심과 유속의 조성기법 등을 고려한다.
- 주변 자연환경과의 연계 혹은 인위적 간섭에 대한 보호 등의 목적을 위해 일정폭의 완충식생대를 조성한다.

6.6.6 유지관리계획

가. 기본방향

- 전정, 제초, 잔디깎기, 잔디 및 수목시비, 병충해 방제, 관수 및 배수, 지주목 재결속, 월동작업 등 조경수목의 전반에 관한 유지관리를 고려한다.
- 수목에 대한 유지관리를 고려하여 각 재료 본래의 질감과 특성을 유지할 수 있도록 한다.
- 수목의 성상, 수형, 생태적 특성 등을 고려하여 각각의 수목에 적절한 유지관리계획을 수립하여 효율적인 경관계획을 수립한다.

<표 5.6-128> 유지관리계획 기본방향

유지관리성	지역 및 향토성	경관성
• 생육환경의 안정화를 통한 저관리 방안 모색	• 이용자 안전을 고려한 무장애공간	• 생태지수의 최대화 • 친환경 소재 적용

나. 수목관리

<표 5.6-129> 월별 수목관리표

구분	공 종		월 별												비 고	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
수 목	전정	낙엽수	■	■						■	■			■	■	
		상록수					■	■	■		■	■	■			
	시비			■	■	■	■	■	■							
	관수					■	■		■	■						
	방풍/방한		■	■	■								■	■	■	
	보식		■	■	■									■	■	
	제초					■	■	■	■	■	■	■	■			
	병충해방제		■	■	■	■	■	■	■	■						

제6장 시운전 및 운영관리계획

1. 시운전 및 교육훈련 계획
2. 운영관리계획
3. 하수처리시설 유지관리계획
4. 친환경 주민친화시설의 운영관리방안
5. 유지관리비

제6장 시운전 및 운영관리계획

1. 시운전 및 교육훈련 계획

1.1 개 요

- 승기 공공하수처리시설 현대화사업은 설계·시공 일괄입찰 방식으로 진행되므로 입찰자가 제시하는 시설구성에 따라 시운전 계획 및 여건은 일부 달라질 수 있으나 본 기본계획에서는 무중단 운영을 고려하여 기존 시설 철거후 단계별 현대화시설 시공완료 후 무부하 시운전을 2개월 이상 시행하여 운영자에게 시설운영을 인계하고 전체 시설용량 $Q=270,000\text{m}^3/\text{일}$ 완공 후 종합시운전을 6개월간 수행하는 것으로 계획하였다. 시운전은 각 단계별 시공이 완료된 후 일정기간 무부하 시운전, 부하 시운전, 종합시운전과 운영요원 교육의 절차로 수행하여 시운전이 정상적으로 완료되어야 한다.
- 시운전의 목적은 공공하수처리시설로 유입되는 하수를 처리함에 있어 설계에 규정된 성능의 정상적인 가동 여부를 사전에 점검하고 발생된 문제점을 보완하여 각 기기, 설비 간의 연계 작동을 총괄적으로 검토하고, 각 처리시설의 처리효율을 확인하여 정상적인 처리를 위한 운전인자를 도출하고 향후 공공하수처리시설 운영 설치 목적에 적합하도록 최적의 상태가 되도록 운영하는 데 있다.

1.2 시운전 기본방침

- 입찰자는 적절한 시공계획을 세워 수처리시설 공사를 시행하고 시운전기간 중에는 주처리공정 및 생물반응조의 운전기술을 습득한 운전요원을 상주시켜 전체 하수처리에 지장이 없도록 하여야 하며, 수처리시설 공사가 완료되면 무부하운전 및 부하운전 등을 실시하고, 전체 공사가 완료되면 신뢰성 시험, 운영자 교육 등을 실시한 후 시설물을 인계하도록 하여야 한다.

1.3 시운전 조직구성

<표 6.1-1> 시운전 조직구성

구 분		담당업무
인천광역시 인천환경공단 공사팀 시운전 팀장 공법사 환 경 기 계 전기·계측	환 경	• Mass Balance 최적화 • 수처리 및 하수찌꺼기처리 공정제어
	기 계	• 기기의 효율적 운전조건 검토 • 기기부하 Test/Check List 확인
	전기·계측	• 기기부하 Test 및 계기 Setting • LOP/MCC/중앙연동/자동제어

1.4 종합시운전 절차

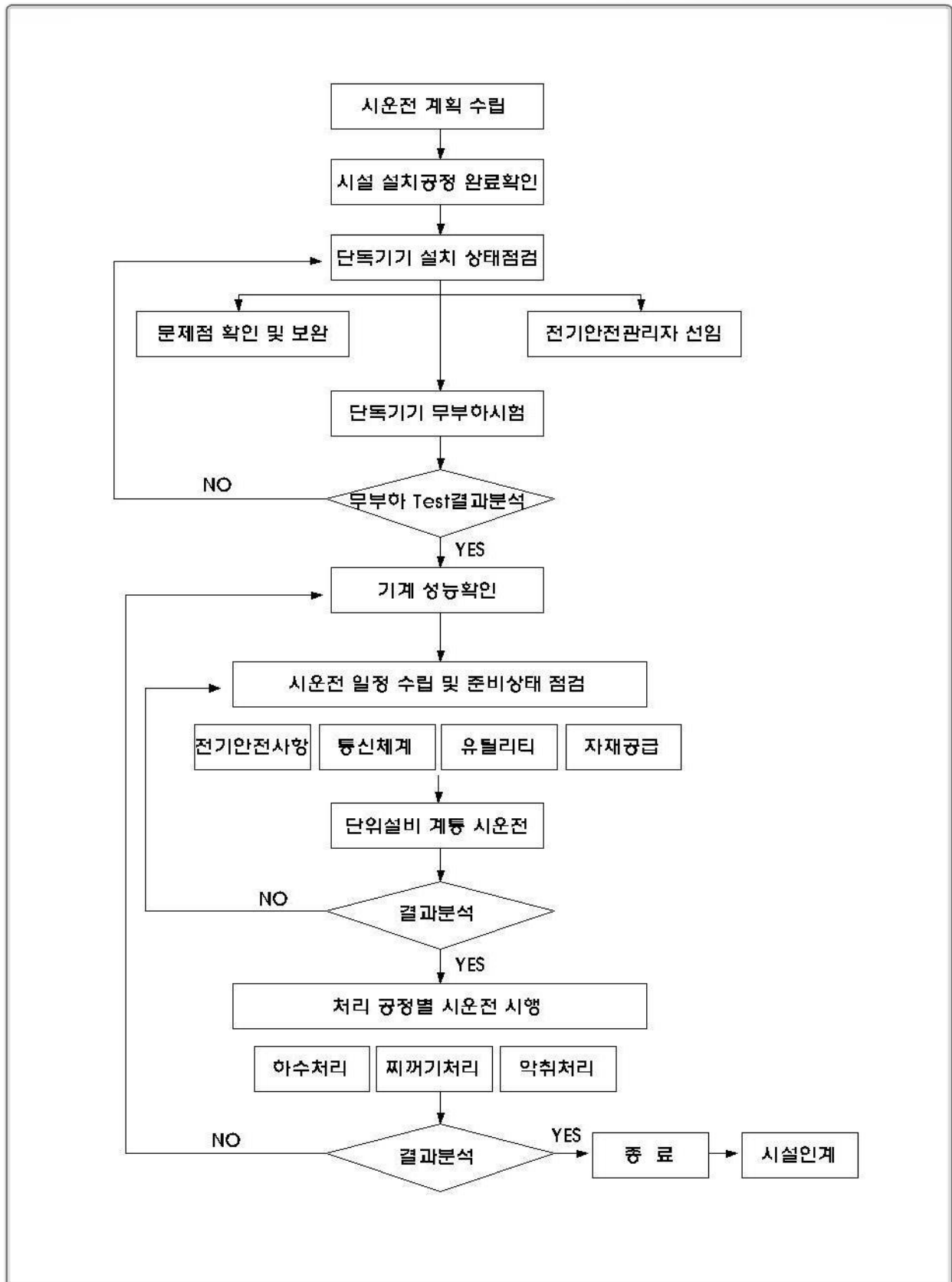
1.4.1 종합시운전 절차

- 입찰자의 단계별 현대화시설 설치계획에 따라 1) ~ 4)에 해당하는 무부하 시운전과 단계별 시운전 결과보고서 작성 및 인수인계를 완료하고
- 현대화시설 전체 시설용량 $Q=270,000\text{m}^3/\text{일}$ 완공 후 아래의 절차에 따라 종합시운전을 6개월 시행하여 최종 인수인계하는 것으로 계획하였다.

<표 6.1-2> 종합시운전 절차

구 분	수 행 업 무	비고
1) 각 기기별 단독 무부하Test(Local)	• Check List, Check Point에 의한 Inspection • Punch List 작성 • Punch List에 의한 수정, 보완	
2) 구조물과 기기의 연관관계 점검	• 관련된 설비 간 Interlock 신호에 의해 동작시험 실시 • Check List, Check Point에 의한 Inspection • Punch List 작성 • Punch List에 의한 수정, 보완	
3) 무부하 충수 Test	• 구조물 수밀 Test • 배관류 수밀 및 기밀 Test • 배관류 수밀 및 공압 Test	
4) 무부하 연동운전	• LOP(MOP)와 MCC와 Sequence Diagram Inspection • LOP(MOP)와 MCC와 Interlock Check • MCC와 제어반과의 Sequence Diagram Inspection • MCC와 제어반과의 Interlock Check • Punch List 작성 및 수정, 보완	
5) 부하시운전	• 생물반응조 관련 계측기 Calibration 및 운전상태 Check • Punch List 작성 • Punch List에 의한 수정, 보완	
6) 식종계획	• 기존 승기 공공하수처리시설에서 이송	
7) 수처리공정 정상화 및 안정화	• 하수의 간헐유입 • 유입부하량 조절 및 하수 연속유입 • 생물반응조 미생물 배양 및 활성화 유도 • 생물반응조 정상화 및 안정화 • 수처리 운전 Data 확보 및 해석 • 공법에 대한 객관적인 비교 Data 산출 • 공법에 대한 세부 운전인자 및 운전메뉴얼 확립	
8) 보고서 작성 및 인수인계	• 교육교재 작성 및 분야별 실무교육 • 시운전 결과보고서 및 유지관리 지침서 작성, 제출 • 운영요원 교육훈련 및 인수인계 - 각 분야별 이론 및 실무교육(각 기기 납품업체 및 설치업체) - 실험요원 이론 및 실무교육(시운전팀) - 중앙자동운전 System 교육(각 기기 납품업체 및 설치업체) - 각 공종별 운전지침 교육	

1.4.2 종합시운전 절차도



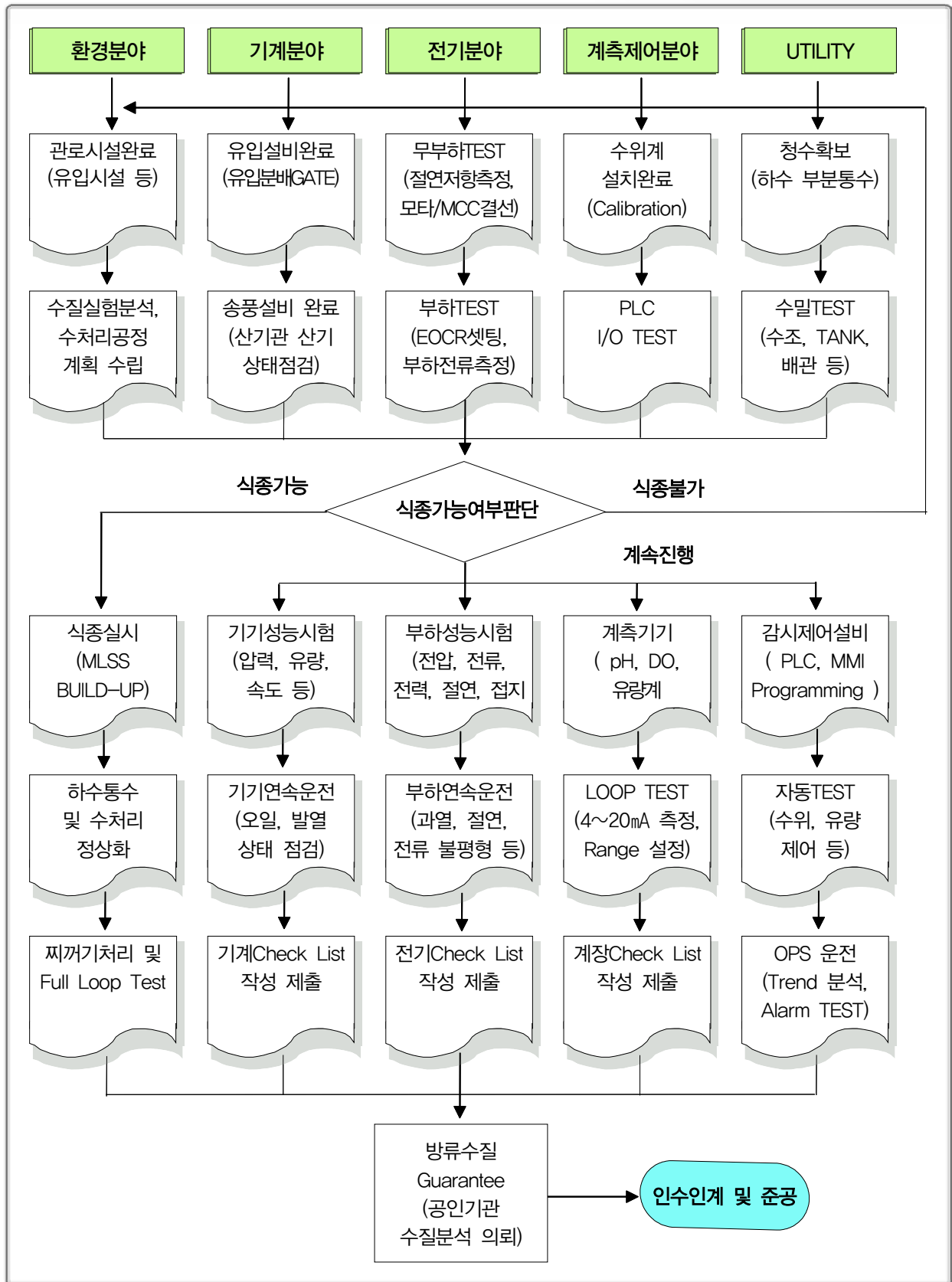
<그림 6.1-1> 종합시운전 절차도

1.4.3 단계별 세부 수행절차

제 1 단계 사전 준비단계	【공공하수처리시설】 □ 시운전일정 및 수행조직 편성 □ 운영요원 발령 및 배치 □ 예정공정표 작성 □ 각종 운영일지 작성 □ 가동 및 운전계획 □ 투입자재 공급계획 □ 전력공급(수전) 계획 □ 용수 및 유류계획 □ 생물반응조 식종계획 □ 탈수Cake 및 협잡물 처분계획	【찌꺼기건조시설】 □ 시운전일정 및 수행조직 편성 □ 운영요원 발령 및 배치 □ 예정공정표 작성 □ 각종 운영일지 작성 □ 가동 및 운전계획 □ 투입자재 공급계획 □ 전력공급(수전) 계획 □ 용수 및 유류계획 □ 주변 진행상황 파악 및 무부하 시운전 준비단계
제 2 단계 무부하 및 청수부하 시운전	□ 시설설치 상태 확인점검 □ 기기 가동상태, 배관, 전기 · 계측제어 점검 □ 구조물 누수, 수밀, 기밀시험 등 점검 □ 무부하 단독 및 청수부하 Test □ 설치 부대시설별 Test □ 관련 기기와의 연동시험	□ 시설설치 상태 확인점검 □ 기기 가동상태, 배관, 전기 · 계측제어 점검 □ 구조물 누수, 수밀, 기밀시험 등 점검 □ 무부하 단독 Test □ 설치 부대시설별 Test □ 관련 기기와의 연동시험
제 3 단계 부하 시운전	□ 하수유입(간헐 및 연속유입) □ 부하 Test □ 생물반응조 식종 □ 생물반응조 MLSS 증식 □ 수동 및 연동운전 □ Jar Test 시험 후 약품투입량 최적치 도출 □ 각종 기기류 운전조건 확보 및 보정 □ 수질분석 및 기록, 일지작성	□ 약품투입량 조정 및 전처리 공정 효율 검증 □ 기계, 전기, 계측제어 부하 테스트를 통해 부하 가동 상태 확인 □ 각종 기기류 운전조건 확보 및 보정 □ 찌꺼기분석 및 기록, 일지작성
제 4 단계 신뢰성(성능보장) 운전	□ 처리과정 효율분석, 기록관리 및 보고 □ 최적 조건설정, Mass Balance 조정운전 □ 수처리 및 하수찌꺼기 처리상태 안정 및 최적화 □ 탈취시설 안정화 □ 운영요원 신뢰성운전 및 교육훈련 □ 공인기관 수질분석 □ 법적기준치 및 설계목표치 보증 □ 시운전 결과 보고서 작성 □ 유지관리 지침서 작성 □ 공공하수처리시설 인수인계 □ 사후기술지도 및 자문	□ 최적의 운전 조건 설정, Mass & Heat Balance 조정 운전 □ 저장조, 공기압축실, 건조물 저장조실 등 처리공정 효율 분석 및 기록 관리 □ 운영요원 신뢰성 운전 및 교육훈련 □ 공인기관 찌꺼기분석 □ 종합 시운전팀 시운전 결과에 대한 기술이전 및 인수인계 □ 시운전 결과 보고서 작성 □ 유지관리 지침서 작성 □ 공공하수처리시설 인수인계 □ 사후기술지도 및 자문

<그림 6.1-2> 단계별 세부 수행절차

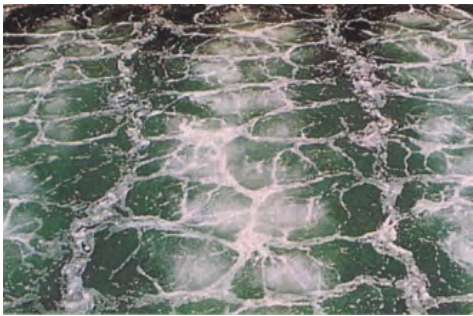
1.4.4 종합시운전 분야별 FLOW CHART



<그림 6.1-3> 종합시운전 분야별 FLOW CHART

마. 생물반응조 식종 개요도

<표 6.1-3> 생물반응조 식종 개요도

	• 생물반응조 산소공급용 송풍기의 회전방향 및 풍량, 풍량의 조정 등 부하시험 후 호기조 산소전달능력 TEST를 위한 간이 현장 산소전달시험 실시, 폭기 능력의 성능검증 실시
	• 생물반응조 식종을 위한 폭기를 실시하여 식종원의 순양을 위한 안정적 조건 확보 • 생물반응조 내 기기류 연속운전조건 확보 • 생물반응조 각종 기기류의 운전조건 확보
	• 생물반응조 식종 - 기존 승기공공하수처리시설 잉여하수찌꺼기 이송 - 초기 식종농도 약 2,000mg/l 확보 - 하수 간헐 및 연속유입 - 초기 운전조건 확보
	• 초기 운전조건 확보 및 MLSS 증식 • 물질수지에 의한 조정운전 • 유입하수량에 따른 단계별 부하율 조정 • 운전 조건의 안정화 및 정상화
	• 신뢰성 운전 • 물질수지 최적화(각종 운전인자 도출 등) • 운영요원 합동근무 및 교육훈련 • 공인기관 수질분석 의뢰 • 시설물 인수인계

1.5 수질분석 계획

○ 입찰자의 공법에 따라 제시하되 일반적인 실험항목 및 주기는 하수도 설계기준에 준한다.

<표 6.1-4> 시운전시 수질분석계획

구 분	분 석 대 상	분 석 항 목	비 고
일 간	유입수 및 방류수	BOD, TOC, SS, T-N, T-P, 수온, DO, 대장균군, 투시도, pH	1회
	1차침전지 유입수	BOD, TOC, SS	
	1차침전지 유출수	BOD, TOC, SS, T-N, T-P	
	생물반응조	MLSS, SV, MLDO, 미생물	
	반송수	BOD, TOC, SS	
	잉여슬러지	TS, VS	
	농축조	유입슬러지	
		상징수	
	소화조	유입&유출	
		조내슬러지	
		상징수	
		소화가스	
주 간	탈수케익	함수율, VS	1회
	유입수 및 방류수	NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, Org-N, 세제, 색도	
	생물반응조	MLVSS	
	반송수	VS, T-N, T-P	
	농축조	유입슬러지	
		상징수	
	소화조	유입&유출	
		조내슬러지	
		상징수	
	탈수여액	BOD, TOC, T-N, T-P	
월 간	탈취설비	H ₂ S, NH ₃	1회
	유입수 및 방류수	Cu, Pb, As, Hg, CN, Cr, FE, Cd, Mn, TCE, PCE, TU, n-Hexane 추출물질	

1.6 시운전 비용

○ 시운전 기간 동안에 발생하는 제비용은 입찰자가 부담하는 것으로 하고 입찰금액에 포함하여야 한다. 단, 하수찌꺼기 처리비(협잡물 포함, 운반비 미포함), 전력비 및 상수도비는 인천광역시가 부담한다.

○ 입찰금액에 포함해야 할 시운전비용은 다음과 같으며, 시운전 완료 후 인수 시에 연료,약품, 윤활유 등이 해당 탱크에 완전히 채운 후 인수되는 것으로 하고 이에 대한 제비용은 입찰자가 부담한다.

- 통신비
- 시운전 요원에 대한 직접인건비
- 약품비(필요시)
- 수질 분석비(약취포함)
- 기술비, 교육훈련비
- 시운전 결과 보고서 작성 및 인쇄비

1.7 교육훈련계획

1.7.1 기본 방침

- 승기 공공하수처리시설 현대화는 향후 운영자의 운영능력을 극대화하기 위하여 기초이론 및 실무 교육을 실시하여야 함.
- 현장중심의 실질적인 교육이 되도록 하여야 함.
- 설계자 및 제작사의 교육 필요시는 유기적인 협조를 통해 기술을 이전 받을 수 있도록 하여야 함.
- 향후 공공하수처리시설 운영 및 유지관리 분야의 기술자립화에 이바지 할 수 있도록 교육훈련 계획을 수립 하여야 함.

1.7.2 추진방향

- 이론교육 및 실무교육을 구분하여 실시
 - 이론교육 : 전문 강사와 설계자를 통해 처리시스템의 원리 및 공법에 대한 교육 및 기술이전
 - 현장교육 : 본 설계에 적용한 동일 공법의 처리시설을 견학하여 처리성능의 안전성과 정상 가동 여부 확인 및 운영 방법, 주요시설의 구조 등을 습득
 - 실무교육 : 현장 설치시설물의 구조, 기능, 유지보수 관리점검 등에 대하여 현장 시운전 기술자와 1:1 기술 이전방식으로 철저한 실무중심 교육 실시

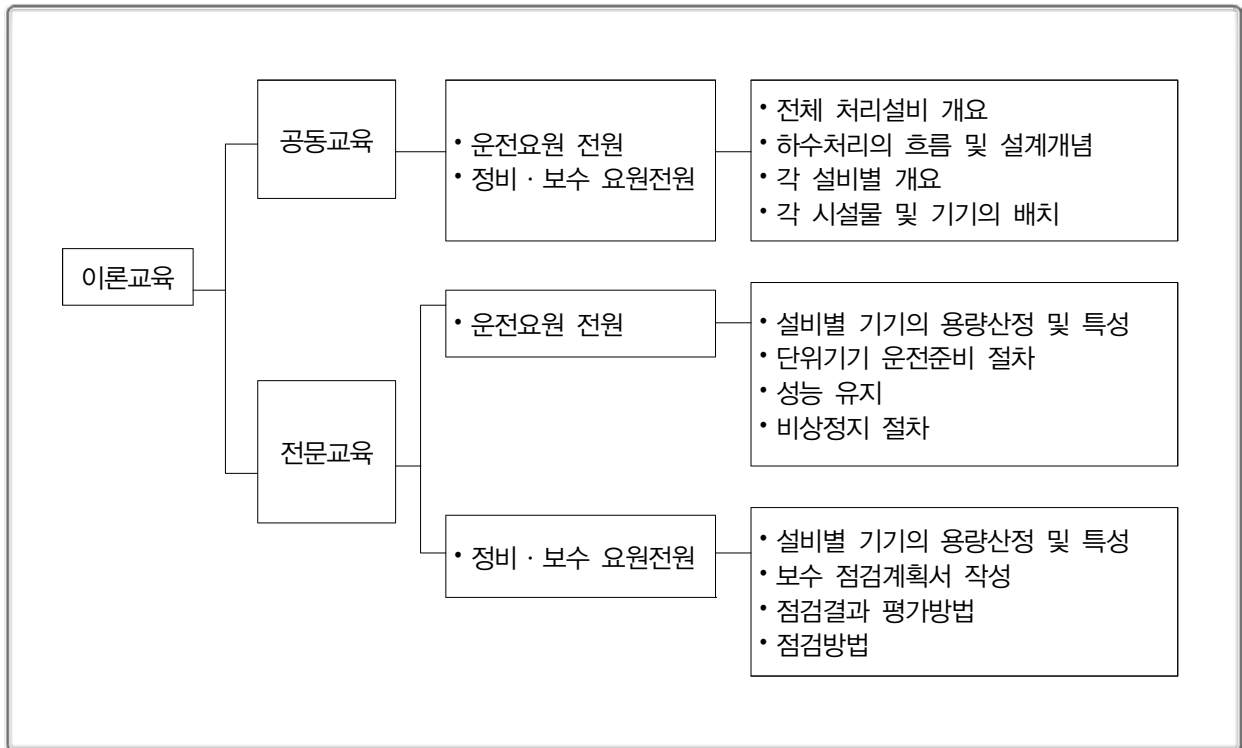
1.7.3 교육 훈련계획

<표 6.1-5> 교육 훈련계획

구 분	교 육 내 용	
공 정 기 술	• 하수처리 공법의 개요 - 공법의 특성, 설계요소 및 운영관리 기술	• 기계, 전기 및 계측제어설비 운영교육
운영관리 기술	• 운전기술 세부방법 • 합동근무 실시 - 정상운전 및 비상운전 방법 - 운전프로그램 설치 및 변경방법 - 자동운전 및 수동운전 방법	
제어설비 기술	• 정상운전 및 비상운전 • 프로그램 이상 발생 시 조치요령	• 운전 소프트웨어 개발배경과 기능 • 운전모드의 종류와 수정이론
유지보수 기술	• 기자재의 특성 및 운전	• 기자재 유지보수 및 현장교육
산업제어시스템의 사이버 보안기술	• 정보보호 개론 • 네트워크 입문 • 리눅스/유닉스 기초 • 윈도우 인프라 구축 • 클라이언트 보안 및 악성 코드 • 리버스 엔지니어링	• 시스템 해킹 및 분석 • 웹해킹 • 침해사고 분석 및 대응 • 최신 네트워크 공격 흐름 • 유해 트래픽 분석 및 대응

1.7.4 세부 교육훈련 프로그램

가. 이론교육



<그림 6.1-4> 이론교육 내용

나. 현장실습 및 방문교육



<그림 6.1-5> 현장실습 및 방문교육 내용

1.8 종합시운전 결과보고서

- 종합시운전 결과보고서는 다음 항목을 포함하여 작성·제시하여야 한다.
 - (1) 종합시운전 실시공정표
 - (2) 종합시운전 운영일지
 - (3) 종합시운전 참여자 명단
 - (4) 종합시운전 약품사용량, 수도비, 전력사용량 등
 - (5) 종합시운전 기기운전 보고서
 - (6) 종합시운전 사진대지
 - (7) 기계설비 CHECK LIST
 - (8) 기계설비 LEVEL 점검표
 - (9) 전기설비 동작시험 LIST
 - (10) 전기설비 TIMER, 설정기 등 설정표
 - (11) DATA 기록
 - 수전 전력, 펌프장 수위, DO, 각종 유량 등의 DATA를 정리하여 삽입
 - (12) 건축기계설비 CHECK LIST
 - (13) 각종 측정표(탈취풍량 조정측정표)
 - (14) 건축기계설비 LEVEL 점검표
 - (15) 건축전기설비 CHECK LIST
 - 각 계기의 조정·시운전 결과를 기록
 - 소방설비 검사결과를 정리하여 삽입
 - (16) 전기설비 TIMER 설정표
 - (17) 소음 및 진동 측정표
 - (18) 실부하에 의한 성능시험 성적표
- 시운전에 참여한 감독관, 시공사, 시운전업체 등 담당책임자를 시운전 보고서에 수록한다.
- 시운전 결과를 토대로 부하변동(저농도 하수유입 등)에 따른 운전방법, 각종 계측기기의 연동관계, 계측기기의 보정 및 유지관리방법 등을 작성하여 제출한다.

2. 운영관리계획

2.1 운영관리계획의 개요

- 하수도시설의 운영관리란 하수도시설에 대해 설계 시 정해진 성능이 정상적으로 유지될 수 있도록 시설물 사양에서 정한 운전방법으로 적절한 관리계획을 수립하여 처리시설물별 목적인 바 기능을 충분히 발휘시키고, 기능을 손상시키지 않도록 함과 동시에 시설을 보전시키기 위한 기술상, 운전상의 업무 계획이다.

- 본 계획의 운영관리의 목적은 효율적 조직 및 업무분담, 시설운영진단, 시설감시 및 제어 효율성 제고, 비상상황 대응훈련, 최적수질 상태 유지, 운영관리자 전문화를 이루는 것으로, 그와 같은 운영관리의 목표를 달성하기 위한 운영관리계획의 개요는 다음과 같다.

<표 6.2-1> 운영관리계획의 개요

구 분	운 영 관 리 계 획	
중 점 사 항	• 안정성 및 효율성이 고려된 경제적 설비 운영 • 성능유지 및 개선 • 근무체계의 확립	• 안전 및 위생 • 설비 운영의 경제적 관리 • 에너지 절감이 고려된 운영
인력 절감 측면	• 중앙 집중감시 및 분산제어방식 채택	• 시설 자동화
유지관리 측면	• 일상점검, 중간점검 및 정기보수 실시 • 비상대책 수립 • 각종 기기 성능에 대한 기록 및 분석 • 주기적인 하수성상 분석을 통한 적정운전 계획수립	• 과부하 운전방지 • 적정보수 예비품 확보 및 관리 • 운전일지 작성 및 분석
에너지 절감 측면	• 운전/부하변동에 따른 운전계획 수립	• 시설 자동화
근무체계 및 안전 측면	• 법정 유자격자 및 적정인원의 확보 • 지휘체통의 확립 • 설비의 안정성 및 작업환경의 안정성 확보	• 자질향상을 위한 정기적 교육 • 법령에 의한 규제 준수
대주민 협력체제 측면	• 존중 및 청취 • 시설견학을 통한 주민친화적 설비 정착	• 자료 제공을 통한 신뢰구축

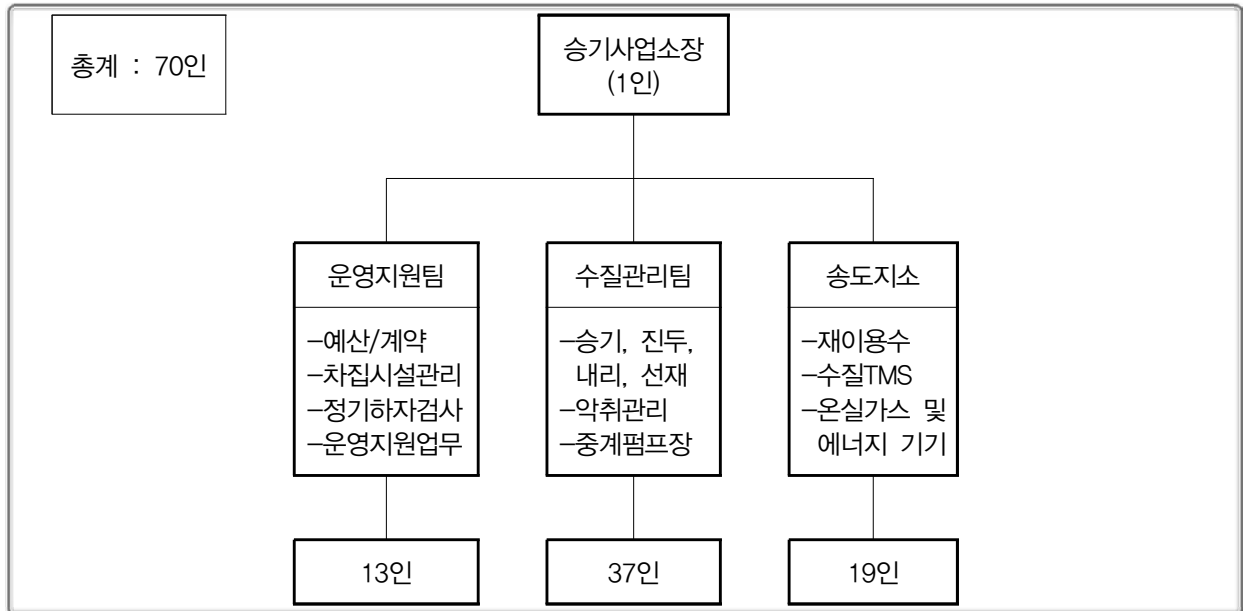
2.1 운영관리 인원계획

2.1.1 기구조직

가. 기본방향

- 승기 공공하수처리시설 운영계획을 고려한 적절한 운영인력 배치 계획 수립
 - 하수도 종합상황실 구축(시설자동화, 원격감시시스템, 중앙 집중감시시스템)을 통한 운영인력의 적정 방안 수립
 - 자동계측설비 도입 등을 통한 수질분석 및 운영인력의 절감방안 수립
- 운영, 관리의 일원화 및 집중화를 도모
 - 기기의 감시 및 조작은 관리동에서 모두 이루어질 수 있도록 통합 운영관리 시스템을 구축하고, 종합상황실에서 감시할 수 있는 방안 수립
 - 행정, 수질분석 및 공정관리의 일원화로 업무중복 방지
- Outsourcing을 통한 전문기술반 운영
 - 이상시 비상조치 및 보수는 Outsourcing을 통한 전문인력반 구성으로 처리시설 내 적정 인력 방안 제시
- 24시간 운영관리가 요구되는 시설은 1일 3교대 체제로 관리의 단절 방지

나. 기구조직



<그림 6.2-1> 기구조직

2.1.2 주요 업무내용

○ 기구조직에 따른 각 팀의 업무분담 내용은 운영관리시스템 체계를 감안하여 다음과 같이 계획한다.

<표 6.2-2> 운영관리 기구 주요 업무내용

관 리 조 직	업 무 내 용	비 고
승기사업소장	• 승기, 송도지소, 진두, 선재 하수 및 재이용시설 운영업무 총괄	
운영지원팀	• 계약정보공개 및 정기하자검사 관련업무 • 예산 및 계약, 지출, 급여 • 조경관리, 시설물 유지관리 및 차집판넬 업무 • 차집시설 관리 • 기타 관리업무	
수질관리팀	• 중앙제어실 운영 및 시설물 유지관리, 공정관리 • 진두, 내리 선재처리시설 시설관리 및 운영 • 중계펌프장 운영 및 유지관리 • 악취관리, 협잡물 처리, 준설, 유해화학물질 관리 • 기계 및 전기설비 운영, 관리 • 공정 설계 및 운영 • 약품관리, 방류수 재이용수 관리	
송도지소	• 재이용수시설 운영 관리 • 중앙전산반 수처리 유량제어 및 기계시설 확인 • 전기안전관리, 온실가스 및 에너지, 계측기기 현장 유지관리 • 중앙제어실 및 중계펌프장 점검, 보수	

2.1.3 인원계획

가. 운영인력 검토

- 현재 국내 운영 중인 하수처리시설 중 승기공공하수처리시설 처리용량과 비슷한 시설의 운영현황 검토
- 공공하수도시설 관리업무 대행지침(2018.10, 환경부)에 따른 운영인력산정 검토

1) 국내 운영중인 하수처리시설 운영인력 현황

- 현재 운영중인 유사규모 처리시설 운영관리인원 현황은 아래와 같다.

<표 6.2-3> 국내 운영중인 유사하수처리시설 운영인력 현황

구 분	안양 (석수포함)	의정부	군산	포항
시설용량 (만 m^3 /일)	25 (55)	20	20	23.2
운영관리	환경관리 (주)	자체	(유)대신환경개발, (주)하이엔텍	포항수질환경(주)
공법	CSBR	MLE	4-stage BNR	Bio-SAC
방류	안양천, 한강	종량천 한강	금강 서해	형산강
운영 인원	계	59(100)	31	38
	소장	1(1)	-	-
	관리	8(3)	14	-
	운영	50(96)	17	-
참조	운영25인 (발전설비4, 찌꺼기처리4, 건조시설 운영17), 관리4인(청소2, 경비2)	-	-	주52시간 +12인 요청중

<표 계속> 국내 운영중인 유사하수처리시설 운영인력 현황

구 분	시흥 (시화)	울산 (용연)	인천 (가좌)	고양 (일산)	비고
시설용량 (만 m^3 /일)	27.9	25	35	27	
운영관리	이산,대림산업, 환경관리(주)	자체	인천환경공단	(주)티에스케이워터	
공법	CNR, 표준활성슬러지법	DeNiPho	4-stage BNR, MLE응집	MLE	
방류	한강	낙동강	서해	한강	
운영 인원	계	47	52	40	38
	소장	-	-	1	1
	관리	-	23	8	5
	운영	-	29	31	32
참조	-	중계펌프장관리 13인 포함	주52시간 추가요청 예정	주52시간 추가요청 예정	관리 인원 (약19%)

나. 하수처리시설 운영인력 산정

1) 2014년 공공하수처리시설 운영관리실태분석 결과 검토

- 2014년 공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과(2015.10, 환경부)에서 10만톤~50만톤 미만이 42개소로 7.1%를 차지하였다.
- 2014년 공공하수처리시설 운영관리실태 분석결과(2015.10, 환경부)의 국내 공공하수처리시설 운영인력 현황을 살펴보면 2014년 기준 국내 공공하수처리시설에 근무하는 전체인력은 6,095인이며, 2013년에 비해 316인 (5.4%)증가
- 단위 운영인력은 평균 0.25인/천³m, 관리대행의 경우 0.27인/천³m, 직접 관리하는 경우 0.21인/천³m으로 나타났으며, 2013년에 비해 2014년에 0.01명/천톤 증가한 직영시설에 비해 0.03명/천톤 증가한 관리대행 시설의 단위인력 증가를 보인다.

<표 6.2-4> 시설용량별 공공하수처리시설 현황

구 분	계	1천톤/일 미만	1~5 미만	5~10 미만	10~50 미만	50~100 미만	100~500 미만	500 이상
시설수(개소) (비율, %)	592 (100)	123 (20.8)	184 (31.1)	78 (13.2)	123 (20.8)	30 (5.0)	42 (7.1)	12 (2.0)
용량(천톤/일) (비율, %)	24,515 (100)	82 (0.3)	428 (1.7)	531 (2.2)	2,806 (11.5)	1,996 (8.1)	8,788 (35.9)	9,884 (40.3)

<표 6.2-5> 운영방법별 운영인력 현황

구 분		시설수 (개소)	시설용량 (천톤/일)	운영인력(명)					단위인력 (명/천톤)
				계	행 정	기 술	기 능	기 타	
'14	계	587	24,469	6,095	429	4,291	915	460	0.25
	자치단체	140	7,603	1,594	77	644	674	199	0.21
	관리대행	447	16,866	4,501	352	3,647	241	261	0.27
'13	계	557	25,349	5,779	415	4,044	959	361	0.23
	자치단체	144	8,038	1,569	80	633	693	163	0.20
	관리대행	413	17,311	4,210	335	3,411	266	198	0.24

<표 6.2-6> 시설규모별 운영관리방식별 단위 운영인력 현황

연도	시설규모 (천톤/일)	평균 (합계)	1 미만	1~5 미만	5~10 미만	10~50 미만	50~100 미만	100~500 미만	500 이상
'14	운영인력(명)	6,095	203	810	557	1,579	588	1,301	1,057
	전체 단위인력 (명/천톤)	0.25	2.49	1.90	1.06	0.57	0.29	0.15	0.11
	직영시설 단위인력 (명/천톤)	0.21	1.82	1.11	0.75	0.60	0.27	0.15	0.11
	대행시설 단위인력 (명/천톤)	0.27	2.69	2.09	1.16	0.56	0.30	0.15	0.10
'13	운영인력(명)	5,779	175	718	534	1,469	589	1,248	1,046
	전체 단위인력 (명/천톤)	0.23	2.24	1.81	1.02	0.58	0.28	0.14	0.10
	직영시설 단위인력 (명/천톤)	0.20	1.64	1.39	0.66	0.55	0.28	0.16	0.10
	대행시설 단위인력 (명/천톤)	0.24	2.42	1.94	1.17	0.58	0.29	0.14	0.09

○ 2014년 기준 10만~50만톤의 단위인력에 따른 운영인력 산정시 0.15명/천톤 × 270천톤=41명

2) 국내·외 기술문헌에 의한 유지관리인원 산출

○ 하수처리시설의 효율적인 운영관리를 위하여 여러 분야의 기술요원으로 구성된 조직이 필요하며, 승기공공하수처리시설의 원활한 운영관리를 위하여 국내 유사 공공하수처리시설의 운영관리 현황, 참고문헌, 연구자료 등을 비교 검토하였으며 그 내용은 다음과 같다.

<표 6.2-7> 국내·외 기술문헌에 의한 유지관리인원 산출

구 분			산출공식	소요인원(인)	비 고
국내	국내실적		$N^{1)}=0.15 \times Q$	41	· Q = 하수량(270천m³/일) · N = 유지관리인원(인) · Q = 하수량(270,000m³/일)
	건설부 및 환경부		$N^{2)}=0.291 \times Q^{0.447}$	78	
			$N^{3)}=0.230 \times Q^{0.447}$	62	
일본 ⁴⁾	참고문헌		$N=0.269 \times Q^{0.463}$	88	
	처리시설 조사자료	전체처리장	$N=0.090 \times Q^{0.572}$	116	
		단위처리장	$N=0.230 \times Q^{0.469}$	82	
미국	WPCF기초		$N=0.086 \times Q^{0.522}$	59	
	EPA 자료		$N=0.012 \times Q^{0.679}$	59	
	IBRD 자료		$N=0.050 \times Q^{0.575}$	67	
평균				72	
최대				116	
최소				41	
검토결과			· 국내 외 운영 및 유지관리인원 분석결과 평균 72인 (일본의 경우 참고문헌과 단위처리장을 반영), 최소 41인으로 산정됨		

주) 1. 국내실적 : 2014년 공공하수처리시설 운영관리실태 분석(환경부)의 운영인력 현황실적(시설규모 100~500미만 천톤/일)

2. 건설부자료 : 하수도 정책방향 연구(1988, 건설부)

3. 환경부자료 : 수질환경 기초시설 근무요원 사기 양양을 위한 업무지침

4. 일본자료 : 1) 참고문헌 : 하수도 실무자를 위한 Hand Book

2) 처리시설 조사 자료 : 표준화성슬러지법 도시 190개 대상

- 처리시설전체 : 2개 이상 처리장이 있는 도시를 모두 포함한 경우

- 단독처리시설 : 1개 도시에 1개 처리장만 있는 경우

5. 용어정의 : N = 운영인력(인), Q = 시설용량(³/일)

2) 승기공공하수처리시설 운영인력 산정

가) 공공하수도시설 관리업무 대행지침(2018.10, 환경부)에 따른 하수처리시설 운영인력 산정(공공하수도 관리대행대가 산정기준 p.50)

<표 6.2-8> 하수도시설 운영인력 산정수식

구 분	산정수식	비고
① 500m³/일 이상 1,000m³/일 미만	$Y = X \times 0.3651/100$	Y : 운영인력 (명) X : 시설용량(m³/일)
② 1,000m³/일 이상 100,000m³/일 미만	$Y = 0.117 \times X^{0.472}$	
③ 100,000m³/일 이상	$Y = 0.066 \times X^{0.513}$	

<표 6.2-9> 시설물별 인력조정계수

구 분	항 목	조정계수		비 고
		기준	범위	
시설물	통합운영 처리시설 - 10,000m³/일 미만 - 10,000m³/일 이상	0.6 0.8	0.5~0.7 0.7~0.9	본처리시설은 1.0 적용하고, 추가대상시설에 계수 적용
	시설복잡(가압부상, 여과시설, 이온흡착, 고도처리, 찌꺼기처리시설, 발전기 등)	1.20	1.00~1.35	
	총인처리시설	1.10	1.00~1.20	
	소화조 가동	1.10	1.00~1.20	
	시설노후	1.25	1.00~1.40	대상시설 10년 경과시 1.25
유입유량	설계용량 50% 미만 유입	0.8	0.6~1.0	

주) 항목별 조정계수는 하수도시설 상태에 따라 범위 내에서 적용 가능

<표 6.2-10> 차집관로 및 중계펌프장 운영인력 산정

구분	차집관로 (인/km)	중계펌프장 전력량(인/개소)					
		75kW미만	75kW이상 300kW미만	300kW이상 500kW미만	500kW이상 700kW미만	700kW이상 1,000kW미만	1,000kW 이상
기준	0.10인	0.15	0.24	0.33	0.42	0.50	2.0
수량	4.3km	-	10	6	-	-	-
인력	0.4	-	2.4	1.98	-	-	-

○ 승기공공하수처리시설은 270,000m³/일로 100,000m³/일 이상에 해당

$$Y = 0.066 \times X^{0.513} = 0.066 \times 270,000^{0.513} = 40.3\text{인}$$

○ 시설복잡 조정계수 반영 : $40.3 \times 0.2 = 8.06\text{인}$

○ 소화조 가동 조정계수 반영 : $40.3 \times 0.1 = 4.03\text{인}$

○ 차집관로 및 중계펌프장 운영인력 : $0.4 + 2.4 + 1.98 = 4.78\text{인}$

○ 하수처리시설 운영인력 반영 검토결과

- 국내 실적 운영시설 검토 결과 승기공공하수처리시설의 운영인력은 다음과 같다.

$$① + ② + ③ + ④ = 40.3 + 8.06 + 4.03 + 4.78 = 57.17 \approx 58\text{인}$$

나) 승기공공하수처리시설 운영인력 산정 결과

○ 운영인력 산정 결과 하수처리시설 운영인력 58인으로 산정되었다.

3. 하수처리시설 유지관리계획

3.1 유지관리의 개요

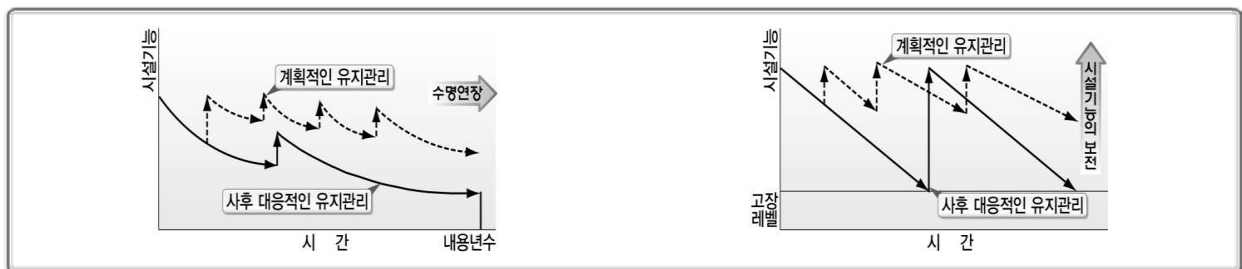
- 공공하수도시설은 각 설비기능이 충분히 발휘될 수 있도록 주야간 항시 유지 관리하여야 하며, 일상점검과 정기점검, 보수 계획 등을 수립하여 그 기능이 충분히 발휘되고 사고가 미리 방지될 수 있도록 점검, 기록, 관리하여야 한다.
- 유지관리의 목적은 하수도시설을 효율적으로 운영하고, 기능을 충분히 발휘시킴과 동시에, 그 기능을 보존하고 수명을 연장하는 것을 목표로 한다. 이를 위해서는 종합적인 유지관리계획을 수립하여 계획적으로 유지관리를 진행시킬 필요가 있다. 따라서 입찰자는 다음의 사항들을 고려하여 세부적인 유지관리계획을 수립하여 제시하여야 한다.

3.1.1 종합적인 유지관리 계획

- 유지관리는 단순히 시설을 운전관리 하는 것뿐만 아니라 경영적인 관점에서 효율성 등 광범위한 내용을 포함하고 있으므로, 하수도시설을 효율적으로 운영하기 위해서는 유지관리업무 전체를 조망한 종합적인 유지관리계획을 수립하고, 중장기적인 관점에서 개별 유지관리를 실시할 필요가 있다.

3.1.2 계획적인 시설의 유지관리

- 적절한 유지관리를 계획적으로 실시함에 따라 시설의 수명연장을 도모하고, 총 비용의 절감에 기여할 수 있으며, 기기의 보수기록의 분석과 보존점검에 의한 이상개소의 조기발견 등에 의하여 계획적인 시설관리를 도모할 수 있다.
- 다음은 계획적인 유지관리와 사후 대응적 혹은 발생주의적인 유지관리의 개념을 나타낸 그림이다.



<그림 6.3-1> 시설수명의 연장 및 시설기능의 보전

3.2 유지관리 내용

3.2.1 유지관리 수행절차

운영관리팀	→	체계적인 시설물 유지관리	→	· 최적 유지관리	→	효율적, 경제적 시설 운영
시설관리팀	→	지도 및 감시감독 일상, 정기점검 강화	→	· 부식 및 파손 · 시설기자재 정비	→	시설물 손상방지 시설내구연한 연장
수질관리팀	→	처리효율 관리	→	· 수질기준 만족	→	적정 방류수질 확보

<그림 6.3-2> 유지관리 수행절차

3.2.2 유지점검 계획

<표 6.3-1> 유지점검 계획

구 분	점검자	점 검 내 용	점검시기
수시점검	관리주체 전문기관	· 유지관리자 및 관리주체의 일상적인 유지관리 업무	· 일일점검 · 필요 판단시
일상점검	관리주체	· 손상 조기 발견을 위한 정기적 점검	· 일일점검 · 필요 판단시
정기점검	관리주체 전문기관	· 시설물의 안정성을 확보하기 위한 정기적 점검 · 정밀 육안점검 및 장비를 이용한 점검	· 월간, 분기별, 연간
긴급점검	관리주체 전문기관	· 태풍, 집중호우, 폭설 등의 재해가 발생한 경우 주요 시설물 점검	· 긴급 상황시 · 필요 판단시
정밀 안전진단	관리주체 전문기관	· 선정된 시설물의 외관상태, 내구성, 내화성 및 안전도의 파악 · 정밀 육안조사와 장비조사 및 현장시험	· 관리주체가 필요하다고 인정한 경우

3.2.3 주요 설비별 점검항목

<표 6.3-2> 주요 설비별 점검항목

구 분	일 상 점 검	정 기 점 검	
		월 간 점 검	연 간 점 검
펌 프 류	· 이상소음 및 진동여부 · 베어링 온도상태 · 배선 · 압력계, 전류계 지침 · 축이음 고무상태	· 누수 또는 교환부품 · 패킹 마모상태 · 축이음 정열 · 회전부 윤활 · 계측기 작동	· 베어링 분해취부 · 프레임의 베어링, 윤활유 · 라이너링 점검 · 축이음 점검 및 교환
약품설비	· 약액탱크 액위 · 조인트부의 누설여부	· 윤활유의 상태	· 윤활유 교환 · 다이어프램 교환 · Shaft 분해 청소
송 풍 기	· 누유, 이상음 유무 · 전류 · 토출온도, 압력	· 오일점검 후 교환 · 사용압력에 따른 송풍량 · 흡입필터	· 베어링 마모상태
탈 수 기	· 누유 · 이상음 유무	· 하수찌꺼기 공급관 유량계 청소 · 자동제어	
건조기	· 누유 · 이상음 유무	· 건조기 내부상태 확인	· 부분적 분해 및 교체
계 기 류	· 센서부위 세척 · 분석시약 액위 · 수치분석과 오차정도 점검	· 정기적인 수치보정	· 계기업체 정기점검 의뢰

3.2.4 단위공정별 주요 점검항목

<표 6.3-3> 단위공정별 주요 점검항목

구 분	점 검 항 목
침 사 설 비	• 침사지 수위 및 유속관리 : 지별 제어운전, 계절별 침사제거 주기조정 • 스크린시설 관리 : 동절기의 침사세정기와 컨베이어 동결방지 대책 수립 • 협잡물 스크린, 침사제거 베어링 및 누수지점 관리 • 동력비 절감을 위한 수위계 최적제어와 연속성 유지관리
일 차 침전지	• 하수찌꺼기 수집기의 정상적인 운전관리 : 구동모터와 스프라켓의 정기점검 • 호퍼(Hopper)의 하수찌꺼기 저장능력을 고려한 펌프의 인출회수 제어관리 • 하수찌꺼기 펌프 가동시 진동 및 적정유량 배출과 하수찌꺼기 흡입 등 관리
생 물 반응조	• 공기 주입설비의 유지관리 : 송풍기의 중요부분 유지점검 • 미생물농도와 최적 농도관리 : DO meter를 이용한 조별 일일 검측과 포기설비 점검 • 하수찌꺼기 침전성(SVI Test)과 현미경 검측을 통한 미생물관리 • 하절기/동절기 운전관리 표준화 작성관리
이 차 침전지	• 하수찌꺼기 수집기와 하수찌꺼기 펌프 등의 일일 점검관리 • 활성슬러지 부상 및 상등수 투시도 관리 • 하수찌꺼기 인발량 및 반송량 제어관리
농 축 탈 수	• 하수찌꺼기 약품개량 시 실험실 Jar-Test 병행관리 • 탈수기의 정기점검관리 • 하수찌꺼기 함수율 관리 • 탈수케이크의 신속처리로 하절기 악취발생 예방관리
슬러지 건조설비	• 탈수슬러지 함수율 및 건조슬러지 함수율 관리 • 슬러지 건조기 관련 유틸리티 상태 관리 • 건조설비 회전수 및 부하관리 • 건조배가스 주기적 분석으로 방지시설 운전관리

01

02

03

04

05

06

07

08

3.2.5 비상대책

<표 6.3-4> 비상대책

비 상 대 책		조 치 내 용
통상 운전 시 비상대책		• 통상 운전 중 운전기기의 고장 등 이상발생을 대비하여 운전상태 감시 및 경보 장치를 구비하고 예비기를 계획하며, 신속한 전환 운전으로 정상운전이 가능토록 계획 • 설비 중요부의 사소한 이상 발생 시 경보, 기기의 전환, 부분정지 등 감시내용에 적절한 제어를 자동으로 시행한 후 적절한 사후 조치를 수행 • 긴급정지가 필요한 중대한 기기고장 또는 이상 발생 시 1차적으로 운전원의 판단에 의해 제어를 수행토록 하고, 운전원의 긴급대처능력 저하시를 대비하여 일정기간 후 자동적으로 긴급정지 제어가 가능토록 계획
상용 수전선로 정전시의 비상대책		• 상용 전원 정전시 예비전원으로 비상발전기를 절제함으로서 처리시설의 정상 운전이 가능토록 함
변압기 사고로 인한 정전시의 비상조치		• 상용변압기 사고로 인한 정전 시 예비변압기로 자동 전환되어 처리시설의 전 부하 정상운전이 가능토록 함
안 전 운 전 조작에 대 한 대 책	위험방지조치 (기계설비 및 전기설비)	• 각종 기계설비의 구·동장치부에 대한 안전카바장치, 보안연락 시설의 장비, 전기설비 충전부의 차폐 등 일상작업에 있어서 근무자에게 위험을 가지지 않도록 조치를 취함
	건강장해방지조치 (악취, 소음·진동)	• 각종 기계의 운전으로 인한 기계측에서의 소음을 줄이기 위해 기기류는 목적에 적응하는 위치와 구획으로 폐쇄실내에 수용 • 운전 중 발생하는 악취를 제거하기 위한 탈취설비 및 환기설비 의 관리를 철저히 하여 취기가 외부로 유출되는 경우를 방지
	안전조치 (통로, 마루바닥, 계단)	• 보수점검 등 일상작업에 사용하는 보행복도, 계단은 필요한 공간 확보 • 보수 작업 시 필요한 공간, 맨홀, 점검창 등 작업행동이 원활히 진행될 수 있도록 검토하여 설계에 반영 • 모든 보행복도, 계단 및 마루바닥에 추락위험이 있는 곳에는 핸드레일을 설치
	정비조치 (청결, 환기, 조명)	• 작업환경은 조작 및 감시에 최적의 분위기가 되도록 건축설비에 반영 • 평상시 근무 장소에 대해서는 공조 설비로 청결하고 쾌적한 환경을 유지 • 기계설비가 있는 옥내 일반 공간은 환기에 의해 작업환경과 조건의 정비에 유의 • 옥내 및 옥외에 대한 조명설비는 작업환경과 유지관리 필요한 기준조도 조건을 충분히 만족시킬 수 있도록 유의하며 국부 조명 또는 보충 조명이 필요한 경우를 대비하여 콘센트류의 설치 계획을 다각도로 검토하여 설계에 반영
	노동재해 방지조치 (근무자의 작업행동)	• 각 시설의 운전관리에 당면해서 사고의 발생이 없도록 적절한 취급설명서를 작성해서 제출하며, 분체약품 및 기타 약품용액에 대한 재해가 없도록 관리

4. 친환경 주민친화시설의 운영관리방안

4.1 운영관리시 고려사항

- 전문적인 환경교육 학습의 장이 될 수 있도록 지역주민 참여프로그램을 개발·운영한다.
 - 지역주민은 해당 친환경 주민친화적 시설에 접근하기 쉽고 지역사회의 참여에 기여할 수 있으므로 효과적인 단/장기 프로그램을 추진하도록 한다.
 - 지역주민이 참여할 수 있는 활동으로 시설관리 및 이용, 기타 지역사회와 연관된 활동 등의 다양한 활동을 고려할 수 있다.
 - 프로그램의 길이는 프로그램 특성 및 이용자 연령에 따라 다양한 이용자층에 맞추어 운영프로그램을 세분화하여 개발한다.
 - 운영프로그램 전담 개발자를 확보하고, 프로그램을 안내하고 진행하는 주제별 자원봉사자들을 활용하여 주민의 참여를 늘리도록 한다.
 - 환경과 교육 분야에 전문성을 갖춘 환경교육 전담인력을 상시 또는 시간제로 배치함으로써 보다 전문적이고 체계적인 환경교육이 이루어질 수 있도록 한다.
 - 교육프로그램의 개발은 해당지역의 특성에 맞게 독창적으로 하며, 시간에 따라 관찰대상이 변할 경우 갱신하도록 한다.
- 이용자 특성 등 운영·관리와 관련된 자료를 데이터베이스화 한다.
 - 이용자수, 이용자 유형, 이용자 특성, 선호 프로그램 등 수집할 수 있는 모든 자료를 데이터베이스화하여 친환경 주민친화적 시설을 지속적으로 향상시키기 위한 기본 자료로 활용한다.
 - 데이터베이스 자료 내용에 대한 주기적인 분석을 수행함으로써 친환경 주민친화적 시설의 개선에 반영시킨다.

01

02

03

04

05

06

07

08

<표 6.4-1> 지역주민 체험 및 교육 프로그램(예시)

구분	주제	활동 내용
체험	나무 키우기 체험 프로그램	• 몇 가지 나무 묘목이나 자생식물들의 묘목을 준비한다. • 작은 화분과 흙을 준비해주고 묘목이나 분을 직접 만들 수 있도록 한다.
	지렁이의 흙 살리기 체험 프로그램	• 유리상자에 지렁이를 넣은 장치를 한다. • 지렁이가 있는 흙 위에 채소를 심는다. • 지렁이가 흙에 유기물을 만드는 과정을 패널로 만들어 둔다.
	식물 관찰 체험 프로그램	• 식물과의 의사소통 - 냄새맡기, 만져보기, 눈으로 보기 등 생태연못 안과 밖에서 아이들과 식물에 의한 감각을 사용한다. • 학년 수준을 고려하며, 그리기, 만들기 등 여러 가지 활동을 하며, 관찰한 것을 세밀하게 그리는 활동을 통하여 식물의 특징을 알게 되는 활동이다. • 강사는 아이들이 하는 활동을 안내하며 어떤 관점으로 식물을 볼 것인지 그리고 활동의 결과를 체크하고, 아이들은 활동을 마치고 자기가 그린 그림을 들고 설명한다.
	흙 체험 프로그램	• 직접 흙을 밟아보고 흙을 이용해서 조형물을 만들어 보기도 하며 흙과 동식물 간의 간단한 메커니즘을 파악한다. • 전시 자료는 유리벽을 통해서 흙 속 단면을 측면에서 관찰할 수 있도록 한다. 이때 생물 등이 자라고 있는 모습을 실제로 전시한다. • 흙을 이용해 여러 가지 간단한 놀이를 할 수 있도록 놀이방을 만들어 놓고 활용토록 한다. 건조한 흙, 젖은 흙과 모래 등을 구분해 놓아 참가자들이 다양하게 활용해 볼 수 있도록 한다.
	수피 체험 프로그램	• 특징이 다른 나무들의 수피들을 직접 만져보도록 한다. • 몇 가지 특징적인 나무들을 의자의 형태든 그냥 세워놓은 형태이든 수피를 보고 만져볼 수 있도록 해주면 된다. • 수피와 함께 나무속이나 나이트의 차이들도 직접 확인해보고, 확장활동으로 자세히 그려보거나 표본작업 등을 해보는 것을 유도한다.
	영농 체험 프로그램	• 개인별 텃밭을 제공하여 주말농장 운영 • 유실수를 심어 수확 참여토록 유도
교육	생물의 다양성	• 서식처, 다양성 및 적응, 생물의 분류 및 동정 • 연못에 손 담그기, 프리즈 그림 만들기
	물의 중요성	• 물의 필요성, 물순환, 인간의 활동으로 수질오염이 일어나는 것을 소개 • 게임 및 역할 놀이로 거대한 그림 만들기 및 물순환 탐험 • 시민, 청소년 자원봉사 시스템 구성 • 환경보전을 주제로 한 홍보 및 행사유치
	환경보존	• 우리의 환경을 보살피고 향상시키기 - 우리는 환경을 어떻게 보존할 수 있는가에 대한 교육자료 준비 • 회귀종 탐구, 보전활동 소개, 지역사례 분석 • 오염 및 서식처 파괴의 영향 - 간단한 키를 사용하며 다양한 연못 생활을 확인하는 게임 및 슬라이드쇼 • 환경체험관을 중심으로 생태공원 등과 연계하여 체험형 환경교육을 실시함으로써 처리장 주변을 하나의 환경교육의 장으로 탈바꿈
	친환경교육	• 숲속 환경교실 및 환경체험교실 • 페타이어, 코아, 파이프, 수레, 향아리 등 재활용재료와 나무, 짚, 돌 등 자연재료를 최대한 활용한 쉼터 조성 • 현황판, 반달형 화단, 돌절구통을 이용한 수생식물재배 및 수질정화용 수생식물 등 환경교육 및 체험시설 제공

○ 지속적인 운영관리를 위한 예산확보 방안을 마련한다.

- 친환경 주민친화적 시설 조성 이후의 운영·관리 측면에 대한 면밀한 검토와 예측을 통해 적절한 예산을 포함하도록 함으로써 계획단계에서 구상했던 운영계획이 실제로 운영·관리 단계에서 실현될 수 있도록 한다. 필요에 따라 다양한 자체수입원 및 외부지원방안을 마련하도록 한다.

<표 6.4-2> 예산확보방안

구 분	검 토 내 용
자체수입원	• 다양한 프로그램을 개발하여 주민들의 적극적 참여를 유도함으로써 예산확보비율을 높일 수 있다. - 시설이용비 - 수익사업 - 임대사업
외부지원방안	• 각종 이벤트 및 전시회 등을 개최함으로써 기업, 비정부기구, 환경단체, 일반시민으로부터의 후원을 받는다. - 기업 - 환경단체, 비정부기구 - 일반시민 등으로부터의 후원

○ 시설 설치의 모든 단계에 환경교육전문가를 참여시킨다.

- 환경교육전문가는 미래에 수행할 환경교육 프로그램을 제작하고, 이 프로그램의 내용을 고려하여, 사업의 초기 단계부터 조언을 한다.
 - 환경교육전문가는 방문자의 수준에 적합한 다양한 프로그램을 개발한다. 유치원생용, 초등학생용, 중학생용, 고등학생용, 성인용 등 다양한 교육대상별 프로그램을 만든다. 또한 계절별 프로그램 및 실내/실외 프로그램 등 다양한 프로그램 개발에 관여한다.
 - 환경교육전문가는 개발된 프로그램과 연관된 내용을 중심으로 지정 안내판, 공정 안내판, 시설 해설판의 내용을 제작한다. 이 경우에도 환경교육적 여러 개념이 잘 조화될 수 있도록 제작한다.
 - 환경교육전문가는 지정 안내판, 공정 안내판, 시설 해설판 등 안내 및 해설시설에 표현되는 설명과 그림 등의 내용을 지속적으로 연구하며 학습효과를 높이기 위한 다양한 아이디어를 제시한다.
 - 환경교육전문가는 프로그램의 규모, 프로그램 운영자의 규모, 운영자에 대한 교육프로그램의 개발 및 트레이닝 등이 포함하는 프로그램 실행방안을 수립한다.
 - 환경교육전문가는 기존의 프로그램을 운영하며 발생한 여러 문제점을 지속적으로 보완하며, 새로운 교육프로그램을 지속적으로 개발한다.
- 친환경 주민친화적 시설을 위한 관리운영계획 및 지속적인 모니터링을 한다.
- 이용자 특성, 교육효과, 프로그램 효과 등에 대하여 주기적으로 모니터링 한다.
 - 시설의 노후, 안전성, 편의성 등에 대해 주기적으로 검사보수한다.
 - 모니터링의 결과가 시설의 운영 및 관리에 피드백 될 수 있도록 한다.
 - 관리운영계획에 포함되어져야 할 사항은 다음과 같다.

<표 6.4-3> 관리·운영계획 포함사항

구 분	검 토 내 용
기본적 내용	• 관리운영주체, 이용기간, 이용요금, 청소관리방법, 시설유지방법 등
관리운영체제	• 관리운영조직의 개요, 직원수, 직원배치, 관리운영의 협력체제(관련 단체, 운영협의, 자원봉사 등), 홍보방안 등
해설(체험)활동 프로그램	• 해설대상의 설정, 해설 프로그램 내용, 실시체제, 자료작성계획 등

4.2 운영관리 주체에 따른 관리방안

- 현재까지는 친환경시설과 주민친화시설 모두 하수처리시설 운영주체에서 운영관리하고 있다. 친환경시설의 경우는 하수처리시설의 본연의 기능을 수행하기 때문에 기존과 같이 하수처리시설 운영주체에서 운영 관리하는 것이 타당하다. 하지만 주민친화시설의 경우에는 하수처리시설 운영주체에서 직접 관리하는 방식과 지방자치단체(시,구,군)의 담당부서에서 관리하는 방식 그리고 민간위탁으로 운영 관리하는 방식으로 나누어질 수 있다. 현재와 같이 운영주체에서 관리하는 방식은 전문성 있는 인력공급에 한계가 있고 순환보직제로 인한 지속적 관리가 어려운 소수의 운영요원(위탁운영자 또는 공무원)로 운영되고 있다. 이러한 운영시스템은 친환경시설과 동시에 해당 주민친화시설을 직접적으로 관리할 수 있다는 측면에서는 장점이 있으나 또한, 별도의 재정자원이 마련되어 있지 않은 경우 대부분 예산 부족으로 인한 원활한 운영이 어려울 것으로 예상된다.
- 시청이나 구(군)청의 담당부서에서 관리하는 방식은 타 지역의 주민친화시설과 하수처리시설내의 주민친화시설을 연계한 프로그램 개발과 관리가 가능하여 시설의 활성화가 원활할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 주민친화시설을 전문적으로 관리하는 부서이므로 많은 활용방안을 제시하여 운영할 수 있으며, 하수처리시설의 예산이 아닌 주민친화시설과 관련된 예산확보를 통해 재정마련을 쉽게 할 수 있다. 하지만 하나의 시설물을 이원화하여 운영함으로써, 하수처리시설의 본연의 기능인 친환경시설과의 구분이 모호하여 업무의 명확한 구분이 필요하며, 예산의 집행이나 운영관리상의 문제 발생 시 책임소재에 대한 명확한 규명이 이루어지지 않을 수 있다.
- 반면, 주민친화시설을 환경단체 등 민간기관에 위탁할 경우 비교적 이에 대해 관심을 갖고 있는 인력들이 운영업무를 담당함으로써 보다 효율적이고 합리적인 운영이 가능해질 수 있다. 또한, 민간기관에 의한 하수처리시설의 친환경적인 면과 주민친화적인 면을 자연스럽게 부각시킬 수 있다. 특히 해당지역에 속해있는 비정부기구들과의 상호협조를 통해 민간의 역할을 증대시키는데 기여할 수 있으며 비정부기구들을 주축으로 한 일반인들의 자발적 참여를 용이케 함으로써 장기적으로 정부의 예산절감 효과도 기대할 수 있다. 하지만 지방자치단체의 담당부서에서 관리하는 방식과 마찬가지로 시설물의 이원화 관리에 대한 문제점이 발생할 수 있다.

<표 6.4-4> 운영관리 주체에 따른 장단점

구 분	장 점	단 점
하수처리시설 운영주체	• 직접적 관리 가능	• 전문적 인력공급의 한계 • 순환보직제로 인한 지속적 관리미흡
지방자치단체 담당부서	• 타 지역의 주민친화시설과 연계 프로그램 가능 • 다른 도시공원 같은 운영 가능 (경험, 예산확보 등)	• 이원화 관리에 따른 업무의 명확한 구분 필요 • 예산의 집행이나 운영관리상의 문제발생시 책임소재 불분명
민간위탁	• 친환경적인 면과 주민친화적인 면을 자연스럽게 부각 가능 • 업무의 효율성 • 정부의 예산절감 • 수요자 중심의 운영체제	• 지속적 위탁관리 필요 • 위탁기관의 전문성, 현장성, 실무적용 능력에 대한 검증 필요 • 이원화 관리에 따른 업무의 명확한 구분 필요 • 문제발생시 책임소재 불분명

5. 유지관리비

5.1 유지관리비 산정기준

- 입찰자는 「공공하수도시설 설치사업 업무지침(2021.02)」에 의거 다음의 항목을 기준으로 처리시설 운영에 필요한 제반 유지관리비용 및 입찰자가 제시하는 처리시설에 대한 유지관리의 편의성을 제시하고 연간 유지관리비를 입찰지침서상의 내역서 양식으로 별도로 작성하여야 한다. 특히, 기존의 범용화 된 시설과 비교하여 에너지 절감사항이 있는 경우 이를 별도로 제시할 수 있으며, 객관적인 산출근거를 제시하여야 한다.
- 입찰자는 경제성 분석시 한국은행자료(은행이자율, 소비자물가지수)에 기초한 실질할인율을 적용한다.
- 입찰자가 입찰서 내에 제시한 유지관리비용은 입찰평가시 중요 평가대상 항목에 포함되며, 금회사업의 모든 계획시설들이 준공 후(1개월이내) 및 1년간 정상가동한 결과 특별한 사유없이 소요된 유지관리비용(전력요금, 상수도요금, 연료비, 약품비, 소모품비, 수선비, 찌꺼기처리비)이 기본설계보고서에 제시한 비용총액 대비 10% 이상 소요된 경우에는 공사 준공시점부터 20년간 초과금액분에 대하여 배상하여야 하며, 배상금액은 한국은행 생산자물가지수를 곱하여 산출한다. 따라서, 유지관리비용은 합리적이고 정확하게 작성 제시되어야 하며, 유지관리비를 산정하기 위한 하수량은 목표연도 2035년 일평균 유입량을 기준으로 한다.

<표 6.5-1> 유지관리비 항목 및 산출내역

구 분	유 지 관 리 비 산 출 내 역
전력비 (계약전력, 사용전력)	• 모든 설비에 대한 전력사용량 및 전력요금 산출 • 역률에 따른 요금 감액
상수도비 (기본요금, 초과사용요금)	• 상수도를 사용하는 설비별로 상수도사용량 및 요금 산출
연료비 (LPG, 경유, 저유황유)	• 건축물 냉난방 등 설비별로 연료사용량 및 비용 산출
약품비	• 약품을 사용하는 설비별로 폴리머, 가성소다, 중화제, 차염산소다, 소석회, 황산, 황산반토, 약품을 사용하는 수질분석 계측기기 등의 사용량 및 비용 산출
협잡물 처리비	• 전처리 설비에서 발생하는 협잡물 및 침사물 처리비용 산출
소모품비	• 건축기계 및 건축전기설비, 기계설비, 전기설비 및 계측제어설비 등 각종 설비별로 소요되는 소모품 내역 및 비용 산출
수선비	• 토목, 건축, 조경공사비를 제외한 기자재 구입비용의 일정비율을 수선비로 계상하고, 접촉여재 및 막은 수명, 교체빈도, 교체량 등을 고려하여 산출
찌꺼기 처리비	• 처리시설에서 발생한 찌꺼기를 탈수 후 발생하는 찌꺼기, 전처리설비에서 발생하는 협잡물 및 침사물 처리비용 산출

주) 기본설계 보고서 부록에 유지관리비 산출증빙서류를 첨부하여야 함

5.2 연간 유지관리비

- 입찰자는 공공하수처리시설 유지관리에 소요되는 비용을 상기와 같은 항목으로 구성하되, 입찰자가 제안한 처리공정에 따라 기본설계에 반영하여 제시하여야 하며, 상기 항목 이외에 필요하다고 판단되는 경우에는 추가하여 제시토록 한다.

제 7 장 재정계획

1. 사업비 산정
2. 자원조달계획

제7장 재정계획

1. 사업비 산정

- 승기공공하수처리시설 현대화사업은 설계·시공 일괄입찰방식 중 설계·시공 병행방식(우선시공분)으로 각 입찰자의 특성에 따라서 사업비는 다소의 차이가 있을 수 있다.
- 정확한 사업비의 산정은 설계단계에서 이루어지므로 입찰자는 입찰시 공사비 산정 기준 및 근거를 제시하여야 하며, 기본계획 단계에서는 개략공사비를 추정하여 공사 범위에 대한 예산을 수립하는데 그 목적이 있다.
- 따라서, 상위계획인 「2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획 부분변경(2022.11, 인천광역시)」에서 승기공공하수처리시설 재건설 관련 사업비를 현실화하여 재산정하였으며, 이에 따른 현대화사업의 추정사업비는 다음과 같다.

<표 7.1-1>. 승기공공하수처리시설 현대화사업 총괄사업비

구 분	사업비(억원)		비 고
	상위계획 ^{주1)} (270,000m³/일 기준)	금 회 (270,000m³/일 기준)	
1. 하수처리시설	3,607	3,997	
토 목 공 사	2,127	2,371	
건 축 공 사	68	74	
기 계 공 사	911	999	
전기/계측제어공사	357	398	
조 경 공 사	128	137	
시 운 전 비	16	18	
2. 시설부대경비	277	268	
설 계 비	143	120	
감 리 비	127	141	
시설부대비	7	7	
총 사 업 비	3,884	4,265	

주1) 2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획 부분변경(2022.11, 인천광역시) 승기공공하수처리시설 재건설 사업비

2. 자원조달계획

- 상위계획에 대한 국비는 환경부 협의결과를 반영하여 개량사업비 기준 10%(총사업비 기준 5.5%) 적용하였으며, 원인자부담금 관련 개발사업은 상위계획 기준으로 재산정하였다.

<표 7.2-1> 자원조달계획

구 분	상위계획 ^{주1)}		금 회		비 고
	금 액	비 율(%)	금 액	비 율(%)	
계	3,884	100.0	4,265	100.0	
국 비	456	11.7	233	5.5	
지방비	2,950	76.0	3,506	82.2	
원인자	478	12.3	525	12.3	

주1) 2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획 부분변경(2022.11, 인천광역시) 승기공공하수처리시설 재건설 사업비

<표 7.2-2> 원인자부담금 사업비 산정

구 분	하수량 (m³/일)	적용단가(백만원/m³/일)		원인자부담금(백만원)		비 고
		상위계획 ^{주1)}	금 회	상위계획 ^{주1)}	금 회	
소 계	33,661	1,421	1,580	47,825	52,520	
주안3구역	624			887	974	
주안4구역	295			419	460	
주안10구역	284			404	443	
문학구역	775			1,101	1,209	
주안11구역	422			600	658	
미추1구역	332			472	518	
미추8구역	1,300			1,847	2,028	
주안1구역	994			1,412	1,551	
도시개발1구역	647			919	1,009	
송도영남아파트	169			240	264	
옥련대진빌라	23			33	36	
농원마을	260			369	406	
청능마을	545			774	850	
대우자판부지	3,063			4,352	4,779	
동춘1구역	2,430			3,453	3,791	
동춘2구역	507			720	791	
송도역세권구역	996			1,415	1,554	
무주골근린공원	692			983	1,080	
연수기업형임대	1,911			2,715	2,982	
구월보금자리	4,958			7,044	7,736	
구월2지구	12,434			17,666	19,401	

주1) 2035년 인천광역시 하수도정비 기본계획 부분변경(2022.11, 인천광역시)

제8장 사업효과

1. 사업의 효과 분석
2. 공공수역의 수질개선 효과

제8장 사업효과

1. 사업의 효과 분석

1.1 개 요

- 일반적으로 하수도 사업을 시행할 경우, 사업시행과 동시에 사업효과가 즉시 나타나지 않으므로 보통 그 시급성에 비하여 투자가 적극적으로 이루어지고 있지 않은 것이 현 실정이다. 그러나 수질오염 문제는 인간생활에서 가장 필수적인 수자원 이용과도 직결될 뿐만 아니라, 일단 오염된 수질을 정화할 경우, 오염 이전보다 훨씬 더 많은 노력과 자원, 시간이 필요하게 되므로, 오염되기 이전에 하수도 사업을 체계적으로 수립함으로써 생활환경 개선, 수인성 전염병 예방, 토지이용 효과증대, 공공수역 수질보전, 도시 미관향상, 자연 생태계 보호차원의 국토 보전 등의 사업효과를 얻을 수 있다.
- 인천광역시 승기공공하수처리시설 현대화사업으로 인해 예상되는 효과는 크게 직접적인 효과 및 간접적인 효과로 구분할 수 있으며, 주요 기대 효과는 다음과 같다.

1.1.1 직접적인 효과

- 수질 향상 효과
 - 방류수역의 수질기준 달성
 - 보건 위생 효과
 - 전염병의 발병률이 감소되는 효과
 - 방류하천의 부영양화 발생 저감효과
- 하수처리장의 악취차단을 통한 민원문제 사전 예방
- 녹지공간 확충 및 주민 이용공간 제공으로 삶의 질 향상

1.1.2 간접적인 효과

- 환경적 측면
 - 악취로 인한 환경민원 해소 및 친환경적 처리시설 도입으로 혐오시설 이미지 개선
 - 상부 공원화를 통한 녹지공간 확충
- 경제적 측면
 - 대규모 사업시행으로 지역경제 활성화 및 고용창출 기대
- 문화적 측면
 - 주민과 공유하는 사회기반시설로 변모 및 여가공간 확보를 통한 삶의 질 향상
- 사회적 측면
 - 토지이용의 합리화 및 이용가치 향상

01

02

03

04

05

06

07

08

1.2 하수도시설 보급증대에 따른 사업효과

- 2021년 현재 인천광역시 승기처리구역에서 총 오수발생량은 214,197m³/일이며 현재 추진 중인 개발사업 및 자연적 증가인구에 의한 장래 계획하수 총량은 264,285m³/일로 산정됨

<표 8.1-1> 사업대상 하수처리시설 계획하수량 (m³/일)

구 분	현재 (2017년)	목표연도 (2035년)	증가량
승 기	214,197	264,285	50,088

2. 공공수역의 수질개선 효과

2.1 건기시 부하삭감효과

2.1.1 예측방법

- 인천광역시 공공하수처리시설 방류구 위치는 대부분 해안가에 위치하고 있어 방류하천의 연장이 짧고 일부 지점의 경우 수질측정망 자료가 없어 사업효과 분석시 하천수질을 예측하기 어려움
- 사업전 오염부하량은 2021년도 기준 계획하수량과 운영 방류수질을 기준으로 오염부하량을 계산함
- 사업후 오염부하량 중 목표연도 2035년도 기준 계획하수량을 기준으로 증가한 하수처리를 미처리하는 경우의 오염부하량을 산정하고 이에 대해 처리할 경우의 오염부하량을 산정하여 사업에 따른 오염부하 삭감량을 산정함

2.1.2 사업전 오염부하발생량

<표 8.2-1> 사업 전 오염부하발생량

시설명	사업전 계획하수량 (m ³ /일)	운영방류수질 (mg/L)			사업전 오염부하량 (kg/일) ¹⁾		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
승기	214,197	13.3	18.600	2.100	2,848.8	3,984.1	449.8

주) 1. 오염부하량 = 계획하수량 × 운영방류수질 ÷ 1,000

2.1.3 사업후 미처리시 오염부하발생량

<표 8.2-2> 사업 후 미처리시 오염부하발생량

시설명	사업후 하수량 (m ³ /일)	증가량 (m ³ /일) ¹⁾	유입수질 (mg/L)			사업후 미처리시 오염부하량(kg/일) ²⁾		
			BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
승 기	264,285	50,088	181.7	71.704	11.402	11,949.8	7,575.6	1,020.9

주) 1. 증가량 = 사업후 계획하수량 - 사업전 계획하수량

2. 미처리시 오염부하량 = (사업전 계획하수량 × 방류수질 + 증가량 × 유입수질) ÷ 1,000

2.1.4 사업후 처리시 오염부하발생량

<표 8.2-3> 사업 후 처리시 오염부하발생량

시설명	사업후 하수량 (m³/일)	운영방류수질 (mg/L)			사업후 처리시 오염부하량 (kg/일) ²⁾		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
방류수질 기준	-	10 이하	20 이하	2.0 이하	-	-	-
승기	264,285	13.3 ¹⁾	18.600	2.100 ¹⁾	3,515.0	4,915.7	555.0

주) 1. 운영수질이 방류수질기준 초과시 시설개선 수행을 감안하여 방류수질 기준 적용
 2. 처리시 오염부하량 = (사업후 계획하수량 × 방류수질) ÷ 1,000

2.1.5 사업개선효과

<표 8.2-4> 사업개선효과

시설명	사업후 미처리시 오염부하량 (kg/일)			사업후 처리시 오염부하량 (kg/일)			삭감 부하량 (kg/일)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
승 기	11,949.8	7,575.6	1,020.9	3,515.0	4,915.7	555.0	8,434.8	2,659.9	465.9

○ 인천광역시 공공하수처리시설 증설을 통한 방류수역의 수질개선 효과

⇒ BOD기준 오염부하량은 사업후 미처리시 6,867.3kg/일에서 처리시 2,456.0kg/일로 4,411.4kg/일 삭감

부 록

1. 공사비 산출
2. 용량계산서 및 물질수지도
3. 공사기간 산정의 적정성 검토서

1. 공사비산출

총괄 공사비 집계(270,000㎡/일, 계획고 10.0m)

구분		계		1단계		2단계		3단계		4단계		5단계		비고	
		수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비		
Ⅲ 총공사비			399,667,025,152		97,558,985,668		63,647,612,698		63,647,612,698		63,647,612,698		111,165,201,390		
Ⅳ 토목공사비			237,056,767,773		56,737,658,014		37,030,082,102		37,030,082,102		37,030,082,102		69,228,863,453		
Ⅴ 건축공사비	1. 기존시설 철거	202,116	29,700,725,985	28,340	4,985,320,530	43,444	6,118,724,278	43,444	6,118,724,278	43,444	6,118,724,278	43,444	6,359,232,621		
	슬리지준설	준설비	30,941	4,033,484,403	1,497	195,164,563	7,361	959,579,960	7,361	959,579,960	7,361	959,579,960	7,361	959,579,960	
		처리비	30,941	5,301,884,676	1,497	256,537,500	7,361	1,261,336,794	7,361	1,261,336,794	7,361	1,261,336,794	7,361	1,261,336,794	
	기존구조물 깨기	철거비	92,737	8,107,655,855	12,673	1,147,122,847	20,016	1,716,234,117	20,016	1,716,234,117	20,016	1,716,234,117	20,016	1,811,830,657	
		처리비	47,497	12,257,701,051	12,673	3,386,495,620	8,706	2,181,573,407	8,706	2,181,573,407	8,706	2,181,573,407	8,706	2,326,485,210	
	2. 토공	1,611,861	9,787,809,672	284,733	1,817,257,091	195,819	1,291,346,055	195,819	1,291,346,055	195,819	1,291,346,055	739,672	4,096,514,416		
	터파기	토사	580,745	2,685,945,816	118,339	547,317,046	78,328	362,265,008	78,328	362,265,008	78,328	362,265,008	227,424	1,051,833,746	
		풍화암	66,502	2,377,233,074	9,791	349,996,953	9,791	349,996,953	9,791	349,996,953	9,791	349,996,953	27,338	977,245,262	
		연암	70,947	3,008,023,845	14,237	603,605,096	9,791	415,116,536	9,791	415,116,536	9,791	415,116,536	27,338	1,159,069,141	
	되메우기 및 다짐	토사	70,661	556,100,022	22,897	180,203,254	7,874	61,967,750	7,874	61,967,750	7,874	61,967,750	24,141	189,993,518	
	흙쌓기	토사	175,474	427,278,154	-	-	-	-	-	-	-	-	175,474	427,278,154	
	잔토처리	토사	510,084	489,170,846	95,441	91,528,235	70,454	67,565,050	70,454	67,565,050	70,454	67,565,050	203,282	194,947,461	
		풍화암	66,502	81,730,480	9,791	12,033,073	9,791	12,033,073	9,791	12,033,073	9,791	12,033,073	27,338	33,598,188	
		연암	70,947	162,327,435	14,237	32,573,434	9,791	22,401,685	9,791	22,401,685	9,791	22,401,685	27,338	62,548,946	
	3. 구조물공	2,451,061	169,011,038,477	502,993	33,927,412,481	408,597	27,130,321,614	408,597	27,130,321,614	408,597	27,130,321,614	722,279	53,692,661,154		
	레미콘 타설	철근	187,078	6,717,206,152	36,480	1,309,856,625	28,731	1,031,613,850	28,731	1,031,613,850	28,731	1,031,613,850	64,405	2,312,507,977	
		무근	8,937	284,201,768	1,767	56,201,130	1,473	46,834,169	1,473	46,834,169	1,473	46,834,169	2,751	87,498,131	
	레미콘	25-30-15	187,078	20,938,653,665	36,480	4,083,041,908	28,731	3,215,712,698	28,731	3,215,712,698	28,731	3,215,712,698	64,405	7,208,473,663	
		40-18-8	8,937	820,299,497	1,767	162,214,891	1,473	135,178,770	1,473	135,178,770	1,473	135,178,770	2,751	252,548,296	
	철근 가공 및 조립	복잡	28,062	25,776,040,135	5,472	5,026,333,117	4,310	3,958,627,806	4,310	3,958,627,806	4,310	3,958,627,806	9,661	8,873,823,600	
	철근	D29	28,062	30,404,778,272	5,472	5,928,938,004	4,310	4,669,499,274	4,310	4,669,499,274	4,310	4,669,499,274	9,661	10,467,342,446	
	거푸집 조립 및 해체	유로폼	423,296	25,102,305,723	83,108	4,928,478,918	68,884	4,084,945,922	68,884	4,084,945,922	68,884	4,084,945,922	133,537	7,918,989,039	
	강관 동바리	암거용(3개월)	877,275	21,106,349,122	187,427	4,509,314,614	155,526	3,741,808,455	155,526	3,741,808,455	155,526	3,741,808,455	223,268	5,371,609,143	
		수평연결재(3개월)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	방수공	내부	339,845	25,692,307,331	72,498	5,480,861,652	56,362	4,260,932,424	56,362	4,260,932,424	56,362	4,260,932,424	98,263	7,428,648,407	
		외부	157,150	7,312,524,819	31,775	1,478,542,202	25,985	1,209,124,714	25,985	1,209,124,714	25,985	1,209,124,714	47,421	2,206,608,475	
	시스템 비계	내부	129,692	3,067,214,017	25,556	604,397,508	21,140	499,954,851	21,140	499,954,851	21,140	499,954,851	40,717	962,951,956	
		외부	75,652	1,789,157,976	15,190	359,231,912	11,674	276,088,681	11,674	276,088,681	11,674	276,088,681	25,440	601,660,021	

구분				계		1단계		2단계		3단계		4단계		5단계		비고	
				수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비		
4. 가시설공				6,346	10,200,655,118	1,806	2,903,142,298	878	1,411,144,074	878	1,411,144,074	878	1,411,144,074	1,906	3,064,080,598		
	쉬트파일	항타(type4)		6,346	1,748,760,874	1,806	497,677,614	878	241,949,582	878	241,949,582	878	241,949,582	1,906	525,234,514		
		항발(type4)		6,346	792,704,244	1,806	225,594,684	878	109,674,492	878	109,674,492	878	109,674,492	1,906	238,086,084		
		W400xH170xT15.5		9,947	7,659,190,000	2,831	2,179,870,000	1,376	1,059,520,000	1,376	1,059,520,000	1,376	1,059,520,000	2,988	2,300,760,000		
					6,478	11,198,503,428	6,478	11,198,503,428	-	-	-	-	-	-	-	-	
	차집관로 (부지내)		H2.5m×W2.5m	520	3,206,273,720	520	3,206,273,720	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	공단계	관로공 (외경, D900mm)	관로공 D600mm	4,100	5,310,840,700	4,100	5,310,840,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
			강관압입	150	269,280,000	150	269,280,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
			추진시설 부대공(10%)	1	26,928,000	1	26,928,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
	기존 차집관로 개량		PC관 D700mm	1,708	2,385,181,008	1,708	2,385,181,008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
	6. 가설사무소			1,150	253,469,040	1,150	253,469,040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	현장사무소	감독 감리자		250	58,307,000	250	58,307,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
		수급자		430	100,288,040	430	100,288,040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
	기자재창고			120	19,344,000	120	19,344,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
	숙소			350	75,530,000	350	75,530,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
	7. 소개			4,279,013	230,152,201,720	825,499	55,085,104,868	648,738	35,951,536,021	648,738	35,951,536,021	648,738	35,951,536,021	1,507,301	67,212,488,789		
	8. 부대공	3%		427,902	6,904,566,053	82,550	1,652,553,146	64,874	1,078,546,081	64,874	1,078,546,081	64,874	1,078,546,081	150,730	2,016,374,664		
	9. 공사비			4,706,915	237,056,767,773	908,049	56,737,658,014	713,612	37,030,082,102	713,612	37,030,082,102	713,612	37,030,082,102	1,658,031	69,228,863,453		
Ⅲ 건축공사비				7,400,000,000		-		-		-		-		7,400,000,000			
기존관리동 철거		연면적당	3,238	2,200,000,000									3,238	2,200,000,000		건	
관리동 신축		연면적당	2,300	5,200,000,000									2,300	5,200,000,000		건	
Ⅳ 기계공사비				99,961,662,701		30,851,763,041		20,135,538,870		20,135,538,870		20,135,538,870		8,703,283,050			
		1식	99,961,662,701	-	30,851,763,041	-	20,135,538,870	-	20,135,538,870	-	20,135,538,870	-	-	8,703,283,050			
Ⅴ 전기/계측제어 공사비				39,790,772,358		9,523,605,909		6,215,623,292		6,215,623,292		6,215,623,292		11,620,296,573			
		1식	39,790,772,358	-	9,523,605,909	-	6,215,623,292	-	6,215,623,292	-	6,215,623,292	-	-	11,620,296,573			
Ⅵ 조경공사비				13,671,000,000		-		-		-		-		13,671,000,000			
상부조성		공원	147,000	13,671,000,000	-	-	-	-	-	-	-	-	147,000	13,671,000,000			
Ⅶ 시운전비				1,786,822,320		445,958,704		266,368,434		266,368,434		266,368,434		541,758,314			
토목공사비의		0.9%	1식	1,786,822,320	-	445,958,704	-	266,368,434	-	266,368,434	-	266,368,434	-	541,758,314			

- 1단계 -

1단계 처리시설 토목공사비 집계

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고	
1. 기존시설 철거					4,985,320,530		
슬러지준설		준설비	m3	130,360	1,497	195,164,563	내역
		처리비	m3	171,354	1,497	256,537,500	내역
기존구조물 깨기		철거비	m3	90,519	12,673	1,147,122,847	내역
		처리비	m3	267,227	12,673	3,386,495,620	내역
2. 토공					1,817,257,091		
터파기		토사	m3	4,625	118,339	547,317,046	실적
		풍화암	m3	35,747	9,791	349,996,953	실적
		연암	m3	42,398	14,237	603,605,096	실적
되메우기 및 다짐		토사	m3	7,870	22,897	180,203,254	실적
흙쌓기		토사	m3	2,435	-	-	실적
잔토처리		토사	m3	959	95,441	91,528,235	실적
		풍화암	m3	1,229	9,791	12,033,073	실적
		연암	m3	2,288	14,237	32,573,434	실적
3. 구조물공					33,927,412,481		
레미콘 타설		철근	m3	35,906	36,480	1,309,856,625	실적
		무근	m3	31,802	1,767	56,201,130	실적
레미콘		25-30-15	m3	111,925	36,480	4,083,041,908	물가자료
		40-18-8 → 25-18-8	m3	91,791	1,767	162,214,891	물가자료
철근 가공 및 조립		복잡	TON	918,551	5,472	5,026,333,117	실적
철근		D29	TON	1,083,500	5,472	5,928,938,004	물가자료
거푸집 조립 및 해체		유로폼	m2	59,302	83,108	4,928,478,918	실적
강관 동바리		암거용(3개월)	공m3	24,059	187,427	4,509,314,614	실적
		수평연결재(3개월)	m2	7,365	-	-	실적
방수공		내부	m2	75,600	72,498	5,480,861,652	내역
		외부	m2	46,532	31,775	1,478,542,202	내역
시스템 비계		내부	m2	23,650	25,556	604,397,508	물가자료
		외부	m2	23,650	15,190	359,231,912	물가자료
4. 가시설공					2,903,142,298		
쉬트파일		항타(type4)	본	275,569	1,806	497,677,614	실적
		항발(type4)	본	124,914	1,806	225,594,684	실적
		W400xH170xT15.5	Ton	770,000	2,831	2,179,870,000	물가자료
5. 관로공					11,198,503,428		
차집관로 (부지내)		H2.5mxW2.5m	m	6,165,911	520	3,206,273,720	보조금편성
차집관로 (공단계)	관로공	PC관 D600mm	m	1,295,327	4,100	5,310,840,700	보조금편성
	추진공 (외경, D900mm)	강관압입	m	1,795,200	150	269,280,000	견적
		부대공	%	269,280,000	10	26,928,000	10%
기존 차집관로 개량		PC관 D700mm	m	1,396,476	1,708	2,385,181,008	보조금편성
6. 가설사무소					253,469,040		
현장사무소		감독 감리자	m'	233,228	250	58,307,000	실적
		수급자	m'	233,228	430	100,288,040	실적
기자재창고			m'	161,200	120	19,344,000	실적

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
숙소		m²	215,800	350	75,530,000	실적
7. 상부공원 조성공					-	
상부조성	공원	m2	93,000	-	-	국토교통부
8. 소계					55,085,104,868	
9. 부대공		3%			1,652,553,146	
10. 공사비					56,737,658,014	

1. 기존시설 철거

1단계 기존시설철거 집계표

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					1,032,528,892	
슬러지준설		m3	100,277	1,497	150,126,702	
기존구조물 깨기		m3	69,630	12,673	882,402,190	

1.1 기존구조물내 슬러지 준설

1.1.1 증설구조물

구 분	규 격(m)		H(m)	지수	슬러지 준설량	비고
	W	L		(EA)	(m3)	
일차침전지	4.8	3.6	0.5	6	52	
반응조	8.0	60.2	0.5	3	722	
이차침전지	4.8	50.2	0.5	6	723	
슬러지 준설량(m³)					1,497	

1.2 기존구조물 철거 공사비

1.2.1 증설구조물

구 분	철거수량(m3)	비고
일차침전지	3,100	증설 수량산출서 참조
반응조	4,791	
이차침전지	4,781	
계	12,673	

1.3 토목구조물 철거 단가

구 분			단 위	본 계획 적용(원)	비 고
구조물	구조물 깨기	철근콘크리트깨기	m3	65,586	T=30cm미만
		상차비	m3	4,044	백호 0.7m3
		소계	m3	69,630	
	폐기물처리비	폐기물수수료(콘크리트)	m3	147,497	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	39,375	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	18,687	
		소계	m3	205,559	
	계		m3	275,189	
하수오니	준설	준설 및 세정	m3	100,277	
	오니	폐기물수수료(하수오니)	m3	80,453	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	39,375	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	11,983	
		소계	m3	131,811	
	계		m3	232,088	

수도권매립지 폐기물 반입수수료 단가표

구 분		폐기물 상세	반입수수료(원/톤)			
			현 행	2022.1.1	2023.1.1	
생활폐기물	가정계	가정에서 배출되는 쓰레기(음식물류 제외)				
	가내공업	· 1일 평균 300kg미만 배출하는 사업장폐기물(폐합성천류, 폐합성수지류, 폐가죽, 폐고무 등)로 별도 반입 (배출자 표시된 지정봉투나 종량제봉투 사용) · 생활폐기물 등록사업(50%내에서 차감지정)으로 반입	70,056	87,608	97,963	
	공사장생활	· 일련의 공사 또는 작업 등으로 인한 5톤미만 발생 폐기물을 1p미만 세기 후 반입(봉투 깎발 부착) · 생활폐기물 등록사업(50%내에서 차감지정)으로 반입				
	연탄재	· 1일 평균 300kg미만 배출하는 연탄재	70,056	87,608	97,963	
사업장폐기물	사업장생활계	자기	· 1일 300kg이상 발생 발생 사업장폐기물을 사업장생활계 차량으로 등록반입(종량제봉투 미사용)	102,167	148,270	→
		하수준설도	· 하천이나 하수관개의 퇴적물 준설시 발생된 토사	59,882	71,786	79,408
	사업장배출시설계	상수오니	· 상수도사업수 등 생활용수 처리시 발생하는 오니 중 함유율 85% 이하 반입	60,036	72,631	80,453
		고형하오니	· 하수오니 중 고형화 처리 시설로 반입	136,800	98,851	103,495
		중간처리 잔재처리물	· 전설폐기물중간처리 과정에서 발생한 불연성잔재 폐기물	99,893	147,497	→
		음폐수	· 음식물쓰레기를 처리하는 과정에서 발생하는 폐수 동결기 (12월~3월) 51,000	→	→	
		사업장배출(기타)	· 음식물잔재를 및 원형물, 재합용 잔재를 등	102,167	148,270	→
		하수오니	· 하수처리시 발생오니 중 함유율 75%이하 반입	60,036	72,631	80,453
		오니류등4종	· 암수류 75%이하의 오니류(폐수처리오니, 공정오니), 화석고 화석회, 동물성 잔재를	83,358	126,840	→
		열경화성 매립성수지	· 제품공정과정에서 발생하는 폐합성수지 등 불연성 폐기물(15cm 이하로 절단하여 반입)	33,525	148,270	→
		광채등17종	· 광채, 폐전, 소각재, 폐주물시, 폐내화물, 샌드블라스트파사, 도자기잔류, 민청화처리물, 고압화처리물, 폐토사, 폐고무류, 폐금속류, 불연성(폐촉매, 폐촉수제, 폐용착제, 폐가전제품, 폐가구류)	83,358	125,191	→
		생활소각재	· 생활쓰레기 소각재(지자체 운영에서 발생하는 바닥재) · 광채 등 17종으로 등록 반입 후 생활로 정산	70,056	87,608	97,963
	건설폐기물		· 건설사업기법법에 의한 건설공사, 일련의 공사 또는 작업으로 인하여 발생하는 5톤이상의 폐기물(직경 50cm 이하로 절단)	99,893	147,497	→
	자정 및 감염성폐기물		· 유해성물질 함유량이 기준치(환경부령)이상인폐기물	반입불가		

수도권매립지 폐기물반입수수료 고시

수도권매립지 폐기물 반입수수료를 「수도권매립지관리공사의 설립 및 운영 등에 관한 법률」 제19조 및 「수도권매립지 반입수수료 및 분담금 부과·징수규정」 제10조에 따라 2022년 1월 1일 이후 적용될 반입수수료 단가를 변경하여 다음과 같이 고시합니다.

(단위 : 원/톤)

폐기물 종류	반입수수료	시행일	비고
생활폐기물	87,608	2022.1.1	
	97,963	2023.1.1	
사업장생활계(자기)	148,270	2022.1.1	
하수준설토	71,786	2022.1.1	
	79,408	2023.1.1	
상수오니	72,631	2022.1.1	
	80,453	2023.1.1	
고형화오니	98,851	2022.1.1	
	103,495	2023.1.1	
중간처리잔재물	147,497	2022.1.1	
사업장폐기물(기타)	148,270	2022.1.1	
하수오니	72,631	2022.1.1	
	80,453	2023.1.1	
오니류등4종	126,840	2022.1.1	
폐합성수지	148,270	2022.1.1	
광재등17종	125,191	2022.1.1	
생활소각재	87,608	2022.1.1	
	97,963	2023.1.1	
건설폐기물	147,497	2022.1.1	

2021. 1. 6.

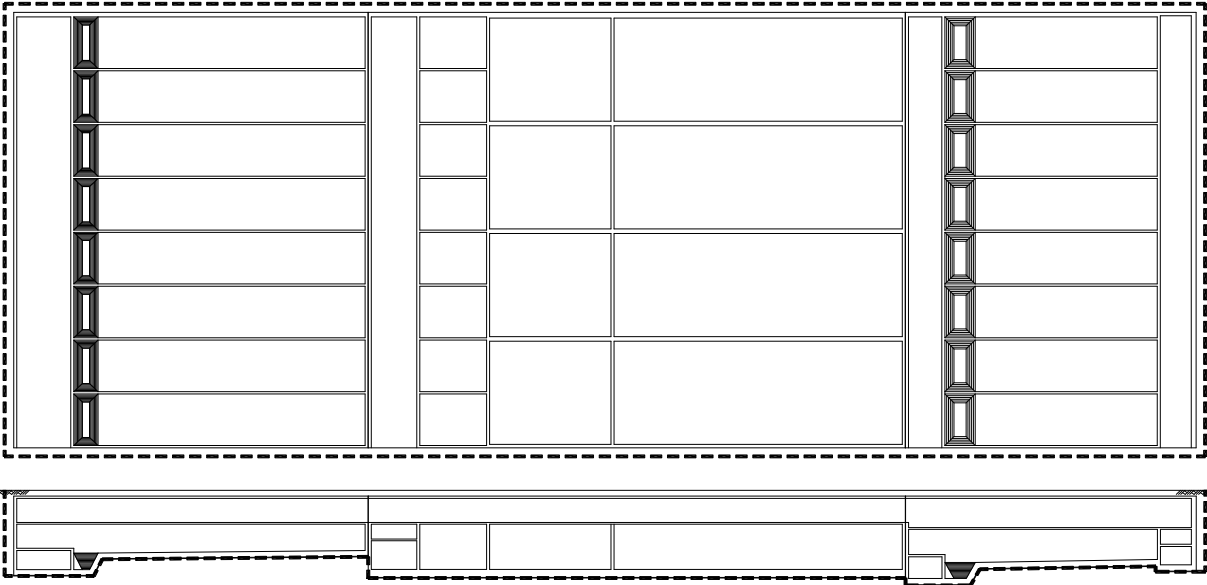
수도권매립지관리공사 사장

2. 토 공

1단계 처리시설 토공집계표

구분		단위	토공수량			비고
			계	본처리시설	유입펌프장	
1. 토공						
터파기	토사	m3	118,339	78,328	40,011	
	풍화암	m3	9,791	9,791	-	
	연암	m3	14,237	9,791	4,446	
되메우기 및 다짐	토사	m3	22,897	7,874	15,024	
흙쌓기	토사	m3	-	-	-	
잔토처리	토사	m3	95,441	70,454	24,988	
	풍화암	m3	9,791	9,791	-	
	연암	m3	14,237	9,791	4,446	

처리장 토공 산출근거

공 종		산 출 근 거				수 량					
											
1.토 공											
1) 더 파 기		※ 기존시설물 공제									
		①	78.6	x	197.8	x	9.6	=	149,252		
		②	36.8	x	192.7	x	7.3	=	- 51,343 (기존구조물)		
									=	-	
									=	97,909	
		1)	토사	:	(80.0 %)	V	=	78,327.57	=	78,328	
		2)	풍화암	:	(10.0 %)	V	=	9,790.95	=	9,791	
		3)	연암	:	(10.0 %)	V	=	9,790.95	=	9,791	
		계(V) = 97,909.46							=	97,909	
		1)	토사						=	78,328	
		2)	풍화암						=	9,791	
		3)	연암						=	9,791	
									=	97,909	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 되메우기	※ 구조물 ① 149,252 = 149,252 (금회 구조물 터파기 체적) ② 75.6 x 194.8 x 9.6 = - 141,378 (신설구조물) ① - ② = 7,874 = 7,874 ※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 = 149,252 - 141,378 = 7,874 1) 토사 : (100 %) V = 7,873.92 = 7,874	
3) 잔토처리	1) 토사 = 70,454 2) 풍화암 = 9,791 3) 연암 = 9,791 = 90,036	

처리장 토공 산출근거

공 종	산	출	근	거	수	량
-----	---	---	---	---	---	---

1.토 공

1) 터 파 기	※ 신설구조물					
	①	62.8	x	48.9	x	8.8
					=	27,024
	②	23.0	x	48.9	x	15.5
					=	17,433
					=	44,457
	1)	토사	:	(90.0 %)	V =	40,011.25
					=	40,011
	2)	풍화암	:	(0.0 %)	V =	-
					=	-
	3)	연암	:	(10.0 %)	V =	4,445.69
					=	4,446
				계(V) =	44,456.95	
					=	44,457
	1)	토사			=	40,011
	2)	풍화암			=	-
	3)	연암			=	4,446
					=	44,457

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거						수 량
2) 되메우기	※ 구조물						
	①				44,457	= 44,456.95 (금회 구조물 터파기 체적)	
	②	35.0	x	45.9	x	8.8	= - 14,137 (신설구조물)
	②	21.5	x	45.9	x	15.5	= - 15,296 (신설구조물)
					① - ②	= 15,023.57	= 15,024
3) 잔토처리	※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 =						= 15,024
	1)	토사	:	(100 %)	V	= 15,023.57	= 15,024
	1)	토사					= 24,988
	2)	풍화암					= -
	3)	연암					= 4,446
							= 29,433

3. 구조물공

1단계 처리시설 구조물공집계표

구분		단위	구조물공 수량					비고
			계	1차침전지	생물반응조	2차침전지	유입펌프장	
1. 구조물공								
레미콘 타설	철근	m3	36,480	8,144	12,615	7,971	7,749	
	무근	m3	1,767	442	669	362	295	
레미콘	25-30-15	m3	36,480	8,144	12,615	7,971	7,749	
	40-18-8	m3	1,767	442	669	362	295	
철근 가공 및 조립	복잡	TON	5,472	1,222	1,892	1,196	1,162	
철근	D29	TON	5,472	1,222	1,892	1,196	1,162	
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	83,108	19,987	28,276	20,620	14,224	
강관 동바리	암거용(3개월)	공m3	187,427	40,225	76,390	38,912	31,901	
방수공	내부	m2	72,498	16,883	22,319	17,160	16,137	
	외부	m2	31,775	7,520	11,384	7,081	5,790	
시스템 비계	내부	m2	25,556	5,891	8,223	7,026	4,416	
	외부	m2	15,190	3,263	4,808	3,603	3,516	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15		= 7749.20㎡
유입펌프장	슬 레 브	
	상부	
	L = 56.5 W = 45.9 T = 0.5	
	: 56.5 × 45.9 × 0.5 = 1296.68	1296.68
	B1하부	
	L = 52.5 W = 45.9 T = 0.5	
	: 52.5 × 45.9 × 0.5 = 1204.88	1204.88
	B2하부 Left	
	L = 35.4 W = 45.9 T = 0.5	
	: 35.4 × 45.9 × 0.5 = 812.43	812.43
	B2하부 Right	
	L = 17.1 W = 45.9 T = 0.5	
	: 17.1 × 45.9 × 0.5 = 392.45	392.45
	B1 유지관리공간 하부	
	L = 2.5 W = 45.9 T = 0.6	
	: 2.5 × 45.9 × 0.6 = 68.85	68.85
	B2 유지관리공간 하부	
	L = 2.5 W = 45.9 T = 0.6	
	: 2.5 × 45.9 × 0.6 = 68.85	68.85
	바닥슬래브	
	L = 35.9 W = 45.9 T = 0.7	
	: 35.9 × 45.9 × 0.7 = 1153.47	1153.47
	L = 21.5 W = 45.9 T = 0.7	
	: 21.5 × 45.9 × 0.7 = 690.8	690.8
	벽 체(외 벽)	
	L = 45.9 H = 11.3 T = 0.5	
	: 45.9 × 11.3 × 0.5 = 259.34	259.34
	L = 45.9 H = 17.8 T = 0.5	
	: 45.9 × 17.8 × 0.5 = 408.51	408.51
	L = 45.9 H = 5.5 T = 0.5	
	: 45.9 × 5.5 × 0.5 = 126.23	126.23
	L = 34.5 H = 11.3 T = 0.5	
	: 34.5 × 11.3 × 0.5 × 2 EA = 389.85	389.85
	L = 21 H = 17.8 T = 0.5	
	: 21 × 17.8 × 0.5 × 2 EA = 373.8	373.8
	벽 체(내 벽)	
	L = 45.9 H = 3.2 T = 0.4 1 ea	
	: 45.9 × 3.2 × 0.4 × 1 = 58.75	58.75
	L = 45.9 H = 3.2 T = 0.4 2 ea	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8	$: 45.9 \times 3.2 \times 0.4 \times 2 = 117.5$	117.5
	$L = 45.9 \quad H = 17.8 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$	
	$: 45.9 \times 17.8 \times 0.4 \times 1 = 326.81$	326.81
	=	294.54㎡
	버림 $L = 56.7 \quad W = 46.1 \quad T = 0.1 \quad 1 \text{ ea}$ $: 56.7 \times 46.1 \times 0.1 \times 1 = 261.39$	261.39
	침사지 $R1 = 2 \quad R2 = 0.6 \quad H1 = 3.4 \quad H2 = 2.4$ $:(4 \times 3.14 - 0.36 \times 3.14) \times 2.9 = 33.15$	33.15
2.2 철 근		1162.380TON
D29	비율(철근/레미콘) = 15% 철근콘크리트량= 7749.2 $: 7749.2 \times 15\% = 1162.4$	= 1162.38
2.3거 푸 집		
유로폼		= 14224.36㎡
슬 레 브		
	L W 면	
상부	55.5 × 44.9 × 1 = 2491.95	2491.95
B1하부	52.5 × 44.9 × 1 = 2357.25	2357.25
B2하부 Left	34.9 × 44.9 × 1 = 1567.01	1567.01
B2하부 Right	2.5 × 44.9 × 1 = 112.25	112.25
B1 유지관리공간 하	2.5 × 44.9 × 1 = 112.25	112.25
B2 유지관리공간 하	2.5 × 44.9 × 1 = 112.25	112.25
바닥슬래브		
	35.9 × × 1 × 2 EA = 71.8	71.8
	21.5 × × 1 × 2 EA = 43	43
	45.9 × × 1 × 3 EA = 137.7	137.7
벽 체(외 벽)		
	L H 면	
	45.9 × 11.3 × 2 = 1037.34	1037.34
	45.9 × 17.8 × 2 = 1634.04	1634.04
	45.9 × 5.5 × 2 = 504.9	504.9
	34.5 × 11.3 × 2 = 779.7	779.7
	21 × 17.8 × 2 = 747.6	747.6

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	벽 체(내 벽)	L	H	면			
		45.9	× 3.2	× 2	=	293.76	293.76
		45.9	× 3.2	× 4	=	587.52	587.52
		45.9	× 17.8	× 2	=	1634.04	1634.04
2.4 동 바 리							
1) 동바리							31901.00 공㎡
	동 바 리	L	W	H			
1		52.5	× 44.9	× 4.5	=	10607.63	10607.63
2		35.4	× 44.9	× 3	=	4768.38	4768.38
3		17.1	× 44.9	× 4	=	3071.16	3071.16
4		3.4	× 44.9	× 3.2	=	488.51	488.51
5		15.4	× 44.9	× 3.2	=	2212.67	2212.67
6		15.3	× 44.9	× 3.2	=	2198.3	2198.3
7		17.1	× 44.9	× 8.7	=	6679.77	6679.77
8		2.5	× 44.9	× 3	=	336.75	336.75
9		2.5	× 44.9	× 4.9	=	550.03	550.03
10		2.5	× 44.9	× 8.8	=	987.8	987.8
2)수평연결재							5877.41㎡
	단수=높이 3.5m이상시2m마다설치						
1		52.5	× 44.9	× 1	=	2357.25	2357.25
2		35.4	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
3		17.1	× 44.9	× 1	=	767.79	767.79
4		3.4	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
5		15.4	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
6		15.3	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
7		17.1	× 44.9	× 3	=	2303.37	2303.37
8		2.5	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
9		2.5	× 44.9	× 1	=	112.25	112.25
10		2.5	× 44.9	× 3	=	336.75	336.75
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 16136.63㎡
	슬래브	L	W	면			
		52.5	× 44.9	× 1	=	2357.25	2357.25

2.슬러지처리시설

공 종	산출근거						수 량		
2) 외부방수		35.4	×	44.9	×	1 =	1589.46	1589.46	
		17.1	×	44.9	×	2 =	1535.58	1535.58	
		34.1	×	44.9	×	1 =	1531.09	1531.09	
		2.5	×	44.9	×	3 =	336.75	336.75	
	외부벽체	L		H		면			
		12.7	×	45.9	×	1 =	582.93	582.93	
		6.7	×	45.9	×	1 =	307.53	307.53	
		19.4	×	45.9	×	1 =	890.46	890.46	
		35	×	12.7	×	2 =	889	889	
		21.5	×	19.4	×	2 =	834.2	834.2	
	내부벽체	L		H		면			
		44.9	×	4.5	×	2 =	404.10	404.10	
		52.5	×	4.5	×	2 =	472.50	472.50	
		44.9	×	3	×	1 =	134.70	134.70	
		44.9	×	4	×	1 =	179.60	179.60	
		35.4	×	3	×	2 =	212.40	212.40	
		17.1	×	4	×	2 =	136.80	136.80	
		44.9	×	3.2	×	6 =	862.08	862.08	
		34.1	×	3.2	×	2 =	218.24	218.24	
		44.9	×	8.7	×	2 =	781.26	781.26	
		17.1	×	8.7	×	2 =	297.54	297.54	
		2.5	×	3	×	2 =	15.00	15.00	
		2.5	×	4.9	×	2 =	24.50	24.50	
		2.5	×	8.8	×	2 =	44.00	44.00	
		44.9	×	3	×	2 =	269.40	269.40	
		44.9	×	4.9	×	2 =	440.02	440.02	
		44.9	×	8.8	×	2 =	790.24	790.24	
									5789.94㎡
	슬래브	L		W		면			
		56.5	×	45.9	×	1 =	2593.35	2593.35	
	벽체								
		45.9	×	12.7	×	1 =	582.93	582.93	
		45.9	×	19.4	×	1 =	890.46	890.46	
		35	×	12.7	×	2 =	889	889	
		21.5	×	19.4	×	2 =	834.2	834.2	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거							수 량			
2.6 비 계											
1) 외부비계								3515.57 m²			
	12.2	×	47.9	×	1	EA	=	584.38	584.38		
	6.2	×	47.9	×	1	EA	=	296.98	296.98		
	18.9	×	47.9	×	1	EA	=	905.31	905.31		
	36	×	12.2	×	2	EA	=	878.4	878.4		
	22.5	×	18.9	×	2	EA	=	850.5	850.5		
								4416.18 m²			
	2) 내부비계										
		침사지	42.9	×	4	×	2	EA	=	343.2	343.2
			50.5	×	4	×	2	EA	=	404	404
			42.9	×	2.5	×	1	EA	=	107.25	107.25
			42.9	×	3.5	×	1	EA	=	150.15	150.15
			33.4	×	2.5	×	2	EA	=	167	167
15.1			×	3.5	×	2	EA	=	105.7	105.7	
42.9			×	2.7	×	6	EA	=	694.98	694.98	
32.1			×	2.7	×	2	EA	=	173.34	173.34	
42.9			×	8.2	×	2	EA	=	703.56	703.56	
15.1			×	8.2	×	2	EA	=	247.64	247.64	
0.5			×	2.5	×	2	EA	=	2.5	2.5	
0.5			×	4.4	×	2	EA	=	4.4	4.4	
0.5			×	8.3	×	2	EA	=	8.3	8.3	
42.9			×	2.5	×	2	EA	=	214.5	214.5	
42.9	×		4.4	×	2	EA	=	377.52	377.52		
42.9	×	8.3	×	2	EA	=	712.14	712.14			

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	8144.32㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간1		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간2		
L = 75.6 W = 9.9 T = 0.35		
: 75.6 × 9.9 × 0.35 = 261.95		261.95
하부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.7		
: 75.6 × 58.4 × 0.7 = 3090.53		3090.53
	벽 체(외 벽)	
외벽1		
L = 75.6 H = 12.4 T = 0.5 1 ea		
: 75.6 × 12.4 × 0.5 × 1 = 468.72		468.72
외벽2		
L = 48 H = 4.2 T = 0.5 1 ea		
: 48 × 4.2 × 0.5 × 1 = 100.8		100.8
외벽3		
L = 13.4 H = 12.4 T = 0.5 2 ea		
: 13.4 × 12.4 × 0.5 × 2 = 166.16		166.16
외벽4		
L = 44 H = 9.5 T = 0.5 2 ea		
: 44 × 9.5 × 0.5 × 2 = 418		418
	벽 체(내 벽)	
내벽1		
L = 75.6 H = 7.9 T = 0.4		
: 75.6 × 7.9 × 0.4 = 238.9		238.9
내벽2		
L = 44 H = 5 T = 0.4		
: 44 × 5 × 0.4 = 88		88
내벽3		
L = 4 H = 7.9 T = 0.4 8 ea		
: 4 × 7.9 × 0.4 × 8 = 101.12		101.12
내벽4		

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	$L = 8.9 \quad H = 4.2 \quad T = 0.4 \quad 8 \text{ ea}$ $: 8.9 \times 4.2 \times 0.4 \quad 8 = 119.62$	119.62
	=	441.50㎡
	$L = 75.6 \quad W = 58.4 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 58.4 \times 0.1 = 441.5$	441.5
2.2 철 근		1221.648TON
D29	비율(철근/레미콘) = 15% 철근콘크리트량= 8144.32 $: 8144.32 \times 15\% = 1221.6$	= 1221.648
2.3거 푸 집		
유로폼		= 19987.38㎡
슬 래 브		
	L W 면	
상부	75.2 × 57.4 × 1 = 4316.48	4316.48
중간1	9 × 8.9 × 8 = 640.8	640.8
공동구	75.6 × 8.9 × 1 = 672.84	672.84
중간2	9 × 48 × 8 = 3456	3456
벽 체(외 벽)		
	L H 면	
외벽1	75.6 × 13.8 × 1 = 1043.28	1043.28
외벽2	75.6 × 10.5 × 1 = 793.8	793.8
외벽3	13.9 × 13.9 × 2 = 386.42	386.42
외벽4	44.5 × 9.9 × 2 = 881.1	881.1
벽 체(내 벽)		
	L H 면	
내벽1(기계실)	74.8 × 4.2 × 2 = 628.32	628.32
내벽2(기계실)	57.4 × 4.2 × 2 = 482.16	482.16
내벽3	44 × 5 × 16 = 3520	3520
내벽4	4 × 7.9 × 16 = 505.6	505.6
내벽5	9 × 7.9 × 8 = 568.8	568.8
내벽6	9 × 4.6 × 8 = 331.2	331.2
내벽7	75.6 × 3.3 × 2 = 498.96	498.96
내벽8	8.9 × 3.3 × 2 = 58.74	58.74
내벽9	9 × 4.2 × 16 = 604.8	604.8

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2.4 동 바 리							
1) 동바리							40224.51 공㎡
	동 바 리	L		W		H ea	
	상부(기계실)	74.8	×	57.4	×	4.2 × 1 =	18032.78
	수조	9	×	48	×	5 × 8 =	17280
	공동구	75.6	×	8.9	×	3.3 × 1 =	2220.37
	유입수로	9	×	8.9	×	4.2 × 8 =	2691.36
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 16882.78㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.2	×	57.4	×	1 =	4316.48
	중간1	9	×	8.9	×	8 =	640.8
	공동구	75.6	×	8.9	×	1 =	672.84
	중간2	9	×	48	×	8 =	3456
	벽 체(내 벽)	L		H		면	
	내벽1(기계실)	74.8	×	4.2	×	2 =	628.32
	내벽2(기계실)	57.4	×	4.2	×	2 =	482.16
	내벽3	44	×	5	×	16 =	3520
	내벽4	4	×	7.9	×	16 =	505.6
	내벽5	9	×	7.9	×	8 =	568.8
	내벽6	9	×	4.6	×	8 =	331.2
	내벽7	75.6	×	3.3	×	2 =	498.96
	내벽8	8.9	×	3.3	×	2 =	58.74
	내벽9	9	×	4.2	×	16 =	604.8
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2) 외부방수							= 7519.64㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.6	×	58.4	×	1 =	4415.04
	벽 체(외 벽)	L		H		면	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거								수 량		
	외벽1	75.6	×	13.8	×	1	=	1043.28	1043.28		
	외벽2	75.6	×	10.5	×	1	=	793.8	793.8		
	외벽3	13.9	×	13.9	×	2	=	386.42	386.42		
	외벽4	44.5	×	9.9	×	2	=	881.1	881.1		
2.6 비 계											
1) 외부비계									3263.16 ㎡		
	외부1	77.6	×	13.8	×	1	EA	=	1070.88	1070.88	
	외부2	77.6	×	10.6	×	1	EA	=	822.56	822.56	
	외부1	14.9	×	13.9	×	2	EA	=	414.22	414.22	
	외부2	45.5	×	10.5	×	2	EA	=	955.5	955.5	
									5891.02 ㎡		
	2) 내부비계	내부1(기계실)	72.8	×	4.2	×	1	EA	=	305.76	305.76
		내부2(기계실)	55.4	×	4.2	×	1	EA	=	232.68	232.68
		내부3(수조)	7	×	4.6	×	8	EA	=	257.6	257.6
		내부4(수조)	43	×	5.0	×	16	EA	=	3440	3440
		내부5(수조)	3	×	7.9	×	8	EA	=	189.6	189.6
		내부6(공동구)	73.6	×	3.3	×	2	EA	=	485.76	485.76
		내부7(공동구)	6.9	×	3.3	×	2	EA	=	45.54	45.54
		내부6(수로)	7	×	4.2	×	16	EA	=	470.4	470.4
내부7(수로)	6.9	×	4.2	×	16	EA	=	463.68	463.68		

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	12615.38㎡
생물반응조	슬 래 브	
	상부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	중간	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	공동구 상부	
	L = 75.6 W = 7.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 7.5 × 0.35 = 198.45	198.45
	생물반응조하부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.7	
	: 75.6 × 88.5 × 0.7 = 4683.42	4683.42
	벽 체(외 벽)	
	기계실 0.5 × 88.5 × 4.2 = 185.9	185.85
	수조 0.5 × 7.5 × 2.6 = 9.75	9.75
	공동구 0.5 × 7.5 × 5 = 18.75	18.75
	혐기조 0.5 × 11 × 7.9 = 43.45	43.45
	무산소조 0.5 × 20 × 7.9 = 79	79
	호기조 0.5 × 47.5 × 7.9 = 187.6	187.63
	0.5 × 18 × 7.9 × 4 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	0.5 × 9 × 7.9 × 8 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	벽 체(내 벽)	
	L = 11 H = 7.9 T = 0.4 7 ea	
	: 11 × 7.9 × 0.4 × 7 = 243.32	243.32
	L = 20 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 20 × 7.9 × 0.4 × 3 = 189.6	189.6
	L = 47.5 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 47.5 × 7.9 × 0.4 × 3 = 450.3	450.3
	L = 7.5 H = 2.6 T = 0.4 7 ea	
	: 7.5 × 2.6 × 0.4 × 7 = 54.6	54.6
	L = 74 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 74 × 7.9 × 0.4 × 3 = 701.52	701.52
2) 40-18-8	=	669.06㎡
기초콘크리트	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.1	
	: 75.6 × 88.5 × 0.1 = 669.06	669.06
2.2 철 근		1892.307TON
D29		
	비율(철근/레이콘) = 15%	
	철근콘크리트량= 12615.38	

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량		
	:	12615.38	×	15%	=	1892.3	=				1892.307		
2.3거 푸 집													
유로폼											=	28276.10㎡	
	슬 레 브	L		W		면							
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6				6690.6	
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6				6690.6	
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567				567	
	벽 체(외 벽)												
	75.6	×	2	×	14.3	+	88.5	×	2	×	14.3	=	4693.26
	벽 체(내 벽)	L		H		면							
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4				1390.4	
		20	×	7.9	×	8	=	1264				1264	
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002				3002	
		7.5	×	2.6	×	16	=	312				312	
	75.6	×	4.2	×	2	=	635.04				635.04		
	75.6	×	5	×	2	=	756				756		
	18	×	7.9	×	16	=	2275.2				2275.2		
2.4 동 바 리													
1) 동바리											76389.92 공㎡		
	동 바 리	L		W		H		ea					
	기계실	88.5	×	75.6	×	4.2	×	1	=	28100.52	28100.52		
	수조	7.5	×	9	×	2.6	×	8	=	1404	1404		
	무산소조	20	×	18	×	7.9	×	4	=	11376	11376		
	혐기조	11	×	9	×	7.9	×	8	=	6256.8	6256.8		
	공동구	7.5	×	75.6	×	5	×	1	=	2835	2835		
	호기조	47.5	×	17.6	×	7.9	×	4	=	26417.6	26417.6		

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량							
2.5 방 수 공																		
1) 내부방수											= 22318.52㎡							
	슬 레 브	L		W		면												
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6										
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6										
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567										
	벽 체(내 벽)	L		H		면												
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4										
		20	×	7.9	×	8	=	1264										
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002										
		7.5	×	2.6	×	16	=	312										
		75.6	×	4.2	×	1	=	317.52										
		75.6	×	5	×	1	=	378										
		18	×	7.9	×	12	=	1706.4										
	2) 외부방수											= 11383.86㎡						
		슬 레 브	L		W		면											
		상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6									
벽 체(외 벽)		75.6 × 2 × 14.3 + 88.5 × 2 × 14.3 = 4693.26									4693.26							
2.6 비 계																		
1) 외부비계											4807.66 ㎡							
		90.5	×	14.3	×	2	EA	=	2588.3	2588.3								
		77.6	×	14.3	×	2	EA	=	2219.36	2219.36								
2) 내부비계											8222.64 ㎡							
	기계실	86.5	×	4.2	×	2	+	73.6	×	4.2	×	2	×	1	ea	=	1345	1344.84
	공동구	5.5	×	5	×	2	+	73.6	×	5	×	2	×	1	ea	=	791	791
	수조	5.5	×	2.6	×	2	+	7	×	2.6	×	2	×	8	ea	=	320	319.8
	혐기조	7	×	7.9	×	2	+	9	×	7.9	×	2	×	8	ea	=	1248	1248.2
	무산소조	16	×	7.9	×	2	+	18	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	1390	1390.4
	호기조	16	×	7.9	×	2	+	45.5	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	3128	3128.4

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15		= 7971.26㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 = 1267.43		1267.43
중간1		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 = 1267.43		1267.43
중간2		
L = 75.6 W = 6.5 T = 0.35		
: 75.6 × 6.5 × 0.35 = 171.99		171.99
중간3		
L = 75.6 W = 6.4 T = 0.35		
: 75.6 × 6.4 × 0.35 = 169.34		169.34
하부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.7		
: 75.6 × 47.9 × 0.7 = 2534.87		2534.87
	벽 체(외 벽)	
외벽1(기계실)		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × = 192.78		192.78
외벽2		
L = 75.6 H = 2.6 T = 0.5		
: 75.6 × 2.6 × 0.5 × = 98.28		98.28
외벽3		
L = 75.6 H = 3.2 T = 0.5		
: 75.6 × 3.2 × 0.5 × = 120.96		120.96
외벽4		
L = 75.6 H = 4.4 T = 0.5		
: 75.6 × 4.4 × 0.5 × = 166.32		166.32
외벽5		
L = 75.6 H = 3.8 T = 0.5		
: 75.6 × 3.8 × 0.5 × = 143.64		143.64
외벽6		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × = 192.78		192.78
외벽7		
L = 46.6 H = 5.1 T = 0.5 2 ea		
: 46.6 × 5.1 × 0.5 × 2 = 237.66		237.66

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	외벽8 $L = 11 \quad H = 8.6 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 11 \times 8.6 \times 0.5 \times 2 = 94.6$	94.6
	외벽9 $L = 30.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 30.5 \times 5.8 \times 0.5 \times 2 = 176.9$	176.9
	외벽10 $L = 5.1 \quad H = 6.2 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 6.2 \times 0.5 \times 2 = 31.62$	31.62
	벽 체(내 벽)	
	내벽1(방류수로) $L = 5.1 \quad H = 2.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 2.6 \times 0.4 \times 7 = 37.13$	37.13
	내벽2 $L = 31.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 31.5 \times 5.8 \times 0.4 \times 7 = 511.56$	511.56
	내벽3 $L = 3.5 \quad H = 8.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 3.5 \times 8.6 \times 0.4 \times 7 = 84.28$	84.28
	내벽4 $L = 74.8 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 4.4 \times 0.4 \times 1 = 131.65$	131.65
	내벽5 $L = 74.8 \quad H = 3.8 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 3.8 \times 0.4 \times 1 = 113.7$	113.7
	내벽6 $L = 5.5 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.5 \times 4.4 \times 0.4 \times 7 = 67.76$	67.76
	내벽7 $L = 74.8 \quad H = 5.3 \quad T = 0.4$ $: 74.8 \times 5.3 \times 0.4 = 158.58$	158.58
	=	362.12m³
	$L = 75.6 \quad W = 47.9 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 47.9 \times 0.1 = 362.12$	362.12
2.2 철 근		1195.689TON
D29	비율(철근/레미콘) = 15% 철근콘크리트량= 7971.26	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
	: 7971.26 × 15% = 1195.7	= 1195.689
2.3거 푸 집		
유로폼		= 20620.30㎡
슬 래 브	L W 면	
상부	9 × 5.1 × 8 = 367.2	367.2
중간1	9 × 5.5 × 8 = 396	396
중간2(수로)	9 × 35 × 8 = 2520	2520
하부1(공동구1)	75.6 × 5.5 × 1 = 415.8	415.8
하부2(공동구2)	75.6 × 5.1 × 1 = 385.56	385.56
상부(기계실)	46.6 × 74.8 × 1 = 3485.68	3485.68
벽 체(외 벽)	L H 면	
외벽1	75.6 × 13.1 × 1 = 990.36	990.36
외벽2	75.6 × 15.6 × 1 = 1179.36	1179.36
외벽3	12.2 × 15.5 × 2 = 378.2	378.2
외벽4	29 × 12.7 × 2 = 736.6	736.6
외벽5	6.7 × 13.1 × 2 = 175.54	175.54
벽 체(내 벽)	L H 면	
내벽1	9 × 2.6 × 16 = 374.4	374.4
내벽2	75.6 × 3.2 × 2 = 483.84	483.84
내벽3	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽4	9 × 8.6 × 8 = 619.2	619.2
내벽5	30 × 5.8 × 16 = 2784	2784
내벽6	5 × 8.6 × 16 = 688	688
내벽7	5.1 × 3.2 × 2 = 32.64	32.64
내벽8	5.1 × 2.6 × 16 = 212.16	212.16
내벽9	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽10	74.8 × 3.8 × 2 = 568.48	568.48
내벽11	5.5 × 3.8 × 2 = 41.8	41.8
내벽12	74.8 × 5.1 × 2 = 762.96	762.96
내벽13	46.6 × 5.1 × 2 = 475.32	475.32
내벽14	9 × 4.4 × 16 = 633.6	633.6
내벽15	5.5 × 4.4 × 16 = 387.2	387.2
2.4 등 바 리		
1) 등바리		38911.92 공㎡

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거										수 량	
	동 바 리	L	W	H	ea							
	상부(기계실)	74.8	×	46.6	×	5.1	×	1	=	17776.97	17776.97	
	중간1(방류수로)	9	×	5.1	×	2.6	×	8	=	954.72	954.72	
	중간2	9	×	30	×	5.8	×	8	=	12528	12528	
	중간3	9	×	5	×	8.6	×	8	=	3096	3096	
	중간4(유입수	9	×	5.5	×	4.4	×	8	=	1742.4	1742.4	
	하부(공동구1)	5.1	×	75.6	×	3.2	×	1	=	1233.79	1233.79	
	하부2(공동구2)	5.5	×	75.6	×	3.8	×	1	=	1580.04	1580.04	
2.5 방 수 공												
1) 내부방수											=	17160.24㎡
	슬 래 브	L	W	면								
	상부	9	×	5.1	×	8	=	367.2		367.2		
	중간1	9	×	5.5	×	8	=	396		396		
	중간2(수로)	9	×	35	×	8	=	2520		2520		
	하부1(공동구1)	75.6	×	5.5	×	1	=	415.8		415.8		
	하부2(공동구2)	75.6	×	5.1	×	1	=	385.56		385.56		
	상부(기계실)	46.6	×	74.8	×	1	=	3485.68		3485.68		
	벽 체(내 벽)	L	H	면								
	내벽1	9	×	2.6	×	16	=	374.4		374.4		
	내벽2	75.6	×	3.2	×	2	=	483.84		483.84		
	내벽3	9	×	5.3	×	16	=	763.2		763.2		
	내벽4	9	×	8.6	×	8	=	619.2		619.2		
	내벽5	30	×	5.8	×	16	=	2784		2784		
	내벽6	5	×	8.6	×	16	=	688		688		
	내벽7	5.1	×	3.2	×	2	=	32.64		32.64		
	내벽8	5.1	×	2.6	×	16	=	212.16		212.16		
	내벽9	9	×	5.3	×	16	=	763.2		763.2		
	내벽10	74.8	×	3.8	×	2	=	568.48		568.48		
	내벽11	5.5	×	3.8	×	2	=	41.8		41.8		
	내벽12	74.8	×	5.1	×	2	=	762.96		762.96		
	내벽13	46.6	×	5.1	×	2	=	475.32		475.32		
	내벽14	9	×	4.4	×	16	=	633.6		633.6		
	내벽15	5.5	×	4.4	×	16	=	387.2		387.2		
	2) 외부방수											=
슬 래 브		L	W	면								
	상부	75.6	×	47.9	×	1	=	3621.24		3621.24		

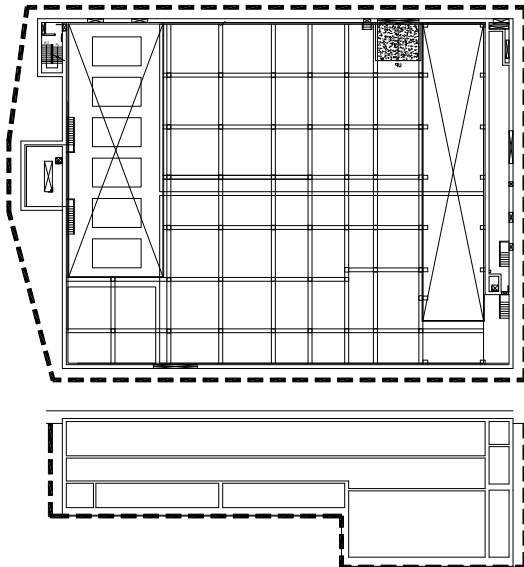
2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거							수 량
	벽 체(외 벽)	L	H	면				
	외벽1	75.6	×	13.1	×	1	=	990.36
	외벽2	75.6	×	15.6	×	1	=	1179.36
	외벽3	12.2	×	15.5	×	2	=	378.2
	외벽4	29	×	12.7	×	2	=	736.6
	외벽5	6.7	×	13.1	×	2	=	175.54
2.6 비 계								
1) 외부비계								3603.12 m ²
2) 내부비계	외부1	77.6	×	13.1	×	1	EA =	1016.56
	외부2	77.6	×	15.6	×	1	EA =	1210.56
	외부3	13.2	×	15.6	×	2	EA =	411.84
	외부4	36.8	×	13.1	×	2	EA =	964.16
								7026.08 m ²
	내부1(기계실)	72.8	×	5.1	×	2	EA =	742.56
	내부2(기계실)	44.6	×	5.1	×	2	EA =	454.92
	내부3(방류수로)	7	×	2.6	×	16	EA =	291.2
	내부4(방류수로)	3.1	×	2.6	×	16	EA =	128.96
	내부5(유입수로)	7	×	4.4	×	2	EA =	61.6
	내부6(유입수로)	3.5	×	4.4	×	2	EA =	30.8
	내부7(수로)	7	×	5.3	×	8	EA =	296.8
	내부8(수로)	7	×	8.6	×	8	EA =	481.6
	내부9(공동구1)	72.8	×	3.8	×	2	EA =	553.28
	내부10(공동구1)	3.5	×	3.8	×	2	EA =	26.6
	내부11(공동구2)	72.8	×	3.2	×	2	EA =	465.92
	내부12(공동구2)	3.1	×	3.2	×	2	EA =	19.84
	내부13	30	×	5.8	×	16	EA =	2784
	내부14	5	×	8.6	×	16	EA =	688

4. 가시설공

1단계 처리시설 가시설공집계표

구분		단위	가시설 수량		비고
			계	처리시설	
4. 가시설공					
쉬트파일		본	1,806	1,806	

공 종	산 출 근 거			수 량
				
< 본처리시설 >		< 유 입 펌 프 장 >		
1. 슈트파일				
1) 본처리시설 외 유입펌프장	L = 652.3 m x 1 본 / 0.4 m = 1,631			1,631
3) 추진기지	L = 30.0 m x 1 본 / 0.4 m x 1 EA = 75			75
4) 도달기지	L = 20.0 m x 1 본 / 0.4 m x 2 EA = 100			100
				= 1,806

5. 관로공

1단계 처리시설 가시설공집계표

구분			단위	관로공 수량		비고
				계	관로공	
1. 관로공						
차집관로 (부지내)		H2.5mxW2.5m	m	520	520	
차집관로	공단계	PC관 D600mm	m	4,100	4,100	
	추진공	D600mm	식	150	150	
기존 차집관로 개량		D700mm	식	1,708	1,708	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거				수 량
1. 관로					
1) 차집관로 (부지내)	L	=	520.0 m (H2.5mxW2.5m)	=	520
2) 공단계 (관로공)	L	=	4,100.0 m (PC관, D600mm)	=	4,100
2) 공단계 (추진공)	L	=	150.0 m (D600mm)	=	150
4) 추진공	L	=	1,708.0 m (D700mm)	=	1,708
				=	6,478

6. 가설사무실

1단계 처리시설 가설사무소집계표

구분		단위	가설사무소 수량		비고
			계	가설사무소	
1. 가설사무실					
현장사무소 (감독 감리자)	m²	250	250		
	m²	430	430		
기자재창고	m²	120	120		
숙소	m²	350	350		

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
1. 가설사무실		
1) 현장사무소 (감독 감리자)	A = 250.0 m ² = 250 =	250
2) 현장사무소 (수급자)	A = 430.0 m ² = 430 =	430
3) 기자재창고	A = 120.0 m ² = 120 =	120
4) 숙소	A = 350.0 m ² = 350 =	350
		= 1,150

단가산출근거

총괄 공사비 집계(270,000㎡/일, 계획고 10.0m)

구분		계		1단계		2단계		3단계		4단계		5단계		비고	
		수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비		
Ⅲ 총공사비			399,667,025,152		97,558,985,668		63,647,612,698		63,647,612,698		63,647,612,698		111,165,201,390		
Ⅳ 토목공사비			237,056,767,773		56,737,658,014		37,030,082,102		37,030,082,102		37,030,082,102		69,228,863,453		
Ⅴ 건축공사비	1. 기존시설 철거	202,116	29,700,725,985	28,340	4,985,320,530	43,444	6,118,724,278	43,444	6,118,724,278	43,444	6,118,724,278	43,444	6,359,232,621		
	슬리지준설	준설비	30,941	4,033,484,403	1,497	195,164,563	7,361	959,579,960	7,361	959,579,960	7,361	959,579,960	7,361	959,579,960	
		처리비	30,941	5,301,884,676	1,497	256,537,500	7,361	1,261,336,794	7,361	1,261,336,794	7,361	1,261,336,794	7,361	1,261,336,794	
	기존구조물 깨기	철거비	92,737	8,107,655,855	12,673	1,147,122,847	20,016	1,716,234,117	20,016	1,716,234,117	20,016	1,716,234,117	20,016	1,811,830,657	
		처리비	47,497	12,257,701,051	12,673	3,386,495,620	8,706	2,181,573,407	8,706	2,181,573,407	8,706	2,181,573,407	8,706	2,326,485,210	
	2. 토공	1,611,861	9,787,809,672	284,733	1,817,257,091	195,819	1,291,346,055	195,819	1,291,346,055	195,819	1,291,346,055	739,672	4,096,514,416		
	터파기	토사	580,745	2,685,945,816	118,339	547,317,046	78,328	362,265,008	78,328	362,265,008	78,328	362,265,008	227,424	1,051,833,746	
		풍화암	66,502	2,377,233,074	9,791	349,996,953	9,791	349,996,953	9,791	349,996,953	9,791	349,996,953	27,338	977,245,262	
		연암	70,947	3,008,023,845	14,237	603,605,096	9,791	415,116,536	9,791	415,116,536	9,791	415,116,536	27,338	1,159,069,141	
	되메우기 및 다짐	토사	70,661	556,100,022	22,897	180,203,254	7,874	61,967,750	7,874	61,967,750	7,874	61,967,750	24,141	189,993,518	
	흙쌓기	토사	175,474	427,278,154	-	-	-	-	-	-	-	-	175,474	427,278,154	
	잔토처리	토사	510,084	489,170,846	95,441	91,528,235	70,454	67,565,050	70,454	67,565,050	70,454	67,565,050	203,282	194,947,461	
		풍화암	66,502	81,730,480	9,791	12,033,073	9,791	12,033,073	9,791	12,033,073	9,791	12,033,073	27,338	33,598,188	
		연암	70,947	162,327,435	14,237	32,573,434	9,791	22,401,685	9,791	22,401,685	9,791	22,401,685	27,338	62,548,946	
	3. 구조물공	2,451,061	169,011,038,477	502,993	33,927,412,481	408,597	27,130,321,614	408,597	27,130,321,614	408,597	27,130,321,614	722,279	53,692,661,154		
	레미콘 타설	철근	187,078	6,717,206,152	36,480	1,309,856,625	28,731	1,031,613,850	28,731	1,031,613,850	28,731	1,031,613,850	64,405	2,312,507,977	
		무근	8,937	284,201,768	1,767	56,201,130	1,473	46,834,169	1,473	46,834,169	1,473	46,834,169	2,751	87,498,131	
	레미콘	25-30-15	187,078	20,938,653,665	36,480	4,083,041,908	28,731	3,215,712,698	28,731	3,215,712,698	28,731	3,215,712,698	64,405	7,208,473,663	
		40-18-8	8,937	820,299,497	1,767	162,214,891	1,473	135,178,770	1,473	135,178,770	1,473	135,178,770	2,751	252,548,296	
	철근 가공 및 조립	복잡	28,062	25,776,040,135	5,472	5,026,333,117	4,310	3,958,627,806	4,310	3,958,627,806	4,310	3,958,627,806	9,661	8,873,823,600	
	철근	D29	28,062	30,404,778,272	5,472	5,928,938,004	4,310	4,669,499,274	4,310	4,669,499,274	4,310	4,669,499,274	9,661	10,467,342,446	
	거푸집 조립 및 해체	유로폼	423,296	25,102,305,723	83,108	4,928,478,918	68,884	4,084,945,922	68,884	4,084,945,922	68,884	4,084,945,922	133,537	7,918,989,039	
	강관 동바리	암거용(3개월)	877,275	21,106,349,122	187,427	4,509,314,614	155,526	3,741,808,455	155,526	3,741,808,455	155,526	3,741,808,455	223,268	5,371,609,143	
		수평연결재(3개월)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	방수공	내부	339,845	25,692,307,331	72,498	5,480,861,652	56,362	4,260,932,424	56,362	4,260,932,424	56,362	4,260,932,424	98,263	7,428,648,407	
		외부	157,150	7,312,524,819	31,775	1,478,542,202	25,985	1,209,124,714	25,985	1,209,124,714	25,985	1,209,124,714	47,421	2,206,608,475	
	시스템 비계	내부	129,692	3,067,214,017	25,556	604,397,508	21,140	499,954,851	21,140	499,954,851	21,140	499,954,851	40,717	962,951,956	
		외부	75,652	1,789,157,976	15,190	359,231,912	11,674	276,088,681	11,674	276,088,681	11,674	276,088,681	25,440	601,660,021	

구분			계		1단계		2단계		3단계		4단계		5단계		비고	
			수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비	수량	공사비		
4. 가시설공			6,346	10,200,655,118	1,806	2,903,142,298	878	1,411,144,074	878	1,411,144,074	878	1,411,144,074	1,906	3,064,080,598		
	쉬트파일	항타(type4)	6,346	1,748,760,874	1,806	497,677,614	878	241,949,582	878	241,949,582	878	241,949,582	1,906	525,234,514		
		항발(type4)	6,346	792,704,244	1,806	225,594,684	878	109,674,492	878	109,674,492	878	109,674,492	1,906	238,086,084		
		W400xH170xT15.5	9,947	7,659,190,000	2,831	2,179,870,000	1,376	1,059,520,000	1,376	1,059,520,000	1,376	1,059,520,000	2,988	2,300,760,000		
	5. 관로공		6,478	11,198,503,428	6,478	11,198,503,428	-	-	-	-	-	-	-	-		
	차집관로 (부지내)		H2.5mxW2.5m	520	3,206,273,720	520	3,206,273,720	-	-	-	-	-	-	-		
	공단계	관로공	PC관 D600mm	4,100	5,310,840,700	4,100	5,310,840,700	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분	
		추진공 (외경, D900mm)	강관압입	150	269,280,000	150	269,280,000	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
			추진시설 부대공(10%)	1	26,928,000	1	26,928,000	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
	기존 차집관로 개량		PC관 D700mm	1,708	2,385,181,008	1,708	2,385,181,008	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분	
	6. 가설사무소			1,150	253,469,040	1,150	253,469,040	-	-	-	-	-	-	-	-	
	현장사무소		감독 감리자	250	58,307,000	250	58,307,000	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
			수급자	430	100,288,040	430	100,288,040	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
	기자재창고			120	19,344,000	120	19,344,000	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
	숙소			350	75,530,000	350	75,530,000	-	-	-	-	-	-	-	-	우선시공분
	7. 소개			4,279,013	230,152,201,720	825,499	55,085,104,868	648,738	35,951,536,021	648,738	35,951,536,021	648,738	35,951,536,021	1,507,301	67,212,488,789	
	8. 부대공	3%		427,902	6,904,566,053	82,550	1,652,553,146	64,874	1,078,546,081	64,874	1,078,546,081	64,874	1,078,546,081	150,730	2,016,374,664	
	9. 공사비			4,706,915	237,056,767,773	908,049	56,737,658,014	713,612	37,030,082,102	713,612	37,030,082,102	713,612	37,030,082,102	1,658,031	69,228,863,463	
Ⅲ 건축공사비				7,400,000,000		-		-		-		-		7,400,000,000		
기존관리동 철거		연면적당	3,238	2,200,000,000									3,238	2,200,000,000	건	
관리동 신축		연면적당	2,300	5,200,000,000									2,300	5,200,000,000	건	
Ⅳ 기계공사비				99,961,662,701		30,851,763,041		20,135,538,870		20,135,538,870		20,135,538,870		8,703,283,050		
1식			99,961,662,701	-	30,851,763,041	-	20,135,538,870	-	20,135,538,870	-	20,135,538,870	-	-	8,703,283,050		
Ⅴ 전기/계측제어 공사비				39,790,772,358		9,523,605,909		6,215,623,292		6,215,623,292		6,215,623,292		11,620,296,573		
1식			39,790,772,358	-	9,523,605,909	-	6,215,623,292	-	6,215,623,292	-	6,215,623,292	-	-	11,620,296,573		
Ⅵ 조경공사비				13,671,000,000		-		-		-		-		13,671,000,000		
상부조성		공원	147,000	13,671,000,000	-	-	-	-	-	-	-	-	147,000	13,671,000,000		
Ⅶ 시운전비				1,786,822,320		445,958,704		266,368,434		266,368,434		266,368,434		541,758,314		
토목공사비의		0.9%	1식	1,786,822,320	-	445,958,704	-	266,368,434	-	266,368,434	-	266,368,434	-	541,758,314		

- 1단계 -

1단계 처리시설 토목공사비 집계

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					4,985,320,530	
슬러지준설	준설비	m3	130,360	1,497	195,164,563	내역
	처리비	m3	171,354	1,497	256,537,500	내역
기존구조물 깨기	철거비	m3	90,519	12,673	1,147,122,847	내역
	처리비	m3	267,227	12,673	3,386,495,620	내역
2. 토공					1,817,257,091	
터파기	토사	m3	4,625	118,339	547,317,046	실적
	풍화암	m3	35,747	9,791	349,996,953	실적
	연암	m3	42,398	14,237	603,605,096	실적
되메우기 및 다짐	토사	m3	7,870	22,897	180,203,254	실적
흙쌓기	토사	m3	2,435	-	-	실적
잔토처리	토사	m3	959	95,441	91,528,235	실적
	풍화암	m3	1,229	9,791	12,033,073	실적
	연암	m3	2,288	14,237	32,573,434	실적
3. 구조물공					33,927,412,481	
레미콘 타설	철근	m3	35,906	36,480	1,309,856,625	실적
	무근	m3	31,802	1,767	56,201,130	실적
레미콘	25-30-15	m3	111,925	36,480	4,083,041,908	물가자료
	40-18-8 → 25-18-8	m3	91,791	1,767	162,214,891	물가자료
철근 가공 및 조립	복잡	TON	918,551	5,472	5,026,333,117	실적
철근	D29	TON	1,083,500	5,472	5,928,938,004	물가자료
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	59,302	83,108	4,928,478,918	실적
강관 동바리	암거용(3개월)	공m3	24,059	187,427	4,509,314,614	실적
	수평연결재(3개월)	m2	7,365	-	-	실적
방수공	내부	m2	75,600	72,498	5,480,861,652	내역
	외부	m2	46,532	31,775	1,478,542,202	내역

구분			단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
시스템 비계		내부	m2	23,650	25,556	604,397,508	물가자료
		외부	m2	23,650	15,190	359,231,912	물가자료
4. 가시설공						2,903,142,298	
쉬트파일		항타(type4)	본	275,569	1,806	497,677,614	실적
		항발(type4)	본	124,914	1,806	225,594,684	실적
		W400xH170xT15.5	Ton	770,000	2,831	2,179,870,000	물가자료
5. 관로공						11,198,503,428	
차집관로 (부지내)		H2.5mxW2.5m	m	6,165,911	520	3,206,273,720	보조금편성
차집관로 (공단계)	관로공	PC관 D600mm	m	1,295,327	4,100	5,310,840,700	보조금편성
	추진공 (외경, D900mm)	강관압입	m	1,795,200	150	269,280,000	견적
		부대공	%	269,280,000	10	26,928,000	10%
기존 차집관로 개량		PC관 D700mm	m	1,396,476	1,708	2,385,181,008	보조금편성
6. 가설사무소						253,469,040	
현장사무소		감독 감리자	m²	233,228	250	58,307,000	실적
		수급자	m²	233,228	430	100,288,040	실적
기자재창고			m²	161,200	120	19,344,000	실적
숙소			m²	215,800	350	75,530,000	실적
7. 상부공원 조성공						-	
상부조성		공원	m2	93,000	-	-	국토교통부
8. 소계						55,085,104,868	
9. 부대공		3%				1,652,553,146	
10. 공사비						56,737,658,014	

1. 기존시설 철거

1단계 기존시설철거 집계표

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					1,032,528,892	
슬러지준설		m3	100,277	1,497	150,126,702	
기존구조물 깨기		m3	69,630	12,673	882,402,190	

1.1 기존구조물내 슬러지 준설

1.1.1 증설구조물

구 분	규 격(m)		H(m)	지수	슬러지 준설량	비고
	W	L		(EA)	(m3)	
일차침전지	4.8	3.6	0.5	6	52	
반응조	8.0	60.2	0.5	3	722	
이차침전지	4.8	50.2	0.5	6	723	
슬러지 준설량(m³)					1,497	

1.2 기존구조물 철거 공사비

1.2.1 증설구조물

구 분	철거수량(m3)	비고
일차침전지	3,100	증설 수량산출서 참조
반응조	4,791	
이차침전지	4,781	
계	12,673	

1.3 토목구조물 철거 단가

구 분			단 위	본 계획 적용(원)	비 고
구조물	구조물 깨기	철근콘크리트깨기	m3	65,586	T=30cm미만
		상차비	m3	4,044	백호 0.7m3
		소계	m3	69,630	
	폐기물처리비	폐기물수수료(콘크리트)	m3	147,497	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	39,375	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	18,687	
		소계	m3	205,559	
	계		m3	275,189	
하수오니	준설	준설 및 세정	m3	100,277	
	오니	폐기물수수료(하수오니)	m3	80,453	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	39,375	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	11,983	
		소계	m3	131,811	
	계		m3	232,088	

■ 건설예기술수집·운반비

(자료제공 : (사)한국건설예기술운수협회)

※ 단위: 원/톤, 중량: 차령의 트럭가차계 제외

구분			10km	55km	110km	330km	660km	비고
24톤이크로인 중량차량 대형예기술	중량 기준 (1톤)	산차비	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	대형 24톤
		운반비	11,502	12,823	14,219	16,905	19,531	
		계	13,518	14,839	16,235	18,921	21,547	
	이력전대 기준 (1톤)	산차비	3,219	3,219	3,219	3,219	3,219	대형 15.5톤 비하중 적재두피 기준
		운반비	19,482	20,838	22,706	26,054	31,187	
		계	21,691	23,955	25,925	30,213	34,406	
24톤이크로인 중량차량 대형예기술	중량 기준 (1톤)	산차비	4,637	4,637	4,637	4,637	4,637	대형 24톤 비하중 구조물 부피기준
		운반비	26,583	29,723	32,704	38,852	44,921	
		계	31,220	34,360	37,341	43,510	49,558	
	중량 기준 (1톤)	산차비	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	대형 18.9톤
		운반비	40,683	43,488	46,138	52,075	57,409	
		계	44,023	46,815	49,468	55,405	60,739	
15톤이크로인 중량차량 대형예기술	중량 기준 (1톤)	산차비	2,098	2,098	2,098	2,098	2,098	대형 30m
		운반비	25,697	27,396	29,007	32,807	36,108	
		계	27,735	29,493	31,165	34,905	38,265	
15톤이크로인 중량차량 대형예기술	중량 기준 (1톤)	산차비	2,016	2,016	2,016	2,016	2,016	대형 15톤
		운반비	13,210	14,850	16,565	20,003	23,284	
		계	15,226	16,866	18,581	22,019	25,300	
	중량 기준 (1톤)	산차비	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	대형 9.59m 파쇄중 적재두피 기준
		운반비	21,102	23,722	26,461	31,954	37,195	
		계	24,322	26,942	29,681	35,174	40,415	
16톤이크로인 중량차량 대형예기술	중량 기준 (1톤)	산차비	4,637	4,637	4,637	4,637	4,637	대형 15톤
		운반비	30,383	34,155	38,100	46,007	53,553	
		계	35,020	38,792	42,737	50,644	58,190	
16톤이크로인 중량차량 대형예기술	중량 기준 (1톤)	산차비	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	대형 12.6톤
		운반비	49,168	52,822	57,293	64,802	73,383	
		계	52,498	56,152	60,623	68,132	76,713	
16톤이크로인 중량차량 대형예기술	중량 기준 (1톤)	산차비	2,098	2,098	2,098	2,098	2,098	대형 20m
		운반비	30,975	33,278	36,095	40,825	46,231	
		계	33,073	35,376	38,193	42,923	48,329	

주: 1. 본 차리단가는 "국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령" 제9조 및 같은 법 시행규칙 제6조 "작업지시단을 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙" 제6조, "국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙" 제12조(2016.12.30) "대형차량 적재기준", "중량차량기준" 제 30조(2016.11.14) "작업지시단"에 관한 것 제12조 제1항을 개정함

2. 본 차리단가는 "건설예기술의 제정·변경 등에 관한 법률" 제13조 제1항에 따라 발생하는 건설예기술제정·변경의 예정가격으로 적용할 수 있으며, 물량(1.50m, 3.00m, 4.50m, 6.00m, 7.50m, 9.00m, 10.50m, 12.00m, 13.50m, 15.00m, 16.50m, 18.00m, 19.50m, 21.00m, 22.50m, 24.00m, 25.50m, 27.00m, 28.50m, 30.00m, 31.50m, 33.00m, 34.50m, 36.00m, 37.50m, 39.00m, 40.50m, 42.00m, 43.50m, 45.00m, 46.50m, 48.00m, 49.50m, 51.00m, 52.50m, 54.00m, 55.50m, 57.00m, 58.50m, 60.00m, 61.50m, 63.00m, 64.50m, 66.00m, 67.50m, 69.00m, 70.50m, 72.00m, 73.50m, 75.00m, 76.50m, 78.00m, 79.50m, 81.00m, 82.50m, 84.00m, 85.50m, 87.00m, 88.50m, 90.00m, 91.50m, 93.00m, 94.50m, 96.00m, 97.50m, 99.00m, 100.50m, 102.00m, 103.50m, 105.00m, 106.50m, 108.00m, 109.50m, 111.00m, 112.50m, 114.00m, 115.50m, 117.00m, 118.50m, 120.00m, 121.50m, 123.00m, 124.50m, 126.00m, 127.50m, 129.00m, 130.50m, 132.00m, 133.50m, 135.00m, 136.50m, 138.00m, 139.50m, 141.00m, 142.50m, 144.00m, 145.50m, 147.00m, 148.50m, 150.00m, 151.50m, 153.00m, 154.50m, 156.00m, 157.50m, 159.00m, 160.50m, 162.00m, 163.50m, 165.00m, 166.50m, 168.00m, 169.50m, 171.00m, 172.50m, 174.00m, 175.50m, 177.00m, 178.50m, 180.00m, 181.50m, 183.00m, 184.50m, 186.00m, 187.50m, 189.00m, 190.50m, 192.00m, 193.50m, 195.00m, 196.50m, 198.00m, 199.50m, 201.00m, 202.50m, 204.00m, 205.50m, 207.00m, 208.50m, 210.00m, 211.50m, 213.00m, 214.50m, 216.00m, 217.50m, 219.00m, 220.50m, 222.00m, 223.50m, 225.00m, 226.50m, 228.00m, 229.50m, 231.00m, 232.50m, 234.00m, 235.50m, 237.00m, 238.50m, 240.00m, 241.50m, 243.00m, 244.50m, 246.00m, 247.50m, 249.00m, 250.50m, 252.00m, 253.50m, 255.00m, 256.50m, 258.00m, 259.50m, 261.00m, 262.50m, 264.00m, 265.50m, 267.00m, 268.50m, 270.00m, 271.50m, 273.00m, 274.50m, 276.00m, 277.50m, 279.00m, 280.50m, 282.00m, 283.50m, 285.00m, 286.50m, 288.00m, 289.50m, 291.00m, 292.50m, 294.00m, 295.50m, 297.00m, 298.50m, 300.00m, 301.50m, 303.00m, 304.50m, 306.00m, 307.50m, 309.00m, 310.50m, 312.00m, 313.50m, 315.00m, 316.50m, 318.00m, 319.50m, 321.00m, 322.50m, 324.00m, 325.50m, 327.00m, 328.50m, 330.00m, 331.50m, 333.00m, 334.50m, 336.00m, 337.50m, 339.00m, 340.50m, 342.00m, 343.50m, 345.00m, 346.50m, 348.00m, 349.50m, 351.00m, 352.50m, 354.00m, 355.50m, 357.00m, 358.50m, 360.00m, 361.50m, 363.00m, 364.50m, 366.00m, 367.50m, 369.00m, 370.50m, 372.00m, 373.50m, 375.00m, 376.50m, 378.00m, 379.50m, 381.00m, 382.50m, 384.00m, 385.50m, 387.00m, 388.50m, 390.00m, 391.50m, 393.00m, 394.50m, 396.00m, 397.50m, 399.00m, 400.50m, 402.00m, 403.50m, 405.00m, 406.50m, 408.00m, 409.50m, 411.00m, 412.50m, 414.00m, 415.50m, 417.00m, 418.50m, 420.00m, 421.50m, 423.00m, 424.50m, 426.00m, 427.50m, 429.00m, 430.50m, 432.00m, 433.50m, 435.00m, 436.50m, 438.00m, 439.50m, 441.00m, 442.50m, 444.00m, 445.50m, 447.00m, 448.50m, 450.00m, 451.50m, 453.00m, 454.50m, 456.00m, 457.50m, 459.00m, 460.50m, 462.00m, 463.50m, 465.00m, 466.50m, 468.00m, 469.50m, 471.00m, 472.50m, 474.00m, 475.50m, 477.00m, 478.50m, 480.00m, 481.50m, 483.00m, 484.50m, 486.00m, 487.50m, 489.00m, 490.50m, 492.00m, 493.50m, 495.00m, 496.50m, 498.00m, 499.50m, 501.00m, 502.50m, 504.00m, 505.50m, 507.00m, 508.50m, 510.00m, 511.50m, 513.00m, 514.50m, 516.00m, 517.50m, 519.00m, 520.50m, 522.00m, 523.50m, 525.00m, 526.50m, 528.00m, 529.50m, 531.00m, 532.50m, 534.00m, 535.50m, 537.00m, 538.50m, 540.00m, 541.50m, 543.00m, 544.50m, 546.00m, 547.50m, 549.00m, 550.50m, 552.00m, 553.50m, 555.00m, 556.50m, 558.00m, 559.50m, 561.00m, 562.50m, 564.00m, 565.50m, 567.00m, 568.50m, 570.00m, 571.50m, 573.00m, 574.50m, 576.00m, 577.50m, 579.00m, 580.50m, 582.00m, 583.50m, 585.00m, 586.50m, 588.00m, 589.50m, 591.00m, 592.50m, 594.00m, 595.50m, 597.00m, 598.50m, 600.00m, 601.50m, 603.00m, 604.50m, 606.00m, 607.50m, 609.00m, 610.50m, 612.00m, 613.50m, 615.00m, 616.50m, 618.00m, 619.50m, 621.00m, 622.50m, 624.00m, 625.50m, 627.00m, 628.50m, 630.00m, 631.50m, 633.00m, 634.50m, 636.00m, 637.50m, 639.00m, 640.50m, 642.00m, 643.50m, 645.00m, 646.50m, 648.00m, 649.50m, 651.00m, 652.50m, 654.00m, 655.50m, 657.00m, 658.50m, 660.00m, 661.50m, 663.00m, 664.50m, 666.00m, 667.50m, 669.00m, 670.50m, 672.00m, 673.50m, 675.00m, 676.50m, 678.00m, 679.50m, 681.00m, 682.50m, 684.00m, 685.50m, 687.00m, 688.50m, 690.00m, 691.50m, 693.00m, 694.50m, 696.00m, 697.50m, 699.00m, 700.50m, 702.00m, 703.50m, 705.00m, 706.50m, 708.00m, 709.50m, 711.00m, 712.50m, 714.00m, 715.50m, 717.00m, 718.50m, 720.00m, 721.50m, 723.00m, 724.50m, 726.00m, 727.50m, 729.00m, 730.50m, 732.00m, 733.50m, 735.00m, 736.50m, 738.00m, 739.50m, 741.00m, 742.50m, 744.00m, 745.50m, 747.00m, 748.50m, 750.00m, 751.50m, 753.00m, 754.50m, 756.00m, 757.50m, 759.00m, 760.50m, 762.00m, 763.50m, 765.00m, 766.50m, 768.00m, 769.50m, 771.00m, 772.50m, 774.00m, 775.50m, 777.00m, 778.50m, 780.00m, 781.50m, 783.00m, 784.50m, 786.00m, 787.50m, 789.00m, 790.50m, 792.00m, 793.50m, 795.00m, 796.50m, 798.00m, 799.50m, 801.00m, 802.50m, 804.00m, 805.50m, 807.00m, 808.50m, 810.00m, 811.50m, 813.00m, 814.50m, 816.00m, 817.50m, 819.00m, 820.50m, 822.00m, 823.50m, 825.00m, 826.50m, 828.00m, 829.50m, 831.00m, 832.50m, 834.00m, 835.50m, 837.00m, 838.50m, 840.00m, 841.50m, 843.00m, 844.50m, 846.00m, 847.50m, 849.00m, 850.50m, 852.00m, 853.50m, 855.00m, 856.50m, 858.00m, 859.50m, 861.00m, 862.50m, 864.00m, 865.50m, 867.00m, 868.50m, 870.00m, 871.50m, 873.00m, 874.50m, 876.00m, 877.50m, 879.00m, 880.50m, 882.00m, 883.50m, 885.00m, 886.50m, 888.00m, 889.50m, 891.00m, 892.50m, 894.00m, 895.50m, 897.00m, 898.50m, 900.00m, 901.50m, 903.00m, 904.50m, 906.00m, 907.50m, 909.00m, 910.50m, 912.00m, 913.50m, 915.00m, 916.50m, 918.00m, 919.50m, 921.00m, 922.50m, 924.00m, 925.50m, 927.00m, 928.50m, 930.00m, 931.50m, 933.00m, 934.50m, 936.00m, 937.50m, 939.00m, 940.50m, 942.00m, 943.50m, 945.00m, 946.50m, 948.00m, 949.50m, 951.00m, 952.50m, 954.00m, 955.50m, 957.00m, 958.50m, 960.00m, 961.50m, 963.00m, 964.50m, 966.00m, 967.50m, 969.00m, 970.50m, 972.00m, 973.50m, 975.00m, 976.50m, 978.00m, 979.50m, 981.00m, 982.50m, 984.00m, 985.50m, 987.00m, 988.50m, 990.00m, 991.50m, 993.00m, 994.50m, 996.00m, 997.50m, 999.00m, 1000.50m, 1002.00m, 1003.50m, 1005.00m, 1006.50m, 1008.00m, 1009.50m, 1011.00m, 1012.50m, 1014.00m, 1015.50m, 1017.00m, 1018.50m, 1020.00m, 1021.50m, 1023.00m, 1024.50m, 1026.00m, 1027.50m, 1029.00m, 1030.50m, 1032.00m, 1033.50m, 1035.00m, 1036.50m, 1038.00m, 1039.50m, 1041.00m, 1042.50m, 1044.00m, 1045.50m, 1047.00m, 1048.50m, 1050.00m, 1051.50m, 1053.00m, 1054.50m, 1056.00m, 1057.50m, 1059.00m, 1060.50m, 1062.00m, 1063.50m, 1065.00m, 1066.50m, 1068.00m, 1069.50m, 1071.00m, 1072.50m, 1074.00m, 1075.50m, 1077.00m, 1078.50m, 1080.00m, 1081.50m, 1083.00m, 1084.50m, 1086.00m, 1087.50m, 1089.00m, 1090.50m, 1092.00m, 1093.50m, 1095.00m, 1096.50m, 1098.00m, 1099.50m, 1101.00m, 1102.50m, 1104.00m, 1105.50m, 1107.00m, 1108.50m, 1110.00m, 1111.50m, 1113.00m, 1114.50m, 1116.00m, 1117.50m, 1119.00m, 1120.50m, 1122.00m, 1123.50m, 1125.00m, 1126.50m, 1128.00m, 1129.50m, 1131.00m, 1132.50m, 1134.00m, 1135.50m, 1137.00m, 1138.50m, 1140.00m, 1141.50m, 1143.00m, 1144.50m, 1146.00m, 1147.50m, 1149.00m, 1150.50m, 1152.00m, 1153.50m, 1155.00m, 1156.50m, 1158.00m, 1159.50m, 1161.00m, 1162.50m, 1164.00m, 1165.50m, 1167.00m, 1168.50m, 1170.00m, 1171.50m, 1173.00m, 1174.50m, 1176.00m, 1177.50m, 1179.00m, 1180.50m, 1182.00m, 1183.50m, 1185.00m, 1186.50m, 1188.00m, 1189.50m, 1191.00m, 1192.50m, 1194.00m, 1195.50m, 1197.00m, 1198.50m, 1200.00m, 1201.50m, 1203.00m, 1204.50m, 1206.00m, 1207.50m, 1209.00m, 1210.50m, 1212.00m, 1213.50m, 1215.00m, 1216.50m, 1218.00m, 1219.50m, 1221.00m, 1222.50m, 1224.00m, 1225.50m, 1227.00m, 1228.50m, 1230.00m, 1231.50m, 1233.00m, 1234.50m, 1236.00m, 1237.50m, 1239.00m, 1240.50m, 1242.00m, 1243.50m, 1245.00m, 1246.50m, 1248.00m, 1249.50m, 1251.00m, 1252.50m, 1254.00m, 1255.50m, 1257.00m, 1258.50m, 1260.00m, 1261.50m, 1263.00m, 1264.50m, 1266.00m, 1267.50m, 1269.00m, 1270.50m, 1272.00m, 1273.50m, 1275.00m, 1276.50m, 1278.00m, 1279.50m, 1281.00m, 1282.50m, 1284.00m, 1285.50m, 1287.00m, 1288.50m, 1290.00m, 1291.50m, 1293.00m, 1294.50m, 1296.00m, 1297.50m, 1299.00m, 1300.50m, 1302.00m, 1303.50m, 1305.00m, 1306.50m, 1308.00m, 1309.50m, 1311.00m, 1312.50m, 1314.00m, 1315.50m, 1317.00m, 1318.50m, 1320.00m, 1321.50m, 1323.00m, 1324.50m, 1326.00m, 1327.50m, 1329.00m, 1330.50m, 1332.00m, 1333.50m, 1335.00m, 1336.50m, 1338.00m, 1339.50m, 1341.00m, 1342.50m, 1344.00m, 1345.50m, 1347.00m, 1348.50m, 1350.00m, 1351.50m, 1353.00m, 1354.50m, 1356.00m, 1357.50m, 1359.00m, 1360.50m, 1362.00m, 1363.50m, 1365.00m, 1366.50m, 1368.00m, 1369.50m, 1371.00m, 1372.50m, 1374.00m, 1375.50m, 1377.00m, 1378.50m, 1380.00m, 1381.50m, 1383.00m, 1384.50m, 1386.00m, 1387.50m, 138

수도권매립지 폐기물 반입수수료 단가표

구 분		폐기물 상성	반입수수료(원/톤)			
			현 행	2022.1.1	2023.1.1	
생활폐기물	가정계	가정에서 배출되는 쓰레기(음식물류 제외)				
	가내공업	1일 평균 300kg미만 배출하는 사업장폐기물(폐합성천류, 폐합성수지류, 폐가죽, 폐고무 등)로 별도 반입 (배출자 표시된 지정봉투나 종량제봉투 사용) 생활폐기물 등록사업(50%내에서 차감지정)으로 반입	70,056	87,608	97,963	
	공사장생활	일련의 공사 또는 작업 등으로 인한 5톤미만 발생 폐기물을 1p미만 세기 후 반입(봉투 깎발 부착) 생활폐기물 등록사업(50%내에서 차감지정)으로 반입				
	연탄재	1일 평균 300kg미만 배출하는 연탄재	70,056	87,608	97,963	
사업장폐기물	사업장생활계	자기	1일 300kg이상 발생 사업장폐기물을 사업장생활계 차량으로 등록반입(종량제봉투 미사용)	102,167	148,270	→
		하수준설도	하천이나 하수관개의 퇴적물 준설시 발생된 토사	59,882	71,786	79,408
	사업장배출시설계	상수오니	상수도사업수 등 생활용수 처리시 발생하는 오니 중 함유율 85% 이하 반입	60,036	72,631	80,453
		고형하오니	하수오니 중 고형물 처리 시설로 반입	136,800	98,851	103,495
		중간처리 잔재처리물	전설폐기물중간처리 과정에서 발생한 불연성잔재 폐기물	99,893	147,497	→
		음폐수	음식물쓰레기를 처리하는 과정에서 발생하는 폐수 동결기 (12월-1월) 51,000	→	→	
		사업장배출(기타)	음식물잔재를 및 원형물, 재합용 잔재를 등	102,167	148,270	→
		하수오니	하수처리시 발생오니 중 함유율 75%이하 반입	60,036	72,631	80,453
		오니류등4종	암수물 75%이하의 오니류(폐수처리오니, 공정오니), 화석고 화석회, 동물성 잔재를	83,358	126,840	→
		열경화성 매립성수지	제품공정과정에서 발생하는 폐합성수지 등 불연성 폐기물(15cm 이하로 절단하여 반입)	33,525	148,270	→
		광채등17종	광채, 폐전, 소각재, 폐주물시, 폐내화물, 샌드블라스트파사, 도자기잔류, 민청화처리물, 고압화처리물, 폐토사, 폐고무류, 폐금속류, 불연성(폐촉매, 폐촉수제, 폐용착제, 폐가전제품, 폐가구류)	83,358	125,191	→
		생활소각재	생활쓰레기 소각재(지자체 운영에서 발생하는 바닥재) 광채 등 17종으로 등록 반입 후 생활로 정산	70,056	87,608	97,963
	건설폐기물		건설사업기법법에 의한 건설공사, 일련의 공사 또는 작업으로 인하여 발생하는 5톤이상의 폐기물(직경 50cm 이하로 절단)	99,893	147,497	→
	자정 및 감염성폐기물		유해성물질 함유량이 기준치(환경부령)이상인폐기물	반입불가		

수도권매립지 폐기물반입수수료 고시

수도권매립지 폐기물 반입수수료를 「수도권매립지관리공사의 설립 및 운영 등에 관한 법률」 제19조 및 「수도권매립지 반입수수료 및 분담금 부과·징수규정」 제10조에 따라 2022년 1월 1일 이후 적용될 반입수수료 단가를 변경하여 다음과 같이 고시합니다.

(단위 : 원/톤)

폐기물 종류	반입수수료	시행일	비고
생활폐기물	87,608	2022.1.1	
	97,963	2023.1.1	
사업장생활계(자기)	148,270	2022.1.1	
하수준설토	71,786	2022.1.1	
	79,408	2023.1.1	
상수오니	72,631	2022.1.1	
	80,453	2023.1.1	
고형화오니	98,851	2022.1.1	
	103,495	2023.1.1	
중간처리잔재물	147,497	2022.1.1	
사업장폐기물(기타)	148,270	2022.1.1	
하수오니	72,631	2022.1.1	
	80,453	2023.1.1	
오니류등4종	126,840	2022.1.1	
폐합성수지	148,270	2022.1.1	
광재등17종	125,191	2022.1.1	
생활소각재	87,608	2022.1.1	
	97,963	2023.1.1	
건설폐기물	147,497	2022.1.1	

2021. 1. 6.

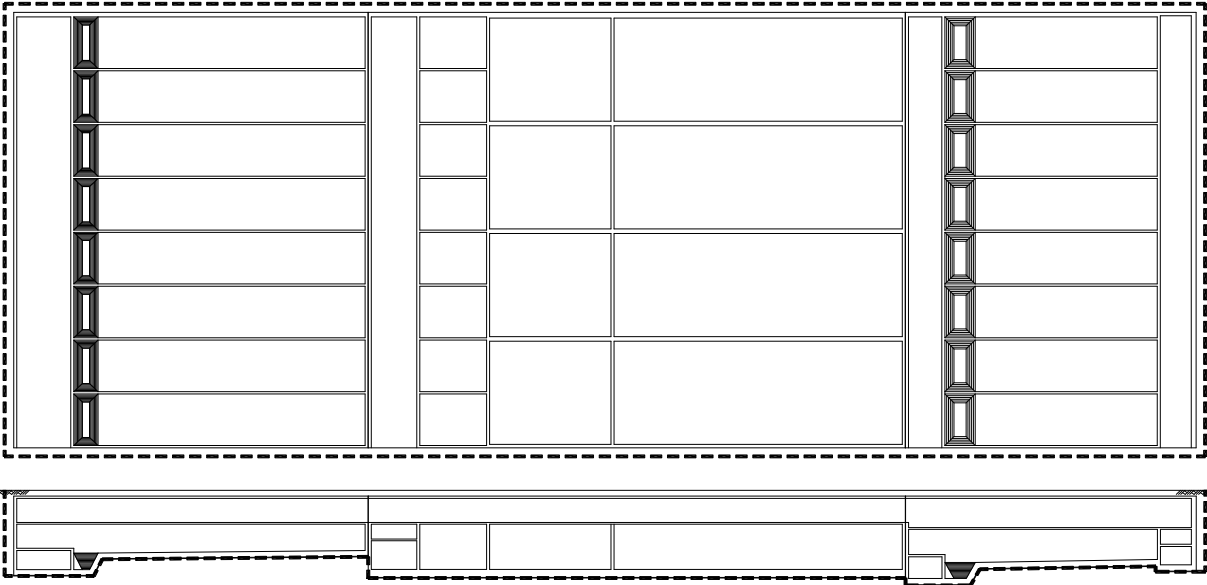
수도권매립지관리공사 사장

2. 토 공

1단계 처리시설 토공집계표

구분		단위	토공수량			비고
			계	본처리시설	유입펌프장	
1. 토공						
터파기	토사	m3	118,339	78,328	40,011	
	풍화암	m3	9,791	9,791	-	
	연암	m3	14,237	9,791	4,446	
되메우기 및 다짐	토사	m3	22,897	7,874	15,024	
흙쌓기	토사	m3	-	-	-	
잔토처리	토사	m3	95,441	70,454	24,988	
	풍화암	m3	9,791	9,791	-	
	연암	m3	14,237	9,791	4,446	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거				수 량
					
1.토 공					
1) 더 파 기	※ 기존시설물 공제				
	①	78.6	x	197.8 x 9.6	= 149,252
	②	36.8	x	192.7 x 7.3	= - 51,343 (기존구조물)
					= -
					= 97,909
	1)	토사	:	(80.0 %)	V = 78,327.57 = 78,328
	2)	풍화암	:	(10.0 %)	V = 9,790.95 = 9,791
	3)	연암	:	(10.0 %)	V = 9,790.95 = 9,791
				계(V)	= 97,909.46 = 97,909
	1)	토사			= 78,328
	2)	풍화암			= 9,791
	3)	연암			= 9,791
					= 97,909

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 되메우기	※ 구조물 ① 149,252 = 149,252 (금회 구조물 터파기 체적) ② 75.6 x 194.8 x 9.6 = - 141,378 (신설구조물) ① - ② = 7,874 = 7,874 ※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 = 149,252 - 141,378 = 7,874 1) 토사 : (100 %) V = 7,873.92 = 7,874	
3) 잔토처리	1) 토사 = 70,454 2) 풍화암 = 9,791 3) 연암 = 9,791 = 90,036	

처리장 토공 산출근거

공 종	산	출	근	거	수	량
-----	---	---	---	---	---	---

1.토 공

1) 터 파 기	※ 신설구조물					
	①	62.8	x	48.9	x	8.8
					=	27,024
	②	23.0	x	48.9	x	15.5
					=	17,433
					=	44,457
	1)	토사	:	(90.0 %)	V =	40,011.25
					=	40,011
	2)	풍화암	:	(0.0 %)	V =	-
					=	-
	3)	연암	:	(10.0 %)	V =	4,445.69
					=	4,446
				계(V) =	44,456.95	
					=	44,457
	1)	토사			=	40,011
	2)	풍화암			=	-
	3)	연암			=	4,446
					=	44,457

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거						수 량
2) 되메우기	※ 구조물						
	①				44,457	= 44,456.95 (금회 구조물 터파기 체적)	
	②	35.0	x	45.9	x	8.8	= - 14,137 (신설구조물)
	②	21.5	x	45.9	x	15.5	= - 15,296 (신설구조물)
					① - ②	= 15,023.57	= 15,024
3) 잔토처리	※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 =						= 15,024
	1)	토사	:	(100 %)	V	= 15,023.57	= 15,024
	1)	토사					= 24,988
	2)	풍화암					= -
	3)	연암					= 4,446
							= 29,433

3. 구조물공

1단계 처리시설 구조물공집계표

구분		단위	구조물공 수량					비고
			계	1차침전지	생물반응조	2차침전지	유입펌프장	
1. 구조물공								
레미콘 타설	철근	m3	36,480	8,144	12,615	7,971	7,749	
	무근	m3	1,767	442	669	362	295	
레미콘	25-30-15	m3	36,480	8,144	12,615	7,971	7,749	
	40-18-8	m3	1,767	442	669	362	295	
철근 가공 및 조립	복잡	TON	5,472	1,222	1,892	1,196	1,162	
철근	D29	TON	5,472	1,222	1,892	1,196	1,162	
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	83,108	19,987	28,276	20,620	14,224	
강관 동바리	암거용(3개월)	공m3	187,427	40,225	76,390	38,912	31,901	
방수공	내부	m2	72,498	16,883	22,319	17,160	16,137	
	외부	m2	31,775	7,520	11,384	7,081	5,790	
시스템 비계	내부	m2	25,556	5,891	8,223	7,026	4,416	
	외부	m2	15,190	3,263	4,808	3,603	3,516	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15		= 7749.20㎡
유입펌프장	슬 레 브	
	상부	
	L = 56.5 W = 45.9 T = 0.5	
	: 56.5 × 45.9 × 0.5 = 1296.68	1296.68
	B1하부	
	L = 52.5 W = 45.9 T = 0.5	
	: 52.5 × 45.9 × 0.5 = 1204.88	1204.88
	B2하부 Left	
	L = 35.4 W = 45.9 T = 0.5	
	: 35.4 × 45.9 × 0.5 = 812.43	812.43
	B2하부 Right	
	L = 17.1 W = 45.9 T = 0.5	
	: 17.1 × 45.9 × 0.5 = 392.45	392.45
	B1 유지관리공간 하부	
	L = 2.5 W = 45.9 T = 0.6	
	: 2.5 × 45.9 × 0.6 = 68.85	68.85
	B2 유지관리공간 하부	
	L = 2.5 W = 45.9 T = 0.6	
	: 2.5 × 45.9 × 0.6 = 68.85	68.85
	바닥슬래브	
	L = 35.9 W = 45.9 T = 0.7	
	: 35.9 × 45.9 × 0.7 = 1153.47	1153.47
	L = 21.5 W = 45.9 T = 0.7	
	: 21.5 × 45.9 × 0.7 = 690.8	690.8
	벽 체(외 벽)	
	L = 45.9 H = 11.3 T = 0.5	
	: 45.9 × 11.3 × 0.5 = 259.34	259.34
	L = 45.9 H = 17.8 T = 0.5	
	: 45.9 × 17.8 × 0.5 = 408.51	408.51
	L = 45.9 H = 5.5 T = 0.5	
	: 45.9 × 5.5 × 0.5 = 126.23	126.23
	L = 34.5 H = 11.3 T = 0.5	
	: 34.5 × 11.3 × 0.5 × 2 EA = 389.85	389.85
	L = 21 H = 17.8 T = 0.5	
	: 21 × 17.8 × 0.5 × 2 EA = 373.8	373.8
	벽 체(내 벽)	
	L = 45.9 H = 3.2 T = 0.4 1 ea	
	: 45.9 × 3.2 × 0.4 × 1 = 58.75	58.75
	L = 45.9 H = 3.2 T = 0.4 2 ea	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8	$: 45.9 \times 3.2 \times 0.4 \times 2 = 117.5$	117.5
	$L = 45.9 \quad H = 17.8 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$	
	$: 45.9 \times 17.8 \times 0.4 \times 1 = 326.81$	326.81
	=	294.54㎡
	버림 $L = 56.7 \quad W = 46.1 \quad T = 0.1 \quad 1 \text{ ea}$ $: 56.7 \times 46.1 \times 0.1 \times 1 = 261.39$	261.39
	침사지 $R1 = 2 \quad R2 = 0.6 \quad H1 = 3.4 \quad H2 = 2.4$ $:(4 \times 3.14 - 0.36 \times 3.14) \times 2.9 = 33.15$	33.15
2.2 철 근		1162.380TON
D29	비율(철근/레미콘) = 15% 철근콘크리트량= 7749.2 $: 7749.2 \times 15\% = 1162.4$	= 1162.38
2.3거 푸 집		
유로폼		= 14224.36㎡
슬 레 브		
	L W 면	
상부	55.5 × 44.9 × 1 = 2491.95	2491.95
B1하부	52.5 × 44.9 × 1 = 2357.25	2357.25
B2하부 Left	34.9 × 44.9 × 1 = 1567.01	1567.01
B2하부 Right	2.5 × 44.9 × 1 = 112.25	112.25
B1 유지관리공간 하	2.5 × 44.9 × 1 = 112.25	112.25
B2 유지관리공간 하	2.5 × 44.9 × 1 = 112.25	112.25
바닥슬래브		
	35.9 × × 1 × 2 EA = 71.8	71.8
	21.5 × × 1 × 2 EA = 43	43
	45.9 × × 1 × 3 EA = 137.7	137.7
벽 체(외 벽)		
	L H 면	
	45.9 × 11.3 × 2 = 1037.34	1037.34
	45.9 × 17.8 × 2 = 1634.04	1634.04
	45.9 × 5.5 × 2 = 504.9	504.9
	34.5 × 11.3 × 2 = 779.7	779.7
	21 × 17.8 × 2 = 747.6	747.6

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	벽 체(내 벽)	L	H	면			
		45.9	× 3.2	× 2	=	293.76	293.76
		45.9	× 3.2	× 4	=	587.52	587.52
		45.9	× 17.8	× 2	=	1634.04	1634.04
2.4 동 바 리							
1) 동바리							31901.00 공㎡
	동 바 리	L	W	H			
	1	52.5	× 44.9	× 4.5	=	10607.63	10607.63
	2	35.4	× 44.9	× 3	=	4768.38	4768.38
	3	17.1	× 44.9	× 4	=	3071.16	3071.16
	4	3.4	× 44.9	× 3.2	=	488.51	488.51
	5	15.4	× 44.9	× 3.2	=	2212.67	2212.67
	6	15.3	× 44.9	× 3.2	=	2198.3	2198.3
	7	17.1	× 44.9	× 8.7	=	6679.77	6679.77
	8	2.5	× 44.9	× 3	=	336.75	336.75
	9	2.5	× 44.9	× 4.9	=	550.03	550.03
	10	2.5	× 44.9	× 8.8	=	987.8	987.8
2)수평연결재							5877.41㎡
	단수=높이 3.5m이상시2m마다설치						
	1	52.5	× 44.9	× 1	=	2357.25	2357.25
	2	35.4	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
	3	17.1	× 44.9	× 1	=	767.79	767.79
	4	3.4	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
	5	15.4	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
	6	15.3	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
	7	17.1	× 44.9	× 3	=	2303.37	2303.37
	8	2.5	× 44.9	× 0	=	0.00	0.00
	9	2.5	× 44.9	× 1	=	112.25	112.25
	10	2.5	× 44.9	× 3	=	336.75	336.75
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 16136.63㎡
	슬래브	L	W	면			
		52.5	× 44.9	× 1	=	2357.25	2357.25

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량	
2) 외부방수		35.4	×	44.9	×	1 =	1589.46	1589.46
		17.1	×	44.9	×	2 =	1535.58	1535.58
		34.1	×	44.9	×	1 =	1531.09	1531.09
		2.5	×	44.9	×	3 =	336.75	336.75
	외부벽체	L		H		면		
		12.7	×	45.9	×	1 =	582.93	582.93
		6.7	×	45.9	×	1 =	307.53	307.53
		19.4	×	45.9	×	1 =	890.46	890.46
		35	×	12.7	×	2 =	889	889
		21.5	×	19.4	×	2 =	834.2	834.2
	내부벽체	L		H		면		
		44.9	×	4.5	×	2 =	404.10	404.10
		52.5	×	4.5	×	2 =	472.50	472.50
		44.9	×	3	×	1 =	134.70	134.70
		44.9	×	4	×	1 =	179.60	179.60
		35.4	×	3	×	2 =	212.40	212.40
		17.1	×	4	×	2 =	136.80	136.80
		44.9	×	3.2	×	6 =	862.08	862.08
		34.1	×	3.2	×	2 =	218.24	218.24
		44.9	×	8.7	×	2 =	781.26	781.26
		17.1	×	8.7	×	2 =	297.54	297.54
		2.5	×	3	×	2 =	15.00	15.00
		2.5	×	4.9	×	2 =	24.50	24.50
		2.5	×	8.8	×	2 =	44.00	44.00
		44.9	×	3	×	2 =	269.40	269.40
		44.9	×	4.9	×	2 =	440.02	440.02
		44.9	×	8.8	×	2 =	790.24	790.24
								5789.94㎡
	슬래브	L		W		면		
		56.5	×	45.9	×	1 =	2593.35	2593.35
	벽 체							
		45.9	×	12.7	×	1 =	582.93	582.93
		45.9	×	19.4	×	1 =	890.46	890.46
		35	×	12.7	×	2 =	889	889
		21.5	×	19.4	×	2 =	834.2	834.2

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
2.6 비 계							
1) 외부비계							3515.57 m ²
	12.2	×	47.9	×	1 EA	= 584.38	584.38
	6.2	×	47.9	×	1 EA	= 296.98	296.98
	18.9	×	47.9	×	1 EA	= 905.31	905.31
	36	×	12.2	×	2 EA	= 878.4	878.4
	22.5	×	18.9	×	2 EA	= 850.5	850.5
2) 내부비계							4416.18 m ²
침사지	42.9	×	4	×	2 EA	= 343.2	343.2
	50.5	×	4	×	2 EA	= 404	404
	42.9	×	2.5	×	1 EA	= 107.25	107.25
	42.9	×	3.5	×	1 EA	= 150.15	150.15
	33.4	×	2.5	×	2 EA	= 167	167
	15.1	×	3.5	×	2 EA	= 105.7	105.7
	42.9	×	2.7	×	6 EA	= 694.98	694.98
	32.1	×	2.7	×	2 EA	= 173.34	173.34
	42.9	×	8.2	×	2 EA	= 703.56	703.56
	15.1	×	8.2	×	2 EA	= 247.64	247.64
	0.5	×	2.5	×	2 EA	= 2.5	2.5
	0.5	×	4.4	×	2 EA	= 4.4	4.4
	0.5	×	8.3	×	2 EA	= 8.3	8.3
	42.9	×	2.5	×	2 EA	= 214.5	214.5
	42.9	×	4.4	×	2 EA	= 377.52	377.52
	42.9	×	8.3	×	2 EA	= 712.14	712.14

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	8144.32㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간1		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간2		
L = 75.6 W = 9.9 T = 0.35		
: 75.6 × 9.9 × 0.35 = 261.95		261.95
하부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.7		
: 75.6 × 58.4 × 0.7 = 3090.53		3090.53
	벽 체(외 벽)	
외벽1		
L = 75.6 H = 12.4 T = 0.5 1 ea		
: 75.6 × 12.4 × 0.5 × 1 = 468.72		468.72
외벽2		
L = 48 H = 4.2 T = 0.5 1 ea		
: 48 × 4.2 × 0.5 × 1 = 100.8		100.8
외벽3		
L = 13.4 H = 12.4 T = 0.5 2 ea		
: 13.4 × 12.4 × 0.5 × 2 = 166.16		166.16
외벽4		
L = 44 H = 9.5 T = 0.5 2 ea		
: 44 × 9.5 × 0.5 × 2 = 418		418
	벽 체(내 벽)	
내벽1		
L = 75.6 H = 7.9 T = 0.4		
: 75.6 × 7.9 × 0.4 = 238.9		238.9
내벽2		
L = 44 H = 5 T = 0.4		
: 44 × 5 × 0.4 = 88		88
내벽3		
L = 4 H = 7.9 T = 0.4 8 ea		
: 4 × 7.9 × 0.4 × 8 = 101.12		101.12
내벽4		

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	$L = 8.9 \quad H = 4.2 \quad T = 0.4 \quad 8 \text{ ea}$ $: 8.9 \times 4.2 \times 0.4 \quad 8 = 119.62$	119.62
	=	441.50m ³
	$L = 75.6 \quad W = 58.4 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 58.4 \times 0.1 = 441.5$	441.5
2.2 철 근		1221.648TON
D29	비율(철근/레미콘) = 15% 철근콘크리트량= 8144.32 $: 8144.32 \times 15\% = 1221.6$	= 1221.648
2.3거 푸 집		
유로폼		= 19987.38m ³
슬 래 브		
상부	$75.2 \times 57.4 \times 1 = 4316.48$	4316.48
중간1	$9 \times 8.9 \times 8 = 640.8$	640.8
공동구	$75.6 \times 8.9 \times 1 = 672.84$	672.84
중간2	$9 \times 48 \times 8 = 3456$	3456
벽 체(외 벽)		
외벽1	$75.6 \times 13.8 \times 1 = 1043.28$	1043.28
외벽2	$75.6 \times 10.5 \times 1 = 793.8$	793.8
외벽3	$13.9 \times 13.9 \times 2 = 386.42$	386.42
외벽4	$44.5 \times 9.9 \times 2 = 881.1$	881.1
벽 체(내 벽)		
내벽1(기계실)	$74.8 \times 4.2 \times 2 = 628.32$	628.32
내벽2(기계실)	$57.4 \times 4.2 \times 2 = 482.16$	482.16
내벽3	$44 \times 5 \times 16 = 3520$	3520
내벽4	$4 \times 7.9 \times 16 = 505.6$	505.6
내벽5	$9 \times 7.9 \times 8 = 568.8$	568.8
내벽6	$9 \times 4.6 \times 8 = 331.2$	331.2
내벽7	$75.6 \times 3.3 \times 2 = 498.96$	498.96
내벽8	$8.9 \times 3.3 \times 2 = 58.74$	58.74
내벽9	$9 \times 4.2 \times 16 = 604.8$	604.8

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2.4 동 바 리							
1) 동바리							40224.51 공㎡
	동 바 리	L		W		H ea	
	상부(기계실)	74.8	×	57.4	×	4.2 × 1 =	18032.78
	수조	9	×	48	×	5 × 8 =	17280
	공동구	75.6	×	8.9	×	3.3 × 1 =	2220.37
	유입수로	9	×	8.9	×	4.2 × 8 =	2691.36
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 16882.78㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.2	×	57.4	×	1 =	4316.48
	중간1	9	×	8.9	×	8 =	640.8
	공동구	75.6	×	8.9	×	1 =	672.84
	중간2	9	×	48	×	8 =	3456
	벽 체(내 벽)	L		H		면	
	내벽1(기계실)	74.8	×	4.2	×	2 =	628.32
	내벽2(기계실)	57.4	×	4.2	×	2 =	482.16
	내벽3	44	×	5	×	16 =	3520
	내벽4	4	×	7.9	×	16 =	505.6
	내벽5	9	×	7.9	×	8 =	568.8
	내벽6	9	×	4.6	×	8 =	331.2
	내벽7	75.6	×	3.3	×	2 =	498.96
	내벽8	8.9	×	3.3	×	2 =	58.74
	내벽9	9	×	4.2	×	16 =	604.8
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2) 외부방수							= 7519.64㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.6	×	58.4	×	1 =	4415.04
	벽 체(외 벽)	L		H		면	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거								수 량		
	외벽1	75.6	×	13.8	×	1	=	1043.28	1043.28		
	외벽2	75.6	×	10.5	×	1	=	793.8	793.8		
	외벽3	13.9	×	13.9	×	2	=	386.42	386.42		
	외벽4	44.5	×	9.9	×	2	=	881.1	881.1		
2.6 비 계											
1) 외부비계									3263.16 ㎡		
	외부1	77.6	×	13.8	×	1	EA	=	1070.88	1070.88	
	외부2	77.6	×	10.6	×	1	EA	=	822.56	822.56	
	외부1	14.9	×	13.9	×	2	EA	=	414.22	414.22	
	외부2	45.5	×	10.5	×	2	EA	=	955.5	955.5	
									5891.02 ㎡		
	2) 내부비계	내부1(기계실)	72.8	×	4.2	×	1	EA	=	305.76	305.76
		내부2(기계실)	55.4	×	4.2	×	1	EA	=	232.68	232.68
		내부3(수조)	7	×	4.6	×	8	EA	=	257.6	257.6
		내부4(수조)	43	×	5.0	×	16	EA	=	3440	3440
		내부5(수조)	3	×	7.9	×	8	EA	=	189.6	189.6
		내부6(공동구)	73.6	×	3.3	×	2	EA	=	485.76	485.76
		내부7(공동구)	6.9	×	3.3	×	2	EA	=	45.54	45.54
내부6(수로)	7	×	4.2	×	16	EA	=	470.4	470.4		
내부7(수로)	6.9	×	4.2	×	16	EA	=	463.68	463.68		

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	12615.38㎡
생물반응조	슬 래 브	
	상부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	중간	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	공동구 상부	
	L = 75.6 W = 7.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 7.5 × 0.35 = 198.45	198.45
	생물반응조하부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.7	
	: 75.6 × 88.5 × 0.7 = 4683.42	4683.42
	벽 체(외 벽)	
	기계실 0.5 × 88.5 × 4.2 = 185.9	185.85
	수조 0.5 × 7.5 × 2.6 = 9.75	9.75
	공동구 0.5 × 7.5 × 5 = 18.75	18.75
	혐기조 0.5 × 11 × 7.9 = 43.45	43.45
	무산소조 0.5 × 20 × 7.9 = 79	79
	호기조 0.5 × 47.5 × 7.9 = 187.6	187.63
	0.5 × 18 × 7.9 × 4 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	0.5 × 9 × 7.9 × 8 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	벽 체(내 벽)	
	L = 11 H = 7.9 T = 0.4 7 ea	
	: 11 × 7.9 × 0.4 × 7 = 243.32	243.32
	L = 20 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 20 × 7.9 × 0.4 × 3 = 189.6	189.6
	L = 47.5 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 47.5 × 7.9 × 0.4 × 3 = 450.3	450.3
	L = 7.5 H = 2.6 T = 0.4 7 ea	
	: 7.5 × 2.6 × 0.4 × 7 = 54.6	54.6
	L = 74 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 74 × 7.9 × 0.4 × 3 = 701.52	701.52
2) 40-18-8	=	669.06㎡
기초콘크리트	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.1	
	: 75.6 × 88.5 × 0.1 = 669.06	669.06
2.2 철 근		1892.307TON
D29		
	비율(철근/레미콘) = 15%	
	철근콘크리트량= 12615.38	

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량		
	:	12615.38	×	15%	=	1892.3	=				1892.307		
2.3거 푸 집													
유로폼											=	28276.10㎡	
	슬 레 브	L		W		면							
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6					
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6					
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567					
	벽 체(외 벽)												
	75.6	×	2	×	14.3	+	88.5	×	2	×	14.3	=	4693.26
	벽 체(내 벽)	L		H		면							
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4					
		20	×	7.9	×	8	=	1264					
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002					
		7.5	×	2.6	×	16	=	312					
	75.6	×	4.2	×	2	=	635.04						
	75.6	×	5	×	2	=	756						
	18	×	7.9	×	16	=	2275.2						
2.4 동 바 리													
1) 동바리											76389.92 공㎡		
	동 바 리	L		W		H		ea					
	기계실	88.5	×	75.6	×	4.2	×	1	=	28100.52	28100.52		
	수조	7.5	×	9	×	2.6	×	8	=	1404	1404		
	무산소조	20	×	18	×	7.9	×	4	=	11376	11376		
	혐기조	11	×	9	×	7.9	×	8	=	6256.8	6256.8		
	공동구	7.5	×	75.6	×	5	×	1	=	2835	2835		
	호기조	47.5	×	17.6	×	7.9	×	4	=	26417.6	26417.6		

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량							
2.5 방 수 공																		
1) 내부방수											= 22318.52㎡							
	슬 레 브	L		W		면												
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6							
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6							
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567			567							
	벽 체(내 벽)	L		H		면												
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4			1390.4							
		20	×	7.9	×	8	=	1264			1264							
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002			3002							
		7.5	×	2.6	×	16	=	312			312							
		75.6	×	4.2	×	1	=	317.52			317.52							
		75.6	×	5	×	1	=	378			378							
		18	×	7.9	×	12	=	1706.4			1706.4							
	2) 외부방수											= 11383.86㎡						
		슬 레 브	L		W		면											
		상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6						
벽 체(외 벽)																		
75.6 × 2 × 14.3 + 88.5 × 2 × 14.3 = 4693.26										4693.26								
2.6 비 계																		
1) 외부비계											4807.66 ㎡							
		90.5	×	14.3	×	2	EA	=	2588.3	2588.3								
		77.6	×	14.3	×	2	EA	=	2219.36	2219.36								
2) 내부비계											8222.64 ㎡							
	기계실	86.5	×	4.2	×	2	+	73.6	×	4.2	×	2	×	1	ea	=	1345	1344.84
	공동구	5.5	×	5	×	2	+	73.6	×	5	×	2	×	1	ea	=	791	791
	수조	5.5	×	2.6	×	2	+	7	×	2.6	×	2	×	8	ea	=	320	319.8
	혐기조	7	×	7.9	×	2	+	9	×	7.9	×	2	×	8	ea	=	1248	1248.2
	무산소조	16	×	7.9	×	2	+	18	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	1390	1390.4
	호기조	16	×	7.9	×	2	+	45.5	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	3128	3128.4

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15		= 7971.26㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 =	1267.43	1267.43
중간1		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 =	1267.43	1267.43
중간2		
L = 75.6 W = 6.5 T = 0.35		
: 75.6 × 6.5 × 0.35 =	171.99	171.99
중간3		
L = 75.6 W = 6.4 T = 0.35		
: 75.6 × 6.4 × 0.35 =	169.34	169.34
하부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.7		
: 75.6 × 47.9 × 0.7 =	2534.87	2534.87
벽 체(외 벽)		
외벽1(기계실)		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × =	192.78	192.78
외벽2		
L = 75.6 H = 2.6 T = 0.5		
: 75.6 × 2.6 × 0.5 × =	98.28	98.28
외벽3		
L = 75.6 H = 3.2 T = 0.5		
: 75.6 × 3.2 × 0.5 × =	120.96	120.96
외벽4		
L = 75.6 H = 4.4 T = 0.5		
: 75.6 × 4.4 × 0.5 × =	166.32	166.32
외벽5		
L = 75.6 H = 3.8 T = 0.5		
: 75.6 × 3.8 × 0.5 × =	143.64	143.64
외벽6		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × =	192.78	192.78
외벽7		
L = 46.6 H = 5.1 T = 0.5 2 ea		
: 46.6 × 5.1 × 0.5 × 2 =	237.66	237.66

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	외벽8 $L = 11 \quad H = 8.6 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 11 \times 8.6 \times 0.5 \times 2 = 94.6$	94.6
	외벽9 $L = 30.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 30.5 \times 5.8 \times 0.5 \times 2 = 176.9$	176.9
	외벽10 $L = 5.1 \quad H = 6.2 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 6.2 \times 0.5 \times 2 = 31.62$	31.62
	벽 체(내 벽)	
	내벽1(방류수로) $L = 5.1 \quad H = 2.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 2.6 \times 0.4 \times 7 = 37.13$	37.13
	내벽2 $L = 31.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 31.5 \times 5.8 \times 0.4 \times 7 = 511.56$	511.56
	내벽3 $L = 3.5 \quad H = 8.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 3.5 \times 8.6 \times 0.4 \times 7 = 84.28$	84.28
	내벽4 $L = 74.8 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 4.4 \times 0.4 \times 1 = 131.65$	131.65
	내벽5 $L = 74.8 \quad H = 3.8 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 3.8 \times 0.4 \times 1 = 113.7$	113.7
	내벽6 $L = 5.5 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.5 \times 4.4 \times 0.4 \times 7 = 67.76$	67.76
	내벽7 $L = 74.8 \quad H = 5.3 \quad T = 0.4$ $: 74.8 \times 5.3 \times 0.4 = 158.58$	158.58
		=
		362.12m³
		362.12
2.2 철 근		1195.689TON
D29	비율(철근/레미콘) = 15% 철근콘크리트량= 7971.26	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
	: 7971.26 × 15% = 1195.7	= 1195.689
2.3거 푸 집		
유로폼		= 20620.30㎡
슬 래 브	L W 면	
상부	9 × 5.1 × 8 = 367.2	367.2
중간1	9 × 5.5 × 8 = 396	396
중간2(수로)	9 × 35 × 8 = 2520	2520
하부1(공동구1)	75.6 × 5.5 × 1 = 415.8	415.8
하부2(공동구2)	75.6 × 5.1 × 1 = 385.56	385.56
상부(기계실)	46.6 × 74.8 × 1 = 3485.68	3485.68
벽 체(외 벽)	L H 면	
외벽1	75.6 × 13.1 × 1 = 990.36	990.36
외벽2	75.6 × 15.6 × 1 = 1179.36	1179.36
외벽3	12.2 × 15.5 × 2 = 378.2	378.2
외벽4	29 × 12.7 × 2 = 736.6	736.6
외벽5	6.7 × 13.1 × 2 = 175.54	175.54
벽 체(내 벽)	L H 면	
내벽1	9 × 2.6 × 16 = 374.4	374.4
내벽2	75.6 × 3.2 × 2 = 483.84	483.84
내벽3	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽4	9 × 8.6 × 8 = 619.2	619.2
내벽5	30 × 5.8 × 16 = 2784	2784
내벽6	5 × 8.6 × 16 = 688	688
내벽7	5.1 × 3.2 × 2 = 32.64	32.64
내벽8	5.1 × 2.6 × 16 = 212.16	212.16
내벽9	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽10	74.8 × 3.8 × 2 = 568.48	568.48
내벽11	5.5 × 3.8 × 2 = 41.8	41.8
내벽12	74.8 × 5.1 × 2 = 762.96	762.96
내벽13	46.6 × 5.1 × 2 = 475.32	475.32
내벽14	9 × 4.4 × 16 = 633.6	633.6
내벽15	5.5 × 4.4 × 16 = 387.2	387.2
2.4 등 바 리		
1) 등바리		38911.92 공㎡

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거										수 량	
	동 바 리	L	W	H	ea							
	상부(기계실)	74.8	×	46.6	×	5.1	×	1	=	17776.97	17776.97	
	중간1(방류수로)	9	×	5.1	×	2.6	×	8	=	954.72	954.72	
	중간2	9	×	30	×	5.8	×	8	=	12528	12528	
	중간3	9	×	5	×	8.6	×	8	=	3096	3096	
	중간4(유입수)	9	×	5.5	×	4.4	×	8	=	1742.4	1742.4	
	하부(공동구1)	5.1	×	75.6	×	3.2	×	1	=	1233.79	1233.79	
	하부2(공동구2)	5.5	×	75.6	×	3.8	×	1	=	1580.04	1580.04	
2.5 방 수 공												
1) 내부방수											=	17160.24㎡
	슬 래 브	L	W	면								
	상부	9	×	5.1	×	8	=	367.2	367.2			
	중간1	9	×	5.5	×	8	=	396	396			
	중간2(수로)	9	×	35	×	8	=	2520	2520			
	하부1(공동구1)	75.6	×	5.5	×	1	=	415.8	415.8			
	하부2(공동구2)	75.6	×	5.1	×	1	=	385.56	385.56			
	상부(기계실)	46.6	×	74.8	×	1	=	3485.68	3485.68			
	벽 체(내 벽)	L	H	면								
	내벽1	9	×	2.6	×	16	=	374.4	374.4			
	내벽2	75.6	×	3.2	×	2	=	483.84	483.84			
	내벽3	9	×	5.3	×	16	=	763.2	763.2			
	내벽4	9	×	8.6	×	8	=	619.2	619.2			
	내벽5	30	×	5.8	×	16	=	2784	2784			
	내벽6	5	×	8.6	×	16	=	688	688			
	내벽7	5.1	×	3.2	×	2	=	32.64	32.64			
	내벽8	5.1	×	2.6	×	16	=	212.16	212.16			
	내벽9	9	×	5.3	×	16	=	763.2	763.2			
내벽10	74.8	×	3.8	×	2	=	568.48	568.48				
내벽11	5.5	×	3.8	×	2	=	41.8	41.8				
내벽12	74.8	×	5.1	×	2	=	762.96	762.96				
내벽13	46.6	×	5.1	×	2	=	475.32	475.32				
내벽14	9	×	4.4	×	16	=	633.6	633.6				
내벽15	5.5	×	4.4	×	16	=	387.2	387.2				
2) 외부방수											=	7081.30㎡
	슬 래 브	L	W	면								
	상부	75.6	×	47.9	×	1	=	3621.24	3621.24			

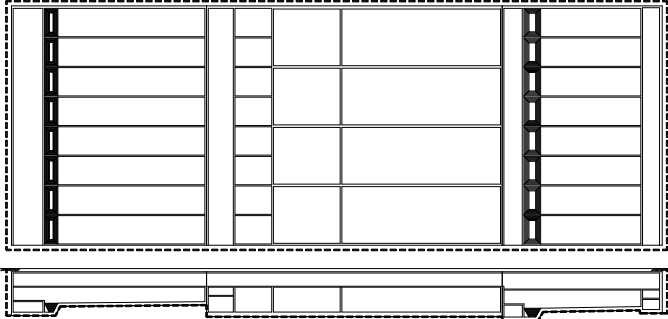
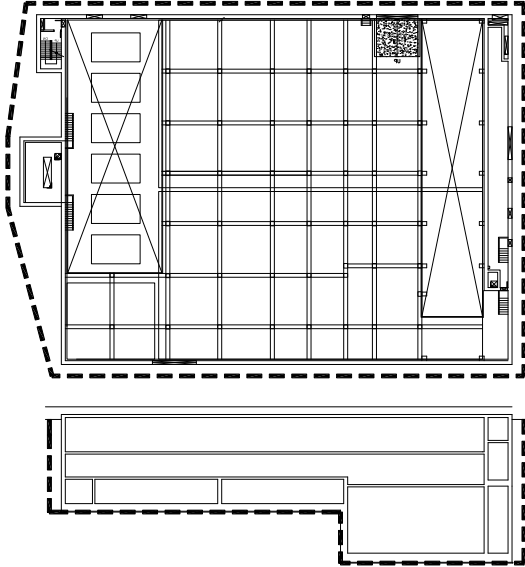
2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거							수 량
	벽 체(외 벽)	L	H	면				
	외벽1	75.6	×	13.1	×	1	=	990.36
	외벽2	75.6	×	15.6	×	1	=	1179.36
	외벽3	12.2	×	15.5	×	2	=	378.2
	외벽4	29	×	12.7	×	2	=	736.6
	외벽5	6.7	×	13.1	×	2	=	175.54
2.6 비 계								
1) 외부비계								3603.12 m ²
2) 내부비계	외부1	77.6	×	13.1	×	1	EA	= 1016.56
	외부2	77.6	×	15.6	×	1	EA	= 1210.56
	외부3	13.2	×	15.6	×	2	EA	= 411.84
	외부4	36.8	×	13.1	×	2	EA	= 964.16
								7026.08 m ²
	내부1(기계실)	72.8	×	5.1	×	2	EA	= 742.56
	내부2(기계실)	44.6	×	5.1	×	2	EA	= 454.92
	내부3(방류수로)	7	×	2.6	×	16	EA	= 291.2
	내부4(방류수로)	3.1	×	2.6	×	16	EA	= 128.96
	내부5(유입수로)	7	×	4.4	×	2	EA	= 61.6
	내부6(유입수로)	3.5	×	4.4	×	2	EA	= 30.8
	내부7(수로)	7	×	5.3	×	8	EA	= 296.8
	내부8(수로)	7	×	8.6	×	8	EA	= 481.6
	내부9(공동구1)	72.8	×	3.8	×	2	EA	= 553.28
	내부10(공동구1)	3.5	×	3.8	×	2	EA	= 26.6
	내부11(공동구2)	72.8	×	3.2	×	2	EA	= 465.92
	내부12(공동구2)	3.1	×	3.2	×	2	EA	= 19.84
	내부13	30	×	5.8	×	16	EA	= 2784
	내부14	5	×	8.6	×	16	EA	= 688

4. 가시설공

1단계 처리시설 가시설공집계표

구분		단위	가시설 수량		비고
			계	처리시설	
4. 가시설공					
쉬트파일		본	1,806	1,806	

공 종	산 출 근 거	수 량
 < 본처리시설 >  < 유 입 펌 프 장 >		
1. 슈트파일		
1) 본처리시설 외 유입펌프장	$L = 652.3 \text{ m} \times 1 \text{ 본} / 0.4 \text{ m} = 1,631$	1,631
3) 추진기지	$L = 30.0 \text{ m} \times 1 \text{ 본} / 0.4 \text{ m} \times 1 \text{ EA} = 75$	75
4) 도달기지	$L = 20.0 \text{ m} \times 1 \text{ 본} / 0.4 \text{ m} \times 2 \text{ EA} = 100$	100
		= 1,806

5. 관로공

1단계 처리시설 가시설공집계표

구분			단위	관로공 수량		비고
				계	관로공	
1. 관로공						
차집관로 (부지내)		H2.5mxW2.5m	m	520	520	
차집관로	공단계	PC관 D600mm	m	4,100	4,100	
	추진공	D600mm	식	150	150	
	기존 차집관로 개량		D700mm	식	1,708	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거				수 량
1. 관로					
1) 차집관로 (부지내)	L	=	520.0 m (H2.5m×W2.5m)	=	520
2) 공단계 (관로공)	L	=	4,100.0 m (PC관, D600mm)	=	4,100
2) 공단계 (추진공)	L	=	150.0 m (D600mm)	=	150
4) 추진공	L	=	1,708.0 m (D700mm)	=	1,708
				=	6,478

6. 가설사무실

1단계 처리시설 가설사무소집계표

구분		단위	가설사무소 수량		비고
			계	가설사무소	
1. 가설사무실					
현장사무소 (감독 감리자)	현장사무소 (감독 감리자)	m ²	250	250	
	현장사무소 (수급자)	m ²	430	430	
기자재창고		m ²	120	120	
숙소		m ²	350	350	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거					수 량
1. 가설사무실						
1) 현장사무소 (감독 감리자)	A	=	250.0	㎡	=	250
2) 현장사무소 (수급자)	A	=	430.0	㎡	=	430
3) 기자재창고	A	=	120.0	㎡	=	120
4) 숙소	A	=	350.0	㎡	=	350
					=	1,150

단가산출근거

- 2단계 -

2단계 처리시설 토목공사비 집계

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					6,118,724,278	
슬러지준설	준설비	m3	130,360	7,361	959,579,960	
	처리비	m3	171,354	7,361	1,261,336,794	
기존구조물 깨기	철거비	m3	85,743	20,016	1,716,234,117	
	처리비	m3	250,582	8,706	2,181,573,407	
2. 토공					1,291,346,055	
터파기	토사	m3	4,625	78,328	362,265,008	실적
	풍화암	m3	35,747	9,791	349,996,953	실적
	연암	m3	42,398	9,791	415,116,536	실적
되메우기 및 다짐	토사	m3	7,870	7,874	61,967,750	실적
흙쌓기	토사	m3	2,435	-	-	실적
잔토처리	토사	m3	959	70,454	67,565,050	실적
	풍화암	m3	1,229	9,791	12,033,073	실적
	연암	m3	2,288	9,791	22,401,685	실적
3. 구조물공					27,130,321,614	
레미콘 타설	철근	m3	35,906	28,731	1,031,613,850	실적
	무근	m3	31,802	1,473	46,834,169	실적
레미콘	25-30-15	m3	111,925	28,731	3,215,712,698	물가자료
	40-18-8	m3	91,791	1,473	135,178,770	물가자료
철근 가공 및 조립	복잡	TON	918,551	4,310	3,958,627,806	실적
철근	D29	TON	1,083,500	4,310	4,669,499,274	물가자료
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	59,302	68,884	4,084,945,922	실적
강관 동바리 방수공	암거용(3개월)	공m3	24,059	155,526	3,741,808,455	실적
	수평연결재(3개월)	m2	6,754	-	-	실적
	내부	m2	75,600	56,362	4,260,932,424	내역
	외부	m2	46,532	25,985	1,209,124,714	내역

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고	
시스템 비계		내부	m2	23,650	21,140	499,954,851	물가자료
		외부	m2	23,650	11,674	276,088,681	물가자료
4. 가시설공					1,411,144,074		
쉬트파일		항타(type4)	본	275,569	878	241,949,582	실적
		항발(type4)	본	124,914	878	109,674,492	실적
		W400xH170xT15.5	본	770,000	1,376	1,059,520,000	물가자료
5. 관로공					-		
차집관로 (부지내)		H2.5mxW2.5m	m	6,165,911	-	-	보조금편성
차집관로 (공단계)	관로공	PC관 D600mm	m	1,295,327	-	-	보조금편성
	추진공 (외경, D900mm)	강관압입	m	1,650,000	-	-	건적
		부대공	%	247,500,000	-	-	10%
기존 차집관로 개량		PC관 D700mm	m	1,396,476	-	-	보조금편성
6.가설사무소							
현장사무소		감독 감리자	m²		-	-	
		수급자	m²		-	-	
기자재 창고			m²		-	-	
숙소			m²		-	-	
7. 상부공원 조성공					-		
상부조성		공원	m2	87,000	-	-	국토교통부
8. 소계					35,951,536,021		
9. 부대공		3%			1,078,546,081		
10. 공사비					37,030,082,102		

1. 기존시설 철거

2단계 기존시설철거 집계표

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					2,016,520,250	
슬러지준설		m3	94,599	7,361	696,343,239	
기존구조물 깨기		m3	65,956	20,016	1,320,177,011	

1.1 기존구조물내 슬러지 준설

1.1.1 기존구조물

구 분	규 격(m)		H(m)	지수	슬러지 준설량	비고
	W	L		(EA)	(m3)	
일차침전지	75.0	40.0	0.5	1	1,500	
반응조	75.0	70.8	0.5	1	2,655	
이차침전지		1603.0	0.5	4	3,206	
슬러지 준설량(m³)					7,361	

1.2 기존구조물 철거 공사비

1.2.1 기존구조물

구 분	철거수량				비고
	단위수량(m3/m2)	B	L	철거수량(m3)	
일차침전지	2	75	40	6,000	
반응조	1	75	71	5,310	
이차침전지	8,706			8,706	
계				20,016	

1.2.2 안양박달 단위수량

구 분	철거수량				비고
	철거수량(m3)	B	L	단위수량(m3/m2)	
일차침전지	11,816	118	49	2	
반응조	13,802	118	87	1	
이차침전지	8,706			8,706	
계	34,324				

1.3 토목구조물 철거 단가

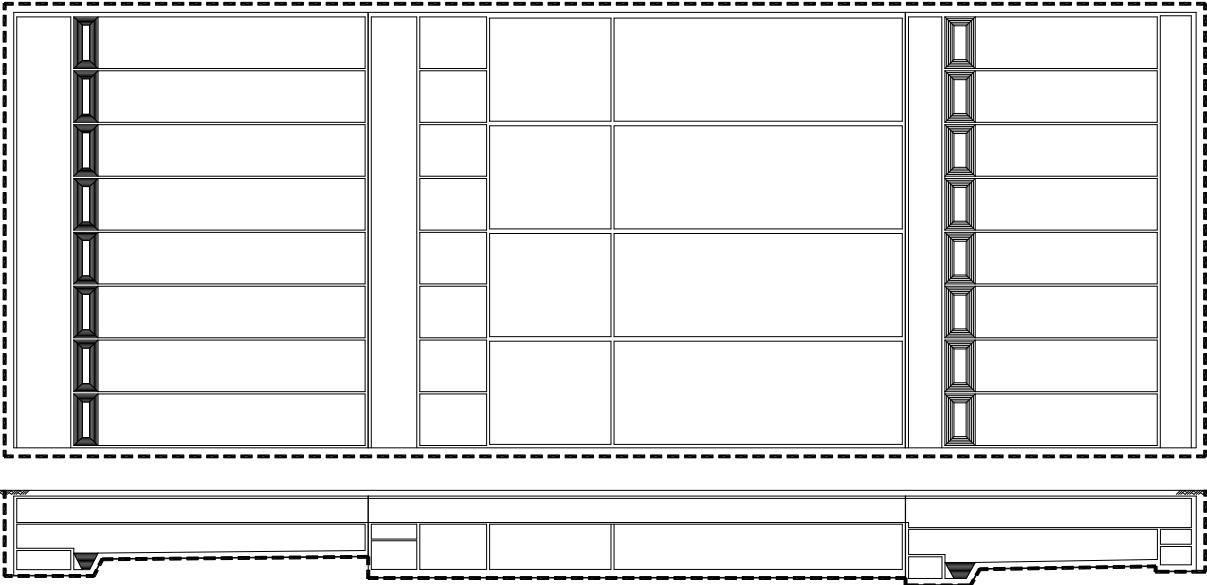
구 분			단 위	본 계획 적용(원)	비 고
구조물	구조물 깨기	철근콘크리트깨기	m3	62,034	T=30cm미만
		상차비	m3	3,922	백호 0.7m3
		소계	m3	65,956	
	폐기물처리비	폐기물수수료(콘크리트)	m3	147,497	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	27,735	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	17,523	
		소계	m3	192,755	
	계		m3	258,711	
하수오니	준설	준설 및 세정	m3	94,599	
	오니	폐기물수수료(하수오니)	m3	72,631	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	27,735	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	10,037	
		소계	m3	110,403	
	계		m3	205,002	

2. 토 공

2단계 처리시설 토공집계표

구분		단위	토공수량		비고
			계	본처리시설	
1. 토공					
터파기	토사	m3	78,328	78,328	
	풍화암	m3	9,791	9,791	
	연암	m3	9,791	9,791	
되메우기 및 다짐	토사	m3	7,874	7,874	
흙쌓기	토사	m3	-	-	
잔토처리	토사	m3	70,454	70,454	
	풍화암	m3	9,791	9,791	
	연암	m3	9,791	9,791	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거				수 량
					
1.토 공					
1) 더 파 기	※ 기존시설물 공제				
	①	78.6	x	197.8 x 9.6	= 149,252
	②	36.8	x	192.7 x 7.3	= - 51,343 (기존구조물)
					= -
					= 97,909
	1)	토사	:	(80.0 %) V = 78,327.57	= 78,328
	2)	풍화암	:	(10.0 %) V = 9,790.95	= 9,791
	3)	연암	:	(10.0 %) V = 9,790.95	= 9,791
				계(V) = 97,909.46	= 97,909
	1)	토사			= 78,328
	2)	풍화암			= 9,791
	3)	연암			= 9,791
					= 97,909

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 되메우기	※ 구조물 ① 149,252 = 149,252 (금회 구조물 터파기 체적) ② 75.6 x 194.8 x 9.6 = - 141,378 (신설구조물) ① - ② = 7,874 = 7,874 ※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 = 149,252 - 141,378 = 7,874 1) 토사 : (100 %) V = 7,873.92 = 7,874	
3) 잔토처리	1) 토사 = 70,454 2) 풍화암 = 9,791 3) 연암 = 9,791 = 90,036	

3. 구조물공

2단계 처리시설 구조물공집계표

구분		단위	구조물공 수량				비고
			계	1차침전지	생물반응조	2차침전지	
1. 구조물공							
레미콘 타설	철근	m3	28,731	8,144	12,615	7,971	
	무근	m3	1,473	442	669	362	
레미콘	25-30-15	m3	28,731	8,144	12,615	7,971	
	40-18-8	m3	1,473	442	669	362	
철근 가공 및 조립	복잡	TON	4,310	1,222	1,892	1,196	
철근	D29	TON	4,310	1,222	1,892	1,196	
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	68,884	19,987	28,276	20,620	
강관 동바리	암거용(3개월)	공m3	155,526	40,225	76,390	38,912	
방수공	내부	m2	56,362	16,883	22,319	17,160	
	외부	m2	25,985	7,520	11,384	7,081	
시스템 비계	내부	m2	21,140	5,891	8,223	7,026	
	외부	m2	11,674	3,263	4,808	3,603	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	8144.32㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간1		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간2		
L = 75.6 W = 9.9 T = 0.35		
: 75.6 × 9.9 × 0.35 = 261.95		261.95
하부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.7		
: 75.6 × 58.4 × 0.7 = 3090.53		3090.53
	벽 체(외 벽)	
외벽1		
L = 75.6 H = 12.4 T = 0.5 1 ea		
: 75.6 × 12.4 × 0.5 × 1 = 468.72		468.72
외벽2		
L = 48 H = 4.2 T = 0.5 1 ea		
: 48 × 4.2 × 0.5 × 1 = 100.8		100.8
외벽3		
L = 13.4 H = 12.4 T = 0.5 2 ea		
: 13.4 × 12.4 × 0.5 × 2 = 166.16		166.16
외벽4		
L = 44 H = 9.5 T = 0.5 2 ea		
: 44 × 9.5 × 0.5 × 2 = 418		418
	벽 체(내 벽)	
내벽1		
L = 75.6 H = 7.9 T = 0.4		
: 75.6 × 7.9 × 0.4 = 238.9		238.9
내벽2		
L = 44 H = 5 T = 0.4		
: 44 × 5 × 0.4 = 88		88
내벽3		
L = 4 H = 7.9 T = 0.4 8 ea		
: 4 × 7.9 × 0.4 × 8 = 101.12		101.12
내벽4		

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	$L = 8.9 \quad H = 4.2 \quad T = 0.4 \quad 8 \text{ ea}$ $: 8.9 \times 4.2 \times 0.4 \quad 8 = 119.62$	119.62
	=	441.50㎡
	$L = 75.6 \quad W = 58.4 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 58.4 \times 0.1 = 441.5$	441.5
2.2 철 근		1221.648TON
D29	$\#\#$ $\text{철근콘크리트량} = 8144.32$ $: 8144.32 \times 15\% = 1221.6$	= 1221.648
2.3거 푸 집		
유로폼		= 19987.38㎡
슬 래 브		
상부	$L \quad W \quad \text{면}$ $75.2 \times 57.4 \times 1 = 4316.48$	4316.48
중간1	$9 \times 8.9 \times 8 = 640.8$	640.8
공동구	$75.6 \times 8.9 \times 1 = 672.84$	672.84
중간2	$9 \times 48 \times 8 = 3456$	3456
벽 체(외 벽)		
외벽1	$L \quad H \quad \text{면}$ $75.6 \times 13.8 \times 1 = 1043.28$	1043.28
외벽2	$75.6 \times 10.5 \times 1 = 793.8$	793.8
외벽3	$13.9 \times 13.9 \times 2 = 386.42$	386.42
외벽4	$44.5 \times 9.9 \times 2 = 881.1$	881.1
벽 체(내 벽)		
내벽1(기계실)	$L \quad H \quad \text{면}$ $74.8 \times 4.2 \times 2 = 628.32$	628.32
내벽2(기계실)	$57.4 \times 4.2 \times 2 = 482.16$	482.16
내벽3	$44 \times 5 \times 16 = 3520$	3520
내벽4	$4 \times 7.9 \times 16 = 505.6$	505.6
내벽5	$9 \times 7.9 \times 8 = 568.8$	568.8
내벽6	$9 \times 4.6 \times 8 = 331.2$	331.2
내벽7	$75.6 \times 3.3 \times 2 = 498.96$	498.96
내벽8	$8.9 \times 3.3 \times 2 = 58.74$	58.74
내벽9	$9 \times 4.2 \times 16 = 604.8$	604.8

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2.4 동 바 리							
1) 동바리							40224.51 공㎡
	동 바 리	L		W		H ea	
	상부(기계실)	74.8	×	57.4	×	4.2 × 1 =	18032.78
	수조	9	×	48	×	5 × 8 =	17280
	공동구	75.6	×	8.9	×	3.3 × 1 =	2220.37
	유입수로	9	×	8.9	×	4.2 × 8 =	2691.36
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 16882.78㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.2	×	57.4	×	1 =	4316.48
	중간1	9	×	8.9	×	8 =	640.8
	공동구	75.6	×	8.9	×	1 =	672.84
	중간2	9	×	48	×	8 =	3456
	벽 체(내 벽)	L		H		면	
	내벽1(기계실)	74.8	×	4.2	×	2 =	628.32
	내벽2(기계실)	57.4	×	4.2	×	2 =	482.16
	내벽3	44	×	5	×	16 =	3520
	내벽4	4	×	7.9	×	16 =	505.6
	내벽5	9	×	7.9	×	8 =	568.8
	내벽6	9	×	4.6	×	8 =	331.2
	내벽7	75.6	×	3.3	×	2 =	498.96
	내벽8	8.9	×	3.3	×	2 =	58.74
	내벽9	9	×	4.2	×	16 =	604.8
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2) 외부방수							= 7519.64㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.6	×	58.4	×	1 =	4415.04
	벽 체(외 벽)	L		H		면	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거								수 량		
	외벽1	75.6	×	13.8	×	1	=	1043.28	1043.28		
	외벽2	75.6	×	10.5	×	1	=	793.8	793.8		
	외벽3	13.9	×	13.9	×	2	=	386.42	386.42		
	외벽4	44.5	×	9.9	×	2	=	881.1	881.1		
2.6 비 계											
1) 외부비계									3263.16 ㎡		
	외부1	77.6	×	13.8	×	1	EA	=	1070.88	1070.88	
	외부2	77.6	×	10.6	×	1	EA	=	822.56	822.56	
	외부1	14.9	×	13.9	×	2	EA	=	414.22	414.22	
	외부2	45.5	×	10.5	×	2	EA	=	955.5	955.5	
									5891.02 ㎡		
	2) 내부비계	내부1(기계실)	72.8	×	4.2	×	1	EA	=	305.76	305.76
		내부2(기계실)	55.4	×	4.2	×	1	EA	=	232.68	232.68
		내부3(수조)	7	×	4.6	×	8	EA	=	257.6	257.6
		내부4(수조)	43	×	5.0	×	16	EA	=	3440	3440
		내부5(수조)	3	×	7.9	×	8	EA	=	189.6	189.6
		내부6(공동구)	73.6	×	3.3	×	2	EA	=	485.76	485.76
내부7(공동구)		6.9	×	3.3	×	2	EA	=	45.54	45.54	
내부6(수로)	7	×	4.2	×	16	EA	=	470.4	470.4		
내부7(수로)	6.9	×	4.2	×	16	EA	=	463.68	463.68		

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	12615.38㎡
생물반응조	슬 래 브	
	상부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	중간	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	공동구 상부	
	L = 75.6 W = 7.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 7.5 × 0.35 = 198.45	198.45
	생물반응조하부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.7	
	: 75.6 × 88.5 × 0.7 = 4683.42	4683.42
	벽 체(외 벽)	
	기계실 0.5 × 88.5 × 4.2 = 185.9	185.85
	수조 0.5 × 7.5 × 2.6 = 9.75	9.75
	공동구 0.5 × 7.5 × 5 = 18.75	18.75
	혐기조 0.5 × 11 × 7.9 = 43.45	43.45
	무산소조 0.5 × 20 × 7.9 = 79	79
	호기조 0.5 × 47.5 × 7.9 = 187.6	187.63
	0.5 × 18 × 7.9 × 4 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	0.5 × 9 × 7.9 × 8 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	벽 체(내 벽)	
	L = 11 H = 7.9 T = 0.4 7 ea	
	: 11 × 7.9 × 0.4 × 7 = 243.32	243.32
	L = 20 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 20 × 7.9 × 0.4 × 3 = 189.6	189.6
	L = 47.5 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 47.5 × 7.9 × 0.4 × 3 = 450.3	450.3
	L = 7.5 H = 2.6 T = 0.4 7 ea	
	: 7.5 × 2.6 × 0.4 × 7 = 54.6	54.6
	L = 74 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 74 × 7.9 × 0.4 × 3 = 701.52	701.52
2) 40-18-8	=	669.06㎡
기초콘크리트	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.1	
	: 75.6 × 88.5 × 0.1 = 669.06	669.06
2.2 철 근		1892.307TON
D29		
	비율(철근/레이콘) = 15%	
	철근콘크리트량= 12615.38	

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량			
	:	12615.38	×	15%	=	1892.3	=	1892.307						
2.3거 푸 집														
유로폼											=	28276.10㎡		
	슬 레 브	L		W		면								
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6	6690.6					
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6	6690.6					
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567	567					
	벽 체(외 벽)													
	75.6	×	2	×	14.3	+	88.5	×	2	×	14.3	=	4693.26	4693.26
	벽 체(내 벽)	L		H		면								
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4	1390.4					
		20	×	7.9	×	8	=	1264	1264					
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002	3002					
		7.5	×	2.6	×	16	=	312	312					
		75.6	×	4.2	×	2	=	635.04	635.04					
		75.6	×	5	×	2	=	756	756					
	18	×	7.9	×	16	=	2275.2	2275.2						
2.4 동 바 리														
1) 동바리											76389.92 공㎡			
	동 바 리	L		W		H	ea							
	기계실	88.5	×	75.6	×	4.2	×	1	=	28100.52	28100.52			
	수조	7.5	×	9	×	2.6	×	8	=	1404	1404			
	무산소조	20	×	18	×	7.9	×	4	=	11376	11376			
	혐기조	11	×	9	×	7.9	×	8	=	6256.8	6256.8			
	공동구	7.5	×	75.6	×	5	×	1	=	2835	2835			
	호기조	47.5	×	17.6	×	7.9	×	4	=	26417.6	26417.6			

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량							
2.5 방 수 공																		
1) 내부방수											= 22318.52㎡							
	슬 레 브	L		W		면												
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6							
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6							
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567			567							
	벽 체(내 벽)	L		H		면												
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4			1390.4							
		20	×	7.9	×	8	=	1264			1264							
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002			3002							
		7.5	×	2.6	×	16	=	312			312							
		75.6	×	4.2	×	1	=	317.52			317.52							
		75.6	×	5	×	1	=	378			378							
		18	×	7.9	×	12	=	1706.4			1706.4							
	2) 외부방수											= 11383.86㎡						
		슬 레 브	L		W		면											
		상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6						
벽 체(외 벽)																		
75.6 × 2 × 14.3 + 88.5 × 2 × 14.3 = 4693.26										4693.26								
2.6 비 계																		
1) 외부비계											4807.66㎡							
	90.5	×	14.3	×	2	EA	=	2588.3			2588.3							
	77.6	×	14.3	×	2	EA	=	2219.36			2219.36							
2) 내부비계											8222.64㎡							
	기계실	86.5	×	4.2	×	2	+	73.6	×	4.2	×	2	×	1	ea	=	1345	1344.84
	공동구	5.5	×	5	×	2	+	73.6	×	5	×	2	×	1	ea	=	791	791
	수조	5.5	×	2.6	×	2	+	7	×	2.6	×	2	×	8	ea	=	320	319.8
	혐기조	7	×	7.9	×	2	+	9	×	7.9	×	2	×	8	ea	=	1248	1248.2
	무산소조	16	×	7.9	×	2	+	18	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	1390	1390.4
	호기조	16	×	7.9	×	2	+	45.5	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	3128	3128.4

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15		= 7971.26㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 = 1267.43		1267.43
중간1		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 = 1267.43		1267.43
중간2		
L = 75.6 W = 6.5 T = 0.35		
: 75.6 × 6.5 × 0.35 = 171.99		171.99
중간3		
L = 75.6 W = 6.4 T = 0.35		
: 75.6 × 6.4 × 0.35 = 169.34		169.34
하부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.7		
: 75.6 × 47.9 × 0.7 = 2534.87		2534.87
	벽 체(외 벽)	
외벽1(기계실)		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × = 192.78		192.78
외벽2		
L = 75.6 H = 2.6 T = 0.5		
: 75.6 × 2.6 × 0.5 × = 98.28		98.28
외벽3		
L = 75.6 H = 3.2 T = 0.5		
: 75.6 × 3.2 × 0.5 × = 120.96		120.96
외벽4		
L = 75.6 H = 4.4 T = 0.5		
: 75.6 × 4.4 × 0.5 × = 166.32		166.32
외벽5		
L = 75.6 H = 3.8 T = 0.5		
: 75.6 × 3.8 × 0.5 × = 143.64		143.64
외벽6		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × = 192.78		192.78
외벽7		
L = 46.6 H = 5.1 T = 0.5 2 ea		
: 46.6 × 5.1 × 0.5 × 2 = 237.66		237.66

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	외벽8 $L = 11 \quad H = 8.6 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 11 \times 8.6 \times 0.5 \times 2 = 94.6$	94.6
	외벽9 $L = 30.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 30.5 \times 5.8 \times 0.5 \times 2 = 176.9$	176.9
	외벽10 $L = 5.1 \quad H = 6.2 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 6.2 \times 0.5 \times 2 = 31.62$	31.62
	벽 체(내 벽)	
	내벽1(방류수로) $L = 5.1 \quad H = 2.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 2.6 \times 0.4 \times 7 = 37.13$	37.13
	내벽2 $L = 31.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 31.5 \times 5.8 \times 0.4 \times 7 = 511.56$	511.56
	내벽3 $L = 3.5 \quad H = 8.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 3.5 \times 8.6 \times 0.4 \times 7 = 84.28$	84.28
	내벽4 $L = 74.8 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 4.4 \times 0.4 \times 1 = 131.65$	131.65
	내벽5 $L = 74.8 \quad H = 3.8 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 3.8 \times 0.4 \times 1 = 113.7$	113.7
	내벽6 $L = 5.5 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.5 \times 4.4 \times 0.4 \times 7 = 67.76$	67.76
	내벽7 $L = 74.8 \quad H = 5.3 \quad T = 0.4$ $: 74.8 \times 5.3 \times 0.4 = 158.58$	158.58
	=	362.12m³
	$L = 75.6 \quad W = 47.9 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 47.9 \times 0.1 = 362.12$	362.12
2.2 철 근		1195.689TON
D29	## 철근콘크리트량= 7971.26	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
	: 7971.26 × 15% = 1195.7	= 1195.689
2.3거 푸 집		
유로폼		= 20620.30㎡
슬 래 브	L W 면	
상부	9 × 5.1 × 8 = 367.2	367.2
중간1	9 × 5.5 × 8 = 396	396
중간2(수로)	9 × 35 × 8 = 2520	2520
하부1(공동구1)	75.6 × 5.5 × 1 = 415.8	415.8
하부2(공동구2)	75.6 × 5.1 × 1 = 385.56	385.56
상부(기계실)	46.6 × 74.8 × 1 = 3485.68	3485.68
벽 체(외 벽)	L H 면	
외벽1	75.6 × 13.1 × 1 = 990.36	990.36
외벽2	75.6 × 15.6 × 1 = 1179.36	1179.36
외벽3	12.2 × 15.5 × 2 = 378.2	378.2
외벽4	29 × 12.7 × 2 = 736.6	736.6
외벽5	6.7 × 13.1 × 2 = 175.54	175.54
벽 체(내 벽)	L H 면	
내벽1	9 × 2.6 × 16 = 374.4	374.4
내벽2	75.6 × 3.2 × 2 = 483.84	483.84
내벽3	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽4	9 × 8.6 × 8 = 619.2	619.2
내벽5	30 × 5.8 × 16 = 2784	2784
내벽6	5 × 8.6 × 16 = 688	688
내벽7	5.1 × 3.2 × 2 = 32.64	32.64
내벽8	5.1 × 2.6 × 16 = 212.16	212.16
내벽9	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽10	74.8 × 3.8 × 2 = 568.48	568.48
내벽11	5.5 × 3.8 × 2 = 41.8	41.8
내벽12	74.8 × 5.1 × 2 = 762.96	762.96
내벽13	46.6 × 5.1 × 2 = 475.32	475.32
내벽14	9 × 4.4 × 16 = 633.6	633.6
내벽15	5.5 × 4.4 × 16 = 387.2	387.2
2.4 등 바 리		
1) 등바리		38911.92 공㎡

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거										수 량		
	동 바 리	L	W	H	ea								
	상부(기계실)	74.8	×	46.6	×	5.1	×	1	=	17776.97	17776.97		
	중간1(방류수로)	9	×	5.1	×	2.6	×	8	=	954.72	954.72		
	중간2	9	×	30	×	5.8	×	8	=	12528	12528		
	중간3	9	×	5	×	8.6	×	8	=	3096	3096		
	중간4(유입수)	9	×	5.5	×	4.4	×	8	=	1742.4	1742.4		
	하부(공동구1)	5.1	×	75.6	×	3.2	×	1	=	1233.79	1233.79		
	하부2(공동구2)	5.5	×	75.6	×	3.8	×	1	=	1580.04	1580.04		
2.5 방 수 공													
1) 내부방수											=	17160.24㎡	
	슬 래 브	L	W	면									
상부	9	×	5.1	×	8	=	367.2				367.2		
중간1	9	×	5.5	×	8	=	396				396		
중간2(수로)	9	×	35	×	8	=	2520				2520		
하부1(공동구1)	75.6	×	5.5	×	1	=	415.8				415.8		
하부2(공동구2)	75.6	×	5.1	×	1	=	385.56				385.56		
상부(기계실)	46.6	×	74.8	×	1	=	3485.68				3485.68		
	벽 체(내 벽)	L	H	면									
	내벽1	9	×	2.6	×	16	=	374.4				374.4	
	내벽2	75.6	×	3.2	×	2	=	483.84				483.84	
	내벽3	9	×	5.3	×	16	=	763.2				763.2	
	내벽4	9	×	8.6	×	8	=	619.2				619.2	
	내벽5	30	×	5.8	×	16	=	2784				2784	
	내벽6	5	×	8.6	×	16	=	688				688	
	내벽7	5.1	×	3.2	×	2	=	32.64				32.64	
	내벽8	5.1	×	2.6	×	16	=	212.16				212.16	
	내벽9	9	×	5.3	×	16	=	763.2				763.2	
	내벽10	74.8	×	3.8	×	2	=	568.48				568.48	
	내벽11	5.5	×	3.8	×	2	=	41.8				41.8	
	내벽12	74.8	×	5.1	×	2	=	762.96				762.96	
	내벽13	46.6	×	5.1	×	2	=	475.32				475.32	
	내벽14	9	×	4.4	×	16	=	633.6				633.6	
	내벽15	5.5	×	4.4	×	16	=	387.2				387.2	
	2) 외부방수											=	7081.30㎡
		슬 래 브	L	W	면								
	상부	75.6	×	47.9	×	1	=	3621.24				3621.24	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거							수 량
	벽 체(외 벽)	L	H	면				
	외벽1	75.6	×	13.1	×	1	=	990.36
	외벽2	75.6	×	15.6	×	1	=	1179.36
	외벽3	12.2	×	15.5	×	2	=	378.2
	외벽4	29	×	12.7	×	2	=	736.6
	외벽5	6.7	×	13.1	×	2	=	175.54
2.6 비 계								
1) 외부비계								3603.12 m ²
2) 내부비계	외부1	77.6	×	13.1	×	1	EA	= 1016.56
	외부2	77.6	×	15.6	×	1	EA	= 1210.56
	외부3	13.2	×	15.6	×	2	EA	= 411.84
	외부4	36.8	×	13.1	×	2	EA	= 964.16
								7026.08 m ²
	내부1(기계실)	72.8	×	5.1	×	2	EA	= 742.56
	내부2(기계실)	44.6	×	5.1	×	2	EA	= 454.92
	내부3(방류수로)	7	×	2.6	×	16	EA	= 291.2
	내부4(방류수로)	3.1	×	2.6	×	16	EA	= 128.96
	내부5(유입수로)	7	×	4.4	×	2	EA	= 61.6
	내부6(유입수로)	3.5	×	4.4	×	2	EA	= 30.8
	내부7(수로)	7	×	5.3	×	8	EA	= 296.8
	내부8(수로)	7	×	8.6	×	8	EA	= 481.6
	내부9(공동구1)	72.8	×	3.8	×	2	EA	= 553.28
	내부10(공동구1)	3.5	×	3.8	×	2	EA	= 26.6
	내부11(공동구2)	72.8	×	3.2	×	2	EA	= 465.92
	내부12(공동구2)	3.1	×	3.2	×	2	EA	= 19.84
	내부13	30	×	5.8	×	16	EA	= 2784
	내부14	5	×	8.6	×	16	EA	= 688

4. 가시설공

2단계 처리시설 가시설공집계표

구분		단위	가시설 수량		비고
			계	처리시설	
4. 가시설공					
쉬트 파일		본	878	878	

- 3단계 -

3단계 처리시설 토목공사비 집계

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					6,118,724,278	
슬러지준설	준설비	m3	130,360	7,361	959,579,960	
	처리비	m3	171,354	7,361	1,261,336,794	
기존구조물 깨기	철거비	m3	85,743	20,016	1,716,234,117	
	처리비	m3	250,582	8,706	2,181,573,407	
2. 토공					1,291,346,055	
터파기	토사	m3	4,625	78,328	362,265,008	실적
	풍화암	m3	35,747	9,791	349,996,953	실적
	연암	m3	42,398	9,791	415,116,536	실적
되메우기 및 다짐	토사	m3	7,870	7,874	61,967,750	실적
흙쌓기	토사	m3	2,435	-	-	실적
잔토처리	토사	m3	959	70,454	67,565,050	실적
	풍화암	m3	1,229	9,791	12,033,073	실적
	연암	m3	2,288	9,791	22,401,685	실적
3. 구조물공					27,130,321,614	
레미콘 타설	철근	m3	35,906	28,731	1,031,613,850	실적
	무근	m3	31,802	1,473	46,834,169	실적
레미콘	25-30-15	m3	111,925	28,731	3,215,712,698	물가자료
	40-18-8	m3	91,791	1,473	135,178,770	물가자료
철근 가공 및 조립	복잡	TON	918,551	4,310	3,958,627,806	실적
철근	D29	TON	1,083,500	4,310	4,669,499,274	물가자료
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	59,302	68,884	4,084,945,922	실적
강관 동바리	암거용(3개월)	공m3	24,059	155,526	3,741,808,455	실적
	수평연결재(3개월)	m2	6,754	-	-	실적
방수공	내부	m2	75,600	56,362	4,260,932,424	내역
	외부	m2	46,532	25,985	1,209,124,714	내역

구분			단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
시스템 비계		내부	m2	23,650	21,140	499,954,851	물가자료
		외부	m2	23,650	11,674	276,088,681	물가자료
4. 가시설공						1,411,144,074	
쉬트파일		항타(type4)	본	275,569	878	241,949,582	실적
		항발(type4)	본	124,914	878	109,674,492	실적
		W400xH170xT15.5	본	770,000	1,376	1,059,520,000	물가자료
5. 관로공						-	
차집관로 (부지내)		H2.5mxW2.5m	m	6,165,911	-	-	보조금편성
차집관로 (공단계)	관로공	PC관 D600mm	m	1,295,327	-	-	보조금편성
	추진공 (외경, D900mm)	강관압입	m	1,650,000	-	-	견적
		부대공	%	247,500,000	-	-	10%
기존 차집관로 개량		PC관 D700mm	m	1,396,476	-	-	보조금편성
6. 가설사무소							
현장사무소		감독 감리자	m²		-	-	
		수급자	m²		-	-	
기자재창고			m²		-	-	
숙소			m²		-	-	
7. 상부공원 조성공						-	
상부조성		공원	m2	87,000	-	-	국토교통부
8. 소계						35,951,536,021	
9. 부대공		3%				1,078,546,081	
10. 공사비						37,030,082,102	

1. 기존시설 철거

3단계 기존시설철거 집계표

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					2,016,520,250	
슬러지준설		m3	94,599	7,361	696,343,239	
기존구조물 깨기		m3	65,956	20,016	1,320,177,011	

1.1 기존구조물내 슬러지 준설

1.1.1 기존구조물

구 분	규 격(m)		H(m)	지수	슬러지 준설량	비고
	W	L		(EA)	(m3)	
일차침전지	75.0	40.0	0.5	1	1,500	
반응조	75.0	70.8	0.5	1	2,655	
이차침전지		1603.0	0.5	4	3,206	
슬러지 준설량(m³)					7,361	

1.2 기존구조물 철거 공사비

1.2.1 기존구조물

구 분	철거수량				비고
	단위수량(m3/m2)	B	L	철거수량(m3)	
일차침전지	2	75	40	6,000	
반응조	1	75	71	5,310	
이차침전지	8,706			8,706	
계				20,016	

1.2.2 안양박달 단위수량

구 분	철거수량				비고
	철거수량(m3)	B	L	단위수량(m3/m2)	
일차침전지	11,816	118	49	2	
반응조	13,802	118	87	1	
이차침전지	8,706			8,706	
계	34,324				

1.3 토목구조물 철거 단가

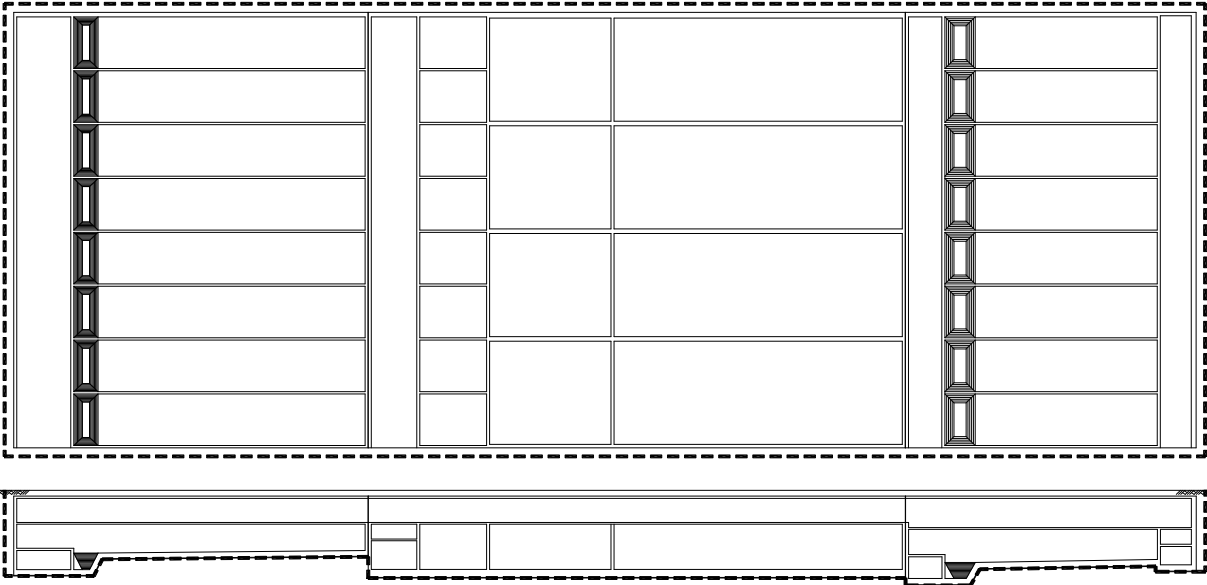
구 분			단 위	본 계획 적용(원)	비 고
구조물	구조물 깨기	철근콘크리트깨기	m3	62,034	T=30cm미만
		상차비	m3	3,922	백호 0.7m3
		소계	m3	65,956	
	폐기물처리비	폐기물수수료(콘크리트)	m3	147,497	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	27,735	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	17,523	
		소계	m3	192,755	
	계		m3	258,711	
하수오니	준설	준설 및 세정	m3	94,599	
	오니	폐기물수수료(하수오니)	m3	72,631	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	27,735	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	10,037	
		소계	m3	110,403	
	계		m3	205,002	

2. 토 공

3단계 처리시설 토공집계표

구분		단위	토공수량		비고
			계	본처리시설	
1. 토공					
터파기	토사	m3	78,328	78,328	
	풍화암	m3	9,791	9,791	
	연암	m3	9,791	9,791	
되메우기 및 다짐	토사	m3	7,874	7,874	
흙쌓기	토사	m3	-	-	
잔토처리	토사	m3	70,454	70,454	
	풍화암	m3	9,791	9,791	
	연암	m3	9,791	9,791	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거				수 량
					
1.토 공					
1) 더 파 기	※ 기존시설물 공제				
	①	78.6	x	197.8 x 9.6	= 149,252
	②	36.8	x	192.7 x 7.3	= - 51,343 (기존구조물)
					= -
					= 97,909
	1)	토사	:	(80.0 %)	V = 78,327.57 = 78,328
	2)	풍화암	:	(10.0 %)	V = 9,790.95 = 9,791
	3)	연암	:	(10.0 %)	V = 9,790.95 = 9,791
				계(V)	= 97,909.46 = 97,909
	1)	토사			= 78,328
	2)	풍화암			= 9,791
	3)	연암			= 9,791
					= 97,909

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 되메우기	※ 구조물 ① 149,252 = 149,252 (금회 구조물 터파기 체적) ② 75.6 x 194.8 x 9.6 = - 141,378 (신설구조물) ① - ② = 7,874 = 7,874 ※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 = 149,252 - 141,378 = 7,874 1) 토사 : (100 %) V = 7,873.92 = 7,874	
3) 잔토처리	1) 토사 = 70,454 2) 풍화암 = 9,791 3) 연암 = 9,791 = 90,036	

3. 구조물공

3단계 처리시설 구조물공집계표

구분		단위	구조물공 수량				비고
			계	1차침전지	생물반응조	2차침전지	
1. 구조물공							
레미콘 타설	철근	m3	28,731	8,144	12,615	7,971	
	무근	m3	1,473	442	669	362	
레미콘	25-30-15	m3	28,731	8,144	12,615	7,971	
	40-18-8	m3	1,473	442	669	362	
철근 가공 및 조립	복잡	TON	4,310	1,222	1,892	1,196	
철근	D29	TON	4,310	1,222	1,892	1,196	
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	68,884	19,987	28,276	20,620	
강관 동바리	암거용(3개월)	공m3	155,526	40,225	76,390	38,912	
방수공	내부	m2	56,362	16,883	22,319	17,160	
	외부	m2	25,985	7,520	11,384	7,081	
시스템 비계	내부	m2	21,140	5,891	8,223	7,026	
	외부	m2	11,674	3,263	4,808	3,603	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	8144.32㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간1		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간2		
L = 75.6 W = 9.9 T = 0.35		
: 75.6 × 9.9 × 0.35 = 261.95		261.95
하부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.7		
: 75.6 × 58.4 × 0.7 = 3090.53		3090.53
	벽 체(외 벽)	
외벽1		
L = 75.6 H = 12.4 T = 0.5 1 ea		
: 75.6 × 12.4 × 0.5 × 1 = 468.72		468.72
외벽2		
L = 48 H = 4.2 T = 0.5 1 ea		
: 48 × 4.2 × 0.5 × 1 = 100.8		100.8
외벽3		
L = 13.4 H = 12.4 T = 0.5 2 ea		
: 13.4 × 12.4 × 0.5 × 2 = 166.16		166.16
외벽4		
L = 44 H = 9.5 T = 0.5 2 ea		
: 44 × 9.5 × 0.5 × 2 = 418		418
	벽 체(내 벽)	
내벽1		
L = 75.6 H = 7.9 T = 0.4		
: 75.6 × 7.9 × 0.4 = 238.9		238.9
내벽2		
L = 44 H = 5 T = 0.4		
: 44 × 5 × 0.4 = 88		88
내벽3		
L = 4 H = 7.9 T = 0.4 8 ea		
: 4 × 7.9 × 0.4 × 8 = 101.12		101.12
내벽4		

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	$L = 8.9 \quad H = 4.2 \quad T = 0.4 \quad 8 \text{ ea}$ $: 8.9 \times 4.2 \times 0.4 \quad 8 = 119.62$	119.62
	=	441.50㎡
	$L = 75.6 \quad W = 58.4 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 58.4 \times 0.1 = 441.5$	441.5
2.2 철 근		1221.648TON
D29	## 철근콘크리트량= 8144.32 $: 8144.32 \times 15\% = 1221.6$	= 1221.648
2.3거 푸 집		
유로폼		= 19987.38㎡
슬 래 브		
상부	$75.2 \times 57.4 \times 1 = 4316.48$	4316.48
중간1	$9 \times 8.9 \times 8 = 640.8$	640.8
공동구	$75.6 \times 8.9 \times 1 = 672.84$	672.84
중간2	$9 \times 48 \times 8 = 3456$	3456
벽 체(외 벽)		
외벽1	$75.6 \times 13.8 \times 1 = 1043.28$	1043.28
외벽2	$75.6 \times 10.5 \times 1 = 793.8$	793.8
외벽3	$13.9 \times 13.9 \times 2 = 386.42$	386.42
외벽4	$44.5 \times 9.9 \times 2 = 881.1$	881.1
벽 체(내 벽)		
내벽1(기계실)	$74.8 \times 4.2 \times 2 = 628.32$	628.32
내벽2(기계실)	$57.4 \times 4.2 \times 2 = 482.16$	482.16
내벽3	$44 \times 5 \times 16 = 3520$	3520
내벽4	$4 \times 7.9 \times 16 = 505.6$	505.6
내벽5	$9 \times 7.9 \times 8 = 568.8$	568.8
내벽6	$9 \times 4.6 \times 8 = 331.2$	331.2
내벽7	$75.6 \times 3.3 \times 2 = 498.96$	498.96
내벽8	$8.9 \times 3.3 \times 2 = 58.74$	58.74
내벽9	$9 \times 4.2 \times 16 = 604.8$	604.8

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2.4 동 바 리							
1) 동바리							40224.51 공㎡
	동 바 리	L		W		H ea	
	상부(기계실)	74.8	×	57.4	×	4.2 × 1 =	18032.78
	수조	9	×	48	×	5 × 8 =	17280
	공동구	75.6	×	8.9	×	3.3 × 1 =	2220.37
	유입수로	9	×	8.9	×	4.2 × 8 =	2691.36
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 16882.78㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.2	×	57.4	×	1 =	4316.48
	중간1	9	×	8.9	×	8 =	640.8
	공동구	75.6	×	8.9	×	1 =	672.84
	중간2	9	×	48	×	8 =	3456
	벽 체(내 벽)	L		H		면	
	내벽1(기계실)	74.8	×	4.2	×	2 =	628.32
	내벽2(기계실)	57.4	×	4.2	×	2 =	482.16
	내벽3	44	×	5	×	16 =	3520
	내벽4	4	×	7.9	×	16 =	505.6
	내벽5	9	×	7.9	×	8 =	568.8
	내벽6	9	×	4.6	×	8 =	331.2
	내벽7	75.6	×	3.3	×	2 =	498.96
	내벽8	8.9	×	3.3	×	2 =	58.74
	내벽9	9	×	4.2	×	16 =	604.8
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2) 외부방수							= 7519.64㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.6	×	58.4	×	1 =	4415.04
	벽 체(외 벽)	L		H		면	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거								수 량	
	외벽1	75.6	×	13.8	×	1	=	1043.28	1043.28	
	외벽2	75.6	×	10.5	×	1	=	793.8	793.8	
	외벽3	13.9	×	13.9	×	2	=	386.42	386.42	
	외벽4	44.5	×	9.9	×	2	=	881.1	881.1	
2.6 비 계										
1) 외부비계									3263.16 m ²	
	외부1	77.6	×	13.8	×	1	EA	=	1070.88	1070.88
	외부2	77.6	×	10.6	×	1	EA	=	822.56	822.56
	외부1	14.9	×	13.9	×	2	EA	=	414.22	414.22
	외부2	45.5	×	10.5	×	2	EA	=	955.5	955.5
									5891.02 m ²	
	내부1(기계실)	72.8	×	4.2	×	1	EA	=	305.76	305.76
	내부2(기계실)	55.4	×	4.2	×	1	EA	=	232.68	232.68
	내부3(수조)	7	×	4.6	×	8	EA	=	257.6	257.6
	내부4(수조)	43	×	5.0	×	16	EA	=	3440	3440
	내부5(수조)	3	×	7.9	×	8	EA	=	189.6	189.6
	내부6(공동구)	73.6	×	3.3	×	2	EA	=	485.76	485.76
내부7(공동구)	6.9	×	3.3	×	2	EA	=	45.54	45.54	
내부6(수로)	7	×	4.2	×	16	EA	=	470.4	470.4	
내부7(수로)	6.9	×	4.2	×	16	EA	=	463.68	463.68	

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	12615.38㎡
생물반응조		
슬 래 브		
상부		
L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35		
: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71		2341.71
중간		
L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35		
: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71		2341.71
공동구 상부		
L = 75.6 W = 7.5 T = 0.35		
: 75.6 × 7.5 × 0.35 = 198.45		198.45
생물반응조하부		
L = 75.6 W = 88.5 T = 0.7		
: 75.6 × 88.5 × 0.7 = 4683.42		4683.42
벽 체(외 벽)		
기계실 0.5 × 88.5 × 4.2 = 185.9		185.85
수조 0.5 × 7.5 × 2.6 = 9.75		9.75
공동구 0.5 × 7.5 × 5 = 18.75		18.75
혐기조 0.5 × 11 × 7.9 = 43.45		43.45
무산소조 0.5 × 20 × 7.9 = 79		79
호기조 0.5 × 47.5 × 7.9 = 187.6		187.63
0.5 × 18 × 7.9 × 4 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443		443.16
0.5 × 9 × 7.9 × 8 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443		443.16
벽 체(내 벽)		
L = 11 H = 7.9 T = 0.4 7 ea		
: 11 × 7.9 × 0.4 × 7 = 243.32		243.32
L = 20 H = 7.9 T = 0.4 3 ea		
: 20 × 7.9 × 0.4 × 3 = 189.6		189.6
L = 47.5 H = 7.9 T = 0.4 3 ea		
: 47.5 × 7.9 × 0.4 × 3 = 450.3		450.3
L = 7.5 H = 2.6 T = 0.4 7 ea		
: 7.5 × 2.6 × 0.4 × 7 = 54.6		54.6
L = 74 H = 7.9 T = 0.4 3 ea		
: 74 × 7.9 × 0.4 × 3 = 701.52		701.52
2) 40-18-8	=	669.06㎡
기초콘크리트		
L = 75.6 W = 88.5 T = 0.1		
: 75.6 × 88.5 × 0.1 = 669.06		669.06
2.2 철 근		1892.307TON
D29		
비율(철근/레이콘) = 15%		
철근콘크리트량= 12615.38		

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량		
	:	12615.38	×	15%	=	1892.3	=				1892.307		
2.3거 푸 집													
유로폼											=	28276.10㎡	
	슬 레 브	L		W		면							
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6		
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6		
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567			567		
	벽 체(외 벽)												
	75.6	×	2	×	14.3	+	88.5	×	2	×	14.3	=	4693.26
	벽 체(내 벽)	L		H		면							
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4			1390.4		
		20	×	7.9	×	8	=	1264			1264		
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002			3002		
		7.5	×	2.6	×	16	=	312			312		
		75.6	×	4.2	×	2	=	635.04			635.04		
	75.6	×	5	×	2	=	756			756			
	18	×	7.9	×	16	=	2275.2			2275.2			
2.4 동 바 리													
1) 동바리											76389.92 공㎡		
	동 바 리	L		W		H	ea						
	기계실	88.5	×	75.6	×	4.2	×	1	=	28100.52	28100.52		
	수조	7.5	×	9	×	2.6	×	8	=	1404	1404		
	무산소조	20	×	18	×	7.9	×	4	=	11376	11376		
	혐기조	11	×	9	×	7.9	×	8	=	6256.8	6256.8		
	공동구	7.5	×	75.6	×	5	×	1	=	2835	2835		
	호기조	47.5	×	17.6	×	7.9	×	4	=	26417.6	26417.6		

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량							
2.5 방 수 공																		
1) 내부방수											= 22318.52㎡							
	슬 레 브	L		W		면												
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6					6690.6					
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6					6690.6					
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567					567					
	벽 체(내 벽)	L		H		면												
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4					1390.4					
		20	×	7.9	×	8	=	1264					1264					
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002					3002					
		7.5	×	2.6	×	16	=	312					312					
		75.6	×	4.2	×	1	=	317.52					317.52					
		75.6	×	5	×	1	=	378					378					
		18	×	7.9	×	12	=	1706.4					1706.4					
	2) 외부방수											= 11383.86㎡						
		슬 레 브	L		W		면											
		상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6					6690.6				
벽 체(외 벽)																		
75.6 × 2 × 14.3 + 88.5 × 2 × 14.3 = 4693.26										4693.26								
2.6 비 계																		
1) 외부비계											4807.66㎡							
		90.5	×	14.3	×	2	EA	=	2588.3			2588.3						
		77.6	×	14.3	×	2	EA	=	2219.36			2219.36						
2) 내부비계											8222.64㎡							
	기계실	86.5	×	4.2	×	2	+	73.6	×	4.2	×	2	×	1	ea	=	1345	1344.84
	공동구	5.5	×	5	×	2	+	73.6	×	5	×	2	×	1	ea	=	791	791
	수조	5.5	×	2.6	×	2	+	7	×	2.6	×	2	×	8	ea	=	320	319.8
	혐기조	7	×	7.9	×	2	+	9	×	7.9	×	2	×	8	ea	=	1248	1248.2
	무산소조	16	×	7.9	×	2	+	18	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	1390	1390.4
호기조	16	×	7.9	×	2	+	45.5	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	3128	3128.4	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15		= 7971.26㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 =	1267.43	1267.43
중간1		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 =	1267.43	1267.43
중간2		
L = 75.6 W = 6.5 T = 0.35		
: 75.6 × 6.5 × 0.35 =	171.99	171.99
중간3		
L = 75.6 W = 6.4 T = 0.35		
: 75.6 × 6.4 × 0.35 =	169.34	169.34
하부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.7		
: 75.6 × 47.9 × 0.7 =	2534.87	2534.87
벽 체(외 벽)		
외벽1(기계실)		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × =	192.78	192.78
외벽2		
L = 75.6 H = 2.6 T = 0.5		
: 75.6 × 2.6 × 0.5 × =	98.28	98.28
외벽3		
L = 75.6 H = 3.2 T = 0.5		
: 75.6 × 3.2 × 0.5 × =	120.96	120.96
외벽4		
L = 75.6 H = 4.4 T = 0.5		
: 75.6 × 4.4 × 0.5 × =	166.32	166.32
외벽5		
L = 75.6 H = 3.8 T = 0.5		
: 75.6 × 3.8 × 0.5 × =	143.64	143.64
외벽6		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × =	192.78	192.78
외벽7		
L = 46.6 H = 5.1 T = 0.5 2 ea		
: 46.6 × 5.1 × 0.5 × 2 =	237.66	237.66

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	외벽8 L = 11 H = 8.6 T = 0.5 2 ea : 11 × 8.6 × 0.5 × 2 = 94.6	94.6
	외벽9 L = 30.5 H = 5.8 T = 0.5 2 ea : 30.5 × 5.8 × 0.5 × 2 = 176.9	176.9
	외벽10 L = 5.1 H = 6.2 T = 0.5 2 ea : 5.1 × 6.2 × 0.5 × 2 = 31.62	31.62
	벽 체(내 벽)	
	내벽1(방류수로) L = 5.1 H = 2.6 T = 0.4 7 ea : 5.1 × 2.6 × 0.4 × 7 = 37.13	37.13
	내벽2 L = 31.5 H = 5.8 T = 0.4 7 ea : 31.5 × 5.8 × 0.4 × 7 = 511.56	511.56
	내벽3 L = 3.5 H = 8.6 T = 0.4 7 ea : 3.5 × 8.6 × 0.4 × 7 = 84.28	84.28
	내벽4 L = 74.8 H = 4.4 T = 0.4 1 ea : 74.8 × 4.4 × 0.4 × 1 = 131.65	131.65
	내벽5 L = 74.8 H = 3.8 T = 0.4 1 ea : 74.8 × 3.8 × 0.4 × 1 = 113.7	113.7
	내벽6 L = 5.5 H = 4.4 T = 0.4 7 ea : 5.5 × 4.4 × 0.4 × 7 = 67.76	67.76
	내벽7 L = 74.8 H = 5.3 T = 0.4 : 74.8 × 5.3 × 0.4 = 158.58	158.58
	=	362.12m³
	L = 75.6 W = 47.9 T = 0.1 : 75.6 × 47.9 × 0.1 = 362.12	362.12
2.2 철 근		1195.689TON
D29	## 철근콘크리트량= 7971.26	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
	: 7971.26 × 15% = 1195.7	= 1195.689
2.3거 푸 집		
유로폼		= 20620.30㎡
슬 래 브	L W 면	
상부	9 × 5.1 × 8 = 367.2	367.2
중간1	9 × 5.5 × 8 = 396	396
중간2(수로)	9 × 35 × 8 = 2520	2520
하부1(공동구1)	75.6 × 5.5 × 1 = 415.8	415.8
하부2(공동구2)	75.6 × 5.1 × 1 = 385.56	385.56
상부(기계실)	46.6 × 74.8 × 1 = 3485.68	3485.68
벽 체(외 벽)	L H 면	
외벽1	75.6 × 13.1 × 1 = 990.36	990.36
외벽2	75.6 × 15.6 × 1 = 1179.36	1179.36
외벽3	12.2 × 15.5 × 2 = 378.2	378.2
외벽4	29 × 12.7 × 2 = 736.6	736.6
외벽5	6.7 × 13.1 × 2 = 175.54	175.54
벽 체(내 벽)	L H 면	
내벽1	9 × 2.6 × 16 = 374.4	374.4
내벽2	75.6 × 3.2 × 2 = 483.84	483.84
내벽3	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽4	9 × 8.6 × 8 = 619.2	619.2
내벽5	30 × 5.8 × 16 = 2784	2784
내벽6	5 × 8.6 × 16 = 688	688
내벽7	5.1 × 3.2 × 2 = 32.64	32.64
내벽8	5.1 × 2.6 × 16 = 212.16	212.16
내벽9	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽10	74.8 × 3.8 × 2 = 568.48	568.48
내벽11	5.5 × 3.8 × 2 = 41.8	41.8
내벽12	74.8 × 5.1 × 2 = 762.96	762.96
내벽13	46.6 × 5.1 × 2 = 475.32	475.32
내벽14	9 × 4.4 × 16 = 633.6	633.6
내벽15	5.5 × 4.4 × 16 = 387.2	387.2
2.4 등 바 리		
1) 등바리		38911.92 공㎡

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	동 바 리	L	W	H	ea		
	상부(기계실)	74.8	×	46.6	×	5.1	1 = 17776.97
	중간1(방류수로)	9	×	5.1	×	2.6	8 = 954.72
	중간2	9	×	30	×	5.8	8 = 12528
	중간3	9	×	5	×	8.6	8 = 3096
	중간4(유입수)	9	×	5.5	×	4.4	8 = 1742.4
	하부(공동구1)	5.1	×	75.6	×	3.2	1 = 1233.79
	하부2(공동구2)	5.5	×	75.6	×	3.8	1 = 1580.04
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 17160.24㎡
	슬 래 브	L	W	면			
	상부	9	×	5.1	×	8	= 367.2
	중간1	9	×	5.5	×	8	= 396
	중간2(수로)	9	×	35	×	8	= 2520
	하부1(공동구1)	75.6	×	5.5	×	1	= 415.8
	하부2(공동구2)	75.6	×	5.1	×	1	= 385.56
	상부(기계실)	46.6	×	74.8	×	1	= 3485.68
	벽 체(내 벽)	L	H	면			
	내벽1	9	×	2.6	×	16	= 374.4
	내벽2	75.6	×	3.2	×	2	= 483.84
	내벽3	9	×	5.3	×	16	= 763.2
	내벽4	9	×	8.6	×	8	= 619.2
	내벽5	30	×	5.8	×	16	= 2784
	내벽6	5	×	8.6	×	16	= 688
	내벽7	5.1	×	3.2	×	2	= 32.64
	내벽8	5.1	×	2.6	×	16	= 212.16
	내벽9	9	×	5.3	×	16	= 763.2
	내벽10	74.8	×	3.8	×	2	= 568.48
	내벽11	5.5	×	3.8	×	2	= 41.8
	내벽12	74.8	×	5.1	×	2	= 762.96
	내벽13	46.6	×	5.1	×	2	= 475.32
	내벽14	9	×	4.4	×	16	= 633.6
	내벽15	5.5	×	4.4	×	16	= 387.2
2) 외부방수							= 7081.30㎡
	슬 래 브	L	W	면			
	상부	75.6	×	47.9	×	1	= 3621.24

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거							수 량
	벽 체(외 벽)	L	H	면				
	외벽1	75.6	×	13.1	×	1	=	990.36
	외벽2	75.6	×	15.6	×	1	=	1179.36
	외벽3	12.2	×	15.5	×	2	=	378.2
	외벽4	29	×	12.7	×	2	=	736.6
	외벽5	6.7	×	13.1	×	2	=	175.54
2.6 비 계								
1) 외부비계								3603.12 m ²
2) 내부비계	외부1	77.6	×	13.1	×	1	EA =	1016.56
	외부2	77.6	×	15.6	×	1	EA =	1210.56
	외부3	13.2	×	15.6	×	2	EA =	411.84
	외부4	36.8	×	13.1	×	2	EA =	964.16
								7026.08 m ²
	내부1(기계실)	72.8	×	5.1	×	2	EA =	742.56
	내부2(기계실)	44.6	×	5.1	×	2	EA =	454.92
	내부3(방류수로)	7	×	2.6	×	16	EA =	291.2
	내부4(방류수로)	3.1	×	2.6	×	16	EA =	128.96
	내부5(유입수로)	7	×	4.4	×	2	EA =	61.6
	내부6(유입수로)	3.5	×	4.4	×	2	EA =	30.8
	내부7(수로)	7	×	5.3	×	8	EA =	296.8
	내부8(수로)	7	×	8.6	×	8	EA =	481.6
	내부9(공동구1)	72.8	×	3.8	×	2	EA =	553.28
	내부10(공동구1)	3.5	×	3.8	×	2	EA =	26.6
	내부11(공동구2)	72.8	×	3.2	×	2	EA =	465.92
	내부12(공동구2)	3.1	×	3.2	×	2	EA =	19.84
	내부13	30	×	5.8	×	16	EA =	2784
	내부14	5	×	8.6	×	16	EA =	688

4. 가시설공

3단계 처리시설 가시설공집계표

구분		단위	가시설 수량		비고
			계	처리시설	
4. 가시설공					
쉬트 파일		본	878	878	

- 4단계 -

4단계 처리시설 토목공사비 집계

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					6,118,724,278	
슬러지 준설	준설비	m3	130,360	7,361	959,579,960	
	처리비	m3	171,354	7,361	1,261,336,794	
기존구조물 깨기	철거비	m3	85,743	20,016	1,716,234,117	
	처리비	m3	250,582	8,706	2,181,573,407	
2. 토공					1,291,346,055	
터파기	토사	m3	4,625	78,328	362,265,008	실적
	풍화암	m3	35,747	9,791	349,996,953	실적
	연암	m3	42,398	9,791	415,116,536	실적
되메우기 및 다짐	토사	m3	7,870	7,874	61,967,750	실적
흙쌓기	토사	m3	2,435	-	-	실적
잔토처리	토사	m3	959	70,454	67,565,050	실적
	풍화암	m3	1,229	9,791	12,033,073	실적
	연암	m3	2,288	9,791	22,401,685	실적
3. 구조물공					27,130,321,614	
레미콘 타설	철근	m3	35,906	28,731	1,031,613,850	실적
	무근	m3	31,802	1,473	46,834,169	실적
레미콘	25-30-15	m3	111,925	28,731	3,215,712,698	물가자료
	40-18-8	m3	91,791	1,473	135,178,770	물가자료
철근 가공 및 조립	복잡	TON	918,551	4,310	3,958,627,806	실적
철근	D29	TON	1,083,500	4,310	4,669,499,274	물가자료
푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	59,302	68,884	4,084,945,922	실적
강관 동바리	암거용(3개월)	공m3	24,059	155,526	3,741,808,455	실적
	수평연결재(3개월)	m2	6,754	-	-	실적
방수공	내부	m2	75,600	56,362	4,260,932,424	내역
	외부	m2	46,532	25,985	1,209,124,714	내역

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고	
시스템 비계		내부	m2	23,650	21,140	499,954,851	물가자료
		외부	m2	23,650	11,674	276,088,681	물가자료
4. 가시설공					1,411,144,074		
쉬트파일		항타(type4)	본	275,569	878	241,949,582	실적
		항발(type4)	본	124,914	878	109,674,492	실적
		W400xH170xT15.5	본	770,000	1,376	1,059,520,000	물가자료
5. 관로공					-		
차집관로 (부지내)		H2.5mxW2.5m	m	6,165,911	-	-	보조금편성
차집관로 (공단계)	관로공	PC관 D600mm	m	1,295,327	-	-	보조금편성
	추진공 (외경, D900mm)	강관압입	m	1,650,000	-	-	견적
		부대공	%	247,500,000	-	-	10%
기존 차집관로 개량		PC관 D700mm	m	1,396,476	-	-	보조금편성
6. 가설사무소							
현장사무소		감독 감리자	m²		-	-	
		수급자	m²		-	-	
기자재창고			m²		-	-	
숙소			m²		-	-	
7. 상부공원 조성공						-	
상부조성		공원	m2	87,000	-	-	국토교통부
8. 소계						35,951,536,021	
9. 부대공		3%				1,078,546,081	
10. 공사비						37,030,082,102	

1. 기존시설 철거

4단계 기존시설철거 집계표

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					2,016,520,250	
슬러지준설		m3	94,599	7,361	696,343,239	
기존구조물 깨기		m3	65,956	20,016	1,320,177,011	

1.1 기존구조물내 슬러지 준설

1.1.1 기존구조물

구 분	규 격(m)		H(m)	지수	슬러지 준설량	비고
	W	L		(EA)	(m3)	
일차침전지	75.0	40.0	0.5	1	1,500	
반응조	75.0	70.8	0.5	1	2,655	
이차침전지		1603.0	0.5	4	3,206	
슬러지 준설량(m³)					7,361	

1.2 기존구조물 철거 공사비

1.2.1 기존구조물

구 분	철거수량				비고
	단위수량(m3/m2)	B	L	철거수량(m3)	
일차침전지	2	75	40	6,000	
반응조	1	75	71	5,310	
이차침전지	8,706			8,706	
계				20,016	

1.2.2 안양박달 단위수량

구 분	철거수량				비고
	철거수량(m3)	B	L	단위수량(m3/m2)	
일차침전지	11,816	118	49	2	
반응조	13,802	118	87	1	
이차침전지	8,706			8,706	
계	34,324				

1.3 토목구조물 철거 단가

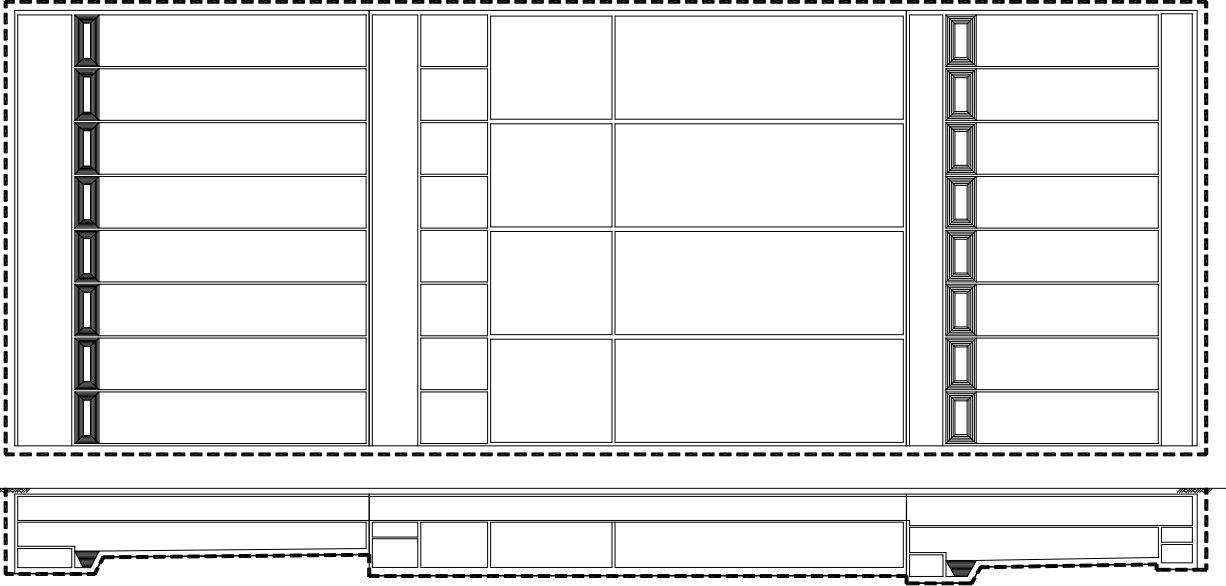
구 분			단 위	본 계획 적용(원)	비 고
구조물	구조물 깨기	철근콘크리트깨기	m3	62,034	T=30cm미만
		상차비	m3	3,922	백호 0.7m3
		소계	m3	65,956	
	폐기물처리비	폐기물수수료(콘크리트)	m3	147,497	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	27,735	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	17,523	
		소계	m3	192,755	
	계		m3	258,711	
하수오니	준설	준설 및 세정	m3	94,599	
	오니	폐기물수수료(하수오니)	m3	72,631	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	27,735	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	10,037	
		소계	m3	110,403	
	계		m3	205,002	

2. 토 공

4단계 처리시설 토공집계표

구분		단위	토공수량		비고
			계	본처리시설	
1. 토공					
터파기	토사	m3	78,328	78,328	
	풍화암	m3	9,791	9,791	
	연암	m3	9,791	9,791	
되메우기 및 다짐	토사	m3	7,874	7,874	
흙쌓기	토사	m3	-	-	
잔토처리	토사	m3	70,454	70,454	
	풍화암	m3	9,791	9,791	
	연암	m3	9,791	9,791	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
		
1.토 공	※ 기존시설물 공제 ① 78.6 x 197.8 x 9.6 = 149,252 ② 36.8 x 192.7 x 7.3 = - 51,343 (기존구조물) = - = 97,909	
1) 터 파 기	1) 토사 : (80.0 %) V = 78,327.57 = 78,328 2) 풍화암 : (10.0 %) V = 9,790.95 = 9,791 3) 연암 : (10.0 %) V = 9,790.95 = 9,791 계(V) = 97,909.46 = 97,909	78,328 9,791 9,791 97,909
	1) 토사 = 78,328 2) 풍화암 = 9,791 3) 연암 = 9,791 = 97,909	78,328 9,791 9,791 97,909

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 되메우기	※ 구조물 ① 149,252 = 149,252 (금회 구조물 터파기 체적) ② 75.6 x 194.8 x 9.6 = - 141,378 (신설구조물) ① - ② = 7,874 = 7,874 ※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 = 149,252 - 141,378 = 7,874 1) 토사 : (100 %) V = 7,873.92 = 7,874	
3) 잔토처리	1) 토사 = 70,454 2) 풍화암 = 9,791 3) 연암 = 9,791 = 90,036	

3. 구조물공

4단계 처리시설 구조물공집계표

구분		단위	구조물공 수량				비고
			계	1차침전지	생물반응조	2차침전지	
1. 구조물공							
레미콘 타설	철근	m3	28,731	8,144	12,615	7,971	
	무근	m3	1,473	442	669	362	
레미콘	25-30-15	m3	28,731	8,144	12,615	7,971	
	40-18-8	m3	1,473	442	669	362	
철근 가공 및 조립	복잡	TON	4,310	1,222	1,892	1,196	
철근	D29	TON	4,310	1,222	1,892	1,196	
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	68,884	19,987	28,276	20,620	
강관 동바리	암거용(3개월)	공m3	155,526	40,225	76,390	38,912	
방수공	내부	m2	56,362	16,883	22,319	17,160	
	외부	m2	25,985	7,520	11,384	7,081	
시스템 비계	내부	m2	21,140	5,891	8,223	7,026	
	외부	m2	11,674	3,263	4,808	3,603	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	8144.32㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간1		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간2		
L = 75.6 W = 9.9 T = 0.35		
: 75.6 × 9.9 × 0.35 = 261.95		261.95
하부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.7		
: 75.6 × 58.4 × 0.7 = 3090.53		3090.53
	벽 체(외 벽)	
외벽1		
L = 75.6 H = 12.4 T = 0.5 1 ea		
: 75.6 × 12.4 × 0.5 × 1 = 468.72		468.72
외벽2		
L = 48 H = 4.2 T = 0.5 1 ea		
: 48 × 4.2 × 0.5 × 1 = 100.8		100.8
외벽3		
L = 13.4 H = 12.4 T = 0.5 2 ea		
: 13.4 × 12.4 × 0.5 × 2 = 166.16		166.16
외벽4		
L = 44 H = 9.5 T = 0.5 2 ea		
: 44 × 9.5 × 0.5 × 2 = 418		418
	벽 체(내 벽)	
내벽1		
L = 75.6 H = 7.9 T = 0.4		
: 75.6 × 7.9 × 0.4 = 238.9		238.9
내벽2		
L = 44 H = 5 T = 0.4		
: 44 × 5 × 0.4 = 88		88
내벽3		
L = 4 H = 7.9 T = 0.4 8 ea		
: 4 × 7.9 × 0.4 × 8 = 101.12		101.12
내벽4		

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	$L = 8.9 \quad H = 4.2 \quad T = 0.4 \quad 8 \text{ ea}$ $: 8.9 \times 4.2 \times 0.4 \quad 8 = 119.62$	119.62
	=	441.50㎡
	$L = 75.6 \quad W = 58.4 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 58.4 \times 0.1 = 441.5$	441.5
2.2 철 근		1221.648TON
D29	## 철근콘크리트량= 8144.32 $: 8144.32 \times 15\% = 1221.6$	= 1221.648
2.3거 푸 집		
유로폼		= 19987.38㎡
슬 래 브		
상부	$75.2 \times 57.4 \times 1 = 4316.48$	4316.48
중간1	$9 \times 8.9 \times 8 = 640.8$	640.8
공동구	$75.6 \times 8.9 \times 1 = 672.84$	672.84
중간2	$9 \times 48 \times 8 = 3456$	3456
벽 체(외 벽)		
외벽1	$75.6 \times 13.8 \times 1 = 1043.28$	1043.28
외벽2	$75.6 \times 10.5 \times 1 = 793.8$	793.8
외벽3	$13.9 \times 13.9 \times 2 = 386.42$	386.42
외벽4	$44.5 \times 9.9 \times 2 = 881.1$	881.1
벽 체(내 벽)		
내벽1(기계실)	$74.8 \times 4.2 \times 2 = 628.32$	628.32
내벽2(기계실)	$57.4 \times 4.2 \times 2 = 482.16$	482.16
내벽3	$44 \times 5 \times 16 = 3520$	3520
내벽4	$4 \times 7.9 \times 16 = 505.6$	505.6
내벽5	$9 \times 7.9 \times 8 = 568.8$	568.8
내벽6	$9 \times 4.6 \times 8 = 331.2$	331.2
내벽7	$75.6 \times 3.3 \times 2 = 498.96$	498.96
내벽8	$8.9 \times 3.3 \times 2 = 58.74$	58.74
내벽9	$9 \times 4.2 \times 16 = 604.8$	604.8

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2.4 동 바 리							
1) 동바리							40224.51 공㎡
	동 바 리	L		W		H ea	
	상부(기계실)	74.8	×	57.4	×	4.2 × 1 =	18032.78
	수조	9	×	48	×	5 × 8 =	17280
	공동구	75.6	×	8.9	×	3.3 × 1 =	2220.37
	유입수로	9	×	8.9	×	4.2 × 8 =	2691.36
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 16882.78㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.2	×	57.4	×	1 =	4316.48
	중간1	9	×	8.9	×	8 =	640.8
	공동구	75.6	×	8.9	×	1 =	672.84
	중간2	9	×	48	×	8 =	3456
	벽 체(내 벽)	L		H		면	
	내벽1(기계실)	74.8	×	4.2	×	2 =	628.32
	내벽2(기계실)	57.4	×	4.2	×	2 =	482.16
	내벽3	44	×	5	×	16 =	3520
	내벽4	4	×	7.9	×	16 =	505.6
	내벽5	9	×	7.9	×	8 =	568.8
	내벽6	9	×	4.6	×	8 =	331.2
	내벽7	75.6	×	3.3	×	2 =	498.96
	내벽8	8.9	×	3.3	×	2 =	58.74
	내벽9	9	×	4.2	×	16 =	604.8
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2) 외부방수							= 7519.64㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.6	×	58.4	×	1 =	4415.04
	벽 체(외 벽)	L		H		면	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거								수 량	
	외벽1	75.6	×	13.8	×	1	=	1043.28	1043.28	
	외벽2	75.6	×	10.5	×	1	=	793.8	793.8	
	외벽3	13.9	×	13.9	×	2	=	386.42	386.42	
	외벽4	44.5	×	9.9	×	2	=	881.1	881.1	
2.6 비 계										
1) 외부비계									3263.16 m ²	
	외부1	77.6	×	13.8	×	1	EA	=	1070.88	1070.88
	외부2	77.6	×	10.6	×	1	EA	=	822.56	822.56
	외부1	14.9	×	13.9	×	2	EA	=	414.22	414.22
	외부2	45.5	×	10.5	×	2	EA	=	955.5	955.5
									5891.02 m ²	
	내부1(기계실)	72.8	×	4.2	×	1	EA	=	305.76	305.76
	내부2(기계실)	55.4	×	4.2	×	1	EA	=	232.68	232.68
	내부3(수조)	7	×	4.6	×	8	EA	=	257.6	257.6
	내부4(수조)	43	×	5.0	×	16	EA	=	3440	3440
	내부5(수조)	3	×	7.9	×	8	EA	=	189.6	189.6
	내부6(공동구)	73.6	×	3.3	×	2	EA	=	485.76	485.76
	내부7(공동구)	6.9	×	3.3	×	2	EA	=	45.54	45.54
내부6(수로)	7	×	4.2	×	16	EA	=	470.4	470.4	
내부7(수로)	6.9	×	4.2	×	16	EA	=	463.68	463.68	

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	12615.38㎡
생물반응조	슬 래 브	
	상부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	중간	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	공동구 상부	
	L = 75.6 W = 7.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 7.5 × 0.35 = 198.45	198.45
	생물반응조하부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.7	
	: 75.6 × 88.5 × 0.7 = 4683.42	4683.42
	벽 체(외 벽)	
	기계실 0.5 × 88.5 × 4.2 = 185.9	185.85
	수조 0.5 × 7.5 × 2.6 = 9.75	9.75
	공동구 0.5 × 7.5 × 5 = 18.75	18.75
	혐기조 0.5 × 11 × 7.9 = 43.45	43.45
	무산소조 0.5 × 20 × 7.9 = 79	79
	호기조 0.5 × 47.5 × 7.9 = 187.6	187.63
	0.5 × 18 × 7.9 × 4 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	0.5 × 9 × 7.9 × 8 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	벽 체(내 벽)	
	L = 11 H = 7.9 T = 0.4 7 ea	
	: 11 × 7.9 × 0.4 × 7 = 243.32	243.32
	L = 20 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 20 × 7.9 × 0.4 × 3 = 189.6	189.6
	L = 47.5 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 47.5 × 7.9 × 0.4 × 3 = 450.3	450.3
	L = 7.5 H = 2.6 T = 0.4 7 ea	
	: 7.5 × 2.6 × 0.4 × 7 = 54.6	54.6
	L = 74 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 74 × 7.9 × 0.4 × 3 = 701.52	701.52
2) 40-18-8	=	669.06㎡
기초콘크리트	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.1	
	: 75.6 × 88.5 × 0.1 = 669.06	669.06
2.2 철 근		1892.307TON
D29		
	비율(철근/레이콘) = 15%	
	철근콘크리트량= 12615.38	

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량
	:	12615.38	×	15%	=	1892.3	=	1892.307			
2.3거 푸 집											
유로폼											= 28276.10㎡
	슬 레 브	L		W		면					
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6		6690.6	
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6		6690.6	
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567		567	
	벽 체(외 벽)										
	75.6 × 2 × 14.3 + 88.5 × 2 × 14.3 =	4693.26							4693.26		
	벽 체(내 벽)	L		H		면					
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4		1390.4	
		20	×	7.9	×	8	=	1264		1264	
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002		3002	
		7.5	×	2.6	×	16	=	312		312	
		75.6	×	4.2	×	2	=	635.04		635.04	
		75.6	×	5	×	2	=	756		756	
		18	×	7.9	×	16	=	2275.2		2275.2	
	2.4 동 바 리										
1) 동바리											76389.92 공㎡
	동 바 리	L		W		H		ea			
	기계실	88.5	×	75.6	×	4.2	×	1	=	28100.52	28100.52
	수조	7.5	×	9	×	2.6	×	8	=	1404	1404
	무산소조	20	×	18	×	7.9	×	4	=	11376	11376
	혐기조	11	×	9	×	7.9	×	8	=	6256.8	6256.8
	공동구	7.5	×	75.6	×	5	×	1	=	2835	2835
	호기조	47.5	×	17.6	×	7.9	×	4	=	26417.6	26417.6

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량								
2.5 방 수 공																			
1) 내부방수											= 22318.52㎡								
	슬 레 브	L		W		면													
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6					6690.6						
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6					6690.6						
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567					567						
	벽 체(내 벽)	L		H		면													
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4					1390.4						
		20	×	7.9	×	8	=	1264					1264						
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002					3002						
		7.5	×	2.6	×	16	=	312					312						
		75.6	×	4.2	×	1	=	317.52					317.52						
		75.6	×	5	×	1	=	378					378						
		18	×	7.9	×	12	=	1706.4					1706.4						
	2) 외부방수											= 11383.86㎡							
		슬 레 브	L		W		면												
		상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6					6690.6					
벽 체(외 벽)																			
	75.6 × 2 × 14.3 + 88.5 × 2 × 14.3 = 4693.26										4693.26								
2.6 비 계																			
1) 외부비계											4807.66 ㎡								
		90.5	×	14.3	×	2	EA	=	2588.3		2588.3								
		77.6	×	14.3	×	2	EA	=	2219.36		2219.36								
2) 내부비계											8222.64 ㎡								
	기계실	86.5	×	4.2	×	2	+	73.6	×	4.2	×	2	×	1	ea	=	1345		1344.84
	공동구	5.5	×	5	×	2	+	73.6	×	5	×	2	×	1	ea	=	791		791
	수조	5.5	×	2.6	×	2	+	7	×	2.6	×	2	×	8	ea	=	320		319.8
	혐기조	7	×	7.9	×	2	+	9	×	7.9	×	2	×	8	ea	=	1248		1248.2
	무산소조	16	×	7.9	×	2	+	18	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	1390		1390.4
	호기조	16	×	7.9	×	2	+	45.5	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	3128		3128.4

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15		= 7971.26㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 =	1267.43	1267.43
중간1		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 =	1267.43	1267.43
중간2		
L = 75.6 W = 6.5 T = 0.35		
: 75.6 × 6.5 × 0.35 =	171.99	171.99
중간3		
L = 75.6 W = 6.4 T = 0.35		
: 75.6 × 6.4 × 0.35 =	169.34	169.34
하부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.7		
: 75.6 × 47.9 × 0.7 =	2534.87	2534.87
벽 체(외 벽)		
외벽1(기계실)		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × =	192.78	192.78
외벽2		
L = 75.6 H = 2.6 T = 0.5		
: 75.6 × 2.6 × 0.5 × =	98.28	98.28
외벽3		
L = 75.6 H = 3.2 T = 0.5		
: 75.6 × 3.2 × 0.5 × =	120.96	120.96
외벽4		
L = 75.6 H = 4.4 T = 0.5		
: 75.6 × 4.4 × 0.5 × =	166.32	166.32
외벽5		
L = 75.6 H = 3.8 T = 0.5		
: 75.6 × 3.8 × 0.5 × =	143.64	143.64
외벽6		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 × =	192.78	192.78
외벽7		
L = 46.6 H = 5.1 T = 0.5 2 ea		
: 46.6 × 5.1 × 0.5 × 2 =	237.66	237.66

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	외벽8 $L = 11 \quad H = 8.6 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 11 \times 8.6 \times 0.5 \times 2 = 94.6$	94.6
	외벽9 $L = 30.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 30.5 \times 5.8 \times 0.5 \times 2 = 176.9$	176.9
	외벽10 $L = 5.1 \quad H = 6.2 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 6.2 \times 0.5 \times 2 = 31.62$	31.62
	벽 체(내 벽)	
	내벽1(방류수로) $L = 5.1 \quad H = 2.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 2.6 \times 0.4 \times 7 = 37.13$	37.13
	내벽2 $L = 31.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 31.5 \times 5.8 \times 0.4 \times 7 = 511.56$	511.56
	내벽3 $L = 3.5 \quad H = 8.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 3.5 \times 8.6 \times 0.4 \times 7 = 84.28$	84.28
	내벽4 $L = 74.8 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 4.4 \times 0.4 \times 1 = 131.65$	131.65
	내벽5 $L = 74.8 \quad H = 3.8 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 3.8 \times 0.4 \times 1 = 113.7$	113.7
	내벽6 $L = 5.5 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.5 \times 4.4 \times 0.4 \times 7 = 67.76$	67.76
	내벽7 $L = 74.8 \quad H = 5.3 \quad T = 0.4$ $: 74.8 \times 5.3 \times 0.4 = 158.58$	158.58
	=	362.12m³
	$L = 75.6 \quad W = 47.9 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 47.9 \times 0.1 = 362.12$	362.12
2.2 철 근		1195.689TON
D29	## 철근콘크리트량= 7971.26	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
	: 7971.26 × 15% = 1195.7	= 1195.689
2.3거 푸 집		
유로폼		= 20620.30㎡
슬 래 브	L W 면	
상부	9 × 5.1 × 8 = 367.2	367.2
중간1	9 × 5.5 × 8 = 396	396
중간2(수로)	9 × 35 × 8 = 2520	2520
하부1(공동구1)	75.6 × 5.5 × 1 = 415.8	415.8
하부2(공동구2)	75.6 × 5.1 × 1 = 385.56	385.56
상부(기계실)	46.6 × 74.8 × 1 = 3485.68	3485.68
벽 체(외 벽)	L H 면	
외벽1	75.6 × 13.1 × 1 = 990.36	990.36
외벽2	75.6 × 15.6 × 1 = 1179.36	1179.36
외벽3	12.2 × 15.5 × 2 = 378.2	378.2
외벽4	29 × 12.7 × 2 = 736.6	736.6
외벽5	6.7 × 13.1 × 2 = 175.54	175.54
벽 체(내 벽)	L H 면	
내벽1	9 × 2.6 × 16 = 374.4	374.4
내벽2	75.6 × 3.2 × 2 = 483.84	483.84
내벽3	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽4	9 × 8.6 × 8 = 619.2	619.2
내벽5	30 × 5.8 × 16 = 2784	2784
내벽6	5 × 8.6 × 16 = 688	688
내벽7	5.1 × 3.2 × 2 = 32.64	32.64
내벽8	5.1 × 2.6 × 16 = 212.16	212.16
내벽9	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽10	74.8 × 3.8 × 2 = 568.48	568.48
내벽11	5.5 × 3.8 × 2 = 41.8	41.8
내벽12	74.8 × 5.1 × 2 = 762.96	762.96
내벽13	46.6 × 5.1 × 2 = 475.32	475.32
내벽14	9 × 4.4 × 16 = 633.6	633.6
내벽15	5.5 × 4.4 × 16 = 387.2	387.2
2.4 등 바 리		
1) 등바리		38911.92 공㎡

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거										수 량		
	동 바 리	L	W	H	ea								
	상부(기계실)	74.8	×	46.6	×	5.1	×	1	=	17776.97	17776.97		
	중간1(방류수로)	9	×	5.1	×	2.6	×	8	=	954.72	954.72		
	중간2	9	×	30	×	5.8	×	8	=	12528	12528		
	중간3	9	×	5	×	8.6	×	8	=	3096	3096		
	중간4(유입수)	9	×	5.5	×	4.4	×	8	=	1742.4	1742.4		
	하부(공동구1)	5.1	×	75.6	×	3.2	×	1	=	1233.79	1233.79		
	하부2(공동구2)	5.5	×	75.6	×	3.8	×	1	=	1580.04	1580.04		
2.5 방 수 공													
1) 내부방수											=	17160.24㎡	
	슬 래 브	L	W	면									
상부	9	×	5.1	×	8	=	367.2				367.2		
중간1	9	×	5.5	×	8	=	396				396		
중간2(수로)	9	×	35	×	8	=	2520				2520		
하부1(공동구1)	75.6	×	5.5	×	1	=	415.8				415.8		
하부2(공동구2)	75.6	×	5.1	×	1	=	385.56				385.56		
상부(기계실)	46.6	×	74.8	×	1	=	3485.68				3485.68		
	벽 체(내 벽)	L	H	면									
	내벽1	9	×	2.6	×	16	=	374.4				374.4	
	내벽2	75.6	×	3.2	×	2	=	483.84				483.84	
	내벽3	9	×	5.3	×	16	=	763.2				763.2	
	내벽4	9	×	8.6	×	8	=	619.2				619.2	
	내벽5	30	×	5.8	×	16	=	2784				2784	
	내벽6	5	×	8.6	×	16	=	688				688	
	내벽7	5.1	×	3.2	×	2	=	32.64				32.64	
	내벽8	5.1	×	2.6	×	16	=	212.16				212.16	
	내벽9	9	×	5.3	×	16	=	763.2				763.2	
	내벽10	74.8	×	3.8	×	2	=	568.48				568.48	
	내벽11	5.5	×	3.8	×	2	=	41.8				41.8	
	내벽12	74.8	×	5.1	×	2	=	762.96				762.96	
	내벽13	46.6	×	5.1	×	2	=	475.32				475.32	
	내벽14	9	×	4.4	×	16	=	633.6				633.6	
	내벽15	5.5	×	4.4	×	16	=	387.2				387.2	
	2) 외부방수											=	7081.30㎡
		슬 래 브	L	W	면								
	상부	75.6	×	47.9	×	1	=	3621.24				3621.24	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거							수 량
	벽 체(외 벽)	L	H	면				
	외벽1	75.6	×	13.1	×	1	=	990.36
	외벽2	75.6	×	15.6	×	1	=	1179.36
	외벽3	12.2	×	15.5	×	2	=	378.2
	외벽4	29	×	12.7	×	2	=	736.6
	외벽5	6.7	×	13.1	×	2	=	175.54
2.6 비 계								
1) 외부비계								3603.12 m ²
2) 내부비계	외부1	77.6	×	13.1	×	1	EA	= 1016.56
	외부2	77.6	×	15.6	×	1	EA	= 1210.56
	외부3	13.2	×	15.6	×	2	EA	= 411.84
	외부4	36.8	×	13.1	×	2	EA	= 964.16
								7026.08 m ²
	내부1(기계실)	72.8	×	5.1	×	2	EA	= 742.56
	내부2(기계실)	44.6	×	5.1	×	2	EA	= 454.92
	내부3(방류수로)	7	×	2.6	×	16	EA	= 291.2
	내부4(방류수로)	3.1	×	2.6	×	16	EA	= 128.96
	내부5(유입수로)	7	×	4.4	×	2	EA	= 61.6
	내부6(유입수로)	3.5	×	4.4	×	2	EA	= 30.8
	내부7(수로)	7	×	5.3	×	8	EA	= 296.8
	내부8(수로)	7	×	8.6	×	8	EA	= 481.6
	내부9(공동구1)	72.8	×	3.8	×	2	EA	= 553.28
	내부10(공동구1)	3.5	×	3.8	×	2	EA	= 26.6
	내부11(공동구2)	72.8	×	3.2	×	2	EA	= 465.92
	내부12(공동구2)	3.1	×	3.2	×	2	EA	= 19.84
	내부13	30	×	5.8	×	16	EA	= 2784
	내부14	5	×	8.6	×	16	EA	= 688

4. 가시설공

4단계 처리시설 가시설공집계표

구분		단위	가시설 수량		비고
			계	처리시설	
4. 가시설공					
쉬트 파일		본	878	878	

- 5단계 -

5단계 처리시설 토목공사비 집계

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					6,359,232,621	
슬러지준설	준설비	m3	130,360	7,361	959,579,960	
	처리비	m3	171,354	7,361	1,261,336,794	
기존구조물 깨기	철거비	m3	90,519	20,016	1,811,830,657	
	처리비	m3	267,227	8,706	2,326,485,210	
2. 토공					3,669,236,262	
터파기	토사	m3	4,625	227,424	1,051,833,746	실적
	풍화암	m3	35,747	27,338	977,245,262	실적
	연암	m3	42,398	27,338	1,159,069,141	실적
터메우기 및 다짐	토사	m3	7,870	24,141	189,993,518	실적
흙쌓기	토사	m3	2,435	175,474	427,278,154	실적
잔토처리	토사	m3	959	203,282	194,947,461	실적
	풍화암	m3	1,229	27,338	33,598,188	실적
	연암	m3	2,288	27,338	62,548,946	실적
3. 구조물공					53,692,661,154	
레미콘 타설	철근	m3	35,906	64,405	2,312,507,977	실적
	무근	m3	31,802	2,751	87,498,131	실적
레미콘	25-30-15	m3	111,925	64,405	7,208,473,663	물가자료
	40-18-8	m3	91,791	2,751	252,548,296	물가자료
철근 가공 및 조립	복잡	TON	918,551	9,661	8,873,823,600	실적
철근	D29	TON	1,083,500	9,661	10,467,342,446	물가자료
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	59,302	133,537	7,918,989,039	실적
강관 동바리	암거용(3개월)	공m3	24,059	223,268	5,371,609,143	실적
	수평연결재(3개월)	m2	7,365	-	-	
방수공	내부	m2	75,600	98,263	7,428,648,407	내역
	외부	m2	46,532	47,421	2,206,608,475	내역

구분			단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
시스템 비계		내부	m2	23,650	40,717	962,951,956	물가자료
		외부	m2	23,650	25,440	601,660,021	물가자료
4. 가시설공						3,064,080,598	
쉬트파일		항타(type4)	본	275,569	1,906	525,234,514	실적
		항발(type4)	본	124,914	1,906	238,086,084	실적
		W400xH170xT15.5	본	770,000	2,988	2,300,760,000	물가자료
5. 관로공						-	
차집관로 (부지내)		H2.5mxW2.5m	m	6,165,911	-	-	보조금편성
차집관로 (공단계)	관로공	PC관 D600mm	m	1,295,327	-	-	보조금편성
	추진공 (외경, D900mm)	강관압입	m	1,795,200	-	-	견적
		부대공	%	269,280,000	-	-	10%
기존 차집관로 개량		PC관 D700mm	m	1,396,476	-	-	보조금편성
6. 가설사무소							
현장사무소		감독 감리자	m²		-	-	
		수급자	m²		-	-	
기자재창고			m²		-	-	
숙소			m²		-	-	
7. 상부공원 조성공						13,671,000,000	
상부조성		공원	m2	93,000	147,000	13,671,000,000	국토교통부
8. 소계						80,456,210,635	
9. 부대공		3%				2,413,686,319	
10. 공사비						82,869,896,954	

1. 기존시설 철거

5단계 기존시설철거 집계표

구분		단위	단가(원)	수량	금액(원)	비고
1. 기존시설 철거					2,016,520,250	
슬러지준설		m3	94,599	7,361	696,343,239	
기존구조물 깨기		m3	65,956	20,016	1,320,177,011	

1.1 기존구조물내 슬러지 준설

1.1.1 기존구조물

구 분	규 격(m)		H(m)	지수	슬러지 준설량	비고
	W	L		(EA)	(m3)	
일차침전지	75.0	40.0	0.5	1	1,500	
반응조	75.0	70.8	0.5	1	2,655	
이차침전지		1603.0	0.5	4	3,206	
슬러지 준설량(m³)					7,361	

1.2 기존구조물 철거 공사비

1.2.1 기존구조물

구 분	철거수량				비고
	단위수량(m3/m2)	B	L	철거수량(m3)	
일차침전지	2	75	40	6,000	
반응조	1	75	71	5,310	
이차침전지	8,706			8,706	
계				20,016	

1.2.2 안양박달 단위수량

구 분	철거수량				비고
	철거수량(m3)	B	L	단위수량(m3/m2)	
일차침전지	11,816	118	49	2	
반응조	13,802	118	87	1	
이차침전지	8,706			8,706	
계	34,324				

1.3 토목구조물 철거 단가

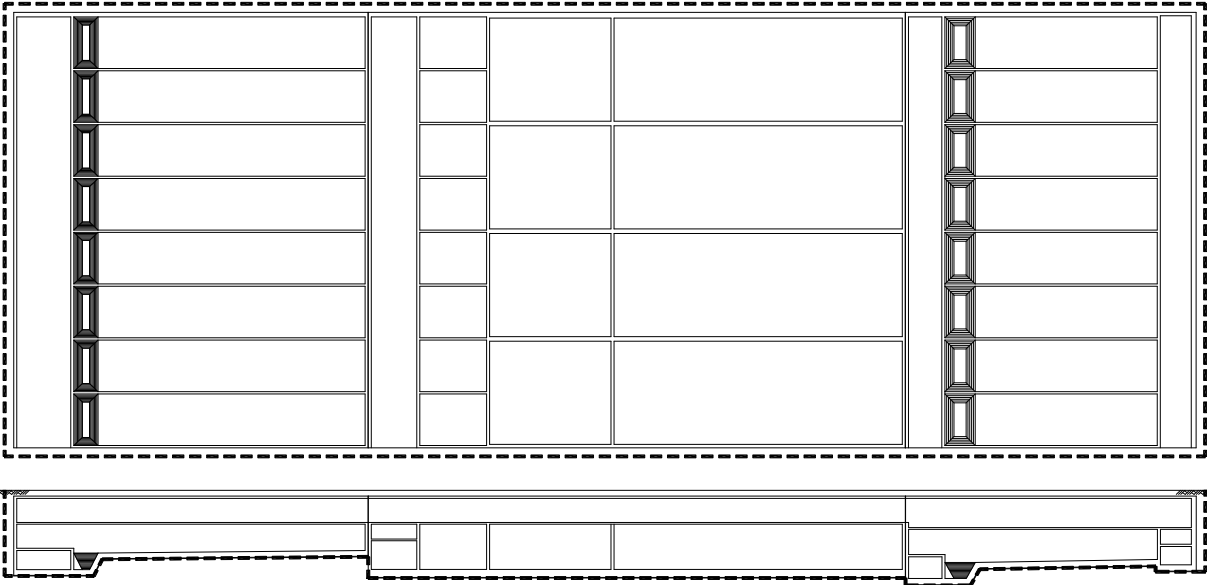
구 분			단 위	본 계획 적용(원)	비 고
구조물	구조물 깨기	철근콘크리트깨기	m3	62,034	T=30cm미만
		상차비	m3	3,922	백호 0.7m3
		소계	m3	65,956	
	폐기물처리비	폐기물수수료(콘크리트)	m3	147,497	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	27,735	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	17,523	
		소계	m3	192,755	
	계		m3	258,711	
하수오니	준설	준설 및 세정	m3	94,599	
	오니	폐기물수수료(하수오니)	m3	72,631	수도권매립지 폐기물 반입수수료 (2022.1)
		폐기물운반비	m3	27,735	24톤암롤트럭 매립지 반입 (30km) [물가자료(21.1)p.152]
		부가세	10%	10,037	
		소계	m3	110,403	
	계		m3	205,002	

2. 토 공

5단계 처리시설 토공집계표

구분		단위	토공수량							비고
			계	본처리시설	슬러지처리시설	소화조	반출시설	차량진출입시설	계획부지 성토	
1. 토공										
터파기	토사	m3	227,424	78,328	18,842	109,109	12,425	8,721	-	
	풍화암	m3	27,338	9,791	2,355	13,639	1,553	-	-	
	연암	m3	27,338	9,791	2,355	13,639	1,553	-	-	
되메우기 및 다짐	토사	m3	24,141	7,874	2,791	10,356	2,232	889	-	
흙쌓기	토사	m3	175,474	-	-	-	-	-	175,474	
잔토처리	토사	m3	203,282	70,454	16,051	98,752	10,193	7,832	-	
	풍화암	m3	27,338	9,791	2,355	13,639	1,553	-	-	
	연암	m3	27,338	9,791	2,355	13,639	1,553	-	-	

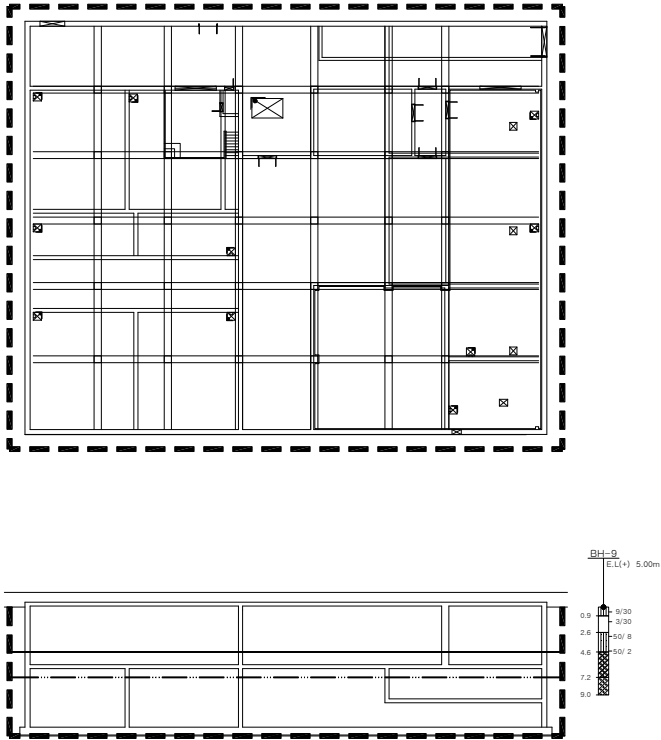
처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거				수 량
					
1.토 공					
1) 더 파 기	※ 기존시설물 공제				
	①	78.6	x	197.8 x 9.6	= 149,252
	②	36.8	x	192.7 x 7.3	= - 51,343 (기존구조물)
					= -
					= 97,909
	1)	토사	:	(80.0 %) V = 78,327.57	= 78,328
	2)	풍화암	:	(10.0 %) V = 9,790.95	= 9,791
	3)	연암	:	(10.0 %) V = 9,790.95	= 9,791
				계(V) = 97,909.46	= 97,909
	1)	토사			= 78,328
	2)	풍화암			= 9,791
	3)	연암			= 9,791
					= 97,909

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 되메우기	※ 구조물 ① 149,252 = 149,252 (금회 구조물 터파기 체적) ② 75.6 x 194.8 x 9.6 = - 141,378 (신설구조물) ① - ② = 7,874 = 7,874 ※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 = 149,252 - 141,378 = 7,874 1) 토사 : (100 %) V = 7,873.92 = 7,874	
3) 잔토처리	1) 토사 = 70,454 2) 풍화암 = 9,791 3) 연암 = 9,791 = 90,036	

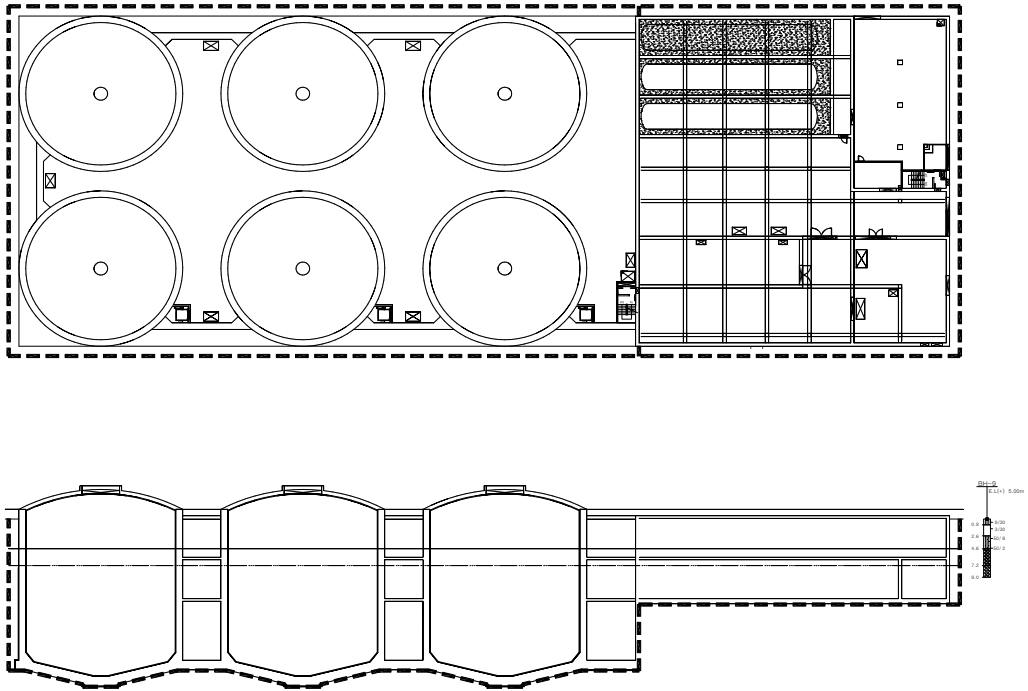
처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
		
1.토 공		
1) 터 파 기	※ 신설구조물 ① 53.6 x 45.3 x 9.7 = 23,552 = 23,552 1) 토사 : (80.0 %) V = 18,841.90 = 18,842 2) 풍화암 : (10.0 %) V = 2,355.24 = 2,355 3) 연암 : (10.0 %) V = 2,355.24 = 2,355 계(V) = 23,552.38 = 23,552	
2) 되메우기	※ 구조물 ① 23,552 = 23,552.38 (금회 구조물 터파기 체적)	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
3) 잔토처리	② 50.6 x 42.3 x 9.7 = - 20,762 (신설구조물)	
	① - ② = 2,790.69	= 2,791
	※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 = 23,552 - 20,762	= 2,791
	1) 토사 : (100 %) V = 2,790.69	= 2,791
	1) 토사	= 16,051
	2) 풍화암	= 2,355
	3) 연암	= 2,355
		= 20,762

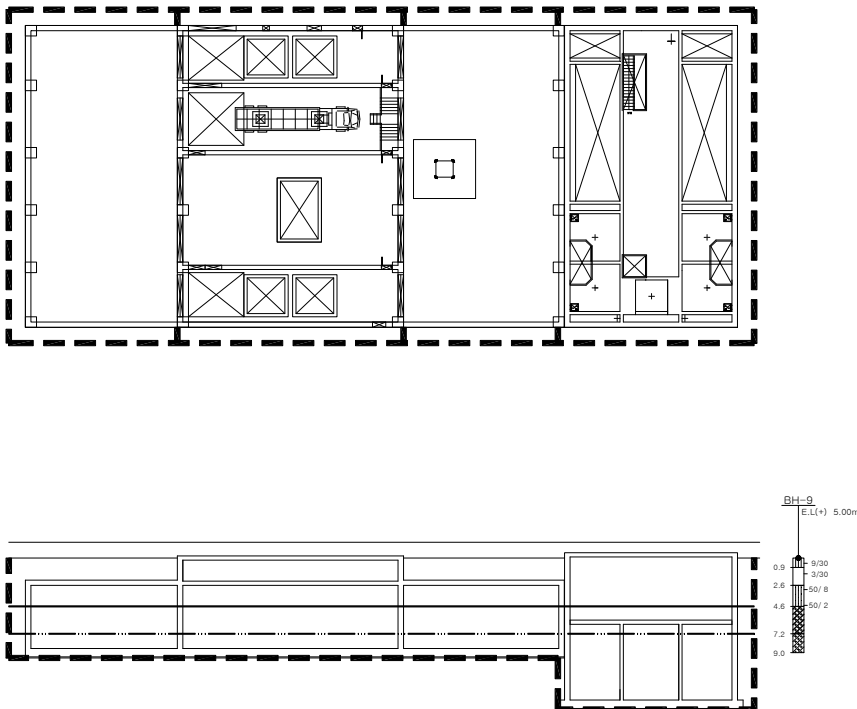
처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
		
1.토 공		
1) 터 파 기	※ 신설구조물 ① 92.4 x 54.0 x 22.4 = 111,767 ② 47.0 x 54.0 x 9.7 = 24,619 = 136,386 1) 토사 : (80.0 %) V = 109,108.51 = 109,109 2) 풍화암 : (10.0 %) V = 13,638.56 = 13,639 3) 연암 : (10.0 %) V = 13,638.56 = 13,639 계(V) = 136,385.64 = 136,386	
2) 되메우기	※ 구조물 ① 136,386 = 136,385.64 (금회 구조물 터파기 체적)	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거							수 량
3) 잔토처리	②	90.4	x	51.0	x	22.4	= - 103,273 (신설구조물)	
	③	46.0	x	51.0	x	9.7	= - 22,756 (신설구조물)	
	① - ② - ③						= 10,356.48	= 10,356
	※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 =						136,386 - 126,029	= 10,356
	1) 토사 : (100 %)						V = 10,356.48	= 10,356
	1) 토사							= 98,752
	2) 풍화암							= 13,639
	3) 연암							= 13,639
								= 126,029

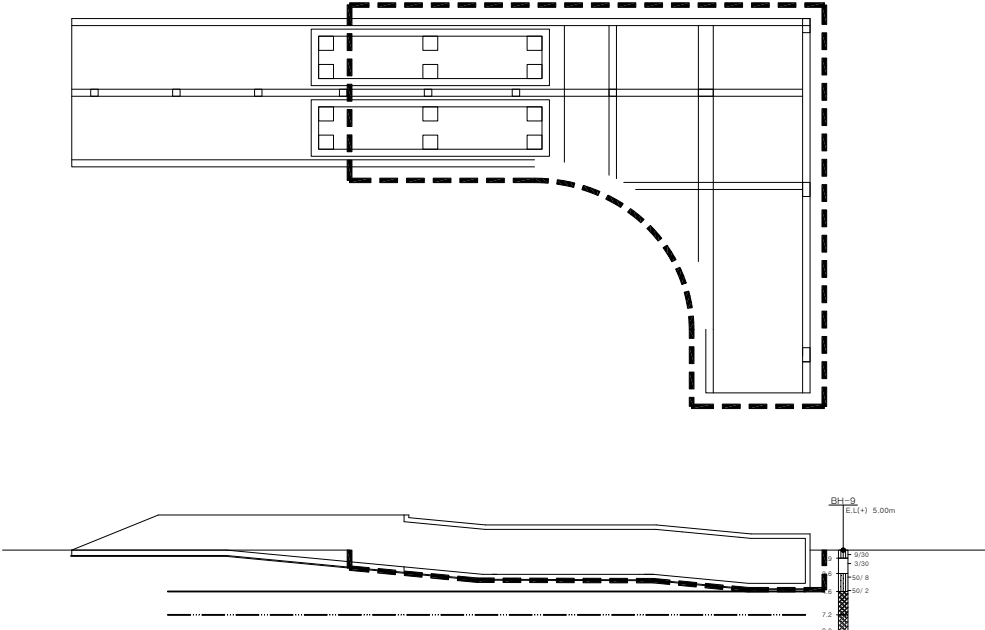
처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
		
1.토 공		
1) 터 파 기	※ 신설구조물 ① 49.5 x 31.7 x 6.0 = 9,415 ② 17.7 x 31.7 x 10.9 = 6,116 = 15,531 1) 토사 : (80.0 %) V = 12,424.62 = 12,425 2) 풍화암 : (10.0 %) V = 1,553.08 = 1,553 3) 연암 : (10.0 %) V = 1,553.08 = 1,553 계(V) = 15,530.78 = 15,531	
2) 되메우기	※ 구조물 ① 15,531 = 15,530.78 (금회 구조물 터파기 체적)	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거								수 량
3) 잔토처리	②	13.7	x	28.7	x	6.0	= -	2,359 (신설구조물)	
	③	20.4	x	28.7	x	6.0	= -	3,513 (신설구조물)	
	④	13.7	x	28.7	x	6.0	= -	2,359 (신설구조물)	
	⑤	16.2	x	28.7	x	10.9	= -	5,068 (신설구조물)	
							=	2,231.78	= 2,232
	※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 =					15,531	-	13,299	= 2,232
	1) 토사 : (100 %)					V	=	2,231.78	= 2,232
	1) 토사								= 10,193
	2) 풍화암								= 1,553
3) 연암								= 1,553	
								= 13,299	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
		
1.토 공		
1) 터 파 기	※ 신설구조물 ① 80.8 x 44.6 x 4.4 x 55.00 = 8,721 = 8,721 1) 토사 : (100.0 %) V = 8,720.91 = 8,721 2) 풍화암 : (0.0 %) V = - = - 3) 연암 : (0.0 %) V = - = - 계(V) = 8,720.91 = 8,721	
	1) 토사 = 8,721 2) 풍화암 = - 3) 연암 = - = 8,721	
2) 되메우기	※ 구조물 ① 8,721 = 8,720.91 (금회 구조물 터파기 체적)	

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
3) 잔토처리	② 77.8 x 41.6 x 4.4 = - 7,832 (신설구조물)	
	① - ② - ③ = 888.62	= 889
	※ 되메우기 = 터파기 - 구조물 = 8,721 - 7,832	= 889
	1) 토사 : (100 %) V = 888.62	= 889
	1) 토사	= 7,832
	2) 풍화암	= -
	3) 연암	= -
		= 7,832

처리장 토공 산출근거

공 종	산 출 근 거	수 량
1.토 공		
1) 성토	1. 성토량 : 106,774 x 5.0 = 533,869 2. 기존시설 공제 - 본처리시설 194.8 x 75.6 x 4.0 x 5 = - 294,538 - 유입펌프장 56.5 x 45.9 x 4.0 x 1 = - 10,373 - 슬러지처리시설 50.6 x 42.3 x 4.0 x 1 = - 8,562 - 소화조 83.2 x 51.0 x 5.0 x 1 = - 21,216 53.2 x 51.0 x 4.0 x 1 = - 10,853 - 반출시설 20.4 x 28.7 x 4.0 x 1 = - 2,342 15.6 x 28.7 x 4.0 x 1 = - 1,791 - 차량진출입시설(차량진출입시설 토공 참조) = - 8,721 = 175,474 1) 토사 : (100.0 %) V = 175,473.57 = 175,474 2) 풍화암 : (0.0 %) V = - = - 3) 연암 : (0.0 %) V = - = - 계(V) = 175,473.57 = 175,474	
	1) 토사 = 175,474 2) 풍화암 = - 3) 연암 = - = 175,474	

3. 구조물공

5단계 처리시설 구조물공집계표

구분		단위	구조물공 수량								비고
			계	1차침전지	생물반응조	2차침전지	슬러지처리시설	소화조	반출시설	차량진출입시설	
1. 구조물공											
레미콘 타설	철근	m3	64,405	8,144	12,615	7,971	5,958	23,234	4,100	2,382	
	무근	m3	2,751	442	669	362	216	699	191	172	
레미콘	25-30-15	m3	64,405	8,144	12,615	7,971	5,958	23,234	4,100	2,382	
	40-18-8	m3	2,751	442	669	362	216	699	191	172	
철근 가공 및 조립	복잡	TON	9,661	1,222	1,892	1,196	894	3,485	615	357	
철근	D29	TON	9,661	1,222	1,892	1,196	894	3,485	615	357	
거푸집 조립 및 해체	유로폼	m2	133,537	19,987	28,276	20,620	14,280	38,268	9,840	2,265	
강관 동바리	압거용(3개월)	공m3	223,268	40,225	76,390	38,912	27,451	28,980	3,964	7,346	
방수공	내부	m2	98,263	16,883	22,319	17,160	9,070	25,585	7,245	-	
	외부	m2	47,421	7,520	11,384	7,081	5,421	12,683	2,595	738	
시스템 비계	내부	m2	40,717	5,891	8,223	7,026	1,877	13,090	3,882	728	
	외부	m2	25,440	3,263	4,808	3,603	2,461	7,883	2,507	915	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	8144.32㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간1		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.35		
: 75.6 × 58.4 × 0.35 = 1545.26		1545.26
중간2		
L = 75.6 W = 9.9 T = 0.35		
: 75.6 × 9.9 × 0.35 = 261.95		261.95
하부		
L = 75.6 W = 58.4 T = 0.7		
: 75.6 × 58.4 × 0.7 = 3090.53		3090.53
	벽 체(외 벽)	
외벽1		
L = 75.6 H = 12.4 T = 0.5 1 ea		
: 75.6 × 12.4 × 0.5 × 1 = 468.72		468.72
외벽2		
L = 48 H = 4.2 T = 0.5 1 ea		
: 48 × 4.2 × 0.5 × 1 = 100.8		100.8
외벽3		
L = 13.4 H = 12.4 T = 0.5 2 ea		
: 13.4 × 12.4 × 0.5 × 2 = 166.16		166.16
외벽4		
L = 44 H = 9.5 T = 0.5 2 ea		
: 44 × 9.5 × 0.5 × 2 = 418		418
	벽 체(내 벽)	
내벽1		
L = 75.6 H = 7.9 T = 0.4		
: 75.6 × 7.9 × 0.4 = 238.9		238.9
내벽2		
L = 44 H = 5 T = 0.4		
: 44 × 5 × 0.4 = 88		88
내벽3		
L = 4 H = 7.9 T = 0.4 8 ea		
: 4 × 7.9 × 0.4 × 8 = 101.12		101.12
내벽4		

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	$L = 8.9 \quad H = 4.2 \quad T = 0.4 \quad 8 \text{ ea}$ $: 8.9 \times 4.2 \times 0.4 \quad 8 = 119.62$	119.62
	=	441.50㎡
	$L = 75.6 \quad W = 58.4 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 58.4 \times 0.1 = 441.5$	441.5
2.2 철 근		1221.648TON
D29	## 철근콘크리트량= 8144.32 $: 8144.32 \times 15\% = 1221.6$	= 1221.648
2.3거 푸 집		
유로폼		= 19987.38㎡
슬 래 브		
상부	$75.2 \times 57.4 \times 1 = 4316.48$	4316.48
중간1	$9 \times 8.9 \times 8 = 640.8$	640.8
공동구	$75.6 \times 8.9 \times 1 = 672.84$	672.84
중간2	$9 \times 48 \times 8 = 3456$	3456
벽 체(외 벽)		
외벽1	$75.6 \times 13.8 \times 1 = 1043.28$	1043.28
외벽2	$75.6 \times 10.5 \times 1 = 793.8$	793.8
외벽3	$13.9 \times 13.9 \times 2 = 386.42$	386.42
외벽4	$44.5 \times 9.9 \times 2 = 881.1$	881.1
벽 체(내 벽)		
내벽1(기계실)	$74.8 \times 4.2 \times 2 = 628.32$	628.32
내벽2(기계실)	$57.4 \times 4.2 \times 2 = 482.16$	482.16
내벽3	$44 \times 5 \times 16 = 3520$	3520
내벽4	$4 \times 7.9 \times 16 = 505.6$	505.6
내벽5	$9 \times 7.9 \times 8 = 568.8$	568.8
내벽6	$9 \times 4.6 \times 8 = 331.2$	331.2
내벽7	$75.6 \times 3.3 \times 2 = 498.96$	498.96
내벽8	$8.9 \times 3.3 \times 2 = 58.74$	58.74
내벽9	$9 \times 4.2 \times 16 = 604.8$	604.8

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2.4 동 바 리							
1) 동바리							40224.51 공㎡
	동 바 리	L		W		H ea	
	상부(기계실)	74.8	×	57.4	×	4.2 × 1 =	18032.78
	수조	9	×	48	×	5 × 8 =	17280
	공동구	75.6	×	8.9	×	3.3 × 1 =	2220.37
	유입수로	9	×	8.9	×	4.2 × 8 =	2691.36
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 16882.78㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.2	×	57.4	×	1 =	4316.48
	중간1	9	×	8.9	×	8 =	640.8
	공동구	75.6	×	8.9	×	1 =	672.84
	중간2	9	×	48	×	8 =	3456
	벽 체(내 벽)	L		H		면	
	내벽1(기계실)	74.8	×	4.2	×	2 =	628.32
	내벽2(기계실)	57.4	×	4.2	×	2 =	482.16
	내벽3	44	×	5	×	16 =	3520
	내벽4	4	×	7.9	×	16 =	505.6
	내벽5	9	×	7.9	×	8 =	568.8
	내벽6	9	×	4.6	×	8 =	331.2
	내벽7	75.6	×	3.3	×	2 =	498.96
	내벽8	8.9	×	3.3	×	2 =	58.74
	내벽9	9	×	4.2	×	16 =	604.8
	내벽10	8.9	×	4.2	×	16 =	598.08
2) 외부방수							= 7519.64㎡
	슬 래 브	L		W		면	
	상부	75.6	×	58.4	×	1 =	4415.04
	벽 체(외 벽)	L		H		면	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거								수 량		
	외벽1	75.6	×	13.8	×	1	=	1043.28	1043.28		
	외벽2	75.6	×	10.5	×	1	=	793.8	793.8		
	외벽3	13.9	×	13.9	×	2	=	386.42	386.42		
	외벽4	44.5	×	9.9	×	2	=	881.1	881.1		
2.6 비 계											
1) 외부비계									3263.16 ㎡		
	외부1	77.6	×	13.8	×	1	EA	=	1070.88	1070.88	
	외부2	77.6	×	10.6	×	1	EA	=	822.56	822.56	
	외부1	14.9	×	13.9	×	2	EA	=	414.22	414.22	
	외부2	45.5	×	10.5	×	2	EA	=	955.5	955.5	
									5891.02 ㎡		
	2) 내부비계	내부1(기계실)	72.8	×	4.2	×	1	EA	=	305.76	305.76
		내부2(기계실)	55.4	×	4.2	×	1	EA	=	232.68	232.68
		내부3(수조)	7	×	4.6	×	8	EA	=	257.6	257.6
		내부4(수조)	43	×	5.0	×	16	EA	=	3440	3440
		내부5(수조)	3	×	7.9	×	8	EA	=	189.6	189.6
		내부6(공동구)	73.6	×	3.3	×	2	EA	=	485.76	485.76
		내부7(공동구)	6.9	×	3.3	×	2	EA	=	45.54	45.54
내부6(수로)	7	×	4.2	×	16	EA	=	470.4	470.4		
내부7(수로)	6.9	×	4.2	×	16	EA	=	463.68	463.68		

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	12615.38㎡
생물반응조	슬 래 브	
	상부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	중간	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 88.5 × 0.35 = 2341.71	2341.71
	공동구 상부	
	L = 75.6 W = 7.5 T = 0.35	
	: 75.6 × 7.5 × 0.35 = 198.45	198.45
	생물반응조하부	
	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.7	
	: 75.6 × 88.5 × 0.7 = 4683.42	4683.42
	벽 체(외 벽)	
	기계실 0.5 × 88.5 × 4.2 = 185.9	185.85
	수조 0.5 × 7.5 × 2.6 = 9.75	9.75
	공동구 0.5 × 7.5 × 5 = 18.75	18.75
	혐기조 0.5 × 11 × 7.9 = 43.45	43.45
	무산소조 0.5 × 20 × 7.9 = 79	79
	호기조 0.5 × 47.5 × 7.9 = 187.6	187.63
	0.5 × 18 × 7.9 × 4 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	0.5 × 9 × 7.9 × 8 + 4.2 × 75.6 × 0.5 = 443	443.16
	벽 체(내 벽)	
	L = 11 H = 7.9 T = 0.4 7 ea	
	: 11 × 7.9 × 0.4 × 7 = 243.32	243.32
	L = 20 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 20 × 7.9 × 0.4 × 3 = 189.6	189.6
	L = 47.5 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 47.5 × 7.9 × 0.4 × 3 = 450.3	450.3
	L = 7.5 H = 2.6 T = 0.4 7 ea	
	: 7.5 × 2.6 × 0.4 × 7 = 54.6	54.6
	L = 74 H = 7.9 T = 0.4 3 ea	
	: 74 × 7.9 × 0.4 × 3 = 701.52	701.52
2) 40-18-8	=	669.06㎡
기초콘크리트	L = 75.6 W = 88.5 T = 0.1	
	: 75.6 × 88.5 × 0.1 = 669.06	669.06
2.2 철 근		1892.307TON
D29		
	비율(철근/레이콘) = 15%	
	철근콘크리트량= 12615.38	

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량		
	:	12615.38	×	15%	=	1892.3	=				1892.307		
2.3거 푸 집													
유로폼											=	28276.10㎡	
	슬 레 브	L		W		면							
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6		
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6		
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567			567		
	벽 체(외 벽)												
	75.6	×	2	×	14.3	+	88.5	×	2	×	14.3	=	4693.26
	벽 체(내 벽)	L		H		면							
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4			1390.4		
		20	×	7.9	×	8	=	1264			1264		
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002			3002		
		7.5	×	2.6	×	16	=	312			312		
		75.6	×	4.2	×	2	=	635.04			635.04		
	75.6	×	5	×	2	=	756			756			
	18	×	7.9	×	16	=	2275.2			2275.2			
2.4 동 바 리													
1) 동바리											76389.92 공㎡		
	동 바 리	L		W		H		ea					
	기계실	88.5	×	75.6	×	4.2	×	1	=	28100.52	28100.52		
	수조	7.5	×	9	×	2.6	×	8	=	1404	1404		
	무산소조	20	×	18	×	7.9	×	4	=	11376	11376		
	혐기조	11	×	9	×	7.9	×	8	=	6256.8	6256.8		
	공동구	7.5	×	75.6	×	5	×	1	=	2835	2835		
	호기조	47.5	×	17.6	×	7.9	×	4	=	26417.6	26417.6		

5.생물반응조

공 종	산 출 근 거										수 량							
2.5 방 수 공																		
1) 내부방수											= 22318.52㎡							
	슬 레 브	L		W		면												
	상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6							
	중간	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6							
	공동구 상부	75.6	×	7.5	×	1	=	567			567							
	벽 체(내 벽)	L		H		면												
		11	×	7.9	×	16	=	1390.4			1390.4							
		20	×	7.9	×	8	=	1264			1264							
		47.5	×	7.9	×	8	=	3002			3002							
		7.5	×	2.6	×	16	=	312			312							
		75.6	×	4.2	×	1	=	317.52			317.52							
		75.6	×	5	×	1	=	378			378							
		18	×	7.9	×	12	=	1706.4			1706.4							
	2) 외부방수											= 11383.86㎡						
		슬 레 브	L		W		면											
		상부	75.6	×	88.5	×	1	=	6690.6			6690.6						
벽 체(외 벽)																		
75.6 × 2 × 14.3 + 88.5 × 2 × 14.3 = 4693.26										4693.26								
2.6 비 계																		
1) 외부비계											4807.66 ㎡							
		90.5	×	14.3	×	2	EA	=	2588.3	2588.3								
		77.6	×	14.3	×	2	EA	=	2219.36	2219.36								
2) 내부비계											8222.64 ㎡							
	기계실	86.5	×	4.2	×	2	+	73.6	×	4.2	×	2	×	1	ea	=	1345	1344.84
	공동구	5.5	×	5	×	2	+	73.6	×	5	×	2	×	1	ea	=	791	791
	수조	5.5	×	2.6	×	2	+	7	×	2.6	×	2	×	8	ea	=	320	319.8
	혐기조	7	×	7.9	×	2	+	9	×	7.9	×	2	×	8	ea	=	1248	1248.2
	무산소조	16	×	7.9	×	2	+	18	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	1390	1390.4
	호기조	16	×	7.9	×	2	+	45.5	×	7.9	×	2	×	4	ea	=	3128	3128.4

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15		= 7971.26㎡
슬러지처리시설	슬 레 브	
상부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 =	1267.43	1267.43
중간1		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.35		
: 75.6 × 47.9 × 0.35 =	1267.43	1267.43
중간2		
L = 75.6 W = 6.5 T = 0.35		
: 75.6 × 6.5 × 0.35 =	171.99	171.99
중간3		
L = 75.6 W = 6.4 T = 0.35		
: 75.6 × 6.4 × 0.35 =	169.34	169.34
하부		
L = 75.6 W = 47.9 T = 0.7		
: 75.6 × 47.9 × 0.7 =	2534.87	2534.87
	벽 체(외 벽)	
외벽1(기계실)		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 ×	192.78	192.78
외벽2		
L = 75.6 H = 2.6 T = 0.5		
: 75.6 × 2.6 × 0.5 ×	98.28	98.28
외벽3		
L = 75.6 H = 3.2 T = 0.5		
: 75.6 × 3.2 × 0.5 ×	120.96	120.96
외벽4		
L = 75.6 H = 4.4 T = 0.5		
: 75.6 × 4.4 × 0.5 ×	166.32	166.32
외벽5		
L = 75.6 H = 3.8 T = 0.5		
: 75.6 × 3.8 × 0.5 ×	143.64	143.64
외벽6		
L = 75.6 H = 5.1 T = 0.5		
: 75.6 × 5.1 × 0.5 ×	192.78	192.78
외벽7		
L = 46.6 H = 5.1 T = 0.5 2 ea		
: 46.6 × 5.1 × 0.5 × 2 =	237.66	237.66

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2) 40-18-8 기초콘크리트	외벽8 $L = 11 \quad H = 8.6 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 11 \times 8.6 \times 0.5 \times 2 = 94.6$	94.6
	외벽9 $L = 30.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 30.5 \times 5.8 \times 0.5 \times 2 = 176.9$	176.9
	외벽10 $L = 5.1 \quad H = 6.2 \quad T = 0.5 \quad 2 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 6.2 \times 0.5 \times 2 = 31.62$	31.62
	벽 체(내 벽)	
	내벽1(방류수로) $L = 5.1 \quad H = 2.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.1 \times 2.6 \times 0.4 \times 7 = 37.13$	37.13
	내벽2 $L = 31.5 \quad H = 5.8 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 31.5 \times 5.8 \times 0.4 \times 7 = 511.56$	511.56
	내벽3 $L = 3.5 \quad H = 8.6 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 3.5 \times 8.6 \times 0.4 \times 7 = 84.28$	84.28
	내벽4 $L = 74.8 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 4.4 \times 0.4 \times 1 = 131.65$	131.65
	내벽5 $L = 74.8 \quad H = 3.8 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 74.8 \times 3.8 \times 0.4 \times 1 = 113.7$	113.7
	내벽6 $L = 5.5 \quad H = 4.4 \quad T = 0.4 \quad 7 \text{ ea}$ $: 5.5 \times 4.4 \times 0.4 \times 7 = 67.76$	67.76
	내벽7 $L = 74.8 \quad H = 5.3 \quad T = 0.4$ $: 74.8 \times 5.3 \times 0.4 = 158.58$	158.58
	=	362.12m³
	$L = 75.6 \quad W = 47.9 \quad T = 0.1$ $: 75.6 \times 47.9 \times 0.1 = 362.12$	362.12
2.2 철 근		1195.689TON
D29	## 철근콘크리트량= 7971.26	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
	: 7971.26 × 15% = 1195.7	= 1195.689
2.3거 푸 집		
유로폼		= 20620.30㎡
슬 래 브	L W 면	
상부	9 × 5.1 × 8 = 367.2	367.2
중간1	9 × 5.5 × 8 = 396	396
중간2(수로)	9 × 35 × 8 = 2520	2520
하부1(공동구1)	75.6 × 5.5 × 1 = 415.8	415.8
하부2(공동구2)	75.6 × 5.1 × 1 = 385.56	385.56
상부(기계실)	46.6 × 74.8 × 1 = 3485.68	3485.68
벽 체(외 벽)	L H 면	
외벽1	75.6 × 13.1 × 1 = 990.36	990.36
외벽2	75.6 × 15.6 × 1 = 1179.36	1179.36
외벽3	12.2 × 15.5 × 2 = 378.2	378.2
외벽4	29 × 12.7 × 2 = 736.6	736.6
외벽5	6.7 × 13.1 × 2 = 175.54	175.54
벽 체(내 벽)	L H 면	
내벽1	9 × 2.6 × 16 = 374.4	374.4
내벽2	75.6 × 3.2 × 2 = 483.84	483.84
내벽3	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽4	9 × 8.6 × 8 = 619.2	619.2
내벽5	30 × 5.8 × 16 = 2784	2784
내벽6	5 × 8.6 × 16 = 688	688
내벽7	5.1 × 3.2 × 2 = 32.64	32.64
내벽8	5.1 × 2.6 × 16 = 212.16	212.16
내벽9	9 × 5.3 × 16 = 763.2	763.2
내벽10	74.8 × 3.8 × 2 = 568.48	568.48
내벽11	5.5 × 3.8 × 2 = 41.8	41.8
내벽12	74.8 × 5.1 × 2 = 762.96	762.96
내벽13	46.6 × 5.1 × 2 = 475.32	475.32
내벽14	9 × 4.4 × 16 = 633.6	633.6
내벽15	5.5 × 4.4 × 16 = 387.2	387.2
2.4 등 바 리		
1) 등바리		38911.92 공㎡

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거										수 량	
	동 바 리	L	W	H	ea							
	상부(기계실)	74.8	×	46.6	×	5.1	×	1	=	17776.97	17776.97	
	중간1(방류수로)	9	×	5.1	×	2.6	×	8	=	954.72	954.72	
	중간2	9	×	30	×	5.8	×	8	=	12528	12528	
	중간3	9	×	5	×	8.6	×	8	=	3096	3096	
	중간4(유입수	9	×	5.5	×	4.4	×	8	=	1742.4	1742.4	
	하부(공동구1)	5.1	×	75.6	×	3.2	×	1	=	1233.79	1233.79	
	하부2(공동구2)	5.5	×	75.6	×	3.8	×	1	=	1580.04	1580.04	
2.5 방 수 공												
1) 내부방수											=	17160.24㎡
	슬 래 브	L	W	면								
	상부	9	×	5.1	×	8	=	367.2			367.2	
	중간1	9	×	5.5	×	8	=	396			396	
	중간2(수로)	9	×	35	×	8	=	2520			2520	
	하부1(공동구1)	75.6	×	5.5	×	1	=	415.8			415.8	
	하부2(공동구2)	75.6	×	5.1	×	1	=	385.56			385.56	
	상부(기계실)	46.6	×	74.8	×	1	=	3485.68			3485.68	
	벽 체(내 벽)	L	H	면								
	내벽1	9	×	2.6	×	16	=	374.4			374.4	
	내벽2	75.6	×	3.2	×	2	=	483.84			483.84	
	내벽3	9	×	5.3	×	16	=	763.2			763.2	
	내벽4	9	×	8.6	×	8	=	619.2			619.2	
	내벽5	30	×	5.8	×	16	=	2784			2784	
	내벽6	5	×	8.6	×	16	=	688			688	
	내벽7	5.1	×	3.2	×	2	=	32.64			32.64	
	내벽8	5.1	×	2.6	×	16	=	212.16			212.16	
	내벽9	9	×	5.3	×	16	=	763.2			763.2	
	내벽10	74.8	×	3.8	×	2	=	568.48			568.48	
	내벽11	5.5	×	3.8	×	2	=	41.8			41.8	
	내벽12	74.8	×	5.1	×	2	=	762.96			762.96	
	내벽13	46.6	×	5.1	×	2	=	475.32			475.32	
	내벽14	9	×	4.4	×	16	=	633.6			633.6	
	내벽15	5.5	×	4.4	×	16	=	387.2			387.2	
2) 외부방수											=	7081.30㎡
	슬 래 브	L	W	면								
	상부	75.6	×	47.9	×	1	=	3621.24			3621.24	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거							수 량
	벽 체(외 벽)	L	H	면				
	외벽1	75.6	×	13.1	×	1	=	990.36
	외벽2	75.6	×	15.6	×	1	=	1179.36
	외벽3	12.2	×	15.5	×	2	=	378.2
	외벽4	29	×	12.7	×	2	=	736.6
	외벽5	6.7	×	13.1	×	2	=	175.54
2.6 비 계								
1) 외부비계								3603.12 m ²
	외부1	77.6	×	13.1	×	1	EA	= 1016.56
	외부2	77.6	×	15.6	×	1	EA	= 1210.56
	외부3	13.2	×	15.6	×	2	EA	= 411.84
	외부4	36.8	×	13.1	×	2	EA	= 964.16
2) 내부비계								7026.08 m ²
	내부1(기계실)	72.8	×	5.1	×	2	EA	= 742.56
	내부2(기계실)	44.6	×	5.1	×	2	EA	= 454.92
	내부3(방류수로)	7	×	2.6	×	16	EA	= 291.2
	내부4(방류수로)	3.1	×	2.6	×	16	EA	= 128.96
	내부5(유입수로)	7	×	4.4	×	2	EA	= 61.6
	내부6(유입수로)	3.5	×	4.4	×	2	EA	= 30.8
	내부7(수로)	7	×	5.3	×	8	EA	= 296.8
	내부8(수로)	7	×	8.6	×	8	EA	= 481.6
	내부9(공동구1)	72.8	×	3.8	×	2	EA	= 553.28
	내부10(공동구1)	3.5	×	3.8	×	2	EA	= 26.6
	내부11(공동구2)	72.8	×	3.2	×	2	EA	= 465.92
	내부12(공동구2)	3.1	×	3.2	×	2	EA	= 19.84
	내부13	30	×	5.8	×	16	EA	= 2784
	내부14	5	×	8.6	×	16	EA	= 688

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	5957.57㎡
슬러지처리시설	슬 레 브 상부 $L = 50.6 \quad W = 42.3 \quad T = 0.4$ $: 50.6 \times 42.3 \times 0.4 = 856.15$ b1 바닥슬라브 $L = 49.6 \quad W = 41.3 \quad T = 0.6$ $: 49.6 \times 41.3 \times 0.6 = 1229.09$ b2 종간슬라브 $L = 15.2 \quad W = 41.3 \quad T = 0.6$ $: 15.2 \times 41.3 \times 0.6 = 376.66$ 바닥슬라브 $L = 51.6 \quad W = 43.3 \quad T = 0.7$ $: 51.6 \times 43.3 \times 0.7 = 1564$ 벽 체(외 벽) $L = 50.6 \quad H = 12.4 \quad T = 0.5$ $: 50.6 \times 12.4 \times 0.5 \times 2 = 627.44$ $L = 42.3 \quad H = 12.4 \quad T = 0.5$ $: 42.3 \times 12.4 \times 0.5 \times 2 = 524.52$ 벽 체(내 벽) $L = 49.6 \quad H = 6.0 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 49.6 \times 6 \times 0.4 \times 1 = 119.04$ $L = 49.6 \quad H = 6.0 \quad T = 0.4 \quad 1 \text{ ea}$ $: 49.6 \times 6 \times 0.4 \times 1 = 119.04$ $L = 49.6 \quad H = 6.0 \quad T = 0.4 \quad 3 \text{ ea}$ $: 49.6 \times 6 \times 0.4 \times 3 = 357.12$ $L = 49.6 \quad H = 3.1 \quad T = 0.4 \quad 3 \text{ ea}$ $: 49.6 \times 3.1 \times 0.4 \times 3 = 184.51$	856.15 1229.09 376.66 1564 627.44 524.52 119.04 119.04 357.12 184.51
2) 40-18-8	=	215.90㎡
	버림 콘크리트 $L = 50.8 \quad W = 42.5 \quad T = 0.1$ $: 50.8 \times 42.5 \times 0.1 = 215.9$	215.9
2.2 철 근		893.636TON
D29		
##		

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	철근콘크리트량= 5957.57 : 5957.57 × 15% = 893.6 = 893.636						
2.3거 푸 집							
유로폼							= 14279.50㎡
	슬 래 브	L	W	면			
	상부	48.5	× 41.3	× 1	= 2003.05		2003.05
	b1 바닥슬라브	48.4	× 41.3	× 1	= 1998.92		1998.92
	b2 중간슬라브	15.2	× 41.3	× 1	= 627.76		627.76
	바닥슬래브	189.8	× 33.8	× 0.8	= 5132.19		5132.19
	벽 체(외 벽)	L	H	면			
		50.6	× 12.4	× 2	= 1254.88		1254.88
		41.3	× 12.4	× 2	= 1024.24		1024.24
	벽 체(내 벽)	L	H	면			
		41.3	× 6.0	× 4	= 991.2		991.2
		41.3	× 6.0	× 4	= 991.2		991.2
		41.3	× 3.1	× 2	= 256.06		256.06
2.4 동 바 리							
1) 동바리							27451.28 공㎡
	동 바 리	L	W	H	ea		
	상부	48.4	× 41.3	× 6.0	× 1 = 11993.52		11993.52
	b1	48.4	× 41.3	× 6.0	× 1 = 11993.52		11993.52
	b2	33.2	× 41.3	× 6.0	× 1 = 8226.96		

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거										수 량
2)수평연결재	b2 중간슬라브	14.8	x	41.3	x	3.1	x	1	=	1894.84	1894.84
	b2 중간슬라브	15.2	x	41.3	x	2.5	x	1	=	1569.4	1569.4
	단수=높이 3.5m이상시2m마다설치										
	상부	48.4	x	41.3	x	2	x	1	=	3997.84	3997.84
	b1	48.4	x	41.3	x	2	x	1	=	3997.84	3997.84
	b2	33.2	x	41.3	x	2	x	1	=	2742.32	2742.32
											10738.00㎡
2.5 방 수 공											
1) 내부방수											= 9070.44㎡
슬래브		L	W		면						
b1 바닥		48.4	x	41.3	x	1	=	1998.92			1998.92
b2 바닥		49.8	x	41.3	x	1	=	2056.74			2056.74
b2 중간바닥		14.8	x	41.3	x	1	=	611.24			611.24
외부벽체		L	H		면						

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거								수 량	
2) 외부방수	좌	41.3	×	12.0	×	1	=	495.6	495.6	
	우	41.3	×	11.6	×	1	=	479.08	479.08	
	전후	49.6	×	12.0	×	2	=	1190.4	1190.4	
	내부벽체	L		H		면				
		41.3	×	6	×	4	=	991.2	991.2	
		41.3	×	6	×	4	=	991.2	991.2	
		41.3	×	3.1	×	2	=	256.06	256.06	
									5420.86㎡	
	슬래브	L		W		면				
	상부	50.6	×	42.3	×	1	=	2140.38	2140.38	
	Toe	187.8	×	1.3	×	4	=	976.56	976.56	
	벽 체									
		42.3	×	12.4	×	2	=	1049.04	1049.04	
		50.6	×	12.4	×	2	=	1254.88	1254.88	
2.6 비 계										
1) 외부비계									2461.26㎡	
		52.6	×	12.7	×	2	EA	=	1336.04	1336.04
		44.3	×	12.7	×	2	EA	=	1125.22	1125.22
2) 내부비계									1876.60㎡	
	b1	18.2	×	5.5	×	2	EA	=	200.2	200.2
	b1	17.3	×	5.5	×	2	EA	=	190.3	190.3

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거									수 량
	b1	7	×	5.5	×	2	EA	=	77	77
	b1	40.3	×	5.5	×	6	EA	=	1329.9	1329.9
	b2	7.2	×	5.5	×	2	EA	=	79.2	79.2
	b2	8.6	×	5.5	×	2	EA	=	94.6	94.6
	b2	27	×	5.5	×	2	EA	=	297	297
	b2	40.3	×	5.5	×	6	EA	=	1329.9	1329.9
	b2 중간	40.3	×	5.5	×	1	EA	=	221.65	221.65
	b2 중간	40.3	×	2.6	×	1	EA	=	104.78	104.78

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15	=	23,233.80
슬 레 브		
상부(원형부)		
L = 83.2 W = 51 T = 0.4 1 EA	=	1,697.28
상부(각형)		
L = 53.2 W = 51 T = 0.4	=	1,085.28
중간(원형부)		
L = 83.2 W = 51 T = 0.4 2 EA	=	3,394.56
※ 공제		
PI = 3.14 D = 24		
= (3.14 × 24 ²) ÷ 4 × 0.45	12 EA	= - 2,442.90
중간(각형부)		
L = 46 W = 51 T = 0.6	=	1,407.60
하부(원형부)		
L = 90.85 W = 52 T = 0.7	=	3,306.94
하부(각형부)		
L = 45.6 W = 51 T = 0.7	=	1,627.92
벽 체(외 벽)		
원형부		
PI = 3.14 D = 24		
= (3.14 × 24 ²) ÷ 4 × 23.3	6 EA	= 63,244.03
※ 공제		
PI = 3.14 D = 22		
= (3.14 × 22 ²) ÷ 4 × 23.3	6 EA	= - 53,142.55
L = 5.6 H = 21.8 T = 0.5 7 EA	=	427.28
각형부1		
L = 7.65 H = 21.8 T = 0.5	=	83.39
L = 50 H = 21.8 T = 0.5	=	545.00
각형부2		
L = 45 H = 12.4 T = 0.5	=	279.00
L = 50 H = 12.4 T = 0.5	=	310.00
벽 체(내 벽)		
L = 5 H = 6.43 T = 0.4 8 ea		
: 5 × 6.43 × 0.4 × 8 = 102.88		102.88
L = 5 H = 12.83 T = 0.4 8 ea		
: 5 × 12.83 × 0.4 × 8 = 205.28		205.28
L = 5 H = 12.83 T = 0.4 8 ea		
: 5 × 12.83 × 0.4 × 8 = 205.28		205.28

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
	$L = 5 \quad H = 6.43 \quad T = 0.4 \quad 8 \text{ ea}$ $: 5 \times 6.43 \times 0.4 \times 8 = 102.88$ $L = 5 \quad H = 6.43 \quad T = 0.4 \quad 8 \text{ ea}$ $: 5 \times 6.43 \times 0.4 \times 8 = 102.88$ $L = 33.62 \quad H = 6.43 \quad T = 0.4 \quad 8 \text{ ea}$ $: 33.62 \times 6.43 \times 0.4 \times 8 = 691.77$	102.88 102.88 691.77
2) 40-18-8 기초콘크리트	$L = 136.55 \quad W = 51.2 \quad T = 0.1$ $: 136.55 \times 51.2 \times 0.1 = 699.14$	= 699.14m³ 699.14
2.2 철 근		3485.070TON
D29	## 철근콘크리트량= 23233.8 : 23233.8 × 15% = 3485.1	= 3485.07
2.3거 푸 집		
유로폼		= 38,268
	슬 래 브 L W 면 상부슬래브 136 × 51 × 1 = 6,936 6,936 중간슬래브 1383.26 × 2 = 2,767 2,767 중간슬래브2 45 × 50 × 1 = 2,250 2,250 중간슬래브3 7.15 × 50 × 1 = 358 358 벽 체(외 벽) L H 면 3.1416 × 24 × 23.3 × 6 = 10,541 10,541 7.15 × 21.8 × 2 = 312 312 46 × 12.8 × 2 = 1,178 1,178 51 × 12.8 × 1 = 653 653 벽 체(내 벽) L H 면 3.1416 × 22 × 22 × 6 = 9,123 9,123 5.6 × 5.9 × 7 = 231 231 5.6 × 6 × 7 = 235 235 5.6 × 9.1 × 7 = 357 357 45 × 6 × 2 = 540 540 38 × 6 × 2 = 456 456 6.5 × 6 × 2 = 78 78	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거										수 량
	50 × 6 × 6 = 1,800										1,800
	50 × 9.1 × 1 = 455										455
2.4 동 바 리											
1) 동바리											28980.00 공㎡
	동 바 리	L	W	H	ea						
	원형부	90	×	22	×	1	×	1	=	1,980	1,980
	각형부	45	×	50	×	6	×	2	=	27,000	27,000
2.5 방 수 공											
1) 내부방수											= 25585.41 ㎡
	벽 체(내 벽)	L	H	면							
	3.1416	×	22	×	22	×	6	=	9,123	9,123	
			5.6	×	5.9	×	7	=	231	231	
			5.6	×	6	×	7	=	235	235	
			5.6	×	9.1	×	7	=	357	357	
			45	×	6	×	2	=	540	540	
			38	×	6	×	2	=	456	456	
			6.5	×	6	×	2	=	78	78	
			50	×	6	×	6	=	1,800	1,800	
			50	×	9.1	×	1	=	455	455	
	슬 래 브	L	W	면							

2.슬러지처리시설

공 종	산출근거										수 량
	상부슬래브	136	×	51	×	1	=	6,936		6,936	
	중간슬래브	1383.26		×	2	=	2,767		2,767		
	중간슬래브2	45	×	50	×	1	=	2,250		2,250	
	중간슬래브3	7.15	×	50	×	1	=	358		358	
2) 외부방수											12682.81㎡
	벽 체(외 벽)	L	H		면						
	3.1416	×	24	×	23.3	×	6	=	10,541	10,541	
			7.15	×	21.8	×	2	=	312	312	
			46	×	12.8	×	2	=	1,178	1,178	
			51	×	12.8	×	1	=	653	653	
2.6 비 계											
1) 외부비계											7882.83㎡
			91.35	×	24.9	×	2	EA	=	4,549	4549.23
			53	×	24.9	×	1	EA	=	1,320	1319.7
			47	×	13.7	×	2	EA	=	1,288	1287.8
			53	×	13.7	×	1	EA	=	726	726.1
2) 내부비계											13090.20㎡
	3.1416	×	20	×	22	×	6	EA	=	8,294	8293.804605
			78	×	5.9	×	4	EA	=	1,841	1840.8
			78	×	9.1	×	2	EA	=	1,420	1419.6
			4.2	×	5.9	×	8	EA	=	198	198.24
			4.2	×	9.1	×	8	EA	=	306	305.76
			43	×	6	×	4	EA	=	1,032	1032
			48	×	6	×	4	EA	=	1,152	1152

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15		= 4099.87㎡
반출시설	슬 레 브	
상부1		
L = 13.7 W = 28.7 T = 0.45		
: 13.7 × 28.7 × 0.45 =	176.94	
상부2		
L = 20.4 W = 18.7 T = 0.45		
: 20.4 × 18.7 × 0.45 =	171.67	
상부3		
L = 14.5 W = 28.7 T = 0.45		
: 14.5 × 28.7 × 0.45 =	187.27	
상부4		
L = 15.6 W = 28.7 T = 0.45		
: 15.6 × 28.7 × 0.45 =	201.47	
중간1		
L = 20.4 W = 28.7 T = 0.65		
: 20.4 × 28.7 × 0.65 =	380.56	
중간2		
L = 15.6 W = 28.7 T = 0.6		
: 15.6 × 28.7 × 0.6 =	268.63	
하부1		
L = 48.6 W = 28.7 T = 0.7		
: 48.6 × 28.7 × 0.7 =	976.37	
하부2		
L = 16.6 W = 19.7 T = 0.7		
: 16.6 × 19.7 × 0.7 =	228.91	
	벽 체(외 벽)	
L = 48.6 H = 6 T = 0.5		
: 48.6 × 6 × 0.5 =	145.8	
L = 48.6 H = 6 T = 0.5		
: 48.6 × 6 × 0.5 =	145.8	
L = 27.7 H = 6 T = 0.5		
: 27.7 × 6 × 0.5 =	83.1	
L = 15.6 H = 6 T = 0.5		
: 15.6 × 6 × 0.5 =	46.8	
L = 15.6 H = 6 T = 0.5		
: 15.6 × 6 × 0.5 =	46.8	
L = 27.7 H = 6 T = 0.5		
: 27.7 × 6 × 0.5 =	83.1	

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
	$L = 27.7 \quad H = 6 \quad T = 0.5$ $: 27.7 \times 6 \times 0.5 = 83.1$ $L = 15.6 \quad H = 7.2 \quad T = 0.5$ $: 15.6 \times 7.2 \times 0.5 = 56.16$ $L = 15.6 \quad H = 7.2 \quad T = 0.5$ $: 15.6 \times 7.2 \times 0.5 = 56.16$ $L = 27.7 \quad H = 7.2 \quad T = 0.5$ $: 27.7 \times 7.2 \times 0.5 = 99.72$ $L = 27.7 \quad H = 7.2 \quad T = 0.5$ $: 27.7 \times 7.2 \times 0.5 = 99.72$	83.1 56.16 56.16 99.72 99.72
	벽 체(내 벽) $L = 27.7 \quad H = 6 \quad T = 0.4 \quad 2 \text{ ea}$ $: 27.7 \times 6 \times 0.4 \times 2 = 132.96$ $L = 19.4 \quad H = 6 \quad T = 0.4 \quad 3 \text{ ea}$ $: 19.4 \times 6 \times 0.4 \times 3 = 139.68$ $L = 27.7 \quad H = 7.2 \quad T = 0.4 \quad 2 \text{ ea}$ $: 27.7 \times 7.2 \times 0.4 \times 2 = 159.55$ $L = 9 \quad H = 7.2 \quad T = 0.4 \quad 5 \text{ ea}$ $: 9 \times 7.2 \times 0.4 \times 5 = 129.6$	132.96 139.68 159.55 129.6
2) 40-18-8		= 191.260TON
기초콘크리트	$L = 48.8 \quad W = 28.9 \quad T = 0.1$ $: 48.8 \times 28.9 \times 0.1 = 141.03$ $L = 16.8 \quad W = 29.9 \quad T = 0.1$ $: 16.8 \times 29.9 \times 0.1 = 50.23$	141.03 50.23
2.2 철 근		614.981TON
D29	## 철근콘크리트량= 4099.87 $: 4099.87 \times 15\% = 615.0$	= 614.981
2.3거 푸 집		
유로폼		= 9840.00㎡
	슬 래 브 L W 면 상부1 13.2 × 27.7 × 1 = 365.64 상부2 19.4 × 27.7 × 1 = 537.38 상부3 13.4 × 27.7 × 1 = 371.18 상부4 14.6 × 27.7 × 1 = 404.42	365.64 537.38 371.18 404.42

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
	중간1	19.4	×	5	×	2 =	194
	중간2	19.4	×	6	×	1 =	116.4
	중간3	19.4	×	10.5	×	1 =	203.7
	중간4	4.5	×	27.7	×	2 =	249.3
	중간5	5	×	27.7	×	1 =	138.5
	벽 체(외 벽)	L		H		면	
		28.7	×	7.3	×	2 =	419.02
		48.6	×	7.3	×	2 =	709.56
		28.7	×	14	×	2 =	803.6
		15.6	×	14	×	2 =	436.8
		28.7	×	2.3	×	2 =	132.02
		20.4	×	2.3	×	2 =	93.84
	벽 체(내 벽)	L		H		면	
		27.7	×	6	×	4 =	664.8
		27.7	×	2	×	2 =	110.8
		13.2	×	6	×	2 =	158.4
		19.4	×	6	×	8 =	931.2
		14	×	6	×	2 =	168
		19.4	×	2	×	2 =	77.6
		27.7	×	6	×	2 =	332.4
		14.6	×	6	×	2 =	175.2
		4.5	×	7.2	×	24 =	777.6
		5	×	7.2	×	2 =	72
		27.7	×	7.2	×	6 =	1196.64
2.4 동 바 리							
1) 동바리							3964.40 공㎡
	동 바 리	L		W		H	
	상부	13.4	×	27.7	×	2 =	742.36
	하부	13.2	×	27.7	×	6 =	2193.84
		19.4	×	5	×	4 =	388
		19.4	×	6	×	2 =	232.8
		19.4	×	10.5	×	2 =	407.4
		14	×	27.7	×	6 =	2326.8
		14.6	×	27.7	×	6 =	2426.52
		4.5	×	27.7	×	14.4 =	1794.96
		5	×	27.7	×	7.2 =	997.2

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거						수 량
2.5 방 수 공							
1) 내부방수							= 7245.16㎡
	슬 레 브	L	W	면			
	상부1	13.2	× 27.7	× 1	=	365.64	365.64
	상부2	19.4	× 27.7	× 1	=	537.38	537.38
	상부3	13.4	× 27.7	× 1	=	371.18	371.18
	상부4	14.6	× 27.7	× 1	=	404.42	404.42
	중간1	19.4	× 5	× 2	=	194	194
	중간2	19.4	× 6	× 1	=	116.4	116.4
	중간3	19.4	× 10.5	× 1	=	203.7	203.7
	중간4	4.5	× 27.7	× 2	=	249.3	249.3
	중간5	5	× 27.7	× 1	=	138.5	138.5
	벽 체(내 벽)	L	H	면			
		27.7	× 6	× 4	=	664.8	664.8
		27.7	× 2	× 2	=	110.8	110.8
		13.2	× 6	× 2	=	158.4	158.4
		19.4	× 6	× 8	=	931.2	931.2
		14	× 6	× 2	=	168	168
		19.4	× 2	× 2	=	77.6	77.6
		27.7	× 6	× 2	=	332.4	332.4
		14.6	× 6	× 2	=	175.2	175.2
		4.5	× 7.2	× 24	=	777.6	777.6
		5	× 7.2	× 2	=	72	72
		27.7	× 7.2	× 6	=	1196.64	1196.64
2) 외부방수							2594.84㎡
	벽 체(외 벽)	L	H	면			
		28.7	× 7.3	× 2	=	419.02	419.02
		48.6	× 7.3	× 2	=	709.56	709.56
		28.7	× 14	× 2	=	803.6	803.6

2.슬러지처리시설

공 종	산	출	근	거	수 량
	15.6 × 14 × 2 =	436.8			436.8
	28.7 × 2.3 × 2 =	132.02			132.02
	20.4 × 2.3 × 2 =	93.84			93.84
2.6 비 계					
1) 외부비계					2507.02 m ²
	14.7 × 7.4 × 2 EA =	217.56			217.56
	30.7 × 7.4 × 2 EA =	454.36			454.36
	20.4 × 9.7 × 2 EA =	395.76			395.76
	17.6 × 14.9 × 2 EA =	524.48			524.48
	30.7 × 14.9 × 2 EA =	914.86			914.86
2) 내부비계					3882.24 m ²
	11.2 × 6 × 2 EA =	134.4			134.4
	25.7 × 6 × 2 EA =	308.4			308.4
	17.4 × 6 × 8 EA =	835.2			835.2
	3 × 6 × 4 EA =	72			72
	4 × 6 × 2 EA =	48			48
	8.5 × 6 × 2 EA =	102			102
	12 × 6 × 2 EA =	144			144
	25.7 × 6 × 2 EA =	308.4			308.4
	12.6 × 6 × 2 EA =	151.2			151.2
	25.7 × 6 × 2 EA =	308.4			308.4
	25.7 × 7.2 × 6 EA =	1110.24			1110.24
	2.5 × 7.2 × 20 EA =	360			360

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.1 레미콘타설		
1) 25-30-15 차량진출입	슬 래 브 상부 $A = 1629 \quad W = 1 \quad T = 0.45$ $: 1629 \times 1 \times 0.45 = 733.03$ 하부 $L = 1629 \quad W = 1 \quad T = 0.7$ $: 1629 \times 1 \times 0.7 = 1140.27$ 벽 체(외 벽) $L = 119.4 \quad H = 5 \quad T = 0.5$ $: 119.4 \times 5 \times 0.5 = 298.5$ $L = 84.2 \quad H = 5 \quad T = 0.5$ $: 84.2 \times 5 \times 0.5 = 210.5$	= 2382.30㎡ 733.03 1140.27 298.5 210.5
2) 40-18-8 기초콘크리트	$L = 11 \quad W = 41.6 \quad T = 0.1$ $: 11 \times 41.6 \times 0.1 = 45.76$ $L = 66.8 \quad W = 16.5 \quad T = 0.1$ $: 66.8 \times 16.5 \times 0.1 = 110.22$ $L = 18.1 \quad W = 18.1 \quad T = 0.1$ $: 18.1 \times 18.1 \times 0.1 \times 0.5 = 16.38$	= 172.361TON 45.76 110.22 16.38
2.2 철 근		357.345TON
D29	## 철근콘크리트량= 2382.3 $: 2382.3 \times 15\% = 357.3$	= 357.345
2.3거 푸 집		
유로폼	슬 래 브 $L \quad W \quad \text{면}$ 상부1 $66.8 \times 14.9 \times 1 = 995.32$ 상부2 $10.2 \times 40.8 \times 1 = 416.16$ 상부3 $12.7 \times 12.7 \times 0.5 = 80.65$ 벽 체(외 벽) $L \quad H \quad \text{면}$ $77.3 \times 5 \times 2 = 773$	= 2265.13㎡ 995.32 416.16 80.65 773

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
2.4 동 바 리		
1) 동바리		7346.15 공 m³
	동 바 리 A H $1469.2 \times 5 \times 1 = 7346.15$	7346.15
2.5 방 수 공		
1) 내부방수		= 0.00 m²

2.슬러지처리시설

공 종	산 출 근 거	수 량
1) 외부방수		738.00㎡
	벽 체(외 벽) L H 면 73.8 × 5 × 2 = 738	738
2.6 비 계		
1) 외부비계		915.12 ㎡
	73.8 × 6.2 × 2 EA = 915.12	915.12
2) 내부비계		728.00 ㎡
	72.8 × 5 × 2 EA = 728	728

4. 가시설공

5단계 처리시설 가시설공집계표

구분		단위	가시설 수량		비고
			계	처리시설	
4. 가시설공					
쉬트 파일		본	1,906	1,906	

2. 용량계산서 및 물질수지도

CASE. 1

◆ 승기공공하수처리시설 현대화사업 물질수지 _ 음폐수 미투입

유입원수(생활계)		
Q =	240,000 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	183.4	44,010
COD _{Mn}	131.9	31,650
SS	189.5	45,480
T-N	43.0	10,320
T-P	5.00	1,200
대장균군수	300,000 개/㎖	

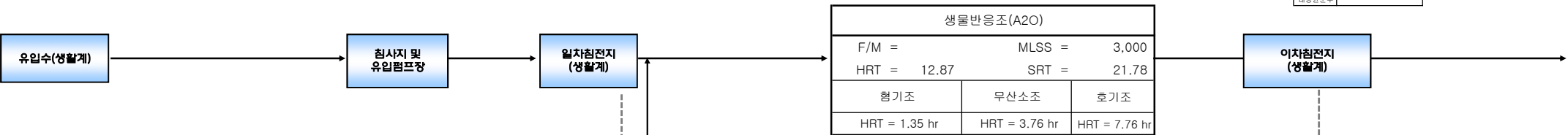
C/N = 3.44

일차침전지 유입수(생활계)		
Q =	240,000 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	183.4	44,010
COD _{Mn}	131.9	31,650
SS	189.5	45,480
T-N	43.0	10,320
T-P	5.00	1,200
대장균군수		

생물반응조 유입수(생활계): 일차침전지(생활계)유출+산단계유출		
Q =	271,899 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	138.8	37,735
COD _{Mn}	103.7	28,209
SS	84.8	23,067
T-N	40.3	10,970
T-P	5.66	1,538
대장균군수		

2차침전지 유출수(생활계)		
Q =	269,892 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	10.0	2,699
COD _{Mn}	40.0	10,796
SS	10.0	2,699
T-N	20.0	5,398
T-P	2.0	540
대장균군수		

93%
61%
88%
50% 60~70%
65% 70~80%



생슬러지(생활계)		
Q =	758.00 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	8,709	6,602
COD _{Mn}	6,263	4,748
SS	30,000	22,740
T-N	1,361	1,032
T-P	317	240
VS/TS	75.0%	

15
15
50
10
20

잉여슬러지(생활계)		
Q =	2,007 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	4,050.0	8,129
COD _{Mn}	3,600.0	7,226
SS	9,000	18,064
T-N	359.4	721
T-P	394.6	792
VS/TS	62.6%	

유출수(산단계)		
Q =	32,657 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	10.0	327
COD _{Mn}	40.0	1,306
SS	10.0	327
T-N	51.5	1,682
T-P	17.7	578
대장균군수		

97%
87%
97%
50%
21%

유입원수(산단계)		
Q =	30,000 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	380.0	10,800
COD _{Mn}	340.0	10,200
SS	410.0	12,300
T-N	115.0	3,450
T-P	23.00	690
대장균군수	300,000 개/㎖	

C/N = 3.20

일차침전지 유입수(산단계)		
Q =	33,750 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	387.9	13,092
COD _{Mn}	359.0	12,117
SS	576.9	19,468
T-N	114.4	3,862
T-P	27.6	931
대장균군수		

생물반응조 유입수(산단계)		
Q =	33,425 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	332.9	11,128
COD _{Mn}	308.1	10,299
SS	291.2	9,734
T-N	104.0	3,476
T-P	22.30	745
대장균군수		

생물반응조(MLE)		
F/M =	0.72	MLSS = 3,000
HRT =	25.64	SRT = 12.69
무산소조 호기조		
HRT = 3.65 hr	HRT = 22.00 hr	

이차침전지(산단계)		
Q =	768.12 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	4,050	3,111
COD _{Mn}	3,600	2,765
SS	9,000	6,913
T-N	287	221
T-P	218	167
VS/TS	58.7%	

생슬러지(산단계)		
Q =	324.48 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	6,052.1	1,964
COD _{Mn}	5,601.2	1,817
SS	30,000	9,734
T-N	1,190.3	386
T-P	574.2	186
VS/TS	75.0%	

15
15
50
10
20

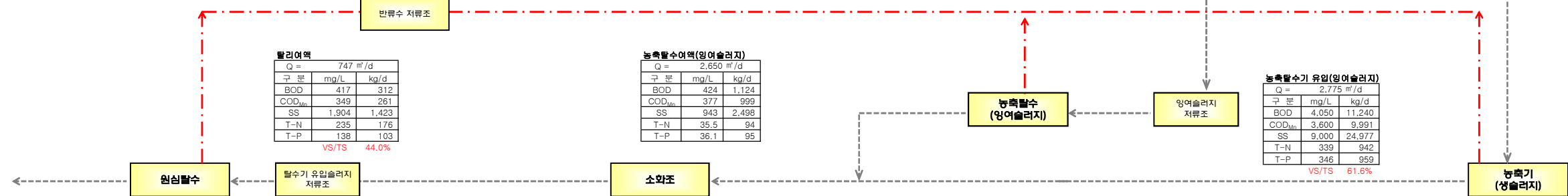
총합반류수(농축+농축탈수+탈수)		
Q =	3,750 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	611	2,292
COD _{Mn}	511	1,917
SS	1,912	7,169
T-N	110	412
T-P	64	241
VS/TS	44.0%	

탈리여액		
Q =	747 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	417	312
COD _{Mn}	349	261
SS	1,904	1,423
T-N	235	176
T-P	138	103
VS/TS	44.0%	

농축탈수여액(잉여슬러지)		
Q =	2,650 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	424	1,124
COD _{Mn}	377	999
SS	943	2,498
T-N	35.5	94
T-P	36.1	95

농축탈수기 유입(잉여슬러지)		
Q =	2,775 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	4,050	11,240
COD _{Mn}	3,600	9,991
SS	9,000	24,977
T-N	339	942
T-P	346	959
VS/TS	61.6%	

원심농축여액(생활계 생슬러지)		
Q =	352 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	2,434	856
COD _{Mn}	1,868	657
SS	9,231	3,247
T-N	404.3	142
T-P	119.9	42



탈수계		
Q =	108.2 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
WC	75.0	%
SS회수율	95.0	%
BOD	54,795	5,927
CODcr	45,803	4,954
CODMn	250,000	27,041
SS	30,903	3,343
T-N	18,097	1,957
T-P	VS/TS	44.0%

탈수기 유입(소화슬러지)		
Q =	856 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	7,292	6,239
COD _{Mn}	6,095	5,215
SS	33,270	28,465
T-N	4,112	3,518
T-P	2,408	2,060
VS/TS	44.0%	

소화 슬러지		
Q =	856 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	7,292	6,239
CODcr	13,126	11,230
COD _{Mn}	6,096	5,215
SS	33,271	28,464
T-N	4,113	3,518
T-P	2,408	2,060
VS/TS	44.0%	

소화효율 65.0%
VS감량 23.242 kg/일
가스발생량 0.85 Nm³/kgVS
슬러지 VS제거량 23.241 kg/일
가스발생량 19.755 Nm³/일
메탄량 63.0%
메탄발생량 12.446 Nm³CH₄/일

소화조 유입(원심농축생+농축탈수잉여슬러지)		
Q =	856 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	20,834	17,825
CODcr	37,502	32,085
COD _{Mn}	17,416	14,900
SS	60,435	51,706
T-N	2,483	2,124
T-P	1,458	1,248
VS	VS/TS	69.2%
VS	41,793	35,756
VS	110,791	13,836

농축탈수 슬러지(잉여슬러지)		
Q =	125 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
WC	82.0	%
SS회수율	90.0	%
BOD	81,004	10,116
CODcr	145,806	18,209
COD _{Mn}	72,003	8,992
SS	180,000	22,480
T-N	6,790	848
T-P	6,918	863
VS/TS	61.6%	
VS	110,791	13,836

농축슬러지(생슬러지)		
Q =	731 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
WC	96.0	%
SS회수율	90.0	%
BOD	10,551	7,709
CODcr	18,991	13,876
COD _{Mn}	8,086	5,908
SS	40,000	29,227
T-N	1,746	1,276
T-P	526	384
VS/TS	75.0%	
VS	30,000	21,920

농축기 유입(생슬러지)		
Q =	1,082 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	7,913	8,565
COD _{Mn}	6,065	6,565
SS	30,000	32,474
T-N	1,310	1,418
T-P	394	426
VS/TS	75.0%	
VS	22,500	24,356

승기공공하수처리시설 현대화 용량계산서 (생활계)

1. 유입조건

Influent (생물반응조 유입수)			Effluent (이차침전지 유출수)			비 고
Q	271,899	m ³ /day	Q	269,892	m ³ /day	
BOD	37,735 kg/day	(138.8 mg/ℓ)	BOD	2,699 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
COD _{Mn}	28,209 kg/day	(103.7 mg/ℓ)	COD _{Mn}	10,796 kg/day	(40.0 mg/ℓ)	
SS	23,067 kg/day	(84.8 mg/ℓ)	SS	2,699 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
T-N	10,970 kg/day	(40.3 mg/ℓ)	T-N	5,398 kg/day	(20.0 mg/ℓ)	
T-P	1,538 kg/day	(5.7 mg/ℓ)	T-P	540 kg/day	(2.00 mg/ℓ)	

2. 설계인자

가. 일반인자

호기조 최저온도 (℃)	10	MLSS농도 (kg/m ³)	3.0
호기조 pH	7.0		
호기조 DO (mg/L)	2.0		
TN/MLVSS(세포내 질소함량)	8.0%	MLVSS/MLSS	62.6%
TP/MLVSS(세포내 인함량)	7.0%		

나. 생물반응조 유입수 유기물 성상 분류

- 1) COD_{Cr}/BOD비 2.0 (일차침전지 유출수: 1.9~2.0, 유입원수: 2.0~2.2)
- 2) 생물반응조 유입 COD_{Cr} 농도 277.6 mg/L
- 3) 유입수 유기물 성상 분류

구분	COD _{Cr} 내 함량(%)	농도(mg/L)
S _i	10.00	27.76
S _{LF}	10.03	27.84
S _F	20.07	55.71
X _s	48.40	134.34
X _i	11.50	31.92

구 분	농도(mg/L)	부하(kg/일)	비 율
RBDCOD _{Cr}	83.55	22,717	30.1%
SBDCOD _{Cr}	134.34	36,528	48.4%
BDCOD _{Cr}	217.89	59,244	78.5%

다. 생물학적 동역학 계수

- 1) 독립영양(=질산화)미생물(Autotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _{m,n}	질산화미생물의 최대비성장률	0.20~0.90	0.75	d ⁻¹	0.75
K _n	반속도 상수	0.5~1.0	0.74	g NH ₄ /m ³	0.74
Y _n	질산화미생물의 순성장률	0.10~0.15	0.12	g VSS/g NH ₄	0.12
K _{dn}	질산화미생물의 사멸계수	0.05~0.15	0.08	d ⁻¹	0.08
K _O	DO의 반포화계수	0.40~0.60	0.50	g/m ³	0.50
θ 값(온도보정계수)					
μ _{m,n}	—	1.06~1.123	1.070	—	1.070
K _n	—	1.03~1.123	1.053	—	1.053
K _{dn}	—	1.03~1.08	1.04	—	1.04

② 설계온도(T ℃)에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

$$\begin{aligned}\mu_{m,n} &= \mu_{m,n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.38 \text{ d}^{-1} \\ K_n &= K_{n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.44 \text{ g NH}_4/\text{m}^3 \\ K_{dn} &= K_{dn,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.05 \text{ d}^{-1}\end{aligned}$$

- 2) 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _m	종속영양미생물의 최대비성장률	3.0~13.2	6.00	d ⁻¹	6.00
K _s	반속도상수	5.0~40.0	20.00	g BDCOD/m ³	20.00
Y _H	종속영양미생물의 순성장계수	0.30~0.50	0.40	g VSS/g BDCOD	0.40
K _d	종속영양미생물의 사멸계수	0.06~0.20	0.12	d ⁻¹	0.12
f _d	세포잔해로써 잔류하는 미생물 분율	0.08~0.20	0.15	—	0.15
θ 값(온도보정계수)					
μ _m		1.03~1.08	1.07	—	1.07
K _d		1.03~1.08	1.04	—	1.04
K _s		1.00	1.00	—	1.00

② 설계온도(T °C)에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수	=	
$\mu_m = \mu_{m,20} \times \theta^{(T-20)}$	=	3.05 d ⁻¹
$K_d = K_{d,20} \times \theta^{(T-20)}$	=	0.08 d ⁻¹
$K_S = K_{S,20} \times \theta^{(T-20)}$	=	20.00 g BDCOD/m ³

3. 미생물량 계산

가. 질산화미생물의 비성장률, μ_N

$\mu_N = \mu_{m,n} \times [N/(K_n+N)] \times [DO/(K_O+DO)] - K_{dn}$	=	0.16 d ⁻¹
N = 호기조 유출수 내 암모니아성 질소 농도	=	1.00 mg/L

나. 질산화를 위한 최소 SRT, θ_c^m

$\theta_c^m = 1 \div \mu_N$	=	6.35 d
-----------------------------	---	--------

다. 질산화를 위한 설계 SRT, θ_c^A

$\theta_c^d = \theta_c^m \times \text{안전계수}$	=	12.69 d
안전계수(Safety factor)	=	2.00 (범위: 1.3~2.5)

라. 설계 적용 총 SRT, θ_c^d

호기조 설계 SRT / 호기조 분율	=	21.78 d
호기조 분율 = 호기조 부피/총생물반응조 부피	=	0.58

마. 종속영양미생물량, MX_{a1}

1) 종속영양미생물의 실제 성장계수

$Y_{obs} = \text{종속영양미생물의 실제 성장계수} = Y_H \div (1 + K_d \times \theta_c^d)$	=	0.14 g VSS/g BDCOD
--	---	--------------------

2) 유출 용존 기질농도, S 계산

$S = [K_S \times (1 + K_d \times \theta_c^d)] \div [\theta_c^d (\mu_m - K_d) - 1]$	=	0.87 mg/L
--	---	-----------

3) 종속영양미생물량, MX_{a1} 계산

$MX_{a1} = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \div 1,000$	=	8,534 kg/d
여기서, Q: 생물반응조 유입유량		
S ₀ : 생물반응조 유입 BDCOD _{Cr} 농도		

바. 독립영양미생물량, MX_{a2}

1) 독립영양미생물의 실제 성장계수

$Y_{obs,n} = \text{독립영양미생물의 실제 성장계수} = Y_n \div (1 + K_{d,n} \times \theta_c^A)$	=	0.06 g VSS/g NH ₄
--	---	------------------------------

2) 질산화대상 질소농도, NO_x

=	32.17 mg/L	(질소수지 참조)
---	------------	-----------

3) 질산화미생물량, MX_{a2}

$MX_{a1} = Y_{obs,n} \times Q \times NO_x \div 1,000$	=	482 kg/d
---	---	----------

사. 활성미생물량, MX_a

$M_{Xa1} + M_{Xa2}$	=	9,016 kg/d
---------------------	---	------------

아. 총미생물량, MX_{cell}

$MX_a + \text{세포잔해}$	=	11,276 kg/d
세포잔해(Cell debris) = $f_d K_d Q Y_{obs} (S_0 - S) \theta_c^d$	=	2,260 kg/d

자. 총 VSS량, MX_V

$MX_{cell} + \text{유입 NBDVSS량}$	=	13,006 kg/d
NBDVSS량 = (유입 TSS 농도 - 유입 FSS 농도) × 유입 VSS 중 NBDVSS 분율 × 유입유량 ÷ 1,000	=	1,730 kg/d
유입 TSS 중 FSS 분율	=	0.25
유입 VSS 중 NBDVSS 분율	=	0.10
유입 FSS량	=	5,767 kg/d
→		21.21 mg/L

차. 총 고형물량, MX_t

$MX_{cell}/\text{총미생물 내 VSS함량} + \text{유입 NBDVSS량} + \text{유입 FSS량}$	=	20,763 kg/d
총미생물 내 VSS 함량	=	85.0%

카. 잉여슬러지 고형물량, MX_t

$MX_t - \text{유출수 SS량} + \text{화학슬러지량}$	=	18,064 kg/d
---	---	-------------

타. MLVSS/MLSS 비

MX_v/MX_t	=	62.6%
-------------	---	-------

4. 질소수지 분석

가. 유입 질소량

유입질소량, N_{in}	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>271,899</td><td>40.3</td><td>10,970</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	271,899	40.3	10,970	--- (A)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
271,899	40.3	10,970						

나. 유출 질소량

활성미생물내 질소함량, N_b	=	8.00%
활성미생물 발생량(MX_a)	=	9,016 kg/d
MLVSS / MLSS	=	0.63

1) 유출수 내 암모니아성 질소

$[NH_4-N]e$	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>269,892</td><td>1.0</td><td>270</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	269,892	1.0	270	--- (B)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
269,892	1.0	270						

2) 세포조직내의 질소량, N_{SYN} (잉여슬러지내의 질소량)

활성미생물량· N_b	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>271,899</td><td>2.7</td><td>721</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	271,899	2.7	721	--- (C)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
271,899	2.7	721						

3) 비분해성 TKN, $nbd[TKN]$

0.100 × N_{in}	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>269,892</td><td>4.1</td><td>1,097</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	269,892	4.1	1,097	--- (D)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
269,892	4.1	1,097						

4) 유출수 SS내 T-N, SSn

유출 SS × MLVSS/MLSS × N_b	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>269,892</td><td>0.5</td><td>135</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	269,892	0.5	135	--- (E)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
269,892	0.5	135						

5) 목표 유출수 내 $NOx-N$

$[NOx-N]e = [TN]e - [NH_4-N]e - nbd[TKN] - SSn$	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>269,892</td><td>14.4</td><td>3,896</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	269,892	14.4	3,896	
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
269,892	14.4	3,896						

6) 유출수 내 총질소, $[TN]e$

Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
269,892	20.0	5,398

다. 질산화대상 질소량

1) 질산화대상 질소

= (A) - (B) - (C) - (D) - (E)		
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
271,899	32.2	8,746

2) 질산화율(%)

=	79.73%
---	--------

라. 탈질량

1) 탈질대상 질소량

· 탈질대상 질소 = 질산화대상 질소 - 목표 유출수 내 $NOx-N$

Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
271,899	17.8	4,851

2) 무산소조에서의 탈질량

탈질대상 질소량 = 질산화대상 질소 - 목표 유출수 내 NOx-N

Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
271,899	17.8	4,851

탈질율(%) = 55.46%

내부반송률(호기조->무산소조) = (질산화대상 농도-유출수질산성질소)/(유출질산성 질소) = 124.51%

5. 용량 계산

가. 혐기조 용량 계산

1) 인방출에 필요한 HRT 산정

인 방출율 (SPRR) = 0.18 gP/gMLVSS·d (범위: 0.0984~0.2616 -> 중간값 적용)
 (Behaviour of activated sludge from a system with anoxic phosphate uptake(1998)에 의해 제시된 SPRR 값을 이용함(19℃기준 적용))

SPRR_T = SPRR₍₁₉₎ × θ^(T-19) = 0.12 gP/gMLVSS·d

θ: 인방출율에 대한 온도 보정 계수 = 1.04 (MCRT and Temperature effects on EBPR (1992))

유입수중 총 인 량 = 1,538 kgP/day

유입수중 PO₄-P량 = 846 kgP/day = 유입 T-P × 0.55

혐기조내 방출대상 인량 = 2,961 kgP/day = 유입 PO₄-P × 3.50

필요 미생물량 = 방출대상 인량 ÷ SPRR = 2,961kg P/day ÷ 0.12gP/gMLVSS·d = 24,026 kg MLVSS = 38,354 kg MLSS

혐기조 필요 용기 = (38,354kg MLSS ÷ 반응조 MLSS) × 1,000 × 안전계 = 15,342 m³

SF(Safe Factor) = 1.20

인방출에 필요한 HRT = 1.35 hr

2) 혐기조 총 필요 HRT = 1.35 hr

3) 혐기조 총필요 용량 = 15,342 m³

4) 혐기조 소모 RBD COD량

잉여슬러지 인발에 의한 인 제거량 = 잉여슬러지 인발량 × 단위 미생물당 인 함량

= 유입 T-P량 - 방류 T-P량 = 998 kg/day

제거되는 인에 대한 소모 RBD COD비 = 10.00 (범위: 7.0~10.0)

인방출 위해 소모되는량 = 9,982 kg/day

나. 무산소조 용량계산

1) 무산소조 유입 RBD COD_{Cr} & SBDCOD_{Cr}량

무산소 유입 RBD COD_{Cr} = 46.83 mg/L = 12,734 kg/d

무산소 유입 SBDCOD_{Cr} = 134.34 mg/L = 36,528 kg/d

2) RBD COD_{Cr}과 SBDCOD_{Cr} 이용 탈질량

RBD COD_{Cr} 이용 가능 탈질량 = 1,929 kg/d (탈질소비 RBD COD_{Cr}비= 6.60 g COD/g N)

SBDCOD_{Cr} 이용 가능 탈질량 = 4,059 kg/d (탈질소비 SBDCOD_{Cr}비= 9.00 g COD/g N)

RBD COD_{Cr} 이용 탈질량(NO_{x1}) = 1,929 kg/d (탈질대상 질소량 > RBD COD이용 가능탈질량 --> RBD COD이용가능탈질량)

SBDCOD_{Cr} 이용 탈질량(NO_{x2}) = 2,921 kg/d (탈질대상 질소량 - RBD COD이용가능탈질량)

3) 용적당 탈질을 산정

① 비탈질을

고율탈질, SDNR₁ = 0.116 mg N/ mg Xa/d

저율탈질, SDNR₂ = 0.075 mg N/ mg Xa/d

② 용적당 활성미생물량

MX_a/MX_i = 0.434

용적당 활성미생물량 = 1.303 kg/ m³ (무산소조 MLSS농도/1000* Px,bio/Px,TSS)

③ 용적당 탈질율

SDNR_{v1} = 0.151 kg/ m³ d

SDNR_{v2} = 0.098 kg/ m³ d

4) 무산소조 용량 계산

무산소조 필요용량 = (NO_{x1}/SDNR_{v1})+(NO_{x2}/SDNR = 42,575 m³ = 3.76 hr

다. 호기조 용량 계산

1) Case 1: SRT 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

SRT = (MLSS × Voxic)/(QwXw + QeXe) → QeXe = 0으로 가정

Voxic = (잉여슬러지 고�형물량 × θcA) ÷ 호기조 MLSS농도 × 1,000 = 76,440 m³

2) Case 2: 호기조 내 미생물량 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

· 호기조 내 TSS량 = $X_{TSS} = MX_i \times \theta_C^A$

· 호기조 용량 = $X_{TSS} \div MLSS$

=

=

263,583 kg

87,861 m³

3) 호기조 용량

=

87,861 m³

=

7.76 hr

라. 생물반응조 전체 용량

· Vtotal = Vanaerobic + Vanoxic + Voxic

=

145,778 m³

=

12.87 hr

6. 호기조 필요 공기량 계산

· 총 실제 산소요구량 (kg O₂/d), O_T

=

O_{D1} + O_{D2} + O_{D3} + O_{D4}

여기서, OD = 공정의 총 산소요구량 (kg O₂/day)

OD1 = BOD산화에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD2 = 내생호흡에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD3 = 질산화에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD4 = 용존산소농도 유지에 필요한 산소량 (kg O₂/day)

· O_{D1}

=

A*[(BOD₅ 제거량-인 방출시 제거되는 BOD) - 2.86*탈질소량])

=

12,697.88 kg O₂/day

A	:	제거 BOD당 소모되는 산소량 : 0.5~0.7
	=	0.6 kg O ₂ /kg BOD
2.86	:	탈질시 소모되는 BOD량 (kg BOD/kg NO ₃ -N)

· O_{D2}

=

B*M_a

=

13,697.81 kg O₂/day

B	:	단위 호기성미생물량 내생호흡에 의해 소모되는 산소량
	=	0.05 kg O ₂ /kg MLVSS .d
M _a	:	호기조 활성미생물량 (kg MLVSS)
	=	273,956 kg MLVSS

· O_{D3}

=

4.57 * 질산화된 질소량

=

39,971.11 kg O₂/day

4.57	:	4.57 = 질산화에 필요한 산소량 환산계수 (kg O ₂ /kg NH ₄ -N)
------	---	---

· O_{D4}

=

DO_{aerobic} * Q *(1+슬러지반송률 + 내부반송률) * 10⁻³

=

543.8 kg O₂/day

DO _{aerobic}	:	호기조유지 용존산소농도 (mg O ₂ /L)
	=	2.0 mg O ₂ /L

· 총 실제 산소요구량, O_D

=

66,910.6 kg O₂/day

=

AOR

호기조 표준산소요구량(SOR)

=

$\frac{AOR_A \times C_{SW} \times \gamma}{1.024^{(T-20)} \times \alpha(\beta \times C_s \times \gamma - C_A)}$

x

$\frac{10.33mH_2O}{P}$

C _{SW}	:	20℃ 에서의 산소 포화농도	(8.84 mg/ℓ)
C _A	:	혼합액의 평균 DO 농도	(2.00 mg/ℓ)
C _s	:	T℃ 에서의 산소 포화농도	(10.2 mg/ℓ @ 13℃)
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	KL _a 보정계수(산기식: 0.3~0.9)	(0.60)
β	:	포화 용존농도 보정계수	(0.95)
P	:	대기압	(10.33 mH ₂ O)
γ	:	산기수심에 따른 C _s 보정계수 = 1+ (H/2)/10.24	(1.32) 산기수심 6.5

SOR_A

=

152,924 kgO₂/일

필요공기량, G_s

=

$\frac{SOR}{E_A \times \rho \times Q_w \times 24 \times 60}$

x

$\frac{273+T}{273}$

x (1+α)

E _A	:	(청수에 대한) 산소전달효율	20%
ρ	:	표준상태 공기밀도	(1.202 kg/m3)
Q _w	:	공기중 산소비율	0.232
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	여유율	10%

G_s

=

2,171.24 m³/min

7. 알칼리도 검토(mg/L as CaCO3)

가. Alk. 주입여부 검토

1) 유입 Alk.

=

250 mg/ℓ as CaCO₃

=

67,975 kg/일

2) 질산화에 의한 소모 Alk.

· 질산화되는 질소

=

32.2 mgN/ℓ

· 질산화에 의한 소모 Alk. = 7.14 * 질산화되는 질소

=

229.7 mg/ℓ as CaCO₃

=

62,449 kg/일

3) 탈질에 의한 회복 Alk.

· 탈질산화되는 질소	=	17.8	mgN/ℓ
· 탈질산화에 의한 회복 Alk. = 3.57 * 탈질산화되는 질소	=	63.7	mg/ℓ as CaCO ₃
	=	17,317	kg/일

4) 목표 유출 Alk.

	=	20.0	mg/ℓ as CaCO ₃ (30~40mg/L, 하수도시설기준)
	=	5,438	kg/일

5) 유출 Alk. 계산

· 유입 Alk. - 소모 Alk. + 회복 Alk.	=	64.0	mg/ℓ as CaCO ₃	보충필요없음
	=	17,404	kg/일	

8. 탈질에 필요한 외부탄소원 주입 검토

· 무산소조 RBDCOD 이용 가능 탈질량 + SBDCOD 이용 가능 탈질량	=	5,988	kg/일	
· 무산소조 탈질 대상 질소량	=	4,851	kg/일	보충필요없음

승기공공하수처리시설 현대화 용량계산서 (산단계)

1. 유입조건

Influent (생물반응조 유입수)			Effluent (이차침전지 유출수)			비 고
Q	33,425	m ³ /day	Q	32,657	m ³ /day	
BOD	11,128 kg/day	(332.9 mg/ℓ)	BOD	327 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
COD _{Mn}	10,299 kg/day	(308.1 mg/ℓ)	COD _{Mn}	1,306 kg/day	(40.0 mg/ℓ)	
SS	9,734 kg/day	(291.2 mg/ℓ)	SS	327 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
T-N	3,476 kg/day	(104.0 mg/ℓ)	T-N	1,682 kg/day	(51.5 mg/ℓ)	
T-P	745 kg/day	(22.3 mg/ℓ)	T-P	578 kg/day	(17.70 mg/ℓ)	

2. 설계인자

가. 일반인자

호기조 최저온도 (℃)	10	MLSS농도 (kg/m ³)	3.0
호기조 pH	7.0		
호기조 DO (mg/L)	2.0		
TN/MLVSS	8.0%	MLVSS/MLSS	58.7%
TP/MLVSS	7.0%		

나. 생물반응조 유입수 유기물 성장 분류

- 1) COD_{Cr}/BOD비 2.0 (일차침전지 유출수: 1.9~2.0, 유입원수: 2.0~2.2)
 2) 생물반응조 유입 COD_{Cr} 농도 665.9 mg/L

3) 유입수 유기물 성장 분류

구분	COD _{Cr} 내 함량(%)	농도(mg/L)
S _i	20.07	133.64
S _{LF}	10.03	66.79
S _F	10.00	66.59
X _S	38.40	255.69
X _i	21.50	143.16

구 분	농도(mg/L)	부하(kg/일)	비 율
RBDCOD _{Cr}	133.37	4,458	20.0%
SBDCOD _{Cr}	255.69	8,546	38.4%
BDCOD _{Cr}	389.06	13,004	58.4%

다. 생물학적 동역학 계수

1) 독립영양(=질산화)미생물(Autotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _{m,n}	질산화미생물의 최대비성장률	0.20~0.90	0.75	d ⁻¹	0.75
K _n	반속도 상수	0.5~1.0	0.74	g NH ₄ /m ³	0.74
Y _n	질산화미생물의 순성장률	0.10~0.15	0.12	g VSS/g NH ₄	0.12
K _{dn}	질산화미생물의 사멸계수	0.05~0.15	0.08	d ⁻¹	0.08
K _O	DO의 반포화계수	0.40~0.60	0.50	g/m ³	0.50
θ 값(온도보정계수)					
μ _{m,n}	-	1.06~1.123	1.070	-	1.070
K _n	-	1.03~1.123	1.053	-	1.053
K _{dn}	-	1.03~1.08	1.04	-	1.04

② 설계온도(T ℃)에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

$$\begin{aligned}\mu_{m,n} &= \mu_{m,n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.38 \text{ d}^{-1} \\ K_n &= K_{n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.44 \text{ g NH}_4/\text{m}^3 \\ K_{dn} &= K_{dn,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.05 \text{ d}^{-1}\end{aligned}$$

2) 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _m	종속영양미생물의 최대비성장률	3.0~13.2	6.00	d ⁻¹	6.00
K _s	반속도상수	5.0~40.0	20.00	g BDCOD/m ³	20.00
Y _H	종속영양미생물의 순성장계수	0.30~0.50	0.40	g VSS/g BDCOD	0.40
K _d	종속영양미생물의 사멸계수	0.06~0.20	0.12	d ⁻¹	0.12
f _d	세포잔해로써 잔류하는 미생물 분율	0.08~0.20	0.15	-	0.15
θ 값(온도보정계수)					
μ _m	-	1.03~1.08	1.07	-	1.07
K _d	-	1.03~1.08	1.04	-	1.04
K _s	-	1.00	1.00	-	1.00

② 설계온도(T ℃)에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

$$\begin{aligned}\mu_m &= \mu_{m,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 3.05 \text{ d}^{-1} \\ K_d &= K_{d,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.08 \text{ d}^{-1} \\ K_s &= K_{s,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 20.00 \text{ g BDCOD}/\text{m}^3\end{aligned}$$

3. 미생물량 계산

가. 질산화미생물의 비성장률, μ_N

$$\begin{aligned}\mu_N &= \mu_{m,n} \times [N/(K_n+N)] \times [DO/(K_O+DO)] - K_{dn} &= & 0.16 \text{ d}^{-1} \\ N &= \text{호기조 유출수 내 암모니아성 질소 농도} &= & 1.00 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

나. 질산화를 위한 최소 SRT, θ_c^m

$$\theta_c^m = 1 \div \mu_N = 6.35 \text{ d}$$

다. 질산화를 위한 설계 SRT, θ_c^A

$$\theta_c^A = \theta_c^m \times \text{안전계수} = 12.69 \text{ d}$$

$$\text{안전계수(Safety factor)} = 2.00 \text{ (범위: 1.3~2.5)}$$

라. 설계 적용 총 SRT, θ_c^d

$$\text{호기조 설계 SRT} / \text{호기조 분율} = 12.69 \text{ d}$$

$$\text{호기조 분율} = \text{호기조 부피} / \text{총생물반응조 부피} = 1.00$$

마. 종속영양미생물량, MX_{a1}

1) 종속영양미생물의 실제 성장계수

$$Y_{obs} = \text{종속영양미생물의 실제 성장계수} = Y_H \div (1 + K_d \times \theta_c^d) = 0.20 \text{ g VSS/g BDCOD}$$

2) 유출 용존 기질농도, S 계산

$$S = [K_s \times (1 + K_d \times \theta_c^d)] \div [\theta_c^d (\mu_m - K_d) - 1] = 1.11 \text{ mg/L}$$

3) 종속영양미생물량, MX_{a1} 계산

$$MX_{a1} = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \div 1,000 = 2,556 \text{ kg/d}$$

여기서, Q: 생물반응조 유입유량
S₀: 생물반응조 유입 BDCOD_C농도

바. 독립영양미생물량, MX_{a2}

1) 독립영양미생물의 실제 성장계수

$$Y_{obs,n} = \text{독립영양미생물의 실제 성장계수} = Y_n \div (1 + K_{d,n} \times \theta_c^d) = 0.07 \text{ g VSS/g NH}_4$$

2) 질산화대상 질소농도, NO_x

$$= 85.55 \text{ mg/L (질소물질수지 참조)}$$

3) 질산화미생물량, MX_{a2}

$$MX_{a1} = Y_{obs,n} \times Q \times \text{NO}_x \div 1,000 = 204 \text{ kg/d}$$

사. 활성미생물량, MX_a

$$MX_{a1} + MX_{a2} = 2,760 \text{ kg/d}$$

아. 총미생물량, MX_{cell}

$$MX_a + \text{세포잔해} = 3,154 \text{ kg/d}$$

$$\text{세포잔해(Cell debris)} = f_d K_d Q Y_{obs} (S_0 - S) \theta_c^d = 395 \text{ kg/d}$$

자. 총 VSS량, MX_v

$$MX_{cell} + \text{유입NBDVSS량} = 4,250 \text{ kg/d}$$

$$\text{NBDVSS량} = (\text{유입 TSS 농도} - \text{유입 FSS 농도}) \times \text{유입 VSS 중 NBDVSS 분율} \times \text{유입유량} \div 1,000 = 1,095.1 \text{ kg/d}$$

유입 TSS 중 FSS 분율 = 0.25
유입 VSS 중 NBDVSS 분율 = 0.15
유입 FSS량 = 2,433 kg/d
→ 72.80 mg/L

차. 총 고형물량, MX_t

폐수

$$MX_{cell} / \text{총미생물 내 VSS함량} + \text{유입 NBDVSS량} + \text{유입 FSS량} = 7,239.7 \text{ kg/d}$$

$$\text{총미생물 내 VSS 함량} = 85.0\%$$

카. 잉여슬러지 고형물량, MX_t

$$MX_t - \text{유출수 SS량} + \text{화학슬러지량} = 6,913.1 \text{ kg/d}$$

타. MLVSS/MLSS 비

$$MX_v / MX_t = 58.7\%$$

4. 질소수지 분석

가. 유출입 질소량

유입질소량, N _{in}	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
	33,425	104.0	3,476

--- (A)

② 용적당 활성미생물량

$$\cdot MX_a/MX_t = 0.381$$

$$\cdot \text{용적당 활성미생물량} = 1.144 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{무산소조 MLSS농도}/1000 \cdot P_{x,\text{bio}}/P_{x,\text{TSS}})$$

③ 용적당 탈질율

$$\cdot \text{SDNR}_{v1} = 0.133 \text{ kg/m}^3 \text{ d}$$

$$\cdot \text{SDNR}_{v2} = 0.086 \text{ kg/m}^3 \text{ d}$$

4) 무산소조 용량 계산

$$\cdot \text{무산소조 필요용량} = (\text{NO}_{x1}/\text{SDNR}_{v1}) + (\text{NO}_{x2}/\text{SDNR}_{v2}) = 5.079 \text{ m}^3 = 3.65 \text{ hr}$$

나. 호기조 용량 계산

1) Case 1: SRT 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

$$\cdot \text{SRT} = (\text{MLSS} \times V_{\text{oxic}}) / (Q_w X_w + Q_e X_e) \rightarrow Q_e X_e = 0 \text{으로 가정}$$

$$\cdot V_{\text{oxic}} = (\text{잉여슬러지 고형물량} \times \theta_c A) \div \text{호기조 MLSS농도} \times 1,000 = 29,254 \text{ m}^3$$

2) Case 2: 호기조 내 미생물량 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

$$\cdot \text{호기조 내 TSS량} = X_{\text{TSS}} = MX_a \times \theta_c^A = 91,906 \text{ kg}$$

$$\cdot \text{호기조 용량} = X_{\text{TSS}} \div \text{MLSS} = 30,635 \text{ m}^3$$

3) 호기조 용량 = 30,635 m³ = 22.00 hr

다. 생물반응조 전체 용량

$$\cdot V_{\text{total}} = V_{\text{anoxic}} + V_{\text{oxic}} = 35,715 \text{ m}^3 = 25.64 \text{ hr}$$

6. 호기조 필요 공기량 계산

$$\cdot \text{총 실제 산소요구량 (kg O}_2\text{/d), O}_D = O_{D1} + O_{D2} + O_{D3} + O_{D4}$$

여기서, OD = 공정의 총 산소요구량 (kg O₂/day)

OD1 = BOD산화에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD2 = 내생호흡에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD3 = 질산화에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD4 = 용존산소농도 유지에 필요한 산소량 (kg O₂/day)

$$\cdot O_{D1} = A \cdot [(BOD_5 \text{ 제거량} - \text{인 방출시 제거되는 BOD}) - 2.86 \cdot \text{탈질소량}] = 6,676.88 \text{ kg O}_2\text{/day} = 6,676.90$$

A	:	제거 BOD당 소모되는 산소량 : 0.5~0.7
2.86	:	탈질시 소모되는 BOD량 (kg BOD/kg NO ₃ -N)

$$\cdot O_{D2} = B \cdot M_a = 3,144.57 \text{ kg O}_2\text{/day}$$

B	:	단위 호기성미생물당 내생호흡에 의해 소모되는 산소량
	=	0.05 kg O ₂ /kg MLVSS .d
M _a	:	호기조 활성미생물량 (kg MLVSS)
	=	62,888 kg MLVSS

$$\cdot O_{D3} = 4.57 \cdot \text{질산화된 질소량} = 13,068.30 \text{ kg O}_2\text{/day}$$

4.57	:	4.57 = 질산화에 필요한 산소량 환산계수 (kg O ₂ /kg NH ₄ -N)
------	---	---

$$\cdot O_{D4} = DO_{\text{aerobic}} \cdot Q \cdot (1 - \text{)} \cdot 10^{-3} = 66.9 \text{ kg O}_2\text{/day}$$

DO _{aerobic}	:	호기조유지 용존산소농도 (mg O ₂ /L)
	=	2.0 mg O ₂ /L

$$\cdot \text{총 실제 산소요구량, O}_D = 22,956.6 \text{ kg O}_2\text{/day} = \text{AOR}$$

$$\text{호기조 표준산소요구량(SOR)} = \frac{\text{AOR}_A \times C_{\text{SW}} \times \gamma}{1.024^{(T-20)} \times \alpha(\beta \times C_S \times \gamma - C_A)} \times \frac{10.33 \text{mH}_2\text{O}}{P}$$

C _{SW}	:	20℃에서의 산소 포화농도	(8.84 mg/l)
C _A	:	혼합액의 평균 DO 농도	(2.00 mg/l)
C _S	:	T℃에서의 산소 포화농도	(10.2 mg/l @ 13℃)
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	KL _a 보정계수(산기식: 0.3~0.9)	(0.60)
β	:	포화 용존농도 보정계수	(0.95)
P	:	대기압	(10.33 mH ₂ O)
γ	:	산기수심에 따른 C _S 보정계수 = 1+ (H/2)/10.24	(1.32) 산기수심 6.5
SOR _A	=	52,467 kgO ₂ /일	

$$\text{필요공기량, G}_S = \frac{\text{SOR}}{E_A \times \rho \times Q_w \times 24 \times 60} \times \frac{273+T}{273} \times (1+\alpha)$$

E _A	:	(청수에 대한) 산소전달효율	20%
ρ	:	표준상태 공기밀도	(1.202 kg/m ³)
Q _w	:	공기중 산소비율	0.232
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	여유율	10%

$$G_S = 744.94 \text{ m}^3\text{/min}$$

7. 알칼리도 검토(mg/L as CaCO3)

가. Alk. 주입여부 검토

1) 유입 Alk.	=	400	mg/ℓ as CaCO ₃	
	=	13,370	kg/일	
2) 질산화에 의한 소모 Alk.				
· 질산화되는 질소	=	85.6	mgN/ℓ	
· 질산화에 의한 소모 Alk. = 7.14 * 질산화되는 질소	=	610.8	mg/ℓ as CaCO ₃	
	=	20,417	kg/일	
3) 탈질에 의한 회복 Alk.				
· 탈질산화되는 질소	=	47.1	mgN/ℓ	
· 탈질산화에 의한 회복 Alk. = 3.57 * 탈질산화되는 질소	=	168.0	mg/ℓ as CaCO ₃	
	=	5,617	kg/일	
4) 목표 유출 Alk.	=	250	mg/ℓ as CaCO ₃	(생활계 유입수 Alk.)
	=	8,356	kg/일	
5) 유출 Alk. 계산				
· 유입 Alk. - 소모 Alk. + 회복 Alk.	=	(292.8)	mg/ℓ as CaCO ₃	보충필요
	=	(9,786.8)	kg/일	

나. NaOH 공급량 계산 (Alk. 보충 필요시)

· 알칼리도 공급 필요량	=	292.80	mgCaCO ₃ /ℓ	=	9,787	kgCaCO ₃ /d
· NaOH 소요량 = 알칼리도 공급필요량*40/50	=			=	7,829	kgNaOH/d
· 25%, 액상 NaOH 공급량	=			=	31,318	kgNaOH/d
· 25%, 액상 NaOH 비중	=			=	1.22	g/cm ³
· 25%, 액상 NaOH 공급량 = kg/1.22/1000	=			=	25.7	m ³ /d

8. 탈질에 필요한 외부탄소원 주입 검토

· 무산소조 RBDCOD 이용 가능 탈질량 + SBDCOD 이용 가능 탈질량	=	1,625.1	kg/일	
· 무산소조 탈질 대상 질소량	=	1,573.3	kg/일	보충필요없음
· 무산소조 탈질 부족 질소량	=	-51.7	kg/일	-1.5 mg/L
· 무산소조 RBDCOD필요량	=	(341)	kg/일	
· 외부탄소원 필요 농도	=	-10.2	mg/L	
· 외부탄소원 공급량(=RBDCOD공급량)	=	-341	kg/일	
· 메탄올 100% 이론적 COD농도	=	1,180,000	mg/L	
· 메탄올 100% 주입률	=	-0.29	m ³ /일	
· 메탄올 100% 공급량	=	-229.1	kg/일	
· 메탄올 100% 비중	=	792.0	kg/m ³	

소화조 용량산정

항 목	용 량 계 산																		
1) 소화조 유입조건																			
가. 슬러지 발생량	<table><tr><th rowspan="2">구 분</th><th>유입 유량</th><th>유입 TS</th><th>유입 VS</th><th rowspan="2">비고</th></tr><tr><th>(m³/d)</th><th>(%)</th><th>(%)</th></tr><tr><td>소화조 유입슬러지</td><td>855.6</td><td>6.04</td><td>4.18</td><td></td></tr><tr><td>소화액</td><td>855.5</td><td>3.33</td><td>1.46</td><td></td></tr></table>	구 분	유입 유량	유입 TS	유입 VS	비고	(m³/d)	(%)	(%)	소화조 유입슬러지	855.6	6.04	4.18		소화액	855.5	3.33	1.46	
구 분	유입 유량		유입 TS	유입 VS	비고														
	(m³/d)	(%)	(%)																
소화조 유입슬러지	855.6	6.04	4.18																
소화액	855.5	3.33	1.46																
2) 소화조 용량 검토																			
가. 설계조건																			
a) 소화일수	20.0 ~ 25.0 day (하수도설계기준 해설편 p.973, 중온소화 제안 SRT)																		
b) 유입유량	855.6 m³/일																		
나. 소화조 필요용량																			
a) 소화일수에 의한 산정	VI = T x QI 21,388 m³ 적용 · 소화조 용량(VI) : 17,111 ~ 21,388 m³ · 소화일수(T) : 20.0 ~ 25 day 적용 25 day 이상 · 유입 슬러지량(Q) : 856 m³/d																		
b) VS부하율에 의한 산정	V = (Q x VS x 10) / VSload · 소화조 용량(V) : 5,587 ~ 22,348 m³ · 유입 슬러지량(Q) : 855.6 m³/d · 유입수 VS : 4.18 % · VS부하율(VSload) : 1.6 ~ 6.4 kgVSS/m³/d																		
c) 소화조 최소 필요 용량	21,388 m³ (a값에서 체류시간 25일 적용치)																		
4) 소화조 용량 검토																			
a) 소화조 형식	2단소화(원형)																		
b) 소화조 규격	소화조 · 지름 : 22.0 m · 유효수심 : 11.0 m · 지수 : 6 지 · 소화조 용량(1) : 25,089 m³ · 소화조 전체용량(소화조) : 25,089 m³ · 소화일수(소화조) : 29.3 day =====> O.K. · 전체 소화일수(소화조) : 29.3 day																		
c) 설계 검토																			

소화조 Biogass발생량

1. VS기준 가스발생량

가) 소화조 VS감량율(소화효율)	65.0 %
나) 소화조 유입VS 부하량	35,756 kg/일
1) 생슬러지 소화조 유입(=원심농축슬러지) VS 부하량	21,920 kg/일
2) 잉여슬러지 유입(=농축탈수 후 슬러지) VS 부하량	13,836 kg/일
다) 소화조 유출VS 부하량	12,515 kg/일
라) 소화조 VS 제거량	23,242 kg/일
1) 생슬러지 VS 제거량	14,248 kg/일
2) 잉여슬러지 VS 제거량	8,994 kg/일
3) 총슬러지 VS 제거량	23,242 kg/일
마) VS 제거량에 따른 가스발생률	
1) 혼합 슬러지 VS 제거에 따른 가스발생률	0.85 m ³ /kgVS
2) 생슬러지 VS 제거에 따른 가스발생률, 하수도시설기준(p742)	m ³ /kgVS
바) 메탄 함량	63.0 %
1) 가스발생량 : 생슬러지 1.0m ³ /kgVS제거, 잉여슬러지 0.75m ³ /kgVS제거 (하수도시설기준 p737)	
2) CH ₄ 함량 : 65% (하수도시설기준 p742)	
3) 소화가스발열량 5,600kcal/m ³ , 메탄가스발열량 8,640kcal/m ³ (하수도시설기준 p742)	
4) 슬러지비열 : 1.0kcal/kg°C	
사) 가스발생량	19,756 m ³ /일
아) 메탄가스발생량	12,446 m ³ /일
자) 발열량	107,533,679 kcal/일

1. 생물반응조 공정 설계

(1) 생활계

구분		W	L	He	EA
구조물	Anaerobic	9.0 m	11.0 m	6.5 m	32
	Anoxic	18.0 m	23.0 m	6.5 m	16
	Oxic	18.0 m	47.5 m	6.5 m	16
폭/수심비		2.77	81.5		

(2) 산단계

구분		W	L	He	EA
설계	Anoxic	18.0 m	11.0 m	6.5 m	4
	Oxic	18.0 m	70.5 m	6.5 m	4

반응조 용량 Check : 생활계 일차침전지+산단계 이차침전지

구 분	Required		Design		result		여유율
	Volume	HRT	Volume	HRT	Volume	HRT	(%)
Anaerobic	15,342 m³	1.35 hr	20,592 m³	1.82 hr	O.K	O.K	34.2%
Anoxic	42,575 m³	3.76 hr	43,056 m³	3.80 hr	O.K	O.K	1.1%
Oxic	87,861 m³	7.76 hr	88,920 m³	7.85 hr	O.K	O.K	1.2%
Total	145,778 m³	12.87 hr	152,568 m³	13.47 hr	O.K	O.K	4.7%

반응조 용량 Check : 산단계 일차침전지

구 분	Required		Design		result		여유율
	Volume	HRT	Volume	HRT	Volume	HRT	(%)
Anoxic	5,079 m³	3.65 hr	5,148 m³	3.70 hr	O.K	O.K	1.4%
Oxic	30,635 m³	22.00 hr	32,994 m³	23.69 hr	O.K	O.K	7.7%
Total	35,715 m³	25.64 hr	38,142 m³	27.39 hr	O.K	O.K	6.8%

2. 일차침전지

(1) 생활계

1) 일차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.597~598)

유입하수량	720,000	㎥/일	(강우시 하수량 기준)
HRT	2.0	~	4.0 hr 이상
수면적부하	25	~	50 ㎥/㎡/일
길이/폭	3.00	이상	
폭/깊이	1.00	~	2.25
유효수심	2.5	~	4.0 m

2) 일차침전지 규격

용량	60,000	~	120,000	㎥	61,056
수면적	14,400	~	28,800	㎡	15,264
규격	9.0 mW	×53.0mL	×4.0mHe	× 32 지	
적용HRT	2.04 시간				

3) 일차침전지 규격 검토

HRT	2.04 시간	OK
수면적부하	47.2 ㎥/㎡/일	OK
횡단면적	1,152.0 ㎡ (36.0 ㎡/지)	
길이/폭	5.89	OK
폭/깊이	2.25	OK

(2) 산업계

1) 일차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.597~598)

유입하수량	90,000	㎥/일	(강우시 하수량 기준)
HRT	2.0	~	4.0 hr 이상
수면적부하	25	~	50 ㎥/㎡/일
길이/폭	3.00	이상	
폭/깊이	1.00	~	2.25
유효수심	2.5	~	4.0 m

2) 일차침전지 규격

용량	7,500	~	15,000	㎥	15,264
수면적	1,800	~	3,600	㎡	3,816
규격	9.0 mW	×53.0mL	×4.0mHe	× 8 지	
적용HRT	4.07 시간				

3) 일차침전지 규격 검토

HRT	4.07 시간	OK
수면적부하	23.6 ㎥/㎡/일	OK
횡단면적	288.0 ㎡ (36.0 ㎡/지)	
길이/폭	5.89	OK
폭/깊이	2.25	OK

3. 이차침전지

(1) 생활계

1) 이차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.607~608)

유입하수량	271,899	㎥/일	(일최대 하수량)
HRT	3	~	5 hr
수면적부하	15	~	25 ㎥/㎡/일
고형물부하	40	~	125 kg/㎡/일
유효수심	2.5	~	4.0 m
길이/폭	3.00	이상	
폭/깊이	1.00	~	2.25

1) 이차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.607~608)

유입하수량	33,425	㎥/일	(일최대 하수량)
HRT	3	~	5 hr
수면적부하	15	~	25 ㎥/㎡/일
고형물부하	40	~	125 kg/㎡/일
유효수심	2.5	~	4.0 m
길이/폭	3.00	이상	
폭/깊이	1.00	~	2.25

2) 이차침전지 규격

용량	33,987	~	56,646	㎥	43,776
수면적	10,876	~	18,127	㎡	10,944
고형물량		~	815,697	kg/일	815,697
수면적	6,526	~	20,392	㎡	10,944
규격	9.0 mW	×38.0mL	×4.0mHe	× 32 지	

2) 이차침전지 규격

용량	4,178	~	6,964	㎥	10,944
수면적	1,337	~	2,228	㎡	2,736
고형물량		~	100,275	kg/일	100,275
수면적	802	~	2,507	㎡	2,736
규격	9.0 mW	×38.0mL	×4.0mHe	× 8 지	

3) 이차침전지 규격 검토

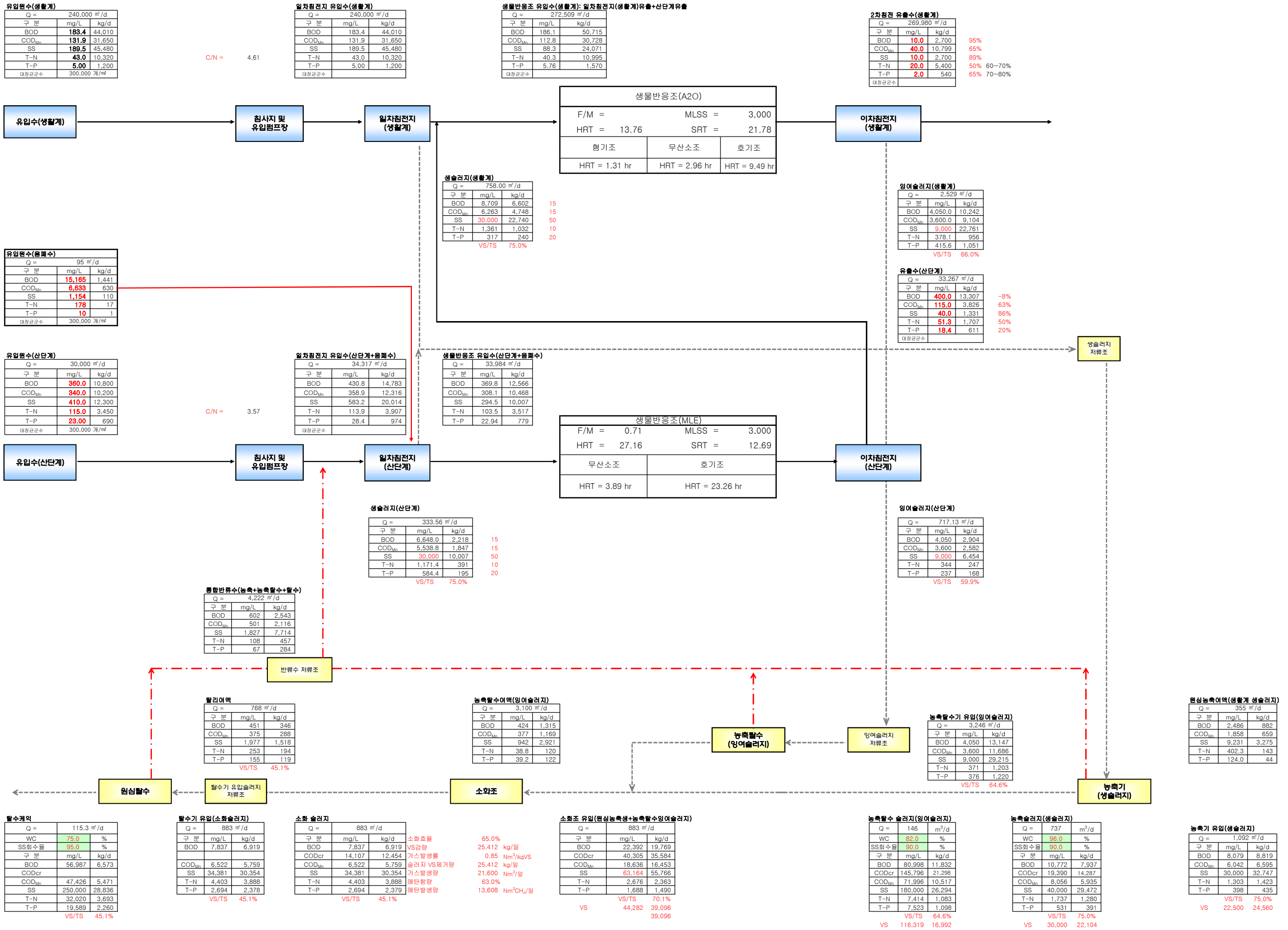
HRT	3.86 hr	OK
수면적부하	24.84 ㎥/㎡/일	OK
고형물부하	74.5 kg/㎡/일	OK
유효수심	4.0 m	OK
길이/폭	4.22	OK
폭/깊이	2.25	OK

3) 이차침전지 규격 검토

HRT	7.86 hr	NO
수면적부하	12.22 ㎥/㎡/일	NO
고형물부하	36.7 kg/㎡/일	NO
유효수심	4.0 m	OK
길이/폭	4.22	OK
폭/깊이	2.25	OK

CASE. 2

◆ 승기공공하수처리시설 현대화사업 음폐수유입방안 검토_산단계 생물반응조 투입



승기공공하수처리시설 현대화 용량계산서 (생활계)

1. 유입조건

Influent (생물반응조 유입수)			Effluent (이차침전지 유출수)			비 고
Q	272,509	m ³ /day	Q	269,980	m ³ /day	
BOD	50,715 kg/day	(186.1 mg/ℓ)	BOD	2,700 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
COD _{Mn}	30,728 kg/day	(112.8 mg/ℓ)	COD _{Mn}	10,799 kg/day	(40.0 mg/ℓ)	
SS	24,071 kg/day	(88.3 mg/ℓ)	SS	2,700 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
T-N	10,995 kg/day	(40.3 mg/ℓ)	T-N	5,400 kg/day	(20.0 mg/ℓ)	
T-P	1,570 kg/day	(5.8 mg/ℓ)	T-P	540 kg/day	(2.00 mg/ℓ)	

2. 설계인자

가. 일반인자

호기조 최저온도 (℃)	10	MLSS농도 (kg/m ³)	3.0
호기조 pH	7.0		
호기조 DO (mg/L)	2.0		
TN/MLVSS(세포내 질소함량)	8.0%	MLVSS/MLSS	66.0%
TP/MLVSS(세포내 인함량)	7.0%		

나. 생물반응조 유입수 유기물 성상 분류

- 1) COD_{Cr}/BOD비 2.0 (일차침전지 유출수: 1.9~2.0, 유입원수: 2.0~2.2)
- 2) 생물반응조 유입 COD_{Cr} 농도 372.2 mg/L
- 3) 유입수 유기물 성상 분류

구분	COD _{Cr} 내 함량(%)	농도(mg/L)
S _I	10.00	37.22
S _{LF}	10.03	37.33
S _F	20.07	74.70
X _S	48.40	180.15
X _I	11.50	42.80

구 분	농도(mg/L)	부하(kg/일)	비 율
RBDCOD _{Cr}	112.04	30,531	30.1%
SBDCOD _{Cr}	180.15	49,092	48.4%
BDCOD _{Cr}	292.18	79,623	78.5%

다. 생물학적 동역학 계수

- 1) 독립영양(=질산화)미생물(Autotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _{m,n}	질산화미생물의 최대비성장률	0.20~0.90	0.75	d ⁻¹	0.75
K _n	반속도 상수	0.5~1.0	0.74	g NH ₄ /m ³	0.74
Y _n	질산화미생물의 순성장률	0.10~0.15	0.12	g VSS/g NH ₄	0.12
K _{dn}	질산화미생물의 사멸계수	0.05~0.15	0.08	d ⁻¹	0.08
K _O	DO의 반포화계수	0.40~0.60	0.50	g/m ³	0.50
θ 값(온도보정계수)					
μ _{m,n}	—	1.06~1.123	1.070	—	1.070
K _n	—	1.03~1.123	1.053	—	1.053
K _{dn}	—	1.03~1.08	1.04	—	1.04

② 설계온도(T ℃)에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

$$\begin{aligned}\mu_{m,n} &= \mu_{m,n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.38 \text{ d}^{-1} \\ K_n &= K_{n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.44 \text{ g NH}_4/\text{m}^3 \\ K_{dn} &= K_{dn,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.05 \text{ d}^{-1}\end{aligned}$$

2) 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _m	종속영양미생물의 최대비성장률	3.0~13.2	6.00	d ⁻¹	6.00
K _s	반속도상수	5.0~40.0	20.00	g BDCOD/m ³	20.00
Y _H	종속영양미생물의 순성장계수	0.30~0.50	0.40	g VSS/g BDCOD	0.40
K _d	종속영양미생물의 사멸계수	0.06~0.20	0.12	d ⁻¹	0.12
f _d	세포잔해로써 잔류하는 미생물 분율	0.08~0.20	0.15	—	0.15
θ 값(온도보정계수)					
μ _m	—	1.03~1.08	1.07	—	1.07
K _d	—	1.03~1.08	1.04	—	1.04
K _s	—	1.00	1.00	—	1.00

② 설계온도(T °C)에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수	=	
$\mu_m = \mu_{m,20} \times \theta^{(T-20)}$	=	3.05 d ⁻¹
$K_d = K_{d,20} \times \theta^{(T-20)}$	=	0.08 d ⁻¹
$K_s = K_{s,20} \times \theta^{(T-20)}$	=	20.00 g BDCOD/m ³

3. 미생물량 계산

가. 질산화미생물의 비성장률, μ_N

$\mu_N = \mu_{m,n} \times [N/(K_n+N)] \times [DO/(K_o+DO)] - K_{dn}$	=	0.16 d ⁻¹
N = 호기조 유출수 내 암모니아성 질소 농도	=	1.00 mg/L

나. 질산화를 위한 최소 SRT, θ_c^m

$\theta_c^m = 1 \div \mu_N$	=	6.35 d
-----------------------------	---	--------

다. 질산화를 위한 설계 SRT, θ_c^A

$\theta_c^d = \theta_c^m \times \text{안전계수}$	=	12.69 d
안전계수(Safety factor)	=	2.00 (범위: 1.3~2.5)

라. 설계 적용 총 SRT, θ_c^d

호기조 설계 SRT / 호기조 분율	=	21.78 d
호기조 분율 = 호기조 부피/총생물반응조 부피	=	0.58

마. 종속영양미생물량, MX_{a1}

1) 종속영양미생물의 실제 성장계수

$Y_{obs} = \text{종속영양미생물의 실제 성장계수} = Y_H \div (1 + K_d \times \theta_c^d)$	=	0.14 g VSS/g BDCOD
--	---	--------------------

2) 유출 용존 기질농도, S 계산

$S = [K_s \times (1 + K_d \times \theta_c^d)] \div [\theta_c^d (\mu_m - K_d) - 1]$	=	0.87 mg/L
--	---	-----------

3) 종속영양미생물량, MX_{a1} 계산

$MX_{a1} = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \div 1,000$	=	11,481 kg/d
여기서, Q: 생물반응조 유입유량		
S ₀ : 생물반응조 유입 BDCOD _{Cr} 농도		

바. 독립영양미생물량, MX_{a2}

1) 독립영양미생물의 실제 성장계수

$Y_{obs,n} = \text{독립영양미생물의 실제 성장계수} = Y_n \div (1 + K_{d,n} \times \theta_c^A)$	=	0.06 g VSS/g NH ₄
--	---	------------------------------

2) 질산화대상 질소농도, NO_x

=	31.29 mg/L	(질소수지 참조)
---	------------	-----------

3) 질산화미생물량, MX_{a2}

$MX_{a1} = Y_{obs,n} \times Q \times NO_x \div 1,000$	=	470 kg/d
---	---	----------

사. 활성미생물량, MX_a

$M_{Xa1} + M_{Xa2}$	=	11,951 kg/d
---------------------	---	-------------

아. 총미생물량, MX_{cell}

$MX_a + \text{세포잔해}$	=	14,992 kg/d
세포잔해(Cell debris) = $f_d K_d Q Y_{obs} (S_0 - S) \theta_c^d$	=	3,041 kg/d

자. 총 VSS량, MX_v

$MX_{cell} + \text{유입 NBDVSS량}$	=	16,797 kg/d
NBDVSS량 = (유입 TSS 농도 - 유입 FSS 농도) × 유입 VSS 중 NBDVSS 분율 × 유입유량 ÷ 1,000	=	
	=	1,805 kg/d
유입 TSS 중 FSS 분율	=	0.25
유입 VSS 중 NBDVSS 분율	=	0.10
유입 FSS량	=	6,018 kg/d
→		22.08 mg/L

2) 무산소조에서의 탈질량

· 탈질대상 질소량 = 질산화대상 질소 - 목표 유출수 내 NO_x-N

Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
272,509	17.0	4,639

· 탈질율(%) = 54.41%

· 내부반송률(호기조→무산소조) = (질산화대상 농도-유출수질산성질소)/(유출질산성 질소) = 119.32%

5. 용량 계산

가. 혐기조 용량 계산

1) 인방출에 필요한 HRT 산정

· 인 방출율 (SPRR) = 0.18 gP/gMLVSS·d (범위: 0.0984~0.2616 → 중간값 적용)
(Behaviour of activated sludge from a system with anoxic phosphate uptake(1998)에 의해 제시된 SPRR 값을 이용함(19℃기준 적용))

· $SPRR_T = SPRR_{(19)} \times \theta^{(T-19)}$ = 0.12 gP/gMLVSS·d

· θ : 인방출율에 대한 온도 보정 계수 = 1.04 (MCRT and Temperature effects on EBPR (1992))

· 유입수중 총 인량 = 1,570 kgP/day

· 유입수중 PO₄-P량 = 863 kgP/day = 유입 T-P × 0.55

· 혐기조내 방출대상 인량 = 3,022 kgP/day = 유입 PO₄-P × 3.50

· 필요 미생물량 = 방출대상 인량 ÷ SPRR = 3,022kg P/day ÷ 0.12gP/gMLVSS·d = 24,525 kg MLVSS

· 혐기조 필요 용기 = (37,173kg MLSS ÷ 반응조 MLSS) × 1,000 × 안전계 = 37,173 kg MLSS = 14,869 m³

· SF(Safe Factor) = 1.20

· 인방출에 필요한 HRT = 1.31 hr

2) 혐기조 총 필요 HRT = 1.31 hr

3) 혐기조 총필요 용량 = 14,869 m³

4) 혐기조 소모 RBD COD량

· 잉여슬러지 인발에 의한 인 제거량 = 잉여슬러지 인발량 × 단위 미생물당 인 함량

= 유입 T-P량 - 방류 T-P량 = 1,030 kg/day

· 제거되는 인에 대한 소모 RBD COD비 = 10.00 (범위: 7.0~10.0)

· 인방출 위해 소모되는량 = 10,300 kg/day

나. 무산소조 용량계산

1) 무산소조 유입 RBD COD_{Cr} & SBDCOD_{Cr}량

· 무산소 유입 RBD COD_{Cr} = 74.21 mg/L = 20,231 kg/d

· 무산소 유입 SBDCOD_{Cr} = 180.15 mg/L = 49,092 kg/d

2) RBD COD_{Cr}과 SBDCOD_{Cr} 이용 탈질량

· RBD COD_{Cr} 이용 가능 탈질량 = 3,065 kg/d (탈질소비 RBD COD_{Cr}비 = 6.60 g COD/g N)

· SBDCOD_{Cr} 이용 가능 탈질량 = 5,455 kg/d (탈질소비 SBDCOD_{Cr}비 = 9.00 g COD/g N)

· RBD COD_{Cr} 이용 탈질량(NO_{x1}) = 3,065 kg/d (탈질대상 질소량 > RBD COD이용 가능탈질량 → RBD COD이용가능탈질량)

· SBDCOD_{Cr} 이용 탈질량(NO_{x2}) = 1,574 kg/d (탈질대상 질소량 - RBD COD이용가능탈질량)

3) 용적당 탈질을 산정

① 비탈질률

· 고율탈질, SDNR₁ = 0.116 mg N/ mg Xa/d

· 저율탈질, SDNR₂ = 0.075 mg N/ mg Xa/d

② 용적당 활성미생물량

· MX_a/MX_i = 0.469

· 용적당 활성미생물량 = 1.408 kg/m³ (무산소조 MLSS농도/1000* Px,bio/Px,TSS)

③ 용적당 탈질율

· SDNR_{v1} = 0.164 kg/m³ d

· SDNR_{v2} = 0.106 kg/m³ d

4) 무산소조 용량 계산

· 무산소조 필요용량 = (NO_{x1}/SDNR_{v1})+(NO_{x2}/SDNR) = 33,589 m³ = 2.96 hr

다. 호기조 용량 계산

1) Case 1: SRT 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

· $SRT = (MLSS \times V_{oxic}) / (Q_w X_w + Q_e X_e)$ → Q_eX_e = 0으로 가정

· V_{oxic} = (잉여슬러지 고평물량 × θ_{cA}) ÷ 호기조 MLSS농도 × 1,000 = 96,316 m³

2) Case 2: 호기조 내 미생물량 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

$$\begin{aligned} \cdot \text{호기조 내 TSS량} &= X_{TSS} = MX_i \times \theta_C^A &= & 323,220 \text{ kg} \\ \cdot \text{호기조 용량} &= X_{TSS} \div \text{MLSS} &= & 107,740 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$3) \text{ 호기조 용량} = 107,740 \text{ m}^3 = 9.49 \text{ hr}$$

라. 생물반응조 전체 용량

$$\cdot V_{\text{total}} = V_{\text{anaerobic}} + V_{\text{anoxic}} + V_{\text{oxic}} = 156,198 \text{ m}^3 = 13.76 \text{ hr}$$

6. 호기조 필요 공기량 계산

$$\begin{aligned} \cdot \text{총 실제 산소요구량 (kg O}_2\text{/d), OTC} &= O_{D1} + O_{D2} + O_{D3} + O_{D4} \\ \text{여기서, OD} &= \text{공정의 총 산소요구량 (kg O}_2\text{/day)} \\ OD1 &= \text{BOD산화에 필요한 산소요구량 (kg O}_2\text{/day)} \\ OD2 &= \text{내생호흡에 필요한 산소요구량 (kg O}_2\text{/day)} \\ OD3 &= \text{질산화에 필요한 산소요구량 (kg O}_2\text{/day)} \\ OD4 &= \text{용존산소농도 유지에 필요한 산소량 (kg O}_2\text{/day)} \\ \cdot O_{D1} &= A \cdot [(BOD_5 \text{ 제거량} - \text{인 방출시 제거되는 BOD}) - 2.86 \cdot \text{탈질소량}] \\ &= 20,848.90 \text{ kg O}_2\text{/day} \end{aligned}$$

A	:	제거 BOD당 소모되는 산소량 : 0.5~0.7
	=	0.6 kg O ₂ /kg BOD
2.86	:	탈질시 소모되는 BOD량 (kg BOD/kg NO ₃ -N)

$$\begin{aligned} \cdot O_{D2} &= B \cdot M_a \\ &= 15,458.61 \text{ kg O}_2\text{/day} \end{aligned}$$

B	:	단위 호기성미생물량 내생호흡에 의해 소모되는 산소량
	=	0.05 kg O ₂ /kg MLVSS · d
M _a	:	호기조 활성미생물량 (kg MLVSS)
		309,149 kg MLVSS

$$\begin{aligned} \cdot O_{D3} &= 4.57 \cdot \text{질산화된 질소량} \\ &= 38,966.30 \text{ kg O}_2\text{/day} \end{aligned}$$

4.57	:	4.57 = 질산화에 필요한 산소량 환산계수 (kg O ₂ /kg NH ₄ -N)
------	---	---

$$\begin{aligned} \cdot O_{D4} &= DO_{\text{aerobic}} \cdot Q \cdot (1 + \text{슬러지반송률} + \text{내부반송률}) \cdot 10^{-3} \\ &= 545.0 \text{ kg O}_2\text{/day} \end{aligned}$$

DO _{aerobic}	:	호기조유지 용존산소농도 (mg O ₂ /L)
		2.0 mg O ₂ /L

$$\cdot \text{총 실제 산소요구량, O}_D = 75,818.8 \text{ kg O}_2\text{/day} = \text{AOR}$$

$$\text{호기조 표준산소요구량(SOR)} = \frac{\text{AOR}_A \times C_{SW} \times \gamma}{1.024^{(T-20)} \times \alpha(\beta \times C_S \times \gamma - C_A)} \times \frac{10.33 \text{ mH}_2\text{O}}{P}$$

C _{SW}	:	20℃에서의 산소 포화농도	(8.84 mg/ℓ)
C _A	:	혼합액의 평균 DO 농도	(2.00 mg/ℓ)
C _S	:	T℃에서의 산소 포화농도	(10.2 mg/ℓ @ 13℃)
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10℃)
α	:	KL _a 보정계수(산기식: 0.3~0.9)	(0.60)
β	:	포화 용존농도 보정계수	(0.95)
P	:	대기압	(10.33 mH ₂ O)
γ	:	산기수심에 따른 C _S 보정계수 = 1 + (H/2)/10.24	(1.36) 산기수심 7.4
SOR _A	=	172,251 kgO ₂ /일	

$$\text{필요공기량, G}_S = \frac{\text{SOR}}{E_A \times \rho \times Q_w \times 24 \times 60} \times \frac{273+T}{273} \times (1+\alpha)$$

E _A	:	(청수에 대한) 산소전달효율	20%
ρ	:	표준상태 공기밀도	(1.202 kg/m ³)
Q _w	:	공기중 산소비율	0.232
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10℃)
α	:	여유율	10%

$$G_S = 2,445.64 \text{ m}^3\text{/min}$$

7. 알칼리도 검토(mg/L as CaCO₃)

가. Alk. 주입여부 검토

$$\begin{aligned} 1) \text{ 유입 Alk.} &= 250 \text{ mg/ℓ as CaCO}_3 \\ &= 68,127 \text{ kg/일} \\ 2) \text{ 질산화에 의한 소모 Alk.} &= \\ \cdot \text{질산화되는 질소} &= 31.3 \text{ mgN/ℓ} \\ \cdot \text{질산화에 의한 소모 Alk.} &= 223.4 \text{ mg/ℓ as CaCO}_3 \\ &= 60,880 \text{ kg/일} \end{aligned}$$

3) 탈질에 의한 회복 Alk.

· 탈질산화되는 질소	=	17.0	mgN/ℓ
· 탈질산화에 의한 회복 Alk. = 3.57 * 탈질산화되는 질소	=	60.8	mg/ℓ as CaCO ₃
	=	16,561	kg/일

4) 목표 유출 Alk.

	=	20.0	mg/ℓ as CaCO ₃ (30~40mg/L, 하수도시설기준)
	=	5,450	kg/일

5) 유출 Alk. 계산

· 유입 Alk. - 소모 Alk. + 회복 Alk.	=	67.4	mg/ℓ as CaCO ₃	보충필요없음
	=	18,358	kg/일	

8. 탈질에 필요한 외부탄소원 주입 검토

· 무산소조 RBDCOD 이용 가능 탈질량 + SBDCOD 이용 가능 탈질량	=	8,520	kg/일	
· 무산소조 탈질 대상 질소량	=	4,639	kg/일	보충필요없음

승기공공하수처리시설 현대화 용량계산서 (산단계)

1. 유입조건

Influent (생물반응조 유입수)			Effluent (이차침전지 유출수)			비 고
Q	33,984	m ³ /day	Q	33,267	m ³ /day	
BOD	12,566 kg/day	(369.8 mg/ℓ)	BOD	13,307 kg/day	(400.0 mg/ℓ)	
COD _{Mn}	10,468 kg/day	(308.1 mg/ℓ)	COD _{Mn}	3,826 kg/day	(115.0 mg/ℓ)	
SS	10,007 kg/day	(294.5 mg/ℓ)	SS	1,331 kg/day	(40.0 mg/ℓ)	
T-N	3,517 kg/day	(103.5 mg/ℓ)	T-N	1,707 kg/day	(51.3 mg/ℓ)	
T-P	779 kg/day	(22.9 mg/ℓ)	T-P	611 kg/day	(18.37 mg/ℓ)	

2. 설계인자

가. 일반인자

호기조 최저온도 (℃)	10	MLSS농도 (kg/m ³)	3.0
호기조 pH	7.0		
호기조 DO (mg/L)	2.0		
TN/MLVSS	8.0%	MLVSS/MLSS	59.9%
TP/MLVSS	7.0%		

나. 생물반응조 유입수 유기물 성장 분류

- 1) COD_{Cr}/BOD비 2.0 (일차침전지 유출수: 1.9~2.0, 유입원수: 2.0~2.2)
- 2) 생물반응조 유입 COD_{Cr} 농도 739.5 mg/L
- 3) 유입수 유기물 성장 분류

구분	COD _{Cr} 내 함량(%)	농도(mg/L)
S _i	20.07	148.42
S _{LF}	10.03	74.17
S _F	10.00	73.95
X _S	38.40	283.98
X _i	21.50	159.00

구 분	농도(mg/L)	부하(kg/일)	비 율
RBDCOD _{Cr}	148.13	5,034	20.0%
SBDCOD _{Cr}	283.98	9,651	38.4%
BDCOD _{Cr}	432.10	14,685	58.4%

다. 생물학적 동역학 계수

- 1) 독립영양(=질산화)미생물(Autotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _{m,n}	질산화미생물의 최대비성장률	0.20~0.90	0.75	d ⁻¹	0.75
K _n	반속도 상수	0.5~1.0	0.74	g NH ₄ /m ³	0.74
Y _n	질산화미생물의 순성장률	0.10~0.15	0.12	g VSS/g NH ₄	0.12
K _{dn}	질산화미생물의 사멸계수	0.05~0.15	0.08	d ⁻¹	0.08
K _O	DO의 반포화계수	0.40~0.60	0.50	g/m ³	0.50
θ 값(온도보정계수)					
μ _{m,n}	-	1.06~1.123	1.070	-	1.070
K _n	-	1.03~1.123	1.053	-	1.053
K _{dn}	-	1.03~1.08	1.04	-	1.04

② 설계온도(T ℃)에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

$$\begin{aligned}
 \mu_{m,n} &= \mu_{m,n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.38 \text{ d}^{-1} \\
 K_n &= K_{n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.44 \text{ g NH}_4/\text{m}^3 \\
 K_{dn} &= K_{dn,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.05 \text{ d}^{-1}
 \end{aligned}$$

2) 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _m	종속영양미생물의 최대비성장률	3.0~13.2	6.00	d ⁻¹	6.00
K _s	반속도상수	5.0~40.0	20.00	g BDCOD/m ³	20.00
Y _H	종속영양미생물의 순성장계수	0.30~0.50	0.40	g VSS/g BDCOD	0.40
K _d	종속영양미생물의 사멸계수	0.06~0.20	0.12	d ⁻¹	0.12
f _d	세포잔해로써 잔류하는 미생물 분율	0.08~0.20	0.15	-	0.15
θ 값(온도보정계수)					
μ _m	-	1.03~1.08	1.07	-	1.07
K _d	-	1.03~1.08	1.04	-	1.04
K _s	-	1.00	1.00	-	1.00

② 설계온도(T ℃)에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

$$\begin{aligned}
 \mu_m &= \mu_{m,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 3.05 \text{ d}^{-1} \\
 K_d &= K_{d,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.08 \text{ d}^{-1} \\
 K_s &= K_{s,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 20.00 \text{ g BDCOD}/\text{m}^3
 \end{aligned}$$

3. 미생물량 계산

가. 질산화미생물의 비성장률, μ_N

$$\begin{aligned}
 \mu_N &= \mu_{m,n} \times [N/(K_n+N)] \times [DO/(K_O+DO)] - K_{dn} &= & 0.16 \text{ d}^{-1} \\
 N &= \text{호기조 유출수 내 암모니아성 질소 농도} &= & 1.00 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

나. 질산화를 위한 최소 SRT, θ_c^m

$$\theta_c^m = 1 \div \mu_N = 6.35 \text{ d}$$

다. 질산화를 위한 설계 SRT, θ_c^A

$$\theta_c^A = \theta_c^m \times \text{안전계수} = 12.69 \text{ d}$$

$$\text{안전계수(Safety factor)} = 2.00 \text{ (범위: 1.3~2.5)}$$

라. 설계 적용 총 SRT, θ_c^d

$$\text{호기조 설계 SRT} / \text{호기조 분율} = 12.69 \text{ d}$$

$$\text{호기조 분율} = \text{호기조 부피} / \text{총생물반응조 부피} = 1.00$$

마. 종속영양미생물량, MX_{a1}

1) 종속영양미생물의 실제 성장계수

$$Y_{obs} = \text{종속영양미생물의 실제 성장계수} = Y_H \div (1 + K_d \times \theta_c^d) = 0.20 \text{ g VSS/g BDCOD}$$

2) 유출 용존 기질농도, S 계산

$$S = [K_s \times (1 + K_d \times \theta_c^d)] \div [\theta_c^d (\mu_m - K_d) - 1] = 1.11 \text{ mg/L}$$

3) 종속영양미생물량, MX_{a1} 계산

$$MX_{a1} = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \div 1,000 = 2,887 \text{ kg/d}$$

여기서, Q: 생물반응조 유입유량
S₀: 생물반응조 유입 BDCOD_C농도

바. 독립영양미생물량, MX_{a2}

1) 독립영양미생물의 실제 성장계수

$$Y_{obs,n} = \text{독립영양미생물의 실제 성장계수} = Y_n \div (1 + K_{d,n} \times \theta_c^d) = 0.07 \text{ g VSS/g NH}_4$$

2) 질산화대상 질소농도, NO_x

$$= 83.00 \text{ mg/L} \quad (\text{질소물질수지 참조})$$

3) 질산화미생물량, MX_{a2}

$$MX_{a1} = Y_{obs,n} \times Q \times \text{NO}_x \div 1,000 = 201 \text{ kg/d}$$

사. 활성미생물량, MX_a

$$MX_{a1} + MX_{a2} = 3,088 \text{ kg/d}$$

아. 총미생물량, MX_{cell}

$$MX_a + \text{세포잔해} = 3,534 \text{ kg/d}$$

$$\text{세포잔해(Cell debris)} = f_d K_d Q Y_{obs} (S_0 - S) \theta_c^d = 446 \text{ kg/d}$$

자. 총 VSS량, MX_v

$$MX_{cell} + \text{유입NBDVSS량} = 4,660 \text{ kg/d}$$

$$\text{NBDVSS량} = (\text{유입 TSS 농도} - \text{유입 FSS 농도}) \times \text{유입 VSS 중 NBDVSS 분율} \times \text{유입유량} \div 1,000 = 1,125.8 \text{ kg/d}$$

유입 TSS 중 FSS 분율 = 0.25
유입 VSS 중 NBDVSS 분율 = 0.15
유입 FSS량 = 2,502 kg/d
→ 73.61 mg/L

차. 총 고형물량, MX_t

폐

$$MX_{cell} / \text{총미생물 내 VSS함량} + \text{유입 NBDVSS량} + \text{유입 FSS량} = 7,784.9 \text{ kg/d}$$

$$\text{총미생물 내 VSS 함량} = 85.0\%$$

카. 잉여슬러지 고형물량, MX_t

$$MX_t - \text{유출수 SS량} + \text{화학슬러지량} = 6,454.2 \text{ kg/d}$$

타. MLVSS/MLSS 비

$$MX_v / MX_t = 59.9\%$$

4. 질소수지 분석

가. 유출입 질소량

유입질소량, N_{in}	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
	33,984	103.5	3,517

--- (A)

② 용적당 활성미생물량

$$\cdot MX_a/MX_t = 0.397$$

· 용적당 활성미생물량 = 1.190 kg/m³ (무산소조 MLSS농도/1000* Px,bio/Px,TSS)

③ 용적당 탈질율

$$\cdot SDNR_{v1} = 0.138 \text{ kg/m}^3 \text{ d}$$

$$\cdot SDNR_{v2} = 0.089 \text{ kg/m}^3 \text{ d}$$

4) 무산소조 용량 계산

$$\cdot \text{무산소조 필요용량} = (NO_{x1}/SDNR_{v1})+(NO_{x2}/SDNR_{v2}) = 5.512 \text{ m}^3 = 3.89 \text{ hr}$$

나. 호기조 용량 계산

1) Case 1: SRT 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

$$\cdot SRT = (MLSS \times V_{oxic})/(Q_w X_w + Q_e X_e) \rightarrow Q_e X_e = 0 \text{으로 가정}$$

$$\cdot V_{oxic} = (\text{임여슬러지 고형물량} \times \theta_c A) \div \text{호기조 MLSS농도} \times 1,000 = 27,312 \text{ m}^3$$

2) Case 2: 호기조 내 미생물량 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

$$\cdot \text{호기조 내 TSS량} = X_{TSS} = MX_a \times \theta_c^A = 98,828 \text{ kg}$$

$$\cdot \text{호기조 용량} = X_{TSS} \div MLSS = 32,943 \text{ m}^3$$

3) 호기조 용량 = 32,943 m³ = 23.26 hr

다. 생물반응조 전체 용량

$$\cdot V_{total} = V_{anoxic} + V_{oxic} = 38,454 \text{ m}^3 = 27.16 \text{ hr}$$

6. 호기조 필요 공기량 계산

$$\cdot \text{총 실제 산소요구량 (kg O}_2\text{/d), OD} = O_{D1} + O_{D2} + O_{D3} + O_{D4}$$

여기서, OD = 공정의 총 산소요구량 (kg O₂/day)

OD1 = BOD산화에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD2 = 내생호흡에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD3 = 질산화에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD4 = 용존산소농도 유지에 필요한 산소량 (kg O₂/day)

$$\cdot O_{D1} = A \cdot [(BOD_5 \text{ 제거량} - \text{인 방출시 제거되는 BOD}) - 2.86 \cdot \text{탈질소량}] = 7,539.56 \text{ kg O}_2\text{/day} = 7,539.56$$

A	:	제거 BOD당 소모되는 산소량 : 0.5~0.7
2.86	:	탈질시 소모되는 BOD량 (kg BOD/kg NO3-N)

$$\cdot O_{D2} = B \cdot M_a = 3,452.47 \text{ kg O}_2\text{/day}$$

B	:	단위 호기성미생물당 내생호흡에 의해 소모되는 산소량
	=	0.05 kg O ₂ /kg MLVSS .d
M _a	:	호기조 활성미생물량 (kg MLVSS)
	=	69,049 kg MLVSS

$$\cdot O_{D3} = 4.57 \cdot \text{질산화된 질소량} = 12,891.00 \text{ kg O}_2\text{/day}$$

4.57	:	4.57 = 질산화에 필요한 산소량 환산계수 (kg O ₂ /kg NH ₄ -N)
------	---	---

$$\cdot O_{D4} = DO_{aerobic} \cdot Q \cdot (1 -) \cdot 10^{-3} = 68.0 \text{ kg O}_2\text{/day}$$

DO _{aerobic}	:	호기조유지 용존산소농도 (mg O ₂ /L)
	=	2.0 mg O ₂ /L

$$\cdot \text{총 실제 산소요구량, OD} = 23,951.0 \text{ kg O}_2\text{/day} = \text{AOR}$$

$$\text{호기조 표준산소요구량(SOR)} = \frac{AOR_A \times C_{SW} \times \gamma}{1.024^{(T-20)} \times \alpha(\beta \times C_S \times \gamma - C_A)} \times \frac{10.33 \text{mH}_2\text{O}}{P}$$

C _{SW}	:	20℃ 에서의 산소 포화농도	(8.84 mg/l)
C _A	:	혼합액의 평균 DO 농도	(2.00 mg/l)
C _S	:	T℃ 에서의 산소 포화농도	(10.2 mg/l @ 13℃)
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	KL _a 보정계수(산기식: 0.3~0.9)	(0.60)
β	:	포화 용존농도 보정계수	(0.95)
P	:	대기압	(10.33 mH ₂ O)
γ	:	산기수심에 따른 C _S 보정계수 = 1+ (H/2)/10.24	(1.36) 산기수심 7.4
SOR _A	=	54,414 kgO ₂ /일	

$$\text{필요공기량, G}_s = \frac{SOR}{E_A \times \rho \times Q_w \times 24 \times 60} \times \frac{273+T}{273} \times (1+\alpha)$$

E _A	:	(청수에 대한) 산소전달효율	20%
ρ	:	표준상태 공기밀도	(1.202 kg/m ³)
Q _w	:	공기중 산소비율	0.232
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	여유율	10%
G _s	=	772.57 m ³ /min	

7. 알칼리도 검토(mg/L as CaCO3)

가. Alk. 주입여부 검토

1) 유입 Alk.	=	400	mg/ℓ as CaCO ₃	
	=	13,594	kg/일	
2) 질산화에 의한 소모 Alk.				
· 질산화되는 질소	=	83.0	mgN/ℓ	
· 질산화에 의한 소모 Alk. = 7.14 * 질산화되는 질소	=	592.6	mg/ℓ as CaCO ₃	
	=	20,140	kg/일	
3) 탈질에 의한 회복 Alk.				
· 탈질산화되는 질소	=	46.0	mgN/ℓ	
· 탈질산화에 의한 회복 Alk. = 3.57 * 탈질산화되는 질소	=	164.2	mg/ℓ as CaCO ₃	
	=	5,579	kg/일	
4) 목표 유출 Alk.	=	250	mg/ℓ as CaCO ₃	(생활계 유입수 Alk.)
	=	8,496	kg/일	
5) 유출 Alk. 계산				
· 유입 Alk. - 소모 Alk. + 회복 Alk.	=	(278.5)	mg/ℓ as CaCO ₃	보충필요
	=	(9,463.5)	kg/일	

나. NaOH 공급량 계산 (Alk. 보충 필요시)

· 알칼리도 공급 필요량	=	278.47	mgCaCO ₃ /ℓ	=	9,464	kgCaCO ₃ /d
· NaOH 소요량 = 알칼리도 공급필요량*40/50	=			=	7,571	kgNaOH/d
· 25%, 액상 NaOH 공급량	=			=	30,283	kgNaOH/d
· 25%, 액상 NaOH 비중	=			=	1.22	g/cm ³
· 25%, 액상 NaOH 공급량 = kg/1.22/1000	=			=	24.8	m ³ /d

8. 탈질에 필요한 외부탄소원 주입 검토

· 무산소조 RBDCOD 이용 가능 탈질량 + SBDCOD 이용 가능 탈질량	=	1,835.0	kg/일	
· 무산소조 탈질 대상 질소량	=	1,562.8	kg/일	보충필요없음
· 무산소조 탈질 부족 질소량	=	-272.2	kg/일	-8.0 mg/L
· 무산소조 RBDCOD필요량	=	(1,796)	kg/일	
· 외부탄소원 필요 농도	=	-52.9	mg/L	
· 외부탄소원 공급량(=RBDCOD공급량)	=	-1,796	kg/일	
· 메탄올 100% 이론적 COD농도	=	1,180,000	mg/L	
· 메탄올 100% 주입률	=	-1.52	m ³ /일	
· 메탄올 100% 공급량	=	-1,205.6	kg/일	
· 메탄올 100% 비중	=	792.0	kg/m ³	

소화조 용량산정

항 목	용 량 계 산																		
1) 소화조 유입조건																			
가. 슬러지 발생량	<table><tr><th rowspan="2">구 분</th><th>유입 유량</th><th>유입 TS</th><th>유입 VS</th><th rowspan="2">비고</th></tr><tr><th>(m³/d)</th><th>(%)</th><th>(%)</th></tr><tr><td>소화조 유입슬러지</td><td>882.9</td><td>6.32</td><td>4.43</td><td></td></tr><tr><td>소화액</td><td>882.9</td><td>3.44</td><td>1.55</td><td></td></tr></table>	구 분	유입 유량	유입 TS	유입 VS	비고	(m³/d)	(%)	(%)	소화조 유입슬러지	882.9	6.32	4.43		소화액	882.9	3.44	1.55	
구 분	유입 유량		유입 TS	유입 VS	비고														
	(m³/d)	(%)	(%)																
소화조 유입슬러지	882.9	6.32	4.43																
소화액	882.9	3.44	1.55																
2) 소화조 용량 검토																			
가. 설계조건																			
a) 소화일수	20.0 ~ 25.0 day (하수도설계기준 해설편 p.973, 중온소화 제안 SRT)																		
b) 유입유량	882.9 m³/일																		
나. 소화조 필요용량																			
a) 소화일수에 의한 산정	VI = T x QI22,072 m³ 적용 · 소화조 용량(VI) : 17,658 ~ 22,072 m³ · 소화일수(T) : 20.0 ~ 25 day적용 25 day 이상 · 유입 슬러지량(Q) : 883 m³/d																		
b) VS부하율에 의한 산정	V = (Q x VS x 10) / VSload · 소화조 용량(V) : 6,109 ~ 24,435 m³ · 유입 슬러지량(Q) : 882.9 m³/d · 유입수 VS : 4.43 % · VS부하율(VSload) : 1.6 ~ 6.4 kgVSS/m³/d																		
c) 소화조 최소 필요 용량	22,072 m³ (a값에서 체류시간 25일 적용치)																		
4) 소화조 용량 검토																			
a) 소화조 형식	2단소화(원형)																		
b) 소화조 규격	소화조 · 지름 : 22.0 m · 유효수심 : 11.0 m · 지수 : 6 지 · 소화조 용량(1) : 25,089 m³ · 소화조 전체용량(소화조) : 25,089 m³ · 소화일수(소화조) : 28.4 day =====> O.K. · 전체 소화일수(소화조) : 28.4 day																		
c) 설계 검토																			

소화조 Biogass발생량

1. VS기준 가스발생량

가) 소화조 VS감량율(소화효율)	65.0 %
나) 소화조 유입VS 부하량	39,096 kg/일
1) 생슬러지 소화조 유입(=원심농축슬러지) VS 부하량	22,104 kg/일
2) 잉여슬러지 유입(=농축탈수 후 슬러지) VS 부하량	16,992 kg/일
다) 소화조 유출VS 부하량	13,683 kg/일
라) 소화조 VS 제거량	25,412 kg/일
1) 생슬러지 VS 제거량	14,368 kg/일
2) 잉여슬러지 VS 제거량	11,045 kg/일
3) 총슬러지 VS 제거량	25,412 kg/일
마) VS 제거량에 따른 가스발생률	
1) 혼합 슬러지 VS 제거에 따른 가스발생률	0.85 m ³ /kgVS
2) 생슬러지 VS 제거에 따른 가스발생률, 하수도시설기준(p742)	m ³ /kgVS
바) 메탄 함량	63.0 %
1) 가스발생량 : 생슬러지 1.0m ³ /kgVS제거, 잉여슬러지 0.75m ³ /kgVS제거 (하수도시설기준 p737)	
2) CH ₄ 함량 : 65% (하수도시설기준 p742)	
3) 소화가스발열량 5,600kcal/m ³ , 메탄가스발열량 8,640kcal/m ³ (하수도시설기준 p742)	
4) 슬러지비열 : 1.0kcal/kg°C	
사) 가스발생량	21,600 m ³ /일
아) 메탄가스발생량	13,608 m ³ /일
자) 발열량	117,575,000 kcal/일

1. 생물반응조 공정 설계

(1) 생활계

구분		W	L	He	EA
구조물	Anaerobic	9.0 m	11.0 m	7.4 m	32
	Anoxic	18.0 m	23.0 m	7.4 m	16
	Oxic	18.0 m	47.5 m	7.4 m	16
폭/수심비		2.43	81.5		

(2) 산단계

구분		W	L	He	EA
설계	Anoxic	18.0 m	11.0 m	7.4 m	4
	Oxic	18.0 m	70.5 m	7.4 m	4

반응조 용량 Check : 생활계 일차침전지+산단계 이차침전지

구 분	Required		Design		result		여유율
	Volume	HRT	Volume	HRT	Volume	HRT	(%)
Anaerobic	14,869 m³	1.31 hr	23,443 m³	2.06 hr	O.K	O.K	57.7%
Anoxic	33,589 m³	2.96 hr	49,018 m³	4.32 hr	O.K	O.K	45.9%
Oxic	107,740 m³	9.49 hr	101,232 m³	8.92 hr	N.G	N.G	-6.0%
Total	156,198 m³	13.76 hr	173,693 m³	15.30 hr	O.K	O.K	11.2%

반응조 용량 Check : 산단계 일차침전지

구 분	Required		Design		result		여유율
	Volume	HRT	Volume	HRT	Volume	HRT	(%)
Anoxic	5,512 m³	3.89 hr	5,861 m³	4.14 hr	O.K	O.K	6.3%
Oxic	32,943 m³	23.26 hr	37,562 m³	26.53 hr	O.K	O.K	14.0%
Total	38,454 m³	27.16 hr	43,423 m³	30.67 hr	O.K	O.K	12.9%

2. 일차침전지

(1) 생활계

1) 일차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.597~598)

유입하수량	720,000	㎥/일	(강우시 하수량 기준)
HRT	2.0	~	4.0 hr 이상
수면적부하	25	~	50 ㎥/㎡/일
길이/폭	3.00	이상	
폭/깊이	1.00	~	2.25
유효수심	2.5	~	4.0 m

2) 일차침전지 규격

용량	60,000	~	120,000	㎥	55,296
수면적	14,400	~	28,800	㎡	13,824
규격	9.0 mW	×48.0mL	×4.0mHe	× 32 지	
적용HRT	1.84 시간				

3) 일차침전지 규격 검토

HRT	1.84 시간	NO
수면적부하	52.1 ㎥/㎡/일	NO
횡단면적	1,152.0 ㎡ (36.0 ㎡/지)	
길이/폭	5.33	OK
폭/깊이	2.25	OK

(2) 공단계

1) 일차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.597~598)

유입하수량	90,000	㎥/일	(강우시 하수량 기준)
HRT	2.0	~	4.0 hr 이상
수면적부하	25	~	50 ㎥/㎡/일
길이/폭	3.00	이상	
폭/깊이	1.00	~	2.25
유효수심	2.5	~	4.0 m

2) 일차침전지 규격

용량	7,500	~	15,000	㎥	13,824
수면적	1,800	~	3,600	㎡	3,456
규격	9.0 mW	×48.0mL	×4.0mHe	× 8 지	
적용HRT	3.69 시간				

3) 일차침전지 규격 검토

HRT	3.69 시간	OK
수면적부하	26.0 ㎥/㎡/일	OK
횡단면적	288.0 ㎡ (36.0 ㎡/지)	
길이/폭	5.33	OK
폭/깊이	2.25	OK

3. 이차침전지

(1) 생활계

1) 이차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.607~608)

유입하수량	272,509	㎥/일	(일최대 하수량)
HRT	3	~	5 hr
수면적부하	15	~	25 ㎥/㎡/일
고형물부하	40	~	125 kg/㎡/일
유효수심	2.5	~	4.0 m
길이/폭	3.00	이상	
폭/깊이	1.00	~	2.25

1) 이차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.607~608)

유입하수량	33,984	㎥/일	(일최대 하수량)
HRT	3	~	5 hr
수면적부하	15	~	25 ㎥/㎡/일
고형물부하	40	~	125 kg/㎡/일
유효수심	2.5	~	4.0 m
길이/폭	3.00	이상	
폭/깊이	1.00	~	2.25

2) 이차침전지 규격

용량	34,064	~	56,773	㎥	40,320
수면적	10,900	~	18,167	㎡	10,080
고형물량		~	817,526	kg/일	817,526
수면적	6,540	~	20,438	㎡	10,080
규격	9.0 mW	×35.0mL	×4.0mHe	× 32 지	

2) 이차침전지 규격

용량	4,248	~	7,080	㎥	10,080
수면적	1,359	~	2,266	㎡	2,520
고형물량		~	101,951	kg/일	101,951
수면적	816	~	2,549	㎡	2,520
규격	9.0 mW	×35.0mL	×4.0mHe	× 8 지	

3) 이차침전지 규격 검토

HRT	3.55 hr	OK
수면적부하	27.03 ㎥/㎡/일	NO
고형물부하	81.1 kg/㎡/일	OK
유효수심	4.0 m	OK
길이/폭	3.89	OK
폭/깊이	2.25	OK

3) 이차침전지 규격 검토

HRT	7.12 hr	NO
수면적부하	13.49 ㎥/㎡/일	NO
고형물부하	40.5 kg/㎡/일	OK
유효수심	4.0 m	OK
길이/폭	3.89	OK
폭/깊이	2.25	OK

CASE. 3

◆ 승기공공하수처리시설 현대화사업 음폐수유입방안 검토_소화조 투입

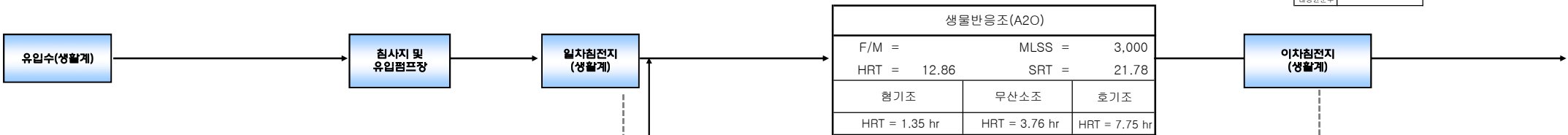
유입원수(생활계)		
Q =	240,000 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	183.4	44,010
COD _{Mn}	131.9	31,650
SS	189.5	45,480
T-N	43.0	10,320
T-P	5.00	1,200
대장균군수	300,000 개/ml	

일차침전지 유입수(생활계)		
Q =	240,000 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	183.4	44,010
COD _{Mn}	131.9	31,650
SS	189.5	45,480
T-N	43.0	10,320
T-P	5.00	1,200
대장균군수		

생물반응조 유입수(생활계): 일차침전지(생활계)유출+산단계유출		
Q =	271,971 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	138.7	37,736
COD _{Mn}	103.7	28,212
SS	84.8	23,067
T-N	40.3	10,970
T-P	5.65	1,536
대장균군수		

2차침전지 유출수(생활계)		
Q =	269,964 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	10.0	2,700
COD _{Mn}	40.0	10,799
SS	10.0	2,700
T-N	20.0	5,399
T-P	2.0	540
대장균군수		

93%
61%
88%
50% 60~70%
65% 70~80%



유입원수(산단계)		
Q =	30,000 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	380.0	10,800
COD _{Mn}	340.0	10,200
SS	410.0	12,300
T-N	115.0	3,450
T-P	23.00	690
대장균군수	300,000 개/ml	

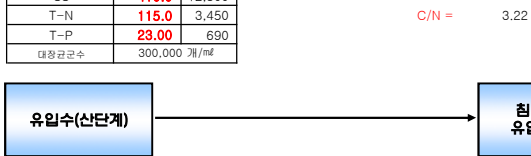
일차침전지 유입수(산단계)		
Q =	33,827 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	389.3	13,170
COD _{Mn}	359.7	12,169
SS	578.7	19,575
T-N	114.0	3,858
T-P	27.5	929
대장균군수		

생물반응조 유입수(산단계)		
Q =	33,501 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	334.1	11,194
COD _{Mn}	308.7	10,344
SS	292.1	9,787
T-N	103.6	3,472
T-P	22.18	743
대장균군수		

생물반응조 (MLE)		
F/M =	0.72	MLSS = 3,000
HRT =	25.73	SRT = 12.69
무산소조 호기조		
HRT = 3.66 hr	HRT = 22.07 hr	

유출수(산단계)		
Q =	32,729 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	10.0	327
COD _{Mn}	40.0	1,309
SS	10.0	327
T-N	51.4	1,682
T-P	17.6	576
대장균군수		

97%
87%
97%
50%
21%



생물반응조 유입수(산단계)		
Q =	326.24 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	6,055.3	1,975
COD _{Mn}	5,594.7	1,825
SS	30,000	9,787
T-N	1,182.4	386
T-P	569.3	186
대장균군수		

15
15
50
10
20

일차침전지 유입수(산단계)		
Q =	772.43 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	4,050	3,128
COD _{Mn}	3,600	2,781
SS	9,000	6,952
T-N	287	222
T-P	216	167
대장균군수		

VS/TS 58.7%

총합반류수(농축+농축탈수+탈수)		
Q =	3,827 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	619	2,370
COD _{Mn}	514	1,969
SS	1,901	7,275
T-N	106	408
T-P	62	239
대장균군수		

탈수기 유입(소화슬러지)		
Q =	952 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	8,106	7,716
COD _{Mn}	6,535	6,220
SS	31,946	30,411
T-N	3,604	3,431
T-P	2,100	1,999
대장균군수		

VS/TS 47.1%

소화슬러지		
Q =	952 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	8,106	7,716
COD _{Mn}	6,534	6,220
SS	31,946	30,411
T-N	3,604	3,431
T-P	2,100	1,998
대장균군수		

VS/TS 47.1%

소화조 유입(원심농축생+농축탈수유입슬러지)		
Q =	952 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	20,264	19,291
COD _{Mn}	16,336	15,551
SS	54,518	51,899
T-N	2,250	2,142
T-P	1,309	1,247
대장균군수		

VS/TS 69.0%
VS 37,620 35,813 35,813

농축탈수기 유입(일차슬러지)		
Q =	2,654 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	424	1,126
COD _{Mn}	377	1,000
SS	942	2,502
T-N	35.5	94
T-P	36.3	96
대장균군수		

농축탈수기 유입(일차슬러지)		
Q =	2,780 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	4,050	11,257
COD _{Mn}	3,600	10,006
SS	9,000	25,016
T-N	339	943
T-P	345	960
대장균군수		

VS/TS 61.5%

탈수기 유입(소화슬러지)		
Q =	131.3 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	55,821	7,330
COD _{Mn}	45,003	5,909
SS	220,000	28,890
T-N	24,822	3,260
T-P	14,461	1,899
대장균군수		

VS/TS 47.1%

탈수기 유입(소화슬러지)		
Q =	952 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	8,106	7,716
COD _{Mn}	6,535	6,220
SS	31,946	30,411
T-N	3,604	3,431
T-P	2,100	1,999
대장균군수		

VS/TS 47.1%

소화슬러지		
Q =	952 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	8,106	7,716
COD _{Mn}	6,534	6,220
SS	31,946	30,411
T-N	3,604	3,431
T-P	2,100	1,998
대장균군수		

VS/TS 47.1%

소화조 유입(원심농축생+농축탈수유입슬러지)		
Q =	952 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	20,264	19,291
COD _{Mn}	16,336	15,551
SS	54,518	51,899
T-N	2,250	2,142
T-P	1,309	1,247
대장균군수		

VS/TS 69.0%
VS 37,620 35,813 35,813

농축탈수기 유입(일차슬러지)		
Q =	2,654 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	424	1,126
COD _{Mn}	377	1,000
SS	942	2,502
T-N	35.5	94
T-P	36.3	96
대장균군수		

농축탈수기 유입(일차슬러지)		
Q =	125 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	80,998	10,131
COD _{Mn}	145,796	18,236
SS	180,000	22,514
T-N	6,788	849
T-P	6,900	864
대장균군수		

VS/TS 61.5%
VS 110,782 13,856

농축슬러지(생물슬러지)		
Q =	732 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	10,547	7,719
COD _{Mn}	18,984	13,894
SS	40,000	29,275
T-N	1,743	1,276
T-P	523	383
대장균군수		

VS/TS 75.0%
VS 30,000 21,956

원심농축여액(생활계 생물슬러지)		
Q =	352 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	2,435	858
COD _{Mn}	1,867	658
SS	9,230	3,252
T-N	402.3	142
T-P	120.9	43
대장균군수		

농축기 유입(생물슬러지)		
Q =	1,084 m ³ /d	
구 분	mg/L	kg/d
BOD	7,911	8,577
COD _{Mn}	6,062	6,573
SS	30,000	32,527
T-N	1,308	1,418
T-P	393	426
대장균군수		

VS/TS 75.0%
VS 22,500 24,395

승기공공하수처리시설 현대화 용량계산서 (생활계)

1. 유입조건

Influent (생물반응조 유입수)			Effluent (이차침전지 유출수)			비 고
Q	271,971	m ³ /day	Q	269,964	m ³ /day	
BOD	37,736 kg/day	(138.7 mg/ℓ)	BOD	2,700 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
COD _{Mn}	28,212 kg/day	(103.7 mg/ℓ)	COD _{Mn}	10,799 kg/day	(40.0 mg/ℓ)	
SS	23,067 kg/day	(84.8 mg/ℓ)	SS	2,700 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
T-N	10,970 kg/day	(40.3 mg/ℓ)	T-N	5,399 kg/day	(20.0 mg/ℓ)	
T-P	1,536 kg/day	(5.6 mg/ℓ)	T-P	540 kg/day	(2.00 mg/ℓ)	

2. 설계인자

가. 일반인자

호기조 최저온도 (℃)	10	MLSS농도 (kg/m ³)	3.0
호기조 pH	7.0		
호기조 DO (mg/L)	2.0		
TN/MLVSS(세포내 질소함량)	8.0%	MLVSS/MLSS	62.6%
TP/MLVSS(세포내 인함량)	7.0%		

나. 생물반응조 유입수 유기물 성상 분류

- 1) COD_{Cr}/BOD비 2.0 (일차침전지 유출수: 1.9~2.0, 유입원수: 2.0~2.2)
 2) 생물반응조 유입 COD_{Cr} 농도 277.5 mg/L
 3) 유입수 유기물 성상 분류

구분	COD _{Cr} 내 함량(%)	농도(mg/L)
S _I	10.00	27.75
S _{LF}	10.03	27.83
S _F	20.07	55.69
X _S	48.40	134.31
X _I	11.50	31.91

구 분	농도(mg/L)	부하(kg/일)	비 율
RBDCOD _{Cr}	83.53	22,717	30.1%
SBDCOD _{Cr}	134.31	36,528	48.4%
BDCOD _{Cr}	217.84	59,245	78.5%

다. 생물학적 동역학 계수

- 1) 독립영양(=질산화)미생물(Autotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _{m,n}	질산화미생물의 최대비성장률	0.20~0.90	0.75	d ⁻¹	0.75
K _n	반속도 상수	0.5~1.0	0.74	g NH ₄ /m ³	0.74
Y _n	질산화미생물의 순성장률	0.10~0.15	0.12	g VSS/g NH ₄	0.12
K _{dn}	질산화미생물의 사멸계수	0.05~0.15	0.08	d ⁻¹	0.08
K _O	DO의 반포화계수	0.40~0.60	0.50	g/m ³	0.50
θ 값(온도보정계수)					
μ _{m,n}	—	1.06~1.123	1.070	—	1.070
K _n	—	1.03~1.123	1.053	—	1.053
K _{dn}	—	1.03~1.08	1.04	—	1.04

② 설계온도(T ℃)에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

$$\begin{aligned}\mu_{m,n} &= \mu_{m,n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.38 \text{ d}^{-1} \\ K_n &= K_{n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.44 \text{ g NH}_4/\text{m}^3 \\ K_{dn} &= K_{dn,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.05 \text{ d}^{-1}\end{aligned}$$

2) 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _m	종속영양미생물의 최대비성장률	3.0~13.2	6.00	d ⁻¹	6.00
K _s	반속도상수	5.0~40.0	20.00	g BDCOD/m ³	20.00
Y _H	종속영양미생물의 순성장계수	0.30~0.50	0.40	g VSS/g BDCOD	0.40
K _d	종속영양미생물의 사멸계수	0.06~0.20	0.12	d ⁻¹	0.12
f _d	세포잔해로써 잔류하는 미생물 분율	0.08~0.20	0.15	—	0.15
θ 값(온도보정계수)					
μ _m		1.03~1.08	1.07	—	1.07
K _d		1.03~1.08	1.04	—	1.04
K _s		1.00	1.00	—	1.00

② 설계온도(T °C)에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수	=	
$\mu_m = \mu_{m,20} \times \theta^{(T-20)}$	=	3.05 d ⁻¹
$K_d = K_{d,20} \times \theta^{(T-20)}$	=	0.08 d ⁻¹
$K_S = K_{S,20} \times \theta^{(T-20)}$	=	20.00 g BDCOD/m ³

3. 미생물량 계산

가. 질산화미생물의 비성장률, μ_N

$\mu_N = \mu_{m,n} \times [N/(K_n+N)] \times [DO/(K_O+DO)] - K_{dn}$	=	0.16 d ⁻¹
N = 호기조 유출수 내 암모니아성 질소 농도	=	1.00 mg/L

나. 질산화를 위한 최소 SRT, θ_c^m

$\theta_c^m = 1 \div \mu_N$	=	6.35 d
-----------------------------	---	--------

다. 질산화를 위한 설계 SRT, θ_c^A

$\theta_c^d = \theta_c^m \times \text{안전계수}$	=	12.69 d
안전계수(Safety factor)	=	2.00 (범위: 1.3~2.5)

라. 설계 적용 총 SRT, θ_c^d

호기조 설계 SRT / 호기조 분율	=	21.78 d
호기조 분율 = 호기조 부피/총생물반응조 부피	=	0.58

마. 종속영양미생물량, MX_{a1}

1) 종속영양미생물의 실제 성장계수

$Y_{obs} = \text{종속영양미생물의 실제 성장계수} = Y_H \div (1 + K_d \times \theta_c^d)$	=	0.14 g VSS/g BDCOD
--	---	--------------------

2) 유출 용존 기질농도, S 계산

$S = [K_S \times (1 + K_d \times \theta_c^d)] \div [\theta_c^d (\mu_m - K_d) - 1]$	=	0.87 mg/L
--	---	-----------

3) 종속영양미생물량, MX_{a1} 계산

$MX_{a1} = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \div 1,000$	=	8,534 kg/d
여기서, Q: 생물반응조 유입유량		
S ₀ : 생물반응조 유입 BDCOD _{Ct} 농도		

바. 독립영양미생물량, MX_{a2}

1) 독립영양미생물의 실제 성장계수

$Y_{obs,n} = \text{독립영양미생물의 실제 성장계수} = Y_n \div (1 + K_{d,n} \times \theta_c^A)$	=	0.06 g VSS/g NH ₄
--	---	------------------------------

2) 질산화대상 질소농도, NO_x

	=	32.16 mg/L (질소수지 참조)
--	---	----------------------

3) 질산화미생물량, MX_{a2}

$MX_{a1} = Y_{obs,n} \times Q \times NO_x \div 1,000$	=	482 kg/d
---	---	----------

사. 활성미생물량, MX_a

$M_{Xa1} + M_{Xa2}$	=	9,016 kg/d
---------------------	---	------------

아. 총미생물량, MX_{cell}

$MX_a + \text{세포잔해}$	=	11,277 kg/d
세포잔해(Cell debris) = $f_d K_d Q Y_{obs} (S_0 - S) \theta_c^d$	=	2,260 kg/d

자. 총 VSS량, MX_v

$MX_{cell} + \text{유입 NBDVSS량}$	=	13,007 kg/d
NBDVSS량 = (유입 TSS 농도 - 유입 FSS 농도) × 유입 VSS 중 NBDVSS 분율 × 유입유량 ÷ 1,000	=	1,730 kg/d
유입 TSS 중 FSS 분율	=	0.25
유입 VSS 중 NBDVSS 분율	=	0.10
유입 FSS량	=	5,767 kg/d
	→	21.20 mg/L

차. 총 고형물량, MX_t

$MX_{cell}/\text{총미생물 내 VSS함량} + \text{유입 NBDVSS량} + \text{유입 FSS량}$	=	20,763 kg/d
총미생물 내 VSS 함량	=	85.0%

카. 잉여슬러지 고형물량, MX_t

$MX_t - \text{유출수 SS량} + \text{화학슬러지량}$	=	18,064 kg/d
---	---	-------------

다. MLVSS/MLSS 비

MX_v/MX_t	=	62.6%
-------------	---	-------

4. 질소수지 분석

가. 유입 질소량

유입질소량, N_{in}	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>271,971</td><td>40.3</td><td>10,970</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	271,971	40.3	10,970	--- (A)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
271,971	40.3	10,970						

나. 유출 질소량

활성미생물내 질소함량, N_b	=	8.00%
활성미생물 발생량(MX_a)	=	9,016 kg/d
MLVSS / MLSS	=	0.63

1) 유출수 내 암모니아성 질소

$[NH_4-N]e$	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>269,964</td><td>1.0</td><td>270</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	269,964	1.0	270	--- (B)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
269,964	1.0	270						

2) 세포조직내의 질소량, N_{SYN} (잉여슬러지내의 질소량)

활성미생물량· N_b	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>271,971</td><td>2.7</td><td>721</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	271,971	2.7	721	--- (C)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
271,971	2.7	721						

3) 비분해성 TKN, $nbd[TKN]$

0.100 × N_{in}	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>269,964</td><td>4.1</td><td>1,097</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	269,964	4.1	1,097	--- (D)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
269,964	4.1	1,097						

4) 유출수 SS내 T-N, SSn

유출 SS × MLVSS/MLSS × N_b	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>269,964</td><td>0.5</td><td>135</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	269,964	0.5	135	--- (E)
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
269,964	0.5	135						

5) 목표 유출수 내 $NOx-N$

$[NOx-N]e = [TN]e - [NH_4-N]e - nbd[TKN] - SSn$	<table border="1"> <tr> <th>Q(m³/일)</th><th>C(mg/l)</th><th>부하(kg/d)</th></tr> <tr> <td>269,964</td><td>14.4</td><td>3,897</td></tr> </table>	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)	269,964	14.4	3,897	
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)						
269,964	14.4	3,897						

6) 유출수 내 총질소, $[TN]e$

Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
269,964	20.0	5,399

다. 질산화대상 질소량

1) 질산화대상 질소

= (A) - (B) - (C) - (D) - (E)		
Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
271,971	32.2	8,747

2) 질산화율(%)

=	79.73%
---	--------

라. 탈질량

1) 탈질대상 질소량

· 탈질대상 질소 = 질산화대상 질소 - 목표 유출수 내 $NOx-N$

Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
271,971	17.8	4,850

2) 무산소조에서의 탈질량

· 탈질대상 질소량 = 질산화대상 질소 - 목표 유출수 내 NO_x-N

Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
271,971	17.8	4,850

· 탈질율(%)

= 55.45%

· 내부반송률(호기조→무산소조) = (질산화대상 농도-유출수질산성질소)/(유출질산성 질소

124.45%

5. 용량 계산

가. 혐기조 용량 계산

1) 인방출에 필요한 HRT 산정

· 인 방출율 (SPRR)	=	0.18 gP/gMLVSS·d	(범위: 0.0984~0.2616 → 중간값 적용)
(Behaviour of activated sludge from a system with anoxic phosphate uptake(1998)에 의해 제시된 SPRR 값을 이용함(19℃기준 적용))			
· SPRR _T = SPRR ₍₁₉₎ × θ ^(T-19)	=	0.12 gP/gMLVSS·d	
· θ: 인방출율에 대한 온도 보정 계수	=	1.04	(MCRT and Temperature effects on EBPR (1992))
· 유입수중 총 인량	=	1,536 kgP/day	
· 유입수중 PO ₄ -P량	=	845 kgP/day	= 유입 T-P × 0.55
· 혐기조내 방출대상 인량	=	2,957 kgP/day	= 유입 PO ₄ -P × 3.50
· 필요 미생물량 = 방출대상 인량 ÷ SPRR	=	2,957kg P/day ÷ 0.12gP/gMLVSS·d	
	=	23,995 kg MLVSS	
	=	38,305 kg MLSS	
· 혐기조 필요 용기	=	(38,305kg MLSS ÷ 반응조 MLSS) × 1,000 × 안전계	= 15,322 m ³
· SF(Safe Factor)	=	1.20	
· 인방출에 필요한 HRT	=	1.35 hr	

2) 혐기조 총 필요 HRT

= 1.35 hr

3) 혐기조 총필요 용량

= 15,322 m³

4) 혐기조 소모 RBD COD량

· 잉여슬러지 인발에 의한 인 제거량	=	잉여슬러지 인발량 × 단위 미생물당 인 함량	
	=	유입 T-P량 - 방류 T-P량	= 996 kg/day
· 제거되는 인에 대한 소모 RBD COD비	=		= 10.00 (범위: 7.0~10.0)
· 인방출 위해 소모되는량	=		= 9,961 kg/day

나. 무산소조 용량계산

1) 무산소조 유입 RBD COD_{Cr} & SBDCOD_{Cr}량

· 무산소 유입 RBD COD _{Cr}	=	46.90 mg/L	= 12,756 kg/d
· 무산소 유입 SBDCOD _{Cr}	=	134.31 mg/L	= 36,528 kg/d

2) RBD COD_{Cr}과 SBDCOD_{Cr} 이용 탈질량

· RBD COD _{Cr} 이용 가능 탈질량	=	1,933 kg/d	(탈질소비 RBD COD _{Cr} 비= 6.60 g COD/g N)
· SBDCOD _{Cr} 이용 가능 탈질량	=	4,059 kg/d	(탈질소비 SBDCOD _{Cr} 비= 9.00 g COD/g N)
· RBD COD _{Cr} 이용 탈질량(NO _{x1})	=	1,933 kg/d	(탈질대상 질소량 > RBD COD이용 가능탈질량 → RBD COD이용가능탈질량)
· SBDCOD _{Cr} 이용 탈질량(NO _{x2})	=	2,917 kg/d	(탈질대상 질소량 - RBD COD이용가능탈질량)

3) 용적당 탈질을 산정

① 비탈질률

· 고율탈질, SDNR ₁	=	0.116 mg N/ mg Xa/d
· 저율탈질, SDNR ₂	=	0.075 mg N/ mg Xa/d

② 용적당 활성미생물량

· MX _a /MX _i	=	0.434
· 용적당 활성미생물량	=	1.303 kg/m ³ (무산소조 MLSS농도/1000* Px,bio/Px,TSS)

③ 용적당 탈질율

· SDNR _{v1}	=	0.151 kg/m ³ d
· SDNR _{v2}	=	0.098 kg/m ³ d

4) 무산소조 용량 계산

· 무산소조 필요용량 = (NO _{x1} /SDNR _{v1})+(NO _{x2} /SDNR	=	42,553 m ³	= 3.76 hr
---	---	-----------------------	-----------

다. 호기조 용량 계산

1) Case 1: SRT 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

· SRT = (MLSS × Voxic)/(QwXw + QeXe)	→	QeXe = 0으로 가정
· Voxic = (잉여슬러지 고품물량 × θcA) ÷ 호기조 MLSS농도 × 1,000	=	76,439 m ³

2) Case 2: 호기조 내 미생물량 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

$$\begin{aligned} \cdot \text{호기조 내 TSS량} &= X_{TSS} = MX_i \times \theta_C^A &= & 263,589 \text{ kg} \\ \cdot \text{호기조 용량} &= X_{TSS} \div \text{MLSS} &= & 87,863 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$3) \text{ 호기조 용량} = 87,863 \text{ m}^3 = 7.75 \text{ hr}$$

라. 생물반응조 전체 용량

$$\cdot V_{\text{total}} = V_{\text{anaerobic}} + V_{\text{anoxic}} + V_{\text{oxic}} = 145,738 \text{ m}^3 = 12.86 \text{ hr}$$

6. 호기조 필요 공기량 계산

$$\begin{aligned} \cdot \text{총 실제 산소요구량 (kg O}_2\text{/d), OTC} &= O_{D1} + O_{D2} + O_{D3} + O_{D4} \\ \text{여기서, OD} &= \text{공정의 총 산소요구량 (kg O}_2\text{/day)} \\ OD1 &= \text{BOD산화에 필요한 산소요구량 (kg O}_2\text{/day)} \\ OD2 &= \text{내생호흡에 필요한 산소요구량 (kg O}_2\text{/day)} \\ OD3 &= \text{질산화에 필요한 산소요구량 (kg O}_2\text{/day)} \\ OD4 &= \text{용존산소농도 유지에 필요한 산소량 (kg O}_2\text{/day)} \\ \cdot O_{D1} &= A \cdot [(BOD_5 \text{ 제거량} - \text{인 방출시 제거되는 BOD}) - 2.86 \cdot \text{탈질소량}] \\ &= 12,699.68 \text{ kg O}_2\text{/day} \end{aligned}$$

A	:	제거 BOD당 소모되는 산소량 : 0.5~0.7
	=	0.6 kg O ₂ /kg BOD
2.86	:	탈질시 소모되는 BOD량 (kg BOD/kg NO ₃ -N)

$$\begin{aligned} \cdot O_{D2} &= B \cdot M_a \\ &= 13,693.97 \text{ kg O}_2\text{/day} \end{aligned}$$

B	:	단위 호기성미생물량 내생호흡에 의해 소모되는 산소량
	=	0.05 kg O ₂ /kg MLVSS · d
M _a	:	호기조 활성미생물량 (kg MLVSS)
	=	273,879 kg MLVSS

$$\begin{aligned} \cdot O_{D3} &= 4.57 \cdot \text{질산화된 질소량} \\ &= 39,972.19 \text{ kg O}_2\text{/day} \end{aligned}$$

4.57	:	4.57 = 질산화에 필요한 산소량 환산계수 (kg O ₂ /kg NH ₄ -N)
------	---	---

$$\begin{aligned} \cdot O_{D4} &= DO_{\text{aerobic}} \cdot Q \cdot (1 + \text{슬러지반송률} + \text{내부반송률}) \cdot 10^{-3} \\ &= 543.9 \text{ kg O}_2\text{/day} \end{aligned}$$

DO _{aerobic}	:	호기조유지 용존산소농도 (mg O ₂ /L)
	=	2.0 mg O ₂ /L

$$\cdot \text{총 실제 산소요구량, O}_D = 66,909.8 \text{ kg O}_2\text{/day} = \text{AOR}$$

$$\text{호기조 표준산소요구량(SOR)} = \frac{\text{AOR}_A \times C_{SW} \times \gamma}{1.024^{(T-20)} \times \alpha(\beta \times C_S \times \gamma - C_A)} \times \frac{10.33 \text{ mH}_2\text{O}}{P}$$

C _{SW}	:	20℃ 에서의 산소 포화농도	(8.84 mg/ℓ)
C _A	:	혼합액의 평균 DO 농도	(2.00 mg/ℓ)
C _S	:	T℃ 에서의 산소 포화농도	(10.2 mg/ℓ @ 13℃)
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	KL _a 보정계수(산기식: 0.3~0.9)	(0.60)
β	:	포화 용존농도 보정계수	(0.95)
P	:	대기압	(10.33 mH ₂ O)
γ	:	산기수심에 따른 C _S 보정계수 = 1 + (H/2)/10.24	(1.32) 산기수심 6.5

$$\text{SOR}_A = 152,922 \text{ kgO}_2\text{/일}$$

$$\text{필요공기량, G}_S = \frac{\text{SOR}}{E_A \times \rho \times Q_w \times 24 \times 60} \times \frac{273+T}{273} \times (1+\alpha)$$

E _A	:	(청수에 대한) 산소전달효율	20%
ρ	:	표준상태 공기밀도	(1.202 kg/m ³)
Q _w	:	공기중 산소비율	0.232
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	여유율	10%

$$\text{G}_S = 2,171.21 \text{ m}^3\text{/min}$$

7. 알칼리도 검토(mg/L as CaCO₃)

가. Alk. 주입여부 검토

$$\begin{aligned} 1) \text{ 유입 Alk.} &= 250 \text{ mg/ℓ as CaCO}_3 \\ &= 67,993 \text{ kg/일} \\ 2) \text{ 질산화에 의한 소모 Alk.} &= \\ \cdot \text{질산화되는 질소} &= 32.2 \text{ mgN/ℓ} \\ \cdot \text{질산화에 의한 소모 Alk.} &= 229.6 \text{ mg/ℓ as CaCO}_3 \\ &= 62,451 \text{ kg/일} \end{aligned}$$

3) 탈질에 의한 회복 Alk.

· 탈질산화되는 질소	=	17.8	mgN/ℓ
· 탈질산화에 의한 회복 Alk. = 3.57 * 탈질산화되는 질소	=	63.7	mg/ℓ as CaCO ₃
	=	17,313	kg/일

4) 목표 유출 Alk.

	=	20.0	mg/ℓ as CaCO ₃	(30~40mg/L, 하수도시설기준)
	=	5,439	kg/일	

5) 유출 Alk. 계산

· 유입 Alk. - 소모 Alk. + 회복 Alk.	=	64.0	mg/ℓ as CaCO ₃	보충필요없음
	=	17,415	kg/일	

8. 탈질에 필요한 외부탄소원 주입 검토

· 무산소조 RBDCOD 이용 가능 탈질량 + SBDCOD 이용 가능 탈질량	=	5,991	kg/일	
· 무산소조 탈질 대상 질소량	=	4,850	kg/일	보충필요없음

승기공공하수처리시설 현대화 용량계산서 (산단계)

1. 유입조건

Influent (생물반응조 유입수)			Effluent (이차침전지 유출수)			비 고
Q	33,501	m ³ /day	Q	32,729	m ³ /day	
BOD	11,194 kg/day	(334.1 mg/ℓ)	BOD	327 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
COD _{Mn}	10,344 kg/day	(308.7 mg/ℓ)	COD _{Mn}	1,309 kg/day	(40.0 mg/ℓ)	
SS	9,787 kg/day	(292.1 mg/ℓ)	SS	327 kg/day	(10.0 mg/ℓ)	
T-N	3,472 kg/day	(103.6 mg/ℓ)	T-N	1,682 kg/day	(51.4 mg/ℓ)	
T-P	743 kg/day	(22.2 mg/ℓ)	T-P	576 kg/day	(17.60 mg/ℓ)	

2. 설계인자

가. 일반인자

호기조 최저온도 (℃)	10	MLSS농도 (kg/m ³)	3.0
호기조 pH	7.0		
호기조 DO (mg/L)	2.0		
TN/MLVSS	8.0%	MLVSS/MLSS	58.7%
TP/MLVSS	7.0%		

나. 생물반응조 유입수 유기물 성장 분류

- 1) COD_{Cr}/BOD비 2.0 (일차침전지 유출수: 1.9~2.0, 유입원수: 2.0~2.2)
- 2) 생물반응조 유입 COD_{Cr} 농도 668.3 mg/L

3) 유입수 유기물 성장 분류

구분	COD _{Cr} 내 함량(%)	농도(mg/L)
S _i	20.07	134.13
S _{LF}	10.03	67.03
S _F	10.00	66.83
X _S	38.40	256.63
X _i	21.50	143.68

구 분	농도(mg/L)	부하(kg/일)	비 율
RBDCOD _{Cr}	133.86	4,484	20.0%
SBDCOD _{Cr}	256.63	8,597	38.4%
BDCOD _{Cr}	390.49	13,082	58.4%

다. 생물학적 동역학 계수

1) 독립영양(=질산화)미생물(Autotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _{m,n}	질산화미생물의 최대비성장률	0.20~0.90	0.75	d ⁻¹	0.75
K _n	반속도 상수	0.5~1.0	0.74	g NH ₄ /m ³	0.74
Y _n	질산화미생물의 순성장률	0.10~0.15	0.12	g VSS/g NH ₄	0.12
K _{dn}	질산화미생물의 사멸계수	0.05~0.15	0.08	d ⁻¹	0.08
K _O	DO의 반포화계수	0.40~0.60	0.50	g/m ³	0.50
θ 값(온도보정계수)					
μ _{m,n}	-	1.06~1.123	1.070	-	1.070
K _n	-	1.03~1.123	1.053	-	1.053
K _{dn}	-	1.03~1.08	1.04	-	1.04

② 설계온도(T ℃)에서 독립영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

$$\begin{aligned}
 \mu_{m,n} &= \mu_{m,n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.38 \text{ d}^{-1} \\
 K_n &= K_{n,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.44 \text{ g NH}_4/\text{m}^3 \\
 K_{dn} &= K_{dn,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.05 \text{ d}^{-1}
 \end{aligned}$$

2) 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

① 20℃에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

구분	명칭	범위	적용값	단위	Typical
μ _m	종속영양미생물의 최대비성장률	3.0~13.2	6.00	d ⁻¹	6.00
K _s	반속도상수	5.0~40.0	20.00	g BDCOD/m ³	20.00
Y _H	종속영양미생물의 순성장계수	0.30~0.50	0.40	g VSS/g BDCOD	0.40
K _d	종속영양미생물의 사멸계수	0.06~0.20	0.12	d ⁻¹	0.12
f _d	세포잔해로써 잔류하는 미생물 분율	0.08~0.20	0.15	-	0.15
θ 값(온도보정계수)					
μ _m	-	1.03~1.08	1.07	-	1.07
K _d	-	1.03~1.08	1.04	-	1.04
K _s	-	1.00	1.00	-	1.00

② 설계온도(T ℃)에서 종속영양미생물(Heterotrophs)의 동역학계수

$$\begin{aligned}
 \mu_m &= \mu_{m,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 3.05 \text{ d}^{-1} \\
 K_d &= K_{d,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 0.08 \text{ d}^{-1} \\
 K_s &= K_{s,20} \times \theta^{(T-20)} &= & 20.00 \text{ g BDCOD}/\text{m}^3
 \end{aligned}$$

3. 미생물량 계산

가. 질산화미생물의 비성장률, μ_N

$$\begin{aligned}
 \mu_N &= \mu_{m,n} \times [N/(K_n+N)] \times [DO/(K_O+DO)] - K_{dn} &= & 0.16 \text{ d}^{-1} \\
 N &= \text{호기조 유출수 내 암모니아성 질소 농도} &= & 1.00 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

나. 질산화를 위한 최소 SRT, θ_c^m

$$\theta_c^m = 1 \div \mu_N = 6.35 \text{ d}$$

다. 질산화를 위한 설계 SRT, θ_c^A

$$\theta_c^A = \theta_c^m \times \text{안전계수} = 12.69 \text{ d}$$

$$\text{안전계수(Safety factor)} = 2.00 \text{ (범위: 1.3~2.5)}$$

라. 설계 적용 총 SRT, θ_c^d

$$\text{호기조 설계 SRT} / \text{호기조 분율} = 12.69 \text{ d}$$

$$\text{호기조 분율} = \text{호기조 부피} / \text{총생물반응조 부피} = 1.00$$

마. 종속영양미생물량, MX_{a1}

1) 종속영양미생물의 실제 성장계수

$$Y_{obs} = \text{종속영양미생물의 실제 성장계수} = Y_H \div (1 + K_d \times \theta_c^d) = 0.20 \text{ g VSS/g BDCOD}$$

2) 유출 용존 기질농도, S 계산

$$S = [K_s \times (1 + K_d \times \theta_c^d)] \div [\theta_c^d (\mu_m - K_d) - 1] = 1.11 \text{ mg/L}$$

3) 종속영양미생물량, MX_{a1} 계산

$$MX_{a1} = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \div 1,000 = 2,571 \text{ kg/d}$$

여기서, Q: 생물반응조 유입유량
S₀: 생물반응조 유입 BDCOD_C농도

바. 독립영양미생물량, MX_{a2}

1) 독립영양미생물의 실제 성장계수

$$Y_{obs,n} = \text{독립영양미생물의 실제 성장계수} = Y_n \div (1 + K_{d,n} \times \theta_c^d) = 0.07 \text{ g VSS/g NH}_4$$

2) 질산화대상 질소농도, NO_x

$$= 85.21 \text{ mg/L} \quad (\text{질소물질수지 참조})$$

3) 질산화미생물량, MX_{a2}

$$MX_{a1} = Y_{obs,n} \times Q \times \text{NO}_x \div 1,000 = 203 \text{ kg/d}$$

사. 활성미생물량, MX_a

$$MX_{a1} + MX_{a2} = 2,775 \text{ kg/d}$$

아. 총미생물량, MX_{cell}

$$MX_a + \text{세포잔해} = 3,172 \text{ kg/d}$$

$$\text{세포잔해(Cell debris)} = f_d K_d Q Y_{obs} (S_0 - S) \theta_c^d = 397 \text{ kg/d}$$

자. 총 VSS량, MX_v

$$MX_{cell} + \text{유입NBDVSS량} = 4,273 \text{ kg/d}$$

$$\text{NBDVSS량} = (\text{유입 TSS 농도} - \text{유입 FSS 농도}) \times \text{유입 VSS 중 NBDVSS 분율} \times \text{유입유량} \div 1,000 = 1,101.1 \text{ kg/d}$$

유입 TSS 중 FSS 분율 = 0.25
유입 VSS 중 NBDVSS 분율 = 0.15
유입 FSS량 = 2,447 kg/d
→ 73.04 mg/L

차. 총 고형물량, MX_t

폐

$$MX_{cell} / \text{총미생물 내 VSS함량} + \text{유입 NBDVSS량} + \text{유입 FSS량} = 7,279.2 \text{ kg/d}$$

$$\text{총미생물 내 VSS 함량} = 85.0\%$$

카. 잉여슬러지 고형물량, MX_t

$$MX_t - \text{유출수 SS량} + \text{화학슬러지량} = 6,951.9 \text{ kg/d}$$

타. MLVSS/MLSS 비

$$MX_v / MX_t = 58.7\%$$

4. 질소수지 분석

가. 유출입 질소량

유입질소량, N _{in}	Q(m ³ /일)	C(mg/l)	부하(kg/d)
	33,501	103.6	3,472

--- (A)

② 용적당 활성미생물량

$$\cdot MX_a/MX_i = 0.381$$

$$\cdot \text{용적당 활성미생물량} = 1.144 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{무산소조 MLSS농도}/1000 \cdot Px_{\text{bio}}/Px_{\text{TSS}})$$

③ 용적당 탈질율

$$\cdot \text{SDNR}_{v1} = 0.133 \text{ kg/m}^3 \text{ d}$$

$$\cdot \text{SDNR}_{v2} = 0.086 \text{ kg/m}^3 \text{ d}$$

4) 무산소조 용량 계산

$$\cdot \text{무산소조 필요용량} = (\text{NO}_{x1}/\text{SDNR}_{v1}) + (\text{NO}_{x2}/\text{SDNR}_{v2}) = 5,110 \text{ m}^3 = 3.66 \text{ hr}$$

나. 호기조 용량 계산

1) Case 1: SRT 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

$$\cdot \text{SRT} = (\text{MLSS} \times V_{\text{oxic}}) / (Q_w X_w + Q_e X_e) \rightarrow Q_e X_e = 0 \text{으로 가정}$$

$$\cdot V_{\text{oxic}} = (\text{잉여슬러지 고형물량} \times \theta_c A) \div \text{호기조 MLSS농도} \times 1,000 = 29,418 \text{ m}^3$$

2) Case 2: 호기조 내 미생물량 기반 호기조 용량(Voxic) 산정

$$\cdot \text{호기조 내 TSS량} = X_{\text{TSS}} = MX_i \times \theta_c^A = 92,408 \text{ kg}$$

$$\cdot \text{호기조 용량} = X_{\text{TSS}} \div \text{MLSS} = 30,803 \text{ m}^3$$

3) 호기조 용량 = 30,803 m³ = 22.07 hr

다. 생물반응조 전체 용량

$$\cdot V_{\text{total}} = V_{\text{anoxic}} + V_{\text{oxic}} = 35,912 \text{ m}^3 = 25.73 \text{ hr}$$

6. 호기조 필요 공기량 계산

$$\cdot \text{총 실제 산소요구량 (kg O}_2\text{/d), OD} = O_{D1} + O_{D2} + O_{D3} + O_{D4}$$

여기서, OD = 공정의 총 산소요구량 (kg O₂/day)

OD1 = BOD산화에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD2 = 내생호흡에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD3 = 질산화에 필요한 산소요구량 (kg O₂/day)

OD4 = 용존산소농도 유지에 필요한 산소량 (kg O₂/day)

$$\cdot O_{D1} = A \cdot [(BOD_5 \text{ 제거량} - \text{인 방출시 제거되는 BOD}) - 2.86 \cdot \text{탈질소량}] = 6,716.63 \text{ kg O}_2\text{/day} = 6,716.63$$

A	:	제거 BOD당 소모되는 산소량 : 0.5~0.7
2.86	:	0.6 kg O ₂ /kg BOD
	:	탈질시 소모되는 BOD량 (kg BOD/kg NO ₃ -N)

$$\cdot O_{D2} = B \cdot M_a = 3,161.94 \text{ kg O}_2\text{/day}$$

B : 단위 호기성미생물당 내생호흡에 의해 소모되는 산소량

M_a : 호기조 활성미생물량 (kg MLVSS)

63,239 kg MLVSS

$$\cdot O_{D3} = 4.57 \cdot \text{질산화된 질소량} = 13,045.43 \text{ kg O}_2\text{/day}$$

$$4.57 : 4.57 = \text{질산화에 필요한 산소량 환산계수 (kg O}_2\text{/kg NH}_4\text{-N)}$$

$$\cdot O_{D4} = DO_{\text{aerobic}} \cdot Q \cdot (1 - \text{)} \cdot 10^{-3} = 67.0 \text{ kg O}_2\text{/day}$$

$$DO_{\text{aerobic}} : \text{호기조유지 용존산소농도 (mg O}_2\text{/L)} = 2.0 \text{ mg O}_2\text{/L}$$

$$\cdot \text{총 실제 산소요구량, OD} = 22,991.0 \text{ kg O}_2\text{/day} = \text{AOR}$$

$$\text{호기조 표준산소요구량(SOR)} = \frac{AOR_A \times C_{SW} \times \gamma}{1.024^{(T-20)} \times \alpha(\beta \times C_S \times \gamma - C_A)} \times \frac{10.33 \text{mH}_2\text{O}}{P}$$

C _{SW}	:	20℃에서의 산소 포화농도	(8.84 mg/l)
C _A	:	혼합액의 평균 DO 농도	(2.00 mg/l)
C _S	:	T℃에서의 산소 포화농도	(10.2 mg/l @ 13℃)
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	KL _a 보정계수(산기식: 0.3~0.9)	(0.60)
β	:	포화 용존농도 보정계수	(0.95)
P	:	대기압	(10.33 mH ₂ O)
γ	:	산기수심에 따른 C _S 보정계수 = 1+ (H/2)/10.24	(1.32) 산기수심 6.5
SOR _A	=	52,546 kgO ₂ /일	

$$\text{필요공기량, G}_s = \frac{\text{SOR}}{E_A \times \rho \times Q_w \times 24 \times 60} \times \frac{273+T}{273} \times (1+\alpha)$$

E _A	:	(청수에 대한) 산소전달효율	20%
ρ	:	표준상태 공기밀도	(1.202 kg/m ³)
Q _w	:	공기중 산소비율	0.232
T	:	활성슬러지 혼합액의 수온	(10 ℃)
α	:	여유율	10%

$$G_s = 746.05 \text{ m}^3\text{/min}$$

7. 알칼리도 검토(mg/L as CaCO3)

가. Alk. 주입여부 검토

1) 유입 Alk.	=	400	mg/ℓ as CaCO ₃	
	=	13,400	kg/일	
2) 질산화에 의한 소모 Alk.				
· 질산화되는 질소	=	85.2	mgN/ℓ	
· 질산화에 의한 소모 Alk. = 7.14 * 질산화되는 질소	=	608.4	mg/ℓ as CaCO ₃	
	=	20,382	kg/일	
3) 탈질에 의한 회복 Alk.				
· 탈질산화되는 질소	=	46.8	mgN/ℓ	
· 탈질산화에 의한 회복 Alk. = 3.57 * 탈질산화되는 질소	=	167.0	mg/ℓ as CaCO ₃	
	=	5,596	kg/일	
4) 목표 유출 Alk.	=	250	mg/ℓ as CaCO ₃	(생활계 유입수 Alk.)
	=	8,375	kg/일	
5) 유출 Alk. 계산				
· 유입 Alk. - 소모 Alk. + 회복 Alk.	=	(291.3)	mg/ℓ as CaCO ₃	보충필요
	=	(9,760.2)	kg/일	

나. NaOH 공급량 계산 (Alk. 보충 필요시)

· 알칼리도 공급 필요량	=	291.34	mgCaCO ₃ /ℓ	=	9,760	kgCaCO ₃ /d
· NaOH 소요량 = 알칼리도 공급필요량*40/50	=			=	7,808	kgNaOH/d
· 25%, 액상 NaOH 공급량	=			=	31,233	kgNaOH/d
· 25%, 액상 NaOH 비중	=			=	1.22	g/cm ³
· 25%, 액상 NaOH 공급량 = kg/1.22/1000	=			=	25.6	m ³ /d

8. 탈질에 필요한 외부탄소원 주입 검토

· 무산소조 RBDCOD 이용 가능 탈질량 + SBDCOD 이용 가능 탈질량	=	1,634.7	kg/일	
· 무산소조 탈질 대상 질소량	=	1,567.6	kg/일	보충필요없음
· 무산소조 탈질 부족 질소량	=	-67.1	kg/일	-2.0 mg/L
· 무산소조 RBDCOD필요량	=	(443)	kg/일	
· 외부탄소원 필요 농도	=	-13.2	mg/L	
· 외부탄소원 공급량(=RBDCOD공급량)	=	-443	kg/일	
· 메탄올 100% 이론적 COD농도	=	1,180,000	mg/L	
· 메탄올 100% 주입률	=	-0.38	m ³ /일	
· 메탄올 100% 공급량	=	-297.3	kg/일	
· 메탄올 100% 비중	=	792.0	kg/m ³	

소화조 용량산정

항 목	용 량 계 산																		
1) 소화조 유입조건																			
가. 슬러지 발생량	<table><tr><th rowspan="2">구 분</th><th>유입 유량</th><th>유입 TS</th><th>유입 VS</th><th rowspan="2">비고</th></tr><tr><th>(m³/d)</th><th>(%)</th><th>(%)</th></tr><tr><td>소화조 유입슬러지</td><td>952.0</td><td>5.45</td><td>3.76</td><td></td></tr><tr><td>소화액</td><td>952.0</td><td>3.19</td><td>1.50</td><td></td></tr></table>	구 분	유입 유량	유입 TS	유입 VS	비고	(m³/d)	(%)	(%)	소화조 유입슬러지	952.0	5.45	3.76		소화액	952.0	3.19	1.50	
구 분	유입 유량		유입 TS	유입 VS	비고														
	(m³/d)	(%)	(%)																
소화조 유입슬러지	952.0	5.45	3.76																
소화액	952.0	3.19	1.50																
2) 소화조 용량 검토																			
가. 설계조건																			
a) 소화일수	20.0 ~ 25.0 day (하수도설계기준 해설편 p.973, 중온소화 제안 SRT)																		
b) 유입유량	952.0 m³/일																		
나. 소화조 필요용량																			
a) 소화일수에 의한 산정	VI = T x QI 23,799 m³ 적용																		
	· 소화조 용량(VI) : 19,039 ~ 23,799 m³																		
	· 소화일수(T) : 20.0 ~ 25 day 적용 25 day 이상																		
	· 유입 슬러지량(Q) : 952.0 m³/d																		
b) VS부하율에 의한 산정	V = (Q x VS x 10) / VSload																		
	· 소화조 용량(V) : 5,596 ~ 22,383 m³																		
	· 유입 슬러지량(Q) : 952.0 m³/d																		
	· 유입수 VS : 3.76 %																		
	· VS부하율(VSload) : 1.6 ~ 6.4 kgVSS/m³/d																		
c) 소화조 최소 필요 용량	23,799 m³																		
4) 소화조 용량 검토																			
a) 소화조 형식	2단소화(원형)																		
b) 소화조 규격	소화조																		
	· 지름 : 22.0 m																		
	· 유효수심 : 11.0 m																		
	· 지수 : 6 지																		
	· 소화조 용량(1) : 25,089 m³																		
	· 소화조 전체용량(소화조) : 25,089 m³																		
c) 설계 검토	· 소화일수(소화조) : 26.4 day =====> O.K.																		
	· 전체 소화일수(소화조) : 26.4 day																		

소화조 Biogas발생량

1. VS기준 가스발생량

가) 소화조 VS감하율(소화효율)	60.0 %
나) 소화조 유입VS 부하량	35,813 kg/일
소화효율: 25~60% 하수도설계기준 962p.	
VS/TS 69.0% 물질수지	
감량화율: 41.4% OK	
다) 소화조 유출VS 부하량	14,325 kg/일
라) 소화조 VS 제거량	21,488 kg/일
마) VS 제거량에 따른 가스발생률	
혼합 슬러지 VS 제거에 따른 가스발생률	0.88 m ³ /kgVS
하수도설계기준 961p.(by McCarty)	
$C_{10}H_{19}O_3N \rightarrow 5.78CH_4 + 2.47CO_2 + 0.19C_3H_7O_2N + 0.81NH_4^+ + 0.81HCO_3^-$	
: 210g의 하수찌꺼기가 혐기성분해되면 5.78mols(129L)의 메탄 생성	
: 이론적 소화가스 메탄구성비는 70%(5.78/(5.78+2.47))이나 60% 적용	
바) 메탄 함량	60.0 %
소화가스발열량 5,600kcal/m ³ , 메탄가스발열량 8,640kcal/m ³ (하수도설계기준 p1003)	
슬러지비열 : 1.0kcal/kg°C	
사) 가스발생량	18,856 m ³ /일
아) 메탄가스발생량	11,314 m ³ /일
자) 발열량	97,751,881 kcal/일

102,298.5

2. 잉여가스발생량

가) 소화조 가온열량	하절기: 16,183,197 kcal/일
	동절기: 25,702,725 kcal/일
$Q1 = Qi \times Cp \times (Td - Ts) \times 1,000$	
여기서, $Q1$:	소요열량(Kcal/d)
Qi :	유입 슬러지량(m ³ /d)
Cp :	혼합슬러지 비열(1.0)
Td :	소화온도(35 ~ 37°C) (= 37 °C 적용)
Ts :	유입 슬러지온도(°C) (하절기 : 20 °C, 동절기 : 10 °C)

20,942,961
747,775
21,690,736
2,511

나) 소화조 손실열량	하절기: 615,815 kcal/일
	동절기: 879,736 kcal/일

64240
0.850691916

$Q2 = 24 \times \alpha \times A \times \Delta T$
여기서, $Q2$: 손실열량(Kcal/d)
 α : 열전도율 (지상 : 1/1.4 지하 : 1/3.2)
 A : 소화조 표면적 (지상 : 2,281 m², 지하 : 6,842 m²)
 ΔT : 온도차(°C) (소화조내 37 °C)

구 분	면적(m ²)	열전도율	외부온도(℃)				손실열량(Kcal/d)	
			지상		지하			
			하절기	동절기	하절기	동절기	하절기	동절기
상부 지상	2,281	1/1.4	25	-2			46,919	152,488
측벽 지하	4,562	1/3.2			6	0	242,416	289,335
하부 지하	2,281	1/3.2			6	0	121,208	144,668
소 계							410,543	586,490
기타연손실(50%)							205,272	293,245
계							615,815	879,736

※ 지상온도는 최근3년간 하절기(6~8월), 동절기(12~2월) 평균 최저 대기온도 적용

※ 지하온도는 소화조가 통결심도 이하 매립되므로 동절기 0°C, 하절기는 대기온도차의 1/5 적용

27
5.4

다) 잉여가스발생량

잉여열량	하절기: 76,297,204 kcal/일
	동절기: 63,802,378 kcal/일
잉여메탄가스량	하절기: 8,831 m ³ /일
	동절기: 7,385 m ³ /일
잉여가스량	하절기: 13,625 m ³ /일
	동절기: 11,393 m ³ /일

	태양광	연료전지	소수력	풍력	하수열
1kW 당	9,330,000	3,000,000	3,420,000	4,540,000	3,730,000
1kcal/kW	860				
1kcal당	11,000	3,000	4,000	5,000	4,000
	29,800,000,000		88,718	124	
	425		74,189	104	
	70,049,791				
	73,308				
	0.72				
	0.60				

1. 생물반응조 공정 설계

(1) 생활계

구분		W	L	He	EA
구조물	Anaerobic	9.0 m	11.0 m	6.5 m	32
	Anoxic	18.0 m	23.0 m	6.5 m	16
	Oxic	18.0 m	47.5 m	6.5 m	16
폭/수심비		2.77	81.5		

(2) 산단계

구분		W	L	He	EA
설계	Anoxic	18.0 m	11.0 m	6.5 m	4
	Oxic	18.0 m	70.5 m	6.5 m	4

반응조 용량 Check : 생활계 일차침전지+산단계 이차침전지

구 분	Required		Design		result		여유율
	Volume	HRT	Volume	HRT	Volume	HRT	(%)
Anaerobic	15,322 m³	1.35 hr	20,592 m³	1.82 hr	O.K	O.K	34.4%
Anoxic	42,553 m³	3.76 hr	43,056 m³	3.80 hr	O.K	O.K	1.2%
Oxic	87,863 m³	7.75 hr	88,920 m³	7.85 hr	O.K	O.K	1.2%
Total	145,738 m³	12.86 hr	152,568 m³	13.46 hr	O.K	O.K	4.7%

반응조 용량 Check : 산단계 일차침전지

구 분	Required		Design		result		여유율
	Volume	HRT	Volume	HRT	Volume	HRT	(%)
Anoxic	5,110 m³	3.66 hr	5,148 m³	3.69 hr	O.K	O.K	0.7%
Oxic	30,803 m³	22.07 hr	32,994 m³	23.64 hr	O.K	O.K	7.1%
Total	35,912 m³	25.73 hr	38,142 m³	27.32 hr	O.K	O.K	6.2%

2. 일차침전지

(1) 생활계

1) 일차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.597~598)

유입하수량	240,000 m ³ /일,	1,080,000 m ³ /일
HRT	2.0 ~	4.0 hr 이상
수면적부하	25 ~	50 m ³ /m ² /일
길이/폭	3.00 이상	
폭/깊이	1.00 ~	2.25
유효수심	2.5 ~	4.0 m

2) 일차침전지 규격

용량	20,000 ~	40,000 m ³	60,480
수면적	4,800 ~	9,600 m ²	15,120
규격	9.0 mW ×52.5mL ×4.0mHe × 32 지		
적용HRT	6.05 시간 (청천시)	1.34 시간 (강우시)	

3) 일차침전지 규격 검토

HRT	6.05 시간	OK
수면적부하	15.9 m ³ /m ² /일	OK
횡단면적	1,152.0 m ² (36.0 m ² /지)	
길이/폭	5.83	OK
폭/깊이	2.25	OK
강우시HRT	1.34 시간	OK

(2) 산단계

1) 일차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.597~598)

유입하수량	30,000 m ³ /일	135,000 m ³ /일
HRT	2.0 ~	4.0 hr 이상
수면적부하	25 ~	50 m ³ /m ² /일
길이/폭	3.00 이상	
폭/깊이	1.00 ~	2.25
유효수심	2.5 ~	4.0 m

2) 일차침전지 규격

용량	2,500 ~	5,000 m ³	15,120
수면적	600 ~	1,200 m ²	3,780
규격	9.0 mW ×52.5mL ×4.0mHe × 8 지		
적용HRT	12.10 시간 (청천시)	2.69 시간 (강우시)	

3) 일차침전지 규격 검토

HRT	12.10 시간	OK
수면적부하	7.9 m ³ /m ² /일	OK
횡단면적	288.0 m ² (36.0 m ² /지)	
길이/폭	5.83	OK
폭/깊이	2.25	OK
강우시HRT	2.69 시간	OK

3. 이차침전지

(1) 생활계 + 산단계

1) 이차침전지 설계조건 (하수도설계기준 p.607~608)

유입하수량	271,971	㎥/일	(일최대 하수량)
HRT	3	~	5 hr
수면적부하	15	~	25 ㎥/㎡/일
고형물부하	40	~	125 kg/㎡/일
유효수심	2.5	~	4.0 m
길이/폭	3.00	이상	
폭/깊이	1.00	~	2.25

2) 이차침전지 규격

용량	33,996	~	56,661	㎥	43,776
수면적	10,879	~	18,131	㎡	10,944
고형물량		~	815,912	kg/일	815,912
수면적	6,527	~	20,398	㎡	10,944
규격	9.0 mW	×38.0mL	×4.0mHe	× 32 지	

3) 이차침전지 규격 검토

HRT	3.86 hr	OK
수면적부하	24.85 ㎥/㎡/일	OK
고형물부하	74.6 kg/㎡/일	OK
유효수심	4.0 m	OK
길이/폭	4.22	OK
폭/깊이	2.25	OK

3. 공사기간 산정의 적정성 검토서

승기공공하수처리시설 현대화사업 공사기간 산정의 적정성 검토보고서

2023. 11.

현 대 화 사 업
승 기 공 공 하 수 처 리 시 설

적 정 성 검 토 보 고 서
공 사 기 간 산 정 의

2
0
2
3
·
11



인 천 광 역 시

설 계 설 명 서

사 업 명	승기공공하수처리시설 현대화사업	용 역 사	(주)선진엔지니어링종합건축사사무소
사 업 위 치	인천광역시 연수구 동춘동 947번지 (現 승기공공하수처리시설 부지내)		
용 역 기 간	2021년 06월 ~ 2023년	책임기술자	한 능 수
용 역 금 액		추정공사비	327,874백만원
용 역 감 독	환경국 하수와 조기현	자 문 구 분	공사기간 산정의 적정성 검토
용 역 개 요	○ 공사개요		
	－ 우선시공분		
	· 해안도로 차집관로 개량 1.7km		
	· 남동공단 유입관로 신설 4.3km		
	※공사 초기단계에 공단계 유입수 별도 차집 필요성 제시시에 한함		
	· 가설사무소설치 및 본공사 준비 1식		
	－ 본공사		
	· 무중단 운영을 고려한 단계별 기존시설 철거		
	· 현대화시설 270,000㎥/일 신설		
· 관리동 및 주민친화시설 설치			
○ 주요 공종별 공사비: 개략수량산출에 의한 기본계획상 공사비(VAT 별도)			
구 분	시 설 개 요	공사비(백만원)	비 율 (%)
토 목	하수처리시설 현대화 270,000㎥/일	194,784	59.4
건 축	관리동 신설	6,182	1.9
기 계	하수처리 기자재 설치	82,808	25.3
전 기	수배전설비, 각종 계측설비 설치	32,474	9.9
조 경	상부공원, 체육시설 등 A=226,765㎡	11,626	3.5
합 계	－	327,874	100.0
심 의 안 건 요 약	· 현재 275,000㎥/일로 운영 중인 노후 하수처리시설인 승기공공하수처리시설을 전면 철거하고 270,000㎥/일 규모의 현대화시설로 재건설하기 위한 공사기간 산정의 적정성 검토		
	· 본 사업은 인천광역시계약심의위원회 심의 결과에 따라 설계·시공 일괄입찰방식으로 진행되는 사업으로서 입찰자의 설계에 따른 공사기간 제안시 최소기준을 입찰안내서에 제한하여 안전하고 원활한 공사가 가능토록 하기 위함		
첨 부: 1. 사업계획평면도(예시) 및 단계별 공사계획(예시)			
2. 공사기간 산정의 적정성 검토보고서			

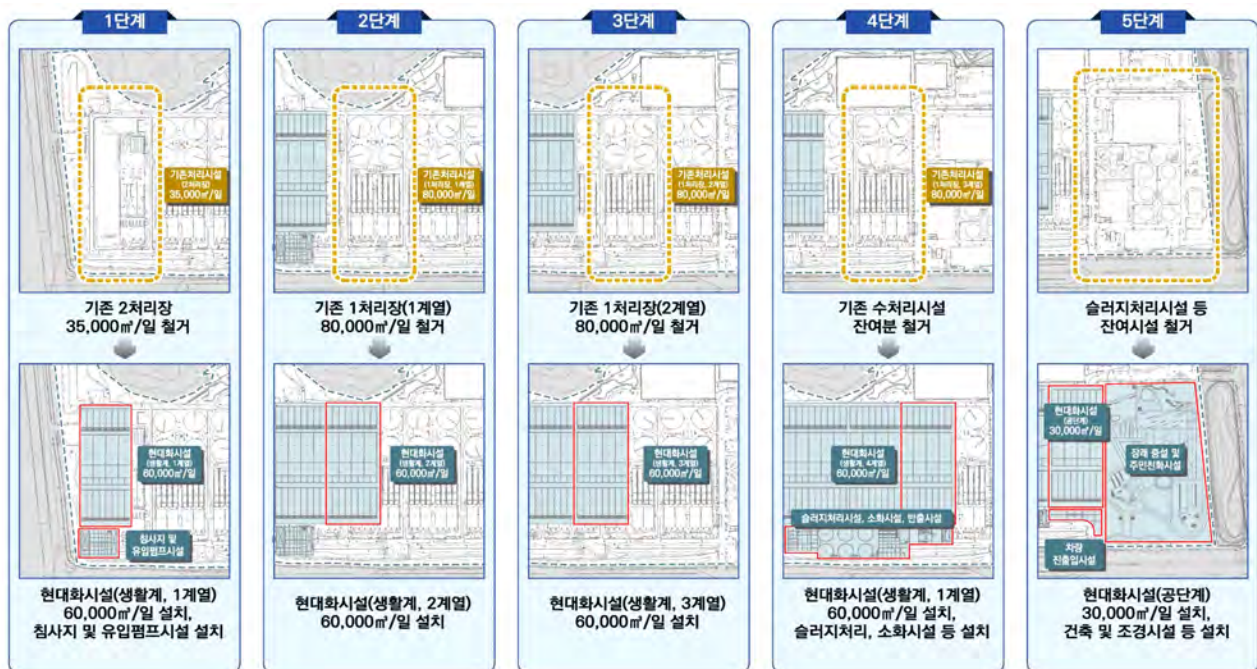


사업계획평면도(예시)

습기공공하수처리시설 현대화사업 계획평면도



단계별 공사계획(예시)



CONTENTS

1. 사업개요
2. 관련법규
3. 공사기간 분석

제 1 장 사업개요

1. 사업의 배경 및 목적
2. 시설 현황 및 사업범위 설정
3. 계획의 개요

1. 사업의 배경 및 목적

1.1 사업의 배경

- 승기공공하수처리시설은 1995년 시설용량 240,000m³/일 규모의 표준활성슬러지법으로 최초 설치되어 2007년 고도처리시설(MLE) 개량 및 2단계 35,000m³/일 증설사업 시행 후 현재까지 대수선 없이 운영중인 노후 하수처리시설로 처리구역 내 분류식화물 증가에 의한 유입오염부하량 증가와 주요 기자재 설비의 노후도 심화로 인한 처리효율 저하 문제가 심각한 실정
- 2012년 동절기 방류수질 유예 삭제 등의 기준 강화에도 불구하고 별도의 개량 없이 운영되어 최근 다수의 방류수질기준 초과에 따른 한강유역환경청 개선명령 이행 필요
- 송도국제도시 개발에 따라 공공하수처리시설의 입지가 도심지 중심에 위치하여 인근 주민으로부터 악취 등에 의한 민원이 빈번하며 하수처리시설의 이전 또는 현대화사업에 대한 요구 높음

1.2 사업목적

- 본 사업은 노후 공공하수처리시설의 수질기준 초과 및 악취문제 해결 등 지역주민의 삶의 질 향상과 지하화시설 상부는 공원화하여 도시 녹지공간 확보 및 혐오시설 이미지를 개선하기 위한 승기공공하수처리시설 현대화사업을 추진하는데 그 목적이 있다

1.3 과업의 범위

- 본 과업은 설계·시공일괄입찰방식으로 추진하는 승기공공하수처리시설 현대화사업에 필요한 기본계획 및 입찰안내서 작성임
- 기본계획수립 대상 과업범위
 - ◆ 시간적 범위 : 2035년
 - ◆ 공간적 범위 : 인천광역시 연수구 능허대로 484(인천환경공단 승기사업소 내)



시설개요

구 분	시설개요
승기공공하수처리시설 현대화사업	- 시설현대화 : 270,000m³/일 (완전지하화) - 해안도로 차집관로 개량 (D700) : 1.7km - 남동공단 유입관로 신설 (D600) : 4.3km

2. 시설 현황 및 사업범위 설정

2.1 하수처리시설 현황

- 시설연혁: 연수동, 간석동, 구월동 등의 주거지역 생활오수와 남동공단 공장폐수를 처리하기 위해 시설용량 275,000m³/일 규모로 1995년 1월 가동, 개시하여 현재 27년이 경과한 노후 하수처리시설
- 처리성능: 용량계산 및 수처리공정모델링(GPS-X) 검토결과 최대 처리성능은 당초 설계 용량의 45.5%인 125,000m³/일로 검토



시설 현황



1	1처리장 일차침전지	5	변전소	9	소화조	13	체육시설(축구장2)
2	1처리장 생물반응조	6	방류수로	10	농축조	14	체육시설(테니스장)
3	1처리장 이차침전지	7	기계동	11	관리동	15	정문(일반차량)
4	2처리장	8	침사지	12	체육시설(축구장1)	16	후문(유지관리차량)

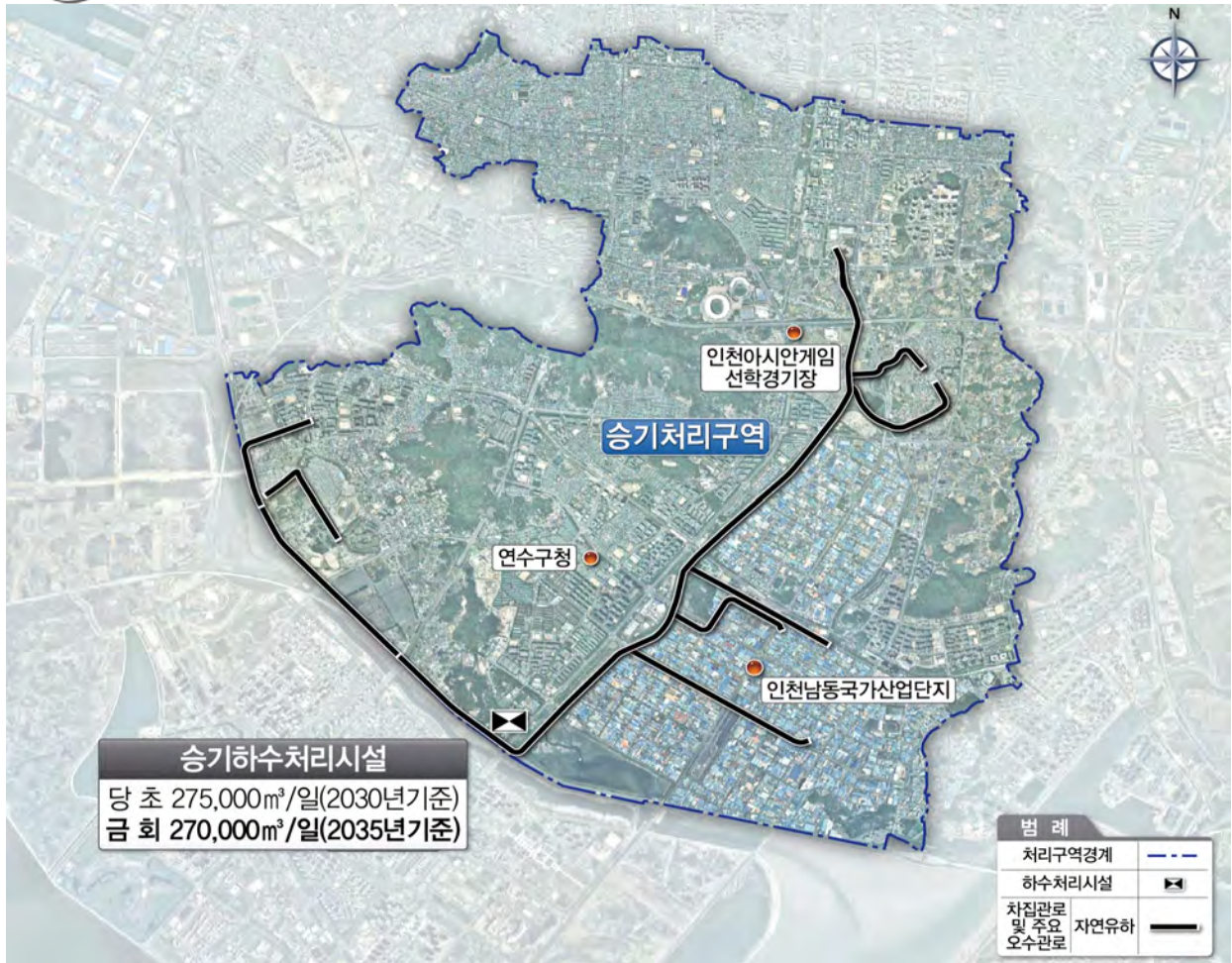
2.2 사업범위 설정

- Fast Track을 포함한 설계·시공일괄 입찰방식(T/K) 공사시행
- 우선시공분
 - ◆ 남동공단 공단계 유입관로 신설 4.3km (입찰자가 필요성 제시시에 한함)
 - ◆ 해안도로 차집관로 개량 1.7km
 - ◆ 가설사무소 설치 및 공사준비 1식
- 현대화시설 단계별 설치 270,000m³/일 (완전지하화)
- 장래증설부지 확보 및 상부 주민친화공간 조성 1식

2.3 처리구역 현황 및 과업추진 경위



처리구역 현황



그간 추진현황

- 2014. 10. ~ 2014. 12.: 승기공공하수처리시설 1차 타당성조사 시행
- 2015. 12. ~ 2016. 06.: 시민간담회 11회 개최 (토론회의, 선진지견학 등)
- 2020. 02. : 승기공공하수처리시설 추진계획 시장방침 결정 (재정사업)
- 2020. 09. : 2035년 인천광역시 하수도정비기본계획 승인 (환경부 → 市)
- 2020. 11. : 승기공공하수처리시설 현대화사업 기본계획 고시 (제2020-404호)
- 2020. 12. : 대형공사 입찰방법 심의 (설계 · 시공 일괄입찰방식)
- 2021. 04. : 입찰안내서작성 용역 착수
- 2022. 10. : 구월2지구 개발사업에 따른 하수도정비기본계획 부분변경 승인
- 2023. 06. : 입찰안내서 작성의 적정성 건설기술심의회의 조건부 승인

3. 계획의 개요

3.1 사업개요



시설개요

구 분		시설개요	비고
시설 현대화	시설용량	· 270,000m³/일	
	수처리방식	· 입찰자 제시 (기본계획 예시: A2O 범용공법)	
	찌꺼기처리방식	· 입찰자 제시 (기본계획 예시: 농축→소화→탈수→최종처분)	
	방류수역	· 처리시설 → 서해	
	부지면적	· 226,764.9m² (동춘동 947번지, 현 승기공공하수처리시설 부지내)	
유입 관로	해안도로 차집관로	· D700mm, L=1.7km	
	남동공단 유입관로	· D600mm, L=4.3km	
공사 내용	우선시공분	· 유입관로, 가설사무소	
	토목공사	· 기존시설 철거, 토공, 구조물공, 가시설공	
	건축공사	· 기존관리동 철거, 관리동 신축	
	기계공사	· 수처리설비, 찌꺼기설비, 각종 배관	
	전기/계측공사	· 수전설비, 계측설비, 에너지자립화설비	
	조경공사	· 지하화상부 공원시설, 체육시설 등 주민친화시설 조성	



소요사업비

구 분		금 액 (억원)	비 고
1. 총사업비		3,884	
2. 공사비		3,607	
2.1 현대화시설 공사비		3,532	
1) 토목공사		2,052	
2) 건축공사		68	
3) 기계공사		911	
4) 전기 및 계측제어		357	
5) 조경공사		128	
6) 시운전비		16	
2.2 우선시공분		75	
1) 관로공사		73	
2) 가설공사		2	
3. 시설부대비		277	환경부 표준사업비
7.1 설계비		143	
7.2 감리비		127	
7.3 시설 부대비		7	

3.2 계획지표 설정



시설용량 결정

- 2035년 인천광역시 하수도정비기본계획(이하 상위계획) 상 승기처리구역에 편입 처리되
었던 송도국제도시 일부지역 등을 발생원처리원칙에 따라 처리구역 조정(승기→송도)
 - 시설용량 275,000㎥/일 ⇨ 현대화시설 용량 250,000㎥/일(기승인)
- 구월2지구 편입 등을 고려하여 금회 270,000㎥/일로 금회 시설용량 재승인

구 분	당초설계	상위계획	금회적용
시설용량(㎥/일)	275,000	250,000	270,000



유입수질 결정

- 당초설계 대비 총질소기준 156% 오염부하량 증대
 - 현시설 부지내 증가된 오염부하처리성능 확보 필요

구 분	당초설계		상위계획		금회적용	
	계획수질 (mg/L)	오염부하량 (kg/일)	계획수질 (mg/L)	오염부하량 (kg/일)	계획수질 (mg/L)	오염부하량 (kg/일)
BOD	155	42,625	203	45,204	203	45,204
TOC (COD)	- (125)	- (34,375)	126	27,807	126	27,807
SS	150	41,250	215	47,525	214	47,525
T-N	32	8,800	51	11,179	51	11,179
T-P	4.5	1,238	7	1,588	7	1,588

3.3 시설규모 결정

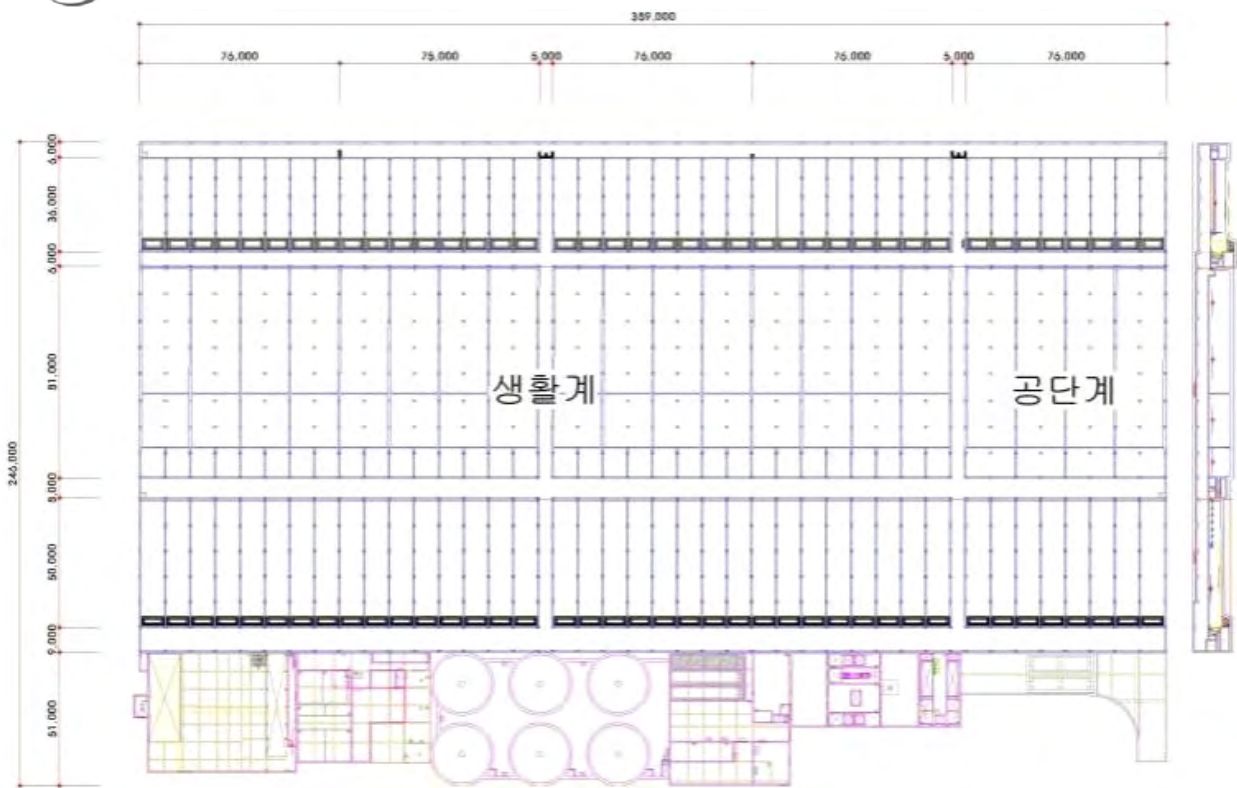


검토조건

- **경계조건:** 처리성능 45.5%의 기존시설 설치부지 내에 증가된 오염부하 처리가 가능한 현대화시설 설치에 대한 용량검토 수행
- **처리공법:** 질소·인 동시처리가 가능한 범용공법인 A2O계열 기준 검토
- **시설물설치 조건**
 - **침전지:** 강우시 유입우수처리를 위한 3Q규모의 일차침전지와 1Q규모의 이차침전지 설치
 - **기 타:** 고농도 공단계 폐수적정처리를 위한 In-line방식의 유량조정조 및 설계기준을 만족하는 체류시간 확보 가능한 유출입펌프시설 및 슬러지처리시설 설치



시설규모 결정



구 분		생활계(A2O)	공단계(MLE)	비 고
생물 반응조	협 기 조	W9×L11×He6.5×32지	—	
	무산소조	W18×L23×He6.5×16지	W18×L11×He6.5×4지	
	질산화조	W18×L48×He6.5×16지	W18×L71×He6.5×4지	
일차침전지		W9×L48×He4.0×32지	W9×L48×He4.0×8지	3Q 기준
이차침전지		W9×L35×He4.0×32지	W9×L35×He4.0×8지	1Q 기준
유량조정조		—	W41×L22×He3.0×4지	In-Line방식

3.4 평면배치계획 결정

- 기존 토지이용현황을 고려하여 남동공단 차집관로 등 관로시설 일부를 제외한 현대화시설 전체 947번지(226,764.9m²)에 설치
- 구내배관을 제외한 모든 시설은 지적 경계에서 최소 5m이상 이격



토지이용 및 평면배치계획



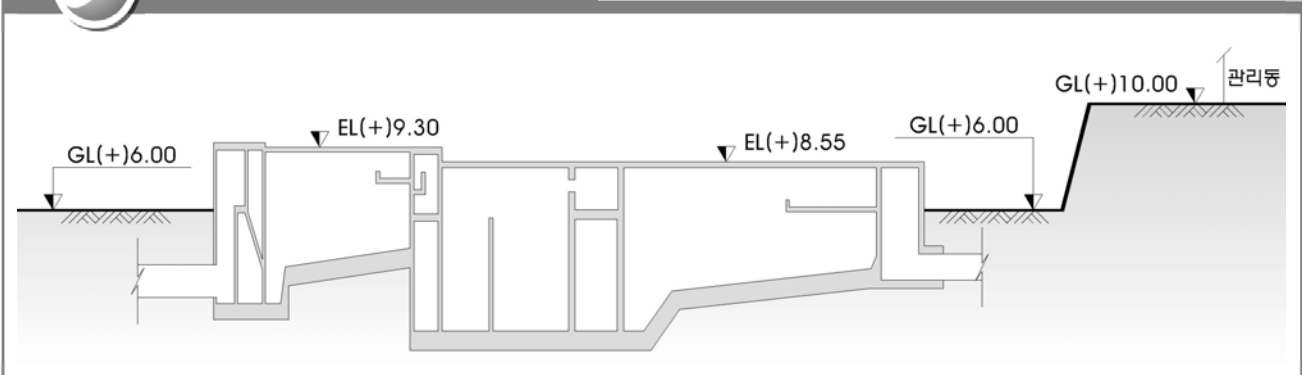
번호	지번	지목	지적면적	편입면적	소유자	토지이용현황
1	동춘동 947	잡	226,764.9	226,764.9	인천광역시	공공하수처리시설
2	946	잡	18,395.4	18,395.4	연수구	완충녹지
3	946-1	도	904.6	904.6	연수구	도로(진입도로)
4	946-2	잡	12,995.1	12,995.1	연수구	완충녹지
5	947-7	도	247.9	100.0	연수구	도로(녹지)
6	946-4	도	3,110.4	1,744.0	연수구	도로(녹지)
7	916-3	도	24,954.7	1,105.0	인천광역시	도로(녹지)
8	916-5	도	1,642.4	764.0	인천광역시	도로(녹지)
9	916-9	잡	2,845.1	2,837.0	인천광역시	도로(녹지)
10	947-9	도	407.9	407.9	인천광역시	완충녹지
11	947-5	도	133.6	120.0	인천광역시	완충녹지
12	958-5	도	809.5	398.0	인천광역시	완충녹지
13	958	도	79,309.4	3,104.0	인천광역시	도로(완충녹지)
합 계			372,520.9	269,639.9		

3.5 종단배치계획 결정

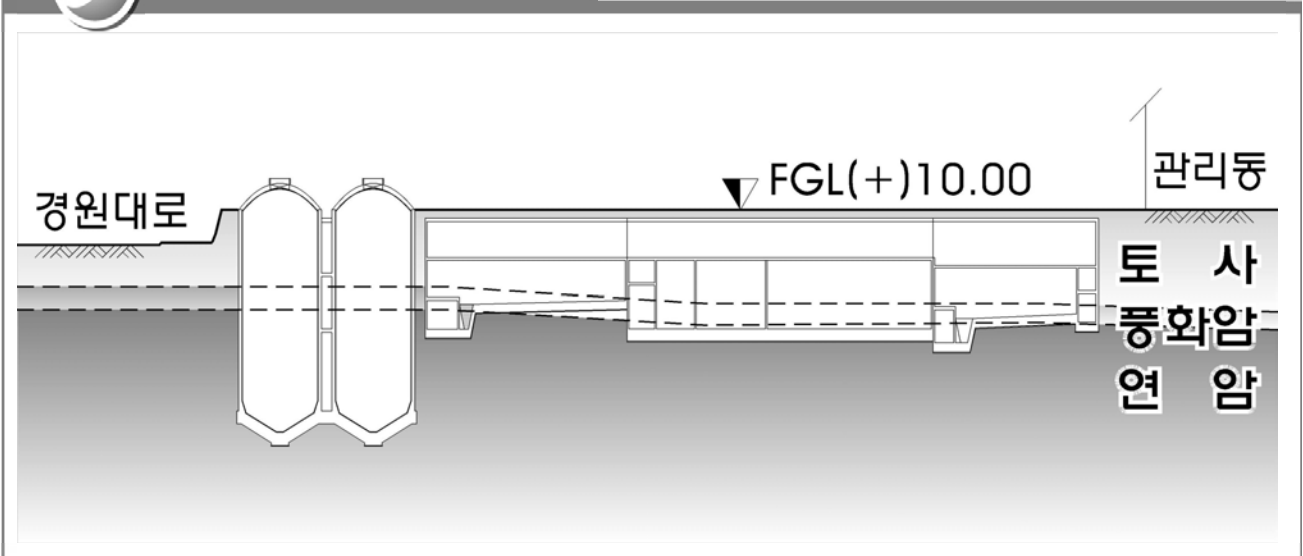
- 현 부지는 관리구역(EL.(+) 10.0m)과 하수처리구역(EL.(+) 6.0m)으로 구분되며 4m 이상의 단차 존재
- 금회 현대화시설 재건설 사업시 지하화 상부 토지이용도를 높이기 위해 현지반고내에서 유지관리공간을 포함한 모든시설의 완전지하화
- 연암개기, 잔토처리 등의 토공량이 최소화될 수 있도록 현 지반고내에서 입찰자가 제시
- 기존 부지내 단차가 부지경계인 기존도로(연수대로)에 형성되므로 처리공법에 따라 수처리시설 면적 증가시 보강토 옹벽 설치 필요
- 기존 완충녹지를 활용한 녹지형태의 마운딩 성토를 위해 부지경계에서 5m 이상 구조물 이격 설치



기존시설 단면배치 현황



종단배치계획



3.6 무중단 운영을 고려한 단계별 공사계획



1단계 공사

- 공사내용: 기존 2처리장(35,000m³/일) 철거 후 현대화시설(생활계) 1계열(60,000m³/일), 침사 및 유입펌프시설 등 설치
- 처리성능
 - ▶ 기존 2처리장 철거시: 처리능력의 40.4%(109,100m³/일)
 - ▶ 1단계 현대화시설 설치시: 처리능력의 62.6%(169,100m³/일)
- 방류수질: 현대화시설 설치전 최소 처리능력 기준

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	128	83	131	37.8	4.58
	처리율(%)	37	36	39	26	35



공사계획도(1단계)





2단계 공사

- 공사내용: 기존 1처리장 1계열(80,000㎥/일) 철거 후 현대화시설(생활계) 2계열 (60,000 ㎥/일) 설치
- 처리성능
 - ◆ 기존 1처리장 1계열 철거시: 처리능력의 48.9%(132,000㎥/일)
 - ◆ 2단계 현대화시설 설치시: 처리능력의 71.1%(192,000㎥/일)
- 방류수질: 현대화시설 설치전 최소 처리능력 기준

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	112	79	114	36.1	4.31
	처리율(%)	45	39	47	29	38



공사계획도(2단계)





3단계 공사

- 공사내용: 기존 1처리장 2계열(80,000㎥/일) 철거 후 현대화시설(생활계) 3계열 (60,000 ㎥/일) 설치
- 처리성능
 - ◆ 기존 1처리장 2계열 철거시: 처리능력의 57.8%(156,000㎥/일)
 - ◆ 2단계 현대화시설 설치시: 처리능력의 80.0%(216,000㎥/일)
- 방류수질: 현대화시설 설치전 최소 처리능력 기준

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	94	75	97	34.3	4.00
	처리율(%)	54	42	55	33	43



공사계획도(3단계)





4단계 공사

- 공사내용: 기존 수처리시설 잔여분 철거 후 현대화시설(생활계) 4계열 (60,000㎥/일) 및 슬러지처리시설 등 부대시설 설치
- 처리성능
 - ◆ 기존 1처리장 3계열 철거시: 처리능력의 66.7%(180,000㎥/일)
 - ◆ 2단계 현대화시설 설치시: 처리능력의 88.9%(240,000㎥/일)
- 방류수질: 현대화시설 설치전 최소 처리능력 기준

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	76	72	80	32.3	3.67
	처리율(%)	62	45	63	37	48



공사계획도(4단계)





5단계 공사

- 공사내용: 기존 슬러지처리시설 등 잔여시설 전체 철거 후 현대화시설(공장계 30,000㎥ /일) 및 조경시설 설치
- 처리성능
 - 처리성능 100% 발현
- 방류수질: 현대화시설 설치전 최소 처리능력 기준

구 분		BOD	TOC	SS	T-N	T-P
방류수질기준(mg/L)		10	25	10	20	2
검토수질 (mg/L)	유입수질	203	126	214	51.0	7.00
	방류수질	10	25	10	20	2
	처리율(%)	100	100	100	100	100



공사계획도(5단계)

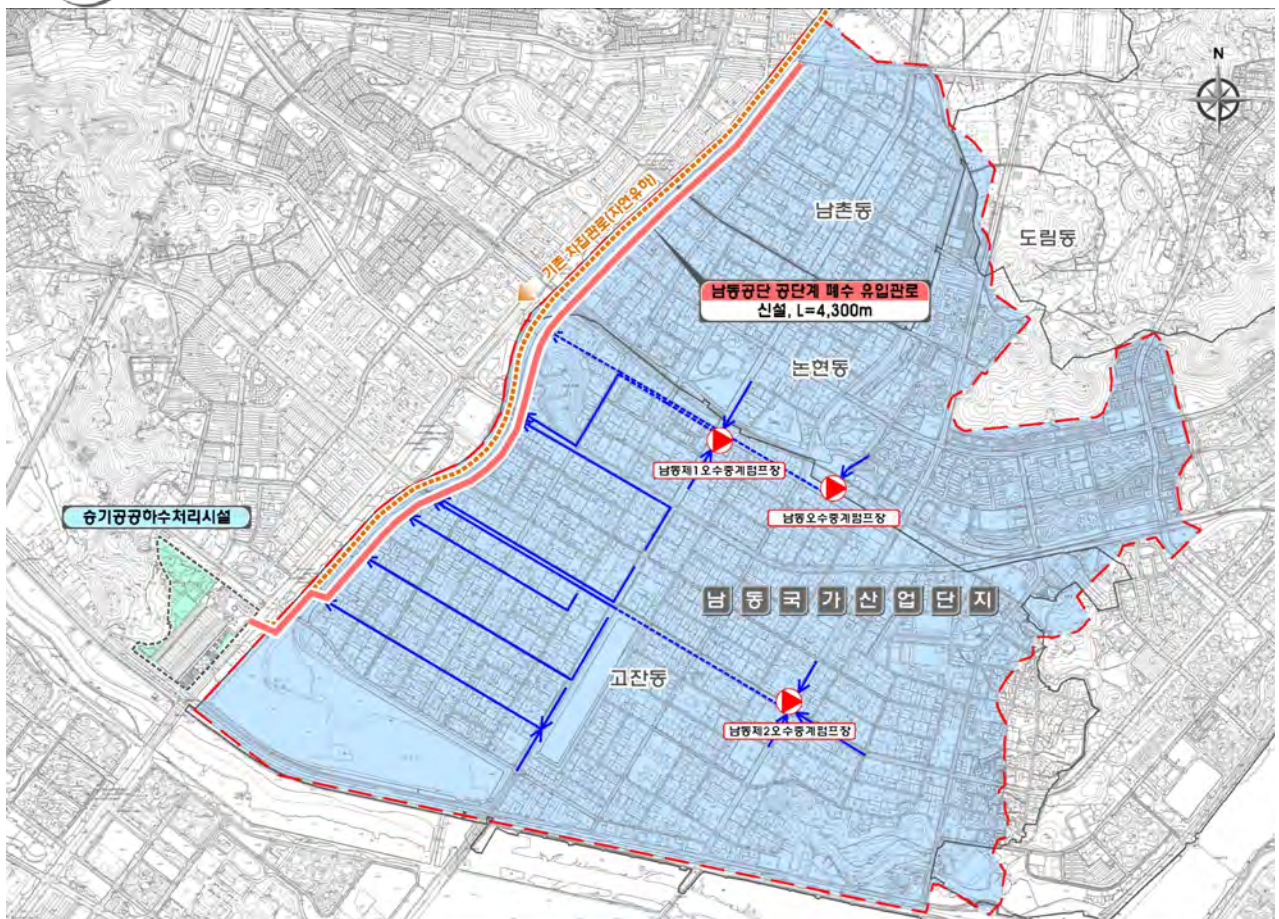


3.7 공단계 오·폐수 별도차집 계획

- 처리구역내 위치한 남동국가산업단지에서 배출되는 고농도 공장폐수는 감독청의 지속적인 단속에도 불구하고 공장내 개인배수설비 등을 통한 불법 방류가 빈번히 발생되어 현실적으로 완벽한 통제 어려움
- 코로나판데믹 이후 공장 가동율 급감 등의 사유로 고농도 하수유입현상은 안정화 되었으나, 향 후 경기 회복 등의 사유로 공장 가동율 상승시 고농도 오·폐수 유입 가능성 상존
- 남동공단은 대규모 국가산업단지로서 단지내 업무지원시설, 상가, 식당 등의 영업 및 업무 오수발생량이 전체의 40%를 차지하고 있으며, 이를 공장폐수와 완벽히 분리하기 위한 시설 설치는 현실적으로 불가능함
- 따라서, 본 계획에서는 남동공단 유역의 하수배제 방식을 현상태로 유지하고 고농도 공장폐수 유입시 하수처리시설의 효율적 관리를 위하여 별도 차집관로 설치계획 수립



공단배출수 별도차집계획



제2장 관련법규

1. 적정 공사기간 산정 근거
2. 공사기간 산정 관련 규정 검토

1. 적정 공사기간 산정 근거

- 「건설기술진흥법」 제45조의2(공사기간 산정기준)에 따라 발주청의 공사기간 산정의 적정성 검토가 의무화 됨에 따라 승기공공하수처리시설 현대화사업의 공사기간 검토
 - ◆ 무리한 공기산정으로 절대공기부족, 안전사고발생 · 부실시공, 과도한 설계변경 등 예방
- 「건설기술진흥법」 제45조의2(공사기간 산정기준) 및 「공공 건설공사의 공사기간 산정기준」(국토교통부 고시 제2021-1080호)에 근거하여 국토부에서는 발주청의 공사기간 산정 업무 수행시 근거자료로 활용할 수 있도록 “적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022)”을 제작하여 배포

2. 공사기간 산정 관련 규정 검토



「건설기술진흥법」 제45조의2(공사기간 산정기준)

- ① 발주자는 건설공사의 품질 및 안전성 · 경제성을 확보할 수 있도록 해당 건설공사의 규모 및 특성, 현장여건 등을 고려하여 적정 공사기간을 산정하여야 한다. 다만, 불가항력 등 정당한 사유가 발생한 경우에는 이를 고려하여 적정 공사기간 조정을 검토하여야 한다.
- ② 국토교통부장관은 발주청이 제1항에 따른 적정 공사기간 산정 및 조정 등과 관련된 업무를 원활히 수행할 수 있도록 대통령령으로 정하는 바에 따라 공사기간 산정기준을 정하여 고시할 수 있다.
- ③ 국토교통부장관은 제2항에 따른 공사기간 산정기준 마련 등을 위하여 필요한 경우 발주청에 공사기간 산정기준 및 방법 등에 관한 자료를 요청할 수 있으며, 발주청은 특별한 사유가 없으면 이에 따라야 한다.

[본조신설 2021.3.16.]



공공 건설공사의 공사기간 산정기준 (국토교통부고시 제2021-1080호)

항 목	내 용
제 정 안	• 국토교통부 고시 제2021-1080호 공공 건설공사의 공사기간 산정기준 고시 제정 (2021.09.08) • 국토교통부(기술혁신과)



공공 건설공사의 공사기간 산정기준 (국토교통부고시 제2021-1080호)

항 목	내 용
제 1 장	총 칙
제1조 (목적)	이 고시는 「건설기술 진흥법」 제45조제2항에 따라 발주청이 적정 공사기간 산정 및 조정 등과 관련된 업무를 원활하게 수행하기 위하여 필요한 사항을 정하는 것을 목적으로 한다.
제2조 (정의)	이 기준에서 사용하는 용어는 다음과 같다. 1. "건설공사"란 「건설산업기본법」 제2조제4호에 따른 건설공사를 말한다. 2. "발주청"이란 「건설기술진흥법」 제2조제6호에 따른 발주청을 말한다. 3. "설계자"란 기본설계 또는 실시설계용역계약의 계약상대자를 말한다. 4. "시공자"란 공사계약의 계약상대자를 말한다. 5. "공사기간"이란 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제36조제7호에 따른 계약의 착수일부터 완료일까지 기간 또는 「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제36조제7호 따른 계약의 이행예정기간을 말한다. 6. "준비기간"이란 설계도서 검토, 하도급업체의 선정, 측량, 현장사무소·세류시설·가설건물의 설치, 주요 건설자재·장비 및 공장제작 조달 등 공사의 착공 준비에 필요한 기간을 말한다. 7. "법정공휴일"이란 「관공서의 공휴일에 관한 규정」 제2조 및 제3조에 따른 공휴일 및 대체공휴일을 말한다. 8. "정리기간"이란 준공검사 준비, 시설물 인수 등을 위한 행정절차 및 청소 등 현장 정리에 소요되는 기간을 말한다. 9. "보증이행업체"란 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙」 제66조제3항에 따른 보증이행업체를 말한다. 10. "시공조건"이란 공사기간에 영향을 미치는 제약조건을 말한다. 11. "가이드라인"이란 정부, 지자체 등 공공기관에서 건설공사의 적정 공사기간을 산정할 수 있도록 국토교통부장관이 마련한 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인」 (이하 "가이드라인"이라 한다)을 말한다.
제3조 (공사기간 산정 시 주의사항)	① 발주청은 건설공사의 공사기간 산정 및 조정에 관하여 이 고시에 따라 업무를 처리하며, 적정 공사기간을 확보하여야 한다. ② 발주청은 공사기간을 산정할 때 공사 목적물의 품질 및 공사의 안전성·경제성 등을 확보하면서 해당 공사의 규모, 특성, 지역여건, 자연조건, 법정근로시간 및 그 밖에 제반여건을 고려하여야 한다. ③ 발주청은 공사기간 산정 시에 가이드라인을 참고하여 공사기간을 부당하게 삭감하거나 과잉 계상하지 않도록 한다.
제4조 (공사기간의 결정 절차)	① 발주청은 설계자로 하여금 이 고시에 따라 공사기간을 산정하고 그 산정근거를 명시하도록 하여야 하며, 공사기간에 영향을 미칠 수 있는 요소들을 고려하여 발주청에 설계 성과품의 일부로 제출하도록 하여야 한다. ② 발주청은 건설공사의 입찰공고를 하기 전에 공사기간의 적정성을 검토하여야 하며, 발주청이 필요하다고 인정하는 경우에는 전문가의 공사기간 적정성에 대한 자문을 받을 수 있다. ③ 발주청은 총 공사비 100억원 이상(시·군·구는 50억원 이상) 건설공사는 「건설기술진흥법 시행령」 제17조부터 제19조까지에 따른 지방심의위원회, 특별심의위원회 또는 기술자문위원회의 공사기간 적정성 심의를 받아야 한다. 다만, 지방심의위원회 또는 기술자문위원회가 설치되어 있지 아니한 발주청은 전문가 자문으로 대체할 수 있다.



공공 건설공사의 공사기간 산정기준 (국토교통부고시 제2021-1080호)

항 목		내 용																																									
	제5조 (공사기간 산정근거 등의 명시)	① 발주청은 공공 공사를 입찰할 때에는 공사기간 산정근거를 입찰에 관한 서류에 명시하여야 한다. 다만, 설계·시공일괄입찰 및 대안입찰, 기술제안입찰의 경우에는 입찰참가자가 실시설계서에 포함하여 제출하여야 한다. ② 건설공사의 입찰참가자는 입찰에 관한 서류에 명시된 공사기간의 산정근거를 검토하여 입찰에 참가하여야 한다.																																									
제 2 장		공사기간의 산정																																									
	제6조 (공사기간 산정)	공사기간은 준비기간과 비작업일수, 작업일수, 정리기간을 포함하여 산정한다. 공사기간 = 준비기간 + 비작업일수 + 작업일수 + 정리기간																																									
	제7조 (준비기간 산정)	발주청은 해당 공사의 내용에 적합한 준비기간을 산정하여야 한다. ※참고, “적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2020.12.)” 준비기간 예시 <table><tr><th>공종</th><th>준비기간</th><th>공종</th><th>준비기간</th></tr><tr><td>공동주택</td><td>45일</td><td>상수도공사</td><td>60일</td></tr><tr><td>고속도로공사</td><td>180일</td><td>하천공사</td><td>40일</td></tr><tr><td>철도공사</td><td>90일</td><td>항만공사</td><td>40일</td></tr><tr><td>포장공사(신설)</td><td>50일</td><td>강교가설공사</td><td>90일</td></tr><tr><td>포장공사(수선)</td><td>60일</td><td>PC교량 공사</td><td>70일</td></tr><tr><td>공동구공사</td><td>80일</td><td>교량보수공사</td><td>60일</td></tr><tr><td colspan="3">최대</td><td>180일</td></tr><tr><td colspan="3">최소</td><td>40일</td></tr><tr><td colspan="3">평균</td><td>72일</td></tr></table>		공종	준비기간	공종	준비기간	공동주택	45일	상수도공사	60일	고속도로공사	180일	하천공사	40일	철도공사	90일	항만공사	40일	포장공사(신설)	50일	강교가설공사	90일	포장공사(수선)	60일	PC교량 공사	70일	공동구공사	80일	교량보수공사	60일	최대			180일	최소			40일	평균			72일
공종	준비기간	공종	준비기간																																								
공동주택	45일	상수도공사	60일																																								
고속도로공사	180일	하천공사	40일																																								
철도공사	90일	항만공사	40일																																								
포장공사(신설)	50일	강교가설공사	90일																																								
포장공사(수선)	60일	PC교량 공사	70일																																								
공동구공사	80일	교량보수공사	60일																																								
최대			180일																																								
최소			40일																																								
평균			72일																																								
	제8조 (비작업일수)	① 비작업일수는 건설현장의 공사 진행이 불가능한 날짜를 말하며, 제9조에 따른 법정공휴일수와 제10조에 따른 기상조건으로 인한 비작업일수의 합계에서 중복일수를 제외하여 산출한다. 이 경우 중복일수 산정은 소수점 첫째자리에서 반올림한다. ② 비작업일수는 주공정(critical path) 및 주공정에 영향을 미치는 공종에 대하여 검토하며, 월별 비작업일수가 주 40시간 근무제에 따른 비작업일수보다 작을 경우에는 주 40시간 근무제에 따른 비작업일수를 적용한다. ※참고, 작업일수 산정방법 예시 • 작업일수 = 달력일수 - 비작업일수 • 비작업일수 = A + B - C A : 해당 월에 기후여건으로 인해 계획된 공종의 작업이 불가능한 일수 B : 해당 월에 포함된 법정 공휴일수 C : 월별 중복일수(C) = A × B ÷ 달력일수 (소수점 첫째자리에서 반올림) [예시] 1월에 시행되는 토공사 • 토공사가 불가능한 강우일수(강수량 10mm/일 이상) : 7일 … A • 법정공휴일수 : 4일(일요일) + 1일(신정) = 5일 … B • 중복일수 : 7일(A) × 5일(B) ÷ 31일(달력일수) ≃ 1.1일(1일 적용) … C ◎ 1월 비작업일수 = 7일 + 5일 - 1일 = 11일 > 8일 (주 40시간 근무제에 따른 비작업일수 = 8일) ◎ 1월 작업일수 = 31일 - 11일 = 20일 (∴가동률 = 21/31 = 65%)																																									



공공 건설공사의 공사기간 산정기준 (국토교통부고시 제2021-1080호)

항 목		내 용																																																																					
제9조 (법정공휴일 수 계산)		법정공휴일 수는 해당 공사의 착수 예정일 기준으로 산출하고 계약의 착수일 기준으로 재산출 할 수 있다.																																																																					
제10조 (기상조건으로 인한 비작업 일수)		① 건설공사의 주공정(critical path)에 영향을 미치는 기상조건을 반영하여 비작업일수를 산출 한다. 이 경우 해당 지역에 대한 기상정보는 최근 5년 또는 최근 10년 동안의 통계를 활용할 수 있다. ② 공사의 품질 확보 및 현장 근로자의 안전을 확보하기 위하여 관계법령과 기준(건설기준, 산업안전보건 및 환경기준)에서 공종별로 작업을 제한하고 있는 기상조건을 반영하여 비작업 일수를 산출한다. ※참고, 주공정 비작업일수 산정을 위한 기상조건 적용 예시 <table><tr><th colspan="2" rowspan="2">적용기준</th><th colspan="3">주요공종</th></tr><tr><th>토공,가시설 등</th><th>구조물(골조)</th><th>방수</th></tr><tr><td rowspan="2">혹서기</td><td>최고기온 35℃이상</td><td></td><td></td><td>○</td></tr><tr><td>최고기온 33℃이상</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr><tr><td rowspan="3">동절기</td><td>최저기온 0℃이하</td><td></td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>최저기온 -10℃이하</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>최저기온 -12℃이하</td><td>○</td><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">적설량</td><td>신적설 1cm이상</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>신적설 5cm이상</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td rowspan="3">강수량</td><td>5mm 이상</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10mm 이상</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>20mm 이상</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">풍속</td><td>8m/s 이상</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>15m/s 이상</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>먼지</td><td>경보발령</td><td>○</td><td>○</td><td>-</td></tr></table>				적용기준		주요공종			토공,가시설 등	구조물(골조)	방수	혹서기	최고기온 35℃이상			○	최고기온 33℃이상	○	○		동절기	최저기온 0℃이하		○	○	최저기온 -10℃이하				최저기온 -12℃이하	○			적설량	신적설 1cm이상				신적설 5cm이상	○	○	○	강수량	5mm 이상				10mm 이상	○	○	○	20mm 이상				풍속	8m/s 이상				15m/s 이상	○	○	○	먼지	경보발령	○	○	-
적용기준		주요공종																																																																					
		토공,가시설 등	구조물(골조)	방수																																																																			
혹서기	최고기온 35℃이상			○																																																																			
	최고기온 33℃이상	○	○																																																																				
동절기	최저기온 0℃이하		○	○																																																																			
	최저기온 -10℃이하																																																																						
	최저기온 -12℃이하	○																																																																					
적설량	신적설 1cm이상																																																																						
	신적설 5cm이상	○	○	○																																																																			
강수량	5mm 이상																																																																						
	10mm 이상	○	○	○																																																																			
	20mm 이상																																																																						
풍속	8m/s 이상																																																																						
	15m/s 이상	○	○	○																																																																			
먼지	경보발령	○	○	-																																																																			
제11조 (작업일수)		① 작업일수는 해당 공사의 공종별 수량을 시공하는데 필요한 총 작업일수를 말한다. ② 작업일수의 산정은 주공정(critical path)을 구성하는 작업량 기준으로 산출하거나 과 거의 실적자료·경험치, 동종시설 사례 등을 활용하여 산출(단, 실적자료를 활용하는 경 우 「근로기준법」에 따른 근로시간을 기준으로 보정하여 활용한다)하며, 현장여건 및 공사규모, 지질조건, 기상·기후조건 등에 따라 조정하여 적용한다. ③ 작업일수 산정 시 건설현장 근로자의 작업조건이 법정 근로시간(1일 8시간, 주 40시 간)을 준수하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 연속작업 등이 필요한 경우에는 근로기준법에 따라 근로시간을 연장할 수 있고, 교대근무 및 주·야간 공사로 구분하여 산출한다.																																																																					
제12조 (정리기간 산정)		정리기간은 공사 규모 및 시설물 특성 등을 고려하여 산출한다.																																																																					
제13조 (공사여건 등에 따른 보정)		① 발주청은 제6조부터 제12조까지에 따라 산정한 공사기간에 공사여건 등에 따라 공사일수 를 가감할 수 있다. ② 공사의 규모 및 성격(고속/일반, 단선/복선, 구조형식, 신설/확장/개량 등), 지역여건(산지/ 농경지/도심지/도서지역, 군작전지구 등 보안구역) 등을 고려하여 추가 공사기간을 반영할 수 있다.																																																																					
제14조 (공사기간 적정성 검토)		① 발주청은 제6조부터 제12조까지에 따라 산정한 공사기간을 실적 공기와 비교하여 타 당성을 검토할 수 있다. 이 경우 실적공기는 최근 5년간 준공된 동종 또는 유사 공사의 실제 공사기간의 평균값을 활용하되, 제7조의 준비기간과 제12조의 정리기간을 합산하 여야 한다.																																																																					



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

도로시설물

(1) 공통가설공사

구분	작업조건	산출근거	1일 작업량
가설사무실			77일/개소
가설울타리	H형강지주 4m 이하		30m/일
가설방음벽	H형강지주 4m 이하		30m/일
구조물 동바리	시스템 동바리 30m 이하		82m³/일
구조물 비계	강관비계 30m 이하		102m²/일
가설흙막이 (진동파일해머-H파일)	파일근입장 20m		8분/일
가설흙막이 (워터제트 병용-강널말뚝)	파일근입장 20m		10분/일
가설흙막이 (워터제트 병용-강널말뚝)	파일근입장 20m		6분/일
가설흙막이 (유압식 압입 인발기-강널말뚝)	파일근입장 20m		8분/일
가설흙막이 (말뚝박기용 천공/근입)	파일근입장 20m		8분/일



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

(2) 토공사

구분		작업조건	산출근거	1일 작업량
기존시설물 깨기		아스콘 t=30cm 이상		54m³/일
벌목		벌목 8m 이상		1,375m²/일
벌개제근				1,110m²/일
표토제거		답구간		1,915m²/일
흙 깍 기	토사	굴삭기 1.0m³		520m³/일
	리핑암	리퍼2톤+불도저32톤		367m³/일
	발파암-브레이커	연암, 보통암, 경암 평균		27m³/일
	발파암-발파	진동제어발파(소규모)		83m³/일
	터파기-토사	굴삭기 0.7m³, 자연터파기		349m³/일
	터파기-리핑암	브레이커 0.7m³, 자연터파기		25m³/일
	터파기-발파암	브레이커 0.7m³, 자연터파기		18m³/일
흙 쌓 기	노상	모터그레이더 3.6m³		745m³/일
	노체	모터그레이더 3.6m³		1,118m³/일
	암쌓기	불도저 32톤		647m³/일
	녹지대	불도저 32톤		1,231m³/일
	되메우기	램머(80kg) 다짐		42m³/일
연약 지반 처리	매트부설 (PP,PET)			3,571m²/일
	샌드매트 포설	불도저(습지) 13톤		421m³/일
	플라스틱 보드 드레인(PBD)	PBD L=25m 이하		9,396m/일
	침하토, 과재쌓기	과재쌓기, 모터그레이더		1,597m³/일
	과재쌓기 제거	불도저 19톤		383m³/일
	활동방자공(S.C.P)	모래다짐말뚝 L=25m		14본/일
	지반보강 (고압분사주입공법)	직경800mm, L=25m		2.2본/일
비탈면 보호	비탈면 보호공	평떼		505m²/일
	비탈면 보강공	천공/보강재-연암		64m/일



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

(3) 배수공사

구분		작업조건	산출근거	1일 작업량
암거공	지중강판	B=5m, L=15m		42일/15일/1span
	철근 콘크리트	B=3m, H=1.8m, L=15m		27일/15m/1span
	날개벽	B=2.5m, H=2.4m, L=5m		13일/개소/옹벽식
배수관	흙관, V.R관	직경 600mm, 고무링접합		43m/일
	강관	직경 800mm, 접합제외		38m/일
	강관압 입추진	직경 800mm, 접합제외		3m/일
옹벽	콘크리트 옹벽	B=4m, H=5m, L=15m		25일/15m/1span
	보강토 옹벽	블록식, 뒤채움 제외		14m ² /일
측구공	L형 측구	B=0.9m, H=2.3m, L=20m		8일/20m/1span
	U형 측구	B=1.08m, H=1.0m, L=20m		9일/20m/1span
	V형 측구	B=1.46m, H=0.8m, L=20m		8일/20m/1span
	산마루 측구	B=1.34m, H=1.15m, L=20m		8일/20m/1span



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

(4) 포장공사

구분	작업조건		산출근거	1일 작업량	
아스팔트포장(기계시공/본선포장)					
가. 작업준비 (1단계)	스틱 설치간격 10m		인수인계/위치측량, 유도선 설치 등 포함	1,900m/일	5일
	스틱 설치간격 6m			1,600m/일	
나. 동상방지층 (선택)	-		대형 다짐장비를 사용한 본선포장구간의 동상방지층 포설	600m³/일	
다. 보조기층	-		대형 다짐장비를 사용한 본선포장구간의 동상방지층 포설	550m³/일	
라. 배수로시공	-		-	별도계상	
마. 작업준비 (2단계)	스틱 설치간격 10m		자재발주(검측), 유도선 설치 등 포함	1,900m/일	3일
	스틱 설치간격 6m			1600m/일	
라. 텍코팅	-		역청재 살포작업을 기준	20,000m²/일	
마. 프라임코팅	-		역청재 살포작업을 기준, 양생기간으로 2일 별도 예상	20,000m²/일	
바. 기층	3m≤폭	5~7cm	아스팔트 기층 포설을 기준	4,900m²/일	
		8~10cm		4,500m²/일	
사. 중간층/표층	3m≤시공폭, 5~7cm		아스팔트 표층 및 중간층을 포설	4,800m²/일	
아. 부대공사	준공 전 단계적 수행		차선도색, 안전시설 설치 등	3일/km	
2. 콘크리트포장					
가. 작업준비 (1단계)	스틱 설치간격 10m		인수인계/위치측량, 유도선 설치 등 포함	1,900m/일	5일
	스틱 설치간격 6m			1,600m/일	
나. 동상방지층 (선택)	-		대형 다짐장비를 사용한 본선포장구간의 동상방지층 포설	600m³/일	
다. 린콘크리트			린 콘크리트 기층 포설 기준	550m³/일	
라. 배수로시공	-		-	별도계상	
마. 작업준비 (2단계)	스틱 설치간격 10m		자재발주(검측), 유도선 설치 등 포함	1,900m/일	3일
	스틱 설치간격 6m			1600m/일	
라. 콘크리트표층	일반구간	1차로	콘크리트 표층의 포설 기준, 단, 교량구간은 별도 계상	300m³/일	
		2차로		700m³/일	
마. 포장절단 및 줄눈설치	-		표층 포설기간에 절대공기를 추가하여 산정	3일	
바. 부대공사	준공 전 단계적 수행		차선도색, 안전시설 설치 등	3일/km	

비고

1. 아스팔트포장과 콘크리트 포장을 구분/적용하며 표준품셈의 생산성을 기준(일반국도 도로포장 기준으로 작업1조를 투입한 결과)으로 공사물량에 따른 공기를 산정한다.
2. 도로포장은 배수시설 시공을 기준으로 1단계(하부), 2단계(아스팔트:기층-표층, 콘크리트:슬래브)로 구분하여 시공하며, 배수시설의 공사기간은 현장 특성에 따라 별도 계상한다.
3. 부대공사(차선도색, 안전시설 설치 등)는 도로포장 공사와 연속적으로 발생하지 않으며, 준공 전에 단계적으로 수행하며 1km당 3일을 반영한다.
4. 동상방지층은 지역특성에 따라 선택적으로 적용한다.
5. 각 단계별로 공사 준비를 위한 소요기간 5일을 반영한다.



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

(5) 교량공사

구분		산출근거	1일 작업량
1. 기초공			
가. 직접기초		암반청소(3일) + 버림타설(2일) + 철근조립(2일) + 거푸집 조립(2일) + 콘크리트 타설(1일) + 양생(7일) + 기타(1일)	18일/개소
나. 말뚝기초		SDA : 20m 이상(8본/일), 20m 이하(12본/일)	10본/일
2. 하부공			
가. 교대 벽체		벽체 철근조립(3일) + 거푸집조립(2일) + 콘크리트 타설(1일) + 양생(4일)	10일/1Lot (1Lot = 2.5m적용)
나. 교각	기둥	철근가공/조립(2일) + 거푸집조립(1일) + 콘크리트 타설(1일) + 양생(3일)	7일/1Lot (1Lot = 3.0m적용)
	코핑	동바리 설치(5일) + 거푸집조립 및 철근조립(7일) + 콘크리트타설(1일) + 양생(7일)	20일/개소
3. 상부공			
가. 거더 제작	부지 조성	토공사(부지 조성 및 평탄화) : 10일	10일
	제작	작업대설치(2일) + 철근조립(3일) + 쉬즈관 조립(2일) + 콘크리트 타설(1일) + 양생(7일) + 강선인장 및 그라우팅(3일)	18일/본
나. 거더 운반 및 거치		운반 및 거치	2본/일
다. 상부슬래브		동바리 설치(7일) + 슬래브 철근조립(5일) + 콘크리트 타설(1일) + 양생(7일)	25일/1경간 40일/2경간
라. 교면 포장 (LMC)	포설	교면포장(200m ² /일)	200m ² /일
	마무리	자재 및 장비반입(3일) + 양생 및 마무리(5일)	8일/경간
마. 교량부대공사		교량난간 + 교량배수시설 + 교량방음벽 등	15일/교량

비고

- 본 기준은 거더교 중 PSC Beam교(도로교, 1경간 30m에 가장 적합하며, 철근콘크리트 공사에 한하여 적용한다.
- 해당 생산성 기준은 공종별로 작업1조를 투입한 결과이며, 작업조(1조)의 구성은 장비사용 공종(기초, 포장 등)의 경우 적정규모의 장비1대 투입을 기준으로 적용한다.
- 교량 하부공의 1Lot(1회 시공) 높이는 교대 2.5m, 교각 3.0m를 적용하였으나, 강재거푸집의 제작 규격에 따라 시공높이를 조절할 경우 공사기간은 변경가능하다.
- 본구조물의 시공과 병행하여 절대공기에 반영이 필요한 부대공종에 대해서는 추가 공기를 반영하여야 한다.
- 동시에 수행되는 공정은 공종간의 간섭을 고려하여 표준 공기산정에 있어 현장 여건별로 다양한 작업계수를 적용할 수 있다.
- 교량별로 달라지는 사전작업(공사 준비, 가시설, 토공사 등)은 별도 계상하여야 한다.



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

(6) 터널공사

구분	작업조건		산출근거	1일 작업량
가. 갱구부 보강	시점부		실제 시공사례 및 전문가 의견에 근거	25일/개소
	종점부			25일/개소
나. 굴착 및 보강	P-1		해당 타입의 암판정+뚫기+버력처리+숫크리트+록 볼트의 사이클타임	4.3m/일
	P-2		상동	4.1m/일
	P-3		상동	2.9m/일
다. 보조공법	P-4	상반	상동	2.6m/일
		하반		7.1m/일
	P-5	상반	상동	2.2m/일
		하반		3.6m/일
	P-6	상반	상동	2.2m/일
		하반		2.9m/일
다. 보조공법	강관보강 그라우팅		실제 시공사례 및 전문가 의견에 근거	3일/개소
	차수 그라우팅		상동	5일/개소
	방수		상동	50m/일
라. 후속 공종	배수공동구		상동	25m/3일
	라이닝 콘크리트		상동	10m/3일
	갱문조성		상동	25일/개소

비고

1. 터널 내 일 작업시간을 16시간 기준으로 적용하였고, 표준품셈의 생산성을 기준으로 공사물량에 따른 공기를 산정한다.
2. 상기 기준은 단방향, 단면적 66.2㎡(표준단면도 1타입 기준)의 2차선 C군 터널을 기준으로 모든 공종에 작업1조(굴착 1조/2팀/2교대, 부대공 1조/1팀)를 투입하는 것으로 산정한 결과이다.
3. 강관보강 그라우팅과 차수 그라우팅은 현장특성을 반영하여 선별적으로 적용한다.
4. 암반청소는 배수공동구 공기에 포함되어 별도 계상하지 않는다.
5. 후속공종인 방수, 배수공동구, 라이닝 콘크리트는 시공여건 및 공사 책임자의 판단에 따라 공사기간을 일부 중첩하여 수행할 수 있으나 표준공정에서는 순차시공으로 판단하여 적용한다.
6. 제어발파(선대구경등), 프리그라우팅, 선진수평보링, 시공중 탐사(TSP) 및 발파불가지역(무진동 굴착등)은 별도로 공기를 산정하여야 한다.



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

(7) 부대공사

구분	작업조건	산출근거	1일 작업량
중앙분리대	H=1.27m		300m/일
가드레일	판설치(2W), 자주간격 2m		130개/일
방음벽	H=7.0m 이하		19m/일
표지판	교통안전표지판		5개소/일
VMS			1개소/일
낙석방지책	L=300m, H=3m, 간격 3m		32m/일
낙석방지망	기계작업		85㎡/일
시선유도표지	가드레일용		150개/일
분리대병			70개/일
방초매트			600m/일
비점오염저감시설	전처리조 5m×2m, 침투도랑 30m		20일/개소
비탈면점검시설	L=30m, B=1m, H=20m 이하		90㎡/일



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

■ 철도시설물

(1) 노반구조물

구조물	고속도로	일반철도
교량	- 준비기간 : 77일 - 확대기초 및 교각(25m) 44일/1기당 (40m) 60일/1기당 - 파일기초 및 교각(25m) 45일/1기당 (40m) 62일/1기당 - 우물통기초 및 교각 113일/1기당 - MSS가설장비 거치기간 : 53일 - 상부 : MSS(2@40m, 3@25m) : 56일 - 부대공(방수 · 방음벽, EXP.Joint) : 60일 • PC BOX : 준비기간(81)+{하부공 (44~113)×3+상부공가설장비거치(53)+상부공 (경간수/장비수량×45)+부대공(60)}×휴지계수 (1.274) = 약 1200~1500일	○ 교량(복선) - 준비기간 : 60일 - 확대기초 및 교각 : 25일/1기당 ※ 파일기초 및 교각 : 40일/1기당 - 상부 : 20일/1련 - 부대공 : 30일 ○ 교량(단선) - 준비기간 : 60일 - 확대기초 및 교각 : 20일/1기당 ※ 파일기초 및 교각 : 35일/1기당 - 상부 : 20일/1련 - 부대공 : 30일
터널	- 준비기간 : 77일 - 갱구부 보강 : 66일 - 터널굴착(NATM) • 2,000m 이하 : 1.5m/일/heading • 2,000m 이상 : 2.5m/일/heading - 라이닝(굴착완료후) : 4m/일/heading - 갱구부 개착터널 : 30일/10m당 - 영구갱문 및 마무리작업 : 44일 - 사갱 3.2m/일 - 수직갱 1.5m/일 (최소공기 : 60일) ※ 개략산정 : 510일+굴착기간	○ 교량(복선) - 준비기간 : 60일 - 갱구부설치 : 60일 - 굴착(NATM) : 2.1m/일 - 라이닝 : 3.3m/일 - 개착부라이닝 : 45일 - 부대공사 : 60일 ○ 교량(단선) - 준비기간 : 60일 - 갱구부설치 : 60일 - 굴착(NATM) : 3.8m/일 - 라이닝 : 4.2m/일 - 개착부라이닝 : 30일 - 부대공사 : 60일
토공	- 준비기간 : 77일 - 깎기 : 3.3m/일, 돌기 : 3.1m/일 - 강화노반 : 60일	- 준비기간 : 70일 - 깎기 : 3.3m/일 - 돌기 : 3.1m/일



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

(2) 건축물

구조물	고속철도	일반철도
건물	- 역사 : 건축물편에 따라 별도산출 ※ 노반공사 1년 병행작업 - 변전건물(SS,SP, SSP), 신호장 : 1년 - 역무관련 및 운전관련 기계실은 건물완료 6개월전 시스템 인계	- 역사 : 건축물편에 따라 별도산출 - 변전건물(SS,SP,SSP), 신호장 : 1년 - 역무관련 및 운전관련 기계실은 건물완료 6개월전 시스템 인계

(3) 궤도

구조물	고속철도	일반철도
궤도	- 노반 합동측량 후 인수 - 공동관로 및 통신케이블, 배전케이블, 신호케이블 포설 후 인수 - 콘크리트궤도부설 • 복선 : 150m/일 - 장대레일운반(부설)(300m 기준 • 300m 26분 주1회 운송 • 557m/일 (단선기준)	○ 자갈궤도 부설/철거 - 궤도 부설 : 100m/일 - 궤도 철거 : 130m/일 - 분기기 부설 : 1틀/3일 - 분기기 철거 : 1틀/1일 ○ 자갈살포 - 10량/1일(기관차 이용시) ○ 다지기/운반 - 선로다지기(MTT) : 500m/일 - 분기기다지기(SIT) : 2틀/일 - 장대레일운반 : 400m/일 - 침목운반 : 150정/일

(4) 시스템

구조물	산정기준
전차선	· 전주기초 : 5개소/일 · 전철주건식 : 10본/일 · 전차선, 조가선 가선 : 400m/일 · 터널브라켓 : 7본/일 · 구분장치 : 4개소/일 · 인류장치 : 5개소/일
송전설비	· 총소요공기 : 24개월 · 시공측량 : 2개월 · 가선 : 3개월



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

구조물	산정기준
송전설비	· 진입로 개설 : 6개월 · 기초공사 : 5개월 · 철탑신설 : 4개월 · 전선이도조정 : 1개월 · 시험 : 3개월
변전설비	- 총소요공기 : 24개월 · 시공측량 : 1개월 · 기초파일타설 : 2개월 · 기초공사 : 5개월 · 구조물 설치 : 4개월 · 기지설치 : 3개월 · 전선가선 : 1개월 · 케이블설치 : 5개월 · 시험 : 3개월
배전설비	· 관로신설 : 100m/일 · 지중케이블신설 : 800m/일 · 가공전선신설 : 300m/일 · 전기실 설비 : 2개소/월 · 기존선로철거 : 600m/일
통신설비	· 관로신설 : 250m/일 · 동케이블신설 : 250m/일 · 광케이블신설 : 1,000m/일 · 기타설비 : 2개월(1개소당) (광단국, 방송설비, 토크백, CCTV, 사령설비 등)
신호설비	- ABS/연동장치 시공 · 선로변설비 : 200m/일 · 역설비 : 4개월(1개소당) - CTC장치개수 : 1개월(1역당)

(5) 종합시험(철도종합시험운행 시행지침)

분야	고속철도	일반철도
시험	○ 신설선 : 90일 이상 ○ 일반철도 전체구간을 고속철도로 개량: 90일 이상 ○ 일반철도 일부구간을 고속철도로 개량: 40일 이상 ○ 고속철도와 일반철도 연결구간 : 40일 이상	○ 신설 : 60일 이상 ○ 개량 : 40일 이상 - 선로, 전차선로, 열차제어장치 신설, 이설, 개량 시

※ 종합시험운행기간은 실제로 시설물검증과 영업시운전을 시행한 기간을 말한다.



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

■ 건축물

(1) 건축공사의 1일 작업량

가. 가설공사

구분		작업조건	산출근거	1일 작업량
1. 컨테이너형 가설건축물 설치		· 컨테이너 길이 9m, 컨테이너 폭 3m · 지정 및 하부구조, 전기·위생설비 제외	비계공 4인, 특별인부 2인, 크레인(10ton) 1대 기준 ※ 현장연건에 따라 양중기계를 선정할 수 있으며, 크레인 사용기간은 1개 설치당 1시간 기준	8개/일
2. 강관지주 설치		· 지주높이 3.5m 이하, 지주간격 2.0m · 강관지주, 지반평탄작업, 강관매입, 보조기둥 설치 포함 · 콘크리트기초, 출입구문, 방진망은 제외	비계공 3인, 보통인부 1인, 굴삭기(0.2m³) 1대 기준	100m/일
3. 가설울타리 (EGI웬스) 설치		· 울타리판 높이 3.0m이하, 폭 0.55m · EGI웬스 · 문양, 도색 제외	비계공 3인, 보통인부 1인 기준	115m/인
4. 강관비계 설치		· 강관비계 높이 10m이하, 쌍줄비계 · 가설계단 및 방호시설 제외	비계공 3인, 보통인부 1인 기준	60m²/일
5. 시스템비계 (발판 및 내부 계단) 설치 및 해체		· 시스템비계 10m이하, 연결핀 조립 · 가설 계단 및 방호시설 제외	비계공 4인, 보통인부 1인 기준	100m²/일
6. 강관 동바리 설치 및 해체	토목	· 강관동바리 높이 2.5m~3.5m 설치간격 0.6m~0.8m · 강관동바리, 멍에 설치 및 해체 · 지반고르기 및 콘크리트 타설 제외	형틀목공 3인, 보통인부 1인 기준	51공m²/일
	건축, 기계 설비	· 강관동바리 높이 3.5m이하, 설치간격 0.6m~0.8m · 강관동바리, 멍에 설치 및 해체 · 지반고르기 및 콘크리트 타설 제외	형틀목공 5인, 보통인부 1인 기준	100m²/일
7. 시스템 동바리 설치 및 해체		· 시스템동바리 높이 10m이하, 설치간격 0.6m~1.2m · 시스템동바리, 멍에 설치 및 해체 · 지반고르기 및 콘크리트 타설 제외	형틀목공 4인, 보통인부 1인, 크레인(15ton) 1대 기준	69공m²/일

비고

1. 상기 1일 작업량은 표준품셈의 생산성을 기준(작업1조를 투입한 결과)으로 산출되었으며, 공사물량에 따라 공기를 산정한다.
2. 컨테이너형 가설건축물을 컨테이너의 길이 및 폭에 따라 작업조 구성 변경 필요하며, 복층으로 설치할 경우 계단, 난간, 캐노피 등은 별도 계상한다. 또한 특수구조의 컨테이너형 가설건축이 필요한 때에는 설계에 따라 별도 계상한다.



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

나. 토공사

구분		작업조건	산출근거	1일 작업량
1. 토사 굴착 (터파기)	굴삭기 0.6m³	- 굴삭기 0.6m³ - 버킷계수(K) : 모래·보통토 - 작업효율(E) : 모래·사질토, 자연상태 - 각도 : 90도 - 굴삭기에 의한 굴착	굴삭기 0.6m³ 1대	560m³/일
	굴삭기 1.0m³	- 굴삭기 1.0m³ - 버킷계수(K) : 모래·보통토 - 작업효율(E) : 모래·사질토, 자연상태 - 각도 : 90도 - 굴삭기에 의한 굴착	굴삭기 1.0m³ 1대	950m³/일
2. 기초지정		- 굴삭기+플레이트 콤팩터에 의한 지정 - 고르기 및 다짐작업 포함 - 모래지정 기준	보통인부 1인, 굴삭기(0.2m³) 1대, 플레이트 콤팩터(1.5ton) 1대	65m³/일

비고

- 상기 1일 작업량은 사용빈도가 많은 규격을 적용하여 표준품셈의 생산성을 기준(작업1조를 투입한 결과)으로 산출되었으며, 공사물량에 따라 공기를 산정한다.
- 토사굴착은 현장조건, 토질, 회전각도에 따라, 기초지정은 지정 자재에 따라 1일 시공량이 달라지므로 변경하여 적용할 수 있다.

다. 기초공사

구분	작업조건	산출근거	1일작업량
1. 수평지보공 (H-Beam) 설치	- H-Beam H=500이하, 길이 9~11m - 수평지보공의 띠장 및 버팀보 설치 - 가공·연결재·보강재·충전재 설치작업 포함 - 보강재, 충전재의 현장가공 및 제작은 제외 - H-Beam 설치를 위한 받침재 및 브레이싱 설치 제외	철공공 2인, 용접공 2인, 보통인부 2인, 크레인 (25ton) 1대	10본/일
2. H-Beam 철거	- H-Beam H=500이하, 길이 9~11m - 수평지보공의 띠장 및 버팀보 해체 - 연결 해체, H-Beam 해체, 잭·연결재·보강재·충전재의 해체작업 포함 - H-Beam의 상차 및 운반 제외 - 받침재 및 브레이싱 해체 제외	철공공 2인, 용접공 2인, 보통인부 2인, 크레인 (25ton) 1대	15본/일



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

구분	작업조건	산출근거	1일 작업량
3. 기성말뚝 기초	· 말뚝 구격 508mm, 길이 12.0m, 점질토 조건, 말뚝이음 불필요 · 천공, 파일 근입, 마무리 및 뒷 정리 작업 · 케이싱 미사용시 오거비트 기준 적용	보링공 1인, 기계설비공 1인, 특별인부 2인, 보통인부 1인, 용접공 1인 ※ 용접공 0.5인 적용 가능 파일천공전용장비(100ton) 1대, 오거/스크류(89.52kW) 1대, 발전기(450kW) 1대, 발전기(100kW) 1대, 발전기(50kW) 1대, 공기압축기(21m³/min) 1대, 지게차(5ton) 1대, 굴삭기(0.18~0.2m³) 1대, 크레인(50ton) 1대 ※ 지게차, 굴삭기, 크레인의 경우 0.5대 적용 가능	15본/일
4. 말뚝박기용 천공 (H-Pile 기초)	· 말뚝구경 500mm미만, 길이 12.0m, 점질토 · 천공, 파일 근입, 마무리 및 뒷 정리 작업 · 케이싱 미사용시 오거비트 기준 적용	보링공 1인, 특별인부 1인, 보통인부 1인, 용접공 1인 ※ 특별인부와 용접공은 0.5인 적용 가능 파일천공전용장비(40ton) 1대, 오거/스크류(59.68kW) 1대, 발전기(450kW) 1대, 공기압축기(10.3m³/min) 1대, 굴삭기(0.18~0.2m³) 1대, 크레인(25ton) 1대 ※ 굴삭기, 크레인의 경우 0.5대 적용 가능	27본/일
5. 강관말뚝 두부정리	· 말뚝구격 ø500, 강관말뚝, 자동절단 (산소+LPG) 기준 · 강관말뚝 절단, 작업정리 및 마무리 작업 포함 · 말뚝머리 보강 제외	용접공 1인, 보통인부 1인, 굴삭기(0.2m³) 1대 ※ 굴삭기는 0.5대 적용 가능	21본/일
6. 콘크리트말뚝 두부정리	· 말뚝구격 ø500, 콘크리트말뚝, 그라인더 절단 기준	할석공 1인, 보통인부 1인, 굴삭기(0.2m³) 1대 ※ 굴삭기는 0.5대 적용 가능	18본/일

비고

1. 상기 1일 작업량은 사용빈도가 많은 규격을 적용하여 표준품셈의 생산성을 기준(작업1조를 투입한 결과)으로 산출되었으며, 공사물량에 따라 공기를 산정한다.
2. 말뚝 연장 및 규격에 따라 장비 규격의 변경이 가능하며, 이에 따라 1일 사공량이 달라지므로 변경하여 적용할 수 있다.



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

라. 철근콘크리트공사

구분	작업조건	산출근거	1일 작업량
1. 철근가공 및 조립 (현장가공)	· 현장 철근가공 작업, 난이도 보통 기준	철근공 3인, 보통인부 1인	2.5ton/일
2. 철근 조립	· 철근 조립작업, 난이도 보통 기준	철근공 6인, 보통인부 2인	3.3ton/일
3. 합판거푸집 설치	· 합판거푸집 사용횟수 4회 기준 · 합판거푸집(내수합판 12mm기준)의 가공·제작·조립 포함 · 동바리 설치,곡면 및 특수형상 부분은 제외	형틀목공 4인, 보통인부 1인	50m ² /일
4. 합판거푸집 해체	· 합판거푸집 사용횟수 4회 기준 · 합판거푸집(내수합판 12mm기준)의 해체 포함 · 동바리 설치, 곡면 및 특수형상 부분은 제외	형틀목공 4인, 보통인부 1인	120m ² /일
5. 유로폼 설치	· 수직고 7m 이하, 난이도 보통 기준 · 유로폼 패널의 벽체조립 · 청소, 박리제 바름 및 보수 포함	형틀목공 4인, 보통인부 1인	60m ² /일
6. 유로폼 해체	· 수직고 7m 이하, 난이도 보통 기준 · 유로폼 패널의 벽체해체 · 청소, 박리제 바름 및 보수 포함	형틀목공 4인, 보통인부 1인	130m ² /일
7. 콘크리트 펌프카 타설	· 콘크리트 펌프카 80m ³ /hr 이상, 1회 타설 100~200m ³ 미만, 슬럼프 15cm, 시설유형 보통 기준 · 타설, 다짐, 양생준비 작업 포함 · 콘크리트 펌프카 규격은 타설높이 및 수평거리를 고려하여 선정	콘크리트공 6인, 특별인부 2인, 보통인부 2인, 펌프차 1인	200m ³ /일

비고

1. 상기 1일 작업량은 사용빈도가 많은 규격을 적용하여 표준품셈의 생산성을 기준(작업1조를 투입한 결과)으로 산출되었으며, 공사물량에 따라 공기를 산정한다.
2. 유로폼은 구조물 형상 또는 현장조건에 따라 난이도 변경이 가능하며, 이에 따라 1일 시공량이 달라지므로 변경하여 적용할 수 있다.
3. 콘크리트의 타설량, 펌프차 이동 및 재셋팅 횟수, 시설유형, 믹서트럭 진입조건 등에 따라 1일 시공량이 달라질 수 있다.



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

(2) 일반 건축물

준비기간	토목공사	기초공사	골조(지하)	골조공사(지상)	마감공사	토목조경공사	정리기간
------	------	------	--------	----------	------	--------	------

구분				산정기준			
준비기간				10억원 미만 : 최소 10일 10억원 이상 : 최소 20일 * 안전관리계획서 제출 대상 : 45일			
토목공사기간		터파기		지하층 1개 층당 10일			
		흙막이		자립식 : 지하층 1개 층당 10일 어스앵커식 : 지하층 1개 층당 20일			
건축 공사 기간	기초공사		파일기초		깊이 15m 이하 선굴착 말뚝공법 : 40일 깊이 15m 이상 선굴착 말뚝공법 : 80일		
			지지력시험		11일		
	골 조 공 사	지 하 층	지하층		지하 1개 층당 31일		
			지하주차장		1개층 주차대수 150대 미만 : 10일 1개층 주차대수 150대 이상 : 20일		
		지 상 층	골 조	1층		20일	
				2층 이상		2층 : 10일 3층 이상 : 층당 9일	
				동절기 보정		* 동절기에는 층당 1일 추가	
			지붕		콘크리트 경사지붕 : 15일 철골 경사지붕 : 10일		
	마감공사			조적공사 : 5일/층 미장공사 : 8일/층 창호공사 : 6일/층 방수공사 : 3일/층 타일공사 : 2일/층			
	토목·조경공사기간				토목공사 : 건축공사 완료 후 15일 조경공사 : 토목공사 완료 후 15일		
정리기간				10억원 미만 : 최소 15일 10억원 이상 : 최소 30일			



적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인 (부록 4. 1일 작업량)

(3) 공동주택

구분			산정기준		1일 작업량	
토목 공사 기간	토공사 (터파기)		• 토목 토공사 : 현장여건에 따라 산정 • 지하층 1개층 : 10일		토목터파기 8일 건축터파기 2일	
	흙막이		• 지하층 1개층 초과 : 10일 추가 • 지하층 4.5M 초과 : 10일 추가 • 암반, 전석이 있는 경우 : 현장여건에 따라 공사기간 추가 조정		초과하는 매층마다 (토목터파기)	
건축 공사 기간	건축 공사 기간		• 자립식 10일, E/A식 20일		L=120M, H=7M	
			• 파일기초 - 15m 이하 : 24일 - 16m~30m 이하 : 44일 - 30m 초과 : 별도산정 - 15m 이하 선굴착 : 40일 - 16m~30m 이하 선굴착 : 80일 - 선굴착공법 지지력시험 : 11일		파일 혼합시 혼합비율에 따라 산정	
			• 지하주차장(통합형, 연벽형) 부상방지 어스앵커 : 10일			
			• 내림기초 - 3m : 15일, 6m : 30일, 9m : 45일			
	골조 공사	지하 층	지하층	• 1개층 31일, 2개층 51일 • 2개층 초과시 초과하는 매층마다 21일	좌측 기준에 따라 작업일수 산정	
			지하 주차장	• 주동통합(1개층, 150대 미만) 7일 • 주동통합(1개층, 150대 이상) 14일		
		지상 층	보 정	1층		• 18일(골조 동절기 기간에는 19일)
				2층이상		• 층당 8일(골조 동절기 기간에는 9일)
				라멘조		• 층당 1일 가산
				입면변화		• 층당 2일 가산 (해당층)
				필로티		• 13일 가산. 필로티 형태·층수·개소 등에 따라 추가 조정
				육실		• 조립실육실 : 6층이상 층당 1일 감(최대 15일)
				지역		• 군소재지 이하, 강원관서(태백시) : 10일 • 제주도 등 도서지역 : 20일
				단차		• 단차가 있는 층 : 30일(테라스하우스 등)
				지붕		• Con'c 경사 15일, 철골 경사 10일
				마감공사		• 185일(임대), 195일(분양, 공공임대)
		건축공사 준공 후 토목공사기간		• 건축공사 준공 후 15일		1000세대 이상 10일추가
		토목공사 준공 후 조경공사기간		• 토목공사 준공 후 25일		

제3장 공사기간분석

1. 공사기간 산정 방법
2. 공사기간 산정
3. 작업가동율 산정 근거자료

1. 공사기간 산정 방법

■ 공사기간

- ◆ 공사기간은 공사준비기간과 실제 시공에 필요한 작업일수, 비작업일수(공사불능일수), 준공 후 정리기간, 공사특성을 고려한 보정일 등으로 구성

$$\text{공사기간} = \text{준비기간} + \text{비작업일수} + \text{작업일수} + \text{정리기간}$$

■ 준비기간

- ◆ 공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부 고시 제2021-1080호) 제7조
- ◆ 준비기간은 본 공사가 우선시공분을 포함한 설계·시공 일괄입찰방식으로 설계도서 검토, 하도급 업체 선정, 현장사무소 개설 등 본 공사의 착공 준비기간을 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022)」에 제시된 공사 유형별 준비기간 참고하여 산정된 기간이 우선시공분에 포함하는 것으로 산정

■ 작업일수

- ◆ 공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부 고시 제2021-1080호) 제11조
- ◆ 작업일수는 발주청의 과거 실적자료, 경험치, 동종시설사례 또는 표준품셈을 활용하여 산정한 실제 공사에 필요한 작업일수를 말함
- ◆ 금회 승기공공하수처리시설 현대화사업 기본계획에서 산출한 공종별 개략수량을 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022) 부록 4. 1일 작업량을 기준으로 하였으며, 가이드라인에 제시되지 않은 공종의 경우 표준품셈 및 유사실적을 준용하여 해당 공종의 작업시간을 산출

■ 비작업일수

- ◆ 공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부 고시 제2021-1080호) 제8조, 제9조, 제10조
- ◆ 비작업일수는 공사불능기간으로 정부가 정한 법정공휴일, 기상예에 의한 공사중지기간 등을 산정
- ◆ 비작업일수 중 법정공휴일과 기상예에 의한 공사중지기간이 중복될 경우 1일로 산정
- ◆ 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022)」을 기초로 법정공휴일수 및 기후여건으로 인한 비작업일수를 산정

■ 정리기간

- ◆ 공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부 고시 제2021-1080호) 제12조
- ◆ 정리기간은 준공 전 1개월의 범위에서 청소 및 정리기간을 계상하는 것으로, 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022)」의 정리기간 산정 내용인 “일반적으로 주요공종이 마무리 된 이후 준공 전 1개월의 범위에서 계상할 수 있다.”에 기초하여 공사의 규모 등을 고려하여 1개월(30일)을 적용

2. 공사기간 산정

2.1 준비기간 산정

- 설계도서의 검토, 안전관리계획서 작성 및 승인, 하도급업체 선정, 측량, 현장사무소, 세류시설, 가설건물 설치, 주요 건설자재·장비 및 공장제작 조달 등 공사 착수준비에 필요한 기간으로 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인」에서 예시된 공사 유형별 준비기간은 최대 180일, 최소 40일, 평균 72일로 제시하고 있음
 - 금회 사업이 설계·시공 일괄입찰방식으로 진행됨을 고려하여 준비기간에 소요되는 공정은 가이드라인 평균값인 72일로 적용하고 우선시공분(유입관로, 가설사무소 포함 7개월)에 포함되는 것으로 계획함
- ▶ 준비기간 = 72일 (우선시공분에 포함)



공사 유형별 준비기간

공종	준비기간	공종	준비기간
공동주택	45일	상수도공사	60일
고속도로공사	180일	하천공사	40일
철도공사	90일	항만공사	40일
포장공사(신설)	50일	강교가설공사	90일
포장공사(수선)	60일	PC교량 공사	70일
공동구공사	80일	교량보수공사	60일
최대			180일
최소			40일
평균			72일
금회 적용			72일(우선시공분에 포함)

※출처 : 적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2020.12.)

2.2 비작업일수 및 작업일수

2.2.1 비작업일수 산정 기준

- 비작업일수는 건설현장의 공사 진행이 불가능한 날자로 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022)」에 따른 ‘법정공휴일수’와 ‘기후여건으로 인한 비작업일수’의 합계에서 중복일수를 제외하여 산정
 - ◆ 비작업일수 = 법정 공휴일수 + 기후여건으로 인한 비작업일수 - 월별중복일수
 - ◆ 월별중복일수 = 법정 공휴일수 × 기후여건으로 인한 비작업일수 ÷ 달력일수
(소수점 첫째자리에서 반올림)
- 건설공사의 주공정(Critical Path)에 영향을 미치는 기상조건으로 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인」의 [부록 3. 기상조건별 · 지역별 비작업일수(2012-2021년)]의 과거 기상데이터를 준용하여 예정공사기간내 기상조건에 따른 비작업일수 산정
 - ◆ 주공정(Critical Path)에 영향을 미치는 기상조건(기온, 강우, 강설, 바람, 먼지) 반영
 - ◆ 인천기상대 최근 10년간의 기상정보와 최근 기후변화에 따른 집중호우 등을 고려한 5년간의 기상정보 비교하여 악조건을 기준으로 산정



비작업일수 기상조건 적용 기준

구 분 (인천)	혹서기		동절기			적설량		강수량			풍속		먼지
	33℃ 이상	35℃ 이상	0℃ 이하	-10℃ 이하	-12℃ 이하	신적설 1cm 이상	신적설 5cm 이상	5mm 이상	10mm 이상	20mm 이상	8m/s 이상	15m/s 이상	경보 발령
토 공	○				○		○		○			○	○
관로공	○				○		○		○			○	○
철거공	○				○		○		○			○	○
가시설공	○				○		○		○			○	○
구조물공	○		○				○		○			○	○
방수공		○	○			-		-	-		-	-	-
시험 및 기타	-		-			-		-	-		-	-	-

※적용기준 : 적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022) 참조

2.2.2 법정 공휴일수

- 「공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부고시 제2021-1080호」 제8조 및 제9조 규정과 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022)」에 따른 ‘법정 공휴일수’ 적용
- 법정 공휴일수는 예정공사기간내 「관공서의 공휴일에 관한 규정」 제2조 및 제3조에 따른 공휴일 및 대체공휴일 적용
 - 토·일요일(52일), 명절(6일), 국경일(4일), 기념일(5일), 근로자의 날(1일)
- 당해 공사예정 기간에 포함된 2024년부터 2031년까지 포함된 일수 모두 계상
 - 우선시공분 2024년 7월 ~ 2025년 1월
 - 본공사 2025년 8월 ~ 2031년 5월



법정 공휴일수

구분	월간 법정공휴일												소계
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
2024년	5	7	6	4	6	6	4	5	8	6	4	6	67
2025년	8	4	7	4	6	6	4	6	4	9	5	5	68
2026년	5	7	6	4	6	5	4	7	7	7	5	5	68
2027년	6	7	5	4	7	4	4	6	7	8	4	5	67
2028년	9	4	5	5	6	5	5	5	4	10	4	6	68
2029년	5	7	5	5	6	5	5	5	8	6	4	6	67
2030년	5	7	6	4	6	6	4	5	8	6	4	6	67
2031년	8	4	7	4	6	6	4	6	5	8	5	5	68

※출처 : 적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022)

2.2.3 기후여건으로 인한 비작업일수



기후여건으로 인한 비작업일수 총괄

구분 (인천광역시)		월평균 기상데이터(일)												계
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
혹서기	최고기온 33℃이상	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
	최고기온 35℃이상	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
동절기	최저기온 0℃이하	8.2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.2	21.6
	최저기온 -12℃이하	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.2
	최심신적설 5cm이상	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5
강우	강수량 10mm이상	0.4	0.8	1.4	2.0	3.2	2.6	3.8	5.8	3.4	1.8	2.0	0.0	27.2
바람	최대순간풍속 15m/s이상	1.6	1.2	2.4	1.4	0.8	1.2	1.0	2.0	1.4	1.6	1.8	2.0	18.4
먼지	미세먼지 10PM경보	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.9
합 계		12.4	8.2	3.9	3.7	4.4	3.8	9.2	13.2	4.8	3.4	4.1	10.5	81.6

※출처 : 적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022), 인천광역시(인천) 지역 적용



기후여건으로 인한 비작업일수 (1)

구분		일최고기온 33℃ 이상												계
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
2013년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
2015년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2016년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
2017년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
2018년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0
2019년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
2020년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2021년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
2022년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
평균	최근5년	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
	최근10년	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
적 용 (5년)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0



기후여건으로 인한 비작업일수 (2)

구 분		일최고기온 35℃ 이상												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
2013년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2015년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2018년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
2019년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
2020년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2022년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
평균	최근5년	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
	최근10년	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
적 용 (5년)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8



기후여건으로 인한 비작업일수 (3)

구 분		일최저기온 0℃ 이하												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
2013년		14.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	7.0	32.0
2014년		4.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	17.0
2015년		8.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	12.0
2016년		10.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	17.0
2017년		9.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	24.0
2018년		14.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	31.0
2019년		4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	11.0
2020년		1.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	10.0
2021년		13.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	23.0
2022년		9.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	13.0	33.0
평균	최근5년	8.2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.2	21.6
	최근10년	8.6	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.1	21.0
적 용 (5년)		8.2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.2	21.6



기후여건으로 인한 비작업일수 (4)

구 분		일최저기온 -12℃ 이하												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
2013년		3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
2014년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016년		5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
2017년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2018년		7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	8.0
2019년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2020년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021년		3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.0
2022년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0
평균	최근5년	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.2
	최근10년	1.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.7
적 용 (5년)		2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.2



기후여건으로 인한 비작업일수 (5)

구 분		최심신적설 5cm 이상												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
2013년		0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
2014년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017년		2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
2018년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2019년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2020년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
2022년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
평균	최근5년	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
	최근10년	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5
적 용 (5년)		0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5



기후여건으로 인한 비작업일수 (6)

구 분		일강수량 10mm 이상												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
2013년		1.0	0.0	1.0	2.0	4.0	1.0	9.0	4.0	5.0	0.0	1.0	1.0	29.0
2014년		0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	3.0	6.0	5.0	2.0	3.0	2.0	1.0	27.0
2015년		0.0	1.0	0.0	2.0	1.0	3.0	6.0	2.0	0.0	1.0	4.0	1.0	21.0
2016년		0.0	2.0	1.0	3.0	5.0	0.0	4.0	1.0	2.0	2.0	0.0	2.0	22.0
2017년		0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	9.0	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	22.0
2018년		0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	3.0	2.0	3.0	2.0	4.0	1.0	0.0	27.0
2019년		0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	5.0	3.0	4.0	2.0	3.0	0.0	23.0
2020년		1.0	2.0	0.0	1.0	4.0	3.0	5.0	10.0	4.0	0.0	1.0	0.0	31.0
2021년		1.0	0.0	1.0	3.0	5.0	2.0	3.0	6.0	3.0	0.0	3.0	0.0	27.0
2022년		0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	4.0	4.0	7.0	4.0	3.0	2.0	0.0	28.0
평균	최근5년	0.4	0.8	1.4	2.0	3.2	2.6	3.8	5.8	3.4	1.8	2.0	0.0	27.2
	최근10년	0.3	0.7	0.9	2.0	2.9	2.3	5.3	4.6	2.7	1.6	1.8	0.6	25.7
적 용 (5년)		0.4	0.8	1.4	2.0	3.2	2.6	3.8	5.8	3.4	1.8	2.0	0.0	27.2



기후여건으로 인한 비작업일수 (7)

구 분		순간최대풍속 15m/s 이상												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
2013년		1.0	2.0	4.0	4.0	1.0	0.0	4.0	2.0	1.0	1.0	5.0	3.0	28.0
2014년		0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	4.0	14.0
2015년		2.0	2.0	6.0	1.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0	18.0
2016년		3.0	3.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	11.0
2017년		1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	0.0	2.0	2.0	2.0	16.0
2018년		3.0	1.0	3.0	2.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	4.0	2.0	1.0	18.0
2019년		0.0	0.0	2.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	2.0	0.0	2.0	1.0	10.0
2020년		0.0	0.0	3.0	3.0	1.0	0.0	3.0	4.0	3.0	0.0	1.0	0.0	18.0
2021년		5.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	3.0	3.0	20.0
2022년		0.0	2.0	3.0	1.0	0.0	4.0	1.0	4.0	2.0	3.0	1.0	5.0	26.0
평균	최근5년	1.6	1.2	2.4	1.4	0.8	1.2	1.0	2.0	1.4	1.6	1.8	2.0	18.4
	최근10년	1.5	1.4	2.7	1.5	1.1	0.7	1.3	1.6	0.8	1.3	1.8	2.2	17.9
적 용 (5년)		1.6	1.2	2.4	1.4	0.8	1.2	1.0	2.0	1.4	1.6	1.8	2.0	18.4



기후여건으로 인한 비작업일수 (8)

- 한국환경공단에서 제공하는 대기환경정보실시간공개시스템(에어코리아) 통계정보 활용
 - ▶ 대기환경기준물질 6개 항목(아황산가스, 일산화탄소, 이산화질소, 오존, 미세먼지(PM-10, PM-2.5)중 미세먼지 PM-10 경보 발령일자 기준 적용
- 인천광역시에 위치한 측정소의 구축 자료 활용

구 분		미세먼지 10PM 경보												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
2015년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016년		0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
2017년		0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2018년		0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0
2019년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2020년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021년		0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
2022년		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
평균	최근5년	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.8
	최근8년	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.9
적 용 (5년)		0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.9



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

2.2.4 주요 공종별 공사가동을 산정

토공·관로공·철거공·가시설공 (1)

구 분	최고기온 33℃이상	최고기온 35℃이상	최저기온 0℃이하	최저기온 -12℃이하	일 최심신적설 5cm이상	일 강수량 10mm이상	최대순간풍속 15m/s이상	미세먼지10PM 경보발령	소계 (기상일수) [A]	공휴일 (공휴일, 일요일) [B]	중복일 (국토교통부기준) [C=AXB/일수]	비작업일수 (국토교통부기준) [A+B-C]	월간 작업가능일	월간 작업가동율
2024년 7월	3.6	-	-	0	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2024년 8월	4.4	-	-	0	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2024년 9월	0	-	-	0	0	3.4	1.4	0	4.8	8	1	12	18	60.00%
2024년 10월	0	-	-	0	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2024년 11월	0	-	-	0	0	2	1.8	0.125	3.925	4	1	8	22	73.33%
2024년 12월	0	-	-	1.2	0.1	0	2	0	3.3	6	1	8	23	74.19%
2025년 1월	0	-	-	2	0.2	0.4	1.6	0	4.2	8	1	11	20	64.52%
2025년 2월	0	-	-	0	0.2	0.8	1.2	0	2.2	4	0	8	20	71.43%
2025년 3월	0	-	-	0	0	1.4	2.4	0.125	3.925	6	1	9	22	70.97%
2025년 4월	0	-	-	0	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2025년 5월	0	-	-	0	0	3.2	0.8	0.375	4.375	5	1	8	23	74.19%
2025년 6월	0	-	-	0	0	2.6	1.2	0	3.8	6	1	9	21	70.00%
2025년 7월	3.6	-	-	0	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2025년 8월	4.4	-	-	0	0	5.8	2	0	12.2	6	2	16	15	48.39%
2025년 9월	0	-	-	0	0	3.4	1.4	0	4.8	4	1	8	22	73.33%
2025년 10월	0	-	-	0	0	1.8	1.6	0	3.4	9	1	11	20	64.52%
2025년 11월	0	-	-	0	0	2	1.8	0.125	3.925	5	1	8	22	73.33%
2025년 12월	0	-	-	1.2	0.1	0	2	0	3.3	5	1	8	23	74.19%
2026년 1월	0	-	-	2	0.2	0.4	1.6	0	4.2	5	1	8	23	74.19%
2026년 2월	0	-	-	0	0.2	0.8	1.2	0	2.2	7	1	8	20	71.43%
2026년 3월	0	-	-	0	0	1.4	2.4	0.125	3.925	6	1	9	22	70.97%
2026년 4월	0	-	-	0	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2026년 5월	0	-	-	0	0	3.2	0.8	0.375	4.375	6	1	9	22	70.97%
2026년 6월	0	-	-	0	0	2.6	1.2	0	3.8	5	1	8	22	73.33%
2026년 7월	3.6	-	-	0	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2026년 8월	4.4	-	-	0	0	5.8	2	0	12.2	6	2	16	15	48.39%
2026년 9월	0	-	-	0	0	3.4	1.4	0	4.8	7	1	11	19	63.33%
2026년 10월	0	-	-	0	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2026년 11월	0	-	-	0	0	2	1.8	0.125	3.925	5	1	8	22	73.33%
2026년 12월	0	-	-	1.2	0.1	0	2	0	3.3	5	1	8	23	74.19%



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.



토공·관로공·철거공사시설공 (2)

구 분	최고기온 33℃이상	최고기온 35℃이상	최저기온 0℃이하	최저기온 -12℃이하	일 최심신적설 5cm이상	일 강수량 10mm이상	최대순간풍속 15m/s이상	미세먼지10PM 경보발령	소계 (기상일수) [A]	공휴일 (공휴일, 일요일) [B]	중복일 (국토교통부기준) [C=AXB/일수]	비작업일수 (국토교통부기준) [A+B-C]	월간 작업가능일	월간 작업가동율
2027년 1월	0	—	—	2	0.2	0.4	1.6	0	4.2	6	1	9	22	70.97%
2027년 2월	0	—	—	0	0.2	0.8	1.2	0	2.2	6	0	8	20	71.43%
2027년 3월	0	—	—	0	0	1.4	2.4	0.125	3.925	5	1	8	23	74.19%
2027년 4월	0	—	—	0	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2027년 5월	0	—	—	0	0	3.2	0.8	0.375	4.375	7	1	10	21	67.74%
2027년 6월	0	—	—	0	0	2.6	1.2	0	3.8	4	1	8	22	73.33%
2027년 7월	3.6	—	—	0	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2027년 8월	4.4	—	—	0	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2027년 9월	0	—	—	0	0	3.4	1.4	0	4.8	7	1	11	19	63.33%
2027년 10월	0	—	—	0	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2027년 11월	0	—	—	0	0	2	1.8	0.125	3.925	4	1	8	22	73.33%
2027년 12월	0	—	—	1.2	0.1	0	2	0	3.3	6	1	8	23	74.19%
2028년 1월	0	—	—	2	0.2	0.4	1.6	0	4.2	9	1	12	19	61.29%
2028년 2월	0	—	—	0	0.2	0.8	1.2	0	2.2	4	0	8	21	72.41%
2028년 3월	0	—	—	0	0	1.4	2.4	0.125	3.925	5	1	8	23	74.19%
2028년 4월	0	—	—	0	0	2	1.4	0.25	3.65	5	1	8	22	73.33%
2028년 5월	0	—	—	0	0	3.2	0.8	0.375	4.375	6	1	9	22	70.97%
2028년 6월	0	—	—	0	0	2.6	1.2	0	3.8	5	1	8	22	73.33%
2028년 7월	3.6	—	—	0	0	3.8	1	0	8.4	5	1	12	19	61.29%
2028년 8월	4.4	—	—	0	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2028년 9월	0	—	—	0	0	3.4	1.4	0	4.8	4	1	8	22	73.33%
2028년 10월	0	—	—	0	0	1.8	1.6	0	3.4	9	1	11	20	64.52%
2028년 11월	0	—	—	0	0	2	1.8	0.125	3.925	4	1	8	22	73.33%
2028년 12월	0	—	—	1.2	0.1	0	2	0	3.3	6	1	8	23	74.19%
2029년 1월	0	—	—	2	0.2	0.4	1.6	0	4.2	5	1	8	23	74.19%
2029년 2월	0	—	—	0	0.2	0.8	1.2	0	2.2	7	1	8	20	71.43%
2029년 3월	0	—	—	0	0	1.4	2.4	0.125	3.925	5	1	8	23	74.19%
2029년 4월	0	—	—	0	0	2	1.4	0.25	3.65	5	1	8	22	73.33%
2029년 5월	0	—	—	0	0	3.2	0.8	0.375	4.375	5	1	8	23	74.19%
2029년 6월	0	—	—	0	0	2.6	1.2	0	3.8	5	1	8	22	73.33%



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.



토공·관로공·철거공사시설공 (3)

구 분	최고기온 33℃이상	최고기온 35℃이상	최저기온 0℃이하	최저기온 -12℃이하	일 최심신적설 5cm이상	일 강수량 10mm이상	최대순간풍속 15m/s이상	미세먼지10PM 경보발령	소계 (기상일수) [A]	공휴일 (공휴일, 일요일) [B]	중복일 (국토교통부기준) [C=AXB/일수]	비작업일수 (국토교통부기준) [A+B-C]	월간 작업가능일	월간 작업기동율
2029년 7월	3.6	-	-	0	0	3.8	1	0	8.4	5	1	12	19	61.29%
2029년 8월	4.4	-	-	0	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2029년 9월	0	-	-	0	0	3.4	1.4	0	4.8	7	1	11	19	63.33%
2029년 10월	0	-	-	0	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2029년 11월	0	-	-	0	0	2	1.8	0.125	3.925	4	1	8	22	73.33%
2029년 12월	0	-	-	1.2	0.1	0	2	0	3.3	6	1	8	23	74.19%
2030년 1월	0	-	-	2	0.2	0.4	1.6	0	4.2	5	1	8	23	74.19%
2030년 2월	0	-	-	0	0.2	0.8	1.2	0	2.2	6	0	8	20	71.43%
2030년 3월	0	-	-	0	0	1.4	2.4	0.125	3.925	6	1	9	22	70.97%
2030년 4월	0	-	-	0	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2030년 5월	0	-	-	0	0	3.2	0.8	0.375	4.375	5	1	8	23	74.19%
2030년 6월	0	-	-	0	0	2.6	1.2	0	3.8	6	1	9	21	70.00%
2030년 7월	3.6	-	-	0	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2030년 8월	4.4	-	-	0	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2030년 9월	0	-	-	0	0	3.4	1.4	0	4.8	8	1	12	18	60.00%
2030년 10월	0	-	-	0	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2030년 11월	0	-	-	0	0	2	1.8	0.125	3.925	4	1	8	22	73.33%
2030년 12월	0	-	-	1.2	0.1	0	2	0	3.3	6	1	8	23	74.19%
2031년 1월	0	-	-	2	0.2	0.4	1.6	0	4.2	8	1	11	20	64.52%
2031년 2월	0	-	-	0	0.2	0.8	1.2	0	2.2	4	0	8	20	71.43%
2031년 3월	0	-	-	0	0	1.4	2.4	0.125	3.925	6	1	9	22	70.97%
2031년 4월	0	-	-	0	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2031년 5월	0	-	-	0	0	3.2	0.8	0.375	4.375	6	1	9	22	70.97%
평 균	56	-	-	22.4	3.5	187.8	127.6	6.125	403.425	454	80	783	1743	69.04%



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

구조물공 (1)

구 분	최고기온 33℃이상	최고기온 35℃이상	최저기온 0℃이하	최저기온 -12℃이하	일 최심신적설 5cm이상	일 강수량 10mm이상	최대순간풍속 15m/s이상	미세먼지10PM 경보발령	소계 (기상일수) [A]	공휴일 (공휴일, 일요일) [B]	중복일 (국토교통부기준) [C=AXB/일수]	비작업일수 (국토교통부기준) [A+B-C]	월간 작업가능일	월간 작업가동율
2024년 7월	3.6	-	0	-	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2024년 8월	4.4	-	0	-	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2024년 9월	0	-	0	-	0	3.4	1.4	0	4.8	8	1	12	18	60.00%
2024년 10월	0	-	0	-	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2024년 11월	0	-	0.2	-	0	2	1.8	0.125	4.125	4	1	8	22	73.33%
2024년 12월	0	-	7.2	-	0.1	0	2	0	9.3	6	2	13	18	58.06%
2025년 1월	0	-	8.2	-	0.2	0.4	1.6	0	10.4	8	3	15	16	51.61%
2025년 2월	0	-	6	-	0.2	0.8	1.2	0	8.2	4	1	11	17	60.71%
2025년 3월	0	-	0	-	0	1.4	2.4	0.125	3.925	6	1	9	22	70.97%
2025년 4월	0	-	0	-	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2025년 5월	0	-	0	-	0	3.2	0.8	0.375	4.375	5	1	8	23	74.19%
2025년 6월	0	-	0	-	0	2.6	1.2	0	3.8	6	1	9	21	70.00%
2025년 7월	3.6	-	0	-	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2025년 8월	4.4	-	0	-	0	5.8	2	0	12.2	6	2	16	15	48.39%
2025년 9월	0	-	0	-	0	3.4	1.4	0	4.8	4	1	8	22	73.33%
2025년 10월	0	-	0	-	0	1.8	1.6	0	3.4	9	1	11	20	64.52%
2025년 11월	0	-	0.2	-	0	2	1.8	0.125	4.125	5	1	8	22	73.33%
2025년 12월	0	-	7.2	-	0.1	0	2	0	9.3	5	2	12	19	61.29%
2026년 1월	0	-	8.2	-	0.2	0.4	1.6	0	10.4	5	2	13	18	58.06%
2026년 2월	0	-	6	-	0.2	0.8	1.2	0	8.2	7	2	13	15	53.57%
2026년 3월	0	-	0	-	0	1.4	2.4	0.125	3.925	6	1	9	22	70.97%
2026년 4월	0	-	0	-	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2026년 5월	0	-	0	-	0	3.2	0.8	0.375	4.375	6	1	9	22	70.97%
2026년 6월	0	-	0	-	0	2.6	1.2	0	3.8	5	1	8	22	73.33%
2026년 7월	3.6	-	0	-	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2026년 8월	4.4	-	0	-	0	5.8	2	0	12.2	6	2	16	15	48.39%
2026년 9월	0	-	0	-	0	3.4	1.4	0	4.8	7	1	11	19	63.33%
2026년 10월	0	-	0	-	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2026년 11월	0	-	0.2	-	0	2	1.8	0.125	4.125	5	1	8	22	73.33%
2026년 12월	0	-	7.2	-	0.1	0	2	0	9.3	5	2	12	19	61.29%



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

구조물공 (2)

구 분	최고기온 33℃이상	최고기온 35℃이상	최저기온 0℃이하	최저기온 -12℃이하	일 최심신적설 5cm이상	일 강수량 10mm이상	최대순간풍속 15m/s이상	미세먼지10PM 경보발령	소계 (기상일수) [A]	공휴일 (공휴일, 일요일) [B]	중복일 (국토교통부기준) [C=AXB/일수]	비작업일수 (국토교통부기준) [A+B-C]	월간 작업가능일	월간 작업가동율
2027년 1월	0	—	8.2	—	0.2	0.4	1.6	0	10.4	6	2	14	17	54.84%
2027년 2월	0	—	6	—	0.2	0.8	1.2	0	8.2	6	2	12	16	57.14%
2027년 3월	0	—	0	—	0	1.4	2.4	0.125	3.925	5	1	8	23	74.19%
2027년 4월	0	—	0	—	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2027년 5월	0	—	0	—	0	3.2	0.8	0.375	4.375	7	1	10	21	67.74%
2027년 6월	0	—	0	—	0	2.6	1.2	0	3.8	4	1	8	22	73.33%
2027년 7월	3.6	—	0	—	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2027년 8월	4.4	—	0	—	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2027년 9월	0	—	0	—	0	3.4	1.4	0	4.8	7	1	11	19	63.33%
2027년 10월	0	—	0	—	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2027년 11월	0	—	0.2	—	0	2	1.8	0.125	4.125	4	1	8	22	73.33%
2027년 12월	0	—	7.2	—	0.1	0	2	0	9.3	6	2	13	18	58.06%
2028년 1월	0	—	8.2	—	0.2	0.4	1.6	0	10.4	9	3	16	15	48.39%
2028년 2월	0	—	6	—	0.2	0.8	1.2	0	8.2	4	1	11	18	62.07%
2028년 3월	0	—	0	—	0	1.4	2.4	0.125	3.925	5	1	8	23	74.19%
2028년 4월	0	—	0	—	0	2	1.4	0.25	3.65	5	1	8	22	73.33%
2028년 5월	0	—	0	—	0	3.2	0.8	0.375	4.375	6	1	9	22	70.97%
2028년 6월	0	—	0	—	0	2.6	1.2	0	3.8	5	1	8	22	73.33%
2028년 7월	3.6	—	0	—	0	3.8	1	0	8.4	5	1	12	19	61.29%
2028년 8월	4.4	—	0	—	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2028년 9월	0	—	0	—	0	3.4	1.4	0	4.8	4	1	8	22	73.33%
2028년 10월	0	—	0	—	0	1.8	1.6	0	3.4	9	1	11	20	64.52%
2028년 11월	0	—	0.2	—	0	2	1.8	0.125	4.125	4	1	8	22	73.33%
2028년 12월	0	—	7.2	—	0.1	0	2	0	9.3	6	2	13	18	58.06%
2029년 1월	0	—	8.2	—	0.2	0.4	1.6	0	10.4	5	2	13	18	58.06%
2029년 2월	0	—	6	—	0.2	0.8	1.2	0	8.2	7	2	13	15	53.57%
2029년 3월	0	—	0	—	0	1.4	2.4	0.125	3.925	5	1	8	23	74.19%
2029년 4월	0	—	0	—	0	2	1.4	0.25	3.65	5	1	8	22	73.33%
2029년 5월	0	—	0	—	0	3.2	0.8	0.375	4.375	5	1	8	23	74.19%
2029년 6월	0	—	0	—	0	2.6	1.2	0	3.8	5	1	8	22	73.33%



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

구조물공 (3)

구 분	최고기온 33℃이상	최고기온 35℃이상	최저기온 0℃이하	최저기온 -12℃이하	일 최심신적설 5cm이상	일 강수량 10mm이상	최대순간풍속 15m/s이상	미세먼지10PM 경보발령	소계 (기상일수) [A]	공휴일 (공휴일, 일요일) [B]	중복일 (국토교통부기준) [C=AXB/일수]	비작업일수 (국토교통부기준) [A+B-C]	월간 작업가능일	월간 작업가동율
2029년 7월	3.6	-	0	-	0	3.8	1	0	8.4	5	1	12	19	61.29%
2029년 8월	4.4	-	0	-	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2029년 9월	0	-	0	-	0	3.4	1.4	0	4.8	7	1	11	19	63.33%
2029년 10월	0	-	0	-	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2029년 11월	0	-	0.2	-	0	2	1.8	0.125	4.125	4	1	8	22	73.33%
2029년 12월	0	-	7.2	-	0.1	0	2	0	9.3	6	2	13	18	58.06%
2030년 1월	0	-	8.2	-	0.2	0.4	1.6	0	10.4	5	2	13	18	58.06%
2030년 2월	0	-	6	-	0.2	0.8	1.2	0	8.2	6	2	12	16	57.14%
2030년 3월	0	-	0	-	0	1.4	2.4	0.125	3.925	6	1	9	22	70.97%
2030년 4월	0	-	0	-	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2030년 5월	0	-	0	-	0	3.2	0.8	0.375	4.375	5	1	8	23	74.19%
2030년 6월	0	-	0	-	0	2.6	1.2	0	3.8	6	1	9	21	70.00%
2030년 7월	3.6	-	0	-	0	3.8	1	0	8.4	4	1	11	20	64.52%
2030년 8월	4.4	-	0	-	0	5.8	2	0	12.2	5	2	15	16	51.61%
2030년 9월	0	-	0	-	0	3.4	1.4	0	4.8	8	1	12	18	60.00%
2030년 10월	0	-	0	-	0	1.8	1.6	0	3.4	6	1	8	23	74.19%
2030년 11월	0	-	0.2	-	0	2	1.8	0.125	4.125	4	1	8	22	73.33%
2030년 12월	0	-	7.2	-	0.1	0	2	0	9.3	6	2	13	18	58.06%
2031년 1월	0	-	8.2	-	0.2	0.4	1.6	0	10.4	8	3	15	16	51.61%
2031년 2월	0	-	6	-	0.2	0.8	1.2	0	8.2	4	1	11	17	60.71%
2031년 3월	0	-	0	-	0	1.4	2.4	0.125	3.925	6	1	9	22	70.97%
2031년 4월	0	-	0	-	0	2	1.4	0.25	3.65	4	0	8	22	73.33%
2031년 5월	0	-	0	-	0	3.2	0.8	0.375	4.375	6	1	9	22	70.97%
평 균	56	-	151.2	-	3.5	187.8	127.6	6.125	532.225	454	106	875	1651	65.36%



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

방수공 (1)

구 분	최고기온 33℃이상	최고기온 35℃이상	최저기온 0℃이하	최저기온 -12℃이하	일 최심신적설 5cm이상	일 강수량 10mm이상	최대순간풍속 15m/s이상	미세먼지10PM 경보발령	소계 (기상일수) [A]	공휴일 (공휴일, 일요일) [B]	중복일 (국토교통부기준) [C=AXB/일수]	비작업일수 (국토교통부기준) [A+B-C]	월간 작업가능일	월간 작업가동율
2024년 7월	-	0.8	0	-	-	-	-	-	0.8	4	0	8	23	74.19%
2024년 8월	-	1	0	-	-	-	-	-	1	5	0	8	23	74.19%
2024년 9월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	8	0	8	22	73.33%
2024년 10월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2024년 11월	-	0	0.2	-	-	-	-	-	0.2	4	0	8	22	73.33%
2024년 12월	-	0	7.2	-	-	-	-	-	7.2	6	1	12	19	61.29%
2025년 1월	-	0	8.2	-	-	-	-	-	8.2	8	2	14	17	54.84%
2025년 2월	-	0	6	-	-	-	-	-	6	4	1	9	19	67.86%
2025년 3월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2025년 4월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	4	0	8	22	73.33%
2025년 5월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	23	74.19%
2025년 6월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	22	73.33%
2025년 7월	-	0.8	0	-	-	-	-	-	0.8	4	0	8	23	74.19%
2025년 8월	-	1	0	-	-	-	-	-	1	6	0	8	23	74.19%
2025년 9월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	4	0	8	22	73.33%
2025년 10월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	9	0	9	22	70.97%
2025년 11월	-	0	0.2	-	-	-	-	-	0.2	5	0	8	22	73.33%
2025년 12월	-	0	7.2	-	-	-	-	-	7.2	5	1	11	20	64.52%
2026년 1월	-	0	8.2	-	-	-	-	-	8.2	5	1	12	19	61.29%
2026년 2월	-	0	6	-	-	-	-	-	6	7	2	11	17	60.71%
2026년 3월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2026년 4월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	4	0	8	22	73.33%
2026년 5월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2026년 6월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	22	73.33%
2026년 7월	-	0.8	0	-	-	-	-	-	0.8	4	0	8	23	74.19%
2026년 8월	-	1	0	-	-	-	-	-	1	6	0	8	23	74.19%
2026년 9월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	7	0	8	22	73.33%
2026년 10월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2026년 11월	-	0	0.2	-	-	-	-	-	0.2	5	0	8	22	73.33%
2026년 12월	-	0	7.2	-	-	-	-	-	7.2	5	1	11	20	64.52%



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

 방수공 (2)

구 분	최고기온 33℃이상	최고기온 35℃이상	최저기온 0℃이하	최저기온 -12℃이하	일 최심신적설 5cm이상	일 강수량 10mm이상	최대순간풍속 15m/s이상	미세먼지10PM 경보발령	소계 (기상일수) [A]	공휴일 (공휴일, 일요일) [B]	중복일 (국토교통부기준) [C=AXB/일수]	비작업일수 (국토교통부기준) [A+B-C]	월간 작업가능일	월간 작업가동율
2027년 1월	-	0	8.2	-	-	-	-	-	8.2	6	2	12	19	61.29%
2027년 2월	-	0	6	-	-	-	-	-	6	6	1	11	17	60.71%
2027년 3월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	23	74.19%
2027년 4월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	4	0	8	22	73.33%
2027년 5월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	7	0	8	23	74.19%
2027년 6월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	4	0	8	22	73.33%
2027년 7월	-	0.8	0	-	-	-	-	-	0.8	4	0	8	23	74.19%
2027년 8월	-	1	0	-	-	-	-	-	1	5	0	8	23	74.19%
2027년 9월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	7	0	8	22	73.33%
2027년 10월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2027년 11월	-	0	0.2	-	-	-	-	-	0.2	4	0	8	22	73.33%
2027년 12월	-	0	7.2	-	-	-	-	-	7.2	6	1	12	19	61.29%
2028년 1월	-	0	8.2	-	-	-	-	-	8.2	9	2	15	16	51.61%
2028년 2월	-	0	6	-	-	-	-	-	6	4	1	9	20	68.97%
2028년 3월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	23	74.19%
2028년 4월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	22	73.33%
2028년 5월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2028년 6월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	22	73.33%
2028년 7월	-	0.8	0	-	-	-	-	-	0.8	5	0	8	23	74.19%
2028년 8월	-	1	0	-	-	-	-	-	1	5	0	8	23	74.19%
2028년 9월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	4	0	8	22	73.33%
2028년 10월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	9	0	9	22	70.97%
2028년 11월	-	0	0.2	-	-	-	-	-	0.2	4	0	8	22	73.33%
2028년 12월	-	0	7.2	-	-	-	-	-	7.2	6	1	12	19	61.29%
2029년 1월	-	0	8.2	-	-	-	-	-	8.2	5	1	12	19	61.29%
2029년 2월	-	0	6	-	-	-	-	-	6	7	2	11	17	60.71%
2029년 3월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	23	74.19%
2029년 4월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	22	73.33%
2029년 5월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	23	74.19%
2029년 6월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	22	73.33%



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

방수공 (3)

구 분	최고기온 33℃이상	최고기온 35℃이상	최저기온 0℃이하	최저기온 -12℃이하	일 최심신적설 5cm이상	일 강수량 10mm이상	최대순간풍속 15m/s이상	미세먼지10PM 경보발령	소계 (기상일수) [A]	공휴일 (공휴일, 일요일) [B]	중복일 (국토교통부기준) [C=AXB/일수]	비작업일수 (국토교통부기준) [A+B-C]	월간 작업가능일	월간 작업기동율
2029년 7월	-	0.8	0	-	-	-	-	-	0.8	5	0	8	23	74.19%
2029년 8월	-	1	0	-	-	-	-	-	1	5	0	8	23	74.19%
2029년 9월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	7	0	8	22	73.33%
2029년 10월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2029년 11월	-	0	0.2	-	-	-	-	-	0.2	4	0	8	22	73.33%
2029년 12월	-	0	7.2	-	-	-	-	-	7.2	6	1	12	19	61.29%
2030년 1월	-	0	8.2	-	-	-	-	-	8.2	5	1	12	19	61.29%
2030년 2월	-	0	6	-	-	-	-	-	6	6	1	11	17	60.71%
2030년 3월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2030년 4월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	4	0	8	22	73.33%
2030년 5월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	5	0	8	23	74.19%
2030년 6월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	22	73.33%
2030년 7월	-	0.8	0	-	-	-	-	-	0.8	4	0	8	23	74.19%
2030년 8월	-	1	0	-	-	-	-	-	1	5	0	8	23	74.19%
2030년 9월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	8	0	8	22	73.33%
2030년 10월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2030년 11월	-	0	0.2	-	-	-	-	-	0.2	4	0	8	22	73.33%
2030년 12월	-	0	7.2	-	-	-	-	-	7.2	6	1	12	19	61.29%
2031년 1월	-	0	8.2	-	-	-	-	-	8.2	8	2	14	17	54.84%
2031년 2월	-	0	6	-	-	-	-	-	6	4	1	9	19	67.86%
2031년 3월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
2031년 4월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	4	0	8	22	73.33%
2031년 5월	-	0	0	-	-	-	-	-	0	6	0	8	23	74.19%
평 균	-	12.6	151.2	-	-	-	-	-	163.8	454	27	742	1784	70.60%



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

2.2.5 표준작업량 산정

- 작업일수는 당해 공사에서 목적하는 방류수질 확보를 위해 일반적인 범용공법으로 용량 계산하여 산정된 하수처리시설 규모에 대한 공종별 개략수량을 산출하여 산정
- 하수처리시설 설치공사의 주공종을 기준으로 단계별 시공에 필요한 총작업일수 산정
- 전체 공종별 작업시간에 법정 근로시간(일 8시간, 주 40시간)을 준수하고, 「2022년 적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부)」에서 제공하는 [부록 4. 1일 작업량] 과 과거 실적자료 및 건설공사 표준품셈 자료를 활용하여 표준작업량 산정



공종별 표준작업량 (1)

구 분	산정근거	단위	수량	작업조 생산량		투입 작업조	필요 작업일수	
				가이드 라인	품셈		가이드 라인	품셈
1. 우선시공분							216일	271일
1.1 차집관로신설							113일	124일
토공	부록4. 토공사	m³	15,375	520	543	2	15일	14일
관로공	부록4. 배수공사	m	4,100	43	24	2	48일	85일
추진공	부록4. 배수공사	m	150	3	3	1	50일	50일
1.2 기존관로개량							26일	34일
토공	부록4. 토공사	m³	6,405	520	543	2	6일	6일
관로공	부록4. 배수공사	m	1,708	43	22	2	20일	39일
1.3 가설사무소	부록4. 공통가설공사	식	1				77일	77일



공종별 표준작업량 (2)

구 분	산정근거	단위	수량	작업조 생산량		투입 작업조	필요 작업일수	
				가이드 라인	품셈		가이드 라인	품셈
2. 본 공 사							3,050일	2,969일
2.1 철거공							128일	214일
지비움 및 청소	품셈, 준설차 1일 작업량	m³	30,941	21	21	25	59일	59일
구조물철기	부록4. 기존시설물깨기	m³	92,737	54	24	25	69일	155일
2.3 가시설공	부록4. 가설흙막이	본	6,346	8	52	10	80일	72일
강널말뚝								
2.4 토 공							394일	326일
터파기(토사)	부록4. 토공사	m³	580,745	520	543	6	186일	178일
터파기(풍화암)	부록4. 토공사	m³	66,502	367	422	6	28일	26일
터파기(연암)	부록4. 토공사	m³	70,947	83	123	6	144일	96일
되메우기 및 다짐	부록4. 토공사	m³	246,135	1,118	1,594	6	36일	26일
2.5 구조물공							762일	671일
동바리	부록4. 공통가설공사	m³	877,275	82	83	50	214일	212일
비 계	부록4. 공통가설공사	m²	205,344	100	100	50	42일	41일
철근가공조립	부록4. 철근콘크리트공사	ton	28,063	3	3	50	223일	161일
거푸집설치	부록4. 철근콘크리트공사	m²	423,296	60	44	50	142일	192일
거푸집해체	부록4. 철근콘크리트공사	m²	423,296	130		50	67일	
콘크리트 타설	부록4. 철근콘크리트공사	m³	196,015	200	289	30	32일	23일
방수공	유사실적 준용	m²	496,995	400	400	30	42일	42일
2.6 기계 및 전기공	유사실적 준용	식	1	-	-	-	1,020일	1,020일
기자재 설치	(단계별 6~8개월)							
2.7 건축공사	부록4. 일반건축물공사	식	1	-	-	-	186일	186일
관리동 신설	(지상3층 기준)							
2.8 조경공사	유사실적 준용	식	1	-	-	-	120일	120일
주민친화시설설치	(5단계 4개월)							
2.9 시운전		식	1				360일	360일
성능시험 및 종합 시운전	1단계	식	1				60일	60일
	2단계	식	1				60일	60일
	3단계	식	1				60일	60일
	4단계	식	1				60일	60일
	5단계	식	1				120일	120일
		업무지침 준용 (성능시험 1~4단계, 2개월, 종합시운전 5단계 4개월)						
합 계							3,266일	3,240일

2.2.6 정리기간 산정

- 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022)」의 정리기간 산정 내용
“일반적으로 주요 공종이 마무리 된 이후 준공 전 1개월의 범위에서 계상할 수 있다.”에 따라 30일로 산정
- 정리기간 = 30일

2.3 공사기간 산정

2.3.1 적정공사기간 검토 결과

- 범용 수처리공법 기준 개략물량 산출에 의한 「적정 공사기간 확보를 위한 가이드라인(국토교통부, 2022)」에 따른 공사기간 산정 결과 금회 승기공공하수처리시설 현대화사업의 전체 공사기간은 우선시공분 포함 77개월로 산정
- ◆ 공사기간 = 77개월 (우선시공분 7개월 포함)
- ◆ 우선시공분 착수 = 2024년 7월
- ◆ 본공사 착수 = 2025년 8월
- ◆ 공사준공 = 2031년 5월



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

2.3.2 주공정에 의한 실공사기간(Calendar Day) 산출

실공사기간 (1)

주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
1. 우선시공분						175.0		7.4		7.0
1.1 준비기간						72.0		2.4	100%	2.4
1.2 남동공단방류관로				1~2팀	1,129.0	112.5		5.4		2.3
- 토공	m³	15,375	520.0	2	1,040.0	14.8	69.04%	0.7		
- 관로공	m	4,100	43.0	2	86.0	47.7	69.04%	2.3	100%	2.3
- 강관압입추진	m	150	3.0	1	3.0	50.0	69.04%	2.4		
1.3 기존차집관로개량	m³			2~2팀	1,126.0	26.0		1.3		-
- 토공	m³	6,405	520.0	2	1,040.0	6.2	69.04%	0.3		
- 관로공	m	1,708	43.0	2	86.0	19.9	69.04%	1.0		
1.4 가설사무소	개소	1	0.013	1	0.013	77.0	69.04%	3.7	62%	2.3
2. 본공사						3,169.3		129.5		69.6≒70.0
2.1 기존시설철거						127.6		6.2		4.8
가) 지비움짚청소	m³	30,941	21.0	25~25팀	2,625.0	58.9		2.9		1.5
- 1단계	m³	1,497	21.0	25	525.0	2.9	69.04%	0.1	50%	0.1
- 2단계	m³	7,361	21.0	25	525.0	14.0	69.04%	0.7	50%	0.4
- 3단계	m³	7,361	21.0	25	525.0	14.0	69.04%	0.7	50%	0.4
- 4단계	m³	7,361	21.0	25	525.0	14.0	69.04%	0.7	50%	0.4
- 5단계	m³	7,361	21.0	25	525.0	14.0	69.04%	0.7	50%	0.4
나) 기존구조물깨기	m³	92,737	54.0	25~25팀	6,750.0	68.7		3.3		3.3
- 1단계	m³	12,673	54.0	25	1,350.0	9.4	69.04%	0.5	100%	0.5
- 2단계	m³	20,016	54.0	25	1,350.0	14.8	69.04%	0.7	100%	0.7
- 3단계	m³	20,016	54.0	25	1,350.0	14.8	69.04%	0.7	100%	0.7
- 4단계	m³	20,016	54.0	25	1,350.0	14.8	69.04%	0.7	100%	0.7
- 5단계	m³	20,016	54.0	25	1,350.0	14.8	69.04%	0.7	100%	0.7
2.2 가시설공						79.3		3.8		3.8
가) 강널말뚝	본	6,346	8.0	10~10팀	400.0	79.3		3.8		3.8
- 1단계	본	1,806	8.0	10	80.0	22.6	69.04%	1.1	100%	1.1
- 2단계	본	878	8.0	10	80.0	11.0	69.04%	0.5	100%	0.5
- 3단계	본	878	8.0	10	80.0	11.0	69.04%	0.5	100%	0.5
- 4단계	본	878	8.0	10	80.0	11.0	69.04%	0.5	100%	0.5



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

 실공사기간 (2)

주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
- 5단계	본	1,906	8.0	10	80.0	23.8	69.04%	1.2	100%	1.2
2.3 토공						395.5		19.0		19.0
가) 터파기(토사)	m³	580,745	520.0	6팀	15,600.0	186.1		8.9		8.9
- 1단계	m³	118,339	520.0	6	3,120.0	37.9	69.04%	1.8	100%	1.8
- 2단계	m³	78,328	520.0	6	3,120.0	25.1	69.04%	1.2	100%	1.2
- 3단계	m³	78,328	520.0	6	3,120.0	25.1	69.04%	1.2	100%	1.2
- 4단계	m³	78,328	520.0	6	3,120.0	25.1	69.04%	1.2	100%	1.2
- 5단계	m³	227,424	520.0	6	3,120.0	72.9	69.04%	3.5	100%	3.5
나) 터파기(풍화암)	m³	66,502	367.0	6팀	11,010.0	30.2		1.4		1.4
- 1단계	m³	9,791	367.0	6	2,202.0	4.4	69.04%	0.2	100%	0.2
- 2단계	m³	9,791	367.0	6	2,202.0	4.4	69.04%	0.2	100%	0.2
- 3단계	m³	9,791	367.0	6	2,202.0	4.4	69.04%	0.2	100%	0.2
- 4단계	m³	9,791	367.0	6	2,202.0	4.4	69.04%	0.2	100%	0.2
- 5단계	m³	27,338	367.0	6	2,202.0	12.4	69.04%	0.6	100%	0.6
다) 터파기(연암)	m³	70,947	83.0	6팀	2,490.0	142.5		6.8		6.8
- 1단계	m³	14,237	83.0	6	498.0	28.6	69.04%	1.4	100%	1.4
- 2단계	m³	9,791	83.0	6	498.0	19.7	69.04%	0.9	100%	0.9
- 3단계	m³	9,791	83.0	6	498.0	19.7	69.04%	0.9	100%	0.9
- 4단계	m³	9,791	83.0	6	498.0	19.7	69.04%	0.9	100%	0.9
- 5단계	m³	27,338	83.0	6	498.0	54.9	69.04%	2.7	100%	2.7
라) 되메우기및다짐	m³	246,135	1,118.0	6팀	33,540.0	36.7		1.9		1.9
- 1단계	m³	22,897	1,118.0	6	6,708.0	3.4	69.04%	0.2	100%	0.2
- 2단계	m³	7,874	1,118.0	6	6,708.0	1.2	69.04%	0.1	100%	0.1
- 3단계	m³	7,874	1,118.0	6	6,708.0	1.2	69.04%	0.1	100%	0.1
- 4단계	m³	7,874	1,118.0	6	6,708.0	1.2	69.04%	0.1	100%	0.1
- 5단계	m³	199,615	1,118.0	6	6,708.0	29.8	69.04%	1.4	100%	1.4
2.4 구조물공						850.9		43.3		29.0
가) 동바리	m³	877,275	82.0	45~45팀	18,450.0	237.7		12.0		-
- 1단계	m³	187,427	82.0	45	3,690.0	50.8	65.36%	2.6		-
- 2단계	m³	155,526	82.0	45	3,690.0	42.1	65.36%	2.1		-



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

실공사기간 (3)

주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
- 3단계	m³	155,526	82.0	45	3,690.0	42.1	65.36%	2.1		-
- 4단계	m³	155,526	82.0	45	3,690.0	42.1	65.36%	2.1		-
- 5단계	m³	223,268	82.0	45	3,690.0	60.5	65.36%	3.1		-
나) 비계	m²	205,344	100.0	45~45팀	22,500.0	45.6		2.3		-
- 1단계	m²	40,745	100.0	45	4,500.0	9.1	69.04%	0.4		
- 2단계	m²	32,814	100.0	45	4,500.0	7.3	69.04%	0.4		
- 3단계	m²	32,814	100.0	45	4,500.0	7.3	69.04%	0.4		
- 4단계	m²	32,814	100.0	45	4,500.0	7.3	69.04%	0.4		
- 5단계	m²	66,157	100.0	45	4,500.0	14.7	69.04%	0.7		
다) 철근가공및조립	ton	28,063	2.5	45~45팀	562.5	249.4		12.9		12.9
- 1단계	ton	5,472	2.5	45	112.5	48.6	65.36%	2.5	100%	2.5
- 2단계	ton	4,310	2.5	45	112.5	38.3	65.36%	2.0	100%	2.0
- 3단계	ton	4,310	2.5	45	112.5	38.3	65.36%	2.0	100%	2.0
- 4단계	ton	4,310	2.5	45	112.5	38.3	65.36%	2.0	100%	2.0
- 5단계	ton	9,661	2.5	45	112.5	85.9	65.36%	4.4	100%	4.4
라) 거푸집설치	m²	423,296	60.0	45~45팀	13,500.0	156.8		8.0		8.0
- 1단계	m²	83,108	60.0	45	2,700.0	30.8	65.36%	1.6	100%	1.6
- 2단계	m²	68,884	60.0	45	2,700.0	25.5	65.36%	1.3	100%	1.3
- 3단계	m²	68,884	60.0	45	2,700.0	25.5	65.36%	1.3	100%	1.3
- 4단계	m²	68,884	60.0	45	2,700.0	25.5	65.36%	1.3	100%	1.3
- 5단계	m²	133,537	60.0	45	2,700.0	49.5	65.36%	2.5	100%	2.5
마) 거푸집해체	m²	423,296	130.0	45~45팀	29,250.0	72.4		3.7		3.7
- 1단계	m²	83,108	130.0	45	5,850.0	14.2	65.36%	0.7	100%	0.7
- 2단계	m²	68,884	130.0	45	5,850.0	11.8	65.36%	0.6	100%	0.6
- 3단계	m²	68,884	130.0	45	5,850.0	11.8	65.36%	0.6	100%	0.6
- 4단계	m²	68,884	130.0	45	5,850.0	11.8	65.36%	0.6	100%	0.6
- 5단계	m²	133,537	130.0	45	5,850.0	22.8	65.36%	1.2	100%	1.2
바) 콘크리트타설	m³	196,015	200.0	25~25팀	25,000.0	39.2		2.0		2.0
- 1단계	m³	38,247	200.0	25	5,000.0	7.6	65.36%	0.4	100%	0.4
- 2단계	m³	30,204	200.0	25	5,000.0	6.0	65.36%	0.3	100%	0.3



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

실공사기간 (4)

주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
- 3단계	m³	30,204	200.0	25	5,000.0	6.0	65.36%	0.3	100%	0.3
- 4단계	m³	30,204	200.0	25	5,000.0	6.0	65.36%	0.3	100%	0.3
- 5단계	m³	67,156	200.0	25	5,000.0	13.4	65.36%	0.7	100%	0.7
사)방수공	m²	496,995	400.0	25~25팀	50,000.0	49.7		2.4		2.4
- 1단계	m²	104,273	400.0	25	10,000.0	10.4	70.60%	0.5	100%	0.5
- 2단계	m²	82,346	400.0	25	10,000.0	8.2	70.60%	0.4	100%	0.4
- 3단계	m²	82,346	400.0	25	10,000.0	8.2	70.60%	0.4	100%	0.4
- 4단계	m²	82,346	400.0	25	10,000.0	8.2	70.60%	0.4	100%	0.4
- 5단계	m²	145,684	400.0	25	10,000.0	14.6	70.60%	0.7	100%	0.7
2.5 기계및전기공사						1,020.0		34.0		-
가) 기자재설치	식					1,020.0		34.0		-
- 1단계	식					240.0	100.00%	8.0		
- 2단계	식					180.0	100.00%	6.0		
- 3단계	식					180.0	100.00%	6.0		
- 4단계	식					180.0	100.00%	6.0		
- 5단계	식					240.0	100.00%	8.0		
2.6 건축공사						186.0		6.2		-
가) 관리통신설	식					186.0		6.2		-
- 1단계	식					186.0	100.00%	6.2		
- 2단계	식							-		
- 3단계	식							-		
- 4단계	식							-		
- 5단계	식							-		
2.7 조경공사						120.0		4.0		-
가) 주민친화시설설치	식					120.0		4.0		-
- 1단계	식							-		
- 2단계	식							-		
- 3단계	식							-		
- 4단계	식							-		
- 5단계	식					120.0	100.00%	4.0		



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

실공사기간 (5)

주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
2.8 성능시험및종합시운전						360.0		12.0		12.0
가) 성능시험	식					240.0		8.0		8.0
- 1단계	식					60.0	100.00%	2.0	100%	2.0
- 2단계	식					60.0	100.00%	2.0	100%	2.0
- 3단계	식					60.0	100.00%	2.0	100%	2.0
- 4단계	식					60.0	100.00%	2.0	100%	2.0
- 5단계	식							-		
나) 종합시운전	식					120.0		4.0		4.0
- 1단계	식							-		
- 2단계	식							-		
- 3단계	식							-		
- 4단계	식							-		
- 5단계	식					120.0	100.00%	4.0	100%	4.0
2.9 정리기간						30.0		1.0	100%	1.0



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

2.3.3 주공정에 의한 단계별 공사기간(Calendar Day) 산출

단계별 공사기간 (1)

주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
1. 우선시공분						175.0		7.4		7.0
1.1 준비기간						72.0		2.4	100%	2.4
1.2 남동공단방류관로				1~2팀	1,129.0	112.5		5.4		2.3
- 토공	m³	15,375	520.0	2	1,040.0	14.8	69.04%	0.7		
- 관로공	m	4,100	43.0	2	86.0	47.7	69.04%	2.3	100%	2.3
- 강관압입추진	m	150	3.0	1	3.0	50.0	69.04%	2.4		
1.3 기존차집관로개량	m³			2~2팀	1,126.0	26.0		1.3		
- 토공	m³	6,405	520.0	2	1,040.0	6.2	69.04%	0.3		
- 관로공	m	1,708	43.0	2	86.0	19.9	69.04%	1.0		
1.4 가설사무소	개소	1	0.013	1	0.013	77.0	69.04%	3.7	62%	2.3
2. 본공사						3,169.3		129.5		69.6≒70.0
2.1 1단계						766.7		30.2		13.0
가) 기존시설철거						12.2		0.6		0.6
- 지비움짚청소	m³	1,497	21.0	25	525.0	2.9	69.04%	0.1	50%	0.1
- 기존구조물깨기	m³	12,673	54.0	25	1,350.0	9.4	69.04%	0.5	100%	0.5
나) 가시설공						22.6		1.1		1.1
- 강널말뚝	본	1,806	8.0	10	80.0	22.6	69.04%	1.1	100%	1.1
다)토공						74.4		3.6		3.6
- 터파기(토사)	m³	118,339	520.0	6	3,120.0	37.9	69.04%	1.8	100%	1.8
- 터파기(풍화암)	m³	9,791	367.0	6	2,202.0	4.4	69.04%	0.2	100%	0.2
- 터파기(연암)	m³	14,237	83.0	6	498.0	28.6	69.04%	1.4	100%	1.4
- 되메우기및다짐	m³	22,897	1,118.0	6	6,708.0	3.4	69.04%	0.2	100%	0.2
라) 구조물공						171.6		8.7		5.7
- 동바리	m³	187,427	82.0	45	3,690.0	50.8	65.36%	2.6		
- 비계	m²	40,745	100.0	45	4,500.0	9.1	69.04%	0.4		
- 철근가공및조립	ton	5,472	2.5	45	112.5	48.6	65.36%	2.5	100%	2.5
- 거푸집설치	m²	83,108	60.0	45	2,700.0	30.8	65.36%	1.6	100%	1.6
- 거푸집해체	m²	83,108	130.0	45	5,850.0	14.2	65.36%	0.7	100%	0.7
- 콘크리트타설	m³	38,247	200.0	25	5,000.0	7.6	65.36%	0.4	100%	0.4
- 방수공	m²	104,273	400.0	25	10,000.0	10.4	70.60%	0.5	100%	0.5



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

단계별 공사기간 (2)

주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
마) 기계및전기공사						240.0		8.0		
- 기자재설치	식					240.0	100.00%	8.0		
바) 건축공사						186.0		6.2		
- 관리통신설	식					186.0	100.00%	6.2		
사) 조경공사										
- 주민친화시설설치	식									
아) 성능시험및종합시운전						60.0		2.0		2.0
- 성능시험	식					60.0	100.00%	2.0	100%	2.0
- 종합시운전	식									
2.2 2단계						469.5		19.4		10.6
가) 기존시설철거						28.8		1.4		1.1
- 지비움및청소	m³	7,361	21.0	25	525.0	14.0	69.04%	0.7	50%	0.4
- 기존구조물깨기	m³	20,016	54.0	25	1,350.0	14.8	69.04%	0.7	100%	0.7
나) 가시설공						11.0		0.5		0.5
- 강널말뚝	본	878	8.0	10	80.0	11.0	69.04%	0.5	100%	0.5
다) 토공						50.4		2.4		2.4
- 터파기(토사)	m³	78,328	520.0	6	3,120.0	25.1	69.04%	1.2	100%	1.2
- 터파기(풍화암)	m³	9,791	367.0	6	2,202.0	4.4	69.04%	0.2	100%	0.2
- 터파기(연암)	m³	9,791	83.0	6	498.0	19.7	69.04%	0.9	100%	0.9
- 퇴메우기및다짐	m³	7,874	1,118.0	6	6,708.0	1.2	69.04%	0.1	100%	0.1
라) 구조물공						139.3		7.1		4.6
- 동바리	m³	155,526	82.0	45	3,690.0	42.1	65.36%	2.1		
- 비계	m²	32,814	100.0	45	4,500.0	7.3	69.04%	0.4		
- 철근가공및조립	ton	4,310	2.5	45	112.5	38.3	65.36%	2.0	100%	2.0
- 거푸집설치	m²	68,884	60.0	45	2,700.0	25.5	65.36%	1.3	100%	1.3
- 거푸집해체	m²	68,884	130.0	45	5,850.0	11.8	65.36%	0.6	100%	0.6
- 콘크리트타설	m³	30,204	200.0	25	5,000.0	6.0	65.36%	0.3	100%	0.3
- 방수공	m²	82,346	400.0	25	10,000.0	8.2	70.60%	0.4	100%	0.4
마) 기계및전기공사						180.0		6.0		
- 기자재설치	식					180.0	100.00%	6.0		



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

단계별 공사기간 (3)

주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
바) 건축공사						186.0		6.2		
- 관리동신설	식					186.0	100.00%	6.2		
사) 조경공사										
- 주민친화시설설치	식									
아) 성능시험및종합시운전						60.0		2.0		2.0
- 성능시험	식					60.0	100.00%	2.0	100%	2.0
- 종합시운전	식							-		
2.3 3단계						469.5		19.4		10.6
가) 기존시설철거						28.8		1.4		1.1
- 지비움및청소	m³	7,361	21.0	25	525.0	14.0	69.04%	0.7	50%	0.4
- 기존구조물깨기	m³	20,016	54.0	25	1,350.0	14.8	69.04%	0.7	100%	0.7
나) 가시설공						11.0		0.5		0.5
- 강널말뚝	본	878	8.0	10	80.0	11.0	69.04%	0.5	100%	0.5
다) 토공						50.4		2.4		2.4
- 터파기(토사)	m³	78,328	520.0	6	3,120.0	25.1	69.04%	1.2	100%	1.2
- 터파기(풍화암)	m³	9,791	367.0	6	2,202.0	4.4	69.04%	0.2	100%	0.2
- 터파기(연암)	m³	9,791	83.0	6	498.0	19.7	69.04%	0.9	100%	0.9
- 되메우기및다짐	m³	7,874	1,118.0	6	6,708.0	1.2	69.04%	0.1	100%	0.1
라) 구조물공						139.3		7.1		4.6
- 동바리	m³	155,526	82.0	45	3,690.0	42.1	65.36%	2.1		
- 비계	m²	32,814	100.0	45	4,500.0	7.3	69.04%	0.4		
- 철근가공및조립	ton	4,310	2.5	45	112.5	38.3	65.36%	2.0	100%	2.0
- 거푸집설치	m²	68,884	60.0	45	2,700.0	25.5	65.36%	1.3	100%	1.3
- 거푸집해체	m²	68,884	130.0	45	5,850.0	11.8	65.36%	0.6	100%	0.6
- 콘크리트타설	m³	30,204	200.0	25	5,000.0	6.0	65.36%	0.3	100%	0.3
- 방수공	m²	82,346	400.0	25	10,000.0	8.2	70.60%	0.4	100%	0.4
마) 기계및전기공사						180.0		6.0		
- 기자재설치	식					180.0	100.00%	6.0		
바) 건축공사						186.0		6.2		
- 관리동신설	식					186.0	100.00%	6.2		



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

단계별 공사기간 (4)

주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
사) 조경공사										
- 주민친화시설설치	식									
아) 성능시험및종합시운전						60.0		2.0		2.0
- 성능시험	식					60.0	100.00%	2.0	100%	2.0
- 종합시운전	식									
2.4 4단계						469.5		19.4		10.6
가) 기존시설철거						28.8		1.4		1.1
- 지비움및청소	m³	7,361	21.0	25	525.0	14.0	69.04%	0.7	50%	0.4
- 기존구조물깨기	m³	20,016	54.0	25	1,350.0	14.8	69.04%	0.7	100%	0.7
나) 가시설공						11.0		0.5		0.5
- 강널말뚝	본	878	8.0	10	80.0	11.0	69.04%	0.5	100%	0.5
다) 토공						50.4		2.4		2.4
- 터파기(토사)	m³	78,328	520.0	6	3,120.0	25.1	69.04%	1.2	100%	1.2
- 터파기(풍화암)	m³	9,791	367.0	6	2,202.0	4.4	69.04%	0.2	100%	0.2
- 터파기(연암)	m³	9,791	83.0	6	498.0	19.7	69.04%	0.9	100%	0.9
- 되메우기및다짐	m³	7,874	1,118.0	6	6,708.0	1.2	69.04%	0.1	100%	0.1
라) 구조물공						139.3		7.1		4.6
- 동바리	m³	155,526	82.0	45	3,690.0	42.1	65.36%	2.1		
- 비계	m²	32,814	100.0	45	4,500.0	7.3	69.04%	0.4		
- 철근가공및조립	ton	4,310	2.5	45	112.5	38.3	65.36%	2.0	100%	2.0
- 거푸집설치	m²	68,884	60.0	45	2,700.0	25.5	65.36%	1.3	100%	1.3
- 거푸집해체	m²	68,884	130.0	45	5,850.0	11.8	65.36%	0.6	100%	0.6
- 콘크리트타설	m³	30,204	200.0	25	5,000.0	6.0	65.36%	0.3	100%	0.3
- 방수공	m²	82,346	400.0	25	10,000.0	8.2	70.60%	0.4	100%	0.4
마) 기계및전기공사						180.0		6.0		
- 기자재설치	식					180.0	100.00%	6.0		
바) 건축공사						186.0		6.2		
- 관리통신설	식					186.0	100.00%	6.2		
사) 조경공사										
- 주민친화시설설치	식									



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.



단계별 공사기간 (5)

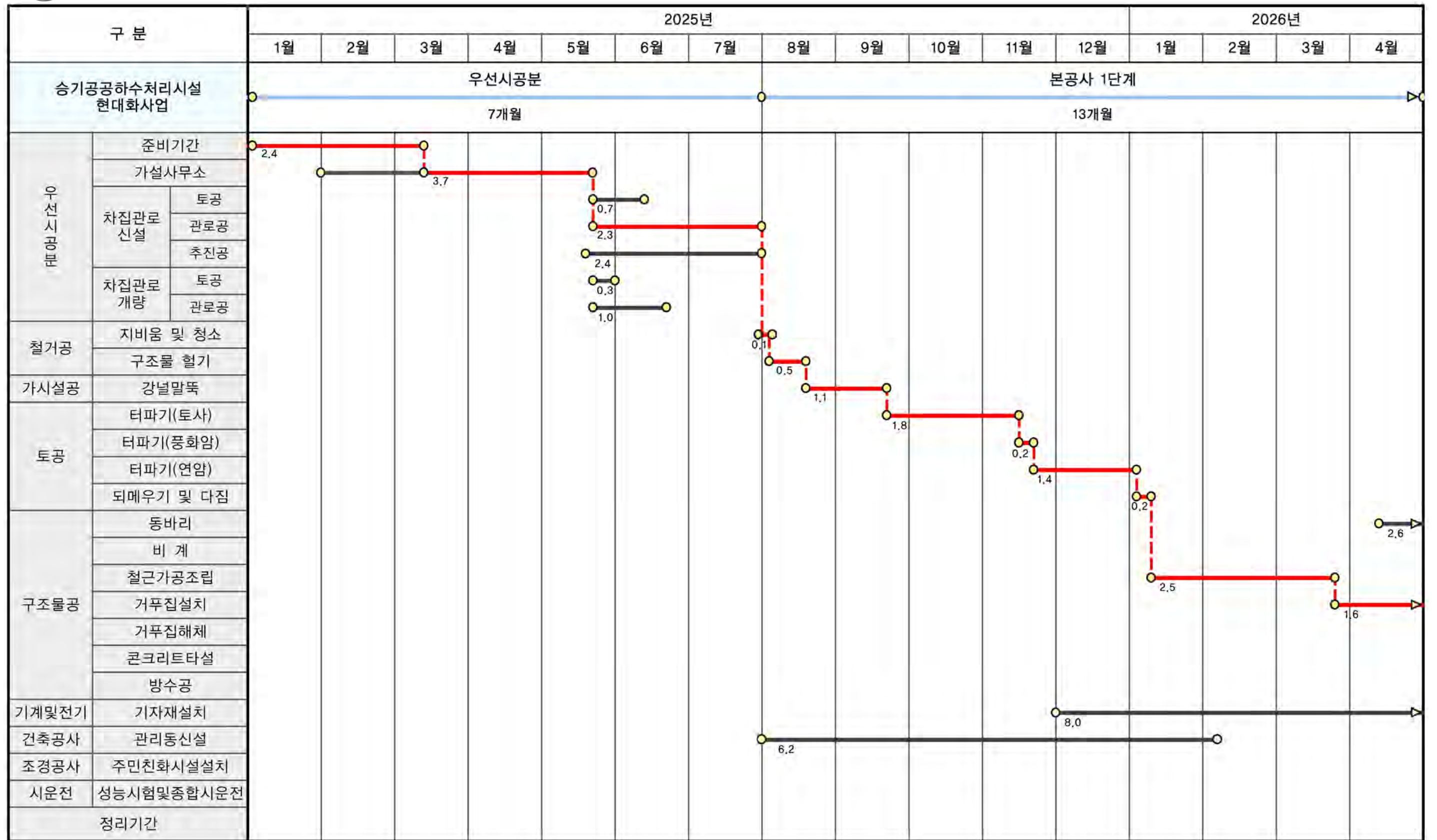
주요공종	단위	수량	작업조 생산량	투입 작업조	생산량/일	W/D	가동율	C/M	주공정 적용율	주공정에 의한 실공사 기간(개월)
아) 성능시험및종합시운전						60.0		2.0		2.0
- 성능시험	식					60.0	100.00%	2.0	100%	2.0
- 종합시운전	식									
2.5 5단계						964.0		40.1		24.0
가) 기존시설철거	m³					28.8		1.4		1.1
- 지비움및청소	m³	7,361	21.0	25	525.0	14.0	69.04%	0.7	50%	0.4
- 기존구조물깨기	m³	20,016	54.0	25	1,350.0	14.8	69.04%	0.7	100%	0.7
나) 가시설공						23.8		1.2		1.2
- 강널말뚝	본	1,906	8.0	10	80.0	23.8	69.04%	1.2	100%	1.2
다) 토공						170.0		8.2		8.2
- 터파기(토사)	m³	227,424	520.0	6	3,120.0	72.9	69.04%	3.5	100%	3.5
- 터파기(풍화암)	m³	27,338	367.0	6	2,202.0	12.4	69.04%	0.6	100%	0.6
- 터파기(연암)	m³	27,338	83.0	6	498.0	54.9	69.04%	2.7	100%	2.7
- 되메우기및다짐	m³	199,615	1,118.0	6	6,708.0	29.8	69.04%	1.4	100%	1.4
라) 구조물공						261.4		13.3		9.5
- 동바리	m³	223,268	82.0	45	3,690.0	60.5	65.36%	3.1		-
- 비계	m²	66,157	100.0	45	4,500.0	14.7	69.04%	0.7		
- 철근가공및조립	ton	9,661	2.5	45	112.5	85.9	65.36%	4.4	100%	4.4
- 거푸집설치	m²	133,537	60.0	45	2,700.0	49.5	65.36%	2.5	100%	2.5
- 거푸집해체	m²	133,537	130.0	45	5,850.0	22.8	65.36%	1.2	100%	1.2
- 콘크리트타설	m³	67,156	200.0	25	5,000.0	13.4	65.36%	0.7	100%	0.7
- 방수공	m²	145,684	400.0	25	10,000.0	14.6	70.60%	0.7	100%	0.7
마) 기계및전기공사						240.0		8.0		
- 기자재설치	식					240.0	100.00%	8.0		
바) 건축공사										
- 관리동신설	식									
사) 조경공사						120.0		4.0		
- 주민친화시설설치	식					120.0	100.00%	4.0		
아) 성능시험및종합시운전						120.0		4.0		1.0
- 종합시운전	식					120.0	100.00%	4.0	100%	4.0
2.6 정리기간						30.0		1.0	100%	1.0



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

2.4 공사에정 공정표

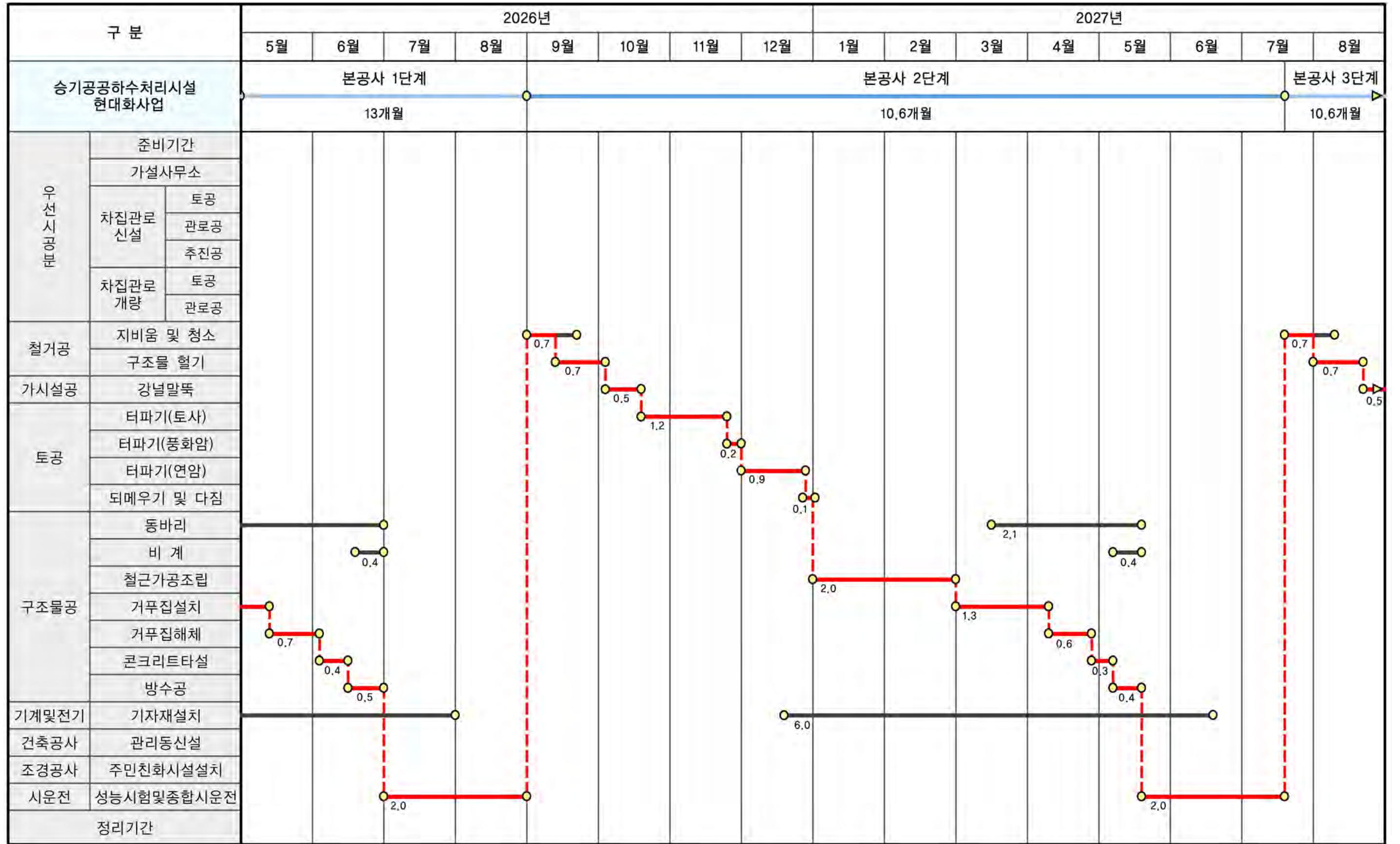
예정공정표 (1)





본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

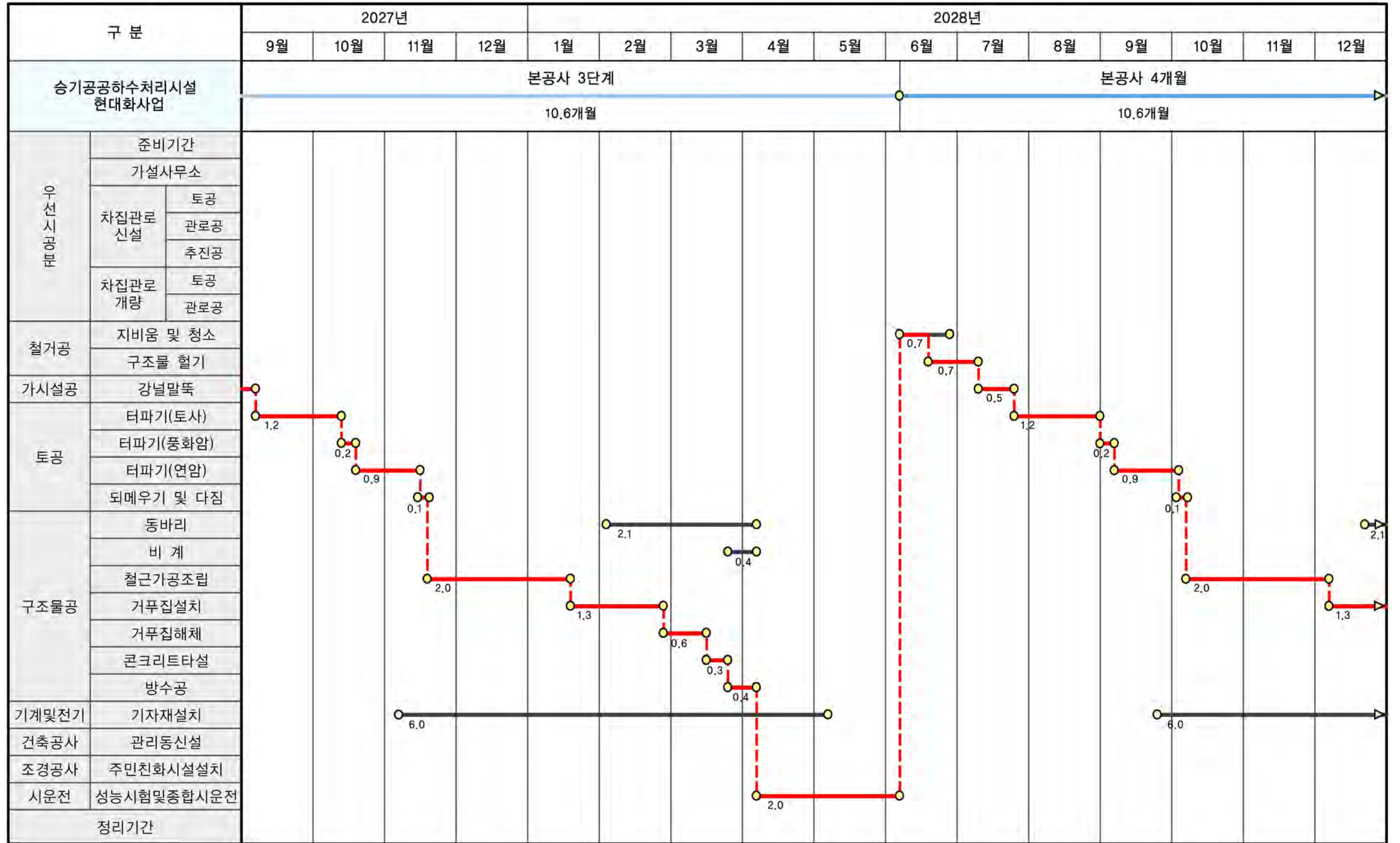
예정공정표 (2)





본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

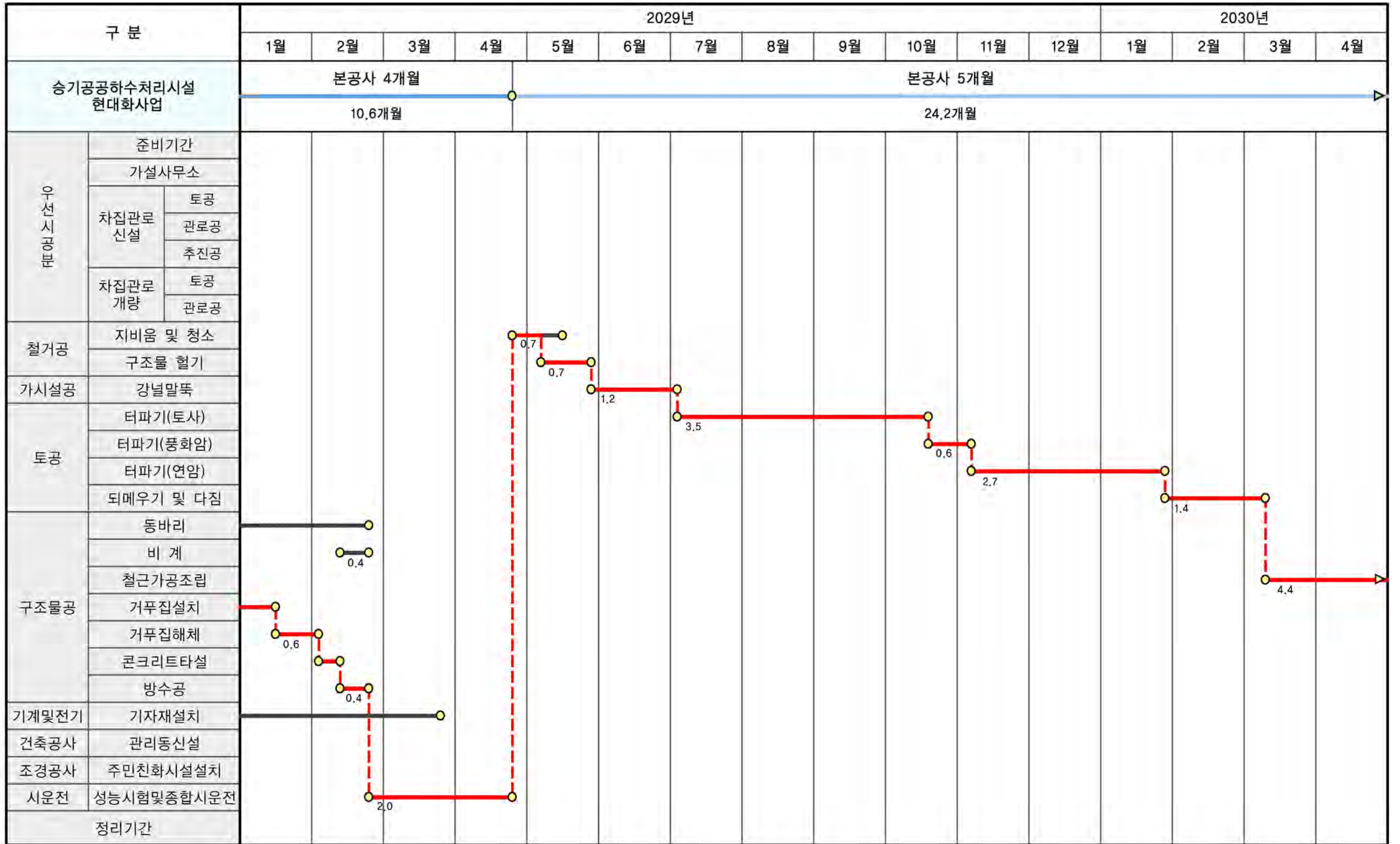
예정공정표 (3)





본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

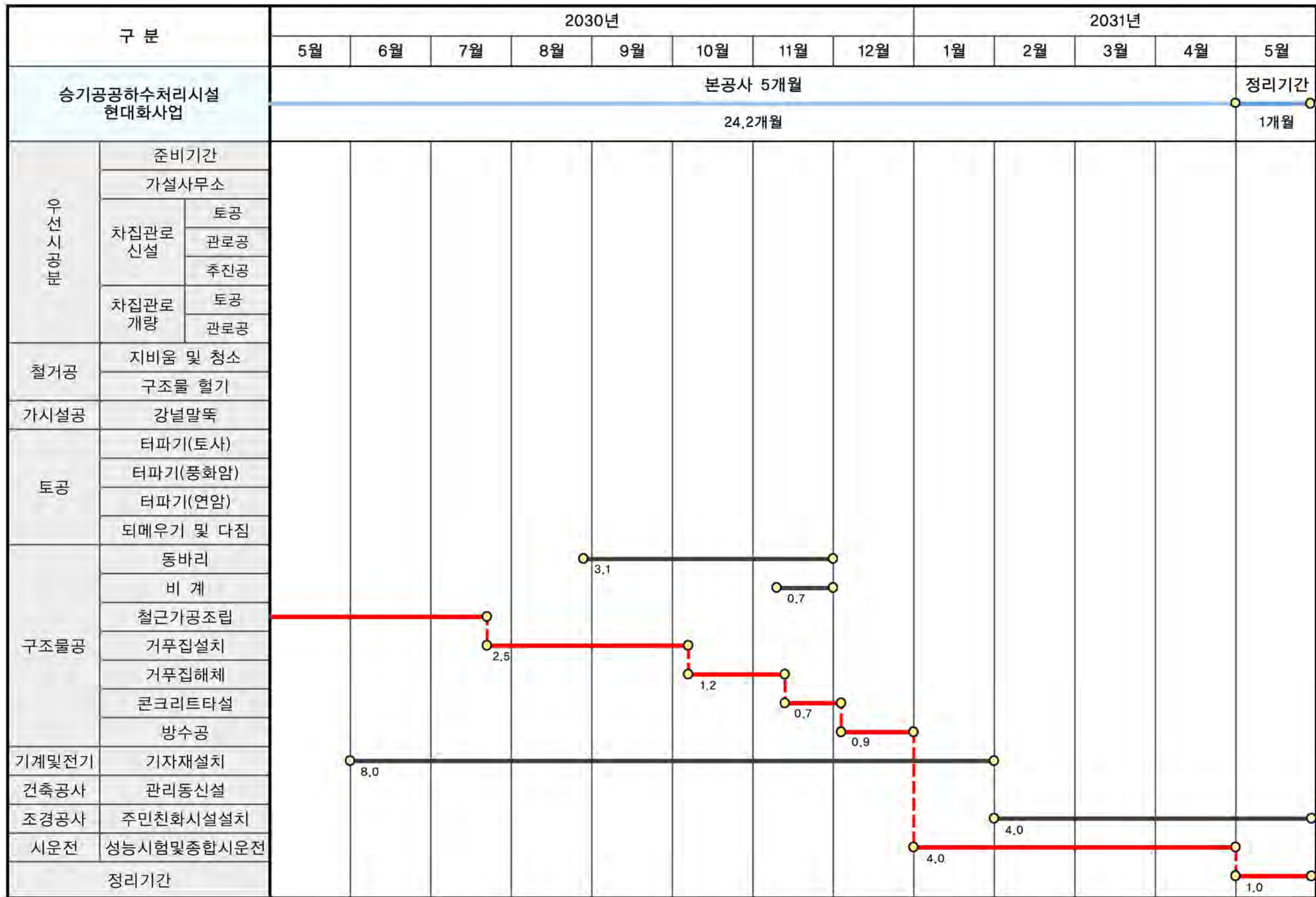
예정공정표 (4)





본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

예정공정표 (5)





본 페이지는 편집상 비워두었습니다.

3. 작업가동을 산정 근거자료



일최고기온(°C) 112인천 / 2013년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	0.3	10.2	7.2	12.0	16.3	24.5	28.9	30.5	27.3	25.4	19.5	7.6
2일	-5.8	1.5	2.5	10.2	16.0	25.3	25.5	30.5	26.2	21.4	14.1	8.3
3일	-8.5	-1.2	3.7	10.4	15.1	20.8	26.8	30.2	25.7	20.1	15.8	9.9
4일	-6.0	1.4	7.8	17.0	14.7	25.2	25.4	30.0	25.8	22.2	15.7	8.0
5일	-0.7	2.1	7.4	16.4	15.5	26.8	28.4	28.7	24.1	26.3	17.3	8.9
6일	-1.5	0.0	13.5	11.1	14.7	26.6	25.6	26.9	23.2	25.5	14.5	6.3
7일	-1.7	-1.3	10.6	8.2	23.1	28.0	27.3	31.6	27.7	25.7	15.0	10.0
8일	-1.2	-7.9	11.3	11.3	23.1	28.0	24.5	31.6	26.6	20.8	13.8	9.0
9일	-5.7	-2.4	20.4	8.8	19.9	30.1	24.6	29.2	26.2	24.2	15.5	6.3
10일	-3.8	-0.6	5.9	8.1	15.8	29.8	24.6	29.0	23.7	25.4	9.7	2.5
11일	2.2	-3.2	5.9	8.9	19.7	25.5	24.0	31.8	21.7	20.4	6.4	2.6
12일	3.8	-2.3	11.1	10.6	18.6	22.2	23.4	31.1	25.2	20.6	7.7	4.8
13일	1.7	3.3	8.1	15.0	23.4	24.5	24.5	31.0	24.3	22.0	9.1	-4.0
14일	1.8	4.7	7.9	10.5	23.4	26.7	23.9	31.1	24.7	22.9	10.1	-0.8
15일	0.8	0.6	8.1	11.0	21.0	25.4	27.7	30.7	26.8	16.1	12.7	0.1
16일	-0.3	1.0	10.2	15.5	27.1	24.6	26.8	30.0	24.9	15.4	13.2	-1.1
17일	-3.4	6.0	12.4	19.6	22.8	23.2	25.3	29.8	27.5	17.7	7.9	2.0
18일	0.9	1.8	10.1	14.1	19.0	22.4	27.1	29.8	28.5	19.1	4.0	4.6
19일	4.7	-0.3	8.6	12.2	19.0	25.6	29.4	30.4	28.6	20.0	4.1	-0.4
20일	5.3	-1.0	6.3	9.2	14.9	28.2	28.0	30.5	26.5	21.2	4.9	-0.3
21일	4.8	2.4	4.5	13.0	20.9	28.0	27.2	31.8	26.6	20.0	6.0	0.1
22일	5.3	4.2	6.6	13.5	21.5	26.2	28.0	32.0	27.1	20.4	10.3	2.1
23일	3.1	2.9	9.0	13.5	23.8	23.0	25.3	27.2	27.2	21.4	12.4	0.9
24일	2.4	5.2	7.7	14.4	21.8	25.0	25.9	30.1	23.7	16.5	11.1	2.7
25일	-6.0	7.7	6.1	12.3	26.7	26.7	27.6	30.7	22.3	13.8	10.7	3.0
26일	-5.9	7.0	7.4	13.6	26.5	26.6	27.9	30.1	21.2	14.2	7.2	3.4
27일	-4.0	5.7	11.5	15.2	22.3	27.5	27.3	28.1	22.6	17.4	5.8	-3.6
28일	1.5	13.4	10.5	19.8	20.5	27.5	26.6	28.9	20.8	16.0	-1.5	-3.1
29일	6.2		9.1	17.3	15.8	28.7	25.7	26.4	19.3	15.7	4.9	2.3
30일	9.0		8.5	14.6	19.9	30.2	28.2	26.3	24.1	13.9	10.7	6.3
31일	13.6		9.7		24.5		27.2	27.2		16.1		7.7
평균	0.4	2.2	8.7	12.9	20.2	26.1	26.4	29.8	25.0	19.9	10.3	3.4



일최고기온(°C) 112인천 / 2014년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	7.4	5.5	8.3	19.9	17.5	26.3	29.2	34.2	28.6	23.5	20.3	8.4
2일	5.7	5.6	8.3	20.0	23.0	22.7	28.6	35.3	27.1	19.9	14.8	-1.8
3일	6.7	2.0	9.7	11.3	14.9	19.8	22.5	29.9	20.8	18.8	13.8	-0.5
4일	2.7	-4.5	10.4	9.4	16.9	26.4	29.6	28.7	25.4	22.7	16.5	-1.2
5일	3.3	-2.0	3.8	9.2	13.0	25.9	26.3	27.5	26.6	21.5	17.3	-3.1
6일	5.2	1.5	4.2	10.4	16.1	27.8	28.8	24.6	28.4	20.6	16.7	-0.8
7일	5.0	6.6	3.6	12.8	19.5	24.6	30.2	25.0	28.0	21.3	13.6	0.3
8일	3.8	2.1	6.1	15.3	17.4	22.5	28.1	29.5	27.6	21.0	12.9	1.2
9일	-4.8	-0.1	4.1	10.6	21.1	24.8	32.6	30.6	26.3	23.3	13.7	0.8
10일	-0.2	2.9	4.9	14.6	13.8	26.3	31.9	25.8	26.5	25.9	14.6	5.1
11일	1.4	4.5	7.9	14.4	22.2	25.5	28.2	26.8	27.5	24.5	13.7	4.7
12일	2.1	4.2	8.7	14.1	17.1	25.1	26.5	27.7	25.2	27.5	11.3	0.6
13일	-2.8	4.6	7.4	19.4	20.8	22.9	25.9	25.0	27.8	21.6	3.9	-2.4
14일	0.1	6.9	6.7	18.5	22.7	24.1	27.9	23.6	26.6	17.5	9.9	1.0
15일	1.8	7.2	11.0	12.4	19.2	24.0	28.9	27.5	26.5	18.0	8.0	3.0
16일	4.0	6.8	14.4	17.6	22.4	25.5	29.0	28.7	24.8	16.9	11.0	3.8
17일	3.1	6.9	17.8	18.7	23.5	27.0	27.2	23.9	22.8	19.0	9.2	-5.4
18일	0.5	5.1	13.1	19.8	23.2	26.8	28.9	23.5	24.5	20.2	8.6	-3.1
19일	0.9	5.9	11.6	18.5	31.0	23.4	28.6	25.2	25.7	22.5	11.2	2.2
20일	2.9	3.9	10.3	18.1	26.2	26.5	29.4	27.7	25.8	17.4	13.4	4.4
21일	-3.4	5.1	11.3	17.7	21.7	26.5	28.9	25.9	24.3	16.0	15.3	-2.2
22일	1.2	6.0	12.6	19.6	23.0	27.5	26.8	26.5	27.4	17.7	12.0	0.4
23일	4.7	6.6	12.7	19.6	20.7	24.1	24.3	27.0	28.1	18.8	11.2	4.3
24일	7.9	8.0	14.0	23.1	22.5	25.4	24.1	28.0	23.8	19.6	11.4	5.9
25일	7.6	8.4	16.1	23.2	23.2	26.7	32.1	27.8	25.8	19.8	14.3	1.1
26일	0.5	13.4	18.3	22.0	20.6	27.5	26.2	29.4	24.2	19.1	15.2	0.0
27일	4.2	11.5	13.5	16.8	24.8	26.4	27.9	27.8	23.8	14.7	14.6	1.8
28일	3.2	8.6	21.5	14.2	26.3	25.7	28.8	29.0	23.4	15.6	10.7	2.5
29일	7.1		17.3	18.1	26.1	27.7	28.7	27.9	20.5	18.8	11.8	6.0
30일	5.9		18.3	21.2	28.9	27.9	30.6	27.6	23.2	18.8	10.3	5.3
31일	5.3		17.4		28.4		32.8	27.2		18.6		0.6
평균	3.0	5.1	11.1	16.7	21.5	25.4	28.4	27.6	25.6	20.0	12.7	1.4



일최고기온(°C) 112인천 / 2015년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-5.1	1.4	5.1	16.5	23.3	23.7	25.3	29.4	30.8	20.5	11.5	10.5
2일	-2.5	4.2	7.4	20.6	24.0	25.3	25.9	28.8	26.8	21.3	15.1	9.6
3일	2.3	4.9	5.9	12.2	19.6	27.0	25.5	29.4	27.3	22.5	17.7	3.6
4일	8.1	4.5	0.6	17.9	19.0	26.1	26.8	29.0	28.1	20.8	17.6	3.7
5일	8.7	3.6	2.5	12.6	17.0	21.7	26.8	30.2	24.0	23.3	17.1	6.7
6일	3.4	4.4	7.9	13.4	19.1	25.9	27.8	32.1	26.1	23.1	19.5	5.2
7일	-1.8	5.9	8.4	10.7	20.8	26.6	29.4	33.1	27.9	21.9	12.2	5.3
8일	-0.3	-3.2	11.8	12.3	19.3	25.0	25.9	31.7	28.5	24.0	12.2	7.3
9일	2.9	0.8	6.7	13.4	19.1	22.9	30.3	28.4	28.4	19.0	13.1	12.6
10일	4.9	5.5	0.3	16.8	21.1	28.6	30.7	29.8	25.8	17.9	12.2	9.1
11일	4.0	6.1	5.9	17.7	23.4	26.6	32.1	29.1	24.3	14.9	14.3	11.6
12일	1.3	0.8	5.5	19.9	15.7	26.1	26.1	30.1	23.4	17.5	19.6	10.9
13일	4.1	2.3	9.4	16.8	18.7	27.1	23.9	29.4	24.3	20.4	14.5	9.3
14일	3.1	6.5	7.9	8.6	22.7	24.8	26.6	29.4	26.2	22.2	13.3	7.0
15일	6.6	12.2	8.9	13.9	21.6	27.1	31.6	29.3	28.3	22.7	15.8	7.8
16일	3.1	9.3	16.1	13.5	22.2	25.6	28.3	30.7	26.0	22.7	14.7	2.9
17일	-0.7	3.1	12.6	13.0	22.7	26.6	29.5	30.4	27.3	23.5	17.1	-0.9
18일	3.0	3.1	14.1	20.5	20.3	28.3	25.0	31.4	26.6	21.9	13.5	1.3
19일	2.4	6.3	16.1	17.7	14.9	28.1	28.9	29.8	27.0	21.9	11.4	4.7
20일	2.0	9.8	17.6	16.6	19.3	21.2	28.8	27.9	25.8	22.6	13.5	5.4
21일	5.7	7.4	14.6	17.3	21.5	26.5	30.2	27.9	26.5	21.5	11.9	6.3
22일	6.5	7.6	12.8	16.5	21.8	26.4	29.1	28.0	28.6	22.3	13.4	5.5
23일	4.7	4.5	9.2	16.7	25.5	26.8	28.9	29.7	25.6	19.9	10.4	8.6
24일	7.7	5.7	9.5	19.8	24.1	28.6	24.5	30.4	27.7	20.2	7.9	5.2
25일	5.1	9.3	10.9	18.2	21.6	25.7	25.4	25.2	27.0	21.7	6.7	3.0
26일	6.3	4.6	12.0	20.6	23.1	24.4	27.0	24.9	25.8	18.6	1.8	6.8
27일	0.7	1.1	11.3	20.8	27.5	27.9	27.1	27.8	27.0	15.4	1.6	-2.8
28일	-0.2	5.9	13.5	24.1	27.4	26.3	29.0	29.4	27.9	15.3	4.5	-1.2
29일	1.8		13.1	18.1	25.8	27.3	28.1	28.3	26.6	13.6	6.7	2.6
30일	-0.2		17.5	24.5	20.6	27.0	31.0	28.8	25.1	9.5	7.5	5.2
31일	-1.4		14.6		24.6		29.2	28.5		10.7		3.6
평균	2.8	4.9	10.0	16.7	21.5	26.0	27.9	29.3	26.7	19.8	12.3	5.7



일최고기온(°C) 112인천 / 2016년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	5.7	-2.4	1.6	19.7	22.4	27.5	26.2	29.4	27.6	23.8	5.5	8.8
2일	11.1	-0.3	7.2	18.6	27.0	25.5	25.5	29.9	28.9	22.5	9.8	7.5
3일	7.9	4.1	11.7	13.2	17.3	24.5	25.3	32.2	28.4	25.9	13.5	10.4
4일	5.2	3.9	19.5	17.5	18.4	23.5	24.1	33.2	28.1	27.7	16.6	9.0
5일	0.2	2.5	13.9	12.9	25.3	28.7	24.0	33.3	29.1	25.4	17.9	10.3
6일	2.5	0.5	10.6	21.2	18.7	25.5	24.4	33.4	26.9	21.1	18.2	2.9
7일	1.4	2.2	10.2	19.0	19.1	24.8	26.6	32.7	26.7	24.6	16.6	7.4
8일	1.8	5.8	6.1	13.8	24.3	22.8	30.4	32.7	26.0	20.5	8.8	7.0
9일	2.9	6.0	3.5	12.3	22.2	26.7	30.6	33.3	27.4	15.2	6.0	5.8
10일	3.4	8.3	2.4	16.1	16.9	26.3	29.8	31.0	28.0	18.2	9.9	2.1
11일	-0.8	14.5	3.4	16.9	20.1	25.7	31.4	33.6	26.6	20.0	13.3	4.2
12일	-0.5	11.2	5.5	17.8	20.3	25.2	28.3	32.4	27.7	18.5	15.7	6.0
13일	0.4	15.6	6.4	18.8	23.1	25.6	27.2	31.8	28.3	19.8	18.8	6.8
14일	1.5	3.8	8.4	11.8	25.0	25.2	29.4	30.3	27.9	21.5	15.7	0.5
15일	5.3	-2.1	9.4	19.8	23.0	23.0	28.3	31.5	26.7	24.8	10.1	-1.9
16일	5.5	2.2	11.8	20.1	18.1	22.6	23.6	31.7	27.2	19.5	10.1	-0.4
17일	5.2	4.8	12.5	14.7	23.8	26.0	22.5	32.4	27.2	20.9	13.5	9.8
18일	1.8	7.3	17.5	16.0	27.1	24.6	26.6	32.8	27.2	21.5	15.2	8.4
19일	-8.4	4.6	14.5	15.3	29.3	26.7	30.3	31.9	26.7	22.0	15.6	12.1
20일	-6.2	5.1	13.2	19.1	27.5	26.7	31.6	34.0	25.8	24.2	13.1	9.9
21일	-3.4	3.5	12.4	16.2	28.9	27.1	31.5	34.0	25.1	21.3	15.3	13.0
22일	-4.0	3.9	9.9	15.6	28.5	27.2	32.3	33.6	26.2	20.6	8.1	13.0
23일	-7.0	4.0	11.3	17.7	25.9	28.1	30.2	32.0	25.8	17.6	2.6	2.2
24일	-10.5	0.6	10.2	20.9	19.4	25.5	28.9	31.8	26.2	20.1	1.9	0.3
25일	-4.0	5.3	10.1	21.5	21.9	25.3	29.8	31.1	26.7	18.0	5.5	4.7
26일	2.9	6.4	10.4	27.8	20.2	27.3	29.2	27.0	28.5	16.7	3.6	3.7
27일	3.7	6.7	10.7	20.3	24.4	27.8	28.1	28.2	24.0	19.6	7.9	1.4
28일	3.5	4.8	14.3	19.3	23.8	26.6	28.2	26.0	21.6	17.5	5.0	0.8
29일	4.8	-0.5	14.3	18.4	24.5	28.1	27.8	26.8	24.9	10.4	6.3	-1.5
30일	3.7		13.5	18.6	24.6	25.1	30.3	24.4	23.1	13.4	9.4	2.5
31일	-0.6		19.4		23.1		30.6	20.8		9.5		6.9
평균	1.1	4.6	10.5	17.7	23.0	25.8	28.2	30.9	26.7	20.1	11.0	5.6



일최고기온(°C) 112인천 / 2017년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	8.5	-0.8	10.8	12.9	24.1	25.1	28.4	31.0	26.3	20.5	18.7	2.6
2일	8.7	3.0	5.0	13.0	23.2	23.5	24.9	32.7	26.9	26.0	17.1	7.1
3일	7.3	6.0	8.4	14.1	26.8	22.9	24.8	33.0	27.0	20.6	15.5	10.0
4일	7.6	3.7	10.0	17.6	24.9	24.3	28.4	32.8	27.9	20.5	11.4	6.1
5일	7.7	3.3	9.0	13.9	24.6	27.6	30.0	34.0	23.7	22.3	14.5	-1.3
6일	10.8	1.4	3.0	10.4	16.4	23.4	30.7	31.5	23.1	23.2	15.8	4.9
7일	7.9	0.7	1.4	16.5	19.4	19.2	28.0	30.7	25.8	24.4	19.2	3.9
8일	8.8	0.3	5.5	13.5	20.3	20.8	26.1	29.4	27.4	24.6	15.8	-1.5
9일	4.4	-2.3	8.1	19.0	20.5	21.8	29.3	30.9	27.1	24.0	14.1	4.4
10일	0.6	-3.1	9.8	20.6	18.5	25.2	24.9	26.7	24.9	22.7	15.6	8.3
11일	2.3	0.2	12.4	17.6	22.2	27.5	28.8	30.1	23.9	20.6	9.1	-2.1
12일	3.1	3.2	11.4	14.0	18.8	25.6	28.3	30.6	26.0	13.0	9.9	-6.2
13일	-1.8	5.0	10.0	16.5	21.3	23.4	30.0	27.6	24.9	16.7	13.3	-4.7
14일	-5.1	4.8	9.3	15.7	18.2	22.6	30.7	25.9	26.3	18.4	12.0	-2.6
15일	-1.5	6.2	10.2	19.0	19.2	23.6	26.2	24.1	26.6	20.7	6.4	1.1
16일	1.8	10.2	10.8	20.3	19.0	26.9	27.2	25.4	26.3	19.4	5.5	-2.3
17일	2.7	7.0	12.4	16.3	22.5	25.7	27.7	28.2	26.8	20.3	7.2	-2.4
18일	3.8	1.8	14.1	16.4	23.5	26.4	29.1	28.2	25.2	17.9	2.9	5.3
19일	3.5	6.6	15.6	15.4	23.6	27.4	29.8	28.2	24.4	21.4	3.0	-0.9
20일	0.0	5.9	13.2	16.6	22.9	28.6	32.0	25.0	23.7	20.9	4.8	2.1
21일	0.2	3.3	12.5	16.5	23.9	26.5	30.5	27.3	25.5	21.5	6.9	3.6
22일	-2.2	3.6	11.3	18.9	24.9	27.7	30.2	29.7	26.1	22.0	10.7	7.6
23일	-4.9	0.8	13.0	18.6	22.4	29.4	26.8	28.4	26.4	17.4	4.3	9.2
24일	-2.7	3.4	12.3	18.5	24.5	24.2	26.7	27.2	26.1	18.7	2.1	6.1
25일	0.6	6.6	10.5	17.1	23.2	28.7	32.5	28.3	27.1	18.5	8.9	-0.2
26일	5.2	7.8	9.5	18.7	20.9	28.9	31.6	27.8	28.7	16.6	7.3	-0.4
27일	5.3	9.3	9.6	17.7	22.7	27.8	29.0	25.5	24.4	20.0	7.0	-4.2
28일	3.2	10.5	10.5	16.9	24.2	28.0	27.0	26.0	22.3	20.9	10.0	0.4
29일	1.9		12.1	19.3	23.9	28.8	30.1	22.2	20.9	15.2	8.5	5.0
30일	-0.5		14.4	22.5	25.7	28.4	30.3	23.0	23.2	11.7	0.6	4.6
31일	-1.5		12.2		24.9		26.1	25.5		15.4		2.4
평균	2.8	3.9	10.3	16.8	22.3	25.7	28.6	28.3	25.5	19.9	9.9	2.1



일최고기온(°C) 112인천 / 2018년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	2.7	0.2	3.7	16.6	21.5	27.4	23.8	35.9	29.9	18.5	14.5	10.1
2일	0.8	2.1	2.8	21.6	18.4	27.3	25.4	35.2	29.3	20.4	16.8	12.7
3일	-1.9	-2.4	13.5	19.2	14.6	28.1	30.9	34.8	26.1	22.1	16.7	13.6
4일	-3.2	-5.9	11.5	16.3	16.3	24.4	28.7	33.0	27.2	24.7	16.8	10.3
5일	-0.2	-6.1	8.9	10.9	21.5	26.9	28.6	31.8	27.0	20.2	15.8	2.3
6일	0.9	-6.7	8.3	7.2	19.2	23.6	27.4	32.7	26.6	22.4	15.6	5.2
7일	2.0	-2.7	10.7	7.6	23.9	22.8	28.7	33.4	24.7	20.4	14.2	-1.0
8일	3.0	0.0	7.7	8.2	23.3	24.4	27.3	33.3	25.8	19.8	15.6	-5.0
9일	-0.5	5.7	8.0	13.3	19.4	28.1	23.6	31.4	25.7	19.0	14.8	-3.1
10일	-5.1	1.7	7.0	19.9	16.8	23.5	26.7	34.5	26.7	16.2	15.9	2.5
11일	-9.1	-2.4	9.0	14.4	17.5	22.2	28.4	34.2	25.7	13.8	10.0	4.5
12일	-6.2	-3.0	12.4	15.6	15.4	23.7	27.4	33.9	27.3	15.7	12.1	0.9
13일	0.6	4.2	14.4	18.2	16.1	24.9	29.0	34.2	27.4	17.8	13.1	2.2
14일	4.9	7.2	19.5	15.0	22.2	22.5	29.2	34.8	26.4	18.5	14.0	-1.1
15일	5.9	1.9	15.5	12.5	27.8	25.5	30.8	35.4	25.0	20.3	14.6	1.7
16일	6.1	2.7	10.9	15.8	24.3	26.1	30.9	35.0	23.4	18.7	13.4	3.4
17일	7.2	0.7	11.3	17.2	22.2	24.1	29.4	32.5	25.1	16.9	8.1	6.4
18일	3.5	3.5	9.7	15.1	18.2	27.0	30.2	30.2	24.7	17.1	10.4	8.1
19일	4.9	5.3	10.7	17.4	23.6	24.1	30.8	31.2	24.1	18.2	11.1	8.7
20일	6.0	4.8	8.7	22.3	22.1	24.4	31.5	31.9	20.0	18.7	11.6	8.0
21일	3.1	3.0	5.4	21.4	22.2	24.5	32.7	28.5	21.8	18.5	8.8	8.9
22일	4.7	5.3	7.8	19.0	22.2	28.3	35.2	34.3	24.6	19.0	6.8	9.6
23일	-4.9	7.5	9.1	11.8	20.3	25.4	33.1	30.6	24.3	16.6	6.8	6.4
24일	-11.2	4.6	8.2	15.1	20.6	27.0	33.8	25.4	21.2	18.2	6.8	2.5
25일	-10.0	5.1	9.1	21.3	23.1	29.0	31.3	27.3	23.1	19.4	10.1	4.7
26일	-11.9	6.3	13.3	18.7	25.6	24.0	31.4	28.4	24.6	14.8	13.1	3.1
27일	-5.4	6.1	16.3	18.5	21.8	23.0	32.2	25.8	24.7	11.4	12.5	-7.0
28일	-1.8	8.2	16.7	17.5	25.7	25.1	32.8	25.6	21.4	15.6	8.5	-6.6
29일	-5.5		17.3	20.5	23.8	26.0	34.8	27.4	26.1	12.3	5.5	-3.8
30일	0.4		18.3	22.1	21.1	28.5	35.6	26.8	21.2	10.7	7.8	-3.0
31일	0.6		17.1		24.9		35.2	27.8		11.7		-1.0
평균	-0.6	2.0	11.1	16.3	21.1	25.4	30.2	31.5	25.0	17.7	12.1	3.4



일최고기온(°C) 112인천 / 2019년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-0.9	2.7	10.3	9.9	18.5	19.9	25.8	28.3	26.3	27.5	18.6	7.4
2일	0.0	7.2	11.6	11.2	22.0	24.4	26.3	31.5	28.8	24.4	17.3	3.2
3일	2.4	4.7	13.5	11.8	21.5	27.1	25.2	33.6	28.1	27.2	19.9	4.9
4일	3.5	1.8	13.3	11.9	21.8	24.7	27.2	33.1	24.4	26.1	18.2	7.1
5일	0.5	8.8	10.7	14.8	22.7	23.2	30.8	34.0	25.4	21.3	16.8	0.0
6일	1.9	9.9	10.8	10.9	18.2	21.8	34.6	34.9	27.8	22.1	15.5	-1.5
7일	2.5	5.0	11.0	17.8	18.2	24.1	30.6	31.1	29.5	18.3	11.8	4.6
8일	0.3	-3.6	10.5	15.4	17.2	24.8	30.2	30.8	26.0	18.3	11.2	5.0
9일	-0.8	-2.8	12.1	14.1	17.9	23.5	29.0	32.3	28.0	19.0	15.7	8.5
10일	2.1	-2.9	14.4	10.0	21.0	23.0	26.4	36.0	26.5	19.3	14.8	10.1
11일	5.8	1.0	6.7	13.4	22.8	24.3	23.2	35.1	27.8	24.1	15.0	10.0
12일	6.3	2.2	7.4	14.8	23.9	23.7	25.7	28.8	23.9	22.5	14.3	2.5
13일	6.5	1.1	6.9	16.2	21.3	26.5	26.3	31.7	27.5	23.0	13.2	6.0
14일	4.4	2.8	8.8	12.5	23.8	26.7	28.2	33.3	24.1	17.2	5.0	7.9
15일	2.4	1.2	11.0	14.8	24.1	25.4	26.5	28.5	27.5	20.0	9.9	10.7
16일	-2.0	0.0	8.0	20.0	26.7	25.1	28.1	29.0	28.7	19.0	11.6	13.7
17일	3.1	2.8	11.0	19.0	25.7	23.3	28.4	28.5	28.1	21.1	13.8	11.8
18일	6.1	4.0	10.4	14.8	25.4	24.1	30.1	28.4	23.5	23.3	13.7	3.4
19일	8.5	3.7	12.5	18.8	21.1	25.0	33.6	29.7	24.1	21.3	3.9	2.2
20일	3.1	4.7	13.5	17.7	19.5	25.5	31.0	31.4	23.4	20.7	5.1	0.9
21일	4.8	6.4	10.4	15.9	21.0	24.8	27.5	30.7	22.5	22.4	9.4	2.7
22일	7.1	8.4	7.3	25.3	22.3	28.1	28.1	29.4	20.5	22.4	15.9	8.2
23일	6.5	13.2	7.4	22.5	25.4	28.6	29.9	29.0	23.7	20.5	16.9	6.5
24일	4.3	11.0	7.9	21.8	28.3	26.4	26.2	27.3	24.4	22.5	16.8	4.6
25일	1.3	8.6	11.3	16.8	25.0	28.7	26.1	28.0	24.5	20.8	4.0	5.8
26일	1.6	9.8	13.9	9.7	27.4	27.5	25.1	29.5	28.1	12.8	11.8	4.0
27일	4.1	11.2	13.5	16.1	22.4	27.1	30.9	27.6	26.6	16.8	5.6	2.1
28일	4.2	10.7	12.4	16.3	20.6	26.9	26.8	28.5	27.0	17.3	8.0	5.9
29일	4.0		11.4	16.8	22.4	26.3	29.0	26.3	26.4	17.3	5.9	7.3
30일	6.1		7.8	19.8	22.4	24.4	29.2	25.6	26.4	17.3	8.1	6.4
31일	1.6		7.9		21.2		26.3	27.3		19.2		-5.3
평균	3.3	4.8	10.5	15.7	22.3	25.2	28.1	30.3	26.0	20.8	12.3	5.4



일최고기온(°C) 112인천 / 2020년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	1.9	7.3	7.6	15.2	21.1	20.3	23.1	25.5	29.9	22.2	15.2	5.0
2일	3.6	4.3	6.2	12.2	21.5	21.8	26.8	25.0	25.6	21.8	14.8	5.3
3일	4.4	1.8	9.4	13.3	25.5	24.3	29.2	25.1	24.9	22.0	9.6	3.1
4일	5.4	3.3	4.7	11.5	20.0	21.4	25.4	27.6	25.6	20.6	10.1	4.0
5일	4.3	-4.9	4.9	11.1	16.8	24.4	26.0	29.3	27.1	17.9	14.7	6.1
6일	4.9	-2.4	7.6	12.2	24.5	27.3	27.9	25.3	23.4	18.2	16.5	9.0
7일	8.5	1.3	10.8	13.4	24.9	23.9	26.2	25.3	22.0	21.5	17.1	7.5
8일	8.1	2.9	14.2	13.1	22.9	27.9	27.0	25.9	25.4	22.0	13.7	3.0
9일	0.9	3.8	14.9	12.5	16.9	30.4	30.4	25.5	24.0	22.4	8.8	6.1
10일	3.0	8.9	9.5	14.3	14.8	29.3	27.4	27.4	25.6	20.0	11.9	9.5
11일	2.7	13.0	6.9	11.6	18.4	29.1	29.5	24.9	26.8	21.0	14.4	9.2
12일	1.8	8.2	11.4	15.3	17.8	24.0	25.1	29.4	22.0	19.9	15.9	5.3
13일	-0.7	8.0	7.3	18.3	18.8	29.7	21.9	29.3	25.2	18.0	16.0	3.1
14일	1.1	11.5	7.8	15.7	23.5	26.3	22.5	26.7	24.3	17.3	18.1	-5.1
15일	1.3	14.5	7.6	16.8	20.6	23.6	26.0	26.1	25.5	16.2	14.0	-4.6
16일	1.9	4.4	7.0	20.5	17.0	25.8	26.5	28.6	25.3	15.3	15.9	-4.0
17일	2.6	-2.6	10.2	14.9	21.3	25.3	27.7	29.5	22.9	17.4	18.8	0.4
18일	4.8	0.6	13.9	16.2	26.3	24.5	27.1	29.2	24.7	18.9	19.0	0.8
19일	5.2	6.0	11.5	15.5	17.1	28.3	27.0	29.2	25.1	19.5	19.4	-1.4
20일	5.1	8.6	11.5	12.7	18.3	26.5	25.8	29.7	23.5	20.0	7.0	0.6
21일	3.4	10.6	15.2	9.2	20.0	28.8	27.5	28.7	23.4	17.2	12.1	4.0
22일	7.2	6.9	15.0	8.3	22.2	31.7	23.7	29.0	24.5	16.3	9.3	6.9
23일	8.2	6.5	13.1	11.6	22.1	27.8	22.4	28.3	23.3	12.6	4.5	8.3
24일	5.0	10.8	15.7	12.9	18.2	25.7	25.9	29.8	24.6	13.5	6.6	7.0
25일	6.8	9.9	16.5	14.8	16.8	21.2	28.4	32.2	24.4	17.2	9.6	2.8
26일	10.3	10.0	19.9	16.6	19.0	23.1	27.9	33.9	23.9	17.8	8.6	7.2
27일	7.8	10.3	14.0	16.5	20.1	26.3	24.4	27.7	24.4	18.0	6.1	10.2
28일	10.4	5.1	10.7	16.0	21.3	26.6	25.7	28.7	24.1	17.0	1.8	9.0
29일	8.9	10.1	13.7	18.1	24.1	25.4	24.9	28.5	22.7	14.8	2.5	3.8
30일	9.0		13.2	19.7	26.8	21.8	25.6	29.0	23.2	17.2	3.3	-6.6
31일	6.5		14.9		23.8		28.2	30.1		17.5		-5.4
평균	5.0	6.2	11.2	14.3	20.7	25.8	26.2	28.1	24.6	18.4	11.8	3.6



일최고기온(°C) 112인천 / 2021년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	1.3	8.5	7.5	23.0	13.4	22.3	29.3	28.3	23.7	25.4	15.8	1.1
2일	-1.9	-2.6	5.6	20.7	16.4	27.4	31.2	27.4	25.5	24.6	15.2	7.9
3일	-2.2	1.0	7.7	18.2	17.4	21.9	26.6	30.2	28.3	26.9	15.8	8.1
4일	0.3	0.8	12.5	15.6	17.1	20.0	22.4	30.7	26.9	25.3	16.4	7.4
5일	-2.4	6.8	13.5	15.8	15.4	21.9	25.5	32.3	26.5	25.4	18.7	8.2
6일	-2.0	7.7	11.4	15.0	20.2	24.3	27.1	31.3	25.2	21.5	20.7	10.9
7일	-9.1	5.7	10.1	16.7	16.3	23.2	27.2	31.1	22.7	21.2	21.1	10.8
8일	-10.9	-0.5	10.1	16.4	18.1	24.4	26.6	31.2	25.8	20.3	16.3	10.8
9일	-7.9	3.4	10.5	17.5	20.3	29.5	27.3	32.5	26.7	24.5	6.7	10.5
10일	-3.3	6.7	13.6	15.6	13.6	28.0	26.8	29.5	27.1	23.7	7.3	9.5
11일	-3.7	8.9	13.2	19.2	24.6	22.6	25.9	30.1	27.3	17.0	9.4	7.8
12일	0.6	11.4	13.6	17.5	25.8	27.3	30.5	30.2	28.2	20.3	8.6	5.6
13일	7.7	10.5	12.7	11.4	26.4	24.1	29.8	29.5	29.4	24.5	14.4	1.2
14일	7.1	10.9	9.6	11.0	28.0	25.0	31.5	30.0	29.0	22.5	15.7	8.3
15일	9.4	5.2	14.0	14.2	24.7	24.6	31.2	30.7	28.5	21.3	15.2	10.8
16일	-2.0	-2.1	11.1	13.2	20.9	28.8	33.0	30.6	27.2	17.6	12.9	10.3
17일	-1.8	-5.9	12.8	12.5	17.6	23.4	31.0	30.4	28.0	10.2	11.3	2.7
18일	0.5	-0.9	15.2	13.6	20.3	19.8	31.3	28.7	27.6	15.3	15.5	3.6
19일	-2.0	7.6	17.6	15.2	22.9	23.8	29.9	29.3	27.6	14.4	16.3	5.8
20일	7.2	10.7	12.0	18.1	22.4	26.0	31.6	29.2	27.7	14.3	13.3	10.4
21일	7.5	14.9	7.7	24.8	17.9	24.8	33.9	25.2	24.8	14.1	12.8	7.5
22일	6.1	10.7	9.5	24.1	20.6	25.7	33.5	26.0	23.3	16.1	7.6	5.9
23일	10.9	2.7	12.1	22.5	22.0	26.0	33.4	24.5	25.0	17.1	2.5	6.8
24일	11.2	6.8	13.7	21.2	21.8	26.0	34.3	26.4	26.4	16.6	10.6	3.5
25일	12.6	6.2	14.2	22.5	17.3	26.2	34.5	26.8	23.3	16.9	10.7	-7.8
26일	7.0	14.8	16.5	19.1	22.2	25.6	33.3	27.5	26.4	17.9	7.7	-7.8
27일	5.0	15.5	14.1	17.1	18.2	29.8	33.4	24.5	24.3	17.2	7.1	-3.6
28일	1.4	9.7	12.8	14.6	19.0	29.5	32.9	26.2	23.5	18.3	11.1	1.0
29일	-5.8		11.7	19.1	18.1	27.9	32.0	25.4	21.6	20.4	12.6	6.1
30일	4.8		15.4	13.6	25.0	28.0	32.8	26.5	24.6	18.9	9.8	-0.9
31일	10.1		19.0		22.9		31.2	23.4		18.9		-4.6
평균	1.8	6.3	12.3	17.3	20.2	25.3	30.4	28.6	26.1	19.6	12.6	5.1



일최고기온(°C) 112인천 / 2022년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	1.1	0.9	8.2	12.4	16.0	25.4	28.1	31.3	28.3	22.8	16.7	-2.1
2일	1.3	-1.1	6.4	11.4	17.2	23.5	30.6	26.3	29.0	23.2	15.7	1.4
3일	2.2	-0.7	9.4	14.1	17.3	26.0	31.3	28.1	28.8	22.8	12.4	7.0
4일	0.6	-1.7	12.7	14.2	21.5	26.9	30.9	30.0	24.9	22.2	8.8	-0.6
5일	0.2	-3.1	5.2	13.5	21.8	25.5	31.1	30.0	22.1	18.8	12.6	0.2
6일	2.0	0.3	4.8	14.9	23.2	23.6	33.2	30.1	25.2	19.2	15.5	4.7
7일	2.9	0.8	6.7	12.8	22.0	24.7	30.0	30.0	25.9	17.2	15.7	8.1
8일	4.6	4.6	9.4	16.5	17.5	23.7	26.8	27.8	26.8	21.3	16.8	8.7
9일	4.1	4.9	11.0	20.1	22.6	24.2	28.5	26.0	28.7	15.4	14.4	9.8
10일	2.8	6.0	12.6	21.5	23.7	24.3	31.0	25.0	28.1	11.8	17.5	4.8
11일	-0.9	7.3	16.1	23.1	20.7	29.2	29.2	25.2	26.0	15.8	21.0	5.1
12일	-4.6	7.6	16.8	20.7	24.4	27.5	29.2	28.1	26.3	19.3	21.4	5.5
13일	-3.6	7.4	11.8	13.3	23.4	28.9	27.2	26.2	27.0	21.7	14.4	4.7
14일	-0.7	6.4	11.5	15.2	16.7	27.6	27.7	30.0	27.8	21.2	12.1	-6.0
15일	2.6	-1.7	9.4	16.2	19.5	20.0	27.0	29.0	28.1	21.9	12.1	0.3
16일	2.9	-4.9	13.2	16.6	19.7	22.3	27.4	27.6	29.5	19.2	12.6	-4.2
17일	-1.4	-2.7	13.4	15.4	22.4	25.1	27.3	28.0	28.2	15.1	15.3	-4.1
18일	-1.4	2.9	9.3	16.8	22.2	24.5	30.0	27.6	30.7	13.2	15.9	-6.6
19일	-2.5	3.1	6.4	16.8	20.5	24.3	28.4	27.5	27.8	15.9	18.8	-3.6
20일	-0.8	-1.4	7.3	18.1	22.3	27.6	28.7	29.5	23.6	17.8	17.3	2.2
21일	2.7	3.0	8.3	19.4	20.1	27.8	26.8	30.1	23.3	18.5	15.6	4.3
22일	4.3	-1.3	10.6	14.4	20.8	26.6	26.9	28.6	23.4	19.0	11.9	-2.8
23일	4.8	-1.5	6.0	21.6	24.2	25.2	26.7	27.9	21.2	17.2	13.3	-9.4
24일	9.2	1.9	10.5	19.8	25.9	22.8	27.4	27.7	23.1	13.2	13.8	-5.0
25일	5.8	6.8	17.2	21.6	21.7	26.4	29.5	23.5	24.0	17.0	16.1	-0.8
26일	4.8	7.0	14.4	25.2	19.9	26.6	31.5	26.5	24.5	17.2	12.7	-0.4
27일	2.0	6.9	11.0	20.3	20.3	27.3	31.2	24.6	25.8	17.8	11.1	2.2
28일	0.8	10.0	11.7	21.8	25.2	26.3	32.4	27.0	24.5	17.8	16.4	-0.1
29일	-0.1		14.1	16.0	24.9	24.5	32.8	22.5	23.7	19.6	14.6	0.7
30일	1.9		16.0	16.0	21.6	24.4	35.2	20.6	25.0	20.4	-1.6	0.6
31일	3.9		13.4		22.8		29.6	24.9		18.4		4.0
평균	1.7	2.4	10.8	17.3	21.4	25.4	29.5	27.3	26.0	18.4	14.4	0.9



일최저기온(°C) 112인천 / 2013년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-7.0	1.5	-1.7	3.7	8.7	16.2	21.2	23.5	19.4	16.4	9.4	2.3
2일	-14.3	-4.4	-3.9	5.6	8.6	14.7	20.1	26.2	18.4	15.0	9.3	1.8
3일	-15.4	-6.0	-2.8	3.5	8.8	13.7	19.4	26.3	16.9	11.6	8.6	5.6
4일	-14.3	-3.8	0.1	4.9	8.4	15.9	21.2	25.9	16.4	12.1	9.5	2.9
5일	-11.1	-5.1	-0.9	9.4	8.1	17.7	21.0	25.5	19.1	15.2	8.9	2.2
6일	-9.3	-3.2	1.3	2.8	6.8	18.6	19.9	22.0	18.7	18.0	10.8	0.4
7일	-9.4	-13.0	1.5	1.9	11.0	18.4	21.2	25.3	17.4	20.2	7.7	4.2
8일	-7.0	-15.9	1.6	2.5	11.1	18.3	21.9	26.4	19.5	16.8	5.6	3.8
9일	-10.4	-12.1	5.4	3.9	12.4	20.8	22.0	26.9	21.1	14.9	9.3	2.2
10일	-11.7	-8.4	-1.8	2.5	9.9	21.1	22.8	24.9	18.0	16.8	3.4	-1.4
11일	-6.9	-10.5	-3.6	4.2	10.6	18.4	23.1	24.5	18.3	15.8	1.0	-2.9
12일	-1.9	-5.9	0.7	3.9	15.3	18.1	22.1	26.0	20.4	14.3	-0.4	-4.4
13일	-3.1	-6.1	0.7	4.1	15.9	17.4	21.7	25.7	20.1	14.1	1.3	-7.4
14일	-5.0	-1.5	-0.1	4.0	15.8	19.2	22.3	25.5	21.1	14.3	4.4	-7.4
15일	-6.3	-4.5	-0.1	3.0	13.4	19.7	23.6	25.9	19.8	8.7	6.1	-6.4
16일	-5.5	-6.7	1.9	8.8	15.6	18.4	23.8	26.4	15.6	7.5	4.4	-6.8
17일	-8.0	-2.2	2.7	8.3	14.5	19.1	22.0	26.4	18.7	8.0	2.2	-4.9
18일	-8.9	-2.5	4.2	7.9	13.2	20.9	23.1	26.6	18.7	10.0	-0.6	-1.1
19일	-2.1	-6.6	3.2	5.4	11.7	20.3	23.8	25.2	21.7	12.0	-0.6	-5.8
20일	-1.6	-7.9	-2.3	3.7	10.4	19.3	24.6	23.7	21.2	12.2	-0.2	-6.7
21일	1.6	-4.8	-4.0	4.4	9.5	20.2	24.3	24.7	21.2	11.4	1.2	-5.2
22일	1.7	-2.6	0.5	6.1	14.4	20.2	23.6	25.7	21.1	11.5	1.5	-4.4
23일	0.4	-3.6	-1.1	8.5	12.6	18.8	23.8	22.7	19.3	13.1	5.1	-2.3
24일	-6.0	-1.9	1.6	6.3	11.2	18.9	22.4	23.1	19.5	8.0	6.2	-4.7
25일	-9.9	-1.3	0.0	6.7	15.3	19.6	22.3	22.4	16.4	5.9	0.9	-3.3
26일	-10.7	2.7	-0.5	7.3	17.8	19.8	22.1	23.9	13.4	5.4	-1.0	-3.9
27일	-10.6	0.0	0.5	8.0	17.8	20.1	22.3	23.3	12.8	8.2	-3.5	-8.0
28일	-8.5	-0.5	3.6	11.0	14.9	20.9	23.3	23.3	15.4	8.8	-4.9	-8.1
29일	0.4		0.8	7.7	13.3	21.6	23.2	23.0	14.7	10.7	-3.6	-7.0
30일	4.5		1.8	7.4	12.6	21.6	22.7	21.8	17.0	7.1	0.7	1.5
31일	4.0		1.2		14.2		23.7	20.5		7.1		2.9
평균	-6.2	-4.9	0.3	5.6	12.4	18.9	22.4	24.6	18.4	12.0	3.4	-2.3



일최저기온(°C) 112인천 / 2014년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	2.4	1.8	2.4	9.9	10.4	19.0	21.3	25.7	21.4	16.2	14.4	-6.1
2일	-0.1	1.9	0.7	9.0	10.4	19.2	22.1	28.3	18.7	17.3	8.0	-7.1
3일	0.2	-7.4	0.3	4.3	8.3	17.3	20.4	24.1	17.2	14.0	6.6	-5.4
4일	-3.1	-9.4	2.4	3.1	9.2	19.0	21.2	24.0	18.7	12.4	7.8	-6.8
5일	-3.8	-7.5	-0.8	3.7	7.4	20.0	21.8	23.7	20.6	13.9	8.6	-8.6
6일	-2.3	-4.5	-2.3	3.7	8.4	18.9	22.4	21.0	21.5	12.0	8.9	-7.1
7일	0.8	-2.9	-3.4	5.9	10.3	18.2	21.3	21.9	20.9	13.1	5.6	-6.6
8일	-5.5	-1.4	0.1	6.1	11.1	18.4	22.8	22.4	21.5	12.3	7.0	-4.1
9일	-9.5	-4.0	-0.2	6.4	10.5	17.1	23.8	21.1	20.2	14.1	7.2	-5.6
10일	-7.9	-4.2	-1.5	7.1	13.3	18.2	24.0	19.7	17.8	14.3	6.3	-2.4
11일	-3.6	-2.9	-0.2	8.2	14.9	18.2	22.3	18.8	18.4	15.1	6.6	-4.8
12일	-7.1	-2.1	3.7	9.7	12.6	18.1	21.5	22.3	19.9	15.1	-0.2	-5.6
13일	-9.3	-2.0	2.4	11.2	12.4	17.4	22.3	21.7	20.0	11.5	-1.8	-5.5
14일	-7.5	0.2	-0.1	9.7	14.7	17.0	22.1	21.0	19.2	8.9	-0.1	-6.6
15일	-6.2	-0.9	1.8	6.3	13.2	18.6	22.9	20.3	19.8	11.4	1.6	-0.9
16일	-2.5	-0.6	6.7	7.3	12.7	18.5	22.6	22.1	17.3	11.9	3.6	-7.9
17일	-1.8	1.0	8.5	6.4	13.9	20.6	23.0	23.1	18.4	9.6	4.9	-9.4
18일	-3.6	0.1	5.9	11.1	13.8	20.0	21.5	20.5	16.2	11.7	2.9	-11.4
19일	-5.7	-1.0	5.2	10.7	12.7	19.3	23.4	20.0	16.5	12.8	1.5	-6.4
20일	-4.1	-1.1	3.4	10.4	15.6	19.9	23.5	21.6	17.3	13.1	4.6	-4.4
21일	-6.6	2.6	2.6	9.2	12.8	21.1	23.5	22.1	18.3	11.5	7.8	-7.4
22일	-8.3	-0.9	3.4	9.1	12.1	21.0	24.0	21.9	17.1	10.1	7.9	-8.0
23일	-3.2	-0.5	5.3	10.8	15.0	19.4	21.5	22.5	19.1	9.3	5.9	-3.5
24일	1.4	0.3	6.0	11.4	14.9	19.4	18.6	21.3	19.1	12.1	7.1	-1.8
25일	-0.6	-0.2	9.7	11.5	17.2	19.8	22.5	23.8	18.7	13.8	6.1	-3.5
26일	-5.4	1.4	8.3	13.3	14.5	20.6	20.6	22.6	19.1	11.4	8.7	-4.5
27일	-4.8	3.4	6.4	13.2	16.7	20.5	21.1	20.6	17.7	6.2	8.1	-5.1
28일	-2.8	1.2	7.8	12.5	16.9	20.5	21.8	21.4	20.0	4.7	7.3	-2.0
29일	-5.2		12.0	11.7	15.4	19.9	22.1	21.9	18.6	7.7	5.6	0.3
30일	-1.1		10.4	11.3	18.0	20.7	24.0	21.0	14.7	10.0	6.1	-0.2
31일	-4.0		7.7		19.3		26.1	21.4		13.3		-6.1
평균	-3.9	-1.4	3.7	8.8	13.2	19.2	22.3	22.1	18.8	12.0	5.8	-5.3



일최저기온(°C) 112인천 / 2015년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-8.7	-6.3	0.6	9.9	14.3	14.8	20.3	25.2	22.5	12.6	3.8	0.6
2일	-7.8	-4.8	0.0	10.6	13.8	17.8	20.0	24.3	22.7	12.5	7.7	2.6
3일	-8.0	-2.5	-1.6	6.1	14.4	17.4	18.1	25.2	21.3	14.1	10.1	-2.0
4일	0.8	-2.3	-3.4	9.2	12.0	17.4	17.8	25.2	21.8	12.3	9.0	-2.9
5일	0.4	-2.6	-3.7	9.5	9.8	17.0	19.4	25.2	19.6	13.8	10.3	0.9
6일	-6.3	-2.9	-2.3	5.8	10.9	16.7	19.5	25.1	19.4	14.6	10.5	-0.5
7일	-6.6	-3.2	-1.5	5.4	11.3	18.0	21.1	25.1	17.7	15.6	9.8	-2.3
8일	-7.7	-11.2	1.0	3.3	11.7	18.2	21.6	24.0	19.1	16.8	10.3	-0.5
9일	-4.8	-10.7	-4.9	4.7	12.2	17.5	22.5	23.5	17.2	13.8	9.6	0.4
10일	-3.7	0.3	-6.0	6.0	12.8	17.1	23.8	23.5	18.1	11.0	8.4	5.2
11일	-2.8	-0.3	-2.9	7.1	13.8	19.8	25.5	23.8	17.5	10.0	7.1	3.3
12일	-6.3	-3.2	-1.6	8.4	10.2	17.1	23.4	22.8	17.2	10.6	10.5	3.2
13일	-4.2	-3.8	2.3	7.9	12.2	19.6	20.4	22.2	17.4	11.8	10.9	2.2
14일	-0.5	-1.1	0.1	6.7	15.6	17.7	21.2	22.7	17.8	13.1	10.8	3.8
15일	-1.0	3.6	0.7	6.7	14.3	19.5	21.0	24.1	19.7	13.9	11.5	2.8
16일	-2.3	3.0	1.8	7.8	13.0	17.5	21.1	21.6	17.7	15.3	12.3	-3.5
17일	-6.4	1.0	7.4	6.9	12.0	18.8	18.5	21.0	15.8	14.5	10.4	-5.6
18일	-4.9	0.5	8.2	7.4	14.0	19.9	21.9	25.2	16.4	14.4	9.3	-4.8
19일	-3.4	-1.8	6.0	10.4	11.7	20.8	21.2	25.0	18.1	13.9	7.5	-3.1
20일	-5.7	-0.2	6.0	10.1	10.6	17.7	24.2	24.3	19.3	16.2	8.1	-0.5
21일	-1.6	5.3	6.1	7.7	13.7	16.5	23.4	22.9	18.8	15.7	5.7	2.3
22일	0.4	0.2	2.7	9.9	14.1	18.9	24.0	23.4	19.0	14.7	6.8	-0.1
23일	-1.4	-1.6	1.5	8.6	13.9	18.9	23.6	22.5	20.6	14.6	5.6	3.3
24일	1.9	-0.2	0.6	9.6	14.8	19.5	22.8	23.6	18.4	13.7	2.3	0.4
25일	1.8	0.7	0.9	9.7	13.8	20.0	23.4	20.3	19.7	11.7	1.8	-2.0
26일	0.7	-2.5	2.8	11.6	13.3	17.9	22.7	19.9	18.4	13.8	-3.4	-3.0
27일	-6.3	-4.7	3.4	13.3	12.3	20.1	23.3	21.6	15.6	10.3	-5.3	-8.5
28일	-8.8	-1.5	2.9	13.8	17.6	19.8	23.6	21.2	17.3	8.1	-0.8	-7.9
29일	-4.5		6.6	15.6	17.2	20.1	24.1	21.3	16.1	5.9	2.7	-6.0
30일	-5.6		4.4	15.8	15.6	21.0	24.9	21.8	20.0	4.4	2.5	-0.7
31일	-7.0		9.3		14.4		24.9	21.6		4.3		0.3
평균	-3.9	-1.9	1.5	8.9	13.3	18.4	22.0	23.2	18.7	12.5	6.9	-0.7



일최저기온(°C) 112인천 / 2016년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-0.4	-7.4	-5.0	8.3	13.7	16.8	22.0	24.9	17.7	18.8	-1.3	0.2
2일	4.0	-7.5	-0.5	10.0	17.1	18.3	20.5	25.1	20.6	16.9	-0.5	-1.1
3일	4.8	-5.4	4.4	9.2	9.8	16.5	20.2	25.2	21.9	18.8	5.7	1.8
4일	-1.8	-2.8	8.4	5.9	11.3	18.4	21.1	25.9	22.3	16.8	9.7	4.2
5일	-3.6	-5.0	5.8	6.5	10.6	17.1	20.6	26.6	22.4	18.0	12.5	1.3
6일	-2.4	-4.6	4.0	7.1	12.2	20.3	19.4	26.3	21.7	13.9	13.2	-2.7
7일	-3.7	-6.3	5.2	8.8	10.7	18.0	19.8	25.8	21.5	16.5	8.8	-0.2
8일	-5.1	-2.3	-1.1	6.4	12.7	16.9	21.3	26.1	21.9	10.6	1.0	-0.9
9일	-4.1	-1.6	-2.0	6.8	15.3	17.5	23.4	25.4	21.3	7.8	-2.4	-2.3
10일	-1.7	-2.5	-2.5	8.8	12.7	18.2	22.2	25.6	21.0	9.0	1.8	-4.0
11일	-5.4	4.0	-2.5	6.0	11.5	20.3	23.2	26.1	21.6	11.9	7.6	-3.9
12일	-7.3	7.5	-0.9	0.2	12.2	18.2	21.3	26.5	21.4	11.6	8.5	-1.8
13일	-6.5	3.8	2.4	10.9	12.1	17.7	22.8	26.7	19.6	10.6	12.4	-0.2
14일	-6.2	-5.8	2.2	7.1	15.5	18.6	23.0	26.8	22.1	13.4	10.1	-3.0
15일	-2.1	-8.6	0.6	5.8	12.2	17.3	23.6	25.9	21.0	14.5	3.0	-6.2
16일	0.1	-5.3	3.4	11.4	11.6	17.8	20.1	25.5	21.5	16.2	1.5	-7.7
17일	1.0	-1.1	2.6	8.5	11.7	18.2	20.1	25.8	18.9	15.6	5.8	-0.4
18일	-10.6	0.3	8.3	7.4	14.8	19.3	20.6	26.0	19.6	12.4	7.0	5.3
19일	-13.2	1.1	7.1	7.4	16.6	20.0	21.8	26.9	18.2	15.1	10.6	6.0
20일	-12.8	-1.5	4.5	10.2	17.5	19.5	24.6	27.4	15.4	14.4	6.4	5.3
21일	-9.1	-2.0	4.7	11.3	19.0	21.3	25.0	27.2	16.1	16.9	5.7	5.4
22일	-9.1	-0.9	3.7	9.8	19.4	21.8	25.9	25.4	18.6	15.5	-1.6	2.2
23일	-14.9	-3.7	4.2	8.2	17.5	20.4	25.8	26.7	17.5	11.2	-4.6	-3.0
24일	-16.3	-5.7	2.3	9.0	14.5	20.5	26.4	26.2	18.5	10.3	-4.2	-3.9
25일	-12.0	-3.8	2.3	10.2	15.5	19.2	25.4	23.5	19.6	12.9	-1.8	-3.3
26일	-5.4	-1.3	2.9	12.0	16.2	19.5	25.3	20.1	20.7	11.3	1.2	1.1
27일	-3.4	1.6	3.1	14.4	15.5	20.6	25.9	18.9	19.1	9.5	2.2	-5.7
28일	-2.9	-0.8	3.3	12.4	15.5	20.1	24.5	19.6	18.4	10.2	0.4	-7.4
29일	-0.7	-3.8	7.5	10.8	16.4	21.1	23.4	18.4	17.3	4.9	-0.4	-5.8
30일	-2.3		6.3	10.6	17.4	21.5	24.6	19.6	17.9	4.0	2.6	-7.1
31일	-6.1		7.0		16.7		26.1	16.9		2.1		-0.6
평균	-5.1	-2.5	3.0	8.7	14.4	19.0	22.9	24.6	19.8	12.6	4.0	-1.2



일최저기온(°C) 112인천 / 2017년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	1.3	-5.8	2.2	4.5	11.3	19.5	21.8	23.8	18.2	15.4	12.0	-6.2
2일	2.4	-7.4	-0.4	4.9	12.0	16.1	21.6	26.0	19.0	15.6	14.0	-2.7
3일	-0.3	-0.2	-1.0	5.9	13.7	15.9	21.9	27.0	20.2	13.0	6.4	3.8
4일	2.2	-0.5	1.4	7.5	14.5	16.2	23.0	26.3	20.9	10.8	3.8	-5.3
5일	0.9	0.0	1.9	10.3	14.8	17.1	22.5	27.6	21.4	13.9	4.0	-6.6
6일	4.5	-3.1	-1.8	8.2	10.8	14.9	23.1	27.1	18.7	16.7	9.4	-3.4
7일	1.7	-4.0	-3.0	8.1	11.1	15.4	24.1	25.7	18.4	16.7	10.5	-2.5
8일	4.1	-4.0	-3.5	6.4	12.3	16.0	24.2	25.2	21.2	18.9	7.2	-5.5
9일	-2.1	-5.4	-1.0	9.0	14.2	17.3	23.9	25.2	20.7	19.1	5.1	-3.9
10일	-5.6	-7.7	1.6	11.0	13.2	15.2	22.1	24.2	21.0	19.0	6.3	-2.1
11일	-6.7	-6.9	1.8	10.4	13.1	15.7	22.1	24.2	18.2	12.1	4.0	-9.9
12일	-4.4	-5.0	5.2	8.5	15.2	18.2	24.0	24.1	20.0	9.3	1.9	-11.1
13일	-6.5	-3.3	2.1	7.1	12.3	18.2	23.4	24.7	18.0	7.4	5.5	-10.2
14일	-8.7	-1.7	2.2	10.3	11.9	17.5	25.5	23.2	16.8	10.4	3.9	-9.6
15일	-8.7	-2.2	1.5	10.2	12.7	17.3	22.6	21.2	19.4	9.9	-0.6	-6.6
16일	-6.4	1.3	0.9	10.2	12.7	19.9	23.0	21.0	17.2	13.1	-1.8	-6.7
17일	-5.1	-4.2	2.3	12.0	12.8	19.6	23.6	22.3	18.6	9.7	0.7	-9.6
18일	-1.3	-5.4	5.2	9.9	14.1	18.7	23.6	23.3	17.8	14.1	-3.7	-4.2
19일	-3.8	-1.7	3.8	9.0	15.3	18.7	24.2	23.9	19.7	13.4	-5.3	-6.5
20일	-5.9	-4.5	6.0	9.3	15.0	19.7	24.1	22.3	17.0	11.9	-2.5	-7.6
21일	-7.5	-6.2	3.7	8.1	15.4	20.7	26.3	23.4	16.1	12.1	-2.6	-4.5
22일	-8.7	-0.8	2.7	8.6	15.5	20.3	26.2	23.2	16.9	11.8	2.3	-0.5
23일	-11.1	-3.3	5.1	9.3	16.5	20.0	25.0	24.7	18.8	9.1	-1.0	4.2
24일	-9.1	-3.6	5.0	10.2	16.2	20.6	24.5	23.5	20.0	10.9	-1.7	-0.2
25일	-8.8	-1.4	4.7	12.1	14.7	20.4	24.1	21.8	18.2	11.2	-1.3	-4.1
26일	-5.3	0.1	4.5	10.7	12.6	21.2	24.7	20.2	20.3	12.2	-0.1	-6.9
27일	-4.9	-0.1	4.7	9.3	14.2	21.0	24.0	20.5	19.0	12.3	-2.4	-8.8
28일	-6.7	0.3	4.2	9.7	14.8	21.5	23.9	17.4	15.6	11.7	0.8	-5.7
29일	-0.5		3.9	10.0	17.4	21.1	25.3	17.1	12.9	6.8	-2.4	0.5
30일	-7.1		5.1	12.9	17.3	21.5	24.5	16.5	15.9	3.3	-4.7	-0.7
31일	-8.6		7.1		15.6		24.4	18.8		4.8		-1.5
평균	-4.1	-3.1	2.5	9.1	14.0	18.5	23.8	23.1	18.5	12.1	2.3	-4.7



일최저기온(°C) 112인천 / 2018년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-2.7	-7.9	-3.7	10.8	16.7	15.9	21.1	27.6	21.8	13.8	5.0	3.1
2일	-4.3	-6.2	-5.5	14.4	9.8	16.0	20.3	29.1	20.9	11.9	6.9	4.5
3일	-6.1	-9.2	0.5	12.0	8.6	16.3	22.9	28.9	21.5	13.3	7.8	10.3
4일	-7.6	-11.7	6.5	8.7	10.6	17.7	21.9	27.4	19.9	14.6	7.7	0.4
5일	-5.1	-10.1	1.9	7.2	11.8	18.2	21.9	27.0	22.6	16.0	8.6	-3.5
6일	-4.3	-11.8	-0.6	3.1	14.7	17.3	22.4	27.0	21.9	16.2	9.9	-1.0
7일	-5.4	-11.9	1.9	2.2	14.3	17.1	19.4	27.8	19.1	13.1	11.1	-8.7
8일	-1.7	-7.9	1.8	2.6	13.1	17.7	18.9	27.0	17.4	12.5	11.7	-10.9
9일	-5.2	-4.7	1.6	0.4	10.0	17.1	20.3	26.9	16.6	13.2	11.0	-10.4
10일	-9.6	-6.2	0.4	9.7	10.9	17.5	20.5	26.0	19.2	10.3	9.8	-6.1
11일	-12.7	-8.7	0.9	7.6	10.6	17.6	24.6	27.3	17.8	9.1	6.6	-1.4
12일	-14.4	-8.3	0.6	7.0	11.1	16.6	24.1	27.3	18.4	8.2	5.0	-3.2
13일	-6.7	-5.7	6.4	8.6	10.8	17.8	23.8	27.4	21.4	8.4	5.3	-4.6
14일	-3.5	-1.0	12.4	7.3	10.3	17.9	23.5	28.5	21.8	9.6	5.7	-5.9
15일	1.3	-4.1	7.5	6.2	16.3	17.4	24.1	28.0	21.6	12.4	6.5	-6.5
16일	0.5	-5.6	3.9	6.4	19.0	17.0	22.3	25.6	20.9	11.7	4.7	-1.6
17일	0.9	-5.8	2.3	7.3	16.5	17.6	23.3	22.5	18.2	9.6	2.0	-0.1
18일	0.1	-4.6	4.6	6.5	12.9	18.8	22.4	22.4	18.5	8.0	3.3	-0.4
19일	-1.6	-1.4	5.5	7.2	10.4	17.9	23.2	24.2	18.9	8.7	4.9	2.6
20일	-0.6	-1.7	2.4	10.9	14.2	18.3	23.9	24.6	18.0	8.9	2.7	0.1
21일	-3.2	-3.9	0.9	11.5	13.1	18.9	24.0	22.5	17.7	9.4	3.5	1.1
22일	-5.1	-2.3	1.3	11.4	15.1	17.9	25.4	23.4	17.7	10.7	0.4	3.3
23일	-13.8	0.7	2.0	9.0	12.7	19.9	27.4	24.1	17.9	11.6	-1.2	-2.5
24일	-15.2	-0.9	3.9	9.1	12.3	18.5	26.2	23.2	14.8	10.1	0.6	-4.3
25일	-15.7	-2.2	3.4	8.1	14.3	20.3	26.5	22.8	12.5	10.0	3.1	-2.5
26일	-17.1	-2.6	4.0	9.5	14.5	19.4	26.5	21.2	16.4	10.4	3.8	-7.0
27일	-14.3	-0.4	6.1	9.6	15.0	18.5	25.9	20.5	13.9	8.5	5.7	-11.7
28일	-8.2	1.3	9.8	9.2	15.3	20.0	26.6	22.5	15.5	6.9	3.2	-13.2
29일	-10.0		10.2	9.9	17.7	20.0	27.3	23.0	15.9	5.3	2.2	-9.2
30일	-9.9		8.5	12.1	14.9	19.5	25.8	23.9	15.9	3.4	0.2	-9.3
31일	-3.6		8.2		14.6		28.0	22.5		5.3		-9.1
평균	-6.6	-5.2	3.5	8.2	13.3	18.0	23.7	25.2	18.5	10.4	5.3	-3.5



일최저기온(°C) 112인천 / 2019년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-7.2	-5.2	2.0	3.4	10.7	14.8	19.8	23.4	20.4	18.4	12.8	3.0
2일	-6.4	-1.8	1.9	3.3	12.6	14.8	19.6	24.8	20.8	20.3	10.5	-2.4
3일	-6.4	0.6	3.0	3.9	10.8	16.5	20.3	25.2	22.5	19.9	10.5	-3.4
4일	-4.3	-2.2	5.4	4.1	11.7	17.9	19.7	25.3	21.6	19.7	9.7	-1.0
5일	-5.2	-2.1	5.0	6.9	12.7	17.3	20.7	26.1	22.2	14.6	10.8	-8.3
6일	-5.8	1.9	4.9	6.5	10.1	17.3	22.9	28.2	22.1	12.7	7.6	-9.0
7일	-4.9	-8.3	2.8	5.8	9.8	16.9	23.9	25.7	22.5	14.3	5.9	-4.1
8일	-5.8	-10.4	1.2	7.8	10.8	17.0	21.8	26.3	23.1	11.9	2.6	-3.3
9일	-8.3	-7.3	1.1	5.1	11.7	18.2	21.0	26.0	22.8	10.1	6.4	0.5
10일	-4.2	-8.1	6.1	5.2	10.4	16.1	19.6	27.1	22.2	13.1	8.7	4.5
11일	0.3	-6.3	3.6	5.6	12.0	16.5	19.5	24.9	20.2	15.0	9.4	0.9
12일	0.8	-3.3	1.6	6.2	12.8	17.0	20.2	24.5	17.4	15.2	7.7	-2.1
13일	-2.7	-4.8	1.7	6.7	14.7	17.2	21.5	23.5	17.5	12.8	3.6	-1.3
14일	-1.2	-5.6	0.1	7.5	13.3	18.9	21.2	26.3	21.6	9.8	-1.1	0.9
15일	-6.3	-2.8	2.5	7.0	14.4	19.1	22.1	23.8	20.1	8.6	2.6	-0.1
16일	-9.0	-4.5	1.3	8.1	15.2	17.5	22.0	23.8	20.3	10.9	3.8	3.0
17일	-2.2	-4.9	3.3	10.2	17.4	17.4	22.3	23.5	19.8	12.6	7.9	3.4
18일	-3.3	-3.3	2.3	9.7	16.6	17.5	22.6	23.2	15.9	14.3	1.4	-1.3
19일	0.8	-0.1	4.4	9.9	17.7	18.9	23.0	22.8	14.1	13.4	-2.5	-3.4
20일	-4.6	0.4	6.5	11.4	12.8	19.4	24.9	23.5	16.0	13.6	-2.7	-2.9
21일	-4.5	-1.2	2.3	10.7	12.5	19.0	23.4	24.7	18.8	12.6	0.1	-3.1
22일	0.1	-0.7	0.0	10.1	12.8	17.7	23.2	23.9	18.3	14.3	4.5	1.2
23일	-0.4	1.0	1.3	13.6	15.2	20.6	23.7	22.9	16.7	15.6	9.3	0.4
24일	-3.1	1.8	1.7	13.0	17.2	20.6	24.8	22.3	16.2	14.8	3.9	-2.1
25일	-3.0	0.8	3.4	8.1	17.7	19.5	24.9	21.4	17.0	11.9	-2.0	-0.8
26일	-5.6	0.0	7.0	7.6	19.3	21.1	23.2	23.4	18.8	7.7	1.6	-1.5
27일	-4.4	3.7	6.0	6.1	15.0	21.8	24.5	22.2	20.5	6.9	0.0	-3.5
28일	-2.1	2.2	4.6	10.5	13.9	20.7	24.6	23.7	20.2	10.2	-0.7	-1.7
29일	-3.8		5.6	9.9	14.2	20.3	25.1	20.5	18.3	9.2	-1.4	2.5
30일	-1.2		3.5	10.8	15.6	20.7	25.6	21.4	18.2	7.8	0.6	-5.4
31일	-5.0		3.0		15.5		23.7	19.9		10.6		-9.9
평균	-3.8	-2.5	3.2	7.8	13.8	18.3	22.4	24.0	19.5	13.0	4.4	-1.6



일최저기온(°C) 112인천 / 2020년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-5.4	-0.2	3.8	6.4	15.5	14.6	18.5	23.2	24.0	17.0	11.9	-2.2
2일	0.5	-1.3	0.6	5.0	15.8	13.9	20.3	22.4	21.9	17.4	9.0	0.6
3일	-2.0	-2.3	1.2	5.7	17.6	16.7	20.9	23.6	20.0	17.9	3.0	-1.7
4일	-0.5	-4.9	-0.2	6.1	11.9	17.9	20.2	24.6	20.1	11.8	2.3	-2.8
5일	-1.6	-10.4	-2.0	3.0	11.6	17.3	19.2	24.6	20.3	11.0	5.0	-0.1
6일	1.3	-10.6	-1.5	4.5	11.3	17.4	21.3	22.2	19.8	10.8	10.5	3.1
7일	4.6	-5.9	2.1	7.1	15.1	16.0	21.3	22.0	16.6	11.1	13.4	0.1
8일	-0.3	-2.1	3.3	6.7	14.3	18.0	20.7	23.1	21.3	12.0	5.1	-2.9
9일	-2.4	-4.0	4.6	5.8	12.4	19.6	20.3	23.9	19.3	13.4	3.3	-2.8
10일	-3.4	0.5	3.7	5.4	12.3	20.6	22.1	24.2	19.4	12.5	4.9	3.5
11일	-1.3	1.4	1.3	6.5	11.8	21.4	21.3	21.8	20.2	14.2	6.0	4.0
12일	-3.0	6.2	2.3	5.5	10.6	19.5	21.4	23.3	18.2	13.0	6.1	0.9
13일	-3.0	3.9	0.2	5.1	11.0	19.7	17.8	26.0	17.2	11.6	9.5	-5.5
14일	-3.8	3.9	-1.3	7.8	13.6	19.2	17.4	25.3	18.3	9.0	7.5	-8.8
15일	-5.5	4.4	1.1	7.8	14.6	18.0	18.8	24.4	19.6	7.4	9.3	-9.6
16일	-4.4	-3.6	-1.9	8.9	14.3	19.2	20.4	24.8	20.6	10.4	9.0	-9.4
17일	-3.7	-6.3	4.1	10.0	13.8	18.6	21.3	25.0	20.1	10.1	12.1	-9.8
18일	-3.0	-6.7	4.1	8.8	12.4	19.0	21.7	24.0	19.5	9.4	15.3	-5.4
19일	1.0	-2.3	6.7	9.4	11.2	19.8	21.1	23.6	18.1	12.0	7.0	-8.1
20일	-2.1	1.2	5.2	8.5	10.8	19.5	21.6	24.5	17.5	12.1	0.6	-6.3
21일	-4.0	2.8	7.7	6.0	12.0	19.2	21.3	24.3	15.6	13.0	-0.2	-3.8
22일	0.0	0.6	5.4	5.4	14.8	21.3	21.2	23.4	16.7	9.9	2.0	-0.2
23일	1.1	-0.2	6.1	5.6	16.3	21.3	18.7	22.8	16.4	6.6	-0.9	1.8
24일	-0.1	2.1	6.4	6.1	13.1	19.5	18.9	24.1	17.3	5.2	1.0	-1.2
25일	-0.2	5.1	6.7	9.9	12.8	19.1	22.0	26.2	16.4	9.8	1.4	-3.8
26일	-0.2	3.2	10.2	8.1	13.0	18.7	21.5	27.0	15.7	10.7	2.7	0.2
27일	4.0	1.5	7.0	8.8	12.5	20.2	22.4	24.7	15.3	11.0	1.3	3.1
28일	4.1	2.8	4.5	9.0	13.9	19.8	22.9	25.5	16.4	10.1	-1.6	3.8
29일	3.0	3.9	2.2	10.0	14.8	18.4	23.3	25.4	16.8	6.9	-2.7	-6.6
30일	2.4		4.0	11.3	16.6	18.4	22.1	24.6	17.0	7.7	-2.1	-11.9
31일	1.7		5.0		17.1		21.9	24.4		9.3		-11.6
평균	-0.8	-0.6	3.3	7.1	13.5	18.7	20.8	24.2	18.5	11.1	5.1	-3.0



일최저기온(°C) 112인천 / 2021년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-8.2	-2.6	-0.2	11.7	8.5	15.6	21.8	24.8	18.8	17.4	10.9	-1.8
2일	-7.4	-7.6	-0.5	13.8	7.7	17.5	24.2	24.6	21.3	17.4	9.4	-3.2
3일	-7.7	-8.9	0.3	10.2	9.1	14.1	20.4	24.7	21.3	18.5	8.2	0.1
4일	-6.8	-6.3	3.4	9.0	11.5	13.6	19.6	26.4	19.6	21.6	10.0	-1.1
5일	-9.4	-2.7	3.7	7.6	10.3	16.9	19.8	26.1	20.3	20.9	10.0	-1.4
6일	-10.5	3.1	4.5	8.5	10.0	17.8	21.2	24.8	17.4	18.4	11.5	1.7
7일	-15.4	-2.3	3.0	7.8	10.6	18.7	22.9	23.0	17.7	18.6	12.4	3.5
8일	-17.5	-5.1	1.8	8.2	10.1	19.4	22.8	24.5	19.1	18.2	4.9	2.9
9일	-15.2	-4.5	2.2	7.5	10.9	19.4	22.9	23.5	20.3	19.4	3.2	4.8
10일	-11.7	-0.5	2.6	8.2	11.0	19.5	22.2	24.8	21.2	14.7	1.5	6.6
11일	-8.6	2.5	3.4	8.2	11.4	17.7	23.9	23.5	21.1	12.2	3.7	4.0
12일	-6.8	0.4	7.1	11.1	16.6	18.7	24.3	24.4	20.1	15.2	3.1	-3.0
13일	-1.5	-1.4	4.8	5.8	15.7	17.1	26.0	24.4	21.5	14.1	2.9	-5.1
14일	-2.7	4.6	4.3	4.9	15.9	15.9	26.5	24.2	21.6	17.5	9.5	0.0
15일	-2.0	-4.4	4.6	6.7	17.3	19.3	26.2	22.6	19.6	16.6	7.8	6.2
16일	-8.2	-6.6	4.2	8.4	13.9	20.2	24.1	22.0	19.3	5.4	5.2	2.7
17일	-9.1	-9.8	2.6	7.2	12.8	19.0	24.7	21.3	20.2	1.4	3.5	-8.9
18일	-9.0	-9.7	4.5	6.6	13.6	18.4	25.3	20.7	19.6	4.2	8.2	-9.5
19일	-11.3	-5.7	7.8	6.7	13.1	17.7	25.4	20.7	22.0	7.5	10.2	-3.4
20일	-5.7	4.6	5.8	8.7	14.8	18.2	25.3	21.8	20.2	5.2	7.8	2.5
21일	3.4	6.2	3.4	10.4	13.4	18.7	26.1	20.9	18.1	5.5	7.2	1.0
22일	2.8	-0.2	2.9	14.5	13.5	19.4	27.1	23.2	18.1	6.5	-0.1	-1.7
23일	3.7	-3.0	3.7	16.6	14.1	19.8	27.1	20.4	18.2	7.6	-3.1	-0.7
24일	2.7	-2.6	6.8	13.1	14.3	19.5	27.4	21.0	17.5	8.2	-1.6	-7.8
25일	5.0	0.0	4.4	12.2	12.0	19.1	27.5	23.9	19.6	9.1	3.7	-13.5
26일	1.7	0.6	4.2	12.3	12.6	20.7	27.1	23.3	20.0	10.5	1.5	-14.3
27일	-0.4	3.2	10.1	11.9	13.6	20.5	27.3	21.3	19.7	11.2	-0.4	-11.7
28일	-8.9	3.6	6.9	9.8	11.7	22.2	27.0	20.9	19.9	9.3	0.7	-6.0
29일	-10.8		6.4	10.8	13.9	22.0	26.0	20.9	18.4	11.8	4.7	-2.1
30일	-6.6		4.7	8.7	12.7	21.5	25.9	22.1	16.9	12.5	1.1	-5.6
31일	-2.0		6.6		16.3		26.0	18.0		11.5		-8.0
평균	-5.9	-2.0	4.2	9.6	12.7	18.6	24.6	22.9	19.6	12.5	5.3	-2.3



일최저기온(°C) 112인천 / 2022년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-8.3	-3.7	-0.1	4.8	8.3	16.5	23.6	24.9	19.6	15.4	9.6	-8.7
2일	-4.8	-4.9	-1.0	3.6	9.0	16.6	23.4	24.5	21.4	17.6	6.6	-6.8
3일	-7.6	-6.0	1.4	4.1	9.0	18.4	23.0	24.7	21.2	19.2	5.9	-0.6
4일	-5.8	-7.5	2.8	5.2	11.3	17.9	24.3	25.3	22.1	12.6	1.8	-5.1
5일	-7.3	-8.4	0.0	4.9	13.3	20.3	24.4	26.3	17.3	12.3	2.5	-6.5
6일	-4.6	-6.0	-0.9	7.6	14.5	16.5	25.2	26.6	16.3	11.9	5.6	-2.2
7일	-4.9	-5.7	-1.9	6.8	13.3	15.5	25.0	26.9	19.0	10.7	7.2	2.2
8일	-3.3	-2.0	1.4	5.8	11.8	17.2	23.4	24.4	18.7	11.6	10.5	1.3
9일	-1.5	-3.2	3.2	13.2	10.9	17.7	22.7	21.0	19.3	11.2	8.3	3.1
10일	-3.0	-1.8	2.9	13.7	14.4	17.6	23.7	20.2	20.3	8.5	9.4	0.3
11일	-9.6	-1.6	5.1	14.3	14.2	17.7	24.3	21.6	21.2	7.2	12.3	-0.6
12일	-10.3	0.0	6.8	11.6	13.8	19.9	24.4	22.3	20.0	7.8	13.2	-1.1
13일	-7.1	1.1	8.4	11.0	14.3	18.9	23.5	23.2	21.6	12.3	8.5	-6.6
14일	-8.6	-1.7	3.5	10.9	12.1	18.2	22.2	24.3	22.6	13.5	5.7	-10.8
15일	-3.9	-7.4	1.6	7.8	10.8	14.9	22.1	25.6	22.6	13.1	5.2	-7.5
16일	-6.8	-8.8	3.0	7.6	11.4	17.0	22.9	23.0	22.5	14.8	6.4	-9.8
17일	-7.8	-9.7	6.8	7.0	13.4	17.3	22.0	22.8	22.4	8.9	7.4	-10.2
18일	-8.4	-7.5	6.4	9.7	15.2	20.5	23.6	22.9	22.0	6.7	7.6	-12.4
19일	-7.3	-5.5	1.5	8.5	15.3	21.2	24.0	23.6	18.6	6.4	9.5	-11.8
20일	-9.5	-7.8	1.9	9.1	15.2	21.0	24.2	24.2	15.3	8.4	11.0	-8.4
21일	-7.6	-6.5	0.4	10.3	14.5	19.6	20.0	24.7	13.2	10.0	10.4	-2.8
22일	-4.8	-7.2	2.2	9.5	13.9	20.4	23.1	23.7	15.4	11.7	8.1	-11.0
23일	-1.0	-8.2	4.1	9.0	16.3	20.4	22.5	22.0	14.8	10.5	8.0	-12.8
24일	-0.4	-7.3	3.9	12.3	15.7	19.3	22.4	21.6	13.6	7.4	7.4	-12.7
25일	1.2	-1.9	7.4	15.1	15.4	19.9	22.5	21.2	17.0	6.0	8.7	-8.8
26일	-1.8	1.4	7.2	16.3	13.7	23.5	24.1	21.0	16.6	8.6	0.9	-6.3
27일	-4.5	-0.5	4.7	12.2	14.5	24.5	25.1	18.5	15.9	9.2	-0.5	-5.8
28일	-5.0	-2.1	2.7	11.1	14.1	24.1	25.1	16.9	17.2	8.5	7.6	-5.7
29일	-6.4		3.2	10.2	17.1	23.1	26.9	19.1	16.7	11.0	-1.6	-7.4
30일	-7.0		7.3	10.1	16.5	21.2	27.8	18.0	16.5	11.6	-7.4	-4.9
31일	-5.5		7.0		14.2		25.2	18.8		11.9		-4.5
평균	-5.6	-4.7	3.3	9.4	13.5	19.2	23.8	22.7	18.7	10.9	6.5	-6.0



일평균기온(°C) 112인천 / 2013년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-3.3	7.3	0.3	8.8	12.1	19.3	24.7	26.7	23.2	21.1	14.5	4.3
2일	-10.7	-1.8	-1.0	6.8	11.4	19.3	23.1	27.8	22.3	18.9	11.1	5.8
3일	-12.2	-3.1	0.3	6.5	11.0	16.9	22.7	27.8	21.4	16.2	12.2	7.5
4일	-10.0	-1.1	3.1	10.9	11.0	20.7	23.5	27.4	21.4	17.6	12.5	5.3
5일	-5.9	-1.3	3.1	12.5	10.8	22.1	23.8	26.7	21.7	20.7	13.0	5.2
6일	-6.1	-1.5	8.2	6.4	11.1	22.3	22.1	26.0	20.8	21.6	13.0	3.6
7일	-5.4	-10.8	5.9	4.6	16.4	22.8	24.0	27.9	21.8	22.6	12.2	6.5
8일	-4.6	-11.9	6.8	7.0	16.8	23.1	23.6	28.3	22.7	19.3	9.5	6.0
9일	-8.3	-6.7	11.5	6.1	15.6	25.5	23.1	27.8	23.0	19.2	11.6	4.4
10일	-7.9	-4.0	0.6	5.6	12.7	25.2	23.9	26.4	21.2	20.6	5.4	0.5
11일	-2.2	-6.2	2.7	6.0	15.1	22.7	23.5	28.0	20.1	18.1	3.3	-0.9
12일	0.5	-4.2	6.8	6.6	16.9	19.5	22.7	28.0	22.5	17.4	4.0	-1.8
13일	-1.4	-1.3	4.3	9.9	19.2	20.6	23.2	27.8	22.5	17.9	5.2	-5.6
14일	-2.2	1.2	3.0	7.5	18.3	22.5	23.1	27.9	22.5	18.4	7.3	-4.4
15일	-2.8	-1.2	3.5	7.1	16.8	22.2	25.5	27.8	23.2	11.9	8.7	-3.3
16일	-2.5	-2.9	5.0	11.4	22.0	20.8	25.6	27.9	20.5	11.5	8.9	-3.6
17일	-5.9	2.2	6.5	13.7	18.3	21.1	23.2	27.8	22.6	12.7	5.8	-1.0
18일	-3.6	0.0	6.1	10.4	15.3	21.6	24.7	27.5	24.0	14.6	1.8	1.1
19일	0.9	-3.1	6.3	8.8	15.3	22.2	26.2	27.1	24.3	15.7	2.0	-3.2
20일	2.4	-4.6	1.8	5.5	12.2	23.3	26.0	26.7	23.3	16.5	2.3	-3.4
21일	2.9	-1.4	0.4	7.8	15.6	23.9	25.2	28.1	23.3	16.0	3.7	-2.6
22일	3.4	1.0	3.0	9.2	17.6	22.6	25.2	28.3	23.3	16.1	6.3	-1.3
23일	2.0	-0.3	3.5	10.4	17.3	20.6	24.7	25.0	23.4	16.8	8.7	-1.0
24일	-0.8	1.1	4.1	10.2	16.3	21.4	23.5	26.3	21.5	12.8	8.1	-1.4
25일	-8.4	2.9	2.3	7.9	20.8	22.4	24.3	26.3	18.7	9.3	4.9	0.2
26일	-8.7	4.5	3.3	10.7	21.8	22.6	24.1	26.8	17.3	10.1	3.0	-0.4
27일	-7.0	1.9	5.5	11.5	19.5	22.9	24.0	25.3	18.6	12.8	0.6	-6.0
28일	-2.6	6.2	6.2	15.4	17.9	23.8	24.8	25.9	18.2	12.7	-3.3	-5.2
29일	4.0		4.7	11.1	14.2	25.0	24.2	25.0	17.1	12.8	0.7	-1.8
30일	6.4		3.9	11.2	16.2	25.6	25.2	24.2	19.5	10.3	6.3	4.0
31일	8.8		4.9		19.0		24.9	23.2		11.6		4.9
평균	-2.9	-1.4	4.1	8.9	16.0	22.2	24.1	26.9	21.5	15.9	6.8	0.4



일평균기온(°C) 112인천 / 2014년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	5.0	4.2	4.7	13.9	13.5	22.6	24.6	30.6	24.4	19.2	16.3	-0.8
2일	2.0	3.7	4.1	13.3	14.1	20.9	24.3	30.8	23.3	18.4	11.9	-4.6
3일	2.7	-3.9	4.7	8.8	11.4	18.6	21.5	26.3	19.1	16.0	10.2	-2.4
4일	-0.6	-7.2	5.6	6.1	11.5	22.8	25.4	25.4	22.3	17.5	12.2	-4.4
5일	-0.7	-4.8	1.3	6.5	10.5	22.8	23.9	25.2	23.4	17.4	13.1	-6.0
6일	1.5	-1.8	0.7	7.0	11.9	22.7	25.2	23.0	24.2	16.4	13.5	-4.7
7일	3.1	2.0	-0.1	8.9	14.7	21.5	25.2	23.4	24.2	16.9	9.1	-2.9
8일	0.0	0.2	2.6	9.8	13.2	20.0	25.0	25.9	24.2	16.6	9.5	-2.0
9일	-7.2	-2.2	1.4	7.9	15.4	20.6	26.6	26.1	22.6	18.5	10.4	-2.3
10일	-3.9	-0.8	1.4	9.8	19.1	21.9	27.0	22.1	22.2	19.7	10.3	1.6
11일	-1.0	0.4	4.1	10.9	18.2	20.6	24.8	22.7	22.9	20.1	10.5	-1.4
12일	-1.7	0.8	6.0	12.3	13.9	20.2	23.7	24.3	22.4	21.0	6.2	-2.9
13일	-5.9	1.2	5.0	14.3	16.7	19.4	23.6	23.2	23.6	17.3	0.9	-4.3
14일	-3.8	2.9	3.4	13.4	17.8	20.2	24.4	21.9	23.0	13.7	5.3	-2.2
15일	-2.2	2.1	6.6	9.2	15.8	20.7	25.1	23.6	22.8	14.5	4.8	1.5
16일	0.8	2.5	9.6	11.4	17.4	22.0	25.1	24.9	20.9	14.1	7.0	-4.4
17일	0.3	3.5	11.9	12.8	17.7	23.2	24.5	23.5	20.1	14.8	6.7	-7.8
18일	-1.6	2.4	8.4	14.2	17.7	22.4	24.4	21.9	20.2	16.0	5.6	-7.1
19일	-1.8	2.1	8.1	14.4	16.6	20.9	25.5	21.9	21.3	17.4	6.7	-1.7
20일	-0.8	0.9	6.4	13.3	19.9	23.0	25.8	23.9	21.3	14.8	8.9	-1.1
21일	-4.9	1.0	6.1	12.8	17.0	23.4	25.6	23.1	20.6	13.9	11.4	-5.5
22일	-3.2	2.2	7.5	14.0	17.3	23.8	24.9	24.0	22.3	13.6	10.5	-3.3
23일	0.8	2.6	8.5	14.6	17.5	21.3	22.6	24.1	23.5	14.3	8.3	1.1
24일	5.2	3.4	10.4	16.6	18.7	21.7	21.5	24.2	21.1	15.7	8.9	2.5
25일	4.3	3.2	12.4	17.1	19.2	22.7	26.9	25.8	22.0	16.4	10.1	-1.7
26일	-2.6	7.6	12.7	17.3	17.1	23.2	22.5	25.5	20.9	15.6	10.7	-2.4
27일	0.1	6.8	9.7	14.8	21.0	22.9	24.0	24.8	21.0	10.2	10.8	-1.6
28일	0.6	4.5	14.2	13.4	21.8	22.4	25.1	24.9	21.2	10.1	9.0	0.7
29일	1.6		14.8	14.3	20.2	23.0	25.3	24.3	19.2	12.9	7.8	3.2
30일	3.5		13.1	15.0	23.2	23.6	27.1	24.0	18.9	14.4	8.5	2.7
31일	1.0		12.1		23.1		28.8	23.8		15.1		-2.1
평균	-0.3	1.4	7.0	12.3	16.9	21.8	24.8	24.5	22.0	15.9	9.2	-2.1



일평균기온(°C) 112인천 / 2015년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-7.1	-2.8	2.4	13.1	17.9	19.7	22.4	26.6	26.1	16.8	8.1	5.4
2일	-5.3	-0.9	4.0	14.7	18.2	21.0	22.0	26.0	24.3	18.1	11.9	7.4
3일	-1.9	0.4	2.6	8.9	17.3	22.0	21.2	26.6	24.0	19.3	13.5	-0.1
4일	3.5	0.6	-1.9	13.3	15.3	21.4	22.3	26.6	24.8	16.4	13.1	1.0
5일	4.2	-0.2	-0.4	10.8	13.0	19.2	22.3	26.8	22.8	18.6	13.4	4.5
6일	-3.2	0.7	2.1	9.3	14.4	20.9	23.1	28.1	22.5	18.7	14.5	1.5
7일	-4.9	1.4	3.3	7.7	15.1	21.5	24.3	28.9	23.3	19.2	11.0	1.8
8일	-4.2	-9.2	6.4	7.4	14.7	21.0	23.9	27.2	23.9	19.7	11.4	3.0
9일	-1.1	-4.4	1.4	8.6	15.4	19.7	26.0	25.5	22.6	16.7	10.8	6.0
10일	1.1	2.7	-2.9	10.8	16.8	22.2	27.3	25.7	22.2	13.8	10.1	7.5
11일	0.0	2.2	1.2	12.0	17.9	22.7	28.5	25.9	21.0	12.0	10.8	6.9
12일	-2.8	-1.7	2.3	14.9	12.6	21.1	24.3	26.3	19.8	13.7	14.8	6.3
13일	-0.2	-0.7	5.0	12.1	16.1	23.1	22.0	26.2	20.7	16.5	12.1	5.4
14일	1.3	2.8	3.5	7.5	18.3	21.3	23.2	25.9	22.2	17.5	12.3	5.3
15일	2.0	8.4	4.5	10.1	16.9	22.5	26.3	26.4	23.3	17.9	13.6	5.1
16일	1.1	5.4	8.6	10.1	16.5	20.9	24.6	25.8	22.0	18.1	13.2	-0.3
17일	-3.7	2.1	9.4	10.0	17.2	22.0	23.9	26.0	21.8	18.5	13.2	-3.5
18일	-0.2	1.5	10.6	15.0	17.0	23.9	23.2	27.6	21.7	17.8	11.3	-1.2
19일	0.2	1.5	10.2	14.0	13.6	23.9	24.7	26.7	21.9	17.7	9.6	0.6
20일	-1.6	5.2	10.7	12.1	15.6	19.2	26.6	25.7	22.2	18.4	10.0	2.6
21일	1.6	6.5	9.5	12.2	16.8	21.1	26.0	24.9	22.3	17.9	8.7	3.8
22일	2.7	3.2	6.7	12.3	17.3	22.0	25.8	25.2	23.8	17.4	9.5	3.0
23일	1.3	1.0	4.8	12.6	19.0	22.3	25.5	25.9	22.6	17.2	8.3	5.3
24일	3.7	2.0	4.7	14.1	18.6	23.4	23.7	26.7	22.7	17.2	5.3	2.4
25일	3.4	4.6	5.6	13.7	17.0	22.7	24.1	22.1	22.8	16.5	3.3	0.3
26일	3.2	0.7	6.8	15.6	17.1	20.6	24.3	22.5	21.7	15.8	-1.5	1.5
27일	-4.0	-1.7	6.6	16.6	20.2	24.0	24.6	24.3	21.5	12.7	-1.3	-5.7
28일	-4.7	2.6	8.2	18.9	22.2	23.1	25.8	24.1	21.6	11.3	1.6	-4.6
29일	-1.7		8.5	17.0	21.4	23.4	25.8	24.2	21.5	9.7	4.6	-1.7
30일	-3.0		10.5	19.7	17.5	23.6	27.0	24.8	21.7	6.7	4.8	2.1
31일	-4.5		12.4		19.2		26.3	25.4		7.1		1.5
평균	-0.8	1.2	5.4	12.5	17.0	21.8	24.5	25.8	22.5	16.0	9.4	2.4



일평균기온(°C) 112인천 / 2016년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	3.1	-5.4	-1.4	13.5	17.7	22.4	23.5	26.9	23.7	21.1	2.1	5.1
2일	7.4	-4.2	3.5	13.4	20.4	21.8	22.6	26.9	24.1	19.4	5.1	3.0
3일	5.9	-0.9	8.3	10.7	13.1	20.4	22.4	28.2	24.3	22.0	10.5	5.5
4일	2.2	0.3	13.5	11.2	15.3	20.3	22.2	29.0	24.8	22.4	13.0	6.9
5일	-1.9	-1.3	11.0	8.4	18.0	23.1	22.6	29.4	25.3	21.0	15.2	6.8
6일	-0.3	-2.5	6.7	13.4	14.8	22.0	21.4	29.2	24.0	17.5	15.1	-0.3
7일	-2.1	-1.8	7.4	13.0	15.2	20.9	23.1	28.7	23.6	19.4	12.9	3.4
8일	-1.9	1.9	2.6	8.1	18.3	19.5	25.7	28.9	23.4	16.7	4.1	4.0
9일	-0.6	1.6	0.0	9.7	18.3	21.6	26.2	29.2	23.8	11.5	2.0	2.2
10일	1.3	3.4	-0.3	11.2	14.1	21.9	25.7	28.1	24.0	13.7	6.4	-1.0
11일	-3.5	9.3	0.1	11.3	15.3	22.3	26.5	29.0	23.7	16.2	10.3	-0.1
12일	-4.3	9.7	2.6	13.3	15.9	21.6	25.0	29.0	23.8	14.9	12.5	3.0
13일	-3.4	11.0	3.8	14.1	17.3	20.7	24.7	28.9	24.0	15.0	15.4	3.5
14일	-2.3	-2.5	4.8	8.8	19.1	21.5	25.9	28.4	24.5	17.0	13.7	-1.2
15일	1.0	-5.3	5.0	12.9	16.5	19.7	25.7	28.0	23.6	19.2	5.7	-4.1
16일	2.2	-1.2	6.9	15.3	14.7	19.9	21.0	28.4	23.9	17.7	5.8	-3.3
17일	2.5	1.5	8.6	10.3	17.6	22.2	21.1	28.9	23.2	17.6	9.5	5.3
18일	-5.9	3.9	12.0	10.2	20.9	21.8	23.1	28.9	23.4	16.4	11.7	6.7
19일	-11.2	2.6	9.9	10.7	23.5	22.8	26.2	29.2	22.0	17.7	12.7	8.3
20일	-9.4	1.5	8.4	13.6	22.2	23.1	28.1	29.4	20.9	18.8	9.1	7.3
21일	-6.5	0.3	7.5	13.2	24.1	23.9	28.0	29.8	20.8	18.2	9.5	9.2
22일	-6.5	1.6	6.1	11.6	23.3	23.9	28.5	29.0	22.1	17.9	1.9	5.8
23일	-10.6	0.8	7.2	12.1	20.9	23.4	27.7	28.9	21.6	14.0	-1.6	-1.7
24일	-13.1	-2.5	6.1	14.8	15.7	22.5	27.0	28.2	22.0	15.6	-1.2	-2.0
25일	-7.6	1.0	6.2	15.5	18.4	22.4	27.0	27.0	22.4	14.8	2.5	1.0
26일	-1.1	2.4	6.1	19.8	18.0	23.2	27.0	23.2	23.9	14.1	2.2	2.5
27일	-0.2	3.2	6.4	17.2	19.5	23.4	26.7	23.8	21.0	15.0	4.8	-1.8
28일	0.6	1.2	8.7	14.8	19.2	22.8	26.2	22.2	19.7	14.8	2.3	-3.5
29일	1.5	-2.6	10.2	14.0	19.6	23.8	25.6	22.8	20.3	7.7	2.9	-3.5
30일	-0.1		8.8	14.9	20.5	23.0	27.0	21.4	20.6	8.7	6.8	-2.1
31일	-3.9		12.6		19.4		27.7	19.0		6.7		2.8
평균	-2.2	0.9	6.4	12.7	18.3	22.1	25.2	27.4	22.9	16.2	7.4	2.2



일평균기온(°C) 112인천 / 2017년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	5.1	-2.9	5.3	7.9	16.8	21.6	24.1	27.2	22.5	17.8	14.6	-1.6
2일	5.7	-1.2	1.5	8.6	17.5	19.6	23.6	29.4	22.9	20.2	15.4	2.8
3일	3.4	2.5	3.5	9.6	19.2	19.2	23.2	29.8	23.5	16.2	11.7	6.6
4일	4.3	2.0	5.3	12.4	19.4	20.5	24.8	29.5	24.3	15.4	7.0	-1.1
5일	4.8	1.4	4.5	11.7	18.5	22.6	26.0	30.9	22.5	18.3	9.6	-3.8
6일	6.5	-1.3	0.4	8.6	13.6	19.2	26.6	29.1	20.8	19.0	12.0	1.7
7일	5.0	-1.9	-1.2	11.6	14.8	17.6	25.9	27.7	22.2	19.9	14.8	0.5
8일	6.3	-1.7	0.9	9.5	16.4	18.5	25.3	26.9	23.6	21.2	12.3	-3.2
9일	1.9	-4.5	3.9	14.1	16.0	19.1	26.0	27.5	23.4	20.8	9.5	0.5
10일	-2.4	-5.6	5.0	15.1	15.1	20.1	23.7	25.5	22.9	20.8	10.3	2.6
11일	-1.9	-3.7	6.7	13.2	17.7	21.9	24.9	25.9	21.4	14.8	6.2	-6.4
12일	-0.7	-0.8	7.4	10.7	17.3	21.3	25.2	27.4	22.5	11.1	6.2	-8.7
13일	-4.9	1.2	5.7	11.4	15.4	19.8	26.0	26.1	21.3	12.4	9.4	-7.7
14일	-7.1	0.8	5.6	12.0	14.9	19.5	27.2	24.5	22.1	14.2	8.0	-6.2
15일	-5.3	2.1	5.3	14.3	14.8	20.4	23.9	22.0	23.0	15.4	3.6	-2.5
16일	-2.9	6.2	5.3	15.0	15.2	22.6	25.3	23.3	22.2	15.8	1.5	-5.0
17일	-0.7	0.3	6.7	14.0	17.0	22.1	25.6	24.3	22.2	14.9	4.0	-5.9
18일	0.9	-1.6	7.9	11.4	18.3	21.9	25.7	25.4	21.5	16.2	-1.9	0.5
19일	-0.9	3.0	9.5	12.0	18.9	22.0	26.6	26.1	22.3	16.5	-0.6	-3.8
20일	-3.7	-1.7	9.1	12.1	18.8	23.9	27.8	23.5	20.1	16.3	0.4	-2.1
21일	-3.4	-1.3	7.0	11.4	19.5	22.9	7.8	25.2	20.6	16.5	2.3	-0.2
22일	-7.2	1.3	6.9	13.2	19.8	23.2	27.6	26.2	20.7	15.8	5.3	4.0
23일	-7.9	-1.1	8.2	13.4	18.5	24.0	26.0	26.4	21.8	13.2	1.8	5.9
24일	-5.9	-0.1	8.2	14.1	19.4	22.4	25.2	25.8	22.3	14.5	0.1	3.2
25일	-3.8	2.9	6.4	14.0	18.1	24.0	28.2	24.7	22.6	14.3	4.6	-2.0
26일	0.0	3.2	6.2	14.0	16.8	23.3	28.0	24.1	24.1	14.4	2.8	-3.3
27일	-2.4	3.7	6.5	12.8	17.6	23.8	26.5	22.7	21.4	15.7	1.7	-6.3
28일	-1.6	5.2	6.8	12.7	19.7	24.4	25.4	21.0	18.6	16.3	6.0	-1.7
29일	0.7		7.5	15.1	20.0	24.2	27.1	18.9	17.5	11.5	2.2	2.2
30일	-5.0		9.2	16.8	20.8	24.2	26.9	19.5	19.8	7.6	-2.6	1.5
31일	-4.9		9.2		20.3		25.1	21.9		11.1		0.1
평균	-0.9	0.2	5.8	12.4	17.6	21.7	25.2	25.4	21.9	15.7	5.9	-1.3



일평균기온(°C) 112인천 / 2018년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-0.3	-3.7	-0.6	14.1	18.5	20.9	21.9	31.4	25.9	15.7	9.9	6.3
2일	-1.4	-2.5	-1.1	16.8	14.5	20.7	22.7	31.8	25.3	16.5	11.6	9.2
3일	-4.4	-7.3	7.2	15.5	11.8	21.9	26.7	31.2	23.6	17.6	12.0	11.8
4일	-5.0	-8.9	8.7	12.1	13.5	20.4	24.9	29.5	23.3	20.1	11.7	6.5
5일	-2.8	-8.7	5.1	8.4	16.9	22.2	25.3	29.1	24.5	17.2	12.1	-0.3
6일	-2.0	-9.8	3.3	5.4	16.3	19.7	24.4	29.4	24.4	18.6	12.1	2.1
7일	-0.9	-7.1	6.2	4.5	17.5	19.3	23.9	30.1	21.9	16.8	12.6	-6.8
8일	0.7	-4.4	3.9	4.8	18.1	20.4	23.4	29.7	21.5	16.2	12.8	-8.0
9일	-3.9	0.7	3.7	7.5	14.8	21.9	21.3	28.6	21.4	16.2	12.5	-6.4
10일	-7.1	-1.2	3.6	14.4	13.2	20.3	24.1	30.0	23.1	12.8	12.0	-1.7
11일	-10.7	-5.7	4.6	10.3	13.6	19.2	26.1	30.4	21.9	11.1	8.3	0.9
12일	-9.8	-5.5	6.6	11.3	13.7	19.9	25.6	30.2	22.7	11.9	8.2	-1.4
13일	-3.3	-0.2	11.4	14.5	13.4	20.7	25.9	30.6	23.8	13.3	9.0	-1.6
14일	1.5	2.8	15.5	9.0	16.4	20.5	26.2	31.0	24.0	14.2	9.6	-3.8
15일	3.8	-1.4	10.5	9.2	22.6	21.3	26.5	30.9	23.1	15.9	10.4	-2.0
16일	2.7	-1.6	7.4	10.7	20.8	21.4	26.2	30.3	21.9	14.8	8.6	1.2
17일	3.2	-3.0	6.6	11.5	19.2	20.4	26.1	27.4	21.6	13.0	5.3	2.7
18일	1.6	-1.0	6.8	10.6	15.6	22.3	26.1	26.6	21.6	12.2	7.0	4.2
19일	0.9	1.3	8.0	12.0	17.9	20.2	26.2	27.1	21.3	13.3	7.9	4.7
20일	2.1	0.8	5.3	15.7	18.0	20.5	27.0	28.2	19.1	13.3	8.1	3.7
21일	-0.2	-1.0	2.2	16.4	17.3	20.9	28.1	25.1	19.7	13.9	6.3	5.2
22일	-0.2	1.6	4.1	15.3	17.6	23.1	30.2	29.2	21.0	14.6	3.0	5.6
23일	-11.3	3.9	5.0	9.9	15.8	22.2	29.6	28.2	20.3	13.8	2.8	2.5
24일	-13.7	1.3	5.6	12.1	16.6	22.0	29.4	23.9	18.2	14.1	4.6	-1.5
25일	-13.5	0.4	5.7	14.3	18.4	24.7	28.6	24.7	18.1	14.9	6.8	1.1
26일	-14.6	1.7	7.7	13.3	19.8	21.3	28.4	22.9	19.7	13.2	8.4	-1.9
27일	-9.7	4.0	10.9	13.2	18.1	20.5	28.6	23.1	19.2	9.9	8.4	-9.5
28일	-5.8	4.4	12.5	12.9	20.0	22.3	28.9	24.1	18.5	9.8	5.2	-9.6
29일	-7.9		13.4	14.6	19.6	22.3	30.7	25.6	20.6	8.3	3.9	-6.8
30일	-4.1		12.4	17.4	18.0	24.0	31.1	25.1	18.2	7.3	3.5	-6.6
31일	-2.0		12.2		19.2		31.2	24.6		8.1		-4.9
평균	-3.8	-1.8	6.9	11.9	17.0	21.2	26.6	28.1	21.6	13.8	8.5	-0.2



일평균기온(°C) 112인천 / 2019년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-4.4	-0.9	5.5	6.0	14.2	17.0	22.3	25.8	23.6	22.8	15.1	5.1
2일	-3.9	2.9	6.7	6.7	16.0	19.5	22.7	27.6	24.6	22.1	13.8	0.5
3일	-2.6	3.1	7.9	7.9	15.4	21.2	22.3	28.8	24.6	23.1	14.9	1.7
4일	-0.3	-0.7	7.8	7.8	16.3	20.6	22.8	28.7	22.9	22.2	14.2	2.5
5일	-2.8	3.6	6.8	6.8	16.7	19.5	25.1	29.9	23.0	18.5	13.2	-4.3
6일	-2.7	5.3	7.0	7.0	13.6	19.5	28.6	31.4	24.0	17.9	11.7	-5.1
7일	-1.3	-2.9	6.4	6.4	13.4	19.9	27.0	27.9	25.2	15.3	9.4	0.1
8일	-2.9	-6.8	5.0	5.0	13.8	21.1	25.6	28.0	24.2	15.7	7.3	0.9
9일	-4.6	-5.2	6.3	6.3	14.1	20.1	25.1	28.9	25.3	14.5	10.7	5.3
10일	-0.9	-5.1	9.0	9.0	15.2	19.6	22.8	31.4	23.8	16.1	10.8	8.2
11일	2.2	-2.6	5.1	5.1	16.6	20.3	21.0	30.3	24.3	19.3	12.1	6.4
12일	2.2	-0.8	4.3	4.3	18.5	20.2	22.7	26.2	20.5	18.2	11.0	-0.1
13일	1.3	-2.4	3.8	3.8	16.9	21.3	23.1	27.5	22.5	17.5	8.7	3.3
14일	1.7	-1.8	5.3	5.3	18.1	21.7	24.3	29.5	22.7	14.3	2.1	2.6
15일	-1.9	-1.0	5.2	5.2	18.6	21.8	24.0	26.3	23.5	14.0	7.3	5.2
16일	-4.9	-2.4	4.7	4.7	21.0	21.1	24.3	25.8	24.1	14.8	7.3	8.9
17일	0.6	-1.1	6.0	6.0	21.5	19.7	25.1	25.3	23.9	16.0	9.7	7.9
18일	1.3	0.6	6.5	6.5	21.0	20.6	25.8	25.3	20.5	18.2	4.8	0.3
19일	3.8	1.3	8.2	8.2	19.2	20.9	28.1	26.1	19.2	17.2	0.7	-0.5
20일	-1.4	2.0	10.1	10.1	15.1	21.5	27.8	27.9	19.9	16.5	1.1	-1.0
21일	0.5	2.1	6.6	6.6	15.8	21.4	24.6	26.9	20.3	17.4	5.7	0.2
22일	3.4	3.1	3.4	3.4	17.6	23.4	24.9	26.3	19.4	18.0	10.8	4.5
23일	2.7	6.3	3.8	3.8	19.5	24.4	26.5	25.8	19.8	17.8	12.7	3.4
24일	0.2	5.2	4.8	4.8	22.2	23.0	25.5	24.2	20.2	18.2	10.5	0.7
25일	-1.1	3.6	7.4	7.4	21.7	23.7	25.5	24.8	20.8	16.0	1.4	2.5
26일	-2.5	4.7	9.4	9.4	23.2	23.8	24.4	25.9	22.9	10.2	6.2	2.0
27일	0.8	6.0	9.5	9.5	17.4	23.7	27.2	24.9	23.2	12.5	2.9	-1.0
28일	1.2	5.5	7.8	7.8	17.2	22.5	25.5	25.6	23.1	14.1	2.8	2.6
29일	0.0		7.9	7.9	18.4	23.0	26.8	23.8	21.7	13.6	2.0	4.9
30일	1.7		5.0	5.0	18.4	22.2	27.1	23.1	21.7	13.0	4.6	2.4
31일	-2.4		4.8	4.8	17.7		25.0	23.5		15.7		-7.3
평균	-0.5	0.8	6.4	6.4	17.6	21.3	25.0	26.9	22.5	16.8	8.2	2.0



일평균기온(°C) 112인천 / 2020년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-1.4	3.0	5.1	10.6	17.7	17.4	20.6	24.4	26.1	19.0	13.6	1.2
2일	1.8	1.4	3.1	8.2	18.6	16.9	22.9	24.0	24.2	19.4	11.5	2.6
3일	0.8	-0.3	4.8	9.0	20.1	20.1	24.4	24.2	22.4	19.6	5.6	1.0
4일	2.1	-1.3	2.1	8.7	15.9	19.0	22.2	25.7	22.9	16.7	6.0	0.3
5일	1.6	-8.1	1.3	7.0	13.5	20.2	22.2	26.6	23.5	14.1	10.3	3.3
6일	3.6	-6.6	3.0	8.3	18.1	21.8	24.0	23.2	21.8	14.6	13.5	5.8
7일	6.3	-1.4	6.0	9.4	19.7	19.8	23.0	23.7	19.2	16.1	14.7	3.8
8일	2.1	0.1	8.2	9.2	18.4	22.8	23.1	24.0	23.1	17.4	8.8	-0.2
9일	-0.9	0.4	9.4	8.4	14.1	24.6	25.3	24.6	20.8	17.8	6.1	2.3
10일	-0.6	4.1	6.3	9.5	13.3	24.1	24.2	25.8	22.6	16.9	8.4	6.0
11일	0.1	7.2	3.8	8.5	14.4	24.3	25.8	23.8	22.7	17.4	9.6	6.0
12일	-0.9	7.3	6.7	10.3	14.1	21.6	23.3	26.4	19.8	16.2	10.9	3.0
13일	-2.2	5.8	4.2	11.5	15.1	24.6	18.7	27.0	21.3	14.6	12.3	-0.6
14일	-1.8	7.1	4.0	11.1	19.1	21.9	19.8	25.9	21.5	13.6	12.4	-7.1
15일	-2.1	8.1	4.6	11.9	16.4	20.3	22.1	25.2	22.5	11.6	11.3	-7.3
16일	-1.6	-1.3	3.0	14.7	15.3	21.9	23.3	26.2	21.9	12.8	12.2	-7.2
17일	-0.8	-5.4	6.6	12.0	17.1	21.6	24.3	26.8	21.4	13.8	15.9	-4.2
18일	0.6	-3.4	9.6	12.0	18.1	21.7	24.3	26.1	21.8	14.8	17.3	-1.6
19일	2.8	1.9	8.2	11.9	13.3	23.2	24.4	26.1	21.6	15.8	12.9	-4.6
20일	1.2	4.5	8.4	10.0	14.2	22.7	23.1	26.6	20.2	15.1	2.9	-2.7
21일	-0.3	6.6	10.7	7.7	16.1	23.8	23.8	26.1	19.2	15.0	6.1	0.1
22일	3.0	4.0	9.9	6.6	17.8	25.7	22.3	25.2	20.7	13.5	5.6	3.3
23일	4.1	3.2	9.5	8.3	18.9	24.3	20.9	25.4	19.7	9.2	1.8	5.3
24일	2.3	6.8	10.4	9.8	15.3	21.9	22.4	27.2	20.9	10.0	3.0	2.7
25일	2.9	7.0	11.7	12.5	14.2	20.3	24.4	29.0	19.9	13.7	5.5	-0.2
26일	5.4	6.0	14.8	12.1	14.9	20.3	24.2	30.0	19.3	13.9	5.6	3.5
27일	5.9	5.2	10.7	12.3	16.1	22.7	23.4	26.0	19.9	14.5	4.2	6.5
28일	7.2	4.3	7.1	12.2	17.4	22.7	24.3	26.6	20.2	13.6	-0.1	5.8
29일	5.5	6.2	7.8	13.5	18.9	22.0	24.0	26.6	19.6	11.1	0.0	-0.2
30일	4.9		8.1	15.9	20.9	19.5	23.7	26.1	19.7	12.4	0.4	-10.6
31일	3.4		9.9		19.5		24.9	26.9		13.9		-8.3
평균	1.8	2.5	7.1	10.4	16.7	21.8	23.2	25.9	21.3	14.8	8.3	0.2



일평균기온(°C) 112인천 / 2021년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-3.4	4.5	3.9	17.8	10.5	19.7	25.6	26.7	21.2	21.2	13.0	-0.7
2일	-4.7	-5.6	1.9	17.1	11.8	22.4	27.4	25.7	23.2	21.3	11.7	3.4
3일	-4.9	-2.8	3.8	14.1	12.7	18.5	23.5	27.6	24.3	22.7	12.3	2.0
4일	-3.0	-3.6	7.7	11.4	14.0	17.0	21.1	28.1	23.8	23.5	12.6	2.3
5일	-5.6	1.9	8.0	11.1	12.6	19.0	22.3	28.8	23.4	23.2	13.9	3.4
6일	-7.1	5.9	6.7	11.6	15.5	20.7	24.1	27.3	21.8	19.6	15.4	6.3
7일	-14.0	2.0	5.5	12.1	13.8	20.5	25.0	27.2	20.0	19.5	16.4	7.0
8일	-14.5	-3.0	5.3	12.0	13.6	21.5	24.3	26.2	22.2	19.3	8.5	6.5
9일	-11.6	-0.6	5.6	12.5	14.8	24.6	24.4	28.0	23.0	21.6	5.0	7.7
10일	-7.2	3.0	7.0	11.7	12.4	23.8	24.5	27.2	23.6	19.8	4.7	7.9
11일	-6.0	4.7	8.0	13.8	18.6	19.8	24.6	26.5	23.7	15.0	6.3	5.7
12일	-2.8	5.2	9.7	13.2	20.8	22.3	26.7	27.1	23.8	17.9	5.3	1.3
13일	2.4	4.8	7.8	9.6	20.9	19.9	28.0	26.9	25.0	19.5	9.2	-1.8
14일	2.4	7.0	5.7	8.0	21.1	20.0	28.6	26.5	25.2	18.9	12.2	4.7
15일	4.5	0.1	9.2	9.8	20.6	21.9	28.5	26.9	24.0	18.7	11.1	8.4
16일	-5.3	-4.9	7.4	10.7	17.5	24.6	27.9	26.6	23.4	10.5	8.7	6.4
17일	-5.1	-8.2	7.1	9.5	14.4	21.2	27.4	24.8	23.8	5.9	7.8	-5.4
18일	-3.1	-5.3	9.2	9.4	16.4	18.8	28.1	23.7	23.8	10.3	12.0	-6.5
19일	-6.7	2.0	12.3	10.9	18.2	20.5	27.7	25.6	24.2	11.0	13.1	1.5
20일	1.0	7.1	8.6	13.1	18.2	21.3	28.6	25.6	23.8	9.3	9.9	6.9
21일	4.9	10.1	5.4	16.9	15.3	21.3	30.1	23.7	21.8	9.9	10.5	5.2
22일	4.8	6.4	5.8	19.0	16.7	22.6	30.0	24.4	20.8	11.5	3.2	1.7
23일	7.1	-0.6	7.9	19.4	18.0	22.5	29.8	22.6	21.4	12.5	-0.1	6.0
24일	7.1	0.9	9.9	17.1	17.1	22.3	30.6	23.7	22.0	12.6	5.7	-0.8
25일	7.3	3.2	8.9	17.4	14.5	22.5	30.4	24.9	21.7	12.9	6.9	-11.5
26일	4.6	7.4	10.6	15.0	17.4	22.7	29.9	25.0	22.9	14.4	3.9	-11.0
27일	1.5	9.2	12.1	13.7	15.3	24.6	30.0	22.3	21.9	14.4	3.5	-6.8
28일	-2.6	7.0	8.0	12.0	15.0	24.4	29.3	23.4	21.3	13.7	5.8	-2.2
29일	-8.3		7.4	14.1	15.6	24.2	28.6	23.1	20.2	15.5	8.6	1.3
30일	-0.3		9.5	10.6	18.5	24.2	28.9	24.0	20.8	15.1	6.3	-3.5
31일	4.9		12.7		19.3		28.2	20.4		15.0		-6.5
평균	-2.1	2.1	7.7	13.2	16.2	21.6	27.2	25.5	22.7	16.0	8.8	1.3



일평균기온(°C) 112인천 / 2022년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	-3.4	-1.4	4.8	8.1	11.9	20.4	25.6	27.2	23.9	19.6	13.2	-5.3
2일	-1.2	-3.0	3.0	6.8	13.3	19.5	26.5	25.5	25.1	20.0	10.8	-2.0
3일	-1.9	-3.4	5.1	8.5	13.1	21.3	27.1	26.3	24.5	21.9	9.4	2.7
4일	-2.9	-4.8	6.4	8.8	16.3	22.8	27.3	27.3	22.9	17.0	5.0	-3.8
5일	-3.2	-6.0	2.0	8.9	17.2	21.9	29.0	27.8	18.5	15.5	8.0	-3.2
6일	-2.0	-2.9	1.3	10.2	18.3	19.6	27.6	27.7	20.9	15.5	10.4	1.5
7일	-1.7	-1.9	2.1	9.2	16.6	19.9	24.4	28.1	22.6	13.6	11.7	5.2
8일	1.6	0.2	4.9	11.7	15.2	19.9	25.3	26.2	22.4	16.2	12.6	4.5
9일	0.5	0.4	5.8	16.3	16.1	20.1	26.7	24.2	24.1	12.9	11.4	5.3
10일	-0.1	1.3	7.3	16.7	18.8	20.0	26.7	22.7	23.7	9.8	13.0	2.7
11일	-7.5	2.3	10.1	18.5	16.8	23.9	26.7	23.5	22.7	11.1	15.5	1.7
12일	-6.9	3.5	11.0	15.6	18.6	22.9	24.4	25.1	23.2	13.7	16.3	2.5
13일	-5.6	3.7	10.0	11.8	18.0	22.7	24.0	24.6	24.3	16.6	9.5	0.2
14일	-4.7	1.4	6.8	12.4	14.4	21.8	24.3	26.8	24.4	16.6	9.3	-8.2
15일	-0.1	-5.2	5.1	12.0	14.8	17.3	24.4	27.2	25.6	17.2	8.6	-4.3
16일	-2.7	-7.2	8.0	11.1	15.4	19.2	24.6	25.0	25.3	16.3	9.4	-6.9
17일	-5.0	-6.4	9.4	10.7	17.4	21.2	25.9	25.2	24.5	10.9	11.1	-7.3
18일	-5.2	-1.9	7.8	12.3	18.3	22.0	25.8	25.0	25.8	9.6	11.5	-9.7
19일	-4.7	-1.7	3.6	11.9	17.7	22.4	25.8	25.7	23.2	11.5	13.5	-7.1
20일	-5.4	-4.7	4.5	12.9	18.4	23.4	23.2	26.7	19.1	13.3	13.6	-2.5
21일	-3.1	-2.4	4.2	14.3	17.1	23.2	24.8	27.0	18.6	14.0	12.3	0.9
22일	-0.7	-4.4	5.9	12.5	17.3	22.9	24.2	26.2	19.7	15.0	10.2	-7.7
23일	1.1	-5.3	5.1	14.7	19.5	22.3	24.5	24.4	17.8	13.2	10.3	-11.3
24일	4.5	-1.6	7.2	15.5	20.1	20.8	25.8	24.5	18.7	10.1	10.0	-9.0
25일	3.2	2.9	12.3	18.3	17.9	23.7	27.5	22.4	20.0	11.0	12.4	-4.9
26일	0.9	4.1	10.2	19.9	16.5	25.1	27.8	23.7	19.8	12.8	6.5	-3.7
27일	-1.6	3.4	7.3	15.4	17.5	25.8	27.4	21.4	20.4	13.0	6.0	-1.7
28일	-2.7	5.6	6.8	16.0	19.0	25.1	29.3	22.4	20.1	12.8	13.0	-3.2
29일	-3.5		9.3	12.9	20.0	23.7	31.1	20.8	19.7	14.7	5.8	-2.8
30일	-2.9		10.4	12.1	18.9	22.6	27.2	19.0	19.8	14.9	-5.6	-2.5
31일	-0.3		10.1		18.7		26.2	21.5		14.8		0.2
평균	-2.2	-1.3	6.7	12.9	17.1	21.9	26.2	24.9	22.0	14.4	10.2	-2.6



최심신적설(cm) 112인천 / 2013년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	4.8											
2일												
3일		7.4										
4일		7.2										
5일		2.8										
6일		1.6										
7일		0.0										
8일												
9일												
10일		1.6										
11일												0.6
12일	1.0											2.5
13일												
14일												1.5
15일												
16일	1.0											
17일												
18일												
19일												1.1
20일												0.0
21일												
22일		0.3										
23일												
24일												
25일												
26일												0.3
27일												
28일												
29일												0.3
30일												
31일												
평균	2.3	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9



최심신적설(cm) 112인천 / 2014년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일												
2일												0.2
3일												3.3
4일												
5일												
6일												
7일												1.0
8일		2.5										1.7
9일			1.7									
10일												
11일												
12일												0.3
13일												
14일												0.1
15일												
16일												
17일												
18일												
19일	0.1											
20일	2.2											
21일												0.7
22일												1.8
23일												
24일												
25일												
26일												
27일												
28일												
29일												
30일												
31일												0.3
평균	1.2	2.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0



최심신적설(cm) 112인천 / 2015년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일												
2일												
3일												3.9
4일												
5일												
6일												
7일												
8일												
9일		0.4										
10일												
11일												
12일												
13일												
14일												
15일												
16일												
17일												
18일	1.8											
19일												
20일												
21일												
22일												
23일												
24일												
25일											0.7	
26일											0.7	0.0
27일												
28일												
29일												
30일												
31일												
평균	1.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.0



최심신적설(cm) 112인천 / 2016년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일												
2일												
3일												
4일												
5일												
6일												
7일												
8일												
9일												
10일												
11일												
12일												
13일	2.7											
14일												
15일												
16일		0.5										
17일												
18일												
19일												
20일												
21일												
22일												
23일												0.0
24일												
25일												
26일	1.5											
27일												
28일												
29일												1.8
30일												
31일												
평균	2.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9



최심신적설(cm) 112인천 / 2017년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일												2.0
2일												
3일												
4일												
5일		0.4										1.9
6일												0.1
7일												
8일												
9일												
10일												
11일												
12일												
13일	0.6											
14일												
15일												0.2
16일												
17일												
18일												4.1
19일												
20일	8.1											
21일	4.2											
22일		0.0										
23일											1.5	
24일												
25일												
26일												
27일												
28일												
29일	5.0											
30일												0.3
31일												0.2
평균	4.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.3



최심신적설(cm) 112인천 / 2018년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일												
2일												
3일		0.1										
4일												
5일												
6일												
7일												
8일	0.7											
9일	0.5											
10일	0.2											
11일		0.5										
12일		0.1										
13일	2.9											4.2
14일												
15일												
16일												0.6
17일												
18일												
19일												
20일												
21일												
22일		1.6										
23일		1.3										
24일											1.6	
25일												
26일												
27일												
28일												
29일												
30일	1.6											
31일												
평균	1.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.4



최심신적설(cm) 112인천 / 2019년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일												
2일												
3일												
4일												
5일												
6일												
7일												
8일												
9일												
10일												
11일												
12일												
13일												
14일												
15일		3.5										
16일	0.6											
17일	0.6											
18일												
19일		4.2										
20일												
21일												
22일												
23일												
24일												
25일												
26일												
27일												
28일												
29일												
30일												
31일												
평균	0.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



최심신적설(cm) 112인천 / 2020년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일												
2일												
3일												
4일												
5일												
6일												
7일												
8일												
9일												
10일												
11일												
12일												
13일												1.2
14일												
15일												
16일		3.5										
17일		0.3										0.1
18일												0.7
19일												
20일												
21일												
22일												
23일												
24일												
25일												
26일												
27일												
28일												
29일												
30일												
31일												
평균	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7



최심신적설(cm) 112인천 / 2021년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일			0.4									
2일		0.1	0.1									
3일		4.5										
4일		0.1										
5일												
6일	4.0											
7일												
8일												
9일												
10일												
11일												
12일	2.8											
13일												
14일												
15일												
16일		1.6										
17일	0.8											
18일	0.0											5.2
19일												0.0
20일												
21일												
22일												
23일												
24일												
25일												
26일												
27일												
28일	2.4											
29일												
30일												
31일												
평균	2.0	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6



최심신적설(cm) 112인천 / 2022년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일		2.3										
2일	0.2											
3일												0.4
4일												
5일												
6일												0.6
7일												
8일												
9일												
10일	0.7											
11일	0.0											
12일												
13일												0.9
14일												
15일												4.6
16일												
17일	0.6											2.1
18일												
19일	0.6											
20일												
21일												3.8
22일												
23일												
24일												
25일												
26일												
27일												
28일												0.4
29일												1.1
30일												0.3
31일	3.1											
평균	0.9	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6



일강수량(mm) 112인천 / 2013년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	2.9	44.7	1.2	0.1								
2일				4.5			49.0	0.8		0.0	8.6	
3일		7.2										
4일		6.5				0.1	2.4	0.0			0.0	
5일		6.7					0.0	11.1	0.0			
6일		2.2		10.3				34.7	0.0		1.0	0.0
7일		0.0	0.0	1.0			2.2					0.4
8일				0.4			66.7			4.0		0.0
9일					6.4		1.8				7.0	12.2
10일		1.2			18.0		0.2	1.7	13.8		0.0	
11일						5.7	7.7		45.2	0.2		1.4
12일	1.8		5.1		0.1	8.4	30.1		0.0			4.6
13일			15.5				148.2		101.9			0.0
14일				2.6			10.0		11.4		0.4	2.8
15일					0.0		0.7	2.2		0.8	3.6	
16일	0.6						4.6	0.6			3.3	
17일		0.0	7.8			0.1	5.0					
18일			0.9		18.2	20.8	5.4					0.0
19일					21.3	0.0		0.0			0.0	0.9
20일			0.0	9.4	0.0		2.3					0.0
21일	18.5	0.0					0.0					
22일	0.2	0.2	0.0				38.1		0.0			
23일	1.5			5.0		0.1	35.9	42.9				
24일	0.0			0.1			17.0		3.8		11.1	
25일				4.6							8.2	
26일		0.0									1.0	0.6
27일					52.4		0.7				0.6	
28일		0.2			6.6	1.7	8.2		6.4		0.0	
29일				14.5	3.2		0.1	26.7	18.0	0.1	0.0	0.5
30일			0.2				0.1		4.0			
31일	0.0						11.0					
평균	3.2	5.7	3.4	4.8	12.6	4.6	17.9	12.1	17.0	1.0	3.0	1.8



일강수량(mm) 112인천 / 2014년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	0.1	13.6			1.8							0.4
2일		0.4				2.6	8.9	0.0	4.4	16.2	1.7	0.1
3일				0.8	0.3	25.6	58.4	11.7	69.6	0.0		1.9
4일								2.0				
5일				0.0								
6일					3.1			10.6			0.2	0.0
7일	0.0	0.0			2.4			0.2				0.9
8일	0.0	2.7	0.0				1.2					1.7
9일		0.0	5.6				17.8					
10일	0.0	0.0			32.3	14.4		36.1				2.1
11일					15.2	19.9					4.3	0.0
12일	0.0		0.5	0.0		0.2					1.7	0.2
13일				0.0				0.2				
14일					0.2			0.8			0.0	0.1
15일												10.4
16일				0.0						4.7	2.3	
17일			0.0	1.8			0.0	3.1			0.3	
18일			0.1				2.5	11.8				
19일	0.1					0.0	0.1	1.6		0.0		2.1
20일	3.8		0.0			0.0				20.0		1.9
21일						0.0		34.7	0.0	19.2		0.8
22일						0.1	10.5	5.3			13.0	1.4
23일					0.0	0.0	32.9		0.0			
24일					18.7		66.1	0.0	2.1			0.1
25일	1.6		0.0		0.3		26.6	0.0				
26일			0.3				0.8		2.8	0.0		
27일				11.3								
28일	1.0			20.8					0.7		14.4	
29일			2.0	9.4			0.1	4.0	14.3			
30일	1.3						0.1				8.1	
31일							1.2			0.2		0.2
평균	0.8	2.8	0.9	4.9	7.4	6.3	15.1	7.6	11.7	7.5	4.6	1.4



일강수량(mm) 112인천 / 2015년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일			0.0	1.8					0.0	36.3		
2일	0.0			9.4	0.3			16.7	3.1			14.1
3일			5.9	0.2	2.2			0.8	0.0			9.2
4일				0.1								
5일	0.5			0.6		0.4		0.1	8.8			
6일	0.9										2.1	
7일											27.3	
8일							0.0	11.7			15.1	
9일		0.5									1.5	
10일										4.9		1.2
11일					20.3	3.1	0.2		1.6	2.7		
12일					3.6	0.1	31.7					
13일			0.0	5.9		0.8	12.7	2.7			18.1	
14일				10.4		10.7					4.0	2.3
15일		0.0		0.3			0.0					0.0
16일	0.0	11.8		1.4				6.2			12.5	0.0
17일		0.0	0.0									
18일	3.3		0.8				0.2				6.9	
19일	0.1			17.1	2.0		4.9					
20일				5.0		28.8	0.7				0.0	
21일		7.6					1.0	1.6				2.5
22일		1.9		0.0				0.0			4.1	
23일							4.8		0.0		6.5	0.1
24일							19.7	0.1		6.2	0.3	
25일	4.9	1.0				1.7	32.7	0.9			7.1	1.0
26일	0.6	0.0				17.9	41.6	0.0		5.6	0.6	0.1
27일							1.2	0.0		29.9		
28일				0.0			0.0		0.0		0.2	
29일				1.5		0.1	24.4			1.4	1.4	
30일					1.7							1.5
31일			3.3					4.7				
평균	1.3	2.9	1.7	3.8	5.0	7.1	11.0	3.5	1.9	12.4	6.7	2.9



일강수량(mm) 112인천 / 2016년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일							107.0	0.0				0.0
2일			1.8		13.5		0.7		15.1	22.5	0.9	
3일			42.1	0.1	35.4					9.4	0.0	
4일			0.0				27.1					
5일					0.8		79.8			0.0		1.2
6일				3.7	8.7	0.0	0.0				0.1	
7일				7.1			0.0			2.7	2.2	0.4
8일									1.0	6.1	0.1	9.9
9일				0.4					0.0			0.6
10일	0.0			0.2	11.0						0.0	
11일		2.4	0.1			3.8			0.2		6.9	
12일		13.2					2.3		0.0			
13일	1.6	21.9		0.7			0.0				1.1	
14일	0.0					0.0					3.1	
15일		0.4			38.0	8.8	1.4					
16일	0.1	0.9		30.5	0.3		46.7			1.5		
17일				16.2			0.4		7.6			0.0
18일	0.2			0.2							0.0	
19일											0.2	0.8
20일				0.7								
21일				21.0				0.1				33.0
22일		0.3				2.8					0.0	19.9
23일	0.0	0.3			0.0	0.0	0.2			2.7		0.1
24일					40.8	2.3	0.0			0.0		
25일	0.0							3.8		32.4		
26일	0.9	0.0						8.3			2.7	0.0
27일		0.0	0.1				1.3	0.0	10.5		0.2	0.0
28일		3.7					0.0	0.0	0.1	0.5		
29일							30.3					1.2
30일						1.8	3.3				0.7	
31일								14.3		0.9		
평균	0.4	4.3	8.8	7.3	16.5	2.4	17.7	3.8	4.3	7.2	1.2	5.2



일강수량(mm) 112인천 / 2017년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일			8.1			0.5	0.2	0.6		4.6		0.2
2일	0.2		0.4			0.0	103.4			0.6	0.5	0.0
3일							12.3				0.0	5.7
4일							7.8					
5일		1.7	0.4	41.3					0.0			0.7
6일				0.7		17.2		0.0	1.9	0.0		0.1
7일						10.6	9.2					
8일				0.4			4.2					0.0
9일	0.1	0.0		0.0	6.7	1.2	15.3	0.3				0.0
10일	0.0	0.0			2.4	0.4	100.8	4.5	0.0	0.4	4.5	7.4
11일	0.0				0.0		2.0	33.8	19.0	16.2		
12일	0.3		0.0				0.1					
13일	0.4				8.1	0.0		0.0			0.1	
14일				7.4			0.1	2.1				
15일							43.7	89.8			0.0	0.3
16일		0.2					53.7	8.8				
17일		3.9		5.3			2.8	1.9			0.0	0.0
18일	0.0			1.8			1.1			0.0		3.0
19일		4.8						5.6	0.7			
20일	4.4	0.2		0.1		0.0		54.2			0.5	0.1
21일	4.2							8.8				
22일		5.4					0.0				1.2	
23일					4.4		69.3	21.3			1.4	
24일					0.0	0.0	14.5	7.1			0.3	21.0
25일											33.5	0.0
26일	0.5					19.4			0.0			
27일	3.5		0.0			0.0	5.6	0.0	0.0			
28일							8.9	11.7			0.2	0.0
29일	7.0						0.0					0.0
30일												1.5
31일			0.8				23.3					0.1
평균	1.7	2.0	1.6	7.1	3.6	4.5	21.7	14.7	3.1	3.6	3.5	2.2



일강수량(mm) 112인천 / 2018년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일			1.1	0.0	0.0		61.8			0.0		
2일					4.0		50.3					
3일		0.3	0.1	0.1	0.2		0.0		19.7			6.6
4일			13.7	15.1								5.8
5일			4.7	13.1	0.0		0.0			17.3		
6일				7.3	20.7			0.0	0.2	50.4		0.0
7일			2.1						1.7		2.5	
8일	0.9		5.6	2.4							49.6	
9일	0.3					16.7	22.9			0.3	0.0	
10일	0.2			1.9		3.2	8.8			18.8	0.5	
11일		0.3			0.0	5.2	5.0				0.0	
12일	0.0	0.1			24.6	1.2	0.0					
13일	0.7				0.1			1.1				3.6
14일				6.0		23.1	0.0		0.0			
15일	0.2		46.6			1.3	0.0	2.9	0.2			
16일	0.0				28.0				1.5			0.6
17일					53.2				0.0			
18일			1.0		6.5					0.6		
19일			1.5						0.2			
20일								0.0	1.9		1.3	
21일			2.2					27.2	13.6		3.1	
22일	1.6	1.3		15.1	13.7			0.0	7.1			
23일		3.2		49.9	5.3			3.5	0.0	6.8		
24일				1.3				3.8			9.6	
25일												0.0
26일						90.3		0.0		15.6		0.0
27일				0.0		0.2		9.9				
28일		21.8				2.4	0.0	127.3		6.4		
29일					2.5	0.4		35.2		0.0	0.0	
30일	0.6			0.0	0.1			4.0		0.0		
31일	0.0							0.0		0.0		
평균	0.5	4.5	7.9	8.6	10.6	14.4	13.5	15.4	3.8	9.7	7.4	2.4



일강수량(mm) 112인천 / 2019년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일								26.0				3.8
2일		0.0								13.2		0.0
3일		19.5							3.2	4.2		1.8
4일	0.0								58.2			0.3
5일									40.3	0.0		
6일			0.0	0.0		5.9			6.9			
7일		0.0				26.8		0.0	1.4	13.8		0.1
8일												
9일				14.9		0.0			0.0			0.0
10일				3.8		3.4	3.7		88.8		21.4	2.4
11일			0.1				0.1	10.0	4.2		1.3	0.0
12일		0.0						52.7	25.2			
13일					0.0		11.1	4.1	0.0		5.9	1.2
14일				2.4				2.7	0.8			0.0
15일		2.6	1.5				0.0	6.4			23.4	
16일	0.6	0.0					37.5	0.0				
17일	0.1					0.2		0.0			23.7	6.7
18일				0.0	0.0	4.5	0.0				9.9	
19일		4.5			14.4	0.8					0.0	0.0
20일			16.4	1.1	8.3		3.8					0.0
21일			4.7	0.7			6.0	0.6	0.0			2.1
22일									0.0			0.6
23일			2.6	0.0			0.0					4.8
24일				5.9			1.0				3.8	
25일				9.6			9.1			0.0		
26일				2.7		0.0	61.1					0.2
27일					10.5	0.9	4.8	2.6				
28일	0.0			0.0		3.8	30.0			0.6		
29일			0.0			3.2	0.2	38.6		0.1		0.9
30일			3.1		0.0	0.2	2.4	0.0				0.1
31일							50.0	0.0				0.0
평균	0.2	3.8	3.6	3.4	5.5	4.1	13.0	10.3	17.6	4.6	11.2	1.3



일강수량(mm) 112인천 / 2020년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	0.0		0.0			0.4	0.1	38.2	0.0		20.7	
2일		0.0			0.0	2.7		21.6	34.5	1.2	0.6	
3일		0.0			0.1	0.0	0.8	50.5	39.0	0.1	0.2	
4일		0.9	0.0			0.9	0.5	1.7		0.0		
5일					0.0	0.0		15.2				
6일	2.3							59.4	3.1			0.0
7일	42.2	0.0					0.0	0.1	62.7		0.0	
8일	3.4	0.0			2.9	0.0		18.2	0.0			
9일			0.0		24.1			103.8	2.2		0.0	
10일		0.0	6.1		0.8	9.4	1.7	20.1	0.0			0.2
11일					2.6			106.6	0.0			
12일		5.9			0.3		2.7	0.1	6.6			
13일			0.0				50.6	0.0				3.7
14일						0.2	9.2	0.1				
15일		3.8			10.4		0.0	27.3				
16일		10.2			1.7				0.5			
17일		0.1		2.6	0.1					0.2	0.8	0.1
18일					35.7						8.5	1.1
19일	0.1			11.2	4.7	0.1	22.0		19.1		47.7	0.0
20일				0.0			2.3				0.0	
21일		5.8			0.0			0.4			0.9	
22일		1.1		0.0	0.0		25.0	0.4		0.4	2.2	0.1
23일					0.1	0.0	101.8					0.0
24일		0.0			15.9	23.5	7.8					
25일		17.5				6.9	0.0		0.0			
26일			3.5		1.5	1.6		0.5				0.0
27일	0.6		1.1			0.0	4.9	12.4				0.0
28일	0.0	4.1					0.1	8.7				1.4
29일		0.3				22.0	13.8	0.3			0.0	0.0
30일						32.5	0.2	0.8				
31일					0.3		0.0	0.0				0.0
평균	6.9	3.1	1.5	3.5	5.3	6.3	12.2	21.1	12.9	0.4	6.8	0.5



일강수량(mm) 112인천 / 2021년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	0.0	0.0	58.7		0.7	0.9		12.6	0.0	7.8		
2일		0.0	0.0	0.0	1.1			0.1	1.0			0.0
3일		3.3		54.7		16.1	52.7					0.4
4일	0.0	0.1		0.5	32.3	0.0	12.6			1.8	2.4	
5일	0.0				0.0		0.0			0.0		
6일	2.1							0.0	15.6	1.1		
7일					1.9	0.0	0.2		14.1	4.6		
8일						0.1	0.5	21.5	0.0	1.8	31.4	
9일										0.0	13.3	
10일	0.0				5.2	7.2	10.7			7.0	0.0	0.3
11일	0.0					2.1	0.0	1.4		0.4	0.3	
12일	1.1		0.0	18.1								
13일				6.0								
14일		0.0									0.0	0.4
15일		0.8	0.5		25.1	1.6				0.1		1.8
16일		2.4	0.3	0.4	61.4		5.0	29.5		0.0		
17일	0.5			0.0	2.4	0.1	2.4	27.6				
18일	0.0					12.1	0.1	7.4		5.4	0.8	4.6
19일									0.0	1.6		0.0
20일			3.4		7.9			4.5	0.3			0.0
21일	14.4		0.0		4.6			59.6	74.6		3.1	
22일	0.0					0.0		0.0	7.0		0.0	
23일				0.0				12.2			0.0	
24일				0.0	0.0			8.2			0.0	0.1
25일					5.3			0.1			0.0	
26일	0.2					1.6		0.0				
27일			22.3	5.1	8.8			0.6	0.0	0.0		0.0
28일	2.5		8.2	0.1	11.1	3.6			3.5			
29일				7.7	0.0			1.0	9.7			0.0
30일	0.0			24.3	23.1		0.0	0.0			27.7	0.0
31일					0.6		0.0	82.7		0.0		
평균	1.5	0.9	10.4	9.0	10.6	3.5	7.0	14.2	10.5	2.1	6.1	0.6



일강수량(mm) 112인천 / 2022년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일		1.2	4.3					31.3				
2일	0.3							148.2		17.8		
3일	0.2							51.1		57.1	0.0	1.4
4일		0.0							27.1	7.0		
5일						0.5	0.0	0.0	95.5			
6일						1.6		0.0	25.5			0.1
7일					0.3	0.0	0.5	0.0			0.0	0.7
8일					0.7		0.0	207.8			0.0	
9일				0.0		0.4		113.1		17.3		
10일	1.2				0.0	4.4		6.3		2.9		
11일	0.0		0.0		0.0			19.4	0.0			
12일			2.5	1.7							47.7	2.1
13일	0.0		32.8	1.5		0.0	168.0	6.5	0.0			1.3
14일		1.0	6.4			0.1	0.5	1.4	0.0			
15일	0.0	0.0				19.7		0.0			1.0	2.5
16일		0.0				2.7		0.0	14.9			
17일	0.4		0.1						0.5			1.3
18일			0.0		2.4							
19일	0.2	0.0	12.0					11.3				0.0
20일						0.0	0.7					
21일		0.0					12.8				0.0	3.9
22일								0.0			0.0	
23일			0.0			92.3	11.6	2.8	4.3		0.0	
24일				0.1		8.4	0.4					
25일	0.2		9.3	0.5	2.0			1.6			0.1	
26일		0.5	17.2	0.3		0.0						
27일			0.0			2.3		0.0				
28일				0.0		2.6					30.1	0.2
29일				17.0		24.9		1.0			2.4	0.3
30일			0.0		0.0	126.1	0.0	34.1				0.2
31일	1.9						20.7					
평균	0.4	0.3	6.5	2.6	0.8	16.8	19.6	30.3	18.6	20.4	7.4	1.2



순간최대풍속(m/s)112인천/2013년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	11.6	12.1	19.9	5.8	9.2	8.2	5.4	5.9	8.5	6.0	5.1	5.8
2일	14.0	11.4	14.2	9.9	8.9	5.8	17.5	7.5	7.6	13.1	8.7	6.2
3일	10.1	7.3	7.9	7.2	8.2	7.2	8.1	8.2	10.4	9.3	6.1	6.0
4일	5.5	11.0	9.8	5.8	7.6	8.4	9.6	7.1	9.2	7.1	6.7	4.2
5일	5.6	7.5	7.9	7.2	6.6	7.1	6.8	10.5	7.3	7.0	6.0	8.3
6일	5.1	9.0	12.1	13.7	7.7	5.6	7.2	15.8	8.3	10.1	8.1	8.5
7일	5.8	18.2	10.4	11.8	7.5	6.7	7.2	7.8	7.3	10.3	14.9	7.0
8일	8.5	15.4	7.6	14.4	7.6	6.0	16.6	10.3	6.0	10.1	5.4	5.8
9일	10.0	5.0	13.8	16.2	8.8	6.6	8.5	8.1	6.4	8.7	9.7	13.8
10일	6.0	12.6	16.4	14.3	9.8	7.4	9.0	11.1	8.0	7.1	13.3	10.9
11일	6.6	7.7	8.9	15.0	9.8	9.1	9.9	6.0	8.2	15.4	12.9	20.5
12일	9.5	8.0	7.9	11.7	15.4	7.8	12.7	7.0	4.4	9.0	9.1	17.4
13일	6.0	5.5	16.6	14.5	10.3	9.3	8.7	7.8	9.3	4.9	5.8	9.8
14일	11.0	5.7	8.2	15.8	8.3	6.4	14.6	6.4	11.5	6.9	8.2	7.8
15일	5.3	13.1	6.9	6.5	7.6	6.6	9.3	8.5	10.2	11.0	9.9	7.4
16일	10.8	6.4	6.5	12.9	10.1	8.4	16.7	9.8	7.7	7.6	13.6	5.5
17일	9.1	5.6	7.2	8.1	8.7	6.9	14.8	11.1	5.5	5.7	16.1	6.5
18일	6.1	12.9	14.7	13.2	9.6	5.1	7.5	8.8	6.5	5.8	16.3	10.2
19일	5.3	13.2	8.2	10.3	9.8	5.8	12.2	7.2	8.2	6.8	14.7	16.1
20일	6.6	10.3	15.6	7.8	6.9	6.7	11.3	6.3	6.7	6.5	11.4	12.7
21일	9.0	6.5	11.8	10.5	6.1	6.0	10.2	7.2	7.3	9.0	8.2	7.4
22일	6.0	14.6	9.0	7.2	6.7	6.9	8.2	6.4	15.7	9.6	5.7	6.1
23일	8.4	12.3	8.3	7.6	7.4	7.6	12.5	13.6	7.3	7.6	6.0	7.7
24일	16.3	8.1	10.3	10.2	6.6	7.7	14.4	7.5	10.0	12.8	12.8	4.5
25일	13.7	8.0	11.2	12.2	6.3	6.3	8.0	6.2	11.9	11.5	21.9	4.3
26일	10.6	6.4	7.3	10.3	9.8	8.6	7.7	8.7	8.9	7.2	16.2	13.7
27일	9.4	7.6	6.9	11.2	14.4	6.9	6.5	7.1	6.3	6.1	15.3	11.3
28일	6.7	13.3	10.5	10.8	11.8	7.2	11.3	7.3	7.5	5.0	9.2	9.9
29일	7.2		11.4	15.1	7.3	6.9	8.4	18.7	7.3	9.6	8.8	8.0
30일	5.0		8.4	9.8	7.3	6.3	10.1	8.4	8.7	8.0	7.0	11.2
31일	7.4		7.9		6.1		17.9	7.9		6.1		13.7
평균	8.3	9.8	10.4	10.9	8.7	7.1	10.6	8.7	8.3	8.4	10.4	9.3



순간최대풍속(m/s)112인천/2014년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	13.7	8.4	6.1	6.3	8.2	5.1	6.1	8.6	7.6	8.4	6.9	22.0
2일	8.6	8.4	10.4	7.3	13.8	11.2	7.6	16.6	11.5	11.3	17.9	13.6
3일	8.2	13.8	5.9	15.0	13.3	9.6	12.3	12.7	12.7	11.7	12.7	12.7
4일	7.4	13.6	9.6	11.9	12.1	10.0	8.3	7.2	7.9	10.8	6.5	10.2
5일	7.3	7.9	15.5	13.7	10.8	11.5	6.4	6.9	6.9	8.5	6.9	14.2
6일	5.5	6.6	9.7	11.1	9.4	7.2	11.3	7.3	6.3	8.2	9.7	11.3
7일	4.2	9.7	10.3	10.1	10.6	7.4	7.1	5.7	6.5	7.6	5.8	6.2
8일	13.4	9.6	7.7	6.5	9.6	7.2	6.4	11.2	7.4	6.5	6.4	8.6
9일	12.7	8.5	15.3	6.5	8.7	7.2	13.8	13.1	7.5	5.7	8.2	6.1
10일	5.6	7.5	9.6	7.2	7.4	11.6	9.2	20.6	6.7	10.8	5.5	12.9
11일	4.7	7.5	8.4	8.6	14.7	10.2	10.4	7.6	7.1	9.1	9.0	14.5
12일	13.2	8.3	7.0	4.1	12.9	7.2	8.3	6.6	5.8	7.6	18.3	9.2
13일	10.3	8.1	10.1	7.5	8.4	6.6	9.1	5.6	7.3	14.4	12.1	10.3
14일	5.7	7.0	9.7	6.9	7.9	7.0	6.9	5.4	7.5	7.0	9.5	6.7
15일	6.2	7.6	11.3	5.5	11.2	9.0	6.7	6.5	8.4	6.6	6.3	10.6
16일	5.4	5.4	7.2	8.4	7.7	6.5	6.5	7.3	7.7	13.5	10.3	15.4
17일	6.2	7.9	12.7	5.9	6.2	7.8	8.4	7.3	6.6	7.5	8.8	19.9
18일	12.9	7.6	11.6	8.1	6.9	8.1	7.3	8.8	7.2	5.0	7.1	12.5
19일	7.3	7.2	8.9	9.1	7.0	9.4	6.3	5.9	6.3	5.9	4.1	10.8
20일	14.4	8.9	17.0	8.1	8.7	6.5	6.7	7.8	6.6	9.6	5.3	14.3
21일	11.0	7.1	11.7	7.3	10.0	7.2	6.6	11.2	5.6	13.2	8.2	11.3
22일	4.8	6.2	7.4	9.6	6.1	7.4	11.1	9.0	7.0	8.9	10.1	10.4
23일	6.1	5.0	8.9	6.6	7.5	8.1	11.6	6.5	8.2	6.1	6.3	7.6
24일	8.1	5.6	8.0	6.8	6.8	7.9	7.0	6.1	10.1	7.0	6.9	12.3
25일	11.8	7.5	6.4	6.6	12.7	6.9	17.2	9.6	5.7	6.9	11.1	10.3
26일	12.6	5.9	8.0	7.7	9.1	6.7	19.8	9.0	8.1	11.7	7.5	8.9
27일	7.8	9.3	6.7	7.2	11.2	7.4	5.7	7.1	8.6	11.3	6.1	4.9
28일	10.7	5.8	8.0	11.5	10.9	8.6	6.1	7.6	8.8	6.2	11.4	6.2
29일	7.4		10.5	12.5	6.9	7.0	8.0	12.4	6.0	4.1	7.2	6.4
30일	10.4		9.0	8.6	7.6	7.0	6.8	6.1	7.5	5.1	8.6	10.3
31일	6.6		7.0		7.2		7.0	5.3		11.6		18.7
평균	8.7	7.9	9.5	8.4	9.4	8.0	8.8	8.7	7.6	8.6	8.7	11.3



순간최대풍속(m/s)112인천/2015년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	16.2	6.7	11.8	10.4	6.4	6.9	13.0	8.8	9.9	19.9	4.6	4.8
2일	12.7	5.5	9.1	18.4	9.9	10.2	8.1	8.3	10.5	12.8	7.7	16.1
3일	7.8	9.3	17.1	11.3	7.7	13.6	8.6	12.8	8.7	11.5	5.2	19.1
4일	7.5	10.2	16.5	12.9	15.7	7.6	8.4	13.3	7.7	8.2	5.1	9.7
5일	7.1	7.8	8.4	6.8	8.7	7.6	7.1	9.8	12.5	6.3	5.7	11.0
6일	14.5	6.7	6.1	11.5	7.5	7.8	7.6	6.8	11.1	6.8	11.6	7.1
7일	11.0	13.1	6.4	9.0	8.9	8.8	7.2	7.5	8.5	6.3	13.6	5.6
8일	5.7	16.9	6.4	8.2	5.9	7.8	9.5	13.5	10.1	10.5	11.9	4.7
9일	8.1	13.9	19.6	7.1	7.6	7.4	8.3	6.7	10.8	10.4	7.8	5.0
10일	7.2	12.6	17.5	7.9	7.3	7.3	5.8	7.1	7.7	12.1	6.8	7.6
11일	12.7	9.1	16.5	6.8	13.9	12.6	7.2	8.4	8.7	14.5	5.4	10.4
12일	11.3	13.4	10.8	9.8	16.2	13.1	14.7	8.6	12.3	10.5	7.7	8.8
13일	4.6	9.0	8.2	12.9	11.8	12.9	15.1	11.5	8.7	9.1	10.2	6.5
14일	6.0	9.0	8.0	8.7	10.6	11.8	7.9	7.8	6.6	7.3	8.2	5.7
15일	6.9	9.5	6.7	7.8	8.0	7.3	10.2	7.0	7.9	5.2	4.9	14.0
16일	13.0	8.3	5.9	14.9	8.4	7.7	14.3	11.6	8.6	5.4	6.9	14.0
17일	12.7	9.4	7.2	9.7	6.5	6.3	12.9	7.4	9.0	5.3	8.5	13.5
18일	15.4	8.2	9.8	5.5	8.9	8.0	7.3	7.0	7.4	6.3	11.2	5.5
19일	12.4	5.8	7.0	9.5	8.6	7.7	6.3	7.1	7.6	5.3	7.7	5.1
20일	5.8	6.3	7.2	10.9	9.9	7.3	7.3	6.4	6.8	9.1	7.5	4.7
21일	5.2	8.7	7.6	7.3	8.7	6.8	5.7	6.6	6.8	5.0	7.7	7.6
22일	7.9	12.5	13.4	8.6	7.9	7.7	6.9	6.6	6.6	8.0	7.5	6.0
23일	6.2	7.2	15.0	8.6	6.5	7.2	7.1	6.6	7.7	7.5	11.5	7.5
24일	6.6	7.9	8.9	8.5	8.0	7.0	9.8	14.3	6.9	14.0	10.6	9.7
25일	7.7	8.6	7.5	8.0	7.4	7.1	14.4	13.2	5.8	6.9	10.8	9.7
26일	10.1	15.9	7.2	8.7	6.9	13.3	8.4	11.7	6.5	9.1	14.4	10.3
27일	10.8	12.4	7.5	8.1	5.9	9.5	8.0	8.8	6.7	13.8	11.5	11.0
28일	8.4	8.4	7.0	7.0	7.5	7.4	7.0	6.4	8.6	9.9	6.8	7.5
29일	6.7		7.0	9.4	7.0	7.2	9.1	6.2	8.4	16.0	7.9	5.7
30일	10.4		6.2	6.6	6.8	7.2	10.3	7.1	11.5	11.3	7.0	10.1
31일	8.0		7.2		6.5		8.1	7.2		10.0		6.8
평균	9.2	9.7	9.7	9.4	8.6	8.7	9.1	8.8	8.6	9.5	8.5	8.7



순간최대풍속(m/s)112인천/2016년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	7.4	9.0	9.1	7.6	9.3	8.1	10.4	6.1	14.3	5.2	11.2	13.6
2일	7.2	6.8	13.7	7.8	12.3	6.5	7.3	6.3	13.8	11.9	6.5	5.5
3일	4.0	6.6	8.0	12.9	21.0	11.6	5.8	6.1	8.4	14.5	8.6	4.6
4일	9.2	9.1	10.2	7.8	19.1	6.8	10.5	7.9	6.3	8.4	11.1	6.1
5일	9.0	7.5	13.7	7.5	7.6	6.4	13.0	7.0	7.0	11.1	9.8	15.5
6일	9.3	8.5	8.3	8.1	11.3	8.7	6.2	6.1	6.4	7.3	8.7	11.1
7일	9.5	6.0	6.4	9.8	9.2	7.8	6.4	7.5	6.1	10.4	12.0	8.7
8일	7.0	16.2	9.6	8.7	9.1	8.0	7.2	8.8	6.7	14.2	13.5	10.3
9일	7.2	12.2	12.1	7.2	9.5	6.9	6.9	7.0	7.3	12.3	11.8	10.5
10일	8.0	6.1	13.4	7.5	8.8	7.6	6.5	6.6	5.7	7.5	8.6	9.5
11일	8.0	9.6	9.6	8.9	9.1	8.1	6.2	6.8	7.2	6.7	9.9	8.0
12일	11.1	11.4	11.0	8.0	10.4	6.4	6.8	6.9	7.2	7.8	10.3	5.7
13일	10.7	14.9	5.9	6.0	10.8	6.5	7.3	7.6	6.4	6.6	6.8	9.3
14일	6.6	15.0	8.4	7.9	8.7	11.1	7.5	8.4	6.3	4.9	8.2	8.8
15일	6.7	12.7	6.5	9.5	13.6	11.9	8.9	7.8	6.0	9.2	11.6	11.5
16일	6.5	13.3	6.0	14.2	11.3	9.2	12.3	6.9	5.8	7.1	5.4	9.7
17일	6.5	8.1	5.1	20.7	7.2	10.6	12.8	7.4	12.1	6.4	6.5	6.8
18일	19.4	12.3	7.8	13.6	6.3	7.2	6.6	6.3	8.4	6.4	6.3	7.9
19일	16.4	6.5	8.2	9.6	7.9	7.1	5.8	6.4	11.0	6.7	10.1	6.8
20일	8.0	12.6	7.0	12.6	6.3	6.3	6.7	7.1	10.4	7.8	10.4	6.9
21일	9.2	9.7	6.8	12.5	7.0	8.9	7.4	6.2	9.1	9.4	10.3	12.4
22일	8.9	8.3	7.5	10.1	6.0	9.7	8.4	8.1	6.3	7.2	12.6	13.3
23일	17.5	12.5	13.0	5.7	9.0	7.7	8.7	7.0	6.1	12.1	11.9	11.5
24일	11.9	8.7	9.1	7.2	10.3	9.6	7.8	5.9	5.9	7.2	8.6	6.6
25일	8.6	12.8	8.4	6.7	8.1	9.5	6.6	9.8	5.0	12.0	6.0	5.1
26일	9.2	7.6	8.2	7.3	7.2	8.8	8.6	13.9	7.2	6.8	7.6	8.5
27일	9.5	7.1	9.1	8.9	6.6	6.8	11.1	11.3	8.0	7.0	8.6	14.6
28일	7.5	13.9	7.4	7.6	7.0	6.5	9.7	13.7	6.9	13.6	9.8	6.8
29일	7.7	15.1	12.6	7.9	6.4	8.1	10.7	9.4	8.4	12.7	6.4	10.9
30일	7.4		6.1	14.9	6.9	10.7	6.9	14.4	6.1	7.2	9.4	6.0
31일	9.1		5.5		8.3		7.6	16.1		12.0		4.2
평균	9.2	10.3	8.8	9.5	9.4	8.3	8.2	8.3	7.7	9.0	9.3	8.9



순간최대풍속(m/s)112인천/2017년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	5.7	11.3	9.9	8.9	7.3	13.3	8.6	5.9	8.1	8.8	9.0	8.2
2일	6.8	8.5	10.4	7.9	6.5	9.3	17.3	5.2	7.0	9.6	7.5	7.4
3일	6.3	5.9	9.1	8.1	9.8	12.1	14.2	8.6	5.9	11.1	13.4	10.0
4일	7.6	4.4	5.4	7.1	9.1	8.8	7.1	7.5	5.8	8.5	10.5	13.3
5일	9.1	14.0	10.5	11.1	14.5	8.3	6.3	8.3	5.9	7.8	5.3	12.2
6일	6.5	13.8	15.5	9.6	15.8	11.4	7.6	6.9	6.0	8.1	6.7	9.8
7일	5.4	7.2	13.3	6.2	12.0	9.3	13.2	7.1	7.4	5.6	7.5	11.2
8일	8.4	10.7	10.7	7.8	9.1	9.1	10.5	6.6	6.7	7.3	11.8	11.6
9일	10.6	13.3	11.2	9.8	7.9	15.4	7.9	7.3	6.6	5.3	6.1	6.1
10일	11.6	14.7	8.0	9.4	8.4	8.0	12.0	6.5	6.9	8.6	17.0	17.5
11일	10.2	12.9	6.6	14.3	6.9	8.4	7.2	8.2	8.9	11.2	11.0	17.1
12일	12.7	7.4	8.7	15.3	8.4	8.0	6.8	9.3	9.6	8.6	6.6	9.7
13일	12.8	7.1	9.1	10.4	17.9	8.6	6.3	8.9	8.0	7.6	12.5	8.4
14일	14.0	7.8	16.9	13.7	12.1	8.5	10.6	8.9	9.2	10.2	12.5	6.3
15일	9.5	6.2	7.6	8.8	8.6	9.0	10.6	10.9	9.4	6.7	11.6	9.4
16일	6.3	9.3	7.7	5.6	8.2	8.6	10.1	9.1	12.0	7.9	5.9	12.4
17일	4.7	12.5	7.7	11.4	6.9	7.5	7.3	5.5	10.6	6.1	12.8	13.2
18일	5.3	10.2	7.5	13.3	6.6	7.3	5.8	5.8	7.8	8.1	15.2	12.6
19일	6.1	13.6	6.4	8.9	7.9	5.7	8.1	6.4	14.6	6.5	10.6	14.0
20일	13.2	15.3	6.2	7.7	7.4	6.9	7.9	11.4	10.3	6.2	6.9	10.3
21일	14.2	8.6	12.5	8.8	8.0	10.0	8.0	11.6	5.5	7.6	5.3	6.8
22일	14.4	11.8	8.8	8.8	6.5	7.3	6.9	6.2	7.5	15.5	12.1	8.5
23일	12.2	14.7	8.9	9.3	8.1	7.8	12.2	12.9	8.1	8.9	14.3	7.2
24일	5.8	7.6	6.7	10.0	7.7	8.4	5.0	15.3	12.0	6.5	10.7	12.8
25일	7.0	8.2	7.8	7.5	14.5	7.8	8.0	7.7	5.5	6.5	14.5	13.4
26일	12.6	9.2	8.0	13.6	10.7	13.3	9.6	8.4	6.8	6.5	11.3	13.5
27일	17.0	6.7	13.1	11.5	7.3	7.0	6.3	5.1	9.5	6.4	6.0	10.2
28일	6.0	7.3	6.7	12.0	9.9	6.7	6.4	11.2	12.4	7.3	6.2	5.5
29일	8.5		6.4	10.7	7.2	6.6	7.4	11.0	9.2	15.9	12.7	7.0
30일	13.0		6.7	9.2	7.4	8.7	7.7	8.1	8.7	12.9	12.7	7.0
31일	6.1		7.7		8.5		7.3	8.3		8.0		10.3
평균	9.3	10.0	9.1	9.9	9.3	8.9	8.7	8.4	8.4	8.4	10.2	10.4



순간최대풍속(m/s)112인천/2018년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	4.9	7.0	17.1	8.3	6.2	7.9	10.2	7.8	10.1	13.0	5.8	5.4
2일	9.9	7.8	10.1	8.5	14.9	7.3	9.6	7.2	9.3	7.1	5.6	7.0
3일	8.7	12.3	7.3	8.3	14.0	5.9	12.4	7.5	11.7	6.6	5.4	9.2
4일	8.1	12.5	13.2	10.9	14.9	5.9	7.0	8.0	12.9	8.4	6.4	12.9
5일	8.9	12.7	11.7	10.0	9.7	7.5	8.3	8.9	11.7	10.0	6.2	11.7
6일	7.1	11.7	7.9	16.7	9.3	6.2	12.7	8.0	14.1	15.1	4.1	14.8
7일	7.1	6.3	8.7	14.3	7.0	6.3	10.3	7.4	11.1	9.5	6.0	14.4
8일	15.5	4.9	11.0	9.6	10.7	7.3	7.4	9.0	9.3	6.3	15.4	13.3
9일	14.9	6.6	8.9	5.5	10.1	7.5	8.2	7.3	7.9	9.6	15.1	9.0
10일	13.2	15.2	8.8	20.5	7.9	9.2	8.6	9.6	8.7	13.8	7.0	6.6
11일	12.8	12.1	6.3	12.0	6.6	8.6	8.7	6.9	8.3	10.8	7.5	9.9
12일	9.5	10.7	6.8	10.9	9.2	8.2	6.9	8.2	7.4	8.5	6.5	8.4
13일	5.2	10.5	11.0	10.1	7.7	10.6	6.5	7.6	6.4	5.8	6.1	13.0
14일	11.4	13.9	8.3	10.2	5.8	8.1	7.0	8.2	7.9	6.9	6.4	7.9
15일	7.4	9.3	11.7	9.6	7.4	8.1	6.9	12.3	6.9	6.5	5.6	4.7
16일	5.3	10.8	9.3	8.1	14.2	7.0	6.8	11.3	6.8	6.3	9.8	6.8
17일	6.7	10.9	6.6	7.3	13.0	7.0	7.5	10.8	7.5	7.8	7.4	9.2
18일	7.0	5.8	6.3	8.3	9.5	6.6	6.9	9.6	6.7	9.9	5.3	8.8
19일	6.9	6.9	15.3	6.9	10.2	6.4	6.7	6.9	6.6	8.1	8.9	6.2
20일	7.2	10.1	16.3	5.7	11.2	8.0	6.3	13.8	9.7	6.0	9.6	7.1
21일	6.5	9.1	12.4	6.9	9.0	8.3	6.7	14.7	8.1	5.6	7.7	5.3
22일	13.6	11.6	8.9	14.4	6.4	6.9	6.7	9.0	11.9	4.5	9.6	6.7
23일	18.2	9.9	7.0	13.0	9.3	7.4	6.8	10.4	9.9	11.2	9.2	16.0
24일	17.9	8.6	6.8	12.6	10.9	8.5	6.5	10.7	9.8	6.2	10.9	7.9
25일	13.1	6.6	6.7	6.9	6.5	6.0	9.3	8.6	7.5	5.3	5.4	7.5
26일	13.1	6.8	6.5	7.6	8.0	16.2	6.9	8.9	9.9	17.1	4.5	12.2
27일	6.3	6.0	7.4	6.2	7.1	10.8	6.5	9.3	7.0	15.0	8.8	12.1
28일	11.6	12.1	8.8	7.2	6.6	8.3	7.1	8.9	8.6	19.4	8.3	12.5
29일	11.2		5.9	7.1	15.2	5.8	12.5	13.0	7.2	13.5	6.1	12.1
30일	8.4		7.5	6.2	7.5	7.8		8.3	13.6	7.4	5.9	8.5
31일	8.6		7.9		6.6		8.3	7.4		7.5		8.6
평균	9.9	9.6	9.3	9.7	9.4	7.9	8.1	9.2	9.2	9.3	7.6	9.5



순간최대풍속(m/s)112인천/2019년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	10.6	9.3	7.0	10.1	9.0	7.4	7.7	7.5	5.1	6.7	7.9	8.4
2일	6.5	8.4	5.8	12.1	9.0	6.3	8.5	7.3	8.3	12.3	3.9	14.4
3일	6.6	13.5	6.9	9.7	6.9	9.2	7.0	7.3	7.2	9.4	7.1	9.8
4일	5.8	9.4	8.0	11.7	6.6	7.6	7.6	7.3	8.4	7.0	6.2	11.8
5일	9.7	10.6	6.8	10.9	10.1	8.6	6.8	7.9	9.3	9.1	6.8	11.5
6일	6.8	6.0	8.1	10.5	13.5	10.1	9.0	8.2	7.2	8.0	7.9	7.5
7일	9.4	14.1	9.1	7.6	9.1	12.2	12.2	7.4	31.9	6.7	8.5	6.8
8일	13.9	11.1	6.9	10.3	9.2	6.3	9.0	6.3	10.9	11.2	7.7	5.6
9일	9.4	9.8	4.9	12.5	7.6	7.4	8.7	6.6	6.7	6.2	6.2	10.8
10일	6.2	8.3	6.9	10.1	7.0	9.5	10.6	9.8	9.9	5.2	12.5	9.5
11일	5.0	8.1	7.3	8.0	7.5	8.0	10.7	15.7	8.6	7.9	9.5	14.6
12일	5.9	8.3	14.0	8.4	6.3	8.1	7.9	10.8	8.3	12.4	4.8	9.6
13일	5.5	7.7	14.3	6.4	7.5	6.6	7.6	8.0	8.1	8.5	15.7	9.6
14일	3.8	7.2	8.1	14.6	6.7	6.5	7.1	7.0	6.3	10.8	13.6	12.8
15일	13.9	10.9	14.4	8.6	6.2	11.4	6.0	9.0	7.5	6.8	12.8	5.5
16일	9.0	9.1	9.6	5.0	5.5	8.6	5.9	11.4	8.9	6.5	5.2	6.9
17일	9.9	7.3	8.3	8.5	5.0	7.8	6.3	7.4	7.1	5.3	12.4	10.0
18일	5.2	5.8	7.2	11.0	12.6	9.4	6.8	6.8	10.5	8.1	16.5	9.5
19일	6.4	7.0	7.4	8.2	8.4	7.7	9.5	7.8	7.8	6.5	12.2	7.5
20일	12.3	8.4	9.0	7.7	15.8	8.1	15.1	6.3	7.7	5.6	7.6	8.4
21일	12.8	6.6	14.9	6.9	10.6	6.8	9.2	7.7	7.0	6.0	8.0	8.2
22일	8.5	6.3	11.6	5.9	10.0	7.5	7.6	7.6	15.4	5.1	6.1	8.9
23일	12.8	8.5	15.6	7.6	6.8	8.9	9.1	8.2	10.8	6.0	6.5	8.2
24일	6.7	7.2	9.7	7.4	7.0	8.0	8.1	7.2	6.7	10.0	14.0	6.2
25일	12.7	7.3	10.6	9.0	7.8	6.5	7.3	7.7	5.3	12.2	12.0	5.2
26일	12.3	6.1	7.0	10.2	7.6	7.2	9.6	6.7	5.7	11.6	9.6	11.9
27일	8.1	6.0	13.8	7.1	11.8	6.8	9.1	6.5	6.2	7.0	10.0	8.3
28일	12.9	6.8	8.6	6.5	9.8	6.4	13.3	8.5	6.5	12.9	8.4	7.9
29일	6.6		9.5	6.5	8.4	6.1	10.9	12.3	5.7	9.5	7.9	8.4
30일	5.9		17.3	7.1	12.7	7.7	11.7	9.5	5.3	7.8	5.0	17.8
31일	11.1		13.3		9.7		11.5	8.2		9.2		14.3
평균	8.8	8.4	9.7	8.9	8.8	8.0	8.9	8.3	8.7	8.3	9.1	9.5



순간최대풍속(m/s)112인천/2020년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	4.9	7.6	10.8	15.2	8.3	10.9	8.3	9.2	7.4	7.9	10.6	7.9
2일	6.6	9.2	10.7	8.2	8.4	14.6	6.1	15.2	11.0	10.4	10.7	8.3
3일	6.6	10.8	7.0	8.9	6.5	9.3	10.0	14.4	21.1	6.4	13.9	11.0
4일	7.2	12.4	15.6	14.7	9.0	7.6	7.0	12.5	11.4	13.9	11.1	7.3
5일	5.8	13.0	10.2	11.5	7.9	6.3	6.4	10.5	6.8	9.7	5.4	7.8
6일	9.5	8.1	5.5	9.3	7.9	7.2	7.8	21.3	8.9	8.2	8.4	7.5
7일	8.6	5.5	6.2	8.1	10.0	7.5	6.9	6.7	19.0	7.3	9.1	10.1
8일	13.2	12.0	5.6	12.1	8.8	7.3	8.7	9.1	17.6	10.8	11.6	7.8
9일	7.6	7.9	8.0	11.5	10.6	7.5	6.4	15.3	10.4	10.5	8.3	5.0
10일	5.9	6.4	14.5	7.5	7.9	7.0	11.7	12.6	7.7	7.7	7.8	6.7
11일	7.2	6.1	11.0	8.3	9.1	7.9	10.9	11.0	11.0	5.8	5.3	7.4
12일	10.2	8.6	9.5	14.2	12.2	5.9	7.8	7.3	10.2	9.0	4.7	7.9
13일	10.3	6.4	11.7	11.6	9.3	7.3	11.9	11.0	7.3	9.6	5.3	14.9
14일	7.0	6.1	12.8	7.8	7.3	9.4	10.9	13.0	8.4	8.8	8.0	12.6
15일	7.0	8.4	18.3	7.0	10.6	8.6	7.1	11.8	6.9	7.2	4.7	12.0
16일	9.2	12.9	12.1	8.7	5.2	6.8	6.8	10.2	8.1	5.5	7.4	10.6
17일	6.2	13.2	9.6	13.9	7.3	7.0	7.9	6.6	6.4	7.6	9.0	9.1
18일	6.3	11.1	11.9	8.2	17.5	5.7	7.9	6.0	12.5	7.5	11.7	12.1
19일	11.7	4.9	19.5	9.1	12.0	7.9	14.4	7.1	10.1	8.2	15.9	10.8
20일	13.3	5.1	10.8	13.4	10.1	6.9	15.8	6.8	7.1	7.3	12.3	6.2
21일	6.1	10.9	8.0	16.8	5.9	6.9	6.8	7.6	6.6	7.8	8.4	4.4
22일	7.5	14.5	11.8	15.0	7.6	7.1	6.0	7.5	7.6	13.4	12.6	8.1
23일	9.5	7.9	8.1	14.4	8.4	5.5	16.1	7.5	9.9	11.9	8.1	8.9
24일	7.8	7.4	6.7	12.9	11.6	11.0	16.8	8.0	10.6	10.6	6.4	11.8
25일	6.3	11.0	7.0	14.0	6.6	8.8	12.7	8.1	9.7	6.4	5.6	9.2
26일	12.8	7.0	7.3	11.5	7.6	9.1	8.2	14.6	9.9	6.7	7.1	5.5
27일	12.7	7.4	12.0	11.2	10.0	7.2	4.8	20.1	8.9	5.9	12.8	6.7
28일	8.9	5.9	13.8	10.0	7.8	7.8	5.7	7.6	8.7	11.2	12.1	5.7
29일	6.9	7.0	7.3	8.2	7.0	14.9	5.6	6.8	6.8	7.7	9.1	11.7
30일	7.6		6.9	9.6	7.1	14.3	5.7	6.7	7.1	5.1	7.7	13.4
31일	8.2		6.3		7.1		6.9	8.1		8.9		11.5
평균	8.3	8.8	10.2	11.1	8.8	8.4	8.9	10.3	9.8	8.5	9.0	9.0



순간최대풍속(m/s)112인천/2021년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	9.5	14.3	13.0	10.4	15.3	9.7	8.1	8.7	8.4	18.2	7.5	16.8
2일	10.5	14.1	9.5	11.1	8.3	6.7	6.3	7.8	6.8	8.6	6.4	12.4
3일	7.3	12.0	7.2	9.0	7.1	14.1	12.2	7.1	7.0	7.8	5.8	13.0
4일	8.5	14.6	7.1	10.4	9.4	10.0	9.8	7.2	8.5	14.1	9.4	9.2
5일	10.8	9.3	8.5	7.9	11.1	9.0	7.5	7.1	10.2	10.7	4.4	5.4
6일	20.3	8.0	9.0	8.7	10.4	8.0	6.5	11.1	10.8	6.7	5.9	5.0
7일	17.2	10.3	7.2	8.3	12.1	7.7	7.1	7.9	10.6	6.8	9.6	6.1
8일	12.1	14.4	6.9	11.8	13.4	9.2	7.9	11.1	7.3	5.9	14.6	4.9
9일	9.6	6.1	7.7	7.8	12.4	7.1	7.6	8.5	5.6	6.5	11.8	5.1
10일	6.6	7.3	5.2	9.3	11.1	17.0	9.8	8.0	6.0	9.3	10.8	7.1
11일	6.8	5.3	6.0	7.5	10.6	14.9	7.0	6.5	7.2	9.9	12.3	6.2
12일	7.7	5.0	9.3	11.8	7.6	6.9	7.0	6.3	7.4	9.2	10.1	14.1
13일	9.5	5.4	7.2	11.7	6.2	7.2	8.4	6.0	7.3	7.7	7.1	10.5
14일	6.6	4.0	6.5	10.5	6.7	6.2	9.9	8.8	8.5	6.8	9.3	7.2
15일	10.7	18.3	10.1	7.4	7.3	8.6	8.6	7.5	11.6	9.7	5.7	12.7
16일	12.0	17.6	12.9	11.0	8.1	13.0	14.3	12.1	9.0	14.9	6.8	13.3
17일	7.6	16.2	7.4	15.0	7.7	7.7	8.3	10.2	10.3	11.8	6.0	17.3
18일	15.5	13.6	5.1	10.3	7.7	8.4	8.0	9.6	7.3	9.0	8.9	13.6
19일	10.4	11.9	6.9	8.6	8.9	6.5	6.8	8.3	6.5	9.7	7.6	13.7
20일	5.7	10.0	8.2	7.7	11.7	10.4	4.8	8.8	11.3	7.1	4.3	9.3
21일	6.4	10.2	17.2	6.4	9.9	7.2	5.6	15.5	11.6	6.0	15.7	9.2
22일	6.4	14.4	10.3	12.0	6.8	8.5	6.3	8.4	11.5	8.7	16.3	7.2
23일	9.5	10.4	10.1	11.0	6.9	6.8	6.5	10.4	11.0	6.0	11.3	4.9
24일	8.2	7.6	9.9	11.5	8.1	6.8	6.2	13.2	6.9	6.3	11.3	13.1
25일	4.6	6.8	6.8	12.6	12.4	7.5	8.0	8.6	7.9	6.1	10.5	12.2
26일	8.8	7.5	4.6	8.8	11.4	5.8	8.2	10.3	7.1	5.3	8.3	11.4
27일	8.3	10.0	9.9	9.5	11.1	7.3	7.1	6.8	7.2	10.3	7.4	8.5
28일	22.3	6.3	9.9	8.4	11.6	10.5	6.7	7.4	7.2	6.3	4.7	4.7
29일	15.4		9.1	9.5	9.7	7.3	6.8	6.5	10.0	8.6	6.5	11.5
30일	8.8		6.9	8.8	14.6	5.8	8.6	5.4	7.6	7.6	19.5	14.3
31일	8.8		6.8		9.4		7.2	11.6		5.3		16.9
평균	10.1	10.4	8.5	9.8	9.8	8.7	7.8	8.8	8.5	8.6	9.2	10.2



순간최대풍속(m/s)112인천/2022년

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	7.5	9.6	10.5	9.3	10.4	11.4	9.2	12.7	9.1	4.5	6.8	9.9
2일	8.5	8.0	9.2	9.2	10.3	6.6	6.2	17.0	7.6	13.1	6.0	8.4
3일	4.9	9.6	8.7	7.5	7.7	6.6	6.3	13.3	9.3	17.9	9.8	12.3
4일	10.5	16.4	17.2	8.5	9.5	5.4	7.2	6.6	12.0	14.5	11.1	15.0
5일	6.8	13.3	15.0	7.4	7.0	9.3	7.7	6.9	17.7	7.1	5.9	9.3
6일	7.9	10.8	10.9	7.5	6.8	10.8	7.7	7.0	14.1	7.1	5.8	7.9
7일	4.7	7.7	6.3	10.5	13.2	9.3	14.8	9.7	9.0	10.4	6.0	11.0
8일	9.8	7.1	6.6	7.6	11.8	7.6	7.5	17.6	5.8	6.8	4.9	6.0
9일	6.0	5.3	5.7	12.4	8.8	7.5	6.2	15.6	6.7	16.8	5.1	8.0
10일	12.8	6.3	7.0	8.2	8.2	10.9	6.9	6.0	7.3	16.7	6.1	7.6
11일	13.1	4.0	5.9	6.6	8.6	9.6	6.1	5.2	6.7	10.3	7.5	7.6
12일	9.8	6.0	9.5	9.9	6.7	6.8	6.3	5.9	5.2	4.7	13.0	8.9
13일	13.7	6.4	12.7	15.5	12.5	8.6	15.8	9.6	7.2	5.7	9.3	19.6
14일	10.8	10.4	14.4	10.7	11.2	11.1	8.5	9.8	13.2	6.1	9.4	15.5
15일	5.1	13.2	6.8	12.4	11.3	7.8	6.7	15.7	9.1	5.6	13.7	9.5
16일	11.5	14.0	8.2	8.6	10.5	8.4	8.2	7.1	13.1	6.4	6.2	9.4
17일	13.6	12.7	10.0	9.1	7.5	6.4	7.8	7.3	6.2	12.8	5.6	11.8
18일	8.3	5.8	10.8	8.0	11.5	9.4	5.7	7.3	10.5	11.1	6.1	9.0
19일	12.1	14.6	8.6	7.5	10.2	5.1	8.5	12.8	13.7	5.9	8.1	5.0
20일	7.2	13.5	8.9	7.5	7.4	5.9	7.1	6.6	7.3	5.3	4.8	7.6
21일	5.1	14.3	8.8	10.4	6.8	5.1	12.0	5.9	7.7	5.1	6.3	10.3
22일	5.9	12.6	8.1	11.9	8.7	6.2	8.2	8.0	6.8	6.2	5.7	17.0
23일	7.6	11.7	6.3	6.2	6.8	16.6	9.0	9.4	15.7	13.5	8.2	16.6
24일	7.9	7.7	7.5	6.3	6.7	12.0	7.1	8.1	8.1	10.2	8.0	6.7
25일	9.8	7.3	12.7	7.2	10.4	10.1	6.9	6.7	5.7	6.4	12.6	6.6
26일	7.8	15.2	13.7	13.0	11.5	13.3	6.1	8.0	6.0	4.9	10.1	4.7
27일	9.5	10.2	15.7	13.2	10.4	18.7	7.1	11.4	6.1	7.0	5.6	4.7
28일	11.1	6.0	7.0	8.1	10.3	18.0	8.1	6.6	6.4	5.2	11.2	9.0
29일	7.7		6.7	9.3	6.8	18.4	7.3	9.8	6.0	5.1	16.3	5.1
30일	10.3		7.7	9.6	8.5	9.5	8.7	7.5	5.3	5.1	14.9	6.2
31일	8.7		10.6		9.1		8.4	5.5		7.4		7.7
평균	8.9	10.0	9.6	9.3	9.3	9.7	8.0	9.2	8.8	8.5	8.3	9.5



미세먼지(PM₁₀) / 15~22년

구분	시도	권역	경보단계	발령날짜	해제시간	
2015년	인천	-	-	-	-	
2016년	인천	영종	경보	2016. 04. 23	339	
	인천	동남부	경보	2016. 04. 23	394	
	인천	서부	경보	2016. 04. 23	341	
	인천	강화	경보	2016. 05. 06	383	
	인천	영종	경보	2016. 05. 06	384	
2017년	인천	영종	경보	2017. 05. 06	339	
	인천	강화	경보	2017. 05. 06	302	
	인천	동남부	경보	2017. 05. 06	319	
	인천	서부	경보	2017. 05. 06	331	
2018년	인천	강화	경보	2018. 04. 06	310	
	인천	서부	경보	2018. 11. 27	316	
2019년	인천	-	-	-	-	
2020년	인천	-	-	-	-	
2021년	인천	동남부권역	경보	2021. 03. 29	480	
	인천	서부권역	경보	2021. 03. 29	454	
	인천	영종 · 영흥권역	경보	2021. 03. 29	392	
	인천	강화권역	경보	2021. 03. 29	419	
	인천	영종 · 영흥권역	경보	2021. 05. 07	567	
	인천	강화권역	경보	2021. 05. 07	528	
	인천	동남부권역	경보	2021. 05. 07	620	
	인천	서부권역	경보	2021. 05. 07	609	



본 페이지는 편집상 비워두었습니다.