

# HAPs 비산배출 저감 시설관리기준(VI) 및 세부이행지침 마련 연구





# 제 출 문

환경부장관 귀하

「HAPs 비산배출 저감 시설관리기준(VI) 및 세부이행지침 마련 연구」  
최종보고서를 제출합니다.

2016년 2월

한국환경정책·평가연구원  
원장 박 광 국



# 참 여 연 구 진

총괄 연구수행기관

연구 총 책임 자

참 여 연 구 원

한국환경정책·평가연구원

주현수(한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)

박경환(한국환경정책·평가연구원 연구원)

공성용(한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)

이희선(한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)

조광우(한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)

김태운(한국환경정책·평가연구원 부연구위원)

임오정(한국환경정책·평가연구원 연구원)

김혜영(한국환경정책·평가연구원 연구원)

남나현(한국환경정책·평가연구원 연구원)

오효경(한국환경정책·평가연구원 행정원)

공동 연구수행기관

연구 책임 자

참 여 연 구 원

안양대학교

이상구(안양대학교)

손중찬(안양대학교)

권대현(안양대학교)

문동호(한국환경진단연구소)

김진경(한국환경진단연구소)

김용림(한국환경진단연구소)

공동 연구수행기관

연구 책임 자

참 여 연 구 원

(주)티오이십일

박현수((주)티오이십일)

이선우((주)티오이십일)

장훈((주)티오이십일)



# | 차례 |

제1장 · 서 론 .....	1
1. 연구배경 및 목적 .....	1
2. 연구범위 및 방법 .....	2
3. 선행연구 .....	5
제2장 · 국내의 HAPs 배출현황 및 관리정책 .....	9
1. HAPs 배출현황 .....	9
2. HAPs 대기측정망 농도현황 .....	17
3. HAPs 관리정책 .....	32
제3장 · 외국의 HAPs 관리정책 및 관리기준 .....	65
1. HAPs 관리정책 .....	65
2. 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 관리기준 .....	108
제4장 · 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 화학물질 배출특성 .....	117
1. 중분류 업종별 배출현황 .....	117
2. 1차 금속 제조업 .....	120
3. 금속가공제품 제조업 .....	127
4. 섬유제품 제조업 .....	134

제5장 · 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 배출 현장조사결과 .....	139
1. 개요 .....	139
2. 금속가공제품 제조업 .....	146
3. 1차 금속 제조업 .....	155
4. 섬유제품 제조업 .....	162
제6장 · 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 시설관리기준(안) .....	171
1. 시설관리기준(안) 도출절차 .....	171
2. 자문 및 산업계 의견수렴 .....	194
3. 1차 금속 제조업(제철업 및 제강업 제외) 시설관리기준(안) .....	204
4. 금속가공제품 제조업 시설관리기준(안) .....	214
5. 섬유제품 제조업 시설관리기준(안) .....	224
제7장 · 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 시설관리기준(안) 도입에 따른 경제성 평가 .....	231
1. 개요 .....	231
2. 비용편익 분석방법 .....	233
3. 비용편익 분석결과 .....	241
제8장 · HAPs 배출시설 관리를 위한 중장기 정책 추진방향 .....	245
1. 정책 및 법규 .....	246
2. 시설관리기준 .....	250
참고문헌 .....	254

# | 표 차례 |

<표 2-1> 연차별 PRTR 대상업종 및 대상물질 .....	11
<표 2-2> PRTR 조사대상 물질 변경내용 .....	11
<표 2-3> PRTR 화학물질 배출현황('99년~'13년) .....	12
<표 2-4> 대기배출상위 20개 물질의 종류와 배출량 .....	14
<표 2-5> 특정대기유해물질 배출량 .....	16
<표 2-6> 전국 대기오염측정망 설치현황 .....	20
<표 2-7> '14년 유해대기물질측정망 VOCs 13종 연평균 측정농도 .....	22
<표 2-8> 유해대기물질측정망 PAHs 7종 연평균 측정농도 .....	24
<표 2-9> 주요도시의 연도별 비소(As)의 연평균 농도 .....	31
<표 2-10> 비산배출 관리대상 업종('15년 기준) .....	32
<표 2-11> 비산배출의 저감을 위한 시설관리기준(공통기준) .....	33
<표 2-12> 업종별 관리대상물질 .....	34
<표 2-13> 특정대기유해물질의 배출허용기준 .....	37
<표 2-14> 유해 대기오염물질(특정대기유해물질 제외)의 배출허용기준 .....	43
<표 2-15> 화학물질관리법 및 법률 주요내용 .....	47
<표 2-16> 화학물질관리법 관련 모니터링 조항 .....	51
<표 2-17> 화평법 및 화관법에 의한 유독물질 723종(요약) .....	54
<표 2-18> 유해인자별 노출농도의 허용기준(시행규칙 별표 11의3) .....	56
<표 2-19> 잔류성유기오염물질 종류(총 24종) .....	58
<표 2-20> 잔류성유기오염물질에 대한 환경기준 .....	58
<표 2-21> 스톡홀름협약상 비의도적인 생산에 해당되는 화학물질 .....	59
<표 2-22> 대기환경기준 초과여부 판정기준 .....	61

<표 2-23> 초과기준과의 비교를 위한 측정치의 통계처리방법 .....	62
<표 2-24> 대기환경규제지역 및 대기보전특별대책지역의 휘발성 유기화합물 관리 조항 .....	62
<표 3-1> 1970년 및 1990년 청정대기법 개정안의 HAPs 관리 특징 .....	65
<표 3-2> 미국 배출원 및 배출부문별 기술기준 .....	67
<표 3-3> 미국 유해대기물질 관리 프로그램의 4가지 접근 방법 .....	68
<표 3-4> 확인된 70개의 면오염원 목록 .....	75
<표 3-5> 청정대기법 이외 유해대기오염물질 제어와 관련된 연방법 .....	79
<표 3-6> MATES 4차 연구 대상 물질 .....	81
<표 3-7> MATES 연구 현황 .....	81
<표 3-8> 남캘리포니아 AQMD의 오염원별 배출 감소 전략 .....	82
<표 3-9> 일본의 우선 취급물질 22종 .....	84
<표 3-10> 일본의 지정물질 4종 및 배출기준 .....	84
<표 3-11> 일본의 유해물질 배출기준 .....	85
<표 3-12> 일본의 HAPs 측정항목('01) .....	86
<표 3-13> 자주관리계획 대상인 유해대기오염물질 .....	88
<표 3-14> 유해대기오염물질 관련업체 단체 의한 자주 관리 현황 .....	88
<표 3-15> 일본의 벤젠 배출량('95~'99) .....	89
<표 3-16> 일본의 유해대기오염물질 배출억제 기술 .....	91
<표 3-17> 일본의 벤젠 배출량('00~'03) .....	92
<표 3-18> '03년에 실시한 구체적인 배출억제대책 .....	93
<표 3-19> 독일의 230종 HAPs에 대한 국가배출기준 .....	98
<표 3-20> OECD 국가 및 WHO/유럽의 우선관리대상 HAPs 목록 .....	101
<표 3-21> OECD 국가의 주요 HAPs .....	102
<표 3-22> 각국의 HAPs 배출기준 및 대기질기준 설정현황 .....	103

<표 3-23> 스위스의 206종 HAPs에 대한 국가배출기준 .....	106
<표 3-24> 유럽/WHO에 의한 산업 배출원 및 이동오염원의 HAPs 목록 ...	107
<표 3-25> 대상업종의 주요 공통시설에 대한 NESHAPs .....	108
<표 3-26> 대상업종의 주요 공정에 대한 미국 NESHAPs .....	109
<표 3-27> 업종별 EU의 BAT 제정현황('11) .....	116
<표 4-1> 전체 중분류 업종의 PRTR 화학물질 배출량 .....	118
<표 4-2> 전체 중분류 업종의 특정대기유해물질 배출량 .....	119
<표 4-3> 전체 업종 및 3개 중분류 업종의 배출율 .....	120
<표 4-4> 1차 금속 제조업의 공정별 화학물질 배출량 .....	120
<표 4-5> 1차 금속 제조업의 물질별 화학물질 배출량 .....	124
<표 4-6> 1차 금속 제조업의 세세분류 업종별 화학물질 배출량 .....	125
<표 4-7> 1차 금속 제조업의 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량 ...	126
<표 4-8> 금속가공제품 제조업의 공정별 화학물질 배출량 .....	127
<표 4-9> 금속가공제품 제조업의 물질별 화학물질 배출량 .....	130
<표 4-10> 금속가공제품 제조업의 세세분류 업종별 화학물질 배출량 .....	132
<표 4-11> 금속가공제품 제조업의 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량 ...	133
<표 4-12> 섬유제품 제조업의 공정별 화학물질 배출량 .....	134
<표 4-13> 섬유제품 제조업의 화학물질별 배출량 .....	136
<표 4-14> 섬유제품 제조업의 세세분류 업종별 화학물질 배출량 .....	137
<표 4-15> 섬유제품 제조업의 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량 ·	138
<표 5-1> 현장측정 분석 대상 .....	140
<표 5-2> 원자흡수분광광도법의 측정과장, 정량범위, 정밀도 및 방법검출한계 ·	144
<표 5-3> 시료의 성상 및 처리방법 .....	145
<표 5-4> 휴대용 총 탄화수소 분석기기의 주요사양 .....	146
<표 5-5> 보고대상물질 및 배출량, 이동량(A-1 사업장) .....	150

<표 5-6> 조사대상 지점별 HAPs 농도(A-1 사업장) .....	150
<표 5-7> 비산배출시설 장치종류별 누출율(A-1 사업장) .....	150
<표 5-8> 보고대상물질 및 배출량, 이동량(A-2 사업장) .....	152
<표 5-9> 조사대상 지점별 HAPs 농도(A-2 사업장) .....	152
<표 5-10> 비산배출시설 장치종류별 누출율(A-2 사업장) .....	153
<표 5-11> 보고대상물질 및 배출량, 이동량(A-3 사업장) .....	154
<표 5-12> 조사대상 지점별 주요 HAPs 농도 .....	155
<표 5-13> 비산배출시설 장치종류별 누출율(A-3 사업장) .....	155
<표 5-14> 보고대상물질 및 배출량, 이동량(B-1 사업장) .....	158
<표 5-15> 조사대상 지점별 주요 HAPs 농도 .....	159
<표 5-16> 비산배출시설 장치종류별 누출율(B-1 사업장) .....	159
<표 5-17> 보고대상물질 및 배출량, 이동량(B-2업체) .....	161
<표 5-18> 조사대상 지점별 주요 HAPs 농도 .....	161
<표 5-19> 비산배출시설 장치종류별 누출율(A-3 사업장) .....	162
<표 5-20> 보고대상물질 및 배출량, 이동량(C-1업체) .....	164
<표 5-21> 조사대상 지점별 주요 HAPs 농도 .....	165
<표 5-22> 비산배출시설 장치종류별 누출율(C-1 사업장) .....	166
<표 5-23> 보고대상물질 및 배출량, 이동량(C-2업체) .....	167
<표 5-24> 조사대상 지점별(C-2) 주요 HAPs 농도 .....	169
<표 5-25> 비산배출시설 장치종류별 누출율(C-2 사업장) .....	170
<표 6-1> 선행연구의 업종 및 관리대상 물질 선정기준 .....	172
<표 6-2> 세세분류 업종별 PRTR 대기 총 배출량(전체 배출량 상위 80% 이상) ...	175
<표 6-3> 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량(전체 배출량 상위 90% 이상) ...	176
<표 6-4> 관리대상 업종 선정결과 .....	177
<표 6-5> 관리대상 업종별 관리물질 선정결과 .....	181

<표 6-6> 시설관리기준이 기제도화(및 예정)된 업종 군 분류 .....	183
<표 6-7> 기제도화(및 예정)된 업종의 시설관리기준 분류 .....	184
<표 6-8> 기제도화(및 예정)된 업종의 시설관리기준 비교 .....	185
<표 6-9> 주요 배출사업장 설문조사 결과 .....	187
<표 6-10> 외국 관리기준의 적용가능성 검토결과 .....	189
<표 6-11> 관리대상 업종 선정결과 .....	191
<표 6-12> 시설관리기준(안) 선정결과 .....	193
<표 6-13> 산학연 협의회(1,2,3차) 결과요약 .....	195
<표 6-14> 주요 HAPs 관리정책 비교 .....	197
<표 6-15> 금속가공 등 3개 업종의 배출구 THC 농도(SEMs, 2013) .....	199
<표 6-16> 업종별 원료 보관방법 인터뷰 결과요약 .....	202
<표 6-17> 사업장별 원료 저장시설 규모 및 형태(인터뷰 11개소) .....	203
<표 6-18> 1차 금속 제조업의 관리대상 업종 및 물질 선정결과 .....	204
<표 6-19> 1차 금속 제조업 관리대상 업종의 주요 배출물질 및 공정 .....	204
<표 6-20> 냉간 압연 및 압출 제품 제조업의 주요배출 물질 및 공정 .....	205
<표 6-21> 철강선 제조업의 주요배출 물질 및 공정 .....	206
<표 6-22> 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업의 주요배출 물질 및 공정 .....	207
<표 6-23> 강관 제조업의 주요배출 물질 및 공정 .....	208
<표 6-24> 금속가공제품 제조업 관리대상 업종 및 물질 선정결과 .....	214
<표 6-25> 금속가공제품 제조업 관리대상 업종의 주요 배출물질 및 공정 .....	214
<표 6-26> 도금업의 주요배출 물질 및 공정 .....	215
<표 6-27> 도장 및 기타 피막처리업 주요배출 물질 및 공정 .....	216
<표 6-28> 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업 주요배출 물질 및 공정 .....	218
<표 6-29> 섬유제품 제조업의 관리대상 업종 및 물질 선정결과 .....	224
<표 6-30> 섬유제품 제조업 관리대상 업종의 주요 배출물질 및 공정 .....	224

<표 6-31> 직물 및 편조원단 염색 가공업의 주요배출 물질 및 공정 .....	225
<표 7-1> HAPs 시설관리기준 도입 우선순위 8개 업종(세세분류) .....	231
<표 7-2> 사회적 비용의 종류와 규제대상 .....	233
<표 7-3> 비용 산정의 방법 및 근거 .....	236
<표 7-4> CAFE CBA의 편익비용 사례 .....	238
<표 7-5> 물질별 사회적 비용 원단위 .....	239
<표 7-6> 편익 산정의 방법 및 근거 .....	239
<표 7-7> 시설관리기준 적용에 따른 저감량 산정 .....	240
<표 7-8> 시설관리기준 도입시 비용 산정결과 .....	241
<표 7-9> 시설관리기준 도입시 편익 산정결과 .....	242
<표 7-10> 비용편익분석 결과 .....	243
<표 8-1> 정책 및 법규상의 문제점 및 개선방안 .....	249
<표 8-2> 시설관리기준의 문제점 및 개선방안 .....	252

# | 그림 차례 |

<그림 2-1> 배출량 조사 절차 .....	10
<그림 2-2> 벤젠의 연평균 농도('06-'14년) .....	19
<그림 2-3> 주요도시의 연도별 납(Pb)의 연평균 농도 .....	26
<그림 2-4> 주요도시의 연도별 카드뮴(Cd) 연평균 농도 .....	27
<그림 2-5> 주요도시의 연도별 크롬(Cr) 연평균 농도 .....	28
<그림 2-6> 주요도시의 연도별 니켈(Ni) 연평균 농도 .....	28
<그림 2-7> 주요도시의 연도별 망간(Mn)의 연평균 농도 .....	29
<그림 2-8> 주요도시의 연도별 구리(Cu)의 연평균 농도 .....	29
<그림 2-9> 주요도시의 연도별 철(Fe)의 연평균 농도 .....	30
<그림 2-10> 화학물질관리법 주요관리 체계 .....	55
<그림 2-11> 유해화학물질별 관리체계 .....	55
<그림 3-1> MACT 기준 설정 과정 .....	72
<그림 3-2> 미국 EPA 등록된 주요 고정오염원 목록 .....	74
<그림 3-3> '07-'15년 연평균 미국 생산된 가솔린 내 벤젠 함유량 .....	78
<그림 4-1> PRTR 조사대상 전체 업종의 배출량 및 배출 사업장수 비율 ..	118
<그림 4-2> PRTR 조사대상 전체 업종의 특정대기유해물질 배출량 및 배출 사업장 수 비율 .....	119
<그림 4-3> 1차 금속 제조업 공정별 화학물질 배출현황 .....	121
<그림 4-4> 금속가공제품 제조업 공정별 화학물질 배출현황 .....	128
<그림 4-5> 섬유제품 제조업 공정별 화학물질 배출현황 .....	135
<그림 5-1> 시료채취 장치용 스테인리스강제 홀더 .....	144
<그림 5-2> 누출측정 현장사진 .....	147

<그림 5-3> A-1 사업장 공정도 .....	149
<그림 5-4> A-2 사업장 공정도 .....	151
<그림 5-5> A-3 사업장 공정도 .....	154
<그림 5-6> 1차 금속제조업 누출측정 현장 사진 .....	156
<그림 5-7> B-1 사업장 공정도 .....	157
<그림 5-8> B-2 사업장 공정도 .....	160
<그림 5-9> 섬유제품제조업 누출측정 현장사진 .....	162
<그림 5-10> C-1 사업장 공정도 .....	164
<그림 5-11> C-2 사업장 공정도 .....	166
<그림 6-1> 본 연구의 시설관리기준 도출 절차도 .....	173
<그림 6-2> 관리대상 업종의 특정대기유해물질 배출량 분포 .....	178
<그림 6-3> PRTR 조사대상 화학물질 415종의 대기오염물질 해당여부 .....	179
<그림 6-4> PRTR 조사대상 화학물질과 US HAPs 비교 .....	180
<그림 6-5> 관리기준(안) 마련 추진절차 .....	194
<그림 6-6> 1차 금속 제조업의 배출구 탄화수소 농도(SEMs, 2013) .....	199
<그림 6-7> 금속가공제품 제조업의 배출구 탄화수소 농도(SEMs, 2013) ..	200
<그림 6-8> 섬유제품 제조업의 배출구 탄화수소 농도(SEMs, 2013) .....	200
<그림 6-9> 금속가공제품 제조업의 굴뚝 THC 배출농도 .....	201

# | 제1장 · 서론 |

## 1. 연구배경 및 목적

유해대기오염물질(Hazardous Air Pollutants; HAPs)은 독성, 발암성, 생체축적 등의 특성을 가진 물질들로 미량만 존재하여도 인간 및 동·식물에 악영향을 줄 수 있다. 이에 국외에서는 오염물질의 위해도에 따라 유해대기오염물질들을 세부적으로 규정하여, 엄격하게 규제하고 있다.

일본의 대기오염방지법에서는 HAPs를 ‘저 농도에서 장기적인 섭취에 의해 건강에 영향을 미칠 우려가 있는 물질’로 규정하고 있으며, OECD는 ‘인간 건강과 식물 또는 동물에 위해를 주는 특성(독성 또는 잔류성 등)을 가진 대기 중의 미량의 가스상, 에어로졸, 또는 입자상 오염물질’로 정의하고 있다. 미국 EPA(Environmental Protection Agency)는 HAPs 물질을 유전독성을 가진 오염물질로 암, 기형, 신경장애, 돌연변이 등을 유발 하거나, 환경잔류성(persistency), 생체 농축성(bio-accumulation), 독성 물질(toxic)들로 선정하고 있으며 인체유해성과 환경안정성에 심각한 문제들을 유발하는 물질 187종을 HAPs로 규정하고 있다.

국내에서도 이러한 문제점을 인식하고 1990년대부터 도시와 산업단지에 정기적으로 중금속을 측정하고 있으며, 『대기환경보전법』에서 ‘특정대기유해물질’로 35종을 지정하여 오염물질을 규제하면서, 그 범위를 확장하고 있다.

국내의 업종별 HAPs 시설관리기준은 『대기환경보전법』제51조의2제2항에서 제시하고 있으나, 주요 HAPs 배출업종 중 일부 업종에 대한 시설관리기준이 아직 설정되어 있지 않은 상황이다. 또한 시설관리기준이 기 설정되어 있는 업종에 대해서도 기준을 준수하기 위한 세부이행지침이 부족한 상황이며, 사업장의 인벤토리, HAPs 물질의 범규화 등에 대한 사업장의 인식이나 이해도 부족한 실정이다.

이에 따라 본 연구에서는 아직 설정되어 있지 않은 산업업종에 대하여 시설관리기준 및 세부이행지침을 설정하고, 이와 더불어 국내의 HAPs 배출시설 관리를 위한 중장기 정책 추진방향을 제시하고자 하였다.

## 2. 연구범위 및 방법

### 가. 신규 HAPs 비산배출 저감 대상업종의 시설관리기준 설정(VI)

#### ■ 국외 HAPs 관리 현황 조사·분석

- 국외 연구자료 및 관련법규, HAPs 배출현황 조사
- 대상 업종의 공정 세부조사를 통한 HAPs 발생공정 파악

#### ■ 국내 대상 업종의 관리현황 조사·분석

- 국내 대상 업종 HAPs 배출현황 조사
- 대상 업종별 현장실증 대상지점 선정
- 대상 업종의 관리기준별 쟁점기준 도출 및 해결방안 제시
- HAPs 시설관리기준(안) 적용에 따른 HAPs 발생 저감량 산정 및 타당한 적용범위 제시

#### ■ 현장실증, 업계 의견수렴 등을 거쳐 시설관리기준(안) 제시

- 관련 업계 전문가 협의 등을 통한 국내 업체의 기술수준 등을 고려한 시설관리기준(안) 검토
- 시설관리기준 적용 면제대상 및 범위, 적용 일정 등 제도운영과 적용시점 등에 대한 제안
- 삭감량, 규제 중복성, 연차 시행 등 검토하여 시설관리기준(안) 확정

#### ■ 시설관리기준 적용에 따른 경제성 분석

- 시설관리기준 적용에 소요되는 비용 분석
- 시설관리기준 적용에 따른 HAPs 발생 저감량 및 사회경제와 환경에 미치는 기대효과 분석

## 나. '16년 적용 대상 업종의 시설관리기준 세부이행지침 마련

### ■ 업종별 HAPs 시설관리기준 사업장 세부이행지침 마련

#### ○ 대상 업종 (세세분류 업종 14개)

분 류	업 종
가. 화학물질 및 화학제품제조업	1) 접착제 및 젤라틴 제조업
나. 고무제품 및 플라스틱제품 제조업	1) 그 외 기타 고무제품 제조업 2) 플라스틱 필름, 시트 및 판 제조업 3) 벽 및 바닥 피복용 플라스틱 제품 제조업 4) 플라스틱 포대, 봉투 및 유사제품 제조업 5) 플라스틱 적층, 도포 및 기타 표면처리제품 제조업 6) 그 외 기타 플라스틱 제품 제조업
다. 전기장비 제조업	1) 축전지 제조업 2) 기타 절연선 및 케이블 제조업
라. 운송장비 제조업	1) 강선 건조업 2) 선박 구성부분품 제조업 3) 기타 선박 건조업
마. 육상운송 및 파이프라인 운송업	1) 파이프라인 운송업
바. 창고 및 운송관련 서비스업	1) 위험물품 보관업(저유소)

- 시설관리기준 준수를 위해 필요한 규정, 용어기술 해설, 관리대상물질의 성상 등 제시
- 업종별 시설관리기준상의 각 조문에 대한 의미를 설명하고 해당 조문의 구체적인 이행방법 등 제시
- 고장, 사고 또는 기타 비상상황에 대비한 행동요령 및 조치방법 등을 제시
- HAPs 시설관리기준 적용 대상 시설 및 적용 예외시설 등 구분 방법을 명확히 제시
- 명확한 측정분석 방법 및 절차 기준 제시
- 시설관리기준 대상 사업장 신고(변경신고) 및 개선계획 수립 방법 등 행정적 수행 절차 제시
- 3년마다 실시하는 정기점검에 대한 의미, 절차, 신청방법 등 사업장에서 필요한 사항 정리
- 기타 사업장 업무담당자가 시설관리기준 이행을 위해 필요한 사항

■ 업종별 HAPs 시설관리기준 정기점검 및 조사 소요비용 산정안 마련

- 대기환경보전법 제38조의2(비산배출의 저감)에서 제시된 업종에 대한 정기점검 비용 산정안 제시
- 업종별 시설관리기준 및 현실여건을 반영한 합리적인 정기점검 비용안 마련
  - 종업원 수 또는 관리대상물질 취급량 등에 따른 사업장 규모, 측정분석 횟수 및 기타 정기검사 비용 산정을 위한 근거 제시
  - 국내외 유사사례, 현장조사측정, 사업장 및 전문가(회계사 등) 의견수렴 등을 통한 합리적인 정기검사 비용 산정안 마련

■ 대상 사업장 현황 조사 및 설명회(교육) 시행

- '15년 시행 '비산배출의 저감대상 업종'에 대하여 사업장 현황 조사
- '15년 HAPs 시설관리기준을 준수 대상 사업장에 대한 설명회(교육) 계획수립 및 시행

다. HAPs 배출시설 관리 중장기 정책 추진방안 제안

■ 그간 HAPs 시설관리기준 연구에서 제안된 연구내용을 정리하고, 향후 HAPs 배출 시설 관리 방안 및 필요한 연구에 대한 정책 제안

■ 규제 적용시의 업계 부담 등 문제점을 분석하고 업계 지원방안 제시

## 3. 선행연구

연구명	주요 연구내용	책임 연구자	연구수행기관	발행처 (발행년도)
석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구 (기초화합물제조업)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-HAPs 우선관리업종 및 업종·시설별 배출특성</li> <li>-원유정제업의 HAPs 관리현황 및 저감 방안</li> </ul>	주현수	KEI	환경부 (2005)
유해대기오염물질 배출원별 시설 및 관리기준 설정 연구II (기초화합물제조업)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기초화합물 제조업의 HAPs 배출원별 시설관리기준(안)</li> <li>-HAPs 8종의 공정시험방법</li> </ul>	주현수	KEI	환경부 (2006)
유해대기오염물질 배출원별 시설 관리기준 설정에 관한 연구(III) (화학제품제조, 펄프, 종이 및 종이제품, 고무 및 플라스틱, 기타 운송장비 제조업)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-HAPs 배출현황 및 국내의 관리현황</li> <li>-HAPs 배출시설 및 관리현황               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 화합물 및 화학제품제조업</li> <li>· 펄프, 종이 및 종이제품 제조업</li> <li>· 고무 및 플라스틱 제조업</li> <li>· 기타 운송장비 제조업</li> </ul> </li> <li>· 배출원별 HAPs 시설 및 관리기준 적용여부 및 비용분석</li> </ul>	공성용	KEI	환경부 (2007)
유해대기오염물질 배출원별 시설 및 관리기준 설정 연구(IV) (도장, 연소 및 발전, 하수처리, 폐기물처리 및 청소관련 서비스업)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-HAPs 배출현황 및 국내의 관리현황</li> <li>-HAPs 배출시설 및 관리현황               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 도장시설</li> <li>· 발전업</li> <li>· 하수, 분뇨 및 축산폐기물 처리업</li> <li>· 미국의 현장조사 사례(GM)</li> </ul> </li> <li>-업종별 시설관리 기준(안)</li> </ul>	공성용	KEI	환경부 (2008)

연구명	주요 연구내용	책임 연구자	연구수행기관	발행처 (발행년도)
<p>유해대기오염물질 배출원별 시설 및 관리기준 설정 연구 (음식료품 제조업, 섬유제품 제조업, 가죽, 가방 및 신발 제조업, 제1차 금속산업, 조립금속제품 제조업, 전자부품, 영상, 음향 및 통신장비 제조업, 자동차 및 트레일러 제조업)</p>	<p>주요 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-HAPs 배출현황 및 국내의 관리현황</li> <li>-HAPs 배출시설 및 관리현황               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 음식료품 제조업</li> <li>· 가죽, 가방 및 신발 제조업</li> <li>· 제1차 금속산업</li> <li>· 전자부품, 영상, 음향 및 통신장비 제조업</li> </ul> </li> <li>-외국의 HAPs 배출원 관리사례 및 국내 관리방안               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 미국, 독일, 일본, 국내 관리방안</li> <li>- 업종별 시설관리기준(안)</li> </ul> </li> </ul>	공성용	KEI	환경부 (2009)
<p>유해대기오염물질(HAPs) 시설관리기준 도입 시범사업(I) (원유정제처리업)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;원유정제처리업&gt;</li> <li>-국내외 유해대기오염물질의 관리현황</li> <li>-원유정제처리시설 HAPs 시설관리기준(안)</li> <li>-시설관리기준 준수에 따른 HAPs 배출 저감량 산정</li> <li>-시설관리기준 도입 효과 분석</li> <li>-시설관리기준 시행에 따른 업계 지원방안</li> <li>-업종별 시설관리기준 도입 사업 추진계획</li> </ul>	문동호	환경공단, 한서대 광운대	환경부, 과학원 (2010)
<p>제철, 제강 및 석유제품 제조업 등의 HAPs 시설관리기준 제정을 위한 조사</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;제철업, 제강업석유화학계 기초 화학물질 제조업, 합성고무제조업, 합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업&gt;</li> <li>-제철·제강업의 HAPs 시설관리기준(안)</li> <li>-화학물질 및 화학제품 제조업의 HAPs 시설관리기준(안)</li> <li>-HAPs 시설관리기준(안) 적용을 위한 비용편익 분석</li> <li>-시설관리기준 시행에 따른 업계 지원방안</li> </ul>	김준호	환경공단 광운대 부경대 한서대	환경부, 과학원 (2011)

연구명	주요 연구내용	책임 연구자	연구수행기관	발행처 (발행년도)
의약품, 기타화학제품 및 화학섬유제조업의 HAPs 시설관리기준 제정을 위한 조사	<약용 화학물 및 향생물질 제조업, 일반용 도료 및 관련제품 제조업, 검착제 및 젤라틴 제조업, 합성섬유 제조업> -HAPs 관리 및 배출특성 -대상 업종별 HAPs 시설관리기준(안) -시설관리기준에 따른 업종별 저감량 산정 -시설관리기준 도입을 위한 비용편익 분석 -업종별 시설관리기준 도입 추진계획	김종호	한국대기환경학회 한서대 부경대 용인대	환경부, 과학원 (2012)
기타 운송장비, 고무 및 플라스틱 제조업, 전기장비 제조업의 HAPs 시설관리기준 제정을 위한 조사	<기타 운송장비 제조업 중, 선박 및 보트 제조업, 철도장비 제조업, 항공기, 우주선 및 부품제조업, 그 외 기타 운송장비 제조업> -HAPs 관리 및 배출특성 -대상 업종별 HAPs 시설관리기준(안) -현장조사 -시설관리기준 도입을 위한 비용편익 분석 -업종별 시설관리기준 도입 추진계획	김종호	한국대기환경학회 한서대 부경대 용인대	환경부, 과학원 (2013)
유해대기오염물질 시설관리기준 제정을 위한 조사(V)	<자동차 및 트레일러 제조업, 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업, 펄프, 종이 및 종이제품 제조업> -국내외 HAPs 관리 -대상 업종별 HAPs 시설관리기준(안) -현장조사 -시설관리기준 도입을 위한 비용편익 분석 -업종별 시설관리기준 도입 추진계획	김종호	한서대 산학협력단 용인대 (주)EHI	과학원 (2014)

8 | HAPs 비산배출 저감 시설관리기준(VI) 및 세부이행지침 마련 연구

연구명	주요 연구내용	책임 연구자	연구수행기관	발행처 (발행년도)
업종별 HAPs 비산배출의 저감을 위한 시설관리기준 사업장 세부지침 마련 연구	<제철 및 제강업, 원유정제처리업, 석유화학계 기초화학물질 제조업, 합성고무 제조업, 합성수지 및 기타 플라스틱 제조업> -업종별 HAPs 시설관리기준 대상 사업장의 개요 -업종별 유해대기오염물질 배출 현황 -업종별 HAPs 시설관리기준 세부지침(안) -비산배출의 저감을 위한 시설관리기준 점검보고서(1) -비산배출의 저감을 위한 시설관리기준 점검보고서(2)	공성용	KFI, 광운대 Eco Lab	환경부 (2015)

# | 제2장 · 국내의 HAPs 배출현황 및 관리정책 |

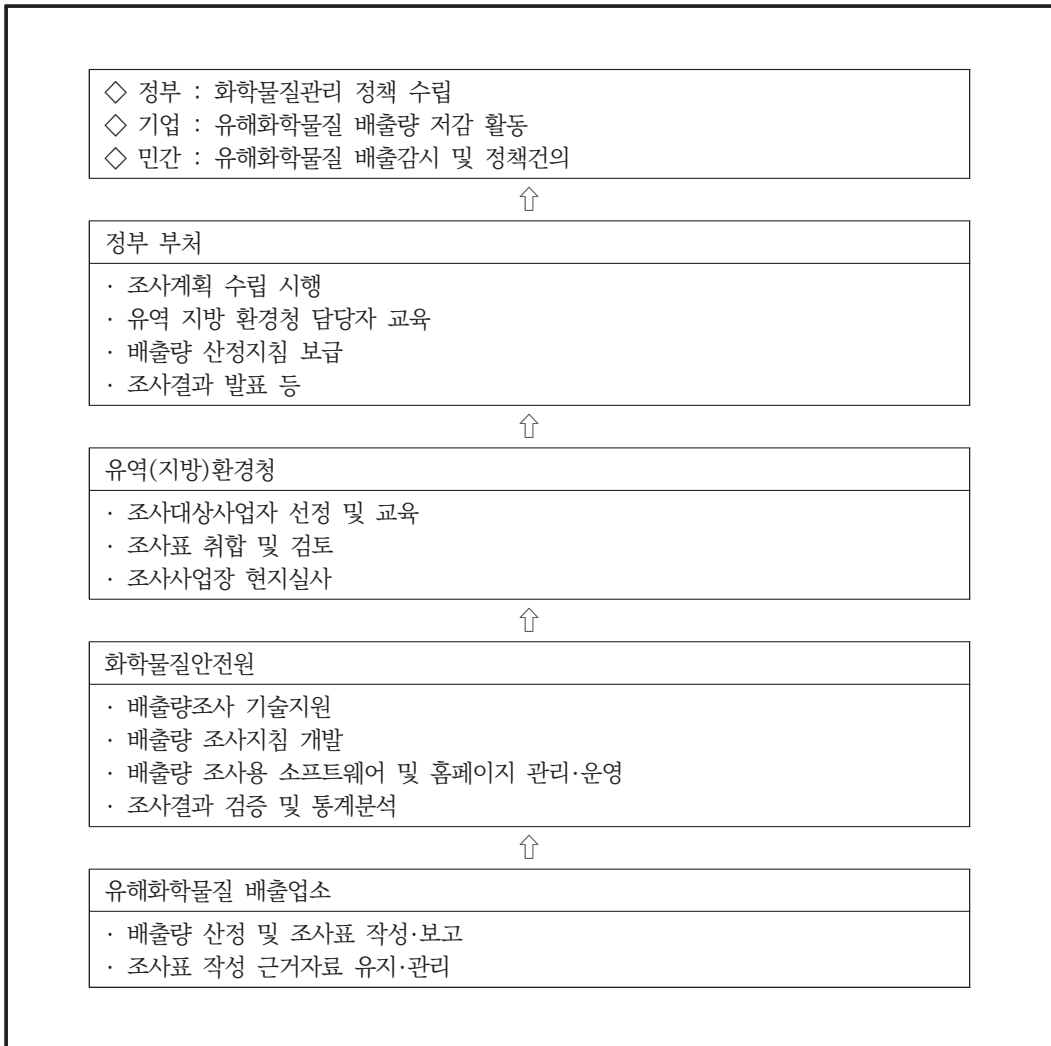
## 1. HAPs 배출현황

### 가. 화학물질 배출·이동량 정보시스템 (PRTR)

화학물질 배출·이동량 정보시스템(PRTR : Pollutant Release and Transfer Registers)은 환경(대기, 수계, 토양)으로 배출되는 화학물질의 양을 사업자 스스로 파악하도록 하여 배출저감 노력 및 손실을 줄이는 동시에 환경오염을 최소화하기 위한 제도이다. '99년부터 화학 등 2개 업종과 80종의 화학물질을 대상으로 사업장의 화학물질배출량 조사가 시작되었다. '13년 기준, 화학업종 등 30개 업종 및 415종의 화학물질을 대상으로 화학물질 배출·이동량이 조사되었다.

화학물질 배출량 조사 절차를 정리하면 <그림 2-1>과 같다. 유해화학물질을 사용 및 배출하는 사업자는 취급량 및 배출량을 산정하여 작성/보고하고, 환경부 산하 화학물질안전원에서는 보고 자료에 대한 검증 및 통계분석을 실시한다. 이 과정에서 사업장에서 필요로 하는 기술지원 등은 유역(지방) 환경청과 화학물질안전원이 함께 실시한다.

PRTR 조사대상 업종 및 화학물질의 종류 등은 제도시행 이후 개선이 거듭되었다. '99년 최초 156개소(2개 업종)에 불과하던 조사대상 사업장은 현재 3,435개소(34개 업종)로 확대되었다. 또한, 제도시행 초기에는 연간 50톤 이상을 취급하는 포름알데히드 등의 80개 물질을 대상으로 조사를 실시하였으나, '04년부터는 독성에 따라 물질을 I 그룹(연간 취급량 1톤 이상), II그룹(연간 취급량 10톤 이상)으로 구분하여 보다 많은 화학물질 취급사업장이 조사대상에 포함되었다. 제도시행에 따른 조사대상 변경현황은 <표 2-1> 및 <표 2-2>에 정리되어 있다.



자료: 화학물질 배출·이동량 정보시스템 홈페이지에서 인용

〈그림 2-1〉 배출량 조사 절차

〈표 2-1〉 연차별 PRTR 대상업종 및 대상물질

조사년도	대상업종 <sup>1)</sup>	대상물질수(종) <sup>2)</sup>		사업장규모 (종업원 수)	대상업체수 (개)
		총 조사대상	실 조사물질		
1999	화학 등 2 업종	80	65	100인 이상	156
2000	화학 등 18 업종	80	65	100인 이상	529
2001	화학 등 19 업종	160	116	50인 이상	1,023
2002	화학 등 23 업종	240	146	50인 이상	1,199
2003	화학 등 26 업종	240	148	50인 이상	1,384
2004	화학 등 33 업종	388	218	30인 이상	2,892
2005	화학 등 32 업종	388	223	30인 이상	2,741
2006	화학 등 33 업종	388	222	30인 이상	2,769
2007	화학 등 33 업종	388	219	30인 이상	3,012
2008	화학 등 34 업종	388	215	30인 이상	2,945
2009	화학 등 34 업종	388	212	30인 이상	2,917
2010	화학 등 34 업종	388	213	30인 이상	2,985
2011	화학 등 34 업종	415	242	30인 이상	3,159
2012	화학 등 34 업종	415	233	30인 이상	3,268
2013	화학 등 34 업종	415	228	1인 이상	3,435

자료: 화학물질 배출 이동량 정보시스템 홈페이지에서 인용

- 주: 1) 조사대상 업종은 「화학물질의 배출량조사 및 산정계수에 관한 규정」의 [별표1]에 분류된 업종에 준하며, '실 조사물질'은 총 조사대상 중 조사기준에 해당되어 실제 조사를 수행한 화학물질을 의미함  
2) 조사대상 화학물질은 「화학물질의 배출량조사 및 산정계수에 관한 규정」의 [별표2]에 명시된 물질

〈표 2-2〉 PRTR 조사대상 물질 변경내용

시행연도	1999	2001	2002	'04년~현재
조사대상 물질	포름알데히드 등 80항목 (연간 취급량 50톤 이상)	포름알데히드 등 160항목 (연간 취급량 50톤 이상)	포름알데히드 등 240 (연간 취급량 50톤 이상)	I 그룹(연간 취급량 1톤 이상) 및 II 그룹(연간 취급량 10톤 이상)의 물질 목록에 준함

자료: 환경부(2015), 연도별 화학물질 배출량조사 보고서에서 재구성

## 나. 화학물질 배출량

### 1) 화학물질의 매체별 배출량

PRTR 조사결과에 따르면 '13년에는 총 215종의 화학물질 50,767톤이 환경으로 배출된 것으로 나타났다(표 1-3). 이 가운데 배출량의 99.6%인 50,544톤이 대기로 배출되었으며 나머지 0.4%는 수계로 배출된 것으로 나타났다. 토양으로의 직접 배출량은 없으나, 매립시설(차단형 또는 관리형)에 매립되어 있는 양이 19,879톤으로 나타났다.

조사대상 물질이 최초 415종으로 확대된 '11년부터 '13년까지의 배출총량은 '11년 52,105톤에서 '13년 50,544톤으로 감소 추세에 있는 것으로 나타났다. 다만, 환경 분야별 (대기·수계·토양) 배출비율에는 별다른 차이가 없는 것으로 나타났다.

〈표 2-3〉 PRTR 화학물질 배출현황('99년~'13년)

(단위: 톤/년, 종, %)

구분	합 계		대 기		수 계		토양 <sup>1)</sup>		자가매립 <sup>2)</sup>	
	배출량	배출물질	배출량	배출물질	배출량	배출물질	배출량	배출물질	배출량	배출물질
1999	16,380	60	14,860	60	1,316	30	204	9	-	-
		100		90.7		8.0		1.3		
2000	30,065	64	23,700	63	965	33	5,400	12	-	-
		100		78.8		3.2		18.0		
2001	36,587	112	34,518	111	433	63	1,636	33	-	-
		100		94.3		1.2		4.5		
2002	34,272	138	34,121	138	149	67	2	24	3,802	9
		100		99.6		0.4		0.006		
2003	38,041	139	37,919	137	115	69	7	19	-	-
		100		99.7		0.30		0.018		
2004	51,021	218	50,841	198	179	75	0.3	15	5,592	15
		100		99.6		0.4		0.001		
2005	47,299	223	47,048	210	250	72	0.3	21	8,012	22
		100		99.5		0.5		0.001		
2006	47,796	222	47,598	213	198	72	0.04	13	4,268	32
		100		99.6		0.4		0.0001		
2007	47,688	219	47,430	208	258	71	0.02	6	6,649	24
		100		99.5		0.5		0.0001		
2008	47,625	204	47,474	204	150	55	0	0	6,999	32
		100		99.7		0.3		0		
2009	46,989	201	46,858	201	131	54	0	0	10,861	29
		100		99.7		0.3		0		
2010	50,034	202	49,882	202	152	54	0	0	136,380	28
		100		99.7		0.3		0		
2011	52,289	222	52,105	222	184	48	0	0	26,776	21
		100		99.6		0.4		0		
2012	51,121	221	50,937	221	184	38	0	0	20,348	23
		100		99.6		0.4		0		
2013	50,767	215	50,544	215	223	36	0	0	19,879	22
		100		99.6		0.4		0		

자료: 환경부(2015), 연도별 화학물질 배출량조사 보고서에서 재구성

주: 1) '08년~'13년 토양으로 직접 배출량은 없음

2) “자가매립”은 폐기물관리법 제2조 및 시행령 제5조에 의거 폐산, 폐알칼리 등의 사업장폐기물 및 지정폐기물을 포함한 모든 물질을 차단형 또는 관리형 매립시설에 최종처리 하는 것을 의미함(환경부(2008), 화학물질 배출량 조사 보고서 참조)

## 2) 화학물질의 대기 배출량

'13년 배출된 215종의 화학물질 중 대기로 다량 배출된 화학물질을 살펴보면 자일렌 16,397톤(32.4%)으로 가장 많고 톨루엔 7,070톤(14.0%), 아세트산에틸 3,669톤(7.3%)의 순으로 배출되고 있다. 대기배출 상위 10개 화학물질이 전체 배출량의 84.0%(42,442톤)을 차지하고 있으며, 10개 물질 가운데 8종이 VOCs(자일렌, 톨루엔, 디클로로메탄 등)에 해당하며 대기배출량의 74.1%를 차지한다. <표 2-4>에는 대기배출 상위 20개 물질의 종류와 배출량이 정리되어 있다.

최다 배출물질인 자일렌은 '12년 17,358톤에서 '13년 16,397톤으로 961톤(5.5%) 감소하였다. 이는 운송장비 제조업에서 도료 성분 변경 및 선박 건조율 감소 등으로 인해 용매제나 희석제로 주로 사용하던 자일렌의 도료 사용량이 감소하였기 때문이다. 디클로로메탄의 경우, '12년 3,420톤에서 '13년 2,598톤으로 822톤(24.0%) 감소하였다. 이는 고무제품 및 플라스틱제품 제조업과 전기장비 제조업에서 추출용제 및 세척용제로 주로 사용하는 디클로로메탄이 환경오염방지시설개선 및 제품 생산량 감소로 인해 감소한 것으로 파악되고 있다(환경부, 2015).

상기 물질들이 사업자의 저감 노력을 통해 감소한 것과는 달리, 톨루엔은 '12년 6,560톤에서 '13년 7,070톤으로 510톤(7.8%) 증가하였다. 이는 자동차 및 트레일러 제조업과 화학물질 및 화학제품 제조업, 펄프, 종이 및 종이제품 제조업 등에서 페인트 희석제나 용매제로 사용하는 톨루엔의 취급량이 증가한 것이 주된 이유이다. 또한, 아세트산에틸의 경우 '12년 3,167톤에서 '13년 3,669톤으로 502톤(15.9%) 증가하였는데, 이는 자동차 및 트레일러 제조업과 인쇄 및 기록매체 복제업, 고무제품 및 플라스틱 제품 제조업 등에서 페인트 희석제로 사용하는 아세트산에틸의 취급량이 증가하였기 때문이다.

PRTR 대기배출 상위 20개 물질 배출량은 46,487톤으로 전체 배출량의 92.0%를 차지하고 있다. 주요 물질을 살펴보면 자일렌, 톨루엔 등과 같은 물질로 국외에서는 위해성이 입증되어 US HAPs 등으로 관리하고 있는 물질이다. 이 가운데 국내에서 특정대기유해물질로 지정되어 있는 물질은 디클로로메탄, 염화수소, 에틸벤젠, 트리클로로에틸렌 등 4종

에 불과하며, 대기배출 상위 10개 물질 가운데는 염화수소 1개 물질만이 지정되어 있다.

연도별 화학물질 대기배출량은 '99년 조사 이래 총 3회에 걸쳐 조사 대상 사업장의 규모를 확대해왔다. 100인 이상에서 50인 이상('01년)으로 조사사업장의 규모를 확대함에 따라 대기배출량이 전년대비 45.7% 대폭 증가하였고, 50인에서 30인 이상('04년)으로 확대함에 따라 대기배출량이 전년대비 34.1% 증가하였다.

〈표 2-4〉 대기배출상위 20개 물질의 종류와 배출량

(단위: 톤/년)

구분	2011년		'12년		'13년	
	물질명	배출량	물질명	배출량	물질명	배출량
계	52,105		50,937		50,544	
1	자일렌	17,441	자일렌	17,358	자일렌	16,397
2	톨루엔	6,931	톨루엔	6,560	톨루엔	7,070
3	디클로로메탄	3,690	디클로로메탄	3,420	아세트산 에틸	3,669
4	메틸 알코올	3,621	메틸 알코올	3,244	메틸 알코올	2,980
5	아세트산 에틸	3,149	아세트산 에틸	3,167	메틸 에틸 케톤	2,877
6	메틸 에틸 케톤	2,537	메틸 에틸 케톤	2,377	디클로로메탄	2,598
7	2-프로판올	2,435	에틸벤젠	2,312	에틸벤젠	2,559
8	에틸벤젠	2,273	2-프로판올	2,086	2-프로판올	2,018
9	N,N-디메틸포름아미드	1,286	N,N-디메틸포름아미드	1,286	N,N-디메틸포름아미드	1,503
10	트리클로로에틸렌	619	트리클로로에틸렌	735	부탄	771
11	부탄	587	부탄	620	트리클로로에틸렌	595
12	암모니아	574	암모니아	510	암모니아	520
13	염화 수소	498	염화 수소	470	염화 수소	517
14	n-헥산	450	에틸렌	396	질산	395
15	에틸렌	406	질산	393	에틸렌	378
16	시클로헥산	346	알루미늄 및 그 화합물	368	n-헥산	374
17	4,4'-(1-메틸에틸리덴)비스페놀과 (클로로메틸)옥시란의 중합체	329	시클로헥산	360	알루미늄 및 그 화합물	328
18	알루미늄 및 그 화합물	323	n-헥산	337	시클로헥산	324
19	아세트산	312	아세트산	336	과불화탄소	323
20	질산	308	과불화탄소	324	헥사플루오르화 황	291
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴

자료: 화학물질안전원, 화학물질 배출·이동량(PRTR) 정보시스템(2015, <http://ncis.nier.go.kr/tri/>)

### 3) 특정대기유해물질 배출량

대기환경보전법에서 지정한 특정대기유해물질은 35종이다. 여기에는 염소 및 그 화합물과 같은 화합물류 8종이 포함되어 CAS 번호를 기준으로 한 물질 수는 더욱 많을 것으로 예상된다. 이와는 달리 PRTR은 금속화합물류 등 일부 물질을 제외하면, 개별물질로 화학물질 이동 및 배출량 정보를 작성/보고하도록 하고 있어, 국내에서 지정한 특정대기유해물질과 정확한 비교가 어렵다. 이에 본 연구에서는 PRTR 조사대상 물질 415종 가운데 특정대기유해물질에 해당하는 개별물질 58종을 구분하여 배출량을 조사하였으며 이는 3장에 정리되어있다.

아래 <표 2-5>에는 화합물류 및 PRTR 비조사대상 물질(다이옥신 등)을 제외한 특정대기유해물질 배출량을 정리하였다. '13년 기준 특정대기유해물질(PRTR에서 확인이 가능한) 배출량은 7,152톤으로 전체 대기 배출량(50,544톤)의 14.1%를 차지한다. 이는 '11년 특정대기유해물질 배출량 8,064톤 대비 약 912톤 감소한 수치이다.

최다 배출 물질은 디클로로메탄(2,598톤)이며, 에틸벤젠(2,559톤), 트리클로로에틸렌(595톤), 염화수소(517톤), 벤젠(146톤) 등의 순으로 배출되고 있다. 이들 5개 물질의 배출량의 합계(6,415톤)는 전체 대기배출량의 12.7%이며, 특정대기유해물질 연간 총 배출량의 89.7%를 차지한다.

〈표 2-5〉 특정대기유해물질 배출량

(단위 : kg/년)

순위	특정대기유해물질	PRTR 해당물질	대기 배출량1)		
			2011	2012	2013
합 계			8,064,323	7,792,184	7,152,064
1	카드뮴 및 그 화합물	카드뮴 및 그 화합물	200	89	90
2	시안화수소	시안화수소	3,673	3,423	4,118
3	납 및 그 화합물	납 및 그 화합물	18,760	17,164	24,620
4	폴리염화비페닐	-	-	-	-
5	크롬 및 그 화합물	크롬 및 그 화합물	13,825	13,435	15,151
6	비소 및 그 화합물	비소 및 그 화합물	442	443	430
7	수은 및 그 화합물	수은 및 그 화합물	3	2	0
8	프로필렌 옥사이드 (산화 프로필렌)	프로필렌 옥사이드 (산화 프로필렌)	37,722	30,668	32,658
9-1	염소	염소	86,681	64,030	81,172
9-2	염화수소	염화수소	498,304	470,335	517,115
10	불소화물	-	화합물류		
11	석면	석면	0	0	0
12	니켈 및 그 화합물	니켈 및 그 화합물	12,566	15,561	31,682
13	염화비닐	염화비닐	86,380	89,887	86,623
14	다이옥신	-	비 조사대상		
15	페놀	페놀	76,295	75,494	85,506
16	베릴륨 및 그 화합물	베릴륨 및 그 화합물	0	0	0
17	벤젠	벤젠	168,603	166,618	145,643
18	사염화탄소	사염화탄소	8,959	8,361	3,929
19	이황화메틸	이황화메틸	7,207	8,466	8,236
20	아닐린	아닐린	794	1,002	1,531
21	클로로포름	클로로포름	48,189	45,137	36,299
22	포름알데히드	포름알데히드	68,306	47,594	42,302
23	아세트알데히드	아세트알데히드	563	520	933
24	벤지딘	-	-	-	-
25	1,3-부타디엔	1,3-부타디엔	49,565	45,689	39,790
26	다환 방향족 탄화수소류	-	-	-	-
27	에틸렌옥사이드	산화 에틸렌	14,816	16,051	15,371
28	디클로로메탄	디클로로메탄	3,690,480	3,420,285	2,597,858
29	스티렌	스티렌	183,004	181,089	171,213
30	테트라클로로에틸렌	테트라클로로에틸렌	130,695	79,145	79,724
31	1,2-디클로로에탄	1,2-디클로로에탄	49,855	52,295	66,287
32	에틸벤젠	에틸벤젠	2,273,385	2,311,571	2,559,072
33	트리클로로에틸렌	트리클로로에틸렌	619,068	735,314	594,602
34	아크릴로니트릴	아크릴로니트릴	98,987	73,605	81,322
35	히드라진	히드라진	0	0	0

자료: 화학물질안전원(2015), 화학물질 배출·이동량(PRTR) 정보시스템

주: 1) 상기 표의 배출량은 화학물질 배출·이동량(PRTR) 정보시스템에서 '특정대기유해물질' 목록 35종을 단일 명칭으로만 조회하여 그 수치를 기입한 수치임. 따라서 화합물의 경우 실제 배출량과 다소 차이가 있을 수 있음

## 2. HAPs 대기측정망 농도현황

국내 대기오염실태를 파악하고 대기질 개선대책수립에 필요한 기초자료를 확보하기 위하여 환경부 및 지방자치단체에서 도시대기, 도로변대기, 산성강하물, 국가배경농도, 교외대기, 대기중금속, 유해대기물질, 광화학대기오염물질, 지구대기, PM-2.5, 대기오염 집중망 등 총 11개 종류의 측정망을 설치 운영하고 있다. 현재 '14년 12월 말 기준 전국 97개 시·군에 총 506개소의 측정소가 설치되어 있다.

HAPs로 분류될 수 있는 물질들의 대기측정망 자료로는 “유해대기물질측정망” 및 “대기중금속측정망” 등이 있다.

### 가. 유해대기측정망

유해대기측정망은 전국을 도시지역(인구 50만 이상), 공단지역, 배경농도지역 및 주거지역으로 분류하여 설치·운영 중이며, 위치 및 현황은 <표 2-6>과 같다. 대기농도수준, 독성 및 발암성 등의 인체유해도, 측정 용이성 등을 검토하여 HAPs 중 VOCs 물질 13종, PAHs 중 7종을 대상으로 오염도를 측정하고 있다.

유해대기측정망은 특정대기유해물질 등 유해대기오염물질의 오염도 측정을 위해 운영하고 있으며, '01년부터 8개 지점에서 시험측정을 시작하였다. PAHs(Polycyclic Aromatic Hydrocarbon) 중 7종을 '03년 3/4분기부터 측정하였으며, '05년 12월까지 분기 1회, 연속 3일간 측정하였다. 유해대기물질에 대한 정밀도 향상 및 보다 높은 신뢰성 확보를 위해 '06년 1월부터 월 1회(1일)로 측정주기를 강화하고 16개소에서 31개소로 측정소를 확충하였다.

벤젠의 대기환경기준 설정('07년) 후 '10년부터 유해대기물질측정망의 측정소별 연평균 벤젠농도를 측정하기 시작하였다. VOCs 농도 측정의 정밀도 향상과 신뢰성 확보를 목표로 수동측정에서 자동측정으로 전환 중이며, '14년 말 기준 16개소에서의 VOCs 농도 자동측정이 가능하다.

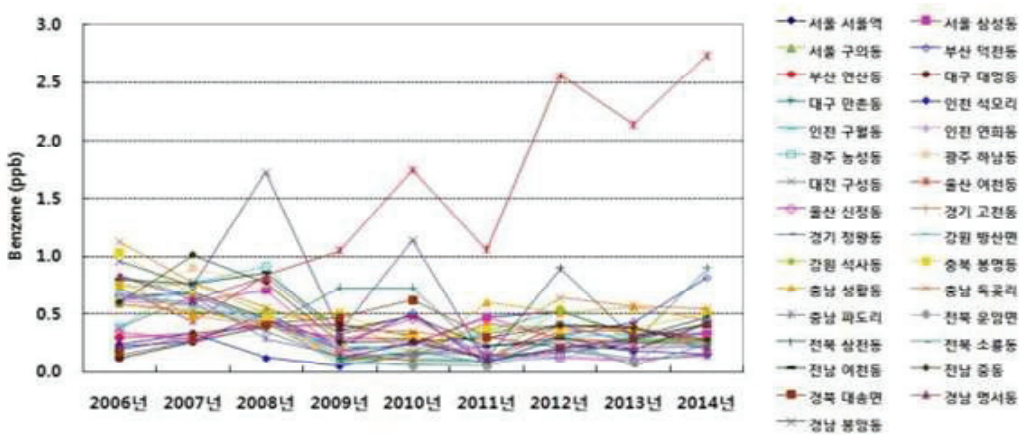
'14년 기준 VOCs 연평균 농도의 측정결과는 <표 2-7>에 정리되어 있으며 주요 특징은 다음과 같다.

유해대기측정망 대부분 지역에서 Toluene, m,p-Xylene, Ethylbenzene 등의 농도가 타 물질들에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 각 물질별로 살펴보면, Toluene의 경우 연평균 0.30~7.05ppb의 농도 분포를 보였으며, m,p-Xylene의 연평균 농도는 0.02~4.72ppb를 보였다. 두 물질 모두 울산 여천동의 농도가 가장 높았다. 그러나 전 지역의 Toluene 연평균 농도는 WHO 권고기준인 63.2ppb 이하를 만족하고 있다.

Trichloroethylene의 연평균 농도분포는 N.D.~31.12ppb로 일본의 대기환경기준(연평균  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ (36.63ppb)) 이하를 만족시켰지만, 가장 높은 농도를 보이는 광주 하남동은 타 측정소들의 평균농도인 0.14ppb보다 222배 정도 높은 농도인 31.12ppb를 보이고 있어 지역적 관리 및 연구가 필요하다. 반면에 Tetrachloroethane, 1,3-Butadiene 농도는 전 지역에 걸쳐 낮게 측정되었다.

Benzene의 2014년 연평균 대기 중 농도분포는 0.14ppb( $0.45\mu\text{g}/\text{m}^3$ )~2.74ppb( $8.90\mu\text{g}/\text{m}^3$ )를 보였다. 공단지역인 울산 여천동 측정소에서 가장 높은 벤젠 농도 2.74ppb가 측정되었다. 울산 여천동 측정소를 제외한 평균은 0.34ppb로 영국, 독일, 일본, 프랑스 등의 기준에 만족하고 있다.

'08년 이후 산업단지로 분류된 울산 여천동은 '10년 1.75ppb, '12년 2.56ppb, '13년 2.14ppb, '14년 2.74ppb로 벤젠 연평균 대기환경기준을 초과하며 상승 추세를 보이고 있다.



자료: 국립환경과학원(2015)

〈그림 2-2〉 벤젠의 연평균 농도 ('06-'14년)

'14년 기준 PAHs 연평균 농도의 측정결과는 <표 2-8>에 정리되어 있으며 주요 특징은 다음과 같다.

Chrysene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(a)anthracene 등이 대부분의 측정소에서 높은 농도를 보였다. 춘천석사동은 지난해에 이어 Benzo(a)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Chrysene의 연평균 농도가 가장 높게 측정된 곳이다. 뿐만 아니라 '14년 Indeno(1,2,3-cd) (0.60ng/m<sup>3</sup>), Benzo(a)pyrene(0.82ng/m<sup>3</sup>)의 연평균 농도가 가장 높게 보인 곳이다. Benzo(a)anthracene의 연평균 농도분포는 0.16~0.86ng/m<sup>3</sup>, Chrysene의 연평균 농도분포는 0.29~1.22 ng/m<sup>3</sup>를 보였다. Benzo(b)fluoranthene의 연평균 농도는 전남 중동에서 가장 높은 농도인 0.95 ng/m<sup>3</sup>를 보였다. Dibenzo(a,h) anthracene의 연평균 농도가 가장 높게 측정된 곳은 충남 파도리로 0.23ng/m<sup>3</sup>를 보였다.

〈표 2-6〉 전국 대기오염측정망 설치현황(계속)

측 정 망	측 정 항 목	측 정 목 적	측정주기	측 정 소 수		
				소 계	환 경 부	지 자 체
도시대기 측정망	SO <sub>2</sub> , NOx, O <sub>3</sub> , CO, PM-10, 풍향, 풍속, 온도, 습도	도시지역의 평균 대기질 농도를 파악하여 환경 기준 달성 여부 판정	연속/1시간	257 (80개 시·군)	-	257 (80개 시·군)
도로변대기 측정망	SO <sub>2</sub> , NOx, O <sub>3</sub> , CO, PM-10, 풍향, 풍속, 온도 ※ 필요시 Pb, PM-2.5, HC, 교통량 추가	자동차 통행량과 유동 인구가 많은 도로변 대기질을 파악	연속/1시간	38 (17개 시)	-	38 (17개 시)
국가배경농도 측정망	SO <sub>2</sub> , CO, NOx, O <sub>3</sub> , PM-10, 풍향, 풍속, 온도, 습도	국가적인 배경농도를 파악하고 외국으로부터의 오염물질 유입, 유출상태 등을 파악	연속/1시간	3 (3개 시·군)	3 (3개 시·군)	-
교외대기 측정망	SO <sub>2</sub> , CO, NOx, PM-10, O <sub>3</sub> , 풍향, 풍속, 온도, 습도	도시를 둘러싼 교외 지역의 배경 농도를 파악	연속/1시간	19 (19개 시·군)	19 (19개 시·군)	-
산성강하물 측정망	건성: PM-2.5, PM-2.5 중 이온농도, 습성: pH, 이온농도, 전기전도도, 강수(설)량, 수온(총가스상 수온), 수은 습성침적량	대기 주 오염물질의 건성 침착량 및 강우·강설 등에 의한 오염물질의 습성 침착량 파악	건성:6일 간격 습성:강수시 수은 2시간 연속 ※수은 습성침적량은 수동	40 (37개 시·군)	40 (37개 시·군)	-
대기중금속 측정망	중금속농도 ※ 황사기간 중에는 Al, Ca, Mg 등 3개 항목 추가	도시지역 또는 공단 인근 지역에서의 중금속에 의한 오염 실태를 파악	월5회 (매월 2째주)	54 (22개 시·군)	-	54 (22개 시·군)

〈표 2-6〉 전국 대기오염측정망 설치현황

측정망	측정항목	측정목적	측정주기	측정소수		
				소계	환경부	지자체
유해대기물질 측정망	VOCs 13개 항목 PAHs 7개 항목	인체에 유해한 VOCs, PAHs 등의 오염 실태 파악	월1회(수동)→VOCs 는 순차적으로 자동진환	31 (22개 시·군)	31 (22개 시)	-
광화학 대기오염물질 측정망	NOx, NOy, PM-10, PM-2.5, O <sub>3</sub> , CO, 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량, 자의선량, 강수량, 기압, 카르보닐화합물(포름알데하이드, 아 세트알데하이드, 아세톤) VOCs 56개 항목	오존생성에 기여하는 VOCs에 대한 감시 및 효과적인 관리대책의 기초자료 파악	연속/1시간	27 (12개 시·군)	18 (12개 시·군)	9 (1개 시)
지구대기 측정망	CO <sub>2</sub> , CFC(-11, -12, -113, -114), N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	지구 온난화 물질의 대기 중 농도 파악	연속/1시간	1 (1개 군)	1 (1개 군)	-
PM-2.5 측정망	PM-2.5질량, 탄소농도, 이온농도, 중금속농도	인체위해도가 높은 미세먼지(PM-2.5)의 농도 파악 및 성분파악을 통한 배출원 규명	1회/일	30 (25개 시·군)	30 (25개 시·군)	-
대기오염집중 측정망	SO <sub>2</sub> , NOx, O <sub>3</sub> , CO, PM-10, 풍향, 풍속, 온도, 습도, PM-2.5질량, 탄소농도, 이온농도, 중금속농도	국가 배금지역과 주요권역별 대기질 현황 및 유입·유출되는 오염물질 파악, 황사 등 장거리 이동 대기오염물질을 분석하고 고농도 오염현상에 대한 원인 규명	연속	6 (6개 시·군)	6 (6개 시·군)	-
총 계				506 (97개 시·군)	148 (48개 시·군)	358 (80개 시·군)

자료: 국립환경과학원(2015)

〈표 2-7〉 '14년 유해대기물질측정망 VOCs 13종 연평균 측정농도(계속)

구분	측정소	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	m,p-Xylene	Styrene	o-Xylene	Chloroform	1,1,1-Trichloroethane	Trichloroethylene	Tetrahydroethene	1,1-Dichloroethane	Carbon tetrachloride	1,3-Butadiene
도시지역 (도로변) 4개소	서울 서울역	0.33	2.74	0.40	0.36	0.11	0.14	0.04	0.01	0.08	0.01	N.D.	0.03	N.D.
	부산 연산동	0.26	2.53	0.34	0.18	0.01	0.18	0.15	N.D.	0.23	0.01	0.13	0.16	0.15
	인천 연희동	0.28	1.98	0.24	0.28	0.02	0.10	0.03	N.D.	0.06	0.01	N.D.	0.03	N.D.
	경기 고천동	0.27	2.03	0.22	0.13	0.01	0.07	0.06	N.D.	0.22	N.D.	N.D.	0.02	0.14
도시지역 (주거지) 16개소	서울 삼성동	0.33	2.74	0.40	0.36	0.11	0.14	0.04	0.01	0.08	0.01	N.D.	0.03	N.D.
	서울 구의동	0.30	2.42	0.34	0.28	0.02	0.10	0.06	N.D.	0.07	0.01	N.D.	0.04	N.D.
	부산 덕천동	0.82	3.63	0.66	0.90	0.08	0.33	0.04	N.D.	0.16	0.01	0.01	0.07	0.37
	대구 만촌동	0.90	5.51	0.62	0.71	0.07	0.24	0.06	N.D.	0.25	0.01	0.01	0.08	0.36
	대구 대명동	0.21	4.81	0.53	0.33	0.01	0.50	0.31	0.01	0.44	0.06	0.03	0.09	0.50
	인천 구월동	0.27	2.24	0.28	0.24	0.02	0.09	0.06	N.D.	0.10	0.01	N.D.	0.05	N.D.
	광주 농성동	0.24	1.38	0.26	0.15	N.D.	0.13	0.05	N.D.	0.03	N.D.	0.52	0.09	0.25
	대전 구성동	0.28	1.39	0.28	0.19	0.06	0.11	0.13	0.05	N.D.	0.02	N.D.	0.09	N.D.
	울산 신정동	0.16	0.66	0.15	0.12	0.01	0.09	0.09	0.02	N.D.	0.01	N.D.	0.04	0.17
	강원 석사동	0.29	0.77	0.07	0.06	N.D.	0.02	0.02	0.03	N.D.	0.02	N.D.	0.02	N.D.
	충북 보명동	0.51	2.73	0.40	0.25	0.01	0.20	0.05	0.05	N.D.	0.07	0.04	0.05	N.D.
	충남 성황동	0.44	2.70	0.12	0.08	N.D.	0.06	0.06	N.D.	N.D.	0.01	0.01	0.02	N.D.
	전북 삼천동	0.48	1.11	0.23	0.15	0.03	0.09	0.09	0.10	N.D.	0.01	N.D.	0.10	0.55
	전남 주삼동	0.42	0.58	0.13	0.28	0.04	0.10	0.10	0.01	N.D.	0.02	N.D.	0.01	0.16
	경북 대송면	0.41	1.17	0.20	0.38	0.05	0.14	0.14	0.02	N.D.	0.04	0.01	0.06	0.18
	경남 명서동	0.22	1.46	0.44	0.27	0.07	0.22	0.22	0.14	N.D.	0.51	0.02	0.18	0.21

자료: 국립환경과학원(2015)

〈표 2-7〉 '14년 유해대기물질측정망 VOCs 13종 연평균 측정농도

구분	측정소	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	m-p-Xylene	Styrene	o-Xylene	Chloroform	1,1,1-Trichloroethane	Trichloroethylene	Tetrachloroethene	1,1-Dichloroethane	Carbon tetrachloride	1,3-Butadiene	(단위: ppb)	
산업단지 7개소	광주 하남동	0.23	2.48	0.32	0.54	0.13	0.20	0.02	N.D.	31.12	0.05	N.D.	0.03	0.47		
	울산 여천동	2.74	7.05	4.72	11.38	0.70	4.24	0.09	N.D.	0.05	0.36	0.01	0.08	0.60		
	경기 정왕동	0.24	3.15	0.62	0.57	0.13	0.23	0.03	0.03	0.30	0.02	N.D.	0.05	N.D.		
	충남 두곳리	0.55	1.17	0.17	0.24	0.15	0.08	0.02	N.D.	0.03	N.D.	N.D.	0.04	0.32		
	전북 소룡동	0.24	0.68	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	N.D.	0.01	N.D.	N.D.	0.01	0.18		
	전남 중동	0.28	0.52	0.11	0.10	N.D.	0.06	0.06	0.05	N.D.	N.D.	N.D.	0.09	0.16		
	경남 봉암동	0.41	2.83	1.24	1.64	0.16	0.60	0.60	0.13	N.D.	1.13	0.01	0.06	0.13	0.37	
	인천 석모리	0.15	0.34	0.05	0.03	N.D.	N.D.	0.02	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.03	N.D.	
	강원 방산면	0.20	0.30	0.02	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	0.09	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	0.11	N.D.	
	충남 파도리	0.14	0.67	0.33	0.33	0.07	0.14	0.14	0.01	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	0.04	0.19	
	전북 운암면	0.45	0.35	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	N.D.	0.03	N.D.	N.D.	0.01	0.41	
	비고		일본 :3/년 프랑스 :9/년								일본 :200/년	WHO :250/년 일본 :200/년			영국 :2.25/년	

자료: 국립환경과학원(2015)

〈표 2-8〉 유해대기물질측정망 PAHs 7종 연평균 측정농도(계속)

구분	측정소	Benzo(a)anthracene	Chrysene	Benzo(b)fluoranthene	Benzo(k)fluoranthene	Dibenz(a,h)anthracene	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Benzo(a)pyrene
도시지역 (도로변) 4개소	서울 서울역	0.53	0.89	0.71	0.22	0.08	0.39	0.36
	부산 연산동	0.24	0.47	0.35	0.14	0.19	0.22	0.25
	인천 연희동	0.43	0.72	0.59	0.23	0.06	0.28	0.34
	경기 고잔동	0.61	0.89	0.84	0.40	0.08	0.27	0.35
	서울 삼성동	0.53	0.78	0.65	0.30	0.06	0.38	0.34
	서울 구의동	0.58	0.80	0.68	0.18	0.07	0.32	0.27
	부산 덕천동	0.22	0.45	0.42	0.17	0.06	0.23	0.26
	대구 만촌동	0.35	0.66	0.54	0.22	0.06	0.36	0.34
	대구 대명동	0.21	0.45	0.38	0.15	0.16	0.25	0.18
	인천 구월동	0.51	0.72	0.73	0.15	0.05	0.32	0.33
	광주 농성동	0.30	0.59	0.54	0.20	0.06	0.31	0.30
	대전 구상동	0.27	0.49	0.46	0.17	0.12	0.26	0.26
	울산 신정동	0.37	0.61	0.51	0.19	0.10	0.32	0.29
	강원 석사동	0.86	1.22	0.85	0.41	0.13	0.60	0.82
	충북 봉명동	0.37	0.60	0.53	0.21	0.10	0.32	0.29
	충남 성황동	0.29	0.51	0.43	0.19	0.09	0.28	0.32
전북 삼천동	0.60	0.93	0.79	0.33	0.10	0.48	0.46	
전남 주삼동	0.56	0.92	0.78	0.33	0.13	0.41	0.60	
경북 대송면	0.19	0.40	0.31	0.14	0.12	0.18	0.24	
경남 명서동	0.29	0.60	0.48	0.20	0.08	0.31	0.31	

자료: 국립환경과학원(2015)

(단위: ppb)

〈표 2-8〉 유해대기물질측정망 PAHs 7종 연평균 측정농도

구분	측정소	Benzo(a)anthracene	Chrysene	Benzo(b)fluoranthene	Benzo(k)fluoranthene	Dibenzo(a,h)anthracene	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Benzo(a)pyrene <sup>1)</sup>
산업단지 7개소	울산 여천동	0.32	0.67	0.47	0.20	0.07	0.29	0.30
	경기 정왕동	0.58	0.73	0.67	0.19	0.08	0.36	0.23
	충남 독곶리	0.20	0.44	0.40	0.16	0.05	0.22	0.25
	전북 소룡동	0.56	0.88	0.69	0.30	0.11	0.44	0.38
	전남 중동	0.63	1.09	0.95	0.41	0.17	0.49	0.66
	경남 봉암동	0.22	0.45	0.39	0.15	0.05	0.22	0.25
	광주 허남동	0.51	0.80	0.67	0.27	0.20	0.42	0.40
배경농도 지역 4개소	강원 방산면	0.17	0.31	0.27	0.11	0.15	0.17	0.22
	인천 석모리	0.23	0.39	0.34	0.11	0.02	0.14	0.16
	충남 태안 파도리	0.17	0.38	0.31	0.13	0.23	0.19	0.20
	전북 운암면	0.16	0.29	0.28	0.11	0.18	0.17	0.21

자료: 국립환경과학원(2015)

주) EU:PM-10 1ng/m<sup>3</sup>/년, 영국:2.25ng/m<sup>3</sup>/년, 중국:0.01μg/m<sup>3</sup>/일

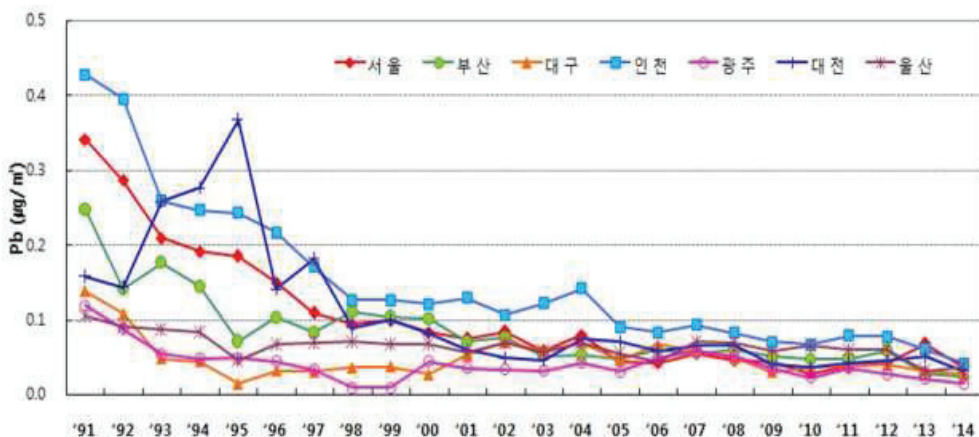
(단위: ppb)

### 나. 대기 중금속 측정망 측정결과

“대기환경보전법”에서 배출허용기준이 설정된 중금속은 모두 9종이며 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni), 비소(As), 베릴륨(Be)이다. 대기중금속 측정망은 '14년 12월 기준 22개시 54개 측정소가 운영되고 있으며, '91년부터 '14년까지의 도시별 중금속 농도 현황은 아래 <그림 2-3>부터 <그림 2-9>와 같다.

'13년 이후 총부유먼지(TSP)에서 미세먼지(PM-10)로 중금속농도 채취물질이 변경되었다. 따라서 PM-10 시료를 순차적으로 채취하여 중금속 농도를 분석하고 이를 기초로 한 중금속 농도의 분석이 이루어지고 있다.

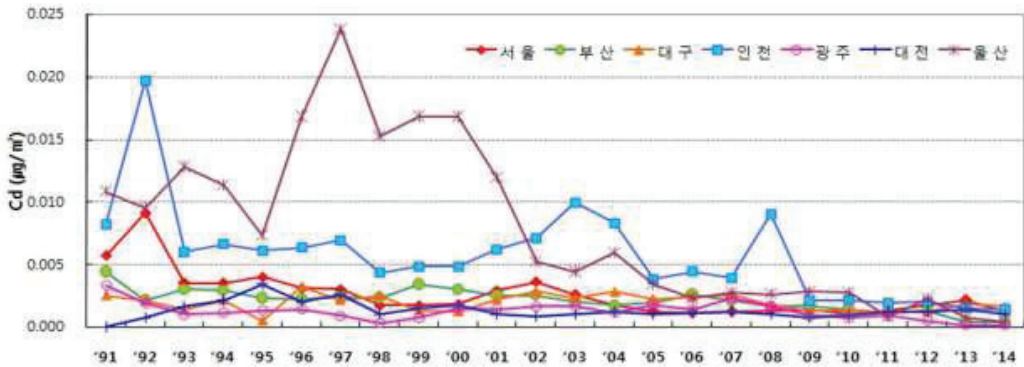
납 측정결과를 살펴보면, 주요 7개 도시의 납 평균농도는  $0.0299\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 전국적으로 '14년 연간 납 농도 분포는  $0.0123\sim 0.0732\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보이고 있다. '05년 이후 납 농도는  $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하의 수준을 만족하고 있다. 주요도시의 최근 5년간('10년~'14년 기준)의 납 연평균 농도는 대기환경기준인  $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하를 만족하고 있는 것으로 측정되었다. 경기도 안산 원시동의 연평균 납 농도가  $0.0732\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 측정되었으며, 광주 두암동의 연평균 납 농도는  $0.0123\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮게 측정되었다.



자료: 국립환경과학원(2015)

<그림 2-3> 주요도시의 연도별 납(Pb)의 연평균 농도

카드뮴의 '14년 7개 도시의 평균 농도 분포는  $0.0001\sim 0.0041\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 뚜렷한 연도별 경향은 없었다. 울산의 연평균 카드뮴 농도 측정 결과, 최근 5년간 점차적으로 감소하여 '03년에는 WHO 권고기준( $0.005\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 이하를 만족하고 있다. 인천의 경우, '98년부터 '07년까지 연평균 카드뮴 농도의 경향은 증가와 감소를 반복하였다. '08년 연평균 카드뮴 농도가 WHO 권고치의 두 배에 달하는 연평균 카드뮴 농도를 보이다 '08년 이후 감소추세를 보이기 시작, '14년 현재까지 WHO 권고기준을 만족하고 있다.

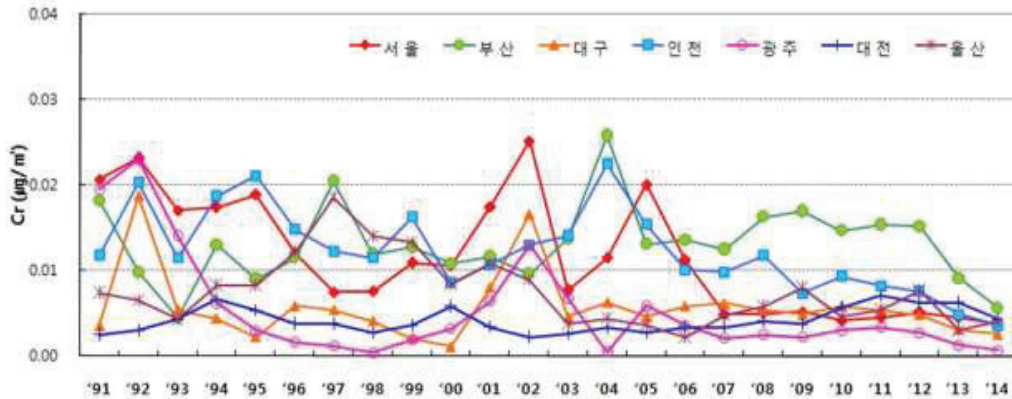


자료: 국립환경과학원(2015)

〈그림 2-4〉 주요도시의 연도별 카드뮴(Cd) 연평균 농도

크롬은  $0.00\sim 0.03\mu\text{g}/\text{m}^3$  작은 폭 범위 내에서 연평균 농도가 증가와 감소를 반복하고 있으며, '13년 이후  $0.01\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하의 감소세를 보였다. 국립환경과학원(2015, p.52)에 따르면 “이는 '13년부터 시료채취기준이 TSP에서 PM-10으로 바뀐 영향 일 수 있으므로 장기적인 추세 판단을 위해서는 향후 변화추이를 지켜봐야 한다.” 1) '14년 7개 주요도시의 평균 크롬농도는  $0.0035\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 농도가 가장 높게 측정되었던 곳은 강원 우산동으로  $0.0416\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보였다. 가장 낮게 측정되었던 곳은 광주 두암동으로  $0.0006\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보였다.

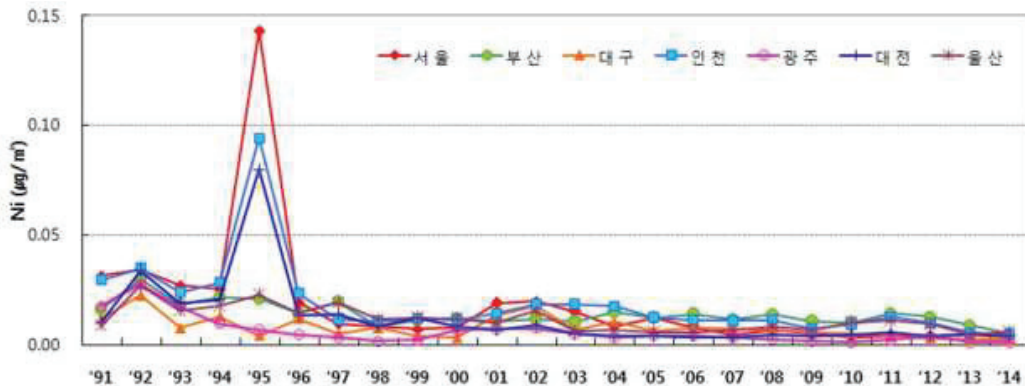
1) 국립환경과학원(2015), 「대기환경연보(2014)」, pp.52



자료: 국립환경과학원(2015)

〈그림 2-5〉 주요도시의 연도별 크롬(Cr) 연평균 농도

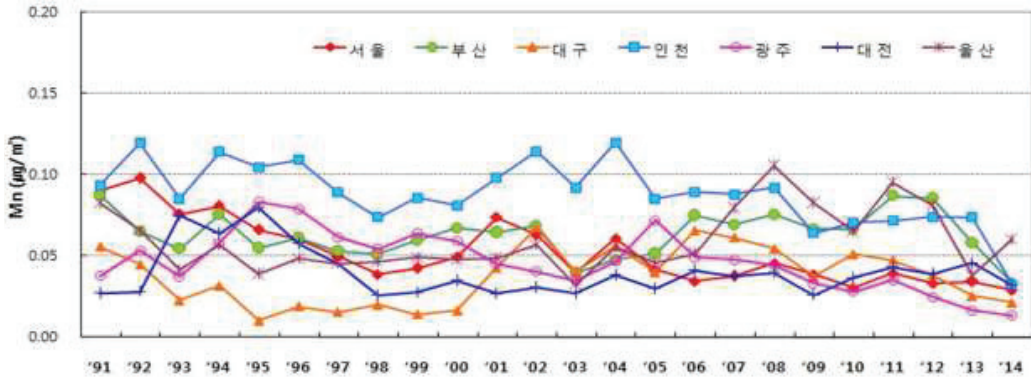
니켈의 측정결과를 살펴보면 다음과 같다. '14년 7개 도시의 연평균 니켈농도는  $0.0038 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, '95년 서울, 인천, 대전에서 큰 폭의 농도변화를 보인 후 전 지역 모두 WHO 권고기준인  $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  이하의 기준을 만족하고 있다. 부산 학장동에서 가장 높은 농도인  $0.0158 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보였으며, 광주 건국동과 읍내동 측정소에서  $0.0009 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮은 농도를 보였다.



자료: 국립환경과학원(2015)

〈그림 2-6〉 주요도시의 연도별 니켈(Ni) 연평균 농도

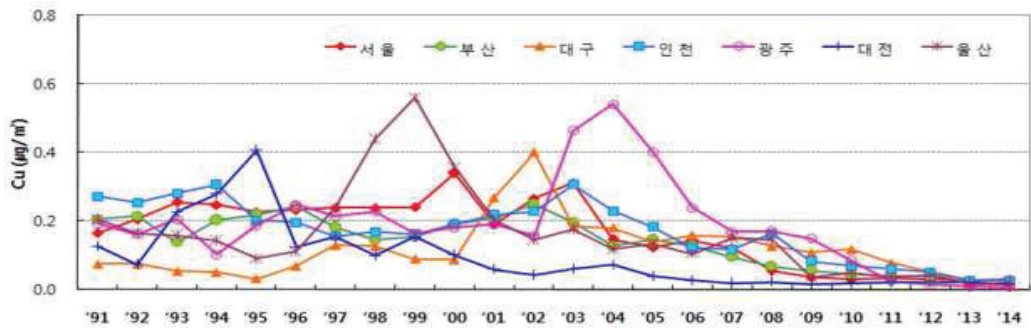
망간의 경우, '14년 주요 7개 도시의 연평균 망간농도는 분포는  $0.0318\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되었다. 이는 WHO 연평균 망간농도 권고기준인  $0.15\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하를 만족하고 있다. 가장 높은 농도가 측정된 강원 우산동( $0.1864\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 및 경북 포항 장흥동( $0.1791\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 측정소의 경우 WHO 권고기준 이상의 농도를 보이고 있다.



자료: 국립환경과학원(2015)

〈그림 2-7〉 주요도시의 연도별 망간(Mn)의 연평균 농도

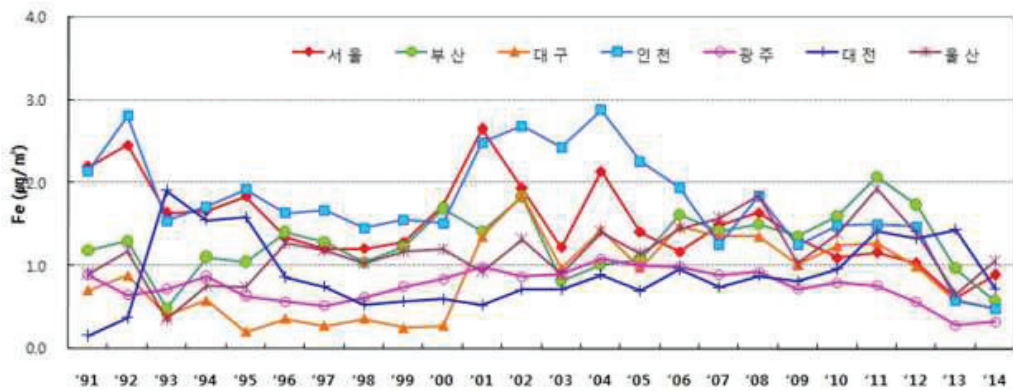
구리의 '14년 주요 7개 도시 연평균 농도는  $0.0185\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되었다. '07년 이후  $0.2\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하 수준으로 계속적으로 감소하는 경향을 보이고 있으며, 경기 안산 원시동이 가장 높은 농도인  $0.0706\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되었으며, 광주 건국동은 가장 낮은 농도인  $0.0039\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보였다.



자료: 국립환경과학원(2015)

〈그림 2-8〉 주요도시의 연도별 구리(Cu)의 연평균 농도

철은 1991년부터 연평균 농도  $3.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하에서 증가와 감소를 반복하는 경향을 보이며 '07년 이후  $0.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 수준에서 농도변화를 크게 보이지 않고 있다. '14년 철의 연평균 농도는  $0.6510\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 가장 높은 농도가 측정된 곳은 경북 포항 장흥동으로  $2.7094\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보였다. 반면 가장 낮은 농도가 측정된 곳은 전북 전주 삼천동으로  $0.1695\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보였다.



자료: 국립환경과학원(2015)

〈그림 2-9〉 주요도시의 연도별 철(Fe)의 연평균 농도

비소는 '11년부터 측정이 시작되었으며, '14년 주요 7개 도시 연평균 비소 농도는  $0.0036\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 농도분포는  $0.0005\sim 0.0090\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보였다. 가장 농도가 높은 곳은 울산 덕신리로  $0.009\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보였다. 가장 낮은 농도가 측정된 곳은 경북 대송면으로  $0.0005\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 보였다.

〈표 2-9〉 주요도시의 연도별 비소(As)의 연평균 농도

(단위 :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

연도 \ 도시	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산
'11년	0.0030	0.0061	0.0032	0.0067	0.0064	0.0034	0.0101
'12년	0.0050	0.0114	0.0029	0.0053	0.0038	0.0039	0.0117
'13년	0.0026	0.0023	0.0022	0.0048	0.0028*	0.0043*	0.0030
'14년	0.0041	0.0027	0.0024	0.0042	0.0014	0.0043	0.0064

자료: 국립환경과학원(2015)

- 주: 1) '12년 까지는 TSP를 채취하여 분석한 농도임, '13년부터 PM-10을 분석한 농도를 나타내었으며 진한글씨는 TSP 분석 농도  
 2) '13년 대전은 TSP 중의 중금속 농도이며 그 외 지역은 PM-10 중의 중금속 농도를 나타내었고 광주는 PM-10 자료수가 적어 유효측정값 처리비율 40%이상 60%미만의 농도

이상과 같이 중금속 농도의 대기중 농도를 살펴본 결과, 많은 중금속 물질들이 해마다 증가와 감소를 반복하고 있다. '03년 이후 니켈, 납을 제외한 물질들의 농도가 일제히 증가하였다. 이듬해 크롬, 망간, 구리, 철의 연평균 농도가 '00년대 들어 최고치로 측정되었지만, 이후 감소세를 보이고 있다. 비소, 베릴륨의 경우, 측정을 시작한 '11년 이후 모든 지역에서 WHO 권고치를 만족하고 있다.

### 3. HAPs 관리정책

#### 가. HAPs 비산배출 시설관리기준

「대기환경보전법」 제38조의2에서는 공정 및 설비 등에서 배출구(굴뚝 자동측정기기를 부착한 굴뚝) 없이 대기 중으로 오염물질을 직접 배출하는 시설에 대하여, 환경부령으로 정하는 시설관리기준을 준수하도록 하였다. 이에 동법 시행령 및 시행규칙에서는 시설관리기준을 준수하여야 하는 업종 및 시설관리기준이 마련되어있다.

아래 표와 같이 표준산업분류 상의 8개 중분류 업종(세세분류 20개 업종)이 비산배출 저감 대상 업종에 해당하며, 환경부는 순차적으로 대상 업종을 확대할 계획에 있다.

〈표 2-10〉 비산배출 관리대상 업종('15년 기준)

중분류 업종	세세분류 업종
1. 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	원유 정제처리업
2. 화학물질 및 화학제품 제조업: 의약품 제외	가. 석유화학계 기초화학물질 제조업 나. 합성고무 제조업 다. 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업 라. 접착제 및 젤라틴 제조업
3. 1차 금속 제조업	가. 제철업 나. 제강업
4. 고무제품 및 플라스틱제품 제조업	가. 그 외 기타 고무제품 제조업 나. 플라스틱 필름, 시트 및 판 제조업 다. 벽 및 바닥 피복용 플라스틱 제품 제조업 라. 플라스틱 포대, 봉투 및 유사제품 제조업 마. 플라스틱 적층, 도포 및 기타 표면처리제품 제조업 바. 그 외 기타 플라스틱 제품 제조업
5. 전기장비 제조업	가. 축전지 제조업 나. 기타 절연선 및 케이블 제조업
6. 기타 운송장비 제조업	가. 강선 건조업 나. 선박 구성부분품 제조업 다. 기타 선박 건조업
7. 육상운송 및 파이프라인 운송업	파이프라인 운송업
8. 창고 및 운송관련 서비스업	위험물품 보관업

## 1) 비산배출의 저감을 위한 시설관리기준 (대기환경보전법 시행규칙 별표10의 2)

## 가) 공통기준

시설관리기준은 ‘1.공통기준’, ‘2.업종별 관리대상물질’, ‘3.업종별 시설관리기준’ 등으로 구분되며 공통기준은 다시 일반기준, 기록기준, 보고기준으로 구분된다. 일반기준은 시설관리기준의 담당자 지정·운영, 적용제외 대상시설, 기록기준은 운영기록부 작성·보존, 보고기준은 사업장 자체점검 보고서 제출 등과 같은 사항을 규정하고 있다(표 1-11).

〈표 2-11〉 비산배출의 저감을 위한 시설관리기준(공통기준)

구 분	시 설 관 리 기 준
가. 일반기준	1) 시설관리기준 관리 담당자 지정·운영 2) 사업장 내외에서 업종별 관리대상물질의 대기환경농도 파악을 위해 노력 3) 시설관리기준 적용제외 대상 가) 연간 300시간 미만 가동하는 시설이나 장비(가동시간 확인 가능할 경우로 한정) 나) 연구개발시설 다) 상시 진공상태로 가동되어 관리대상물질이 외부로 배출되지 않는 시설 4) 기준 미충족시 45일 이내에 기준을 충족할 수 있도록 조치하고, 조치 완료 후 30일 이내에 결함 여부 등을 재확인 - 시설 수리를 위하여 전체공정의 가동중지가 불가피할 경우에는 환경청장과의 협의를 거쳐 수리기간을 다음 공정중지기간까지 연장 가능
나. 기록기준	1) 별지 서식의 운영기록부에 기록하고 보존 - 추가 기재가 필요할 경우, 별도 서식 이용 - 전산에 의한 방법으로 기록·보존 가능 2) 기준 미충족시 사건개요, 조치내용 및 조치 완료 후 점검·확인 사항 등을 운영기록부에 기록 3) 시설관리기준 운영기록부는 해당 연도 종료일부터 2년간 보관 4) 시설관리기준 운영기록부는 환경청장이 요청하면 10일 이내에 그 사본을 제출
다. 보고기준	1) 최초 점검보고서는 별지 서식에 따라 작성하여 환경청장에게 제출 - 기존사업장: 기준이 적용되는 해의 12월 31일까지 제출 - 신규사업장: 시설 설치가 완료된 해의 12월 31일까지 제출, 8월 31일 이후에 설치 완료된 시설은 그 다음 해 4월 30일까지 제출 2) 연간 점검보고서는 별지 서식에 따라 작성하여 다음 해 4월 30일까지 환경청장에게 제출 3) 부득이한 사유가 있을 경우, 환경청장과 협의하여 제출 기한을 30일 범위에서 연장 가능

나) 업종별 관리대상물질

“관리대상물질”이란 공통적용물질인 특정대기유해물질 35종과, 업종별 관리대상물질 (톨루엔 등)로 구분된다. 관리기준별로 차이는 있으나 각 공정에서 관리대상물질을 일정 무게비율(5wt%) 이상 사용하는 업종이 관리대상이 되며 시설관리기준을 준수하여야 한다.

〈표 2-12〉 업종별 관리대상물질

구 분	시 설 관 리 기 준	
가. 공통 물질	특정대기유해물질 35종	
나. 업종별 물질	1) 원유정제 처리업, 파이프라인 운송업, 위험물품보관업	물질
		메탄올
		메틸에틸케톤
		MTBE
		톨루엔
	2) 석유화학계 기초화학물질 제조업, 합성고무 제조업, 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업	자일렌
		톨루엔
		자일렌
	3) 제철업 및 제강업	나프탈렌
		입자상물질(먼지)
		망간화합물
		톨루엔
	4) 접착제 및 젤라틴 제조업	자일렌
		톨루엔
		n-헥산
		이소프로필 알콜
		메탄올
		아크릴산 에틸
	5) 그 외 기타 고무제품 제조업, 플라스틱 필름, 시트 및 판 제조업, 벽 및 바닥 피복용 플라스틱제품 제조업, 플라스틱 포대, 봉투 및 유사제품 제조업, 플라스틱 적층, 도포 및 기타 표면처리 제품 제조업, 그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	메틸에틸케톤
		톨루엔
자일렌		
6) 축전지 제조업, 기타 절연선 및 케이블 제조업	톨루엔	
	자일렌	
7) 강선 건조업, 선박 구성부분품 제조업, 기타 선박 건조업	톨루엔	
	자일렌	

### 다) 업종별 시설관리기준

‘3.업종별 시설관리기준’에는 대상 업종이 준수하여야 하는 공정별 세부 내용이 나타나 있다. 현재는 크게 ①원유정제업 등, ②제철 및 제강업 등, ③접착제 및 젤라틴 제조업 등, ④강선건조업 등의 4개 업종 군으로 구분된다. 세부내용은 대기환경보전법 시행규칙 별표10의2에서 확인할 수 있으며, 아래에는 관리기준별 주요 특징을 정리하였다.

#### ○ 업종군

- 업종군①: 1)원유정제 처리업, 2)석유화학계 기초화학물질 제조업, 3)합성고무 제조업, 4)합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업, 5)파이프라인 운송업 및 위험물품 보관업
- 업종군②: 1)제철업, 2)제강업
- 업종군③: 1)접착제 및 젤라틴 제조업, 2)그 외 기타 고무제품 제조업, 3)플라스틱 필름, 시트 및 판 제조업, 4)벽 및 바닥 피복용 플라스틱 제조업, 5)플라스틱 포대, 봉투 및 유사제품 제조업, 6)플라스틱 적층, 도포 및 기타 표면처리 제품 제조업, 7)그 외 기타 플라스틱 제품 제조업, 8)축전지 제조업, 9)기타 절연선 및 케이블 제조업
- 업종군④: 1)강선 건조업, 2)선박 구성부분품 제조업, 3)기타 선박 건조업

#### ○ 2개 업종 공통기준

- 공정배출시설: 2개 업종군(①,③)에 적용, 약간의 차이가 있음
- 폐수처리시설/비산누출시설: 2개 업종군(①,③)에 적용, 약간의 차이가 있음
- 저장시설: 2개 업종군(①,③)에 동일기준

#### ○ 단일 업종 기준

- 업종군①만 있는 시설기준: 플레어스택/육상출하시설
- 업종군②만 있는 시설기준: 비산먼지 배출시설/소결로 및 관련시설/코크스로 및 관련시설/용광로, 전로 및 전기로
- 업종군③만 있는 시설기준: 세정시설
- 업종군④만 있는 시설기준: 옥내도장/야외도장/기타

## 나. HAPs 배출기준

대기환경보전법에서는 대기오염물질 배출시설을 설치하는 경우, 배출구에서 나오는 물질의 배출허용기준을 준수하도록 하고 있다(대기환경보전법 제16조). 물질별 배출허용기준은 동법 시행규칙 별표8에 마련되어있으며, 이 가운데 특정대기유해물질 35종에 해당하는 물질을 별도로 아래 표와 같이 정리하였다. 35종 가운데 17종의 물질이 배출허용기준이 마련되어있으며, '16년에는 트리클로로에틸렌(TCE)이 추가되어 18종의 물질에 대한 기준이 마련될 예정이다.

현재 배출허용기준이 마련된 벤젠 등의 특정대기유해물질 17종은 종류에 따라 적용방법을 달리한다. 예를 들어 니켈 및 그 화합물의 경우 모든 배출시설에서  $2\text{mg}/\text{Sm}^3$  이하로 배출되어야 한다. 그러나 염화수소, 납 등과 같이 업종별로 배출허용기준을 달리하는 물질도 있으며, 포름알데히드 등과 같이 시설설치 시점별(기존/신규) 허용기준을 달리하는 물질도 있다. 이외에도 업종별, 시설설치 시점별(기존/신규)로 모두 배출허용기준을 달리 설정한 다이옥신 등과 같은 물질도 있다. 특정대기유해물질의 물질별 배출허용기준은 <표 2-13>에 정리하였으며, 이외의 27종 대기오염물질의 배출허용기준은 <표 2-14>에 정리하였다.

특별시, 광역시 등과 같은 인구밀집지역의 경우와 환경정책기본법 제38조에 따른 특별대책지역의 경우에는 보다 강화된 기준을 적용할 수 있도록 하였다(제16조제3항, 제16조제5항). 또한, 배출허용기준 보다 높은 농도로 물질을 배출하는 경우, 개선조치와 함께 부과금을 부담하도록 하고 있다. 이 경우 대기오염물질의 배출량과 배출농도 등에 따라 부과하는 금액을 초과부과금이라 명명하며(제35조제2항제2호), 대상물질 9종 가운데 특정대기유해물질은 염소, 염화수소, 시안화수소, 불소화합물<sup>2)</sup> 등의 4종이 있다.

2) 특정대기유해물질의 '불소화물'이 '불소화합물'에 포함됨

〈표 2-13〉 특정대기유해물질의 배출허용기준(계속)

번호	물질명	배출시설	기준	단위	비고
1	니켈 및 그 화합물	- 모든 배출시설	2 이하	mg/S m <sup>3</sup>	①
2	벤젠	- 모든 배출시설 (내부부상 지붕형 또는 외부부상 지붕형 저장시설은 제외)	10 이하	ppm	①
3	페놀 및 그 화합물	- 모든 배출시설 모든 배출시설 · 기존사업장 · 신규사업장	5 이하 4 이하	ppm	① ②
4	포름알데히드	- 모든 배출시설 모든 배출시설 · 기존사업장 · 신규사업장	10 이하 5 이하	ppm	① ②
5	디클로로메탄	- 모든 배출시설	50 이하	ppm	①
6-1	염소	- 염소를 직접 사용하는 모든 배출시설 · 기존사업장 · 신규사업장	10 이하 8 이하	ppm	②
6-2	염화수소	1) 기초무기화합물 제조시설 중 염산 제조시설(염산, 염화수소 회수시설을 포함한다) 및 저장시설	6 이하	ppm	①
		2) 기초무기화합물 제조시설 중 폐염산 정제시설(염산 및 염화수소 회수시설을 포함한다) 및 저장시설	15 이하		
		3) 1차 금속제조시설, 금속가공제품·기계·기기·운송장비·가구 제조시설의 표면처리시설 중 탈지시설, 산·알칼리 처리시설	3 이하		
		4) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설(소각보일러를 포함한다)			
		가) 소각용량이 시간당 2톤(의료폐기물 처리시설은 시간당 200kg) 이상인 시설	15(12) 이하		
		나) 소각용량 시간당 2톤 미만인 시설	20(12) 이하		
		5) 유리 및 유리제품 제조시설 중 용융·용해시설	2(13) 이하		
		6) 시멘트·석회·플라스터 및 그 제품 제조시설, 기타 비금속광물제품 제조시설 중 소성시설(예열시설을 포함한다), 용융·용해시설, 건조시설	12(13) 이하		
		7) 반도체 및 기타 전자부품 제조시설 중 증착(蒸着)시설, 식각(蝕刻)시설 및 표면처리시설	5 이하		
		8) 고형연료제품 사용시설			
		가) 고형연료제품 사용량이 시간당 2톤 이상인 시설	15(12) 이하		
		나) 고형연료제품 사용량이 시간당 200킬로그램 이상 2톤 미만인 시설	20(12) 이하		
		9) 화장로시설	20(12) 이하		
10) 그 밖의 배출시설	6 이하				
11) 염산제조시설 (기준: 기존사업장/ 신규사업장)	6 이하/ 4 이하	ppm	②		
12) 인산제조시설	2 이하/ 2 이하				
13) 금속의 표면처리시설 중 산처리시설	2 이하/ 2 이하				

〈표 2-13〉 특정대기유해물질의 배출허용기준(계속)

번호	물질명	배출시설	기준	단위	비고
7	크롬 및 그 화합물 (시설, 기준 변경)	1) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설	0.3(12) 이하	mg/S m <sup>3</sup>	①
		2) 고형연료 사용시설	0.3(12) 이하		
		3) 시멘트제조시설 중 소성시설	0.3(13) 이하		
		4) 그 밖의 배출시설	0.5 이하		
8	납 및 그 화합물 (시설, 기준 변경 - ①)	1) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설(소각보일러를 포함한다)		mg/S m <sup>3</sup>	①
		가) 소각용량이 시간당 2톤(의료폐기물 처리시설은 200킬로그램) 이상인 시설	0.2(12) 이하		
		나) 소각용량이 시간당 200킬로그램 이상 2톤 미만인 시설	0.5(12) 이하		
		다) 소각용량이 시간당 200킬로그램 미만인 시설	1(12) 이하		
		2) 시멘트제조시설 중 소성시설	0.2(13) 이하	mg/S m <sup>3</sup>	②
		3) 1차 금속 제조시설, 금속가공제품 제조시설의 용융·제련 및 열처리시설 중 용융·용해로, 용광로 및 정련시설, 도가니로, 전해로	2 이하		
		4) 고형연료제품 사용시설		mg/S m <sup>3</sup>	②
		가) 고형연료제품 사용량이 시간당 2톤 이상인 시설	0.2(12) 이하		
		나) 고형연료제품 사용량이 시간당 200킬로그램 이상 2톤 미만인 시설	0.5(12) 이하		
		5) 그 밖의 배출시설	1 이하		
6) 금속의 용융·제련 및 열처리시설중 용융·용해로·용광로 및 정련시설 (기준: 기존사업장/ 신규사업장)	10 이하/ 5 이하				
7) 기타시설	5 이하/ 3 이하				
9	카드뮴 및 그 화합물 (시설, 기준 변경 - ①)	1) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설(소각보일러를 포함한다)		mg/S m <sup>3</sup>	①
		가) 소각용량이 시간당 2톤(의료폐기물 처리시설은 200킬로그램) 이상인 시설	0.02(12) 이하		
		나) 소각용량이 시간당 200킬로그램 이상 2톤 미만인 시설	0.1(12) 이하		
		다) 소각용량이 시간당 200킬로그램 미만인 시설	0.2(12) 이하		
		2) 고형연료제품 사용시설		mg/S m <sup>3</sup>	②
		가) 고형연료제품 사용량이 시간당 2톤 이상인 시설	0.02(12) 이하		
		나) 고형연료제품 사용량이 시간당 200킬로그램 이상 2톤 미만인 시설	0.1(12) 이하		
		3) 시멘트제조시설 중 소성시설	0.02(13) 이하		
		4) 그 밖의 배출시설	0.5 이하		
5) 기타시설		mg/S m <sup>3</sup>	②		
- 기존사업장	1.0 이하				
- 신규사업장	0.5 이하				

〈표 2-13〉 특정대기유해물질의 배출허용기준(계속)

번호	물질명	배출시설	기준	단위	비고		
10	불소화물 (시설,기준 변경 - ①)	1) 도자기·요업제품 제조시설의 소성시설(예열시설을 포함한다), 용융·용해시설	5(13) 이하	ppm	①		
		2) 기초무기화합물 제조시설과 화학비료 및 질소화합물 제조시설의 습식인산 제조시설, 복합비료 제조시설, 과인산암모늄 제조시설, 인광석·형석의 용융·용해시설 및 소성시설, 불소화합물 제조시설	3 이하				
		3) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설(소각보일러를 포함한다)					
		가) 소각용량이 시간당 200킬로그램 이상인 시설	2(12) 이하				
		나) 소각용량이 시간당 200킬로그램 미만인 시설	3(12) 이하				
		4) 시멘트제조시설 중 소성시설	2(13) 이하				
		5) 반도체 및 기타 전자부품 제조시설 중 표면처리시설(증착시설, 식각시설을 포함한다)					
		가) '14년 12월 31일 이전 설치시설	5 이하				
		나) '15년 1월 1일 이후 설치시설	3 이하				
		6) 1차 금속 제조시설, 금속가공제품 제조시설의 표면처리 시설 중 탈지시설, 산·알칼리처리시설, 화성처리시설, 건조시설, 불산처리시설, 무기산저장시설	3 이하				
11	수은 및 그 화합물 (시설,기준 변경 - ①,②)	7) 고품연료제품 사용시설		ppm	①		
		가) 고품연료제품 사용량이 시간당 2톤 이상인 시설	2(12) 이하				
		나) 고품연료제품 사용량이 시간당 200킬로그램 이상 2톤 미만인 시설	3(12) 이하				
		8) 그 밖의 배출시설	3 이하				
		9) 습식인산 제조시설, 복합비료제조시설, 인광석·형석의 용융·용해 및 소성시설, 불소화합물제조시설 (기준: 기존사업장/ 신규사업장)	5 이하/ 4 이하				
		10) 과인산암모늄 제조시설	4 이하/ 3 이하				
		1) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설(소각보일러를 포함한다) 및 고품연료제품 사용시설	0.08(12) 이하			ppm	①
		2) 발전시설(고체연료 사용시설)	0.05(6) 이하				
		3) 1차 금속 제조시설 중 소결로	0.05(15) 이하				
		4) 시멘트·석회·플라스터 및 그 제품 제조시설 중 시멘트 소성시설	0.08(13) 이하				
5) 그 밖의 배출시설	2 이하						
6) 소각시설 또는 소각보일러							
가) 소각용량 2톤/h 이상인 시설 - 기존사업장/ 신규사업장 모두	0.08(12) 이하	mg/S m <sup>3</sup>	②				
나) 소각용량 200kg/h 이상 2톤/h 미만인 시설 - 기존사업장/ 신규사업장 모두							

〈표 2-13〉 특정대기유해물질의 배출허용기준(계속)

번호	물질명	배출시설	기준	단위	비고
12	다이옥신 <sup>1)</sup> (시설,기준 변경)	1) 철강소결로, 알루미늄 제조시설		ng- TEQ/S m <sup>3</sup>	④
		가) 신설시설	0.5		
		나) 기존시설			
		- 2010.12.31. 까지	1.0		
		- 2011.1.1.~2014.12.31. 까지	0.5		
		- 2015.1.1. 이후	0.5		
		2) 철강 전기아크로			
		가) 신설시설	0.5		
		나) 기존시설			
		- 2010.12.31. 까지	1.0		
		- 2011.1.1.~2014.12.31. 까지	0.7		
		- 2015.1.1. 이후	0.5		
		3) 시멘트 소성로			
		가) 신설시설	0.1		
		나) 기존시설			
		- 2009.1.1.~2011.12.31. 까지	0.1		
		- 2012.1.1. 이후	0.1		
		4) 동(銅) 제조시설			
		가) 신설시설	1		
		나) 기존시설			
		- 2009.1.1.~2011.12.31. 까지	10		
		- 2012.1.1. 이후	1.0		
		5) 이염화에틸렌·염화비닐 제조시설			
		가) 신설시설	50		
		나) 기존시설			
		- 2009.1.1.~2012.12.31. 까지	300		
		- 2013.1.1. 이후	50		
		6) 소각시설			
		가) 의료폐기물 소각시설 제외 및 시간당 처리능력이 2톤 이상인 생활폐기물 소각시설은 제외 (기준 : 신설/ 기존)			
		- 시간당 처리능력이 4톤 이상	0.1 / 1		
- 시간당 처리능력이 4톤 미만 2톤 이상	1 / 5				
- 시간당 처리능력이 2톤 미만 25킬로그램 이상	5 / 10				
나) 시간당 처리능력이 2톤 이상인 생활폐기물 소각시설	0.1				
다) 의료폐기물 소각시설 (기준 : 신설/ 2001.1.1.~2004.7.20.설치/ 2001.1.1.전 설치시설)					
- 시간당 처리능력이 4톤 이상	0.1/ 0.1/ 1				
- 시간당 처리능력이 2톤 이상 4톤 미만	1/ 1/ 5				
- 시간당 처리능력이 1톤 이상 2톤 미만	1/ 1/ 5				
- 시간당 처리능력이 200kg 이상 1톤 미만	5/ 5/ 5				
- 시간당 처리능력이 25kg 이상 200kg 미만	5/ 10/ 10				

주: 1) 다이옥신 환경기준 : 연간평균치 0.6 이하

〈표 2-13〉 특정대기유해물질의 배출허용기준(계속)

번호	물질명	배출시설	기준	단위	비고
13	시안화수소 (시설, 기준 변경)	1) 아크릴로니트릴 제조시설의 폐가스 소각시설	10 이하	ppm	①
		2) 그 밖의 배출시설	5 이하		
14	비소 및 그 화합물 (시설, 기준 변경)	1) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설(소각보일러를 포함 한다) 및 고형연료제품 사용시설	0.25(12) 이하	ppm	①
		2) 시멘트제조시설 중 소성시설	0.25(13) 이하		
		3) 그 밖의 배출시설	2 이하		
15	염화비닐 (시설, 기준 변경)	- 이염화에틸렌·염화비닐 및 PVC 제조시설 중 중합반응시설		ppm	①
		1) 1996년 6월 30일 이전 설치시설			
		가) 현탁중합반응시설	50 이하		
		나) 괴상중합반응시설	80 이하		
		다) 유화중합반응시설	150 이하		
		라) 공중합반응시설	180 이하		
		마) 그 밖의 배출시설	10 이하		
		2) 1996년 7월 1일 이후 설치시설			
		가) 현탁중합반응시설	10 이하		
		나) 괴상중합반응시설	30 이하		
		다) 유화중합반응시설	100 이하		
		라) 공중합반응시설	180 이하		
		마) 그 밖의 배출시설	10 이하		
16	아세트 알데히드	1) 공업지역	0.1 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.05 이하		
17	스틸렌	1) 공업지역	0.8 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.4 이하		
18	베릴륨 및 그 화합물	없음			
19	사염화탄소	없음			
20	이황화메틸	없음			
21	아닐린	없음			
22	클로로포름	없음			

〈표 2-13〉 특정대기유해물질의 배출허용기준

번호	물질명	배출시설	기준	단위	비고
23	벤지딘	없음			
24	1,3-부타디엔	없음			
25	다환 방향족 탄화수소류	없음			
26	에틸렌옥사이드	없음			
27	테트라클로로에틸렌	없음			
28	1,2-디클로로에탄	없음			
29	에틸벤젠	없음			
30	트리클로로에틸렌		'16년 도입예정		
31	아크릴로니트릴	없음			
32	히드라진	없음			
33	석면	없음			
34	폴리염화비페닐	없음			
35	프로필렌 옥사이드	없음			

주: 1) 참고법령(2015.09 기준)

- ① 대기환경보전법 시행규칙 [별표8] ‘대기오염물질의 배출허용기준’
    - 2 '15년 1월 1일부터 적용되는 가. 가스형태의 물질 및 나. 입자형태의 물질의 1) 일반적인 배출허용기준
      - 일산화탄소, 황산화물, 질소산화물, 먼지 제외
  - ② 환경부 고시(2009), 대기보전특별대책지역지정 및 동지역내 대기오염저감을 위한 종합대책 [별표 1] ‘기존사업장 및 신규사업장 배출허용기준’
    - 1. 가스상물질/ 2. 입자상물질의 ‘기존사업장’ 기준
  - ③ 악취방지법 [별표3] ‘배출허용기준 및 엄격한 배출허용기준의 설정 범위’
    - 2. 지정악취물질 배출허용기준
  - ④ 잔류성유기오염물질 관리법 시행규칙 [별표 3] ‘잔류성유기오염물질 배출허용기준’
    - (시설별) 가. 배기가스로 배출되는 다이옥신 배출허용기준
- 2) 배출허용기준란의 ( )는 표준산소농도 (O<sub>2</sub>의 백분율)를 말한다

〈표 2-14〉 유해 대기오염물질(특정대기유해물질 제외)의 배출허용기준(계속)

번호	물질명	배출시설	기준	단위	비고
1	암모니아	1) 공업지역	2 이하	ppm	③
		2) 기타지역	1 이하		
		3) 화학비료 및 질소화합물 제조시설	20 이하	ppm	①
		4) 무기안료·염료·유연제·착색제 제조시설	20 이하		
		5) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리 시설 (소각보일러를 포함한다) 및 고형연료제품 사용시설	30(12) 이하		
		6) 시멘트 제조시설 중 소성시설	30(13) 이하		
		7) 그 밖의 배출시설	50 이하		
2	메틸메르캅탄	1) 공업지역	0.004 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.002 이하		
3	황화수소	1) 공업지역	0.06 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.02 이하		
		3) 폐수·폐기물·폐가스 소각처리시설(소각보일러를 포함한다)		ppm	①
		가) 소각용량이 시간당 200 킬로그램 이상인 시설	2(12) 이하		
		나) 소각용량이 시간당 200 킬로그램 미만인 시설	10(12) 이하		
		4) 시멘트제조시설 중 소성시설	2(13) 이하		
		5) 석유 정제품 제조시설 및 기초유기화합물 제조시설 중 가열시설, 탈황시설 및 폐가스소각시설	6(4) 이하		
		6) 펄프·종이 및 종이제품 제조시설	5 이하		
		7) 고형연료제품 사용시설			
		가) 고형연료제품 사용량이 시간당 2톤 이상인 시설	2(12) 이하		
		나) 고형연료제품 사용량이 시간당 200 킬로그램 이상 2톤 미만인 시설	10(12) 이하		
		8) 석탄가스화 연료 제조시설			
		가) 황 회수시설	6(4) 이하		
		나) 황산 제조시설	6(8) 이하		
		9) 그 밖의 배출시설	10 이하		
10) 석유정제시설 중 가열시설, 탈황시설, 폐가스 소각시설		ppm	②		
가) 기존사업장	5 이하				
나) 신규사업장	4 이하				
11) 펄프제조시설		ppm	②		
가) 기존사업장	5 이하				
나) 신규사업장	4 이하				

〈표 2-14〉 유해 대기오염물질(특정대기유해물질 제외)의 배출허용기준(계속)

번호	물질명	배출시설	기준	단위	비고
4	다이메틸설파이드	1) 공업지역	0.05 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.01 이하		
5	다이메틸 다이설파이드	1) 공업지역	0.03 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.009 이하		
6	트라이메틸아민	1) 공업지역	0.02 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.005 이하		
7	프로피온 알데하이드	1) 공업지역	0.1 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.05 이하		
8	뷰틸알데하이드	1) 공업지역	0.1 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.029 이하		
9	n-발레르 알데하이드	1) 공업지역	0.02 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.009 이하		
10	i-발레르 알데하이드	1) 공업지역	0.006 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.003 이하		
11	톨루엔	1) 공업지역	30 이하	ppm	③
		2) 기타지역	10 이하		
12	자일렌	1) 공업지역	2 이하	ppm	③
		2) 기타지역	1 이하		
13	메틸에틸케톤	1) 공업지역	35 이하	ppm	③
		2) 기타지역	13 이하		
14	메틸 아이소뷰틸케톤	1) 공업지역	3 이하	ppm	③
		2) 기타지역	1 이하		
15	뷰틸아세테이트	1) 공업지역	4 이하	ppm	③
		2) 기타지역	1 이하		
16	프로피온산	1) 공업지역	0.07 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.03 이하		
17	n-뷰틸산	1) 공업지역	0.002 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.001 이하		
18	n-발레르산	1) 공업지역	0.002 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.0009 이하		
19	i-발레르산	1) 공업지역	0.004 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.001 이하		

〈표 2-14〉 유해 대기오염물질(특정대기유해물질 제외)의 배출허용기준(계속)

번호	물질명	배출시설	기준(ppm)	단위	비고
20	i-부틸알코올	1) 공업지역	4.0 이하	ppm	③
		2) 기타지역	0.9 이하		
21	탄화수소	1) 연속식 도장시설(건조시설과 분무·분체·침지도장시설을 포함한다)	40 이하	ppm	①
		2) 비연속식 도장시설(건조시설과 분무·분체·침지도장시설을 포함한다)	200 이하		
		3) 인쇄 및 각종 기록매체 제조(복제)시설	200 이하		
		4) 시멘트 제조시설 중 소성시설(예열시설을 포함하며, 폐기물을 연료로 사용하는 시설만 해당한다)	60(13)이하		
22	비산먼지	1) 시멘트 제조시설	0.3 이하	mg/Sm <sup>3</sup>	①
		2) 그 밖의 배출시설	0.5 이하		
23	이황화탄소	1) 모든 배출시설	30 이하	ppm	①
		2) 모든 배출시설 가) 기존사업장 나) 신규사업장	15 이하 10 이하	ppm	②
24	브롬 화합물	- 모든 배출시설	3 이하	ppm	①
25	구리 화합물	- 모든 배출시설	5 이하	mg/Sm <sup>3</sup>	①
26	아연 화합물	- 모든 배출시설	5 이하	mg/Sm <sup>3</sup>	①
27	매연	- 모든 배출시설	링겔만비탁표 2도 이하	-	①

주: 1) 참고법령(2015.09 기준)

- ① 대기환경보전법 시행규칙 [별표8] ‘대기오염물질의 배출허용기준’
    - 2. '15년 1월 1일부터 적용되는 가. 가스형태의 물질 및 나. 입자형태의 물질의 1) 일반적인 배출허용기준
    - 일산화탄소, 황산화물, 질소산화물, 먼지 제외
  - ② 환경부 고시(2009), 대기보전특별대책지역지정 및 동지역내 대기오염저감을 위한 종합대책 [별표 1] ‘기존사업장 및 신규사업장 배출허용기준’
    - 1. 가스상물질/ 2. 입자상물질의 ‘기존사업장’ 기준
  - ③ 악취방지법 [별표3] ‘배출허용기준 및 엄격한 배출허용기준의 설정 범위’
    - 2. 지정악취물질 배출허용기준
  - ④ 잔류성유기오염물질 관리법 시행규칙 [별표 3] ‘잔류성유기오염물질 배출허용기준’
    - (시설별) 가. 배기가스로 배출되는 다이옥신 배출허용기준
- 2) 배출허용기준란의 ( )는 표준산소농도 (O<sub>2</sub>의 백분율)를 말한다

## 다. 화학물질관리법

화학물질의 심사 및 관리의 내용이 포함된 ‘유해화학물질관리법’은 국민의 건강과 재산을 보호하고, 환경상의 위해를 예방하기 위하여 제정되었다. 그 후 유해화학물질 사고예방 관리 체계 강화를 위하여 '13년, ‘화학사고 장외영향평가제도 및 영업허가제 신설’ 등의 내용이 포함된 ‘화학물질관리법(이하 화관법)’으로 전부 개정되었으며, 법 주요내용을 <표 2-15>에 정리하였다.

화관법상 ‘유독물질’은 유해성이 있는 화학물질로서 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률 시행령(이하 화평법)」(별표 1)의 설치류에 대한 급성경구독성 및 피독성, 설치류에 대한 급성흡입독성 등의 기준에 따라 지정된 물질을 의미한다. 현재 화평법 시행령 제3조 및 화관법 시행령 제2조에 의한 지정기준에 해당하는 유독물질 723종은 <표 2-17>과 같다. 또한 화관법상 ‘유해화학물질’은 별도로 명시하여, ‘유독물질, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질’로 정의하고 있다. 유해화학물질별 관리체계는 <그림 2-11>과 같다.

화학물질의 취급현황, 취급시설 등의 정보체계 구축을 위하여 환경부는 2년마다 ‘화학물질 통계조사’를 실시하고 있다. 통계조사결과는 국내에서 취급되고 있는 화학물질의 종류 및 제조, 수입, 사용, 수출 등 취급실태를 파악하여 화학물질 사고대응에 중요한 자료로 사용되며, 각종 국제협약<sup>3)</sup> 이행을 위한 기초 자료로 활용된다.

또한 환경부는 사업장의 자발적인 화학물질 배출의 저감을 유도하기 위하여 매년 화학물질을 취급하는 사업장에 대하여 매년 ‘화학물질 배출량 조사(법 제11조)’를 실시한다. 이는 화학물질을 취급하는 과정에서 배출되는 화학물질 현황을 조사하기 위한 것이다. ‘화학물질배출량 조사’를 실시하는 경우에는 조사대상 화학물질 및 취급시설에 관한 사항, 조사대상 업종·업체의 규모 및 지역에 관한 사항, 조사방법·절차 및 추진체계에 관한 사항 등이 명시되어 있는 ‘(환경부가 고시한)조사계획’을 따라야 한다. 이 외에도 화학사고

3) OECD 환경규정 등 국제협약에서 화학물질을 조사하고 그에 따른 위해성 관리를 의무화함(기존화학물질의 체계적 조사 C(87)90/Final)

등에 대비한 화학물질 관리를 위해 화학사고 특별관리 지역을 지정하고, 화학물질 종합정보시스템을 구축하여 체계적인 화학물질 관리를 시행하고 있다. 화학법의 화학물질의 모니터링과 관련한 조항은 <표 2-16>에 정리되어 있다.

〈표 2-15〉 화학물질관리법 및 법률 주요내용(계속)

구분	법령	조항	조항명	법령 주요 내용
1	시행규칙 (법)	제2조 (제9조)	화학물질확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약</li> <li>① 화학물질을 제조하거나 수입하려는 자는 해당 화학물질의 성분을 확인하고 서류 제출               <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 제2조제3호/제4호에 따른 기준, 신규화학물질</li> <li>3. 유독물질/ 4. 허가물질/ 5. 제한물질/ 6. 금지물질/ 7. 사고대비물질 ...등</li> </ul> </li> <li>○ 관련내용 : [별지 제1호 서식] (제조, 수입)화학물질 확인명세서</li> </ul>
2	시행규칙 (법)	제8조 (제13조)	유해화학물질 취급기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 관련내용 : [별표 1] 유해화학물질의 취급기준(아래 내용)</li> <li>1. 유해화학물질의 취급 중에 음식물, 음료 등을 섭취 금지</li> <li>3. 유해화학물질을 취급하는 경우 콘택트렌즈를 착용 금지(다만, 적절한 보안경을 착용시 예외)</li> <li>42. 유해화학물질이 발생하는 반응, 추출, 교반, 혼합, 분쇄, 선별, 여과, 탈수, 건조 등의 공정은 밀폐 또는 격리된 상태로 이루어지도록 할 것</li> <li>43. 유해화학물질이 유출된 경우에는 유출된 유해화학물질이 넓은 지역으로 퍼지지 않도록 차단하는 조치를 할 것</li> <li>44. 유해화학물질이 유출·누출된 경우에는 다른 사람과 차량의 접근을 통제할 것 ... 등</li> <li>※ 그 외의 내용은 주로 유해화학물질의 취급, 안전시설, 운반, 보관, 용기 등에 관한 사항임)</li> </ul>
3	시행규칙	제21조	취급시설의 배치·설치 및 관리기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약</li> <li>① 법 제24조제1항에 따라 유해화학물질 취급시설은 그 외벽부터 「건축법」 제2조제2호의 건축물의 경계 또는 「자연환경보전법」 제2조제12호의 생태·경관보호지역의 경계까지 환경부장관이 정하여 고시하는 안전거리를 유지하도록 배치되어야 한다.</li> <li>② 법 제24조제1항에 따른 유해화학물질 취급시설의 설치 및 관리기준은 별표 5와 같다... 등</li> <li>○ 관련내용 : [별표 5] 유해화학물질 취급시설 설치 및 관리 기준</li> </ul>

〈표 2-15〉 화학물질관리법 및 법률 주요내용(계속)

구분	법령	조항	조항명	법령 주요 내용
4	법	제24조	취급시설의 배치·설치 및 관리 기준 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 유해화학물질 취급시설은 배치·설치 및 관리 기준 등에 따라 설치·운영</li> <li>② 유해화학물질 취급시설의 설치 후 ‘검사기관’에서 검사를 받고 결과 제출</li> <li>③ 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하는 자는 취급시설별로 정해진 기간마다 제2항에 따른 검사기관에서 정기검사 또는 수시검사를 받고 결과 제출 (단, 제4항에 따라 안전진단을 실시하고 안전진단결과보고서를 제출한 자는 일정 기간 정기검사 면제 가능)</li> <li>④ 유해화학물질 취급시설의 설치를 마친 자 또는 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하는 자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제2항에 따른 검사기관에 의한 안전진단을 실시하고 취급시설의 안전 상태를 입증하기 위한 안전진단결과보고서를 제출...등</li> </ul> </li> <li>○ 관련내용 : [별지 제35~36호 서식] 유해화학물질 취급시설에 대한 수시검사 대상 통지서 등 ※ [붙임 3] 참고</li> </ul>
5	법 (시행규칙)	제26조 (제26조)	취급시설 등의 자체 점검	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하는 자(가동중단 또는 휴업 중인 자를 포함)는 주 1회 이상 해당 유해화학물질의 취급 시설 및 장비 등에 대하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 정기 점검 실시 및 결과 5년간 기록·비치</li> <li>② 점검내용                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>1 유해화학물질의 이송배관·접합부 및 밸브 등 관련 설비의 부식 등으로 인한 유출·누출 여부 ...등</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 관련내용 : [별지 제42호 서식] 유해화학물질 취급시설 자체점검대장 ※ [붙임 4] 참고</li> </ul>

〈표 2-15〉 화학물질관리법 및 법률 주요내용(계속)

구분	법령	조항	조항명	법령 주요 내용
6	시행규칙 (법)	제27조 (제28조)	유해화학물질 영업허가 등	<p>○ 원문요약</p> <p>① 법 제28조제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 유해화학물질 영업허가를 받으려는 자는 별지 제43호서식의 허가신청서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 지방환경관서의 장에게 제출하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 법 제28조제1항 각 호의 서류</li> <li>2. 별지 제44호서식에 따라 작성된 유해화학물질의 연간 취급 예정량 등에 관한 자료</li> <li>3. 유해화학물질 취급시설의 명세서(시설별 면적 및 용량, 수량, 위치도 및 배치평면도 등을 적은 자료를 말한다)</li> <li>4. 유해화학물질 장비·기술인력 명세서...등</li> </ol> <p style="text-align: center;">⋮</p> <p>③ 법 제28조제2항에 따른 유해화학물질별 취급시설·장비 및 기술인력 기준은 별표 6과 같다... 등</p> <p>○ 관련내용 : [별표 6] 유해화학물질별 취급시설·장비 및 기술인력 기준 ※ [붙임 5] 참고          [별지 제 43호 서식] 유해화학물질(제조업, 판매업 등) 허가신청서 ※ [붙임 6] 참고          [별지 제 43호 서식] 유해화학물질 연간 취급예정량 등에 관한 자료 ※ [붙임 7] 참고</p>
7	법	제32조	유해화학물질 관리자	<p>○ 원문요약</p> <p>① 유해화학물질 취급시설의 안전 확보와 유해화학물질의 위해 방지에 관한 직무를 수행할 유해화학물질관리자를 선임함(유해화학물질 취급량 및 종사자수 등의 기준 준수)</p> <p>② 전문기관에 위탁할 경우, 그 유해화학물질 취급시설의 관리업무를 위탁받은 자가 제1항에 따른 유해화학물질관리자를 선임...등</p>
8	법	제35조	유해화학물질 영업허가의 취소	<p>○ 원문요약</p> <p>① 허가취소대상</p> <p>3. 제13조를 위반하여 유해화학물질 취급기준을 준수하지 아니한 경우</p> <p>9. 제24조제3항에 따른 유해화학물질 취급시설 검사 또는 같은 조 제4항에 따른 안전진단을 실시하지 아니하고 취급시설을 설치·운영한 경우</p> <p>10. 제24조제4항에 따른 안전진단결과보고서를 제출하지 아니하거나 같은 조 제5항에 따라 적합 판정을 받지 아니하고 취급시설을 설치·운영한 경우</p> <p>11. 제25조에 따른 개선명령을 이행하지 아니한 경우</p> <p>19. 제32조제1항 및 제2항에 따라 유해화학물질관리자를 선임하지 아니한 경우</p>

〈표 2-15〉 화학물질관리법 및 법률 주요내용

구분	법령	조항	조항명	법령 주요 내용
9	법	제48조	화학물질 종합정보시스템 구축운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약</li> <li>① 화학물질의 안전관리, 화학사고 발생 이력(履歷) 및 화학사고 대비·대응 등과 관련된 정보를 수집·보급하기 위하여 화학물질 종합정보시스템을 구축·운영</li> <li>② 제1항에 따른 화학물질 종합정보시스템에 의하여 확보된 화학물질의 안전관리 등과 관련된 정보를 화학물질을 취급하는 자, 화학사고 대응 관계 기관 및 국민에게 제공</li> </ul>
10	법	제50조	서류의 기록·보존	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약</li> <li>① 5년간 기록·보존의 의무가 있는 대상자                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 제9조제1항에 따라 화학물질확인을 한 자</li> <li>2. 제18조제1항 단서에 따라 금지물질의 제조·수입·판매 허가를 받은 자</li> <li>3. 제19조에 따른 허가물질의 제조·수입·사용 허가를 받은 자</li> <li>4. 제20조제1항에 따라 제한물질의 수입허가를 받은 자나 같은 조 제2항에 따라 유독물질의 수입신고를 한 자</li> <li>5. 제21조제1항에 따라 제한물질·금지물질의 수출승인을 받은 자</li> <li>6. 제28조에 따라 유해화학물질 영업허가를 받은 자</li> <li>7. 제40조에 따라 사고대비물질을 취급하는 자</li> </ol> </li> <li>○ 관련내용 : [별제 제 75호 서식] 화학물질(제조, 수입, 사용, 판매) 관리대장 ※ [붙임 8] 참고</li> </ul>

〈표 2-16〉 화학물질관리법 관련 모니터링 조항(계속)

구분	법령	조항	조항명	법령 주요 내용
1	시행규칙	제 4조	화학물질 통계 조사 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약</li> <li>① 화학물질 통계조사 대상 (법 제10조 제1항 관련)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 「대기환경보전법」 제23조제1항 또는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제33조제1항에 따라 배출시설의 설치 허가를 받거나 설치 신고를 한 사업장</li> <li>2. 화학물질을 제조·보관·저장·사용하거나 수출입하는 사업장</li> <li>3. 그 밖에 환경부장관이 화학물질 통계조사가 필요하다고 인정하여 고시한 대상</li> </ol> </li> <li>② 화학물질 통계조사의 내용               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 업종, 업체명, 사업장 소재지, 유입수계(流入水系) 등 사업자의 일반 정보</li> <li>2. 제조·수입·판매·사용 등 취급하는 화학물질의 종류, 용도, 제품명 및 취급량</li> <li>3. 화학물질의 입·출고량, 보관·저장량 및 수출입량 등의 유통량 ... 등</li> </ol> </li> </ul>
2	시행규칙 (법)	제5조 (제11 조)	화학물질 배출량조사 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약</li> <li>① 조사계획에 따라 실시</li> <li>② 조사계획 포함 내용               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 조사대상 화학물질 및 취급시설에 관한 사항</li> <li>2. 조사대상 업종·업체의 규모 및 지역에 관한 사항</li> <li>3. 조사방법·절차 및 추진체계에 관한 사항</li> <li>4. 조사표 작성 및 제출방법에 관한 사항</li> <li>5. 조사 결과의 처리 및 활용에 관한 사항</li> <li>6. 그 밖에 화학물질 배출량조사에 필요한 사항 ...등</li> </ol> </li> </ul>
3	법	제10조	화학물질 통계조사 및 정보체계 구축·운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약</li> <li>① 환경부장관은 2년마다 화학물질의 취급현황, 취급시설 등에 관한 화학물질 통계조사 실시</li> <li>② 서면조사 또는 현장조사를 실시하거나 정보체계를 구축·운영하여야 함. ... 등</li> </ul>

〈표 2-16〉 화학물질관리법 관련 모니터링 조항(계속)

구분	법령	조항	조항명	법령 주요 내용
4	법 (시행규칙)	제23조 (제19조)	화학사고 장외영향평가 서의 작성·제출	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하려는 자는 사전에 화학사고 발생으로 사업장 주변 지역의 사람이나 환경 등에 미치는 영향을 평가한 유해화학물질 화학사고 장외영향평가서(이하 "장외영향평가서"라 한다)를 작성 및 제출</li> <li>② 유해화학물질 취급시설의 위험도 및 적합 여부의 판정기준                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 유해화학물질 취급시설의 설치·운영으로 사람의 건강이나 주변 환경에 영향을 미치는지 여부</li> <li>2. 화학사고 발생으로 유해화학물질이 사업장 주변 지역으로 유출·누출될 경우 사람의 건강이나 주변 환경에 영향을 미치는 정도</li> <li>3. 유해화학물질 취급시설의 입지 등이 다른 법률에 저촉되는지 여부 ... 등</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 관련내용 : [별지 제31~34] 장외영향평가서 검토신청서, 검토결과서 등 ※ [붙임 9] 참고</li> </ul>
5	시행규칙	제23조	취급시설의 정기·수시 검사 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원문요약                             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 법 제24조 제2항에 따라 유해화학물질 취급시설의 설치를 마친 자는 해당 시설을 가동하기 전에 검사기관에서 검사를 받고 별지 제34호서식의 검사결과신고서에 검사결과서 첨부하여 제출</li> <li>② 법 제24조제3항 본문에서 "환경부령으로 정하는 기간"이란 1년(법 제28조에 따른 유해화학물질 영업허가 대상이 아닌 유해화학물질 취급시설의 경우에는 2년을 말한다)을 의미</li> <li>③ 유해화학물질 취급시설에서 화학사고가 발생한 경우에는 그 화학사고가 발생한 날부터 7일 이내에 법 제24조제3항 본문에 따른 수시검사를 받아야 함</li> <li>④ 지방환경관서의 장은 유해화학물질 취급시설에서 화학사고가 발생할 우려가 있는 경우에는 별지 제35호서식에 따라 법 제24조제3항 본문에 따른 수시검사 대상임을 통지</li> <li>⑤ 법 제24조제3항 단서에서 "환경부령으로 정하는 기간"이란 1년을 말한다...등</li> </ul> </li> <li>○ 관련내용 : [별지 제35~36호 서식] 유해화학물질 취급시설에 대한 수시검사 대상 통지서 등 ※ [붙임 3] 참고</li> </ul>

〈표 2-16〉 화학물질관리법 관련 모니터링 조항

구분	법령	조항	조항명	법령 주요 내용
6	시행규칙	제24조	안전진단 등	<p>○ 원문요약</p> <p>① 유해화학물질 취급시설의 설치를 마친 자 또는 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하는 자는 법 제24조제4항제1호에 해당하는 경우에는 법 제24조제2항 및 제3항에 따른 검사 결과를 받은 날부터 20일 이내에 법 제24조제4항에 따른 안전진단 실시</p> <p>② 법 제24조제4항제2호에서 "환경부령으로 정하는 기간"이란 제19조제4항에 따른 취급시설의 위험도를 기준으로 다음 각 호의 구분에 따른 기간을 의미함. 다만, 취급시설의 위험도에 대한 검토결과가 없는 경우에는 매 4년으로 함.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 고위험도 유해화학물질 취급시설: 제19조제4항에 따른 검토결과서를 받은 날부터 매 4년</li> <li>2. 중위험도 유해화학물질 취급시설: 제19조제4항에 따른 검토결과서를 받은 날부터 매 8년</li> <li>3. 저위험도 유해화학물질 취급시설: 제19조제4항에 따른 검토결과서를 받은 날부터 매 12년...등</li> </ol>
7	법 (시행규칙)	제25조 (제25조)	취급시설 개선명령 등	<p>○ 원문요약</p> <p>① 개선명령 대상</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 유해화학물질 취급시설의 배치·설치 및 관리 기준이 제24조제1항에 따른 기준에 맞지 아니한 경우</li> <li>2. 제24조제2항 및 제3항에 따른 검사 또는 같은 조 제4항에 따른 안전진단 결과 부적합 판정을 받은 경우</li> </ol> <p>② 환경부장관은 제1항에 따른 개선명령을 받은 자가 기간 내에 이를 이행하지 아니하거나 그 이행이 불가능하다고 판단되면 해당 시설의 가동중지를 명령 가능</p>

〈표 2-17〉 화평법 및 화관법에 의한 유독물질 723종(요약)

구분	고유번호	화학물질의 명칭
1	97-1-1	과산화 나트륨[Sodium peroxide; 1313-60-6] 및 이를 5% 이상 함유한 혼합물
2	97-1-2	과산화 수소[Hydrogen peroxide; 7722-84-1] 및 이를 6% 이상 함유한 혼합물
3	97-1-3	과산화 우레아[Urea peroxide; 124-43-6] 및 이를 17% 이상 함유한 혼합물
4	97-1-4	구아자틴[Guazatine; 13516-27-3]과 그 염류 및 그 중 하나를 구아자틴으로서 3.5% 이상 함유한 혼합물
5	97-1-5	글루타르알데히드[Glutaraldehyde; 111-30-8] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
6	97-1-6	글리시딜 아크릴산[Glycidyl acrylate; 106-90-1] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
⋮	⋮	⋮
719	2014-1-719	2,6-디이소프로필페닐 이소시아네이트[2,6-Diisopropylphenyl isocyanate; 28178-42-9] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
720	2014-1-720	4,4'-[1,3-프로판디일비스(옥시)]비스벤젠아민[4,4'-[1,3-Propanediylbis(oxy)] bisbenzenamine; 52980-20-8] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
721	2014-1-721	4,4'-[1,5-펜탄디일비스(옥시)]비스벤젠아민[4,4'-[1,5-Pentanediybis(oxy)] bisbenzenamine; 2391-56-2] 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물
722	2014-1-722	(E)-2-도데세날[(E)-2-Dodecenal; 20407-84-5] 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물
723	2014-1-723	2-아미노에탄올과 암모니아의 반응생성물[2-Aminoethanol reaction products with ammonia by-products from; 68910-05-4] 및 이를 0.3% 이상 함유한 혼합물

자료: 환경부고시(2015), 유독물질 및 제한물질·금지물질의 지정 [별표 1] '유독물질'



## 라. 산업안전보건법

산업안전보건법은 산업안전·보건에 관한 기준을 확립하고 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 근로자의 안전과 보건을 유지·증진하기 위한 법이다. 황린성냥, 폴리클로리네이티드터페닐(PCT) 등 11개의 제조 등이 금지되는 유해물질(시행령 제29조)이 지정되어 있으며, 디클로로벤지딘과 그 염 등 16개의 허가 대상 유해물질(시행령 제30조)도 지정되어 있다.

또한 화학물질, 물리적, 생물학적 인자를 기준으로 하여 유해인자의 분류기준(시행규칙 별표11의 2)을 두고 있으며, 구체적인 유해인자별 노출농도의 허용기준은 <표 2-18>에 정리하였다.

<표 2-18> 유해인자별 노출농도의 허용기준(시행규칙 별표 11의3)

유해인자	허용기준				
	시간가중평균값(TWA)		단시간 노출값(STEL)		
	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	
1. 납 및 그 무기화합물	-	0.05	-	-	
2. 니켈(불용성 무기화합물)	-	0.5	-	-	
3. 디메틸포름아미드	10	30	-	-	
4. 벤젠	1	3	-	-	
5. 2-브로모프로판	1	5	-	-	
6. 석면	-	0.1개/cm <sup>3</sup>	-	-	
7. 6가크롬 화합물	불용성	-	0.01	-	-
	수용성	-	0.05	-	-
8. 이황화탄소	10	30	-	-	
9. 카드뮴 및 그 화합물	-	0.03	-	-	
10. 톨루엔-2,4-디이소시아네이트	0.005	0.04	0.02	0.15	
11. 트리클로로에틸렌	50	270	200	1,080	
12. 포름알데히드	0.5	0.75	1	1.5	
13. 노말hex산	50	180	-	-	

자료: 산업안전보건법 시행규칙 별표 11의 3

## 마. 잔류성 유기오염물질 관리법

국내의 잔류성 유기오염물질 관리법은 「잔류성 유기오염물질(POPs)에 관한 스톡홀름 협약」(이하 스톡홀름협약)의 시행에 따라 동 협약에서 규정하는 다이옥신 등 잔류성 유기오염물질의 관리에 필요한 사항을 규정하고 있다.

‘잔류성 유기오염물질’이란 독성·잔류성·생물농축성 및 장거리이동성 등의 특성을 지니고 있어 사람과 생태계를 위협하는 물질로서 스톡홀름협약에서 정하는 물질을 기준으로 하고 있다. 스톡홀름협약에서는 협약당사자가 ‘의도적인 생산 및 사용으로부터 발생하는 배출을 저감 또는 근절하기 위한 수단(제3조)’, ‘비의도적인 생산으로부터의 배출을 저감 또는 근절하기 위한 수단(제5조)’, ‘재고와 폐기물로부터 배출을 저감 또는 근절을 위한 수단(제6조)’ 등의 구분을 통해 해당 화학물질의 생산, 사용 및 금지, 수출 등의 규제(단, 특정면제 등록 가능)를 하고 있으며, 이와 관련하여 정부는 잔류성 유기오염물질 24종(표 1-19)를 선정하였다. 또한, 배출시설에서 배기가스 및 폐수 등으로 잔류성 유기오염물질의 배출을 관리하기 위해 별도로 배출허용기준을 명시하고 있다.

정부는 협약에 의거하여 잔류성 유기오염물질에 대한 ‘환경기준’을 마련하여야 하는데, 환경기준이란 국제독성등가환산계수(I-TEF)로 환산한 농도를 의미한다. 현행법상 ‘환경기준’은 대기분야 물질 중 다이옥신에 한해서 연간 평균치  $0.6\text{pg-TEQ}/\text{Sm}^3$  이하의 기준이 설정되어 있다(표 1-20).

스톡홀름 협약상 다이옥신 관련 규정은 ‘비의도적인 생산으로부터의 배출을 저감 또는 근절하기 위한 수단(제5조) 및 부속서C(비의도적인 생산) 조항’에 명시되어 있으며, 해당 물질 및 배출원 범위 등을 구체적으로 확인할 수 있다(표 1-21). 이에 따라 해당 화학물질의 궁극적인 근절 및 인위적 배출원으로부터 배출총량을 저감을 위해서 지속적으로 행동계획 이행, 평가 실시 등의 조치를 취할 것을 요구하고 있다.

〈표 2-19〉 잔류성유기오염물질 종류(총 24종)

구분	물 질 명	구분	물 질 명
1	알드린(Aldrin)	13	클로르데칸(Chlordecone)
2	엔드린(Endrin)	14	린단(Lindane)
3	디엘드린(Dieldrin)	15	알파헥사클로로사이클로헥산(Alpha hexachlorocyclohexane)
4	톡사펜(Toxaphene)	16	베타헥사클로로사이클로헥산(Beta hexachlorocycloHexane)
5	클로르데인(Chlordane)	17	테트라브로모디페닐에테르와 펜타브로모디페닐에테르(Tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether)
6	헵타클로르(Heptachlor)	18	헥사브로모디페닐에테르와 헵타브로모디페닐에테르(Hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether)
7	미렉스(Mirex)	19	헥사브로모비페닐(Hexabromobiphenyl)
8	헥사클로로벤젠 (Hexachlorobenzene)	20	펜타클로로벤젠(Pentachlorobenzene, PeCB)
9	폴리클로리네이티드비페닐(Polychlorinated biphenyls, PCBs)	21	과불화옥탄술포산(Perfluorooctane sulfonic acid, PFOS), 그 염류와 과불화옥탄술포닐플로라이드(Perfluorooctane sulfonyl fluoride, PFOS-F)
10	디디티(1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane, DDT)	22	엔도설판 및 그 이성체(Technical endosulfan and its related isomer)
11	다이옥신(Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, PCDD)	23	헥사브로모사이클로도데칸(Hexabromocyclododecane)
12	푸란(Polychlorinated dibenzofurans, PCDF)	24	그 밖에 스톡홀름협약에 등재된 물질 중 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 물질

자료: 법제처(2015), 잔류성 유기오염물질 관리법 시행령 [별표 1] ‘잔류성 유기오염물질’

〈표 2-20〉 잔류성유기오염물질에 대한 환경기준

분야	항목	기준
대기	다이옥신	연간 평균치 0.6pg-TEQ/Sm <sup>3</sup> 이하

자료: 법제처(2015), 잔류성 유기오염물질 관리법 시행령 [별표 3] ‘환경기준’

주: 1) 환경기준이란 국제독성등가환산계수(I-TEF)로 환산한 농도를 말함

2) 다이옥신은 푸란을 포함한 것을 말한다.

〈표 2-21〉 스톡홀름 협약상의 비의도적인 생산에 해당되는 화학물질

협약명	잔류성유기오염물질(POPs)에 관한 스톡홀름협약				
관련조항	제 5조 비의도적인 생산으로부터의 배출을 저감 또는 근절하기 위한 수단				
해당조항	부속서 C(비의도적인 생산)				
구 분	부속서 본문내용				
[제1부] 제5조의 요건에 따른 잔류성유기 오염물질	<p>본 부속서는 다음과 같은 잔류성유기오염물질이 인위적 배출원으로부터 비의도적으로 발생 및 방출될 때 적용된다.</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>화학물질</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>· 다이옥신/ 퓨란 (PCDD/ PCDF)</td> </tr> <tr> <td>· 헥사클로로벤젠(HCB) (CAS번호 : 118-74-1)</td> </tr> <tr> <td>· 다염소화비페닐(PCB)</td> </tr> </tbody> </table>	화학물질	· 다이옥신/ 퓨란 (PCDD/ PCDF)	· 헥사클로로벤젠(HCB) (CAS번호 : 118-74-1)	· 다염소화비페닐(PCB)
화학물질					
· 다이옥신/ 퓨란 (PCDD/ PCDF)					
· 헥사클로로벤젠(HCB) (CAS번호 : 118-74-1)					
· 다염소화비페닐(PCB)					
[제2부] 배출원 범주	<p>다이옥신/퓨란, HCB, PCB 등은 유기물과 염소가 수반되는 열공정에서 불안전연소 또는 화학 반응의 결과로 비의도적으로 발생·방출된다. 동 물질의 발생 및 환경방출 가능성이 상대적으로 큰 산업배출원의 범주는 다음과 같다.</p> <p>(a) 생활쓰레기, 유해폐기물, 의료폐기물 또는 폐하수슬러지 등의 혼합소각을 포함한 폐기물 소각시설</p> <p>(b) 유해폐기물을 소각하는 시멘트소성로</p> <p>(c) 염소 또는 염소발생 화학물질을 사용하는 표백공정을 이용하는 펄프생산</p> <p>(d) 다음과 같은 금속산업에서의 열공정</p> <p style="margin-left: 20px;">(i) 2차 구리 생산</p> <p style="margin-left: 20px;">(ii) 철강산업 소결 시설</p> <p style="margin-left: 20px;">(iii) 2차 알루미늄 생산</p> <p style="margin-left: 20px;">(iv) 2차 아연 생산</p>				
[제2부] 배출원 범주	<p>다이옥신/퓨란, HCB, PCB 등은 다음과 같은 배출원에서도 비의도적으로 발생·방출될 수 있다.</p> <p>(a) 매립장 소각을 포함한 쓰레기 노천 소각</p> <p>(b) 제2부에 기술되지 않은 금속산업의 열공정</p> <p>(c) 주택의 연소설비</p> <p>(d) 화석연료 사용 시설 및 산업용 보일러</p> <p>(e) 목재 및 기타 생체연료의 연소설비</p> <p>(f) 특히 클로로페놀과 클로르아닐의 생산 등 비의도적으로 발생된 잔류성유기오염물질을 방출하는 특정화학제품의 생산공정</p> <p>(g) 화장장</p> <p>(h) 특히 유연휘발유를 사용하는 자동차</p> <p>(i) 동물사체의 파기</p> <p>(j) 식물 및 가축의 염색(클로르아닐 사용)과 마감(알칼리 추출)</p> <p>(k) 폐차처리를 위한 절단기</p> <p>(l) 구리선의 그을림</p> <p>(m) 폐유 정제</p>				

자료: 환경부 화학물질과(2001), 잔류성 유기오염물질(POPs)에 관한 스톡홀름 협약(국,영문본)

## 바. 기타 대기오염물질 관리현황

### 1) 휘발성유기화합물

‘휘발성 유기화합물’이란 “탄화수소류 중 석유화학제품, 유기용제 등의 물질”로서 대기환경보전법에서 총 37개 물질을 휘발성유기화합물질로 지정하였다. 그 물질들은 대기보전특별대책지역 및 대기환경규제지역 등에서 규제 및 관리되고 있다. 휘발성유기화합물질은 많은 수가 유해성이 높으므로 이 중 13종은 특정대기유해물질과 중복되고 있으며, 미국의 경우도 두 물질군에 대한 규제 기준이 중복되는 부분이 있는 것으로 확인되었다. 매우 강화된 HAPs 관리를 실시하고 있는 미국의 기준에 의하면, 대체로 동일 조건하에서 ‘HAPs의 관리기준’이 ‘VOC’ 보다 더 엄격한 편이다.

환경부는 대기환경보전법상 ‘대기환경규제지역의 지정’에 대한 조항을 1995년 12월 신설(제8조의 2)하였으며, 이는 환경기준을 초과하였거나 초과할 우려가 있는 지역으로서 대기질의 개선이 필요하다고 인정되는 지역을 대기환경규제지역으로 지정·고시할 수 있게 되었음을 의미한다(현 제18조). 대기환경규제지역을 지정하기 위해서는 구체적으로 대기환경보전법에 따라 상시측정을 하고, 판정기준(표 1-22) 및 통계처리방법(표 1-23)에 따라 대기환경기준을 초과한 지역을 대상으로 지정 가능하다. 또한, 상시측정을 하지 않는 지역의 경우 대기오염물질배출량을 기초로 산정한 대기오염도가 환경기준의 80퍼센트 이상인 지역의 면적이 당해 지역의 총면적의 30%를 초과할 경우 대상으로 지정한다. 다만 대기오염도가 항시 환경기준의 80퍼센트 미만인 경우 등 대기오염도 저감을 위한 개선목표와 조건이 충족되고 향후 유지가능성이 인정되는 경우 대기환경규제지역 지정이 해제될 수 있다. 환경부는 “1997년 7월에 지역 대기오염도가 환경기준의 80% 이상인 서울특별시, 인천광역시(강화군·옹진군 제외), 경기도 15개시(수원시·부천시·고양시·의정부시·안양시·군포시·의왕시·시흥시·안산시·과천시·구리시·남양주시·성남시·광명시·하남시)를 대기환경규제지역으로 지정·고시하였으며, 1999년 12월에는 현재 추진중인 자동차 배출가스 저감 대책으로는 단기간 내에 이산화질소와 오존오염도 개선이 어려울 것으로 예상되는 부산(김해포함), 대구 및 광양만권역(여수, 광양, 순천, 하동화력발전소)

을 해당지자체와 충분한 협의를 거쳐 대기환경규제지역으로 추가 지정·고시”하였다.

대기보전특별대책지역으로는 울산광역시 울산·미포 및 온산 국가산업단지(‘86년 3월 지정) 및 전라남도 여수시 여천국가산업단지 및 확장단지(‘96년 9월 지정)가 지정되어 배출규제가 시행되고 있다. 특별대책지역 안에 이미 설치되었거나 새로이 설치되는 배출시설에 대하여는 각각 기존사업장 및 신규사업장 배출허용기준을 적용하여 대기오염물질을 관리하고 있다. 특히 배출시설을 설치할 경우, 휘발성유기화합물 배출을 억제 또는 방지하는 시설을 설치하여야 한다. 환경부는 “서울·인천 및 경기도 지역에 대하여 휘발성유기화합물질 배출시설에 대한 규제를 위하여 1999년부터 석유정제 및 석유화학제품제조업 저유소, 주유소, 세탁시설 등 4개 업종에 대하여 배출억제·방지시설을 설치·운영토록 하고 있으며, 유기용제 및 페인트제조업, 폐기물 보관 처리시설 등 6개 업종에 대해서도 '00년 이후 규제를 시행”하고 있다. 이상에서 소개된 관련 규정은 <표 2-24>와 같다.

〈표 2-22〉 대기환경기준 초과여부 판정기준

대상 물질	SO <sub>2</sub> (ppm)			PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		O <sub>3</sub> (ppm)		NO <sub>2</sub> (ppm)			CO (ppm)		벤젠 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	연	24시간	1시간	연	24시간	8시간	1시간	연	24시간	1시간	8시간	1시간	연
환경 기준 <sup>5)</sup>	0.02	0.05	0.15	50	100	0.06	0.10	0.03	0.06	0.10	9	25	5
초과 기준	0.02 <sup>1)</sup>	0.05 <sup>2)</sup>	0.15 <sup>4)</sup>	50 <sup>1)</sup>	100 <sup>2)</sup>	0.06 <sup>3)</sup>	0.10 <sup>4)</sup>	0.03 <sup>1)</sup>	0.06 <sup>2)</sup>	0.10 <sup>4)</sup>	9 <sup>2)</sup>	25 <sup>4)</sup>	5 <sup>1)</sup>

자료: 대기환경규제지역 지정 및 실천계획 수립 등에 관한 규정 [별표] ‘대기환경기준 물질별 대기환경규제지역 지정 세부기준’ (1.가.)

주: 1) 최근 3년간 측정치의 평균이 환경기준 이상인 경우

2) 최근 3년간 측정치의 99퍼센타일 평균농도가 환경기준을 초과한 경우

3) 최근 3년간 측정치의 95퍼센타일 평균농도가 환경기준을 초과한 경우

4) 최근 3년간 측정치의 99.9퍼센타일 평균농도가 환경기준을 초과한 경우

5) 환경정책기본법 시행령 [별표] 환경기준(1.대기)

※ PM10는 황사기간 미포함 자료를 의미

※ 최근 3년간 자료는 국립환경과학원에서 발간하는 대기환경연보 자료를 인용

〈표 2-23〉 초과기준과의 비교를 위한 측정치의 통계처리방법

구분	산출 방법	적용대상
1) 최근 3년간 측정치의 평균이 환경기준 이상인 경우	(1) 측정된 1시간 자료를 이용하여 일평균 농도를 산정한다. (2) 24시간 중 18시간 이상에 대해 측정된 관측에 대해서만 일평균 농도를 산정한다. (3) 산정된 일평균 농도를 이용하여 일 년간 산출평균을 구한다. (4) (3)의 연평균 자료를 3년간 평균한다.	SO <sub>2</sub> (연평균) PM <sub>10</sub> (연평균) NO <sub>2</sub> (연평균) 벤젠(연평균)
2) 최근 3년간 측정치의 99퍼센타일 농도 환경기준을 초과한 경우	(1) 1)의 (1)과 (2)에 따라 24시간 평균농도를 계산한다. 1년간 유효한 24시간 평균농도는 최대 366개까지 계산 가능하다. (2) 8시간 평균농도는 연동평균(Forward moving average)로 계산하여, 8시간 중 6시간 이상에 대해 유효한 관측자료가 있을 경우에만 계산한다. 1년간 유효한 8시간 평균농도의 개수는 최대 366일/년×24시간/년이다. (3) (0.99)×cn을 계산한다. cn은 1년간 유효한 시료의 개수이다. 이 계산의 결과의 정수부분을 i라 한다. (4) P0.99,y=x i+1 를 이용하여 특정한 연도y에 대한 99퍼센타일을 구한다. 여기서 x i+1 은 순서대로 정렬된 일련의 농도들 중에서 (i+1)번째 농도이다. (5) (4)의 결과를 3년간 평균한다.	SO <sub>2</sub> (24hrs) PM <sub>10</sub> (24hrs) NO <sub>2</sub> (24hrs) CO(24hrs)
3) 최근 3년간 측정치의 95퍼센타일 농도가 환경기준을 초과한 경우	(1) 2)의 (2)에 의해 8시간 평균농도를 산정한다. (2) (0.95)×cn을 계산한다. cn은 1년간 유효한 시료의 개수이다. 이 계산의 결과의 정수부분을 i라 한다. (3) P0.95,y=x i+1 를 이용하여 특정한 연도y에 대한 95퍼센타일을 구한다. 여기서 x i+1 은 순서대로 정렬된 일련의 농도들 중에서 (i+1)번째 농도이다. (4) (3)의 결과를 3년간 평균한다.	O <sub>3</sub> (8hrs)
4) 최근 3년간 측정치의 99.9퍼센타일 농도가 환경기준을 초과한 경우	(1) 유효한 1시간 평균농도 자료를 이용한다. 1년간 유효한 1시간 평균농도의 최대 개수는 366일/년×24시간/년이다. (2) (0.999)×cn을 계산한다. cn은 1년간 유효한 시료의 개수이다. 이 계산의 결과의 정수부분을 i라 한다. (3) P0.999,y=x i+1 를 이용하여 특정한 연도y에 대한 99.9퍼센타일을 구한다. 여기서 x i+1 은 순서대로 정렬된 일련의 농도들 중에서 (i+1)번째 농도이다. (4) (3)의 결과를 3년간 평균한다.	SO <sub>2</sub> (1hrs) O <sub>3</sub> (1hrs) NO <sub>2</sub> (1hrs) CO(1hrs)

자료: 대기환경규제지역 지정 및 실천계획 수립 등에 관한 규정 [별표] '대기환경기준 물질별 대기환경규제지역 지정 세부기준' (1.나.)

〈표 2-24〉 대기환경규제지역 및 대기보전특별대책지역의 휘발성 유기화합물 관리 조항

- 대기환경보전법 시행규칙
  - 별표 8 : 휘발성유기화합물 배출억제, 방지시설 설치에 관한 기준
- 대기보전특별대책지역지정 및 동지역내 대기오염 저감을 위한 종합대책
  - 별표 1 : 기존사업장 및 신규사업장 배출허용기준
  - 별표 2 : 휘발성유기화합물 배출시설의 종류 및 규모
  - 별표 3 : 휘발성유기화합물의 배출억제 및 방지시설 설치 등에 관한 기준

## 2) 악취물질

악취방지법에서 총 22종의 물질을 지정악취물질로 지정하고 (엄격한)배출허용기준 등을 설정하여 악취물질을 관리하고 있다. 이 중 2종(아세트알데하이드, 스티렌)이 대기환경보전법의 특정대기유해물질과 중복된다.

## 3) 대기오염물질 저감을 위한 자발적 협약

환경부는 화학물질의 생산·사용과정에서 환경으로 배출되는 유해한 물질을 기업체 스스로 줄이도록 유도하기 위하여 기업체와 '05년부터 화학물질 배출 저감을 위한 자발적 협약을 체결하고 있다. 이미 '04년도에 환경부 장관실에서 POSCO, 한화화학, GS칼텍스정유, SK 등 9개 선도 기업(17개 사업장) 대표와 시민단체가 참여하여 협약을 체결한 바 있다.

'11년부터는 수도권 지역의 대기질 개선을 위해 수도권대기환경청과 총량관리사업자가 '대기오염물질 총량관리 자발적 협약'을 체결해오고 있다. 협약 사업자는 '대기총량관리제'에 따라 할당받은 배출허용총량보다 대기오염물질을 더 적게 배출할 것을 약속하고 연도별 저감목표와 이행계획을 수립한다.

이에 따라, '15년 4월 '대기질 개선'을 위해 수도권대기환경청과 수도권 일대의 발전업, 제조업, 폐기물 처리업 등 28곳 사업장과 "대기오염물질 총량관리 자발적 협약" 체결식을 시행하였다. 이들 사업장은 협약기간('15~'17년)동안 배출시설 적정운영, 방지시설 개선, 청정연료 전환 등을 통해 대기오염물질을 저감할 계획이다. 자발적 협약에 참여하는 28곳 사업장은 엘지디스플레이(주), 인천공항에너지(주), 포스코에너지(주), 한국남동발전(주)영흥화력본부 등이다. 협약 사업장의 배출량은 전체 수도권 대기오염물질 배출 총량관리사업장 264곳 중 약 10%이나 질소산화물(NOx)은 64%, 황산화물(SOx)은 72%를 차지하고 있다.

협약 사업장은 '17년까지 질소산화물과 황산화물 배출허용총량 중 각각 평균 86%, 95%만을 배출할 것을 목표로 세웠다. 이들 협약 사업장의 '17년까지 대기오염물질 저감

목표량은 질소산화물이 8,364톤, 황산화물이 1,178톤이다.

한편, 수도권대기환경청은 자발적 협약 사업장에 대해 협약목표 달성 여부, 오염물질 저감 실적, 시설 및 운영방법 개선노력 등을 매년 평가한다. 지난 '13~'14년 협약 이행실적을 평가한 결과 GS과워(주) 부천열병합발전 등 5개 사업장이 최우수 및 우수사업장으로 선정되었다. 이들 5개 사업장은 협약기간 동안 청정연료전환, 방지시설 개선 등 오염물질 감축 및 시설 개선에 노력했으며, 평균 목표 달성률 146%를 기록했다.

화학물질의 생산과정에서 환경으로 배출되는 양을 저감하기 위하여 정부에서 일률적으로 배출허용기준 등으로 직접 규제하는 것은 화학물질의 종류가 매우 다양할 뿐만 아니라, 생산 공정 중에서 비산 배출되는 부분까지 규제하기 힘든 정책적 어려움이 있을 수 있기 때문에 기업체 스스로 화학물질 배출량을 줄이려는 노력이 중요하다 할 수 있다.

# | 제3장 · 외국의 HAPs 관리정책 및 관리기준 |

## 1. HAPs 관리정책

### 가. 미국

미국은 1955년 대기공해관리법(Air Pollution Control Act)이 통과되며 연방차원의 대기관리가 시작되었으며, HAPs의 경우 1990년 청정대기법(Clean Air Act, CAA) 개정으로 인해 처음 관리를 시작했다. 청정대기법은 크게 1970년 개정과 1990년 개정안으로 나눌 수 있으며 <표 3-1>에 그 특징과 내용이 설명되어 있다. 두 개정안의 가장 큰 차이점은 위해성만을 기초로 한 화학물질별 관리정책에서 더 효과적이고 실용적인 저감기술을 중심으로 변화했다는 것이다. 다음은 시기별 청정대기법의 HAPs 관리의 주요 특징 및 내용을 정리하였다.

<표 3-1> 1970년 및 1990년 청정대기법 개정안의 HAPs 관리 특징

CAA 1970년 개정안	CAA 1990년 개정안('15년 기준)
HAPs 관리 시작 건강위해성에 중점을 둔 개정안	HAPs관리 정책 수정 최적기술을 이용한 배출 최소화 정책
HAPs 7종 지정	HAPs 187종 지정
물질별 관리	업종별 관리 주요 배출원별 관리기준 개발
오염 저감에 중점을 둔 정책	대기오염 저감비용, 환경효과 및 에너지사용 등을 함께 고려한 정책

자료: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별시설·관리기준 설정 연구

#### ■ 1970년 청정대기법 개정 이전 대기관리

1955년 대기공해관리법(Air Pollution Control Act)이 통과 이후 1963년 청정대기법(Clean Air Act, CAA)이 제정되며 본격적인 대기관리의 법제화가 시작되었다.

### ■ 1970년 청정대기법 개정 후-1990년 청정대기법 개정 전 HAPs 관리

1970년 개정안 이후 HAPs 관리 정책은 오염물질의 위해성을 중심으로 이루어졌다. 미국 환경청(US Environmental Protection Agency, EPA)은 인체에 노출될 시 심각한 질병을 유발하는 오염물질을 규명하는 동시에 배출저감을 위한 기준 설정을 목표로 하였다.

이후 1980년대에 이르러 규제물질 지정 및 규제 정도에 대해 많은 법률적, 과학적, 정책적 논쟁에 휩싸이게 되었다. 주요 논쟁은 위해성평가 방법 및 가정(assumption), 규제 마련을 위한 최소한의 건강위해성 데이터 분량, 규제에 따른 산업계의 비용 측면의 경제성 평가 및 안전 범위의 평가 기준, 이렇게 네 가지로 나눌 수 있다. “이 기간 동안 EPA는 HAPs 관리에 필수적으로 활용되어야 하는 건강위해성 평가방법론을 개발하면서 HAPs 관리와 관련된 많은 지식을 축적할 수 있었으나, 위해성만을 고려하는 각 개별 화학물질별 관리정책은 현실적으로 실효성이 높지 않은 것으로 결론을 내린 바 있다.”<sup>4)</sup>

1990년 개정안 발표 전까지 7개 물질(inorganic arsenic, asbestos, benzene, beryllium, mercury, radionuclides, vinyl chloride)에 대한 규제기준을 설정, 관리하였고 그 결과 약 125,000톤의 HAPs 감축량을 보였다. NESHAP(National Emission Standards for HAPs)은 radionuclides를 radon과 radon이외의 radionuclides로 분류하여 총 8개 물질을 HAPs로 지정하였다.

### ■ 1990년 개정안 이후 HAPs 관리

유해대기물질의 위해성을 기초로 한 관리에 중점을 두었던 1970년 개정과 달리, 1990년 대 개정안은 배출 감축 기술에 초점을 두었다. 오염물질 중심 관리의 문제점으로 배출물질의 분석법, 물질 정보 등의 기술적 측면의 한계를 느꼈기 때문이라는 분석이 있다.<sup>5)</sup> 청정대기법 112조를 개정함으로써, 2가지 전략을 세웠다. 첫 번째로, 최고달성가능제어기술(Maximum Achievable Control Technology, MACT) 기준을 설정하였다. 운영 중인 사업

4) 환경부(2005), pp.19.참조.

5) 재인용: 환경부, 석유제품제조업의 HAPs 배출원별시설·관리기준 설정 연구, 2005.

장 중 최적의 HAPs 관리기술을 가진 사업장의 기술을 기준으로 함으로써, 명확한 배출 감소 효과 뿐 아니라 사업장의 관리 기술 개발을 촉진하였다. 두 번째로, MACT 기준에 따른 위해성 평가를 실시하여 건강 및 환경 영향에 대한 개선효과 등을 분석하였고, 규제 도입의 기준 중 하나로 사용하였다. 이러한 두 가지 전략으로 '00년 8월 기준, 약 150만 톤의 HAPs 감축량을 달성하였으며 이는 1990년 개정 전 감축량인 125,000톤 보다 약 12배 이상의 효과를 보였다.

나아가, 유해대기물질관리 프로그램(Air Toxics Program, ATP)을 수립함으로써, 보다 구체적인 HAPs 관리가 이루어지고 있다. 이 프로그램은 환경에 미치는 영향과 관리의 우선순위를 결정하며 정량화 할 수 있도록 설계되었다. ATP에서 대기 유해물질감소를 위한 4가지 접근 방법은 <표 3-2>와 같다.<sup>6)</sup>

〈표 3-2〉 미국 배출원 및 배출부문별 기술기준

구분	내용	비고
112조	MACT(Maximum Achievable Control Technology)/GACT(Generally Available Control Technology) 기준 및 잔여 위해성 기준	-
112조 (f)항	MACT 기준 이행 이후 해당오염원에 대한 위해성 평가 단일경로 또는 다경로에 의한 노출범위 포함	HAPs 데이터베이스 및 배출원, 기준 설정 및 이행, Urban Air Toxics Program, 사고로 인한 노출에 관한 지침 등 수록됨
129조	폐기물 소각으로 배출되는 유해대기오염물질의 기술기준	신규 소각시설: 배출한계 지정 기존 소각시설: 배출 가이드라인 제공
202조 (1)항	이동 배출원 관리 기술기준	차량에 대한 배출제어장치(연료 및 엔진) 교체 등을 통한 유해대기오염물질 저감에 효과적임

자료: 국립환경과학원(2012)

6) 국립환경과학원(2012), 15pp.참조

### 〈표 3-3〉 미국 유해대기물질 관리 프로그램의 4가지 접근 방법

- 
- 배출원 및 부문별 기술기준  
(Source-specific Standard and Sector-based Standards)
  - 지자체 기반의 위해성 연구  
(National, regional, and community-based initiatives to focus on multimedia and cumulative risks)
  - 국가 위해성 평가  
(National Air Toxics Assessments, NATA)
  - 교육 및 지역사회 복지  
(Education and Outreach)
- 

#### ■ HAPs 관련 규제의 연혁별 주요내용

미국의 환경법규와 관련한 일련의 변화와 논란을 살펴보면, 어떤 물질을 HAPs로 규정할 것인가, 기준을 어떻게 정할 것인가, 규제를 할 것인가, 하게 된다면 적정 수준은 무엇인가가 산업체와 환경보호국 간의 논란이 되어 왔음을 알 수 있고, 저감에 소요되는 비용이 가장 큰 이슈임을 알 수 있다.

2000년대 접어들어 부각된 논쟁은 1977년 제정된 PSD와 '11년 제정된 범주적 대기오염방지법(Cross-State Air Pollution Rule , CSAPR)의 적용에 대한 것이 많은 부분을 차지하는 것으로 보인다. 오염원 주변지역이나 인접 주들에게 주는 영향을 어떻게 결정할 것인가는 객관적이고 정확한 분석방법과 기준이 만들어지기 전까지는 계속해서 논란의 대상이 될 것으로 예상된다. 또, 가장 최근의 소송에서도 볼 수 있듯이 MACT 기준에 맞는 저감기술에 대한 산업체의 항의도 중대한 이슈 중 하나로 계속해서 문제가 될 것임을 알 수 있다. HAPs 관련 규제의 입법현황 및 주요 쟁점을 시간 순으로 정리하면 아래와 같다.

- 1955년, 대기오염관리법(Air Pollution Control Act) - 최초의 연방 대기 오염 방지법, 대기오염 관련 연구 지원법
- 1963년, 대기오염방지법(Clean Air Act) - 최초의 국가 공인 국가 대기오염방지 프로그램
- 1967년, 대기환경개선법(Air Quality Act) - 주정부들 간에 얽힌 대기오염문제에 대한 최초의 국가 강제집행 권한
- 1970년, 대기오염방지법 개정안(Clean Air Act of 1970)
  - 국가 대기오염도 기준(National Ambient Air Quality Standards, NAAQS)의 제정과 주 별 시행계획(State Implementation Plans, SIPs)의 발효
  - 새로운 고정오염원과 개조된 고정오염원에 대한 신오염원성능기준(New Source Performance Standards, NSPS)을 제정하고 HAP에 대한 배출기준(NESHAP) 제정
- 1977년, 대기오염방지법 개정
  - 심각한 대기오염도 증가 방지와 NAAQS 에서 정한 대기 기준에 미치지 못하는 지역(NAAQS non-attainment areas)의 대기 환경 개선을 위한 입법
  - 신규 화력발전소와 보수 중인 화력발전소에 대한 새로운 오염원에 대한 재검토(New Source Review) 의무화
- 1990년, 대기오염방지법 개정
  - 산성비 방지를 위한 프로그램과 189개의 HAP 저감을 위한 프로그램 발효
  - 오존파괴물질의 폐기의무
  - 배출권 거래제도(Emissions Trading) 제안
- 1997년, 오존과 미세먼지에 대한 새로운 NAAQS 규제안 발표
- 1998년, 북동부와 북서부 지역의 22개 주에 석탄화력발전소에서 배출되고 있던 질소산화물(NOx)의 배출을 저감할 것을 명령

- 2001년 미대법원은 미트릭연합과 US EPA 사이의 소송에서 만장일치로 US EPA가 대기오염을 규제할 수 있는 공권력을 가진 기구임을 확인
- 2005년, 석유화력발전소와 석탄화력발전소를 HAPs 규제대상에서 제외
- 2011년 7월, 범주적 대기오염법(Cross-State Air Pollution Rule , CSAPR)을 발표하여, 총 27개 주에 걸쳐 있는 화력발전소들로 하여금 오존과 미세먼지배출을 줄임으로써 다른 주들에게 주는 환경영향을 줄이도록 함

### ■ 배출원 및 부문별 기술기준

CAA 112(b)에 제시된 187종의 HAPs를 배출하는 174개의 배출원 목록을 작성하여 이중 78종의 배출원에 적용되는 43개의 규제기준을 작성하여 공표하였고, 8종의 배출원에 적용되는 7개의 규제 기준을 추가적으로 제안하고 있다. 5종의 배출원은 목록에서 삭제하였고, 나머지 배출원에 대한 규제 기준 작성은 향후 계속하여 제시될 예정이다.

청정대기법 112조, 112조 (f)항, 129조, 202조 (1)항을 바탕으로 배출부문별 기술 기준을 정하였으며, 미국 환경청은 3년마다 112조에 관한 활동 사항 및 성과를 보고하도록 규정하고 있는데, 보고서에는 HAPs 데이터베이스와 배출원, 기준 설정 및 이행, Urban Air Toxic Program, 사고로 인한 노출에 관한 지침 등을 수록한다.

### ■ 지자체 기반의 위해성 연구

청정대기법(Clean Air Act)은 지자체를 기반으로 한 다양한 연구 수립계획을 포함한다. 1999년 발표된 Air Toxics Strategy는 5대호 연안의 HAPs 침적에 따른 영향 및 저감 연구인 Great Water Program, 수은의 생태계 영향 및 배출원 보고에 관련된 연구(Mercury Study) 등을 포함한다. 또한 오염원에서 발생될 것으로 우려되는 유해대기오염 물질의 건강 위해성 연구 등이 포함되었다.

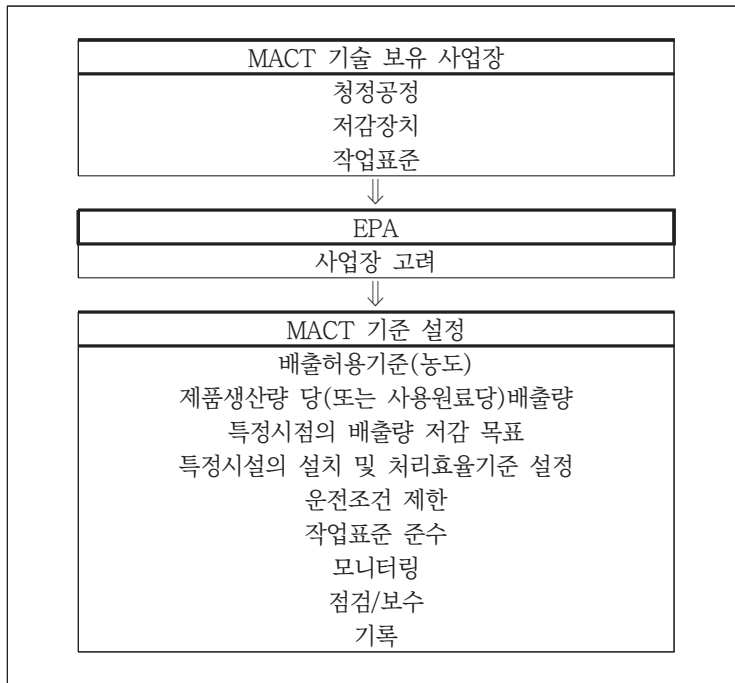
## ■ MACT

현재 운영 중인 유사 사업장 중 HAPs 배출을 최적으로 관리하고 있는 기술을 기준으로 하는 MACT는 두 가지 장점이 있다. 첫 번째, 해당 사업장 및 관련 이해 당사자들이 규제기준 수용에 비교적 우호적이다. 현재 운영되는 유사 사업장을 기준으로 한 규제는 다른 기준 보다 더 실질적인 면을 반영하였기 때문이다. 두 번째, 이미 우수한 관리시설을 갖추고 있는 사업장의 경제적 불이익을 해소함으로써 다른 경쟁업체의 배출저감 기술 개발을 촉진 하여 결과적으로 모든 사업장의 배출저감 기술 향상에 도움을 준다.

신규시설 및 기존시설에 대한 기준은 환경적, 경제적, 국민건강 측면에서 필요하다고 판단할 경우 더욱 강화된 기준을 적용할 수 있다. 신규시설은 최적의 HAPs 배출관리 기술을 기준으로 하며, 기존시설은 현재 운영 중인 유사 사업장 중 상위 12%의 평균기술을 기준으로 하며 대상사업장이 30개 미만일 경우, 상위 5개시설의 평균기술을 기준으로 하여 적용한다.

MACT기준 설정에 있어 EPA는 사업장의 작업표준, 저감시설, 청정공정 등을 고려한 HAPs 농도 배출허용기준 등을 세웠다. 언급된 농도배출허용기준 뿐 아니라 그 외 기준들은 <그림 3-1>을 통하여 볼 수 있다. 이 뿐 아니라 EPA는 개별물질부터 여러 물질들까지 동시에 관리하는 전략을 취하기도 한다.

배출량 감축률 등 기업체의 비용을 최소화하기 위한 규제책 개발이 진행 중이다. 배출량 감축률 등의 규제기준을 맞추기 위한 기업들의 노력이 이어지고 있으며 이는 특정방법에 의존하는 것이 아닌 다양한 수단을 이용하도록 한다. 공정변경, 배가스 회수 및 재활용 시설 설치, 작업표준 변경, 저감시설 설치 등의 수단은 해당 기업들의 유연한 규제대응 능력을 향상시키는 역할을 한다. 석유정제업의 촉매분해공정은 공정을 대상으로, 도시고형 폐기물 소각로는 입지를 대상으로 MACT 기준을 설정하였으며, 이는 MACT 기준이 공정을 대상으로 할 뿐 아니라 점오염원의 입지를 고려한다는 것을 보여주는 사례이다.



자료: 환경부(2005)에서 재구성

〈그림 3-1〉 MACT 기준 설정 과정

### ■ 미국의 187개 HAPs

당초 청정대기법 1990년 개정안은 189개 물질을 HAPs로 정의한 바 있으나, 1996년 새롭게 밝혀진 과학지식을 반영하여 caprolactam을 HAPs에서 제외하였다. 이후 188종의 물질이 관리 되다 '05년, Methyl Ethyl Ketone (2-Butanone)을 제외하며 '15년 기준 187종의 물질이 등록되어 있다.

### ■ 고정오염원

청정기대법은 대량배출원(major source)과 면오염원(area source)으로 HAPs의 고정 오염원을 구분하고 있으며 이에 대한 주요 고정오염원 목록 및 해당오염원에서 배출되는 HAPs를 발표하였다. 대량배출원은 단일 HAP 배출량과 2개 이상의 HAPs 배출량을 기준으로 한다. 대량배출원은 단일 HAP를 기준으로 연간 10톤 이상 배출하는 사업장 또는

2개 이상의 HAPs를 연간 25톤 이상 배출하는 사업장이다.

면오염원은 대량배출원 보다 적은 양의 HAPs를 배출하지만 동일업종의 전체 배출량이 많은 사업장이며 이동오염원은 포함하지 않는다. '07년 등록된 면 오염원은 28개로 '03년 등록된 면 오염원(8개)보다 증가했다.<sup>7)</sup>

주요 고정오염원 목록은 면오염원을 포함한 179개의 규정화를 목표로 현재까지 수정 및 보완을 거치며 작성되고 있다.<sup>8)</sup> 당초 계획된 179개에서 174개로 대상 고정오염원의 수가 바뀌었으며, 총 174개의 고정오염원이 4단계 과정을 거쳐 법제화 될 예정이다. MACT를 기준으로 한 고정오염원 10개년 발표계획은 4단계로 진행한다. 등록계획 공표 및 홍보(2년차), 전체 고정오염원 목록 중 25% 규정화(4년차), 누적된 등록 고정오염원 50%의 규정화(7년차), 남은 50%의 고정오염원의 법제화(10년차)로 '15년 기준 25%인 47개의 고정오염원이 규정화되었다. 본 연구에서는 '15년 8월까지 등록된 주요 고정오염원 목록을 작성하였으며, <그림 3-2>에 명시되어있다. 174개의 고정오염원 목록 등록이 완료될 경우, EPA는 연간 98만 톤의 유해대기오염물질 저감 효과를 예상했다. 이 효과는 기준오염물질인 입자상물질의 연간 181만 톤 저감에도 기여 할 것으로 예상했다.<sup>9)</sup>

7) EPA 홈페이지 (2015, <http://epa.gov/ttn/atw/area/arearules.html>) 참조

8) 「58 CFR 63941」, Table 2 참조

9) EPA 홈페이지 (2015, <http://www.epa.gov/ttn/atw/overview.html>) 참조

PRIORITIZED MAJOR SOURCE CATEGORIES

Priority Number <sup>1</sup>	Source Category
1.	Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry (SOCMI) and Volatile Organic Liquid Storage Vessels and Handling Equipment (a) SOCMI unit processes (b) Volatile organic liquid (VOL) storage vessels and handling equipment (c) SOCMI fugitive sources (d) SOCMI secondary sources
2.	Industrial Surface Coating: Cans
3.	Petroleum Refineries: Fugitive Sources
4.	Industrial Surface Coating: Paper
5.	Dry Cleaning (a) Perchloroethylene (b) Petroleum solvent
6.	Graphic Arts
7.	Polymers and Resins: Acrylic Resins
8.	Mineral Wool (Deleted)
9.	Stationary Internal Combustion Engines
10.	Industrial Surface Coating: Fabric
11.	Industrial-Commercial-Institutional Steam Generating Units.
12.	Incineration: Non-Municipal (Deleted)
13.	Non-Metallic Mineral Processing
14.	Metallic Mineral Processing
15.	Secondary Copper (Deleted)
16.	Phosphate Rock Preparation
17.	Foundries: Steel and Gray Iron
18.	Polymers and Resins: Polyethylene
19.	Charcoal Production
20.	Synthetic Rubber (a) Tire manufacture (b) SBR production
21.	Vegetable Oil
22.	Industrial Surface Coating: Metal Coil
23.	Petroleum Transportation and Marketing
24.	By-Product Coke Ovens
25.	Synthetic Fibers
26.	Plywood Manufacture
27.	Industrial Surface Coating: Automobiles
28.	Industrial Surface Coating: Large Appliances
29.	Crude Oil and Natural Gas Production
30.	Secondary Aluminum
31.	Potash (Deleted)
32.	Lightweight Aggregate Industry: Clay, Shale, and Slate <sup>2</sup>
33.	Glass
34.	Gypsum
35.	Sodium Carbonate
36.	Secondary Zinc (Deleted)
37.	Polymers and Resins: Phenolic
38.	Polymers and Resins: Urea-Melamine
39.	Ammonia (Deleted)
40.	Polymers and Resins: Polystyrene
41.	Polymers and Resins: ABS-SAN Resins
42.	Fiberglass
43.	Polymers and Resins: Polypropylene
44.	Textile Processing
45.	Asphalt Processing and Asphalt Roofing Manufacture
46.	Brick and Related Clay Products
47.	Ceramic Clay Manufacturing (Deleted)
48.	Ammonium Nitrate Fertilizer
49.	Castable Refractories (Deleted)
50.	Borax and Boric Acid (Deleted)
51.	Polymers and Resins: Polyester Resins
52.	Ammonium Sulfate
53.	Starch
54.	Perlite

- 55. Phosphoric Acid: Thermal Process (Deleted)
- 56. Uranium Refining
- 57. Animal Feed Dechlorination (Deleted)
- 58. Urea (for fertilizer and polymers)
- 59. Detergent (Deleted)

Other Source Categories

- Lead acid battery manufacture<sup>3</sup>
- Organic solvent cleaning<sup>3</sup>
- Industrial surface coating: metal furniture<sup>3</sup>
- Stationary gas turbines<sup>4</sup>
- Municipal solid waste landfills<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Low numbers have highest priority, e.g., No. 1 is high priority, No. 59 is low priority.

<sup>2</sup> Formerly titled "Sintering: Clay and Fly Ash".

<sup>3</sup> Minor source category, but included on list since an NSPS is being developed for that source category.

<sup>4</sup> Not prioritized, since an NSPS for this major source category has already been promulgated.

[47 FR 951, Jan. 8, 1982, as amended at 47 FR 31876, July 23, 1982; 51 FR 42796, Nov. 25, 1986; 52 FR 11428, Apr. 8, 1987; 61 FR 9919, Mar. 12, 1996]

자료: 40 CFR 60.16-Priority List(2012) 참조.

〈그림 3-2〉 미국 EPA 등록된 주요 고정오염원 목록

〈표 3-4〉 확인된 70개의 면오염원 목록(계속)

구분	면 오염원	구분	면 오염원
1	Acrylic and Modacrylic Fibers Production	24	Fabricated Metal Products, Primary Metal Products Manufacturing
2	Ag Chemicals & Pesticides Manufacturing	25	Fabricated Metal Products, Valves and Pipe Fittings
3	Aluminum Foundries	26	Ferrous Alloys Productions: Ferromanganese & Silicomanganese
4	Asphalt Processing & Asphalt Roofing Manufacturing	27	Flexible Polyurethane Foam Production
5	Autobody Refinishing	28	Flexible Polyurethane Foam Fabrication
6	Brick&Structural Clay	29	Gasoline Distribution Stage I
7	Carbon Black Production	30	Halogenated Solvent Cleaners
8	Chemical Manufacturing: Chromium Compounds	31	Hard Chromium Electroplating
9	Chemical Preparations	32	Hazardous Waste Incineration
10	Chromic Acid Anodizing	33	Hospital Sterilizers
11	Clay Ceramics	34	Industrial Boilers
12	Commercial Sterilization Facilities	35	Industrial Inorganic Chemical Manufacturing
13	Copper Foundries	36	Industrial Organic Chemical Manufacturing
14	Cyclic Crude & Intermediate Production	37	Inorganic Pigments Manufacturing
15	Decorative Chromium Electroplating	38	Institutional/Commercial Boilers
16	Dry Cleaning Facilities	39	Iron Foundries
17	Fabricated Metal Products, Electrical and Electronic Equipment Finishing Operations	40	Lead Acid Battery Manufacturing
18	Fabricated Metal Products, Fabricated Metal Products, not elsewhere classified	41	Medical Waste Incinerators
19	Fabricated Metal Products, Fabricated Plate Work (Boiler Shops)	42	Mercury Cell Chlor-Alkali Plants
20	Fabricated Metal Products, Fabricated Structural Metal Manufacturing	43	Miscellaneous Coatings
21	Fabricated Metal Products, Heating Equipment, Except Electric	44	Misc. Organic Chemical Manufacturing (MON)
22	Fabricated Metal Products, Industrial Machinery and Equipment Finishing Operations	45	Municipal Landfills
23	Fabricated Metal Products, Iron and Steel Forging	46	Municipal Waste Combustors

〈표 3-4〉 확인된 70개의 면오염원 목록

구분	면 오염원	구분	면 오염원
47	Nonferrous Foundries	59	Primary Copper Smelting
48	Oil and Natural Gas Production	60	Primary Nonferrous Metals--Zinc, Cadmium, and Beryllium
49	Other Solid Waste Incineration	61	Publicly Owned Treatment Works
50	Paint Stripping	62	Secondary Copper Smelting
51	Paints & Allied Products Manufacturing	63	Secondary Lead Smelting
52	Pharmaceutical Production	64	Secondary Nonferrous Metals
53	Plastic Materials and Resins Manufacturing	65	Sewage Sludge Incineration
54	Plating & Polishing	66	Stainless & Non-stainless Steel Manufacturing: Electric Arc Furnaces (EAF)
55	Polyvinyl Chloride and Copolymers Production	67	Stationary Internal Combustion Engines
56	Portland Cement Manufacturing	68	Steel Foundries
57	Prepared Feeds Manufacturing	69	Synthetic Rubber Manufacturing
58	Pressed & Brown Glass & Glassware Manufacturing	70	Wood Preserving

자료: EPA 홈페이지(2015) 참조

## ■ NESHAP

“EPA는 주요 산업군/공정별 또는 물질별 HAPs 배출기준인 NESHAP을 제정하여 해당 기업체에게 HAPs의 관리기준을 제시하였으며, NESHAP의 배출기준은 MACT를 기초로 한다. NESHAP은 분량이 방대하고 복잡하여 일반인들의 이해가 쉽지 않으며, 해설서, Q&A 등 보조설명을 위한 책자들이 발간되어 있다.” 주요 오염원별로 126개의 NESHAP이 제정되었다. '15년 8월 기준 252개 오염원의 NESHAP이 제정되었으며 EPA 주도하에 지속적인 보완작업이 진행중이다.<sup>10)</sup>

“NESHAP에서는 신규오염원의 경우, 기준 발효 후 기준에 적합하지 않은 시설을 건설 또는 재건설할 수 없게 하고 있으며, 기존오염원은 NESHAP 발효 후 3년 이내에 배출기준을

10) EPA 홈페이지(2015, <http://www.epa.gov/ttn/atw/overview.html>) 참조

만족해야 하나, 제어장치 설치에 시간이 필요할 경우에는 1년의 유예기간이 주어진다. MACT기준이 제안되기 이전에 자발적으로 배출량을 90%(입자상물질은 95%) 이상 감축할 경우 MACT 기준 준수기한을 6년 연장할 수 있는 조기감축제도도 운영되고 있다. 기준적용에 적합한 기술이 없고 또한 국가안위와 관련되는 경우는 대통령의 권한으로 2년간 유예기간을 둘 수도 있다. EPA는 MACT에 의한 일정 오염원의 HAPs 관리평가를 residual risk 차원에서 시행한 후, 추가조치를 취하게 된다.

한편, 면오염원에서 배출되는 HAPs 관리를 위해서 도시지역에서의 주요 HAPs 33개를 지정하고 통합도시대기독성물질전략(Integrated Urban Toxics Strategy)을 수립, 운영하고 있다.”

#### ■ 기타 HAPs 규제

이동 오염원으로부터의 HAPs 배출을 저감하기 위해 '07년 2월, Mobile Source Air Toxics Rule(MSAT2)<sup>11)</sup>을 제정하였다. 이 규칙은 승용차와 휴대용 가스용기로부터 유해 대기오염물질 배출을 저감하도록 할 뿐 아니라, 휘발유 내 벤젠함량을 제한하는 등의 내용을 포함한다. 위 규칙을 보완하기 위해 '08년 10월 최종규칙이 발표되었다. 정제업체 및 수입업체의 벤젠 배출 저감을 위한 벤젠조기크레딧 전략, 벤젠 알킬화반응(Benzene Alkilation) 등을 포함하였다.

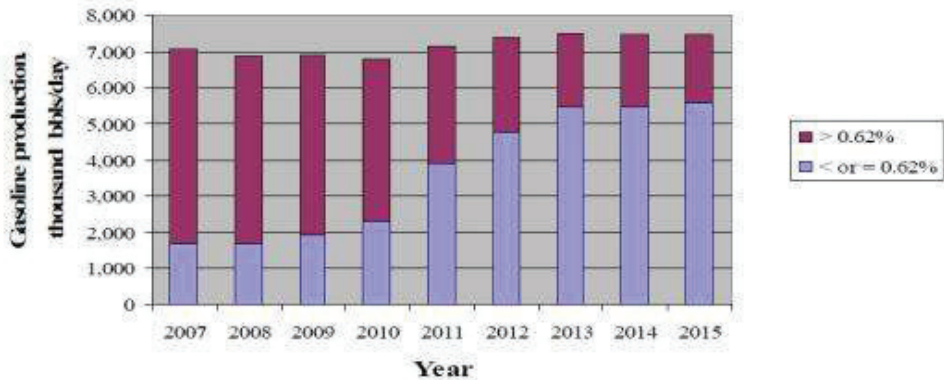
“'12년 공개된 자료에 따르면, 미국 환경청과 주정부에서는 재조합 가솔린(reformulated gasoline)의 사용과 배기구(tailpipe) 배출량의 제한으로 벤젠, 톨루엔 등의 기타 이동 오염원으로부터의 HAPs 배출량을 저감해오고 있으며, 새로운 연료 및 차량 제어 규정들로 2020년에는 1990년 배출 수준보다 75% 이상을 감소시킬 것으로 전망하고 있다.”<sup>12)</sup>

11) 72 FR 8428, February 26, 2007 참조.

12) 국립환경과학원(2012), pp.224 참조.

조기벤젠크레딧(Early Benzene Credit)은 가솔린의 벤젠 부피함유량 저감을 목적으로 하는 전략이다. 크레딧은 두 가지 접근 전략에 따라 조기크레딧(early credits)과 기준크레딧(standards credits)으로 나뉘며 크레딧 적립방법은 다음과 같다. 조기크레딧의 경우 '07년 6월 1일부터 '10년 12월 31일까지 생산 및 수입한 가솔린의 연 평균 벤젠함유량을 '04년 1월 1일부터 '05년 12월 31일까지 활동한 량 보다 최소 10% 이상 감축할 경우 저감된 벤젠의 양 만큼의 크레딧을 얻는다. 기준크레딧은 0.62%의 연평균 벤젠함유량을 보이는 가솔린의 수입 및 생산활동 시 획득할 수 있다. 조기크레딧의 경우 2011-'13년까지의 0.62%의 기준에 따라 사용 가능하고, 기준크레딧의 경우 크레딧이 발생된 해로부터 5년 까지 사용기간이 정해져 있다.<sup>13)</sup>

<그림 3-3>은 조기벤젠크레딧 실시에 따른 결과이다. 연평균 벤젠함유량의 0.62%이하를 충족하는 가솔린의 생산량이 해마다 증가하는 추세를 볼 때, 조기벤젠크레딧이 효과적임을 판단 할 수 있다.



자료: Compliance Division Office of Transportation and Air Quality U.S. EPA(2012), pp.5 참조

<그림 3-3> 2007-'15년 연평균 미국 생산된 가솔린 내 벤젠 함유량

13) Compliance Division Office of Transportation and Air Quality U.S. EPA(2012), pp.1-7 참조.

〈표 3-5〉 청정대기법 이외 유해대기오염물질 제어와 관련된 연방법<sup>3)</sup>

구분	명칭	내용
1	Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA) Title 4	실내 환경 내 대기오염물질의 노출에 관련된 보건 연구를 수행하고 정보를 제공
2	Toxic Substances Control Act (TSCA)	매년 생성되는 화학물질에 의한 부정적 영향을 막기 위해 제품 상용화 이전에 잠재적 독성 효과 테스트를 수행
3	Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)	위험한 폐기물 처리, 저장, 처분 시설로부터 배출되는 대기오염물질을 관리하는 프로그램을 포함
4	Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA)	도시지역 내에서 버려진 위해폐기물지정지역(hazardous waste sites)을 처분하는 과정에서 발생할 가능성이 있는 HAPs 배출을 관리
5	Clean Water Act (CWA)	지표수로 방류되는 오염물질을 관리하여 환경 매체로의 HAPs 총 유입량을 저감
6	Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act (FIFRA)	청정대기법 하의 HAPs 목록에 포함된 농약 물질의 배포, 판매, 사용을 제어
7	Emergency Planning and Community Right-To-Know Act (EPCRA)	위험하며 독성을 가진 물질에 대해 연방정부, 주 및 지역정부, 미국원주민(Indian Tribes), 산업체와의 응급계획 및 지역 사회에의 정보 공개(EPCRA)의 의무를 규정
8	Pollution Prevention Act (PPA)	산업 및 정부, 일반시민으로 하여금 생산, 공정, 원재료 사용에 있어서 비용 효과적인 방안을 이용해 오염물질 발생량을 저감토록 하는 노력을 촉구
9	Oil Pollution Act (OPA)	기름유출 사고의 발생을 예방하고, 사고 발생 시에 대응하기 위한 규정

자료: 국립환경과학원(2012)

### ■ HAPs 저감 협력 성과 사례<sup>14)</sup>

미국 내 유해대기오염물질 규제를 위한 여러 정부기관 및 단체의 협력은 많은 성과를 내고 있다. 그 중 남캘리포니아 대기관리부(Air Quality Management District, AQMD)의 사례는 지방정부의 자체적인 연구 및 기금마련을 통한 성과를 잘 드러낸다.

지역 내 유해대기오염물질 배출 수준을 평가하는 대기유해물질에 대한 복합조사(The Multiple Air Toxics Emissions Study, MATES)<sup>15)</sup>는 1986년부터 진행되어 '15년 5월, 4차 최종보고서가 발표되었다. 4차 보고서에 따르면 MATES 연구 대상 물질은 30종 이상으로 <표 3-6>과 같다. <표 3-7><sup>16)</sup>에 따르면, HAPs 물질에 관한 위해성 평가는 매 회 연구마다 조사되는 부분으로 모든 회차 연구에 빠지지 않고 등장하며, 각 회차별 연구 내용 및 결과이며 지방정부 노력으로 인해 암 위해성 및 유해대기오염물질이 감소하는 경향을 볼 수 있다.

AQMD의 청정 연료 프로젝트(Clean Fuel Project)는 청정 연료 기술 개발을 위한 기금 마련 및 투자를 통해 청정 연료의 사용 및 발전을 촉진한다. '13년 기준 69백만 달러 이상의 연구기금<sup>17)</sup>이 이동배출원의 NO<sub>x</sub>, VOC, PM배출저감 기술개발을 위해 조성되어 있다. 이중 청정 연료 사용차량에 인센티브를 제공하는 Carl Moyer Projects에 의하면, '00년부터 시작된 청정 연료 프로젝트로 경유차 배출입자(diesel particulate)를 10년 사이 74.5톤 저감하였다.

위와 같이 미국은 연방정부 뿐 아니라 지방정부 수준에서 유해대기오염물질 규제를 개발하고 있다. 이에 따른 폭넓은 정보는 향후 장기적 정책 제언 및 기술적 방안 마련에 효율적이며 적절하다.

14) 국립환경과학원(2012), pp.225 참조.

15) South Coast AQMD(2015, <http://www.aqmd.gov/home/library/air-quality-data-studies/health-studies>) 참조

16) 국립환경과학원(2012, pp.227) 참조

17) SouthCoastAQMD(2015,<http://www.aqmd.gov/docs/default-source/technology-research/annual-reports-and-plan-updates/2012-annual-report-and-2013-plan-update.pdf?sfvrsn=2>) 참조

〈표 3-6〉 MATES 4차 연구 대상 물질

구분	이름	구분	이름	구분	이름
1	Acetaldehyde	14	Elemental Carbon(EC)	27	Perchloroethylene
2	Acetone	15	Ethyl Benzene	28	PM2.5
3	Arsenic	16	Formaldehyde	29	PM10
4	Benzene	17	Hexavalent Chromium	30	Selenium
5	Black Carbon(BC)	18	Lead	31	Stryene
6	1,3-Butadiene	19	Manganese	32	Toluene
7	Cadmium	20	Methylene Chloride	33	Trichloroethylene
8	Carbon Tetrachloride	21	Methyl ethyl ketone	34	Vinyl Chloride
9	Chloroform	22	MTBE	35	Ultrafine Particles(UFP)
10	Copper	23	Naphthalene	36	Xylene
11	Dibromoethane	24	Nickel	37	Zinc
12	Dichlorobenzene	25	Organic Carbon(OC)	-	-
13	Dichloroethane	26	PAHs	-	-

자료: SOUTH COAST AIR QUALITY MANAGEMENT DISTRICT(2015) 참조

〈표 3-7〉 MATES 연구 현황

구분	내용	결과
1차 연구	개별 독성 물질의 대기 중 농도 측정, 인구 분포 및 건강 위해성 자료 조사, 지역적 노출도, 위해성, 잠재적 추가 암 발생률 추정	벤젠, 6가크롬(hexavalent chromium)이 해당 지역 인구에 가장 큰 영향을 미칠 가능성이 있는 물질로 나타남. 유역 내 위해도 수준이 백 만 명 중 600명으로 보고됨. 전반적 위해도 수준에 이동오염원의 영향이 주요함
2차 연구	경유차 배출입자(diesel particulate)를 포함한 30가지 유해대기오염물질의 잠재적 위해성 평가, 컴퓨터 모델링 도입으로 유역(Basin)내 암 발생 수준 추정	경유차배출입자(diesel particulate)의 영향을 고려할 경우 유역의 암 발생 위험성이 백 만 명 중의 400~600에서 대략 1400명으로 증가함. 기상조건이 안정한 가을과 겨울철에 위해도가 상승하는 경향이 있음을 보임
3차 연구	과학적 검토 전문가 집단(scientific review pannel)구성 모니터링 지역 및 평가수단 등을 포함한 이행 프로그램들에 대한 대중의 의견 취합, 2차 연구의 유해대기오염물질 수정, 보완, 추가된 HAPs 물질에 관한 위해성 평가, 모니터링, 모델링, 분석, 보고 후 모니터링 실시	유해대기오염물질 노출에 의한 위해도가 2차 연구에 비해 8% 감소를 보임, 독성물질 정도와 위해성이 감소함
4차 연구	해당 지역의 암 위험성 평가 및 노출도, 2차, 3차 연구의 독성대기물질 평균 농도 경향 분석	벤젠, 1,3-부타디엔의 배출농도 수준이 각각 35%, 11% 감소를 보임, 유역 내 위해도 수준이 백만명 중 418명으로 보고됨. 유해물질 배출 감소로 대기오염으로 인한 암 위험성(cancer risk)이 57% 이상 감소함('05년 대비), 경유차 배출입자는 3차 연구에 비교하여 볼 때 70% 감축을 보임

자료: 국립환경과학원(2012) 참조

〈표 3-8〉 남캘리포니아 AQMD의 오염원별 배출 감소 전략

구분	내용	대상물질
고정오염원	표면 처리(Metal Finishing)사업장, 니켈 도금 사업장, 크롬 도금 및 양극 처리 사업장 규제, 신규 배출원 및 고정 배출원으로 분류하여 감소 전략 실행	니켈, 카드뮴, 납, 구리, 크롬산(Chromic acid), 6가 크롬, 과산화에틸렌, 벤젠, 헥산 등
이동오염원	디젤 엔진 공회전 방지, 후처리 장치를 통한 경유차 배출입자 관리, 연료 대체, Mollie Source NOx Emission Credit Programs, including Diesel <sup>18)</sup> 방식 적용	경유차 배출입자(diesel particulate <sup>19)</sup> ), 벤젠, 1,3부타디엔

자료: 국립환경과학원(2012) 참조

18) 이동오염으로부터의 비용 효과적인 NO<sub>x</sub> 저감을 달성함으로써 고정배출원에서 사용할 수 있는 크레딧을 발생시키는 인센티브를 활용해 독성물질 배출을 제어하는 이점을 활용하는 방안

19) DIESEL PARTICULATE means the particles found in the exhaust of diesel-fueled CI engines as determined in accordance with the test methods identified in subdivision (South Coast AQMD RULE 1470-3-(18), 2012) 참조

## 나. 일본

### ■ 대기오염방지법

1968년에 제정된 일본의 「대기오염방지법」은 대기오염으로부터 국민 건강을 보호함과 동시에 생활환경을 보전하기 위한 법으로서, 1996년 개정안을 통해 유해대기오염물질 관리를 의무화하고 있다. 「대기오염방지법」 제2조 9항에 의하면 유해대기오염물질(HAPs)을 “저농도에서도 장기적인 섭취에 의해 건강에 영향을 미칠 우려가 있는 물질”로 정의하고 있다. 유해대기오염물질 중 우선적으로 관리해야 할 필요에 따라 우선취급물질, 지정물질을 별도 선정하여 배출억제기준을 설정하여 관리하고 있다. 일본은 1996년 중앙환경심의회의 답신을 통해 유해대기오염물질로 234종(부록 참조)을 선정하였으며, 이 중 22종 <표 3-9>는 우선 대책이 필요한 물질로서 “우선취급물질”로 선정하였다. 22종 중에는 수은, 니켈 등의 중금속 물질 5종도 포함되어 있다. 우선취급물질 중에서도 미연의 방지 관점에서 배출억제가 시급한 물질 4종(표 2-10)이 “지정물질”로 선정되었다.

일본의 대기오염방지법에 의해 유해물질은 일반유해물질과 특정분진으로 구분된다. 일반유해물질에는 질소산화물과 함께 검댕(Soot) 및 매연(Smoke) 배출시설에서 생성되는 4가지 그룹의 특별 입자상 물질이 포함된다. 물질명은 1)카드뮴 및 그 화합물, 2)염소 및 염화수소, 3)불소, 불화수소 및 불화규소, 그리고 4)납 및 그 화합물이며, 각 물질의 배출기준은 <표 3-11>과 같다.

대기오염방지법에서는 유해대기오염물질 대책을 위해 각 주체별 의무사항으로 1)국가: 과학적 사살에 충실, 건강위해성 평가의 공표 등, 2)지방공공단체: 오염상황의 파악, 정보의 제공 등, 3)사업자의 의무: 배출상황의 파악, 배출억제 등, 4)국민의 노력: 배출억제 등을 지정하였다.

일본 지방자치단체는 「대기오염방지법」에 의거하여 전국을 대상으로 일반, 고정발생원 주변, 도로주변으로 구분하여, 19종(표 2-12) 물질에 대한 대기 중 농도를 측정하고 있다. 측정지점 수는 오염물질 마다 차이를 보이며 '01년의 경우 벤젠 438개 지점, 트리클로로에탄 403개 지점 등 물질별로 최소 300개 이상의 지역에서 대기 중 농도를 측정하고 있다.

〈표 3-9〉 일본의 우선 취급물질 22종

구분	물질명	구분	물질명
1	Acrylonitrile	12 <sup>1)</sup>	Tetrachloroethylene
2	Acetaldehyde	13 <sup>1)</sup>	Trichloroethylene
3	Vinyl chloride monomer	14	Nickel compounds
4	Chloroform	15	Arsenic and its compound
5	Chloro methyl ether	16	1,3-butadiene
6	Ethylene oxide	17	Beryllium and its compound
7	1,2-dichloroethane	18 <sup>1)</sup>	Benzene
8	Dichloromethane	19	Benzo(a)pyrene
9	Mercury and its compound	20	Formaldehyde
10	Talc(inc. the asbestos fiber)	21	Manganese and its compound
11 <sup>1)</sup>	Dioxins(PCDF & PCDD)	22	Hexavalent chromium and its compound

주: 1) 지정물질로 선정된 물질

자료: 일본 환경성 홈페이지

재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, pp.52 참조

〈표 3-10〉 일본의 지정물질 4종 및 배출기준

구분	물질명	주된 발생의 형태	규제의 방식과 개요
1	벤젠	벤젠 건조시설 등	시설·규모마다의 억제 기준 신설: 50~600mg/Nm <sup>3</sup> 기설: 100~1,500mg/Nm <sup>3</sup>
2	트리클로로에틸렌	트리클로로에틸렌에 의한 세정시설 등	시설·규모마다의 억제 기준 신설: 150~300mg/Nm <sup>3</sup> 기설: 300~500mg/Nm <sup>3</sup>
3	테트라클로로에틸렌	테트라클로로에틸렌에 의한 드라이클리닝 등	시설·규모마다의 억제 기준 신설: 150~300mg/Nm <sup>3</sup> 기설: 300~500mg/Nm <sup>3</sup>
4	다이옥신류	-	-

자료: 일본 환경성 홈페이지

재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, pp.52 참조

〈표 3-11〉 일본의 유해물질 배출기준

물질명	시설명	배출 기준
Cadmium and its compounds	Baking furnace and smelting furnace for manufacturing glass using cadmium sulphide or cadmium carbonate as raw material	1.0mg/Nm <sup>3</sup>
	Calcination furnace, sintering furnace, smelting furnace, converter and drying furnace for refining copper, lead or cadmium	
	Drying facility for manufacturing cadmium pigment, or cadmium carbonate	
Chlorine	Chlorine quick cooling facility for manufacturing chlorinated ethylene	30mg/Nm <sup>3</sup>
	Dissolving tank for manufacturing ferric chloride	
	Reaction furnace for manufacturing activated carbon using zinc chloride	
	Reaction facility and absorbing facility for manufacturing chemical products	
Hydrogen chloride	위의 Chlorine과 동일한 시설	80mg/Nm <sup>3</sup>
	Waste incinerator	700mg/Nm <sup>3</sup>
Fluorine, Hydrogen fluoride, and Silicon	Electrolytic furnace for smelting aluminum (배출구에서 배출되는 경우)	3.0mg/Nm <sup>3</sup>
	Electrolytic furnace for smelting aluminum (위에서 배출되는 경우)	1.0mg/Nm <sup>3</sup>
	Baking furnace and smelting furnace for manufacturing glass using fluorite or sodium silicofluorate as raw material	10mg/Nm <sup>3</sup>
	Reaction facility, concentrating facility and smelting furnace for manufacturing phosphoric acid	
	Condensing facility, absorbing facility and distilling facility for manufacturing phosphoric acid	
	Reaction facility, drying facility and baking furnace for manufacturing sodium tripoli-phosphate	15mg/Nm <sup>3</sup>
	Reaction furnace for manufacturing superphosphate of lime	
Baking furnace and open-hearth furnace for manufacturing phosphoric acid fertilizer	20mg/Nm <sup>3</sup>	
Lead and its compounds	Calcination furnace, convertor, smelting furnace, and drying furnace for refining copper, lead, or zinc	10mg/Nm <sup>3</sup>
	Sintering furnace and blast for refining copper, lead or zinc	30mg/Nm <sup>3</sup>
	Smelting furnace, etc. for secondary refining of lead, for manufacturing lead pipe, sheet, wire, lead storage battery or lead pigment	10mg/Nm <sup>3</sup>
	Baking furnace and smelting furnace for manufacturing glass using lead oxides as raw materials	20mg/Nm <sup>3</sup>

자료: OECD(1995), Control of Hazardous Air Pollutants in OECD countries

재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.53 참조

〈표 3-12〉 일본의 HAPs 측정항목(2001)

구 분	대상물질
휘발성유기화합물	벤젠, 트리클로로에틸렌, 사염화에틸, 디클로로메탄, 아크릴로니트릴, 염화비닐모노머, 클로로포름, 1,2-디클로로에탄, 1,3-부타디엔, 포름알데히드
알데히드류	아세트알데히드, 포름알데히드
다환방향족탄화수소	벤조(a)피렌
금속류	수은 및 그 화합물, 니켈 화합물, 비소 및 그 화합물, 베릴륨 및 그 화합물, 망간 및 그 화합물, 크롬 및 그 화합물

자료: 일본환경성 웹페이지, 2002, 「'01년 지방공공단체등에 의한 유해대기오염물질 모니터링 조사결과」  
 재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.54 참조

#### ■ 사업자에 의한 유해대기오염물질의 자주 관리 촉진을 위한 지침의 도입(1996)

1996년 환경성과 경제산업성은 “사업자에 의한 유해대기오염물질의 자주 관리 촉진을 위한 지침(부록참조)”을 마련하여 사업자에게 유해대기오염물질의 대기 배출 억제를 요구하고, 관련업계에 대하여 “자주관리계획”수립을 요청하였다. 그 결과 1999년까지 77개 사업체에서 13개 대상물질(표 2-13)에 대한 자주관리계획을 수립하였다. 1999년 자주관리계획 실시결과(표 2-14)를 보면 다이옥신류를 제외한 12개 물질의 총 배출량은 자주관리계획을 실시하기 전인 1995년에 비해 41% 감소되었으며, 다이옥신의 경우에도 36% 감소되어 당초 목표를 크게 웃도는 수준으로 나타났다.

자주관리계획은 특히 벤젠 저감에 주력하고 있으며, 휘발유 제조과정에서 추출·생산되는 벤젠 및 휘발유에 포함된 벤젠을 대상으로 배출량 감축작업이 진행되었다. 석유업계에 실시한 1996년 이후의 벤젠배출량 및 배출원별 배출량 조사결과에 따르면, 1999년의 배출원단위(휘발유 판매량당 벤젠배출량)는 1995년 대비 44% 감소하여 자주관리계획의 목표인 40% 삭감을 초과 달성한 것으로 평가되고 있다(표 2-15).

휘발유중 평균벤젠함유량 역시 1995년 2.2%, 1999년 0.8%, '00년 0.5%로 지속적인 감소 추세를 보이고 있다. 석유업계에서는 휘발유의 벤젠함유량 저감을 위해 1,400억엔을

웃도는 막대한 설비투자를 실시한 바 있다. 이동발생원에서의 벤젠을 저감하기 위해 1999년 12월말까지 휘발유의 벤젠함유량 상한치를 5vol%에서 1vol%로 저감하였으며, 그 결과 이동발생원의 벤젠배출량을 1999년까지 연간 약 3,550톤 감축할 수 있었다.

고정발생원에서의 벤젠 저감은 원유기지, 정유공장의 휘발유시설 및 벤젠시설, 저유소, 주유소 부문에서 진행되었다. 정유공장 벤젠시설의 경우, 벤젠함유 유종의 저장시 발생하는 증기손실 등에 의한 배출량 감축을 위해 벤젠함유량에 따라 우선순위를 부여하여 부상지붕식 탱크의 도입을 촉진하였다. 벤젠함유량이 60%를 넘는 벤젠탱크에 대해서는 기존, 신설 모두 부상지붕식이 도입되었으며, 벤젠함유량이 60% 미만의 벤젠 중간제품 탱크에 대해서 신설탱크는 부상지붕식으로, 기존 탱크는 개방점검시에 부상지붕식으로 개조하게 하였다. 이에 따라 부상지붕식 탱크를 사용한 취급량의 비율은 1995년 77%에서 '00년에 92%로 증가하였다. 이러한 저감조치를 통해 1995~1999년 기간동안 벤젠 취급량이 대폭 증가했음에도 불구하고 1999년 정유공장 벤젠시설에서의 벤젠배출량은 1995년 대비 3.5% 소폭 증가했다. 정유공장 휘발유시설(저장탱크, 육상출하시설 등)의 벤젠 배출량은 휘발유 중의 벤젠함유량을 1vol% 이하로 유지하게 함에 따라 1999년에는 기준년도인 1995년 대비 79톤을 감축하여 큰 폭의 저감 실적을 기록할 수 있었다. 이와 동시에 휘발유 저장탱크를 대기로의 벤젠 배출이 적은 부상지붕식 탱크로 적용함에 따라 1999년에 부상지붕식 탱크를 사용한 휘발유 저장시설 비율은 99%에 달하는 것으로 조사된 바 있다.

저유소 시설(저장탱크 및 출하시설) 역시, 휘발유 중의 벤젠함유량을 1vol% 이하로 저감함에 따라 벤젠배출량(1999년)을 1995년 대비 195톤 감축할 수 있었으며, 1999년 주유소에서의 벤젠배출량 또한 1995년 대비 409톤 감소한 것으로 조사되었다. “사업자에 의한 유해대기오염물질의 자주 관리 촉진을 위한 지침”의 시행 결과, 휘발유의 벤젠함유량 저감에 의해 이동발생원 등으로부터의 벤젠배출량이 대폭 저감되어 세계 최고 수준에 달한 휘발유의 벤젠 품질개선 대책이 소기의 성과를 거둔 것으로 평가되고 있다.

국가에서 실시한 환경농도 모니터링 조사에서도 전국 평균치가 1997년  $3.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 1999년에는  $2.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 감소되어 대기중 벤젠농도가 크게 개선된 것으로 조사되었다.

'03년에 실시한 사업소 주변 농도 측정결과, 무로란은 정유공장 지역 5개소 평균치가 1.35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 카시마는 정유공장 지역 4개소 평균치가 1.1~2.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 임해지역인 미즈시마는 정유공장 지역 14개소 평균치가 2.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 조사되어, 조사 전 지역이 환경기준치인 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 만족하고 있다.<sup>20)</sup>

〈표 3-13〉 자주관리계획 대상인 유해대기오염물질

구분	물질명	구분	물질명
1	Acrylonitrile	8	Trichloroethylene
2	Acetaldehyde	9	1,3-butadiene
3	Vinyl chloride monomer	10	Benzene
4	Chloroform	11	Formaldehyde
5	1,2-dichloroethane	12	Nickel compounds(2황화3니켈·유산니켈)
6	Dichloromethane	13 <sup>1)</sup>	Dioxins(PCDF & PCDD)
7	Tetrachloroethylene		-

주: 1) 다이옥신류는 1997년에 추가  
 자료: 일본 환경성 홈페이지  
 재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.57 참조

〈표 3-14〉 유해대기오염물질 관련업계 단체 의한 자주 관리 현황

대상물질	1995년	1999년 실적		1999년 목표	
		배출량	증감량 (증감률) <sup>1)</sup>	목표량	증감량 (증감률) <sup>1)</sup>
12개 대상물질	68,704톤/년	40,621톤/년	28,083톤/년 (41% 감소)	44,982톤/년	23,722톤/년 (35% 감소)
다이옥신류	186g-TEQ	118.9g-TEQ	67.1g-TEQ (36% 감소)	130g-TEQ	56 g-TEQ (30% 감소)

주: 1) 증감률은 배출 등을 목표로 하고 있는 것을 제외한 배출량의 단순 가산치임  
 자료: 일본경제산업성  
 재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.57 참조

19) 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, pp.54-55 참조.

〈표 3-15〉 일본의 벤젠 배출량(1995~1999)

발생원 등		배출량(톤/년)					기존년도와의 차이
		95년 (기준연도)	96년	97년	98년	99년	
이동발생원		9,840	9,530	9,450	7,100	6,290	▲3,550
고정발생원	원유기지	8	5	5	5	5	▲3
	정유공장 (휘발유시설)	159	133	104	99	80	▲79
	정유공장 (벤젠시설)	142	142	147	139	147	5
	저유소	342	337	303	235	147	▲195
	주유소	686	641	460	371	277	▲409
	고정발생원계	1,337	1,258	1,019	848	66	▲682
총배출량		11,177	10,788	10,469	7,948	6,945	▲4,232
휘발유판매량 [천kl/년]		61,628	53,032	54,319	55,756	57,297	
휘발유 중 평균 벤젠함유량(vol%)		2.2	2.0	1.4	1.1	0.8	
배출원단위 [×100-4톤/kl] ( )안은 목표치		2.16	2.03	1.93	1.43	1.21 (1.30)	
삭감율(%) ( )안은 목표치		-	6.0	10.6	33.8	44.0 (40.0)	
달성율(%)		-	15.1	26.7	84.9	110.5	

자료: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.58 참조

■ 사업자에 의한 유해대기오염물질의 자주 관리 촉진을 위한 지침의 개정(2001)

1996년에 책정된 “사업자에 의한 유해대기오염물질의 자주 관리 촉진을 위한 지침”에 의해 벤젠 농도가 크게 저감됨에 따라 벤젠 농도가 높은 지역을 대상으로 '01년 기존의 자주관리 틀을 유지하면서 지역단위의 새로운 자주관리 노력을 요하는 개정판이 공포되었다. 개정판의 주요골자는 다음과 같다.

사업자는 1999년도의 연간 대기배출량을 기준으로 하여 '03년도의 연간 대기배출량을 지표로 하는 관리목표를 설정해야 하며 이를 달성하기 위한 구체적 방법을 정한 사업자별 「자주관리계획」을 수립함과 동시에 「자주관리계획」에 포함된 조치가 확실히 실시되도록 체제를 정비해야 한다.

- 벤젠의 경우 동 지침에서 지정한 지역에 지정된 사업소의 사업자는 단독으로 혹은 동지역의 다른 사업소와 공동으로 지역자주관리계획을 수립해야 한다.
- 사업자는 <표 3-16>의 배출억제기술 및 관련 단체, 정부에서 제공하는 배출억제기술 정보를 참고하여 기술·경제적으로 가장 적절한 배출억제기술 도입에 노력해야 한다.
- 대체물질을 사용하는 경우 대체물질의 물리화학적 성상, 유해성 및 배출상황, 경제성 등을 종합적으로 평가하여 적절히 사용해야 한다.
- 대기 배출억제대책을 실시할 경우 대기 이외로의 유해대기오염물질 배출억제를 노력해야 한다.
- 사업자는 유해대기오염물질의 취급량 및 대기 배출량을 파악해야 한다.
- 사업자는 자주계획에 따라 실시한 조치효과의 정확한 파악을 위해 조치 실시 전후의 부지경계농도 등의 측정방법에 따라 사업소 내외에서의 대기환경농도 파악을 위해 노력해야 한다.
- 사업자는 지역 주민 등의 이해를 높이기 위해 자주관리계획에 따른 노력 상황 등에 대한 보고서의 작성 및 배포, 설명회 실시 등 정보 제공을 위해 노력해야 한다.

<표 3-17>에 보이는 바와 같이, 새로운 자주관리계획을 통해 '03년 배출량원단위(휘발유 판매량당 벤젠 배출량)는 1999년 대비 62% 삭감된 것으로 나타났다.

또한, '03년에는 '벤젠 배출억제 대책(표 2-18)' 이 실시되었고, 이는 고정지붕식 탱크에서 부상지붕식 탱크로의 개조, 중간탱크 사용정지, 정유공장의 선박출하 설비의 vapor회수장치 설치 등을 통한 벤젠 억제 대책이다. 이 대책을 통해 휘발유 판매량은 '02년 대비 약 3% 증가한 반면 배출량원단위는 약 4% 감소하였다.

각 사업장에서는 이러한 벤젠 저감 노력뿐만 아니라, 지역주민을 대상으로 벤젠자주관

리 설명회(해당지역 견학 및 PRTR 설명 등) 실시, 자주관리협의회(해당 지역 홍보지에 지역자주관리 활동 소개 기사 게재)를 포함한 다양한 정보제공이 이루어지고 있다.

'04년 이후에는 휘발유 탱크의 부상 지붕식 개조, 정유공장의 탱크로리 출하 및 벤젠 선박출하 설비의 증기회수장치 설치 등을 통해 벤젠 배출량을 감축하고 있으며, 이와 더불어 벤젠으로부터 시클로hex산을 생산하는 장치능력 증강 등을 통해 벤젠 제품의 취급량 자체감소를 유도하고 있다.

〈표 3-16〉 일본의 유해대기오염물질 배출억제 기술

배출억제기술 적용	배출억제기술 예
시설·설비의 밀폐화 등에 따른 공정개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 부속근식 구조를 가진 저장설비</li> <li>· 로개 등의 공랭설비</li> <li>· 저용제 소비형 세정·탈지 설비(밀폐식, 냉각가스 흡인식, 진공 초음파방식, 다단식 등)</li> <li>· 원심분리·브러스트 설비</li> <li>· 탈염소화·표백설비</li> </ul>
배기가스 처리·회수장치의 설치	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 환류장치(베이퍼 리턴 라인)</li> <li>· 배기가스회수 처리설비(활성탄 등에 의한 흡착식, 냉각응집식 등)</li> <li>· 재생처리설비</li> <li>· 플레어스택 설비</li> <li>· 배기가스 연소처리설비(직접연소식, 촉매연소식)</li> </ul>
대체물질의 사용	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 순수세정</li> <li>· 물/알칼리계 용제에 따른 세정</li> <li>· 탄화수소계 용제에 따른 세정</li> <li>· 알코올계 용제에 따른 세정</li> <li>· 상기의 혼합용제에 따른 세정</li> </ul>
설비/공정관리의 적정화 외의 조치	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 파이프 접속부 등의 봉인 등에 따른 밀폐화</li> <li>· 반응/연소조건의 개선</li> <li>· 프리 보드비의 적정화</li> <li>· 건조/세정온도의 적정관리</li> <li>· 용제/원재료 등의 사용량의 적정관리</li> </ul>

자료: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.59 참조

〈표 3-17〉 일본의 벤젠 배출량(2000~2003)

연도	기준연도 ('99년)	'00년 참고치	'01년	'02년	'03년	'03년 목표
배출량(톤/년)	-	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	-
참가자수(석유정제 및 원매회사)1)	28	27	26	231	23	-
배출량(톤/년) = 휘발유판매량/배출원단위	379	296	163	159	157	190
삭감율(%)	-	22%	57%	58%	60%	-
달성율(%)	-	(44%) *	(114%) *	(116%) *	(120%) *	-
휘발유판매량(천kl)	57,297	58,372	58,668	60,351	62,004	(57,297)
배출원단위(톤/kl)	6.60E-06	5.10E-06	2.80E-06	2.60E-06	2.50E-06	3.30E-06 (50%삭감)
삭감율(%)	-	23%	58%	60%	62%	50%
달성율(%)	-	47%	116%	120%	123%	-
[배출원단위 산출방법]	배출량(톤)/휘발유판매량(kl)					

주: 1) 참가회사수의 감소는 석유정제·원매회사의 합병·통합에 의한 것으로 실질적인 참가회사 수의 감소는 없음

자료: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.60 참조

〈표 3-18〉 '03년에 실시한 구체적인 배출억제대책

배출억제 기술명	기술개요	기술도입시기	실시한 배출억제기술 에 의한 연간 삭감량(t) <sup>3)</sup>	코스트(백만원) <sup>4)</sup>		적용가능한 규모(처리 능력 등)
				투자 <sup>1)</sup>	비용 <sup>2)</sup>	
탱크 부상지붕식	고정지붕식 탱크로부터 부상지붕식 탱크로의 개조공사	'03.10	3.5	20		
		'04.2	1.8	25		
		'04.3	0.5	24		
		'03.8	1.0	20		
		'03.8 (합계5기)	1.0 (합계5.8)	29 (합계118)		
중간탱크의 사용정지	장치간 다이렉트 차지, 탱크의 이용	'03.4	0.5			
선박출하시의 배출억제	선박출하설비로의 vapor 회수장치 설치(선박벤투르부 터의 vapor 회수)	'03.7	0.9	54	0.2	270Nm <sup>3</sup> /h
	선박출하로부터 콤비나트 파이프 출하로의 전환	'03.4	0.7	N.A		
합계		8건	7.9	172	N.A	

주: 1) 투자: 배출억제책의 목적에서 '03년도 중에 실시한 투자액

2) 비용: 배출억제대책에 관계된 설비의 감가상각비와 그 설비를 적정하게 유지하기 위한 원재료비, 용역비, 인건비 등의 금액

3) 연간삭감량에 대해서는 추계를 포함해 파악 가능한 것에 대해 기입

4) 코스트는 파악 가능한 것에 대해 기입하였음

5) 기타 소규모 발생원 대책 실시

자료: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.60 참조.

## 다. 독일

### ■ 연방생활방해방지법(Federal Immission Control Act1))

연방국가인 독일은 환경관련 법률이 연방법과 지방법으로 구성되어 있다. 연방정부는 기준을 정하고 지방정부는 허가주체로써 기준 준수 여부를 판단하게 되는데 이는 미국의 법체계와 유사하다.

독일의 “연방생활방해방지법”에 의하면 연방정부는 허가를 받아야 하는 시설의 종류 및 허가요건을 공포해야하고, 허가대상의 유무에 관계없이 모든 시설에 대한 배출한계치와 사용기술과 관련된 의무사항을 부과해야 한다.

### ■ 독일의 HAPs 관리

독일은 HAPs 관리를 위해 총 230종의 물질을 4종류로 구분하여 관리하고 있다. 구체적으로 1)발암성 물질(20종), 2)입자상 무기물질(15종), 3)증기 또는 가스상 무기물질(10종), 4)유기물질(185종)로 구분되며, 이를 각각 I~IV등급으로 부여하여 배출량 규모에 따라 배출허용기준을 다르게 설정하고 있다(<표 3-19> 참조). 최근 '01년 개정을 통해 유해물질의 배출허용기준이 전반적으로 강화되었다. 발암성 III등급의 경우 이전의 25g/h에서 1/10수준인 2.5g/h로 대폭 강화되었으며, 배출기준을 준수해야 할 유해한 유기화학물질의 범위를 기존 103종에서 185종으로 확대하였다.

독일의 HAPs 관리의 특징은 배출자보다 수용체 중심의 관리 정책으로서, 인간이나 생태계의 피해를 최소화하는데 그 목적이 있다. 배출허용기준도 BAT(Best Available Technology)에 근거하여 매우 엄격한 기준을 요구하고 있으며, 배출허용치는 독성학, 생체축적성, 역학적 측면 등을 고려하여 결정한다.

〈표 3-19〉 독일의 230종 HAPs에 대한 국가배출기준(계속)

물질	등급	배출기준	대상물질
발암성물질 (20)	I	배출량 0.15 g/h 이하 또는 배출농도 0.05 mg/m <sup>3</sup> 이하	비소 및 그 화합물, Benzo(a)pyrene, 카드뮴 및 그 화합물, 코발트수화물, 6가크롬화합물
	II	배출량 1.5 g/h 이하 또는 배출농도 0.5 mg/m <sup>3</sup> 이하	Acrylamide, Acrylonitrile, dinitrotoluene, Ethylene oxide, 니켈 및 그 화합물(니켈금속, 니켈합금, 니켈카보네이트, 니켈하이드록사이드, 켈테트라카보닐 제외), 4-vinyl-1,2-cyclohexen-diepid
	III	배출량 2.5 g/h 이하 또는 배출농도 1 mg/m <sup>3</sup> 이하	Benzene, Bromoethane, 1,3-Butadiene, 1,2-Dichloroethane, 1,2-Epoxypropane, Styroloxid, o-Toluidine, Trichloroethene, Vinyl chloride
입자상 무기 물질 (15)	-	배출량 0.20 kg/h 이하 또는 배출농도 20 mg/m <sup>3</sup> 이하	전체 입자물질들의 합
	I	배출량 0.25 g/h 이하 또는 배출농도 0.05 mg/m <sup>3</sup> 이하	수은 및 그 화합물, 탈륨 및 그 화합물
	II	배출량 2.5 g/h 이하 또는 배출농도 0.5 mg/m <sup>3</sup> 이하	납 및 그 화합물, 코발트 및 그 화합물, 니켈 및 그 화합물, 셀레늄 및 그 화합물, 텔륨 및 그 화합물
III	배출량 5 g/h 이하 또는 배출농도 1 mg/m <sup>3</sup> 이하	안티몬 및 그 화합물, 크롬 및 그 화합물, 시안화물, 불소화합물, 구리 및 그 화합물, 망간 및 그 화합물, 바나듐 및 그 화합물, 주석 및 그 화합물	
증기 또는 가스상 무기 물질 (10)	I	배출량 2.5 g/h 이하 또는 배출농도 0.5 mg/m <sup>3</sup> 이하	Arsine, cyanogen chloride, Phosgene, Hydrogen phosphide
	II	배출량 15 g/h 이하 또는 배출농도 3 mg/m <sup>3</sup> 이하	브롬 및 그 화합물, 염소, 시안화수소산, 불소화합물, 황화수소
	III	배출량 0.15 kg/h 이하 또는 배출농도 30 mg/m <sup>3</sup> 이하	암모니아, I·II 등급에 포함되지 않은 염소화합물
	IV	배출량 1.8 kg/h 이하 또는 배출농도 350 mg/m <sup>3</sup> 이하	황산화물(SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> ), 질소산화물(NO, NO <sub>2</sub> )

〈표 3-19〉 독일의 230종 HAPs에 대한 국가배출기준(계속)

물질	등급	배출기준	대상물질
유기물질 (185)	-	배출량 0.50 kg/h 이하 또는 배출농도 50 mg/m <sup>3</sup> 이하	총 유기물질 합(먼지 제외)
	I	배출량 0.10 kg/h 이하 또는 배출농도 20 mg/m <sup>3</sup> 이하	Acetaldehyd, Acetamid, Acrylsare, Alkylbleiverbindungen, Ameisensäure, Amino-4-nitrotoluol,2-, Aminoethanol,2-, Anilin, Benzochinon,p-, Benzolsulfonylchlorid, Benzoltricarbonsäure,1,2,4-, Benzoltricarbonsäureanhydrid,1,2,4-, Benzoylchlorid, Bis(3-aminopropyl)-methylamin,N,N-, Bleiacetat (basisch), Brommethan, Brompropan,1-, Butanthiol, Butenal,2-(Crotonaldehyd), Butin-1,4-diol-2, Butylacrylat,n-, Butylamin,iso-, Butylamin,n-, Butylphenol,4-tert-, Butyltoluol, Caprolactam, Chlor-1,3-butadien,2-(Chloropropen), Chlor-2-methylpropen,3-, Chlor-2-nitrobenzol,1-, Chlor-4-nitrobenzol,1-, Chlor-o-toluidin,5-, Chloressigsäure, Chlorethan, Chlorethanol,2-, Chlormethan, Chlorpropen,3-, Cyanacrylsäuremethylester, Cyclohexandicarbonsäureanhydrid,1,2-, Di-(2-ethylhexyl)-phthalat, Di-n-butylzinnchlorid, Diaminobenzidin,3,3a-, Diaminoethan,1,2-(Ethylendiamin), Dibenzoylperoxid, Dichlorethylen, 1,1-, Dichlormethan, Dichlornitroethan,1,1-, Dichlorphenole, Dichlorpropan,1,2-, Dichlorpropionsäure,2,2-, Dichlortoluol, 2,4-, Dichlortoluol,a,a-, Diethylamin, Diethylcarbamidsäurechlorid, Dimethylamin, Diethylentriamin (3-Azapentan-1,5-diamin), Difluorethen,1,1-(R1132a), Diglycidylether, Dihydroxybenzol,1,2-(Brenzcatechin), Dihydroxybenzol,1,4-(Hydrochinon), Diisocyanattoluol,2,4-, Diisocyanattoluol,2,6-, Dimethylamino-N,NaNa-trimethyl-1,2-diaminoethan,NDim ethylanilin, N,N-, Dimethylethylamin,1,1-, Dinitronaphthaline (alle Isomere), Dioxan,1,4-, Diphenyl

〈표 3-19〉 독일의 230종 HAPs에 대한 국가배출기준(계속)

물질	등급	배출기준	대상물질
유기 물질 (185)	-	배출량 0.50 kg/h 이하 또는 배출농도 50 mg/m <sup>3</sup> 이하	(Biphenyl), Diphenylamin, Diphenylether, Diphenylmethan-2,4a-diisocyanat, Diphenylmethan-4,4a-diisocyanat, Essigsare-(2-ethoxyethyl)-ester, Essigsareanhydrid, Ethandial (Glyoxal), Ethanthiol (Ethylmercaptan), Ethen, Ethylacrylat, Ethylamin, Ethylenglycoldinitrat, Ethylenthioharnstoff, Ethylhexansare, 2-, Formaldehyd, Formamid, Furaldehyd, 2- (Furfuraldehyd), Furanmethanamin, 2-, Glutardialdehyd, Glycerintrinitrat, Hexachlor-1,3-butadien, 1,1,2,3,4,4-, Hexachlorethan, Hexamethylendiamin, Hexamethylendiisocyanat, Hexanon, 2-, Isopropoxy-ethanol, 2-, Isocyanatmethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylisocyanat, 3-, Kampfer, Keten, Kohlenoxidsulfid, Kresole, Maleinsareanhydrid, Methanthiol (Methylmercaptan), Methoxyanilin, 4-, Methoxyessigsare, Methyl-2,4,6-N-tetranitroanilin, N-, Methylacrylat, Methylamin, Methylanilin, N-, Methylisocyanat, Methylenbis(2-methylcyclohexylamin), 4'4'-, Methyljodid, Methylphenylendiamin, 2-, Monochloressigsare, Na-Salz, Monochloressigsare-1-methylethylester, Monochloressigsareethylester, Monochloressigsaremethylester, Montanwachssaren, Zn-Salze, Morpholin, Naphthylamin, 1-, Naphthylen-1,5-diisocyanat, Naphthylendiamin, 1,5-, Natriumtrichloracetat, Nitro-4-aminophenol, 2-, Nitro-p-phenylendiamin, 2-, Nitroanilin, 2-, Nitroanilin, m-, Nitroanilin, p-, Nitrobenzol, Nitrokresole, Nitrophenole, Nitropyrene, Nitrotoluol, 3-, Nitrotoluol, 4-, Nitrotoluole (alle Isomere), Oxalsare, Pentachlorethan, Pentachlornaphthalin, Phenol, Phenyl-1-(p-tolyl)-3-dimethylaminopropan, Phenyl-2-naphthylamin, N-, Phenyl-acetamid, N-, Phenylhydrazin, Phthalonitril, Phthalsareanhydrid, Piperazin, Prop-2-in-1-ol, Propenal, 2- (Acrolein, Acrylaldehyd), Propylenglycoldinitrat, Pyridin,

〈표 3-19〉 독일의 230종 HAPs에 대한 국가배출기준

물질	등급	배출기준	대상물질
유기 물질 (185)	I	배출량 0.10 kg/h 이하 또는 배출농도 20 mg/m <sup>3</sup> 이하	Tetrabromethan,1,1,2,2-, Tetrachlorbenzol,1,2,4,5-, Tetrachlorethan,1,1,2,2-, Tetrachlorethylen, Tetrachlormethan, Thioalkohole, Thioether, Thioharnstoff, Toluidin,p-, Tribrommethan, Trichlorbenzole (alle Isomere), Trichloressigsare, Trichlorethan,1,1,2-, Trichlorethen, Trichlormethan (Chloroform), Trichlornaphthalin, Trichlornitromethan, Trichlorphenol,2,4,5-, Trichlorphenole, Triethylamin, Trikresylphosphat, (ooo,oom,oop,omm,omp,opp), Tri-N-butylphosphat, Trimethyl-2-cyclohexen-1-on,3,5,5-, Trinitrofluoren-9-on,2,4,7-, Trinitrotoluol,2,4,6- (TNT), Vinyl-2-pyrrolidon,N-, Vinylacetat, Xylenole (ausgenommen 2,4-Xylenol), Xylidin,2,4-
	II	배출량 0.50 kg/h 이하 또는 배출농도 0.10 g/m <sup>3</sup> 이하	1-Bromo-3-chloropropane, 1,1-Dichloroethane, 1,2-Dichloroethylene, Methylformate, Nitroethane, Nitromethane, Octamethylcyclortetrasiloxane, 1,1,1-Trichloroethane, 1,1-Trioxane

자료: 환경부, 국립환경과학원(2011), 제철, 제강 및 석유제품제조업 등의 HAPs 시설관리기준 제정을 위한 조사, pp.347-350 참조

■ HAPs 배출사업장의 허가기준(TA-Luft)

TA-Luft의 기준은 허가를 위한 최소한의 기준이며 실제 허가과정에서는 이보다 더욱 엄격한 기준을 적용받는 경우가 많다. TA-Luft에서는 경제적인 이유로 배출기준을 초과하는 예외를 인정하지 않고 있으며, 배출한계치, 특정 시설 및 조치의 설치이행(시설의 기술적 특성상 필요할 경우에 한함) 등과 같은 다양한 방법들이 동원되고 있다.

사업자는 시설입주지역의 대기질을 측정하고 대기모델링을 통해 배출시설로 인한 대기질 환경영향평가를 수행하여야 하며, 이 결과를 토대로 추가 조치를 취해야 한다. 이때 배출시설이 배출한계치를 만족하더라도 심각한 환경영향이 예상될 경우에는 허가를 불허

하고 있다. 허가 대상시설의 규모가 법으로 정해져 있으나, 대상시설이 아닌 경우에도 허가심의를 요청할 수가 있으며 실제로 그런 사례가 많은 것으로 알려져 있다. 이는 정부의 허가심사가 매우 엄격하고 과학적으로 이루어지기 때문에 일단 정부의 허가를 획득하면 사업자가 최고수준의 기술을 채택하여 배출을 억제한다는 사실을 지역주민들에게 인정받을 수 있기 때문이기도 하다.<sup>21)</sup>

---

21) 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, pp.62-63 참조

## 라. OECD

### ■ OECD국가의 HAPs 물질 관리 목록

우선 관리대상 목록에 HAPs 물질들을 지정하고 대기중으로 배출되는 유해화학물질들을 관리하고 있는 OECD 국가는 캐나다, 네덜란드, 노르웨이, 스웨덴, 미국 등이며 이외에 WHO도 HAPs 목록을 갖고 있다. <표 3-20>에 각 국가별 우선 관리대상 HAPs 목록이 나와 있다. OECD 국가들이 가장 관심을 가지는 HAPs는 발암성 물질, 독성 금속 성분, 독성 무기 화합물질, 지속성 유기화합물질 등이며 <표 3-21>은 각 국가에서 가장 중요하게 취급하는 HAPs 물질목록이 나와 있다.

HAPs 배출을 줄이기 위해서 OECD 회원국들은 ① HAPs 개별물질과 배출원에 대한 배출기준 수립, ② HAPs 개별물질에 대기질 기준 수립, ③ VOC, PM 등의 저감을 통한 간접적 HAPs 저감, ④ 생산, 취급, 사용 규제(살충제 포함), ⑤ HAPs 개별물질 또는 물질군별 실행프로그램(action program) 수립 등과 같은 규제도구를 사용하고 있다.

각국의 HAPs 배출기준 또는 대기질 기준 설정 여부가 각 물질별로 <표 3-22>에 정리되어 있다. 네덜란드, 스웨덴, 미국 등은 발암성이 높은 일부 물질에 대한 배출 기준을 수립하기 위해 정량적인 위해성 평가 기법을 적용하였고, 독일, 스위스 등은 고정 배출원에 대해 BAT를 기초로 배출기준을 수립한 바 있다.

스위스는 고정배출원에 대해 독성과 생태학적 영향을 고려하여 150여종의 HAPs를 무기물질, 휘발성무기물질, 유기물질 및 발암물질로 구분하고 각 물질군별로 배출용량에 따른 배출허용기준을 설정하고 있으며, 배출기준은 대부분 독일의 TA-Luft를 반영하여 작성된 것으로 알려져 있다. 스위스의 HAPs 종류 및 배출허용기준은 <표 3-23>에 나와 있다. 독일과 스위스에서 적용되고 있는 HAPs 배출 기준은 오염물질의 독성에 따라 결정되며 가장 엄격한 한계치는 쉽게 분해되지 않고 축적성과 독성이 높은 PCDDs, PCDFs, PCBs에 적용되고 있다.

대부분의 나머지 OECD 국가들은 20여 종의 HAPs에 대한 공정배출 규정을 적용하고 있으며, 주요 관리 HAPs로는 수은, 카드뮴, 비소, 납 등의 중금속, 염소와 불소로 구성된

5종의 휘발성 무기 화합물, 4종의 할로겐화 유기 화합물, 3종의 염소계 유기 화합물 등이 있다. 유럽/WHO에서는 산업 배출원 및 이동 오염원에서 배출되는 HAPs의 종류를 <표 3-24>와 같이 분류하였다.<sup>22)</sup>

<표 3-20> OECD 국가 및 WHO/유럽의 우선관리대상 HAPs 목록

물질명	캐나다	네덜란드	노르웨이	스웨덴	미국	WHO	물질명	캐나다	네덜란드	노르웨이	스웨덴	미국	WHO
Metals & Metalloids							Di-methyl-aniline						
As	●	●	●	●	●	●	Benzidine	●				●	
Be							o-,m-,p-Cresol						●
Cd	●	●	●	●	●	●	Dimethyl nitrosamine						●
Cr (VI)	●	●	●	●	●	●	Nitrobenzene						●
Cu		●	●	●			c) PAH	●	●	●	●		●
Pb	●	●	●	●			d) halogen,org.comp.						
Mn					●	●	Chloroprene						●
Hg	●	●	●	●	●	●	Ethylene dichloride	●	●	●		●	●
Ni	●		●		●	●	Ethylene dibromide		●			●	
Pt						●	Methyl chloroform	●	●	●	●	●	
Ag				●			Tetrachloroethane	●		●		●	
V						●	Methylene chloride	●	●			●	●
Zn		●	●		●		Chloroform	●	●			●	
Respirable Mineral Fibers							Carbon tetrachloride		●		●	●	
Asbestos	●	●			●	●	Vinyl chloride	●	●	●		●	●
Particulate Matter							Vinylidene chloride						●
Coarse & fine particulate	●				●	●	Tri-& Tetrachloroethylene	●	●		●	●	●
Inorganic Gases							Hexachlorocyclohexane		●				
Ammonia		●					Hexachlorocyclo-pentadiene			●	●		
Fluorides	●	●	●	●		●	Epichlorohydrin					●	
Hydrogen sulfide		●				●	Hexachlorobutadiene					●	
Phosgene					●		Chlorinated paraffins	●		●	●		
Organic Compounds							Chlorinated ethers	●					
a) non-halogenated							e) halogenated aromatics						
Acrolein					●	●	Chlorobenzenes	●	●	●	●		
1,3-Butadiene				●		●	p-Dichlorobenzene					●	
Ethylene		●					Hexachlorobenzenes	●			●		
Ethylene oxide		●			●		Chlorotoluenes	●		●			
Propylene oxide					●		Chlorostyrenes	●			●		
Acetaldehyde					●		Chlorophenols		●	●			
Formaldehyde		●			●	●	Pentachlorophenol				●		
Methyltertbutylether	●					●	PCBs	●	●	●	●	●	●
Acrylonitrile		●			●	●	PCTs	●			●		
Methyl-methacrylate	●						PCDDs/PCDFs	●	●	●	●	●	●
Phthalates	●	●		●			Chloroanilines		●		●		
Carbon disulfide						●	Dichlorobenzidine	●					
b) aromatics							Benzylchloride						●
Benzene	●	●			●	●	f) Mixtures of pollutants						
Toluene	●	●			●	●	Waste crankcase oils	●					
Xylene	●				●	●	Mineral oil VOC						
Phenols		●			●	●	Gasoline Vapours						●
Styrene		●			●	●	Coke oven emissions						●
Aniline	●												

자료: OECD(1995), Control of Hazardous Air Pollutants in OECD countries

재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.66 참조

22) 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, pp.62-63 참조

〈표 3-21〉 OECD 국가의 주요 HAPs

물질명	국가명
Asbestos	NL, D, CH
Arsenic	NL, D, CH
Beryllium	D, CH
Cadmium	NL, D, CH
Chromium(VI)	NL, D, CH
Cobalt	D, CH
Nickel	D, CH
Mercury	NL, D, CH, USA
Alkylated Lead Compounds	USA
Benzene	NL
PAH(Benzo(a)pyrene 포함)	NL, USA, D, CH
Acrylonitrile	NL, D, CH
Benzidine	NL
Hydrazine	NL
2-Naphylamine	D, CH
Dimethylsulfate	D, CH
Ethyleneimine	D, CH
Dichloroethanes	NL
Epichlorohydrin	NL, D, CH
Vinyl chloride	NL, D, CH
3,3-Dichlorobenzidine	D, CH
PCBs	USA
PCDD & PCDF	NL, USA
Hexachlorobenzene	USA
Arsine	D, CH
Cyanogenchloride	D, CH
Phosgene	D, CH
Hydrogen phosphide	D, CH

주: 1) 최대 배출량 규제 : Germany(D), Switzerland(CH), United States(USA)

2) 최소 배출량 규제 : Nertherlands(NL)

자료: OECD(1995), Control of Hazardous Air Pollutants in OECD countries

재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.67 참조

〈표 3-22〉 각국의 HAPs 배출기준 및 대기질기준 설정현황

국가	배출기준	대기질 기준 (Guidelines)
프랑스	Asbestos, Cr(VI), Cyanide, tot heavy metal, Hg+Cd, As (guidelines for 200 HAPs)	-
독일	160 HAPs + species	(conc. : Pb, Cd, HCl, Cl <sub>2</sub> depos. : Pb, Cd, TI, HF, HCl, F)
일본	Cd, Pb, Cl <sub>2</sub> , HCl, HF, F, SiF <sub>4</sub> , Asbestos;planned for 175 HAPs	Guideline value for total NMHC
네덜란드	Emission guidelines for 200 HAPs	(for 20 HAPs : VOCs, PAH, halogenated organics, fluorides, H <sub>2</sub> S)
스웨덴	Pollutant specific emission guidelines for numerous HAPs	Hg, Cd, As, Pb, Zn + guidelines for 17 organic HAPs
스위스	160 HAPs + species	conc.: Pb, Cd, Zn depos.:Pb, Cd, Zn, TI
미국	Asbestos, inorg. As, Be, Hd, benzene, vinyl chloride ; coke oven emission(188 HAPs)	Pb

자료: OECD(1995), Control of Hazardous Air Pollutants in OECD countries

재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.68 참조

〈표 3-23〉 스위스의 206종 HAPs에 대한 국가배출기준(계속)

물질	등급	대상 (g/h)	배출기준 (mg/m <sup>3</sup> )	물 질 명(개)
무기 HAPs (20)	I	유량이 1 이상	0.2	Cadmium and its compounds, Mercury and its compounds, Thallium and its compounds(3)
	II	유량이 5 이상	1	Arsenic and its compounds(단, Arsenic hydrate는 예외), Cobalt and its compounds*, Nickel and its compounds, Selenium and its compounds, Tellurium and its compounds(5)
	III	유량이 25 이상	5	Antimony and its compounds, Lead and its compounds, Chromium and its compounds*, Cyanides, Fluorides as dust, Copper and its compounds, Manganese and its compounds, Palladium and its compounds, Quartz dust crystalline fine particles dust, Rhodium and its compounds, Vanadium and its compounds, Tin and its compounds(12)
휘발성 무기 HAPs (13)	I	유량이 10 이상	1	Arsenic, Cyanogen chloride, Phosgene, Hydrogen phosphide(4)
	II	유량이 50 이상	5	Bromine and its volatile or gaseous compounds(as hydrogen bromide), Chlorine, Hydrogen cyanide, Fluorine and its volatile or gaseous compounds(as hydrofluoric acid), Hydrogen sulfide(5)
	III	유량이 300 이상	30	Ammonia, Chlorine compounds, volatile or gaseous inorganic compounds(단, Cyanogen chloride와 Phosgene은 예외)(as hydrochloric acid)(2)
	IV	유량이 2,500이상	500	Sulfur oxides(sulfur dioxide and sulfur trioxide)(as sulfur dioxide), Nitrogen oxides(nitrogen monoxide and nitrogen dioxide)(as nitrogen dioxide)(2)
발암성 물질 (24)	I	유량이 0.5 이상	0.1	Asbestos(as fine dust), Benzo(a)pyrene, Beryllium and its compounds in respirable form(as Be), Dibenzo(a,h)anthracene, 2-Naphtalamine(5)
	II	유량이 5 이상	1	Arsenic trioxide and arsenic pentoxide/arsenious acid and its salts, Chromium(VI) compounds(in respirable form)(as Cr), Cobalt(in form of respirable dust/aerosols of cobalt metal)(as Co), 3,3-Dichlorobenzidine, Dimethyl sulfate, Ethylene imine, Nickel(in form of respirable dust/aerosols of nickel metal)(as Ni)(7)
	III	유량이 25 이상	5	Acrylonitrile, Benzene, 1,3-Butadiene, 1-Chloro-2,3-epoxypropane(epichlorohydrin), 1,2-Dibromomethane, 1,2-Epoxypropane, Ethylene oxide, Hydrazine, Respirable wood dust from beech, Respirable wood dust from oak, o-Toluidine, Vinyl chloride(12)

〈표 3-23〉 스위스의 206종 HAPs에 대한 국가배출기준(계속)

물질	등급	대상 (g/h)	배출기준 (mg/m <sup>3</sup> )	물 질 명(개)
유기 HAPs (149)	I	유량이 0.1 이상	20	Acetaldehyde, Acrylic acid, Acrylic acid ethyl ester, Acrylic acid methyl ester, Alkanes/except methane, Alkenes/except 1,3-butadiene, Alkyl lead compounds, Formic acid, Formic acid dimethylamide, Formic acid methyl ester, Aniline, Benzyl chloride, Biphenyl, Chloroacetaldehyde, Chloroacetic acid, Chloromethane, Chloroform, 2-Chloroprene, a-Chlorotoluene, Cumene, Cyclohexanone, Diacetone alcohol, 1,2-Dichlorobenzene, 1,2-Dichloroethane, 1,1-Dichloroethylene, Dichlorophenole, Diethanolamine, Diethylamine, Dimethylamine, 1,4-Dioxan, Diphenyl, Ethyl acrylate, Ethylamine, Ethylmethylketone, Formaldehyde, 2-Furylaldehyde, Respirable wood particles, Cresols, Maleic anhydride, Mercaptans, Methyl methacrylate ester, Methanol, Methyl acrylate, Methylamine, 4-Methyl-m-phenylenediisocyanate, Nitrobenzene, Nitrocresols, Nitrophenols, Nitrotoluene, Phenol, 2-Propenal, Pyridiene, Sulfide of carbon, 1,1,2,2-Tetrachlorobenzene, Thioalcohols, Thioether, 1,1,2-Trichloroethane, Trichloromethane, Trichlorophenols, Triethylamine, Xylenols(except 2,4-Xylenol) (61)
	II	유량이 20 이상	100	2-Butoxyethanol, Butyric aldehyde, Chlorobenzene, 2-Chloro-1,3-butadiene, 2-Chloropropane, 1,4-Dichlorobenzene, 1,1-Dichloroethane, Di-(2-ethylhexyl)-phtalate, N,N-Dimethylforamide, 2,6-Dimethylheptane-4-on, Dioctylphtalate, Acetic ester, Acetic acid, Acetic-acid butyl ester, Acetic-acid ethyl ester, Acetic-acid methyl ester, Acetic-acid vinyl ester, Ethanol, Ether, 2-Ethoxyethanol,

〈표 3-23〉 스위스의 206종 HAPs에 대한 국가배출기준

물질	등급	대상 (g/h)	배출기준 (mg/m <sup>3</sup> )	물 질 명(개)
유기 HAPs (계속)	II (계속)	유량이 2.0 이상	100	Ethylbenzene, Ethyl chloride, Furfural/Furfurol, Fufuryl alcohol, Glycol, 2,2-Iminoethanol, Isobutylmethylketone, Isopropenylbenzene, Isopropylbenzene, Carbon disulfide,  2-Methoxyethanol, Methyl acetate, Methylcyclohexanons, Methylenchloride, Methylethylketone, Methyl formate, Methyl glycol, Methyl isobutyl ketone, Methyl methacrylate, Naphthalene,  Propionaldehyde, Propionic acid, Styrene, Tetrachloroethylene, Carbon tetrachloride, Tetrachloromethane, Tetrahydrofuran, Toluene, Toluylene-2,4-diisocyanate, 1,1,1-Trichloroethane,  Trichloroethylene, Trimethylbenzenes, Vinyl acetate, 2,4-Xylenol, Xylene(55)
	III	유량이 3.0 이상	150	Acetone, Acrolein, Alkyl alcohols, 2-Butanone, Butyl acetate, Butylglycol, Chloroethane, Dibutylether, Dichlorodifluoromethane, 1,2-Dichloroethylene,  Dichloromethane, Diethylether, Diisopropyl ether, Diisopropylketone, Diisocyanatotoluene, Dimethyl ether, Ethyl acetate, Ethylene glycol, Ethylene glycol monobutyl ether, Ethylene glycol ethyl ether  Ethylene glycol methyl ether, Ethylglycol, 4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone, Methyl benzoate, Methyl chloride, Methylchloroform, 4-Methyl-2-pentanone, N-Methylpyrrolidone, Olefin hydrocarbons(except 1,3-Butadiene), Paraffin hydrocarbons(except Metane),  Perchloroethylene, Pinenes, Trichlorofluoromethane(33)

자료: OECD(1995), Control of Hazardous Air Pollutants in OECD countries

재구성: 환경부(2005), 유해대기오염물질(HAPs) 배출원 조사기술 개발, pp.44-49 참조

〈표 3-24〉 유럽/WHO에 의한 산업 배출원 및 이동오염원의 HAPs 목록

물질명	배출원											
	Mining	Coal prod./Comb.	Oil prod./Comb.	Energy prod.	Metal	Chemical	Pulp/Paper	Food	Solvent	Other1)	Waste treatment	Mobile sources
Particulates	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Hydrocarbons	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chlorinated VOCs	-	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ammonia compounds	●	●	●	-	-	●	●	●	-	-	●	-
Asbestos	●	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Chlorine	●	-	-	●	●	●	-	-	-	●	-	-
Bromine	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Fluorides	●	-	-	●	●	●	-	-	-	●	-	-
Hydrogen sulfide	-	●	●	-	-	●	●	●	-	-	●	●
Hydrochloric acid	-	-	-	●	-	●	-	●	-	-	●	●
Hydrochloric cyanide	-	●	-	-	-	●	-	-	-	●	-	-
Nitric acid	-	●	-	●	-	●	-	-	-	-	-	●
Phosphoric acid	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-
Sulfuric acid	-	●	-	●	-	●	●	-	-	-	-	●
Aluminium	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
Arsenic	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-	●	●
Beryllium	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	-	●
Cadmium	●	-	●	●	●	●	-	●	●	-	●	●
Chloromium	●	-	-	●	●	-	-	●	●	-	●	-
Copper	●	-	●	-	●	-	-	-	-	-	●	-
Lead	●	●	●	●	●	-	●	●	-	●	●	●
Manganese	-	-	-	●	●	●	-	-	-	-	-	●
Mercury	●	●	-	●	●	●	-	-	-	-	●	-
Nickel	●	-	-	●	●	-	-	-	-	-	●	●
Vanadium	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
Zinc	●	-	●	●	●	●	-	-	●	-	●	-
Aromatics, PAC	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Amines	-	-	-	●	-	●	-	●	●	●	●	-
Aldehydes	-	-	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●
Carbon disulfide	-	●	●	●	-	●	-	-	-	-	-	-
Mercaptans	-	●	●	-	-	●	●	●	●	●	●	-
Organic acids	-	-	-	-	-	●	-	●	-	-	-	-
Toluene isocyanate	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
Trichloroethylene	-	-	-	●	●	●	-	-	●	●	-	-
Tetrachloroethylene	-	-	-	●	-	●	-	●	●	●	-	-
Vinyl chloride	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-	-
Dioxins/Furans	●	-	-	●	●	-	-	-	-	-	●	●
Phenols	●	-	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-
Odours	●	●	-	-	-	●	●	●	●	●	-	-

주: Other sources : printing industries, dry cleaning operations, textile manufacturing 포함

자료: OECD(1995), Control of Hazardous Air Pollutants in OECD countries

재인용: 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구, p.71 참조

## 2. 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 관리기준

### 가. 미국

#### 1) 공통시설

NESHAP에서 공통시설로 분류되는 시설(공정)은 저장시설(OO-tank, WW-storage vessels), 비산누출시설(TT-equipment leaks-control), 폐수처리시설 등이 있으며 아래 <표 3-25>에 목록을 정리하였다.

<표 3-25> 대상업종의 주요 공통시설에 대한 NESHAPs

Subpart #	CFR #	Title of Subpart
G	63.110	Organic HAP from the synthetic organic chemical manufacturing industry for process vents, storage vessels, transfer operations, and wastewater.
H	63.160	NES for organic HAP for equipment leaks.
I	63.190	NES for organic HAP for certain processes subject to the negotiated regulation for equipment leaks.
Q	63.400	NES for HAP for industrial process cooling towers.
R	63.420	NES for gasoline distribution facilities (Bulk gasoline terminals and pipeline breakout stations).
V	61.240	NES for Equipment Leaks (Fugitive emission sources)
OO	63.900	NES for Tanks-level 1
PP	63.920	NES for containers
RR	63.960	NES for individual drain systems
SS	63.980	NES for closed vent systems, control devices, recovery devices and routing to a fuel gas system or a process.
TT	63.1000	NES for equipment leaks-control level 1.
UU	63.1019	NES for equipment leaks-control level 2 standards.
VV	63.1040	NES for oil-water separators and organic water separators.
WW	63.1060	NES for storage vessels(tanks)-control level 2
DDDDD	63.7480	NESHAP for industrial, commercial, and institutional boilers and process heaters.
EEEE	63.2330	NESHAP: organic liquids distribution (non-gasoline).

## 2) 3개 업종에 대한 주요공정별 미국 NESHAP

금번 시설관리기준 마련 연구의 3개 중분류 업종(1차금속, 금속가공제품, 섬유제품)과 관련이 있는 NESHAP의 관리기준은 아래 <표 3-26>과 같다. 이하에서는 각 공정의 주요 내용만을 정리하였으며, 5장에서 금번 연구 3개 중분류 업종에서 선정된 8개 세세분류 업종과 유사하거나 동일한 NESHAP 업종에 대하여 배출기준, 관리대상물질 등을 정리하였다.

&lt;표 3-26&gt; 대상업종의 주요 공정에 대한 미국 NESHAP

대상업종	Title of Subpart	Subpart #	CFR #
1차 금속 제조업	-primary copper smelting	QQQ	(67FR40477)
	-primary aluminium production (Primary Aluminum Reduction Plants)	LL	(62FR52384)
	-secondary aluminum production	RRR	(65FR15689)
	-secondary lead smelting	X	(60FR32587)
	-primary lead smelting	TTT	(64FR30194)
	-primary magnesium refining	TTTTT	(68FR58615)
	-ferroalloys production	XXX	(64FR27450)
	-iron foundries	EEEEEE	(69FR21905)
	-steel foundries		
-steel pickling-HCl process	CCC	(64FR33202)	
1차 금속 제조업 (제철 및 제강)	-taconite iron ore processing	RRRRR	(68FR61867)
	-integrated iron and steel manufacturing facilities	FFFFF	(68FR27645)
	-Coke By-Product Plants		
	-Coke Ovens: Charging, Top Side, and Door Leaks	L	(58FR57898)
	-coke ovens : pushing, quenching, and battery stacks	CCCCC	(68FR18007)
금속가공제품 제조업	-Hard Chromium Electroplating -Chromic Acid Anodizing -Decorative Chromium Electroplating -Hard Chromium Electroplating	N	(60FR4948)
	-surface coating of metal cans	KKKK	(68FR64431)
	-surface coating of miscellaneous metal parts and products.	MMMM	(69FR129)
	-surface coating of metal furniture	RRRR	(68FR28605)
	-surface coating of metal coil	SSSS	(67FR39793)
	-halogenated solvent cleaners	T	(59FR61801)
섬유제품 제조업	-printing, coating, and dyeing of fabrics and other textiles (fabric printing, coating and dyeing)	OOOO	68FR32171

### 3) 공정별 주요내용

금번 3개 업종에 해당하는 NESHAP 관리기준의 주요내용을 정리하면 다음과 같다.

#### ■ Acetal 수지, acrylic 및 modacrylic fiber, 불화수소, polycarbonate 제조공정

HAPs를 배출하는 주요 공정으로는 thermoplastic 제조, textile이나 스포츠 용품, 항공 산업에 사용되는 합성섬유, 전자 부품이나 자동차 용품에 사용되는 polycarbonate, 불화물 제조공정 등이 있으며, 포름알데히드, 메탄올, 휘발성 유기물질, 메틸 클로라이드, 에틸 클로라이드, 포스겐 등이 배출된다. EPA에서는 이러한 HAPs 배출저감을 위해 저장시설, 프로세스벤트, 누출, 폐수처리시스템 등과 같은 배출원을 관리한다.

#### ■ 폴리머 생산

Polyethylene terephthalate polymers와 styrene based thermoplastics는 폴리에스터 섬유, 음료수병, 플라스틱 자동차 부품, 포장재, 플라스틱 장난감 등을 제조하는데 이용되며, 이러한 폴리머 생산과정에서 스티렌, 부타디엔, 메탄올 등과 같은 HAPs가 대기 중으로 배출된다. 폴리머 생산과정시의 HAPs 배출량을 저감하기 위해 EPA는 산업계 대표 및 주주들과의 협력 하에 저장시설, 프로세스 벤트, 누출, 폐수처리시스템, 냉각탑 등에 대한 배출 기준을 제정한 바 있다. 이 관리기준은 미국 전역 66개의 설비에서 기존 배출량의 20%인 연간 3,880톤의 HAPs 배출을 저감시킬 수 있으며, 신규시설의 적용결과로 약 5백만 달러의 비용절감효과가 예상되고 있다.

#### ■ 코크스 오븐 배터리(Coke oven batteries)

Coke oven batteries는 석탄을 coke로 전환할 때 사용되며, 용광로에서 철광석을 철로 전환할 때 사용된다. Coke oven에서 배출되는 가스는 발암물질인 벤젠을 비롯해서 호흡기 관, 신장, 전립선 등의 암을 유발할 수 있는 기타 화학물질들을 함유하고 있으며, 이러한 배기가스에 노출될 경우 결막염, 피부염, 호흡 및 소화기관의 손상 등을 유발할 수 있다.

EPA는 공식적인 규제협상 과정을 통해 Coke oven의 시설운영 가이드라인과 기존 및 신설시설에 대한 배출기준치를 설정해 놓고 있는데, 신설시설의 경우 기존시설보다 좀 더 강화된 기준이 적용된다. Coke oven 관리기준은 29개 기존시설에 적용되며, HAPs 배출량을 연간 1,500톤 저감시킬 수 있을 것으로 예상하였다.

#### ■ 1차 납 제련로(Primary lead smelter)

1차 납 제련로(Primary lead smelter)는 납 광석을 처리하여 납 금속을 만들어 내는 것으로 생산된 납의 대부분은 lead-acid 배터리 제조에 사용된다. 이 때, 납, 비소, 안티몬, 카드뮴 같은 HAPs가 배출된다.

EPA 관리기준에서는 납 배출한계치를 설정하고 있으며, 배출한계 규정을 달성하는데 있어서 운영자들이 배출원의 관리 방법과 관리범위 등을 정할 수 있도록 하고 있다. 그 밖에도 비산먼지 관리, 오염물질 저감시설의 운영 및 관리 등에 있어서 세부적인 요구조건을 명시하고 있으며, 3개 시설이 이 관리기준에 적용된다.

#### ■ 2차 납 제련로(Secondary lead smelters)

2차 납 제련로(Secondary lead smelters)는 자동차용 납배터리의 재활용을 위한 공정으로 발암물질인 1,3-Butadiene, 납화합물 등과 같은 HAPs를 배출한다. EPA는 제련로(smelting furnace), 솥(kettles), 건조기, 비산오염원 등 다양한 배출원에서의 관리기준을 적용하고 있다.

이러한 관리기준을 통해 미국 내 23개의 2차 납 제련로(Secondary lead smelters) 시설로부터 발생하는 HAPs 양을 연간 1,400톤 저감할 수 있으며, 입자상물질(심각한 호흡기 질환유발)은 연간 150톤, 일산화탄소(피로, 메스꺼움, 호흡기 질환 등을 유발)는 연간 88,000톤 저감할 수 있을 것으로 예상하였다.

### ■ 1차 알루미늄 환원공정

1차 알루미늄 환원공정에서는 알루미나 원석으로부터 용융(溶融, molten)된 알루미늄 메탈(virgin aluminum)이 생산되며, 완제품 제조과정 중 비교적 큰 규모에 속한다. 1차 알루미늄 환원 공장에서 HAPs를 배출하는 주요 공정은 molten 알루미늄 생산과정으로써, 심각한 호흡기 질환을 유발하는 불화수소와 암 유발과 같은 심각한 건강문제를 야기 시킬 수 있는 다환성 유기물질의 HAPs가 배출된다.

기업체 주주 등과의 우호적인 협력 하에 제정된 EPA 관리기준은 일종의 비용절감 인센티브 제도인 배출평균 조항이 있어, 배출 규정보다 낮은 수준의 배출량을 지속적으로 보였을 경우, 샘플링 횟수나 배출량 테스트의 빈도를 줄여주기도 한다. 또한 관리기준에는 사전오염예방수단, 작업숙련, 시설정비, 기계조작, 공정 내 재활용 등 다양한 방법들이 포함되어 있다.

이러한 관리기준을 통해 미국 전역 24개의 설비시설에서 불화물 연간 3,700톤, 다환성 유기물질 연간 2,000톤, 입자상물질 연간 16,000톤을 저감시킬 수 있는데, 이는 기존 배출량의 50%에 해당한다.

### ■ 2차 알루미늄 공정

캔, 항공기, 자동차, 건설재료 등을 만들기 위해 알루미늄 메탈을 사용하는 2차 알루미늄 공정에서는 전처리작업(알루미늄 스크랩 절단, 건조, 코팅물질 제거) 및 용광로작업(알루미늄 용융, 정제, 합금화)에서 HAPs가 배출된다. 배출되는 HAPs로는 11개 금속물질, 유기물질, 염소, 염산 등이 있다.

일정규모 이상의 시설에 대해서 메탈, 다이옥신/퓨란, 유기성 HAPs, 산성가스 등에 대한 배출한계를 설정하고 있으며, 다이옥신/퓨란에 대해서는 작은 규모에서의 시설에서도 배출한계를 준수하도록 되어 있다. 모니터링 및 배기가스 측정 비용절감 등을 위해 금속대신 입자상물질, 개별 유기물질 대신 THC, 염산, 연소, 불화수소 대신 총 염산농도로 배출기준을 정하고 있기도 하다. 관리기준은 80여개의 대규모 시설에서 적용되며, 다이옥

신/퓨란에 대한 배출기준은 수백여 개의 소규모 시설에서 적용된다. 이러한 HAPs 관리를 통하여 유기성 HAPs 12,420톤/년(기존 배출량의 70%), 염산 12,370톤/년(기존 배출량의 73%), 금속물질 40톤/년(기존 배출량의 60%)이 저감될 것으로 예상하였다.

#### ■ 철합금 생산공정

철합금은 크롬, 망간, 실리콘 등과 철이 혼합된 것으로, 철합금은 그 특성을 강화시켜 강철과 주철들을 제조하는데 사용된다. 철합금 생산과정에서 망간 등과 같은 중금속들을 배출되며, 배출되는 중금속의 양은 원재료에 포함된 금속류의 양에 따라 달라진다.

인체가 높은 농도의 망간에 상습적으로 노출될 경우에는 중추신경계 장애가 야기될 수 있다. EPA는 이러한 망간물질 저감을 위해 망간철(ferromanganese)과 실리콘망간(silicomanganese) 제조시설에서의 입자상물질(망간화합물)에 대한 배출한계를 설정해 놓았다. 이러한 배출기준을 통해 저감시설의 설치이전 배출량 대비 99%의 HAPs를 저감할 수 있으며, EPA는 저감시설의 계속적 사용과 올바른 운영을 장려하고 있다.

#### ■ 산세척(Steel pickling)

산세척(Steel pickling)은 산화물 얼룩을 제거하기 위해 산을 이용하는 공정으로 이때 염산 및 염소가 배출된다. 염산은 일괄적 산세척 라인(batch pickling line)에 사용되는 탱크, 산 재생 시설 및 저장탱크에서, 염소는 산 재생시설로부터 배출된다.

염산에의 만성적 노출은 위, 호흡기관, 피부 염증을 유발하고, 고농도 염소에의 노출은 구토, 흉부 압박, 폐 질환 급기야 사망에도 이를 수 있으며, 저농도 염소 노출은 눈, 상부 호흡기관, 폐의 자극을 유발한다.

EPA는 pickling line, 산 재생시설, 저장탱크의 염산 배출한계, 산 재생시설의 염소 배출한계를 규정하고 있다. 이 관리기준은 62개 산세척(steel pickling) 시설과 8개 산 재생시설에서 염산 2,500톤/년(기존 배출량의 76%) 및 염소 8.2톤/년(기존 배출량의 30%)을 감축할 수 있으며, 입자상물질의 배출량도 일부 저감할 수 있을 것으로 예측하였다

### ■ 전기도금

크롬 전기도금과 양극처리(anodizing operations)는 금속에 얇은 크롬층을 코팅하여 부식과 마모를 방지하는 것으로, 전기도금은 주택건설, 자동차부품, 대형실린더, 출판기기 등에서 양극처리는 경비행기의 날개부분이나 착륙기어 등에 적용되는데, 이때 폐암 유발물질인 6가 크롬이 배출된다.

EPA는 이러한 6가 크롬배출을 제어하기 위해 배출기준을 정하고 있으며, 1,500여개의 hard 크롬전기도금시설과, 2,800여개의 decorative 크롬전기도금시설, 700여개의 크롬 양극처리시설로부터 크롬 배출량이 연간 173톤 저감될 수 있을 것으로 예상하였다.

### ■ 냉각탑

과거에는 산업공정의 냉각탑에 시설부식과 조류성장을 방지하기 위해 크롬을 첨가하기도 했는데, 폐암 유발물질인 크롬(크롬 VI가 가장 독성이 강함)은 냉각탑에서 대기 중으로 배출된다. EPA는 크롬 첨가물질을 금지하고 있으며, 대신 인산 사용을 권장하고 있다.

대부분의 소규모 냉각탑은 HAPs 주요 오염원으로 분류되지 않으나, 석유정제, 화학물질 생산, 금속생산 시설의 대규모 냉각탑은 HAPs의 주요배출원이다. 냉각탑의 관리기준은 400여개 주요 배출원의 약 800개 냉각탑에 적용되어 크롬 배출량을 연간 25톤 저감시킬 수 있는 것으로 예상하였다.

### ■ 할로젠계 용제 세척기

할로젠계 용제 세척은 우주항공산업, 자동차제조, 금속조립 등에서 필수적으로 사용되는 공정으로 이를 통해 오일 및 기타 잔여물들이 제거된다.

HAPs 관리기준은 methylene chloride, perchloroethylene, trichloroethylene, 1,1,1-trichloro etjane, carbon tetrachloride, chloroform의 총 농도가 5%(무계기준) 이상인 세척기에 적용되며, 약 9,000개의 시설에서 HAPs 및 휘발성 유기물질 배출량을 연간 85,300톤 및 81,700톤 줄일 수 있을 것으로 예상하고 있다.

## 나. EU

1996년 도입된 환경오염의 통합적 관리, 방지, 제어(IPPC) 지침에 따라 EU의 회원국은 IPPC를 국내법으로 준수해야 하며, 이는 아래와 같이 두 가지로 구분된다.

- 가. ‘이용 가능한 최상의 기술(BAT: best available techniques)’을 적용한 산업시설에 대한 허가를 보장해야 하며, 이 제도를 통해 특정 기술의 사용이 특혜를 받는 일이 없도록 해야 한다.
- 나. BAT의 적용과 배출허용기준의 달성 여부를 모니터링하기 위한 오염물질 배출등록 제도(EPER)로 구성된다.

IPPC 지침의 주요내용은 35개 산업군 별로 BAT(Best Available Technology) 개념에 근거한 BREFs(BAT Reference Documents)를 작성하는 것이다. '11년 기준 제철제강업종을 포함하여 35개 업종에 대한 BAT 기준이 검토 중이거나 채택되었으며, 채택된 BAT 목록을 <표 3-27>에 정리하였다.

BAT 기준에는 대상 업종에 대한 기술수준과 오염물질 배출현황을 근거로, 적용 가능하며 가장 효율적인 BAT 수준을 바탕으로 오염물질 배출허용기준을 제시하고 있으며, 기준을 준수하기 위한 관리, 운영기술 및 모니터링 기준을 제시하고 있다.

BAT 기준의 제정을 위해서는 IPPC 위원회, 학계 전문가, 산업계 전문가와 환경 NGO 단체가 함께 기준을 마련하며, 일반적으로 1개 업종에 대한 BAT 기준을 마련하기 위하여 약 3년의 기간을 기준으로 하고 있으나, 업종에 따라 3년 이상이 소요될 수 있다. EU는 8년 마다 환경법규를 재검토하여 수정함을 원칙으로 하고 있다.

〈표 3-27〉 업종별 EU의 BAT 제정현황(2011)

구분	Reference document	Adopted document	Current draft	Meeting report	Estimated review start
1	Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries	BREF (05.2010)			
2	Ceramic Manufacturing Industry	BREF (08.2007)			
3	Chlor-alkali Manufacturing Industry	BREF (12.2001)		MR (09.2009)	
4	Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector	BREF (02.2003)	D1 (10.2009)	MR (06.2008)	
5	Economics and Cross-media Effects	BREF (07.2006)			
6	Emissions from Storage	BREF (07.2006)			
7	Energy Efficiency	BREF (02.2009)			
8	Ferrous Metals Processing Industry	BREF (12.2001)			Review started
9	Food, Drink and Milk Industries	BREF (08.2006)			
10	General Principles of Monitoring	BREF (07.2003)			Review started
11	Glass Manufacturing Industry	BREF (12.2001)	FD (06.2011)	MR (01.2007)	
12	Industrial Cooling Systems	BREF (12.2001)			2012
13	Intensive Rearing of Poultry and Pigs	BREF (07.2003)	D1 (03.2011)	MR (06.2009)	
14	Iron and Steel Production	BREF (12.2001)	FD (06.2011)	MR (09.2006)	
15	Large Combustion Plants	BREF (07.2006)			Review started
16	Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids and Fertilisers Industries	BREF (08.2007)			
17	Large Volume Inorganic Chemicals - Solids and Others Industry	BREF (08.2007)			
18	Large Volume Organic Chemical Industry	BREF (02.2003)		MR (12.2010)	
19	Management of Tailings and Waste-rock in Mining Activities	BREF (01.2009)			
20	Manufacture of Organic Fine Chemicals	BREF (08.2006)			
21	Mineral Oil and Gas Refineries	BREF (02.2003)	D1 (07.2010)	MR (09.2008)	
22	Non-ferrous Metals Industries	BREF (12.2001)	D2 (07.2009)	MR (09.2007)	
23	Production of Polymers	BREF (08.2007)			
24	Production of Speciality Inorganic Chemicals	BREF (08.2007)			
25	Pulp and Paper Industry	BREF (12.2001)	D1 (04.2010)	MR (11.2006)	
26	Slaughterhouses and Animals By-products Industries	BREF (05.2005)			2012 +
27	Smitheries and Foundries Industry	BREF (05.2005)			2012 +
28	Surface Treatment of Metals and Plastics	BREF (08.2006)			
29	Surface Treatment Using Organic Solvents	BREF (08.2007)			
30	Tanning of Hides and Skins	BREF (02.2003)	D2 (07.2011)	MR (10.2007)	
31	Textiles Industry	BREF (07.2003)			2012
32	Waste Incineration	BREF (08.2006)			
33	Waste Treatments Industries	BREF (08.2006)			2012 +
34	Wood-based Panels Production	-			Review started
35	Wood Preservation with Chemical Products	-			2012 +

# | 제4장 · 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 화학물질 배출특성 |

## 1. 중분류 업종별 배출현황

〈표 4-1〉 및 〈그림 4-1〉에는 '13년 중분류 업종별 PRTR 화학물질배출량 및 조사대상 사업장수를 정리하였다. PRTR 자료에 따르면 '13년 전국에서 배출된 유해화학물질은 약 50,543톤으로 나타났다. 이 가운데 기타 운송장비 제조업(31)이 16,904톤으로 가장 높은 배출량을 나타냈으며, 본 연구 3개 중분류 업종(금속가공제품 제조업, 1차 금속 제조업, 섬유제품 제조업) 화학물질 배출량 합계는 약 5,065톤으로 조사되었다. 이는 전체 업종 배출량의 약 10%에 해당하는 수치이다. 조사대상 사업장수는(891개소) 전체 업종의 조사대상 사업장 수(3,380개소)의 약 26%로 배출량 대비 비교적 높게 나타났다. 조사대상 사업장수 비율 대비 배출량 비율이 낮은 것으로 미루어볼 때 금번 연구의 3개 중분류 업종은 1개 사업장당 화학물질 배출량이 많은 업종은 아닌 것으로 예상된다.

〈표 4-2〉 및 〈그림 4-2〉에는 '13년 중분류 업종별 특정대기유해물질 배출량 및 조사대상 사업장수를 정리하였다. 3개 업종의 특정대기유해물질 배출량은 665톤으로 조사되었으며, 이는 전체 특정대기유해물질 배출량의(7,816톤) 약 9%를 차지한다. 특정대기유해물질 배출사업장수는 363개소로 전체 특정대기유해물질 배출사업장수(1,523개소)의 약 24%로 나타났다. 3개 업종 가운데 섬유제품제조업의 특정대기유해물질 배출량은 전체 업종 배출량의 1%이하(18톤/7,816톤)로 다소 낮게 나타났다.

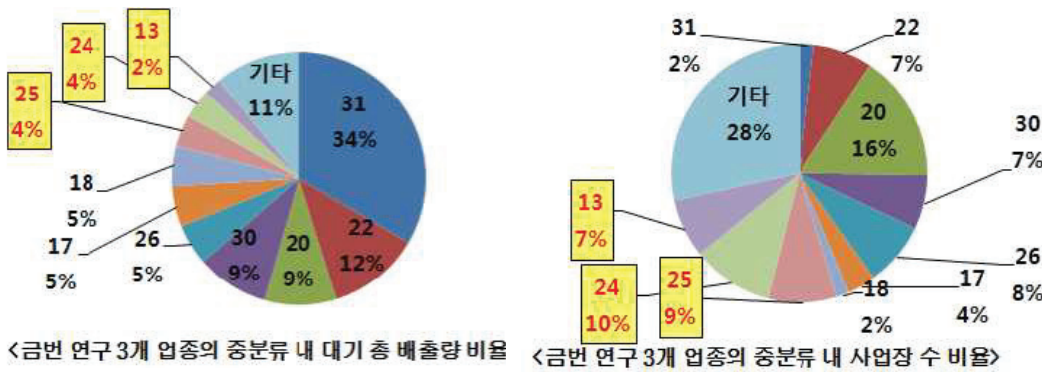
아울러, 금번 3개 업종의 화학물질 배출율(배출량/취급량)은 금속가공제품 제조업 0.88%, 1차 금속 제조업 0.013%, 섬유제품 제조업 0.46%이다(표 3-3). 전체 업종 배출율인 0.0315%와 비교하면 각 28배, 0.4배, 15배에 해당하는 수치로, 금속가공제품 제조업과 섬유제품 제조업의 배출율이 높게 나타난 것으로 분석되었다.

〈표 4-1〉 전체 중분류 업종의 PRTR 화학물질 배출량

(단위: kg, 개소)

순위	중분류	총 대기배출량	배출량 비율	사업장수	사업장수 비율
-	총합계	50,543,673	100%	3,380	100%
1	31	16,904,679	33%	63	2%
2	22	5,932,879	12%	252	7%
3	20	4,678,964	9%	539	16%
4	30	4,635,419	9%	229	7%
5	26	2,656,739	5%	273	8%
6	17	2,604,204	5%	119	4%
7	18	2,565,379	5%	53	2%
8	25(금속가공)	2,030,191	4%	296	9%
9	24(1차)	1,894,927	4%	346	10%
10	13(섬유)	1,140,221	2%	249	7%
11	28	1,041,918	2%	91	3%
12	19	784,855	2%	21	1%
생략					
24	52	75,661	0%	2	0%
생략					

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성



자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈그림 4-1〉 PRTR 조사대상 전체 업종의 배출량 및 배출 사업장수 비율

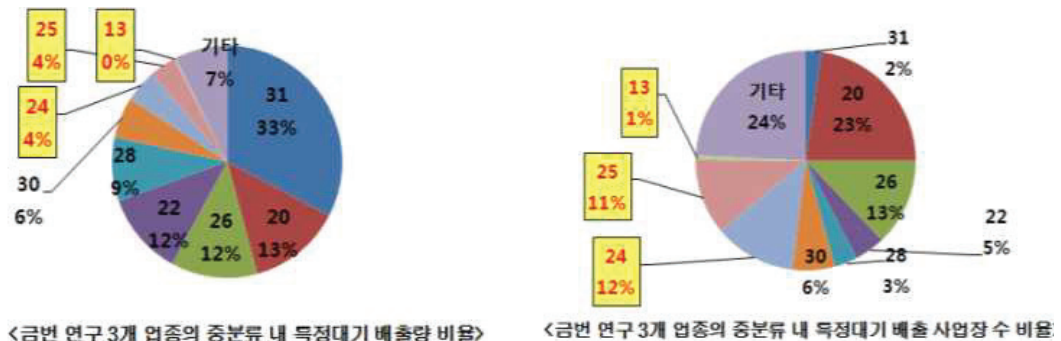
〈표 4-2〉 전체 중분류 업종의 특정대기유해물질 배출량

(단위: kg, 개소)

순위	중분류	특정대기 배출량	배출량 비율	특정물질 배출 사업장수	특정물질 배출 사업장수 비율
-	총합계	7,815,957	100%	1,523	100%
1	31	2,555,307	33%	36	2%
2	20	1,021,422	13%	345	23%
3	26	950,915	12%	195	13%
4	22	904,143	12%	68	4%
5	28	695,716	9%	52	3%
6	30	446,544	6%	95	6%
7	24(1차)	357,004	5%	184	12%
8	25(금속가공)	289,803	4%	169	11%
9	21	150,126	2%	33	2%
10	33	90,307	1%	5	0%
11	19	57,450	1%	11	1%
12	29	44,316	1%	29	2%
17	52	24,034	0%	2	0%
18	17	21,796	0%	7	0%
19	13(섬유)	18,072	0%	10	1%

생략

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성



자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈그림 4-2〉 PRTR 조사대상 전체 업종의 특정대기유해물질 배출량 및 배출 사업장수 비율

〈표 4-3〉 전체 업종 및 3개 중분류 업종의 배출율

구분	전체업종 평균	금속가공제품 제조업	1차 금속 제조업	섬유제품 제조업
배출율	0.0315%	0.88% (평균의 약 28배)	0.013% (평균의 약 0.4배)	0.46% (평균의 약 15배)

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

## 2. 1차 금속 제조업

### 가. 공정별 배출현황

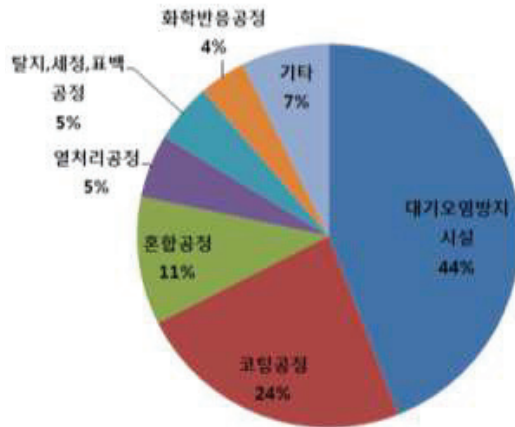
〈표 4-4〉 및 〈그림 4-3〉에는 '13년 1차 금속 제조업의 공정별 화학물질 배출량을 정리하고 도식화하였다. 전체 배출량 1,895톤 가운데 891톤(약 47%)이 대기오염방지시설 등의 점원을 통해 배출되는 것으로 나타났으며, 비산 배출량인 약 1,004톤(약 53%)은 코팅공정(444톤), 혼합공정(203톤), 열처리공정(99톤) 등에서 배출되는 것으로 나타났다.

〈표 4-4〉 1차 금속 제조업의 공정별 화학물질 배출량

(단위: kg)

구분	총 배출량	점배출량	비산배출량
합계	1,894,927	890,539 (47%)	1,004,388 (53%)
대기오염방지시설	834,627	834,627	-
코팅공정	444,603	127	444,476
혼합공정	204,275	1,716	202,559
열처리공정	101,157	2,428	98,729
탈지,세정,표백공정	94,879	21,004	73,875
화학반응공정	75,538	16,420	59,118
저장시설	42,583	138	42,445
이송,운반,분배,계량시설	28,310	3	28,307
분리,정제공정	25,684	-	25,684
기타	20,707	1,641	19,066
기계적가공공정	12,184	12,136	48
폐수처리시설	9,033	300	8,733
비정상조업	744	-	744
조립,포장,검사공정	605	-	605
용제회수	0	-	-
폐기물처리시설	0	-	-
빗물	0	-	-
차단·관리형 매립	0	-	-

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성



자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈그림 4-3〉 1차 금속 제조업 공정별 화학물질 배출현황

## 나. 물질별 배출현황

〈표 4-5〉에는 '13년 1차 금속제조업의 물질별 화학물질 배출량을 정리하였다. 1차 금속 제조업에서는 62개 종류의 화학물질이 배출되는 것으로 나타났다. 이 가운데 가장 많은 배출량을 차지하는 물질은 메틸알코올(308톤, 16%)로 나타났으며, 톨루엔(275톤, 15%), 자일렌(254톤, 13%), 2-프로판올(161톤, 9%) 순으로 조사되었다.

이 가운데 특정대기유해물질로 분류되는 물질은 트리클로로에틸렌(120톤), 염화수소(72톤), 테트라클로로에틸렌(41톤), 니켈 및 그 화합물(24톤), 디클로로메탄(24톤), 페놀(23톤) 등이 배출되는 것으로 나타났다.

〈표 4-5〉 1차 금속 제조업의 물질별 화학물질 배출량(계속)

(단위: kg)

구 분		총 배출량	점 배출량	비산 배출량
합 계		1,894,927	890,539	1,004,388
1	메틸 알코올	308,114	53,594	254,520
2	톨루엔	275,143	120,323	154,820
3	자일렌(o-,m-,p- 이성질체 혼합물)	253,824	137,279	116,544
4	2-프로판올	161,121	53,680	107,440
5	트리클로로에틸렌	119,860	86,918	32,942
6	알루미늄 및 그 화합물	118,490	68,684	49,806
7	염화 수소	71,861	56,643	15,217
8	메틸 에틸 케톤	66,703	13,488	53,216
9	망간 및 그 화합물	46,650	44,384	2,266
10	아세트산 에틸	44,044	0	44,044
11	테트라클로로에틸렌	40,519	25,721	14,798
12	아연 및 그 화합물	40,073	35,069	5,004
13	2-푸란메탄올	33,339	5,334	28,005
14	질산	30,241	20,916	9,326
15	황산	26,045	23,859	2,186
16	코발트 및 그 화합물	24,997	24,976	21
17	니켈 및 그 화합물	24,431	18,618	5,813
18	디클로로메탄	24,268	20,716	3,552
19	페놀	22,775	16	22,759
20	구리 및 그 화합물	20,016	10,567	9,449
21	아세트산 2-에톡시에틸	19,576	9,066	10,510
22	납 및 그 화합물	16,270	7,824	8,447
23	황화 수소	15,437	4,754	10,682
24	에틸벤젠	13,355	6,360	6,995
25	암모니아(수산화 암모늄(CAS No. 1366-21-6) 포함)	11,970	4,334	7,636
26	시클로헥산	11,753	11,658	94
27	n-헥산	10,235	518	9,718
28	크롬 및 그 화합물	9,988	9,314	674
29	플루오르화 수소	9,757	2,078	7,679
30	황	7,075	5,884	1,191
31	과산화 수소	5,996	1,809	4,187

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈표 4-5〉 1차 금속 제조업의 물질별 화학물질 배출량

(단위: kg)

구 분		총 배출량	점 배출량	비산 배출량
32	무기시안화합물	1,771	1,771	0
33	수산화 나트륨	1,651	1,584	67
34	안티몬 및 그 화합물	1,309	507	802
35	벤젠	1,058	0	1,058
36	크레졸(o-,m-,p- 이성질체 혼합물)	931	57	874
37	염소	716	714	2
38	플루오로규산	648	0	648
39	아질산 염류	547	547	0
40	플루오르화 나트륨	475	332	143
41	에틸렌	450	0	450
42	비소 및 그 화합물	429	24	405
43	주석 및 그 화합물	208	204	4
44	나프탈렌	124	0	124
45	수산화 칼륨	100	0	100
46	이플루오르화 암모늄	92	92	0
47	바나듐 및 그 화합물	75	75	0
48	카드뮴 및 그 화합물	72	64	8
49	포름알데히드	65	65	0
50	4,4'-비스페놀과 옥시란의 중합체	61	27	34
51	시안화 수소	52	0	52
52	헥사플루오로규산 나트륨	45	9	36
53	칼륨	28	28	0
54	2-에톡시에탄올	23	8	15
55	나트륨	21	21	0
56	헥사클로로에탄	19	3	17
57	은 및 그 화합물	19	19	0
58	인	7	7	0
59	아세트산	5	0	5
60	히드라진 수화물	3	0	3
61	나프타	2	1	1
62	o-자일렌	1	0	1

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

## 다. 세세분류 업종별 배출현황

<표 4-7>에는 1차 금속 제조업의 세세분류 업종별 화학물질 배출량을 정리하였고, <표 4-8>에는 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량을 정리하였다.

1차 금속 제조업 가운데 ‘PRTR 조사대상 화학물질’ 배출량이 가장 많은 세세분류 업종은 ‘알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업’으로 '13년 기준, 약 352톤을 배출하는 것으로 나타났다. ‘선철주물 주조업’ (291톤), ‘냉간 압연 및 압출 제품 제조업(158톤)’ 이 그 뒤를 이었다.

특정대기유해물질 배출량이 가장 많은 업종은 전체 화학물질 배출량 순위와 같이 ‘알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업’ (76톤)으로 나타났다. 이어서 ‘철강선 제조업’ (69톤), ‘강관제조업’ (55톤), ‘냉간 압연 및 압출 제품 제조업’ (39톤) 순으로 나타났다.

본 연구의 관리대상 업종 선정 기준인 “PRTR 전체 업종의 특정대기유해물질 배출량 상위 90%에 포함되는 업종”, “PRTR 전체 업종의 화학물질 총 배출량 상위 80%에 포함되는 업종”에 해당하는 세세분류 업종은 ‘알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업’, ‘철강선 제조업’, ‘강관제조업’, ‘냉간 압연 및 압출 제품 제조업’ 등 4개 업종으로 나타났다.

상기 4개 세세분류 업종의 특정대기유해물질 배출량은 약 240톤으로, 중분류(1차 금속 제조업) 전체 특정대기유해물질 배출량 357톤의 약 67%를 차지한다. 관리대상 업종의 선정방법 및 선정결과는 이하 5장에서 자세히 기술하였다.

〈표 4-6〉 1차 금속 제조업의 세세분류업종별 화학물질 배출량

(단위: kg)

구 분			총 배출량	점 배출량	비산 배출량
합계			1,894,927	890,539	1,004,388
1	24222	알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	352,320	105,095	247,224
2	24311	선철주물 주조업	291,154	70,323	220,831
3	24122	냉간 압연 및 압출 제품 제조업	157,772	88,173	69,599
4	24191	도금, 착색 및 기타 표면처리강재 제조업	146,184	112,033	34,151
5	24312	강주물 주조업	138,655	9,643	129,012
6	24132	강관 제조업	137,096	84,933	52,163
7	24131	주철관 제조업	94,516	38,585	55,931
8	24123	철강선 제조업	79,964	70,936	9,028
9	24219	기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	75,836	71,645	4,191
10	24212	알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업	74,909	26,095	48,814
11	24121	열간 압연 및 압출 제품 제조업	74,297	51,857	22,440
12	24111	제철업	58,089	33,698	24,391
13	24290	기타 1차 비철금속 제조업	36,315	7,636	28,679
14	24211	동 제련, 정련 및 합금 제조업	35,883	21,762	14,121
15	24112	제강업	31,714	25,069	6,645
16	24199	그외 기타 1차 철강 제조업	24,875	13,211	11,664
17	24213	연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업	24,424	10,843	13,581
18	24221	동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	21,434	15,708	5,726
19	24321	알루미늄주물 주조업	12,302	12,292	10
20	24329	기타 비철금속 주조업	12,194	6,169	6,025
21	24113	합금철 제조업	10,741	10,741	0
22	24229	기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업	2,956	2,794	161
23	24119	기타 제철 및 제강업	824	824	0
24	24322	동주물 주조업	474	474	0

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈표 4-7〉 1차 금속 제조업의 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량

(단위: kg)

구 분			총 배출량	점 배출량	비산 배출량
합계			357,696	235,472	122,224
1	24222	알루미늄압연, 압출및연신제품제조업	76,319	34,501	41,818
2	24123	철강선 제조업	69,485	61,450	8,035
3	24132	강관 제조업	55,330	50,321	5,008
4	24122	냉간 압연 및 압출 제품 제조업	39,085	21,915	17,170
5	24219	기타비철금속제련, 정련및합금제조업	18,006	17,476	530
6	24221	동압연, 압출및연신제품제조업	16,689	12,438	4,252
7	24111	동제련, 정련및합금제조업	15,948	10,100	5,847
8	24312	강주물 주조업	15,795	4,178	11,617
9	24213	연및아연제련, 정련및합금제조업	13,216	4,504	8,713
10	24191	도금, 착색및기타표면처리강재제조업	12,932	9,541	3,391
11	24311	선철주물 주조업	11,300	145	11,156
12	24112	제강업	7,935	5,026	2,909
13	24211	제철업	1,852	1,641	211
14	24121	열간 압연 및 압출 제품 제조업	1,582	548	1,034
15	24199	그외기타1차철강제조업	701	311	390
16	24290	기타1차비철금속제조업	648	637	11
17	24229	기타비철금속압연, 압출및연신제품제조업	389	292	97
18	24212	알루미늄제련, 정련및합금제조업	242	205	37
19	24113	합금철 제조업	200	200	0
20	24322	동주물 주조업	36	36	0
21	24119	기타 제철 및 제강업	4	4	0
22	24329	기타 비철금속 주조업	2	2	0

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

### 3. 금속가공제품 제조업

#### 가. 공정별 배출현황

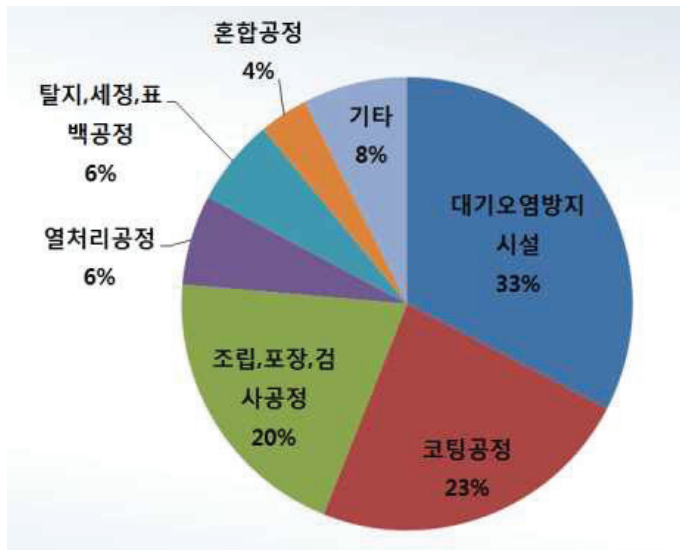
〈표 4-8〉 및 〈그림 4-4〉에는 '13년 금속가공제품 제조업의 공정별 화학물질 배출량을 정리하였다. 금속가공제품 제조업에서 배출되는 PRTR 조사대상 화학물질은 2,030톤으로 나타났다. 이 가운데 815톤(약 40%)이 대기오염방지시설 등의 점원을 통해 배출되는 것으로 나타났으며, 이를 제외한 비산 배출량 약 1,214톤은 조립,포장,검사공정(412톤), 코팅공정(382톤), 탈지,세정,표백공정(114톤) 등에서 주로 배출되는 것으로 나타났다.

〈표 4-8〉 금속가공제품 제조업의 공정별 화학물질 배출량

(단위: kg)

구 분	총 배출량	점배출량	비산배출량
합계	2,030,191	815,821 (40%)	1,214,370 (60%)
대기오염방지시설	663,177	650,847	12,330
코팅공정	474,361	91,986	382,375
조립,포장,검사공정	412,809	-	412,809
열처리공정	130,686	58,696	71,990
탈지,세정,표백공정	125,773	11,751	114,022
혼합공정	71,890	1,332	70,558
용제회수	40,889	-	40,889
비정상조업	38,724	-	38,724
기타	26,389	712	25,677
이송,운반,분배,계량시설	25,814	-	25,814
저장시설	17,985	95	17,890
화학반응공정	1,420	346	1,074
기계적가공공정	217	31	186
폐수처리시설	48	25	23
분리,정제공정	9	-	9
폐기물처리시설	0	-	-
빗물	0	-	-
차단·관리형 매립	0	-	-

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성



자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈그림 4-4〉 금속가공제품 제조업 공정별 화학물질 배출현황

## 나. 물질별 배출현황

〈표 4-9〉에는 금속가공제품 제조업에서 배출되는 화학물질별 배출량을 정리하였다. 금속가공제품 제조업에서는 총 46종의 화학물질이 배출되는 것으로 나타났다. 이 가운데 가장 많이 배출되는 물질은 부탄 437톤(22%)으로 나타났으며, 이외에도 자일렌 417톤(21%), 톨루엔 280톤(14%), 메틸알코올 219톤(11%) 등이 주요 배출물질이다.

전체 배출물질 46종 가운데 특정대기유해물질에 해당하는 물질은 디클로로메탄(185톤), 염화수소(56톤), 에틸벤젠(22톤), 트리클로로에틸렌(14톤), 니켈 및 그 화합물(4톤) 등으로 나타났다.

〈표 4-9〉 금속가공제품 제조업의 물질별 화학물질 배출량(계속)

(단위: kg)

구 분		총 배출량	점 배출량	비산 배출량
합 계		2,030,191	815,821	1,214,370
1	부탄	436,967	0	436,967
2	자일렌(o-,m-,p- 이성질체 혼합물)	417,021	236,789	180,232
3	톨루엔	280,274	148,855	131,419
4	메틸 알코올	218,930	19,111	199,819
5	디클로로메탄	184,614	106,016	78,598
6	2-프로판올	125,529	52,910	72,619
7	아연 및 그 화합물	74,150	69,676	4,474
8	염화 수소	56,066	41,466	14,600
9	황산	36,550	35,883	667
10	질산	33,258	28,582	4,676
11	염화 메틸	27,236	11,036	16,200
12	에틸벤젠	21,509	18,049	3,460
13	암모니아	18,102	19	18,083
14	트리클로로에틸렌	13,726	6,243	7,483
15	아세트산 에틸	13,677	652	13,025
16	4,4'-비스페놀과 옥시란의 중합체	12,768	9,855	2,913
17	수산화 나트륨	9,601	7,460	2,141
18	시클로헥산	7,633	0	7,633
19	알루미늄 및 그 화합물	5,726	1,832	3,894
20	과산화 수소	5,511	5,498	13
21	테트라클로로에틸렌	4,991	2,218	2,773
22	니켈 및 그 화합물	4,402	3,880	522
23	메틸 에틸 케톤	3,675	707	2,968
24	붕소 및 그 화합물	2,908	2,908	0
25	납 및 그 화합물	2,474	258	2,217
26	주석 및 그 화합물	1,743	1,743	0
27	구리 및 그 화합물	1,721	808	913
28	4,4'-다이소시안산 디페닐메탄	1,286	0	1,286
29	아세트산 2-에톡시에틸	1,157	94	1,063
30	크롬 및 그 화합물	1,075	872	203
31	디부틸 프탈레이트	859	0	859

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈표 4-9〉 금속가공제품 제조업의 물질별 화학물질 배출량

(단위: kg)

구 분	총 배출량	점 배출량	비산 배출량	
32	무기시안화합물	658	528	130
33	코발트 및 그 화합물	631	90	541
34	2-푸란메탄올	618	91	527
35	N,N-디메틸포름아미드	583	583	0
36	n-헥산	546	0	546
37	포름알데히드	379	77	301
38	아질산 염류	352	298	54
39	플루오르화 수소	321	16	305
40	바륨 및 그 화합물	313	285	29
41	스티렌	246	246	0
42	망간 및 그 화합물	237	68	169
43	발연 황산	69	69	0
44	2-에톡시에탄올	52	0	52
45	인	34	34	0
46	이플루오르화 암모늄	16	14	1

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

#### 다. 세세분류 업종별 배출현황

〈표 4-10〉에는 금속가공제품 제조업 세세분류 업종별 화학물질 배출량을 나타내었고, 〈표 4-11〉은 특정대기유해물질 배출량을 정리하여 나타냈다. 금속가공제품 제조업 가운데 ‘PRTR 조사대상 화학물질’ 배출량이 가장 많은 세세분류 업종은 ‘금속캔 및 기타 포장용 기 제조업’으로 '13년 기준, 약 709톤을 배출하는 것으로 나타났다. ‘도장 및 기타 피막처리업’ (337톤), ‘그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업(231톤)’이 그 뒤를 이었다.

특정대기유해물질 배출량이 가장 많은 업종은 ‘도장 및 기타 피막처리업’ (178톤)으로 나타났다. 이외에도 ‘그외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업’ (48톤), ‘도금업’ (40톤), ‘금속캔 및 기타 포장용기 제조업’ (89톤)의 순으로 나타났다.

본 연구의 관리대상 업종 선정 기준인 “PRTR 전체 업종의 특정대기유해물질 배출량 상위 90%에 포함되는 업종”, “PRTR 전체 업종의 화학물질 총 배출량 상위 80%에 포함되는 업종”에 해당하는 세세분류 업종은 ‘도장 및 기타 피막처리업’, ‘그외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업’, ‘도금업’의 3개 업종으로 확인되었다. 해당 3개 업종의 특정대기유해물질 배출량은 약 262톤으로, 금속가공제품 제조업 전체 특정대기유해물질 배출량 290톤의 약 90%를 차지한다.

PRTR 자료를 확인한 결과, ‘금속캔 및 기타 포장용기 제조업’은 해당업종 전체 배출량 (709톤)의 62%가 1개 사업장에서 발생하는 부탄으로 조사되었다. 부탄 배출량이 매우 높게 나타난 이유를 조사하고자 사업장에 전화 인터뷰를 실시한 결과, 해당 사업장은 휴대용 부탄가스를 제조하는 사업장으로 확인되었다.

관리담당자에게 부탄 배출량이 높게 나타난 이유를 확인한 결과, PRTR 시스템에 배출량을 입력하는 과정에서 배출량 산정에 다소 미숙한 점이 있어 실제 배출량보다 매우 높게 입력한 것으로 조사되었으며, 부탄가스의 원료물질인 부탄은 실제공정에서 배출량이 거의 없다고 전하였다. 또한, 해당 사업장과 동종의 영업을 하는 2개 사업장에 전화인터뷰를 실시한 결과에서도, 부탄가스 제조업체에서 외부로 배출하는 부탄의 양은 거의 없으며, 따라서 PRTR에 입력하는 배출량도 없다고 전하였다.

이에 본 연구에서는 해당 사업장에서 매우 높게 나타난 부탄 배출량을 제외하고 PRTR 화학물질 배출량을 분석한 결과, 해당 업종(금속캔 및 기타 포장용기 제조업)은 본 연구의 관리대상 업종선정 기준인 “PRTR 전체 업종의 화학물질 총 배출량 상위 80%에 포함되는 업종”에 해당하지 않는 것으로 나타났다.

〈표 4-10〉 금속가공제품 제조업의 세세분류업종별 화학물질 배출량

(단위: kg)

구 분		총 배출량	점 배출량	비산 배출량	
합계		2,030,191	815,821	1,214,370	
1	25991	금속캔 및 기타 포장용기 제조업	709,372	163,364	546,009
2	25923	도장 및 기타 피막처리업	336,945	201,780	135,165
3	25999	그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	231,553	115,245	116,307
4	25922	도금업	148,934	134,967	13,967
5	25111	금속 문, 창, 셔터 및 관련제품 제조업	119,662	52,054	67,608
6	25113	금속 조립구조재 제조업	88,395	43,893	44,502
7	25921	금속 열처리업	82,532	9,076	73,457
8	25911	분말야금제품 제조업	62,052	0	62,052
9	25934	톱 및 호환성공구 제조업	58,065	127	57,939
10	25943	금속선 가공제품 제조업	54,460	33,815	20,645
11	25912	금속단조제품 제조업	37,204	8,928	28,276
12	25929	그 외 기타 금속가공업	35,694	27,277	8,417
13	25942	금속 스프링 제조업	25,731	7,646	18,085
14	25119	기타 구조용 금속제품 제조업	11,046	4,399	6,647
15	25130	핵반응기 및 증기발생기 제조업	6,699	344	6,355
16	25122	설치용 금속탱크 및 저장용기 제조업	4,670	4,585	86
17	25941	금속파스너 및 나사제품 제조업	3,509	1,493	2,017
18	25993	수동식 식품 가공기기 및 금속주방용기 제조업	3,454	12	3,442
19	25992	금고 제조업	2,592	2,592	0
20	25913	금속압형제품 제조업	2,480	2,480	0
21	25200	무기 및 총포탄 제조업	1,610	0	1,610
22	25994	금속위생용품 제조업	1,260	180	1,080
23	25932	일반철물 제조업	1,146	1,056	90
24	25933	비동력식 수공구 제조업	967	406	561
25	25924	절삭가공 및 유사처리업	155	100	55
26	25931	날붙이 제조업	4	4	0

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈표 4-11〉 금속가공제품 제조업의 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량

(단위: kg)

구분			총 배출량	점 배출량	비산 배출량
합계			289,818	179,356	110,462
1	25923	도장 및 기타 피막처리업	173,739	103,946	69,793
2	25999	그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	47,729	27,528	20,201
3	25922	도금업	40,361	32,548	7,813
4	25991	금속캔 및 기타 포장용기 제조업	8,890	8,866	24
5	25921	금속 열처리업	6,794	246	6,548
6	25943	금속선 가공제품 제조업	4,908	3,446	1,462
7	25941	금속파스너 및 나사제품 제조업	2,797	865	1,931
8	25113	금속 조립구조재 제조업	2,389	239	2,151
9	25929	그외 기타 금속가공업	1,100	1,075	25
10	25933	비동력식 수공구 제조업	408	111	297
11	25130	핵반응기 및 증기발생기 제조업	246	246	0
12	25924	절삭가공 및 유사처리업	155	100	55
13	25912	금속단조제품 제조업	101	101	0
14	25911	분말야금제품 제조업	78	0	78
15	25934	톱 및 호환성공구 제조업	65	13	52
16	25994	금속위생용품 제조업	55	23	32
17	25931	날붙이 제조업	4	4	0

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

## 4. 섬유제품 제조업

### 가. 공정별 배출현황

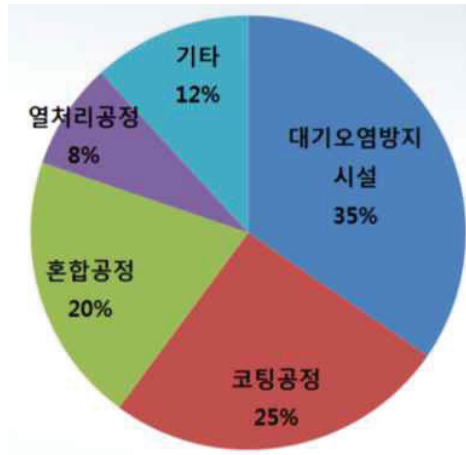
〈표 4-12〉에는 섬유제품 제조업의 공정별 화학물질 배출량을 정리하였다. 전체 배출량 1,140톤 가운데 547톤(약 48%)이 대기오염방지시설 등의 점원을 통해 배출되는 것으로 나타났으며, 비산 배출량인 약 593톤은 코팅공정(280톤), 혼합공정(225톤), 저장시설(28톤) 등에서 배출되는 것으로 나타났다.

〈표 4-12〉 섬유제품 제조업의 공정별 화학물질 배출량

(단위: kg)

구 분	총 배출량	점배출량	비산 배출량
합계	1,140,221	546,872 (48%)	593,350 (52%)
대기오염방지시설	394,638	394,638	-
코팅공정	290,736	9,797	280,939
혼합공정	229,334	4,200	225,134
열처리공정	90,624	77,000	13,624
기타	56,273	56,022	251
저장시설	28,090	-	28,090
탈지,세정,표백공정	25,911	4,848	21,063
이송,운반,분배,계량시설	12,335	-	12,335
화학반응공정	8,716	326	8,390
용제회수	2,237	-	2,237
기계적가공공정	1,172	-	1,172
폐수처리시설	133	40	93
분리,정제공정	24	-	24
비정상조업	2	2	-
조립,포장,검사공정	0	-	-
폐기물처리시설	0	-	-
빗물	0	-	-
차단·관리형 매립	0	-	-

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성



자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈그림 4-5〉 섬유제품 제조업 공정별 화학물질 배출현황

## 나. 물질별 배출현황

〈표 4-13〉에는 '13년 섬유제품 제조업에 배출되는 화학물질별 배출량을 정리하였다. 동 업종에서는 29종의 화학물질이 배출되는 것으로 나타났다. 이 가운데 가장 많은 배출량을 차지하는 물질은 톨루엔 411톤(36%)으로 나타났으며, N,N-디메틸포름아미드 280톤(25%), 아세트산 에틸 137톤(12%), 메틸 에틸 케톤 127톤(11%) 등이 주요 배출물질로 나타났다.

섬유제품 제조업에서 배출되는 특정대기유해물질은 클로로포름(12톤), 디클로로메탄(4톤), 사염화탄소(2톤) 등이 있으며, 앞서 검토하였던 금속가공제품 제조업 및 1차 금속제조업 보다는 특정대기유해물질 배출량이 다소 낮게 나타났다.

〈표 4-13〉 섬유제품 제조업의 화학물질별 배출량

(단위: kg)

구 분		총 배출량	점 배출량	비산 배출량
합 계		1,140,221	546,872	593,350
1	톨루엔	410,730	246,645	164,084
2	N,N-디메틸포름아미드	279,588	102,115	177,473
3	아세트산 에틸	137,145	109,122	28,022
4	메틸 에틸 케톤	127,655	58,746	68,909
5	아세트산	96,841	1,069	95,772
6	2-프로판올	33,355	10,429	22,926
7	과산화 수소	12,750	2,819	9,931
8	클로로포름	11,723	3,449	8,274
9	메틸 알코올	5,399	1,653	3,746
10	아크릴산 에틸	4,877	3,632	1,245
11	디클로로메탄	3,670	602	3,068
12	산화 데카브로모디페닐	2,794	2,794	0
13	사염화 탄소	2,556	242	2,314
14	자일렌(o-,m-,p- 이성질체 혼합물)	2,475	25	2,450
15	수산화 나트륨	2,354	2,330	24
16	4,4'-다이소시아산 디페닐메탄	2,337	0	2,337
17	2-에톡시에탄올	1,545	196	1,349
18	암모니아	790	658	132
19	질산	568	0	568
20	n-헥산	303	0	303
21	안티몬 및 그 화합물	300	300	0
22	아세트산 비닐	281	0	281
23	염화 수소	107	27	80
24	아염소산 나트륨	32	0	32
25	알루미늄 및 그 화합물	23	0	23
26	스티렌	12	3	9
27	디(2-에틸헥실) 프탈레이트	7	7	0
28	니켈 및 그 화합물	4	4	0
29	황화 수소	3	3	0

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

#### 다. 세세분류 업종별 배출현황

〈표 4-14〉에는 섬유제품 제조업 세세분류 업종별 화학물질 배출량을 정리하였으며, 〈표 4-25〉에는 특정대기유해물질 배출량을 정리하였다. 이 가운데 'PRTR 조사대상 화학물질' 배출량이 가장 많은 세세분류 업종은 '직물 및 편조원단 염색 가공업'으로 '13년

기준, 약 678톤을 배출하는 것으로 나타났다. 이외에도 ‘부직포 및 펠트 제조업’ (151톤), ‘그 외 기타 분류 안 된 섬유제품 제조업(118톤)’이 그 뒤를 이었다.

특정대기유해물질 배출량이 가장 많은 업종은 ‘직물 및 편조원단 염색 가공업’으로 나타났다. 해당 업종의 특정대기유해물질 배출량(17.9톤)은 중분류 전체 배출량(18.1톤)의 약 99%를 차지하며, 상기 업종을 제외하면 섬유제품 제조업에서 배출되는 특정대기유해물질 배출량은 매우 적은 것으로 나타났다.

본 연구의 관리대상 업종 선정 기준인 “PRTR 전체 업종의 특정대기유해물질 배출량 상위 90%에 포함되는 업종”, “PRTR 전체 업종의 화학물질 총 배출량 상위 80%에 포함되는 업종”에 해당하는 세세분류 업종은 ‘직물 및 편조원단 염색 가공업’ 1개 업종으로 확인되었다.

〈표 4-14〉 섬유제품 제조업의 세세분류업종별 화학물질 배출량

(단위: kg)

구 분			총 배출량	점 배출량	비산 배출량
합계			1,140,221	546,872	593,350
1	13402	직물 및 편조원단 염색 가공업	677,603	293,413	384,190
2	13992	부직포 및 펠트 제조업	151,123	141,383	9,740
3	13999	그 외 기타 분류안된 섬유제품 제조업	117,658	75,931	41,728
4	13994	적층 및 표면처리 직물 제조업	73,415	30,180	43,235
5	13225	직물포대 제조업	61,333	0	61,333
6	13409	기타 섬유제품 염색, 정리 및 마무리 가공업	34,536	2,012	32,523
7	13401	솜 및 실 염색가공업	12,173	3,551	8,622
8	13403	날염 가공업	9,284	325	8,959
9	13229	기타 직물제품 제조업	2,986	0	2,986
10	13224	천막 및 기타 캔버스 제품 제조업	78	78	0
11	13320	편조제품 제조업	29	0	29
12	13104	연사 및 가공사 제조업	6	0	6

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈표 4-15〉 섬유제품 제조업의 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량

(단위: kg)

구분			총 배출량	점 배출량	비산 배출량
합계			18,072	4,328	13,744
1	13402	직물 및 편조원단 염색 가공업	17,948	4,293	13,655
2	13999	그 외 기타 분류안된 섬유제품 제조업	91	30	61
3	13401	솜 및 실 염색가공업	27	4	23
4	13104	연사 및 가공사 제조업	6	0	6

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

# Ⅰ 제5장 · 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 배출 현장조사결과 Ⅰ

## 1. 개요

### 가. 현장실측 대상 시설 및 공정

금속가공제품 제조업(25), 1차 금속 제조업(24), 섬유제품 제조업(13)의 HAPs 비산배출 저감 시설관리기준(VI) 및 세부이행지침 마련을 위한 현장실측 대상 시설은 각 업종별 PRTR 배출량을 조사하여 해당 산업분류에서 특정대기유해물질 등 배출량이 상대적으로 높은 세부 업종분류를 먼저 선정하고, 다시 세부업종분류에서 비교적 배출량이 높으며 사업장 규모가 커서 상대적으로 대표성이 높다고 판단되는 사업장을 선정하여 조사를 수행하였다.

조사대상 공정은 PRTR 배출량 보고자료를 기준으로 조사된 각 업종별 주요 비산배출공정을 기본으로 하였으며, 또한 해당 산업분류 및 사업장 현장방문 조사 결과 실측조사가 필요하다고 판단되는 HAPs 비산배출 가능 공정을 중심으로 조사를 수행하였다.

금속가공제품 제조, 1차금속 제조업 및 섬유제품 제조업의 경우 PRTR 배출량 보고자료 및 현장조사 결과 주요 HAPs 배출공정은 혼합공정, 코팅공정, 열처리공정 및 탈지·세정·표백공정으로 조사되어, 해당 공정 중 비산배출의 가능성이 높은 주요 배출원에 대한 중점적인 조사를 수행하였다.

각 업종별 현장 조사가 수행된 사업장은 다음과 같다.

#### 1) 금속가공제품 제조업(25): 총 3개 업체

- 도장 및 기타 피막처리업(25923): 2개
- 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업(25999): 1개

2) 1차 금속 제조업(24): 총 2개 업체

- 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업(24222): 1개
- 선철주물 주조업(24311): 1개

3) 섬유제품 제조업(13): 총 2개 업체

- 직물 및 편조원단 염색 가공업(13402): 2개

나. 분석 방법

조사대상 시설에 적용된 측정·분석 방법은 미국 EPA의 배출측정센터(Technology Transfer Network Emission Measurement Center)에서 제공하는 Method21-VOC Leaks 분석법에 준하여 수행하였다.

1) Method21-VOC Leaks

가) 대상 및 적용

Method21-VOC Leaks는 밸브, 플랜지 및 기타 연결, 펌프, 압축기, 감압 장치, 프로세스 드레인, 개방형 밸브, 펌프 및 압축기, 교반기 등의 공정설비로부터 VOC 누출 측정에 적용한다.

〈표 5-1〉 현장측정 분석 대상

분석 대상	CAS No.
Volatile Organic Compounds (VOC)	No CAS number assigned.

나) 검사 절차

다음의 일반적인 검사절차를 밸브, 플랜지, 펌프, 압축기 등에 대해서 적용한다.

- ① 여러 가지의 농도범위가 사용되면, 적은 범위를 먼저 사용한다(0~10 ppm).

- ② 검지지점에 접근이 용이하게 하기 위하여 검지봉(probe)에 유연한관이 사용될 수 있다.
- ③ 검지봉을 장치 표면에 직각으로 움직이며, 회전축의 경우에는 표면에서 1 cm 정도의 거리를 유지한다.
- ④ 측정장치의 반응시간을 숙지한다.
- ⑤ 검사기가 표면에 수직인 상태에서 쉘 가능성이 있는 주변(periphery)을 따라 움직여 최대측정 지점을 찾는다. 최대 측정 지점에서 검사기를 반응시간의 2배정도 유지하여 측정치를 읽는다.
- ⑥ 측정하기 어려운 누출 부위를 찾기 위하여 비누용액과 분무를 사용한다.

#### 다) 장치별 검사 방법

·밸브 : 가장 일반적으로 새는 지점은 스템과 하우징(housing) 사이의 실 부분이다. 이 지점을 검사하기 위해서는 검지기를 스템과 팩킹 그랜드(packing gland)에서 나오는 부분에 위치시킨다. 검지기를 스템 주위를 따라 한바퀴 회전시켜 최대값을 기록한다. 다음 그림은 여러 가지 밸브 형태에 대해 검사 지점을 예시하여 주고 있다.

·플랜지 : 검사기는 플랜지-가스켓 면에 놓아야 하며, 플랜지의 원주를 따라 움직여야 한다. 스크류된 플랜지의 경우에는 나사의 연결 면을 검사해야 한다.

·펌프 및 콤프레서 : 펌프나 콤프레서 축이 하우징(housing)에서 나오는 축과 실 면의 바깥표면을 따라 원주 방향으로 검사기를 움직인다. 만일 배출원이 회전축인 경우에는 검사기의 끝 부분이 축-실 면에서 1 cm 이내의 거리에 있어야 한다. 다음 그림은 2가지 형태의 펌프에 대해 검사 지점을 예시하고 있다.

·감압장치 : 대부분의 감압 장치의 경우 실링 부위(sealing seat)에서 측정을 하는 것이 거의 불가능하다. 감압 장치들을 측정할 때에는 많은 주의를 기울여야 한다. 감압장치들은 작동중이나 작동 가능성이 있는 경우에는 접근하거나 측정을 해서는 안된다. 연장 덮개(Enclosed extension)가 있는 장치의 경우에는 검사기를 연장 덮개(Enclosed extension)의 중앙에 위치해야 한다. 다음 그림은 스프링 작동 감압밸브에 대한 검사 지점을 예시하고 있다.

대부분의 다른 배출원(공정 배수구, 개방라인 또는 밸브, 가스제거벤트)으로부터의 비산배출들은 규격화된 모양을 가진 구멍(opening)을 통해서 배출된다. 만일 구멍이 매우 작으면(< 1inch), 구멍의 중앙에서 한 번 측정하는 것으로 충분하다. 큰 구멍의 경우(> 6inch)에는 구멍의 원주를 따라 측정해야 한다. 또한 중앙에서의 측정치도 얻어야 한다. 문 실(Door seal)의 측정을 위해서는 검사기가 문 실의 표면에 위치해야 하며, 문을 따라서 측정해야 한다. 모든 측정의 경우에 검사 농도로 최대 측정치가 기록되어야 한다.

#### 라) 응답계수(Response Factor)적용

검지기를 이용하여 비산배출원을 측정하였을 때, 얻을 수 있는 검지기의 값은 실제 농도의 값이 아니다. 이러한 측정값으로부터 실제 농도를 구하기 위해서는 물질별 RF(response factor)값을 이용하여야 한다. RF 값의 정의는 다음식과 같다.

$$RF = \frac{AC}{SV}$$

- 이 때, RF : Response Factor  
 AC : 유기화학물질의 실제 농도(ppmv)  
 SC : 검지기를 이용한 측정값(ppmv)

검지기를 이용하여 측정한 농도 SV에 각 화학물질의 RF값을 곱하여 실제 농도를 구한 후, 이 실제농도를 이용하여 질량배출량을 구할 수 있다. 일반적인 검지기들은 각 화학물질 별 RF값을 함께 제공하고 있으며, 사용자는 RF값을 검지기에 미리 입력함으로써, 변환 과정 없이 곧바로 실제농도를 구할 수 있다. 이렇게 구한 실제농도 값은 배출계수상관관계 식에 직접 대입하여 질량배출량으로 환산할 수 있다. RF 값은 검지기의 종류, 검지기를 교정하기 위한 표준가스, 측정하고자 하는 화학물질, 측정값 등에 따라 달라진다.

혼합물의 RF값을 구하기 위해서는 다음 식을 이용하여야 한다.

$$RF_m = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (x_i / RF_i)}$$

이 때,	RF <sub>m</sub>	:	혼합물의 Response Factor
	n	:	혼합물에 포함되어 있는 화학물질의 수
	x <sub>i</sub>	:	혼합물 중 성분 i의 몰조성
	RF <sub>i</sub>	:	혼합물 중 성분 i의 Response Factor

## 2) 원자흡수분광광도법(Metals Compounds in Flue Gas-Atomic Absorption Spectrometry)

### 가) 대상 및 적용

연료 및 기타 물질의 연소, 금속의 제련 및 가공, 요업, 약품제조, 폐기물 처리 등에 수반하여 굴뚝 등에서 배출되는 배출가스 중에서 존재하는 금속인 구리, 납, 니켈, 아연, 카드뮴, 크롬 및 그 화합물 등의 분석방법에 적용하며, 원자흡수분광광도법을 이용한 각 금속의 측정과장, 정량범위, 정밀도 및 방법검출한계는 아래 표와 같다.

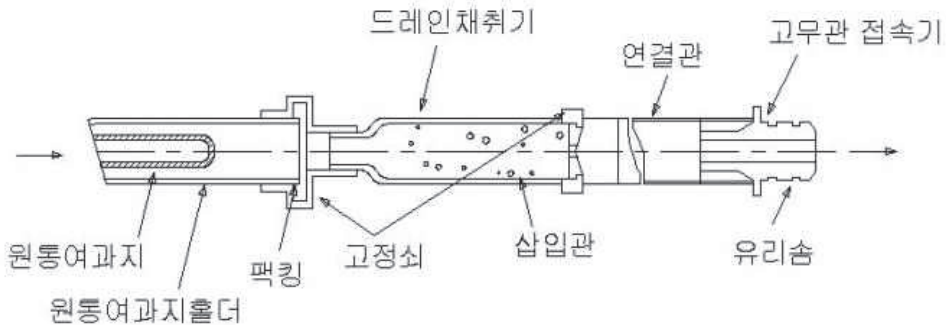
〈표 5-2〉 원자흡수분광광도법의 측정파장, 정량범위, 정밀도 및 방법검출한계

측정 금속	측정파장(nm)	정량범위(mg/L)	정밀도(%RSD)	방법검출한계(mg/L)
Cu	324.8	0.05 ~ 20	3 ~ 10	0.015
Pb	217.0/283.3	0.2 ~ 25	2 ~ 10	0.06
Ni	232.0	0.2 ~ 20	2 ~ 10	0.06
Zn	213.8	0.01 ~ 1.5	2 ~ 10	0.003
Fe	248.3	0.5 ~ 50	3 ~ 10	0.15
Cd	228.8	0.04 ~ 1.5	2 ~ 10	0.012
Cr	357.9	2 ~ 20	2 ~ 10	0.6

나) 분석 절차

① 시료채취 장치 및 방법

채시료채취장치는 시료채취관, 시료채취장치, 흡인기체 유량측정장치, 기체흡입장치 등으로 구성되며, 시료채취장치용 스테인레스강제 홀더(그림 1)에 연결하여 사용한다. 이 때 거르는 데에는 유리섬유제, 석영섬유제 여과지를 사용한다. 또한, 시료채취는 이동 채취법에 따라서 각 측정점에서 등속흡인하여 채취하며, 필요에 따라서는 각점 채취법을 사용한다.



〈그림 5-1〉 시료채취장치용 스테인레스강제 홀더

② 전처리 방법

채취한 시료는 그 성상에 따라, 아래 표의 처리방법에 의하여 처리하고, 분석시료 용액을 조제한다.

〈표 5-3〉 시료의 성상 및 처리방법

성 상	치 리 방 법
타르 기타 소량의 유기물을 함유하는 것	질산-염산법, 질산-과산화수소수법, 마이크로파 산분해법
유기물을 함유하지 않는 것	질산법, 마이크로파 산분해법
다량의 유기물 유리탄소를 함유하는 것 셀룰로스 섬유제 여과지를 사용한 것	저온 회화법

## ③ 측정 방법

측정하고자 하는 금속의 속빈음극램프를 점등하여 안정화시킨 후, 해당 측정과장에서 원자흡수분광광도법 통칙에 따라 조작을 하여 전처리 방법을 통해 조제한 시료 용액을 써서 흡광도 또는 흡수 백분율을 측정한다.

검정곡선으로부터 해당 금속의 양을 구하고 농도를 산출하고, 바탕시험용액을 써서 같은 조작을 하여 결과를 보정한다.

## 다) 계산 방법

배출가스 중의 해당 금속 농도는 0℃, 760 mmHg로 환산한 공기 1 m<sup>3</sup> 중 금속의 mg 수로 나타내며, 아래 식에 따라서 계산한다.

$$C = C_s \times \frac{V_f}{V_s} \times \frac{1}{1000}$$

여기서, C : 표준상태에서 건조한 배출가스 중의 입자상 금속 농도 (mg/Sm<sup>3</sup>)

CS : 시료 용액 중의 금속 농도 (μg/mL)

Vf : 분석용 시료 용액의 최종 부피 (mL)

VS : 표준상태에서의 건조한 대기기체 채취량 (Sm<sup>3</sup>)

## 다. 측정 장치

조사 자료를 바탕으로 확인된 주요 비산배출원에 대하여 누출확인 및 세부누출량 실측조사 수행을 위한 모니터링 조사를 수행하였다. 모니터링 조사는 LDAR용 측정기로 사용되고 있는 휴대용 총 탄화수소 분석기 중 하나인 Honeywell社의 MiniRAE3000을 이용하여 수행하였으며, 사용된 휴대용 총 탄화수소 분석기기의 주요 사양을 아래 표에 나타내었다.

〈표 5-4〉 휴대용 총 탄화수소 분석기기의 주요사양

구 분	내 용
Product	MiniRAE 3000
Detector	PID
Minimum resolution	0.1 ppm
Maximum resolution	15,000 ppm
Lamps	10.6 eV UV lamp
Flow rate	450 to 550 cc/min
Accuracy	10~2000 ppm : ±3% at calibration point.
Temperature	-20°C to 50°C (-4°F to 122°F)
Inlet Probe	Flexible 5" tubing

## 2. 금속가공제품 제조업

금속가공제품 제조업 HAPs 저감량 산정을 위한 조사대상 세부 산업분류는 해당 업종 중 전체 배출량이 높은 도장 및 기타 피막처리업(25923)과 비산대기 배출량이 높은 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업(25999)에 대하여 현장조사를 수행하였다.

배출량 자료 및 현장조사를 바탕으로 한 HAPs 주요 비산배출공정은 코팅공정 및 탈지, 세정, 표백공정이며, 해당 공정에서의 주요 비산배출 물질로는 디클로로메탄, 자일렌 및 톨루엔으로 조사되었다. 그 중 디클로로메탄은 생산부품에 묻은 절삭유 및 유류 등 표면에 오염되어 있는 기름 등을 세척하는 용도로 사용하고 있으며, 휘발성이 매우 강한 성질을 갖고 있으므로 탈지 및 세척 과정에서 대부분이 비산되어 대기 중으로 배출되었다.



〈그림 5-2〉 누출측정 현장사진

## 가. 조사수행 사업장의 구분 및 조사공정

### - A-1 사업장

- 세부산업분류(업종): 도장 및 기타 피막처리업
- 표준산업분류 업종코드: 25923
- 주요생산제품: 자동차 및 건설용 볼트 등
- 주요 배출 공정: 탈지, 세정, 표백공정

### - A-2 사업장

- 세부산업분류(업종): 도장 및 기타 피막처리업
- 표준산업분류 업종코드: 25923
- 주요생산제품: 전자레인지 door frame, 가스오븐레인지 top plate, 세탁기 등
- 주요 배출 공정: 탈지, 세정, 표백공정

- A-3 사업장

- 세부산업분류(업종): 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업
- 표준산업분류 업종코드: 25999
- 주요생산제품: evaporator, outlet joint pipe sub asm
- 주요 배출 공정: 탈지, 세정, 표백공정

## 나. 금속가공제품 제조 사업장별 측정 결과

### 1) A-1 사업장

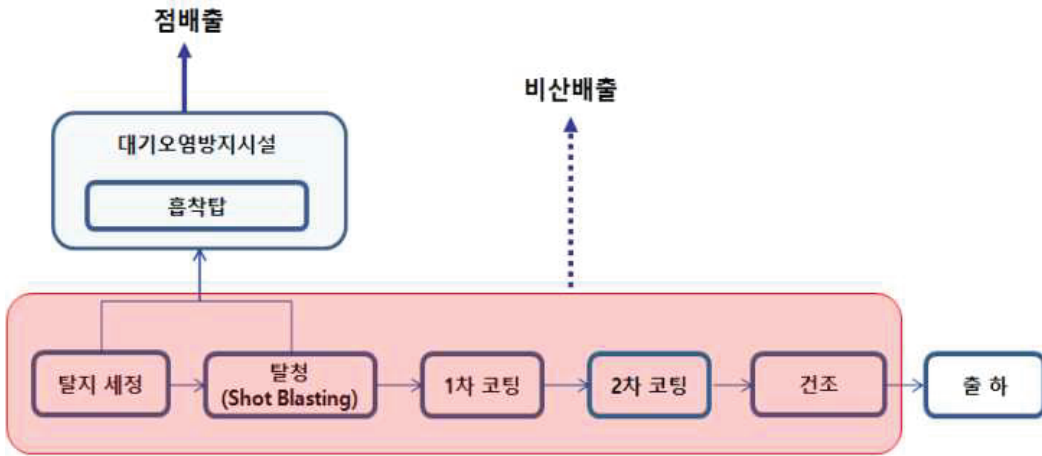
#### 가) 개요 및 조사대상 공정

자동차 및 건설용 볼트 등을 생산하는 A-1 사업장은 도장 및 기타 피막처리업종(25923)으로써 제품 세척용으로 디클로로메탄(100%)을 사용하고 있으며, 이송·운반, 탈지·세정 및 대기오염방지시설을 통해 디클로로메탄을 배출하고 있다.

탈지 공정에서 유기용제인 디클로로메탄을 초음파 세척기에 침지 후 증기에 의한 결로 현상을 이용한 샤워 효과로 처리물의 표면에 오염되어 있는 기름등을 세척하는 용도로 사용하고 있다(단, 물을 사용하지 않으므로 폐수는 발생하지 않는다).

탈지 후 탈청공정에서는 Shot Blast Impellar에 의해 원심력을 이용한 SUS Ball을 피처리물에 고속으로 투사하여 표면의 녹과 스케일을 제거하고, 코팅공정에서는 Geomet액에 침지 후 원심력을 이용하여 액을 털어 내는 방식으로 탈액 중 tilting을 하여 액 고임을 최소화하도록 하는 Geomet코팅 공정법을 사용하였다. 마지막으로 건조 공정에서는 LNG 연소열풍을 사용하여 2단 Net conveyor oven 에서 340℃~380℃로 약 50분 건조한 후 제품을 출하 하는 것으로 확인 되었다.

PRTR 배출량 보고자료 및 사업장 현장조사를 통하여 HAPs 비산배출 가능공정을 조사한 결과, 주요 HAPs 비산배출 공정은 탈지·세정 공정으로 확인되었으며, 그 외 Geomet 코팅 공정 등이 있는 것으로 확인되었다. 현장조사를 통해 당 사업장의 HAPs 주요 배출공정을 <그림 5-3>에 나타내었다.



〈그림 5-3〉 A-1 사업장 공정도

#### 나) 조사대상 화학물질 배출량 및 지점별 측정 결과

A-1 사업장의 탈지 및 세정공정에서는 볼트의 유분을 제거하기 위하여 표면처리용으로 디클로로메탄을 사용한다.

디클로로메탄은 200리터 드럼에 밀폐된 상태로 보관되어 있으므로 저장시설에서의 비산배출량은 없으나 탈지시설에 드럼으로 붓기 작업을 진행하는 과정에서 해당 물질이 대기로 비산배출 된다. 또한, 초음파 세척기에 디클로로메탄을 넣어 제품을 세정하는 공정인 탈지시설에서는 설비 상단에 해당물질이 흡입구로 포집되어 대기방지시설(흡착시설 200±50CMM, 제거율 25%)을 통해 배출되며, 일부는 대기로 비산배출 된다.

해당 공정에서의 디클로로메탄 비산대기 배출량은 전체 배출량의 약 30%를 차지하고 있었으며, 코팅 공정 및 열처리 공정에서는 수용성 도료의 사용으로 인해 디클로로메탄을 사용하지 않으므로 배출량은 없었다.

〈표 5-5〉 보고대상물질 및 배출량, 이동량(A-1 사업장)

대상물질	주요 배출공정	이동량 (kg/yr)	비산 대기 배출량 (kg/yr)	점 대기 배출량 (kg/yr)
디클로로메탄 (75-09-2)	탈지, 세정, 표백공정	6,625	45,436	79,512

측정지점은 세척기로 연결되어 있는 개방식라인 4개 및 상·하부 플랜지 4개이며, 초음파 세척기의 지점별 주요 HAPs 농도를 측정 한 결과 상부에 위치한 개방식라인에서 125ppm이 검출되었으며, 플랜지 및 하부 개방식라인에서는 검출되지 않았다.

〈표 5-6〉 조사대상 지점별 HAPs 농도(A-1 사업장)

번호	설비명	위치	장치종류	개수	검지농도(ppm)	비고
1	세척기	상부	개방식라인	1	125	DCM
2	세척기	상부	개방식라인	1	0	DCM
3	세척기	상부	플랜지	2	0	DCM
4	세척기	하부	개방식라인	1	0	DCM
5	세척기	하부	개방식라인	1	0	DCM
6	세척기	하부	플랜지	2	0	DCM

현장조사 결과를 토대로 업종별 시설관리 기준에 따른 A-1 사업장의 비산배출시설 장치종류별 누출율은 0이며, 산정식은 아래 표와 같다.

〈표 5-7〉 비산배출시설 장치종류별 누출율(A-1 사업장)

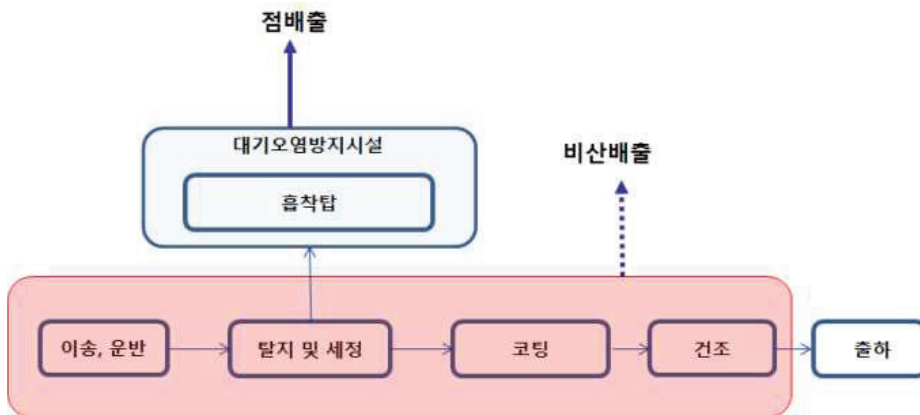
구 분	A : 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치 종류별 개수	B : 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치 종류별 개수	C : 비산누출시설 장치 종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수
개 수	0	8	0
누출율(%)	$\cdot \text{비산배출시설 장치종류별 누출율}(\%) = [A / (B-C) * 100]$ $= [0 / (8-0) * 100] = 0$		

## 2) A-2 사업장

### 가) 개요 및 조사대상 공정

전자레인지, 세탁기, 냉장고 등 전자제품(가전제품)을 비롯하여 각종 기계부품에 코팅 작업 및 Sealant Sealing 작업을 하는 A-2 사업장은 도장 및 기타 피막처리업종(25923)으로써 제품 세척용으로 디클로로메탄(100%)을 사용하고 있으며, 탈지, 세정 공정 및 대기 오염방지시설을 통해 디클로로메탄을 배출하고 있다.

PRTR 배출량 보고자료 및 사업장 현장조사를 통하여 HAPs 비산배출 가능공정을 조사한 결과, 주요 HAPs 비산배출 공정은 A-1 사업장과 동일한 탈지·세정 공정으로 확인되었으며, 현장조사를 통해 당 사업장의 HAPs 주요 비산배출공정을 <그림 5-4>에 나타내었다.



<그림 5-4> A-2 사업장 공정도

### 나) 조사대상 화학물질 배출량 및 지점별 측정 결과

A-2사업장의 경우 A-1사업장과 전반적으로 동일한 탈지 및 세정 공정을 보유하고 있으며, 제품의 유분을 제거하기 위하여 표면처리용으로 디클로로메탄을 사용하고 있다.

디클로로메탄은 3개의 탈지 세정기에 드럼으로 붓기 과정을 통해 주입되며, 폐 디클로로메탄은 다시 드럼으로 주입한다. 이러한 과정을 거치면서 디클로로메탄이 소량 비산 배출된다.

탈지 세정기에는 후드 설비가 장착되어 있으며, 후드 설비로 포집된 디클로로메탄은 활성탄 흡착시설(포집율 50%, 제거효율 80%)을 통하여 처리 후 대기 중으로 배출된다. 일부는 세정 중 비산배출 되며, 해당 공정에서의 디클로로메탄 비산대기 배출량은 전체 배출량의 약 50%를 차지하고 있다.

〈표 5-8〉 보고대상물질 및 배출량, 이동량(A-2 사업장)

대상물질	주요 배출공정	이동량 (kg/yr)	비산 대기 배출량 (kg/yr)	점대기 배출량 (kg/yr)
디클로로메탄 (75-09-2)	탈지, 세정, 표백공정	18.13	22,657	4,531

측정지점은 탈지세정기로 연결되어 있는 개방식라인 3개 및 좌·우·중앙 플랜지 29개, 밸브 9개 이며, 초음파 세척기의 지점별 주요 HAPs 농도를 측정 한 결과 중앙에 위치한 개방식라인에서 60ppm이 검출되었으며, 플랜지, 밸브 및 좌·우측 개방식라인에서는 검출 되지 않았다.

〈표 5-9〉 조사대상 지점별 HAPs 농도(A-2 사업장)

번호	설비명	위치	장치종류	개수	검지농도(ppm)	비고
1	탈지세정기	#1(좌측)	플랜지	8	0	DCM
2	탈지세정기	#1(좌측)	플랜지	2	0	DCM
3	탈지세정기	#1(좌측)	밸브	3	0	DCM
4	탈지세정기	#1(좌측)	개방식라인	1	0	DCM
5	탈지세정기	#2(중앙)	플랜지	7	0	DCM
6	탈지세정기	#2(중앙)	플랜지	2	0	DCM
7	탈지세정기	#2(중앙)	밸브	3	0	DCM
8	탈지세정기	#2(중앙)	개방식라인	1	60	DCM
9	탈지세정기	#3(우측)	플랜지	8	0	DCM
10	탈지세정기	#3(우측)	플랜지	2	0	DCM
11	탈지세정기	#3(우측)	밸브	3	0	DCM
12	탈지세정기	#3(우측)	개방식라인	1	0	DCM

현장조사 결과를 토대로 업종별 시설관리 기준에 따른 A-2 사업장의 비산배출시설 장치종류별 누출율은 0이며, 산정식은 아래 표와 같다.

〈표 5-10〉 비산배출시설 장치종류별 누출율(A-2 사업장)

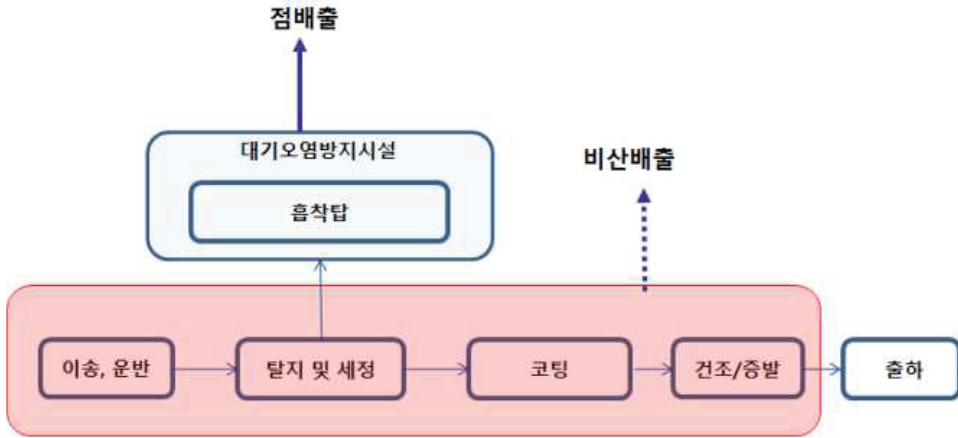
구 분	A : 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치 종류별 개수	B : 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치 종류별 개수	C : 비산누출시설 장치 종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수
개 수	0	41	0
누출율(%)	$\begin{aligned} \text{비산배출시설 장치종류별 누출율(\%)} &= [A / (B-C) * 100] \\ &= [0 / (41-0) * 100] = 0 \end{aligned}$		

### 3) A-3 사업장

#### 가) 개요 및 조사대상 공정

알루미늄, 아연 및 그 화합물을 이용하여 냉장고 증발기(Evaporator) 및 side by side용 증발기, 알루미늄 파이프 등의 제품을 생산하는 A-3 사업장은 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업종(25999)으로써 제품 세척용으로 디클로로메탄(100%)을 사용하고 있다.

PRTR 배출량 보고자료 및 사업장 현장조사를 통하여 HAPs 비산배출 가능공정을 조사한 결과, 주요 HAPs 비산배출 공정은 A-1,2 사업장과 동일한 탈지 및 세정 공정으로 확인되었으며, 현장조사를 통해 당 사업장의 HAPs 주요 비산배출공정을 <그림 5-5>에 나타내었다.



〈그림 5-5〉 A-3 사업장 공정도

나) 조사대상 화학물질 배출량 및 지점별 측정 결과

A-3사업장의 경우 A-1사업장과 전반적으로 동일한 탈지 공정을 보유하고 있으며, 탈지 및 세정공정에서는 제품 표면의 절삭유, 유분 등을 제거하기 위하여 표면처리용으로 디클로로메탄을 사용한다. 디클로로메탄은 휘발성이 매우 강한 성질을 갖고 있으므로 탈지 및 세척 과정에서 대부분이 비산되어 대기 중으로 배출되고 있었으며, 해당 공정에서의 디클로로메탄의 배출량은 전량 비산대기로 배출되고 있다.

〈표 5-11〉 보고대상물질 및 배출량, 이동량(A-3 사업장)

대상물질	주요 배출공정	이동량 (kg/yr)	비산 대기 배출량 (kg/yr)
디클로로메탄 (75-09-2)	탈지, 세정, 표백공정	495	10,505

측정지점은 세척조로 연결되어 있는 상부의 개방식라인 2개, 주입부의 플랜지 4개 및 개방식라인 2개이며, 세척조의 지점별 주요 HAPs 농도를 측정 한 결과 상부에 위치한 개방식라인에서 각각 150ppm, 90ppm이 검출되었다.

〈표 5-12〉 조사대상 지점별 주요 HAPs 농도

번호	설비명	위치	장치종류	개수	검지농도(ppm)	비고
1	세척조#1	Top	개방식라인	1	150	DCM
2	세척조#1	주입부	개방식라인	1	0	DCM
3	세척조#1	주입부	플랜지	2	0	DCM
4	세척조#2	Top	개방식라인	1	90	DCM
5	세척조#2	주입부	개방식라인	1	0	DCM
6	세척조#2	주입부	플랜지	2	0	DCM

현장조사 결과를 토대로 업종별 시설관리 기준에 따른 A-3 사업장의 비산배출시설 장치종류별 누출율은 0이며, 산정식은 아래 표와 같다.

〈표 5-13〉 비산배출시설 장치종류별 누출율(A-3 사업장)

구 분	A : 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치 종류별 개수	B : 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치 종류별 개수	C : 비산누출시설 장치 종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수
개 수	0	8	0
누출율(%)	$\begin{aligned} \text{비산배출시설 장치종류별 누출율}(\%) &= [A / (B-C) * 100] \\ &= [0 / (8-0) * 100] = 0 \end{aligned}$		

### 3. 1차 금속 제조업

1차 금속 제조업의 HAPs 저감량 산정을 위한 조사대상 세부 산업분류는 해당 업종 중 전체 배출량이 높은 선철주물 주조업(25311)과 비산대기 배출량이 높은 알루미늄 압연, 알출 및 연신제품 제조업(24222)에 대하여 현장조사를 수행하였다.

배출량 자료 및 현장조사를 바탕으로 한 HAPs 주요 비산배출공정은 혼합공정, 코팅공정 및 탈지, 세정, 표백공정이며, 해당 공정에서의 주요 비산배출 물질로는 트리클로로에틸렌, 페놀 등으로 조사되었다. 그 중 디클로로메탄은 생산부품에 묻은 절삭유 및 유류 등 표면에 오염되어 있는 기름 등을 세척하는 용도로 사용하고 있으며, 휘발성이 매우 강한 성질을 갖고 있으므로 탈지 및 세척 과정에서 대부분이 비산되어 대기 중으로 배출되었다. 반면,

조형공정에서 건조사의 점결제로 사용하고 있는 폐놀은 휘발성이 성질이 있으므로 공정 주 대부분이 비산될 것으로 예상하였으나, 주물사의 조형용 및 용탕주입 시 1500°C이상의 높은 온도로 인하여 용해되어 폐놀은 배출되지 않았다.



〈그림 5-6〉 1차 금속제조업 누출측정 현장 사진

#### 가. 조사수행 사업장의 구분 및 조사공정

##### - B-1 사업장

- 세부산업분류(업종): 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업
- 표준산업분류 업종코드: 24222
- 주요생산제품: 반도체 등 전자제품
- 주요 배출 공정: 탈지, 세정, 표백공정 및 이송, 운반, 분배, 계량시설

##### - B-2 사업장

- 세부산업분류(업종): 선철주물 주조업
- 표준산업분류 업종코드: 24311

- 주요생산제품: 주철 실린더헤드 및 실린더블록, 유압밸브 등
- 조사대상 공정: 탈지, 세정 및 표백공정

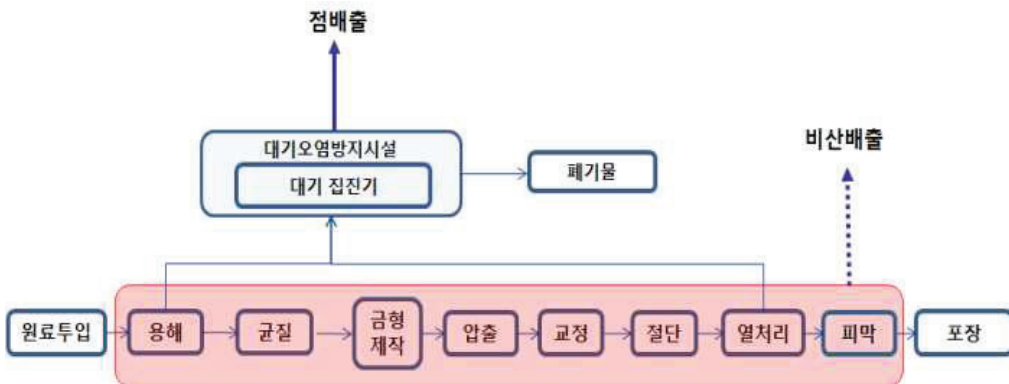
## 나. 1차 금속 제조 사업장별 측정 결과

### 1) B-1 사업장

#### 가) 개요 및 조사대상 공정

알루미늄 프로파일, 공압용 에어 실린더 튜브, 컨베이어 프레임, 태양광 설치구조물, 자동차 부품 등 산업용 알루미늄 제품을 생산하는 B-1 사업장은 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업종(24222)으로써 제품 세척용으로 트리클로로에틸렌을 사용하고 있으며, 이송·운반, 탈지·세정 및 대기오염방지시설을 통해 디클로로메탄을 배출하고 있다.

PRTR 배출량 보고자료 및 사업장 현장조사를 통하여 트리클로로에틸렌의 비산배출 가능공정을 조사한 결과, 주요 비산배출 공정은 탈지·세정 공정으로 확인되었으며, 현장조사를 통해 당 사업장의 트리클로로에틸렌 주요 비산배출 공정을 <그림 5-7>에 나타내었다.



<그림 5-7> B-1 사업장 공정도

나) 조사대상 화학물질 배출량 및 지점별 측정 결과

B-1사업장의 탈지 및 세정공정에서는 알루미늄 제품의 표면에 있는 불순물 및 유분을 제거하기 위하여 표면처리용으로 트리클로로에틸렌을 사용하였다. 휘발성이 강한 물질인 트리클로로에틸렌은 대기방지시설을 통해 포집되며, 일부는 대기로 비산배출 된다.

〈표 5-14〉 보고대상물질 및 배출량, 이동량(B-1 사업장)

대상물질	주요 배출공정	이동량 (kg/yr)	비산 대기 배출량 (kg/yr)
트리클로로에틸렌 (79-01-6)	탈지, 세정, 표백공정	50,625	17,085

측정지점은 세정조에 연결되어 있는 개방식라인 3개, 플랜지 21개, 밸브 6개 이며, 초음파 세척기의 지점별 주요 HAPs 농도를 측정 한 결과 중앙에 위치한 개방식라인에서 85.5ppm이 검출되었으며, 플랜지, 밸브 및 좌·우측 개방식라인에서는 검출되지 않았다.

〈표 5-15〉 조사대상 지점별 주요 HAPs 농도

번호	설비명	위치	장치종류	개수	검지농도(ppm)	비고
1	세정조#1	Top	플랜지	1	0	TCE
2	세정조#1	Middle	밸브	1	0	TCE
3	세정조#1	Middle	플랜지	2	0	TCE
4	세정조#1	Middle	플랜지	1	85.5	TCE
5	세정조#1	Middle	플랜지	2	0	TCE
6	세정조#1	Bottom	밸브	1	0	TCE
7	세정조#1	Bottom	플랜지	2	0	TCE
8	세정조#1	Bottom	개방식라인	1	0	TCE
9	세정조#2	Top	플랜지	1	0	TCE
10	세정조#2	Middle	밸브	1	0	TCE
11	세정조#2	Middle	플랜지	2	0	TCE
12	세정조#2	Middle	플랜지	1	0	TCE
13	세정조#2	Middle	플랜지	1	0	TCE
14	세정조#2	Bottom	밸브	1	0	TCE
15	세정조#2	Bottom	플랜지	2	0	TCE
16	세정조#2	Bottom	개방식라인	1	0	TCE
17	세정조#3	Top	플랜지	1	0	TCE
18	세정조#3	Middle	밸브	1	0	TCE
19	세정조#3	Middle	플랜지	2	0	TCE
20	세정조#3	Middle	플랜지	1	0	TCE
21	세정조#3	Middle	플랜지	2	0	TCE
22	세정조#3	Bottom	밸브	1	0	TCE
23	세정조#3	Bottom	플랜지	2	0	TCE
24	세정조#3	Bottom	개방식라인	1	0	TCE

현장조사 결과를 토대로 업종별 시설관리 기준에 따른 B-1 사업장의 비산배출시설 장치종류별 누출율은 0이며, 산정식은 아래 표와 같다.

〈표 5-16〉 비산배출시설 장치종류별 누출율(B-1 사업장)

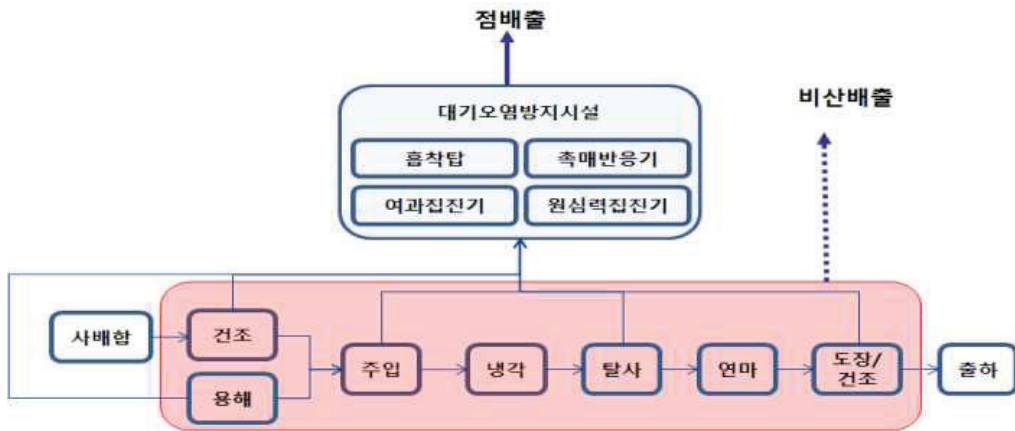
구 분	A : 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치 종류별 개수	B : 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치 종류별 개수	C : 비산누출시설 장치 종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수
개 수	0	32	0
누출율(%)	·비산배출시설 장치종류별 누출율(%) = $[A / (B-C) * 100]$ = $[0 / (32-0) * 100] = 0$		

## 2) B-2 사업장

### 다) B-2 사업장 개요 및 HAPs 비산배출 특성

자동차용 주철 실린더헤드 및 실린더블록, 건설장비용 유압밸브(MCV, Valve Casing), 산업용 기능 주조품 등을 생산하는 B-2 사업장은 선철주물 주조업종(24311)으로써 조형 공정(주물사와 CORE가 투입되고 용탕을 주입하는 공정)에서 건조사의 점결제로 폐놀(1%)을 사용하고 있다.

PRTR 배출량 보고자료 및 사업장 현장조사를 통하여 HAPs 비산배출 가능공정을 조사한 결과, 예상과는 달리 폐놀은 비점이, 현장조사를 통해 당 사업장의 HAPs 주요 비산배출 공정을 <그림 5-8>에 나타내었다.



<그림 5-8> B-2 사업장 공정도

### 나) 조사대상 화학물질 배출량 및 지점별 측정 결과

B-1 사업장은 주물사와 CORE가 투입되고 용탕(주물을 만들기 위해 주형에 주입하기 위한 용해된 금속)을 주입하는 공정인 조형공정에서 건조사의 점결제로 폐놀을 사용한다. '13년 기준 전체 사용량은 약 11톤이며, 혼합공정인 조형공정에서 비산대기로 전체 배출된다고 보고하였으나, 현장 확인 결과 높은 온도에 의해 폐놀의 대부분 용해되어 비산되는 물질은 없는 것으로 확인되었다.

〈표 5-17〉 보고대상물질 및 배출량, 이동량(B-2업체)

대상물질	주요 배출공정	이동량 (kg/yr)	비산 대기 배출량 (kg/yr)
페놀 (79-01-6)	혼합공정	-	11,110 > 0

측정지점은 혼합MIX기의 서비스 TANK 및 페놀공급조에 연결되어 있는 밸브 4개, 플랜지, 12개, 개방식라인 1개 및 펌프봉인 1개, 교반기 1개 이며, 지점별 주요 HAPs 농도를 측정 한 결과 페놀은 검출되지 않았다.

〈표 5-18〉 조사대상 지점별 주요 HAPs 농도

번호	설비명	위치	장치종류	개수	검지농도(ppm)	비고
1	페놀공급조	상부	밸브	1	0	Phenol
2	페놀공급조	상부	플랜지	3	0	Phenol
3	페놀공급조	하부	밸브	1	0	Phenol
4	페놀공급조	하부	플랜지	6	0	Phenol
5	페놀공급조	하부	플랜지	1	0	Phenol
6	서비스Tank	Body	교반기	1	0	Phenol
7	서비스Tank	Body	밸브	1	0	Phenol
8	서비스Tank	Body	플랜지	4	0	Phenol
9	서비스Tank	Body	밸브	1	0	Phenol
10	서비스Tank	Body	개방식라인	1	0	Phenol
11	서비스Tank	Body	펌프봉인	1	0	Phenol

현장조사 결과를 토대로 업종별 시설관리 기준에 따른 B-2 사업장의 비산배출시설 장치종류별 누출율은 0이며, 산정식은 아래 표와 같다.

〈표 5-19〉 비산배출시설 장치종류별 누출율(A-3 사업장)

구 분	A : 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치 종류별 개수	B : 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치 종류별 개수	C : 비산누출시설 장치 종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수
개 수	0	21	0
누출율(%)	·비산배출시설 장치종류별 누출율(%) = $[A / (B-C) * 100]$ = $[0 / (21-0) * 100] = 0$		

#### 4. 석유제품 제조업

석유제품 제조업의 HAPs 저감량 산정을 위한 조사 대상 세부 산업분류는 해당 업종 중 비산대기 배출량이 높은 직물 및 편조원단 염색가공업(13402)에 대하여 현장조사를 수행하였다.

배출량 자료 및 현장조사를 바탕으로 한 HAPs 주요 비산배출공정은 코팅공정 및 혼합공정이며, 해당 공정에서의 주요 비산배출 물질로는 톨루엔, N,N-디메틸포름아미드, 메틸 에틸 케톤, 디클로로메탄, 사염화탄소 등으로 조사되었다.

톨루엔, 메틸 에틸 케톤, N,N-디메틸포름아미드 등은 원단에 방수를 도포하여 방수 처리 후 건조하는 공정인 코팅공정과 혼합공정에서 주로 사용되며, 사염화탄소, 디클로로메탄 등은 생지원단을 깨끗하게 세척, 표백 및 정련하는 하는 공정에서 주로 사용된다.



〈그림 5-9〉 석유제품제조업 누출측정 현장사진

## 가. 조사수행 사업장의 구분 및 조사공정

### - C-1 사업장

- 세부산업분류(업종): 직물 및 편조원단 염색 가공업
- 표준산업분류 업종코드: 13402
- 주요생산제품: 나일론, 폴리에스테르 등 원사 및 원단
- 주요 배출 공정: 코팅공정, 혼합공정, 이송 및 운반시설 등

### - C-2 사업장

- 세부산업분류(업종): 직물 및 편조원단 염색 가공업
- 표준산업분류 업종코드: 13402
- 주요생산제품: 나일론, 폴리에스테르 등 원사 및 기능성 원단
- 주요 배출 공정: 코팅공정, 혼합공정, 저장시설 등

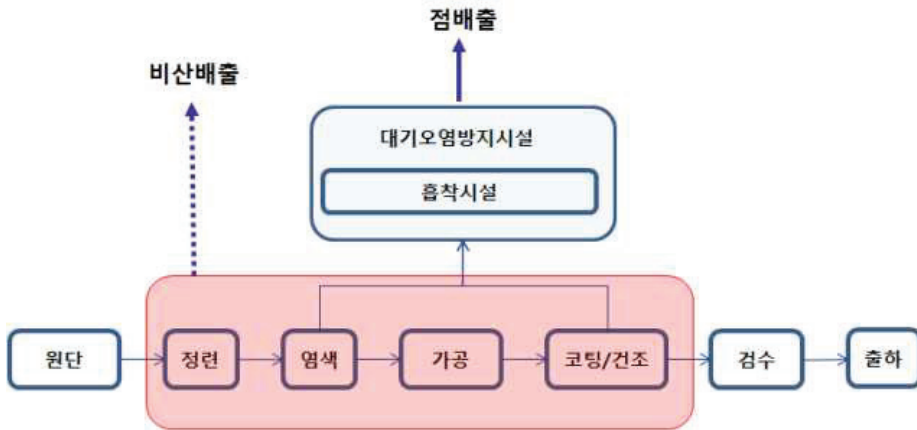
## 나. 섬유제품 제조 사업장별 측정 결과

### 1) C-1 사업장

#### 가) 개요 및 조사대상 공정

Nylon, Polyester 직물의 제직, 염색, 가공, 코팅 등의 작업을 하는 C-1 사업장은 직물 및 편조원단 염색 가공업종으로써 코팅 도포용 수지 배합, 원단 광택 작업 및 코팅, 텐타 작업을 위해 클로로포름, 디클로로메탄, 사염화탄소 등을 사용하고 있다.

PRTR 배출량 보고자료 및 사업장 현장조사를 통하여 HAPs 비산배출 가능공정을 조사한 결과, 주요 HAPs 비산배출 공정은 코팅 공정 및 혼합 공정으로 확인되었으며, 현장조사를 통해 당 사업장의 HAPs 주요 배출공정을 <그림 5-10>에 나타내었다.



〈그림 5-10〉 C-1 사업장 공정도

나) 조사대상 화학물질 배출량 및 지점별 측정 결과

C-1사업장은 제품의 세척, 가공 및 코팅을 위하여 정련, 가공, 코팅 및 건조 공정에서 클로로포름, 디클로로메탄, 사염화탄소, 톨루엔 등의 물질을 사용하고 있으며, 해당 물질의 비산배출량은 약 90% 이상을 코팅고정 및 혼합공정에서 차지하고 있다.

〈표 5-20〉 보고대상물질 및 배출량, 이동량(C-1업체)

대상물질	주요 배출공정	이동량 (kg/yr)	비산 대기 배출량 (kg/yr)
클로로포름 (67-66-3)	혼합공정 코팅공정 저장시설 이송, 운반	400	8,274
디클로로메탄 (75-09-2)		150	3,068
사염화탄소 (56-23-5)		120	2,314
톨루엔 (108-88-3)		1,100	39,301

측정지점은 지상저장조, 서비스Tank, 이동식교반기(1,2기), 코팅기(1,2,3기)에 연결되어 있는 밸브 13개, 개방식라인 6개, 교반기 1개, 펌프봉인 2개, 플랜지 40개 이다. 지점별 주요 HAPs 농도를 측정 한 결과 코팅기#2와 이동식교반기의 개방식라인에서 각각 150ppm, 26ppm이 검출되었으며, 그 외 설비 및 장치에서는 검출되지 않았다.

〈표 5-21〉 조사대상 지점별 주요 HAPs 농도

번호	설비명	위치	장치종류	개수	검지농도 (ppm)	비고
1	지상저장조	상부	밸브	1	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
2	지상저장조	상부	플랜지	3	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
3	지상저장조	하부	밸브	1	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
4	지상저장조	하부	플랜지	4	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
5	지상저장조	하부	밸브	1	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
6	지상저장조	공급Line	펌프봉인	1	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
7	지상저장조	공급Line	밸브	1	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
8	지상저장조	공급Line	플랜지	4	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
9	서비스Tank	Body	밸브	1	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
10	서비스Tank	Body	플랜지	3	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
11	서비스Tank	Body	교반기	1	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
12	서비스Tank	Body	밸브	1	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
13	서비스Tank	Body	플랜지	4	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
14	서비스Tank	Body	개방식라인	1	0	CHCl <sub>3</sub> (70) + DCM(20) + CCl <sub>4</sub> (8)
15	지하저장조	상부	밸브	1	0	Toluene
16	지하저장조	상부	플랜지	3	0	Toluene
17	지하저장조	공급Line	펌프봉인	1	0	Toluene
18	지하저장조	공급Line	밸브	1	0	Toluene
19	지하저장조	공급Line	플랜지	4	0	Toluene
20	이동식교반기#1	투입부	밸브	1	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
21	이동식교반기#1	투입부	플랜지	3	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
22	이동식교반기#1	투입부	개방식라인	1	26	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
23	이동식교반기#2	투입부	밸브	1	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
24	이동식교반기#2	투입부	플랜지	3	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
25	이동식교반기#2	투입부	개방식라인	1	20	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
26	코팅기#1	투입부	밸브	1	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
27	코팅기#1	투입부	플랜지	3	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
28	코팅기#1	투입부	개방식라인	1	150	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
29	코팅기#2	투입부	밸브	1	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
30	코팅기#2	투입부	플랜지	3	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
31	코팅기#2	투입부	개방식라인	1	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
32	코팅기#3	투입부	밸브	1	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
33	코팅기#3	투입부	플랜지	3	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>
34	코팅기#3	투입부	개방식라인	1	0	DMF, Tol, CHCl <sub>3</sub> , DCM, CCl <sub>4</sub>

현장조사 결과를 토대로 업종별 시설관리 기준에 따른 C-1 사업장의 비산배출시설 장치종류별 누출율은 0이며, 산정식은 아래 표와 같다.

〈표 5-22〉 비산배출시설 장치종류별 누출율(C-1 사업장)

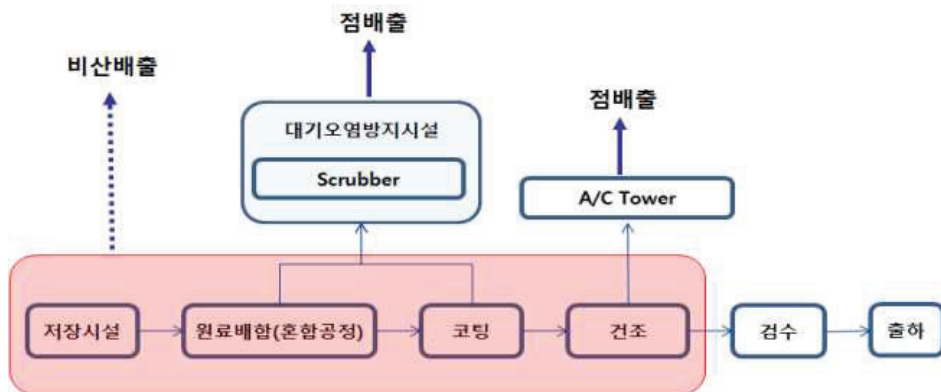
구 분	A : 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치 종류별 개수	B : 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치 종류별 개수	C : 비산누출시설 장치 종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수
개 수	0	21	0
누출율(%)	·비산배출시설 장치종류별 누출율(%) = $[A / (B-C) * 100]$ = $[0 / (21-0) * 100] = 0$		

## 2) C-2 사업장

### 가) 개요 및 조사대상 공정

C-1 사업장과 동일하게 Nylon, Polyester 직물의 제직, 염색, 가공, 코팅 등의 작업을 하는 C-2 사업장은 직물 및 편조원단 염색 가공업종으로써 코팅 도포용 수지 배합, 원단 광택 작업 및 코팅 작업을 위해 N,N-디메틸포름아미드, 톨루엔 등을 사용하고 있다.

PRTR 배출량 보고자료 및 사업장 현장조사를 통하여 HAPs 비산배출 가능공정을 조사한 결과, 주요 HAPs 비산배출 공정은 코팅 공정 및 혼합 공정으로 확인되었으며, 현장조사를 통해 당 사업장의 HAPs 주요 배출공정을 <그림 5-11>에 나타내었다.



〈그림 5-11〉 C-2 사업장 공정도

## 나) 조사대상 화학물질 배출량 및 지점별 측정 결과

C-2사업장은 C-1사업장과 전반적으로 동일한 혼합 및 코팅 공정을 보유하고 있으며, 해당 물질의 비산배출량은 약 90% 이상을 코팅고정 및 혼합공정에서 차지하고 있다.

코팅공정에 앞서 용매제, 희석재 등을 혼합하여 각 공정에 투입하기 위한 준비 과정인 혼합공정에서는 휘발성 물질인 N,N-디메틸포름아미드(DMF)과 톨루엔 등을 혼합하는 과정에서 물질의 표면증발에 의한 비산대기오염물질이 발생되며, 코팅공정에서는 코팅제에 함유된 물질이 휘발되어 대기 중으로 비산 배출된다.

〈표 5-23〉 보고대상물질 및 배출량, 이동량(C-2업체)

대상물질	주요 배출공정	이동량 (kg/yr)	비산 대기 배출량 (kg/yr)
N,N-디메틸포름아미드	혼합공정 코팅공정 저장시설 이송, 운반	3,356,482	115,985
톨루엔		161,683	3,897
메틸 에틸 케톤		74,386	10,886

측정지점은 톨루엔 Tank 및 공급펌프, DMF Tank 및 공급펌프(1,2기), Mixer(1,2,3기), A/C 회수Tank(1,2,3기), A/C 회수Line이며, 각 설비에 연결되어 있는 밸브 39개, 공정배수구 3개, 펌프봉인 3개, 플랜지 132개 이다. 지점별 주요 HAPs 농도를 측정 한 결과 Mixer #3(DMF 공급라인)과 DMF 공급펌프 #1에서 각각 39.8ppm, 3.2ppm이 검출되었으며, 그 외 설비 및 장치에서는 검출되지 않았다.

〈표 5-24〉 조사대상 지점별(C-2) 주요 HAPs 농도(계속)

번호	설비명	위치	장치종류	개수	검지농도 (ppm)	비고
1	Tol Tank	Top	플랜지	2	0	Toluene (15m <sup>3</sup> )
2	Tol Tank	Top	밸브	1	0	Toluene (15m <sup>3</sup> )
3	Tol Tank	Bottom	밸브	1	0	Toluene (15m <sup>3</sup> )
4	Tol Tank	Bottom	플랜지	2	0	Toluene (15m <sup>3</sup> )
5	Tol Tank	Bottom	밸브	1	0	Toluene (15m <sup>3</sup> )
6	Tol Tank	Bottom	플랜지	2	0	Toluene (15m <sup>3</sup> )
7	Tol Tank	Bottom	밸브	1	0	Toluene (15m <sup>3</sup> )
8	Tol Tank	Bottom	플랜지	4	0	Toluene (15m <sup>3</sup> )
9	DMF Tank	Top	플랜지	2	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
10	DMF Tank	Top	밸브	1	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
11	DMF Tank	Bottom	밸브	1	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
12	DMF Tank	Bottom	플랜지	2	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
13	DMF Tank	Bottom	밸브	1	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
14	DMF Tank	Bottom	플랜지	3	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
15	DMF Tank	Bottom	밸브	1	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
16	DMF Tank	Bottom	플랜지	3	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
17	DMF Tank	Bottom	밸브	1	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
18	DMF Tank	Bottom	플랜지	4	0	DMF (20m <sup>3</sup> )
19	Tol 공급Pump	Body	펌프봉인	1	0	
20	Tol 공급Pump	Body	밸브	1	0	
21	Tol 공급Pump	Body	플랜지	2	0	
22	Tol 공급Pump	Body	밸브	4	0	
23	Tol 공급Pump	Body	플랜지	18	0	
24	Tol 공급Pump	Body	플랜지	1	0	Plug
25	DMF 공급Pump#1	Body	펌프봉인	1	0	
26	DMF 공급Pump#1	Body	밸브	1	0	
27	DMF 공급Pump#1	Body	플랜지	2	0	
28	DMF 공급Pump#1	Body	밸브	4	0	
29	DMF 공급Pump#1	Body	플랜지	17	0	

〈표 5-24〉 조사대상 지점별(C-2) 주요 HAPs 농도

번호	설비명	위치	장치종류	개수	검지농도 (ppm)	비고
30	DMF 공급Pump#1	Body	플랜지	1	3.2	Plug
31	DMF 공급Pump#2	Body	펌프봉인	1	0	
32	DMF 공급Pump#2	Body	밸브	1	0	
33	DMF 공급Pump#2	Body	플랜지	2	0	
34	DMF 공급Pump#2	Body	밸브	5	0	
35	DMF 공급Pump#2	Body	플랜지	18	0	
36	DMF 공급Pump#2	Body	플랜지	1	0	Plug
37	Mixer #1	Top	밸브	1	0	공급 Line - DMF
38	Mixer #1	Top	플랜지	3	0	공급 Line - DMF
39	Mixer #1	Top	밸브	1	0	공급 Line - DMF
40	Mixer #1	Top	플랜지	3	0	공급 Line - DMF
41	Mixer #2	Top	밸브	1	0	공급 Line - Toluene
42	Mixer #2	Top	플랜지	3	0	공급 Line - Toluene
43	Mixer #2	Top	공정배수구	1	0	공급 Line - Toluene
44	Mixer #3	Top	밸브	1	0	공급 Line - DMF
45	Mixer #3	Top	플랜지	2	0	공급 Line - DMF
46	Mixer #3	Top	공정배수구	1	0	공급 Line - DMF
47	Mixer #3	Top	밸브	1	0	공급 Line - DMF
48	Mixer #3	Top	플랜지	1	0	공급 Line - DMF
49	Mixer #3	Top	플랜지	1	39.8	공급 Line - DMF
50	Mixer #3	Top	공정배수구	1	0	공급 Line - DMF
51	A/C 회수Tank#1	Body	밸브	2	0	용제회수설비
52	A/C 회수Tank#1	Body	플랜지	6	0	용제회수설비
53	A/C 회수Tank#1	Body	플랜지	3	0	용제회수설비
54	A/C 회수Tank#2	Body	밸브	2	0	용제회수설비
55	A/C 회수Tank#2	Body	플랜지	6	0	용제회수설비
56	A/C 회수Tank#2	Body	플랜지	4	0	용제회수설비
57	A/C 회수Tank#3	Body	밸브	2	0	용제회수설비
58	A/C 회수Tank#3	Body	플랜지	6	0	용제회수설비
59	A/C 회수Tank#3	Body	플랜지	3	0	용제회수설비
60	A/C 회수Line	Bottom	밸브	1	0	용제회수설비
61	A/C 회수Line	Bottom	플랜지	2	0	용제회수설비
62	A/C 회수Line	Bottom	밸브	1	0	용제회수설비
63	A/C 회수Line	Bottom	플랜지	3	0	용제회수설비
64	A/C 회수Line	Bottom	밸브	1	0	용제회수설비

현장조사 결과를 토대로 업종별 시설관리 기준에 따른 C-2 사업장의 비산배출시설 장치종류별 누출율은 0이며, 산정식은 아래 표와 같다.

〈표 5-25〉 비산배출시설 장치종류별 누출율(C-2 사업장)

구 분	A : 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치 종류별 개수	B : 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치 종류별 개수	C : 비산누출시설 장치 종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수
개 수	0	177	0
누출율(%)	·비산배출시설 장치종류별 누출율(%) = $[A / (B-C) * 100]$ $= [0 / (177-0) * 100] = 0$		

# | 제6장 · 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 시설관리기준(안) |

## 1. 시설관리기준(안) 도출절차

시설관리기준을 마련하기 위해서는 관리대상 세세분류업종 선정, 업종별 관리대상 물질 선정 등이 이루어져야 한다. 아래 <표 6-1>에 선행 시설관리기준 마련연구의 관리대상 업종 선정방법 등을 정리하였다.

1,2차 년도 선행연구에서는 연구 착수 단계부터 관리대상 세세분류 업종이 지정되어 시설관리기준 제정을 위한 조사를 실시한바 있다. 3차 년도 연구의 의약품 제조업은 “상대적으로 많다고 판단되는 1개 세세분류업종”을, 기타화학제품 및 화학섬유제조업에서는 “특정대기 유해물질 배출사업장 중 배출량이 많은 사업장”을 관리대상 업종으로 선정하였다. 4,5차 년도의 연구에서는 연구대상 “중분류 내 관리대상 물질 배출량의 90%이상에 포함되는 세세분류 업종” 등을 관리대상 업종으로 선정하였다. 이와 같이 연구초기단계에서부터 관리대상 업종이 지정된 경우도 있었으며, 그렇지 않은 경우에도 관리대상 업종을 선정하는 방법에 다소 차이가 있는 것으로 나타났다.

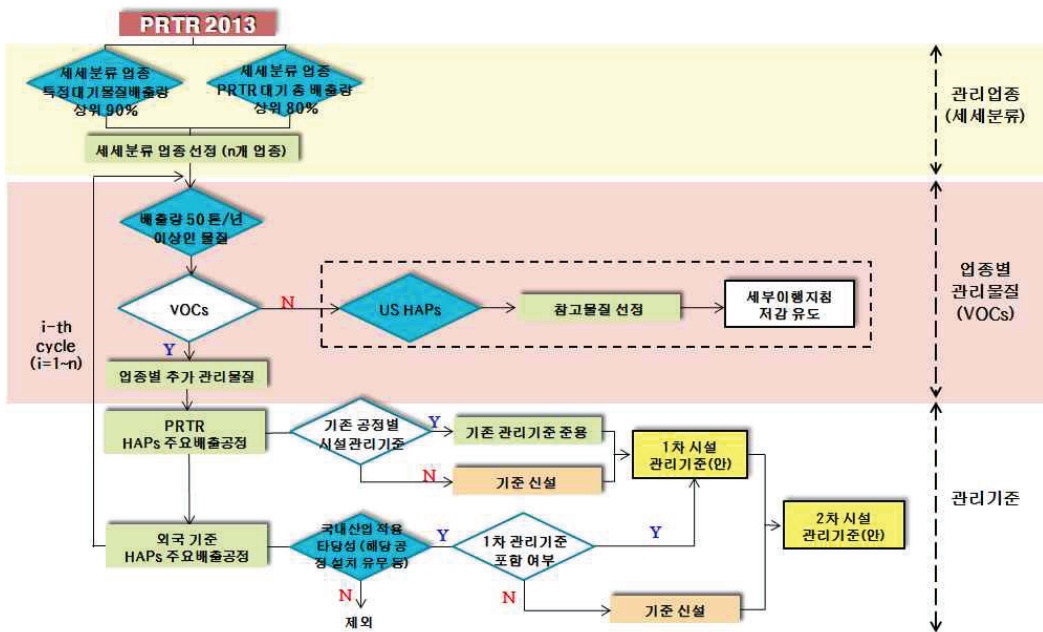
금번 6차 년도 시설관리기준 마련 연구에서는 관리대상 업종 선정기준을 ‘세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량을 기준으로 전체 배출량의 상위 90% 이상에 해당하는 세세분류 업종’ 이거나 ‘세세분류 업종별 PRTR 대기 총 배출량 기준으로 전체 배출량의 상위 80% 이상에 해당하는 세세분류 업종’으로 정하였다. 업종별 관리대상 물질 선정은 전문가 자문회의 등을 거쳐 ‘1안: 관리대상 업종에서 연간 50톤 이상 배출되는 VOCs’ 및 ‘2안: 해당 중분류 내에서 100톤 이상 배출되는 VOCs’를 제안하였으며, 세부 시설관리 기준 마련절차는 다음과 같다.

〈표 6-1〉 선행연구의 업종 및 관리대상 물질 선정기준

구분	대상 업종	업종 선정기준	관리대상물질 선정기준
1차	1. 원유정제처리업	원유정제업(19210)에 한하여 연구수행	특정관리휘발성유해물질을 별도로 지정: 18종 *특정대기유해물질 + VOC + 원유정제업에서 다량 배출되는 물질
2차	1. 제철업, 제강업 2. 화학물질 및 화학제품 제조업	제철제강업(1차 금속) : 해당 업종에 한하여 연구수행  화학물질 및 화학제품 제조업	제철제강업 : 특정대기유해물질 35종 + 제철제강업의 주요 배출 HAP인 먼지 및 Mn  화학물질 및 화학제품 제조업 : 특정대기유해물질 35종 + 화학제품 제조업의 주요 배출물질
3차	1. 의약품제조업 2. 기타화학제품 및 화학섬유제조업	의약품제조업 : “배출량이 상대적으로 많다고 판단되는” 1개 세분류업종을 선정  기타화학제품 및 화학섬유제조업 : 특정대기유해물질 배출사업장 중 배출량이 많은 사업장을 대상으로 선정	의약품제조업 : 주요 배출되는 물질 중 VOC 5종, 발암성물질 5종을 추가로 선정  기타화학제품 및 화학섬유제조업 : 주요 배출되는 물질 중 VOC 15종, 발암성물질 15종을 추가로 선정
4차	1. 기타 운송장비 제조업 2. 고무 및 플라스틱 제조업 3. 전기장비제조업	중분류 내 관리대상물질 배출량의 90%이상에 포함되는 업종	중분류 내에서 연간 50톤 이상 배출하는 물질 중 배출량이 많고 유해성이 높은 물질(VOC)
5차	1. 자동차 및 트레일러 제조업, 2. 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업 3. 펄프, 종이 및 종이제품 제조업	중분류 내 관리대상물질 배출량의 90%이상에 포함되는 업종	중분류 내에서 연간 50톤 이상 배출하는 물질 중 배출량이 많고 유해성이 높은 물질(VOC)

시설관리기준(안)의 도출절차는 아래 <그림 6-1>과 같이 크게 3단계로 분류할 수 있다. 첫째, 관리대상 세세분류업종 선정, 둘째, 관리대상물질 선정, 셋째, 업종별 시설관리기준 마련의 순으로 연구를 진행하였다.

「대기환경보전법」 시행규칙 별표 10의2 ‘비산배출의 저감을 위한 시설관리기준’은 관리대상 업종을 표준산업분류의 세세분류 코드를 기준으로 분류하고 있다. 따라서 금번 연구대상인 금속가공제품 제조업을 비롯한 3개 중분류 업종에 대해 세세분류 단위의 관리대상 업종선정을 하였으며, 선정된 업종을 대상으로 업종별 관리대상 물질을 선정하였다.



<그림 6-1> 본 연구의 시설관리기준 도출 절차도

## 가. 관리대상 업종 선정

현행 시설관리기준은 관리대상 업종을 표준산업분류의 세세분류 코드 단위로 선정하고 있다. 따라서 시설관리기준의 도입 필요성에 대한 검토를 위해서는 세세분류 업종별로 배출량 분석이 요구된다. 이전의 5차년도 선행연구에서는 ‘중분류 내 관리대상물질 배출량의 90% 이상에 포함되는 세세분류 업종’을 관리대상 업종으로 선정한바 있다.

그러나 본 연구에서는 PRTR 조사대상 전체 세세분류 업종의 배출량('13년 기준)을 분석하여 세세분류 업종을 선정하였다. 배출량 산정에 기준이 되는 물질은 공통적용물질인 특정대기유해물질 35종과 전체 PRTR 조사대상 화학물질 415종을 모두 검토하였다.

이에 세세분류 업종별 ‘PRTR 대기 총 배출량 기준으로 전체 배출량의 상위 80% 이상에 해당하는 세세분류 업종’을 관리대상 업종으로 선정하여, 전체 화학물질 배출량이 많은 업종을 관리대상 업종에 포함하도록 하였다. 또한, 특정대기유해물질은 ‘세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량 기준으로 전체 배출량의 상위 90% 이상에 해당하는 세세분류 업종’을 관리대상 업종으로 선정하여, 본 제도의 공통적용 관리대상물질인 특정대기유해물질을 다량 배출하는 업종을 관리대상 업종에 포함하도록 하였다.

아래 <표 6-2> 및 <표 6-3>에는 전체 세세분류 업종의 PRTR 화학물질 배출량과 특정 대기유해물질 배출량을 정리하였다. <표 6-2>는 세세분류 업종별 PRTR 대기 총 배출량 기준으로 전체 배출량의 상위 80% 이상에 해당하는 업종이다. 4장에서 기술한바와 같이 ‘금속캔 및 기타 포장용기 제조업(25991)’을 제외한 3개의 세세분류 업종이 본 기준에 해당하였다. <표 6-3>은 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량을 기준으로 전체 배출량의 상위 90% 이상에 해당하는 업종으로 7개 세세분류 업종이 이 기준에 해당한다. 이 가운데 1차 금속업의 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업(24222)과 금속가공제품 제조업의 도장 및 기타 피막 처리업(25923)은 2개 기준에 모두 해당하는 것으로 나타났다.

### 〈업종 선정기준〉

1. 세세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량 기준으로 전체 배출량의 상위 90% 이상에 해당하는 세세분류 업종 이거나
2. 세세분류 업종별 PRTR 대기 총 배출량 기준으로 전체 배출량의 상위 80% 이상에 해당하는 세세분류 업종

〈표 6-2〉 세세분류 업종별 PRTR 대기 총 배출량(전체 배출량 상위 80% 이상)

(단위: kg)

순위	중분류	업종코드	총 대기배출량(kg)	배출량 비율
1	31	31111	12,363,769	24.5%
2	30	30121	3,197,475	6.3%
3	31	31114	2,670,966	5.3%
4	18	18119	2,356,548	4.7%
5	20	20111	1,622,205	3.2%
6	22	22212	1,375,052	2.7%
7	20	20302	1,306,997	2.6%
8	17	17124	1,201,391	2.4%
9	22	22231	1,200,086	2.4%
10	31	31119	1,153,576	2.3%
11	17	17903	939,055	1.9%
12	22	22199	783,412	1.5%
13	19	19210	781,067	1.5%
14	30	30399	766,561	1.5%
15	22	22291	725,469	1.4%
16	25	25991	709,372	1.4%
17	26	26299	687,272	1.4%
18	13	13402	677,603	1.3%
19	10	10749	646,555	1.3%
20	31	31999	635,280	1.3%
21	28	28202	618,900	1.2%
22	26	26110	598,756	1.2%
23	22	22221	547,945	1.1%
24	20	20499	512,141	1.0%
25	26	26211	492,007	1.0%
26	22	22299	449,071	0.9%
27	22	22213	425,373	0.8%
28	24	24222	352,320	0.7%
29	25	25923	336,945	0.7%
30	20	20421	327,663	0.6%

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈표 6-3〉 서세분류 업종별 특정대기유해물질 배출량(전체 배출량 상위 90% 이상)

(단위: kg)

순위	중분류	업종 코드	특정대기유해 물질 배출량	배출량 비율	순위	중분류	업종 코드	특정대기유해 물질 배출량	배출량 비율
1	31	31111	2,029,464	26.0%	25	24	24132	55,330	0.7%
2	28	28202	599,626	7.7%	26	25	25999	47,729	0.6%
3	22	22212	478,277	6.1%	27	26	26120	47,499	0.6%
4	20	20111	352,229	4.5%	28	28	28302	45,954	0.6%
5	22	22299	341,295	4.4%	29	20	20119	44,449	0.6%
6	26	26299	325,056	4.2%	30	25	25922	40,361	0.5%
7	31	31114	309,525	4.0%	31	36	36010	39,320	0.5%
8	20	20302	308,547	3.9%	32	24	24122	39,085	0.5%
9	26	26211	225,113	2.9%	33	29	29294	38,804	0.5%
10	30	30399	196,482	2.5%	34	26	26519	35,570	0.5%
11	31	31119	185,960	2.4%	35	22	22250	30,712	0.4%
12	25	25923	173,723	2.2%	36	22	22199	30,620	0.4%
13	20	20499	171,343	2.2%	37	26	26511	30,318	0.4%
14	30	30391	167,340	2.1%	38	28	28511	27,755	0.4%
15	26	26221	107,877	1.4%	39	26	26292	25,602	0.3%
16	21	21101	106,882	1.4%	40	31	31310	25,009	0.3%
17	26	26329	84,491	1.1%	41	52	52104	24,034	0.3%
18	33	33999	84,367	1.1%	42	20	20501	21,372	0.3%
19	24	24222	76,319	1.0%	43	35	35113	21,314	0.3%
20	24	24123	69,485	0.9%	44	21	21102	21,155	0.3%
21	20	20129	64,595	0.8%	45	38	38301	19,649	0.3%
22	26	26110	62,015	0.8%	46	30	30310	19,179	0.2%
23	19	19210	57,448	0.7%	47	20	20421	18,247	0.2%
24	30	30121	56,949	0.7%	48	23	23229	18,053	0.2%

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

위 2개의 배출량 기준을 적용한 결과, 총 8개의 세세분류업종이 관리대상 업종으로 선정되었으며, 업종별 선정결과는 <표 6-4>와 같다. 1차 금속 제조업에서 선정된 4개 관리대상 업종은 ‘알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업’, ‘철강선 제조업’, ‘강관제조업’, ‘냉간 압연 및 압출 제품 제조업’ 으로 확인되었다. 해당 4개 업종의 특정대기유해물질 배출량은 약 240톤으로, 1차 금속 제조업 전체 특정대기유해물질 배출량 357톤의 약 67%를 차지한다.

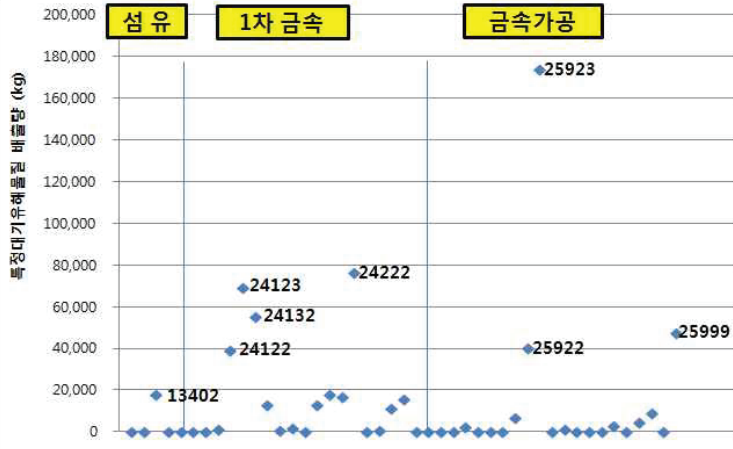
금속가공제품 제조업에서 선정된 3개 관리대상 업종은 ‘도장 및 기타 피막처리업’, ‘그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업’, ‘도금업’의 3개 업종으로 확인되었다. 해당 3개 업종의 특정대기유해물질 배출량은 약 262톤으로, 금속가공제품 제조업 전체 특정대기유해물질 배출량 262톤의 약 81%를 차지한다.

섬유제품 제조업에서 선정된 1개 관리대상 업종은 ‘직물 및 편조원단 염색 가공업’으로 확인되었다. 해당 업종의 특정대기유해물질 배출량은 약 18톤으로, 섬유제품 제조업 전체 특정대기유해물질 배출량 18톤의 약 99%를 차지한다.

<그림 6-2>는 본 연구 3개 중분류 업종의 특정대기유해물질 배출량 분포이며, 관리대상 업종으로 선정된 8개 세세분류업종에는 별도로 업종코드를 표시하였다.

<표 6-4> 관리대상 업종 선정결과

중분류 업종	세세분류 업종
1차 금속 제조업	1) 냉간 압연 및 압출 제품 제조업(24122)
	2) 철강선 제조업(24123)
	3) 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품제조업(24222)
	4) 강관 제조업(24132)
금속가공제품 제조업	5) 도금업(25922)
	6) 도장 및 기타 피막처리업(25923)
	7) 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업(25999)
섬유제품 제조업	8) 직물 및 편조원단 염색 가공업(13402)



〈그림 6-2〉 관리대상 업종의 특정대기유해물질 배출량 분포

## 나. 관리대상 물질 선정

현행의 비산배출저감 제도는 공통적용 물질인 특정대기유해물질에 업종별 관리물질을 추가 관리하도록 하고 있다. 따라서 본 연구에서 선정한 8개 세세분류 업종에 대한 업종별 관리물질을 아래와 같이 선정하였다. 상기 <표 6-1>에서 정리한 내용과 같이, 선행연구에서는 업종별 관리대상물질을 선정하기 위해 특정 물질 군을 설정하거나, 중분류 업종 내에서 연간 50톤 이상 배출되는 VOC를 관리대상 물질로 선정하는 등의 기준을 마련하였다. 본 연구에서도 관리대상 물질 선정을 위한 검토가 이루어졌으며 내용은 다음과 같다.

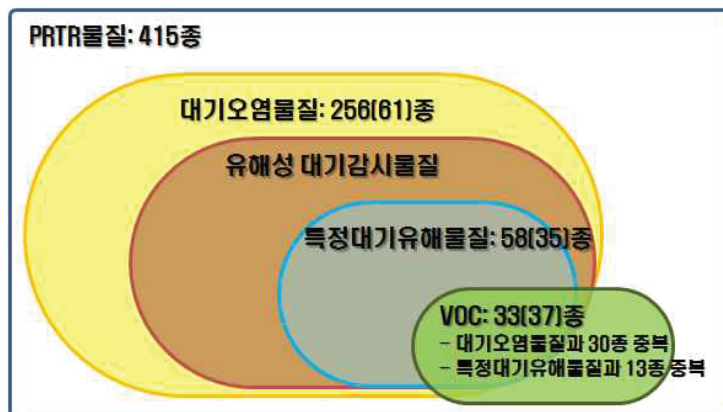
### 1) PRTR 조사대상 화학물질

본 연구의 업종 및 물질선정은 모두 '13년 PRTR 배출량 자료를 근거로 이루어졌다. 따라서 PRTR 조사대상 물질군의 분석이 우선적으로 필요하였다. 2장에서 기술한바와 같이 PRTR은 총 415종의 화학물질을 대상으로 배출량 정보를 조사하고 있다. 이러한 화학물질들이 대기환경보전법상 대기오염물질에 해당하는가에 대한 검토가 우선적으로

이루어질 필요가 있었다. 이에 공동연구수행기관인 TO21에 PRTR 조사대상 물질의 분류 체계와 관련한 자문을 구하고 대기오염물질 해당여부를 조사하였으며 이를 도식화하면 <그림 6-3>과 같다.

아래 그림과 같이 대기오염물질 61종(대기환경보전법 시행규칙 별표1의)에 해당하는 PRTR 조사대상 화학물질은 256종에 달하였다. 대기환경보전법상의 대기오염물질은 화합물 종류의 대기오염물질을 ‘폐놀 및 그 화합물’, ‘염소 및 그 화합물’ 등과 같이 포괄적으로 명시하고 있기 때문에, 보다 자세한 개별 물질정보를 기록한 PRTR의 화학물질 종수가 더 많은 것을 알 수 있다. 같은 방법으로 특정대기유해물질 35종(대기환경보전법 시행규칙 별표2)에 해당하는 PRTR 조사대상 물질은 58종, VOC 37종(대기환경보전법 제2조제10호 관련)에 해당하는 PRTR 물질은 33종으로 조사되었다.

여러 종류의 화합물을 특정 분류의 화합물로 정의하는 것은 다소 어려움이 있고, 물질별로 다양한 학설이나 견해가 존재하고 있다. 또한, 여러 화합물에 중복으로 해당하는 화합물도 존재하고 있는 것으로 나타났다<sup>23)</sup>. 이러한 사례는 본 연구에서 이루어진 물질분류에서도 다소 제한적인 요소로 작용할 수 있을 것으로 사료된다.



<그림 6-3> PRTR 조사대상 화학물질 415종의 대기오염물질 해당여부

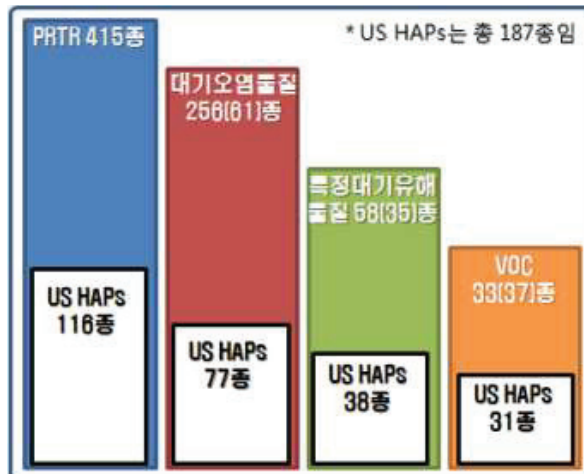
23) Benfluralin( $C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$ )은 불소화물이면서 질소산화물에 해당

## 2) US HAPs

미국 EPA에서 지정하고 있는 US HAPs는 최초 191종으로 구성되었으나 카프로락탐(1996년), 긴사슬 글리콜에테르('00년), 에틸렌글리콜 모노부틸 에테르('04년), 메틸에틸 케톤('05년)이 제외되어 현재에는 187종으로 구성되어 있다.

가장 최근에 US HAPs 목록에서 제외된 것은 메틸에틸케톤이다. 메틸에틸케톤은 전나무, 양치식물과 같은 식물에서도 배출되는 물질이며 흡수 시 자연적으로 분해되므로 인체 건강 및 환경에 영향이 적은 것으로 평가되었다. EPA는 1996년 미국화학산업협회<sup>24)</sup>의 청원에 따라 27회의 의견제출(public comments)과 57회의 기술검토를 실시하여 심사숙고 끝에 '05년 메틸에틸케톤을 US HAPs 목록에서 삭제하였다.

앞서 분석한 PRTR 조사대상 화학물질을 대상으로 US HAPs 해당여부를 조사한 결과가 아래 <그림 6-4>와 같다. PRTR 415종에 해당하는 US HAPs는 116종, 대기오염물질(대기환경보전법 시행규칙 별표1)은 77종/256종, 특정대기유해물질은 38종/68종, VOC는 31종/33종으로 조사되었다.



<그림 6-4> PRTR 조사대상 화학물질과 US HAPs 비교

24) The American chemistry Council, ACC

### 3) 업종별 관리물질 선정

본 연구의 초기단계에서는 대기환경보전법상의 통상 대기오염물질(대기오염물질 61종, 특정대기유해물질 35종, VOCs 37종)이면서, US HAPs 187종에 해당하는 PRTR 조사대상 화학물질 98종을 98HAPs로 분류하였다. 앞서 선정된 관리대상 업종에서 연간 50톤 이상 배출되는 98HAPs를 관리대상 물질로 선정하고, 98HAPs에 해당하지 않는 대기오염물질은 참고물질로 선정하여 세부이행지침에서 저감을 유도할 수 있도록 계획하였다.

그러나 과업보고회 및 수차례의 전문가 자문회의를 통해 대기환경보전법에서 지정·고시하고 있는 VOCs를 업종별 관리물질로 선정하는 것이 타당하다는 전문가 의견을 수렴하였으며, 이에 본 연구에서는 “1안: 관리대상 세세분류업종에서 연간 50톤 이상 배출하는 VOCs”와 “2안: 관리대상 업종의 중분류업종 군에서 연간 100톤 이상 배출하는 VOCs”를 업종별 관리물질 선정기준으로 제안하였다.

1안 및 2안의 선정기준을 통해 선정된 8개 세세분류업종의 업종별 관리물질을 <표 6-5>에 정리하였다. 1안의 경우에는 선정기준에 해당하는 물질을 배출하지 않아 업종별 관리물질이 선정되지 않은 업종도 3개 업종이 있는 것으로 나타났다. 업종별 관리물질을 선정하기 위한 기초자료인 중분류 업종의 화학물질별 배출량은 4장에서 기술하였으며, 선정된 세세분류업종별 화학물질 배출량은 이하 업종별 시설관리기준(안)에 정리하였다.

<표 6-5> 관리대상 업종별 관리물질 선정결과

세세분류 업종	업종별 관리물질	
	1안	2안
1) 냉간 압연 및 압출 제품 제조업(24122)	-	톨루엔, 자일렌, 메탄올
2) 철강선 제조업(24123)	-	톨루엔, 자일렌, 메탄올
3) 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품제조업(24222)	톨루엔, 메틸에틸케톤	톨루엔, 자일렌, 메탄올
4) 강관 제조업(24132)	톨루엔	톨루엔, 자일렌, 메탄올
5) 도금업(25922)	-	톨루엔, 자일렌, 메탄올
6) 도장 및 기타 피막처리업(25923)	자일렌	톨루엔, 자일렌, 메탄올
7) 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업(25999)	자일렌	톨루엔, 자일렌, 메탄올
8) 직물 및 편조원단 염색 가공업(13402)	톨루엔, 메틸에틸케톤, 아세트산	톨루엔, 메틸에틸케톤

## 다. 관리기준(안) 마련 절차

이상에서는 관리대상 업종 선정을 위해 전체 PRTR 조사대상 세세분류 업종의 배출량을 분석하여, 8개의 관리대상 세세분류 업종을 선정하였으며, 선정된 업종의 PRTR 배출량을 조사하여 업종별 관리물질을 선정하였다. 이하에서는 아래 <그림 6-5>와 같이 업종별 관리기준(안)을 마련하였다.

우선적으로 업종별로 주요 배출공정을 파악하기 위해 PRTR 상의 주요 배출원을 조사하였다. 조사된 업종별 주요 배출공정에 기 제도화된 시설관리기준이 적용 가능한 경우에는 이를 준용하였으며 이를 통해 시설관리기준 1차 초안을 마련하였다. 이후 기존 관리기준의 적용이 불가능한 공정에 대해서는 기준을 신설하는 방안을 검토하였다. 이를 위해 <표 6-9>와 같이 주요 배출사업장을 대상으로 공정현황 설문조사를 실시하여 해당 업종의 주요 공정 및 배출원을 추가 조사하였으며, <표 6-10>과 같이 외국 HAPs 관리기준(미국 NESHAP)의 주요 배출공정을 조사하여 2차 초안을 마련하고 전문가 및 산업계 의견수렴을 실시하였다. 상기 일련의 절차에 따른 시설관리기준을 마련하기 위해 기제도화 된 업종의 시설관리기준을 검토하고, 설문지를 통해 관리대상 업종별 공정도 및 배출원 조사, 관리대상 업종과 유사한 NESHAP 업종에 대한 면밀한 검토가 이루어졌으며 그 내용은 다음과 같다.

### 1) 기제도화 된 업종의 시설관리기준

2장에서 기술한바와 같이 현행의 시설관리기준은 4개 업종 군으로 제도화 되어 있으며, 공통기준의 성격을 가진 시설관리기준과 업종별 특성을 가진 시설관리기준으로 분류되어 있다.

본 연구에서는 기제도화 된 시설관리기준을 ‘공통관리기준’과 ‘업종별 관리기준’으로 명명하고 분류하였다. 공정배출시설 등 5개 시설관리기준을 공통관리기준으로, 원유정제 처리업의 플레어스택 등 9개 기준을 업종별 관리기준으로 분류하였으며, 이하에서는 시설 관리기준의 적용현황을 조사하였다.

### 가) 업종군 분류

'15년을 기준으로 원유 정제처리업 등 4개 업종군의 시설관리기준이 마련되어 있으며, <표 6-6>의 ①번부터 ④번에 해당 하는 업종이다. 이후 '16년에는 아래 표의 ⑤번에 해당 하는 자동차 및 트레일러 제조업 등 6개 중분류 업종군의 시설관리기준이 추가로 마련될 예정이다. 이하에서는 5개 업종 군별로 마련된 시설관리기준의 적용현황을 공통 관리기준 과 업종별 관리기준으로 구분하여 정리하였다.

<표 6-6> 시설관리기준이 기제도화(및 예정)된 업종 군 분류

①	원유 정제처리업, 석유화학계 기초화학물질 제조업, 합성고무 제조업, 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업, 파이프라인 운송업 및 위험물품 보관업
②	제철업 및 제강업
③	접착제 및 젤라틴 제조업, 그외 기타 고무제품 제조업, 플라스틱 필름, 시트 및 판 제조업, 벽 및 바닥 피복용 플라스틱제품 제조업, 플라스틱 포대, 봉투 및 유사제품 제조업, 플라스틱 적층, 도포 및 기타 표면처리 제품 제조업, 그외 기타 플라스틱 제품 제조업, 축전지 제조업, 기타 절연선 및 케이블 제조업
④	강선 건조업, 선박 구성부분품 제조업, 기타 선박 건조업
⑤	( '16년 법제화 예정) 자동차 및 트레일러 제조업, 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업, 펄프, 종이 및 종이제품 제조업, 1차 금속 제조업, 금속가공제품 제조업, 섬유제품 제조업

### 나) 공통 관리기준

공통관리기준으로 분류된 5개 시설(공정)은 공정배출시설, 세정시설, 저장시설, 폐수처리시설, 비산누출시설 등이 있다. 공통 관리기준으로 분류되는 공정이라도 적용되는 배출 기준이나 저감효율 등에 다소 차이가 있는 경우도 존재하고 있는 것으로 나타났으며 이를 <표 6-7>에 자세히 정리하였다.

공정배출시설의 주요 차이점은 저감효율 및 THC 배출기준이다. 상대적으로 배출량이 많은 원유정제업 등은 저감효율 90%, THC 농도 30ppm의 강화된 기준을 설정하였으며,

기타 업종은 저감효율 80%, THC 농도 30~80ppm의 다소 완화된 기준을 적용하고 있다. 비산누출시설의 경우 난해시설 초과율 등과 관련한 내용에 일부차이가 있으나 큰 차이는 없는 것으로 보인다. 아울러, 본 연구에서 공통관리기준으로 분류한 5개 시설(공정)은 미국 NESHAP 에서도 공통기준으로 분류하여 관리하고 있는 시설이다.

〈표 6-7〉 기제도화(및 예정) 된 업종의 시설관리기준 분류

구 분	대상업종	비 고			
공정 배출시설	①, ③, ⑤	구 분	①번 업종군 (원유정제업 등)	③번 업종군 (플라스틱 제품 등)	⑤번 업종군 (14년 연구)
		해당시설 예시	회분식 공정 등	혼합, 화학반응, 코팅, 열처리, 표백, 기계적 가공, 조립공정 등	혼합, 화학반응, 코팅, 열처리, 표백, 기계적 가공, 조립공정 등
		관리대상물 질농도	90% 저감	80% 저감	80% 저감
		THC 배출기준	50ppm / 30ppm	100ppm / 80ppm	50ppm / 30ppm
		비고 (차이점)	-	1.밀폐공간에 설치하거나, 불가능한 경우 배출가스를 포집하도록 함 2.포집시설의 가스포집 속도기준, 후드 종류별 포집속도 기준을 제시	1.음압 유지 및 모니터링 기준 추가 2.운영효율 기준 준수 시, 배출농도 150% 이하 & 배출농도 준수 시, 방지시설 효율 50% 확보
세정시설	③	☞ 세정시설 관리기준은 ③번 업종 군에만 있음			
비산 누출시설	①, ③, ⑤	구 분	①번 업종군 (원유정제업 등)	③번 업종군 (플라스틱 제품 등)	⑤번 업종군 (14년 연구)
		난해시설 초과율	20% 20% + 10% (협의)	30% 30% + 10% (협의)	20%
		비고	-	1.비산누출시설이 밀폐된 지하공간에 있으면 공정 배출시설로 봄 2.마)검사용 시료채취 장치와 관련한 내용이 제외	
폐수 처리시설	①, ③, ⑤	-			
저장시설	①, ③, ⑤	-			

### 다) 업종별 관리기준

업종별 관리기준을 설정한 업종은 제철 및 제강업 등의 3개 업종 군이 있으며 이를 <표 6-8>에 정리하였다. ①번 업종군인 원유정제처리업과 ②번 업종군인 제철 및 제강업은 일반적인 제조업의 제품 생산이 아닌 원료물질로 사용되는 물질 등을 제조하는 업종이다. 따라서 보통의 제조업과는 다소 공정의 차이가 존재하여 업종별 관리기준을 통해 관리하고 있다.

④번 업종군인 강선 건조업 등은 조선 관련업의 특성상 규모가 매우 크다. 또한, 대형 선박구조물의 도색작업에서 소요되는 페인트(도료)의 양도 상당하다. 따라서 해당 업종군에서는 야외 도장을 실시할 경우의 관리기준 등을 마련하였으며, 일정 비율(70%) 이하의 고형분 함량을 가진 도료를 사용하고 해당사항을 기록하도록 하였다.

<표 6-8> 기제도화(및 예정) 된 업종의 시설관리기준 비교

배출시설	업종 군	업종
플래어스택	①	원유 정제처리업, 석유화학계 기초화학물질 제조업, 합성고무 제조업, 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업, 파이프라인 운송업 및 위험물품 보관업
육상출하시설	①	원유 정제처리업, 석유화학계 기초화학물질 제조업, 합성고무 제조업, 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업, 파이프라인 운송업 및 위험물품 보관업
비산먼지 배출시설	②	제철업 및 제강업
소결로 및 관련시설	②	제철업 및 제강업
코크스로 및 관련시설	②	제철업 및 제강업
용광로, 전로 및 전기로	②	제철업 및 제강업
옥내도장	④	강선 건조업, 선박 구성부분품 제조업, 기타 선박 건조업
야외도장	④	강선 건조업, 선박 구성부분품 제조업, 기타 선박 건조업
기타	④	강선 건조업, 선박 구성부분품 제조업, 기타 선박 건조업

### 2) 공정현황 설문조사 결과

비산배출 사업장의 업종별 공정특성을 확인하기 위해 주요 배출사업장 58개사를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 조사개요는 아래와 같으며 조사결과는 <표 6-9>에 정리하였다.

○ 조사개요

- 대상 : 8개 관리대상 업종별 “PRTR 총 대기 배출량 상위 5개사” + “특정대기 유해물질 배출량 상위 5개사”, 총 58개 사업장(중복 포함)
- 기간 : 10.23(금) ~ 10.29(목)
- 내용 : 유해대기오염물질(특정대기유해물질 포함) 배출현황 및 관련 공정도 확인
- 설문응답률 : 52% (30개사/58개사)

설문조사결과 1차 금속 제조업과 금속가공제품 제조업은 원료가 철 등의 금속물질로 유사 공정이 다수 존재하였다. 유사 공정으로는 산세척공정, 탈지공정이 있다.

산세척 및 탈지공정은 제품가공 전 1차적으로 금속 표면의 유막이나 이물질을 제거하기 위한 공정으로 현행 시설관리기준의 ‘세정시설’에 해당하는 공정이다. 설문조사결과에서는 1차 금속제조업, 금속가공제품 제조업의 세세분류 7개 업종 모두에 세정시설이 존재하는 것으로 나타났다. 산세척 공정에서 사용되는 물질은 염화수소(HCl)로 조사되었고, 탈지 공정에서 배출되는 물질은 트리클로로에틸렌(TCE), 테트라클로로에틸렌(PCE), 디클로로메탄(DCM) 등이 있으며 위 물질은 모두 특정대기유해물질에 해당한다.

또한, 도장공정 및 코팅공정도 대부분의 금속관련 업종에 존재하였다. 금속 표면에 착색을 위한 도장공정의 경우에는 페인트(도료)의 원료로 사용되며, VOC로 분류되는 톨루엔과 자일렌이 대표적인 배출물질에 해당한다. 표면 코팅 공정은 가공된 금속의 표면에 기능성 수지 등을 도포하거나 출하 전 방청처리를 하는 것으로 대표적인 배출 물질로는 에틸벤젠 등이 있다.

업종별로 특징이 있는 공정은 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업의 주조공정과 도금업의 도금공정이 존재하였다. 주조공정에서는 불순물을 제거하기 위해 투입되는 염소가스가 배출되며, 도금공정에서는 주요 도금원료인 아연, 크롬, 니켈 등의 화합물이 배출되는 것으로 조사되었다.

〈표 6-9〉 주요 배출사업장 설문조사 결과

중분류	세세분류	설문조사결과		비고
		주요 배출공정	주요 배출물질	
1차 금속	냉간 압연 및 압출 제품 제조업	코팅공정 (도장공정)	톨루엔, 자일렌, MEK	페인트(도료)
			크롬 및 그 화합물	분진결합체
		탈지공정	TCE	탈지제
	철강선 제조업	산세척	HCl	-
			납 및 그 화합물	항온 열처리용
		소결로	납 및 그 화합물	항온 열처리용
		코팅시설	에틸벤젠	쿠마론 수지 코팅: 혼합용액인 크실렌 속에 포함된 물질
		도금공정	구리, 아연	
	강관 제조업	화성처리시설	붕소	표면 피막제
		산세척	HCl	
			톨루엔, 자일렌	파이프 등의 방청용
		도금공정	크롬	주요 도금 원료
		용차공정	톨루엔	점도조정제
	세척공정	TCE	세정제	
	알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	탈지공정	디클로로메탄, PCE, TCE	알루미늄 탈지제
코팅공정		자일렌, 톨루엔, MEK, 에틸벤젠	페인트(도료)	
주조공정		염소	불순물 제거	
금속 가공	도금업	도금공정	염화수소	표면처리제
			납 및 그 화합물	도금첨가제
			아연 및 그 화합물	주요 도금 원료
			크롬 및 그 화합물	주요 도금 원료
			니켈 및 그 화합물	주요 도금 원료
		도장공정	자일렌, 에틸벤젠	도장제
		산세척	HCl	-
		탈지시설	먼지	유분제거
	도장 및 기타 피막처리업	화성처리시설	암모니아	잔존약품제거
		도장공정	에틸벤젠, 자일렌	페인트(도료)
		산세척	HCl	산세척
	그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	탈지공정	불화수소	탈지제
			도금공정	니켈 및 그 화합물
도금공정		크롬 및 그 화합물	주요 도금 원료	
도장공정		자일렌	페인트(도료)	
세척시설(탈지)	TCE, PCE	세척제		
섬유	직물 및 편조원단 염색 가공업	코팅, 흡수시설, 흡착시설, 덴타시설	벤젠, 포름알데히드	-

### 3) 외국 관리기준(US NESHAP)의 유사업종

3장에서는 US NESHAP의 공통기준과 금번 연구 3개 업종과 관련한 NESHAP 목록을 조사하고 주요내용을 정리하였다. 이하에서는 본 연구에서 선정한 8개 관리대상 업종과 유사한 미국 NESHAP의 7개 공정(업종)을 조사하여 국내 산업계 현황과 비교하였으며, 시설관리기준 1차 초안 마련시 반영되지 않은 공정 및 관리기준을 확인하여 적용 가능성을 검토하고자 하였다. 검토결과는 <표 6-10>에 정리되어있다.

NESHAP에서는 저장시설, 폐수처리시설, 비산누출시설을 공통시설로 분류하여 관리하고 있으며, 이에 추가로 공정(업종)별 관리기준을 두고 있다. 표와 같이 steel pickling-HCl process(산세척공정), surface coating of miscellaneous metal parts and products(금속 제품 코팅), surface coating of metal furniture(금속가구코팅), halogenated solvent cleaners(유기용제세척), printing, coating, and dyeing of fabrics and other textiles(섬유 등의 프린팅, 코팅)의 6개 공정은 모두 관련시설이 국내에 존재하는 것으로 나타났으며, 기존의 시설관리기준을 통해 관리가 될 수 있는 것으로 조사되었다.

알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업과 유사한 secondary aluminum(2차 알루미늄)은 슈레더, 열 건조기, 용해로 등이 있었으며 해당 공정들도 현행 시설관리기준을 통해 관리가 가능한 것으로 조사되었다. 다만, NESHAP은 secondary aluminum(2차 알루미늄)에 대하여 PM의 불투명도 기준을 별도로 설정하고 있음을 알 수 있다.

〈표 6-10〉 외국 관리기준의 적용가능성 검토결과

구분	US NESHAP		국내 현황		국내 시설관리기준(기준)		
	업종, 공정	배출원	관리물질	국내 관련업종	공정 보유현황	공정	US NESHAP 관리물질 중 국내 관리기준 미포함 물질
1	secondary aluminum	스크랩 슈레더	PM	알루미늄 (24222)	0	공정배출시설 - 기계적 가공	PM
		열 건조기	THC, HCl 다이옥신/푸란		0	공정배출시설 - 열처리	-
		전기로, 용해로	PM, HCl 다이옥신/푸란		0	용해로	PM (cf. 불투명도)
		회전식 불순물 냉각기	PM		0	공정배출시설 - 기계적 가공	PM
		가공장치	PM		0	공정배출시설 - 기계적 가공	PM
2	steel pickling-HCl process	in-line fluxer	HCl, PM	1차금속 제조업, 금속가공제품 제조업 공통	0	공정배출시설 - 코팅	PM
		산세척시설	HCl		0	세정시설	-
		염산제생설비	HCl, Cl <sub>2</sub>		0	-	-
3	surface coating of miscellaneous metal parts and products.	염산저장용기	HCl	1차금속 제조업, 금속가공제품 제조업 공통	0	저장시설	-
		일반 코팅시설	유기성 HAPs 물질흡션		0	공정배출시설 - 코팅	-
		고성능 코팅시설	유기성 HAPs 물질흡션		0	공정배출시설 - 코팅	-
		마그네트 와이어 코팅시설	유기성 HAPs 물질흡션		0	공정배출시설 - 코팅	-
		rubber to metal 코팅시설	유기성 HAPs 물질흡션		0	공정배출시설 - 코팅	-
		불소중합체 코팅시설	유기성 HAPs 물질흡션	0	공정배출시설 - 코팅	-	

〈표 6-10〉 외국 관리기준의 적용가능성 검토결과(계속)

구분	US NESHAP			국내 현황		국내 시설관리기준(기준)	
	업종, 공정	배출원	관리물질	국내 관련업종	공정도	공정	US NESHAP 관리물질 중 국내 관리기준 미포함 물질
4	surface coating of metal furniture	코팅작업	유기성 HAPs 물질유선	1차금속 제조업, 금속가공제품 제조업 공통	0	공정배출시설 - 코팅	-
		저장시설 및 혼합용기	유기성 HAPs 물질유선		0	공정배출시설 - 저장시설	-
		수송, 펌프 배관	유기성 HAPs 물질유선		0	비산누출시설	-
5	halogenated solvent cleaners (원문 분석)	Batch cleaning machine 배치 롤드 세척시설	PCE, TCE, MC	1차금속 제조업, 금속가공제품 제조업 공통	0	세정시설(탈지)	-
		Vapor cleaning machine 배치 증기 인라인 세척시설			0	세정시설(탈지)	-
6	printing, coating, and dyeing of fabrics and other textiles	프린팅(코팅) (청소장치, 혼합용기, 저장장치, 폐수처리, 폐기물처리시설)	유기성 HAPs	염색	0	공정배출시설 - 코팅, 혼합 저장시설 폐수처리시설	-
		슬래싱 (슬래싱장치, 저장장치, 이송운반, 폐수처리시설)			-	-	-
7	Hard Chromium Electroplating	염색 및 마감	유기성 HAPs	염색	0	공정배출시설 - 코팅	-
		전기도금 탱크 (개폐형/밀폐형)			크롬	0	공정배출시설 - 코팅

## 라. 소결론

시설관리기준 1차 초안 작성 시 관리대상 업종은 금속가공업 등 3개 중분류 업종 가운데 ‘PRTR 비산 배출량 100톤 이상인 세세분류 업종’으로 7개 업종이 선정되었다. 이후 보고회 및 협의회를 통해 전체 업종의 PRTR 화학물질 배출량을 고려하여 8개 업종을 재선정하였으며 그 결과는 1차 선정결과와 다소 차이가 있었다.

1차 초안에서 선정되었던 선철주물 주조업, 강주물 주조업, 금속캔 및 기타 포장용기 제조업 등 3개 업종은 최종 관리대상 업종 선정기준에 해당하지 않아 제외되었다. 반면 냉간 압연 및 압출 제품 제조업, 철강선 제조업, 강관제조업, 도금업 등 4개 업종은 1차 초안에서는 제외되었으나 최종 선정기준에는 부합하여 관리대상 업종으로 선정되었다. 관리대상 업종 선정결과는 아래 표에 정리하였다.

〈표 6-11〉 관리대상 업종 선정결과

업종코드	구 분	1차 초안	2차 초안
	업종명		
13402	식물 및 편조원단 염색 가공업	O	O
24122	냉간 압연 및 압출 제품 제조업	X	O
24123	철강선 제조업	X	O
24132	강관제조업	X	O
24222	알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	O	O
24311	선철주물 주조업	O	X
24312	강주물 주조업	O	X
25922	도금업	X	O
25923	도장 및 기타 피막처리업	O	O
25991	금속캔 및 기타 포장용기 제조업	O	X <sup>1)</sup>
25999	그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	O	O
계		총 7개	총 8개
선정기준		PRTR 비산배출량 100톤 이상 업종	1. 특정대기유해물질 배출량이 전체업종의 90% 이내에 포함되는 업종: 7개 2. PRTR 총 대기배출량이 전체 업종 대기배출량의 80% 이내에 포함되는 추가 업종: 1개

주: 1) PRTR 총 대기배출량 80% 해당업종 중 1개 업종“금속캔 및 기타 포장용기 제조업(25991)”은 HAPs로 분류하기 어려운 부탄이 배출량의 62%를 차지하고 있음에 따라 대상 업종에서 제외

최종 시설관리기준(안) 선정결과는 아래 <표 6-12>에 정리하였다. 3개 중분류 업종에서 8개 세분류 업종이 선정되었으며, 세분류 업종별 관리대상 물질은 선정기준별로 0개~3개 까지 존재하는 것으로 나타났다.

알루미늄을 제외한 7개 업종은 본 연구에서 공통관리기준으로 분류한 공정배출시설, 세정시설, 저장시설, 폐수처리시설, 비산누출시설 관리기준을 통해 관리될 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 알루미늄 업종은 공통관리기준에 용해로 관리기준을 추가하여 시설관리 기준 최종안을 마련하였다. 마련된 시설관리기준(안)의 각 시설들은 현재 미국 NESHAP에서도 유사업종에서 공통시설 또는 업종별 시설로 관리되고 있는 시설로 확인되었다.



## 2. 자문 및 산업계 의견수렴

본 연구에서는 산업계 및 전문가 의견을 수렴하기 위해 3차례의 협의회가 개최되었다. 또한, 시설관리기준 2차 초안에 대한 산업계 의견수렴을 위하여 사업장 대상 설문조사를 실시하였다. 시설관리기준 최종안을 도출하기 위한 협의회 및 서면의견수렴 추진절차는 아래 그림과 같다.



〈그림 6-5〉 관리기준(안) 마련 추진절차

### ○ 1차~3차 협의회 주요내용

주요 자문의견으로는 화학물질관리법, 산업안전보건법과 같은 타 법령과의 이중규제에 대한 검토, 관리기준(안)의 현장 적용성 검토, 소량 배출사업장에 대한 면제조항 도입필요성 검토 등이 있었다. 주요내용은 <표 6-13>과 같다.

〈표 6-13〉 산학연 협의회(1,2,3차) 결과요약

구 분	자문 및 산업계 의견	반영결과
1차 협의회	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산업계               <ul style="list-style-type: none"> <li>- VOC, 화관법 등에서의 배출시설 관리와 HAPs 관리의 중복 또는 유사성 문제에 대한 질의가 있었으며, 제도간 차별성에 대해 설명</li> </ul> </li> <li>○ 전문가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내의 경우, HAPs 물질에 대한 명확한 정의가 없으며, 이에 대한 제도개선 필요</li> </ul> </li> <li>○ 산업계 및 전문가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소규모 시설에 대한 면제 조항 도입 검토 필요</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비산배출관리의 법적 근거가 되는 대기환경보전법 상의 대기오염물질(PRTR 대상 물질 중 168종 해당)을 HAPs의 범위로 설정하고 연구를 추진</li> <li>○ 소규모 시설에 대한 면제조항 필요성을 검토하고, 필요시 관리기준에 관련 조항 추가</li> <li>○ HAPs 물질군 제도 개선 필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 연구과제와는 별도로 환경부에서 추진</li> </ul> </li> </ul>
2차 협의회	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제안한 관리기준의 현장 적용성 검토 필요</li> <li>○ 소량 배출사업장에 대한 면제조항 적용 가능성 검토 필요</li> <li>○ 업종별 관리대상물질 선정범위 기준에 대한 면밀한 검토 필요</li> <li>○ PRTR 분석시, 비산배출량만을 고려하기 보다는 점오염원을 포함한 총배출량도 고려할 필요</li> <li>○ 화관법, 산업안전보건법 등의 관련 기준과 중복되지 않도록 HAPs 관리기준 설계 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ PRTR 배출량 자료 분석결과 및 기 법제화된 업종의 관리기준 등을 토대로 시설관리기준 1차 초안을 작성</li> <li>○ 다음 사항을 반영하여 시설관리기준 2차 초안을 작성               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 협의회(2차)의 산업계 및 HAPs 전문가 의견</li> <li>- PRTR 자료(배출량, 배출율)를 토대로 주요 세부오염원 파악</li> <li>- 현장조사(현장측정 및 공정조사) 결과 등을 토대로 관리기준(외국기준 등) 적용에 따른 배출량 감축 타당성 검토</li> </ul> </li> </ul>
3차 협의회	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시설관리기준 2차안에 대한 수정, 보완 필요성 검토               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재의 THC 기준은 염소가스 등과 같은 비탄화수소물질에 대해 적용하기 어려움</li> <li>- 금번 해당 업종의 특성을 고려할 때, 적용하기 어려운 기준(저장시설 용량, 플레어스택, 야적장 면적 등)에 대한 재검토 필요</li> </ul> </li> <li>○ 유사법령에 대한 검토를 통해 이중규제가 발생하지 않도록 기준 설정 필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대기오염물질 배출허용 기준 등을 통해 관리가 되는 사항은 제외 필요</li> <li>- 고압가스관리법의 저장시설 및 이송배관시설 등과의 중복 여부 검토</li> </ul> </li> <li>○ 다량 및 소량 배출사업장에 대한 차별적 기준 적용 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정, 보완 필요성이 제기된 시설기준을 중심으로 산업계 의견 등을 수렴하여 최종 수정안을 도출</li> <li>○ 산업계(협회, 사업장 등)를 대상으로 의견수렴(서면)을 실시               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 당초 계획에는 미포함 되었으나, 업무내용에 추가하여 실시</li> </ul> </li> <li>○ 대기오염물질 배출허용 기준 등 기존의 점오염원 관리기준은 가급적 HAPs 시설관리기준에서 제외하여, 이중규제에 대한 논란 여지 최소화</li> </ul>

## 가. 유사 법령과의 비교

국내의 HAPs 관리 주요 정책은 2장에서 자세히 기술한바 있다. 이러한 정책들을 비교한 결과가 <표 6-12>와 같다.

시설관리기준과 타 법령은 목적, 관리대상, 관리물질에서 차이가 있었다. 「대기환경보전법」 시설관리기준의 목적은 산업계의 공정 등에서 발생하는 HAPs 발생량을 저감하는 것이다. 그러나 「화학물질관리법」(이하 화관법)의 유해화학물질 취급시설 설치 및 관리기준은 개별 사업장에서 발생 할 수 있는 화학물질과 관련한 사고에 대비하기 위함으로 보인다. 「산업안전보건법」의 작업환경측정은 근로자의 안전을 증진하고 산업재해를 예방하고자 하는 것이 주목적이다.

적용방법에는 다음과 같은 차이가 있었다. 시설관리기준은 공정특성에 따라 시설을 운영하고 배출되는 관리대상 물질에 대한 측정 및 기록을 실시하도록 되어 있는 반면, 화학물질관리법은 유해화학물질의 특성에 따라 준수하여야 하는 시설 등에 관한 기준이 주를 이루고 있었다. 산업안전보건법은 근로자의 작업환경을 위해 지정된 유해인자의 배출농도를 측정하고 보고하여야 하는 법령이다.

관리대상 물질도 다소 차이가 있었다. 시설관리기준은 공통적용물질인 특정대기유해물질에 업종별로 관리대상물질을 일부 지정하여 관리하고 있다. 그러나 화관법은 ‘유해화학물질’ 관리하고 있으며, 유해화학물질의 종류로는 유독물질, 허가물질, 제한물질, 사고대비물질 등을 다양하게 지정하고 있다. 산업안전보건법의 경우에는 ‘유해인자’를 화학적, 물리적 등으로 구분하여 작업환경을 측정하고 있다.

〈표 6-14〉 주요 HAPs 관리정책 비교

구 분	대기환경보전법 시설관리기준 (시행규칙 별표10의2)	화학물질관리법 유해화학물질 취급시설 설치 및 관리기준 (시행규칙 별표5)	산업안전보건법 작업환경측정 (시행규칙 93조)
목적	산업계 전체의 HAPs 발생량 저감	개별 사업장에서 발생 할 수 있는 유해화학물질 사고 예방	근로자 안전 증진 및 산업재해 예방
주요 내용	공정 특성에 따라 발생할 수 있는 HAPs의 비산배출 저감을 위한 시설관리기준	유해화학물질 특성별로 사용, 저장, 운반 등의 시설에 필요한 시설 및 설비기준	유해인자 배출농도 측정/보고
관리 대상	공정 배출	화학물질	배출농도(작업환경)
대상 물질	특정대기유해물질(35종) + 업종별 관리대상 물질	유해화학물질 (유독물질, 허가물질, 제한물 질, 사고대비물질 등)	작업환경측정 대상 유해인자 -화학적인자(182종) -물리적인자(2종) -분진(6종) -기타(고용노동부장관이 고 시하는 인자)
배출량 기준	없음. 모두 해당	-	농도를 측정하는 규정으로 배출량과는 관련 없음
취급량 기준 (비율 포함)	관리대상 물질을 5W%이상 포함하는 유체를 접촉하거나 취급하면 모두 해당	없음. 유해화학물질을 취급하는 모든시설	허용소비량을 초과하지 않는 사업장은 제외
작업시간 기준 (제외 기준)	-연간 300시간미만 -연구개발시설	-	-월 24시간 이내 -일 1시간 이내

## 나. 공정배출시설의 THC 배출농도 기준

앞서 공통기준으로 분류한 공정배출시설 관리기준은 공정에서 비산 배출되는 관리대상 물질을 적절하게 포집하여 저감시설 등을 통해 제거하도록 하고 있으며, 이때 저감시설의 적정운동을 위해 저감효율 기준을 준수하거나 배출가스농도를 일정 THC 농도 이하로 유지하도록 하고 있다.

원유정제업 등 석유화학제품 관련 업종은 관리대상물질 농도를 90%이상 저감하거나 THC 농도를 30ppm 이하로 유지하도록 하였으며, 플라스틱 제품 제조업 등의 업종은 저감효율 80% 또는 THC 농도 80ppm를 유지하도록 하였다. 2014년 5차년도 연구의 자동차 트레일러 제조업 등은 저감효율 80% 또는 THC 농도 30ppm을 유지하는 것을 제안하였다. 이처럼 공정배출시설의 시설관리 방법은 유사하게 구성하였으나, 업종 특성에 따라 저감효율 또는 THC 배출농도를 달리 적용하였으며, 30ppm의 THC 배출농도를 유지하도록 제도화된 업종은 석유화학제품 관련업종 또는 자동차 제조업종 등과 같이 VOCs 등의 사용량이 많은 업종이 선정된 것으로 나타났다. 반면 플라스틱 제품 제조업 등과 같이 비교적 소규모 사업장이 주를 이루는 업종군은 80ppm 기준을 적용하고 있다.

만약 법제화 예정인 공정배출시설의 THC 농도기준이 현재 운영 중인 사업장의 THC 배출농도 보다 크게 낮다면 제도 도입에 따른 업계 소요비용이 과다하게 증가할 것으로 예상된다. 반대로 실제 배출농도보다 다소 높은 기준농도가 설정되는 경우, 제도의 실효성을 확보하기 어려운 측면이 있다. 금번 연구에서도 공정배출시설을 공통시설로 적용하는바 THC 배출 농도기준에 대한 검토가 이루어졌다. 실제 해당 업종의 THC 배출농도를 확인하기 위해 사업장에서 측정한 THC 배출농도와 '13년 SEMs(대기배출원관리시스템) 자료의 배출구 탄화수소 농도 자료를 확인하였다.

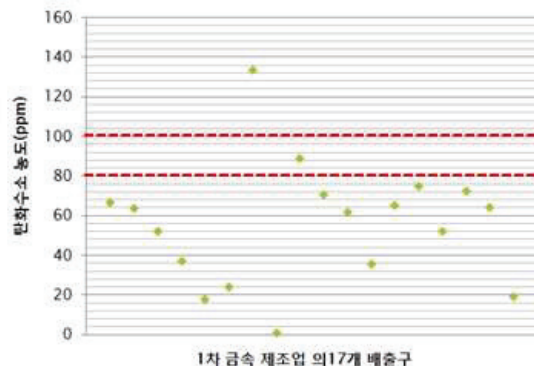
SEMs 자료를 확인한 결과는 <표 6-15>와 같다. 금번 관리대상 업종으로 선정된 8개 세세분류업종 가운데 5개 업종의 자료가 활용 가능하였다. 1차 금속 제조업의 탄화수소 평균 농도는 업종별로 약 35ppm~36ppm으로 조사되었으며, 금속가공제품제조업은 34ppm~42ppm, 섬유제품 제조업은 19ppm으로 나타났다.

아래 <그림 6-6>부터 <그림 6-8>은 3개 업종의 배출구 탄화수소 측정농도 분포이다. 1차 금속업의 경우 17개 배출구에 대하여 배출농도가 조사되었으며, 농도기준을 80ppm으로 설정하는 경우 17개 가운데 2개 사업장만이 관리기준 준수에 따른 소요비용이 추가될 것으로 예상된다. 그러나 농도기준을 30ppm으로 설정하는 경우 4개 배출구를 제외한 13개 배출구는 방지시설 추가설치 등의 소요비용 증가폭이 다소 높을 것으로 예상된다. 아울러 금속가공업 등의 경우에도 30ppm(다소 강화된 기준)을 적용할 경우 개별 사업장의 시설관리기준 도입에 따른 소요비용이 매우 높을 것으로 예상된다.

<표 6-15> 금속가공 등 3개 업종의 배출구 THC 농도(SEMs, 2013)

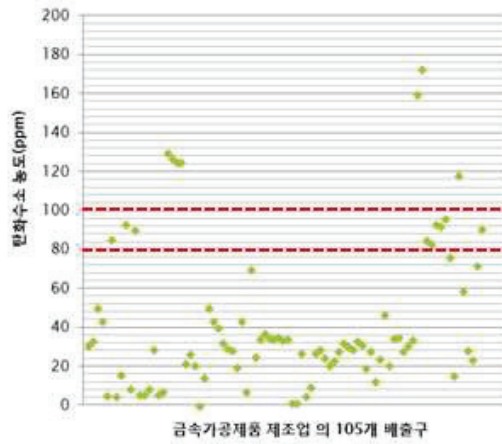
업종명(2차)	업종명(5차)	탄화수소 평균 농도(ppm)
1차 금속 제조업	강관 제조업	35.35
	알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	36.50
금속가공제품 제조업;기계 및 가구 제외	그외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	34.73
	도장 및 기타 피막처리업	42.58
섬유제품 제조업; 의복제외	직물 및 편조원단 염색 가공업	19.10

자료: SEMs(2013)자료 가공



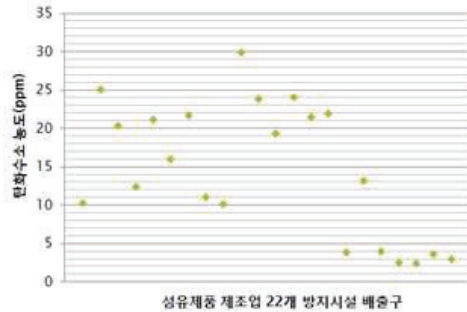
자료: SEMs(2013)자료 가공

<그림 6-6> 1차 금속 제조업의 배출구 탄화수소 농도(SEMs, 2013)



자료: SEMs(2013)자료 가공

〈그림 6-7〉 금속가공제품 제조업의 배출구 탄화수소 농도(SEMs, 2013)

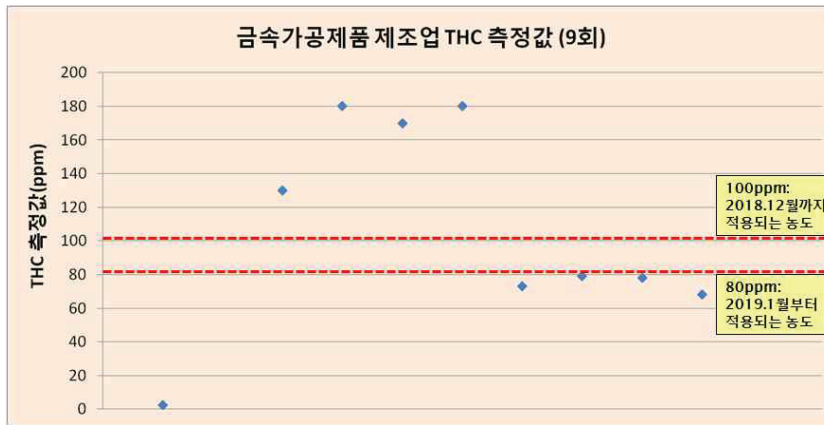


자료: SEMs(2013)자료 가공

〈그림 6-8〉 섬유제품 제조업의 배출구 탄화수소 농도(SEMs, 2013)

〈그림 6-9〉는 TO21에서 제공한 금속가공 제품제조업 사업장의 배출구 THC 실제 측정 농도이다. 9개 지점을 측정하였으며 5개 지점은 80ppm 이하이고 4개 지점은 80ppm을 초과하는 것으로 나타났다. SEMs 자료와 마찬가지로 30ppm 기준을 적용하는 경우 측정 값이 0ppm으로 보고된 배출구 1개소를 제외하면 8개 배출구 모두 규제도입에 따른 발생비용이 높을 것으로 예상된다.

앞서 기술한바와 같이 업종별 THC 배출 농도기준은 제조업종 내 HAPs 물질 배출기여도, 규제도입에 따른 비용소요 등을 종합적으로 고려하여 선정할 필요가 있다. 금번 6차년도 연구의 금속가공 등 3개 업종은 PRTR 배출량 기여도가 전체업종 대비 10% 내외인 점, 강화된 기준(THC 배출농도 30ppm)을 도입할 경우 대부분의 배출구에서 소요비용이 크게 발생하는 점 등을 고려하여 다소 완화된 기준인 80ppm을 THC 배출농도 기준으로 적용하는 것을 제안하였다.



자료: TO21 실제 측정값 자료에서 재인용

〈그림 6-9〉 금속가공제품 제조업의 굴뚝 THC 배출농도

#### 다. 저장시설 용량 기준

기 제도화된 시설관리기준 및 본 연구의 시설관리기준(안)의 저장시설 관리기준은 ‘용량이 40m<sup>3</sup> 이상이고 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체 저장시설’을 대상으로 하고 있다.

본 기준과 관련하여 금번 연구대상 업종에는 해당 기준에 해당하는 저장시설이 존재하지 않아 저장시설 용량 기준을 다소 하향조정할 필요가 있다는 자문의견이 있었다. 따라서 관리대상 8개 업종의 11개 사업장을 대상으로 저장시설 용량 현황 등을 조사하였으며 그 결과는 아래 <표 6-16> 및 <표 6-17>에 정리하였다.

1차 금속제조업의 경우에는 코팅 도료 또는 산세척시설의 염산을 보관하기 위해 저장시설을 운영하고 있었다. 조사한 5개 사업장 가운데 2개 사업장에 55m<sup>3</sup>, 20m<sup>3</sup>, 15m<sup>3</sup> 규모의 염산 저장시설이 존재하였으며 38m<sup>3</sup> 규모의 코팅도료 저장시설도 존재하였다. 탈지에 사용되는 TCE 등의 탈지제는 드럼통으로 반입되고 있었다.

금속가공제품제조업과 섬유제품제조업의 경우에는 코팅 도료나 염료를 박스형태 혹은 15L 금속용기로 반입하여 저장하고 있었다. 금속가공제품제조업 산세척시설의 염산은 저장시설 혹은 드럼통으로 반입되거나, 염산운반차량이 직접 산세척수조에 염산을 공급하는 경우도 있었다.

〈표 6-16〉 업종별 원료 보관방법 인터뷰 결과요약

구 분	1차 금속	금속가공	섬유
산세척에 사용되는 염산	저장시설	저장시설, 직접 운반	-
탈지에 사용되는 TCE 등	드럼통	(조사안됨)	-
코팅에 사용되는 도료 등	저장시설 등	말통	말통

업종 특성을 미루어보아, 금번 연구대상 업종은 기 제도화된 화학제품 관련 제조 업종보다 저장시설 규모가 다소 작은 것으로 나타났다. 그러나 이러한 이유로 해당 업종에 대해서만 저장시설 용량기준을 하향조정할 경우, 도장 등의 유사 공정이 존재하는 기제도화(법제화 예정 포함)된 업종과의 형평성 문제가 발생할 수 있을 것으로 예상된다.

아울러, 업종별로 화학물질 취급량이나 산업 규모의 차이로 인해 저장시설 대상 용량을 달리 적용하여야 한다는 의견도 존재하였는데, 이러한 차이는 동일 세분류업종 내에서도 개별 사업장 별로 나타나고 있다. 효율적인 제도 운영을 위해서는 시설관리기준을 적용하는 사업장에 취급량 및 배출량 등의 양적 기준을 도입하여, 화학물질의 사용·배출 규모별로 적정기준을 마련하는 것이 효과적일 것으로 사료된다.

〈표 6-17〉 사업장별 원료 저장시설 규모 및 형태(인터뷰 11개소)

구분	1차 금속	금속 가공	섭유
사업장1	코팅 도료 -15개/ 개당 5톤	도장시설 페인트 -15L 말통으로 반입  산세척시설 염산 -염산 운반차량이 와서 FRP (수조)에 직접 넣어주고 감	염료 저장 -염료 종류별로 저장함. 박스 형태로 저장, 종류별 크기는 20~30L
사업장2	코팅 도료 -4개 / 실외 38m <sup>3</sup>	용착공정 톨루엔 -15L 말통으로 반입  산세척시설 염산 -1개 / 6톤 규모	염료 저장 -염료 종류별로 저장함. 박스 형태로 저장, 종류별 크기는 20~30L
사업장3	염산저장시설 -2개 / 15m <sup>3</sup> , 20m <sup>3</sup>	도장시설 페인트 -15L 말통 반입  도금공정 사용 염산 -15L 말통 반입	염료 저장 -염료 종류별로 저장함. 박스 형태로 저장, 종류별 크기는 20~30L
사업장4	탈지 TCE -드럼통으로 반입	-	-
사업장5	염산저장시설 -11기(총 685m <sup>3</sup> ) / 55m <sup>3</sup> 3기, 20m <sup>3</sup> 3기 등	-	-

### 3. 1차 금속 제조업(제철업 및 제강업 제외) HAPs 시설관리기준(안)

#### 가. 관리대상 업종 및 물질 선정결과

1차 금속 제조업(24)의 관리대상 업종으로는 냉간 압연 및 압출 제품 제조업(24122), 철강선 제조업(24123), 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품제조업(24222), 강관 제조업(24132) 4종이 선정되었다. 업종별 관리대상 물질은 다음과 같다.

〈표 6-18〉 1차 금속 제조업의 관리대상 업종 및 물질 선정결과

관리대상 업종	관리대상 물질			관리 유형
	공통 적용물질	업종별 물질		
		1안	2안	
1) 냉간 압연 및 압출 제품 제조업(24122)	특정대기 유해물질	-	톨루엔, 자일렌, 메탄올	A형
2) 철강선 제조업(24123)		-	톨루엔, 자일렌, 메탄올	
3) 강관 제조업(24132)		톨루엔	톨루엔, 자일렌, 메탄올	
4) 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품제조업(24222)		톨루엔, 메틸에틸케톤	톨루엔, 자일렌, 메탄올	B형 <sup>1)</sup>

주: 1) B형인 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품제조업은 A형 관리기준에 B형 관리기준이 추가로 적용

#### 나. 관리대상 업종별 주요 배출물질 및 공정

관리대상 업종별로 PRTR 상의 주요 배출원 및 주요 배출물질(관리대상 물질)을 정리하면 다음과 같다.

〈표 6-19〉 1차 금속 제조업 관리대상 업종의 주요 배출물질 및 공정

세분류 업종명	주요 배출물질	주요 배출공정
1) 냉간 압연 및 압출 제품 제조업(24122)	TCE, HCl, 에틸벤젠 등	대기오염방지시설, 코팅, 탈지
2) 철강선 제조업(24123)	염화수소, PCE, 자일렌 등	대기오염방지시설 등
3) 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품제조업(24222)	톨루엔, 메틸에틸케톤, TCE, PCE 등	코팅, 탈지, 혼합, 저장 등
4) 강관 제조업(24132)	톨루엔, TCE, HF 등	저장, 코팅 등

〈표 6-20〉 냉간 압연 및 압출 제품 제조업의 주요배출 물질 및 공정

물질명	총 배출량		접배출량		비산배출량		대기오염방지시설				코팅공정		탈지,세정,표백공정		(단위: kg)
	합계	접배출량	비산배출량	접원	비산배출원	접원	비산배출원	접원	비산배출원	접원	비산배출원	접원	비산배출원		
합계	157,772	88,173	69,599	87,225	0	46,497	661	12,860							
2-프로판올	34,451	14,834	19,617	14,834	0	19,617	0	0							
자일렌(o-, m-, p-이성질체혼합물)	28,419	15,868	12,551	15,868	0	11,023	0	0							
트리클로로에틸렌	28,175	15,436	12,740	15,422	0	0	14	12,731							
톨루엔	15,892	14,966	925	14,966	0	925	0	0							
메틸알코올	14,498	9,281	5,217	9,281	0	2,950	0	0							
아세트산산-에톡시에틸	13,567	3,355	10,212	3,355	0	10,115	0	0							
염화 수소	8,578	5,218	3,360	5,218	0	0	0	0							
질산	6,423	5,538	885	5,020	0	0	518	92							
메틸에틸케톤	3,953	1,819	2,134	1,819	0	815	0	0							
에틸벤젠	1,739	753	986	753	0	450	0	0							
암모니아	833	0	833	0	0	0	0	0							
아연 및 그 화합물	433	433	0	148	0	0	0	0							
플루오르화 수소	232	148	84	19	0	0	129	37							
니켈 및 그 화합물	183	183	0	183	0	0	0	0							
크롬 및 그 화합물	178	177	1	175	0	1	0	0							
알루미늄 및 그 화합물	105	105	0	105	0	0	0	0							
황산	59	59	0	59	0	0	0	0							
과산화 수소	54	0	54	0	0	0	0	0							

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈표 6-21〉 철강선 제조업의 주요배출 물질 및 공정

물질명	총배출량	점배출량	비산배출량	대기오염방지시설		(단위: kg)
				점원	비산배출원	
합계(24123)	79,964	70,936	9,028	70,893	0	
염화수소	46,319	40,811	5,508	40,768	0	
테트라클로로에틸렌	19,700	17,200	2,500	17,200	0	
자일렌(o-, m-, p-이성질체 혼합물)	6,969	6,792	177	6,792	0	
에틸벤젠	3,458	3,438	20	3,438	0	
무기시아니화합물	1,771	1,771	0	1,771	0	
황산	1,349	854	495	854	0	
아연 및 그 화합물	368	69	299	69	0	
암모니아(수산화암모늄(CASNo.1366-21-6)포함)	21	0	21	0	0	
니켈 및 그 화합물	8	0	8	0	0	
나프타	2	1	1	1	0	
납 및 그 화합물	1	1	0	1	0	
크롬 및 그 화합물	0	0	0	0	0	

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈표 6-22〉 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업의 주요배출 물질 및 공정

물질명	총 배출량	집배출 량	비산배출 량	코팅공정		대기오염방지시설		탈지/세정/표백공정		혼합공정		저장시설			
				점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원
				0	144,046	0	144,046	0	0	0	42,334	0	28,474	0	25,487
합계	352,320	105,095	247,224	0	144,046	79,721	0	0	42,334	0	28,474	0	25,487		
블루엔	90,777	18,345	72,432	0	61,634	18,345	0	0	5,000	0	586	0	3,652		
메틸 에틸 케톤	56,920	6,125	50,796	0	46,521	6,125	0	0	0	0	1,695	0	2,580		
아세트산 에틸	44,044	0	44,044	0	0	0	0	0	0	0	25,708	0	18,336		
자일렌(o-,m-,p- 이성질체 혼합물)	34,171	13,109	21,063	0	19,586	13,109	0	0	0	0	70	0	220		
트리클로에틸렌	27,763	10,678	17,085	0	0	10,678	0	0	13,347	0	0	0	0		
알루미늄 및 그 화합물	26,211	26,047	164	0	0	687	0	0	0	0	32	0	0		
테트라클로에틸렌	20,819	8,521	12,298	0	0	8,521	0	0	12,298	0	0	0	0		
디클로로메탄	17,759	14,207	3,552	0	0	14,207	0	0	3,552	0	0	0	0		
2-프로판올	8,793	1,125	7,668	0	7,523	1,125	0	0	0	0	16	0	0		
질산	8,261	4,064	4,197	0	0	4,064	0	0	4,133	0	0	0	0		
나켈 및 그 화합물	5,813	165	5,649	0	5,649	164	0	0	0	0	0	0	0		
γ-헥산	4,000	0	4,000	0	0	0	0	0	4,000	0	0	0	0		
에틸벤젠	3,432	298	3,134	0	3,134	298	0	0	0	0	0	0	0		
황산	1,099	1,094	4	0	0	1,094	0	0	4	0	0	0	0		
메틸 알코올	1,039	0	1,039	0	0	0	0	0	0	0	0	0	672		
염소	624	624	0	0	0	624	0	0	0	0	0	0	0		
수산화 나트륨	400	400	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0		
아세트산 2-에톡시에틸	280	280	0	0	0	280	0	0	0	0	0	0	0		
크롬 및 그 화합물	66	8	59	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
염화 수소	42	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27		
구리 및 그 화합물	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
납 및 그 화합물	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
아연 및 그 화합물	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
망간 및 그 화합물	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

〈표 6-23〉 강관 제조업의 주요배출 물질 및 공정

물질명	총배출량	점배출량	비산배출량	저장시설		대기오염방지시설		코팅공정	
				점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원
합계(24132)	137,096	84,933	52,163	138	2,633	84,630	0	-	42,192
톨루엔	50,936	13,563	37,374	0	2,209	13,563	0	-	34,763
트리클로로에틸렌	48,200	48,200	0	0	0	48,200	0	-	0
황산	11,869	11,869	0	0	0	11,720	0	-	0
자일렌(o-,m-,p-이성질체혼합물)	11,470	3,752	7,718	0	258	3,752	0	-	7,429
플루오르화수소	6,243	1,474	4,769	138	105	1,336	0	-	0
질산	3,829	3,794	35	0	30	3,794	0	-	0
과산화수소	3,017	1,120	1,896	0	9	1,120	0	-	0
염화수소	862	624	238	0	0	624	0	-	0
아연 및 그 화합물	421	421	0	0	0	421	0	-	0
수산화칼륨	100	0	100	0	0	0	0	-	0
이플루오르화 암모늄	92	92	0	0	0	92	0	-	0
메틸알코올	32	0	32	0	21	0	0	-	0
크롬 및 그 화합물	12	11	1	0	0	4	0	-	0
니켈 및 그 화합물	9	9	0	0	0	0	0	-	0
납 및 그 화합물	4	4	0	0	0	4	0	-	0
수산화나트륨	0	0	0	0	0	0	0	-	0
망간 및 그 화합물	0	0	0	0	0	0	0	-	0
알루미늄 및 그 화합물	0	0	0	0	0	0	0	-	0

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

## 다. 시설관리기준(안)

### 1) 공통기준(안)

구 분	시 설 관 리 기 준
가. 일반기준	1) 사업자는 비산배출의 저감을 위한 시설관리기준의 관리 담당자를 지정·운영한다. 2) 사업자는 사업장 내외에서 제2호에 따른 업종별 관리대상물질의 대기환경농도 파악을 위하여 노력한다. 3) 시설관리기준을 준수하여야 하는 시설 중에서 다음 각 호의 경우에는 시설관리기준의 적용 대상에서 제외한다. 가) 연간 300시간 미만 가동하는 시설이나 장비(연간 가동시간을 확인할 수 있는 시설·장비나 자료 등이 있는 경우에 한정한다) 나) 연구개발시설 다) 상시 진공상태로 가동되어 관리대상물질이 외부로 배출되지 않는 시설 4) 시설관리기준을 충족하지 못하는 상황이 발생하는 경우 사업자는 45일 이내에 시설관리기준을 충족할 수 있도록 조치하고, 조치가 완료된 후 30일 이내에 결함 여부 등을 재확인하여야 한다. 다만, 시설의 수리를 위하여 전체공정의 가동중지가 불가피할 경우에는 유역환경청장·지방환경청장 또는 수도권대기환경청장(이하 "환경청장"이라 한다)과의 협의를 거쳐 수리기간을 다음 공정중지기간까지 연장할 수 있다.
나. 기록기준	1) 이 시설관리기준에서 제시된 운영기록부는 별지 제20호의5서식에 따라 기록하고 보존하여야 한다. 다만, 상세내용을 기록해야 하거나 또는 운영기록부 서식에 기재한 사항 외의 사항을 기록하여야 하는 경우에는 사업장별 별도의 서식을 정하여 기록할 수 있으며, 모든 기록은 전산에 의한 방법으로 기록·보존할 수 있다. 2) 가목4)에 해당하는 경우에는 사건개요, 조치내용 및 조치 완료 후 점검·확인 사항 등을 운영기록부에 기록하여야 한다. 3) 제3호의 업종별 시설관리기준에 따라 기록·관리하여야 하는 사항을 기록한 운영기록부는 해당 연도 종료일부터 2년간 보관하여야 한다. 4) 제3호의 업종별 시설관리기준에 따라 기록·관리하는 운영기록부는 환경청장이 요청하면 10일 이내에 그 사본을 제출하여야 한다.
다. 보고기준	1) 최초 점검보고서는 제3호의 업종별 시설관리기준에 따른 관리 대상 시설현황 등을 별지 제20호의6서식에 따라 작성하여 환경청장에게 제출하여야 한다. 이 경우 제출 시기는 기존 사업장은 이 표의 기준이 적용되는 해의 12월 31일까지로, 신규사업장은 시설의 설치가 완료된 해의 12월 31일까지로 하되, 8월 31일 이후에 설치가 완료된 시설은 그 다음 해 4월 30일까지 제출한다. 2) 연간 점검보고서는 제3호의 업종별 시설관리기준에 따른 준수사항을 별지 제20호의6서식에 따라 작성하여 다음 해 4월 30일까지 환경청장에게 제출하여야 한다. 3) 부득이한 사유로 기한 내에 최초 및 연간 점검보고서를 제출할 수 없는 경우에는 환경청장과 협의하여 제출 기한을 30일 범위에서 연장할 수 있다.

## 2) 업종별 시설관리기준(안) - A형

배출시설	시 설 관 리 기 준
1) 공정배출시설	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 시설을 대상으로 한다.</p> <p>나) 가)에 해당되는 시설(혼합, 화학반응, 도장 및 도금 등의 코팅, 열처리, 표백, 기계적 가공, 조립 공정 등)은 밀폐공간에 설치하거나, 공정특성상 밀폐공간에 설치하지 못하는 경우에는 포집시설을 통하여 비산되는 배출가스를 포집하여야 한다. 포집시설의 가스포집 속도는 포위식 후드 경우 0.5 m/s 이상, 외부식 후드의 측방형과 하방형은 0.5 m/s 이상, 상방형은 1.0 m/s 이상을 유지하여야 한다. 포집된 모든 공정배출 가스는 다음 (1) 및 (2) 중 1개의 기준을 선택하여 처리한다.</p> <p>(1) 연소실 내부의 온도를 연속으로 측정하여 기록할 수 있는 모니터링 장비가 설치된 보일러나 가열기 또는 소각시설을 설치한다. 온도 모니터링 장비가 설치된 보일러, 가열기 또는 소각시설의 경우 처리되는 공정배출가스는 최소 800℃ 이상의 온도에서 0.5초 이상의 체류시간으로 운전되어야 하며, 각 연소실의 최소 1시간 당 평균온도를 모니터링하여 운영기록부에 기록한다.</p> <p>(2) 직접연소에 의한 시설(축열식 연소산화와 축열식 촉매산화방식)이나 회수에 의한 시설 및 그 밖의 방지시설을 설치하여 다음 기준 중 하나를 만족하여야 한다.</p> <p>(가) 사업장에서 배출되는 모든 관리대상 물질의 저감효율(농도기준)을 80% 이상으로 유지</p> <p>(나) 공정배출가스에 포함된 관리대상 물질이 탄화수소일 경우, 배출가스의 총 탄화수소(THC) 농도를 다음기준 이내로 유지(다만, 연속식 도장공정은 시행규칙 제15조의 배출허용 기준을 따른다.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20XX년 XX월 XX일 까지: 100ppm 이하</li> <li>- 20XX년 XX월 XX일 부터: 80ppm 이하</li> </ul> <p>(3) (2)의 경우에 방지시설 전단 또는 후단의 관리대상물질의 농도는 대기오염공정시험기준 상의 굴뚝 배출가스 중 탄화수소(THC) 등의 측정 방법을 따라 연속 3회 측정된 평균 농도로 한다.</p> <p>(4) 관리대상물질의 저감효율 또는 총탄화수소 농도 기준 준수여부를 반기마다 1회 점검하여 운영기록부에 기록한다.</p> <p>다) 20XX년 1월 1일 이후 제조공정에 설치된 각각의 배수장치에는 물 등을 이용한 봉인장치(water seal control)를 설치하여야 한다. 다만, 20XX년 12월 31일 이전에 설치된 배수장치에 대해서는 덮개를 설치하면 물 등을 이용한 봉인장치를 설치한 것으로 본다.</p> <p>라) 냉각탑의 냉각수 중 총유기탄소(TOC) 농도가 50ppm을 초과하지 않도록 수질오염공정시험 기준에 따른 폐수 및 수질오염물질의 총유기탄소(TOC) 측정방법에 따라 반기마다 1회 측정하여 운영기록부에 기록한다.</p>
2) 세정시설	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 세정시설(탈지시설을 포함한다)을 대상으로 한다.</p> <p>나) 세정시설은 관리대상물질이 대기 중으로 확산 배출되지 않도록 폐쇄형 구조로 설치하여야 한다.</p> <p>다) 세정시설에서 배출되는 가스의 처리에 대하여는 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.</p>

3) 저장시설	<p>가) 이 관리기준은 설계저장용량이 40m<sup>3</sup> 이상이면서, 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 저장하는 시설을 대상으로 한다.</p> <p>나) 내부부상지붕(internal floating roof)형 저장시설의 경우</p> <p>(1) 내부부상지붕은 저장용기 내부의 액체표면에 놓여 있거나 떠 있어야 한다. 다만, 반드시 액체와 접촉할 필요는 없다.</p> <p>(2) 저장탱크 내벽과 부유지붕의 상단 가장자리에는 다음 밀폐장치 중의 하나를 갖추어야 한다.</p> <p>(가) 유면과 접촉되어 떠 있는 폼 밀봉장치(foam seal) 또는 유체충진형 밀봉장치는 저장탱크의 내벽과 부유지붕 사이의 유체와 항상 접촉되어 있어야 한다.</p> <p>(나) 이중 밀봉장치는 저장용기 벽면과 내부 부유지붕의 가장자리 사이의 공간을 완전히 막기 위하여 2개의 층으로 되어 있고, 각각이 지속적으로 밀폐될 수 있도록 하여야 한다.</p> <p>(다) 지렛대 구조밀봉장치(mechanical seal)</p> <p>(3) 자동환기구와 림(rim)환기구를 제외하고, 부상지붕에 설치되는 각 개구부의 하부 끝은 액체표면 아래에 잠겨질 수 있도록 설계되어야 하며, 각 개구부의 상부에는 덮개를 설치하여 작동 중일 때를 제외하고는 항상 틈이 없이 밀폐되도록 하여야 한다.</p> <p>(4) 자동환기구는 개스킷이 장착되어야 하며, 부상지붕이 액체표면에 놓여 있거나 떠 있지 아니하거나 지붕 지지대에 놓여 있을 때를 제외하고 작동 중인 때에는 항상 닫혀진 상태이어야 한다.</p> <p>(5) 림환기구는 개스킷이 장착되어야 하며, 부상지붕이 지붕지지대에서 떨어져 부상하고 있거나 사용자가 필요할 때에만 열리도록 설치하여야 한다.</p> <p>다) 외부부상지붕(external floating roof)형 저장시설의 경우</p> <p>(1) 외부부상지붕은 폰툰식(pontoon type)이거나 이중갑문식 덮개(double deck type cover) 구조이어야 한다.</p> <p>(2) 저장용기 내벽과 부상지붕의 상단 가장자리에는 이중 밀폐장치를 설치하여야 한다.</p> <p>(3) 부상지붕은 초기 충전 시와 저장용기가 완전히 비어 재충전할 경우를 제외하고는 항상 액체표면에 떠 있어야 한다.</p> <p>(4) 자동환기구와 림환기구를 제외하고, 부상지붕에 설치되는 각 개구부의 하부 끝은 액체표면 아래에 잠길 수 있도록 설계되어야 하며, 각 개구부의 상부에는 덮개를 설치하여 작동 중인 경우를 제외하고는 항상 틈이 없이 밀폐되도록 하여야 한다.</p> <p>(5) 자동환기구는 개스킷이 장착되어야 하며, 부상지붕이 액체표면에 떠 있지 않거나 지붕지지대에 놓여 있을 때를 제외한 작동 중에는 항상 닫힌 상태이어야 한다.</p> <p>라) 고정형지붕(fixed roof) 저장시설의 경우 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.</p>
4) 폐수처리시설	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 공정배출시설로부터 배출되는 폐수를 처리하는 폐수관로, 집수조, 유수분리조 등의 폐수 처리시설을 대상으로 한다.</p> <p>나) 폐수관로(드레인 라인을 포함한다)는 관리대상물질이 대기 중으로 확산 배출되지 않도록 폐쇄형 구조로 설치하여야 한다. 다만, 폐수의 특성에 따른 안전상 문제가 발생할 수 있을 경우에는 환경청장의 동의하에 일정 구간의 폐수관로는 폐쇄형 구조로 설치하지 않을 수 있다.</p> <p>다) 중간집수조에는 덮개를 설치하거나 덮개 및 환기배관을 설치하여야 하며, 중간집수조에서 폐수처리시설로 이어지는 하수구는 환기배관을 제외하고는 대기 중으로 개방되어서는 아니 된다.</p> <p>라) 개방면으로부터 관리대상물질 중 휘발성유기화합물(VOCs)을 500ppm 이상의 농도로 비산 배출 하는 폐수처리시설(집수조, 반응조, 부상조, 유수분리조, 포기조 등)은 부유지붕이나</p>

	<p>상부덮개를 설치·운영하여야 하며, 발생되는 관리대상물질은 1) 공정배출시설 나) (1)~(4)의 공정배출 가스처리 기준에 따라 처리한다. 이때 비산배출 되는 관리대상물질 농도확인은 대기오염공정시험기준 상의 휘발성유기화합물 누출확인방법을 따른다.</p>
<p>5) 비산누출시설</p>	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 밸브, 펌프, 압축기, 개방식라인, 압력완화장치, 커넥터, 플랜지, 공정배수구 등의 비산누출시설을 대상으로 한다. 다만, 밀폐된 지하공간에 비산누출시설이 있는 경우 지하공간 자체를 공정배출시설로 보고 1) 공정배출시설 나)의 기준을 적용할 수 있다.</p> <p>나) 개방식라인          개방식라인(비상 시 자동적으로 열리도록 설계된 긴급 운전정지 시설에 있는 개방식라인은 제외한다)에는 뚜껑, 브라인드 플랜지, 마개 또는 이중밸브를 설치하여야 하며, 보수작업 외에는 항상 봉인되어 있어야 한다.</p> <p>다) 압축기 및 펌프          (1) 펌프의 유체가 대기 중으로 누출되는 것을 방지하도록 완충유체 또는 완충가스를 포함하는 이중기계봉인시설(dual mechanical seal) 또는 이와 동등한 성능을 갖는 밀폐형 시설(sealless type)을 설치하여야 하며, 다음 (가)부터 (다)까지의 기준 중 한 가지 이상을 만족하여야 한다.          (가) 완충유체 및 완충가스는 펌프의 스테핑 박스(stuffing box) 압력보다 항상 높은 압력에서 운전되어야 하며, 이를 확인할 수 있도록 압력계 등의 센서를 장착하여야 한다.          (나) 완충유체저장시설(barrier fluid system degassing reservoir)을 장착할 경우 누출된 가스는 가스연료시설 또는 플레어 등의 저감시설로 연결하여 처리하여야 하며, 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.          (다) 완충유체를 공정 흐름으로 이송시키는 폐쇄회로시스템(closed-loop system)을 장착하여야 한다.          (2) 비제조구역(off-site) 내의 저장시설과 연결된 펌프의 경우 (1)의 기준을 적용하지 않아도 된다.          (3) 압축기의 유체가 대기 중으로 누출되는 것을 방지하도록 완충유체를 포함하는 봉인시설을 설치하여야 하며, 다음 (가)부터 (다)까지의 기준 중 한 가지 이상을 만족하여야 한다.          (가) 완충유체는 압축기의 스테핑 박스(stuffing box) 압력보다 항상 높은 압력에서 운전되어야 하며, 이를 확인할 수 있도록 압력계 등의 센서를 장착하여야 한다.          (나) 완충유체저장시설(barrier fluid system degassing reservoir)을 장착할 경우 누출된 가스는 가스연료시설 또는 플레어 등의 저감시설로 연결하여 처리하여야 하며, 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.          (다) 완충유체를 공정 흐름으로 이송시키는 폐쇄회로시스템(closed-loop system)을 장착하여야 한다.          (4) 완충유체를 포함하는 봉인시설과 동등한 성능을 갖는 왕복압축기 및 원심압축기(dry gas type)를 설치한 경우에는 압축기 내부 가스가 대기로 누출되지 아니하도록 하여야 한다.          (5) 이 시설관리기준의 시행일 이전에 설치되어 이 기준에서 정한 봉인시설 등이 갖추어지지 않은 압축기 및 펌프의 경우 측정을 통하여 자)의 누출기준농도를 초과하는 누출이 확인될 때에는 시설관리기준에 적합하도록 개선하여야 한다.</p> <p>라) 압력완화장치          (1) 설정 압력 이상인 경우의 방출을 제외한 가스·증기를 다루는 모든 압력완화장치는 누출기준농도 이하에서 운전되어야 한다.          (2) 설정 압력 이상인 경우의 방출 후, 최대 5일 이내에 누출기준농도 이하로 운전되어야 하며, 운영기록부에 기록한다.          (3) 공정이나 가스연료시설 또는 저감시설 등의 폐쇄형 배출시설로 연결된 압력완화장치는</p>

	<p>(1)과 (2)의 기준을 적용하지 아니한다. 이때 저감시설로 연결된 경우 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.</p> <p>마) 시설관리기준 적용대상 비산누출시설에 대하여 최초 1년간 연 1회 누출점검을 실시하고, 최초 누출점검 결과를 기준으로 계산한 누출율에 의하여 다음과 같이 각 비산누출시설 장치종류별로 측정주기를 결정한다. 다만, 대기오염공정시험기준에 누출점검 방법이 없는 관리대상 물질의 경우 누출점검에서 제외한다.</p> <p>(1) 누출율 3% 이상일 경우는 반기마다 점검을 실시한다.</p> <p>(2) 누출율 3% 미만일 경우는 1년마다 점검을 실시한다.</p> <p>바) 최초 누출점검 이후의 비산누출시설 장치종류별 측정주기는 1년마다 점검에 의한 누출율 또는 반기마다 점검에 의한 평균 누출율을 기준으로 마)의 누출율 기준에 의하여 측정주기를 결정한다.</p> <p>사) 비산누출시설에 대한 누출점검은 대기오염공정시험기준 상의 휘발성유기화합물 누출확인방법을 따른다.</p> <p>아) 마)의 기준에서 제시한 누출율 산정방식은 다음과 같다.</p> <p>(1) 비산누출시설 장치종류별 누출율(%) = <math>[A/(B-C)] \times 100</math></p> <p>(2) A: 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치종류별 개수</p> <p>(3) B: 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치종류별 개수</p> <p>(4) C: 비산누출시설 장치종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수</p> <p>자) 아) (2)에서 "누출기준농도"란 총탄화수소(THC)의 농도로서 아래와 같이 구분한다.</p> <p>(1) 20XX년 XX월 XX일까지: 2,000ppm</p> <p>(2) 20XX년 XX월 XX일부터: 1,000ppm</p> <p>(3) 비제조구역(off-site) 내의 펌프와 시료채취장치: 500ppm</p> <p>차) 아) (4)에서 "비안전 누출시설"이란 고온·고압조건, 시설의 붕괴 및 폭발의 위험 등과 같이 누출점검자가 즉각적인 위험에 노출될 수 있다고 판단되는 누출시설을 말하며, 비안전 누출시설에 대해서는 안전이 확보되기 전까지 비산누출점검을 유보할 수 있다.</p> <p>카) 아) (4)에서 "누출점검 난해시설"이란 파이프랙, 공간협소지역, 낙상사고 우려지역, 에너지 절감을 위하여 보온재로 밀폐한 시설이나 고소 위험지역에 위치하여 누출점검자가 누출점검을 수행하기 어려운 누출시설을 말하며, 누출점검 난해시설의 경우 환경청장과의 협의를 거쳐 비산누출점검을 제외할 수 있다.</p> <p>타) 비산누출점검 대상에서 유보하거나 제외하는 비안전 누출시설과 누출점검 난해시설의 선정 사유와 설치된 위치를 기록하여야 하며, 두시설의 개수는 총 비산누출시설의 30%를 초과할 수 없다. 다만, 공정 특성상 불가피하게 비안전 누출시설과 누출점검 난해시설의 수가 30%를 초과하는 경우에는 관할 환경청장과 협의하여 10% 범위에서 추가로 인정받을 수 있다.</p>
--	--

### 3) 업종별 시설관리기준(안) - B형

<p>6) 용해로 등 (전처리 시설 포함)</p>	<p>가) 밀폐형 후드시설(도그하우스)은 운전상 필요한 경우를 제외하고는 닫힌 상태에서 운전해야 한다. 다만, 용해로를 개방하지 않고 원료를 장입하는 경우는 제외한다.</p> <p>나) 용해로에서 배출된 가스는 1)공정 배출시설 나) (1)~(4)의 공정배출 가스 처리기준을 따른다.</p> <p>다) 용해로가 가동되고 있을 경우에는 물건의 운반이나 작업자의 안전상의 이유 또는 건옥집진시설을 설치·운영하고 있는 경우를 제외하고는 건물 전체를 닫힌 상태로 운전한다.</p>
-----------------------------	--

#### 4. 금속가공제품 제조업 시설관리기준(안)

##### 가. 관리대상 업종 및 물질 선정결과

금속가공제품 제조업(25)의 관리대상 업종으로는 도금업(25922), 도장 및 기타 피막처리업(25923), 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업(25999) 3종이 선정되었다. 업종별 관리대상 물질은 다음과 같다.

〈표 6-24〉 금속가공제품 제조업 관리대상 업종 및 물질 선정결과

관리대상 업종	관리대상 물질			관리 유형
	공통 적용물질	업종별 물질		
		1안	2안	
5) 도금업(25922)	특정대기 유해물질	-	톨루엔, 자일렌, 메탄올	A형
6) 도장 및 기타 피막처리업(25923)		자일렌	톨루엔, 자일렌, 메탄올	
7) 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업(25999)		자일렌	톨루엔, 자일렌, 메탄올	

##### 나. 관리대상 업종별 주요 배출물질 및 공정

금속가공제품 제조업의 관리대상 업종별 PRTR 상의 주요 배출원 및 주요 배출물질(관리대상 물질)은 다음과 같다.

〈표 6-25〉 금속가공제품 제조업 관리대상 업종의 주요 배출물질 및 공정

세분류 업종	주요 배출물질	주요 배출공정
5) 도금업(25922)	HCl, 디클로로메탄, 니켈 및 그 화합물 등	대기오염방지시설, 열처리 공정
6) 도장 및 기타 피막처리업(25923)	디클로로메탄, 자일렌, 에틸벤젠 등	대기오염방지시설, 탈지, 코팅
7) 그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업(25999)	자일렌, HCl, 디클로로메탄, TCE 등	대기오염방지시설, 혼합, 탈지, 코팅

〈표 6-26〉 도금업의 주요배출 물질 및 공정

물질명	총 배출량	점배출량	비산배출량	대기오염방지시설		열처리공정	
				점원	비산배출인	점원	비산배출인
합 계(25922)	148,934	134,967	13,967	72,213	0	55,432	0
아연 및 그 화합물	57,675	56,862	814	1,259	0	55,432	0
염화 수소	29,836	22,349	7,487	20,786	0	0	0
황산	27,782	27,782	0	27,687	0	0	0
자일렌(o-,m-,p- 이성질체 혼합물)	9,710	9,710	0	9,710	0	0	0
디클로로메탄	4,783	4,783	0	0	0	0	0
아세트산 에틸	4,210	0	4,210	0	0	0	0
질산	4,032	3,455	578	3,455	0	0	0
니켈 및 그 화합물	2,848	2,827	21	2,182	0	0	0
에틸벤젠	1,974	1,974	0	1,974	0	0	0
주석 및 그 화합물	1,743	1,743	0	1,743	0	0	0
톨루엔	1,440	1,135	305	1,135	0	0	0
크롬 및 그 화합물	641	612	29	547	0	0	0
무기시아나화합물	610	480	130	480	0	0	0
N,N-디메틸포름아미드	583	583	0	583	0	0	0
구리 및 그 화합물	384	384	0	384	0	0	0
포름알데히드	279	3	277	3	0	0	0
아질산 염류	248	248	0	248	0	0	0
암모니아(수산화 암모늄(CAS No. 1366-21-6) 포함)	110	0	110	0	0	0	0
인	34	34	0	34	0	0	0
수산화 나트륨	9	0	9	0	0	0	0
과산화 수소	4	4	0	4	0	0	0

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

(단위: kg)

〈표 6-27〉 도장 및 기타 피막처리업 주요배출 물질 및 공정

물질명	총 배출량	점배출량	비산배출량	대기오염방지시설		탈지,세정,표백공정		코팅공정	
				점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원
합 계(25923)	336,945	201,780	135,165	198,716	0	254	72,502	2,796	59,202
디클로로메탄	169,326	101,233	68,093	101,233	0	0	67,963	0	0
자일렌(o-,m-,p- 이성질체 혼합물)	81,078	42,834	38,244	41,870	0	0	0	964	38,225
톨루엔	43,811	29,130	14,681	27,299	0	0	0	1,832	14,681
염화 메틸	14,956	11,036	3,920	11,036	0	0	3,920	0	0
4,4'-(1-메틸에틸리덴)비스페놀과 (클로로메틸)옥시란의 중합체	7,661	4,748	2,913	4,748	0	0	0	0	2,913
2-프로판올	4,895	2,563	2,332	2,563	0	0	0	0	2,332
아연 및 그 화합물	4,193	4,146	47	4,146	0	0	0	0	47
알루미늄 및 그 화합물	4,142	1,447	2,695	1,447	0	0	0	0	0
에틸벤젠	2,873	1,931	943	1,931	0	0	0	0	568
메틸 에틸 케톤	1,143	707	436	707	0	0	0	0	436
염화 수소	947	496	451	496	0	0	226	0	0
질산	754	649	105	649	0	0	87	0	0
아세트산 에틸	361	361	0	361	0	0	0	0	0
플루오르화 수소	321	16	305	16	0	0	305	0	0
니켈 및 그 화합물	255	255	0	1	0	254	0	0	0
수산화 나트륨	212	212	0	212	0	0	0	0	0
이플루오르화 암모늄	16	14	1	0	0	0	0	0	0
크롬 및 그 화합물	1	1	0	1	0	0	0	0	0

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

(단위: kg)

〈표 6-28〉 그 외 기타 분류인된 금속기공제품 제조업 주요배출 물질 및 공정(계속)

물질명	총 배출량	검배출량	비점 배출량	대기오염방지시설		혼합공정		코팅공정		탈지,세정,표백공 정		저장시설	
				점원	비산배 출원	점원	비산배 출원	점원	비산배 출원	점원	비산배 출원	점원	비산배 출원
합 계(25999)	231,553	115,245	116,307	106,111	12,280	0	32,800	0	29,739	5,869	17,504	0	11,767
자일렌	53,396	37,909	15,488	37,909	0	0	3,604	0	11,884	0	0	0	0
메틸 알코올	38,611	2,677	35,934	84	0	0	29,000	0	0	0	0	0	2,380
염화 수소	18,311	14,189	4,122	14,189	0	0	0	0	0	0	1,298	0	58
질산	14,539	11,010	3,529	11,010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
톨루엔	13,400	5,020	8,380	5,020	0	0	0	0	8,380	0	0	0	0
염화 메틸	12,280	0	12,280	0	12,280	0	0	0	0	0	0	0	0
아연 및 그 화합물	10,598	7,468	3,130	7,044	0	0	0	0	2,600	0	0	0	0
디클로로메탄	10,505	0	10,505	0	0	0	0	0	0	0	10,505	0	0
2-프로판올	10,226	7,756	2,470	7,756	0	0	0	0	2,470	0	0	0	0
수산화 나트륨	9,364	7,233	2,131	7,233	0	0	0	0	128	0	1,904	0	0
아세트산 에틸	8,451	0	8,451									0	8,451
트리클로로에틸렌	6,932	5,997	935	149	0	0	0	0	0	5,848	919	0	17

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

(단위: kg)

〈표 6-28〉 그 외 기타 분류안된 금속기공제품 제조업 주요배출 물질 및 공정

(단위: kg)

물질명	총 배출량	점배출량	비점배출량	대기오염방지시설		혼합공정		코팅공정		탈지, 세정, 표백공정		저장시설	
				점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원
에틸벤젠	6,358	4,648	1,710	4,648	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,4'-비스페놀과 옥시란의 중합체	5,107	5,107	0	5,107	0	0	0	0	0	0	0	0	0
테트라클로로에틸렌	4,991	2,218	2,773	2,218	0	0	0	0	0	0	2,773	0	0
황산	2,765	2,756	10	2,756	0	0	0	0	0	0	0	0	0
메틸 에틸 케톤	2,532	0	2,532	0	0	0	0	0	2,532	0	0	0	0
디부틸 프탈레이트	859	0	859	0	0	0	0	0	0	0	0	0	859
알루미늄 및 그 화합물	611	179	432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
니켈 및 그 화합물	554	433	121	412	0	0	7	0	0	21	107	0	0
2-푸란메탄올	402	91	310	91	0	0	189	0	0	0	0	0	0
붕소 및 그 화합물	337	337	0	337	0	0	0	0	0	0	0	0	0
망간 및 그 화합물	237	68	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
크롬 및 그 화합물	78	42	36	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
발연 황산	69	69	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0
무기시안화합물	38	38	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0
과산화 수소	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
납 및 그 화합물	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

자료: '13년 PRTR 배출량 자료에서 재구성

## 다. 시설관리기준(안)

### 1) 공통기준(안)

구 분	시 설 관 리 기 준
가. 일반기준	1) 사업자는 비산배출의 저감을 위한 시설관리기준의 관리 담당자를 지정·운영한다. 2) 사업자는 사업장 내외에서 제2호에 따른 업종별 관리대상물질의 대기환경농도 파악을 위하여 노력한다. 3) 시설관리기준을 준수하여야 하는 시설 중에서 다음 각 호의 경우에는 시설관리기준의 적용 대상에서 제외한다. 가) 연간 300시간 미만 가동하는 시설이나 장비(연간 가동시간을 확인할 수 있는 시설·장비나 자료 등이 있는 경우에 한정한다) 나) 연구개발시설 다) 상시 진공상태로 가동되어 관리대상물질이 외부로 배출되지 않는 시설 4) 시설관리기준을 충족하지 못하는 상황이 발생하는 경우 사업자는 45일 이내에 시설관리기준을 충족할 수 있도록 조치하고, 조치가 완료된 후 30일 이내에 결함 여부 등을 재확인하여야 한다. 다만, 시설의 수리를 위하여 전체공정의 가동중지가 불가피할 경우에는 유역환경청장·지방환경청장 또는 수도권대기환경청장(이하 "환경청장"이라 한다)과의 협의를 거쳐 수리기간을 다음 공정중지기간까지 연장할 수 있다.
나. 기록기준	1) 이 시설관리기준에서 제시된 운영기록부는 별지 제20호의5서식에 따라 기록하고 보존하여야 한다. 다만, 상세내용을 기록해야 하거나 또는 운영기록부 서식에 기재한 사항 외의 사항을 기록하여야 하는 경우에는 사업장별 별도의 서식을 정하여 기록할 수 있으며, 모든 기록은 전산에 의한 방법으로 기록·보존할 수 있다. 2) 가목4)에 해당하는 경우에는 사건개요, 조치내용 및 조치 완료 후 점검·확인 사항 등을 운영기록부에 기록하여야 한다. 3) 제3호의 업종별 시설관리기준에 따라 기록·관리하여야 하는 사항을 기록한 운영기록부는 해당 연도 종료일부터 2년간 보관하여야 한다. 4) 제3호의 업종별 시설관리기준에 따라 기록·관리하는 운영기록부는 환경청장이 요청하면 10일 이내에 그 사본을 제출하여야 한다.
다. 보고기준	1) 최초 점검보고서는 제3호의 업종별 시설관리기준에 따른 관리 대상 시설현황 등을 별지 제20호의6서식에 따라 작성하여 환경청장에게 제출하여야 한다. 이 경우 제출 시기는 기존 사업장은 이 표의 기준이 적용되는 해의 12월 31일까지로, 신규사업장은 시설의 설치가 완료된 해의 12월 31일까지로 하되, 8월 31일 이후에 설치가 완료된 시설은 그 다음 해 4월 30일까지 제출한다. 2) 연간 점검보고서는 제3호의 업종별 시설관리기준에 따른 준수사항을 별지 제20호의6서식에 따라 작성하여 다음 해 4월 30일까지 환경청장에게 제출하여야 한다. 3) 부득이한 사유로 기한 내에 최초 및 연간 점검보고서를 제출할 수 없는 경우에는 환경청장과 협의하여 제출 기한을 30일 범위에서 연장할 수 있다.

## 2) 업종별 시설관리기준(안)

배출시설	시 설 관 리 기 준
1) 공정배출시설	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 시설을 대상으로 한다.</p> <p>나) 가)에 해당되는 시설(혼합, 화학반응, 도장 및 도금 등의 코팅, 열처리, 표백, 기계적 가공, 조립 공정 등)은 밀폐공간에 설치하거나, 공정특성상 밀폐공간에 설치하지 못하는 경우에는 포집시설을 통하여 비산되는 배출가스를 포집하여야 한다. 포집시설의 가스포집 속도는 포위식 후드 경우 0.5 m/s 이상, 외부식 후드의 측방형과 하방형은 0.5 m/s 이상, 상방형은 1.0 m/s 이상을 유지하여야 한다. 포집된 모든 공정배출 가스는 다음 (1) 및 (2) 중 1개의 기준을 선택하여 처리한다.</p> <p>(1) 연소실 내부의 온도를 연속으로 측정하여 기록할 수 있는 모니터링 장비가 설치된 보일러나 가열기 또는 소각시설을 설치한다. 온도 모니터링 장비가 설치된 보일러, 가열기 또는 소각시설의 경우 처리되는 공정배출가스는 최소 800℃ 이상의 온도에서 0.5초 이상의 체류시간으로 운전되어야 하며, 각 연소실의 최소 1시간 당 평균온도를 모니터링하여 운영기록부에 기록한다.</p> <p>(2) 직접연소에 의한 시설(축열식 연소산화와 축열식 촉매산화방식)이나 회수에 의한 시설 및 그 밖의 방지시설을 설치하여 다음 기준 중 하나를 만족하여야 한다.</p> <p>(가) 사업장에서 배출되는 모든 관리대상 물질의 저감효율(농도기준)을 80% 이상으로 유지</p> <p>(나) 공정배출가스에 포함된 관리대상 물질이 탄화수소일 경우, 배출가스의 총 탄화수소(THC) 농도를 다음기준 이내로 유지(다만, 연속식 도장공정은 시행규칙 제15조의 배출허용기준을 따른다.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20XX년 XX월 XX일 까지: 100ppm 이하</li> <li>- 20XX년 XX월 XX일 부터: 80ppm 이하</li> </ul> <p>(3) (2)의 경우에 방지시설 전단 또는 후단의 관리대상물질의 농도는 대기오염공정시험기준상의 굴뚝 배출가스 중 탄화수소(THC) 등의 측정 방법을 따라 연속 3회 측정된 평균 농도로 한다.</p> <p>(4) 관리대상물질의 저감효율 또는 총탄화수소 농도 기준 준수여부를 반기마다 1회 점검하여 운영기록부에 기록한다.</p> <p>다) 20XX년 1월 1일 이후 제조공정에 설치된 각각의 배수장치에는 물 등을 이용한 봉인장치(water seal control)를 설치하여야 한다. 다만, 20XX년 12월 31일 이전에 설치된 배수장치에 대해서는 덮개를 설치하면 물 등을 이용한 봉인장치를 설치한 것으로 본다.</p> <p>라) 냉각탑의 냉각수 중 총유기탄소(TOC) 농도가 50ppm을 초과하지 않도록 수질오염공정시험기준에 따른 폐수 및 수질오염물질의 총유기탄소(TOC) 측정방법에 따라 반기마다 1회 측정하여 운영기록부에 기록한다.</p>
2) 세정시설	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 세정시설(탈지시설을 포함한다)을 대상으로 한다.</p> <p>나) 세정시설은 관리대상물질이 대기 중으로 확산 배출되지 않도록 폐쇄형 구조로 설치하여야 한다.</p> <p>다) 세정시설에서 배출되는 가스의 처리에 대하여는 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.</p>

<p>3) 저장시설</p>	<p>가) 이 관리기준은 설계저장용량이 40m<sup>3</sup> 이상이면서, 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 저장하는 시설을 대상으로 한다.</p> <p>나) 내부부상지붕(internal floating roof)형 저장시설의 경우</p> <p>(1) 내부부상지붕은 저장용기 내부의 액체표면에 놓여 있거나 떠 있어야 한다. 다만, 반드시 액체와 접촉할 필요는 없다.</p> <p>(2) 저장탱크 내벽과 부유지붕의 상단 가장자리에는 다음 밀폐장치 중의 하나를 갖추어야 한다.</p> <p>(가) 유면과 접촉되어 떠 있는 폼 밀봉장치(foam seal) 또는 유체충진형 밀봉장치는 저장탱크의 내벽과 부유지붕 사이의 유체와 항상 접촉되어 있어야 한다.</p> <p>(나) 이중 밀봉장치는 저장용기 벽면과 내부 부유지붕의 가장자리 사이의 공간을 완전히 막기 위하여 2개의 층으로 되어 있고, 각각이 지속적으로 밀폐될 수 있도록 하여야 한다.</p> <p>(다) 지렛대 구조밀봉장치(mechanical seal)</p> <p>(3) 자동환기구와 림(rim)환기구를 제외하고, 부상지붕에 설치되는 각 개구부의 하부 끝은 액체표면 아래에 잠겨질 수 있도록 설계되어야 하며, 각 개구부의 상부에는 덮개를 설치하여 작동 중일 때를 제외하고는 항상 틈이 없이 밀폐되도록 하여야 한다.</p> <p>(4) 자동환기구는 개스킷이 장착되어야 하며, 부상지붕이 액체표면에 놓여 있거나 떠 있지 아니하거나 지붕 지지대에 놓여 있을 때를 제외하고 작동 중인 때에는 항상 닫혀진 상태이어야 한다.</p> <p>(5) 림환기구는 개스킷이 장착되어야 하며, 부상지붕이 지붕지지대에서 떨어져 부상하고 있거나 사용자가 필요할 때에만 열리도록 설치하여야 한다.</p> <p>다) 외부부상지붕(external floating roof)형 저장시설의 경우</p> <p>(1) 외부부상지붕은 폰툰식(pontoon type)이거나 이중갑문식 덮개(double deck type cover) 구조이어야 한다.</p> <p>(2) 저장용기 내벽과 부상지붕의 상단 가장자리에는 이중 밀폐장치를 설치하여야 한다.</p> <p>(3) 부상지붕은 초기 충전 시와 저장용기가 완전히 비어 재충전할 경우를 제외하고는 항상 액체표면에 떠 있어야 한다.</p> <p>(4) 자동환기구와 림환기구를 제외하고, 부상지붕에 설치되는 각 개구부의 하부 끝은 액체표면 아래에 잠길 수 있도록 설계되어야 하며, 각 개구부의 상부에는 덮개를 설치하여 작동 중인 경우를 제외하고는 항상 틈이 없이 밀폐되도록 하여야 한다.</p> <p>(5) 자동환기구는 개스킷이 장착되어야 하며, 부상지붕이 액체표면에 떠 있지 않거나 지붕지지대에 놓여 있을 때를 제외한 작동 중에는 항상 닫힌 상태이어야 한다.</p> <p>라) 고정형지붕(fixed roof) 저장시설의 경우 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.</p>
<p>4) 폐수처리시설</p>	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 공정배출시설로부터 배출되는 폐수를 처리하는 폐수관로, 집수조, 유수분리조 등의 폐수 처리시설을 대상으로 한다.</p> <p>나) 폐수관로(드레인 라인을 포함한다)는 관리대상물질이 대기 중으로 확산 배출되지 않도록 폐쇄형 구조로 설치하여야 한다. 다만, 폐수의 특성에 따른 안전상 문제가 발생할 수 있을 경우에는 환경청장의 동의하에 일정 구간의 폐수관로는 폐쇄형 구조로 설치하지 않을 수 있다.</p> <p>다) 중간집수조에는 덮개를 설치하거나 덮개 및 환기배관을 설치하여야 하며, 중간집수조에서 폐수처리시설로 이어지는 하수구는 환기배관을 제외하고는 대기 중으로 개방되어서는 아니 된다.</p> <p>라) 개방면으로부터 관리대상물질 중 휘발성유기화합물(VOCs)을 500ppm 이상의 농도로 비산 배출 하는 폐수처리시설(집수조, 반응조, 부상조, 유수분리조, 포기조 등)은 부유지붕이나</p>

	<p>상부덮개를 설치·운영하여야 하며, 발생되는 관리대상물질은 1) 공정배출시설 나) (1)~(4)의 공정배출 가스처리 기준에 따라 처리한다. 이때 비산배출 되는 관리대상물질 농도확인은 대기오염공정시험기준 상의 휘발성유기화합물 누출확인방법을 따른다.</p>
<p>5) 비산누출시설</p>	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 밸브, 펌프, 압축기, 개방식라인, 압력완화장치, 커넥터, 플랜지, 공정배수구 등의 비산누출시설을 대상으로 한다. 다만, 밀폐된 지하공간에 비산누출시설이 있는 경우 지하공간 자체를 공정배출시설로 보고 1) 공정배출시설 나)의 기준을 적용할 수 있다.</p> <p>나) 개방식라인          개방식라인(비상 시 자동적으로 열리도록 설계된 긴급 운전정지 시설에 있는 개방식라인은 제외한다)에는 뚜껑, 브라인드 플랜지, 마개 또는 이중밸브를 설치하여야 하며, 보수작업 외에는 항상 봉인되어 있어야 한다.</p> <p>다) 압축기 및 펌프          (1) 펌프의 유체가 대기 중으로 누출되는 것을 방지하도록 완충유체 또는 완충가스를 포함하는 이중기계봉인시설(dual mechanical seal) 또는 이와 동등한 성능을 갖는 밀폐형 시설(sealless type)을 설치하여야 하며, 다음 (가)부터 (다)까지의 기준 중 한 가지 이상을 만족하여야 한다.          (가) 완충유체 및 완충가스는 펌프의 스테핑 박스(stuffing box) 압력보다 항상 높은 압력에서 운전되어야 하며, 이를 확인할 수 있도록 압력계 등의 센서를 장착하여야 한다.          (나) 완충유체저장시설(barrier fluid system degassing reservoir)을 장착할 경우 누출된 가스는 가스연료시설 또는 플레어 등의 저감시설로 연결하여 처리하여야 하며, 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.          (다) 완충유체를 공정 흐름으로 이송시키는 폐쇄회로시스템(closed-loop system)을 장착하여야 한다.          (2) 비제조구역(off-site) 내의 저장시설과 연결된 펌프의 경우 (1)의 기준을 적용하지 않아도 된다.          (3) 압축기의 유체가 대기 중으로 누출되는 것을 방지하도록 완충유체를 포함하는 봉인시설을 설치하여야 하며, 다음 (가)부터 (다)까지의 기준 중 한 가지 이상을 만족하여야 한다.          (가) 완충유체는 압축기의 스테핑 박스(stuffing box) 압력보다 항상 높은 압력에서 운전되어야 하며, 이를 확인할 수 있도록 압력계 등의 센서를 장착하여야 한다.          (나) 완충유체저장시설(barrier fluid system degassing reservoir)을 장착할 경우 누출된 가스는 가스연료시설 또는 플레어 등의 저감시설로 연결하여 처리하여야 하며, 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.          (다) 완충유체를 공정 흐름으로 이송시키는 폐쇄회로시스템(closed-loop system)을 장착하여야 한다.          (4) 완충유체를 포함하는 봉인시설과 동등한 성능을 갖는 왕복압축기 및 원심압축기(dry gas type)를 설치한 경우에는 압축기 내부 가스가 대기로 누출되지 아니하도록 하여야 한다.          (5) 이 시설관리기준의 시행일 이전에 설치되어 이 기준에서 정한 봉인시설 등이 갖추어지지 않은 압축기 및 펌프의 경우 측정을 통하여 자)의 누출기준농도를 초과하는 누출이 확인될 때에는 시설관리기준에 적합하도록 개선하여야 한다.</p> <p>라) 압력완화장치          (1) 설정 압력 이상인 경우의 방출을 제외한 가스·증기를 다루는 모든 압력완화장치는 누출기준농도 이하에서 운전되어야 한다.          (2) 설정 압력 이상인 경우의 방출 후, 최대 5일 이내에 누출기준농도 이하로 운전되어야 하며, 운영기록부에 기록한다.          (3) 공정이나 가스연료시설 또는 저감시설 등의 폐쇄형 배출시설로 연결된 압력완화장치는</p>

(1)과 (2)의 기준을 적용하지 아니한다. 이때 저감시설로 연결된 경우 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.

마) 시설관리기준 적용대상 비산누출시설에 대하여 최초 1년간 연 1회 누출점검을 실시하고, 최초 누출점검 결과를 기준으로 계산한 누출율에 의하여 다음과 같이 각 비산누출시설 장치종류별로 측정주기를 결정한다. 다만, 대기오염공정시험기준에 누출점검 방법이 없는 관리대상 물질의 경우 누출점검에서 제외한다.

(1) 누출율 3% 이상일 경우는 반기마다 점검을 실시한다.

(2) 누출율 3% 미만일 경우는 1년마다 점검을 실시한다.

바) 최초 누출점검 이후의 비산누출시설 장치종류별 측정주기는 1년마다 점검에 의한 누출율 또는 반기마다 점검에 의한 평균 누출율을 기준으로 마)의 누출율 기준에 의하여 측정주기를 결정한다.

사) 비산누출시설에 대한 누출점검은 대기오염공정시험기준 상의 휘발성유기화합물 누출확인방법을 따른다.

아) 마)의 기준에서 제시한 누출율 산정방식은 다음과 같다.

(1) 비산누출시설 장치종류별 누출율(%) =  $[A/(B-C)] \times 100$

(2) A: 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치종류별 개수

(3) B: 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치종류별 개수

(4) C: 비산누출시설 장치종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수

자) 아)(2)에서 "누출기준농도"란 총탄화수소(THC)의 농도로서 아래와 같이 구분한다.

(1) 20XX년 XX월 XX일까지: 2,000ppm

(2) 20XX년 XX월 XX일부터: 1,000ppm

(3) 비제조구역(off-site) 내의 펌프와 시료채취장치: 500ppm

차) 아)(4)에서 "비안전 누출시설"이란 고온·고압조건, 시설의 붕괴 및 폭발의 위험 등과 같이 누출점검자가 즉각적인 위험에 노출될 수 있다고 판단되는 누출시설을 말하며, 비안전 누출시설에 대해서는 안전이 확보되기 전까지 비산누출점검을 유보할 수 있다.

카) 아)(4)에서 "누출점검 난해시설"이란 파이프랙, 공간협소지역, 낙상사고 우려지역, 에너지 절감을 위하여 보온재로 밀폐한 시설이나 고소 위험지역에 위치하여 누출점검자가 누출점검을 수행하기 어려운 누출시설을 말하며, 누출점검 난해시설의 경우 환경청장과의 협의를 거쳐 비산누출점검을 제외할 수 있다.

타) 비산누출점검 대상에서 유보하거나 제외하는 비안전 누출시설과 누출점검 난해시설의 선정 사유와 설치된 위치를 기록하여야 하며, 두시설의 개수는 총 비산누출시설의 30%를 초과할 수 없다. 다만, 공정 특성상 불가피하게 비안전 누출시설과 누출점검 난해시설의 수가 30%를 초과하는 경우에는 관할 환경청장과 협의하여 10% 범위에서 추가로 인정받을 수 있다.

## 5. 섬유제품 제조업 시설관리기준(안)

### 가. 관리대상 업종 및 물질 선정결과

섬유제품 제조업(13)의 관리대상 업종으로는 직물 및 편조원단 염색 가공업(13402) 1종이 선정되었다. 업종별 관리대상 물질은 다음과 같다.

〈표 6-29〉 섬유제품 제조업의 관리대상 업종 및 물질 선정결과

관리대상 업종	관리대상 물질			관리 유형
	공동 적용물질	업종별 물질		
		1안	2안	
8) 직물 및 편조원단 염색 가공업(13402)	특정대기 유해물질	톨루엔, 메틸에틸케톤, 아세트산	톨루엔, 메틸에틸케톤	A형

### 나. 관리대상 업종별 주요 배출물질 및 공정

섬유제품 제조업의 관리대상 업종별 PRTR 상의 주요 배출원 및 주요 배출물질(관리대상 물질)은 다음과 같다.

〈표 6-30〉 섬유제품 제조업 관리대상 업종의 주요 배출물질 및 공정

세분류 업종	주요 배출물질	주요 배출공정
8) 직물 및 편조원단 염색 가공업(13402)	톨루엔, 메틸에틸케톤, 클로로포름, 디클로로메탄 등	대기오염방지시설, 코팅, 혼합 등

〈표 6-31〉 직물 및 편조원단 염색 가공업의 주요배출 물질 및 공정

물질명	총 배출량	점배출량	비산배출량	대기오염방지시설		코팅공정		혼합공정	
				점원	비산배출원	점원	비산배출원	점원	비산배출원
합 계 (13402)	677,603	293,413	384,190	288,499	0	0	231,890	0	105,747
블루엔	318,943	202,093	116,850	202,093	0	0	112,645	0	3,013
N,N-디메틸포름아미드	211,990	50,343	161,648	50,343	0	0	85,954	0	56,455
메틸 에틸 케톤	57,052	28,063	28,989	28,063	0	0	21,306	0	7,309
아세트산	56,083	1,041	55,042	968	0	0	1,299	0	34,002
클로로포름	11,723	3,449	8,274	3,449	0	0	7,576	0	462
과산화 수소	8,910	2,537	6,373	1	0	0	0	0	1,622
디클로로메탄	3,670	602	3,068	602	0	0	1,604	0	1,139
사염화 탄소	2,556	242	2,314	242	0	0	872	0	1,390
수산화 나트륨	2,320	2,300	20	0	0	0	0	0	0
아세트산 에틸	1,843	1,134	709	1,134	0	0	355	0	355
산화 데카브로모디페닐	782	782	0	782	0	0	0	0	0
질산	568	0	568	0	0	0	0	0	0
아크릴산 에틸	523	523	0	523	0	0	0	0	0
안티몬 및 그 화합물	300	300	0	300	0	0	0	0	0
아세트산 비닐	281	0	281	0	0	0	279	0	0
아염소산 나트륨	32	0	32	0	0	0	0	0	0
알루미늄 및 그 화합물	23	0	23	0	0	0	0	0	0
황화 수소	3	3	0	0	0	0	0	0	0

## 다. 시설관리기준(안)

### 1) 공통기준(안)

구 분	시 설 관 리 기 준
가. 일반기준	1) 사업자는 비산배출의 저감을 위한 시설관리기준의 관리 담당자를 지정·운영한다. 2) 사업자는 사업장 내외에서 제2호에 따른 업종별 관리대상물질의 대기환경농도 파악을 위하여 노력한다. 3) 시설관리기준을 준수하여야 하는 시설 중에서 다음 각 호의 경우에는 시설관리기준의 적용 대상에서 제외한다. 가) 연간 300시간 미만 가동하는 시설이나 장비(연간 가동시간을 확인할 수 있는 시설·장비나 자료 등이 있는 경우에 한정한다) 나) 연구개발시설 다) 상시 진공상태로 가동되어 관리대상물질이 외부로 배출되지 않는 시설 4) 시설관리기준을 충족하지 못하는 상황이 발생하는 경우 사업자는 45일 이내에 시설관리기준을 충족할 수 있도록 조치하고, 조치가 완료된 후 30일 이내에 결함 여부 등을 재확인하여야 한다. 다만, 시설의 수리를 위하여 전체공정의 가동중지가 불가피할 경우에는 유역환경청장·지방환경청장 또는 수도권대기환경청장(이하 "환경청장"이라 한다)과의 협의를 거쳐 수리기간을 다음 공정중지기간까지 연장할 수 있다.
나. 기록기준	1) 이 시설관리기준에서 제시된 운영기록부는 별지 제20호의5서식에 따라 기록하고 보존하여야 한다. 다만, 상세내용을 기록해야 하거나 또는 운영기록부 서식에 기재한 사항 외의 사항을 기록하여야 하는 경우에는 사업장별 별도의 서식을 정하여 기록할 수 있으며, 모든 기록은 전산에 의한 방법으로 기록·보존할 수 있다. 2) 가목4)에 해당하는 경우에는 사건개요, 조치내용 및 조치 완료 후 점검·확인 사항 등을 운영기록부에 기록하여야 한다. 3) 제3호의 업종별 시설관리기준에 따라 기록·관리하여야 하는 사항을 기록한 운영기록부는 해당 연도 종료일부터 2년간 보관하여야 한다. 4) 제3호의 업종별 시설관리기준에 따라 기록·관리하는 운영기록부는 환경청장이 요청하면 10일 이내에 그 사본을 제출하여야 한다.
다. 보고기준	1) 최초 점검보고서는 제3호의 업종별 시설관리기준에 따른 관리 대상 시설현황 등을 별지 제20호의6서식에 따라 작성하여 환경청장에게 제출하여야 한다. 이 경우 제출 시기는 기존 사업장은 이 표의 기준이 적용되는 해의 12월 31일까지로, 신규사업장은 시설의 설치가 완료된 해의 12월 31일까지로 하되, 8월 31일 이후에 설치가 완료된 시설은 그 다음 해 4월 30일까지 제출한다. 2) 연간 점검보고서는 제3호의 업종별 시설관리기준에 따른 준수사항을 별지 제20호의6서식에 따라 작성하여 다음 해 4월 30일까지 환경청장에게 제출하여야 한다. 3) 부득이한 사유로 기한 내에 최초 및 연간 점검보고서를 제출할 수 없는 경우에는 환경청장과 협의하여 제출 기한을 30일 범위에서 연장할 수 있다.

## 2) 업종별 시설관리기준(안)

배출시설	시 설 관 리 기 준
1) 공정배출시설	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 시설을 대상으로 한다.</p> <p>나) 가)에 해당되는 시설(혼합, 화학반응, 도장 및 도금 등의 코팅, 열처리, 표백, 기계적 가공, 조립 공정 등)은 밀폐공간에 설치하거나, 공정특성상 밀폐공간에 설치하지 못하는 경우에는 포집시설을 통하여 비산되는 배출가스를 포집하여야 한다. 포집시설의 가스포집 속도는 포위식 후드 경우 0.5 m/s 이상, 외부식 후드의 측방형과 하방형은 0.5 m/s 이상, 상방형은 1.0 m/s 이상을 유지하여야 한다. 포집된 모든 공정배출 가스는 다음 (1) 및 (2) 중 1개의 기준을 선택하여 처리한다.</p> <p>(1) 연소실 내부의 온도를 연속으로 측정하여 기록할 수 있는 모니터링 장비가 설치된 보일러나 가열기 또는 소각시설을 설치한다. 온도 모니터링 장비가 설치된 보일러, 가열기 또는 소각시설의 경우 처리되는 공정배출가스는 최소 800℃ 이상의 온도에서 0.5초 이상의 체류시간으로 운전되어야 하며, 각 연소실의 최소 1시간 당 평균온도를 모니터링하여 운영기록부에 기록한다.</p> <p>(2) 직접연소에 의한 시설(축열식 연소산화와 축열식 촉매산화방식)이나 회수에 의한 시설 및 그 밖의 방지시설을 설치하여 다음 기준 중 하나를 만족하여야 한다.</p> <p>(가) 사업장에서 배출되는 모든 관리대상 물질의 저감효율(농도기준)을 80% 이상으로 유지</p> <p>(나) 공정배출가스에 포함된 관리대상 물질이 탄화수소일 경우, 배출가스의 총 탄화수소(THC) 농도를 다음기준 이내로 유지(다만, 연속식 도장공정은 시행규칙 제15조의 배출허용기준을 따른다.)</p> <p style="margin-left: 40px;">- 20XX년 XX월 XX일 까지: 100ppm 이하</p> <p style="margin-left: 40px;">- 20XX년 XX월 XX일 부터: 80ppm 이하</p> <p>(3) (2)의 경우에 방지시설 전단 또는 후단의 관리대상물질의 농도는 대기오염공정시험기준상의 굴뚝 배출가스 중 탄화수소(THC) 등의 측정 방법을 따라 연속 3회 측정된 평균 농도로 한다.</p> <p>(4) 관리대상물질의 저감효율 또는 총탄화수소 농도 기준 준수여부를 반기마다 1회 점검하여 운영기록부에 기록한다.</p> <p>다) 20XX년 1월 1일 이후 제조공정에 설치된 각각의 배수장치에는 물 등을 이용한 봉인장치(water seal control)를 설치하여야 한다. 다만, 20XX년 12월 31일 이전에 설치된 배수장치에 대해서는 덮개를 설치하면 물 등을 이용한 봉인장치를 설치한 것으로 본다.</p> <p>라) 냉각탑의 냉각수 중 총유기탄소(TOC) 농도가 50ppm을 초과하지 않도록 수질오염공정시험기준에 따른 폐수 및 수질오염물질의 총유기탄소(TOC) 측정방법에 따라 반기마다 1회 측정하여 운영기록부에 기록한다.</p>
2) 세정시설	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 세정시설(탈지시설을 포함한다)을 대상으로 한다.</p> <p>나) 세정시설은 관리대상물질이 대기 중으로 확산 배출되지 않도록 폐쇄형 구조로 설치하여야 한다.</p> <p>다) 세정시설에서 배출되는 가스의 처리에 대하여는 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.</p>

<p>3) 저장시설</p>	<p>가) 이 관리기준은 설계저장용량이 40m<sup>3</sup> 이상이면서, 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 저장하는 시설을 대상으로 한다.</p> <p>나) 내부부상지붕(internal floating roof)형 저장시설의 경우</p> <p>(1) 내부부상지붕은 저장용기 내부의 액체표면에 놓여 있거나 떠 있어야 한다. 다만, 반드시 액체와 접촉할 필요는 없다.</p> <p>(2) 저장탱크 내벽과 부유지붕의 상단 가장자리에는 다음 밀폐장치 중의 하나를 갖추어야 한다.</p> <p>(가) 유면과 접촉되어 떠 있는 폼 밀봉장치(foam seal) 또는 유체충진형 밀봉장치는 저장탱크의 내벽과 부유지붕 사이의 유체와 항상 접촉되어 있어야 한다.</p> <p>(나) 이중 밀봉장치는 저장용기 벽면과 내부 부유지붕의 가장자리 사이의 공간을 완전히 막기 위하여 2개의 층으로 되어 있고, 각각이 지속적으로 밀폐될 수 있도록 하여야 한다.</p> <p>(다) 지렛대 구조밀봉장치(mechanical seal)</p> <p>(3) 자동환기구와 림(rim)환기구를 제외하고, 부상지붕에 설치되는 각 개구부의 하부 끝은 액체표면 아래에 잠겨질 수 있도록 설계되어야 하며, 각 개구부의 상부에는 덮개를 설치하여 작동 중일 때를 제외하고는 항상 틈이 없이 밀폐되도록 하여야 한다.</p> <p>(4) 자동환기구는 개스킷이 장착되어야 하며, 부상지붕이 액체표면에 놓여 있거나 떠 있지 아니하거나 지붕 지지대에 놓여 있을 때를 제외하고 작동 중인 때에는 항상 닫혀진 상태이어야 한다.</p> <p>(5) 림환기구는 개스킷이 장착되어야 하며, 부상지붕이 지붕지지대에서 떨어져 부상하고 있거나 사용자가 필요할 때에만 열리도록 설치하여야 한다.</p> <p>다) 외부부상지붕(external floating roof)형 저장시설의 경우</p> <p>(1) 외부부상지붕은 폰툰식(pontoon type)이거나 이중갑문식 덮개(double deck type cover) 구조이어야 한다.</p> <p>(2) 저장용기 내벽과 부상지붕의 상단 가장자리에는 이중 밀폐장치를 설치하여야 한다.</p> <p>(3) 부상지붕은 초기 충전 시와 저장용기가 완전히 비어 재충전할 경우를 제외하고는 항상 액체표면에 떠 있어야 한다.</p> <p>(4) 자동환기구와 림환기구를 제외하고, 부상지붕에 설치되는 각 개구부의 하부 끝은 액체표면 아래에 잠길 수 있도록 설계되어야 하며, 각 개구부의 상부에는 덮개를 설치하여 작동 중인 경우를 제외하고는 항상 틈이 없이 밀폐되도록 하여야 한다.</p> <p>(5) 자동환기구는 개스킷이 장착되어야 하며, 부상지붕이 액체표면에 떠 있지 않거나 지붕지지대에 놓여 있을 때를 제외한 작동 중에는 항상 닫힌 상태이어야 한다.</p> <p>라) 고정형지붕(fixed roof) 저장시설의 경우 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.</p>
<p>4) 폐수처리시설</p>	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 공정배출시설로부터 배출되는 폐수를 처리하는 폐수관로, 집수조, 유수분리조 등의 폐수 처리시설을 대상으로 한다.</p> <p>나) 폐수관로(드레인 라인을 포함한다)는 관리대상물질이 대기 중으로 확산 배출되지 않도록 폐쇄형 구조로 설치하여야 한다. 다만, 폐수의 특성에 따른 안전상 문제가 발생할 수 있을 경우에는 환경청장의 동의하에 일정 구간의 폐수관로는 폐쇄형 구조로 설치하지 않을 수 있다.</p> <p>다) 중간집수조에는 덮개를 설치하거나 덮개 및 환기배관을 설치하여야 하며, 중간집수조에서 폐수처리시설로 이어지는 하수구는 환기배관을 제외하고는 대기 중으로 개방되어서는 아니 된다.</p> <p>라) 개방면으로부터 관리대상물질 중 휘발성유기화합물(VOCs)을 500ppm 이상의 농도로 비산배출 하는 폐수처리시설(집수조, 반응조, 부상조, 유수분리조, 포기조 등)은 부유지붕이나</p>

	<p>상부덮개를 설치·운영하여야 하며, 발생되는 관리대상물질은 1) 공정배출시설 나) (1)~(4)의 공정배출 가스처리 기준에 따라 처리한다. 이때 비산배출 되는 관리대상물질 농도확인은 대기오염공정시험기준 상의 휘발성유기화합물 누출확인방법을 따른다.</p>
<p>5) 비산누출시설</p>	<p>가) 이 관리기준은 관리대상물질 농도의 합이 5wt% 이상 되는 유체를 포함하거나 접촉하게 되는 밸브, 펌프, 압축기, 개방식라인, 압력완화장치, 커넥터, 플랜지, 공정배수구 등의 비산누출시설을 대상으로 한다. 다만, 밀폐된 지하공간에 비산누출시설이 있는 경우 지하공간 자체를 공정배출시설로 보고 1) 공정배출시설 나)의 기준을 적용할 수 있다.</p> <p>나) 개방식라인          개방식라인(비상 시 자동적으로 열리도록 설계된 긴급 운전정지 시설에 있는 개방식라인은 제외한다)에는 뚜껑, 브라인드 플랜지, 마개 또는 이중밸브를 설치하여야 하며, 보수작업 외에는 항상 봉인되어 있어야 한다.</p> <p>다) 압축기 및 펌프          (1) 펌프의 유체가 대기 중으로 누출되는 것을 방지하도록 완충유체 또는 완충가스를 포함하는 이중기계봉인시설(dual mechanical seal) 또는 이와 동등한 성능을 갖는 밀폐형 시설(sealless type)을 설치하여야 하며, 다음 (가)부터 (다)까지의 기준 중 한 가지 이상을 만족하여야 한다.          (가) 완충유체 및 완충가스는 펌프의 스테핑 박스(stuffing box) 압력보다 항상 높은 압력에서 운전되어야 하며, 이를 확인할 수 있도록 압력계 등의 센서를 장착하여야 한다.          (나) 완충유체저장시설(barrier fluid system degassing reservoir)을 장착할 경우 누출된 가스는 가스연료시설 또는 플레어 등의 저감시설로 연결하여 처리하여야 하며, 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.          (다) 완충유체를 공정 흐름으로 이송시키는 폐쇄회로시스템(closed-loop system)을 장착하여야 한다.          (2) 비제조구역(off-site) 내의 저장시설과 연결된 펌프의 경우 (1)의 기준을 적용하지 않아도 된다.          (3) 압축기의 유체가 대기 중으로 누출되는 것을 방지하도록 완충유체를 포함하는 봉인시설을 설치하여야 하며, 다음 (가)부터 (다)까지의 기준 중 한 가지 이상을 만족하여야 한다.          (가) 완충유체는 압축기의 스테핑 박스(stuffing box) 압력보다 항상 높은 압력에서 운전되어야 하며, 이를 확인할 수 있도록 압력계 등의 센서를 장착하여야 한다.          (나) 완충유체저장시설(barrier fluid system degassing reservoir)을 장착할 경우 누출된 가스는 가스연료시설 또는 플레어 등의 저감시설로 연결하여 처리하여야 하며, 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.          (다) 완충유체를 공정 흐름으로 이송시키는 폐쇄회로시스템(closed-loop system)을 장착하여야 한다.          (4) 완충유체를 포함하는 봉인시설과 동등한 성능을 갖는 왕복압축기 및 원심압축기(dry gas type)를 설치한 경우에는 압축기 내부 가스가 대기로 누출되지 아니하도록 하여야 한다.          (5) 이 시설관리기준의 시행일 이전에 설치되어 이 기준에서 정한 봉인시설 등이 갖추어지지 않은 압축기 및 펌프의 경우 측정을 통하여 자)의 누출기준농도를 초과하는 누출이 확인될 때에는 시설관리기준에 적합하도록 개선하여야 한다.</p> <p>라) 압력완화장치          (1) 설정 압력 이상인 경우의 방출을 제외한 가스·증기를 다루는 모든 압력완화장치는 누출기준농도 이하에서 운전되어야 한다.          (2) 설정 압력 이상인 경우의 방출 후, 최대 5일 이내에 누출기준농도 이하로 운전되어야 하며, 운영기록부에 기록한다.          (3) 공정이나 가스연료시설 또는 저감시설 등의 폐쇄형 배출시설로 연결된 압력완화장치는</p>

(1)과 (2)의 기준을 적용하지 아니한다. 이때 저감시설로 연결된 경우 1) 공정배출시설 나)의 시설관리기준을 따른다.

마) 시설관리기준 적용대상 비산누출시설에 대하여 최초 1년간 연 1회 누출점검을 실시하고, 최초 누출점검 결과를 기준으로 계산한 누출율에 의하여 다음과 같이 각 비산누출시설 장치종류별로 측정주기를 결정한다. 다만, 대기오염공정시험기준에 누출점검 방법이 없는 관리대상 물질의 경우 누출점검에서 제외한다.

(1) 누출율 3% 이상일 경우는 반기마다 점검을 실시한다.

(2) 누출율 3% 미만일 경우는 1년마다 점검을 실시한다.

바) 최초 누출점검 이후의 비산누출시설 장치종류별 측정주기는 1년마다 점검에 의한 누출율 또는 반기마다 점검에 의한 평균 누출율을 기준으로 마)의 누출율 기준에 의하여 측정주기를 결정한다.

사) 비산누출시설에 대한 누출점검은 대기오염공정시험기준 상의 휘발성유기화합물 누출확인방법을 따른다.

아) 마)의 기준에서 제시한 누출율 산정방식은 다음과 같다.

(1) 비산누출시설 장치종류별 누출율(%) =  $[A/(B-C)] \times 100$

(2) A: 누출기준농도를 초과한 비산누출시설 장치종류별 개수

(3) B: 비산누출점검 대상 총 비산누출시설 장치종류별 개수

(4) C: 비산누출시설 장치종류별 비안전 누출시설 및 누출점검 난해시설 개수

자) 아) (2)에서 "누출기준농도"란 총탄화수소(THC)의 농도로서 아래와 같이 구분한다.

(1) 20XX년 XX월 XX일까지: 2,000ppm

(2) 20XX년 XX월 XX일부터: 1,000ppm

(3) 비제조구역(off-site) 내의 펌프와 시료채취장치: 500ppm

차) 아) (4)에서 "비안전 누출시설"이란 고온·고압조건, 시설의 붕괴 및 폭발의 위험 등과 같이 누출점검자가 즉각적인 위험에 노출될 수 있다고 판단되는 누출시설을 말하며, 비안전 누출시설에 대해서는 안전이 확보되기 전까지 비산누출점검을 유보할 수 있다.

카) 아) (4)에서 "누출점검 난해시설"이란 파이프랙, 공간협소지역, 낙상사고 우려지역, 에너지 절감을 위하여 보온재로 밀폐한 시설이나 고소 위험지역에 위치하여 누출점검자가 누출점검을 수행하기 어려운 누출시설을 말하며, 누출점검 난해시설의 경우 환경청장과의 협의를 거쳐 비산누출점검을 제외할 수 있다.

타) 비산누출점검 대상에서 유보하거나 제외하는 비안전 누출시설과 누출점검 난해시설의 선정 사유와 설치된 위치를 기록하여야 하며, 두시설의 개수는 총 비산누출시설의 30%를 초과할 수 없다. 다만, 공정 특성상 불가피하게 비안전 누출시설과 누출점검 난해시설의 수가 30%를 초과하는 경우에는 관할 환경청장과 협의하여 10% 범위에서 추가로 인정받을 수 있다.

# 제7장 · 금속가공제품 등 3개 업종의 HAPs 시설관리기준(안) 도입에 따른 경제성 평가 |

## 1. 개요

본 연구에서는 금속가공업 등 3개 중분류 업종 중 HAPs 관리가 우선적으로 필요한 것으로 분석된 8개 업종(〈표 7-1〉 참조)에 대해, 시설관리기준이 신규 적용되었을 때의 경제적 파급효과를 분석하였다. 경제성 분석은 앞서 수행된 시설관리기준 선행연구 보고서에서 적용된 비용편익 분석 방법론을 준용하여 이루어졌다.

〈표 7-1〉 HAPs 시설관리기준 도입 우선순위 8개 업종(세세분류)

구분	업종코드	업종명
섬유제품 제조업	13402	직물 및 편조원단 염색 가공업
1차 금속 제조업	24122	냉간 압연 및 압출 제품 제조업
	24123	철강선 제조업
	24132	강관제조업
	24222	알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업
금속가공제품 제조업	25922	도금업
	25923	도장 및 기타 피막처리업
	25999	그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업

환경정책이나 규제에 따라 발생하는 비용을 추정하는 방법으로는 직접준수비용 접근법, 부분균형모형 접근법, 다시장 모형 접근법, 일반균형 모형 접근법 등이 있다. 일반적으로 규제사업을 추진할 경우 비용과 편익을 비교·분석하기 위하여, 추정된 비용과 편익을 규제 시행기간 동안(예:  $t$ 년~ $t+9$ 년의 10년 기간)에 발생하는 순편익을 추정하고 B/C (Benefit-Cost ratio)비율을 계산한다. 그 결과 순편익의 현재가치 합계가 0 보다 크고

B/C 비율이 1보다 클 경우에는 본 규제안의 사업이 경제적으로 타당한 것으로 판단할 수 있다.

NPV(Net Present Value)법은 특정 정책 또는 사업의 경제성을 평가하는데 있어 가장 일반적으로 사용되는 방법이다. 사업기간 동안 투입되는 모든 비용의 현재가치와 사업기간 동안 발생하는 모든 편익의 현재가치를 비교하여 편익의 현재가치가 더 클 경우 경제성이 있는 것으로 판단한다. 사업수행을 위해 투입되는 초기시설투자비를  $I_0$ ,  $t$ 차 년도에 발생하는 편익 및 비용을 각각  $B_t$ ,  $C_t$ , 사업의 내구년 수를  $T$ , 할인율을  $r$ 이라 할 경우, NPV는 다음과 같은 식을 통해 산출된다.

$$NPV = -I_0 + (B_1 - C_1)/(1 + r) + \dots + (B_T - C_T)/(1 + r)^T$$

따라서 NPV 방법을 택하기 위해서는 사업기간 동안 발생하는 모든 비용 및 편익의 흐름을 정확하게 알아야 하며, 산출결과 NPV가 '0' 이상 이면 그 사업은 경제성이 있지만 '0' 보다 작으면 경제성이 없는 것으로 판단하게 된다. B/C비율은 편익의 현재가치의 합을 비용의 현재가치의 합으로 나눈 비율이다. B/C 비율이 1 이상이면 사업성이 있는 것으로 보고 1 이하면 사업성이 없는 것으로 본다.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

## 2. 비용편익 분석방법

### 가. 비용

최근 들어 사회적 비용은 각종 환경오염 문제와 관련하여 재인식되고 있으며, 환경정책의 비용은 정책을 수반하는데 사용되는 사회적 비용으로 계산된다. 사회적 비용은 사적 비용(private costs)과 외부적 비용(external costs)을 합친 개념을 말한다. 외부적 비용은 매연·악취·소음 등 공공 해악을 제거하는데 소요되는 비용으로 생산자들에게는 내재화되지 않으나, 사회적 관점에서는 매우 중요하고 실질적인 개념을 말한다. 따라서 새로운 환경정책이나 환경규제로 인하여 그 사회에서 발생하는 모든 기회비용의 총합으로 정의할 수 있다. 사회적 비용의 종류와 규제대상은 다음과 같다.

〈표 7-2〉 사회적 비용의 종류와 규제대상

종 류	정 의	규제대상
준수비용 (Compliance costs)	새로운 오염방지시설의 설치 및 운영에 소요되는 비용이나 새로운 생산 요소나 요소 간 결합 방법을 달리함으로써 생산 및 공정과정에 변화를 가져오는 데 소요되는 비용을 의미	피규제자
정부규제비용 (Government regulatory costs)	새로운 정책 도입으로 인하여 발생하는 행정, 감시 및 감독 비용을 의미	규제자
사회적 후생손실 (Social welfare losses)	환경 정책의 시행에 따라 재화 및 서비스의 가격이 오르거나 생산량이 감소함으로써 발생하는 소비자 및 생산자 잉여의 감소분을 의미	사회전체 (제3자)
이전비용 (Transitional costs)	환경 정책 혹은 환경 규제로 인해 야기되는 생산량의 감소에 따른 자원 수요의 감소와 그에 따른 비용과 이러한 잉여 자원을 재배분하는 데 소요되는 비용을 의미	피규제자
간접비용 (Indirect costs)	환경 정책 시행에 따른 상품의 질, 생산성, 기술혁신 및 시장 상황 등 제반 여건의 변화가 가져올 수 있는 부정적 영향에 따른 사회적 비용	피규제자

1차 금속 제조업, 금속가공제품 제조업, 섬유제품 제조업 등 3개 중분류 업종에서 배출되는 대기오염물질의 양을 줄이기 위해서는 해당 업체의 비용 부담이 발생할 수밖에 없다. 현재 배출되는 대기오염물질을 규제하는 배출농도 규제 기준을 준수하기 위해 이들 업체들이 지출하고 있는 비용 부담의 규모가 얼마나 되며, 이러한 비용 부담 규모가 향후 규제 기준이 강화될 경우 얼마나 증가할 것이며, 특히 강화된 기준 준수를 위해 도입해야 하는 기술의 종류에 따라 비용 증가 규모가 얼마나 되는지를 파악함으로써 기업체의 규제 순응 가능성 및 기준 강화로 인한 기업체의 부담 정도 등을 가늠할 수 있을 것이다.

기업체의 대기오염물질 배출 저감을 위한 비용 규모 및 내역을 통해 대기질 향상을 위한 경제성 분석이 가능하다. 즉 업체의 비용 부담을 통해 기대되는 편익의 규모를 비교함으로써 규제 영향을 분석할 수 있다. 기준 강화를 통해 업체가 부담하는 비용 규모가 실제 얻을 수 있는 편익에 비하여 적은 규모라면 기준 강화를 통해 사회 전체의 편익을 증가시키는 것이 필요하며, 편익에 비하여 비용 규모가 상대적으로 더 크다면 기준 강화의 실행 단계를 유보하거나 비용 부담 전략을 수립하여 시행하는 방안 등을 모색할 수 있다. 따라서 각 제조업에서 배출되는 대기오염물질의 배출 저감을 위해 지출되는 비용 규모와 향후 기준 강화로 인해 추가로 지출될 비용 규모를 파악할 필요가 있다.

본 연구에서는 기업체마다 자신들이 배출하는 대기오염물질을 저감시키기 위해 어떠한 노력이 필요하며, 특히 배출되는 오염물질의 양을 줄이기 위해 어느 정도의 비용 부담이 발생하는지를 알아보려고 한다. 이러한 조사 분석을 통해 각 제조업체에서 배출되는 대기오염물질의 저감을 위해 기업이 부담해야 할 비용규모가 업체에 미치는 효과를 가늠할 수 있으며, 국가 차원에서의 대기질 향상을 위한 적절한 정책 실행 방안이 모색될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 비용조사의 방법으로 공학적 방법을 선택하였다. 공학적 방법은 환경기술관련 전문가들의 지식에 크게 의존하는 방법으로 설치비, 운영비의 합이 가장 적은 저감 방법 조합을 찾아 최소 저감비용을 모두 합하여 산출하는 방법이다. 그러나 미래 투입물 가격변동이나 경제적 변수를 고려할 수 없고, 오염원별 최소 저감비용을 달성할 수 있는

방법을 모두 분석해야 하며, 경영 및 기술상의 특징으로 인해 변하는 예측된 최소비용이라는 단점을 가지고 있다.

규제비용은 ‘운영비용’, ‘설치비용’, ‘정기점검비용’, ‘자체점검비용’의 4개 항목으로 구분하여 산정하였으며 항목별 산출근거는 다음과 같다.

먼저 운영비는 선행연구 자료를 활용하여 대기오염물질(TVOCs) 저감량 당 활성탄 흡착시설 운영비용(925원/kg) 단가를 적용하였다. 설치비는 대기오염물질(TVOCs) 배출량 당 활성탄 흡착시설 설치비용(7,311원/kg) 단가를 적용하였다(환경부, 2015). 저감률은 점원의 경우 80%, 비산 배출원의 경우 90%로 가정하였다.

비산배출저감 제도에 따르면 대상 사업장은 3년 1회 정기점검을 수검하여야 한다. 이 경우 사업장에서 점검기관(한국환경공단 등)에 지불하는 정기점검비용을 다음과 같이 개략적으로 산출하였다.

실제 발생비용에 근접한 비용을 산출하고자 ‘16년 정기점검을 실시하는 11개 사업장의 실제 정기점검 수수료 자료를 조사하였다. 조사된 사업장별 정기점검 수수료와 각 사업장의 '13년 PRTR 화학물질 배출량을 회귀 분석하여 화학물질 배출량 당 예상 정기점검 수수료 산정식을 마련하고 경제성 분석에 활용하였다.

전문가 인터뷰결과 시설관리기준의 주요 이행내용인, 자체점검에 소요되는 비용은 대부분이 누출측정비로 확인되었으며, 정기점검 수수료의 공량산정에서도 약 50%가 누출측정으로 높은 비율을 차지하고 있다. 자체점검비용은 사업장의 인력·장비 여건에 따라 다소 편차가 클 것으로 예상되고, 제도 시행초기 기초자료도 부족하여 본 연구에서는 정기점검 대비 사업장 자체점검 비용을 추정하였으며 세부내용은 아래 표에 정리하였다.

〈표 7-3〉 비용 산정의 방법 및 근거

구 분		산정 방법	비고
직접 비용	운영비	- 저감량 × 운영비용 <sup>1)</sup>	- 저감량 = 배출량 × 저감률 - 저감률: 점원 80%, 비산배출원 90% - 운영비용: 925원/kg
	설치비	- 배출량 × 설치비용 <sup>1)</sup>	- 설치비용: 7,311원/kg
	정기점검	- 배출량 × 정기점검 수수료 <sup>2)</sup>	- 수수료(천원) = 0.25 × 배출량(kg) + 2,096 - 정기점검은 3년 1회 시행
	자체점검 <sup>3)</sup>	- 정기점검비용 대비 예상 소요 산정	- 정기점검 수수료 × 2 (*0.5 *20 *0.2) - 자체점검은 연 1회 시행

- 주: 1) “생활주변 VOCs 관리방안 마련 연구, 환경부, ‘15”의 대기오염물질(TVOCs) 단위무게당 방지시설 운영비용 및 설치비용 단가 적용
- 2) 시설관리기준 적용대상 11개 사업장의 정기점검 수수료 데이터(환경공단 내부자료, 2016) 회귀분석식 이용
- 3) 정기점검 기관인 한국환경공단의 자문결과를 반영하여 사업장의 자체점검비용을 추정함
- 기 수행된 한국환경공단의 정기점검 수수료로부터 사업장 자체점검 비용을 추정
  - 사업장 자체점검 비용의 대부분은 누출측정시 발생
  - 환경공단의 정기점검 비용에서 누출측정비용이 차지하는 비율은 약 50%
  - 환경공단의 정기점검시 전체 누출측정 대상 지점의 약 5%를 측정
  - 사업장의 자체점검은 모든 누출포인트를 측정
  - 사업장의 자체점검시 측정(자가 및 위탁) 비용은 환경공단 측정비용의 20%로 가정

## 나. 편익

1차 금속 제조업, 금속가공제품 제조업, 섬유제품 제조업에서 배출되는 대기오염물질이 대기 중으로 확산될 경우, 인구가 대기오염물질에 노출되어 각종 건강 영향을 받게 되는데, 이러한 건강영향으로 인하여 지불해야 하는 피해비용이 발생하게 된다. 나아가 사망할 경우에는 노동력 손실을 포함한 피해가 발생하게 된다.

환경규제로 인해 대기오염물질 배출량을 저감하였을 경우 대기로 배출되는 대기오염물질의 양이 줄어들고 이러한 저감량 만큼 거주인구의 대기오염물질 노출이 감소하면서 피해가 감소하게 된다. 결과적으로 지출되는 피해 비용이 감소하게 된다. 따라서 각 제조업에서 배출되는 각종 대기오염물질의 감소로 인해 얻을 수 있는 편익은 이러한 대기오염물질의 배출로 인해 발생하는 피해 규모를 통해 산출할 수 있게 된다.

본 연구에서는 현재 우리나라에서 이용할 수 있는 사회적 비용 등의 정보가 제한되어 있다. 따라서 선행연구와 마찬가지로 피해 비용을 산출하기 위해 필요한 다양한 정보를 모두 수집하기 어려워, 국외에서 개발된 일부 정보를 이용하여 피해 비용을 산출하였다.

일반적으로 대기오염물질로 인한 피해는 영향 경로 분석(Impact Pathway Analysis)을 통해 알아볼 수 있다. 우선 화학제품의 각종 배출원으로부터 다양한 오염물질이 배출되고, 이러한 대기오염물질은 대기 중에서 이동 및 확산을 하며 동시에 화학반응을 하게 된다. 이로 인해 새로 발생한 화학물질에 인구나 경작물 및 시설 구조물 등이 노출되면서 영향을 받게 되고, 이러한 영향으로 인해 피해 비용이 발생하게 된다. 따라서 대기오염물질의 배출량을 감소시키는 것은 인구, 경작물, 시설 및 구조물 등에 대한 피해 비용을 감소시키는 것이라 할 수 있다. 이러한 피해 비용 산출을 위해서는 오염물질이 대기 중에 배출되는 양을 파악하는 것이 중요하며, 다음으로 오염물질이 대기 중으로 확산되는 이동 경로를 파악하여 영향을 미치는 범위를 파악하는 것이 중요하다. 오염물질의 이동 경로와 관련된 인구, 경작물 및 시설 구조물에서 오염물질로 나타나는 영향의 결과로 어느 정도의 비용이 발생하는지에 대한 단위 비용을 파악하여야 최종 피해 비용의 규모를 산출할 수 있다.

오염물질의 배출(emission of pollutants)

→ 오염물질의 확산(dispersion of pollutants)

→ 노출경로(exposure of people, ecosystems, materials)

→ 영향의 정량화(quantification of impacts)

→ 영향의 평가(valuation of impacts)

→ 피해비용(damage cost)

아래 <표 7-4>에 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2.5</sub>, VOCs에 대한 유럽의 해양지역별 사회적 피해비용 사례를 정리하였다. CAFE에서 제시하는 유럽의 국가별 VOCs 피해비용 추정치를 살펴보면, 우리나라와 경제활동 및 인구밀도가 비슷한 이탈리아, 영국의 경우 각각 €3,500/ton, €3,200/ton로 나타났으며, 유럽 25개국의 평균 VOCs 피해비용 추정치는 €2,800/ton (Estonia €420 ~ Luxembourg €8,000)으로 나타났다.

<표 7-4> CAFE CBA의 편익비용 사례

(단위 : €/ton)

오염물질	CAFE CBA의 피해비용 추정치
NO <sub>x</sub>	6,300 (4,500~12,000)
PM <sub>2.5</sub>	48,000 (30,000~87,000)
SO <sub>2</sub>	9,800 (6,300~18,000)
VOCs	2,800 (1,000~3,000)

이전의 선행연구에서는 상기 물질 가운데 VOCs의 사회적비용 원단위를 적용하여 편익을 산출하였다. 그러나 본 연구에서는 문헌상 사회적비용 가치추정치가 존재하는 일부 HAPs 물질을 추가 조사하여 물질별로 원단위를 달리 적용하였다. 크롬, 납, 카드뮴, 비소, 니켈 등은 2014년 유럽환경청(European Environment Agency) Costs of air pollution from European industrial facilities(2008-2012) 자료의 대기오염물질 피해비용 단가를

적용하였으며, 환율은 ‘15년 12월 기준 유로화 환율인 1,359원/€ 을 적용하였다.

그 외 사회적비용 원단위 자료가 없는 물질의 경우에는 VOCs의 피해비용 추정치를 (€2,800/ton) 적용하여 경제성 분석에 활용하였다. 본 연구의 비용편익 분석에서 이용한 물질별 사회적 비용의 종류는 아래 <표 7-5>와 같다.

<표 7-5> 물질별 사회적 비용 원단위

오염물질	사회적비용 원단위		오염물질	사회적비용 원단위	
	€/ton	원/kg		€/ton	원/kg
VOCs <sup>1)</sup>	2,800	3,804	암모니아 <sup>1)</sup>	21,000	28,535
납 <sup>2)</sup>	965,000	1,310,470	크롬 <sup>2)</sup>	38,000	51,604
비소 <sup>2)</sup>	349,000	473,942	카드뮴 <sup>2)</sup>	29,000	39,382
벤젠 <sup>2)</sup>	76,000	103,208	니켈 <sup>2)</sup>	3,800	5,160

자료: 1) Clean Air for Europe(2005), 선행 시설관리기준 마련 연구에서(Ⅲ~Ⅴ) 조사된 원단위

2) EEA(2014), Costs of air pollution from European industrial facilities 2008-2012

주) 환율: ‘15년 12월 기준 유로화 환율인 1,359원/€

이외에도 누출 저감에 따른 원료비 절감 편익을 고려하였으며, 이는 비산누출 저감량 (90%)에 3개 업종의 최대 배출 물질인 톨루엔의 가격 1,300원/kg(‘15년 12월 기준)을 곱하여 산정하였다. 앞서 살펴본 사회적 피해비용 경감에 따른 간접편익과 사업자의 원료비 절감 편익을 정리하면 아래 표와 같다.

<표 7-6> 편익 산정의 방법 및 근거

구 분		산정 방법	비고
직접 편익	원료손실비	- 누출부문 저감량 × 원료단가	- 원료단가: 1,300원/kg (톨루엔, 최대 배출물질)
간접 편익	사회적비용 가치추정치	- 저감량 × 사회적 비용단가	- 저감물질: PRTR 전체물질 - 비용단가: 물질별 차등적용

## 다. HAPs 저감효과

상기에서 기술한바와 같이 비용 및 편익의 산정을 위해서는 관리대상 업종별 배출량 및 저감량 등의 기초자료가 요구된다. 이에 본 연구에서는 '13년 PRTR(환경부, 2015) 자료를 활용하여 배출량 및 저감량을 산정하였다. 제도 도입시의 저감목표치인 점원 80%, 비산 배출원 90%를 적용하여 예상 저감량을 아래 <표 7-7>과 같이 산출하였다. 이하에서는 각 업종별로 산출된 배출량 및 저감량을 토대로 비용 및 편익을 산정하고 경제성 분석을 실시하였다.

<표 7-7> 시설관리기준 적용에 따른 저감량 산정

(단위: kg)

구 분	총배출량	점원 배출량	비산 배출량	총 저감량	점배출 저감량	비산배출 저감량
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	157,772	88,173	69,599	133,177	70,538	62,639
철강선 제조업	79,964	70,936	9,028	64,874	56,749	8,125
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	352,320	105,095	247,224	306,578	84,076	222,502
강관 제조업	137,096	84,933	52,163	114,893	67,946	46,947
도금업	148,934	134,967	13,967	120,544	107,973	12,571
도장 및 기타 피막처리업	336,945	201,780	135,165	283,072	161,424	121,648
그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	231,553	115,245	116,307	196,873	92,196	104,676
직물 및 편조원단 염색 가공업	677,603	293,413	384,190	580,501	234,730	345,771

자료: 환경부(2015)

주: 점배출원 저감량 80%, 비산배출원 저감량 90% 가정

### 3. 비용편익 분석결과

#### 가. 비용

규제 시행기간을 10년으로 가정하고, 상기 사회적비용 추정방법에서 기술한 NPV(Net Present Value)법을 이용하여 업종별 비용을 산정하였으며, 이를 <표 7-8>에 정리하였다. 현재가치 환산을 위한 사회적 할인율은 국책사업의 예비타당성조사에서 이용되는 5.5%(KDI, 2015)를 적용하여 산정하였다.

총 비용에는 설치비용, 운영비용(자체점검비용 포함), 정기점검비용(3년 1회) 등이 포함된다. 비교적 높은 비용이 발생할 것으로 예상되는 업종은 직물 및 편조원단 염색 가공업으로 10년간 약 124.2억 원의 비용이 소요될 것으로 예상된다. 해당 업종이 높게 나타난 이유는 상대적으로 화학물질 배출량이 높기 때문이다. 배출량이 낮게 나타난 철강선 제조업은 10년간 총 소요비용이 14.7억 원으로 비교적 낮게 예측되었다.

<표 7-8> 시설관리기준 도입시 비용 산정결과

(단위: 천원)

구 분	최초 설치비	운영비용	정기점검비용 (3년 1회)	총 비용
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	1,153,470	1,631,237	122,912	2,907,620
철강선 제조업	584,618	823,899	65,396	1,473,914
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	2,575,807	3,669,136	266,721	6,511,665
강관 제조업	1,002,306	1,415,714	107,628	2,525,648
도금업	1,088,856	1,503,674	116,379	2,708,909
도장 및 기타 피막처리업	2,463,401	3,435,980	255,356	6,154,738
그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	1,680,321	2,388,901	177,450	4,246,674
직물 및 편조원단 염색 가공업	4,953,952	6,958,786	507,170	12,419,910

주: 1) 할인율: 국책사업 예비타당성 조사에서 이용되는 사회적할인율 5.5%를 적용  
2) 운영비용은 자체점검비용이 포함된 수치임

## 나. 편익

편익산정은 상기 비용 산정방법과 동일하게 이루어졌으며 산정결과는 <표 7-9>에 정리하였다. 총 편익은 원료손실 절감에 따른 편익과(직접편익)과 사회적 피해비용 가치추정치(간접편입)가 포함된 수치이다. 상대적으로 총 배출량 합계가 높게 나타났던 직물 및 편조 원단 염색 가공업의 10년간 총 편익이 약 211.3억 원으로 가장 높게 나타났으며, 비교적 총 배출량이 낮게 나타난 철강선 제조업은 총 비용이 20.6억 원으로 낮게 나타났다.

<표 7-9> 시설관리기준 도입시 편익 산정결과

(단위: 천원)

구 분	사회적 편익	원료절감이익	총 편익
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	4,231,950	647,554	4,879,505
철강선 제조업	1,974,613	83,998	2,058,612
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	9,360,958	2,300,192	11,661,150
강관 제조업	3,512,576	485,329	3,997,906
도금업	3,886,504	129,952	4,016,457
도장 및 기타 피막처리업	8,565,329	1,257,583	9,822,913
그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	5,994,434	1,082,130	7,076,564
직물 및 편조원단 염색 가공업	17,560,244	3,574,529	21,134,773

주: 1) 할인율: 국책사업 예비타당성 조사에서 이용되는 사회적할인율 5.5%를 적용

## 다. B/C

앞서 규제 시행기간을 10년으로 가정하여 규제 도입에 따라 관리대상 업종에서 발생하는 총 편익 및 총 비용을 산정하였다. 이하에서는 경제적 타당성을 검토하고자 순 이익의 현재가치 합계와 B/C 값을 산정하여 아래 <표 7-10>에 정리하였다.

검토결과 8개 세세분류 업종 모두 순이익의 현재가치 합계가 5.8 ~ 87.1억 원으로 나타났다. B/C ratio 는 1.40 ~ 1.70으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 제안한 8개 세세분류 업종 모두 규제 도입의 경제적 타당성이 있는 것으로 보인다.

8개 업종 가운데 순 이익 합계가 가장 높게 나타난 세세분류 업종은, 배출량이 높아 편익 및 비용이 높게 산정되었던 직물 및 편조원단 염색가공업으로 약 87.1억 원의 순이익을 나타냈다. 상대적으로 배출량이 높지 않은 철강선 제조업은 약 5.8억 원의 순이익이 발생하는 것으로 조사되었다. 규제 시행에 따른 비용효율이 가장 높은 업종은 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업으로 B/C ratio가 1.79로 가장 높게 나타났다.

<표 7-10> 비용편익분석 결과

(단위: 천원)

구 분	총 편익	총 비용	순 이익	B/C ratio
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	4,879,505	2,907,620	1,971,885	1.68
철강선 제조업	2,058,612	1,473,914	584,698	1.40
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	11,661,150	6,511,665	5,149,485	1.79
강관 제조업	3,997,906	2,525,648	1,472,258	1.58
도금업	4,016,457	2,708,909	1,307,548	1.48
도장 및 기타 피막처리업	9,822,913	6,154,738	3,668,175	1.60
그 외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	7,076,564	4,246,674	2,829,890	1.67
직물 및 편조원단 염색 가공업	21,134,773	12,419,910	8,714,863	1.70



# | 제8장 · HAPs 배출시설 관리를 위한 중장기 정책 추진방향 |

HAPs(유해대기오염물질)는 그 자체로 인체위해성이 높고, 미세먼지, 오존생성의 주요 전구물질로 국민건강을 위협하고 있다. 국내에서 배출되는 유해대기오염물질의 64% ('13년 PRTR 기준)는 굴뚝이 아닌, 시설·공정 등에서 비산 배출되어, 현행 굴뚝 중심의 배출관리로는 국민건강피해 예방에 한계가 있다. 이에 기존의 굴뚝 중심 관리에서 벗어나, 전 공정관리를 통해 유해대기오염물질 배출을 효과적으로 저감하기 위해 비산배출저감 제도가 도입되었다.

유해대기오염물질 배출량이 높은 상위 업종을 우선 관리대상으로 설정하고, 총 여섯 차례의 시설관리기준 설정을 위한 연구가 수행되었으며, 이번의 '16년 대상 업종을 최종 추가하여 현재 시행 중인 업종과 함께 전체 유해물질 배출량의 80% 관리를 목표로 하고 있다.

'15년 1월부터 원유정제업을 대상으로 본격적으로 적용되는 비산배출 저감을 위한 시설관리기준은 제도시행 초기단계에 있으며, 본 연구에서는 HAPs 배출시설 관리를 위한 중장기적 개선방안을 '정책/법규' 및 '시설관리기준'으로 구분하여 제안하였다.

## 1. 정책 및 법규

정책 및 법규상의 문제를 정리하면 ① 규제 대상물질 불분명, ② 점 배출원 규제 필요성, ③ 대량 및 소량 배출원의 획일적 관리기준, ④ 법 조항(법 38조의2)의 개선 필요사항, ⑤ 관리전략 미흡 등이 있다. 상기 문제점에 대한 세부내용 및 개선방안은 <표 8-1>에 정리되어 있다.

### <규제 대상물질 불분명>

현행 대기환경보전법 38조의2에서는 대기오염물질을 규제 대상물질로 정하고 있으며, HAPs와 관련한 용어는 확인하기 어렵다. 비산배출저감 제도는 '04년 'BAT를 적용한 HAPs 규제'를 바탕으로 환경부 정책연구가 처음 시작된 바 있으며, 시설관리기준 마련을 위한 제도연구가 1차 종료된 '16.02까지도 연구 제안요청서 등에는 규제 대상물질이 HAPs로 기술되어 있다.

10년 이상 국책연구사업 등에서 통용되어온 HAPs는 그 물질군에 대한 법적 근거가 없으며, 따라서 HAPs 물질범위가 불분명하다. 대기환경보전법의 특정대기유해물질 35종이 HAPs에 가장 근접한 물질 군으로 볼 수 있으나, US HAPs 187종과 비교하면 물질범위가 다소 제한적으로 적용된다는 측면이 있다. 또한, 연구수행자에 따라 HAPs 물질범위를 각각 다르게 적용하여 연구를 진행하였으며, 53HAPs, 64HAPs, 98HAPs 등과 같이 다양한 물질 군으로 해석되어 왔다.

본 연구와 관련하여 실시된 전문가 자문회의('15년 12월)에서는 HAPs를 잠정적으로 특정대기유해물질 및 VOCs로 협의하였고 관리대상 물질 산정에도 활용한바 있다. 그러나 VOCs의 경우, 위해도 낮은 물질도 일부 포함하고 있어 이에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 예상된다.

만약, 본 제도의 목표를 포괄적 비산 배출원 관리로 설정하는 경우에는 배출허용기준 등의 이원화와 같은 중복규제 문제와, 비산배출관리의 과도한 확대(일반대기오염물질, CO)등의 문제가 우려된다. 38조의2는 비산 배출원을 대상으로 하고 있기는 하나 TMS가

미설치된 굴뚝(점오염원)도 관리대상으로 포함된다.

대기환경보전법 38조의2 관리대상물질은 아래와 같이 3개의 물질 군에 대해 적용하는 방안을 생각해 볼 수 있는데, 향후 이에 대한 정밀한 검토가 필요하다.

- ① 특정대기오염물질
- ② 특정대기유해물질 및 VOCs 물질
- ③ 법 2조 대기오염물질 61종

### 〈대량 및 소량 배출원의 획일적 관리기준〉

현재의 시설관리기준은 해당 업종에서 관리대상 물질을 일정 무게농도 이상으로 사용하는 공정이 존재할 경우, 사업장 규모나 화학물질 취급량에 관계없이 시설관리기준을 준수하여야 한다. 관리대상 세세분류업종에 해당하는 경우, 소량 영세 배출사업장도 규제 대상이 되는 것이다.

대량 및 소량 배출사업장의 관리기준 차별성이 거의 없음에 따라, 소량 배출원은 환경부 하량(배출량)에 비해 상대적으로 강한 기준이 적용될 수 있다는 점도 하나의 개선과제로 볼 수 있다. 이는 환경부하가 높은 사업장에 상대적으로 덜 엄격한 기준이 적용될 수 있는 문제점과도 연계된다. 이 경우, 대량 배출원의 효과적 배출량 저감 성과를 기대하기 어려우며, 소량 배출 영세사업장의 반발도 적지 않을 것으로 예상된다.

HAPs는 배출특성상 일부 상위 배출사업장에서의 HAPs 배출량이 전체 배출량의 대부분을 차지하고 있으며, 특히 1종 사업장의 특정대기유해물질 배출량은 전체 업종 특정대기유해물질 배출량의 93%에 달한다. 따라서 다량배출원의 우선관리 필요성을 검토하고, 대량 배출원 관리에서 순차적으로 관리대상을 확대하는 방안을 모색 할 필요가 있다.

### 〈법 조항의 모순〉

대기환경보전법 제38조의2는 공정 및 설비 등에서 굴뚝 등 환경부령으로 정하는 배출구 없이 대기 중에 대기오염물질을 직접 배출하는 배출시설을 설치·운영하려는 경우에 신고

의무를 부과하고 시설관리기준을 준수하도록 하고 있다. 환경부령에서 정하는 배출구는 TMS가 부착된 굴뚝을 말하는데, 만약 대형사업장의 비산배출원이 굴뚝(TMS)에 연계되는 경우, 규제 대상에서 제외될 수 있다는 다소 모호한 법적 해석이 가능하다.

그러나 현재 대부분의 비산배출저감 관리대상 사업장은 비산배출원이 TMS가 부착된 굴뚝과 연결되어 있더라도, 비산배출 시설관리기준을 준수해야 하는 것으로 해석하고 있다.

〈표 8-1〉 정책 및 법규상의 문제점 및 개선방안

구 분	문제점	개선방안
규제 대상물질 불분명	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 법 조항 상의 규제 대상: 대기오염물질</li> <li>- '04년에 “BAT를 적용한 HAPs 규제” 환경부 정책연구가 최초 시작되었으며, 시설관리기준 제도연구가 1차 종료된 ‘16.02까지 RFP에는 규제 대상물질이 HAPs로 기술</li> <li>- HAPs 물질에 대한 법적 근거가 없으며, 따라서 HAPs 물질범위가 불분명함               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 특정대기 35종이 HAPs에 가장 근접한 물질군으로 볼 수 있으나, 물질범위가 다소 제한적이라는 한계점 존재</li> <li>· 연구수행자에 따라 각각 다르게 정의</li> </ul> </li> <li>- ‘15.12 회의에서 잠정적으로 특정+VOC로 협의               <ul style="list-style-type: none"> <li>· VOC의 경우, 위해도 낮은 물질 포함</li> </ul> </li> <li>- 포괄적 비산배출원 관리를 목표로 할 경우, 배출허용기준 등의 이원화/중복규제, 비산배출관리의 과도한 확대(일반대기오염물질, CO)등의 문제 우려               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 38조의2는 비산배출원을 대상으로 하고 있기는 하나, TMS 없는 굴뚝(점오염원)도 관리대상으로 포함</li> </ul> </li> </ul>	<p>대안검토</p> <p>1안) 특정대기오염물질 관리: 점오염원vs비산배출오염원</p> <p>2안) 특정대기오염물질 및 VOC 통합관리</p> <p>3안) 대기오염물질(법2조)의 포괄적 비산배출원 관리</p>
점배출원 규제 필요성 검토	<p>&lt;목표 저감물질이 특정+VOC일 경우&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 대형사업장의 점배출원은 미규제: 1차금속 특정대기물질의 점배출 비율 66%</li> </ul>	<p>목표 저감물질 정립 ⇒ 비점 및 점배출원의 통합관리 필요성 검토</p>
대량 및 소량 배출원의 획일적 관리기준 적용	<p>&lt;목표 저감물질이 특정+VOC일 경우&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HAPs 배출특성: 일부 상위 배출사업장에서 HAPs 배출량 대부분을 차지: 1종 사업장의 특정대기 배출량 93%</li> <li>- 관리대상 세세분류업종에 해당될 경우, 소량 영세 배출사업장도 규제 대상</li> <li>- 대량 및 소량 배출사업장의 관리기준 차별성이 작음에 따라 강화된 기준 적용 어려움 ⇒ 대량 배출원의 효과적 배출량 저감 성과 기대 어려움, 소량 배출 영세사업장의 불만 제기 등</li> </ul>	<p>목표 저감물질 정립 ⇒ 다량배출원의 우선관리 필요성 검토(Pareto or Long tail? ) ⇒ 다량배출원 관리에서 점차적으로 확대 &amp; 다량배출원기준 강화 검토</p>
법 조항의 모순	<p>제38조의2(비산배출의 저감) ① ~ 공정 및 설비 등에서 굴뚝 등 환경부령으로 정하는 배출구 없이 대기 중에 대기오염물질을 직접 배출(이하 "비산배출"이라 한다)하는 배출시설을 설치·운영하려는 경우 ~ ⇒ 대형사업장의 비산배출원이 굴뚝(TMS)에 연계될 경우, 규제 대상에서 제외될 수 있는 여지 존재</p>	필요시 개정
관리전략 미흡	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 관리전략 및 중장기 종합계획 수립, 수정된 관리목표 및 산업체에서의 적용성과 등을 고려하여 기존 배출원 선정의 적정성 검토</li> <li>- 저감목표, 적용 저감기술수준 정립: 미국 MACT, EU BAT 등</li> </ul>	

## 2. 시설관리기준

시설관리기준의 문제점 및 개선방안을 정리하면 ① 적용 사업장 범위, ② 표준산업분류 코드에 의한 사업장 분류, ③ 관리물질/관리시설, ④ 중요도를 고려한 법령 위계 정비, ⑤ 업종별 통합관리기준 정비, ⑥ 업종별 관리기준 일관성 등이 있다. 상기 문제점에 대한 세부내용 및 개선방안은 <표 8-2>에 정리되어 있다.

### <적용 사업장 범위>

앞서 검토한바와 같이, 시설관리기준은 관리대상 세세분류업종에 해당되는 사업장에서 관리대상 물질의 5w% 이상 농도 기준이 적용되는 공정에 적용된다. 이에 따라 소량 배출 영세 사업장도 기준에 해당하는 경우 관리기준을 준수하여야 하며 현재는 다량 및 소량 배출원에 대해 차별적 기준이 적용되지 않고 있다.

이 경우, 취급량은 많으나 저농도의 유체를 사용하는 공정을 보유한 사업장은 시설관리기준 대상에 해당하지 않으며, 반대로 취급량은 적으나 고농도의 유체를 사용하는 공정을 보유한 사업장은 관리기준에 해당하게 된다. 효과적인 유해대기오염물질 관리를 위해서는 취급량, 배출량 등의 양적 기준 설정이 필요할 것으로 사료된다.

### <표준산업분류코드에 의한 사업장 분류>

산업분류의 적용원칙은 산업활동이 결합되어 있는 경우에는 그 활동단위의 주된 활동에 따라 분류하고, 직접 생산활동 없이, 타자에 의뢰하여 자기계정으로 생산케 해도 이를 직접 생산하는 단위와 동일한 산업으로 분류하고 있다. 현재 시설관리기준은 관리대상 업종을 표준산업분류의 세세분류코드 단위로 구분하고 있으며, 이에 따라 각 사업장은 규제 대상 여부를 비교적 명확하게 파악할 수 있다.

그러나 표준산업분류의 특성상, 동일한 생산품을 제조하고 유사한 대기오염물질 배출 형태를 보이는 2개 사업장이 존재하더라도 1개 사업장은 시설관리기준의 관리대상 세세분류 업종에 해당하는 반면, 또 다른 사업장은 최초등록시의 표준산업분류가 관리대상 세세

분류 업종에 해당하지 않아 시설관리기준에 적용을 받지 않는 경우도 발생할 수 있다. 이와 같이 현행의 표준산업분류표상 세세분류코드 단위의 관리대상 사업장 선정방법은 주요 배출원이 관리대상에서 누락되는 경우가 발생할 여지가 있다.

또한, 현재 국내의 대기 배출허용기준이나 미국의 NESHAP 및 EU BREFs는 관리제도가 관리대상을 공정별로 구분하고 있는 것과는 다소 차이가 있다. 이외에도 실제 본 제도의 관할관청인 지방·유역환경청에서는 공장설립온라인지원시스템(factoryon)을 통해 사업장 해당여부 확인하고 있어, 공장등록증이 없는 소규모 사업장이나 개정된 업종분류코드를 미반영한 사업장은 관리사각지대에 놓일 우려도 있다. 따라서 공정별 관리기준을 우선으로 하되, 표준산업분류체계도 병행하여 활용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

이외에도 기타 적용 예외시설, 점검보고서 작성 등과 같은 관리기준의 틀이 되는 제도 주요내용이 시행규칙 별표에서 규정하고 있어, 중요도를 고려한 법령 위계 정비가 필요할 것으로 예상되며 아래 표에 문제점 및 개선방안이 정리되어 있다.

〈표 8-2〉 시설관리기준의 문제점 및 개선방안

구 분	문제점	개선방안
적용 사업장 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재는 해당 세세분류업종으로 구분되는 모든 사업장에 적용</li> <li>- 실제로는 관리물질의 5% 이상 농도 기준이 적용되는 공정 등이 있는 사업장에 적용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>: 소량 배출 영세 사업장도 해당(현재는 다량 및 소량 배출원에 대해 차별적 기준이 적용되지 않고 있음)</li> <li>: 취급량은 많으나 저농도 유체 공정 사업장은 미해당, 반대로 고농도이나 취급량은 극히 적은 사업장은 해당</li> </ul> </li> </ul>	사업장 적용을 위한 양적 기준 설정 필요 (취급량, 배출량 등)
표준산업분류코드에 의한 사업장 분류	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 표준산업분류로 구분함에 따라 각 사업장은 규제 대상 여부를 비교적 명확하게 파악 가능함</li> <li>- 세세분류업종별 구분에 따라 주요 배출원이 누락되거나, 미배출 사업장도 배출원으로 분류될 수 있는 여지 있음</li> </ul> <p>〈산업분류의 적용원칙〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 산업활동이 결합되어 있는 경우에는 그 활동단위의 주된 활동에 따라 분류</li> <li>· 직접 생산활동 없이, 타자에 의뢰하여 자기계정으로 생산해 내는 것을 직접 생산하는 단위와 동일한 산업으로 분류</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한국 대기배출기준, 미국 NESHAP 및 EU BREFs: 공정별관리기준 위주</li> <li>- 환경청의 행정처리 어려움: 공장설립온라인지원시스템(factoryon)을 통해 사업장 해당여부 확인                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 공장등록증이 없는 소규모 사업장, 개정 업종코드 미반영 사업장 존재</li> </ul> </li> </ul>	공정별 관리기준을 우선으로 하되, 표준산업분류체계도 병행 활용
관리물질/관리시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 관리대상물질(추가선정물질)중 법2조의 대기오염물질에 해당되지 않는 물질 5종 있음</li> <li>- 아크릴산에틸 제외 4종(메탄올, MEK, MTBE, 이소프로필알콜)은 VOC, 2종(MEK, 이소프로필알콜)은 US HAP 미해당</li> <li>- 관리기준 적용시설 중 법2조의 배출시설에 해당되지 않는 시설                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 파이프라인 운송업 및 위험물품 보관업, 폐수처리시설 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 관리대상물질 명시</li> <li>- 시행령에서 관리물질을 명시할 수 있도록 38조2 개정</li> </ul>
중요도를 고려한 법령 위계 정비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 적용 예외시설, 점검보고서 작성 등과 같은 관리기준의 틀이 되는 내용이 시행규칙 별표에서 규정</li> <li>- 중복규제(배출허용기준)시의 기준에 대한 범위계정리:중복기준이 지침(28쪽)에 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 관리기준의 기반이 되는 조항은 법 또는 시행령으로 위계 상향 조정</li> </ul>
업종별 통합관리기준 정비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4개 업종군별로 관리기준이 각각 구성되어 있으나, 대부분 동일 또는 유사 기준 반복 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전 업종에 해당되는 통합기준, 특정 업종에만 적용되는 관리기준 별도 명시</li> </ul>
업종별 관리기준 일관성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세세분류업종, 추가관리물질 및 세부공정에 대한 선정기준이 명확하지 않으며, 연차별(업종군별)로 일부 차이 존재</li> <li>- 저감목표 물질과 관리물질이 동일하게 사용됨</li> <li>- 세세분류업종별 배출량의 시계열별 변동성</li> </ul>	

## 참고문헌

### [국내문헌]

- 국립환경과학원(2014), 유해대기오염물질 시설관리기준 제정을 위한 조사(V)
- 국립환경과학원(2014), 대기환경연보
- 국립환경과학원(2014), 도시지역 유해대기오염물질(HAPs) 모니터링(I)
- 국립환경과학원(2014), 휘발성유기화합물(VOCs) 시설관리기준 개선 방안 마련을 위한 로드맵 수립
- 환경부(2005), 석유제품제조업의 HAPs 배출원별 시설·관리기준 설정 연구
- 환경부(2006), 유해대기오염물질 배출원별 시설 및 관리기준 설정 연구(II)
- 환경부(2007), 유해대기오염물질 배출원별 시설 관리기준 설정에 관한 연구(III)
- 환경부(2008), 유해대기오염물질 배출원별 시설 및 관리기준 설정 연구(IV)
- 환경부(2009), 유해대기오염물질 배출원별 시설 및 관리기준 설정 연구(V)
- 환경부(2011), 잔류성 유기오염물질(POPs)에 관한 스톡홀름 협약
- 환경부(2015), 업종별 HAPs 비산배출의 저감을 위한 시설관리기준 사업장 세부지침 마련 연구
- 환경부(2015), 생활주변 VOCs 관리방안 마련 연구
- 환경부 외(2010), 유해대기오염물질(HAPs) 시설관리기준 도입 시범사업(I)
- 환경부 외(2011), 제철, 제강 및 석유제품 제조업 등의 HAPs 시설관리기준 제정을 위한 조사
- 환경부 외(2012), 의약품, 기타화학제품 및 화학섬유제조업의 HAPs 시설관리기준 제정을 위한 조사
- 환경부 외(2013), 기타 운송장비, 고무 및 플라스틱 제조업, 전기장비 제조업의 HAPs 시설관리  
기준 제정을 위한 조사
- KEI(2015), 환경가치 DB 구축 및 원단위 추정Ⅲ
- KEI(2003), 수도권 대기질개선 특별대책에 대한 경제성 평가

### [국외문헌]

- OECD(1995), Control of Hazardous Air Pollutants in OECD countries
- EPA(2012), Compliance Division Office of Transportation and Air Quality U.S

EEA(2014), Costs of air pollution from European industrial facilities 2008–2012  
AEA Technology Environment(2005), Damages per tonne emission of PM2.5, NH3, SO2,  
NOx and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and surrounding seas

## [참고법령]

약취방지법 [별표3], ‘배출허용기준 및 엄격한 배출허용기준의 설정 범위’  
환경정책기본법 시행령 [별표], 환경기준  
대기환경보전법 시행규칙 [별표8], ‘대기오염물질의 배출허용기준’  
잔류성유기오염물질 관리법 시행규칙 [별표 3], ‘잔류성유기오염물질 배출허용기준’  
환경부 고시(2009), 대기보전특별대책지역지정 및 동지역내 대기오염 저감을 위한 종합대책  
대기환경규제지역 지정 및 실천계획 수립 등에 관한 규정 [별표], ‘대기환경기준 물질별 대기환  
경규제지역 지정 세부기준’

## [온라인 및 통계자료]

화학물질 배출·이동량(PRTR) 정보시스템(<http://ncis.nier.go.kr/tri/>)  
대기배출원관리시스템(SEMs), '13년 배출현황  
화평법·화관법 산업계 도움센터(<http://www.chemnavi.or.kr/spchemicals/introduction.asp>)  
EPA홈페이지(2015, <http://epa.gov/ttn/atw/area/arearules.html>)  
South Coast AQMD(2015, <http://www.aqmd.gov/home/library/air-quality-data-studies/health-studies>)  
SouthCoastAQMD(2015,[http://www.aqmd.gov/docs/default-source/technology-research/  
annual-reports-and-plan-updates/2012-annual-report-and-2013-plan-update.pdf? sfvrsn=2](http://www.aqmd.gov/docs/default-source/technology-research/annual-reports-and-plan-updates/2012-annual-report-and-2013-plan-update.pdf?sfvrsn=2))