

굴뚝에서 배출되는 특정대기유해물질 배출량 평가

조성근*, 최준호, 이병욱, 이영주, 양해원, 신재원, 추완중, 이충대, 권문주
인천보건환경연구원 대기보전과

Evaluation of emissions of specific air pollutants discharged from the stack

Sung-Geun Cho*, Jun-Ho Choi, Byung-Ok Lee, Young-Ju Lee, Hae-Won Yang, Jae-Won Shin,
Wan-Jong Chu, Choong-Dae Lee, Moon-Ju Kwon

Division of Air research, Incheon Research Institute of Public Health and Environment

Abstract

The purpose of this study is to evaluate VOCs emission from air pollutant discharge facility, is help to suggest guidelines for emission characteristics and report of specific air pollutants and operation of prevention facilities.

Specific air pollutants from discharge facilities can change various situations like type of business, process, prevention facilities, but Benzene, Dichloromethane, Trichloroethylene, Ethylbenzene, Toluene, Xylene, Styrene was detected regardless of industry.

It was satisfied of Effluent quality standard of Legally-designated malodorous substance in Ambient and air pollutants in stacks from discharge facilities.

However, it was exceeded Effluent quality standard of stacks, Dichloromethane(max. 163.55%) from drying facilities of wood and wood product, Acrylonitrile(max. 3409.67%), Benzene(max. 1307.75%), 1,3-Butadiene(max. 649.52%), total VOCs(max. 249.03%) from mixing dry facilities of nonmetallic minerals product, Acrylonitrile(max. 402.31%), Benzene(max. 1264.22%), total VOCs(max. 533.38%) from electric furnace of 1st metal product, Chloroform(max. 148.32%), 1,2-Dichloroethane(max. 1015.22%), Dichloromethane(max. 593.11%), total VOCs(max 118.56%) from evaporated Concentrate facilities of sewage, wastewater and night soil treatment, total VOCs(max 4485.61%) from coating and drying facilities of Personal and consumer goods repair business(the automobile maintenance business).

Therefore, it needs management particularly for facilities and substances that exceed The permit standard of specific air pollutatnts for installation.

Key words : Volatile Organic Compounds, sepcific air pollutants, Air pollutants by industry

I. 서론

1.1 연구배경

2020년 개정된 대기환경보전법은 1차 오염 물질뿐만 아니라, 2차 오염의 원인이 되는 특정대기유해물질을 관리하기 위해 배출허용기준 항목 신설(8종)을 내용으로 하고 있으며, 특정대기유해물질 중 휘발성유기화합물은 벤젠 등 총 37종 물질을 지정고시하고 있다.

휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds; 이하 VOCs)은 증기압이 높아 환경대기 중으로 쉽게 증발되는 액체 또는 기체상 유기화합물을 총칭하며, 탄산 및 그 염류 등을 제외한다. 이는 대기 중 NO_x와 광화학 반응에 의해 오존을 생성하는 전구물질로 알려져 있다. 또한, 휘발성유기화합물 자체로도 암을 유발하는 유해물질이며 악취의 원인물질이기도 하다.

이러한 VOCs에 대한 배출원 관리는 대기 환경 개선을 위한 필수사항이나 사업장의 특정대기유해물질 항목별 발생량은 실측된 것이 아니라, 사용원료에 따라 추정된 것으로 배출시설 관리방안이 효과를 내기 위해서는 발생량 조사가 필요하다.

본 연구에서는 유기용제 등을 사용하여 휘발성유기물질이 배출될 가능성이 있는 관내 사업장을 대상으로 휘발성유기화합물 16종의 실제 발생량을 평가하고, 배출특성 및 특정대기유해물질 신고여부를 고려한 지도점검 가이드라인 제시와 맞춤형 방지시설 운영에 도움이 되고자 한다.

1.2 이론적 배경

1.2.1 휘발성유기화합물의 특성

휘발성유기화합물은 대기환경보전법에서 탄화수소류 중 석유화학제품, 유기용제, 그 밖의 물질로서 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 것을 말하며, 1기압 250℃ 이하에서 최소 비등점을 가지는 유기화합물로 탄산 및 그 염류 등 국립환경과학원장이 정하여 공고하는 물질을 제외한 37종 물질을 지정하고 있다.

또한, 휘발성유기화합물은 대기 중 NO_x와 광화학 반응에 의해 오존 등 광화학 산화성 물질을 생성하여 광화학스모그를 유발하기도 하고, 자체적으로 암을 유발하는 발암물질이며, 악취의 원인 물질이기도 하다.

배출원으로는 토양과 식생 등의 자연적 배출원과 에너지산업 연소, 비산업 연소, 제조업 연소, 생산공정, 에너지수송 및 저장, 유기용제 사용, 도로이동오염원, 비도로이동오염원, 폐기물처리, 기타 먼오염원, 생물성 연소 등의 인위적 배출원이 있는데 배출량은 2017년 기준 유기용제 사용이 전체 인위적 배출량의 54%로 가장 크고 생산공정이 18%, 생물성 연소 8%, 비도로이동오염원 6%, 폐기물처리 6%, 도로이동오염원 4%, 에너지수송 및 저장 3% 정도를 차지하고 있다.(2017 대기오염물질 배출량 통계, 국립환경과학원)

Table 1. 휘발성유기화합물 지정고시(환경부 고시 제2015-181호, 2015.9.11.)

연번	제품 및 물질명	분자식	CAS No.
1	아세트알데히드	Acetaldehyde	$C_2H_4O(CH_3CHO)$ 75-07-0
2	아세틸렌	Acetylene	C_2H_2 74-86-2
3	아세틸렌 디클로라이드	Acetylene Dichloride	$C_2H_2Cl_2$ 540-59-0
4	아크롤레인	Acrolein	C_3H_4O 107-02-8
5	아크릴로니트릴	Acrylonitrile	C_3H_3N 107-13-1
6	벤젠	Benzene	C_6H_6 71-43-2
7	1,3-부타디엔	1,3-Butadiene	C_4H_6 106-99-0
8	부탄	Butane	C_4H_{10} 106-97-8
9	1-부텐, 2-부텐	1-Butene, 2-Butene	$C_4H_8[CH_3CH_2CHCH_2]$, $C_4H_8[CH_3(CH)_2CH_3]$ 106-98-9 107-01-7
10	사염화탄소	Carbon Tetrachloride	CCl_4 56-23-5
11	클로로포름	Chloroform	$CHCl_3$ 67-66-3
12	사이클로헥산	Cyclohexane	C_6H_{12} 110-82-7
13	1, 2-디클로로에탄	1,2-Dichloroethane	$C_2H_4Cl_2[Cl(CH_2)_2 Cl]$ 107-06-2
14	디에틸아민	Diethylamine	$C_4H_{11}N[(C_2H_5)_2NH]$ 109-89-7
15	디메틸아민	Dimethylamine	C_2H_7N 124-40-3
16	에틸렌	Ethylene	C_2H_4 74-85-1
17	포름알데히드	Formaldehyde	$CH_2O(CHCHO)$ 50-00-0
18	n-헥산	n-Hexane	C_6H_{14} 110-54-3
19	이소프로필 알코올	Isopropyl Alcohol	$C_3H_8O[(CH_3)_2CHOHCH_3]$ 67-63-0
20	메탄올	Methanol	$CH_3O(CH_2OH)$ 67-56-1
21	메틸에틸케톤	Methyl Ethyl Ketone	$C_5H_{10}O[CH_3COCH_2CH_3]$ 78-93-3
22	메틸렌클로라이드	Methylene Chloride	CH_2Cl_2 75-09-2
23	메틸티부틸에터(MTBE)	Methyl Tertiary Butyl Ether	$C_5H_{12}O[CH_3OC(CH_3)_2CH_3]$ 1634-04-4
24	프로필렌	Propylene	C_3H_6 115-07-1
25	프로필렌옥사이드	Propylene Oxide	C_3H_6O 75-56-9
26	1, 1, 1-트리클로로에탄	1,1,1-Trichloroethane	$C_2H_3Cl_3$ 71-55-6
27	트리클로로에틸렌	Trichloroethylene	C_2HCl_3 79-01-6
28	휘발유	Gasoline	- 86290-81-5
29	납사	Naphtha	- 8030-30-6
30	원유	Crude Oil	- 8002-05-9
31	아세트산(초산)	Acetic Acid	$C_2H_4O_2$ 64-19-7
32	에틸벤젠	Ethylbenzene	C_8H_{10} 100-41-4
33	니트로벤젠	Nitrobenzene	$C_6H_5NO_2$ 98-95-3
34	톨루엔	Toluene	C_7H_8 108-88-3
35	테트라클로로에틸렌	Tetrachloroethylene	C_2Cl_4 127-18-4
36	자일렌(o-, m-, p-포함)	Xylene	C_8H_{10} 1330-20-7(95-47-6, 108-38-3, 106-42-3)
37	스티렌	Styrene	C_8H_8 100-42-5

1.2.2 아크로니트릴

아크릴로니트릴은 자극적인 냄새가 나는 무색 액체로, 화학식은 C_3H_3N , 끓는점은 77.3 °C이다. 맹독성이 있어 공기 중에 20 ppm 이상 함유되어 있으면 위험하다. 일반적인 유기용매와 이소프로필알코올에 용해된다. 플라스틱, 접착제 및 합성 고무 제조에 널리 사용되는데 독성이 강한 화합물로 중추신경계 억제작용, 호흡기, 피부, 눈 등에 자극을 준다.

1.2.3 벤젠

벤젠은 상온에서 무색, 무취의 가연성이 있는 휘발성 액체로 분자식은 C_6H_6 , 끓는점은 80.1 °C이다. 인화성이 강하고 점화 시 현저한 검댕을 내면서 연소한다. 물에 대한 용해도는 적지만 유기용제에는 쉽게 용해된다. 벤젠에 단기간에 고농도로 노출되면 마취된 것과 같은 증상이 강하게 나타나며 호흡곤란 등이 나타나 혼수상태에 빠질 수 있다. 저농도로 오랫동안 지속적으로 노출되면 혈액에 문제가 생겨 빈혈이나 백혈병에 걸릴 위험이 있다.(대기오염공정시험기준, 2019.12.30.)

1.2.4 1,3-부타디엔

1,3-부타디엔은 부드러운 아로마 냄새가 나는 무색의 기체로, 화학식은 C_4H_6 , 끓는점은 -4.4 °C이다. 압력을 가하면 쉽게 액화하고, 또 인화하기 쉽다. 물에 녹지 않고 에탄올, 에테르, 아세톤 및 벤젠에 용해되는 합성 물질로 산업화학 물질의 중간체로서 주로 사용된다. 눈, 비강 및 인후 자극, 두통, 피로감, 혈압과 맥박 수 감소, 중추 신경계 손상 및 의식불명의 결과를 초래할 수 있다. 또한 인간 발암 물질로 알려져 있다.

1.2.5 사염화탄소

사염화탄소는 에테르 냄새가 나는 무색의 액체로, 화학식은 CCl_4 , 끓는점은 76.8 °C이다. 물보다 무겁고 물에 불용성이며 불연성 비극성 액체이다. 소화기, 냉매, 드라이 크리닝 용매 등으로 사용한다. 독성이 강하고, 노출 시간과 신장에 유독한 포스젠을 생성하여 현재는 사용하지 않는다. 또한 발암물질이며, 플라스틱이나 고무 등을 부식시키는 성질이 있다.

1.2.6 클로로포름

클로로포름은 달콤한 향이 나는 투명한 무색의 액체로, 화학식은 $CHCl_3$, 끓는점은 61.23 °C이다. 휘발성이 있으며 불연성으로 에탄올이나 벤젠에는 녹지만, 물에는 잘 녹지 않는다. 공기와 빛에 의해 서서히 산화되어 독성이 매우 강한 포스젠을 생성하고 간과 신장의 피사를 유발한다. 또한, 전신마취제로 사용되었으나, 동물에서 보고된 발암성으로 화장품과 의약품에서의 사용을 금지하였다.

1.2.7 1,2-디클로로에탄

1,2-디클로로에탄은 상쾌한 향기와 단맛이 있는 무색의 점성 액체로, 화학식은 $C_2H_4Cl_2$, 끓는점은 83.5 °C이다. 공기, 습기, 빛 노출 시 어둡게 변색되며, 물에는 잘 녹지 않는다. 각종 유기화합물의 합성 원료로 사용되고 용제로서 유지추출 및 의류 세척에 쓰인다. 순환기 장애 및 마취작용이 있으며, 지방간이나 간세포피사를 유발한다.

1.2.8 디클로로메탄

디클로로메탄은 에테르와 비슷한 특유의 냄새를 가진 휘발성의 투명한 액체로, 화학식은 CH_2Cl_2 , 끓는점은 40 °C이다. 물에 잘 섞이지 않지만 유기용매와 잘 섞인다. 페인트 제

거제나 접착제 제거제, 부품 세척제 등 여러 화학 공정에서 용매로 사용된다. 중추신경 기능저하, 피부 및 눈 자극, 장 및 간 손상, 폐 손상을 유발한다.

1.2.9 1,1,1-트리클로로에탄

1,1,1-트리클로로에탄은 클로로포름과 비슷한 냄새를 가진 무색의 휘발성 액체로, 화학식은 $C_2H_3Cl_3$, 끓는점은 $74\text{ }^\circ\text{C}$ 이다. 전자제품의 세척제 또는 접착제의 용매, 냉각제와 윤활제 등으로 사용되는 용제이며, 현재 오존층 파괴물질로 알려져 있다. 저독성이나 신경계 기능저하, 호흡곤란, 지방간을 유발할 수 있다.

1.2.10 트리클로로에틸렌

트리클로로에틸렌은 클로로포름 냄새가 나는 무색의 휘발성 액체로, 화학식은 C_2HCl_3 , 끓는점은 86.7°C 이다. 물보다 밀도가 높고 물에는 녹지 않고 에탄올, 에테르에 녹으며, 불연성이다. 세척력이 우수하여 주로 금속의 기름 제거 작업에 사용되는 용매로 사용된다. 중추신경 장애, 기억력 손실, 치매 등 뇌질환을 일으킬 수 있고 간 손상을 유발한다.

1.2.11 에틸벤젠

에틸벤젠은 휘발유와 비슷한 자극적인 냄새가 나는 가연성의 무색 액체로, 화학식은 C_8H_{10} , 끓는점은 $136\text{ }^\circ\text{C}$ 이다. 물보다 가볍고 물에 녹지 않으며, 합성고무의 제조 시 용매, 자동차와 항공 연료구성 성분, 스티렌 전구체로 사용된다. 눈 및 코, 호흡기 자극, 무기력, 현기증, 두통 등을 일으킬 수 있으며 혼수를 유발할 수 있다.

1.2.12 톨루엔

톨루엔은 벤젠과 비슷한 특유의 향기로운 냄새가 나는 투명한 무색 액체로, 화학식은

C_7H_8 , 끓는점은 $110.6\text{ }^\circ\text{C}$ 이다. 물보다 가볍고 물에 녹지 않으며, 항공기 연료 및 자동차 연료, 유기 용매로 사용된다. 환각증상, 구토증상, 시각 장애, 빈혈, 백혈구 감소, 위장 장애를 유발한다.

1.2.13 테트라클로로에틸렌

테트라클로로에틸렌은 에테르와 비슷한 냄새가 나는 투명한 무색의 휘발성 액체로 화학식은 C_2Cl_4 , 끓는점은 $121.3\text{ }^\circ\text{C}$ 이다. 불연성이고 물에 녹지 않으며, 드라이 크리닝 용제, 금속부품 탈지 용제, 금속용 건조제, 기타 화학약품의 제조에 사용된다. 마취작용, 현기증, 두통, 황달, 장기능 장애를 유발한다.

1.2.14 자일렌(o-, m-, p-)

자일렌은 세가지 기하이성질체가 있으며, 달콤한 냄새가 나는 가연성의 무색의 액체로, 화학식은 C_8H_{10} , 끓는점은 $138\text{ }^\circ\text{C}$ 이다. 물에 녹지 않으며, 인쇄, 고무, 가죽 산업에서 용매로서 사용되고 경유에 벤젠 및 톨루엔과 함께 포함된다. 중추신경장애, 두통, 어지럼증, 신부전 등을 유발한다.

1.2.15 스티렌

스티렌은 달콤한 냄새가 나는 무색의 액체로 화학식은 C_8H_8 , 끓는점은 $145\text{ }^\circ\text{C}$ 이다. 인화성이 있으며 쉽게 중합되어 고분자 화합물이 된다. 폴리스티렌, 부타디엔고무, 도료, 건성유의 제조에도 사용된다. 피부염 유발, 천식, 중추신경 자극, 자궁암, 백혈병, 췌장암, 생식능력 저하, 저능아 출산 등을 유발한다.

1.2.16 염화비닐

염화비닐은 상온, 상압에서 무색의 가연성 독가스로 클로로에틸렌이라고도 한다. 화학식은 $CH_2=CHCl$, 끓는점은 $-13.3\text{ }^\circ\text{C}$ 이다. 인화성이 있고 열, 스파크, 화염에 의해 쉽게 점

화할 수 있다. 눈에 심각한 자극을 일으키기도 하고 심한 피부 자극성이 있다. 중합하면 공업재료로 많이 사용되는 폴리염화비닐(염화비닐수지)이 된다.

1.2.17 아닐린

아닐린은 자극적인 냄새가 있는 무색의 액체로, 화학식은 C_6H_7N , 끓는점은 $184\text{ }^\circ\text{C}$ 이다. 빛, 공기 노출 시 갈색으로 변색되며, 물에는 잘 녹지 않지만 유기용매에는 녹는다. 합성염료, 향료 등의 제조원료, 용매 등에 사용되고 점막, 눈, 피부로 흡수되어 전신에 영향을 일으킬 수 있는 물질이다.

1.2.18 휘발성유기화합물의 발암물질 등급

발암물질 등급은 여러 기관에서 제시하고 있으며, 이 중 국제적으로 대표적인 IARC(국제암연구소)와 ACGIH(미국산업위생전문가협회), 국내의 산업안전보건법의 분류기준을 적용하여 본 연구에서의 휘발성유기화합물 16종에 대해 조사한 결과, 인간에게 암을 유발하거나 유발할 가능성이 있는 물질은 13종인 것으로 조사되었다.

IARC는 WHO(세계보건기구)의 산하기구로서 발암성 분류를 Group1 ~ Group4까지 5가지 등급으로 분류하고 있다. Group1은 인간 발암성 물질, Group2A는 인간 발암성 우려 물질, Group2B는 인간 발암성 가능 물질, Group3은 인간 발암성 미분류 물질, Group4는 인간 비발암성 추정 물질로 구분하고 있다.

ACGIH는 발암성 분류를 A1 ~ A5까지 5단계로 분류하고 있다. A1은 인간 발암성이 확인된 물질, A2는 인간 발암성이 의심되는 물질, A3는 인간 발암성과 관련성은 알려지지 않았으나 동물 발암이 확인된 물질, A4는 인간 발암성 물질로 분류할 수 없는 물질, A5는 인간 발암성 물질로 의심되지 않는 물질로 구분하고 있다.

산업안전보건법에 따른 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준은 1A는 사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 물질, 1B는 시험동물에서 발암성 증거가 충분히 있거나, 시험동물과 사람 모두에서 제한된 발암성 증거가 있는 물질, 2는 사람이나 동물에서 제한된 증거가 있지만, 구분1로 분류하기에는 증거가 충분하지 않은 물질로 구분하고 있다.

Table 2. 휘발성유기화합물의 발암물질 등급

번호	제품 및 물질명	CAS No.	발암물질 등급			
			IARC	ACGIH	고용노동부고시	
1	아크릴로니트릴	Acrylonitrile	107-13-1	Group2B	A3	1B
2	벤젠	Benzene	71-43-2	Group1	A1	1A
3	1,3-부타디엔	1,3-Butadiene	106-99-0	Group1	A2	1A
4	사염화탄소	Carbon Tetrachloride	56-23-5	Group2B	A2	1B
5	클로로포름	Chloroform	67-66-3	Group2B	A3	2
6	1, 2-디클로로에탄	1,2-Dichloroethane	107-06-2	Group2B	A4	1B
7	디클로로메탄(에틸렌클로라이드)	Dichloromethane	75-09-2	Group2A	A3	2
8	1, 1, 1-트리클로로에탄	1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	Group3	A4	-
9	트리클로로에틸렌	Trichloroethylene	79-01-6	Group1	A2	1A
10	에틸벤젠	Ethylbenzene	100-41-4	Group2B	A3	2
11	톨루엔	Toluene	108-88-3	Group3	A4	-
12	테트라클로로에틸렌	Tetrachloroethylene	127-18-4	Group2A	A3	1B
13	자일렌(크실렌)	Xylene	1330-20-7	Group3	A4	-
14	스티렌(스티렌)	Styrene	100-42-5	Group2B	A4	2
15	염화비닐	Vinyl chloride	75-01-4	Group1	A1	1A
16	아닐린	Aniline	62-53-3	Group3	A3	2

자료 : <http://msds.kosha.or.kr> 안전보건공단 화학물질 정보(2020.10.)

II. 연구내용 및 방법

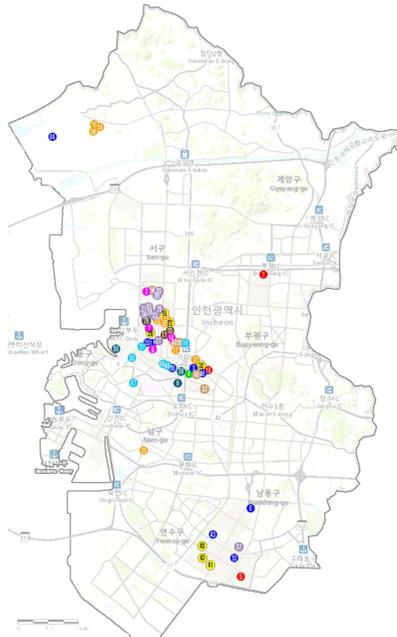
2.1 배출시설 선정

본 연구에서는 인천광역시에 산재해 있는 특정대기유해물질 배출사업장 중 VOCs가 배출될 수 있는 배출시설과 특정대기유해물질 미신고 시설 중 배출가능성이 있는 시설을 대상으로 표준산업 분류코드를 기초로 분류하였으며, 특정대기유해물질 배출시설은 43개소, 특정대기유해물질 미신고 시설은 17개소로 총 60개소의 글썽에서 시료를 채취하였다.

조사 사업장을 업종별로 분류하면 총 12개 업종이며, 목재 및 나무제품 제조업 2개 업체, 인쇄 및 기록매체복제업 1개 업체, 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업 1개 업체, 화학 물질 및 화학제품 제조업 7개 업체, 고무

및 플라스틱제품 제조업 3개 업체, 비금속 광물제품 제조업 9개 업체, 1차 금속 제조업 3개 업체, 금속 가공제품 제조업 9개 업체, 전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업 5개 업체, 하수, 폐수 및 분뇨 처리업 10개 업체, 폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업 4개 업체, 개인 및 소비용품 수리업 6개 업체에 대해 조사하였다.

또한, 종별로 구분하면 1종 13개 업체, 2종 3개 업체, 3종 5개 업체, 4종 26개 업체, 5종 13개 업체로 구분할 수 있으며, 주요 배출 시설로는 도장건조시설 15개, 증발농축시설 10개, 혼합건조시설 8개, 반응시설 8개, 산처리시설 5개, 도금시설 5개, 건조시설 3개, 전기로 및 주물사시설 3개, 소각시설 2개, 정제 시설 1개 시설에 대해 조사하였다.(Table 3.)



16(목재 및 나무제품 제조업;가구 제외)
18(인쇄 및 기록매체 복제업)
19(코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업)
20(화학 물질 및 화학제품 제조업;의약품 제외)
22(고무 및 플라스틱제품 제조업)
23(비금속 광물제품 제조업)
24(1차 금속 제조업)
25(금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외)
26(전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업)
37(하수, 폐수 및 분뇨 처리업)
38(폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업)
95(개인 및 소비용품 수리업)

Fig. 1. 조사업체 위치도

Table 3. 휘발성유기화합물 조사 현황

번호	사업장	위치	종별	특정대기유해물질	대기오염물질 신고항목	업종	표준산업 분류코드	주요 배출시설	방지시설
1	A	부평구 청천동	5	×	먼지, THC	플라스틱적중,도포및기타표면처리제품제조업	22 (고무및플라스틱제품제조업)	도장건조시설	WS, AD, WS
2	B	서구 원창동	1	○	먼지, CO, SO _x , NO _x , HCl, 매연, 다이옥신, Cd, Pb, Cr	폐기물처리업	38 (폐기물수집,운반,처리및원료재생업)	소각시설	SNCR, WS, AD, BF, AS
3	C	서구 가좌동	4	×	먼지, THC	도장 및 기타피막처리업	25 (금속가공제품제조업;기계및기구제조업)	도장건조시설	AD
4	D	서구 가좌동	4	×	먼지, THC	스크린인쇄업	18 (인쇄및기록매체복제업)	도장건조시설	BF, AD
5	E	남동구 고잔동	4	×	먼지, THC	플라스틱적중,도포및기타표면처리제품제조업	22 (고무및플라스틱제품제조업)	도장건조시설	CL, WS, CL, AD
6	F	남동구 남촌동	3	×	먼지	도장 및 기타피막처리업	25 (금속가공제품제조업;기계및기구제조업)	도장건조시설	AD
7	G	서구 가좌동	4	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, 히드라진, Zn, 복합악취	폐기물처리업	38 (폐기물수집,운반,처리및원료재생업)	반응시설	AS
8	H	미추홀구 도화동	1	○	먼지, 페놀, 벤젠, 포름알데히드, 디클로로메탄, 아세트알데히드, Cr	제철및제강업	24 (1차금속제조업)	주물사시설	BF, AD
9	I	서구 가좌동	4	×	먼지, CO, SO _x , NO _x , 매연	폐기물처리업	38 (폐기물수집,운반,처리및원료재생업)	소각시설	CL, WS, AS
10	J	서구 가좌동	4	×	먼지, THC	플라스틱적중,도포및기타표면처리제품제조업	22 (고무및플라스틱제품제조업)	도장건조시설	WS, AD
11	K	서구 가좌동	5	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, HCN, NH ₃ , F, 페놀, Zn, Cr, Pb	도금업	25 (금속가공제품제조업;기계및기구제조업)	도금시설	AS
12	L	서구 가좌동	1	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , NH ₃ , 스티렌, PAHs	아스콘제조업	23 (비금속광물제품제조업)	혼합건조시설	AB, CL, BF
13	M	서구 석남동	1	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , PAHs, 아세트알데히드, 스티렌, 포름알데히드, Pb	아스콘제조업	23 (비금속광물제품제조업)	혼합건조시설	CL, BF, OR, AD
14	N	서구 가좌동	4	○	먼지, NO _x , HCl, HCN, Zn	폐기물처리업	38 (폐기물수집,운반,처리및원료재생업)	반응시설	AS
15	O	서구 가좌동	1	○	먼지, NO _x , 포름알데히드	강화및제생목재제조업	16 (목재및나무제품제조업;가구제조업)	건조시설	CL, AS
16	P	서구 가좌동	4	×	먼지, THC	자동차중합수리업	95 (개인및소비용품수리업)	도장건조시설	AD
17	Q	서구 가좌동	1	○	먼지, SO _x , NO _x , 포름알데히드	목재및나무제품제조업	16 (목재및나무제품제조업;가구제조업)	건조시설	CL, WS
18	R	서구 오류동	1	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , H ₂ S, NH ₃ , 벤젠, 아세트알데히드, 스티렌, 포름알데히드, PAHs	아스콘제조업	23 (비금속광물제품제조업)	혼합건조시설	CL, BF, AD
19	S	서구 석남동	5	○	먼지, SO _x , NO _x , HCl, Cu	기타기초무기화합물제조업	20 (화학물질및화학제품제조업;화학제품제조업)	반응시설	AS
20	T	서구 석남동	4	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , CO, NH ₃ , 포름알데히드, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌	석유정제업	19 (코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업)	정제시설	AS
21	U	서구 석남동	4	○	먼지, SO _x , NO _x , HCl, HCN, H ₂ S, NH ₃ , 불소, 벤젠, 포름알데히드, 트리클로로에틸렌, 페놀, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, 수은	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	AD, AS
22	V	서구 석남동	2	×	먼지, NO _x	염료 및 기타착색제제조업	20 (화학물질및화학제품제조업;화학제품제조업)	건조시설	WS
23	W	서구 석남동	4	○	먼지, SO _x , NO _x , HCl, HCN, H ₂ S, NH ₃ , 불소, 벤젠, 페놀, Pb, Cr, Cu, Zn	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	CO, AS
24	X	서구 석남동	4	○	먼지, SO _x , NO _x , CO, HCl, H ₂ S, NH ₃ , 불소, Cr, Zn	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	CO, AS
25	Y	서구 석남동	4	○	먼지, SO _x , NO _x , CO, HCl, H ₂ S, NH ₃ , 불소, 벤젠, Cr, Zn	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	CO, AS
26	Z	서구 가좌동	4	○	먼지, SO _x , NO _x , 불소, Cu, Mn, 인	영상음향 및 통신장비제조업	26 (전자부품,컴퓨터,영상,음향및통신장비제조업)	산처리시설	AS
27	AA	서구 가좌동	4	○	먼지, SO _x , NO _x , HCN, H ₂ S, NH ₃ , 불소, 포름알데히드, 페놀, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	CO, AS
28	AB	미추홀구 학익동	2	○	먼지, NO _x , 벤젠, 포름알데히드	아스콘제조업	23 (비금속광물제품제조업)	혼합건조시설	CL, OR, BF
29	AC	서구 가좌동	4	○	먼지, SO _x , 염소화합물, 포름알데히드, Cu	기타화학제품제조업	20 (화학물질및화학제품제조업;화학제품제조업)	반응시설	AS
30	AD	서구 가좌동	5	○	먼지, THC, SO _x , HCl	영상음향 및 통신장비제조업	26 (전자부품,컴퓨터,영상,음향및통신장비제조업)	산처리시설	AS
31	AE	서구 가좌동	3	×	먼지, THC	비금속광물제품제조업	23 (비금속광물제품제조업)	도장건조시설	BF, AD
32	AF	서구 가좌동	3	×	먼지	기타화학제품제조업	20 (화학물질및화학제품제조업;화학제품제조업)	반응시설	AD
33	AG	서구 석남동	1	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , NH ₃ , 스티렌, 포름알데히드, PAHs	아스콘제조업	23 (비금속광물제품제조업)	혼합건조시설	AB, CL, BF

주) SNCR: 무촉매환원탈질시설, SCR: 촉매환원탈질시설, AS: 흡수·에 의한시설, BF: 여과집진시설, CL: 원심력집진시설, EP: 전기집진시설, AD: 흡착·에 의한시설, RTO: 축열식연소산화시설, WS: 세정식집진시설, AB: 직접연소·에 의한시설, OR: 산화환원에 의한시설, CO: 응축·에 의한시설

Table 3. 휘발성유기화합물 조사 현황

번호	사업장	위치	종별	특정대기유해물질	대기오염물질 신고항목	업종	표준산업 분류코드	주요 배출시설	방지시설
34	AH	서구 석남동	4	○	먼지, SO _x , NO _x , HCl, H ₂ S, NH ₃ , 불소, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	CO, AS
35	AI	서구 원창동	4	○	먼지, NO _x , HCl, HCN, NH ₃ , Zn	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	AS
36	AJ	서구 원창동	3	○	먼지, SO _x , NO _x , HCl, HCN, H ₂ S, NH ₃ , 폼알데하이드, 페놀, Cu, Pb, Cr, Cu, Zn 수은	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	CO, AS
37	AK	미추홀구 주안동	5	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, NH ₃ , 에틸벤젠, 페놀, Ba, Fe, Cu	인쇄회로기판 제조업	26 (전자부품제조업 및 영상음향영상통신장비제조업)	산처리시설	AS
38	AL	서구 가좌동	4	○	먼지, THC, 에틸벤젠	그 외 기타분류업인	25 (금속가공제품제조업 기계및기구제조업)	도장건조시설	AD
39	AM	서구 가좌동	1	○	먼지, 페놀, 벤젠, 포름알데하이드, 디클로로메탄, 아세트알데하이드, Cr	금속가공제품 제조업	24 (기타 제철 및 제강업)	주물사시시설	BF
40	AN	서구 가좌동	2	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, NH ₃ , 불소, 아민류, 포름알데하이드, 디클로로메탄, 폴리프로필렌, Cu, Mn	인쇄회로기판 제조업	26 (전자부품제조업 및 영상음향영상통신장비제조업)	산처리시설	AS
41	AO	남동구 고잔동	4	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, NH ₃ , 페놀, 포름알데하이드, 디클로로메탄	접착제 및 젤라틴제조업	20 (화학 물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외)	반응시설	AS
42	AP	남동구 고잔동	4	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, NH ₃ , H ₂ S, 폼알데하이드, 아민류, 불소, Ni, Cu, Pb, Cr, Cu, Zn 수은	그 외 기타분류업인	20 (화학 물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외)	반응시설	AS
43	AQ	남동구 고잔동	3	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, HCN, NH ₃ , F, 포름알데하이드, 벤젠, 사염화탄소, 폴리프로필렌, 아세트알데하이드, 디클로로메탄, 스티렌, 1,2-디클로로에탄, 에틸벤젠, 트리클로로에틸렌, Cr	도금업	25 (금속가공제품제조업 기계및기구제조업)	도금시설	AS
44	AR	서구 오류동	4	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, HCN, NH ₃ , F, 디클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, Ni, Cu, 수은	도금업	25 (금속가공제품제조업 기계및기구제조업)	도금시설	AS
45	AS	남동구 고잔동	4	○	먼지, THC, 페놀, 스티렌	일반용 도료 및 관련제품 제조업	20 (화학 물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외)	반응시설	AS
46	AT	서구 가좌동	5	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, HCN, NH ₃ , 아민류, 디클로로메탄, Cu, Ni, Zn, 주석, 인	도금업, 도장 및 기타 피막처리업	25 (금속가공제품제조업 기계및기구제조업)	도금시설	AS
47	AU	동구 송림동	5	×	먼지, THC	자동차종합수리업	95 (개인및소비용품수리업)	도장건조시설	AD
48	AV	동구 송림동	5	×	먼지, THC	자동차정비업	95 (개인및소비용품수리업)	도장건조시설	AD
49	AW	동구 송림동	5	×	먼지, THC	자동차정비업	95 (개인및소비용품수리업)	도장건조시설	AD
50	AX	동구 송림동	5	×	먼지, THC	자동차정비업	95 (개인및소비용품수리업)	도장건조시설	AD
51	AY	동구 송림동	5	×	먼지, THC	자동차종합수리업	95 (개인및소비용품수리업)	도장건조시설	AD
52	AZ	남동구 고잔동	5	×	먼지, THC, SO _x , NO _x	도장 및 기타피막처리업	25 (금속가공제품제조업 기계및기구제조업)	도장건조시설	AD
53	BA	서구 가좌동	4	○	먼지, SO _x , NO _x , NH ₃ , 불소, Ni, 주석	도금업	25 (금속가공제품제조업 기계및기구제조업)	도금시설	AS
54	BB	서구 오류동	1	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , H ₂ S, NH ₃ , 스티렌, 포름알데하이드, PAHs	아스콘제조업	23 (비금속광물제품제조업)	혼합건조시설	CL, BF, OR
55	BC	서구 석남동	4	○	먼지, SO _x , NO _x , HCl, H ₂ S, NH ₃ , 불소, Cr, Zn	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	AB, CL
56	BD	서구 원창동	4	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , HCl, NH ₃ , Cu, Pb, 주석	인쇄회로기판 제조업	26 (전자부품제조업 및 영상음향영상통신장비제조업)	산처리시설	AS
57	BE	남동구 고잔동	5	○	먼지, SO _x , NO _x , HCl, HCN, H ₂ S, NH ₃ , 페놀, Ni, Pb, Cr	폐수처리업	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	증발농축시설	CO, AS
58	BF	서구 석남동	1	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , NH ₃ , 스티렌, 포름알데하이드, 아세트알데하이드, PAHs	아스콘제조업	23 (비금속광물제품제조업)	혼합건조시설	AB, CL, BF
59	BG	동구 송림동	1	○	먼지, SO _x , NO _x , 다이옥신, Ni, Pb, Cd, Cr	열간압연 및 압출제품제조업	24 (1차금속제조업)	전기로	BF
60	BH	서구 오류동	1	○	먼지, THC, SO _x , NO _x , NH ₃ , 스티렌, PAHs	아스콘제조업	23 (비금속광물제품제조업)	혼합건조시설	CL, BF, OR

주) SNCR: 무촉매환원탈질시설, SCR: 촉매환원탈질시설, AS: 흡수예의한시설, BF: 여과집진시설, CL: 원심력집진시설, EP: 전기집진시설, AD: 흡착예의한시설, RTO: 축열식연소산화시설, WS: 세정식집진시설, AB: 직접연소예의한시설, OR: 산화환원예의한시설, CO: 응축예의한시설



Fig. 2. 대표적 방지시설

2.2 시료채취 방법

시료는 최종배출구에서 채취하였으며, 대기오염공정시험기준(ES 0111.3.a 배출가스 중 휘발성유기화합물(VOCs) 시료채취방법)에 제시된 흡착관법과 테들러 백 방법 중 테들러 백(tedlar bag) 시료채취 방법을 채택하였다.

따라서, 진공흡입상자(링 샘플러)에 10 L의 테들러 백을 장착한 후 통 내부의 공기를 진공펌프로 빨아 들어 진공상태로 만든 뒤 코크를 열어 시료가 테들러 백 내부로 서서히 유입되도록 하였다. 또한, 테들러 백은 오염

되지 않은 새 것을 사용하는 것을 원칙으로 하였으며, 검은 봉투에 담아 운반함으로써 직사광선을 받지 않도록 하고 시료채취 후 최대한 24시간 이내에 분석이 이루어지도록 하여 시료성분이 시료채취 주머니 안에서 흡착, 투과 또는 서로간의 반응에 의하여 손실 또는 변질되지 않도록 하였다.

그리고, 굴뚝(stack)뿐만 아니라 공장주변의 영향을 파악하기 위해 주변지역(ambient)에서도 샘플링하여 분석을 실시하였다.



Fig. 3. 시료채취 현장 사진

2.3 분석방법

분석은 “대기오염공정시험기준 ES 01511.1b (배출가스 중 휘발성유기화합물)”에 의하여 실시하였다. Markers사의 열탈착 (Thermal Desorption) 장치를 이용하여 테들러 백의 시료를 직접 흡입(AirServer-Xr system), 저온흡착, 가열탈착 과정으로 전처리 후, Agilent사의 7890B GC, 5977B MSD로 정량 분석하였다. 분석조건은 Table 4.와 같다.

Table 4. Analytical Condition for VOCs

Instrument	Part		Condition
TD	Trap (Adsorption)	Purge Flow	50 mL/min
		Low Temp.	-30 °C
	Trap (Desorption)	High Temp.	300 °C
		Desorb Time	4 min
GC	Column	VB-1 (60 m × 0.25 mm, ID 1 μm)	
	Oven Temp.	7 °C/min 40 °C/min 40 °C(5 min) → 166 °C(0 min) → 300 °C(0 min)	
MSD	Ionization Mode	EI Positive	
	Source Temp.	250 °C	
	Quadruple Temp.	150 °C	

III. 조사결과

3.1 VOCs의 배출특성

본 연구에서는 특정대기유해물질 배출시설 43개소와 특정대기유해물질 미신고 시설 17개소로 총 60개소의 사업장에 대해 조사하였으며, 특정대기유해물질 배출시설을 업종별로 분류하면 목재 및 나무제품 제조업 2개 사업장, 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업 1개 사업장, 화학 물질 및 화학제품 제조업 5개 사업장, 비금속 광물제품 제조업 8개 사업장, 1차 금속 제조업 3개 사업장, 금속 가공제품

제조업 6개 사업장, 전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업 5개 사업장, 하수, 폐수 및 분뇨 처리업 10개 사업장, 폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업 3개 사업장으로 나타났으며, 특정대기유해물질 미신고 시설은 인쇄 및 기록매체복제업 1개 사업장, 화학 물질 및 화학제품 제조업 2개 사업장, 고무 및 플라스틱제품 제조업 3개 사업장, 비금속 광물제품 제조업 1개 사업장, 금속 가공제품 제조업 3개 사업장, 폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업 1개 사업장, 개인 및 소비용품 수리업 6개 사업장을 조사하였다.

대기배출시설 최종배출구에서 채취한 60개 굴뚝의 VOCs 분석결과는 아크릴로니트릴, 벤젠, 사염화탄소, 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스티렌, 총VOCs 등은 특정대기유해물질 신고 및 미신고 배출시설과 상관없이 일부만 검출되었고, 1,3-부타디엔, 염화비닐은 특정대기유해물질 배출시설에서 낮은 농도로 나타낸 것으로 조사되었으며, 1,1,1-트리클로로에탄, 아닐린은 검출되지 않았다.

또한, 굴뚝 주변지역의 분석결과는 대부분이 굴뚝 측정값보다 아주 낮게 측정되었으나, 일부 측정지점에서 디클로로메탄, 톨루엔, 자일렌, 총VOCs 항목이 굴뚝보다 약간 높게 조사되었다. 이는 조사지점이 공업지역이고 주변지역에 도로 등이 위치하여 있어 주변지역의 영향을 받은 것으로 판단된다.

불검출된 1,1,1-트리클로로에탄, 아닐린 항목과 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준이 0.00 ppm이면서 기준보다 낮게 측정된 테트라클로로에틸렌은 그래프 작성이 불가능하였다.

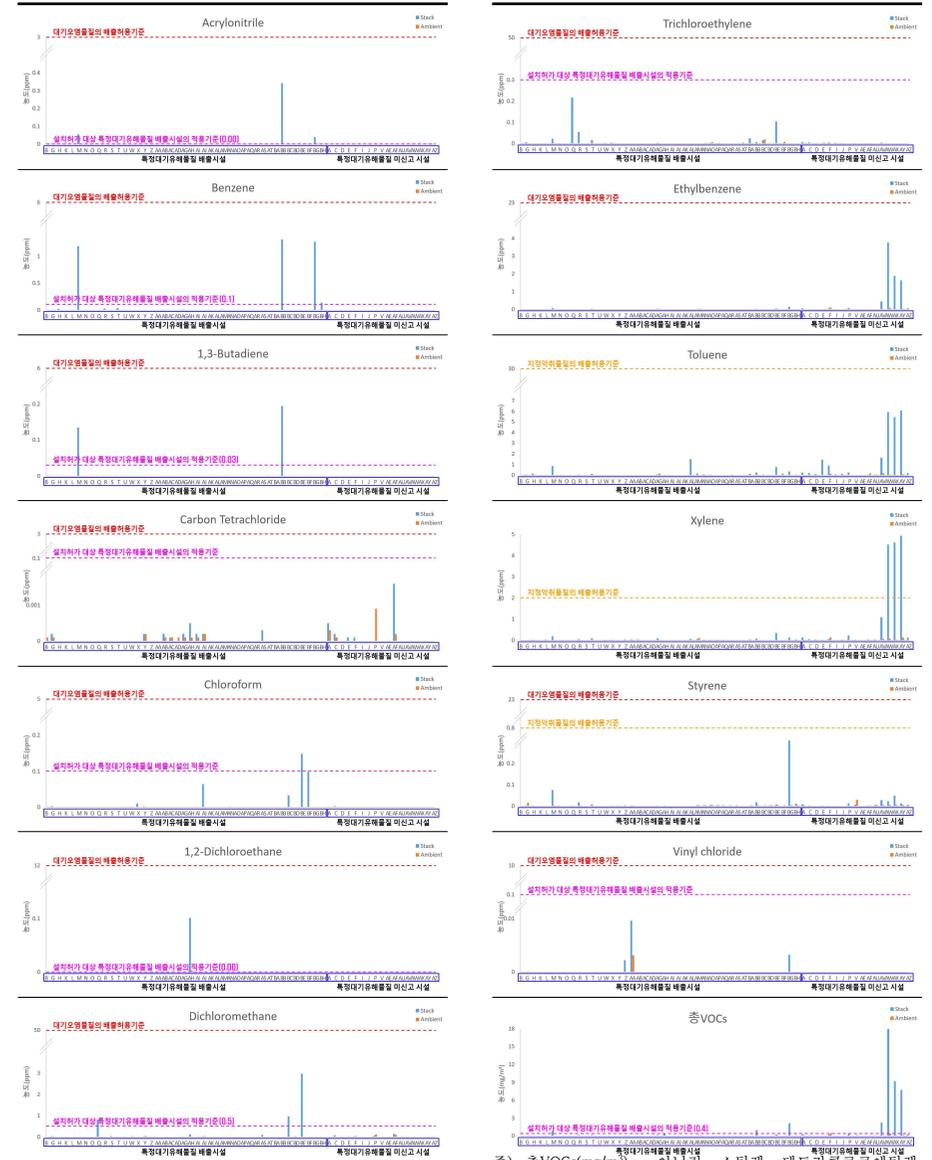


Fig. 4. VOCs 측정농도

주) 총VOCs(mg/m³) : 아닐린, 스티렌, 테트라클로로에틸렌, 1,2-디클로로에탄, 에틸벤젠, 아크릴로니트릴의 합(설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준)

Fig. 4. VOCs 측정농도

3.2 업종별 VOCs의 배출특성

사업장 배출시설에서 배출되는 특정대기유해물질은 사업장의 업종, 공정, 방지시설 등 여러 상황에 따라 변화되는데 본 연구에서 업종과 상관없이 대부분 검출된 항목은 벤젠, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌 등이며, 톨루엔과 자일렌은 현재, 대기오염물질의 배출허용기준 또는 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 설치기준이 없다.

항목별 최대로 검출된 양을 대기오염물질의 배출허용기준과 비교해보면 기준을 초과하는 항목은 없으며, 항목별 기준 대비 최대검출율은 아크릴로니트릴 11.37 %, 벤젠 21.80 %, 1,3-부타디엔 3.25 %, 사염화탄소 0.05 %, 클로로포름 2.97 %, 1,2-디클로로에탄 0.85 %, 디클로로메탄 5.93 %, 트리클로로에틸렌 0.43 %, 에틸벤젠 16.36 %, 테트라클로로에틸렌 0.01 %, 스틸렌 1.34 %, 염화비닐 0.23 % 까지 검출되었다.(부록 Table 14. 참조)

Table 5. 검출유무에 따른 업종별 분류표

업종	사업장수	검출항목
16 (목재및나무제품제조업:가구제외)	2	디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌
18 (인쇄및기록매체복제업)	1	벤젠, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌
19 (코크스 연탄 및 석유정제품 제조업)	1	벤젠, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 테트라클로로에틸렌, 자일렌, 스틸렌
20 (화학 물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외)	7	아크릴로니트릴, 벤젠, 사염화탄소, 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌
22 (고무및플라스틱제품제조업)	3	아크릴로니트릴, 벤젠, 사염화탄소, 클로로포름, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌
23 (비금속광물제품제조업)	9	아크릴로니트릴, 벤젠, 1,3-부타디엔, 사염화탄소, 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌
24 (1차금속제조업)	3	아크릴로니트릴, 벤젠, 1,3-부타디엔, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌
25 (금속가공제품제조업:기계및가구제외)	9	아크릴로니트릴, 벤젠, 사염화탄소, 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌
26 (전자부품,컴퓨터,영상,음향및통신장비제조업)	5	벤젠, 클로로포름, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌, 염화비닐
37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	10	아크릴로니트릴, 벤젠, 1,3-부타디엔, 사염화탄소, 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌, 염화비닐
38 (폐기물수집,운반,처리및일반폐기물처리업)	4	아크릴로니트릴, 벤젠, 사염화탄소, 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 테트라클로로에틸렌, 자일렌, 스틸렌, 염화비닐
95 (개인및소비용품수리업)	6	아크릴로니트릴, 벤젠, 클로로포름, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스틸렌

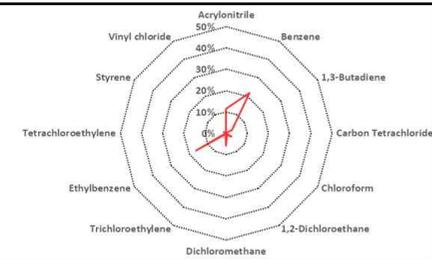


Fig. 5. 대기오염물질의 배출허용기준 대비 최대 검출률

3.3 업종별 법적기준 대비 검출률에 따른 배출특성

3.3.1 업종별 지정악취물질의 배출허용기준 대비 배출특성

지정악취물질의 배출허용기준은 부지경계선에서의 기준으로 본 연구사업에서는 주변 지역의 조사결과와 비교하였다.

모든 주변지역에서 지정악취물질의 배출허용기준을 만족하는 것으로 조사되었고 대부분 기준의 1 % 이하로 아주 낮은 농도로 조사되었다. 그러나 일부 금속 가공제품 제조업과 개인 및 소비용품 수리업(자동차정비업)에서 자일렌이 6 % 정도로 다른 업종보다 높게 나타났으며, 이는 도장시설에서의 유성페인트에서 배출되는 것으로 판단된다.

Table 6. 업종별 지정악취물질의 배출허용기준 대비 검출률

업종	사업장수	검출항목
목재및나무제품제조업:가구제외	2	자일렌 0.08 ~ 0.19 % > 스틸렌 0.05 ~ 0.10 % > 톨루엔 0.00 ~ 0.01 %
인쇄및기록매체복제업	1	자일렌 0.26 % > 스틸렌 0.14 % > 톨루엔 0.04 %
코크스 연탄 및 석유정제품 제조업	1	자일렌 0.28 % > 스틸렌 0.04 % > 톨루엔 0.03 %
화학 물질 및 화학제품 제조업: 의약품 제외	7	자일렌 0.07 ~ 0.68 % > 스틸렌 0.00 ~ 3.56 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.60 %
고무및플라스틱제품제조업	3	자일렌 0.33 ~ 0.81 % > 스틸렌 0.05 ~ 0.46 % > 톨루엔 0.06 ~ 0.07 %
비금속광물제품제조업	9	자일렌 0.00 ~ 0.70 % > 톨루엔 0.00 ~ 0.51 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.46 %
1차금속제조업	3	자일렌 0.42 ~ 4.89 % > 스틸렌 0.09 ~ 0.45 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.09 %
금속가공제품제조업:기계및가구제외	9	자일렌 0.13 ~ 6.76 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.55 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.46 %
전자부품,컴퓨터,영상,음향및통신장비제조업	5	자일렌 0.08 ~ 0.54 % > 스틸렌 0.01 ~ 0.43 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.06 %
하수, 폐수 및 분뇨 처리업	10	자일렌 0.04 ~ 0.94 % > 스틸렌 0.01 ~ 0.45 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.08 %
폐기물수집,운반,처리및일반폐기물처리업	4	자일렌 0.17 ~ 0.35 % > 스틸렌 0.06 ~ 2.01 % > 톨루엔 0.02 ~ 0.04 %
개인및소비용품수리업	6	자일렌 0.48 ~ 6.09 % > 스틸렌 0.15 ~ 0.63 % > 톨루엔 0.04 ~ 0.57 %

주) 1. 본 연구사업 중 지정악취물질의 배출허용기준 대상이 되는 톨루엔, 자일렌, 스틸렌에 대하여 비교함
2. 주변지역 지정악취물질의 배출허용기준은 부지경계선에서의 기준으로 주변지역의 조사결과와 비교함

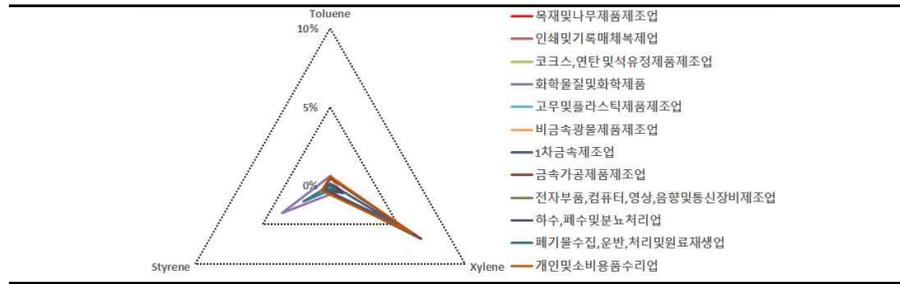


Fig. 6. 업종별 지정악취물질의 배출허용기준 대비 최대 검출률

3.3.2 업종별 대기오염물질의 배출허용기준 대비 배출특성

굴뚝에서의 조사결과를 업종별 대기오염물질의 배출허용기준과 비교하면 모든 굴뚝에서 대기오염물질의 배출허용기준을 만족하는 것으로 조사되었고, 대부분 기준의 1 ~ 2 % 이하로 아주 낮은 농도로 조사되었다. 그러나,

일부 비금속 광물제품 제조업(아스콘제조업)에서 벤젠과 아크릴로니트릴, 1차금속제조업에서 벤젠, 개인 및 소비용품 수리업(자동차정비업)에서 에틸벤젠이 10 ~ 20 % 정도로 다른 업종보다 높게 나타났으며, 이는 아스콘제조시설의 아스팔트유와 자동차 도장시설에서의 유성페인트에서 배출되는 것으로 판단된다.

Table 7. 업종별 대기오염물질의 배출허용기준 대비 검출률

업종	사업장수	검출항목
목재및나무제품제조업 :가구제외	2	디클로로메탄 0.00 ~ 1.64 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.43 % > 에틸벤젠, 스틸렌 0.01 % 이하
인쇄및기록매체복제업	1	에틸벤젠 0.06 % > 디클로로메탄 0.04 % > 벤젠, 트리클로로에틸렌, 스틸렌 0.01 % 이하
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	1	벤젠 0.56 % > 에틸벤젠 0.10 % > 트리클로로에틸렌, 스틸렌 0.03 % > 디클로로메탄 0.02 % > 테트라클로로에틸렌 0.01 % 이하
화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	7	디클로로메탄 0.00 ~ 0.28 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.05 % > 에틸벤젠 0.00 ~ 0.05 % > 벤젠 0.00 ~ 0.03 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.03 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 0.02 % > 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 트리클로로에틸렌 0.01 % 이하
고무및플라스틱제품 제조업	3	에틸벤젠 0.02 ~ 0.23 % > 벤젠 0.00 ~ 0.06 % > 디클로로메탄 0.01 ~ 0.04 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.03 % > 사염화탄소, 클로로포름 0.00 ~ 0.02 % > 아크릴로니트릴, 트리클로로에틸렌 0.01 % 이하
비금속광물제품제조업	9	벤젠 0.00 ~ 21.80 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 11.37 % > 1,3-부타디엔 0.00 ~ 3.25 % > 클로로포름 0.00 ~ 1.97 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.33 % > 에틸벤젠 0.00 ~ 0.30 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.11 % > 디클로로메탄 0.00 ~ 0.04 % > 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄 0.01 % 이하
1차금속제조업	3	벤젠 0.16 ~ 21.07 % > 스틸렌 0.01 ~ 1.34 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 1.34 % > 에틸벤젠 0.01 ~ 0.56 % > 1,3-부타디엔, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌 0.01 % 이하
금속가공제품제조업 :기계및가구제외	9	에틸벤젠 0.01 ~ 0.25 % > 디클로로메탄 0.00 ~ 0.16 % > 클로로포름, 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.05 % > 벤젠 0.00 ~ 0.03 % > 아크릴로니트릴, 스틸렌 0.00 ~ 0.02 % > 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄 0.01 % 이하
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향및통신장비제조업	5	디클로로메탄, 에틸벤젠 0.00 ~ 0.05 % > 클로로포름 0.00 ~ 0.03 % > 스틸렌, 염화비닐 0.00 ~ 0.02 % > 벤젠, 트리클로로에틸렌 0.01 % 이하
하수, 폐수 및 분뇨 처리업	10	디클로로메탄 0.00 ~ 5.93 % > 클로로포름 0.00 ~ 2.97 % > 1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 0.85 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.21 % > 에틸벤젠 0.00 ~ 0.17 % > 염화비닐 0.00 ~ 0.10 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 0.08 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.03 % > 벤젠, 사염화탄소 0.00 ~ 0.02 % > 1,3-부타디엔 0.01 % 이하
폐기물수집, 운반, 처리및원료재생업	4	염화비닐 0.00 ~ 0.23 %, 벤젠 0.00 ~ 0.09 %, 클로로포름 0.00 ~ 0.08 %, 디클로로메탄 0.00 ~ 0.05 %, 아크릴로니트릴 0.00 ~ 0.04 %, 에틸벤젠 0.01 ~ 0.03 %, 사염화탄소 0.00 ~ 0.03 %, 트리클로로에틸렌, 스틸렌, 1,2-디클로로에탄, 테트라클로로에틸렌 0.01 % 이하
개인및소비용품수리업	6	에틸벤젠 0.06 ~ 16.36 % > 스틸렌 0.02 ~ 0.21 % > 디클로로메탄 0.02 ~ 0.11 % > 아크릴로니트릴, 벤젠 0.00 ~ 0.04 % > 클로로포름, 트리클로로에틸렌 0.01 % 이하

주) 불루엔, 자일렌은 모든 업종에서 검출되었으나, 배출허용기준이 없어 비교 불가함

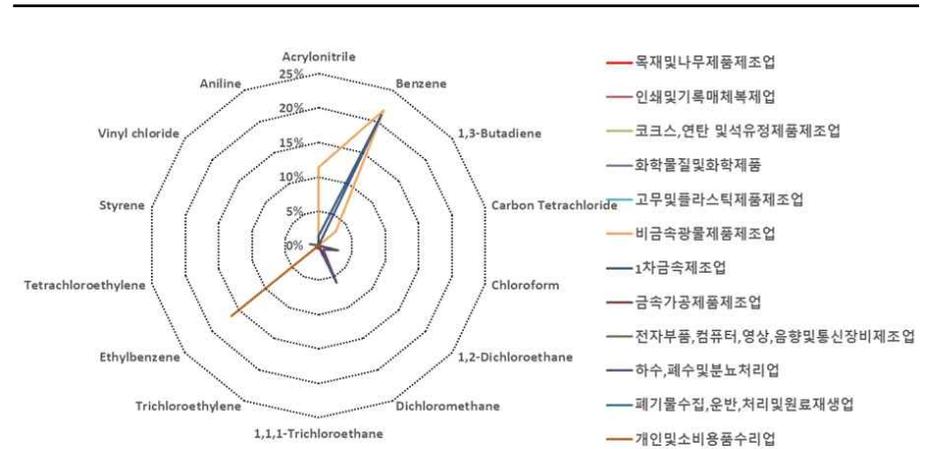


Fig. 7. 업종별 대기오염물질의 배출허용기준 대비 최대 검출률

3.3.3 업종별 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준 대비 배출특성

굴뚝에서의 조사결과를 업종별 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준과 비교하면 일부 굴뚝에서 적용기준을 초과하는 것으로 조사되었으며, 업종별로 목재 및 나무제품 제조업에서 디클로로메탄, 비금속 광물제품 제조업(아스콘제조업)에서 아크릴로니트릴, 벤젠, 1,3-부타디엔, 총VOCs, 1차 금속 제조업에서 아크릴로니트릴, 벤젠, 총

VOCs, 하수, 폐수 및 분뇨처리업에서 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 총VOCs, 개인 및 소비용품 수리업(자동차정비업)에서 총VOCs가 초과되는 것으로 조사되었다.

이는 아스콘제조시설의 원료인 아스팔트유에서 발생하는 VOCs와 전기로에서 발생하는 VOCs, 폐수중발농축 과정에서 발생하는 VOCs, 도장시설의 유기용제에서 발생하는 VOCs의 영향인 것으로 판단된다.

Table 8. 업종별 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준 대비 검출률

업종	사업장수	검출항목
목재및나무제품제조업 :가구제외	2	디클로로메탄 0.34 ~ 163.55 % > 트리클로로에틸렌 0.26 ~ 72.41 % > 총VOCs 1.74 ~ 5.06 %
인쇄및기록매체복제업	1	총VOCs 18.10 % > 디클로로메탄 3.55 % > 트리클로로에틸렌 0.45 % > 벤젠 0.26 %
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	1	총VOCs 38.74 % > 벤젠 33.82 % > 테트라클로로에틸렌 12.70 % > 트리클로로에틸렌 5.04 % > 디클로로메탄 1.80 %
화학 물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외	7	디클로로메탄 0.19 ~ 28.10 % > 총 VOCs 1.66 ~ 15.41 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 4.69 % > 1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 2.04 % > 벤젠 0.00 ~ 1.82 % > 사염화탄소 0.00 ~ 1.60 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.76 % > 클로로포름 0.00 ~ 0.52 %
고무및플라스틱제품 제조업	3	총VOCs 6.03 ~ 73.55 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 4.06 % > 디클로로메탄 0.98 ~ 3.75 % > 벤젠 0.00 ~ 3.52 % > 트리클로로에틸렌 0.35 ~ 2.01 % > 클로로포름 0.00 ~ 1.24 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.55 %
비금속광물제품제조업	9	아크릴로니트릴 0.00 ~ 3409.67 % > 벤젠 0.00 ~ 1307.75 % > 1,3-부타디엔 0.00 ~ 649.52 % > 총VOCs 0.07 ~ 249.03 % > 클로로포름 0.00 ~ 98.67 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 18.33 % > 디클로로메탄 0.10 ~ 3.76 % > 1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 2.45 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.18 %
1차금속제조업	3	벤젠 9.35 ~ 1264.22 % > 총VOCs 5.28 ~ 533.38 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 402.31 % > 1,3-부타디엔 0.00 ~ 1.32 % > 디클로로메탄 0.32 ~ 0.70 % > 트리클로로에틸렌 0.03 ~ 0.41 %
금속가공제품제조업 :기계및가구제외	9	총VOCs 3.01 ~ 75.16 % > 디클로로메탄 0.10 ~ 15.96 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 7.85 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 6.67 % > 1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 6.21 % > 클로로포름 0.00 ~ 2.73 % > 벤젠 0.00 ~ 1.73 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.16 %
전자부품,컴퓨터,영상,음향및통신장비제조업	5	총VOCs 1.00 ~ 15.13 % > 디클로로메탄 0.13 ~ 4.77 % > 염화비닐 0.00 ~ 2.18 % > 클로로포름 0.00 ~ 1.39 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.31 % > 벤젠 0.00 ~ 0.24 %
하수, 폐수 및 분뇨 처리업	10	1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 1015.22 % > 디클로로메탄 0.46 ~ 593.11 % > 클로로포름 0.00 ~ 148.32 % > 총VOCs 1.21 ~ 118.56 % > 트리클로로에틸렌 0.06 ~ 34.66 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 24.57 % > 염화비닐 0.00 ~ 9.58 % > 벤젠 0.06 ~ 1.31 % > 1,3-부타디엔 0.00 ~ 1.21 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.53 %
폐기물수집,운반,처리 및원료재생업	4	염화비닐 0.00 ~ 23.27 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 12.07 % > 총VOCs 3.26 ~ 10.84 % > 1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 7.13 % > 디클로로메탄 0.08 ~ 5.49 % > 벤젠 0.23 ~ 5.22 % > 클로로포름 0.00 ~ 4.05 % > 테트라클로로에틸렌 0.00 ~ 2.13 % > 트리클로로에틸렌 0.14 ~ 1.81 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.81 %
개인및소비용품수리업	6	총VOCs 21.73 ~ 4485.61 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 11.78 % > 디클로로메탄 1.93 ~ 10.61 % > 벤젠 0.14 ~ 2.58 % > 트리클로로에틸렌 0.13 ~ 1.08 % > 클로로포름 0.00 ~ 0.53 %

주) 1. 총VOCs(mg/m³): 아닐린, 스티렌, 테트라클로로에틸렌, 1,2-디클로로에탄, 에틸벤젠, 아크릴로니트릴의 합
 2. 1,1,1-트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스티렌, 아닐린 등은 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준이 없어 비교 불가함
 3. 특정대기유해물질 중 기준농도가 정해지지 않은 물질의 기준(아크릴로니트릴, 1,2-디클로로에탄, 테트라클로로에틸렌)은 0.00 ppm이나 배출농도와 비교하기 위해서 0.01 ppm으로 적용하여 비교함

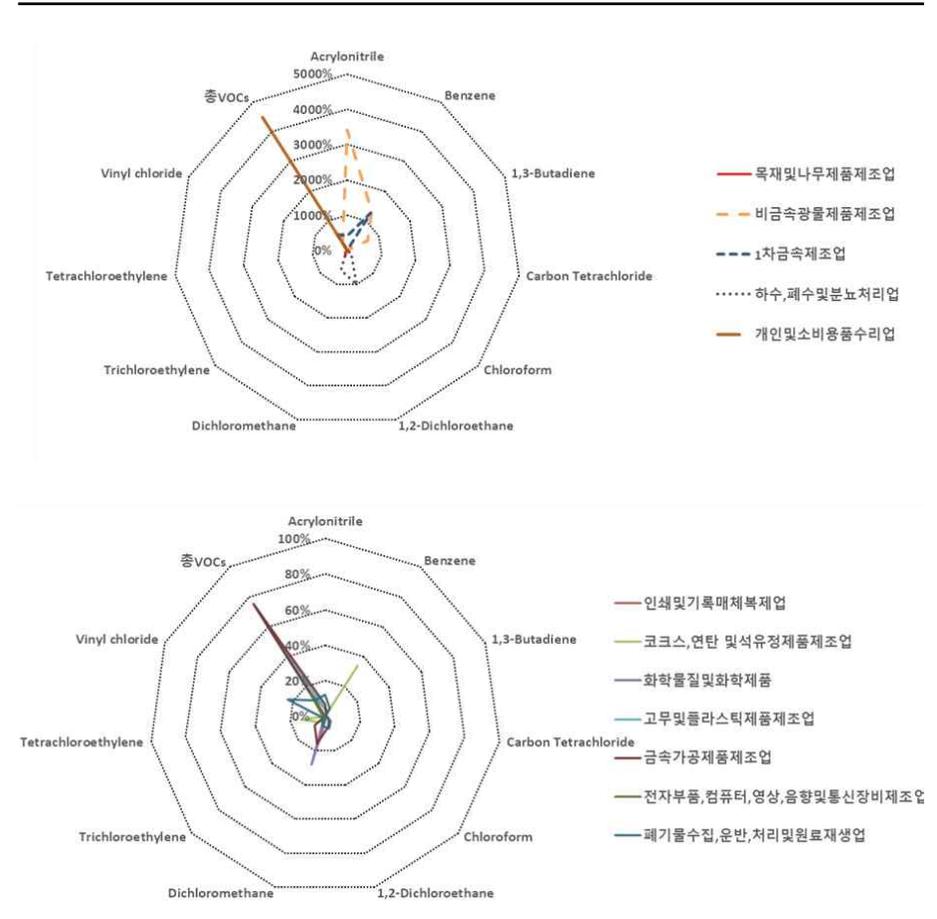


Fig. 8. 업종별 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준 대비 최대 검출률

3.4 배출시설별 법적기준 대비 검출률에 따른 배출특성

3.4.1 배출시설별 지정악취물질의 배출허용기준 대비 배출특성

모든 주변지역에서 지정악취물질의 배출허

용기준을 만족하는 것으로 조사되었고, 대부분 기준의 1% 이하로 아주 낮은 농도로 조사되었다. 그러나 도장건조시설에서 자일렌이 6% 정도로 다른 배출시설보다 높게 나타났으며, 이는 도장시설에서의 유성페인트에서 배출되는 것으로 판단된다.

Table 9. 배출시설별 지정악취물질의 배출허용기준 대비 검출률

배출시설	사업장수	검출항목
건조시설	3	스틸렌 0.05 ~ 3.56 % > 자일렌 0.08 ~ 0.19 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.08 %
정제시설	1	자일렌 0.28 % > 스틸렌 0.04 % > 톨루엔 0.03 %
반응시설	8	스틸렌 0.00 ~ 2.01 % > 자일렌 0.07 ~ 0.68 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.60 %
혼합건조시설	8	자일렌 0.15 ~ 0.70 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.51 % > 스틸렌 0.05 ~ 0.46 %
전기료 및 주물사시설	3	자일렌 0.42 ~ 4.89 % > 스틸렌 0.09 ~ 0.45 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.09 %
도금시설	5	자일렌 0.13 ~ 0.53 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.41 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.11 %
산처리시설	5	자일렌 0.08 ~ 0.54 % > 스틸렌 0.01 ~ 0.43 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.06 %
증발농축시설	10	자일렌 0.04 ~ 0.94 % > 스틸렌 0.01 ~ 0.45 % > 톨루엔 0.01 ~ 0.08 %
소각시설	2	자일렌 0.17 ~ 0.33 % > 스틸렌 0.06 ~ 0.11 % > 톨루엔 0.02 ~ 0.04 %
도장건조시설	15	자일렌 0.00 ~ 6.76 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.63 % > 톨루엔 0.00 ~ 0.57 %

주) 1. 본 연구사업 중 지정악취물질의 배출허용기준 대상이 되는 톨루엔, 자일렌, 스틸렌에 대하여 비교함
 2. 주변지역 지정악취물질의 배출허용기준은 부지경계선에서의 기준으로 주변지역의 조사결과와 비교함

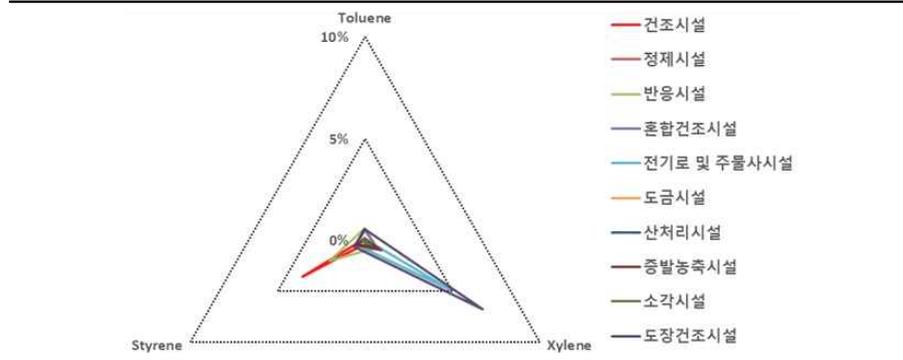


Fig. 9. 배출시설별 지정악취물질의 배출허용기준 대비 최대 검출률

3.4.2 배출시설별 대기오염물질의 배출허용기준 대비 배출특성

대부분의 굴뚝에서 대기오염물질의 배출허용기준 1 ~ 2 % 이하로 아주 낮은 농도로

조사되었으나, 아스콘제조업의 혼합건조시설에서 벤젠과 아크릴로니트릴, 1차금속제조업에서의 전기료에서 벤젠이, 자동차정비업의 도장건조시설에서 에틸벤젠이 10 ~ 20 % 정도로 다른 시설보다 높게 나타났다.

Table 10. 배출시설별 대기오염물질의 배출허용기준 대비 검출률

배출시설	사업장수	검출항목
건조시설	3	디클로로메탄 0.00 ~ 1.64 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.43 % > 에틸벤젠 0.01 ~ 0.03 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.03 % > 벤젠 0.00 ~ 0.02 % > 아크릴로니트릴 0.01 % 이하
정제시설	1	벤젠 0.56 % > 에틸벤젠 0.10 % > 트리클로로에틸렌, 스틸렌 0.03 % > 디클로로메탄 0.02 % > 테트라클로로에틸렌 0.01 % 이하
반응시설	8	디클로로메탄 0.00 ~ 0.28 % > 클로로포름 0.00 ~ 0.06 % > 사염화탄소, 에틸벤젠 0.00 ~ 0.05 % > 벤젠 0.00 ~ 0.04 % > 아크릴로니트릴, 스틸렌 0.00 ~ 0.02 % > 트리클로로에틸렌 0.01 % 이하
혼합건조시설	8	벤젠 0.00 ~ 21.80 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 11.37 % > 1,3-부타디엔 0.00 ~ 3.25 % > 클로로포름 0.00 ~ 1.97 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.33 % > 에틸벤젠 0.00 ~ 0.30 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.11 % > 디클로로메탄 0.00 ~ 0.04 % > 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 테트라클로로에틸렌 0.01 % 이하
전기료 및 주물사시설	3	벤젠 0.16 ~ 21.07 % > 스틸렌 0.01 ~ 1.34 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 1.34 % > 에틸벤젠 0.01 ~ 0.56 % > 염화비닐 0.00 ~ 0.03 % > 1,3-부타디엔, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌 0.01 % 이하
도금시설	5	트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.05 % > 에틸벤젠 0.01 ~ 0.02 % > 벤젠, 디클로로메탄, 스틸렌 0.01 % 이하
산처리시설	5	디클로로메탄, 에틸벤젠 0.00 ~ 0.05 % > 클로로포름 0.00 ~ 0.03 % > 스틸렌, 염화비닐 0.00 ~ 0.02 % > 벤젠, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌 0.01 % 이하
증발농축시설	10	디클로로메탄 0.00 ~ 5.93 % > 클로로포름 0.00 ~ 2.97 % > 1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 0.85 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.21 % > 에틸벤젠 0.00 ~ 0.17 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 0.08 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.03 % > 벤젠, 사염화탄소 0.00 ~ 0.02 % > 1,3-부타디엔, 테트라클로로에틸렌 0.01 % 이하
소각시설	2	염화비닐 0.00 ~ 0.23 % > 벤젠 0.01 ~ 0.09 % > 클로로포름 0.00 ~ 0.08 % > 아크릴로니트릴 0.01 ~ 0.04 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.03 % > 에틸벤젠 0.01 ~ 0.02 % > 디클로로메탄, 1,2-디클로로에탄, 스틸렌, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌 0.01 % 이하
도장건조시설	15	에틸벤젠 0.00 ~ 16.36 % > 스틸렌 0.00 ~ 0.21 % > 디클로로메탄 0.00 ~ 0.16 % > 벤젠 0.00 ~ 0.06 % > 클로로포름 0.00 ~ 0.05 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 0.04 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.02 % > 1,2-디클로로에탄, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌 0.01 % 이하

주) 톨루엔, 자일렌은 모든 업종에서 검출되었으나, 배출허용기준이 없어 비교 불가함

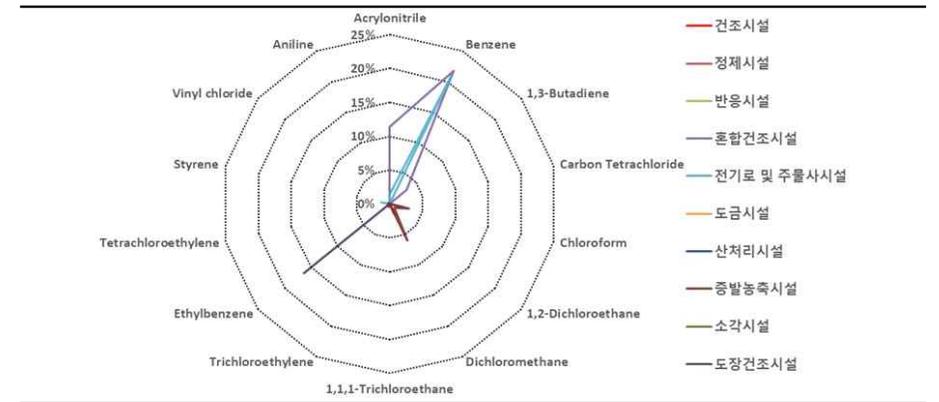


Fig. 10. 배출시설별 대기오염물질의 배출허용기준 대비 최대 검출률

3.4.3 배출시설별 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준 대비 배출특성

일부 굴뚝에서 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준을 초과하는 것으로 조사되었으며, 배출시설별로 건조시설에서 디클로로메탄, 혼합건조시설에서 아크릴로니

트릴, 벤젠, 1,3-부타디엔, 총VOCs, 전기로 및 주물사시설에서 아크릴로니트릴, 벤젠, 총VOCs, 증발농축시설에서 디클로로메탄, 클로로포름, 총VOCs, 도장건조시설에서 총VOCs가 초과되는 것으로 조사되었다.

Table. 11. 배출시설별 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준 대비 검출률

배출시설	사업장수	검출항목
건조시설	3	디클로로메탄 0.34 ~ 163.55 % > 트리클로로에틸렌 0.26 ~ 72.41 % > 총VOCs 1.74 ~ 15.19 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 3.13 % > 벤젠 0.00 ~ 1.36 %
정제시설	1	총VOCs 38.74 % > 벤젠 33.82 % > 테트라클로로에틸렌 12.70 % > 트리클로로에틸렌 5.04 % > 디클로로메탄 1.80 %
반응시설	8	디클로로메탄 0.08 ~ 28.10 % > 총VOCs 1.66 ~ 15.41 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 4.69 % > 클로로포름 0.00 ~ 2.91 % > 벤젠 0.00 ~ 2.14 % > 사염화탄소 0.00 ~ 1.60 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 1.81 % > 테트라클로로에틸렌 0.00 ~ 1.08 %
혼합건조시설	8	아크릴로니트릴 0.08 ~ 3409.67 % > 벤젠 0.00 ~ 1307.75 % > 1,3-부타디엔 0.00 ~ 649.52 % > 총VOCs 7.72 ~ 249.03 % > 클로로포름 0.00 ~ 98.67 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 18.33 % > 디클로로메탄 0.23 ~ 3.76 % > 1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 2.45 % > 테트라클로로에틸렌 0.00 ~ 2.44 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.18 %
전기로 및 주물사시설	3	벤젠 9.35 ~ 1264.22 % > 총VOCs 5.28 ~ 533.38 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 402.31 % > 염화비닐 0.00 ~ 3.21 % > 1,3-부타디엔 0.00 ~ 1.32 % > 디클로로메탄 0.32 ~ 0.70 % > 트리클로로에틸렌 0.03 ~ 0.41 %
도금시설	5	총VOCs 3.01 ~ 8.75 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 7.85 % > 디클로로메탄 0.10 ~ 0.58 % > 벤젠 0.00 ~ 0.33 %
산처리시설	5	총VOCs 1.00 ~ 15.13 % > 디클로로메탄 0.13 ~ 4.77 % > 염화비닐 0.00 ~ 2.18 % > 클로로포름 0.00 ~ 1.39 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 0.31 % > 벤젠 0.00 ~ 0.24 %
증발농축시설	10	1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 1015.22 % > 디클로로메탄 0.46 ~ 593.11 % > 클로로포름 0.00 ~ 148.32 % > 총VOCs 1.21 ~ 118.56 % > 트리클로로에틸렌 0.06 ~ 34.66 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 24.57 % > 염화비닐 0.00 ~ 9.58 % > 벤젠 0.06 ~ 1.31 % > 1,3-부타디엔 0.00 ~ 1.21 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.53 %
소각시설	2	염화비닐 0.00 ~ 23.27 % > 아크릴로니트릴 1.62 ~ 12.07 % > 총VOCs 3.26 ~ 10.39 % > 1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 7.13 % > 벤젠 0.43 ~ 5.22 % > 클로로포름 0.19 ~ 4.05 % > 테트라클로로에틸렌 0.00 ~ 2.13 % > 디클로로메탄 0.85 ~ 0.91 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.81 % > 트리클로로에틸렌 0.14 ~ 0.64 %
도장건조시설	15	총VOCs 0.07 ~ 4485.61 % > 디클로로메탄 0.10 ~ 15.96 % > 아크릴로니트릴 0.00 ~ 11.78 % > 1,2-디클로로에탄 0.00 ~ 6.21 % > 벤젠 0.00 ~ 3.52 % > 클로로포름 0.00 ~ 2.73 % > 트리클로로에틸렌 0.00 ~ 2.01 % > 사염화탄소 0.00 ~ 0.55 %

주) 1. 총VOCs(mg/m³): 아닐린, 스티렌, 테트라클로로에틸렌, 1,2-디클로로에탄, 에틸벤젠, 아크릴로니트릴의 합
 2. 1,1,1-트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스티렌, 아닐린 등은 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준이 없어 비교 불가함
 3. 특정대기유해물질 중 기준농도가 정해지지 않은 물질의 기준(아크릴로니트릴, 1,2-디클로로에탄, 테트라클로로에틸렌)은 0.00 ppm이나 배출농도와 비교하기 위해서 0.01 ppm으로 적용하여 비교함

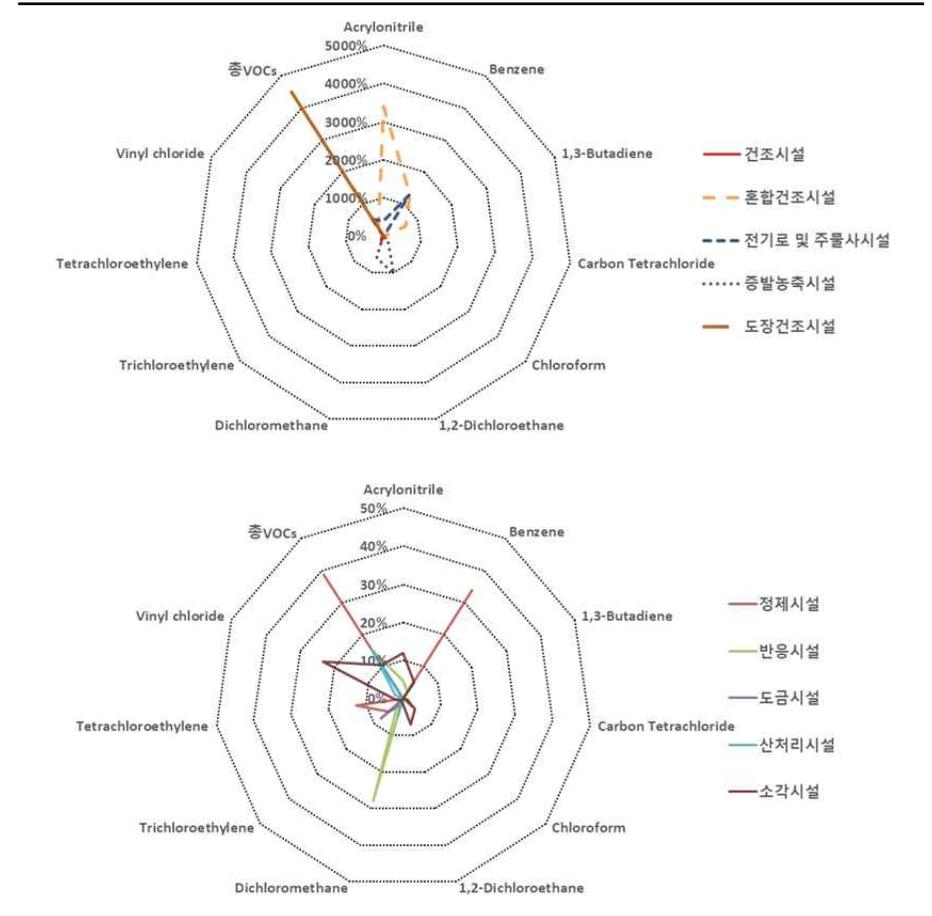


Fig. 11. 배출시설별 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준 대비 최대 검출률

3.5 업종별 발생오염원 분류표

설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준 대비 검출률을 이용하여 업종별 발생오염원 분류표를 작성하였다.

적용기준을 초과하는 사업장이 있는 경우 “관리필요”, 적용기준의 50 %를 넘는 사업장이 있는 경우 “주의”, 적용기준의 30 %

가 넘는 경우 “점검”, 적용기준의 30 % 미만인 경우 “불필요”로 표시하여 제시한 결과, 목재 및 나무제품 제조업은 디클로로메탄 항목에 대해 관리가 필요하며, 비금속 광물제품 제조업은 아크릴로니트릴, 벤젠, 1,3-부타디엔, 총VOCs 항목에 대해 관리가 필요한 것으로 판단된다. 또한, 1차금속제조업은 아크

릴로니트릴, 벤젠, 총VOCs 항목과 하수, 폐수 및 분뇨 처리업은 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 총VOCs 항목이, 개인 및

소비용품 수리업은 총VOCs 항목에 대해 주기적인 관리가 필요할 것으로 판단된다.

Table 12. 업종별 발생오염원 분류표

항목	목재 및 나무 제품 제조업; 가구제외	인쇄 및 기록 매체 복제업	코크스, 연탄 및 석유 정제품 제조업	화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	고무 및 플라스틱 제품 제조업	비금속 광물 제품 제조업	1차 금속 제조업	금속가공 제품제조업; 기계 및 가구제외	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	하수, 폐수 및 분뇨 처리업	폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업	개인 및 소비용품 수리업
아크릴로니트릴	×	×	×	×	×	◎	◎	×	×	×	×	×
벤젠	×	×	△	×	×	◎	◎	×	×	×	×	×
1,3-부타디엔	×	×	×	×	×	◎	×	×	×	×	×	×
사염화탄소	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
클로로포름	×	×	×	×	×	○	×	×	×	◎	×	×
1,2-디클로로에탄	×	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	×	×
디클로로메탄	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	×	×
트리클로로에틸렌	○	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×
테트라클로로에틸렌	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
염화비닐	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
총VOCs	×	×	△	×	○	◎	◎	○	×	◎	×	◎

주) 1. ◎(관리필요): 적용기준 초과
 ○(주의): 적용기준 50% 이상
 △(점검): 적용기준 30% 이상
 ×(불필요): 적용기준 30% 미만
 2. 총VOCs(mg/m³): 아닐린, 스티렌, 테트라클로로에틸렌, 1,2-디클로로에탄, 에틸벤젠, 아크릴로니트릴의 합

업종별 발생오염원 분류표의 “관리필요” 대상 총VOCs 최대 기여율을 항목별로 산정해 보면 비금속 광물제품 제조업은 스티렌, 에틸벤젠, 아크릴로니트릴의 기여율이 49.83 ~ 85.78 %로 높고, 1차금속제조업은 스티렌의 기여율이 67.11 %로 높은 것으로 조사되었다. 또한, 하수, 폐수 및 분뇨 처리업은

1,2-디클로로에탄, 에틸벤젠의 기여율이 84.45 ~ 94.57 %로 높고, 개인 및 소비용품 수리업은 에틸벤젠의 기여율이 99.39 %로 높은 것으로 조사되었다. 따라서 총VOCs 관리를 위해서는 비율이 높은 항목을 중심으로 주기적인 관리가 필요할 것으로 판단된다.

Table 13. “ 관리필요 ” 대상 총VOCs 기여율

구분	비금속광물제품제조업	1차금속제조업	하수,폐수및분뇨처리업	개인및소비용품수리업
아닐린	0%	0%	0%	0%
스티렌	6.45 ~ 49.83 %	67.11%	1.88% ~ 14.99 %	0.59 ~ 12.56 %
테트라클로로에틸렌	0 ~ 1.78 %	0.00%	0 ~ 0.08 %	0%
1,2-디클로로에탄	0 ~ 0.82 %	0.03%	0.48 ~ 94.57 %	0%
에틸벤젠	11.14 ~ 85.78 %	28.40%	2.33 ~ 84.45 %	87.44 ~ 99.39 %
아크릴로니트릴	6.45 ~ 81.08 %	4.47%	0 ~ 1.23 %	0 ~ 0.02 %

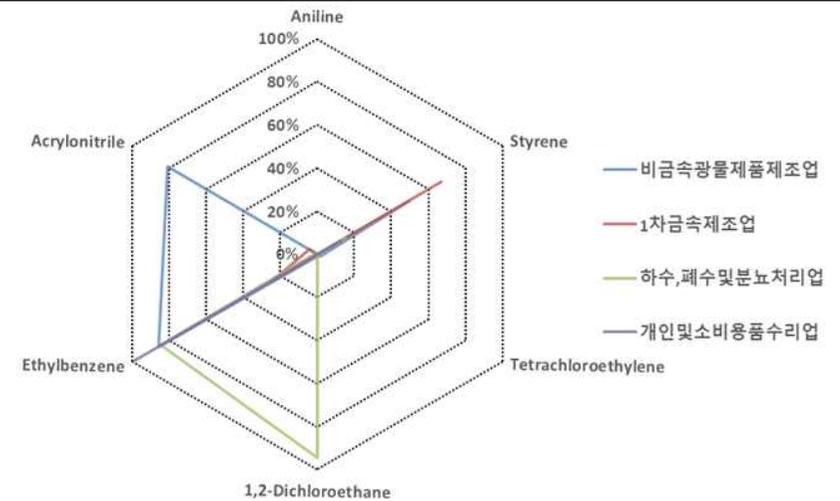


Fig. 12. “ 관리필요 ” 대상 총VOCs 최대기여율

IV. 결론

1. 사업장 배출시설에서 배출되는 특정대기유해물질은 사업장의 업종, 공정, 방지시설 등 여러 상황에 따라 변화되는데 본 연구에서 업종과 상관없이 대부분 검출된 항목은

벤젠, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스티렌 등이며, 톨루엔과 자일렌은 현재, 대기오염물질의 배출허용기준 또는 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 설치기준이 없다.

2. 주변지역에서는 모든 지역이 지정악취 물질의 배출허용기준을 만족하는 것으로 조사되었고 대부분 아주 낮은 농도로 조사되었으나, 일부 금속 가공제품 제조업과 개인 및 소비용품 수리업(자동차정비업)의 도장건조시설에서 자일렌이 다른 업종보다 높게 나타났으며, 이는 도장시설의 원료인 유성페인트에서 배출되는 것으로 판단된다.

3. 모든 굴뚝에서는 대기오염물질의 배출허용기준을 만족하는 것으로 조사되었으나, 일부 비금속 광물제품 제조업(아스콘제조업)의 혼합건조시설에서 벤젠과 아크릴로니트릴, 1차금속제조업의 전기로에서 벤젠, 개인 및 소비용품 수리업(자동차정비업)의 도장건조시설에서 에틸벤젠이 다른 업종보다 높게 나타났으며, 이는 아스콘제조시설의 아스팔트유와 자동차 도장시설에서의 유성페인트에서 배출되는 것으로 판단된다.

4. 일부 굴뚝에서 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준을 초과하는 것으로 조사되었으며, 업종과 항목은 목재 및 나무제품 제조업의 건조시설에서 디클로로메탄, 비금속 광물제품 제조업(아스콘제조업)의 혼합건조시설에서 아크릴로니트릴, 벤젠, 1,3-부타디엔, 총VOCs, 1차 금속 제조업의 전기로에서 아크릴로니트릴, 벤젠, 총VOCs, 하수, 폐수 및 분뇨처리업의 증발농축시설에서 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 총VOCs, 개인 및 소비용품 수리업(자동차정비업)의 도장건조시설에서 총VOCs가 초과되는 것으로 조사되었다. 이는 아스콘제조시설의 원료인 아스팔트유에서 발생하는 VOCs와 전기로에서 발생하는 VOCs, 폐수증발농축 과정에서 발생하는 VOCs, 도장시설의 유기용제에서 발생하는

VOCs의 영향인 것으로 판단된다.

5. 앞에서 작성된 업종별 발생량 분류표와 같이 목재 및 나무제품 제조업은 디클로로메탄 항목을, 비금속 광물제품 제조업은 아크릴로니트릴, 벤젠, 1,3-부타디엔, 총VOCs(스틸렌, 에틸벤젠, 아크릴로니트릴) 항목을, 1차금속제조업은 아크릴로니트릴, 벤젠, 총VOCs(스틸렌) 항목을, 하수, 폐수 및 분뇨 처리업은 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 총VOCs(1,2-디클로로에탄, 에틸벤젠) 항목을, 개인 및 소비용품 수리업은 총VOCs(에틸벤젠) 항목에 대해 주기적인 관리가 필요할 것으로 판단된다.

6. 본 연구에서 굴뚝에서 배출되는 특정대기유해물질 배출량 평가를 시행한 결과, 대기오염물질의 배출허용기준이 설정된 12개 항목 중 배출허용기준을 초과하는 항목은 없었으나, 설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준을 일부 초과하는 항목들이 있어 현재 법적 배출허용기준만으로 대기오염물질 배출사업장에서 배출되는 오염물질을 관리하기에는 어려움이 있다. 따라서 업종별 발생오염원 분류표를 이용하여 “관리필요” 대상 업종 및 항목에 대해서는 자가 측정을 통해 배출유무를 확인하여 대기배출시설 설치 허가증에 신고 된 항목뿐만 아니라, 업종별 “관리필요” 항목으로 확대하여 방지시설의 적정 운영 및 시설 개선 등이 이루어지도록 유도할 필요가 있다.

참고문헌

대기환경보전법 (2020.5.27.)
 환경부고시 제2015-181호 (2015.9.11.) 휘발성 유기화합물 지정 고시

환경부고시 제2019-71호 (2019.12.30.) 대기오염공정시험기준
 환경부 (2019). 오존·미세먼지 원인물질인 휘발성유기화합물 근본적으로 줄인다
 이우근, 반효진, 선우영, 김대곤 (2006) VOCs 배출현황 및 저감방안
 임문순, 김기현, 최여진, 전의찬 (2006) 안산시 반월공단을 중심으로 한 주요 배출시설의 업종 및 배출시설별 VOC의 배출특성
 김민지, 서영교, 조병윤, 백성욱 (2018) 철강산업도시 포항지역 유해대기오염물질의 오염특성(II)-휘발성유기화합물
 국립환경과학원, 2020.7, 2017 국가 대기오염물질 배출량
 노동환경건강연구소 발암물질정보센터, 2010.2.25. 발암물질목록1.0
 고용노동부고시 제2020-48호 (2020.1.14.) 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준
 대기오염물질 배출시설 인허가 업무 가이드라인(2016.7. 환경부 대기관리과)
 안전보건공단 화학물질 정보(<http://msds.kosha.or.kr>), 2020.10.
 네이버 검색(<https://www.naver.com>), 2020.10.
 윤창주, 화학용어사전, 일진사, 2011.1.15.
 Jo-Chun kim. Trends and Control Technologies of Volatile Organic Compound, Journal of Korean Society for Atmospheric Environment Vol. 22, No. 6 (2006) pp. 743-757
 Min-ji Kim, Young-Kyo Seo1), Byoung-Yoon Cho2) and Sung-Ok Baek, Characteristics of Hazardous Air Pollutants in the Steel Industrial City, Pohang (II) - Volatile Organic Compounds, Journal of Korean Society for Atmospheric Environment Vol. 34, No. 2, April 2018, pp. 244-258

부록

Table 14. VOCs 분석결과

구분	사업장	표준산업 분류코드	지점	(단위 : ppm)																
				아크릴로니트릴	벤젠	1,3-부타디엔	사염화탄소	클로로포름	1,2-디클로로에탄	디클로로메탄	1,1-디클로로에탄	트리클로로에탄	세틸렌	톨루엔	트리클로로에틸렌	자일렌	스틸렌	에틸벤젠	아닐린	총VOCs
B	38 (폐기물수집, 운반, 처리 및 원료제조업)	굴뚝	0.0012 (0.04%)	0.0052 (0.09%)	ND	0.0008 (0.03%)	0.0041 (0.08%)	0.0007 (0.01%)	0.0043 (0.1%)	ND	0.0004 (0.01%)	0.0051 (0.12%)	0.0118 (0.23%)	0.0002 (0.00%)	0.0188 (0.37%)	0.0021 (0.04%)	0.0233 (0.46%)	ND	0.0416 (10.39%)	
			ND	0.0007 (0.01%)	ND	0.0001 (0.00%)	ND	ND	0.0050 (0.1%)	ND	0.0002 (0.00%)	0.0024 (0.05%)	0.0130 (0.26%)	ND	0.0005 (0.01%)	0.0009 (0.02%)	ND	ND	ND	0.0158 (3.96%)
G	38 (폐기물수집, 운반, 처리 및 원료제조업)	굴뚝	ND	0.0021 (0.04%)	ND	0.0002 (0.01%)	0.0029 (0.06%)	ND	0.0274 (0.54%)	ND	0.0054 (0.11%)	0.0078 (0.15%)	0.0562 (1.12%)	ND	0.0128 (0.26%)	0.0014 (0.03%)	ND	ND	0.0434 (10.84%)	
			ND	0.0006 (0.01%)	ND	0.0001 (0.00%)	0.0006 (0.01%)	ND	0.0145 (0.29%)	ND	0.0002 (0.00%)	0.0026 (0.05%)	0.0095 (0.19%)	ND	0.0069 (0.14%)	0.0161 (0.32%)	0.0001 (0.00%)	ND	ND	0.0876 (22.33%)
H	24 (1차 금속제조업)	굴뚝	0.0001 (0.00%)	0.0208 (0.35%)	0.0004 (0.01%)	ND	ND	ND	0.0035 (0.07%)	ND	0.0012 (0.02%)	0.0022 (0.04%)	0.1361 (2.72%)	ND	0.0192 (0.38%)	0.0023 (0.05%)	ND	ND	0.0211 (5.28%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0035 (0.07%)	ND	ND	0.0009 (0.02%)	0.0021 (0.04%)	ND	0.0084 (0.17%)	0.0007 (0.01%)	ND	ND	0.0071 (1.78%)	
K	25 (금속가공제품제조업, 기계및기구제조)	굴뚝	ND	0.0002 (0.00%)	ND	ND	ND	ND	0.0029 (0.06%)	ND	0.0015 (0.03%)	0.0094 (0.19%)	ND	0.0063 (0.13%)	0.0010 (0.02%)	ND	ND	ND	0.0120 (3.01%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0025 (0.05%)	ND	0.0004 (0.01%)	0.0046 (0.09%)	ND	0.0025 (0.05%)	0.0007 (0.01%)	ND	ND	ND	0.0053 (1.34%)	
L	23 (비금속광물제품제조업)	굴뚝	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0019 (0.04%)	ND	0.0005 (0.01%)	0.0054 (0.11%)	0.0309 (0.62%)	ND	0.0361 (0.72%)	0.0010 (0.02%)	ND	ND	0.0309 (7.72%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	0.0019 (0.04%)	ND	ND	0.0016 (0.03%)	0.0107 (0.21%)	ND	0.0065 (0.13%)	0.0004 (0.01%)	ND	ND	ND	0.0094 (2.36%)	
M	23 (비금속광물제품제조업)	굴뚝	0.0547 (1.82%)	1.1832 (18.72%)	0.1346 (2.24%)	ND	ND	ND	0.0041 (0.1%)	ND	0.0212 (0.42%)	0.0689 (1.38%)	0.8520 (17.04%)	ND	0.1861 (3.72%)	0.0751 (1.50%)	ND	ND	0.8520 (213.30%)	
			0.0001 (0.00%)	ND	ND	ND	ND	0.0054 (0.11%)	0.0013 (0.03%)	0.0020 (0.04%)	0.0101 (0.21%)	ND	0.0062 (0.13%)	0.0017 (0.03%)	ND	ND	ND	ND	0.0174 (4.39%)	
N	38 (폐기물수집, 운반, 처리 및 원료제조업)	굴뚝	ND	0.0002 (0.00%)	ND	ND	ND	ND	0.0004 (0.01%)	ND	0.0013 (0.03%)	0.0023 (0.05%)	0.0109 (0.22%)	ND	0.0079 (0.16%)	0.0021 (0.04%)	ND	ND	0.0206 (5.16%)	
			0.0002 (0.00%)	ND	ND	ND	ND	0.0004 (0.01%)	0.0010 (0.02%)	0.0011 (0.02%)	0.0052 (0.11%)	ND	0.0038 (0.08%)	0.0010 (0.02%)	ND	ND	ND	ND	0.0104 (2.63%)	
O	16 (목재및나무제품제조업, 가구제조)	굴뚝	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0017 (0.00%)	ND	0.0008 (0.02%)	0.0012 (0.02%)	0.0037 (0.07%)	ND	0.0066 (0.13%)	0.0002 (0.00%)	ND	ND	0.0069 (1.74%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	0.0016 (0.03%)	ND	ND	0.0007 (0.01%)	0.0040 (0.08%)	ND	0.0038 (0.08%)	0.0004 (0.01%)	ND	ND	ND	0.0055 (1.39%)	
Q	16 (목재및나무제품제조업, 가구제조)	굴뚝	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.8177 (1.64%)	ND	0.2172 (0.43%)	0.0277 (0.1%)	0.0150 (0.3%)	ND	0.0109 (0.22%)	0.0016 (0.03%)	ND	ND	0.0203 (5.06%)	
			0.0002 (0.00%)	ND	ND	ND	ND	0.0010 (0.02%)	ND	ND	0.0004 (0.01%)	0.0010 (0.02%)	ND	0.0016 (0.03%)	0.0008 (0.02%)	ND	ND	ND	0.0062 (1.56%)	
R	23 (비금속광물제품제조업)	굴뚝	ND	0.0253 (0.42%)	ND	ND	ND	ND	0.0158 (0.32%)	ND	0.0550 (1.11%)	0.0122 (0.24%)	0.0442 (0.88%)	ND	0.0437 (0.87%)	0.0170 (0.34%)	ND	ND	0.1369 (34.22%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	0.0038 (0.08%)	0.0001 (0.00%)	0.0011 (0.02%)	0.0090 (0.23%)	ND	0.0035 (0.07%)	0.0014 (0.03%)	ND	ND	ND	ND	0.0117 (2.95%)	
S	20 (화학물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외)	굴뚝	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0346 (0.7%)	ND	0.0006 (0.01%)	0.0021 (0.04%)	0.0064 (0.13%)	ND	0.0027 (0.05%)	0.0004 (0.01%)	ND	ND	0.0118 (2.94%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	0.0023 (0.05%)	ND	0.0009 (0.02%)	0.0011 (0.02%)	0.0015 (0.03%)	0.0029 (0.06%)	ND	0.0006 (0.01%)	ND	ND	ND	0.0082 (2.08%)	
T	19 (코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업)	굴뚝	ND	0.0338 (0.56%)	ND	ND	ND	ND	0.0090 (0.22%)	ND	0.0151 (0.32%)	0.0234 (0.47%)	0.1300 (2.60%)	0.0013 (0.03%)	0.0632 (1.26%)	0.0075 (0.15%)	ND	ND	0.1550 (39.74%)	
			ND	0.0008 (0.02%)	ND	ND	ND	0.0036 (0.07%)	ND	0.0005 (0.01%)	0.0015 (0.03%)	0.0083 (0.17%)	ND	0.0055 (0.11%)	0.0003 (0.01%)	ND	ND	ND	0.0085 (2.15%)	
U	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	굴뚝	ND	0.0006 (0.01%)	ND	ND	ND	ND	0.0168 (0.33%)	ND	0.0009 (0.02%)	0.0006 (0.01%)	0.0084 (0.17%)	ND	0.0055 (0.11%)	0.0004 (0.01%)	ND	ND	0.0048 (1.21%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	0.0012 (0.02%)	ND	0.0001 (0.00%)	0.0031 (0.06%)	ND	0.0007 (0.01%)	0.0001 (0.00%)	ND	ND	ND	ND	0.0009 (0.23%)	
W	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	굴뚝	0.0007 (0.02%)	0.0013 (0.02%)	ND	ND	0.0011 (0.02%)	ND	0.0023 (0.05%)	ND	0.0026 (0.05%)	0.0062 (0.13%)	0.0137 (0.27%)	ND	0.0233 (0.46%)	0.0012 (0.02%)	ND	ND	0.0368 (9.19%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	0.0025 (0.05%)	ND	0.0004 (0.01%)	0.0013 (0.03%)	0.0080 (0.17%)	0.0039 (0.08%)	0.0007 (0.01%)	ND	ND	ND	ND	0.0066 (1.68%)	
X	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	굴뚝	0.0005 (0.02%)	0.0008 (0.01%)	ND	ND	0.0105 (0.21%)	ND	0.0027 (0.05%)	ND	0.0031 (0.06%)	0.0051 (0.11%)	0.0147 (0.29%)	ND	0.0194 (0.39%)	0.0015 (0.03%)	ND	ND	0.0255 (6.13%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	0.0023 (0.05%)	ND	0.0010 (0.02%)	0.0006 (0.01%)	0.0086 (0.17%)	ND	0.0025 (0.05%)	0.0011 (0.02%)	ND	ND	ND	0.0080 (2.03%)	
Y	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	굴뚝	ND	0.0003 (0.00%)	ND	0.0002 (0.01%)	0.0021 (0.04%)	0.0001 (0.00%)	0.0026 (0.05%)	ND	0.0002 (0.00%)	0.0028 (0.06%)	0.0038 (0.08%)	ND	0.0065 (0.13%)	0.0014 (0.03%)	ND	ND	0.0203 (5.09%)	
			ND	0.0002 (0.00%)	ND	0.0002 (0.00%)	0.0009 (0.02%)	0.0002 (0.00%)	0.0039 (0.08%)	ND	0.0001 (0.00%)	0.0011 (0.02%)	0.0043 (0.09%)	ND	0.0031 (0.06%)	0.0004 (0.01%)	ND	ND	0.0078 (1.97%)	
지정악취물질의 배출허용기준(부지경계)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	2	0.8	-	-	-	
대기오염물질의 배출허용기준			3	6	6	3	5	12	50	-	50	23	-	10	-	23	10	-	-	
선치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준			0.00	0.1	0.03	0.1	0.1	0.00	0.5	-	0.3	-	-	0.00	-	-	0.1	-	0.4	

주) 1. 총 VOCs(mg/m³) : 아닐린, 스티렌, 테트라클로로에틸렌, 1,2-디클로로에탄, 에틸벤젠, 아크릴로니트릴의 합
 2. %는 대기오염물질의 배출허용기준 대비 검출률(총VOCs는 선치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준 대비 검출률)
 3. 지정악취물질의 배출허용기준은 부지경계선에서의 기준임
 4. 0.0000이라는 ND(불검출)로 표시함

Table 14. VOCs 분석결과

구분	사업장	표준산업 분류코드	지점	(단위 : ppm)																
				아크릴로니트릴	벤젠	1,3-부타디엔	사염화탄소	클로로포름	1,2-디클로로에탄	디클로로메탄	1,1-디클로로에탄	트리클로로에틸렌	세틸렌	톨루엔	트리클로로에틸렌	자일렌	스티렌	에틸벤젠	아닐린	총VOCs
Z	26 (전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향및통신장비제조업)	굴뚝	ND	0.0001 (0.00%)	ND	ND	ND	ND	0.0136 (0.27%)	ND	0.0009 (0.02%)	0.0087 (0.17%)	0.0136 (0.27%)	ND	0.0321 (0.64%)	0.0027 (0.05%)	ND	ND	0.0540 (13.51%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0075 (0.15%)	ND	ND	ND	0.0092 (0.18%)	ND	0.0015 (0.03%)	0.0004 (0.01%)	ND	ND	0.0018 (0.45%)	
AA	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	굴뚝	ND	0.0001 (0.00%)	0.0004 (0.01%)	ND	ND	ND	0.0096 (0.19%)	ND	0.0003 (0.00%)	0.0089 (0.18%)	0.0289 (0.58%)	ND	0.0333 (0.67%)	0.0017 (0.03%)	ND	ND	0.0501 (12.53%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0112 (0.22%)	ND	0.0004 (0.01%)	0.0070 (0.14%)	0.0093 (0.18%)	ND	0.0188 (0.38%)	0.0015 (0.03%)	0.0031 (0.06%)	ND	ND	0.0399 (9.99%)
AB	23 (비금속광물제품제조업)	굴뚝	0.0014 (0.05%)	0.0010 (0.02%)	ND	ND	ND	0.0002 (0.00%)	0.0028 (0.06%)	ND	0.0003 (0.00%)	0.0089 (0.18%)	0.0289 (0.58%)	ND	0.0333 (0.67%)	0.0017 (0.03%)	ND	ND	0.0501 (12.53%)	
			0.0013 (0.03%)	0.0001 (0.00%)	ND	ND	ND	0.0001 (0.00%)	0.0010 (0.02%)	ND	ND	0.0007 (0.01%)	0.0030 (0.06%)	ND	0.0030 (0.06%)	0.0010 (0.02%)	ND	ND	0.0113 (2.83%)	
AC	20 (화학 물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외)	굴뚝	ND	0.0005 (0.01%)	ND	ND	ND	ND	0.0010 (0.02%)	ND	0.0001 (0.00%)	0.0014 (0.03%)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0066 (1.66%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	0.0007 (0.01%)	ND	ND	0.0003 (0.00%)	0.0015 (0.03%)	ND	0.0014 (0.03%)	0.0013 (0.03%)	ND	ND	ND	0.0078 (1.97%)	
AD	26 (전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향및통신장비제조업)	굴뚝	ND	0.0002 (0.00%)	ND	ND	ND	ND	0.0009 (0.02%)	ND	0.0008 (0.02%)	0.0026 (0.05%)	ND	0.0027 (0.05%)	0.0002 (0.00%)	ND	ND	ND	0.0040 (1.00%)	
			ND	ND	ND	ND	ND	0.0001 (0.00%)	ND	ND	0.0009 (0.02%)	ND	0.0003 (0.00%)	0.0006 (0.01%)	ND	0.0018 (0.04%)	0.0001 (0.00%)	ND	ND	0.0032 (0.81%)
AG	23 (비금속광물제품제조업)	굴뚝	0.0038 (0.13%)	0.0083 (0.14%)	ND	ND	ND	0.0002 (0.00%)	0.0028 (0.06%)	ND	0.0003 (0.00%)	0.0089 (0.18%)	0.0289							

Table 14. VOCs 분석결과

		(단위 : ppm)																			
구분	사업장	표준산업 분류코드	지점	이크틸로 니트릴	벤젠	1,3- 부타디엔	사염화 탄소	클로로 포름	1,2-디클 로에탄	디클로 로메탄	1,1-트리 클로로에 틸렌	트리클로 로에틸렌	세틸렌	톨루엔	케트로클로 로에틸렌	자일렌	스티렌	염화비닐	아닐린	총VOCs	
특정대기 유해물질 배출시설	AS	20 (화학 물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외)	굴뚝	ND	ND	ND	0.0003	0.0002	ND	0.0854	ND	ND	0.0053	0.0036	ND	0.0102	0.0029	ND	ND	0.0383	
			주연	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0006	ND	ND	0.0046	0.0017	ND	0.0090	ND	ND	ND	0.0220	
	AT	(금속가공제품제조업, 기계및기구제조)	굴뚝	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0021	ND	0.0037	0.0032	0.0059	ND	0.0134	ND	ND	ND	0.0150	
			주연	ND	ND	ND	ND	ND	0.0015	ND	0.0001	0.0024	0.0025	ND	0.0105	ND	ND	ND	ND	0.0114	
	BA	(금속가공제품제조업, 기계및기구제조)	굴뚝	ND	0.0003 (0.01%)	ND	ND	ND	ND	0.0010	ND	0.0235	0.0045	0.1139	ND	0.0295	ND	0.0004	ND	ND	0.0235
			주연	ND	0.0001	ND	ND	0.0001	ND	0.0021	ND	0.0004	0.0034	0.0104	ND	0.0070	0.0033	ND	ND	ND	0.0311
	BB	23 (비금속광물제품제조업)	굴뚝	0.3410 (11.37%)	1.3077 (21.80%)	0.1949 (3.25%)	ND	ND	ND	0.0012	ND	0.0067	0.0234	0.2428	ND	0.0682	0.0167	ND	ND	ND	0.9961
			주연	ND	0.0002	ND	ND	ND	0.0011	ND	ND	0.0038	0.0131	ND	0.0089	0.0035	ND	ND	ND	ND	0.0345
	BC	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	굴뚝	0.0010 (0.03%)	0.0007 (0.01%)	ND	ND	0.0026	0.0005	0.9646	ND	0.0150	0.0029	0.0570	ND	0.0114	0.0012	ND	ND	ND	0.0242
			주연	ND	0.0001	ND	ND	0.0001	ND	0.0039	ND	0.0189	0.0041	0.0254	ND	0.0108	0.0036	ND	ND	ND	0.0365
	BD	26 (전자부품,컴퓨터,영상 음향및통신장비제조업)	굴뚝	ND	ND	ND	ND	ND	0.0239	ND	0.0108	ND	0.0019	ND	ND	0.0195	ND	ND	ND	ND	0.0195
			주연	ND	0.0003	ND	ND	ND	0.0007	ND	0.0004	0.0051	0.0127	ND	0.0107	0.0034	ND	ND	ND	ND	0.0402
BE	37 (하수, 폐수 및 분뇨 처리업)	굴뚝	ND	0.0002	ND	ND	0.1483	0.0002	2.9656	ND	0.1040	0.0394	0.7621	ND	0.3380	0.0711	ND	ND	ND	0.2213	
		주연	0.0002	0.0002	ND	ND	0.0001	ND	0.0029	ND	0.0003	0.0045	0.0144	ND	0.0102	0.0034	ND	ND	ND	0.0377	
BF	23 (비금속광물제품제조업)	굴뚝	ND	ND	ND	ND	0.0887	ND	0.0036	ND	ND	0.0007	0.1490	ND	0.0019	0.0004	ND	ND	ND	0.0054	
		주연	ND	0.0004	ND	ND	ND	0.0019	ND	0.0078	0.0053	0.0154	ND	0.0139	0.0036	ND	ND	ND	ND	0.0417	
BG	24 (1차금속제조업)	굴뚝	0.0402 (1.34%)	1.2642 (21.07%)	ND	ND	ND	0.0001	0.0022	ND	0.0001	0.1278	0.3589	ND	0.1288	0.3079	0.0032	ND	ND	2.1335	
		주연	0.0002	0.0002	ND	ND	ND	0.0022	ND	0.0004	0.0050	0.0135	ND	0.0120	0.0036	ND	ND	ND	ND	0.0409	
BH	23 (비금속광물제품제조업)	굴뚝	0.0028 (0.09%)	0.1353 (2.26%)	ND	ND	ND	ND	0.0014	ND	0.0003	0.0090	0.0426	0.0002	0.0293	0.0109	ND	ND	ND	0.1016	
		주연	ND	0.0002	ND	ND	ND	0.0081	ND	0.0038	0.0135	ND	0.0086	0.0037	ND	ND	ND	ND	ND	0.0352	
특정대기 유해물질 미신고 시설	A	22 (고무및플라스틱 제품제조업)	굴뚝	0.0004 (0.01%)	0.0035 (0.06%)	ND	0.0005	0.0012	0.0001	0.0094	ND	0.0060	0.0540	0.2364	ND	0.1328	0.0079	ND	ND	0.2942	
			주연	ND	0.0022	ND	0.0003	0.0001	ND	0.0045	ND	0.0013	0.0060	0.0181	ND	0.0161	0.0037	ND	ND	ND	0.0454
	C	(금속가공제품제조업, 기계및기구제조)	굴뚝	ND	0.0017 (0.03%)	ND	0.0002	0.0027	ND	0.0798	ND	0.0044	0.0183	0.2035	ND	0.0404	0.0016	ND	ND	ND	0.0940
			주연	ND	0.0007	ND	0.0001	ND	ND	0.0050	ND	0.0002	0.0024	0.0130	ND	0.0005	0.0009	ND	ND	ND	0.0158
	D	18 (인쇄및기록매체 복제업)	굴뚝	ND	0.0003 (0.00%)	ND	ND	ND	ND	0.0178	ND	0.0014	0.0147	0.1073	ND	0.0309	0.0006	ND	ND	ND	0.0724
			주연	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0085	ND	0.0006	0.0016	0.0106	ND	0.0051	0.0011	ND	ND	ND	0.0129
	E	22 (고무및플라스틱 제품제조업)	굴뚝	ND	0.0001 (0.00%)	ND	0.0001	ND	ND	0.0187	ND	0.0011	0.0099	1.4446	ND	0.0238	0.0015	ND	ND	ND	0.0538
			주연	ND	ND	ND	ND	ND	0.0131	ND	0.0031	0.0026	0.0207	ND	0.0093	0.0007	ND	ND	ND	ND	0.0156
	F	25 (금속가공제품제조업, 기계및기구제조)	굴뚝	ND	0.0015 (0.02%)	ND	0.0001	ND	ND	0.0208	ND	0.0044	0.0479	0.9048	ND	0.0615	0.0015	ND	ND	ND	0.2341
			주연	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0278	ND	0.0014	0.0068	0.1368	ND	0.1351	0.0011	ND	ND	ND	0.4641
	I	38 (폐기물수집,운반,처 리및원료제조업)	굴뚝	0.0002 (0.01%)	0.0004 (0.01%)	ND	ND	0.0002	ND	0.0046	ND	0.0019	0.0025	0.0832	ND	0.0086	0.0002	ND	ND	ND	0.0131
			주연	ND	0.0001	ND	ND	ND	0.0051	ND	ND	0.0008	0.0050	ND	0.0094	0.0005	ND	ND	ND	ND	0.0061
J	22 (고무및플라스틱 제품제조업)	굴뚝	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0049	ND	0.0017	0.0045	0.1202	ND	0.0159	0.0006	ND	ND	ND	0.0241	
		주연	ND	ND	ND	ND	ND	0.0072	ND	0.0002	0.0017	0.0216	ND	0.0066	0.0004	ND	ND	ND	ND	0.0086	
지정악취물질의 배출허용기준(부지경계)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
대기오염물질의 배출허용기준				3	6	6	3	5	12	50	-	50	23	-	10	-	23	10	-	-	-
설치허가 대상 특정대기유해물질 배출시설의 적용기준				0.00	0.1	0.03	0.1	0.1	0.00	0.5	-	0.3	-	-	0.00	-	-	0.1	-	-	0.4

Table 14. VOCs 분석결과

		(단위 : ppm)																			
구분	사업장	표준산업 분류코드	지점	이크틸로 니트릴	벤젠	1,3- 부타디엔	사염화 탄소	클로로 포름	1,2-디클 로에탄	디클로 로메탄	1,1-트리 클로로에 틸렌	트리클로 로에틸렌	세틸렌	톨루엔	케트로클로 로에틸렌	자일렌	스티렌	염화비닐	아닐린	총VOCs	
특정대기 유해물질 배출시설	P	95 (개인및소비용품 수리업)	굴뚝	ND	0.0001	ND	ND	ND	ND	0.0531	ND	0.0007	0.0812	0.2542	ND	0.2232	0.0119	ND	ND	ND	0.4403
			주연	ND	ND	ND	0.0009	0.0001	ND	0.1157	ND	0.0012	0.0031	0.0217	ND	0.0096	0.0012	ND	ND	ND	0.0201
	V	20 (화학 물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외)	굴뚝	0.0003 (0.01%)	0.0014 (0.02%)	ND	ND	ND	ND	0.0073	ND	0.0016	0.0066	0.0178	ND	0.0255	0.0062	ND	ND	ND	0.0608
			주연	0.0007	ND	ND	ND	ND	ND	0.0028	ND	0.0003	0.0009	0.0233	ND	0.0038	0.0285	ND	ND	ND	0.1385
	AE	23 (비금속광물제품제조업)	굴뚝	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	0.0001	0.0090	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	0.0003
			주연	ND	ND	ND	ND	ND	0.0003	ND	ND	0.0001	ND	0.0001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0003
	AF	20 (화학 물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외)	굴뚝	0.0005 (0.02%)	0.0018 (0.03%)	ND	0.0016	0.0005	0.0002	0.1405	ND	0.0018	0.0109	0.0346	0.0001	0.0318	0.0105	ND	ND	ND	0.0616
			주연	0.0007	0.0006	ND	0.0002	0.0002	0.0002	0.1008	ND	0.0016	0.0178	0.1804	0.0001	0.0136	0.014	ND	ND	ND	0.0839
	AU	95 (개인및소비용품 수리업)	굴뚝	0.0002 (0.01%)	0.0011 (0.02%)	ND	ND	0.0003	ND	0.0174	ND	0.0004	0.0137	0.0434	ND	0.0303	0.0046	ND	ND	ND	0.0869
			주연	0.0002	0.0008	ND	ND	0.0001	ND	0.0143	ND	0.0002	0.0055	0.0351	ND	0.0101	0.0041	ND	ND	ND	0.0457
	AV	95 (개인및소비용품 수리업)	굴뚝	ND	0.0023 (0.04%)	ND	ND	0.0005	ND	0.0172	ND	0.0032	0.4388	1.6446	ND	1.0846	0.0274	ND	ND	ND	2.2075
			주연	ND	0.0010	ND	ND	ND	0.0143	ND	0.0001	0.0156	0.1709	ND	0.0531	0.0049	ND	ND	ND	ND	0.9666
AW	95 (개인및소비용품 수리업)	굴뚝	0.0012 (0.04%)	0.0026 (0.04%)	ND	ND	0.0005	ND	0.0115	ND	0.0008	3.7627	5.9330	ND	4.5262	0.0226	ND	ND	ND	17.9424	
		주연	ND	0.0007	ND	ND	ND	0.0080	ND	0.0142	0.0134	ND	0.0142	0.0134	ND	0.0181	0.0046	ND	ND	0.0886	
AX	95 (개인및소비용품 수리업)	굴뚝	ND	0.0011 (0.02%)	ND	ND	0.0003	ND	0.0102	ND	0.0007	1.8834 (6.19%)	5.4425	ND	4.6251	0.0480	ND	ND	ND	9.1546	
		주연	ND	0.0003	ND	ND	ND	0.0080	ND	0.0142	0.0134	ND	0.0142	0.0134	ND	0.0181	0.0046	ND	ND	0.0886	
AY	95 (개인및소비용품 수리업)	굴뚝	ND	0.0004 (0.01%)	ND	ND	0.0001	ND	0.0097	ND	0.0004	1.6203 (7.04%)	6.0689	ND	4.9418	0.0127	ND	ND	ND	7.7389	
		주연	ND	0.0003	ND	ND	ND	ND	0.0093	ND	ND	0.0279	0.0588	ND	0.1217	0.0050	ND	ND	ND	0.1555	
AZ	25 (금속가공제품제조업, 기계및기구제조)	굴뚝	0.0007 (0.02%)	0.0002 (0.00%)	ND	ND	0.0001	ND	0.0189	ND	ND	0.0580	0.1939	ND	0.1281	0.0052	ND	ND	ND	0.3006	
		주연	ND	0.0002	ND	ND	ND	0.0066	ND	ND	0.01										