

인천교 우수지 환경개선 사업 기본계획 수립

보 고 서

2026. 9.

목 차

제1장 과업의 개요	1
1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위	3
1.3 과업의 내용	4
1.4 사업 추진의 필요성	4
제2장 기초현황 및 관련계획 검토	5
2.1 기초현황 조사	7
2.1.1 인천교 유수지	7
2.1.2 가좌하수처리장	11
2.2 관련계획 검토	21
2.2.1 인천교·석남유수지 친수공간 조성 타당성조사(2010)	21
2.2.2 2030년 인천광역시 공원녹지기본계획(2016)	41
2.2.3 원도심 내 유수지 관리(활용) 기본계획(2020)	61
2.2.4 인천광역시 자연재해저감 종합계획(2026)	91
2.2.5 인천광역시 하수도 정비기본계획(수립 중)	11
2.2.6 2040 인천시 도시기본계획(변경)	32
2.2.7 검토 결과	24
제3장 인천교 유수지 안전성 검토	52
3.1 인천교 유수지 치수안전성 검토	72
3.1.1 인천교 유수지 및 빗물펌프장 방재성능 검토	72
3.1.2 가좌하수처리장 방류구 배수 안전성 검토	92
3.1.3 검토 의견	31
3.2 인천교 유수지 환경안전성 검토	23

3.2.1 인천교 유수지 수질환경	23
3.2.2 인천교 유수지 퇴적환경	63
3.2.3 인천교 유수지 악취환경	83
 제4장 인천교 유수지 환경개선사업	14
4.1 환경개선사업 개요	34
4.1.1 인천교 유수지 개선방향	34
4.1.2 도수로 설치 방안 검토	34
4.1.3 사업 효과	44
4.1.4 기존 방식 대비 우수성	44
4.2 환경개선사업 세부계획	54
4.2.1 인천교 유수지 현황 검토	54
4.2.2 인천교 유수지 도수로 설치 방안 검토	94
4.2.3 인천교 유수지 도수로 설치 기본계획	95
4.2.4 퇴적토 준설	6
4.2.5 공정계획	65
 제5장 사업비 산정 및 경제성 검토	76
5.1 경제성 분석	6
5.1.1 분석 개요	69
5.1.2 분석지표	69
5.1.3 산정기준	71
5.2 생애주기비용 분석	27
5.2.1 개요	72
5.2.2 생애주기비용 절감 및 가치향상 검토	37
5.3 사업비 산정	5
5.3.1 총 사업비	75
5.3.2 연차별 투자 계획	77
5.4 편익 검토	8
5.5 경제적 타당성 평가	28

제6장 종합 의견	58
6.1 사업 추진 필요성	78
6.2 타당성 검토	8
6.2.1 기술적 타당성	8
6.2.2 경제성 및 재정적 타당성	7 8
6.2.3 정책적 타당성 및 상위 계획 부합성	8 8
6.3 공익성 및 기대효과	88
6.4 사업 추진의 시급성	88
6.5 종합 결론	8

표 목 차

[표 2-1] 유수지 시설 개요	8
[표 2-2] 유수지 펌프장 설비 개요	8
[표 2-3] 인천교 유수지 준설물량	9
[표 2-4] 유역의 표고(EL.m)별 면적 및 비율	0 1
[표 2-5] 유역의 경사별 면적 및 비율	0 1
[표 2-6] 인천환경공단 가좌하수처리장 일반현황	1 1
[표 2-7] 가좌사업소 연평균 처리량(2023~2025년)	1 1
[표 2-8] 준설계획 대안별 비교	3 1
[표 2-9] 준설 오토 처리방법	4 1
[표 2-10] 인천광역시 유수지 현황	4 1
[표 2-11] 인천광역시 공원녹지 이용체계 구상 전략	6 1
[표 2-12] 사업 항목별 주요내용	8 1
[표 3-1] 인천교유수지 준설 요구량	9 2
[표 3-2] 2025년 유수지 수질조사 결과(4분기)	2 3
[표 3-3] 인천교 유수지 수질 현황	3 3
[표 3-4] 가좌사업소 방류수 및 인천교 유수지 수질 비교	3 3
[표 3-5] '25년 4분기, 26년 현장 답사 수질검사 결과 비교	4 3
[표 3-6] 26년 현장 답사 퇴적토 토양오염도 분석 결과	8 3
[표 3-7] 악취 측정 결과	0 4
[표 4-1] 인천교 유수지 저류대기 시간 예측	6 4
[표 4-2] 수리모형의 특징	7 4
[표 4-3] 가좌하수처리장 방류수 저류지의 내용적 검토	6 5
[표 4-4] 인천교 유수지 도수로 설치 방안	8 5
[표 5-1] 경제성 분석 방법	0 7
[표 5-2] 건축물 등의 내용연수	1 7
[표 5-3] 기초공법 비교	3 7
[표 5-4] 차수공법 비교	4 7

[표 5-5] 사업비 세부 산출 내역	5· 7
[표 5-6] 인천교 유수지 과거 준설사업량	8· 7
[표 5-7] 퇴적토 준설 방식의 비교	9· 7
[표 5-8] 육상 준설 비용	0· 8
[표 5-9] 수중 준설 비용	1· 8
[표 5-10] 경제적 타당성 평가	2· 8
[표 5-11] 지표별 경제적 타당성 판단결과	3· 8

그림 목 차

[그림 1-1] 인천교 유수지 현황	4
[그림 2-1] 인천교·석남 유수지 위치도	7
[그림 2-2] 석남 유수지 신설 차집관로 계획도(2019.11. 준공)	9
[그림 2-3] 인천교·석남 유수지 유역의 지형도분석	0 1
[그림 2-4] 준설 오니토 처리방법	3 1
[그림 2-5] 인천광역시 공원녹지 이용체계 구상도	5 1
[그림 2-6] 사업의 위치도	7 1
[그림 2-7] 원도심 내 유수지 관리 기본계획의 인천교유수지 기본배치(안)	8 1
[그림 2-8] 인천광역시 하수처리계획도	2 2
[그림 2-9] ‘2040년 인천도시기본계획 (변경)’의 목표	3 2
[그림 3-1] 인천교 유수지 유역현황	7 2
[그림 3-2] 인천교 유수지 펌프장 누가유입량 - 누가 토출량 곡선	8 2
[그림 3-3] 가좌하수처리장 방류구 조정계획	0 3
[그림 3-4] 수질 시료 채취 지점	5 3
[그림 3-5] 퇴적토 시료 채취 지점	6 3
[그림 3-6] 악취 측정 위치	9 3
[그림 4-1] 인천교 유수지의 유입 및 방류 현황	6 4
[그림 4-2] 인천교 유수지의 조위와 가좌하수처리장 방류량과의 관계 그래프	7 4
[그림 4-3] 인천교 유수지 수리모형 : 현재	8 4
[그림 4-4] 인천교 유수지 수리모형의 관측점	9 4
[그림 4-5] 인천교 유수지 : 외곽도수로 설치 방안	0 5
[그림 4-6] ‘인천교 유수지 : 도수로 시설 후’ 수위 변화 그래프	1 5
[그림 4-7] ‘인천교 유수지 : 도수로 시설 후’ 유속 변화 그래프	1 5
[그림 4-8] 유량유입에 따른 인천교 유수지의 수위 변화 : 도수로 시설 후	2 5
[그림 4-9] 1안 시행 전후 유속의 변화 비교	3 5
[그림 4-10] 인천교 유수지 : 가좌하수처리장 분리 방안	4 5
[그림 4-11] 가좌하수처리장 방류수 저류지 CASE별 수위검토 결과	7 5

[그림 4-12] 도수로 횡단면도	9	5
[그림 4-13] 육상 준설 예시	2	6
[그림 4-14] 수중 준설 예시	2	6
[그림 4-15] 미생물 수질 개선제 사용 예시	3	6
[그림 4-16] 육상 준설 시행 방안	5	6
[그림 4-17] 세부공정계획	6	6

제1장

과업의 개요

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위

1.3 과업의 내용

1.4 사업 추진의 필요성

1.1 과업의 목적

가) 방재시설 기능 회복

- 인천교 유수지는 인천 원도심 저지대 침수 예방을 위한 핵심 방재시설이나, 장기간 퇴적된오니토 및 오염물질로 인해 저류용량이 감소하고 있어 본래의 방재성능 회복이 시급한 상황임
- 본 사업은 퇴적토 준설과 시설 정비를 통해 유수지의 저류기능을 회복하고, 집중호우 시 침수 위험을 저감하여 시민의 생명과 재산을 보호하고자 함

나) 유지관리 체계 개선

- 가좌하수처리장 방류수를 유수지와 분리 처리할 수 있는 시설을 도입하여 유수지의 상시 담수 상태를 개선하고, 향후 유지관리 효율을 높이고자 함

다) 생활환경 개선

- 유수지 내 퇴적된 오니토 및 오염물질 제거를 통해 악취 발생을 저감하고, 인근 주민과 산업 종사자의 생활환경을 개선하고자 함

1.2 과업의 범위

가) 공간적 범위

- 인천교 유수지 일원 (유역면적 30.74km²)

나) 시간적 범위

- 기준년도 : 2025년
- 용역기간 : 2025. 3. 17 ~ 2026. 8.

다) 내용적 범위

- 주변 환경 및 부지여건을 고려한 유수지의 관리(활용) 기본계획 수립 검토
- 악취 및 수질환경 개선계획 수립
- 치수적 기능 및 안전성 유지의 기술적 검토 수행
- 개발 추진계획 및 시설물 유지관리 등 향후 운영계획 수립
- 관계기관 협의 및 자문 시행, 계획의 종합 분석 및 결론 도출

1.3 과업의 내용

- 기초현황 및 관련계획 검토
- 방재기능 회복 및 악취·수질환경 개선계획 종합 검토
- 관계기관 협의 및 자문
- 인천교 유수지 환경개선 사업 사업비 산정 및 경제성 검토
- 인천교 유수지 환경개선 사업 타당성 종합 분석 및 기본계획 작성
- 치수·환경관리시설(빗물펌프장, 유수지 등) 입지, 형식, 규모 검토
- 「인천광역시 하수도정비기본계획」 연계 검토



[그림 1-1] 인천교 유수지 현황

1.4 사업 추진의 필요성

- 인천교 유수지는 지속적인 퇴적토 유입으로 인해 저류용량이 감소하고 있으며, 최근 집중호우 빈도 증가를 고려할 때 안정적인 방재성능 확보에 한계가 있음
- 특히, 반복적인 준설에도 불구하고 근본적인 개선이 이루어지지 않고 있어, 구조적인 개선이 필요한 시점임
- 정비가 지연될 경우 침수피해, 유지관리 비용 증가 등 사회·경제적 손실이 확대될 우려가 있어 조기 추진이 필요한 상황임

제2장

기초현황 및 관련계획 검토

2.1 기초현황 조사

2.2 관련계획 검토

2.1 기초현황 조사

2.1.1 인천교 유수지

1) 일반현황

인천교 유수지는 석남 유수지와 연계하여 운영되는 방재시설로서, 6개 구(중구, 서구, 동구, 미추홀구, 부평구, 남동구) 55개 동 저지대의 침수 예방을 목적으로 1990년에 설치되었다.

석남 유수지와 함께 현대제철 쪽에 우수토실이 설치되어 있어 일정 수준 이상의 강우 발생 시 우수토실을 월류하여 인천교 유수지로 유입되고 있으며, 가좌하수처리장에서 계획방류량 350,000m³/일 하수처리수가 인천교 유수지로 방류되고 있다.

인천교 유수지로 유입된 유량은 갑문을 통해 해상으로 자연방류 하는 것을 원칙으로 하고 있다. 그러나 유수지 수위가 조위보다 낮을 경우 갑문을 닫아 해수가 유입되는 것을 방지하고 있다.

인천교 유수지의 시설 규모는 면적 189,547m², 바닥고 EL.(-)2.68m, 계획홍수위 EL.(+)3.54m, 최대 수심 6.22m, 총 저류용량 1,338,000m³이다. 가좌하수처리장의 방류구가 EL.(+)0.97m에 위치하고 있어 가좌하수처리장의 원활한 운영을 위해 인천교 유수지의 수위는 가좌하수처리장 방류구 이하를 유지하여 운영되고 있다.



[그림 2-1] 인천교·석남 유수지 위치도

[표 2-1] 유수지 시설 개요

구분	배수 구역	유수지명	수위(EL.m)		면적 (m ²)	유역면적 (ha)	용량 (m ³)	계획 빈도
			L.W.L	H.W.L				
동구	가좌	인천교	-2.68m	+3.54m	189,547	3,074	1,338,000	50년

출처 : 인천광역시

인천교 유수지에는 4개의 배수문(5m×5m×2문, 5m×4m×2문)이 설치되어 있으며, 조위가 낮아지는 시점에 수문을 개방하여 자연 배제 시키고 있으며, 인천교 유수지 수위가 높아짐에 따라 배수문을 개방해야 할 시점에 조위로 인하여 배수문을 열지 못할 경우를 대비하여 인천교 유수지 배수펌프장을 설치하여 강제 배제하는 방식으로 운영하고 있다.

배수펌프장은 구관과 신관의 2개로 구성되어 있으며 1990년과 1996년에 각각 설치하였으며, 설계빈도는 50년 빈도이다. 1990년에 설치된 구관은 1,500mm 펌프 5대(300m³/분) 설치, 기상 변화에 따른 강우량 증가 및 유출률 증가에 따른 유입량 증가로 인하여 1996년 2,000mm 펌프 7대(600m³/분)의 신관을 증축, 총 토출용량 5,700m³/분의 배수능력을 가지게 되었다.

[표 2-2] 유수지 펌프장 설비 개요

구분	배수구역	유수지명	펌프장 유무	소유권	관리부서	설치 연도
동구	가좌	인천교	600HP×5대 1,350HP×7대 (5,700m ³ /분)	인천시	동구 건설과	1990(구관) 1996(신관)

출처 : 원도심 내 유수지 관리활용 기본계획(2020, 인천광역시)

인천교 유수지는 가좌하수처리장 방류수, 석남 유수지 및 가좌하수처리분구 우수토실을 통해 유입되는 미차집된 하수 등에 포함된 유기물이 장기간 체류하면서 퇴적·축적·부패가 진행되면서 수질오염과 악취 문제가 지속적으로 발생하고 있다.

또한, 2000년대 저류용량 확보와 악취 저감을 위해 정기적인 준설에 약 65억 원을 투입하여 약 102,000m³의 퇴적토를 준설하였으나, 여전히 계획 대비 약 10%의 저류용량 감소와 수질·악취 문제가 남아 있어 근본적인 개선방안 마련이 필요한 상황이다.

[표 2-3] 인천교 유수지 준설물량

사업년도	사업명	사업물량	사업비
2007년	인천교유수지 준설공사	- 준설량 $V=30,000\text{m}^3$	1,000백만원
2010년	인천교유수지 준설공사	- 준설량 $V=11,800\text{m}^3$	500백만원
2012년	인천교유수지 준설공사	- 준설량 $V=12,860\text{m}^3$	900백만원
2017~18년	인천교유수지 준설공사	- 준설량 $V=22,000\text{m}^3$ - 폐기물 $W=27,300\text{Ton}$	1,491백만원
2023년	인천교 유수지 준설공사	- 준설량 $V=17,971\text{m}^3$ - 폐기물 $W=26,818\text{Ton}$	1,708백만원
2024년	인천교 유수지 준설공사	- 준설량 $V=7,987\text{m}^3$ - 폐기물 $W=10,141\text{Ton}$	921백만원
합 계			6,520백만원

2019년에는 석남유수지 유입 하수 및 공장폐수를 차집하여 가좌하수처리장으로 이송하는 차집관거 및 우수토실 공사가 시행, 2025년에는 인천광역시 서구청에서 「석남유수지 유지 관리 및 활용 방안 타당성 검토 용역」을 추진하는 등 주변 유수지의 기능 재정립과 환경개선 여건도 함께 변화하고 있다. 따라서, 인천교 유수지에 대해서도 방재기능 확보, 수질 개선, 악취 저감 및 장기적 유지관리 방안을 포함한 종합적인 검토가 필요하다.



[그림 2-2] 석남유수지 신설 차집관로 계획도(2019.11. 준공)

2) 유역현황

인천교 유수지는 석남 유수지와 인접해 있으며, 인천교·석남 유수지의 유역면적은 30.74km²이다. 유역의 표고분포를 보면 20m 미만인 약 66%, 40m 미만인 약 88%를 차지하고 있으며, 경사분포는 5° 미만인 약 76%로 전반적으로 평탄한 지형 특성을 보인다.

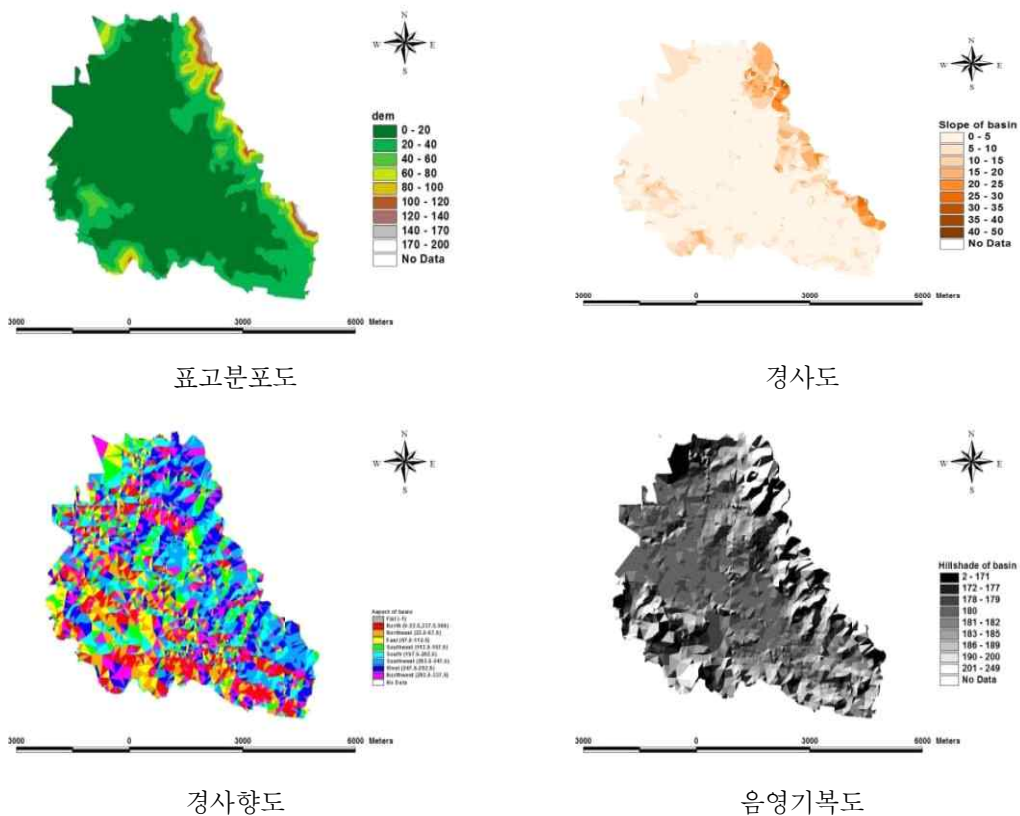
[표 2-4] 유역의 표고(EL.m)별 면적 및 비율

구분	계	20 미만	20~40	40~60	60~80	80~100	100~120	120~140	140 이상
면적(km ²)	30.74	20.41	6.55	1.69	0.88	0.49	0.27	0.22	0.23
비율(%)	100.00	66.40	21.31	5.50	2.86	1.59	0.88	0.72	0.75

[표 2-5] 유역의 경사별 면적 및 비율

구분	계	5° 미만	5~10°	10~15°	15~20°	20~25°	25~30°	30~35°	35° 이상
면적(km ²)	30.74	23.46	3.51	1.70	1.38	0.54	0.12	0.04	0.00
비율(%)	100.00	76.32	11.42	5.53	4.49	1.76	0.39	0.13	0.00

출처 : 원도심 내 유수지 관리활용 기본계획(2020, 인천광역시)



출처 : 원도심 내 유수지 관리활용 기본계획(2020, 인천광역시)

[그림 2-3] 인천교·석남 유수지 유역의 지형도분석

2.1.2 가좌하수처리장

1) 일반현황

가좌하수처리장은 인천광역시 6개 구 51개 동에서 발생하는 하수와 정화조 오수를 처리하는 시설로, 1991년 12월 준공 이후 현재까지 운영 중이다. 이후 인구 증가와 하수발생량 증가에 대응하기 위하여 증설공사를 시행하였으며, 현재 시설용량은 350,000m³/일이다.

가좌하수처리장은 인천교 유수지 북측에 위치하고 있으며, 처리된 하수처리방류수는 인천교 유수지로 유입된 후 인천 앞바다로 방류된다. 따라서 인천교 유수지의 수질 및 수위 운영은 가좌하수처리장 운영 여건과 밀접하게 연계되어 있다.

[표 2-6] 인천환경공단 가좌하수처리장 일반현황

구 분	내 용
위치	인천광역시 서구 중봉대로 211
면적	281,437m ² (85,283평)
시설용량	350,000m ³ /일
처리방법	MLE + Disk. Filter(260,000m ³), 고도처리공법(90,000m ³)
배수구역	50.03km ² (중구, 동구, 미추홀구, 남동구, 부평구, 서구 지역)
하수배제방식	합류식

주) 자료: 인천환경공단 <http://www.eco-i.or.kr/new/index.asp>

2) 하수처리량 및 수질현황

가좌하수처리장에서 실제 처리되는 하수처리수는 일평균 약 236,509m³/일 수준이며, 방류수질은 대체로 공공하수처리시설 방류수 수질기준을 충족하고 있다.

[표 2-7] 가좌하수처리장 연평균 처리량(2023~2025년)

(단위 : mg/L)

연도	하수처리량 (m ³ /일)	방류수질 현황					
		BOD	TOC	SS	T-N	T-P	대장균
2023	211,491	4.0	7.6	4.0	16.889	0.718	193
2024	256,523	2.3	9.1	4.2	15.248	0.599	0.2
2025	241,515	5.2	11.1	4.3	18.925	0.664	157
평균	236,509	3.8	9.3	4.2	17.021	0.660	117
공공하수처리시설 방류수 수질기준		10 이하	25 이하	10 이하	20 이하	2 이하	3,000 이하

출처) 인천환경공단 홈페이지

2.2 관련계획 검토

2.2.1 인천교·석남 유수지 친수공간 조성 타당성조사(2010)

1) 자료조사 및 분석 결과

가) 수질

- 1차, 2차 수질분석 결과 BOD, SS, COD 기준 매우나쁨~약간나쁨으로 나타남
- 인천환경공단 가좌하수처리장 자체 수질조사 결과 매우나쁨 기준으로 나타남
- 수질분석 결과를 종합하여 볼 때 수질에 대한 개선대책 마련이 필요함

나) 저니질

- 저니질 분석 결과 중금속은 미량으로 나타났으나 악취 등의 원인이 되고 있어 준설 등의 작업이 필요함
- 차후 기본 및 실시설계 시 용출시험 및 적합한 준설 깊이의 재산정이 필요할 것으로 판단됨

다) 오염원 및 오염부하량

- 현장조사 결과 대상지 내부로 유입되는 오염원이 12개소 발견되어 이에 대한 차집 대책 마련이 필요

2) 치수안전성 검토

- 본 과업에는 측량이 포함되지 않았으며, 인천교·석남 유수지의 측량 및 관련 보고서 등의 자료가 없어 표고별 내용적 및 제방고, 바닥고, Sill표고 등 측량자료를 현장 조사 후 추정하여 적용
- 준설 전 최고내수위는 EL.(+)4.39m, 여유고가 1.1m로 분석되었고, 일부 준설 후 최고내수위는 EL.(+)3.91m로 여유고 1.59m를 확보하는 것으로 분석
- 차후 기본 및 실시설계에서 측량을 통한 정확한 내용적을 산정하여 재분석이 필요할 것으로 판단

3) 조성계획

- 인천교 유수지는 악취의 원인을 근원적으로 해결하기 어렵고, 별도 시설물 설치가 용이하지 않으며 석축 하단 수심이 깊어 정수식물 등 식생 조성이 힘들어 현재 식생을 유지·보완하는 것이 바람직할 것으로 보임

- 대상지 주변 이동인구는 많으나 공단지대에 위치한 특성 때문에 일반인의 이용이 비교적 어려울 것으로 판단됨.
- 수변공원 조성에 있어서 이용객 수요추정의 결과 다른 공원보다 낮은 이용 빈도를 나타내고 있으며, 유수지의 특성상 과다한 시설물의 설치를 지양하고 보행로 위주의 친수공간을 조성하는 것이 타당할 것으로 판단됨
- 석남 유수지의 식재계획은 기존 자생식생을 활용하여 생태습지를 조성하여 현재의 식생을 최대한 살리고, 부분 준설로 인해 훼손된 지역에 이식, 보완하는 방법으로 야생동물의 생태계 변화를 최소화하는 방향을 지향해야 할 것으로 판단됨
- 수변공원은 홍수 대비 치수안전성을 확보하고 준설, 차집 등을 통한 유수지 환경개선이 이루어진 다음 도입하도록 함

[표 2-8] 준설계획 대안별 비교

구 분	전량준설(ton)	일부준설(ton)
준설량	465,000	405,000
폐기물 처리량	279,000	243,000(-36,000)
장 점	• 악취 유발 퇴적토 전량 제거 • 퇴적토 내 오염물질 침출로 인한 수질오염 원천차단 • 유수지 내 바닥높이 평탄화를 통한 공간계획 용이 • 유수지 용량확보	• 현재 생육 중인 양호식생군락 및 생태계 유지 • 공사비 절감 • 양호토양 보호
단 점	• 현재 생육 중인 양호식생군락 훼손 • 공사비 상승 • 일부 양호토양 낭비 우려	• 퇴적토 내 오염물질 침출로 인한 일부 수질오염 우려 • 1안에 비해 유수지 용량 적음
추천안		◎



[그림 2-4] 준설 오토 처리방법

[표 2-9] 준설 오니토 처리 방법

구 분	기준 및 방법
공통사항	사업자 스스로 처리하거나 폐기물 시설을 설치 및 운영하는 자, 폐기물처리업자 또는 재생처리 신고한 자 등으로 하역금 수집, 운반, 보관, 처리하여야 함
수집 및 운반	액상의 사업장 일반폐기물은 전용의 탱크, 용기, 파이프 또는 이와 유사한 설비를 사용하여야 함
보관	- 폐기물의 자재하중 및 보관하고자 하는 폐기물의 최대량 보관시의 적재하중에 견딜 수 있도록 시멘트, 아스팔트 등 물이 스며들지 않는 재료로 바닥이 포장된 곳에 보관하여야 함 - 폐기물 보관장소에는 빗물, 지표수 등 물이 유출되지 않도록 그 주변에 배수로를 설치하거나 이와 유사한 조치를 취하여야 함
처리(매립)	- 오니의 경우에는 탈수, 건조 등에 의하여 수분함량을 85% 이하로 사전 처리한 이후에 매립하여야 함 - 매립 시 발생하는 침출수 및 가스로 인한 주변환경의 오염을 방지하기 위하여 집수시설, 차수시설, 침출수 처리시설 및 가스처리시설을 갖춘 매립시설에서 처리하여야 함

2.2.2 2030년 인천광역시 공원녹지기본계획(2016)

인천광역시에서 조사된 저수지, 유수지, 습지 총 20.1km² 중 유수지는 1.6km² 으로 8.2%를 차지하고 있다.

[표 2-10] 인천광역시 유수지 현황

구분	면적(km ²)	비율(%)
유수지	1.6	8.2
하천, 저수지, 습지 등	18.5	91.8

1) 인천광역시 유수지 주변 녹화 사례

가) 포켓쉼터 조성구간(중봉로 일부구간)

- 기존 산업단지가 위치하고 있으며 북항 배후지역 유희토지에 기존 산업단지 주변으로 도로녹화사업을 증대시키고, 새로이 조성될 북항 배후지역 해안변에 공원을 계획
- 유수지 주변은 시민들이 자유롭게 쉴 수 있도록 도시녹화 시행

나) 수변가로공원 이용구간(중봉로·서해로 일부구간)

- 아암로변을 따라 기조성된 동양제철 유수지 주변공원 및 아암도해안공원을 적극 활용하여 동양제철 유수지 녹화 시행

다) 수변 갈대숲 구간(아암로 일부구간)

- 아암로변을 따라 남동산업단지 유수지 주변 가로를 녹화하며 송도신도시변에 존재하는 갈대숲을 적극 보전·활용하여 대규모 갈대 공원을 조성

2) 유수지의 도시계획시설 중복결정

- 도심지 내 분포되어 있는 유수지 등을 도시공원으로 중복시설 결정
- 기존 조성되어 있는 체육시설, 휴게시설 등을 이용 체육공원, 생태공원 등으로 지정하여 관리
- 시설의 장기적이고 지속적인 관리 및 부족한 도시의 1인당 공원녹지율 확보를 위해 도시계획시설로 중복 지정하여 관리
- 인천광역시 공원녹지 기본계획에서 공원녹지 이용체계 구상은 다음과 같음



[그림 2-5] 인천광역시 공원녹지 이용체계 구상도

[표 2-11] 인천광역시 공원녹지 이용체계 구상 전략

구분		전략
광역 이용 체계	GREEN NETWORK	• S자 자연생태 체험축 설정 • S자 녹지축 내의 장기 미집행 공원 우선순위 조성
	BLUE NETWORK	• 굴포천, 승기천, 장수천, 공촌천, 청천천, 갈산천 등의 친수공간 조성 및 공원과 연계
	PEDESTRIAN NETWORK	• 각 공원녹지와 연계된 가로환경개선(특화가로) 및 생태통로 등의 계획을 통해 연계
도시공원 특화 테마벨트 계획		• 산림자원, 역사자원, 전통문화, 해안생태를 특화하는 다양한 시민참여 테마 프로그램 구상

2.2.3 원도심 내 유수지 관리(활용) 기본계획(2020)

1) 사업의 목적

- 악취 및 경관 저해 등으로 기피시설로 전락한 원도심 내 유수지의 환경을 개선하고 생태·녹지·체육·문화 등을 위한 복합문화공간으로 전환하여 시민의 복지와 삶의 질을 향상
- 우기철(6월~9월)에 한시적으로 사용되는 유수지의 방재기능을 유지하면서 토지 효율성을 향상시키기 위해 주변 여건 및 대상지 상황을 고려하여 최적의 활용 방안을 계획

2) 사업의 범위

- 공간적 범위 : 원도심 내 유수지 6개소
 - 삼산 유수지, 인천교 유수지, 석남 유수지, 학익 유수지, 남동1·2 유수지
- 시간적 범위 : 착수일로부터 10개월(2018.11.27.~2020.02.06.)
- 내용적 범위
 - 유수지 관리(활용) 기본계획 수립 : 6개소 (A=1,530,920.2m²)
 - 현황측량 : 1,239,487m² (석남 유수지, 남동2 유수지, 삼산 유수지 제외)



출처 : 원도심 내 유수지 관리·활용 기본계획(2020, 인천광역시)

[그림 2-6] 사업의 위치도

3) 사업의 내용

- 악취 및 수질환경 개선계획 수립, 주변 여건을 고려한 활용계획 수립
- 유수지 활용 방안에 따른 치수 안전성 검토

가) 사업의 개념

- 퇴적토로 인하여 수질 및 악취 문제가 발생하여 준설이 필요한 상황
- 유수지는 건천화가 되어 유수지 하상활용 가능
- 초기 월류수(CSOs)의 오염부하 감소를 위해 저류시설 검토($V=153,700\text{m}^3$)

나) 사업의 장점

- 유수지로 유입되는 모든 유량을 도수로로 연결하여 방류
- 유수지 건천화를 통한 준설, 유수지 활용

4) 사업진행 현황

- 2018.11.27. : 기본계획용역 착수
- 2019. 2.12. : 착수보고회 개최
- 2019. 4.15. : 남동 유수지 준설 요청(연수구→재난예방과, 남동구청)
- 2019. 5. 8. : 남동1 유수지 저어새 관련 간담회
- 2019. 6.11. : 저어새 등 멸종위기 이동성물새 보호를 위한 간담회
- 2019. 6.18. : 중간보고회 개최
- 2019. 7.10. : 남동1 유수지 저어새 관련 간담회(환경정책과)
- 2019. 7.08.~ 7.18. : 주민설명회 개최
- 2019. 8. 8. : 삼산 유수지 주민설명회 재개최(참석인원:32명)
- 2019. 8.12. : 유수지 관리(활용) 기본계획 수립을 위한 협의(32개부서)
- 2019. 9.19. : 남동1 유수지 준설관련 환경단체(9개 기관) 협의의견 회시
- 2019.10.15. : 남동1 유수지 자연재해위험개선지구 지정 협의(시→남동구)
- 2019.11. 7. : 재정사항 합의요청에 대한 의견 회신(예산담당관실→자연재난과)
- 2019.11.27. : 관련 부서 협의의견 조치계획 통보 및 의견 협의(34개 관련 부서)
- 2020. 2. 6 : 용역준공

5) 사업시행 방안

- 동구청 건설과의 요청으로 인천교 유수지로 유입되고 있는 인천환경공단 가좌사업소 처리수를 해상방류
- 도수로 및 하수저류시설을 설치하고 건천화된 유수지 하상을 야외체육시설로 활용하는 계획을 수립하였고 이에 대하여 시청과 동구청 해당부서에 사업 시행 시기, 사업 시행 가능 여부 및 재정분담 등에 대한 검토의견을 요청

2.2.4 인천광역시 자연재해저감 종합계획(2026)

1) 계획의 개요

- 최근 들어 홍수, 집중호우, 태풍, 해일 등 풍수해의 발생빈도가 높아지고 있으며 이에 따른 인명 및 재산피해 급증
- 지방자치단체에서 인문, 지형적 여건과 자연재해를 비롯한 관련 계획을 종합적으로

검토하여 효율적인 저감대책을 마련하고 실행방안을 제시함으로 자연재해로부터 지역의 안전을 확보하기 위한 계획 수립

- 따라서, 인천광역시에서도 자연재해 위험요인을 종합적으로 조사, 분석하여 피해예방 및 저감을 위한 각종 구조적 대책과 비구조적 대책을 종합적으로 제시하는 자연재해 저감분야 종합계획 수립이 필요

2) 계획의 주요 내용

가) 계획의 목표

- 자연재해 위험요인을 조사분석하고, 이에 대한 종합적인 저감대책 및 실효성 있는 시행계획을 수립
- 주민공청회 및 광역의회 의견청취 등 주민의견을 반영함으로써 풍수해로부터 안전한 지역사회의 구축에 근간이 되는 최상위 지역방재계획으로서 역할 수행

나) 계획의 방향

- 자연재해저감 종합계획은 정비사업 등에 필요한 기간을 고려하여 10년을 목표로 정하였으며, 최초 수립 후 5년 주기로 타당성을 검토하여 이를 정비하도록 제시
- 「인천광역시 자연재해저감 종합계획」은 자연재해저감 분야 최상위 종합계획으로 인천광역시 안전관리계획과의 연계성을 확보함으로써 안전관리 측면에 있어 방재개념을 도입하여 보다 실질적인 계획이 될 수 있도록 제시

3) 인천교 유수지 관련 계획 검토

- 인천교 유수지의 계획저수용량을 고려할 때 평상시(2년 빈도) 강우량에 대해서 저류시설 용량 대비 필요저류량이 25%로 방재성능 충족
- ‘방재성능 목표강우량’에 대해서 저류시설 용량 대비 필요저류량이 95%로 방재성능 충족하는 것으로 검토되었으나,
- 1990년 이후 퇴적량 및 준설량을 고려할 때 ‘방재성능 목표강우량’을 충족시키기 위해서는 준설이 필요할 것으로 분석됨(표 3-1 참조)

2.2.5 인천광역시 하수도 정비기본계획(수립 중)

1) 계획의 개요

- 가) 도시개발 계획과 행정구역 확장에 맞춘 체계적·효율적 하수도사업 필요
- 교통시설의 확장과 더불어 공유수면의 매립과 각종 산업·물류단지의 조성, 관광·레저단지와 송도신도시 개발, 청라영종지구개발, 검단택지개발 및 도시재생사업 등 새로운 주거단지의 건설 및 2014 아시안게임 개최 등 여건 및 환경 변화
 - 각종 도시개발 계획과 행정구역 확장 등과 함께 하수도사업을 지속적으로 추진하였으나, 보다 체계적이고 효율적인 하수도정비 사업 필요
 - 기존 하수도정비 기본계획을 기초로 인천광역시 기 수립된 상위계획과 도시개발계획 등의 관련 자료를 충분히 검토
- 나) 공유수면 매립, 개발계획 등으로 인한 하수도시설에 대한 변경 필요
- 공유수면 매립에 의한 신도시, 택지개발지구 및 산업·물류단지, 관광·레저단지 등 개발계획으로 인한 하수발생량 증가
 - 하수도사업의 체계적인 추진과 투자의 효율화, 기존 하수도시설 정비·보완, 신설 하수관로 및 공공하수처리시설을 계획하여 점차 강화되는 환경기준에 적절히 대응하고 장래 여건변화 반영
 - 국제적인 도시 규모의 적합한 하수도 기반시설을 갖추기 위한 종합적인 계획 수립

2) 계획의 주요 내용

- 가) 내용적 범위
- 지표 및 계획기준
 - 하수처리 구역 결정
 - 계획하수량 산정
 - 하수배제방식
 - 하수관로정비
 - 하수처리시설 용량 확충
 - 하수찌꺼기 처분 방법
 - 분뇨처리시설 계획

나) 하수처리구역 변경 내역

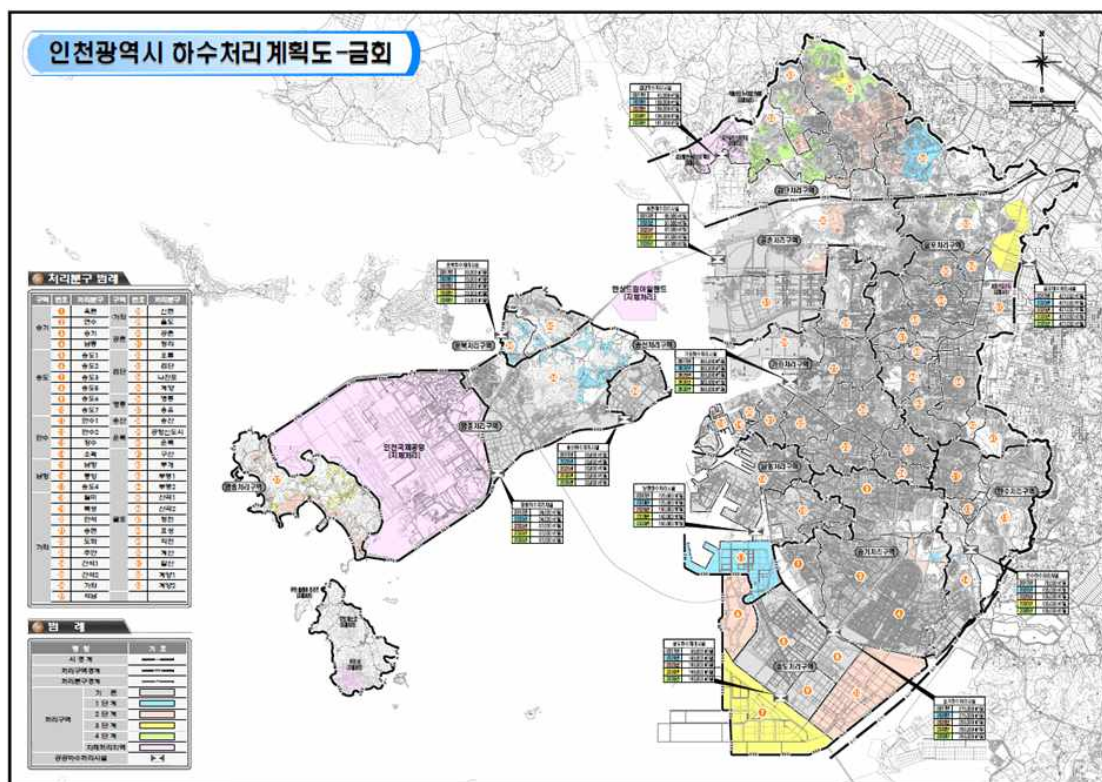
- 17개 하수처리구역 및 44개 소규모처리구역에서 용유를 영종에 편입하고 능내, 상방, 외포, 대연평을 추가하는 등 4개 처리구역을 추가, 조정
- 처리구역의 통합과 편입을 통해 신설 최소화

다) 하수찌꺼기 계획

- 수도권매립지 반입량 제한, 폐쇄 등으로 인한 하수처리 슬러지 처리 문제를 해결하기 위해 산정된 계획발생량에 대해 시설계획 수립
- 가좌하수처리시설 내 소화조 감량화 및 남향하수처리시설 내 하수찌꺼기 처리시설 신설을 통해 하수찌꺼기 문제 해결

라) 가좌하수처리장 직방류

- 가좌하수처리장 해양방류를 위해 방류구 이설을 검토
- 해양 직방류 시 조위 상승 시 하수처리장으로의 역류 발생 문제 내제
- 역류 문제 해결을 위해 관거 및 펌프장 설치를 위한 공사비 및 과도한 토지매입비 소요 등의 사유로 현실적 추진이 어려워 미반영



[그림 2-8] 인천광역시 하수처리계획도

2.2.6 2040 인천시 도시기본계획(변경)

1) 계획의 개요

가) 도시정책의 패러다임 변화

- 건설·성장·생산가치 우선 등 양적 성장을 우선으로 하던 기존에서 정비·재생·균형 등 질적 수준 향상으로 전환
- 시민의식 성숙, 삶의 질에 대한 욕구 증가 등 시민의식 변화와 고령사회, 저성장 시대 도래로 지속 가능한 도시성장 관리로의 변화

나) 내외부적 여건 변화

- 글로벌 네트워크화, 제4차 산업혁명, 생활SOC 3개년 계획, 주거복지 로드맵 등 새로운 정책 기조 및 이슈 변화에 대응
- 기존 노후 시가지의 도시 재생 사업 및 도시 균형 발전 등 삶의 질 욕구 증대에 부응한 미래지향적, 지속 가능한 도시 발전방향 제시

2) 계획의 주요 내용

- 인천광역시의 미래변화 예측 및 광역적 장기발전 구상
- 시민계획단 운영을 통한 참여형 도시계획 수립
- 삶의 질을 고려한 인구/토지이용/공간구조/생활권계획 등 부문별 계획 수립
- 지속가능성을 고려한 원도심 계획 수립
- 사회변화에 대응한 생활SOC 공급계획 수립



출처: 인천시청, 2040년 인천도시기본계획 변경 확정공고

[그림 2-9] '2040년 인천도시기본계획(변경)'의 목표

2.2.7 검토 결과

1) 기초현황 종합 분석

- 인천교 유수지는 가좌하수처리장 방류수 및 외부 유입 오염원으로 인해 유기물이 축적되고 있으며, 이에 따른 저류용량 감소 및 수질악화·악취 문제가 상시적으로 발생하고 있음
- 또한, 유수지 내 퇴적토는 지속적으로 증가하고 있으나 준설 등의 방법은 일시적 대응에 그치고 있어 저류용량 감소 및 방재성능 저하의 구조적 문제를 내포하고 있음
- 이와 같은 현황은 유수지의 본래 기능인 침수 방지 기능 수행에 한계를 발생시키고 있으며, 종합적인 개선대책 마련이 필요한 상황임

2) 관련계획과의 부합성

- 본 사업은 「인천광역시 자연재해저감 종합계획(2026)」에서 제시하는 재해저감 및 방재성능 확보 방향과 부합하며, 유수지 준설 및 시설 개선을 통한 방재기능 강화 측면에서 정책적 타당성이 인정됨
- 또한, 「원도심 내 유수지 관리 기본계획(2020)」에서 제시된 유수지 환경개선 및 활용 방향과도 일치하며, 수질개선 및 건천화를 통한 효율적 관리체계 구축 측면에서도 상위계획과 부합성이 확보됨

제3장

인천교 유수지 안전성 검토

3.1 인천교 유수지 치수안전성 검토

3.2 인천교 유수지 환경안전성 검토

3.1 인천교 유수지 치수안전성 검토

인천교 유수지는 저지대 침수 방지를 위해 설치된 방재시설로서, 환경개선사업 추진 전 유수지의 방재성과 치수안정성을 우선 검토할 필요가 있다. 이에 따라 「인천광역시 자연재해저감종합계획(2026)」을 활용하여 인천교 유수지 및 배수펌프장의 방재성을 검토하고, 아울러 가좌하수처리장 방류구 높이를 고려한 운영 안정성도 함께 검토하였다.

특히, 가좌하수처리장 방류구 높이 특성상 인천교 유수지 수위가 EL.0.97m 이상 상승할 경우 처리장 내부로 역류가 발생할 수 있으므로, 본 검토에서는 인천교 유수지 수위를 EL.0.97m 이하로 유지하는 것을 기본 전제조건으로 설정하였다.

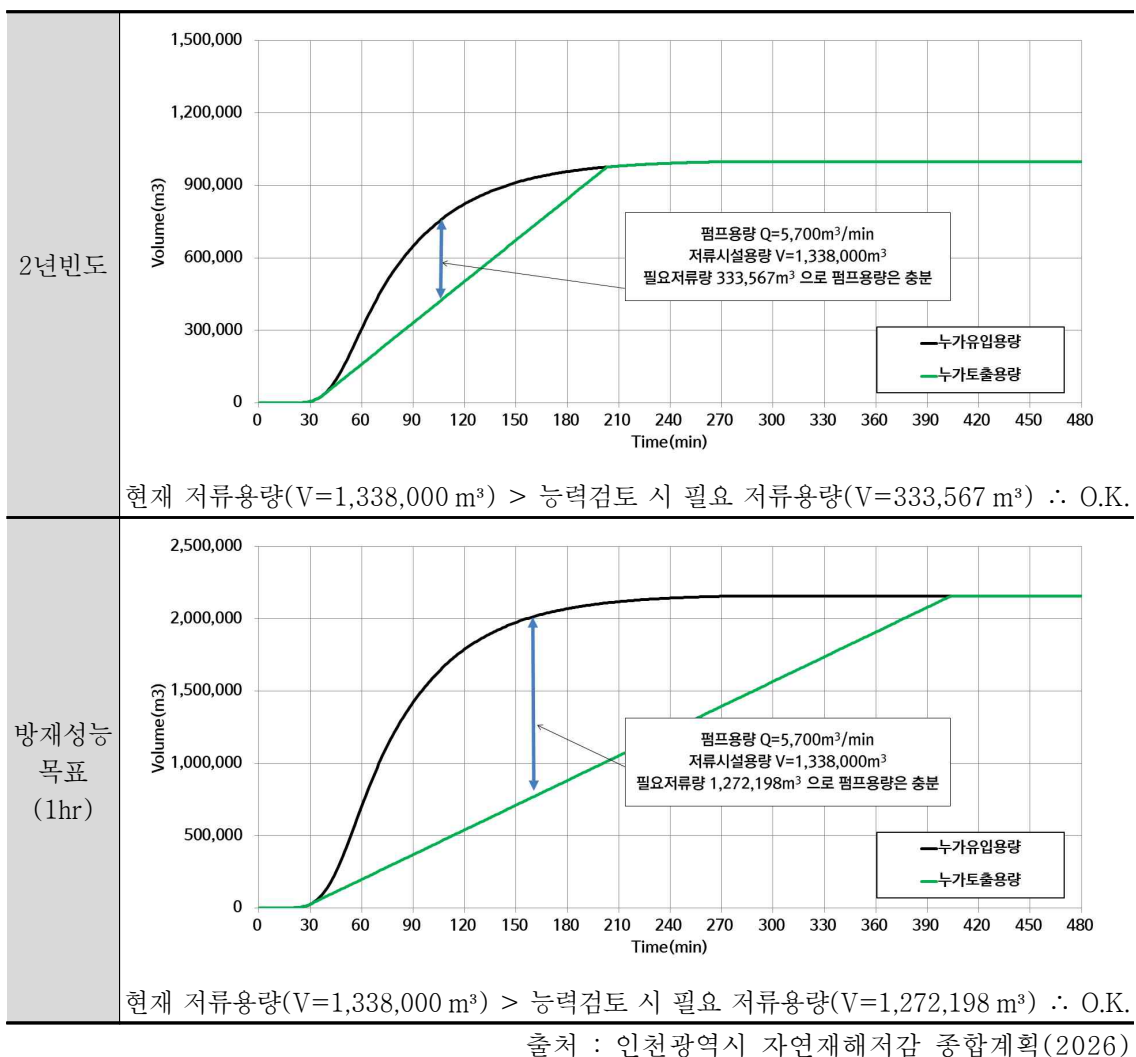
3.1.1 인천교 유수지 및 빗물펌프장 방재성 검토

「인천광역시 자연재해저감종합계획(2026)」에서 분석한 인천교 유수지 및 펌프장 배수구역은 30.74km²으로 7.64km²의 석남 배수유역을 포함하고 있다.



[그림 3-1] 인천교 유수지 유역현황

- 인천교 유수지의 계획저수용량($V=1,338,000\text{m}^3$)을 고려할 때 평상시(2년 빈도) 강우량과 ‘방재성능 목표강우량’에 대하여 펌프장($Q=5,700\text{m}^3/\text{min}$) 시설 능력이 충분한지에 대한 검토 시행
- 2년 빈도 강우에 대한 검토에서는 저류시설의 용량 대비 필요 저류량이 25%로 방재성능을 만족하는 것으로 검토됨
- ‘방재성능 목표강우량’ 1시간에 대해서 검토한 결과 저류시설의 용량 대비 필요 저류량이 95%로 ‘방재성능 목표강우량’ 상황에서도 만족하는 것으로 검토됨
 - 2년 빈도 강우량을 기준으로 안전한 치수안전성을 검토 시 필요 저류용량은 $333,567\text{m}^3$ 으로 현재 저류용량은 $1,338,000\text{m}^3$ 로 충분한 용량 확보
 - 인천광역시의 방재성능목표를 기준으로 치수안전성 확보를 위한 필요 저류용량은 $1,272,198\text{m}^3$ 로 방재성능목표를 준수하는 용량을 확보



[그림 3-2] 인천교 유수지 펌프장 누가유입량 - 누가 토출량 곡선

○ 퇴적량을 고려한 안전성 검토

- 『2020년 원도심 유수지 활성화 방안』에서 유수지 저류량 조사한 결과 125,000m³의 토사가 퇴적되어 있는 것으로 제시됨
- 1990년 이후 유수지 준설량 및 퇴적 상태를 고려할 때 연간 13,000m³의 토사가 인천교 유수지로 유입되는 것으로 판단됨
- 기 보고서에서 제시된 인천교 유수지 내 퇴적 현황을 고려할 때 2025년 현재 퇴적되어 있는 토사량은 164,042m³로 추정됨
- 방재성능 목표강우량에 대한 치수안전성 검토 결과 여유용량은 65,802m³ 있으나, 현재 퇴적으로 인하여 약 98,240m³의 저류용량이 부족한 것으로 검토되어 치수안전성에 문제가 발생할 수 있을 것으로 판단됨

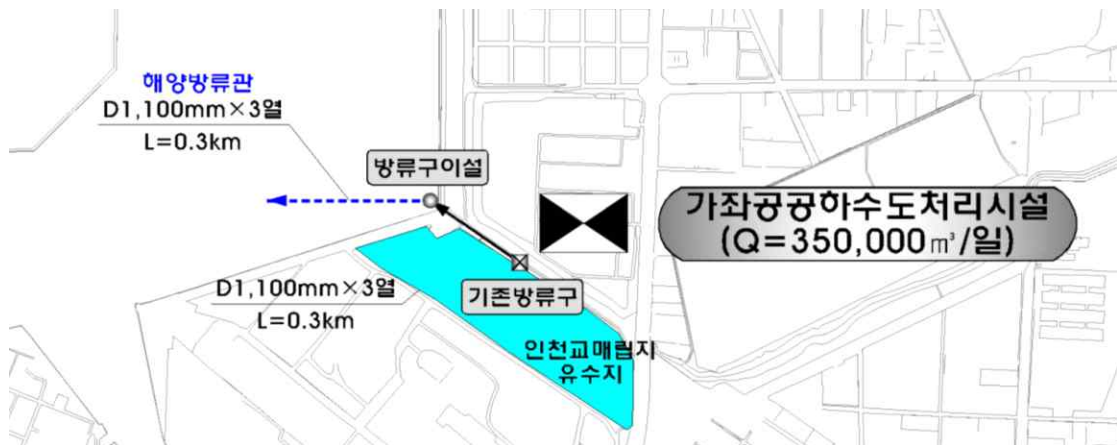
[표 3-1] 인천교유수지 준설 요구량

저류용량		퇴적용량		비고
시설 계획저류량(①)	1,338,000m ³	2020년 퇴적량 조사(③)	125,000m ³	
방재성능목표 요구저류량(②)	1,272,198m ³	2020년 이후 퇴적량(④)	13,000×5년= 65,000m ³	
		2023 ~ 24년 준설량(⑤)	25,958m ³	
		현재퇴적량 (⑥=③+④-⑤)	164,042m ³	
저류용량 치수안전성 검토 ②-(①-⑥)		1,272,198-(1,338,000-164,042)=98,240m ³		용량부족

3.1.2 가좌하수처리장 방류구 배수 안전성 검토

(1) 하수처리수 방류구 위치 조정

- 「2035년 인천광역시 하수도정비기본계획(2020)」에서 가좌하수처리장 방류 지점에 대한 검토
 - 방류 지점이 인천교매립지 유수지 내에 위치하여 350,000m³/일의 하수처리수가 유입됨에 따라 상시 유수지의 저류가능 용량이 감소되어 있음
 - 정체수역인 유수지에 처리수를 방류함에 따라 유수지 수질 악화에 따른 악취 등 빈번한 민원 발생
 - 이에 따라 인천교매립지 내 위치한 방류구를 북항배후단지 남측 도로를 통해 북항인근 내해로 이설 검토



[그림 3-3] 가좌하수처리장 방류구 조정계획

- 「2040년 인천광역시 하수도정비기본계획(안)」에서는 가좌공공하수도처리시설 방류 지점 변경 제외
 - 기존에 작성된 하수도정비기본계획에서 해상방류관을 이용한 하수처리수의 해상직방류하는 방향으로 검토하였으나,
 - 해상방류관의 건설 비용 및 부지확보의 문제로 인하여 보완된 하수도정비기본계획에서 해상방류에 대한 검토 제외됨

(2) 가좌하수처리장 방류구 높이

- 가좌하수처리장의 원활한 운영을 위해서 인천교 유수지의 수위가 하수처리수 방류구보다 낮게 형성되어야 가좌하수처리장으로 역류가 발생하지 않고 원활한 운영 가능
 - 「원도심 내 유수지 관리(활용) 기본계획(2020)」에서 인천교 유수지 펌프장 운영실적 검토 결과 2014년~2019년(6개년)에 총 28회 펌프장 가동을 통하여 유수지 수위 관리
 - 인천교 유수지 관리 수위는 내수위 EL. -0.43m ~ EL. 0.97m를 유지
 - 인천교 유수지 수위가 EL. 0.97m 이상 상승 시 가좌하수처리장으로 역류 발생, 가좌하수처리장의 운영이 불가, 일부 상류지역에 침수가 발생
 - 따라서, 평상시 인천교 유수지의 운영수위는 EL.0.97m 이하로 유지가 필요

3.1.3 검토 의견

인천교 유수지는 방재시설로서 ‘방재성능목표 강우량’을 만족할 수 있어야 한다. 검토 결과, 현재 계획저류용량 1,338,000m³는 방재성능목표 강우량(1시간)에 대하여 대응 가능

한 수준인 것으로 분석되었다.

그러나, 인천교 유수지는 1990년 건설 이후 현재까지 지속적으로 토사가 유입 및 퇴적되어 왔으며, 퇴적토를 제거하기 위해 2007년부터 2024년까지 준설을 실시하여 인천교 유수지의 방재성능을 유지하려 노력하였으나 여전히 약 164,042m³ 이상의 토사 및 오염물질이 퇴적되어 있는 것으로 추정되고 있다. 이로 인하여 인천교 유수지에 대해 방재성능 목표강우량 발생시 부족한 저류공간으로 인한 방재성능에 문제가 발생할 여지가 있다. 더불어 기후변화에 따른 극한강우 증가 추세를 고려할 때 현재 퇴적되어 있는 퇴적토의 준설이 시급하게 이루어져야 하며, 장기적으로도 지속적인 퇴적토 준설이 필요하다. 또한, 가좌하수처리장 방류구 이설이 불가능해짐에 따라 인천교 유수지를 담수조건으로 운영하면서 수위를 EL.0.97m 이하로 유지해야 하는 실정이다.

방재시설인 인천교 유수지는 원도심 저지대의 침수방지를 위해 상시 저류용량을 확보해야 하는 상황에서 담수조건으로 운영하는 것은 다소 문제의 소지가 있다. 환경개선 사업을 통하여 인천교 유수지의 원상태의 저류용량을 확보함으로 방재기능을 강화함과 동시에 가좌하수처리장의 안정적인 운영을 충족하는 방향으로 추진할 필요가 있다.

3.2 인천교 유수지 환경안전성 검토

3.2.1 인천교 유수지 수질환경

1) 인천광역시 보건환경연구원 수질 조사 현황

가) 수질 조사 개요

- 조사 목적 : 유수지의 수질 현황을 정기적으로 조사하여 변화 추세 파악 및 공공수역 실태 파악, 환경정책 수립 기초자료 활용
- 조사 대상 : 공항신도시(1,2), 안암도, 청라도, 인천교, 남동(1,2), 송도남측 (8개소)
- 분석항목 : TOC, TN, TP, SS, DO, pH, 수온, 전기전도도, 염분

나) 조사 결과

- 수질등급 조사 결과 TOC 농도는 ‘공항신도시2’가 가장 낮으며 ‘인천교’, ‘남동2’에서 높은 것으로 측정됨
- TOC 농도 : 공항신도시2 < 공항신도시1 < 안암도 < 송도남측 < 청라도 < 남동1 < 남동2 < 인천교
- 인천교 유수지는 2025년 3분기 대비 수질 등급은 동일하게 유지한 것으로 나타남

[표 3-2] 2025년 유수지 수질조사 결과(4분기)

(단위 : mg/L)

지점 년도	공항 신도시1	공항 신도시2	안암도	청라도	인천교	남동1	남동2	송도 남측
'25년 4분기	4.0(Ⅱ)	2.6(Ⅰb)	4.7(Ⅲ)	6.6(V)	10.1(VI)	9.0(VI)	10.1(VI)	6.0(Ⅳ)
'25년 3분기	3.4(Ⅱ)	4.1(Ⅲ)	19.4(VI)	2.1(Ⅰb)	9.6(VI)	5.4(Ⅳ)	6.4(V)	6.6(V)
최근 3 년	'22년	4.9	4.6	8.5	6.7	15.0	8.3	13.9
	'23년	3.2	4.1	8.0	4.5	9.0	6.2	13.8
	'24년	3.5	4.0	9.7	5.0	12.1	7.6	10.3
	평균	3.9 (Ⅱ)	4.2 (Ⅲ)	8.7 (Ⅵ)	5.4 (Ⅳ)	12.0 (Ⅵ)	7.3 (Ⅴ)	12.7 (Ⅵ)

출처 : 인천광역시 보건환경연구원(2026)

다) 인천교 유수지 세부 결과

○ TOC 수질 등급 : 매우 나쁨(VI)

- 최저 농도는 겨울철인 '24년 4분기(5.4 mg/L), 최고 농도는 여름철인 '22년 2분기(25.1 mg/L)에 발생
- '25년 3분기 대비 T-P제외 전 항목 증가하였으며, 이는 가좌하수처리장 방류수와 유사한 수준 (TOC 11.0 mg/L, T-N 21.80 mg/L, T-P 0.559 mg/L)

[표 3-3] 인천교 유수지 수질 현황

(단위 : mg/L)

항목 \ 년도	'25년 4분기	'25년 3분기	'24년	'23년	'22년
TOC	10.1 (VI)	9.6 (VI)	12.1 (VI)	9.0 (VI)	15.0 (VI)
T-N	25.42 (VI)	11.36 (VI)	14.72 (VI)	13.02 (VI)	19.38 (VI)
T-P	0.428 (VI)	0.830 (VI)	0.813 (VI)	1.111 (VI)	1.255 (VI)
SS	37.7 (V)	22.3 (V)	13.5 (III)	10.5 (III)	10.8 (III)
전기전도도 ($\mu\text{m}/\text{cm}$)	4,912	1,305	4,052	5,266	2,899
염분(psu)	2.65	0.65	2.16	2.55	1.51

출처 : 인천광역시 보건환경연구원(2026)

○ 가좌사업소 방류수 및 인천교 유수지 수질 비교

- 가좌하수처리장 하수처리방류수의 수질은 방류수 수질 기준을 대체로 만족
- 인천교 유수지 내 저류되고 있는 유량은 가좌하수처리장에서 방류하고 있는 하수처리 방류수와 유사한 수질 오염도 수준을 유지하고 있음
- 인천교 유수지를 호소수 수질 기준으로 검토하면 VI등급 의 매우 나쁜 상태를 나타내고 있는 것으로 검토됨

[표 3-4] 가좌사업소 방류수 및 인천교 유수지 수질 비교

(단위 : mg/L)

구 분	TOC	T-N	T-P	SS
가좌사업소 방류수 수질 ('25년 11월 평균)	11.0 (25 이하)	21.80 (20이하)	0.559 (2이하)	4.3 (10이하)
인천교 유수지 수질 ('25년 4분기)	10.1 (VI등급)	25.42	0.428 (IV등급)	37.7 (VI등급)

출처 : 인천광역시 보건환경연구원(2026)

2) 2026년 수질 조사 결과

가) 현장 답사 및 수질 조사 현황

○ 수질 조사 개요 : 인천교 유수지의 수질 조사를 위하여 현장 답사를 시행

- 채수일자 : 2026.01.27. (화)
- 분석일자 : 2026.01.28. (수)

○ 채수 지점 : 2개 지점을 선정하여 채수를 수행

① 석남 유수지 말단(지점1) : 인천교 유수지로 유입되는 석남 유수지의 말단의 수질을 조사하여, 석남 유수지가 인천교 유수지 수질에 미치는 영향 검토

② 가좌하수처리분구 우수토실(지점2) : 가좌하수처리분구의 우수토실 인근의 수질을 조사하여 우수토실 유입수에 의한 영향성 검토

나) 수질분석 결과

○ 인천광역시 보건환경연구원의 '25년 4분기 수질 조사 자료와 현장답사 수질 조사 자료를 비교

- 인천교 유수지 내 저류되어 있는 유량의 수질은 하수처리 방류수에 비해 매우 좋지 않은 결과를 나타내고 있음
- 유기물 오염도를 나타내는 TOC의 경우 방류수에서 10ppm수준에서 인천교 유수지 주변 수질이 5배~12배 이상 높게 나타나 유수지 내 퇴적되어 있는 유기물에 의한 영향이 크게 미치는 것으로 판단됨
- 조사한 인천교 유수지 주변 2개 지점의 수질 검토에서 석남 유수지 지점은 TOC가 가좌하수처리분구 지점은 T-N이 높게 측정되어 두 지점의 오염원 성향이 상당히 다른 것으로 분석됨

[표 3-5] '25년 4분기, 26년 현장 답사 수질검사 결과 비교

(단위 : mg/L)

구 분	TOC	T-N	T-P	SS
보건환경연구원 조사 ('25년 4분기)	10.1	25.42	0.428	37.7
석남유수지 지점 ('26년)	122.7 (VI등급)	30.47	2.340 (VI등급)	127.8 (VI등급)
가좌하수처리분구 지점 ('26년)	56.5 (VI등급)	51.42	2.952 (VI등급)	195.6 (VI등급)



가좌하수처리분구 우수토실 채수



석남 유수지 말단 지점 전경



가좌하수처리분구 우수토실 채수 시료



석남 유수지 말단 지점 채수

[그림 3-4] 수질 시료 채취 지점

3.2.2 인천교 유수지 퇴적환경

가) 현장답사 및 퇴적토 오염도 조사 현황

○ 퇴적토 조사 개요 : 인천교 유수지의 퇴적토 오염도 조사를 위하여 현장답사를 시행

- 퇴적토 채취 일자 : 2026.02.06. (금)
- 퇴적토 분석 완료 일자 : 2026.02.27. (금)

○ 퇴적토 채취 지점 : 3개 지점을 선정하여 퇴적토 채취를 수행

- ① 석남 유수지 말단(지점1) : 인천교 유수지로 유입되는 석남 유수지의 말단의 퇴적토를 조사하여, 석남 유수지와 인천교 유수지의 퇴적토 오염도 비교
- ② 가좌하수처리분구 우수토실(지점2) : 가좌하수처리분구의 우수토실 인근의 퇴적토를 조사하여 퇴적토의 오염도 비교
- ③ 인천교 유수지 외곽측(지점3) : 지점1과 지점2와 이격거리를 두어 퇴적토의 오염도를 비교 검토



가좌하수처리분구 우수토실 퇴적토 채취

[그림 3-5] 퇴적토 시료 채취 지점



인천교 유수지 외곽측 퇴적토 채취



석남 유수지 말단 지점 퇴적토 채취



3개 지점 퇴적토 채취 시료

[그림 3-5] 퇴적토 시료 채취 지점(계속)

나) 퇴적토 토질 분석 결과

○ 토양오염도는 「토양환경보전법 시행규칙」의 '별표3 토양오염 우려 기준' 적용

○ 토양오염 우려 기준의 지역의 구분

- ① 1지역 : 사람의 건강과 접촉가능성이 높은 지역으로 가장 엄격한 기준 적용
- ② 2지역 : 1지역보다는 덜하나 사람이나 동식물에 영향을 줄 수 있는 지역
- ③ 3지역 : 주로 공업 활동이 이루어지는 지역

○ 토양오염 분석 결과

① 불검출 : 6가크롬, 유기인, PCBs, 시안, 페놀, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, TCE, PCE 벤조a피렌, 1,2-디클로로에탄

② 1지역 기준 충족 : 비소, 수은, 납

③ 3지역 기준 충족 : 구리, 니켈

④ 기준치 이상 검출 : TPH, 아연

○ TPH, 아연의 경우 3지역 토양오염 우려 기준을 초과하는 것으로 검토됨

- TPH(Total Petroleum Hydrocarbons, 석유계 총 탄화수소)는 가좌하수처리분구

우수토실 지점에서 기준치를 18배 이상 초과 검출되었으며, 유수지 중앙에서도 6배 이상 초과하는 것으로 나타남

- 가좌하수처리분구 우수토실을 통해 유입된 오염원이 인천교 유수지 갑문으로 이동되는 현상으로 우수토실에서 멀어지면서 점차 농도가 낮게 나타나는 것으로 판단됨
- TPH의 경우 유류 오염토양의 핵심 지표로, 피부질환, 빈혈, 백내장을 유발하는 인체 유해 물질로 하수로 유입되는 폐수 관리가 절실히 필요

[표 3-6] 26년 현장 답사 퇴적토 토양오염도 분석 결과

항목	석남유수지 (지점1)	가좌하수처리분구 (지점2)	유수지 중앙 (지점3)	토양오염 우려기준		
				1지역	2지역	3지역
카드늄	5.3	2.9	3.8	4	10	60
구리	1,885.3	1,064.5	1,877.6	150	500	2000
비소	6.7	4.6	6.9	25	50	200
수은	0.7	0.4	0.4	4	10	20
납	143.0	65.5	102.5	200	400	700
아연	2,211.5	1,532.5	2,073.5	300	600	2000
니켈	422.7	416.4	463.3	100	200	500
불소	1,417.0	462.0	956.0	800	1300	2000
TPH	1,528	36,067	12,058	500	800	2000

※ 토양환경보전법 시행규칙 [별표 3]토양오염우려기준

3.2.3 인천교 유수지 악취환경

가) 현장 답사 및 악취 조사 현황

- 악취 조사 개요 : 인천교 유수지의 주변의 악취와 퇴적토 악취 상태를 조사하기 위해 현장 답사를 시행

- 악취 조사 일자 : 2026.03.31. (화)
- 측정 장비 : OMX-AMD

○ 악취 조사 지점 : 3개 지점을 선정 악취 측정

- ① 인천교 유수지 주변(지점1) : 현대제철 동문 입구
- ② 우수토실(지점2) : 가좌하수처리분구 우수토실 내부 및 방류구
- ③ 유수지 내 퇴적토(지점3) : 인천교 유수지 내 퇴적된 퇴적토

나) 악취 측정 결과

- 기준 공기 대비 냄새가 얼마나 강한지 측정하는 상대적 강도로 측정
- 악취 측정 결과
 - 인천교 유수지 주변(현대제철 동문 입구)에서 측정된 악취는 회석배수 3~13로 공업지역 부지경계선 배출허용 기준 수준으로 측정됨
 - 우수토실 주변의 악취 회석배수는 7~29로 인천교 유수지 주변보다 다소 높게 나타났으며, 복합악취기준 공업지역 부지경계선 배출허용 기준 수준을 약간 상회하는 것으로 측정됨
 - 퇴적토 내 악취의 경우 악취 회석배수가 164~520로 지점에 따라 다소 차이가 있으나 복합악취 기준에서 기타지역 배출구 기준을 초과하는 것으로 측정됨
- 퇴적토 악취 상태는 ‘극심한 냄새’로 장시간 존치 시 부패가 심해져 악취가 발생할 것으로 판단됨



우수토실 앞 악취측정

퇴적토 내 악취 측정

[그림 3-6] 악취 측정 위치

[표 3-7] 악취 측정 결과

	조사위치		
	현대제철 동문 입구	우수토실 입구	퇴적토 내
희석배수	3 ~ 13	7 ~ 29	164 ~ 520
복합악취 기준	배출허용 기준(희석배수)		
		공업지역	기타지역
	배출구	1,000이하	500이하
	부지경계선	20이하	15이하

※ 악취방지법 시행규칙 [별표 3]배출허용 기준 및 엄격한 배출허용 기준의 설정 범위

제4장

인천교 유수지 환경개선사업

4.1 환경개선사업 개요

4.2 환경개선사업 세부 계획

4.1 환경개선사업 개요

4.1.1 인천교 유수지 개선방향

인천교 유수지는 조위로 인해 외수위가 상승 시 외수의 유입을 차단하고 상류유역에서 발생하는 우수를 일시적으로 저류하여 저지대 침수 피해를 예방하는 핵심 방재시설이다.

본 용역에서는 인천교 유수지의 방재성능 목표를 만족하면서 유수지 본연의 기능을 회복하기 위하여 저류용량 확보를 최우선 목표로 설정하고 개선방향을 제시하는 데 있다.

인천교 유수지는 1990년 설치 이후 조위에 의한 해수유입을 방지하기 위해 수문을 닫으면서 유수지 내 유량이 저류되면서 유속을 감소시키고 토사 및 오염물질을 퇴적시킴으로 인하여 저류용량의 감소 및 수질오염과 악취 문제가 장기간 지속되어 왔다.

본 사업은 방재기능 회복, 수질 개선, 악취 저감을 종합적으로 고려하는 방향으로 추진할 필요가 있다.

1) 방재시설 본연의 기능 회복

- 퇴적으로 인해 감소된 유수지 저류용량 확보를 위한 준설 필요
- 유수지 내 퇴적토 준설을 통한 방재성능 회복
- 극한 강우 증가에 대응하기 위한 유수지 여유용량 확보

2) 유지관리 체계 개선

- 유수지 내 하수처리수 방류를 별도로 관리함으로 유지관리 개선
- 하수처리수 분리 처리를 통해 유수지 건천화 및 유지관리 효율성 확보 필요

3) 생활환경 개선

- 오염토 퇴적물의 부패로 인한 악취 문제 발생
- 퇴적토 준설을 통한 방재기능 회복 및 악취 저감
- 생활환경 개선 및 시민복지 증대 기대

4.1.2 도수로 설치 방안 검토

도수로 설치하는 인천교 유수지 내 상시 물이 흐르는 구간과 건천화가 가능한 구간을 구분하여 운영함으로써 유수지의 방재기능을 유지하면서도 준설 및 유지관리의 효율성을 높이기 위함이다.

1) 도수로 용벽 설치 개념

- 도수로 용벽을 설치하여 유수지를 2개 구역으로 분리하여, 각 구역을 독립적으로 운영함으로써 수문 및 배수펌프장을 이용하여 수위조절 기능 확보
- 도수로 용벽에 가동보를 설치하여 수위 상승 시 가동보 전도를 통해 유수지와 펌프장의 통합 운영 가능

2) 도수로 설치 목적 및 기대효과

- 상시 물이 흐르는 구역과 건천화 구역을 분리
- 건천화 구역에 대한 준설 작업의 용이성 향상으로 유지관리 효율성 증대
- 하수처리수를 별도 관리하여 빠른 배수 및 오염물 확산 방지
- 홍수 시 전체 유수지 구역을 활용하여 저류 기능 유지

3) 도수로 설치 시 검토사항

- 평상시 가좌하수처리장 방류수 유입에 따른 도수로 내 수위 변화 및 기존 시설에 미치는 영향 검토
- 유수 흐름 변화 및 퇴적 방지 가능성에 대한 수리분석
- 하수처리 방류량을 고려한 도수로 규모 및 치수 안전성 검토
- 도수로 방안별 유수 흐름 및 퇴적량 증·감 영향 검토

4.1.3 사업 효과

사업 시행 시 가좌하수처리장 방류수를 분리함에 따른 유수지 내 퇴적토의 원활한 제거 기능, 저류용량 확보 및 방재기능이 회복될 것으로 기대되며, 건천화 구역 조성으로 유지관리의 효율성이 향상되고, 장기적으로 반복적인 준설 비용 절감 효과를 기대할 수 있다. 또한, 수질 개선 및 악취 저감 효과로 인한 주변 생활환경이 개선될 것으로 예상된다.

4.1.4 기존 방식 대비 우수성

기존 단순 준설 방식은 일정 기간 이후 재퇴적이 반복되는 한계가 있고, 해상 준설로 인한 유지관리비 과다 및 완전한 준설이 불가능한 한계가 있으나, 도수로 설치를 통한 유량 유입 구조 개선과 건천화 구조 도입으로 퇴적 및 수질 문제를 근본적으로 저감할 수 있는 구조적 개선 방안이며, 육상 준설을 통한 유지관리비 절감 효과를 기대할 수 있다.

4.2 환경개선사업 세부 계획

4.2.1 인천교 유수지 현황 검토

1) 인천교 유수지 일반 현황

가) 인천교 유수지 유입 유량 검토

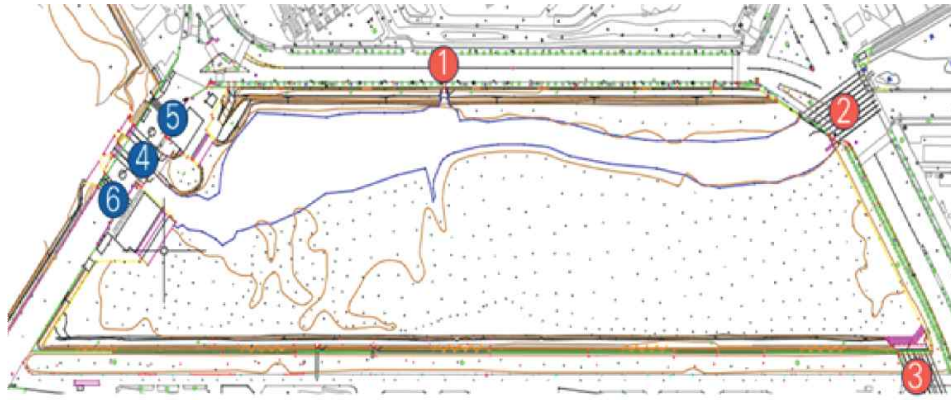
- ① 가좌하수처리장 : 하수처리수 유입 (350,000 m³/일)
- ② 석남 유수지 및 가좌하수처리분구 : 2년 빈도 강우

나) 인천교 유수지 방류 유량 검토

- ① 해상방류관거 : 방류관거(2@5×4, 2@5×5)를 통한 방류
- ② 인천교 유수지 제1펌프장 : Φ1500×5대를 통한 방류
- ③ 인천교 유수지 제2펌프장 : Φ2000×7대를 통한 방류

다) 인천교 유수지 퇴적 현황

- 조위에 의한 갑문을 닫음으로 인천교 유수지 내 유량의 장시간 저류, 유속저하로 유수지 내 퇴적이 발생
- 조위 하강에 따른 갑문 개방을 통해 유수지 내 유량을 방류하며, 이를 통해 유수지 내 자연적인 수로를 형성하고 있고, 수로의 퇴적토는 유속에 의해 해양 방류가 이루어짐
- 반복되는 저류·방류를 통해 형성된 수로 외 공간은 퇴적토가 퇴적되며 악취의 발생 원인으로 작용
 - 인천교 유수지를 장축으로 나눴을 때 대부분의 퇴적은 현대제철 방면에서 발생(최대 EL.(-)1.28m)
 - 배수갑문~가좌하수처리장 구간은 가좌하수처리장의 방류 및 갑문 배수로 퇴적이 발생되지 않고 있으며, 가좌하수처리장 ~ 석남 유수지 구간은 갑문 개방에 따라 흐름 발생으로 인해 퇴적토 일부가 씻겨 해양으로 방류
 - 정기적인 방류로 인하여 정형화된 수로가 형성, 형성된 수로 이 외의 구간은 흐름이 거의 발생하지 않아 지속적으로 퇴적이 발생
 - 도수로 설치 시 현재 물이 흐르고 있는 구간(형성된 수로부)에 설치
 - 도수로를 통한 배수 및 그 외 지역은 건천화시켜 준설 및 유지관리
 - 도수로 규모 검토 시 홍수위를 고려하여 가좌하수처리장의 역류 및 상류지역 홍수위에 영향을 미치지 않도록 검토 필요



[범 례]

- | | |
|---------------------|--|
| ① 가좌하수처리장 방류구 | ④ 해상방류 관거 |
| ② 석남유수지 유입구 | ⑤ 인천교 유수지 펌프장 : $\phi 1500 \times 5$ 대 |
| ③ 가좌하수처리분구 우수토실 유입구 | ⑥ 인천교 유수지 펌프장 : $\phi 2000 \times 7$ 대 |

[그림 4-1] 인천교 유수지의 유입 및 방류 현황

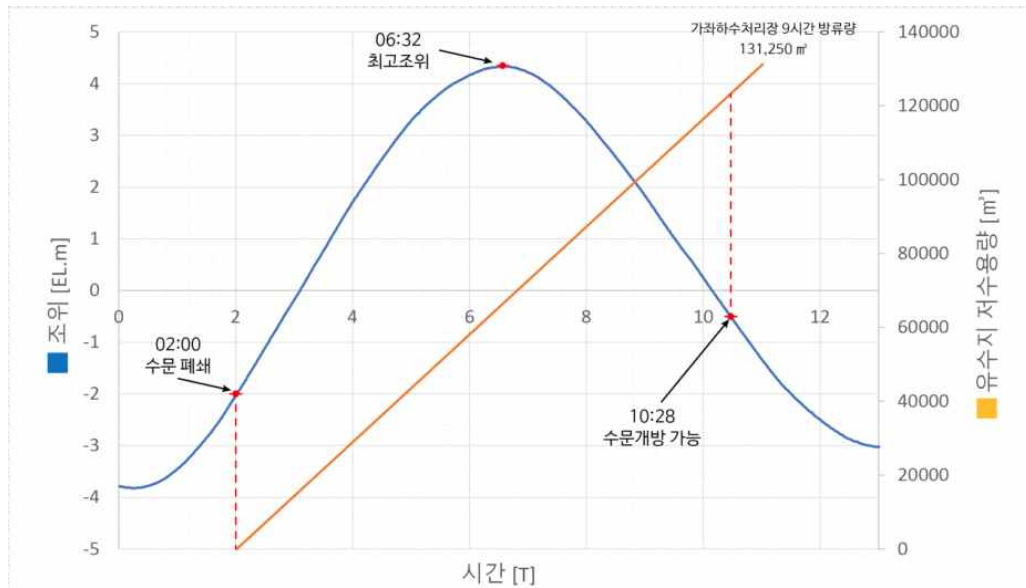
2) 인천교 유수지 수리검토를 위한 경계 조건

가) 하류 경계 조건 검토 : 조위 분석

- 인천교 유수지와 인접한 ‘인천관측소’의 조위표 적용
- 산출된 값에 따라 인천교 유수지의 수위 유지를 위해 필요한 조건을 검토
 - ① 수문 폐쇄 시점 : 인천교 유수지의 지반고인 EL.(-)2.0m 와 동일한 조위
 - ② 최고 조위 발생 시점 : 최고 조위 EL. 4.335m
 - ③ 수문 개방 시점 : EL.(-)0.505m
- 인천교 유수지 내 최대 저류시간은 조위를 고려하여 약 8시간 30분으로 산정
- 수문을 개방하는 시점은 EL.(-)0.5m를 기준으로 하였으며, 이는 유수지 내 저류용량으로 검토한 2m(EL. 0m)에서 조위와의 낙차 50cm를 고려, 유수지 내에 저장된 유량을 원활하게 방류하기 위한 값
- 가좌하수처리장의 방류량은 계획방류량을 적용

[표 4-1] 인천교 유수지 저류 대기 시간 예측

발생시간	EL.m	도달시간		비고
02:00	-2.05	—		유수지 수문 폐쇄 시점
06:32	+4.335	4시간 32분	총 8시간 28분	최고 조위
10:28	-0.505	3시간 56분		수문 개방 시점



[그림 4-2] 인천교 유수지의 조위와 가좌하수처리장 방류량과의 관계 그래프

나) 방안별 수리검토 모델 개요

○ 1안의 수리검토 모델 : 2차원 모형

- 평상시 방류수 저류 공간 면적 감소에 따라 흐름변화 영향 및 수위 변화를 검토하기 위하여 2차원 수리모형을 이용하여 분석
- 흐름 해석 모형인 2차원 유한요소 수리모형인 'RMA-2 모형'을 적용
 - RMA-2 모형은 2차원 흐름 영역에서 자유표면, 상류 흐름의 수평방향 유속성분과 수위를 계산하며, 'Navier-Stokes 방정식'에 난류의 흐름을 고려한 'Reynolds 방정식'으로 유한요소의 해를 계산
 - 지배방정식은 수심 적분한 연속방정식과 2차원 운동량방정식을 사용

[표 4-2] 수리모형의 특징

구 분	SMS : RMA-2	
특징	• 2차원 Shallow Water Equations 기반 모델 • 격자를 사용한 흐름 시뮬레이션	• 정수 및 비정수흐름 모델링 • 비압축성 유체 흐름 해석 • 다중 시뮬레이션 및 결과 비교 가능
장점	• 다양한 수문학적 문제 해결 가능 • 복잡한 지형과 경계조건 적용	• 사용자 친화적 인터페이스 • 강력한 시각화 도구
단점	• 초기 설정이나 맞춤형 설정 필요 • 고성능 PC 필요	• 3차원 흐름 특성 표현에 제한적
활용 방안	• 하천 및 호수의 유체 역학 분석 • 침식 및 퇴적 패턴 분석	• 홍수 위험 분석 및 방재 계획 수립 • 구조물의 수리학적 영향 평가

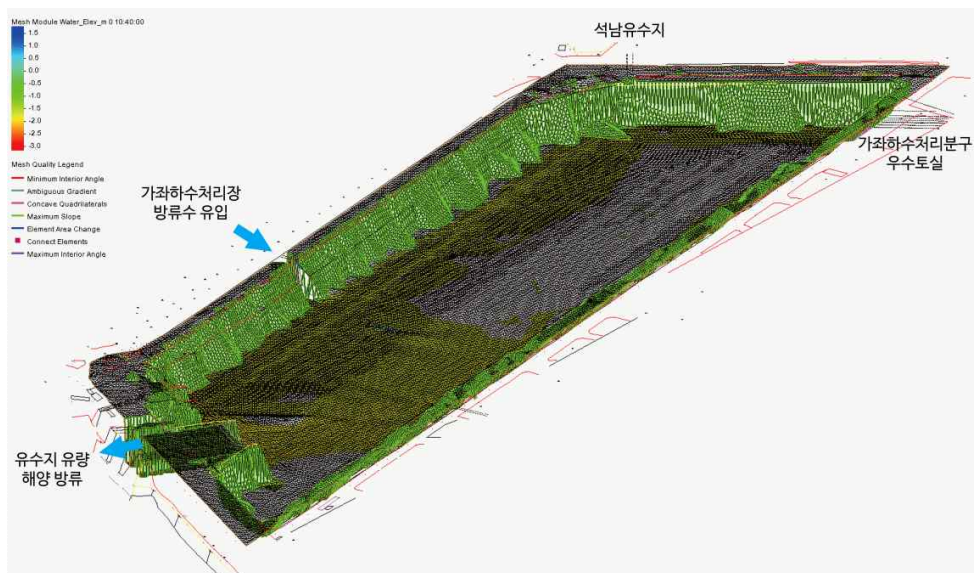
○ 2안의 수리검토 모형

- 도수로 규모에 따른 수위 검토를 위해 1차원 수리검토를 수행할 수 있는 ‘GATE 모형’을 사용
- ‘GATE 모형’을 활용하여 도수로 저류 범위를 산정하고 갑문에 의한 방류량과 도수로 내 수위를 검토

다) 방안별 수리검토의 경계조건

○ 1안 : 외곽도수로 설치 방안의 경계조건

- ① 상류경계조건 : 유수지 수위 검토 및 조위 상승 구간에서의 안정성 검토를 위하여 가좌하수처리장 방류수의 유입량을 상류조건으로 산정 (석남 유수지, 가좌하수처리분구 유입량은 제외)
- ② 하류경계조건 : 조위의 상승에 따라 유수지의 수문을 폐쇄하여 조위 상승 구간에서는 저류하고, 유수지의 수위와 동일해지는 시점에서 방류가 이루어지도록 검토



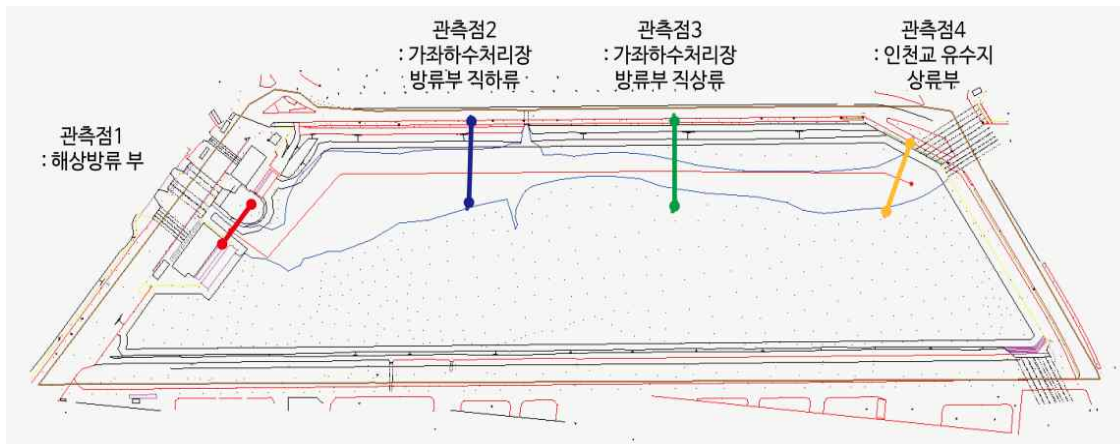
[그림 4-3] 인천교 유수지 수리모형 : 현재

○ 2안 : 가좌하수처리장 분리 방안의 경계조건

- ① 해수위(방류조건 산정)는 인천 조위표를 적용
- ② 가좌하수처리장 방류구의 높이 : EL. 0.97m로 산정
- ③ 배수문 : 현행 인천교 유수지의 배수문 중 우측 2개소 (B4.0×H5.0)로 방류
- ④ 배수펌프장 운영 여부 : 미운영 상태로 가정하여 검토

⑤ 수리검토 CASE 정리

- CASE1 : 배수펌프장부터 저류지 길이 300m ($A=24,000\text{m}^2$, 12.7%)
- CASE2 : 배수펌프장부터 저류지 길이 350m ($A=28,000\text{m}^2$, 14.8%)
- CASE3 : 배수펌프장부터 저류지 길이 400m ($A=32,000\text{m}^2$, 16.9%)



[그림 4-4] 인천교 유수지 수리모형의 관측점

4.2.2 인천교 유수지 도수로 설치 방안 검토

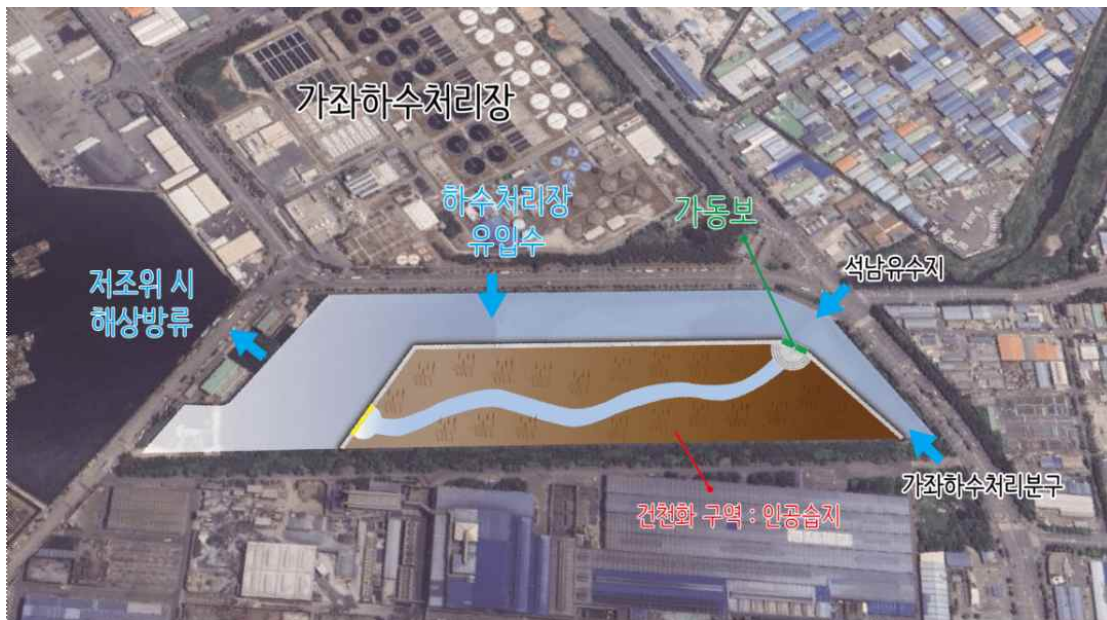
1) 외곽도수로 설치 방안 (1안)

가) 외곽도수로 설치 방안 개요

- 인천교 유수지 내부에 외곽으로 도수로를 설치하여 유수지로 유입되는 도구 및 하수처리장 방류구를 도수로와 연결, 평상 시 및 강우 시 유출수가 도수로를 통해 방류
- 개념
 - 『원도심 내 유수지 관리 기본계획(2020)』에서 유지관리가 어렵고 공사비 증가 원인이었던 초기 유출수 저감시설 제외하여 검토
 - 유수지 상부 활용은 추가 제시하지 않고 정화용 습지로 제안
- 장점
 - 오니토의 육상준설 및 유수지 활용이 가능하면서 공사비와 유지관리비를 절감
 - 준설을 통하여 유수지의 방재성능 향상
- 단점
 - 가좌하수처리장에서 유량의 유입으로 인하여 유입구 우측은 여전히 유속이 느린 도수로 구간에서 퇴적물이 계속 쌓일 것으로 판단됨

나) 외곽도수로 설치 방안의 세부 내용

- 예상 사업 기간 : 4년
- 개략공사비 : 181.8억(원도심 내 유수지 관리활용 방안 기본계획 참조)
- 개선방안의 주요 개념
 - ① 구역분리를 통한 퇴적토 감소 효과 기대
 - ② 퇴적토 준설에 따른 저류용량 확보, 유수지의 본연의 방재성능 보전
 - ③ 유량 집중을 통한 유속 증가, 플러싱 효과 기대
 - ④ 인공습지 조성을 통한 미관 증대 및 악취 저감 효과 기대
- 시설물 세부 목적
 - ① 가물막이 : 공사 부지의 확보 목적 및 부분 준설 가능
 - ② L형 옹벽 : 도수로와 인공습지를 구분하여 구역을 분리
 - ③ 가동보 : 홍수기 증가하는 유입 유량을 인공습지 구역으로 유입
 - ④ 배수문 : 홍수기 인공습지 구역에 저류한 유량 방출

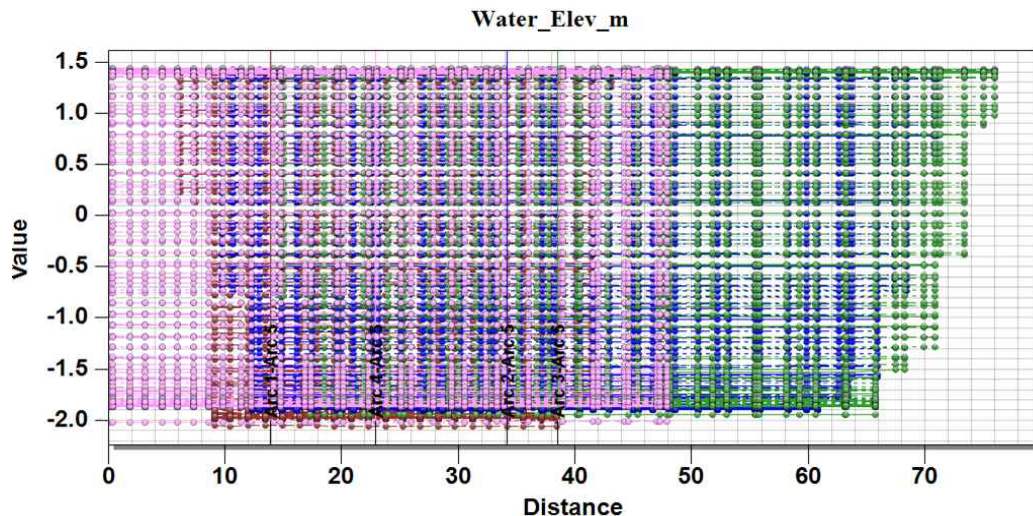


[그림 4-5] 인천교 유수지 : 외곽도수로 설치 방안

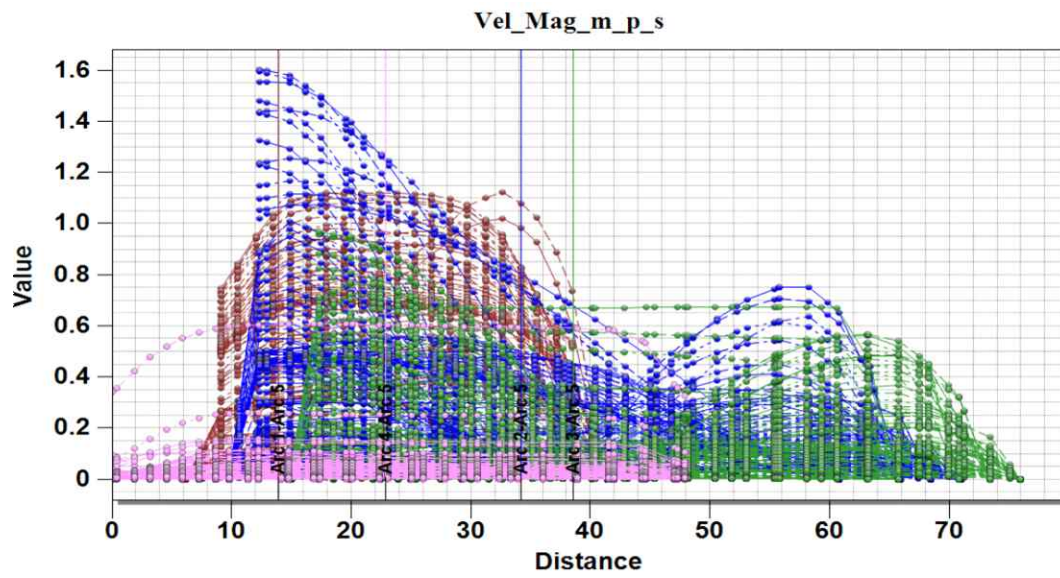
다) 수리검토 결과

- 가좌하수처리장 방류수는 방류 직후 도수로 내 상·하류로 분산되며 도수로를 월류하는 유량은 없는 것으로 나타남

- 도수로 내 수위는 제방의 여유고 기준을 만족하는 것으로 나타났으며, 치수 안전성은 만족하는 것으로 검토 (도수로 옹벽 높이(H) 5.0m)
 - 수위 : 최고 수위 : EL. 0.771m, 평균 수위 : EL. -0.977m
 - 유속 : 최고 유속 : 1.135m/s, 평균 유속 : 0.2753m/s
- 도수로 내 최고 수위는 기존 EL.-0.306m에서 EL. 0.771m로 1,077m 수위 증가
- 도수로 내 최고 수위는 증가하는 것으로 나타났으나, 도수로 수위는 가좌하수처리장의 방류가 가능한 수위 이하를 나타냄
- 최대 유속의 변화는 기존 1.036m/s에서 1.135m/s로 약 0.099m/s 증가
- 유속의 증가량은 퇴적물의 이동에 영향을 주기 어려울 것으로 분석됨



[그림 4-6] '인천교 유수지 : 도수로 시설 후' 수위 변화 그래프



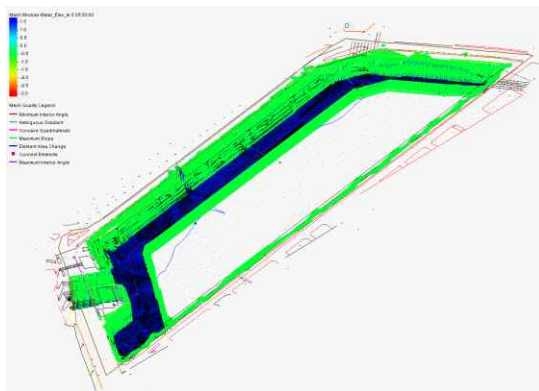
[그림 4-7] ‘인천교 유수지 : 도수로 시설 후’ 유속 변화 그래프



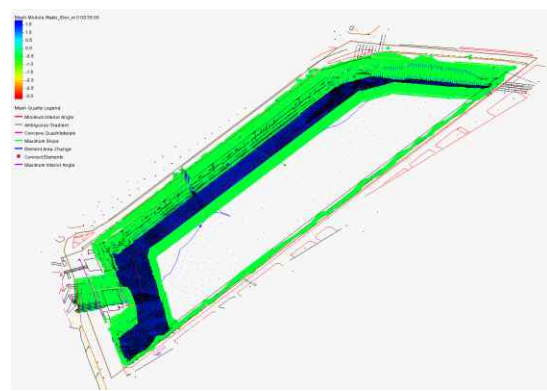
방류수 유입 시작 (00:00)



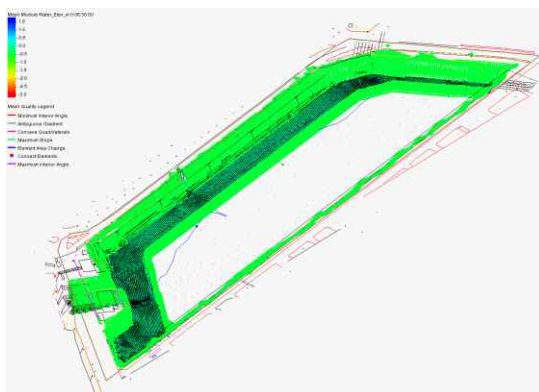
방류수 유입 2시간 후 (02:00)



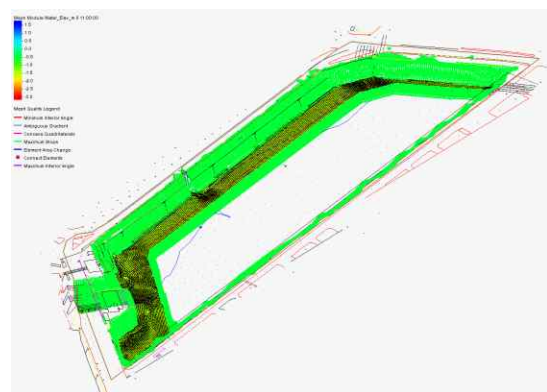
방류수 유입 5시간 30분 후(05:30):최대수위



해상 방류 시작 (05:35)

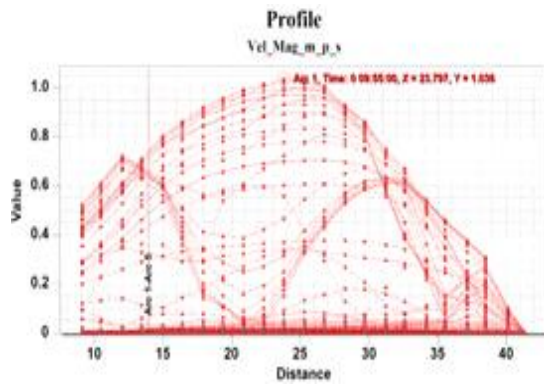


해상 방류 시작 1시간 후 (06:35)

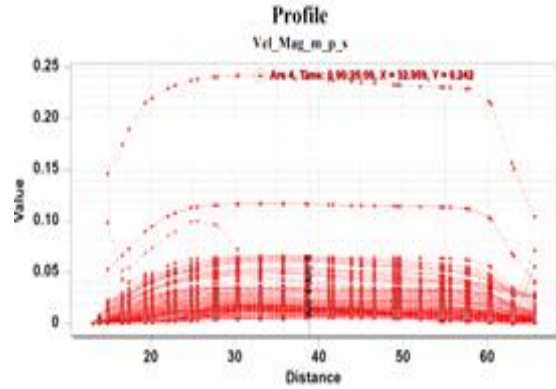


수치 모형 종료 (11:00)

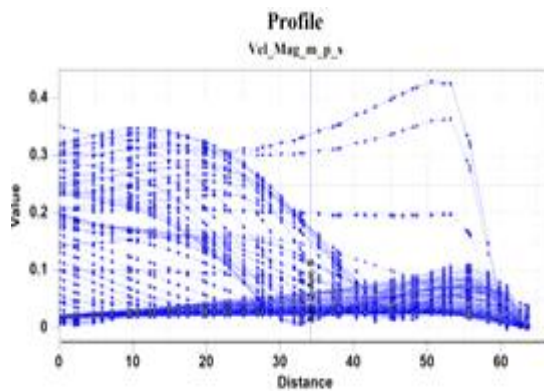
[그림 4-8] 유량 유입에 따른 인천교 유수지의 수위 변화 : 도수로 시설 후



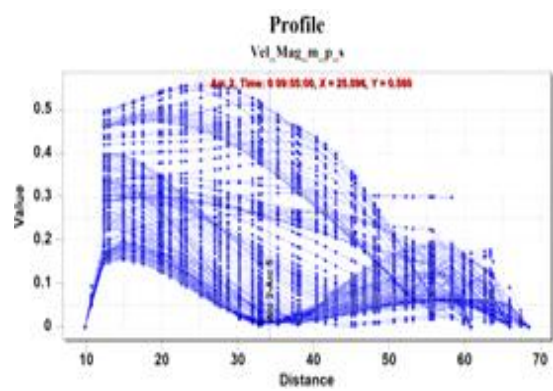
상류 : 도수로 경사부 유속 (현재)



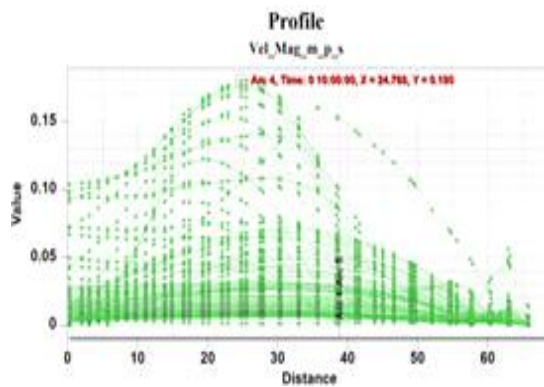
상류 : 도수로 경사부 유속 (1안 시행 후)



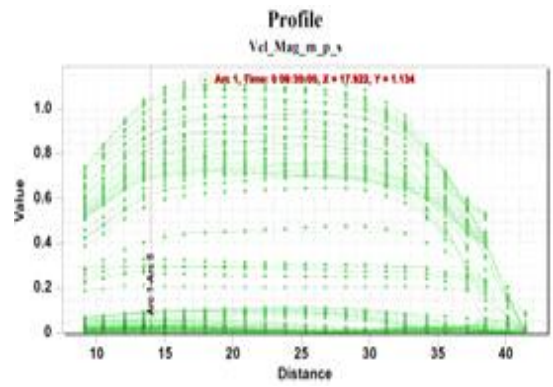
중류 : 하수처리장 방류구 (현재)



중류 : 하수처리장 방류구 (1안 시행 후)



하류 : 유수지 배수갑문 (현재)



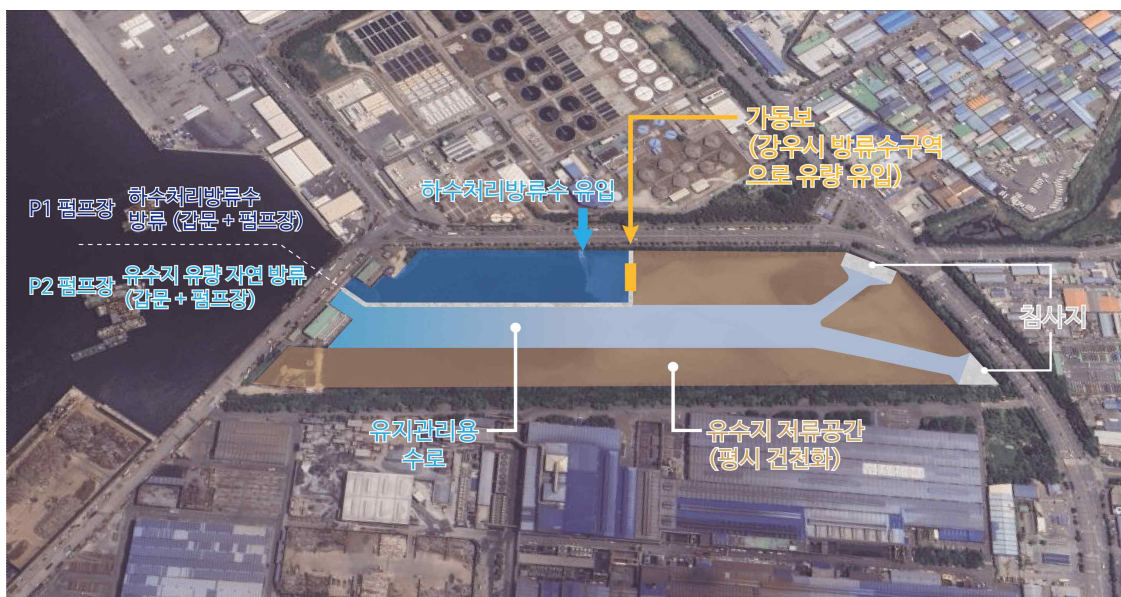
하류 : 유수지 배수갑문 (1안 시행 후)

[그림 4-9] 1안 시행 전후 유속의 변화 비교

2) 가좌하수처리장 분리 방안(2안)

가) 가좌하수처리장 분리 방안 개요

- 가좌하수처리장 하수처리수 방류부를 분리·방류하여 평상시 유수지를 건천화시켜 퇴적토 제거 및 유수지 관리의 효율성 증대
- 퇴적토 관리를 통한 유수지의 방재성능 확보
- 개념
 - (1)안에서 2차원 수리모형 실험을 통한 유속 및 흐름 검토 시행 결과 배수갑문~석남 유수지의 유속은 증가하였으나, 석남 유수지~우수토실 구간의 유속은 0.2m/s 이하로 지속적인 퇴적이 발생할 것으로 판단됨
 - 가좌하수처리장 방류수만 별도 분리하여 해양으로 방류, 평상시 유입량이 적은 지역은 배수로로 방류 방안 검토 필요
- 장점
 - 유수지 내 담수되는 구간을 최소화하여 공사비 절감
 - 도수로 내 유속 저하로 인해 퇴적되는 구간 감소
- 단점
 - 일정 강우 이상 발생 시 가좌하수처리분구 우수토실에서 유입되는 초기 월류수 유입으로 인한 악취 발생



[그림 4-10] 인천교 유수지 : 가좌하수처리장 분리 방안

나) 가좌하수처리장 분리 방안의 세부 내용

- 예상 사업 기간 : 2년
- 개략 공사비 : 143.3억(유수지 준설비 제외)
- 개선방안의 주요 개념
 - ① 인천교 유수지와 가좌하수처리장 방류구를 이원화하여 관리
 - ② 구역 분리를 통한 유수지 상시 건전화가 가능하며 준설 및 유지 관리 편의성 증대
 - ③ 육상준설에 따른 관리 비용 절감
 - ④ 부수적으로 가좌하수처리장 방류수를 분리·방류하여 악취 발생의 원인 요소 제거
- 시설물 세부 목적
 - ① 가물막이 : 공사 부지의 확보
 - ② 도수로 : 가좌하수처리장의 방류구부터 배수갑문까지 분리 및 이원화
 - ③ 가동보 : 홍수기 증가하는 유수지 유량을 도수로로 유입/저류
- 연차별 세부 시행 계획안
 - ① 1년 차
 - 인천교 유수지 중류부(가좌하수처리장 방류구 직상류) 가물막이 공사 시행 후 도수로 및 가동보 설치 및 부분 준설 시행
 - 갈수기 종료 후 가물막이 철거 및 유수지 기능 회복
 - ② 2년 차
 - 인천교 유수지 하류부(가좌하수처리장 방류구 직하류) 가물막이 공사 시행 후 도수로 연결 및 부분 준설 시행
 - 갈수기 종료 후 가물막이 철거 및 유수지 기능 회복

다) 2안의 수리검토 목적

- 유수지의 전체 면적을 가좌하수처리장의 방류수 저류 구역을 구분하여 이원화하며, 이에 따라 조성된 면적의 수위 및 수위 변화값을 검토
- 검토된 수위는 인천교 유수지의 수위 제한을 넘지 않도록 하며 치수안전성의 확보 가능 여부를 검토

라) 수리검토 결과

○ 검토 조건

- 조석 주기는 12시간으로 가정
- 썰물시 유수지 내 수위가 조위보다 높은 경우 갑문을 개방하여 배수, 밀물 시 조위가 상승하여 유수지 수위보다 높아지는 경우 갑문을 닫아 유수지내 저류
- 가좌하수처리장에서 방류되는 유량은 350,000m³/일(계획시설용량)을 균일하게 방류하는 것으로 가정
- 수위 차에 의한 자유방류로 배수펌프에 의한 방류는 배제

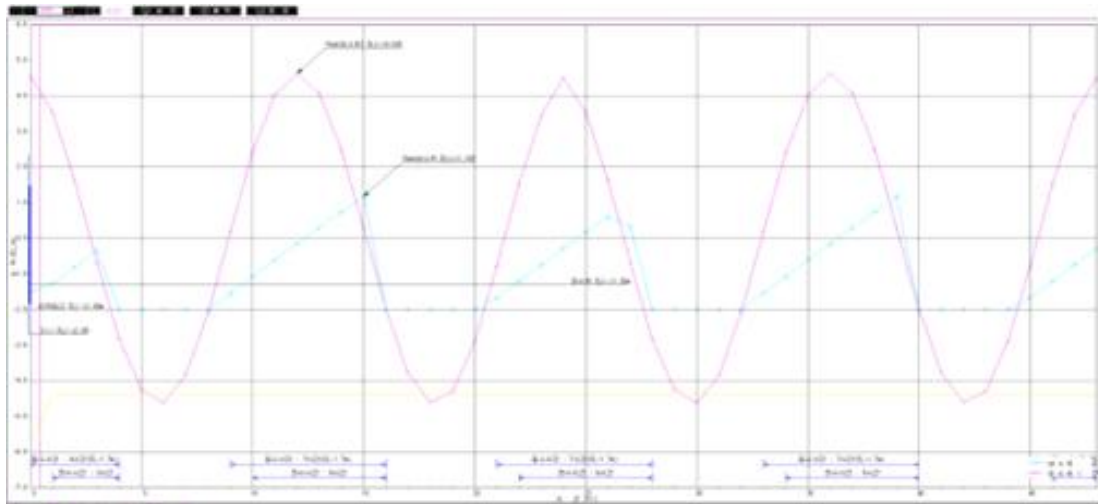
○ 검토결과

- 수위 검토를 위하여 1차원 분석 모형인 GATE를 이용하여 분석
- 조위에 따른 배수갑문만으로 방류한 경우 유수지 내 최대수위는 EL.1.182m ~ 0.506m로 검토됨
- 가좌하수처리장의 방류구 높이(역류 방지 수위 EL.0.97m)을 고려할 경우 도수로 길이는 최소 350m 이상 필요

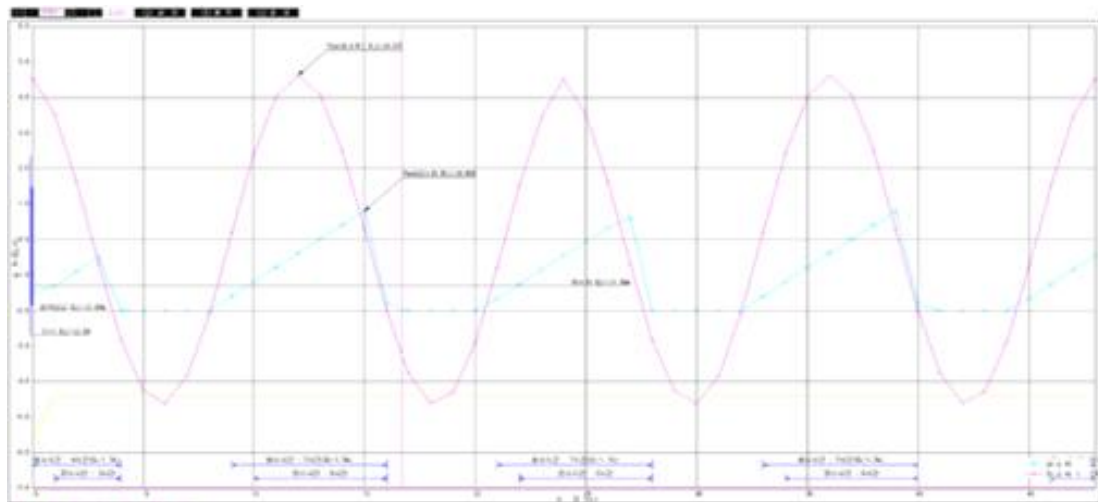
[표 4-3] 가좌하수처리장 방류수 저류지의 내용적 검토

	도수로 길이	도수로 내용적	최대수위	비고
Case 1	300m	116,588m ³	1.182m	방류구 높이 0.97m
Case 2	350m	132,910m ³	0.803m	
Case 3	400m	149,234m ³	0.506m	

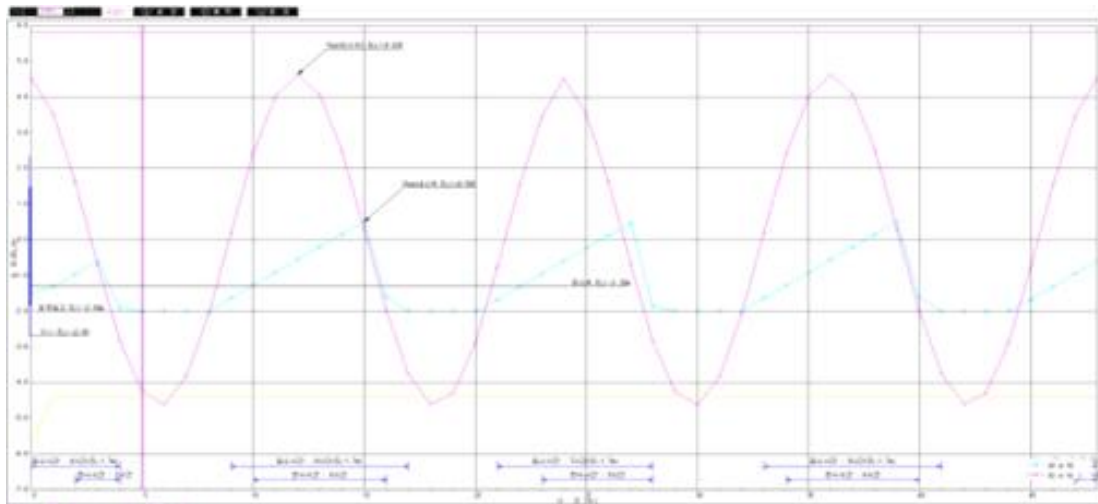
※ 방류구 높이 : 가좌하수처리장 역류 방지를 위한 유수지 운영 제한 높이



CASE1



CASE2



CASE3

[그림 4-11] 가좌하수처리장 방류수 저류지 CASE별 수위검토 결과

3) 방안 비교

인천교 유수지에 도수로를 설치하여 가좌하수처리장 방류구를 분리하여 유수지를 건천화하여 준설함으로써 유수지 저류용량을 확보하고 방재성능을 높일 수 있는 방안을 검토하였다.

도수로 내 수위, 길이 및 퇴적 상태 등을 고려할 때 2안 가좌하수처리장 분리 방안을 인천교 유수지 도수로 설치 방안으로 선정하였다.

[표 4-4] 인천교 유수지 도수로 설치 방안

구 분	1안 : 외곽 도수로 설치 방안	2안 : 가좌하수처리장 분리 방안
특징	- 기존 검토에서 제안된 방안 - 인천교 유수지로 유입되는 유입구와 방류구를 연결하는 외곽 도수로 설치	- 기존방안에서 가좌하수처리장 방류 유량 분리 - 인천교 유수지로 유입되는 유입구와 방류구를 연결 유지관리 수로로 활용
장점	- 모든 유입/방류구를 연결, 일정 홍수기 이외 대부분 기간 유수지를 건천화 가능	- 하수처리장 방류 구간만 도수로로 분리함으로 공사비 절감 - 강우 시 유지관리 수로를 통해 토사를 해양으로 방류 가능
단점	- 하수처리수 유입으로 인하여 상류 수로구간은 정체/퇴적 발생 - 도수로 구간이 길고 규모가 커 공사비 증가	- 일정 강우 이상 및 조위 상승시 유수지로 유입유량 유입됨에 따라 유수지 활용 빈도 및 관리 비용 증가
개략공사비 (토목)	181.8억	143.3억
선정		◎

4.2.3 인천교 유수지 도수로 설치 기본계획

1) 도수로 용벽 높이 산정

○ 검토 조건

- 유지관리 및 수위 조절을 위해 상부 개방형 개수로 형성
- 도수로 우측은 사면, 좌측에 용벽을 설치하여 수로 구성

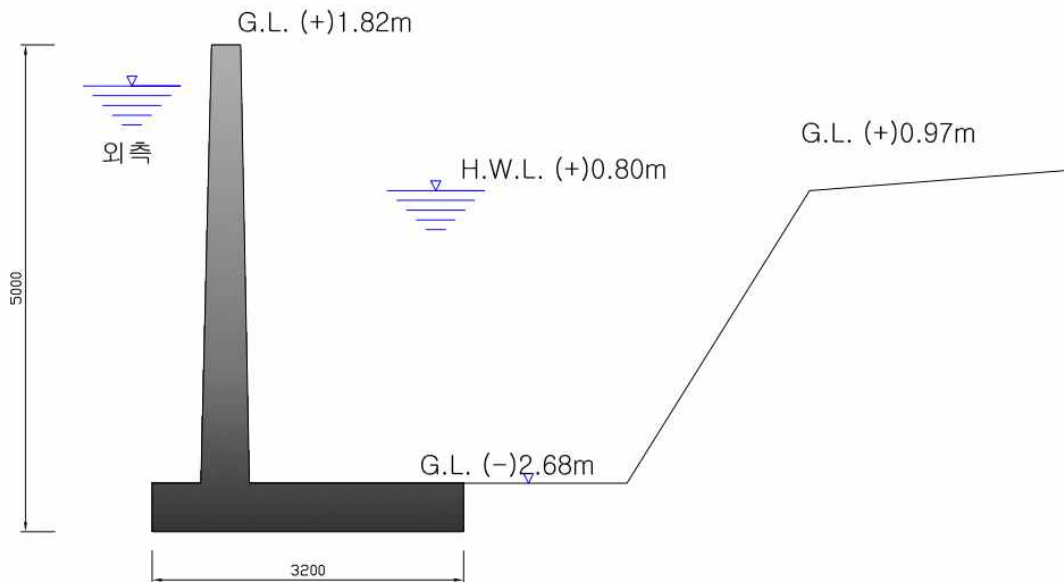
○ 용벽 높이 검토

- 가좌하수처리장 방류구 높이 : EL (+)0.97m
- 분리된 유수지 최대 수위 : EL (+)0.80m
- 유수지 바닥고(배수갑문 바닥고) : EL. (-)2.68
- 최소 수심 : 3.48m [=EL(+)0.80m- EL.(-)2.68]
- 여유고 : 0.60m 이상

※ 하천설계기준 제방 여유고 기준 : 1,000m³/s 이하 0.6m 이상

⇒ 최소수심(3.48m)+여유고(0.60m)+저관높이(0.50m) = 4.58m

○ 용벽 일반도(L형 용벽 표준도 H=5.0m)



[그림 4-12] 도수로 횡단면도

2) 유지관리 시설

- 인천교 유수지 환경개선 사업을 통하여 가좌하수처리장으로부터 유입되는 유량을 분리할 경우 평상시 인천교 유수지는 건천화 유지

- 우수유출 초기 발생되는 토사 및 부유잡물 등을 포집하고 유수지 전체로 유량이 퍼지는 것을 방지하기 위한 방안 모색이 필요
- 강우 시 석남유수지 및 가좌하수처리분구 우수토실을 통해 유수지로 유량이 유입되게 되고, 적은 유량에도 불구하고 유수지 면적 전체로 유량이 퍼져 유지관리 면적이 넓어지게 되는 문제가 발생
- 양쪽 유입부에 침사지를 설치하여 유입되는 초기 유출수 및 토사를 포집하도록 하고, 방류수문까지 수로를 설치하여 바로 바다로 방류시킬 수 있도록 검토

가) 배수로 규모 검토

- 유수지의 본래 목적은 강우 시 발생된 유량을 저류시키는 방재시설이나, 현재 가좌하수처리장에서 유입되는 하수처리방류수로 인하여 상시 물에 잠겨있는 실정
- 본 용역을 통해 가좌하수처리장 하수처리방류수를 분리하여 유수지를 건천화 시행
- 인천교 유수지는 유역면적이 넓어 적은 강우에도 많은 유량이 유입되고 있으며, 별도의 수로가 없을 경우 강우 시 마다 유량이 유수지 전체로 퍼져 건천화 효과 저감
- 건천화 효과의 극대화를 위해 유입 유량을 갑문까지 연결하는 수로 설치가 필요
 - 수로 규모 검토를 위해 『하천설계기준(2000)』 제 18장 하도계획 저수로 수로폭과 같이 검토
 - 침수빈도 2년 빈도를 적용하여 해당 홍수량을 소통할 수 있도록 계획, 침투홍수량은 $256\text{m}^3/\text{s}$ 를 적용

○ 배수로 규모산정

- 최대 수심(h) : 2.0m
- 수로폭(B): 36m
- 조도계수(n) : 0.013(매끄러운 콘크리트)
- 유속 $= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$

$$= \frac{1}{0.013} \times 1.8^{2/3} \times 0.001^{1/2}$$

$$= 3.6\text{m/s}$$
- 유량 $= A \times V$

$$= (36 \times 2.0) \times 3.6$$

$$= 259.2\text{m}^3/\text{s} \geq 256\text{m}^3/\text{s}$$

나) 침사지 규모 검토

- 인천교 유수지는 연간 $13,000\text{m}^3$ 의 토사가 유입될 것으로 판단되고 있어 토사관리 및 배수로 유지관리를 위해 침사지 설치가 필요

- 침사지는 물속에 포함 되어있는 무거운 흙 입자를 가라앉혀 제거할 목적으로 설치하는 수공구조물로 유입부에 설치, 유입유량의 체류시간은 30초~60초로 계획
- 유입지점과 인천교 유수지 바닥간의 높이 차이로 인한 낙차 에너지가 발생, 수로의 손상이 발생할 가능성이 있어 이를 방지하기 위해 감세지 역할을 병행할 수 있도록 검토
- 침사지 규모 산정
 - 총 침사지 규모 = $256 m^3/s \times 30sec = 7,680 m^3$
 - 석남 유수지 침사지 = $7,680 m^3 \times 1/3 = 2,560 m^3 \approx 2,500 m^3$
 - 가좌하수처리분구 침사지 = $7,680 m^3 \times 2/3 = 5,120 m^3 \approx 5,000 m^3$

4.2.4 퇴적토 준설

인천교 유수지의 저류용량은 1,338,000m³이며 인천광역시 방재성능 목표강우량 발생시 1,272,198m³의 저류 공간을 활용하여 65,802m³의 여유 저류 공간을 확보하고 있다. 그러나 『원도심 내 유수지 관리 기본계획(2020)』 시 측량한 결과 유수지 내 오니토 퇴적량은 125,000m³으로 추정하고 있으며, 이후 퇴적량과 2023년 및 2024년 준설한 양을 고려할 때 98,240m³ 부족할 것으로 판단된다. 이에 따라 방재성능 확보를 위해 유수지 내 퇴적토의 준설 필요한 실정이다

1) 퇴적토 준설 방안 검토

가) 육상준설

- 준설 방식
 - 건천화 시행 : 유수지를 일시적으로 배수하여 수면을 노출
 - 퇴적토 운반 : 육상장비(굴착기, 불도저, 덤프트럭 등)을 이용하여 퇴적토 굴착운반
- 준설 방식의 장점
 - ① 퇴적토 제거 효율이 높으며, 시행 시 대량 준설이 가능
 - ② 준설 후 유수지 용량 회복률이 높음
 - ③ 작업 후 유수지 바닥 점검 및 보수가 용이
- 준설 방식의 단점
 - ① 장비 진입로 확보 등의 부지 조건의 제약이 발생
 - ② 탈수과정 등으로 인하여 수중 준설 방식에 비해 상대적으로 장기 공사 필요 (가물막이 시설 및 건천화 기간 필요)



가물막이 공사



육상 준설 시행(예)

[그림 4-13] 육상 준설 예시

나) 수중준설

○ 준설 방식

- ① 퇴적토 흡입 : 준설선 또는 수중펌프를 이용하여 퇴적토를 흡입하여 이송
- ② 퇴적토 탈수 : 슬러지 형태로 배출된 퇴적토를 탈수 처리



[그림 4-14] 수중 준설 예시

○ 준설 방식의 장점

- ① 유수지 기능 유지 : 유수지 운영 중에도 부분 준설 가능
- ② 대규모 장비 진입이 어려운 구간에도 적용 가능
- ③ 작업 기간이 상대적으로 짧음

○ 준설 방식의 단점

- ① 제거 효율 : 제거 효율이 낮아 잔류 퇴적물 발생 가능
- ② 탈수 및 후처리 등 과정이 필요하며, 이 과정에서 악취의 원인이 될 수 있음

다) 미생물 수질 개선제

○ 준설 방식

- ① 개선제 투입 : 물리적 준설이 아닌 미생물 제제를 투입,
퇴적토 내 유기물 분해 및 슬러지 축적 완화
- ② 투입 제제 예시 : Bacillus, Nitrosomomnas, Nitrifying bacteria 등

○ 준설 방식의 장점

- ① 유수지의 운영 중단 없이 시행 가능
- ② 장비나 대규모 토목공사 불필요
- ③ 준설로 인한 부유물질 증가 가능성이 낮음

○ 준설 방식의 단점

- ① 물리적으로 퇴적토 제거가 아니기 때문에 유수지의 용량 확보 불확실
- ② 효과 지속을 위한 장기간반복 투입이 필요
- ③ 수온, pH, DO 등에 따라 효과 편차가 크게 발생



석촌호수 수질정화 사업 사례(출처 : 롯데)

저질개선제 살포사례 (출처 : 양산 시민신문)

[그림 4-15] 미생물 수질 개선제 사용 예시

2) 퇴적토 처리 방안 검토

가) 준설토 탈수

- 자연 건조 방안 : 환경개선사업 시행을 위해 선행되는 가물막이 시설을 통해 유량 및 퇴적물의 유입을 차단하여 별도의 탈수 과정 없이 자연 건조를 시행

- ① 장점 : 별도의 시설 불필요
 - ② 단점 : 건천화 과정 중 악취 발생 가능성이 높음
 - 밀폐 시설 건조 방안 : 밀폐 시설을 임시 설치 후 수중준설에서 발생한 퇴적토를 시설에서 건조
 - ① 장점 : 악취 발생 가능성이 낮음
 - ② 단점 : 추가 시설 비용 발생 및 시설 설치 부지 필요
 - 하수처리장 연계 방안
 - ① 육상·수중 준설 시 발생한 퇴적토를 가좌하수처리장으로 운송하여 처리
 - ② 장점 : 유수지와 근거리의 처리시설의 이용이 가능
 - ③ 단점 : 운송 과정에서 탈수되지 못한 오염수로 인한 악취 민원 발생 가능
- 나) 준설토 처리 : 매립, 소각, 토양 개량 및 성토 등으로 활용
- 다) 악취저감 방안
- 밀폐 및 차단 : 밀폐형 탈수기, 방진막 설치
 - 화학적 처리 : 산화제(OXONE 등), 흡착제(활성탄 등)
 - 생물학적 처리 : 미생물 제제 투입, 바이오필터 사용

3) 퇴적토 준설 방안 선정 결과

가) 준설 방안별 검토 결과

- 육상 준설
 - ① 목표 준설량의 100%에 근접한 물리적 제거가 가능
 - ② 하상 점검 및 보수가 용이하고 저류용량 확보가 확실
 - ③ 준설 공사기간 중 토목공사를 동반하며, 유수지 기능에 제한이 발생
- 수중 준설
 - ① 유수지의 운영 중에도 부분 준설하여 유수지 기능에 제한이 없음
 - ② 잔류 퇴적물 발생 및 운송된 퇴적토 건조 중 악취 발생 문제 해결이 어려움
- 미생물 수질 개선제
 - ① 비용적 측면에서 강점을 가지고 있으나, 효과의 불확실이 있음
 - ② 유기물 퇴적층만 제거되는 것이므로 퇴적토 제거가 불가능하여 방재성능 확보 목적 달성이 어려움

나) 최종 선정 방안

- 최종 선정 준설 방안 : 육상 준설
- 준설 방식 : 가물막이 공사를 통해 건천화 시행 및 육상 준설
- 최종 준설 방안 선정 근거
 - ① 유수지 기능 유지 : 육상 준설의 경우 준설 사업 기간 중 유수지의 기능 정지가 우려되나 이는 일반적인 경우에 해당하며, 옹벽을 설치하여 도수로를 확보하는 경우 유수지의 기능의 유지가 가능
 - ② 유수지 방재성능 확보 : 건천화를 통한 물리적 제거는 퇴적토를 완전 제거하여 저류용량의 확보가 보장됨
 - ③ 2차 관리 사업 : 준설과 함께 하상 정비를 시행하여 환경개선사업의 기반 조성이 가능



[그림 4-16] 육상 준설 시행 방안

4.2.5 공정계획

인천교 유수지 도수로 설치 공사는 크게 가시설 설치, 기초 및 차수공, 도수로 설치, 배수로 및 침사지 설치 공정으로 구분하여 계획하였다. 공사는 비홍수기에 진행하는 것을 원칙으로 하며, 도수로 설치 공사 이후 유수지를 건천화시켜 준설하는 것으로 계획하였다.

가좌하수처리장의 하수처리수 방류에도 기초 및 차수공, 도수로 설치가 가능하도록 물막이 가시설을 설치하도록 하였으며, 홍수에 물막이를 제거하여 유수지 운영을 원활히 할 수 있도록 하여 방재성능을 유지할 수 있도록 하였다.

2단계 설치 시 배수로 및 침사지 설치 공사를 병행하며, 유수지 퇴적토가 건조되는 시점에 유수지를 육상준설 할 수 있도록 공정을 수립하였다.

계획한 세부공정계획은 다음과 같다.

공정	2027		2028												2029											
	11	12	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
가시설			설치					해체							설치					해체						
기초/차수공																										
도수로설치																										
배수로/침사지																										
유수지준설																										

[그림 4-17] 세부공정계획

제5장

사업비 산정 및 경제성 검토

5.1 경제성 분석

5.2 생애주기비용 분석

5.3 사업비 산정

5.4 편익 검토

5.5 경제적 타당성 평가

5.1 경제성 분석

5.1.1 분석 개요

- 「인천교 유수지 환경개선사업 기본계획수립」에 대해 사업비는 사업 시점의 공사비와 이후에 발생하는 유지관리비로 이루어지며, 사업의 편익은 준설 방법에 따른 발생 편익으로 검토
- 편익 발생 기간이 긴 공공투자사업의 경제적 타당성을 분석하기 위해서는 사업의 비용과 편익을 현재가치화한 후 분석기법 적용
- 현재가치화를 위한 사회적 할인율, 분석 기간은 관련 지침에 따라 합리적 수준으로 결정
 - 예비타당성조사 수행 총괄지침 제52조에 따라 사회적 할인율 4.5% 적용
 - 본 사업은 토목사업으로 30년 간의 비용, 편익 발생에 대해 분석
- 비용편익분석을 위해 일반적으로 사용되는 분석 지표는 대표적으로 비용편익비 (Benefit-Cost Ratio : B/C), 순현재가치(Net Present Value : NPV), 내부 수익률(Internal Rate of Return : IRR) 등이 있음

5.1.2 분석 지표

- 순현재가치(Net Present Value, NPV)
 - 순현재가치 분석은 사업의 경제성을 분석하는 기법 중 하나로 일반적으로 순현재가치가 “0”보다 작으면 사업안을 기각하고 “0”보다 크면 가장 큰 순현재가치를 나타내는 사업이 가장 높은 순위로 매김

$$NPV = \frac{B_1 - C_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2 - C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n - C_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{NB_t}{(1+r)^t}$$

여기서, B_t : t 차년도에 발생하는 편익, C_t : t 차년도에 발생하는 비용

n : 분석 기간, r : 할인율

NB_t : t 차년도에 발생하는 순편익 또는 순가 (= $B_t - C_t$)

① 비용편익비(Benefit-Cost ratio, B/C)

- 비용편익비는 가장 통상적인 평가 방법으로 어느 시점으로 할인된 편익과 비용의 비율로서 NPV와 같이 산출되며, 일반적으로 B/C는 1.0보다 크면 경제적 측면에서 사업성이 높은 것으로 평가

$$B/C = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} \div \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

- 공공사업이 투입된 비용에 비해 편익을 증대시키는지 여부를 파악하는 지표로, 이해가 쉽고 산정 방법이 간단하여 범용적으로 쓰임

○ 내부 수익률(Internal Rate of Return, IRR)

- 사회적 할인율을 고려하여 총편익과 총비용의 값이 같아지는 수익률을 구하는 방법으로, 계산된 수익률이 검토 기준이 되는 사회적 할인율보다 높은 경우 경제적 타당성을 갖는 것으로 판단

[표 5-1] 경제성 분석 방법

구분	정의 및 특징	계산식	평가기준
B(총편익)	-편익의 현재가치	$PB_0 = \frac{B_t}{(1+r)^t}$	-
C(총비용)	-비용의 현재가치	$PC_0 = \frac{C_t}{(1+r)^t}$	-
B/C (비용편익비)	-편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 것 (장점)이해 용이, 규모 고려 가능 (단점)처리 방식에 따라 B/C변동	$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}}$	$B/C \geq 1$
NPV (순현재가치)	-편익의 현재가치에서 비용의 현재가치를 뺀 것 (장점) 미래 편익 현재가치 제시 (단점) 규모에 비례해 증가, 대안별 객관적 판단 어려움	$PNB_0 = \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = \frac{B_t}{(1+r)^t} - \frac{C_t}{(1+r)^t}$	$NPV \geq 0$
IRR (내부수익률)	-NPV=0이 되도록 하는 할인율 (장점) 사업의 수익성 측정 가능 (단점) 미계산 또는 복수의 내부 수익률 동시 도출	$0 = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r^*)^t} \quad (r^* = IRR)$	$IRR \geq r$
(Notation)	B_t : t 시점의 편익 C_t : t 시점의 비용 r : 사회적 할인율 n : 분석기간(사업 내구연도)		

5.1.3 산정 기준

○ 할인율(discount rate)

- 이자율(interest rate)은 현재가치를 미래가치로 환산하는 데 사용되는 반면, 할인율은 미래가치를 현재가치로 바꾸는 데 사용
- 할인율(discount rate)은 이자율의 일종이나, 개념상으로는 이자율과 서로 반대의 의미를 가짐
- 이자율이란 공공투자의 경우 투자효과는 사업 후 수십 년에 걸쳐 발생
- 각 기간마다 다른 값의 비용과 편익을 명목가치 그대로 비교하기 어려우므로 이것을 현재가치로 환산하는 수단으로 할인율을 사용하며, 미래의 편익과 비용을 어떤 할인율로 할인할 것인가를 표현하는 방식
- 「예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 수자원부문 연구(2022, KDI)」의 「VII장 경제적 타당성 평가」에서 수자원사업의 적정 할인율로 4.5% 적용

○ 분석기간

- 경제성 분석 기간은 당해 사업 또는 시설물의 내용연수(내구연한)와 같거나 그보다 짧은 것이 통례임
- 「지방공기업법 시행규칙」에서는 전기, 기계 사용 기기별 부속품에 따라 내용연한이 최소 5년에서 최대 30년까지 나누어 [표 5-2]와 같이 제시
- 본 과업의 경제성 분석에는 공사 후 30년을 채택

[표 5-2] 건축물 등의 내용연수

구 분	내 용
수도시설	30년(취수, 도수, 정수, 배수지 설비시설 등)
스텐레스관, 주철관, 강관	30년
PVC관, PE관	20년
아연도강관	10년
그 밖의 관(재질에 따라)	20~30년
수도관 부속설비	20~30년

출처: 지방공기업법 시행규칙(시행 2013.12.05., 별표 #2)

5.2 생애주기비용 분석

생애주기비용(Life Cycle Cost, LCC) 분석은 시설물이나 제품의 기획, 설계, 시공, 운영, 폐기까지 전 과정에서 발생하는 모든 비용을 예측하여 최적의 대안을 선택하는 경제성 평가 기법으로, 초기 투자비뿐만 아니라 유지관리비, 에너지비, 폐기비 등을 포함한 총 비용을 최소화하여 장기적인 원가 절감을 달성하는 데 목적이 있다.

5.2.1 개요

1) LCC 구성 항목

- LCC 구성항목 초기 투자 비용(공사비, 설계비, 감리비, 보상비 등), 유지관리 비용(점검 및 진단비, 관리비, 에너지비용, 보수비, 교체비, 보강비 등), 이용자비용, 사회·경제적 손실 비용, 해체·폐기 비용 잔존가치 등
- “LCC 분석은 초기 투자비와 유지 관리비 등 시설물의 내용연수 동안 발생하는 생애주기비용의 일부 또는 전부를 산출

2) LCC 분석 기간

- 시설물의 노후화로 인하여 시설물을 구성하는 재료나 부재 등이 필요한 성능을 유지할 수 없게 되거나, 안전에 문제가 발생하거나 기대되는 서비스를 더 이상 제공할 수 없게 되는 수명까지 분석
- 콘크리트 구조물의 일반적인 내구연한은 30~50년으로, 금회에서는 지방공기업법 시행규칙의 건축물 내용연수를 고려하여 30년으로 검토

3) 분석방법

- LCC 분석방법에는 확정적 분석 방법과 확률적 분석 방법이 있음
- 확정적 분석 방법
 - 유지보수 주기나 비용 등 LCC 분석의 기초 자료의 변동성이나 불확실성을 고려하지 않고 특정한 값을 확정하여 적용
 - 간편하고 분석 결과를 직관적으로 인식하기 용이하다는 장점이 있는 반면, 기초 자료를 특정함에 따라 불확실성을 처리하지 못한다는 단점이 있음
- 확률적 분석 방법
 - 기초 자료에 대해 특정한 값이 아닌 일정한 분포를 따르는 확률 특성값을 적용하고

컴퓨터 시뮬레이션을 실시

- LCC에 영향을 미치는 변수의 불확실성을 고려할 수 있으므로 확정적 분석 방법 보다 진보된 방법론이지만, LCC 분석 기초 자료의 확률적 특성치에 관한 신뢰할 수 있는 자료의 확보가 필요

5.2.2 생애주기비용 절감 및 가치향상 검토

1) 기초공법

- 매립지역으로 상부 구조물을 설치할 경우 부등침하에 의한 구조물 파손이 발생할 수 있어 이에 대한 대책으로 충분한 지지력의 기초 설치
- 기초공법에 대한 생애주기비용 검토
- 검토된 두 공법의 경우 지하에 매립되는 구조물로 유지관리가 어려울 뿐 아니라 공법 특성상 유지관리가 필요 없어 유지비에 대한 검토는 제외하였음

[표 5-3] 기초공법 비교

대상명		○매립지역의 옹벽 설치를 위한 기초 공사 － 동일 지지력 확보를 위한 공법 비교							
비교 내용		1안				2안			
		○ PHC 말뚝(Φ500mm) － 허용지지력 : 1300~1500kN/본				○ 현장타설 말뚝(Φ800mm) － 허용지지력 : 3000~5000kN/본			
경 제 성 평 가 결 과		생애주기비용(백만원)				가치향상효과			
		①	②	③	④	⑤	⑦	⑧	⑧
		건설비	유지비	계 (=①+②)	절감액 (=2안-1안)	절감율 (=④/2안)	성능점수	가치점수	가치 향상도
	1안	930.4	－	930.4	99.0	9.62%	100	100	0.28%
	2안	1,029.4	－	1,029.4			100.28	100.28	
특 장 점		장점				단점			
	1안	○ 공기가 짧고 품질이 일정 ○ 많은 말뚝 개수로 분산지지 가능				○ 표면내염도장 필요 ○ 이음부 관리가 어려움			
	2안	○ 지지력이 높고 현장에 맞춰 시공 ○ 장기적인 변형 억제에 유리				○ 현장타설시 품질관리 어려움			
선 정		○ 1안 (공사비 절감)							

2) 차수공법

- 옹벽을 설치 할 경우 하수처리수 저류공간과 유수지 공간간의 수두차로 인한 파이프 현상이 발생 가능
- 이를 방지하기 위하여 차수공법을 적용함에 따른 생애주기비용 검토
- 검토된 두 공법의 경우 지하에 매립되는 구조물로 유지관리가 어려울 뿐 아니라 공법 특성상 유지관리가 필요 없어 유지비에 대한 검토는 제외하였음
- 1안 강널말뚝의 경우 철거 시 고제처리가 가능하여 폐기비용보다 고철 판매수익이 발생시킬 수 있으나, 대상 시설물은 방재 핵심 시설물로 철거가 불가능하기에 별도 폐기물 처리비는 검토하지 않았음

[표 5-4] 차수공법 비교

대상명		○옹벽설치 후 파이핑 현상 방지를 위한 차수공							
비교 내용		1안				2안			
		○ 강널말뚝(Type-Ⅲ)				○ 그라우팅(JSP공법)			
경 제 성 평 가 결 과		생애주기비용(백만원)				가치향상 효과			
		①	②	③	④	⑤	⑦	⑧	⑧
		건설비	유지비	계 (=①+②)	절감액 (=2안-1안)	절감율 (=④/1안)	성능점수	가치점수	가치 향상도
	1안	1,775.6	－	1,775.6	－840.4	－47.3%	100	100	－5.0%
	2안	935.2	－	935.2			95	95	
특 장 점		장점				단점			
	1안	○ 완벽한 차수 가능 ○ 부식 관리만 잘하면 유지관리 비용이 없음				○ 초기 공사비가 높음 ○ 전석이 있을 경우 강한 진동 및 소음 발생			
	2안	○ 저소음 저진동 공법 ○ 경제적이며 기초지지력 보강 효과				○ 공사시 이토(슬러지) 비용 발생 ○ 품질 확인이 어려움			
선 정		○ 2안 (공사비 절감)							

5.3 사업비 산정

5.3.1 총 사업비

「인천교 유수지 환경개선사업 기본계획수립」의 경제성 검토를 위하여 사업비를 산정하였으며, 공사비는 「2026년 건설공사 표준시장단가」 등 공인 기준을 적용하여 산출하였다. 또한, 대상 지역이 매립지라는 점을 고려하여 실제 사업 추진 시에는 별도의 지반 조사 등 기초 조사가 필요하나, 본 기본계획 단계에서는 기존 인천교 유수지 펌프장 설계도면 및 기초 자료를 참고하여 개략 사업비를 산정하였다.

본 과업에서는 토목공사비, 조사비, 설계·감리비 및 부대비, 예비비 등을 포함하여 총사업비를 검토하였고, 연간 퇴적량을 고려한 준설비 및 처리비를 반영하여 산정하였다.

[표 5-5] 사업비 세부 산출 내역

(단위 : 억원)

구 분		세 부 산 출 내 역	금 액
총 계			447.6
공사비	소계		388.0
	토목 공사비	[토목 공사비]	143.3
		· 가물막이 : 0.7㎡/개, L=540m	1.0
		– 적용 단가: ‘2026년 상반기 건설공사 표준시장단가’	
		· 톤마대 (39,358원/개) × 2,160개 = 85백만원	
		· 물푸기 (9,640원/시간) × 1,620시간 = 14백만원	
		· 차수공 : JSP 그라우팅 H=10m, L=540m	9.4
		– ‘2026년 상반기 건설공사 표준시장단가’ 적용	
		· H=10m 그라우팅 (1,731,932원/m) × 540m = 935백만원	
		· 기초공 : PHC말뚝(Ø500, 15m), 2열 CTC 2m	9.3
		– 신기술 요약서 견적 참고(붙임3-1)	
		· H=15m 말뚝 (1,723,000원/본) × 540본 = 930백만원	
		· 옹벽 설치비 : 역T형 옹벽 H=5.0m, L=540m	4.7
		– ‘2026년 상반기 건설공사 표준시장단가’ 적용	
		· H=5m 옹벽 (865,859원/m) × 540m = 467백만원	
		· 가동보 설치비 : H=1.5m, L=12m	2.9
		– 견적 단가 적용(견적서 붙임3-2)	
		· 가동보 (16,050,000원/㎡) × 1.5m × 12m = 289백만원	

5.3.2 연차별 투자 계획

1) 연차별 사업비

- 본 사업의 사업비는 앞에서 검토한 바와 같이 총 447.6억 원이 소요될 것으로 판단되며, 공사는 홍수기를 고려하여 진행되어야 함
- 연차별 사업계획
 - 1차년도 : 지반조사 및 측량조사를 포함한 기본 및 실시설계를 진행
 - 2~4차년도 : 토목공사와 오니토 처리를 구간별 진행
- 연차별 사업비 투자 계획
 - 1차년도: 691백만 원(조사비 40백만원 + 설계비 651백만원)
 - 2차년도: 8,250백만 원(토목공사비의 25% 및 예비비)
 - 3차년도: 20,000백만 원(토목공사비, 준설 처리비 및 감리비의 50%)
 - 4차년도: 15,818백만 원(토목공사비의 25%+준설 처리비 및 감리비의 50%)

※준설 처리비는 공사에 따른 육상준설 비용과 오니토 처리비의 합으로 산정

2) 유지관리비

유지관리비는 사업의 초기 투자비용뿐 아니라 생애주기(Life cycle cost)까지 고려하기 위해 추가되는 운영비를 말한다. 『예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 수자원부문 연구』에서 제시된 유지관리비는 하천사업의 경우 공사비의 3%를 반영하도록 하고 있다.

본 사업의 경우 유수지를 하천사업으로 적용하여 공사비의 3%를 적용하였다. 오니토 처리비의 경우 최초 준설 후 연간 준설비용으로 별도 산정하였으며 본 검토에서 유지관리비는 차수공 및 기초공을 제외한 유지관리가 가능한 육상공사(가물막이, 차수공, 기초공 제외)에 대한 공사비(123.6억원)의 3%를 적용하여 연간 371백만원으로 산정하였다.

5.4 편익 검토

본 사업의 편익은 정량화가 용이한 항목을 중심으로 검토하되, 기본계획 단계의 한계를 고려하여 보수적으로 산정하는 것이 타당하다. 따라서, 준설 방식 변경 및 유지관리 효율화에 따른 비용 절감 효과를 직접적 편익으로 검토하였다.

인천교 유수지의 과거 준설 이력과 현재 예상 퇴적량을 기준으로 연간 평균 퇴적량을 산정하고, 이를 바탕으로 준설 방식 변경에 따른 준설비 차이 및 유지관리비 절감 효과를 비교하는 방식으로 편익을 검토하였다.

1) 준설량 산정

- 인천교 유수지의 과거 준설 사업량을 기준으로 연도별 평균 준설량을 산출
- 1990년 준공 후 2024년 현재까지 준설한 총 준설량은 381,776m³
- ‘원도심 내 유수지 관리 기본계획’ 내 2020년 기준 퇴적량 125,000m³ 포함 시 37년간 매년 약 13,000m³이 퇴적되는 것으로 검토됨

[표 5-6] 인천교 유수지 과거 준설사업량

구 분	총 계	'98~'06	'07	'10	'12	'17~'18	'23	'24
준설량	381,776	279,159	30,000	11,800	12,860	22,000	17,970	7,987

출처 : 인천광역시 동구청

2) 준설 방법 선정

- 인천교 유수지의 방재성능 회복을 위하여 필수적으로 시행되어야 하는 준설은 많은 비용이 소요되는 사업으로 준설 방법에 따라 소요 금액과 작업 효율이 상이
- 따라서, 준설 방법에 따라 비용적 편차가 발생할 수 있으며 적절한 준설 방법을 선정할 필요성이 있음
- 현재 인천교 유수지는 가좌하수처리장에서 유입되는 하수처리방류수로 인해 수중 준설만이 가능한 실정이나, 수중준설의 효율성은 적음
- 현재 인천교 유수지는 그레브 및 펌프 준설 방식을 혼합하여 사용
- 준설 방안별 비교
 - ① 육상준설 작업 능력 : 1,443m³/hr
 - ② 수중준설(펌프 흡입 방식) : 200m³/hr
 - ③ 수중준설(바지선 방식) : 43m³/hr

- 퇴적토 준설은 준설 방식에 따라 작업 능력(준설기간 및 효율 등) 및 공사비에 대한 차이가 크게 발생
- 특히 수중준설의 경우 준설과정 및 탈수과정에서 다시 유수지로 유입되고 있어 준설 효율이 많이 저하되고 있음
- 본 사업에서는 도수로 설치 시 육상준설이 가능해져 육상준설 방식을 선정

[표 5-7] 퇴적토 준설 방식의 비교

구 분	육상준설 (건천화 준설)	펌프준설 (흡입방식)	그래브 준설 (바지선 방식)
공법 개요	가물막이 설치하여 우회수로 조성 후 준설	펌프로 토사 흡입 후 배사관으로 송토	그래브로 토사 굴착 후 토운선으로 운반
작업 능력	1,443m ³ /hr	200m ³ /hr	43m ³ /hr

출처 : 원도십 내 유수지 관리활용 기본계획(2020, 인천광역시)

3) 준설 비용 산정

- 본 사업에서 준설 비용은 가좌하수처리장을 분리하여 공사한 후 육상에서 준설하는 비용을 산정하였으며, 편익 비교를 위하여 현재 진행하고 있는 수중준설 방식에 대하여 비용을 별도로 산정
- 육상준설 비용 산정
 - 육상준설은 굴삭기를 이용하여 준설하는 방식으로 기계터파기를 적용, 유수지 상황 등을 고려하여 깊이 5m 이내의 특수 조건을 적용
 - 준설 후 폐기물 처리비는 상차/운반 및 하수준설토 처리비로 구분하여 산정
 - 사업 초기 준설량은 98,240m³으로 준설비 3.6억 원, 운반처리비 241.1억 원
 - 준설비 : $3,673\text{원}/\text{m}^3 \times 98,240\text{m}^3 = 360,835,520\text{원}$
 - 운반비 : $(3,194\text{원}/\text{m}^3 + 44,400\text{원}/\text{m}^3) \times 98,240\text{m}^3 = 4,675,634,560\text{원}$
 - 폐기물 처리비 : $197,800\text{원}/\text{m}^3 \times 98,240\text{m}^3 = 19,431,872,000\text{원}$
 - 유지관리 시 소요되는 준설비는 연간 퇴적량 13,000m³ 중 도수로 내 침전 및 방류 흐름으로 인한 해양 직접 방류되는 토사량이 증가될 것으로 판단, 준설량은 퇴적량의 60%로 가정하였으며 이때 소요 경비는 19.4억 원
 - 준설비 : $3,673\text{원}/\text{m}^3 \times (13,000\text{m}^3 \times 60\%) = 28,649,400\text{원}$
 - 운반비 : $(3,194\text{원}/\text{m}^3 + 44,400\text{원}/\text{m}^3) \times (13,000\text{m}^3 \times 60\%) = 371,233,200\text{원}$

· 폐기물 처리비 : $197,800/\text{m}^3 \times (13,000\text{m}^3 \times 60\%) = 1,542,840,000\text{원}$

[표 5-8] 육상준설 비용

구 분		단가	비고
준설비	터파기	3,673원/㎥	기계, 혼합 토사, 5m 이내, 특수 조건
운반비	상차	3,194원/㎥	굴착기 + 15톤 덤프
	운반	44,400원/㎥	운반 거리 100km 적용
처리비	하수준설토	197,800원/㎥	견적가

2026 상반기 건설공사 표준시장 단가 적용

○ 수중준설 비용 산정

- 수중준설은 2023~2024년 인천시 동구에서 진행한 인천교 유수지 준설 사업비를 준용하였으며 낙찰률과 물가상승률을 고려하여 검토
- 수중준설 시 펌프 준설과 버킷 준설을 병행하여 진행, 준설토 탈수 시 현장 여건을 고려하여 교화제를 사용
- 사업 초기 준설량은 $98,240\text{m}^3$ 으로 준설비 25.3억 원, 운반처리비 241.1억 원
 - 장비비 : 20,734,688원/회
 - 준설비 : $4,984\text{원}/\text{m}^3 \times 58,944\text{m}^3 + 14,443\text{원}/\text{m}^3 \times 39,296\text{m}^3 = 861,339,462\text{원}$
 - 교화제 : $98,240\text{m}^3 \times 100\text{kg}/\text{m}^3 \times 170\text{원}/\text{kg} = 1,673,286,911\text{원}$
 - 운반비 : $(3,194\text{원}/\text{m}^3 + 44,400\text{원}/\text{m}^3) \times 98,240\text{m}^3 = 4,675,634,560\text{원}$
 - 폐기물 처리비 : $197,800/\text{m}^3 \times 98,240\text{m}^3 = 19,431,872,000\text{원}$
- 유지관리시 준설 및 처리비는 35.5억 원
 - 장비비 : 20,734,688원/회
 - 준설비 : $4,984\text{원}/\text{m}^3 \times 7,800\text{m}^3 + 14,443\text{원}/\text{m}^3 \times 5,200\text{m}^3 = 113,980,181\text{원}$
 - 교화제 : $13,000\text{m}^3 \times 100\text{kg}/\text{m}^3 \times 170\text{원}/\text{kg} = 221,424,367\text{원}$
 - 운반비 : $(3,194\text{원}/\text{m}^3 + 44,400\text{원}/\text{m}^3) \times 13,000\text{m}^3 = 618,722,000\text{원}$
 - 폐기물 처리비 : $197,800/\text{m}^3 \times 13,000\text{m}^3 = 2,574,400,000\text{원}$

[표 5-9] 수중 준설 비용

구 분		단가	비고
준설비	장비 운반비	21백만 원/회	준설선 및 대선 운반비
	버킷식 수중준설	4,984원/m ³	준설량의 60% 적용
	펌프준설	14,443원/m ³ /km	준설량의 40% 적용
	교화제	170원/kg	
운반비	상차	3,194원/m ³	굴착기 + 15톤 덤프
	운반	44,400원/m ³	운반거리 100km 적용
처리비	하수준설토	197,800원/m ³	견적가

2023 인천교 유수지 준설사업 준용

5.5 경제적 타당성 평가

○ 산정된 비용과 편익을 고려하여 경제적인 타당성 유무에 대해 평가

[표 5-10] 경제적 타당성 평가

(단위: 백만원)

할인 연차		비용				할인율 (4.5%)	편익현재가 (A =①-②)	비용현재가 (B)	순현재가치 (A-B)
연차	연도	준설비		공사비					
		① 수중준설	② 육상준설	유지 관리비	건설비				
0	2026				690.0	1.000		690	-690
1	2027	-			8,252.5	0.957	-	7,897	-7,897
2	2028	13,331	12,234		7,765.0	0.916	1,005	7,111	-6,106
3	2029	13,331	12,234		3,582.5	0.876	961	3,139	-2,178
4	2030	3,546	1,943	371		0.839	1,344	311	1,033
5	2031	3,546	1,943	371		0.802	1,286	298	988
6	2032	3,546	1,943	371		0.768	1,231	285	946
7	2033	3,546	1,943	371		0.735	1,178	273	905
8	2034	3,546	1,943	371		0.703	1,127	261	866
9	2035	3,546	1,943	371		0.673	1,079	250	829
10	2036	3,546	1,943	371		0.644	1,032	239	793
11	2037	3,546	1,943	371		0.616	988	229	759
12	2038	3,546	1,943	371		0.590	945	219	726
13	2039	3,546	1,943	371		0.564	905	209	696
14	2040	3,546	1,943	371		0.540	866	200	666
15	2041	3,546	1,943	371		0.517	828	192	636
16	2042	3,546	1,943	371		0.494	793	183	610
17	2043	3,546	1,943	371		0.473	759	176	583
18	2044	3,546	1,943	371		0.453	726	168	558
19	2045	3,546	1,943	371		0.433	695	161	534
20	2046	3,546	1,943	371		0.415	665	154	511
21	2047	3,546	1,943	371		0.397	636	147	489
22	2048	3,546	1,943	371		0.380	609	141	468
23	2049	3,546	1,943	371		0.363	582	135	447
24	2050	3,546	1,943	371		0.348	557	129	428
25	2051	3,546	1,943	371		0.333	533	123	410
26	2052	3,546	1,943	371		0.318	510	118	392
27	2053	3,546	1,943	371		0.305	488	113	375
28	2054	3,546	1,943	371		0.292	467	108	359
29	2055	3,546	1,943	371		0.279	447	104	343
30	2056	3,546	1,943	371		0.267	428	99	329
31	2057	3,546	1,943	371		0.256	410	95	315
32	2058	3,546	1,943	371		0.244	392	91	301
33	2059	3,546	1,943	371		0.234	375	87	288
		133,042	82,758	11,130	20,290		24,847	24,135	712

- 인천교 유수지 하수처리수 분리 방안의 경제성 분석 결과는 B/C(편익현재가/비용현재가) 1.03, 순편익(NPV) (+)712백만 원, 내부수익률(IRR) 0.003으로 나타남
- 그러나, 인천교 유수지는 방재시설로 시민의 홍수피해 예방을 위해 기준 저류용량을 확보해야 하기에 재무적인 수익성으로만 타당성을 판단하기 어려움
- 재무적 수익성보다 방재성능 확보를 통한 침수 피해 예방, 퇴적토 제거를 통한 환경 개선 등 사회적 이득이 크게 발생하기에 사회적 가치 및 지역 주민의 삶의 질적 향상 등 추가적인 편익을 고려할 필요가 있음

[표 5-11] 지표별 경제적 타당성 판단 결과

구분	분석 결과	판단 기준	비고
B/C (비용편익비)	1.03	$B/C \geq 1$	B/C 1.03로 경제적 타당성 있음
NPV (순현재가치)	+712	$NPV \geq 0$	NPV (+)712백만 원으로 경제적 타당성 있음
IRR (내부수익률)	0.003	$IRR \geq r$	IRR $0.003 \leq 4.5$ 로 경제적 타당성 없음

- 산정된 비용과 편익을 종합적으로 고려하여 본 사업의 경제적 타당성을 평가하여야 하나, 본 사업은 단순 수익사업이 아니라 방재기능 확보와 환경 개선을 동시에 달성하기 위한 공공사업이라는 점에서, 정량적 지표와 함께 정책적 필요성 및 공공성도 함께 고려함
- 따라서, 최종 평가는 비용편익분석 결과를 기초로 하되, 방재시설 기능 확보, 유지관리 효율화, 수질 개선, 악취 민원 저감 등 다면적 효과를 종합적으로 고려하는 것이 적절함

제6장

종합 의견

- 6.1 사업 추진 필요성
- 6.2 타당성 검토
- 6.3 공익성 및 기대효과
- 6.4 사업 추진의 시급성
- 6.5 종합 결론

6.1 사업 추진 필요성

- 인천교 유수지는 장기간 퇴적된 토사 및 오염 물질로 인해 저류용량이 감소하고 수질 및 악취 문제가 지속적으로 발생하고 있으며, 이로 인해 유수지 본래 기능인 침수 방지 기능이 저하된 상태임
- 특히, 퇴적량을 반영할 경우 저류용량 부족이 발생하여 집중호우 시 침수 위험이 증가하는 등 방재성능이 실질적으로 저하된 것으로 확인됨
- 또한, 기후 변화에 따른 극한 강우 증가 추세를 고려할 때 현 상태를 유지할 경우 재해 위험이 더욱 확대될 우려가 있어, 선제적 대응이 필요한 상황임

6.2 타당성 검토

6.2.1 기술적 타당성

- 도수로 설치를 통해 유수부와 건천화 구역을 분리하고, 하수처리수 유입체계를 개선함으로써 기존의 단순 준설 방식에서 발생하는 반복적 문제를 구조적으로 해결할 수 있는 방안임
- 특히, 건천화 구역 조성을 통해 준설 및 유지관리가 용이해지고, 집중호우 시에는 저류공간으로 활용이 가능하여 유수지의 방재기능을 효율적으로 유지할 수 있음

6.2.2 경제성 및 재정적 타당성

- 사업의 비용편익비(B/C) 1.03으로 분석되어 경제성이 확보된 사업으로 평가되며, 침수 피해 예방 및 환경 개선에 따른 사회적 편익이 비용을 상회하는 것으로 나타남
- 또한, 단계별 사업 추진을 통해 재정 부담을 분산할 수 있어 재정 운영 측면에서도 안정적인 사업 추진이 가능함
- 아울러, 구조적 개선을 통해 반복적인 준설 및 유지관리 비용 절감 효과가 기대되는 바, 장기적인 재정 효율성 측면에서도 타당한 사업으로 판단됨

6.2.3 정책적 타당성 및 상위 계획 부합성

- 「인천광역시 자연재해저감종합계획(2026)」 등 상위계획에서 제시하는 재해예방 및 방재성능 강화 방향과 부합하며, 「원도심 내 우수지 관리 기본계획(2020)」에서 제시된 우수지 환경 개선 및 활용 방향과도 부합함
- 본 사업을 통하여 방재시설 기능 회복을 통한 침수 피해를 예방하는 재난 예방 중심 안전관리 및 기후 위기 대응 도시 재해예방 인프라 확충 정책방향과 부합함
- 또한, 원도심 내 우수지의 기능 회복 및 환경개선을 통한 시민 생활환경 개선 측면에서 정책적 필요성이 인정되며, 공공시설로서의 역할 강화에 기여할 것으로 판단됨

6.3 공익성 및 기대효과

- 우수지의 저류기능 회복을 통해 집중호우 시 침수피해를 예방함으로써 시민의 생명과 재산보호에 직접적으로 기여하는 공공사업임
- 인천교 우수지의 장기간 퇴적된 토사 및 오염물질을 제거함으로써 인근 산업단지 근로자 및 주변 지역주민들의 생활 환경 개선에 기여하며, 유지관리 효율성 향상 및 장기적 비용 절감 등 공공서비스의 질적 향상할 것으로 판단됨
- 수질개선 및 악취저감을 통해 우수지 환경을 개선함으로써 지역의 생활 불편을 개선시키는 효과가 기대됨

6.4 사업 추진의 시급성

- 인천교 우수지는 지속적인 퇴적과 수질 악화로 인해 방재기능 저하가 진행 중이며, 현 상태를 유지할 경우 침수 위험 증가 및 유지관리 비용 증가 등 추가적인 사회적 비용이 발생할 것으로 예상됨
- 특히, 반복적인 준설 방식으로는 근본적인 문제 해결이 어려운 구조적 한계를 보이고 있어, 조속한 시설 개선이 필요한 상황임
- 사업 추진을 통하여 인천교 우수지 유역의 침수 예방 기능 회복시켜 인천 원도심 및 산업지역 등 6개 구 55개 행정동에 직·간접적인 수혜가 예상됨

6.5 종합 결론

- 본 사업은 인천교 유수지의 방재기능 회복과 환경 개선을 동시에 달성하기 위한 공공시설 개선사업으로, 경제성(B/C 1.03), 정책적 타당성 및 공익성을 종합적으로 고려할 때 추진이 타당한 사업임.
- 특히, 퇴적에 따른 저류용량 부족 및 수질 악화 문제는 지속적으로 심화되고 있어 조속한 사업 추진이 필요하며, 본 사업을 통해 시민의 생명과 재산 보호 및 생활 환경 개선에 기여할 것으로 기대됨.