발 간 등 록 번 호
11-1480802-000066-10

승인번호
제 106013 호

화학물질 배출량조사 지침

2026



기후에너지환경부

책임운영기관
기후에너지환경부
화학물질안전원

목 차

1부. 화학물질 배출량·이동량 조사개요 ····· 1

1장. 조사개요 ····· 3

1절. 조사목적 ····· 3

2절. 조사근거 ····· 3

3절. 조사대상 기간 ····· 3

4절. 조사대상 사업장 ····· 3

5절. 조사대상 화학물질 ····· 4

6절. 조사제외 화학물질 ····· 4

7절. 조사내용 ····· 5

8절. 조사표 제출기한 및 관련자료 관리 ····· 5

9절. 조사표 제출방법 ····· 6

10절. 조사결과 정보공개 ····· 6

11절. 자료보호 ····· 7

2장. 조사대상 여부 확인 ····· 8

1절. 사업장에서 취급하는 조사대상 화학물질의 함유율(%) 확인 ····· 9

2절. 사업장에서 취급하는 조사대상 화학물질의 취급량(제조·사용량) 확인 ····· 12

2부. 화학물질 배출량·이동량 산정방법 ····· 15

1장. 조사대상 화학물질 배출량·이동량 ····· 17

1절. 대기로 배출된 양 ····· 17

2절. 수계로 배출된 양 ····· 23

3절. 토양으로 배출된 양 ····· 23

4절. 자가 매립량 ····· 23

5절. 폐수처리업체로 이동된 양 ····· 24

6절. 폐기물처리업체로 이동된 양 ····· 24

2장. 배출량·이동량 산정을 위한 조사대상 화학물질의 배출원 확인 ····· 25

1절. 배출원 확인 ····· 25

2절. 주요 단위공정별 배출원 ····· 26

3장. 배출량·이동량 산정방법 ····· 30

1절. 직접측정법 ····· 30

2절. 물질수지법 ····· 36

3절. 배출계수법 ····· 39

4절. 공학적 계산법 ····· 44
5절. 배출량 · 이동량 조사시 주의사항 ····· 49

3부. 주요공정(배출원)별 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 51
1장. 저장 및 이송 · 운반시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 57
1절. 저장시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 57
2절. 이송, 운반, 분배, 계량시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 78
2장. 제품제조공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 99
1절. 혼합공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 99
2절. 화학반응공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 108
3절. 도장, 염색, 인쇄 등의 코팅공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 117
4절. 열처리공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 127
5절. 탈지, 세정, 표백공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 143
6절. 분리, 정제공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 160
7절. 기계적 가공공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 168
8절. 조립 · 포장 · 검사공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 178
9절. 용제회수공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 188
3장. 환경오염방지시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 197
1절. 대기오염방지시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 198
2절. 폐수처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 205
3절. 폐기물처리시설에서의 배출량·이동량 산정방법 ····· 214
4장. 빗물(雨水)을 통한 배출량 산정방법 ····· 220
5장. 비정상 조업(청소, 보수, 사고 등)시 배출량·이동량 산정방법 ····· 222
1절. 장치세척, 청소, 점검, 보수 등을 위하여 시설 개방시 ····· 223
2절. 운반시 부주의로 인한 누출손실량 ····· 227
3절. 사고나 재난 ····· 232

4부. 불소화합물 배출량 산정방법 ····· 241
1장. 마그네슘 생산 ····· 243
2장. 전자산업 ····· 245
3장. 오존파괴물질(ODS)의 대체물질 사용 ····· 252

5부. 중소사업장에서의 배출량 · 이동량 산정방법 ····· 257
1장. 저장공정 ····· 259
2장. 이송공정 ····· 261
3장. 혼합공정 ····· 263

4장. 화학반응공정 ····· 265
5장. 분리,정제공정 ····· 267
6장. 염소처리공정 (수도사업) ····· 269
7장. 코팅공정 (도장, 인쇄, 염색 및 관련산업 등) ····· 273
8장. 탈지, 세정공정 (금속제품제조, 전기기계기구제조업 등) ····· 276
9장. 세탁공정 (드라이크리닝, 세탁업 등) ····· 280
10장. 폐기물처리공정 ····· 282

6부. 조사표 작성안내 ····· 285
1. 업체에 관한 일반사항 작성방법 ····· 287
2. 화학물질 배출량·이동량 조사표 작성방법 ····· 289

< 부 록 > ····· 325
별표 1. 화학물질 배출량 조사대상 업종 ····· 327
별표 2. 화학물질 배출량 조사대상 화학물질 ····· 344
별표 3. 대표적인 대기오염물질 처리장치별 처리대상 물질 ····· 392
별표 4. 대표적인 폐수처리장치의 제거율과 분해율 ····· 393
별표 5. 검지기를 이용한 농도측정방법과 배출계수 측정법 ····· 394
별표 6. 자체배출계수 표본선정기준 ····· 406
별표 7. 혼합물에서의 대기배출량 산정방법 ····· 407
별표 8. 후드(Hood) 등 환기장치 포집률 ····· 412

〈 참고자료 1 〉 ····· 413
Ⅰ. 배출량산정프로그램 매뉴얼 ····· 415
Ⅱ. 배출량 보고시스템 매뉴얼 ····· 442

〈 참고자료 2 〉 ····· 475
· 화학물질의 배출량조사 및 산정계수에 관한 규정 (기후에너지환경부고시 제2025-52호) ····· 477

[별지서식]
· ( )년도 화학물질 환경배출량·이동량 조사표 ····· 483

“화학물질의 배출량조사 지침”일부 개정 안내

개정 2025. 3. 19.

1. 대기배출원관리시스템(SEMS) 배출량 활용 방법
2. 〈표2〉 산단분류 번호표
3. 〈표3〉 농공단지 분류 번호표
4. [별표1] 화학물질 배출량 조사대상 업종
5. [별표3] 대표적인 대기오염물질처리장치별 처리대상 물질
6. [참고자료1-II] 배출량 보고시스템 매뉴얼

개정 2026. 3. 13.

1. 특정수질유해물질 배출량 활용 방법
2. 배출계수 관련 문헌 출처
3. [별표 8] 후드(Hood) 등 환기장치 포집률
4. 〈표2〉 산단분류 번호표.
5. [별지서식] 화학물질의 배출량조사 및 산정계수에 관한 규정

- 의문사항이나 기술적인 문제가 있으면 "화학물질안전원 화학안전정보과"로 문의하시기 바랍니다.
  ☎ (043)830-4225, 4222, 4235
- 또한, 이 지침서는 화학물질안전원 홈페이지(http://nics.mcee.go.kr/)의 '자료실-화학물질배출량·통계자료'에서 다운로드 받으실 수 있습니다.

1부

화학물질 배출량·이동량 조사개요

1장. 조사개요

1절. 조사목적

○ 사업장에서 제조, 사용하는 화학물질이 환경(대기, 수계, 토양) 중으로 배출되는 양을 파악하고 배출 손실량을 기업이 자율적으로 줄임으로써 기업생산성을 향상시킬 뿐만 아니라 환경오염을 최소화

○ OECD의 PRTR 규정〈C(2018)5〉*을 이행하기 위함

*** PRTR(Pollutant Release and Transfer Registers): OECD-LEGAL-0440**

2절. 조사근거

○ 「화학물질관리법」 제11조, 같은 법 시행규칙 제5조

- 기후에너지환경부고시 제2025-52호('25.12.15. 화학물질의 배출량조사 및 산정계수에 관한 규정)

○ 「통계법」 제18조, 동법시행령 제24조, 동법시행규칙 제12조

- 국가데이터처 통계작성 승인 및 변경승인 제106013호('99.1.16, '04.12.20)

3절. 조사대상 기간

○ 조사대상 기간 : 조사기준년도 1월 1일 ~ 12월 31일(1년간)

※ <예> '26년도의 경우 ' 26년 4월30일까지 조사표를 작성하여 제출
(조사 대상 기간은 2024년1월1일부터 12일31일까지 취급량과 배출이동량 입니다.)

4절. 조사대상 사업장

○ ①~③항 **모두 해당 시 제출** 대상, ①~③항 중 한 항목이라도 해당이 없을 경우 조사대상 제외(**비대상 신고서 제출·신고, 화학물질 배출량보고 시스템**)

① 「대기환경보전법」과 「물환경보전법」에 의하여 배출시설의 설치허가 및 신고를 한 사업장 중,

② 부록 [별표1]의 화학물질배출량 조사대상 업종에 해당되는 사업장으로,

③ 부록 [별표2]의 조사대상 화학물질을 조사기준 이상 취급하는 사업장

5절. 조사대상 화학물질

○ 조사대상 화학물질(부록 [별표2])이 **조사기준 이상 농도로 함유**되어 있고, 제조사용 총량이 각 물질별로 **Ⅰ그룹에** 해당하는 물질의 경우 **연간 1톤 이상**; **Ⅱ그룹**에 해당하는 물질의 경우 **연간 10톤 이상**인 화학물질로 다음사항에 해당하는 화학물질

- 사업장에서 생산하는 화학물질 및 화학제품
- 사업장에서 사용하는 원료 및 첨가제(보조원료, 반응가스 등 직접 또는 화학적 변화를 통해 제품 속에 함유되는 모든 화학물질을 포함한다)
- 사업장에서 사용하는 공정보조물질(제품에 함유되지는 않지만 촉매, 분리제, 세정제 등 제품생산과정에 사용하는 화학물질을 포함한다)
- 사업장에서 보관·저장하는 화학물질(운송업 또는 창고업에서 보관·저장하는 화학물질을 포함한다)
- 폐기물처리사업장에서 처리하는 폐기물(소각, 매립, 재활용 등의 과정을 거쳐 처리되는 폐기물에 함유된 화학물질을 포함한다)
- 기타 사업장에서 사용하는 화학물질(폐수처리, 사업장의 시설 및 장치의 유지·보수 등에 사용하는 화학물질을 포함한다)

6절. 조사제외 화학물질

○ 부록 [별표2]의 조사대상 화학물질을 각 물질별로 Ⅰ그룹에 해당하는 물질은 연간 1톤 미만, Ⅱ그룹에 해당하는 물질은 연간 10톤 미만 제조·사용하는 사업장 또는 다음 사항에 해당하는 화학물질

- 시험, 연구 또는 검사용으로 제한된 장소에서 조사, 연구에 한하여 사용되는 경우
- 축전지와 같이 구입하여 사용하는 기계, 장치내에 내장되어 있는 화학물질
- 시설의 도색을 위한 페인트, 건축자재와 같이 사업장 시설자체의 일부분인 화학물질
- 사업장에서 운행 또는 가동하는 기기·장비의 가동과 유지에 사용되는 화학물질
- 사무기기, 약, 화장품 등 종업원이 개인용도로 사용하는 화학물질
- 사업장 조경시설 등의 유지에 사용되는 살충제, 비료 등의 화학물질
- 중금속 및 그 화합물 중 고체로서 고유의 형상을 유지한 상태로 취급되며, 그 취급과정에서 용융, 증발 또는 용해되지 않는 화학물질

- 다른 화학물질을 제조하는 과정에서 생성되어 그 화학공정에서 전량 사용되어 소멸되는 화학물질로서, 제조되는 설비로부터 의도적으로 제거·분리(보관·저장)되지 아니하는 화학물질
- 사업장의 연료(난방용)로 사용하는 화학물질
  (다만, 제품제조 등 취급공정에서 연료로 사용하는 것은 보고 대상임)

7절. 조사내용

○ 업체명, 주소, 사업자등록번호, 업종 등 사업장 일반현황

○ 조사대상 화학물질의 연간 취급(제조·사용)량

○ 화학물질이 환경(대기·수계·토양) 중으로 배출된 양

○ 화학물질이 폐기물·폐수에 포함되어 사업장 외부로 이동된 양 등

8절. 조사표 제출기한 및 관련자료 관리

○ 전년도의 자료를 근거로 매년 4월30일까지 제출 (예 : 2025년도 화학물질 배출량 조사표(이하 “조사표”)를 2026년 4월30일까지 제출)

○ 다만, 폐기물처리사업자는 위탁받은 폐기물에 한하여 매년 8월31일까지 제출을 연기할 수 있다.

- 조사대상 화학물질을 찾아내거나 배출량 산정에 이용된 자료는 배출량이동량 조사표를 제출한 후 5년간 보관하고 관할기관의 관계공무원의 요구 시 제출
- 폐기물처리업체로 이동량을 입력할 경우 반드시 폐기물 배출 및 처리실적 보고서를 송부하여 제출

9절. 조사표 제출방법

○ 화관법민원24 웹사이트(https://icis.mcee.go.kr/cdms)에서 "화학물질 배출이동량 조사표"를 배출량조사 지침에 따라 작성하여 제출하여야 함

○ **조사대상 사업장이 아닌 경우**에도 배출량조사 지침서에 따라 웹사이트(https://icis.mcee.go.kr/cdms)에서 **"비대상 신고서"를 작성·제출**하여야 함

※ 조사대상 사업장이 아닌 경우 : 조사대상 사업자 중 화학물질을 취급하지 않거나 조사제외 화학물질에 해당할 경우 등

10절. 조사결과 정보공개

○ 화학물질 배출량조사를 완료한 때에는 「화학물질관리법」제12조, 같은법 시행규칙 제6조에 따라 사업장별 조사 결과를 화학물질 종합정보시스템(https://icis.mcee.go.kr)(「화학물질관리법」제48조) 등에 공개

- 기후에너지환경부고시「화학물질 조사결과 및 정보공개제도 운영에 관한 규정」에 의해 배출량 조사결과 공개항목 결정
- 공개항목: 사업장의 일반정보(업체명, 주소 등), 배출량(대기·수계·토양), 자가매립량, 이동량(폐수·폐기물) 등

〈예시〉

업체명	주소	물질명	CAS No.	물질 그룹 및 발암성	배출량			자가 매립량	이동량	
					대기	수계	토양		폐수	폐기물
화학물질 안전원	충청북도 청주시 오송읍 오송생명 11로 270	수산화나트륨	001310-73-2	□그룹I, ☑그룹II, □IARC1, □IARC2A, □IARC2B	0	0	0	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

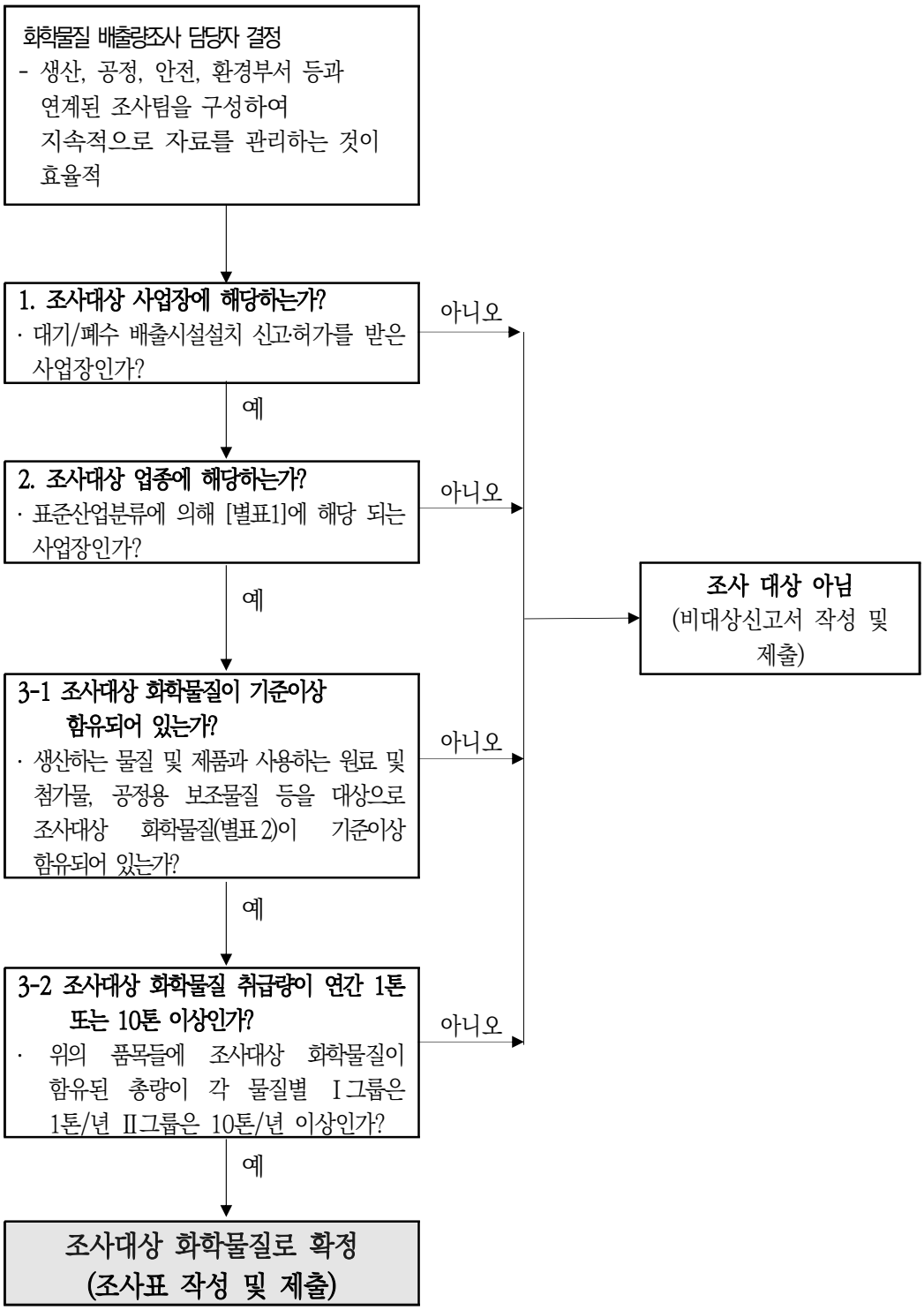
11절. 자료보호

○ 화학물질 환경배출량·이동량 조사표 제출 시 작성된 화학물질이 기업비밀사항일 경우

- 업체는 「화학물질관리법」제52조, 같은 법 시행규칙 제57조의 규정에 의거 화학물질안전원장·지방환경관서의 장에게 신청
- 화학물질안전원장·지방환경관서의 장은 시행규칙 제57조 제1항의 규정에 의하여 자료보호신청서를 접수한 때에는 보호 내용의 요지, 이유서 및 보호대상, 보호요청기간 등 적정여부를 검토하여 15일 이내에 그 결과를 통지
- 자료보호를 통지한 배출량조사표는 별도 표기하여 「화학물질관리법」제52조, 같은법 시행규칙 제58조의 규정에 따라 보호자료를 관리

○ 현장조사 시 관할기관에 제출한 배출량 산정 근거자료 등이 기업비밀사항을 포함하고 있을 경우, 「화학물질관리법」 제52조에 의하여 관할기관은 관련 정보가 외부로 유출되지 않도록 유의한다.

2장. 조사대상 여부 확인


화학물질 배출량조사 담당자 결정
- 생산, 공정, 안전, 환경부서 등과 연계된 조사팀을 구성하여 지속적으로 자료를 관리하는 것이 효율적
1. 조사대상 사업장에 해당하는가?
· 대기/폐수 배출시설설치 신고·허가를 받은 사업장인가?
아니오
예
2. 조사대상 업종에 해당하는가?
· 표준산업분류에 의해 [별표1]에 해당 되는 사업장인가?
아니오
예
조사 대상 아님
(비대상신고서 작성 및 제출)
3-1 조사대상 화학물질이 기준이상 함유되어 있는가?
· 생산하는 물질 및 제품과 사용하는 원료 및 첨가물, 공정용 보조물질 등을 대상으로 조사대상 화학물질(별표 2)이 기준이상 함유되어 있는가?
아니오
예
3-2 조사대상 화학물질 취급량이 연간 1톤 또는 10톤 이상인가?
· 위의 품목들에 조사대상 화학물질이 함유된 총량이 각 물질별 Ⅰ그룹은 1톤/년 Ⅱ그룹은 10톤/년 이상인가?
아니오
예
조사대상 화학물질로 확정
(조사표 작성 및 제출)

1절. 사업장에서 취급하는 조사대상 화학물질의 함유율(%) 확인

□ 사업장에서 생산하는 물질 및 제품과 사용하는 원료 및 첨가물, 공정용 보조물질 등을 대상으로 조사대상 화학물질(CAS No. 확인 필요)이 조사기준 이상 함유되어 있는지 확인(기후에너지환경부고시 제 2025-52호, 별표 2)

① 해당 업소에서 연간 생산하는 화학물질 및 제품, 사업장 내로 반입(수입 또는 구매)하여 사용하는 원료 및 첨가제, 공정용 보조물질, 기타 사용된 물질 등을 품목별로 정리

- 제품을 생산하기 위하여 사업장내에서 생산되는 원료물질도 생산물질에 포함
- 보수, 유지 등을 용역회사에 맡기는 경우, 사업장내 용역회사가 사용한 물질도 포함
- 조사대상에서 제외되는 사항은 품목에서 제외
- 종이, 섬유, 목재, 도자기 등 분명하게 조사대상 화학물질이 포함되어 있지 않은 것은 제외

② 정리된 품목별로 조사대상 화학물질의 농도를 조사하여 부록 [별표2]의 배출량조사대상 화학물질 조사기준(조사대상범위) 미만인 품목은 조사대상에서 제외

[별표 2]

배출량 조사대상 화학물질

번호	CAS No	물질		☞ 조사대상범위 〔무게함유율(%)〕
		품명(국문명)	품명(영문명)	
1	000050-00-0	포름알데히드	Formaldehyde	0.1이상
2	000051-28-5	2,4-디니트로페놀	2,4-Dinitrophenol	1.0이상
3	000051-52-5	프로필티오우라실	Propylthiouracil	0.1이상
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- 혼합물 경우는, 물질안전보건자료(MSDS)로부터 조사대상화학물질의 자료를 이용
- MSDS에 성분 표시가 되어 있지 않는 경우는, MSDS에 기재되어 있는 문의처나 판매자(제조자, 수입자 등)에게 조사대상 화학물질의 함유량 등을 문의
- 화학물질 수출입 관련 서류에서도 화학물질 구성 성분자료를 얻을 수 있음
- 제품 또는 공정 관리에서 실시하고 있는 시료분석데이터를 이용
- 일정 농도 범위만 알고 있을 경우 아래 방법중 선택하여 농도를 결정할 것
  · 상한값만을 알고 있다면, 상한값을 사용할 것
    (예 : 톨루엔의 농도가 5%이하 일 경우 최고값인 5%를 사용)
  · 농도의 범위만을 알고 있다면, 중간값을 사용할 것
  · 하한값만을 알고 있다면 상한값을 100%로 보고 그 범위 내에서 중간값을 사용할 것 (예 : 물 10%와 60%이상 톨루엔이 함유되어 있다면 톨루엔의 하한값은 60%이고, 상한값은 90%이므로 그 중간값인 75%를 사용)
- 위의 자료 중에 만족할 만한 결과를 얻지 못할 경우 자가측정 데이터를 활용

【예】 사업장에서 아래와 같은 화학물질을 취급할 경우

제품	구성성분			조사대상
	품명(국문명)	CAS No	무게함유율(%)	
A-1	수산화나트륨	1310-73-2	40	조사대상 (무게함유율 기준(1.0%) 이상)
A-2	황산	7664-93-9	5	조사대상 (무게함유율 기준(1.0%) 이상)
A_3	자일렌	1330-20-7	0.8	제외 (무게함유율 기준(1.0%) 미만)

→ 수산화나트륨, 황산은 무게함유율 기준 이상이므로 조사대상에 포함
→ 자일렌은 무게함유율 기준 이하이므로 조사대상에서 제외

【예】 회사 실험실에서 여러 가지 시약들을 구입하여 사용하고 있다. 이 경우 그 시약들이 소포장된 실험용 시약일 경우는 조사대상에서 제외하여도 된다. 그러나 벌크상태로 수입하여 실험용 시약으로 다시 소분하여 판매하였을 때는 조사대상 화학물질에서 제외되지 않는다.

【예】 축전지를 구입하여 사용할 경우 축전지 내에 포함되어 있는 조사대상 화학물질은 장치 내에 내장되어 있는 물질이므로 조사대상에서 제외되나 축전지를 제조하는 업소의 경우는 축전지를 제조하기 위하여 원료로 사용되는 물질은 조사대상 화학물질에서 제외되지 않는다.

【예】 한 회사에서 장치 세척을 위하여 산업용제 A를 30,000㎏ 사용하고 있다. 용제에 대한 물질안전보건자료(MSDS)를 조사해 본 결과 조사대상 화학물질인 MEK(메틸-에틸-케톤)가 적어도 50wt%이상, 비독성 계면활성제가 약 20wt%도 포함되어 있다고 한다. 이 때 용제에 포함되어 있는 조사대상 화학물질인 MEK의 최저농도는 50%이고, 최고농도는 80%이므로 평균값은 (80% + 50%) / 2 = 65%가 되고 사용량은 30,000㎏ × 65% = 19,500㎏이 된다.

【예】 한 회사에서 회로판을 세척하기 위하여 산업용제 B를 32,500㎏ 사용하고 있다. 용제에 대한 물질안전보건자료(MSDS)를 본 결과 조사대상 화학물질인 메탄올이 80%이상 포함되어 있다고 한다. 이때 용제에 포함되어 있는 조사대상 화학물질인 메탄올의 최저농도는 80%이고 최고농도는 100%이므로 그 평균값은 (80%+100%)/2=90%가 되고, 사용량은 32,500㎏ × 90%=29,250㎏이 된다.

【예】 한 회사에서는 장치를 세척하기 위하여 연간 20톤의 세척제를 구입하여 사용하고 있다. 이 세척제를 공급하는 업체에서는 세척제에 메탄올이 0.5%, 포름알데히드가 0.2% 함유되어 있다고 하였다. 이 회사에서 다른 경우로는 메탄올을 사용하지 않는다고 하면 메탄올은 조사대상범위농도 1.0%미만 함유하고 있으므로 조사하지 않아도 된다. 그러나 포름알데히드는 조사대상범위 농도 0.1%(1,000 ppm)이상 함유하고 있으므로 그 사용량이 조사기준을 초과하였을 경우는 배출량을 산정하여야 한다.

2절. 사업장에서 취급하는 조사대상 화학물질의 취급량(제조·사용량) 확인

□ 조사기준 이상 함유된 조사대상 화학물질의 제조·사용 총량이 각 물질별로 Ⅰ그룹에 해당하는 물질의 경우 연간 1톤 이상, Ⅱ그룹에 해당하는 물질의 경우 연간 10톤 이상인지 여부를 확인

① 조사기준 이상 함유되어 있는 취급 품목들에 대하여 연간 생산량, 연간 사용량을 파악

- 업소에서 생산되었으나 불량 등을 이유로 폐기된 양까지 포함
- 사업장에서 생산하여 사용하는 경우는 생산량으로 계산된 것이므로 중복계산하지 않도록 주의
- 사업장에서 원료물질을 사용하여 혼합, 희석 농축, 분리, 정제 등의 과정을 거쳐 제품을 제조하는 경우는 사용량으로 계산된 것이므로 중복계산하지 않도록 주의

② 품목별로 연간 생산량, 연간 사용량에 함유되어 있는 조사대상 화학물질의 농도를 곱하여 구한 값들의 총 합계량이 각 물질별로 Ⅰ그룹에 해당하는 물질의 경우 연간 1톤 이상, Ⅱ그룹에 해당하는 물질의 경우 연간 10톤 이상일 경우 조사대상 화학물질로 확정

- 조사대상 화학물질의 제조·사용량 = 연간 해당 품목제조량×조사대상 화학물질 함유 농도+연간 해당 품목 사용량×조사대상 화학물질 함유 농도

※ 조사대상 화학물질이 함유된 원료나 부원료 등을 회수하여 재사용하였을 경우는 순수 연간사용량과 회수 재사용한 양을 구분하여 계산

【예】 사업장에서 아래와 같은 화학물질을 취급할 경우

품목	구매량 (톤)	구성성분			사용량 (톤)	조사대상
		품명(국문명)	CAS No	무게함유율(%)		
원료A	200	메틸 알코올	67-56-1	50	100	조사대상
		톨루엔	108-88-3	30	60	조사대상
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
원료B	40	수산화나트륨	1310-73-2	10	4	제외(취급량 미만)
		물	7732-18-5	90	36	제외(대상물질 아님)
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

→ 메틸 알코올, 톨루엔은 취급량 기준 이상이므로 조사대상

→ 수산화나트륨(취급량 미만), 물(대상물질 아님)은 조사대상에서 제외

【예】 한 회사에서 조사대상 화학물질인 암모니아를 연간 100톤을 구입하고, 50톤을 자체 제조하여, 총 150톤을 반응원료로 사용한다고 한다. 이 경우 암모니아의 연간 사용량은 100톤이고, 나머지 50톤은 제조량에 해당되며, 연간 취급량은 150톤이다. 제조한 후 사용한 경우는 제조량으로 계산하기 때문이다.

【예】 한 회사에서 연간 염산 35%를 함유한 원료 100톤을 구매하여 염산이 10% 함유된 청관제를 350톤 제조하였다. 이 경우 염산 사용량은 100톤×0.35= 35톤이고, 제조량은 350톤×0.1=35톤이지만 제조된 청관제에 포함되어 있는 염산은 사용량으로 계산된 것이므로 제조량으로 중복계산하지 않는다. 따라서 취급량은 35톤으로 조사대상 화학물질에 해당된다.

【예】 한 회사에서 용제A를 연간 25톤 구입·사용하고 있다. 용제A의 구입처에서 작성한 MSDS를 확인해 본 결과 조사대상 화학물질인 자일렌이 15wt%(중량%) 함유되고 있다고 기재되어 있었다. 이 밖에 자일렌을 포함하는 취급품은 사용되고 있지 않다. 이 경우 자일렌의 연간 취급량은 아래와 같이 계산된다 .

- 연간 취급량 = 25(톤/년)×0.15 = 3.75(톤/년)으로 Ⅱ그룹 물질로 조사대상에 해당되지 않는다.

【예】 한 회사의 제품제조공정에서는 톨루엔을 용제로 사용하며, 사용된 용제는 정제하여 재사용하고 있다. 정제하여 재사용된 톨루엔은 연간 150톤이며, 부족한 톨루엔을 연간 20톤 구입하여 보충 사용하였다. 이 경우 톨루엔의 연간 사용량은 20톤이고, 회수 사용량은 150톤이므로 조사대상 화학물질에 해당된다.

※ 조사대상 화학물질을 찾아내거나, 해당 화학물질의 배출량 산정에 도움이 되는 참고 자료 목록

- 기존에 제출한 화학물질 배출량 보고양식
- 구매기록표
- 재고품목록표
- MSDS(물질안전보건자료)
- 공정도(P&ID, PFD)
- 자가측정기록부(대기 및 수질)
- 측정대행기록부(대기 및 수질)
- 배출시설 및 방지시설 운영기록부(대기 및 수질)
- 폐수위(수)탁처리확인서
- 사업장 폐기물 관리대장
- 폐기물 배출 및 처리실적 보고서
- 사고기록부
- 해당년도 생산실적 보고서
- 유해화학물질 실적보고 자료
- 화학물질 통계조사 자료
- 기타 조사양식 작성을 위해 업체에서 사용한 자료들
- 제조사 발행 성분내역서
- 시험성적서

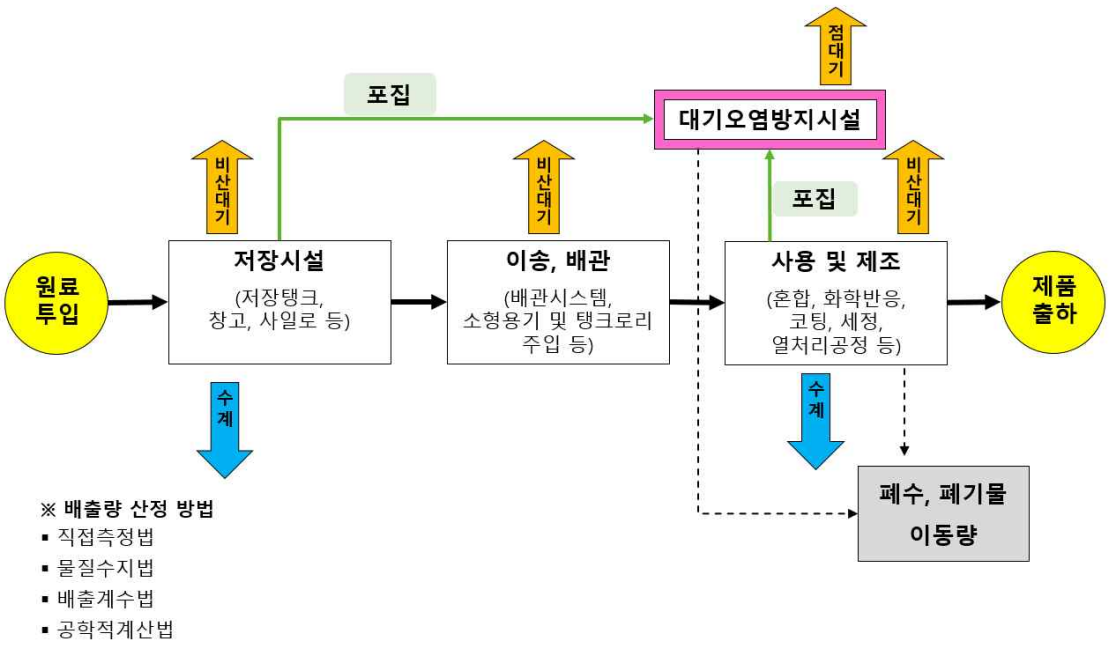
※ 위 자료는 화학물질 배출량 조사표 검증 과정에 필요시 요청할 수 있음

2부

화학물질 배출량·이동량 산정방법

1장. 조사대상 화학물질 배출량·이동량

조사대상 화학물질이 조사년도 1년간 대기, 수계, 토양으로 배출된 양과 폐기물이나 폐수에 함유되어 폐기물 또는 폐수처리업체로 이송된 양



1절. 대기로 배출된 양

□ 점오염원을 통한 배출량 : 굴뚝, 덕트, 반응용기 및 공정의 배기부, 저장시설의 배기부, 대기오염방지시설, 소각시설 등과 같이 기체흐름을 일으키는 장치를 통하여 대기로 배출되는 조사대상 화학물질의 양으로서 배출경로나 배출물질의 양과 농도를 측정할 수 있는 오염원을 통한 배출량

【대기배출원관리시스템(SEMS) 배출량 활용 방법】

「대기환경보전법」제52조제1항에 따른 1종~3종 사업장은 대기배출원관리시스템(SEMS)의 배출량을 화학물질 배출량조사(PRTR) 점대기배출량에 활용할 수 있다. 단, 조사대상 물질과 배출원(배출시설)이 일치할 경우에만 활용 가능하며, 비의도적 배출, 연소 부산물 등 배출원이 불일치할 경우 SEMS 배출량 활용 불가

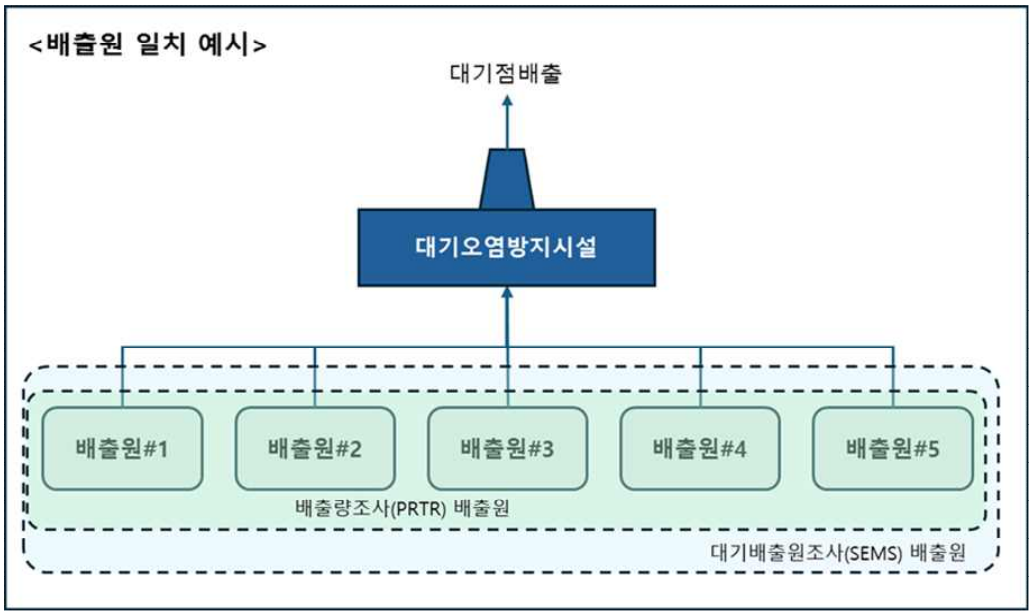
〈 PRTR과 SEMS 중복 물질 확인〉

- 화학물질 배출량조사대상 화학물질(415종) 중 대기오염물질(64종)과 특정대기유해물질(35종) 등에 해당하는 화학물질

물질명	CAS_NO	물질명	CAS_NO
포름알데히드	000050-00-0	일산화 탄소	000630-08-0
사염화 탄소	000056-23-5	석면	001332-21-4
아닐린	000062-53-3	염화 수소	007647-01-0
클로로포름	000067-66-3	플루오르화 수소	007664-39-3
N,N-디메틸포름아미드	000068-12-2	암모니아	007664-41-7
벤젠	000071-43-2	인	007723-14-0
시안화 수소	000074-90-8	브롬	007726-95-6
염화 비닐	000075-01-4	염소	007782-50-5
아세트알데히드	000075-07-0	황화 수소	007783-06-4
디클로로메탄	000075-09-2	납 및 그 화합물	NA-(주1)
이황화 탄소	000075-15-0	수은 및 그 화합물	NA-(주2)
황화 메틸	000075-18-3	니켈 및 그 화합물	NA-(주3)
산화 에틸렌	000075-21-8	비소 및 그 화합물	NA-(주4)
산화 프로필렌	000075-56-9	베릴륨 및 그 화합물	NA-(주5)
트리클로로에틸렌	000079-01-6	카드뮴 및 그 화합물	NA-(주6)
에틸벤젠	000100-41-4	크롬 및 그 화합물	NA-(주7)
스티렌	000100-42-5	알루미늄 및 그 화합물	NA-(주10)
1,3-부타디엔	000106-99-0	안티몬 및 그 화합물	NA-(주11)
아크롤레인	000107-02-8	바륨 및 그 화합물	NA-(주12)
1,2-디클로로에탄	000107-06-2	붕소 및 그 화합물	NA-(주13)
아크릴로니트릴	000107-13-1	구리 및 그 화합물	NA-(주15)
아세트산 비닐	000108-05-4	망간 및 그 화합물	NA-(주16)
페놀	000108-95-2	셀레늄 및 그 화합물	NA-(주17)
디(2-에틸헥실) 프탈레이트	000117-81-7	주석 및 그 화합물	NA-(주18)
테트라클로로에틸렌	000127-18-4	바나듐 및 그 화합물	NA-(주19)
히드라진	000302-01-2	아연 및 그 화합물	NA-(주20)
이황화 메틸	000624-92-0		

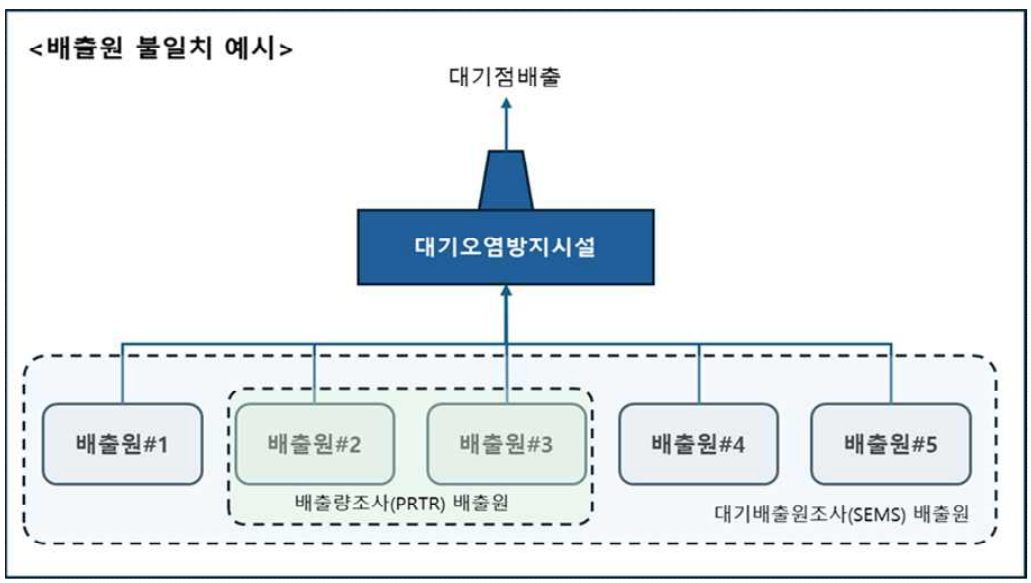
〈 PRTR과 SEMS의 배출원 일치/불일치 "예" 〉

① 배출원 일치 : SEMS 배출량을 PRTR의 점대기배출량에 적용 가능

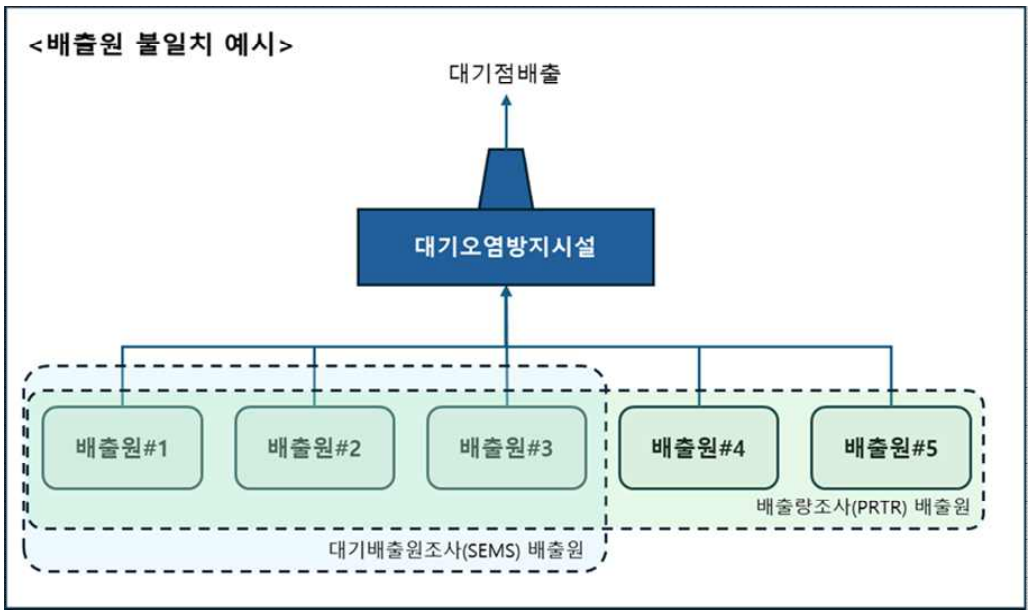


② 배출원 불일치 : SEMS 배출량을 PRTR의 점대기배출량에 적용 불가

- 취급하지 않는 화학물질의 비의도적 배출, 연소 부산물, PRTR 함량 기준 미만 취급 시설 포함 등



- SEMS 배출원(굴뚝) 이외의 소규모 배출구, 환기시설 등



〈 PRTR과 SEMS의 배출원이 불일치한 A사업장 사례 〉

- 암모니아를 취급하는 A사업장에서는 SEMS에 입력된 암모니아 배출량 18,000kg/yr을 PRTR 대기오염방지시설 배출량에 동일하게 입력하였으나, 확인 결과 암모니아를 취급하지 않는 배출원(배출시설)에서도 암모니아가 배출되는 것으로 확인됨

  → 재확인 결과, 암모니아를 취급하는 배출원(배출시설)에서의 배출량은 500kg/yr으로 확인됨

【특정수질유해물질 배출량 활용 방법】

「물환경보전법」제33조제1항에 따라 배출시설 설치허가를 받은 1~3종 사업장으로 특정수질유해물질을 「물환경보전법 시행규칙」 별표 13의2에 따른 기준(특정수질유해물질 폐수배출시설 적용기준) 이상으로 배출하는 사업장은 특정수질유해물질배출량조사시스템(WEMs)의 배출량을 화학물질 배출량조사(PRTR) 수계배출량에 활용할 수 있다. 단, 조사대상 물질과 배출원(배출시설)이 일치할 경우에만 활용 가능

〈 PRTR과 특정수질유해물질 중복 물질 확인〉

- 화학물질 배출량조사대상 화학물질(415종) 중 특정수질유해물질(33종)에 해당하는 화학물질

물질명	CAS_NO	물질명	CAS_NO
포름알데히드	000050-00-0	아크릴로니트릴	000107-13-1
사염화 탄소	000056-23-5	페놀	000108-95-2
파라티온	000056-38-2	디(2-에틸헥실) 프탈레이트	000117-81-7
클로로포름	000067-66-3	1,4-디옥산	000123-91-1
벤젠	000071-43-2	테트라클로로에틸렌	000127-18-4
염화 비닐	000075-01-4	디이아지논	000333-41-5
디클로로메탄	000075-09-2	이피엔	002104-64-5
1,1-디클로로에텐	000075-35-4	납 및 그 화합물	NA-(주1)
트리클로로에틸렌	000079-01-6	수은 및 그 화합물	NA-(주2)
아크릴아미드	000079-06-1	비소 및 그 화합물	NA-(주4)
나프탈렌	000091-20-3	카드뮴 및 그 화합물	NA-(주6)
스티렌	000100-42-5	안티몬 및 그 화합물	NA-(주11)
디(2-에틸헥실) 아디페이트	000103-23-1	구리 및 그 화합물	NA-(주15)
에피클로로히드린	000106-89-8	셀레늄 및 그 화합물	NA-(주17)
1,2-디클로로에탄	000107-06-2		

□ 비산오염원을 통한 배출량 : 사업장내에서 제조, 사용, 운반·보관 공정의 비산오염원에서 배출되거나 부주의한 취급사고 등으로 대기로 배출되는 조사대상 화학물질의 양

〈 비산오염원의 "예" 〉

- 송풍기(블로어), 압축기, 팬, 등과 같이 기체흐름을 일으키는 장치를 통하지 않고 대기로 배출되는 시설
- 밀폐되지 않은 탱크·용기, 입·출하시설, 탱크로리나 선박 등에서 증발된 양
- 밸브, 펌프, 플랜지, 펌프봉인부위, 압축기봉인부위, 시료채취부, 개방식 배관(Open-ended Line) 등과 같은 비산 배출량
- 폐수 집수·처리시설, 폐기물 보관·저장시설, 건물 환기장치, 개방된 도장시설, 개방된 사용시설 등에서 배출
- 화재, 폭발, 누출 등의 사고나 시설의 개조 또는 보수시 대기 중으로 배출된 양

2절. 수계로 배출된 양

□ 사업장내 폐수처리시설을 거친 후 직접 수계로 배출된 양

○ 조사대상 화학물질이 사업장 내의 폐수 또는 폐기물침출수 처리시설에서 처리과정을 거친 후 배출구를 통해서 직접 수계로 배출된 양

□ 처리하지 않은 상태로의 직접 배출된 양도 포함

○ 조사대상 화학물질이 폐수 또는 폐기물침출수 처리시설에서 처리과정을 거치지 않고 직접 수계로 배출된 양

※ "수계"라 함은 하천, 호소, 항만, 연안해역과 이에 접속된 우·하수관로를 말한다

〈직접 수계로 배출된 "예"〉

- 제조, 사용, 운반, 보관과정에서 사고에 의해 직접 수계로 배출
- 우수에 의해서 직접 수계로 배출
- 용기, 탱크로리, 컨테이너 등 관련 시설의 세척 등에 의해서 직접 수계로 배출
- 폐수, 폐기물 등을 수계에 직접투기 등

3절. 토양으로 배출된 양

□ 제조, 사용, 운반, 보관과정이나 폐수·폐기물 운반, 보관, 처리시설에서 토양으로 배출된 조사대상 화학물질의 양

〈토양 배출의 "예"〉

- 제조, 저장·보관, 이송 등의 시설이나 장치로부터 누출되어 토양으로 배출
- 사고, 취급부주의 등으로 누출되어 토양으로 배출

4절. 자가 매립량

□ 사업장 내에서 관리하는 관리형 또는 차단형 매립지에 폐기물에 함유되어 매립된 조사대상 화학물질의 양

〈자가 매립량의 "예"〉

- 사업장에서 발생한 폐기물을 사업장내 관리형 및 차단형 매립장에 매립

5절. 폐수처리업체로 이동된 양

□ 폐수를 폐수처리업체(폐수종말처리시설, 공동방지시설, 하수종말처리시설 포함)로 이송하여 처리할 경우 폐수에 함유되어 이송된 조사대상 화학물질의 양

※ 발생된 폐수를 동일 주소지의 타 업체에 위탁처리하는 경우에는 이동량이 아님

〈폐수처리업체로 이동된 "예"〉

- 사업장내에서 자가처리 후(원폐수 포함) 폐수종말처리시설이나 공동방지시설, 하수종말처리시설로 이송
- 소량으로 발생된 폐수를 폐수처리업체에 위탁하여 처리

6절. 폐기물처리업체로 이동된 양

□ 폐기물을 위탁처리 하는 경우 폐기물에 함유되어 폐기물처리업체로 이동된 조사대상 화학물질의 양

※ 발생된 폐기물을 동일 주소지의 타 업체에 위탁처리하는 경우에는 이동량이 아님

〈폐기물 발생의 "예"〉

- 제조, 사용, 운반, 보관·저장과정에서 발생된 폐기물이나 폐액
- 탈수 케이크 및 필터, 집진기의 분진, 사용된 활성탄, 폐수처리장치의 슬러지 등과 같이 오염방지시설로부터 발생된 폐기물
- 정제 또는 추출 후 잔류 폐기물
- 폐기된 용기 또는 탱크 등에 잔류물
- "폐기물처리업체로 이동량"을 입력한 경우 폐기물 배출 및 처리실적 보고서를 첨부하여 제출

2장. 배출량·이동량 산정을 위한 조사대상 화학물질의 배출원 확인

1절. 배출원 확인

□ 제조, 사용, 운반·이송(배관이송 포함), 검사, 포장, 보관·저장, 입·출하공정, 오염방지시설(대기, 수질, 폐기물 등) 등 사업장내의 전체 공정을 단위공정으로 구분하여 공정분석

○ 단위공정별 투입물질, 생성물질 등의 물질 분석

○ 조사대상 화학물질이 함유되어 있는 물질(폐기물, 폐수 포함)을 취급(생산, 사용, 보관·저장, 운반·이송 등)하거나 조사대상 화학물질이 생성되는 단위공정들을 선정하여 환경배출원을 파악

- 조사대상 화학물질이 조사기준이하로 함유되어 있는 물질을 취급하는 경우에도 배출량 산정대상에 포함시켜야함.
- 조사대상 화학물질이 함유되어 있지 않는 물질만을 취급하는 공정은 배출량 산정 불필요

□ 비정상 조업시 배출원

○ 조업을 중단하고 시설을 점검, 개조, 보수, 세척할 때 조사대상 화학물질이 환경 중으로 배출

○ 제조, 사용, 운반·이송, 보관·저장 등의 과정에서 화재, 폭발, 누출 등의 사고로 조사대상 화학물질이 환경 중으로 배출

2절. 주요 단위공정별 배출원

단위공정	주요 배출원의 "예"
1. 저장 및 이송, 운반시설에서의 배출량·이동량 산정방법	
가. 저장시설	• 액상원료를 저장탱크에 보관, 저장하는 경우 - 온도변화에 따라 발생된 탱크 안의 증기와 혼합기체가 압력변화에 의하여 대기로의 배출 - 탱크의 액체출입에 따른 내압의 변화에 의한 탱크내 물질의 대기로의 배출 등 (주의) 표준상태에서 기체상태인 원료를 보관, 저장하는 고압가스 용기는 밀폐식이기 때문에 조사대상 화학물질의 대기로의 배출이 없다. • 원료, 자재, 제품 등을 창고, 사일로 등에 보관하는 경우 증발, 휘산 등에 의해 대기로의 배출이 발생 • 원료, 자재, 제품 등을 노천에 야적하는 경우 - 바람에 휘산되어 조사대상 화학물질이 대기로 배출 - 빗물에 용해되어 빗물과 함께 토양 또는 수계로 배출
나. 이송, 운반, 분배, 계량 시설	• 배관이송 도중 밸브, 펌프, 플랜지, 압력안전장치, 시료채취구 등을 통한 조사대상 화학물질의 대기로의 배출 • 소형용기, 탱크로리 등에 화학물질을 주입하는 경우 용기 공간에 증발되어 있는 성분이 압력에 의하여 대기 중으로 배출 • 운반시 부주의로 배출되는 경우(화학물질을 운반, 계량시 흘리거나 넘쳐서 손실된 양 포함)

단위공정	주요 배출원의 "예"
2. 제품제조공정에서의 배출량·이동량 산정방법	
가. 혼합공정	• 조사대상 화학물질을 함유한 용제를 혼합하는 과정에서 대기로 배출 • 교반조 등으로부터 대기 중에 배출되는 경우 • 혼합 후 남아있는 물질의 폐수 또는 폐기물처리업체에 위탁하는 경우
나. 화학반응 공정	• 반응시설 및 그 부대시설(저장조, 배출구, 밸브, 플랜지 등) 등으로부터 화학물질이 기체상으로 증발, 누출 • 반응시설 및 그 부대시설 등으로부터 액상으로 누출되어 폐수로 배출 • 반응용기 중에 미반응물질로 남아있는 물질을 폐기물로 폐기물처리업체에 위탁
다. 코팅공정	• 코팅공정이라 함은 도장, 염색, 인쇄 등 표면에 화학물질을 바르는 모든 공정을 의미한다. • 화학물질을 코팅제로 사용하는 경우 바람 등에 의한 대기로의 배출 및 강제 건조공정에서의 코팅제의 대기로의 배출 • 남은 코팅제의 폐기물처리업체로의 이동 • 코팅공정은 대부분 건조공정을 수반하며, 건조공정에서 발생하는 배출량이 코팅공정에서 발생하는 배출량에 비해 상대적으로 많다.
라. 열처리 공정	• 고온의 열처리공정에서 온도가 상승함에 따라 화학물질이 증발, 휘발하여 대기로 배출 • 용기 중에 잔사로 남아있는 폐기물을 폐기물처리업체로 위탁

단위공정	주요 배출원의 "예"
마. 탈지, 세정, 표백공정	• 세척, 표백, 탈지, 세정에 사용한 유기용제의 휘발에 의한 대기로의 배출 • 물, 용제, 산, 알칼리 등의 세정액으로부터 발생한 폐액이 수계로 배출 • 세정액으로부터 발생한 찌꺼기 등의 폐기물로의 이동
바. 분리, 정제 공정	• 분리할 때 증발, 휘발에 의하여 대기 중으로 배출 • 분리할 때 발생하는 폐수 중에 함유되어 수계로 배출 • 용제를 포함하는 폐기물의 발생, 또는 고-액 분리의 고상 잔재물 중에 조사대상 화학물질이 함유되어 있어, 폐기물처리업체에 폐기물로서 위탁되거나 사업장내에서 처리되는 경우 (단, 진공상태로 운전되는 공정은 조사대상배출원에서 제외한다.) • 추출용 용제가 넘쳐흐르거나 폐수를 통하여 수계로 배출
사. 기계적 가공공정	• 공정 중 온도가 상승함에 따라 원료 내에 포함되어 있는 조사대상 화학물질이 증발, 휘발하여 대기로 배출 • 조사대상 화학물질(윤활유, 용제 등)이 배수로를 통해 수계로 배출 • 절단, 연마, 성형 등에서 조사대상 화학물질을 함유한 고형폐기물의 발생
아. 조립, 포장, 검사공정	• 조립공정에서 사용되는 접착제 등에서 조사대상 화학물질이 증발·휘산되어 대기로 배출 • 제조된 휘발성화학물질을 용기에 담는 과정에서 대기로 배출 • 사용하고 남은 접착제, 검사공정에서 제거된 불량품 등에 조사대상 화학물질이 포함되어 고형폐기물로서 폐기물처리업체에 위탁되는 경우 • 포장공정에서 나온 포장폐기물 등에 조사대상 화학물질이 포함되어 고형폐기물로서 폐기물처리업체에 위탁되는 경우
자. 용제회수 공정	• 회수장치에 부착되어 있는 응축기에서 미응축된 휘발성 용제의 대기배출 • 회수장치에서 직접 휘발에 의한 대기배출

단위공정	주요 배출원의 "예"
3. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법	
가. 대기오염 방지시설	• 처리후의 배기가스의 대기로의 배출 • 처리과정에서 발생하는 집진탄, 활성탄 등을 통한 폐기물 배출 및 이동
나. 폐수처리 시설	• 폐수처리장에서의 온도변화에 따른 대기로의 배출 • 폐수처리장에서 미처리된 저농도 화학물질의 수계로의 배출 • 처리과정에서 발생하는 찌꺼기 등을 통한 폐기물 배출 및 이동
다. 폐기물 처리시설	• 처리후의 배기가스, 배수를 통한 대기 및 수계로의 배출 • 처리과정에서 발생하는 집진탄, 소각잔재물, 찌꺼기 등을 통한 폐기물 배출 및 이동
4. 빗물을 통한 배출량 산정방법	
빗물	• 초기우수를 회수 사업장내 폐수처리시설에서 처리하지 않고 직접 수계로 배출하는 빗물은 수계 배출량으로 산정 • 수용성 물질의 경우 노천저장소 등에서 빗물에 용해되어 빗물과 함께 배출
5. 비정상조업(청소, 보수, 사고 등)시 배출량·이동량 산정방법	
비정상조업	• 비정상조업시 배출원은 장치세척, 청소, 보수 등으로 인한 조업중단, 재난 및 사고로 인한 누출 등으로 구별 • 유출, 용기넘침, 탱크과압, 파이프 파열, 용기폭발 등에 의한 재난이나 사고에 의하여 대기, 수질, 토양으로 배출 • 누출된 물질이 사고처리과정에서 우수집배수시설 등을 통해 하천으로 배출

3장. 배출량 · 이동량 산정방법

배출량 산정대상으로 선정된 각 공정 및 배출원에 대하여 배출량을 산정하는 방법에는 직접측정법, 물질수지법, 배출계수법, 공학적 계산법 등으로 계산

1절. 직접측정법

□ “직접측정”이라 함은 실제로 배출되는 양(유량, 농도)을 직접 측정한 값을 토대로 배출량을 산정

○ 배출량(이동량)=배출평균유량×조사대상화학물질의 평균농도×연간작업시간(단위를 통일)

※ 유량이나 농도의 변화가 클 경우 계산주기를 분기 또는 한 달 주기로 배출량을 측정하여 연간 총배출량을 산정

- 굴뚝, 폐수처리장, 폐액 또는 폐기물의 배출량 산출 등 주로 점오염원에서 발생되는 조사대상 화학물질 배출량 산정에 효율

□ 직접측정법 이용 방법

○ 유량과 농도 중 한 값을 직접측정하지 못 한 경우, 물질수지나 배출계수 또는 공학적 계산, 시설설계자료 등을 이용하여 산정가능

○ 대기, 수질, 폐기물 등의 관리를 위하여 실시한 자가측정자료, 공정관리를 위하여 모니터링한 값, 작업환경측정자료 등 사업장내에서 자체적으로 측정한 자료 사용가능

○ 농도와 관련 있는 총괄지표(예 : pH, 전기전도도 등) 등을 활용할 경우 조사대상 화학물질의 농도로 환산하여 배출량을 산정하고 환산근거자료는 보관

○ 농도나 유량 측정방법은 「대기환경보전법」, 「물환경보전법」, 「폐기물관리법」, 「토양환경보전법」에 의한 공정시험법을 준용하고, 공정시험법에 나와있지 않은 경우에는 일반적인 기기분석법을 적용(측정자료를 보관하여 요청시 제출)

○ 표준상태의 기체농도를 알고 있을 경우 측정온도에서의 기체배출량을 표준상태로 보정하여 배출량을 산정

$$\text{표준온도배출량} = \text{측정온도배출량} \times \frac{20℃ + 273}{\text{측정온도}(℃) + 273}$$

○ 부피단위(예:ppmv=mL/㎥)의 가스농도를 질량배출량으로 환산

$$\text{가스배출량}(kg) = \text{가스농도}(ppmv) \times \text{표준상태기체배출량}(m^3/\text{시}) \times \frac{273 \times \text{분자량}}{(\text{표준온도}(℃) + 273) \times 22.4 \times 10^6} \times \text{연간작업시간}(\text{시})$$

○ 대기오염방지시설, 폐수처리시설, 소각시설, 플레어스택 등 오염방지시설로 유입되는 양을 적정측정법으로 산정하였을 경우 배출량은 오염방지시설로의 유입량에 〔1-오염방지시설의 처리율(오염물질 제거율)〕을 곱하여 산정

- 플레어스택의 경우 플레어스택에서 탄화수소의 배출계수법 사용가능

【예】 직접 측정에 의한 대기배출량 산정

• 1단계 : 배출 측정자료로부터 필요한 데이터를 수집한다.

1,2-디클로로에탄(1,2-dichloroethane)을 생산하는 공장의 정상운전상태에서 옥시클로리네이션(oxychlorination)공정 배출구에서 측정된 배출가스의 평균유속은 26m/s이고, 배출가스 중의 1,2-디클로로에탄(1,2-dichloroethane)의 12회 측정한 평균농도는 53.5ppm으로 20℃에서 보정 했을 때 0.22gram/ m^3 이었다. 측정된 배출가스의 온도는 94℃ 이고. 굴뚝의 지름은 1m이다. 측정기간 동안 이 공장의 평균 생산량은 100톤/시이고, 연간 생산량은 200,000톤/년이다.

※ 배출구에서 측정된 1,2-디클로로에탄의 농도를 12회 측정한 결과 다음과 같다.

1,2-디클로로에탄 분석결과											단위 : ppm
51	52.5	56.9	54.5	53.2	52	51.7	55.5	55	53	55.2	51.5

$$\text{평균농도} = \frac{(51+52.5+56.9+54.5+53.2+52+51.7+55.5+55+53+55.2+51.5)}{12} = 53.5ppm$$

※ 평균농도 53.5ppm을 아래와 같이 표준온도(20℃)로 보정하였을 경우, 0.22g/m^3 이다.

$$= \text{평균농도}(ppm) \times \frac{273 \times \text{분자량}}{(\text{표준온도}(℃)+273) \times 22.4}$$

$$= 53.5 \times \frac{273 \times 98.96}{(20+273) \times 22.4}$$

$$= 220mg/m^3 \; = \; 0.22g/m^3$$

• 2단계 : 배출가스의 유량을 계산한다.

필요한 데이터를 수집한 후 다음에 할 일은 수집된 자료를 이용하여 배출가스의 유량을 계산하는 것이다. 배출가스의 평균유속에 배출구의 넓이를 곱하여 실제유량을 계산할 수 있다.

· 유량 = 배출가스 평균유속 x 넓이 ·넓이 = 3.14 x (지름)^2/4 또는 가로×세로 등

· 유량 = 26 m/s x 3.14 x (1m)^2/4 = 20.41m^3/s (at 94℃)

• **3단계 : 연간 배출량을 계산한다.**

표준온도(20℃)에서의 1,2-디클로로에탄(1,2-dichloroethane)의 평균농도는 0.22g/ m^3이었다. 실제 배출되는 양은 이상상태 기체방정식을 이용하여 94℃를 기준으로 계산된 유량을 표준온도 상태의 유량으로 보정한 뒤, 이 보정된 유량에 평균농도를 곱하여 구한다.

시간당 배출량 = 20.41m^3/s×0.22 g/m^3x (20+273.15) / (94+273.15)×3600 sec/시=12.9㎏/시

계산된 실제 배출량으로부터 대기 배출에 의한 손실을 계산 할 수 있으며, 손실은 0.129 ㎏/톤 of product(12.9㎏/시 / 100톤/시)이다. 대기 배출량은 연간 생산량 200,000 톤/년을 기준으로 다음과 같이 계산된다. 공정배출은 다량의 흐름이 발생하는 점오염원에 해당되므로, 이 공정배출구에서의 배출량과 다른 점오염원에서의 배출량을 합하여 점오염원을 통한 대기로의 배출량을 보고하면 된다.

공정배출구를 통한 대기로의 배출량 = 200,000톤/년 x 0.129㎏/톤 = 25,800㎏/년

주 의 :

- 이 계산은 측정된 배출량이 전기간 동안의 실제 배출량을 대표할 수 있다는 가정 하에 수행되었다. 이와 같은 가정은 실제로 적합하지 않을 수 있다. 이상적으로는 계속적으로 배출량을 측정하고 기록한 자료를 사용하는 것이 정확한 평균농도를 계산할 수 있으며 따라서 좀더 정확한 배출량을 얻을 수 있다.

【예】 직접측정법을 이용하여 폐수 내의 배출량을 산정

- **1단계 : 공정 정보 및 모니터링 데이터를 모은다.**

평균농도 500㎎/ℓ의 아세트알데히드를 함유하고 있는 폐수가 5ℓ/min의 유량으로 사업장 내 폐수처리시설로 유입되고, 폐수처리시설에서 5ℓ/min의 유량으로 배출되는 폐수에는 25㎎/ℓ의 아세트알데히드가 함유되어 있다. 폐수처리시설을 일일 24시간, 1년에 330일을 가동한다면, 누출되거나 대기로의 증발이 없는 경우 처리장으로 들어가고 나가는 아세트알데히드의 양을 산정하는 것이 가능하다. 또한, 처리장의 효율도 계산할 수 있다.

- **2단계 : 폐수처리시설로 유입, 유출되는 아세트알데히드의 양을 계산한다.**

$$\text{유입폐수량} = \frac{5l}{\min} \times \frac{60\min}{h} \times \frac{24h}{day} \times \frac{330days}{year} = 2,376,000l/year$$

$$\text{폐수처리장으로 유입된 아세트알데히드의 양} = \frac{2,376,000l}{year} \times \frac{500mg}{l} = 1.188\times10^{6}/year$$

$$\text{사업장내 폐수처리시설을 거친 후의 배출량} = \frac{2,376,000l}{year} \times \frac{25mg}{l} = 59kg/\text{년}$$

【예】 직접측정법을 이용하여 폐수처리시설 배출폐수를 통한 배출량 산정

- **1단계 : 배출폐수에 대한 분석결과를 모아 평균값을 결정한다.**

폐수처리시설에서 연간 378×10^{6} ℓ로 배출되는 폐수중의 구리농도를 10회 측정한 결과 다음과 같다.

구리 분석결과								단위 : ㎍/l	
6	〈5	〈5	〈5	〈5	10	〈5	〈5	〈5	8

$$\text{평균농도} = \frac{1\times6+1\times10+1\times8+7\times5}{10} = 5.9\mu g/l = 5.9\times10^{-6}g/l$$

- **2단계 : 연간 배출량을 결정한다.**

배출폐수의 연간유량 $378\times10^{6}l$에 대하여,

사업장내 폐수처리시설을 거친 후의 배출량 = $5.9\times10^{-6}g/l \times 378\times10^{6}l/$년 = 2.2㎏/년

【예】 직접측정법에 의한 고체폐기물을 통한 이동량을 산정

메틸렌 클로라이드를 함유한 탈지슬럿지를 사업장 외부의 폐기물처리시설로 운반하였을 때 이동량은 다음과 같이 계산된다.

연간 폐기물발생량은 200m^3이며, 이 폐기물을 수거해 간 폐기물처리업체에서 이 고체폐기물을 분석한 결과 메틸렌 클로라이드가 중량비로 평균 10wt% 함유되어있다고 한다.

- **연간 이동량 산정**

메틸렌 클로라이드의 이동량(시설물 밖으로의 이동량)은 이동된 부피와 그 밀도(부피를 알고 있는 폐기물의 무게를 측정한 결과 1.2 톤/m^3), 그리고 메틸렌 클로라이드의 중량비를 곱해서 구할 수 있다.

200m^3/년 ×1.2톤/m^3 × 10% = 24톤/년

【예】 직접측정법에 의한 고체폐기물을 통한 이동량을 산정

한 전기도금업체에서 조사대상연도 동안에 30m^3의 폐용액을 폐기물 처리업체로 보냈다고 한다. 전기도금업체에서 분석한 결과 처리전의 폐용액 1ℓ에는 시안화물(CN으로서) 87.4g이 들어있다고 한다.

- **연간 이동량 산정**

폐기물처리업체로의 시안화물(CN으로서) 이동량 :

30m^3/년 × 1,000ℓ/m^3 × 87.4g/ℓ × 0.001㎏/g = 2,622㎏/년

연간 이동량은 2,622㎏ 으로 보고한다.

【예】 직접측정에 의해 고체와 현탄액 이동량 산정

사용된 세척(degreasing) 슬러지들은 시설 외 폐기물 처리시설로 운반되어 폐기된다. 이때 슬러지에 포함된 메틸렌클로라이드(methylene chloride)의 이동량은 다음과 같이 산출된다.

유해 폐기물로 확인된 폐기물의 이동양은 50,000 ℓ/년로 기록되어 있다. 이 폐기물의 수송조의 농도는 각 수송 때마다 분석되었으며, 이 결과 얻어진 메틸렌클로라이드(methylene chloride)의 평균 농도는 10 wt % 였다. 폐기물의 밀도는 2.5 ㎏/ℓ 이다.

- **연간 이동량을 산정**

사업장외부로의 메틸렌클로라이드(methylene chloride)의 이동량은 수송된 폐기물의 부피에 이 폐기물의 밀도와 메틸렌클로라이드의 wt %를 곱하여 산정

메틸렌클로라이드 이동량= 50,000ℓ/년 x 2.5㎏/ℓ x 10wt % = 12,500㎏/년.

그러므로, 메틸렌클로라이드 이동량은 12,500㎏/년을 보고한다.

2절. 물질수지법

□ 배출량 산정범위를 설정하고 질량보존의 법칙인 물질수지식을 이용하여 배출량 및 이동량을 산정

◦ 사업장 전체 연간 배출량 및 이동량 산정

사업장 전체 연간 배출량 및 이동량	=	연간 사업장내로 총 투입량 · 연간 사업장내로 이송된 양 · 연간 사업장내에서 생산된 양 (반응부산물로 생성된 양) · 전년도로부터 이월된 양	-	연간 사업장 밖으로 총 반출된 량 · 제품에 포함된 양 · 사업장내에서 소모된 양(반응소모, 다른 물질로 변환된 양과 에너지 회수 등 직접생산과 관계없이 소모된 양을 포함) · 차기년도로 이월된 양

○ 배출량산정대상으로 선정된 특정 공정(배출원)에 대하여 배출량 산정

- 배출량(이동량) =(대상공정으로 유입된 양+대상공정에서 반응 생성량) - (대상공정에서 유출된 양+반응소모량)

□ 물질수지법 이용방법

○ 단위가 통일된 질량으로 환산하여 물질수지식을 이용

○ 산정된 배출량(이동량)이 유량계 등 측정기기의 오차범위내의 값에 해당될 경우에는 사용불가

◦ 대기, 수질, 폐기물 등의 관리를 위하여 실시한 자가측정자료, 공정관리를 위하여 모니터링한 값 등 사업장내에서 자체적으로 측정한 자료 사용가능

○ 원자재구매기록표, 재고품목록, 입출고대장, 판매기록부, 수출입관련 서류(예 : 화학물질관리법에 의한 화학물질의 확인증명서), 물질안전보건자료(MSDS) 등 사업장에 입·출되는 취급물품관련자료를 이용

○ 사업장의 총 배출량 및 이동량을 산정하거나 배출량 산정대상 특정 공정의 배출량 및 이동량 산정에 효율적임

- 산정 된 총 배출량 및 이동량 값을 이용하여 각 매체별 배출량과 이동량을 산정가능

- 각 매체별 배출량 및 이동량 산정은 조사대상 화학물질의 특성(예 : 휘발성, 수용성, 고체 등)과 배출특성(예 : 폐수로만 배출, 폐기물만 배출 등)을 고려하고 배출계수법, 물질수지법, 공학적 계산법, 직접측정법 등을 이용하여 산정

○ 물질수지에 사용하는 입·출량 등의 자료에서 적은 오차는 산정 된 배출량 값에 큰 오차를 일으킬 수 있으므로 정확한 자료의 사용이 중요

○ 대기오염방지시설, 폐수처리시설, 소각시설, 플레어스택 등 오염방지시설로 유입되는 양을 물질수지로 구한 경우 배출량은 오염방지시설 유입량에〔1-처리율(오염물질제거율)〕을 곱하여 산정

- 플레어스택의 경우 배출계수법 사용가능

【예】 물질수지법에 의한 공정에서 배출되는 배출량 산정

공정 중에 발생하는 포스겐 가스의 총 배출량을 물질수지법으로 계산. 포스겐은 현장에서 제조되어 생산품 제조에 사용된다. 또한 포스겐 생산에 문제가 생길 경우를 대비하여, 공장에서는 포스겐을 구매하여 보관하고 있음

- o 포스겐 연간 구입량 : 432톤 (구매기록부)
- o 연초, 연말 포스겐의 현장 재고량 : 30톤(재고기록부)
- o 포스겐 연간 생산량 : 805톤 (생산기록부)
- o 포스겐 연간 소비량 : 1,229톤 (제품 원단위당 소모율, 제품생산기록부)

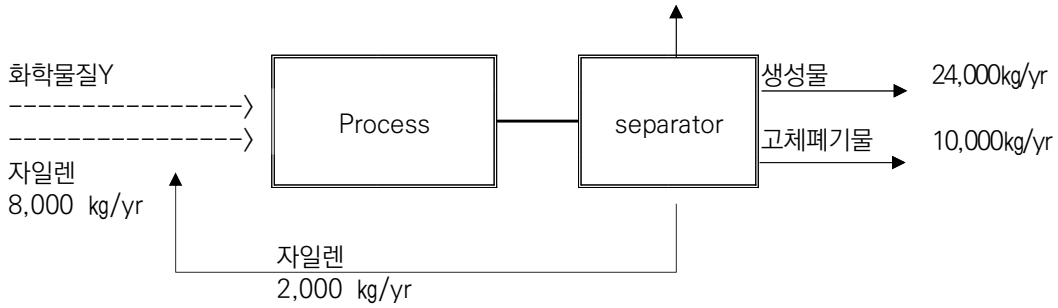
배출량 : 8톤=432톤(구입량)+30톤(전년도 이월량)+805톤(생산량)-30톤(다음년도 이월량)-1,229톤(소비)

현장에 공해방지시설이 없는 경우 8톤 포스겐이 환경 중으로 배출되는 것으로 산정

전부가 공정 배출구로부터 배출된다면, 배출가스의 점오염원(point source)으로 기록된다.

【예】 물질수지법에 의한 공정 굴뚝에서 배출되는 배출량 산출

화학물질을 생산하는 단위 공정에 자일렌을 사용하여 연간 24,000㎏의 제품을 생산하고, 생산제품 중의 자일렌의 무게비는 25%이다. 공정 중 투입되는 자일렌은 새롭게 구입되는 양이 8,000㎏/년이며, 2,000㎏/년의 양은 재사용 되고, 이 공정에서 10,000㎏의 고체 폐기물이 발생되며, 고체폐기물 중에 함유된 자일렌은 15wt%이다. 배출구를 통해 알려지지 않은 양의 자일렌이 배출된다.



자일렌을 기준으로 공정에 대해 물질수지식을 세운다

Input = 새롭게 투입되는 자일렌 양(8,000 ㎏)

Output = 생성물 중 자일렌+폐기물질 자일렌+공정 배출구 중 자일렌

= 24,000 ㎏×0.25+10,000 ㎏ x 0.15+공정 배출구 중 자일렌(unknown)

Input = Output

8,000 ㎏ = 6,000 ㎏+1,500 ㎏+공정 배출구 중 자일렌

공정 배출구를 통한 대기로의 자일렌 배출량 = 500 ㎏/년

3절. 배출계수법

□ 여러 공정 및 장치에서 취급하는 물질의 상태에 따라 배출량을 직접 측정하여 통계적으로 산출된 평균배출량 값을 이용하여 유사한 배출원의 배출량을 산정

○ 비산오염원인 배관시스템(밸브, 펌프, 압축기, 압력안전장치, 플랜지, 개방식 라인, 샘플링연결부, 공정배수구 등)에서의 배출량산정에 효율적임

- 배관시스템에서의 배출계수는 3부. 주요공정(배출원)별 배출량·이동량 산정방법, 1장. 저장 및 이송, 운반시설에서의 배출량·이동량 산정방법, 2절. 이송, 운반, 분배, 계량시설에서의 배출량·이동량 산정방법에 제시되어 있음

○ 평균배출계수, 누출기준배출계수, 농도별 배출계수, 자가 측정배출계수 등을 사용할 때 배출량산정방법

- 배출량=(배출원내의 조사대상 화학물질의 조성비(%)×배출원의 수 ×배출계수×운전시간)÷100

※ 단위를 통일시켜서 사용.

○ 배출계수가 생산량 기준으로 제시되어 있을 때는 다음의 방법으로 배출량 산정

- 배출량=(배출원내의 조사대상 화학물질의 조성비(%)×배출원의 수 ×배출계수(kg/톤)×연간생산량(톤))÷100

- 생산량기준 배출계수는 제3부. 주요공정(배출원)별 배출량 산정방법에 제시되어 있음.

□ 배출계수 이용방법

○ 배출계수법에는 평균배출계수법, 누출기준배출계수법, 농도별 배출계수법, 사업장자체배출계수법, 기타배출계수법 등이 있으므로 각 사업장의 오염원 관리실태에 따라 사용

○ 대기오염방지시설, 폐수처리시설, 소각시설, 플레어스택 등 오염방지시설로 유입되는 양을 배출계수법으로 구한 경우 배출량은 오염방지시설의 유입량에[1-처리율(오염물질 제거율)]을 곱하여 산정

- 플레어스택에서의 배출량·이동량 산정방법은 3부. 주요공정(배출원)별 배출량·이동량 산정방법, 1장. 저장 및 이송, 운반시설에서의 배출량·이동량 산정방법, 2절. 이송, 운반, 분배, 계량시설에서의 배출량·이동량 산정방법, 1. 대기오염물질로의 배출량, 바. 플레어스택에서 탄화수소의 배출계수에 제시되어 있음.

○ 사업장에 설치한 장치에 대하여 해당 제작업체가 보증하는 배출계수 사용가능

○ 외국정부에서 지정한 배출계수는 그 사용방법에 따라 사용가능

□ **자체배출계수** : 사업장 자체적인 배출계수를 개발하여 보다 정확한 배출량을 산정

○ **자체배출계수를 개발하여 배출량을 산정한 경우 배출계수 및 배출량 산정** 관련 증빙 자료의 보관 필요

○ 밸브, 펌프 등 배출원 종류별로 주위 농도를 측정하고 배출원 에서 배출속도(일정시간 동안 배출되는 양)를 직접 측정하여 검지된 농도와 새는 속도 사이의 상관 관계식을 구함.

log(배출 속도)=a+b×log(검지농도) : a, b는 상수

- 검지기를 이용한 농도측정방법 및 배출계수 측정방법 : 부록 별표5

- 자체배출계수 개발 시 표본선정기준 : 부록 별표6

○ 배출량 산정대상인 개별 배출원에 대하여 주위 농도를 측정하고, 같은 종류의 배출원의 상관관계식을 이용하여 배출계수(배출속도)를 구함

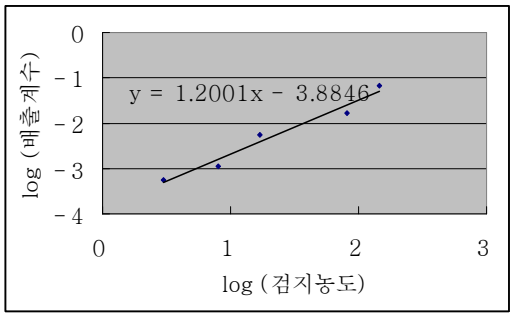
배출계수 = $10^{a+b\times\log(\text{검지 농도})}$

【예】 장 자체 배출계수를 이용한 배출량산정

A사는 자체 배출계수를 구하기 위하여 5개의 펌프봉인 부분에서 비닐봉지로 배출가스를 포집하고, 검지기(GC-FID)를 이용하여 배출농도를 측정하였으며, 검지농도의 데이터는 다음 표와 같았다. 이 경우 A사에서 검지기로 측정한 검지농도가 100ppm인 펌프 1기를 통해 대기로 배출되는 탄화수소의 시간당 배출량은 얼마인가?

배출속도 (kg/시/source)	검지농도 (ppm)
0.00055	3
0.00114	8
0.00546	17
0.0170	81
0.0675	145

위의 데이터를 plot하면, 아래 그림과 같다.



앞에서 제시되어 있는 자체배출계수 상관관계식을 이용하여 가장 타당한 계수들을 찾아내면(최소자승법 이용) 다음과 같이 각각의 계수들을 구할 수 있다.

◦ 배출속도와 검지농도의 상관 관계식 구함

log(배출계수) = 1.2001 × log(검지농도) - 3.8846

◦ 펌프봉인 주변을 검지기로 측정한 결과 검출된 100ppm의 농도를 상관관계식에 대입하여 해당 펌프의 배출계수를 구함

log(배출계수) = 1.2001 × log(100) - 3.8846 = -1.4844

배출계수 = $10^{-1.4844}$ = 0.03278 (kg/시/source)

□ 기타 배출계수

○ 석유정제공장의 단위공정에 적용되는 대기배출계수

공 정	전체 탄화수소류의 배출계수	암모니아 배출계수
유동층 촉매분해기(FCC) 비조절(Uncontrolled) ㎏/10^3 L 새 원료	0.630	0.155
이동층 촉매 분해기 ㎏/10^3 L 새 원료	0.250	0.017
콤프레서 엔진 왕복형 엔진 ㎏/10^3 m^3 가스연소	21.8	3.2
가스 터빈 ㎏/10^3 m^3 가스 연소	0.28	-
증기배출(Blowdown) 시스템 비조절 ㎏/10^3 L 정유 원료	1,662	-
증기 회수 시스템과 굴뚝연소(flaring) ㎏/10^3 L 정유 원료	0.002	-
감압 증류 칼럼 응축기	0.14	-

※ 출처: AP-42, Volume I, Chapter 3: Stationary Internal Combustion Sources (EPA)

【예】 회사에서 유동층 및 이동층 촉매 분해기를 통해 탄화수소의 분자량을 감소시키고 있다. 이 분해기는 연간 330일 운전하였으며, 유동층에 공급되는 탄화수소는 2,500ℓ/시이고, 이동층에 공급되는 탄화수소는 1,500//시이다. 이 경우 전체 장치에 달린 플렌지 등의 비산오염원을 통한 탄화수소의 배출량은 다음과 같이 계산된다.

유동층에서의 배출량 = 2,500//시 × 24시/일 × 330일/년 × 0.000630㎏// = 12,474 ㎏/년

이동층에서의 배출량 = 1,500//시 × 24시/일 × 330일/년 × 0.000250㎏// = 2,970 ㎏/년

대기로의 배출량 = 12,474 + 2,970 = 15,444 ㎏/년

□ 염산제조 공정에서의 배출계수

○ 염산제조공정에서 염산1톤 생산량 당 염산이 대기로 배출되는 양 (염산 제조공정 전체에서 대기로 배출되는 양 산출계수)

공정중 발생량	HCl 배출계수
	kg/HCl 생산량(톤)
스크러버 사용시 스크러버 미사용시	0.08 0.90

※ 출처: AP-42, Volume I, Chapter 8: Inorganic Chemical Industry (EPA)

【예】 회사에서는 공정부산물로 35%농도의 염산을 연간 20,000톤 생산하고 있다. 포집한 염산 증기를 신설된 스크러버를 통과시켜 대기로 배출하였다. 이 경우 점오염원을 통한 대기로의 염산 배출량 얼마인가?

대기로의 염산 배출량 = 0.35 × 20,000톤/년 × 0.08kg/톤

= 560kg/년

4절. 공학적 계산법

□ “공학적 계산”이라 함은 화학반응식, 조사대상 화학물질의 물리화학적 성질(예 : 증기압, 용해도, 확산계수, 등), 이상기체상태방정식 등과 같은 물리화학법칙이나 이론 등을 사용하거나, 공정설계자료(예 : 온도, 압력, 시설크기, 유속, 반응시간, 체류시간 등), 생산공정이나 오염방지시설의 제거율, 수율, 효율, 생산율 등 성능지표를 이용하여 배출량을 산출하는 방법

□ 공학적 계산법 사용방법

○ 기후에너지환경부에서 배포하는 배출량 산정 워크시트(WokrSheet) 및 산출프로그램 이용가능

○ 공학적계산법으로 배출량을 산정 시 물질수지법, 배출계수법, 직접측정법 등을 동시에 사용 가능

○ 배출량 산정에 필요한 자료로 공정 및 장비의 설계자료, 공정 및 장치의 공급자, 공학관련 참고서적, 이화학사전의 자료 사용 가능

○ 대기오염방지시설, 폐수처리시설, 소각시설, 플레어스택 등 오염방지시설로 유입되는 양을 배출계수법으로 구한 경우 배출량은 오염방지시설의 유입량에 [1-처리율(오염물질제거율)]을 곱하여 산정 가능

- 플레어스택의 경우 배출계수법 사용가능

○ 조사대상 화학물질이 물과 직접 접촉하는 공정이나 시설에서 폐수가 생성될 때, 해당물질의 물에 대한 용해도는 폐수 중에 조사대상 화학물질의 농도를 산정할 때 사용가능

$$\text{폐수중조사대상화학물질농도}(kg/\text{톤}) = \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^{3}$$

용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

○ 스크러버 등과 같이 공기흐름으로부터 화학물질을 액체에 흡수시키는 공정이나 장비에서는 액체로 이동된 화학물질의 양을 산정하기 위해서 장비의 설계사양을 사용

○ 물질이 폐수처리장 등과 같은 오염방지시설로 유입되는 것이 확실하나, 오염방지시설의 효율이 우수하거나, 조사대상 화학물질의 농도가 매우 낮아 환경 중으로 배출되는 곳에서 검출이 안될 경우 측정기기의 최소검지농도로 배출량 산정 가능

- 배출량=환경 중으로 배출되는 유량×측정기기의 최소검지농도

○ 실내 작업장 안전을 위해서 총 탄화수소 또는 특정화학물질에 대하여 실내공기중의 농도를 자동으로 측정하여 특정기준농도 이상일 때 자동으로 알려주는 경보장치가 설치된 경우,

- 연간 경보가 울린적이 없을 때
  대기비산오염원배출량=조사대상 화학물질의 조성비×경보가 울리는 특정기준농도×(1/2)×실내공기교환장치의 유량×연간 환기시스템 작동시간

※ 경보가 울린 경우는 누출사고가 발생한 경우이므로 사고상황에 맞는 배출량산정방법을 선택

○ 저장탱크에서 배출되는 양, 탱크로리나 탱크차량에 입·출하할 때 배출되는 양, 대기로 개방되어 있는 컨테이너 등에서 대기배출량을 산정하는데 물질의 물리화학적 성질 등을 이용한 공학적계산법이 편리

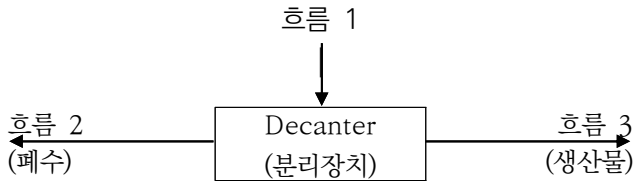
- 구체적 산정방법은 “3부. 주요공정(배출원)별 배출량산정방법” 참조

○ 아래 예와 같이 공학적계산법을 프로그램화시킨 전산모델링 사용가능

- TRIWIN : 배출량산정프로그램
- TANKS(4.09D) : 저장탱크에서 배출되는 양을 산정
- WATER9(version 3.0) : 폐수처리장치에서 대기 배출량을 산정
- 확보방법
  · 화관법민원24 홈페이지(https://icis.mcee.go.kr/cdms)
  · 미국 환경청 홈페이지(https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification)
  · 참고 :(https://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch07)

【예1】공 학적 계산을 이용하여 폐수 내의 배출량 산정

○ EDC(ethylene dichloride)생산공정의 반응단계에서 생성된 물을 EDC와 분리시키기 위해 decanter를 사용한다. 여기서 분리된 물은 폐수와 함께 공공처리장으로 보내어진다.



- 흐름 1 내의 EDC와 물의 양론비율이 같다.
  1 몰 EDC = 97g
  1 몰 H_2O = 18g
  1 몰 EDC + 1 몰 H_2O = 115g
  EDC 무게비율 = 97/115 × 100 = 86%

- 물에 용해되는 EDC의 용해도는 0.869g/100gH_2O
- EDC에 용해되는 물의 용해도는 0.160g/100gEDC

○ 이 시설은 185,000톤/년의 EDC를 생산한다고 알려져 있다. 위에서의 공학적 계산과 생산량으로 다음과 같이 물질수지를 계산할 수 있다.

경우1) 만일 흐름 2의 폐수 유량을 직접 측정하여 연간 폐수 발생량을 알고 있다면 다음과 같이 계산한다. (폐수 발생량 30,000 톤/년)

$$\text{폐수로의 EDC 배출량} = \frac{30{,}000\text{톤 폐수}}{\text{년}} \times \frac{0.869g\ EDC}{100g + 0.869g} \times 10^3$$

$$= 258{,}454\ \text{kg/년}$$

※ 폐수 100.869g에 용해도만큼의 0.869g만큼의 EDC가 포함되어 있음

주의) 폐수에는 H_2O뿐만 아니라 EDC도 포함되어 있기 때문에 위 식의 오른쪽 3번째 항처럼 단위환산을 해주어야 한다.

경우2) 만일 흐름 2의 폐수 유량을 알지 못한다면 다음의 방법으로 폐수 유량을 구하여야 한다.

- EDC에 대한 물의 용해도는 0.160g/100g EDC이므로, 이 용해도가 흐름 3의 EDC 내의 물의 농도를 나타낸다.

흐름 3 = 185,000 톤 EDC/년 + X 톤 H_2O/년

흐름 3의 H_2O의 양은 EDC에 대한 물의 용해도를 이용하여 산정

$$X = \frac{0.160 gH_2O}{100 gEDC} \times \frac{185,000톤 EDC}{년} \times \frac{10^6 gEDC}{1톤 EDC}$$

$$= \frac{296 \times 10^6 gH_2O}{년} = \frac{296톤 H_2O}{년}$$

그러므로, 흐름 3 = 185,000 톤/년 + 296 톤/년 = 185,296 톤/년

<u>전체에 대한 물질수지</u> : (흐름 1) = (흐름 2) + (흐름 3)

(흐름 1) = (흐름 2) + 185,296 톤/년 --------- [식 ①]

<u>EDC에 대한 물질수지</u> : 0.86×(흐름 1) = 0.869/100.869×(흐름 2)+185,296 - [식 ②]

[식 ①]과 [식 ②]의 두가지 식을 연립하여 (흐름 1)과 (흐름 2)의 유량을 구할 수 있다.

(흐름 1) = 215,420톤/년 (흐름 2) = 30,125톤/년

폐수로의 EDC 배출량 = 30,125 톤/년 * 0.00869 = 262톤/년

【예2】 공학적 계산을 이용하여 대기배출량 산정

○ 공장은 크게 두개의 구역으로 구분되고, 각 구역은 자체 통풍장치가 있다. 각 구역은 백만분의 일(1ppm)의 농도를 감지할 수 있는 총 휘발성유기화합물 경보장치가 있다. 각 공장 구역의 공기교환비율은 21℃에서 25,000m^3/min이다.

경보장치가 1년 동안 한번도 작동하지 않았기 때문에, 실제농도는 경보장치 작동농도의 반(0.5ppmv)으로 가정한다. 표준작업온도가 21℃이고 배출장치가 대기압(1atm)에서 작동하므로, 온도와 압력 조절이 필요 없다.

경우1) MEK만을 사용한다고 가정할 경우 화학물질배출량 산정

25,000m^3/min ×60min/시 × 4,000시/년 ×0.5m^3 MEK/$10^6 m^3$air = 3,000m^3/년

- MEK의 증기밀도는 이상기체법칙이나 표준테이블값을 사용하여 계산할 수 있다.

MEK 분자량 = 72.12, 온도 = 21℃, 압력 = 1기압 으로부터

MEK 증기밀도 = 72.12(㎏/㎏mol)/22.4(m^3/㎏mol) × 273.15/294.15 = 2.990㎏/m^3

따라서 MEK의 배출량은 3,000m^3/년 × 2.990㎏/m^3 = 8,970㎏/년

경우2) 톨루엔/자일렌이 같은 비율로 섞여 있는 혼합물을 사용할 경우

- 각 화학물질이 같은 비율로 누출된다고 가정한다.

톨루엔 분자량 = 92.14, 자일렌 분자량 = 106.17

평균증기밀도 = (0.5×92.14 + 0.5×106.17)/22.4 × 273.15/294.15 = 4.111㎏/m^3

따라서 톨루엔/자일렌 혼합물의 배출량은 3,000m^3/년 × 4.111㎏/m^3 = 12,330㎏/년

각 화학물질은 6,150㎏/년이다.

5절. 배출량 · 이동량 조사시 주의사항

□ 대기, 수계, 토양 등 환경 배출량과 자가매립량과 폐수, 폐기물처리업체로 이동된 양은 ㎏단위로 계산

□ 소수점 이하 첫째자리에서 반올림하여 ㎏ 단위로 보고하여야 한다.
(예 : 점오염원을 통한 대기배출량이 253.6 ㎏/년일 경우 254 ㎏으로 보고)

□ 산·알칼리성의 수용액(불화수소, 염화수소, 황산 등)을 pH6 ~ 8로 중화하여 배출시키거나 이동시킬 경우 수계배출량을 '0'으로 산정

□ 중금속(납, 망간, 수은, 니켈, 주석, 안티몬, 비소, 바륨, 베릴륨, 붕소, 카드뮴, 크롬, 구리, 바나듐, 아연, 셀레늄) 및 그 화합물과 무기시안화합물은 중금속 또는 CN자체의 질량만으로 환산하여 배출량·이동량 산정

【예】 크롬산납과 같이 납화합물 및 크롬화합물에 해당되는 경우 취급량과 배출량

A사가 14,000㎏의 크롬산납($PbCrO_4$·PbO)을 사업장내 토양에 매립하고, 16,000㎏의 셀레늄산납($PbSeO_4$)을 사업장 외부의 폐기물처리시설로 이동시킨다고 하자. 아래와 같이 납화합물에 대해 배출량과 이동량을 계산할 수 있다.

○ 취급량 : 납화합물 30톤, 크롬화합물 : 14톤, 셀레늄 화합물 : 16톤

○ 크롬산납($PbCrO_4$·PbO)분자량 = 546.37
- 납분자량(2Pb) = 207.2×2 = 414 납무게비 = 414.4/546.37 = 75.85%

○ 셀레늄산납($PbSeO_4$) 분자량 = 350.17
- 납분자량(1Pb) = 207.2 무게비 = 207.2/350.17 = 59.17%

○ 납토양 배출량 : 0.7585(무게비) × 14,000(납화합물 자가 매립량) = 10,619㎏

○ 납이동량 : 0.5917(무게비) × 16,000(납화합물 폐기물처리업체로 이동량) = 9,467㎏

□ 배출량산정대상으로 선정된 공정 및 배출원 중 대기압보다 낮은 압력(부압)으로 유지되는 공정은 배출량산정이 불필요하나, 부압을 발생시키는 부분(예 : 수증기 분사기, 진공펌프)과 그 후단부는 배출량산정에 포함

□ 배출량 산정대상으로 선정된 각 공정 및 배출원의 물질 흐름별로 조사대상 화학물질의 평균 흐름량을 파악할 경우 배출량 산정이 편리

□ 조사대상 화학물질이 부록 별표2의 조사대상범위이하로 함유되어있는 물질을 취급하는 공정(배출원)도 배출량·이동량 조사대상에 포함

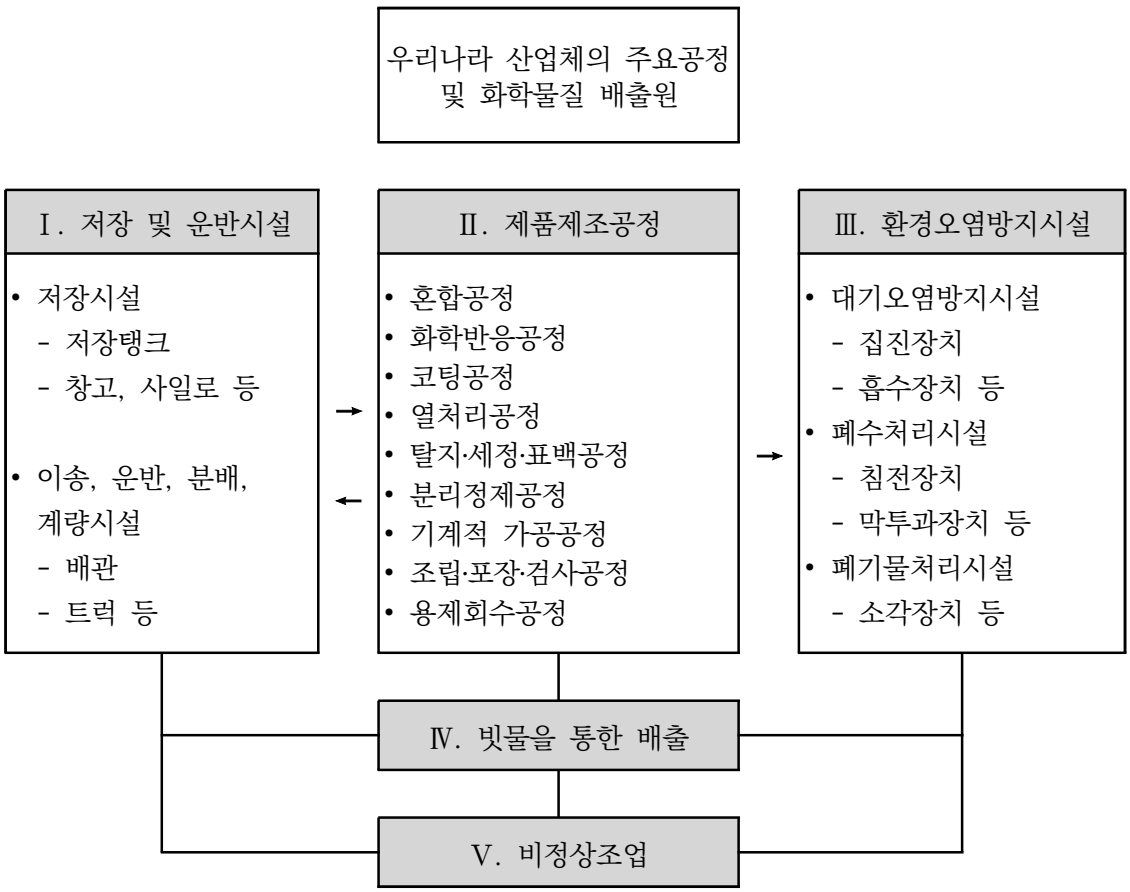
□ 황산과 같이 휘발가능성이 거의 없는(증기압≒10^{-7}) 화학물질과 증기압이 0.1㎜Hg 이하인 물질에 대해서는 이송배관에서의 대기배출량 계산 불필요

3부

주요공정(배출원)별 배출량 · 이동량 산정방법

배출량 산정방법인 물질수지법, 공학적계산법, 배출계수법, 직접측정법 등을 주요 공정(배출원)에 적용하는 방법을 소개하니 배출량 산정에 활용 또는 참고하기 바랍니다.

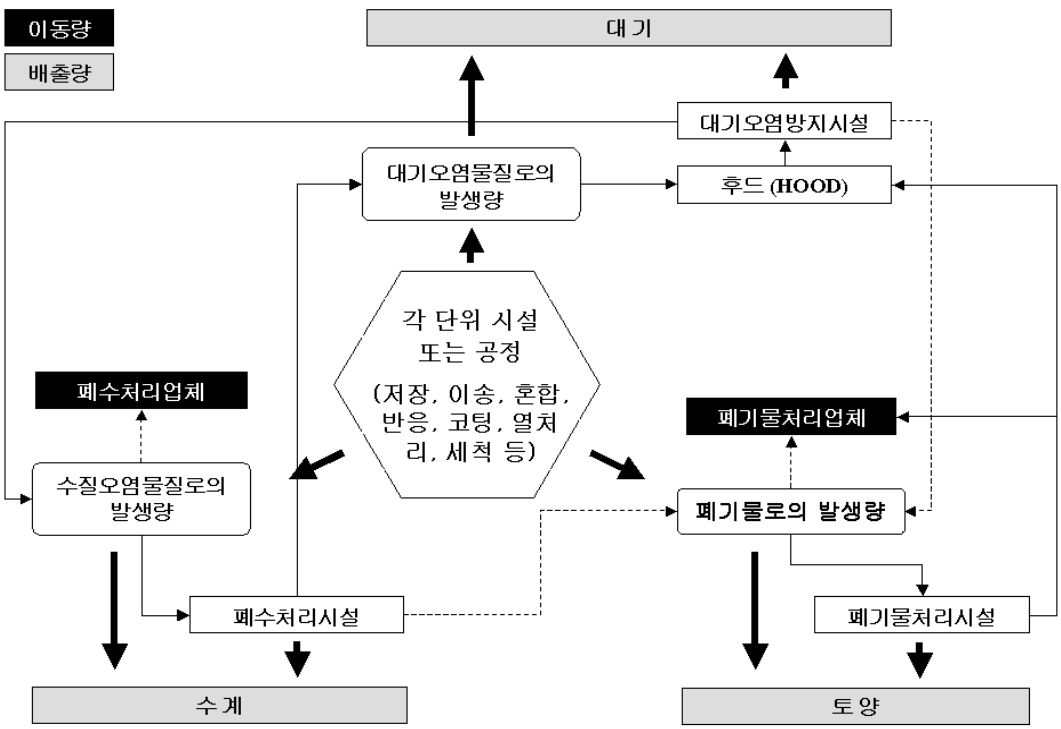
환경배출량 및 이동량의 원인이 되는 산업체의 주요공정 및 배출원을 분류하면 다음 그림과 같다. 저장 및 이송, 운반시설은 제품을 생산하는 거의 모든 업체에 해당되는 공정이며, 제품제조공정에 열거되어 있는 공정 및 환경오염방지시설은 업종별 또는 업체별로 몇 가지 공정만이 해당될 것이며, 빗물에 의한 배출이나 비정상조업은 해당 사건의 발생시만 적용될 것이다.



○ 본 장에서는 위 각 공정별로 배출량 및 이동량을 산출하는 방법에 관하여 설명하고, 각 세부공정별로 사용가능한 산정방법을 제시하였다. 그러나 제시된 방법은 절대적인 방법은 아니며, 여러 방법을 혼용하여 산정 할 수도 있다.

○ 각 단위공정에서의 환경(대기, 수계, 토양)으로의 배출량 및 폐수/폐기물처리업체로의 이동량은 독립적인 것이 아니며, 다음 그림과 같이 서로 연관되어 있어 각 매체별 배출량 및 이동량을 정확하게 산출하기는 쉽지 않다 따라서 본 지침에서는 각 업체에서 배출량 및 이동량을 가능한 쉽게 산출할 수 있도록 여러 가지 방법을 경우별로 정리하였다.

○ 조사대상 업체는 다음에 설명되어 있는 산정방법을 참고로 각 매체별 배출량 및 이동량(아래 그림에서 색칠된 부분)을 산출하고 그 값을 보고한다.



본 지침서에 사용하는 대기오염물질로의 발생량, 대기로의 배출량, 수질오염물질로의 발생량, 수계로의 배출량, 폐기물로의 배출량, 토양으로의 배출량에 관한 용어의 의미는 다음과 같다.

- 대기오염물질로의 발생량
  - 각 단위공정에서 대기오염물질로 발생하여 대기로 배출될 가능성이 있는 조사대상 화학물질의 양
  - 대기오염물질 발생량은 실제 대기로 배출되는 양을 의미하는 것은 아니며, 포집되어 대기방지시설로 이동되는 양과 직접 대기로 배출되는 양의 합을 의미한다.

- 대기로의 배출량
  - 대기로 배출되는 조사대상 화학물질의 양
  - 외부에 노출된 시설(매립지, 덮개를 씌우지 않은 폐수처리시설 등)에서 대기로 직접 배출되는 양, 각 단위공정에서 대기오염물질로 발생한 조사대상 화학물질 중 환기장치에 의해 포집되어 대기방지시설로 이송되지 않고 대기로 직접 배출된 양과 각 환경오염방지시설(대기방지시설, 폐수처리시설, 폐기물처리시설)로부터 대기로 배출되는 양을 의미한다.

- 수질오염물질로의 발생량
  - 각 단위공정에서 수질오염물질로 발생하여 수계로 배출될 가능성이 있는 조사대상 화학물질의 양
  - 수질오염물질 발생량은 실제 수계로 배출되는 양을 의미하는 것은 아니며, 폐수처리시설로 이동되는 양과 직접 수계로 배출되는 양, 폐수 또는 폐기물처리업체로 이동되는 양의 합을 의미한다.

- 수계로의 배출량
  - 수계로 배출되는 조사대상 화학물질의 양
  - 폐수처리장에서 처리 후 수계로 배출되는 양, 침출수나 사고 등에 의해 처리되지 않고 수계로 직접 배출되는 양 등을 의미한다.

•폐기물로의 발생량

- 각 단위공정에서 발생한 폐기물에 포함되어 있는 조사대상 화학물질의 양
- 폐기물 발생량은 실제 토양으로 배출되는 양을 의미하는 것은 아니며, 폐기물처리시설로 이동된 양, 직접 토양으로 배출되는 양, 폐수 또는 폐기물처리업체로 이동된 양의 합을 의미한다.

• 토양으로의 배출량

- 자가 매립되는 량을 제외하고, 토양으로 배출되는 조사대상 화학물질의 양
- 사고 등에 의해 누출된 폐기물이 처리되지 않고 토양으로 직접 배출되는 양 등을 의미한다.

• 자가 매립량

- 사업장내에 위치한 관리형 또는 차단형 매립지에 매립한 조사대상 화학물질의 양

• 폐수처리업체로 이동량

- 폐수를 폐수처리업체(폐수종말처리시설, 공동방지시설, 하수종말처리시설 포함)로 이송하여 처리할 경우, 폐수에 함유되어 이송된 조사대상 화학물질의 양

※ 발생된 폐수를 동일 주소지의 타 업체에 위탁처리하는 경우에는 이동량이 아님

• 폐기물처리업체로 이동량

- 폐기물을 위탁처리하는 경우 폐기물에 함유되어 폐기물처리업체로 이동된 조사대상 화학물질의 양

※ 발생된 폐기물을 동일 주소지의 타 업체에 위탁처리하는 경우에는 이동량이 아님

1장. 저장 및 이송 · 운반시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법

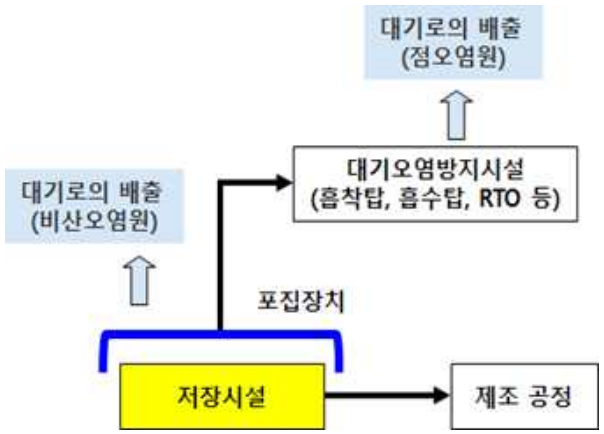
1절. 저장시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	사업장에서 제품을 생산하기 위해 원료물질을 구입하는 경우 그 물질을 구입 즉시 생산라인에 투입하는 경우는 극히 드물며, 대부분 저장탱크 등의 저장시설에 보관·저장하였다가 필요시에 이용하게 된다. 또한, 생산한 물질을 다른 곳으로 운반하거나 판매하기 전에 일정기간 저장하는 경우도 있다. • 원료물질을 저장탱크, 창고, 사일로 등에 저장하는 경우 • 생산물, 제품을 일시적으로 창고 등에 보관, 저장하는 경우 등
배 출 원	• 액상원료를 저장탱크에 보관, 저장하는 경우 - 온도변화에 따라 발생된 탱크 내 증기와 혼합기체가 압력변화에 의하여 대기로의 배출 - 탱크의 액체출입에 따른 내압의 변화에 의한 대기로의 배출 등 - 지하저장탱크의 부식 등에 의해 토양으로 스며드는 경우 - 저장탱크를 세척, 보수하는 경우 폐기물, 대기·수질오염물질발생 (5장. 비정상조업(청소, 보수, 사고 등)시 배출량, 이동량 산정방법 참조) (주의) 기체상 원료를 보관, 저장하는 가스탱크는 밀폐식이기 때문에 화학물질의 배출이 없다. • 원료, 자재, 제품, 폐기물 등을 창고, 사일로 등에 보관하는 경우 증발, 휘산 등에 의해 대기로의 배출이 발생 • 원료, 자재, 제품 등을 노천에 야적하는 경우 - 바람에 의하여 휘산, 휘발되어 대기로의 배출 - 빗물에 의해 용해되어 빗물과 함께 토양 또는 수계로의 배출 • 저장탱크나 용기 파손 사고로 누출된 저장물질이 폐기물, 폐수, 대기로 배출 (5장. 비정상조업(청소, 보수, 사고 등)시 배출량, 이동량 산정방법 참조)

저장탱크	
산정방법 우선순위	①공학적계산법(프로그램) ②물질수지법 ③직접측정법

▣ 공정개요

유기화학물질을 저장하는 각종 저장탱크는 석유생산 및 정제, 석유화학 및 화학약품 제조, 원유 저장 및 이송, 유기화합물질을 소비, 생산하는 산업 등 많은 분야에서 사용된다.



▣ 주요 산정방법

유입시 대기로의 배출량(kg/년)

= {(조사대상 화학물질 X의 몰분율 × 조사대상 화학물질 X의 분자량(g/mol) × 유입된 부피(m^3/회) × 조사대상 화학물질의 증기압(mmHg) × 연간 유입회수(회/년)) / (760 × 기체상수(atm·l/(K·mol)) × 탱크내 절대온도(K))} × (1 − 포집율)

1. 대기로의 발생량

○ 대기로의 배출량은 ① 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ② 포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후에 대기로 배출되는 양이 있다

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(kg/년) = 발생물질농도(kg/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 탱크설계값 등을 이용한 발생량 산정(공학적 계산법)

저장탱크 설계값, 이상기체상태방정식, 헨리의 법칙, 증기압 등을 이용하여 발생량 산정 (배출량산정프로그램을 이용하면 자동적으로 계산됨)

1) 고정덮개 저장탱크에서의 발생량 산정

대기오염물질로의 발생량 = 가. 저장물질 유입시 대기오염물질로의 발생량 +
나. 온도변화에 따른 호흡에 의한 대기오염물질로의 발생량

가) 저장물질 유입시 대기오염물질로의 발생량

탱크 내에 순수대상물질 X를 유입시에 탱크내의 공간에 증발한 물질이 압력에 의하여 배출구를 통하여 대기 중으로 배출되는 경우

연간 저장물질 유입시 대기오염물질로의 발생량(kg/년)

$$=(x \times M \times V \times Po \times N)/(760 \times RT)$$

(1) M : 조사대상 화학물질 X의 분자량(kg/kmol=g/mol)
(2) V : 유입된 부피(m^3)(유입후 부피(V2)-유입전 부피(V1))
(3) P^o : 조사대상 화학물질의 증기압(mmHg (온도 T일 때의 증기압))
(4) N : 연간 유입회수(회/년)

(5) TK : (탱크내 절대온도(탱크내 온도(℃)+273, 모르면 293으로 계산))

(6) R : 기체상수(0.082 atm·l/(K·mol))

(7) x : 조사대상 화학물질 X의 몰분율(0 ~ 1)

나) 온도변화에 따른 호흡에 의한 연간 대기오염물질로의 발생량

탱크가 외부온도의 변화로 팽창수축을 반복하여 탱크 내 공간에 증발된 조사대상 화학물질이 압력에 의하여 탱크 밖으로 배출되는 경우

호흡에 의한 연간 대기오염물질로의 발생량(kg/년)

$$= 1.97 \times 10^{-1} \times M \times [P^0/(P-P^0)]^{0.68} \times D^{1.73} \times z^{0.51} \times T^{0.5} \times a \times b$$

(1) M : 조사대상 화학물질 X의 분자량(g/mol=kg/kmol)

(2) P : 평균대기압(mmHg)

(3) P^o : 조사대상 화학물질 X의 증기압(분압)(mmHg)

※ X의 분압 P^o=(액상중의 X의 몰분율)×(순수물질 X의 증기압)

(4) D : 탱크의 내경(m)

(5) z : 탱크 내 공간의 평균 높이(m)

※ 탱크 내 공간의 평균 높이 = 탱크높이-평균 저장 높이

(6) T : 평균 외부온도차(℃)

※ 평균외부온도차 = [(지역의 연평균 최고온도와 최저온도 차)/2]

('기상청 기상자료개방포털' 사이트 등 참조)

(7) a : 탱크의 색계수(백색=1.0, 은색=1.2, 연녹색=1.33, 그 외=1.46)

(8) b : 탱크의 직경 보정계수(5m이하=0.3, 5 ~ 9m=0.8, 10m이상=1.0)

탱크 내 평균온도는 20℃로 하고, 1 kg/cm^2=760mmHg로 함.

※ 탱크의 색계수 : 탱크표면의 색에 따라 해당계수 선택

※ 탱크의 직경 보정계수 : 탱크의 직경에 따라 해당계수 선택

※ 지하에 매립된 탱크의 경우 외부와의 온도차 T가 0이라고 생각되므로 호흡시 배출량을 0으로 계산하여도 된다.

【예】 조사대상 화학물질 X의 수용액을 저장할 경우, 조사대상 화학물질 X의 함유량은 15wt.%, 분자량은 95㎏/kmol이고, 상온에서 증기압은 365mmHg이었다. 환기에 의한 배출가스의 배출속도는 0.14m^3/분이었다. 연간 평균온도를 20°C라하고, 탱크사용시간을 200일/년, 배출구 개방시간은 4시간/일이며, 물의 분자량은 18㎏/kmol이다. 이때 조사대상 화학물질 X의 대기오염물질로의 발생량은?

용액 중 X의 몰분율 = (15/95) / [(15/95) + (85/18)] = 0.032

대기오염물질로의 발생량 = $95 \times 0.032 \times 365/760 \times 0.14 \times 60 \times \frac{1}{0.082 \times 293} \times 4 \times 200$

= 410㎏/년

2) 부상(내부 또는 외부)덮개탱크에서의 대기오염물질로의 발생량

$$L_T = L_R + L_{WD} + L_F + L_D$$

여기서,

L_T = 부상덮개탱크에서의 총 발생량, ㎏/yr

L_R = rim seal 발생량, ㎏/yr

L_{WD} = withdrawal 발생량, ㎏/yr

L_F = deck fitting 발생량, ㎏/yr

L_D = deck seam 발생량(내부부상덮개탱크에만 적용), ㎏/yr

Rim Seal 배출, L_R

$$L_R = 1.49 * [K_{Ra} + K_{Rb} (v/1.609)^n] D P^* M_V K_C$$

여기서,

L_R = rim seal 발생량, ㎏/yr

K_{Ra} = 풍속 0에서의 rim seal 배출인자, (표 참고)

K_{Rb} = 풍속에 따른 rim seal 배출인자, (표 참고)

v = 탱크 주변의 평균풍속, km/h
(기상자료가 없을 경우 14.4km/h 사용)
(내부부상덮개나 돔 외부부상 덮개탱크일 경우는, v= 0)

n = seal과 관련된 풍속지수, 무차원 (표 참고)

P* = 증기압함수, 무차원

$$P^* = \frac{P_{VA}/760}{[1 + (1 - [P_{VA}/760])^{0.5}]^2} \qquad (2\text{-}3)$$

여기서,

P_{VA} = 일간액체표면온도에서의 증기압, mmHg

D = 탱크의 지름, m

Mv = 평균 증기분자량

Kc = 생산인자 (원유에 대해서는 0.4, 기타 액체유기화학물질은 1을 적용)

Withdrawal 발생, L_{WD}

$$L_{WD} = \frac{1.14\,Q\,C\,W_L}{D}\left[1 + \frac{N_C F_C}{D}\right]$$

여기서,

L_{WD} = withdrawal 발생량, kg/yr

Q = 연간유출입량(탱크 부피[bbl]에 연간유입회수를 곱한 값), m^3/yr

C = 벽 접착인자(부상덮개가 하강하였을 때 벽에 달라붙어 남아 있는 액체의 양), (벽면이 녹이 약간 슨 경우는 0.0015, 녹이 많이 슨 경우는 0.0075, 콘크리트로 표면처리 되어 있는 경우는 0.15를 사용한다, 원유를 저장하는 경우에는 각 경우의 벽 접착 인자 값에 4를 곱하여 사용한다.)

W_L = 액체평균밀도, kg/l

D = 탱크의 지름, m

Nc = 고정덮개의 지지칼럼의 수, 무차원
(자체 지지 고정덮개탱크와 외부부상덮개탱크의 경우는 Nc = 0)

Fc = 지지칼럼의 유효 지름, m (봉 둘레의 길이[m]/π)
탱크 설계자료로부터 특정 유효지름을 (Fc = 봉 둘레의 길이[m/π) 계산하여 사용하거나, 아래의 식을 사용한다.

Fc = 0.33 (7~9 인치 조립 지지칼럼의 경우),
0.21 (8인치 파이프 관의 경우),
0.3 (만약 칼럼에 대해서 자세한 정보가 없는 경우)

Deck Fitting 발생, L_F

$$L_F = F_F\,P^*\,M_V\,K_C$$

여기서,

L_F = deck fitting 발생량, kg/yr

P*, Mv, Kc는 앞 페이지의 정의를 따름

F_F = 총괄 deck fitting 배출인자

$$F_F = [(N_{F1}K_{F1}) + (N_{F2}K_{F2}) + \ldots\ldots + (N_{Fnf}K_{Fnf})]$$

여기서,

N_{Fi} = 특정 형태의 deck fitting의 수(i=0,1,2,...,n_f), 무차원

K_{Fi} = 특정 형태의 fitting에 대한 deck fitting 배출인자(i=0,1,2,...,n_f),

n_f = fitting 종류의 수, 무차원

$$K_{Fi} = K_{Fai} + K_{Fbi}(K_v v)^{m_i}$$

여기서,

K_{Fi} = 특정 형태의 fitting에 대한 deck fitting 배출인자

K_{Fai} = 특정 형태의 fitting에 대한 풍속 0에서의 배출인자

K_{Fbi} = 특정 형태의 fitting에 대한 풍속에 따른 배출인자

m_i = 특정 형태의 deck fitting에 대한 배출인자지수, 무차원

I = 1, 2, ..., n, 무차원

Kv = 0.7, fitting의 풍속 보정인자, 무차원

v = 평균주변풍속, km/h (내부부상덮개탱크 및 돔 외부부상덮개탱크는 v=0)

Deck Seam 발생, L_D

외부부상덮개탱크나 용접한 deck가 있는 내부부상덮개탱크는 deck seam 발생량이 0이다. deck seam 배출은 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$L_D = K_D S_D D^2 P^* M_V K_C \qquad (2\text{-}9)$$

여기서,

D, P*, M_V와 K_C 는 앞 페이지의 정의를 따름.

K_D = 단위 seam 길이인자 당 deck seam 배출

= 용접한 deck에서는 0.0

= 볼트로 연결한 deck는 0.46

S_D = deck seam 길이인자, m/m^2

$$= \frac{L_{seam}}{A_{deck}}$$

L_{seam} = deck seam의 총 길이, m

A_{deck} = deck의 넓이, m^2 = $\pi D^2/4$

(만일 deck seam 길이인자를 계산할 수 없다면 0.66의 값을 사용한다.)

〈부상덮개탱크의 rim seal 배출인자인 KRa, KRb, n〉

탱크의 구조와 RIM SEAL 장치	평균 fitting seal		
	KRa	KRb	n
용접 탱크			
Mechanical shoe seal Primary only(일차) Shoe-mounted(이차) Rim-mounted(이차)	 5.8 1.6 0.6	 0.3 0.3 0.4	 2.1 1.6 1
Liquid-mounted seal Primary only(일차) Weather shield Rim-mounted(이차)	 1.6 0.7 0.3	 0.3 0.3 0.6	 1.5 1.2 0.3
Vapor-mounted seal Primary only(일차) Weather Shield Rim-mounted(이차)	 6.7 3.3 2.2	 0.2 0.1 0.003	 3 3 4.3
리벳 탱크			
Mechanical shoe seal Primary only(일차) Shoe-mounted(이차) Rim-mounted(이차)	 10.8 9.2 1.1	 0.4 0.2 0.3	 2 1.9 1.5

〈deck fitting 배출인자, KFa, KFb, m〉

Fitting 형태	자세한 구조	KFa	KFb	m
Access Hatch (24-in. Diameter well)	Bolted Cover, Gasketed	1.6	0	0
	Unbolted Cover, Gasketed	31	5.2	1.3
	Unbolted Cover, Ungasketed	36	5.9	1.2
Fixed Roof Support Column Well (24-in. Diameter well)	Built-Up Col., Gasketed Sliding Cover	33	0	0
	Built-Up Col., Ungasketed Sliding Cover	47	0	0
	Round Pipe Col., Flexible Fabric Sleeve Seal	10	0	0
	Round Pipe Col., Gasketed Sliding Cover	25	0	0
	Round Pipe Col., Ungasketed Sliding Cover	31	0	0
Unslotted Guide-Pole Well(24-in. Diameter unslotted pole, 21-inch diameter well)	Ungasketed Sliding Cover	31	150	1.4
	Gasketed Sliding Cover	25	13	2.2
	Ungasketed Sliding Cover w/pole Sleeve	25	2.2	2.1
	Gasketed Sliding Cover w/pole Sleeve	8.6	12	0.81
	Gasketed sliding Cover w/pole Wiper	14	3.7	0.78

Fitting 형태	자세한 구조	KFa	KFb	m
Slotted Guide-Pole/Sample Well (8-in. Diameter slotted pole, 21-inch diameter well)	Ungasket. Sliding Cover, with Float	31	36	2
	Ungasketed Sliding Cover	43	270	1.4
	Gasketed Sliding Cover, with Float	31	36	2
	Gasketed Sliding Cover, with Pole Wiper	41	48	1.4
	Gasketed Sliding Cover, with Pole Sleeve	11	46	1.4
	Gasketed Sliding Cover, with Float and pole Wiper	21	7.9	1.8
	Gasketed Sliding Cover, with Float, Pole Sleeve, and Wiper	11	9.9	0.89
	Gasketed Sliding Cover, with Pole Sleeve and Pole Wiper	8.3	4.4	1.6
Float Well (Automatic Gauge)	Bolted Cover, Gasketed	2.8	0	0
	Unbolted Cover, Gasketed	4.3	17	0.38
	Unbolted Cover, Ungasketed	14	5.4	1.1
Roof Leg or Hanger Well	Adjustable	7.9	0	0
	Fixed	0	0	0
Sample Pipe or Well (24-in. Diameter)	Slotted Pipe-Sliding Cover, Gasked	43	0	0
	Slotted Pipe-Sliding Cover, Ungasked	43	0	0
	Slit Fabric Seal 10% Open	12	0	0
Stub Drain (1-in. Diameter)		1.1	0	0
Vacuum Breaker (10-in. Diameter),	Weighted Mechanical Actuation, Gasked	6.2	1.2	0.94
	Weighted Mechanical Actuation, Ungasked	7.8	0.01	4
Gauge-Hatch/Sample Well (8-in. Diameter)	Weighted Mechanical Actuation, Gasked	0.47	0.02	0.97
	Weighted Mechanical Actuation, Ungasked	2.3	0	0
	Slit Fabric Seal, 10% Open Area	12		
Deck Drain (3-in. Diameter)	Open	1.5	0.21	1.7
	90% Closed	1.8	0.14	1.1
Deck Leg (3-in. Diameter)	Adjustable, internal floating deck	7.9		
	Adjustable, Pontoon Area, Ungasketed	2	0.37	0.91
	Adjustable, Center Area, Ungasketed	0.82	0.53	0.14
	Adjustable, Double-Deck Roofs	0.82	0.53	0.14
	Fixed	0	0	0
	Adjustable, Pontoon Area, Gasketed	1.3	0.08	0.65
	Adjustable, Pontoon Area, Sock	1.2	0.14	0.65
	Adjustable, Center Area, Gasketed	0.53	0.11	0.13
	Adjustable, Center Area, Sock	0.49	0.16	0.14
Rim Vent (6-in. Diameter)	Weighted Mechanical Actuation, Gasked	0.71	0.1	1
	Weighted Mechanical Actuation, Ungasked	0.68	1.8	1
Ladder Well(36-in. Diam.)	Sliding Cover, Ungasketed	76	0	0
	Sliding Cover, Gasketed	56	0	0

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

ㅇ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

ㅇ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 발생가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1

- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하거나 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

ㅇ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,

- 소각처리하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 탱크로 입·출되는 양을 이용(물질수지법)

; 저장탱크의 바닥이나 지하저장탱크의 누수로 수질오염물질이 발생하는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = [{저장물질의 연간유입량(㎏/년) + 전년도 이월량(㎏/년)}
{다음년도 이월량(㎏/년) + 저장물질의 연간출고량(㎏/년) + 저장탱크의 파손으로 누출된 양
(㎏/년)}] × (저장물질 중 조사대상 화학물질의 조성비) - 대기오염물질로의 발생량(㎏/년)

※ 대기오염물질로의 발생량은 1. 대기로의 발생량에서 산정

※ 저장탱크의 파손으로 누출된 양은 “5장. 비정상 조업(청소, 보수, 사고 등)시 배출량·이동량 산정방법”에서 산정

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

  ※폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조

- 폐수처리업자에게 위탁처리하는 경우

  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

- 폐기물처리업자에게 위탁처리하는 경우

  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 배출된 침출수를 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 배출량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 배출량

3. 폐기물로의 배출량

저장탱크내의 잔류물을 폐기처리하는 경우 폐기물로의 배출량이 발생

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

가. 저장탱크에서 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 저장탱크에서 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 저장탱크 내 저장물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물처리업체로 이동시키는 경우

폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립지에 매립하는 경우

자가매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우

토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

창고 및 사일로	
산정방법 우선순위	① 물질수지법 ② 공학적계산법 ③ 직접측정법

취급물질을 저장·보관 중 조사대상 화학물질이 휘발하여 주변환경에 배출되는 경우에 배출량을 산정 (단, 밀폐된 용기에 보관하는 경우는 배출량을 0으로 본다)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 창고로 입·출되는 양을 이용하는 경우(물질수지법)

비교적 출고가 빈번하고, 창고 내의 취급물품 중의 조사대상 화학물질 농도가 현저히 변하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 연간입고량(㎏/년)×(입고시 취급물품 중 조사대상 화학물질의 조성비) - 연간출고량(㎏/년)×(출고시 취급물품 중 조사대상 화학물질의 조성비) - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 2. 폐기물로의 배출량에서 산정

다. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적 계산법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 창고내의 평균농도(㎎/m^3)×창고부피(m^3)×공간율(-)×연간 입출하 횟수(1/년)÷10^6

- 공간율 : 창고부피 중 적재물이 쌓이지 않고 남은 공간이 차지하는 비율

창고내의 평균농도를 모르는 경우는 아래 값을 이용

창고내의 평균농도(㎎/m^3) = $\frac{P^0}{760} \times \frac{M}{22.4} \times \frac{273}{T+273} \times 10^6$

P^0 : 창고내 평균 온도에서의 조사대상 화학물질의 증기압(㎜Hg)

M : 조사대상 화학물질의 분자량

T : 창고내 평균 온도(℃), (모르면 20으로 계산한다.)

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이 있다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

ㅇ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

ㅇ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공 업자가 제공하는 포집율을 사용하거나 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

ㅇ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 "3장. 환경오염방지시설에서의 배출량이동량 산정방법"을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 폐기물로의 배출량

창고 및 사일로에 저장된 물질이 성분 불량 등으로 폐기되는 경우

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성비

가. 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 창고 및 사일로 내 저장물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립지에 매립하는 경우
자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

노천야적시설	
산정방법 우선순위	①직접측정법 ②물질수지법 ③공학적계산법

노천야적장에 원료, 자재, 제품, 폐기물 등을 야적할 경우, 휘발·휘산에 의해 대기중으로 배출되거나, 우수 등에 용해되어 수계나 토양으로 배출될 수 있다. 배출량은 물질의 성상(입자의 직경, 비중, 증기압, 용해도 등), 야적상태(덮개의 유무, 바닥의 피복정도, 침출수의 관리 및 배출방법 등), 연간 강우량 등의 영향을 받는다. (단, 밀폐된 용기에 보관하는 경우는 배출량을 0으로 본다)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접측정 하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일)× 연간발생일수 (일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 야적장으로 입출되는 양을 이용한 산정(물질수지법)

1) 폐수가 발생되지 않는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 야적량(㎏/년) × [반입물 중 조사대상 화학물질의 조성비 - 출하물 중 조사대상 화학물질의 조성비] - 폐기물로의 발생량(㎏/년)

2) 폐수가 발생하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 야적량(㎏/년) × [반입물 중 조사대상 화학물질의 조성비 - 출하물 중 조사대상 화학물질의 조성비] - 수질오염물질로의 발생량(㎏/년) - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

다. 물질성질, 야적상태 등을 고려한 발생량 산정(공학적 계산법)

대기오염물질로의 발생량 (㎏/년) = $\frac{kMAP^0}{RT} \times t$

M = 화학물질의 분자량 ㎏/㎏-mole

A = 저장물질의 대기와의 접촉넓이, m^2(일부가 덮개로 덮혀 있거나 포장되어 있을 때는 덮개로 덮혀 있지 않거나 포장되어 있지 않은 넓이만을 고려)

P^0 = 저장 온도에서의 누출된 화학물질의 증기압, mmHg,

R = 기체상수, 62.4 mmHg·m^3/㎏mol·K

T = 저장물질의 절대온도, K (주변 대기온도로 계산하여도 됨)

t = 노출시간(hour)

k = 기상 물질 전달 계수, m/s

$k = 0.00211\, U^{0.78} D^{2/3}$

D = 대기중의 화학물질에 대한 확산계수, cm^2/s

U = 풍속, km/시

확산계수 D는 화학공학 핸드북에서 일반적으로 cm^2/s의 단위로 찾을 수 있다.
만약, 확산계수 D를 찾을 수 없을 경우는 다음 식을 이용하여 D를 구한다.

$$D = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{M}}$$

혼합물이 유출되었을 경우, 화학물질의 증기압 P^0 대신에, 분압 P_A를 이용한다.

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이 있다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

○ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

○ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공 업자가 제공하는 포집율을 사용하거나 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

○ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

노천야적장으로 유입되는 물 또는 빗물에 의해 야적되어 있는 원료, 제품, 폐기물 등에 함유되어 있는 화학물질이 용해되어 수질오염물질로의 발생할 수 있다.

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간누출일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 물질성질을 이용하여 발생량 산정(공학적 계산법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 야적물과 접촉하는 연간 물의 양(m^3/년) × 조사대상 화학물질의 용해도(g/100mL) ÷ 10^5

*** 빗물인 경우 ; 야적물과 접촉하는 연간 물의 양(m^3/년) = 연간강우량(mm/년) × 야적넓이(m^2) × 10^3**

1) 수질오염물질로의 발생량 〈 강우시의 야적량(㎏/년)×조사대상 화학물질의 조성비인 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 수질오염물질로의 최대발생량(㎏/년)

= 야적물과 접촉하는 연간 물의 양(m^3/년) × 조사대상 화학물질의 용해도(g/100mL) ÷ 10^5

2) 수질오염물질로의 최대발생량 〉(강우시의 야적량(㎏/년)×조사대상 화학물질의 조성비)인 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 강수시의 야적량(㎏/년)×조사대상 화학물질의 조성비

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 피복된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우
  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)
  ※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리하는 경우
  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리하는 경우
  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 배출된 침출수를 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우
수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우
토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

야적된 원료, 제품이 성분 불량 등으로 폐기되는 경우

가. 폐기되는 물질을 탱크로리형 차량으로 이동

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

나. 폐기된 물질을 용기로 이동

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 노천야적시설 내 저장물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우

폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우

자가매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우

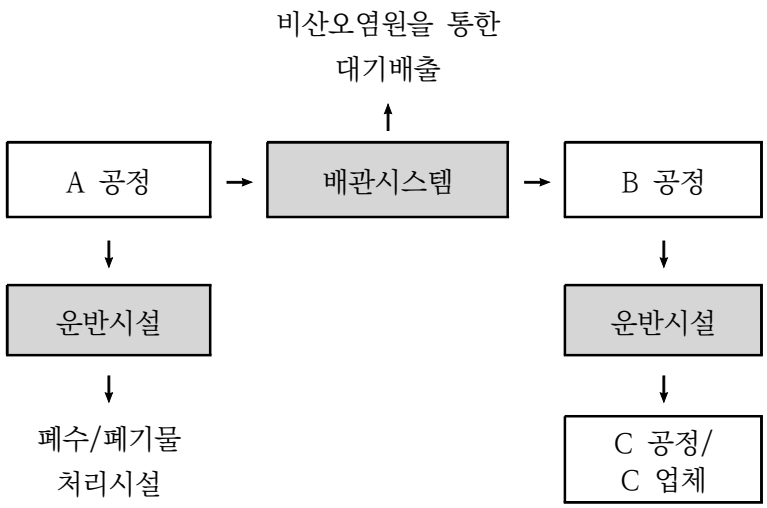
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

2절. 이송, 운반, 분배, 계량시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	사업장에서 취급하는 조사대상 화학물질의 이동과 관련된 모든 공정을 포함하는 것으로, 배관(밸브, 플랜지, 공정배수구 등)을 통한 흐름이나 소형용기, 탱크로리, 탱크화차, 트럭 등을 이용한 원료, 자재, 제품 등의 운송과 관련된 일련의 모든 공정을 일컫는다.
배 출 원	• 밸브, 펌프, 플랜지, 압력안전장치, 시료채취구 등을 통한 배관이송 도중 조사대상 화학물질의 비산오염원을 통한 대기로의 배출 • 배관을 통한 화학물질의 이송시 누수에 의한 토양으로의 배출 • 소형용기, 탱크로리 등에 화학물질을 주입하는 경우 탱크내 공간에 증발되어 있는 성분이 압력에 의하여 배출구(벤트)를 통한 대기로의 배출 • 고체, 액체 취급물을 컨베이어 벨트로 이송시키거나, 용기, 차량 등으로 운반 또는 계량시 부주의로 취급물질을 운반, 계량시 흘리거나 넘쳐서 손실되는 경우 (5장. 비정상 조업(청소, 보수, 사고 등)시 배출량·이동량 산정방법 참조)

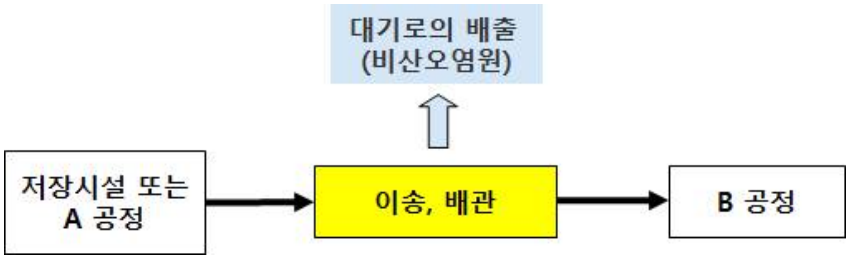


【 일반적인 이송, 운반, 분배, 계량시설 개요도 】

배관시스템	
산정방법 우선순위	①직접측정법 ②배출계수법

▣ 공정개요

밸브, 플랜지, 압력안전밸브, 펌프봉인, 압축기봉인, 연결부(커넥터), 맨홀, 샘플링연결부, 개방식라인, 공정배수구, 교반기 등 배관이송 하는 시설에서의 대기로 배출된다.



▣ 주요 산정방법

대기로의 배출량(kg/년)
= (배출원내의 조사대상 화학물질의 조성비 × 배출원의 수 × 배출계수 × 연간조업시간)

1. 대기오염물질로의 발생량

밸브, 플랜지, 압력안전밸브, 펌프봉인, 압축기봉인, 연결부(커넥터), 맨홀, 샘플링연결부, 개방식라인, 공정배수구, 교반기 등에서의 대기오염물질로의 발생량 산정에 직접측정법과 배출계수법을 이용

◦ 직접측정법과 배출계수법에는 평균배출계수법, 누출기준배출계수법, 농도배출계수법, 사업장자체배출계수법, 기타 배출계수법 등이 있으므로 각 사업장의 오염원 관리실태에 따라 사용

※ 평균배출계수, 누출기준배출계수, 농도배출계수를 이용할 때 기체, 경질유, 중질유 구분기준

① 석유정제시 원유는 API 비중의 분류기준을 이용

- 경질유 : API비중 ≥ 34 °
- 중질유 : API비중 ≤ 34 °

$$\text{API비중} = \frac{141.5}{\text{(원유의 비중 @ 60℉ / 물의 비중 @ 60℉)}} - 131.5$$

② 취급물질의 경질유와 중질유의 분류기준은 다음에 의한다.

- 경질유 : 등유보다 휘발도가 큰 상태 (20℃에서 증기압이 5mmHg 이상)
- 중질유 : 등유보다 휘발도가 작은 상태(20℃에서 증기압이 5mmHg 이하)

※ 혼합물의 경우 혼합물의 증기압을 적용하여야 하나, 혼합물의 증기압을 알지 못하는 경우, 조사대상 화학물질의 증기압을 적용하여도 됨.

③ 기체는 20℃에서 기체상인 물질

◦ 배관시스템(밸브, 펌프봉인, 압축기, 압력안전장치, 플랜지 등)에서 대기오염물질로의 발생량은 다음과 같이 산정

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (배출원내의 조사대상 화학물질의 조성비 × 배출원의 수 × 배출계수 × 연간 조업시간)

◦ **배출원수 Counting 방법**

- 배관시스템에서 대기오염물질로의 발생량 산정을 위한 “배출원의 수”는 다음과 같이 파악

◦ 다음과 같이 물리적 접근이 불가능한 배관시스템도 포함
- 파이프랙(Pipe-rack), 공간협소지역, 낙상사고 우려지역, 인슐레이션 장치, 고압/고열 위험지역, 고소지역, 폭발/화재 위험지역 등

◦ Heater, 열교환기, Air Cooler, 샘플링설비, 오리피스, 각종 온도, 압력 측정장치 등 계기류의 설치 및 운영을 위한 Tubing Line 등

◦ 밸브, 펌프, 압력안전밸브, 압축기, 교반기 등에 부착된 부속 장치들도 별개의 장치 개수로 산정(부록 별표 5 참조)
- 밸브에 부착된 플랜지
- 압력안전밸브에 부착된 밸브, 플랜지
- 펌프에 부착된 밸브, 플랜지, 연결부 개방식라인, 공정배수구 등
- 압축기(Compressor)에 포함된 밸브, 플랜지, 연결부 등
- 샘플링장치에 포함된 밸브, 연결부 등
- 트랜스미터(Transmeter)에 포함된 밸브, 플랜지, 연결부 등
- 기타 이와 유사한 형태의 부속장치들

- 세부장치종류 목록

장치종류	세부장치종류	장치종류	세부장치종류
밸브	Ball Valve Bellows Valve Butterfly Valve Block Valve Control Valve Gate Valve Globe Valve Needle Valve Orbit Valve Plug Valve Three Way Valve Angle Valve Twin Seal Valve Diaphragm Valve	밸브	Check Valve Dump Arm Lever Emergency Vent Valve On-off Valve Air Operated Valve Solenoid Valve Auto Recirculation Valve Motor Operated Valve
		펌프봉인	Pump Seal
		압축 기봉인	Compressor Seal
		압력 안전밸브	Pressure Relief Valve Vacuum(Pressure) Breaker
		교반기	Agitator

장치종류	세부장치종류	장치종류	세부장치종류
플랜지	Attaching Flange Flange	커넥터	Attaching Connection Braided Hose

	Blind Flange Exchanger Flange(Tube) Exchanger Flange(Shell) Exchanger Flange(Tube) Exchanger Flange(Shell) Sight Glass Orifice Flange Strainer Flange Gauge Flange		Cap Hose Connection Plug Threaded Connection Threaded Meter Tubing Fitting Union Level Gauge Trans meter
맨홀	Manhole	샘플링 연결부	Sample Connection
개방식라인	Blind Flange Cap Double Valve Plug Open End	공정배수구	Catch Basin Process Drain Junction Box Sump Vent

◦ 측정 불가능 장치의 범위

- 파이프랙(Pipe-rack), 공간협소지역, 낙상사고 우려지역, 인슐레이션 장치, 고압/고열 위험지역, 고소 위험지역, 폭발/화재 위험지역 등 지리적 위치 또는 안전상의 이유로 인위적 접근이 불가능한 배관시스템

◦ 측정 불가능 장치에 대한 배출량 산정방법

- 원칙적으로 누출기준배출계수를 적용하여 배출량을 산정하되 누출여부 점검이 불가능한 경우에는 평균배출계수 적용이 가능하며, 예외적으로 다음과 같이 배출량을 산정할 수 있다.

측정 불가능한 장치의 대기오염물질로의 발생량 = 평균배출량 × 측정이 불가능한 장치 수

※ 평균배출량(kg/년·개) = 직접측정 장치의 배출량(kg/년) ÷ 직접측정 장치 수(개)

〈평균배출량 적용조건〉

◦ 측정 불가능 장치 수는 측정실적을 보유한 장치 수(이하, 직접측정장치)의 3%를 초과하지 않아야 한다.
(다만, 인슐레이션 장치를 포함할 경우엔 20%를 초과하지 않도록 한다.)

◦ 직접측정 장치 수는 최소 1,000pts. 이상이어야 한다.

○ 배관시스템에서의 배출량 산정결과를 객관적으로 뒷받침할 수 있는 누출여부 감시활동 근거자료 목록

〈누출여부 감시활동 근거자료 목록〉

- 공정도(P&ID, PFD)
- 비산배출원 배출량 산정근거 기록표
- 비산배출원 농도측정 기록부(엑셀 또는 DB형태로 보관 가능)
- 육안점검 기록부(누출기준 배출계수 적용시)
- 운전정보(혼합물, 가동시간 등)
- 검지기 정보(검지기명, 물질별 RF값 등)
- 기타 배출량 산정에 활용된 자료
- 산정근거 기록표
- 유해화학물질 취급시설 자체점검 대장

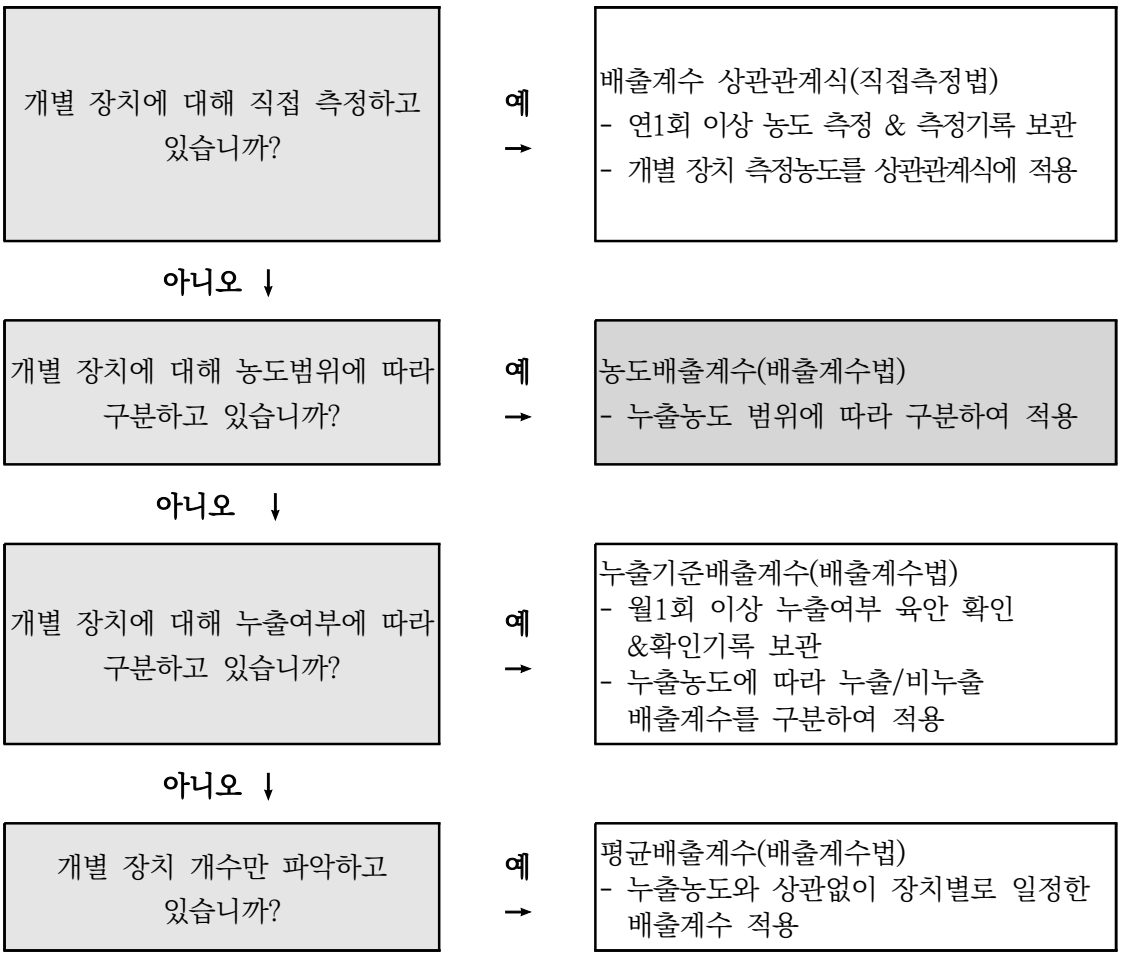
【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 배관시스템에서 발생하는 조사대상 화학물질은 별도의 대기오염방지시설에서 처리가 거의 불가능함에 따라
대기로의 배출량 = 대기오염물질로의 발생량

◦ 배관시스템 내의 조사대상 화학물질의 농도가 0.1%이하인 경우에는 배관시스템에서의 대기로의 배출량을 산출하지 않아도 됨

◦ 취급조건에서 증기압이 0.1mmHg이하인 비휘발성 화학물질에 대해서는 배관시스템에서의 대기로의 배출량은 산출하지 않아도 됨

<배출계수 결정 방법>


개별 장치에 대해 직접 측정하고 있습니까?
예
배출계수 상관관계식(직접측정법)
- 연1회 이상 농도 측정 & 측정기록 보관
- 개별 장치 측정농도를 상관관계식에 적용
아니오
개별 장치에 대해 농도범위에 따라 구분하고 있습니까?
예
농도배출계수(배출계수법)
- 누출농도 범위에 따라 구분하여 적용
아니오
개별 장치에 대해 누출여부에 따라 구분하고 있습니까?
예
누출기준배출계수(배출계수법)
- 월1회 이상 누출여부 육안 확인 &확인기록 보관
- 누출농도에 따라 누출/비누출 배출계수를 구분하여 적용
아니오
개별 장치 개수만 파악하고 있습니까?
예
평균배출계수(배출계수법)
- 누출농도와 상관없이 장치별로 일정한 배출계수 적용

가. 밸브, 플랜지, 펌프봉인, 압력안전장치, 압력조절밸브, 시료채취구 등에서의 대기오염물질로의 발생량을 **직접 측정하여 산정**하는 경우

대기오염물질로의 발생량(kg/년) = (배출원내의 조사대상 화학물질의 조성비 × 배출원의 수 × 배출계수 × 연간조업시간)

□ 화학 및 석유정제업종에 대한 측정농도와 배출계수 상관관계식을 이용한 배출계수(C:검지기 실제농도[단위: ppm])

- 석유정제업종에 대한 배출계수 상관관계식

장 치	사용	배출계수 상관관계식 (kg/hr)	영점배출량 (kg/hr/source)
밸 브	모두	$2.29\times10^{-6}C^{0.746}$	7.8×10^{-6}
펌프 봉인	모두	$4.82\times10^{-5}C^{0.610}$	2.4×10^{-5}
커넥터	모두	$1.51\times10^{-6}C^{0.735}$	7.49×10^{-6}
플랜지	모두	$4.44\times10^{-6}C^{0.703}$	3.1×10^{-7}
개방식라인	모두	$2.16\times10^{-6}C^{0.704}$	2.0×10^{-6}
기 타	모두	$1.36\times10^{-5}C^{0.589}$	4.0×10^{-6}

※ 출처: Protocol for Equipment Leak Emission Estimates (EPA)

○ 기타의 배출계수는 밸브, 펌프봉인, 커넥터, 플랜지, 개방식라인을 제외한 나머지 모든 장치의 경우에 이용할 수 있음

○ 검지기의 실제농도(측정농도-배경농도)를 배출계수 상관관계식에 입력하여 해당배출원의 배출계수를 구함

○ 검지기의 실제농도가 "0"일 경우, 배출계수는 영점배출량을 이용

○ 배출계수는 메탄, 에탄을 포함한 유기화학물질을 기준으로 한 값임

- 석유정제업종을 제외한 모든 업종에 대한 배출계수 상관관계식

장 치	사용	배출계수 상관관계식 (kg/hr)	영점배출량 (kg/hr/source)
밸 브	기체	$1.87\times10^{-6}C^{0.873}$	6.56×10^{-7}
	경질유	$6.41\times10^{-6}C^{0.797}$	4.85×10^{-7}
펌프 봉인	경질유	$1.90\times10^{-5}C^{0.824}$	7.49×10^{-6}
커넥터(플랜지 포함)	기체	$3.05\times10^{-6}C^{0.885}$	6.12×10^{-7}

※ 출처: Protocol for Equipment Leak Emission Estimates (EPA)

○ 펌프봉인부위 배출계수는 압축기봉인, 압력안전밸브, 교반기봉인, 중질유펌프, 개방식라인, 샘플링연결부, 공정배수구의 경우에도 이용할 수 있음

○ 검지기의 실제농도(측정농도-배경농도)를 배출계수 상관관계식에 입력하여 해당배출원의 배출계수를 구함

○ 검지기의 실제농도가 "0"일 경우, 배출계수는 영점배출량을 이용

○ 배출계수는 메탄, 에탄을 포함한 유기화학물질을 기준으로 한 값임

나. 밸브, 플랜지, 펌프봉인, 압력안전장치, 압력조절밸브, 시료채취구 등에서의 대기오염물질로의 발생량을 **배출계수법을 이용하여 산정**하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (배출원내의 조사대상 화학물질의 조성비 × 배출원의 수 × 배출계수 × 연간조업시간)

□ 배출계수 종류

1) 평균 배출계수

◦ 업종별 적용 평균 배출계수

〈석유정제업용 평균 배출계수〉

배 출 원	상 태	배 출 계 수 (㎏/HR/SOURCE)
밸 브	기 체 경질유 중질유	0.0268 0.0109 0.00023
펌프봉인	경질유 중질유	0.114 0.021
압축기봉인	기체/증기	0.636
압력안전장치봉인	기체/증기	0.16
커넥터(플랜지, 맨홀포함)	모두	0.00025
개방식 라인	모두	0.0023
샘플링 연결부	모두	0.0150
공정배수구	모두	0.0317

※ 출처: Protocol for Equipment Leak Emission Estimates (EPA)

〈석유정제업을 제외한 모든 업종의 평균 배출계수〉

배 출 원	상 태	배 출 계 수 (kg/HR/SOURCE)
밸 브	기체 경질유 중질유	0.00597 0.00403 0.00023
펌프봉인	경질유 중질유	0.0199 0.00862
압축기봉인	기체/증기	0.228
압력안전장치봉인	기체/증기	0.104
커넥터(플랜지, 맨홀포함)	모두	0.00183
개방식 라인	모두	0.0017
샘플링 연결부	모두	0.0150
공정배수구	모두	-

※ 출처: Protocol for Equipment Leak Emission Estimates (EPA)

○ 배출계수는 메탄을 제외한 유기화학물질을 기준으로 한 값임

○ 경질유에 대한 펌프봉인부위의 배출계수는 교반기 봉인 부위에도 적용할 수 있음

【예】 평균배출계수를 사용한 배출량 산정

100개의 플렌지를 갖고 있는 석유화학 공정에서 10wt%의 벤젠을 포함하고 있는 혼합물을 다루고 있으며, 일년 중 운전 시간은 8,000시간/년이다. 이 공정에서의 벤젠의 대기로의 배출량을 산출하라.

플렌지를 통한 대기로의 배출량

= 배출계수 x 배출원 수 x 배출원내의 조사대상 화학물질의 조성비(농도) x 운전시간

= 0.00183kg/시/source x 100 x 0.1 x 8,000시/년 = 146kg-벤젠/년

2) 누출기준 배출계수

○ 검지기를 이용해 각 장치를 연 1회 이상 검지하여 측정농도를 기록 보관하고 있거나, 월 1회 이상 육안 또는 비누용액으로 누출여부를 확인하고, 확인결과를 기록 보관하고 있는 경우 사용가능

○ 비누출계수 적용 : 육안 또는 비누용액 테스트결과 가스누출이 발견되지 않았을 경우에 적용

○ 누출계수 적용 : 육안 또는 비누용액 테스트결과 가스누출이 발견되었을 경우에 적용

○ 검지기를 이용한 농도측정방법과 배출계수 측정방법 : 부록 별표 5 참조

〈석유정제업용 누출기준 배출계수〉

장 치	상 태	배 출 계 수 (kg/hr/SOURCE)	
		누 출 (10,000ppm이상)	비 누 출 (10,000ppm미만)
밸 브	기체 경질유 중질유	0.2626 0.0852 0.00023	0.0006 0.0017 0.00023
펌프봉인	경질유 중질유	0.437 0.3885	0.0120 0.0135
압축기봉인	기체/증기	1.608	0.0894
압력안전장치봉인	기체/증기	1.691	0.0447
커넥터(플랜지, 맨홀포함)	모두	0.0375	0.00006
개방식 라인	모두	0.01195	0.00150

※ 출처: Protocol for Equipment Leak Emission Estimates (EPA)

〈석유정제업을 제외한 모든 업종용 누출기준 배출계수〉

배 출 원	상 태	배 출 계 수 (kg/hr/SOURCE)	
		누 출 (10,000ppm이상)	비 누 출 (10,000ppm미만)
밸 브	기체 경질유 중질유	0.0782 0.0892 0.00023	0.000131 0.000165 0.00023
펌프봉인	경질유 중질유	0.243 0.216	0.00187 0.00210
압축기봉인	기체/증기	1.608	0.0894
압력안전장치봉인	기체/증기	1.691	0.0447
커넥터(플랜지, 맨홀포함)	모두	0.113	0.0000810
개방식 라인	모두	0.01195	0.00150

※ 출처: Protocol for Equipment Leak Emission Estimates (EPA)

◦ 배출계수는 메탄을 제외한 유기화학물질을 기준으로 한 값임

○ 경질유에 대한 펌프봉인부위의 배출계수는 교반기 봉인부위에도 적용할 수 있음

3) 농도 배출계수

○ 검지기를 이용해 각 장치를 연 1회 이상 검지하여 측정농도를 기록 보관하고 있을 경우 사용가능

○ 검지기를 이용한 농도측정방법과 배출계수 측정방법 : 부록 별표 5 참조

〈농도 배출계수(업종에 구분 없이 사용가능)〉

장 치	상 태	배 출 계 수 (kg/hr/SOURCE)		
		0-1,000ppm	1,001-10,000ppm	10,000ppm 초과
압축기봉인	기체/증기	0.01132	0.26400	1.70800
펌프봉인	경질유 중질유	0.00198 0.00380	0.03350 0.09260	0.43700 0.38850
밸 브	기체/증기 경질유 중질유	0.00014 0.00028 0.00023	0.00165 0.00963 0.00023	0.04510 0.08520 0.00023
커넥터(플랜지, 맨홀포함)	모 두	0.00002	0.00875	0.03750
압력안전장치	기체/증기	0.01140	0.27900	1.69100
개방식 라인	모 두	0.00013	0.00876	0.01195

※ 출처: Protocol for Equipment Leak Emission Estimates (EPA)

【예】 석유정제업종에서의 누출기준 배출계수 및 농도배출계수를 사용한 배출량 산정

다음과 같은 조건을 가진 두 가지 흐름이 있다.

흐 름	장 치 / 상 태	장치수	운전시간 (시/년)	흐 름 조 성 비	
				물 질	비 율
A	펌 프/경질유	15	8,760	에틸아크릴레이트 물	0.80 0.20
B	펌 프/경질유	12	4,380	에틸아크릴레이트	1.0

검지기를 이용하여 위의 27개 펌프 주변을 측정한 검지농도는 다음 표와 같다.

흐름 A의 장치번호	검지농도(ppm)	흐름 B의 장치번호	검지농도(ppm)
01	94	01	88
02	37	02	150
03	130	03	450
04	78	04	320
05	85	05	540
06	510	06	자료 없음
07	120	07	850
08	150	08	150
09	300	09	220
10	810	10	15,000
11	290	11	250
12	89	12	220
13	52		
14	180		
15	110		

○ **석유정제업종의 누출기준 배출계수 사용**

경질유를 사용하는 펌프에 대한 10,000ppm을 기준으로 한 배출계수

누출 배출계수(〉10,000ppm) = 0.437

비누출 배출계수(〈10,000ppm) = 0.012

- 흐름 A 경우:

에틸아크릴레이트 배출량 (15개 펌프 모두 검지농도 〈 10,000 ppmv)

= (에틸아크릴레이트 조성비) x 비누출배출계수

x 장치수 x 운전시간 = 0.8 x 0.012 x 15 x 8,760 = 1,261㎏/년

= 흐름 A 전체 에틸아크릴레이트 배출량

- 흐름 B 경우:

에틸아크릴레이트 배출량 (10개의 펌프 비누출 〈 10,000 ppmv)

= (에틸아크릴레이트 조성비) x 비누출배출계수 x 장치수x운전시간

= 1.0 x 0.012 x 10 x 4,380 = 526㎏/년

에틸아크릴레이트 배출량 (1개의 펌프 누출 〉 10,000 ppmv)

= (에틸아크릴레이트 조성비) x 누출배출계수 x 장치수 x운전시간

= 1.0 x 0.437 x 1 x 4,380 = 1,914㎏/년

에틸아크릴레이트 배출량 (1개의 펌프를 검지하지 않았을 경우 평균배출계수 사용)

= (에틸아크릴레이트 조성비) x 평균배출계수 x 장치수 x 운전시간

= 1.0 x 0.114x 1 x 4,380 = 499㎏/년

흐름 B 전체 에틸아크릴레이트 배출량

= 에틸아크릴레이트 배출량(비누출) + 에틸아크릴레이트 배출량 (누출) + 에틸아크릴레이트 배출량(누출여부 검지하지 않은 것)

= 2,939㎏/년

A, B 전체 에틸아크릴레이트 배출량

= 1,261㎏/년 + 526㎏/년 + 1,914㎏/년 + 499㎏/년

= 4,200㎏/년

○ **농도 배출계수 사용**

경질유를 사용하는 펌프에 대한 농도배출계수는

1,000 ppmv 이하 = 0.00198

1,000 - 10,000 ppmv = 0.0335

10,000 ppmv 초과 = 0.437

- 흐름 A 경우:

에틸아크릴레이트 배출량(10개의 펌프 검지농도 〈 1,000 ppmv)

= (에틸아크릴레이트 조성비) x 배출계수 x 장치수 x 운전시간

= 0.8 x 0.00198 x 10 x 8,760 = 139㎏/년

에틸아크릴레이트 배출량(1000 〈 5개의 펌프 검지농도 〈 10,000 ppmv)

= (에틸아크릴레이트 조성비) x 배출계수 x 장치수 x 운전시간

= 0.8 x 0.0335 x 5 x 8,760 = 1,174㎏/년

흐름 A 전체 에틸아크릴레이트 배출량 = 139 ㎏/년 + 1,174㎏/년

= 1,313㎏/년

- 흐름 B 경우:

에틸아크릴레이트 배출량 (10개의 펌프 검지농도 〈 1,000 ppmv)

= (에틸아크릴레이트 조성비) x 배출계수 x 장치수 x 운전시간

= 1.0 x 0.00198 x 10 x 4,380 = 87㎏/년

에틸아크릴레이트 배출량 (1개의 펌프 검지농도 〉 10,000 ppmv)

= (에틸아크릴레이트 조성비) x 배출계수 x 장치수 x 운전시간

= 1.0 x 0.437 x 1 x 4,380 = 1,914㎏/년

에틸아크릴레이트 배출량 (1개의 펌프를 검지하지 않았을 경우 평균배출계수 사용)

= (에틸아크릴레이트 조성비) x 평균배출계수 x 장치수 x 운전시간

= 1.0 x 0.114x 1 x 4,380 = 499㎏/년

흐름 B 전체 에틸아크릴레이트 배출량

= 87㎏/년 + 1,914㎏/년 + 499㎏/년 = 2,500㎏/년

A, B 전체 에틸아크릴레이트 배출량 = 1,313㎏/년 + 2,500㎏/년

= 3,813㎏/년

4) 석유정제공장의 단위공정에 적용되는 대기배출계수

공 정	전체 탄화수소류의 배출계수	암모니아 배출계수
유동층 촉매분해기(FCC) 비조절(Uncontrolled) kg/10^3 L 새 원료	0.630	0.155
이동층 촉매 분해기 kg/10^3 L 새 원료	0.250	0.017
콤프레서 엔진 왕복형 엔진 kg/10^3 m^3 가스연소	21.8	3.2
가스 터빈 kg/10^3 m^3 가스 연소	0.28	-
증기배출(Blowdown)시스템 비조절 kg/10^3 L 정유 원료	1,662	-
증기 회수 시스템과 굴뚝연소(flaring) kg/10^3 L 정유 원료	0.002	-
감압 증류 칼럼 응축기	0.14	-

※ 출처: AP-42, Volume I, Chapter 3: Stationary Internal Combustion Sources (EPA)

5) 플레어스택에서 탄화수소의 배출 계수

- 배출되는 유기화합물질을 포집하여 플레어스택으로 배출시키는 경우, 플레어스택에서 배출되는 양을 산정

성 분	배출계수(kg/10^6 kcal)
전체 탄화수소(메탄 환산값)	0.25

$$\text{화학물질}A\text{의 연간배출량}(kg/\text{년}) = \frac{\text{배출 탄화수소중 조사화학물질}A\text{의 무게분율}(\%)}{100(\%)} \times \text{연간메탄환산탄화수소배출량}(kg/\text{년}) \times \frac{\text{조사화학물질}A\text{의 분자량}}{\text{화학물질}A\text{의 탄소수} \times \text{메탄의 분자량}}$$

- 연간메탄환산탄화수소배출량 = 배출계수(0.25kg/10^6kcal) × 시간당 발생열량 × 연간 가동시간

6) 염산제조 공정에서의 배출계수

- 염산제조공정에서 염산1톤 생산량당 대기로의 염산 배출량

공정중 발생량	HCl 배출계수
	kg/HCl-생산량(톤)
스크러버 사용시	0.08
스크러버 미 사용시	0.90

※ 출처: AP-42, Volume I, Chapter 8: Inorganic Chemical Industry (EPA)

7) 용기 잔여량 계수(잔류무게%)

- 드럼 같은 용기에 들어 있는 물질을 저장탱크나 생산공정 등으로 이송시킨 후, 빈 용기에 잔류하는 양
- 용기세척, 용기 폐기 등의 과정에서 배출량 산정에 사용 가능

이송방법	용기종류	값(%)	용기의 잔류계수			
			등유	물	자동차오일	계면활성용액
펌프이용	스틸 드럼	범위 평균값	1.93-3.08 2.48	1.84-2.61 2.29	1.97-2.23 2.06	3.06 3.06
펌프이용	플라스틱 드럼	범위 평균값	1.69-4.08 2.61	2.54-4.67 3.28	1.70-3.48 2.30	해당자료없음
들어붓기	마개가 있는 스틸 드럼	범위 평균값	0.244-0.472 0.404	0.266-0.458 0.403	0.677-0.787 0.737	0.485 0.485
들어붓기	덮개가 없는 스틸 드럼	범위 평균값	0.032-0.080 0.054	0.026-0.039 0.034	0.328-0.368 0.350	0.089 0.089
중력배출	바닥이 경사진 스틸 탱크	범위 평균값	0.020-0.039 0.033	0.016-0.024 0.019	0.100-0.121 0.111	0.048 0.048
중력배출	바닥이 접시모양인 스틸 탱크	범위 평균값	0.031-0.042 0.038	0.033-0.034 0.034	0.133-0.191 0.161	0.058 0.058
중력배출	바닥이 접시모양인 글라스라이닝 탱크	범위 평균값	0.024-0.049 0.040	0.020-0.040 0.033	0.122-0.134 0.127	0.040 0.040

※ 배출량 산정대상물질의 점도나 표면장력이 유사한 유체(등유, 물, 자동차 오일, 계면활성제)의 용기 잔류계수를 이용(표면장력 단위 : dynes/cm^2)

※ 등유(점도 = 5cP, 표면장력 = 29.3), 물(점도 = 4cP, 표면장력 = 77.3), 자동차오일 (점도 = 97cP, 표면장력 = 34.5, 계면활성용액(점도 = 3cP, 표면장력 = 31.4)

2. 토양으로의 배출량

가. 배관시스템으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

1) 배관시스템이 지하에 묻혀있어 화학물질을 이송시 누수발생으로 인하여 토양으로 배출되고 있는 경우

토양으로의 배출량(㎏/년) = {화학물질의 배관시스템으로의 연간유입량(㎏/년) - 화학물질의 배관시스템으로의 연간유출량(㎏/년)} × (조사대상 화학물질의 조성비)

소형용기, 탱크로리 등에 주입시	
산정방법 우선순위	①공학적계산법

1. 대기오염물질로의 발생량

탱크로리, 용기 등에 취급물질을 주입하는 경우 용기 내의 공간에 증발되어 있던 물질이 대기 중으로 배출된다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (a×M×V×P×N)/(760×R×T)

가. V : 탱크의 조사대상 화학물질 주입적재량(m^3/회)
(부피가 불분명할 경우 밀도와 적재중량으로 계산)

1회 주입적재량 = 적재중량(㎏) ÷ 주입화학물질의 밀도(㎏/m3)
× (주입한 화학물질 내의 조사대상 화학물질 조성비)

나. P : 대상화학물질의 증기압(mmHg)

다. M : 대상화학물질의 분자량(㎏/kmol=g/mol)

라. N : 연간 주입적재회수(회/년)

마. R : 기체상수(0.082 atm·l/(K·mol))

바. T : 용기 내의 평균 절대온도[K](용기 내의 평균온도(℃)+273, 보통 293K를 사용)

사. a : 주입 방법별 계수

수송수단	주 입 조 건	계수(a)
탱크로리 (용기)	빈 탱크, 액면 아래서 주입	0.5
	빈 탱크, 액면 위에서 산포(散布)주입	1.45
	통상적 주입시, 액면 아래서 주입	0.6
	통상적 주입시, 액면 위에서 산포주입	1.45
	통상적 주입시, 액면 아래서 주입, 압력조정실시	1.0
	통상적 주입시, 액면 위에서 산포주입, 압력조정실시	1.0
탱커, 바지선	탱커, 액면위에서 주입	0.2
	바지선, 액면위에서 주입	0.5

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이 있다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

ㅇ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

ㅇ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공 업자가 제공하는 포집율을 사용하거나 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

ㅇ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 "3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법"을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

【예】 탱크로리 선적시 배출량

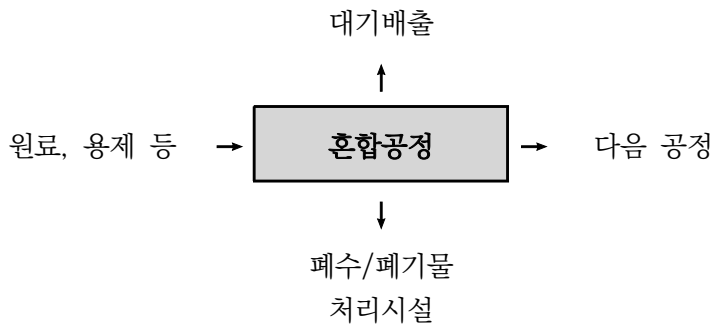
탱크로리에 톨루엔을 선적하고 있다. 탱크로리의 선적량은 10m^3이며, 일년에 200회 선적을 한다. 선적시설에서의 배출량을 산정한다. 톨루엔의 증기압은 20mmHg 이고 분자량은 92g/mol이다. 탱크로리에 선정할 때 액면 이하로 톨루엔이 주입된다. 탱크로리에 액면이하로 주입시의 배출계수는 0.5이다.

대기오염물질로의 발생량 = 0.5×92×10x(20/760)x200÷(0.082×293)
= 101㎏/년

2장. 제품제조공정에서의 배출량·이동량 산정방법

1절. 혼합공정에서의 배출량·이동량 산정방법

공정개요	제품을 생산하기 위하여 두 가지 이상의 물질을 물리적으로 섞는 공정(혼합, 교반, 반죽 등)으로서 다음과 같은 것들이 있다. • 염료, 안료 등을 녹이기 위해 용제에 섞는 경우 • 폐지, 종이 등을 물에 푸는 해리공정 • 서로 화학적으로 반응하지 않는 두 가지 이상의 기체 혼합 • 서로 화학적으로 반응하지 않는 고형물끼리의 혼합
배 출 원	• 휘발성이 높은 조사대상 화학물질을 함유한 용제를 혼합하는 과정에서 대기로의 배출 • 교반조 등으로부터 대기 중에 배출되는 경우 • 혼합용기를 세척, 보수하는 경우 폐기물, 대기·수질오염물질발생(5장. 비정상 조업(청소, 보수, 사고 등)시 배출량·이동량 산정방법 참조) • 혼합 후 남아있는 물질의 폐수 또는 폐기물처리업자에게 인도하는 경우

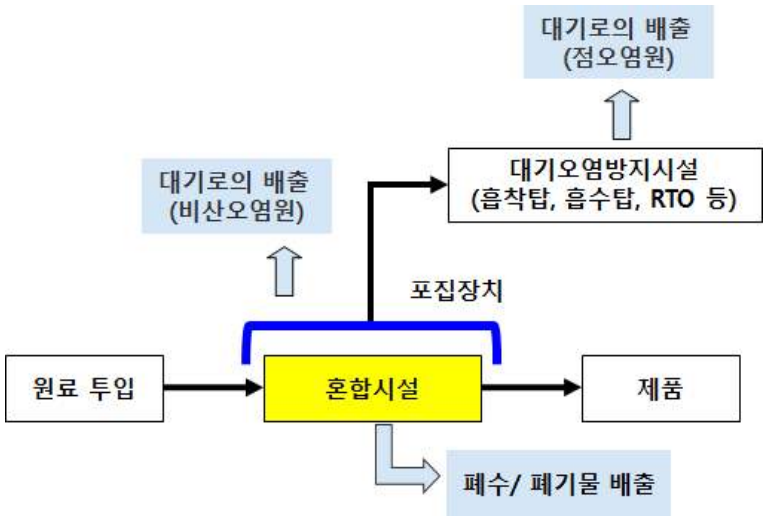


【일반적인 혼합공정 개요도】

혼 합	
산정방법 우선순위	①공학적계산법 ②물질수지법 ③직접측정법

▣ 공정개요

휘발성이 높은 조사대상 화학물질을 함유한 용제를 혼합하는 과정에서 교반조 등으로부터 대기 중에 배출되는 경우



▣ 주요 산정방법

대기로의 배출량(kg/년)

= {(액상에서의 조사대상 화학물질 x의 몰분율 × 조사대상 화학물질 x의 분자량(kg/kg-mol) × 조사대상 화학물질 x의 기상 물질 전달 계수(m/sec) × 탱크의 표면넓이(m^2) × 온도 T에서 순물질인 경우 x의 증기압, 혼합물질인 경우 x의 분압(kPa) × 3,600 × 공정 1회분(batch)의 시간(시/batch) / (기체상수(kPa · m3/kg-mol · K) × 액체의 온도(K))} × 연간 혼합 회수(batches/년) × (1 - 포집율)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 휘발성 물질을 혼합하는 과정에서 표면 증발에 의한 대기오염물질로의 발생량은 다음 식을 이용하여 산출할 수 있다.

1) 회분공정

$$E_x = [(x \times M_x \times K_x \times A \times P_x \times 3,600 \times H)/(R \times T)] \times B$$

2) 연속공정

$$E_x = (x \times M_x \times K_x \times A \times P_x \times 3,600 \times \text{연간운전시간})/(R \times T)$$

E_x = 조사대상 화학물질 x 의 대기오염물질로의 발생량, ㎏/년

x = 액상에서의 조사대상 화학물질 x의 몰분율 (0 ~ 1)

M_x = 조사대상 화학물질 x의 분자량, ㎏/㎏-mole

K_x = 조사대상 화학물질 x의 기상 물질 전달 계수, m/sec

A = 탱크의 표면넓이, m^2

P_x = 온도 T에서 순물질인 경우 x의 증기압, 혼합물질인 경우 x의 분압, kPa (혼합물 중 x의 분압(P_x)은 별표 7의 식 (2)나 (3)을 이용)

H = 공정 1회분(batch)의 시간, 시/batch

R = 기체상수, $8.314(kPa)(m^3)/(kg\ mol)(K)$

T = 액체의 온도, K

B = 연간 혼합 회수, batches/년

$$K_x = 0.00211\, U^{0.78} D^{2/3}$$

D=대기중의 화학물질에 대한 확산계수, cm^2/s

U=풍속, km/시

확산계수는 화학공학 핸드북에서 일반적으로 cm^2/s의 단위로 찾을 수 있다. 만약, 확산계수 D를 찾을 수 없을 경우는 다음 식을 이용하여 D를 구한다.

$$D(cm^2/s) = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{M}}$$

전체 조사대상 화학물질 발생량은 모든 조사대상 화학물질 발생량의 합과 같다.

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

1) 폐수가 발생되지 않는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (혼합공정의 연간유입량(㎏/년)×유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(혼합공정의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

2) 폐수가 발생하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (혼합공정의 연간유입량(㎏/년)×유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(혼합공정의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

다. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

【예】 표면증발에 의한 대기오염물질로의 발생량 계산

코팅물질을 녹이는 용제로 톨루엔을 함유한 물질을 사용하고 혼합하고 있다. 혼합시간은 4시간 정도 소요되며, 제품을 생산하기 위하여 이와 같은 혼합을 연간 550번을 실시한다. 연간 혼합공정 주변의 평균풍속이 14.4km/시이며, 주위 평균온도가 298K(25℃)였다면, 다음과 같은 조건하에서 혼합 과정 중에 표면증발로 인한 대기오염물질로의 발생량을 얼마이겠는가?

· 혼합 탱크의 표면넓이(A)은 8.75m^2

· 톨루엔의 분자량(M_x)은 92kg/kg-mole

· 톨루엔의 부분 증기압(P_x)은 298K(25℃)에서 4kPa

(풀이)

1단계 : 톨루엔의 확산계수(D)를 구한다.

$$D = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{M}} = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{92}} = 0.127\,(cm^2/s)$$

2단계 : 기상 물질 전달 계수(K_x)를 계산한다.

$$K_x = 0.00211\,U^{0.78} D^{2/3} = 0.00211 \times 14.4^{\,0.78} \times 0.127^{\,2/3}$$
$$= 4.269 \times 10^{-3}\,(m/s)$$

3단계 : 대기오염물질로의 발생량(E_x)을 계산한다.

$$E_x = [(x \times M_x \times K_x \times A \times P_x \times 3,600 \times H)/(R \times T)] \times B$$
$$= [(1.0 \times 92 \times 4.269 \times 10^{-3} \times 8.75 \times 4 \times 3,600 \times 4)/(8.314 \times 298)] \times 550$$
$$= 43,942\ kg\ toluene/년$$

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 연간 폐수발생량(톤/년) $\times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^{3}$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 비휘발성 수용성 화학물질로 폐수가 발생하는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = (혼합공정의 연간유입량(㎏/년)×유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(혼합공정의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성 물질로 간주

다. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간누출일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

※폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조

- 폐수처리업자에게 위탁처리하는 경우

폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

- 폐기물처리업자에게 위탁처리하는 경우

폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 배출된 침출수를 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

혼합공정에서 사용하고 남은 화학물질을 모아 폐기 처리하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

가. 혼합공정에서 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 혼합공정에서 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 혼합공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

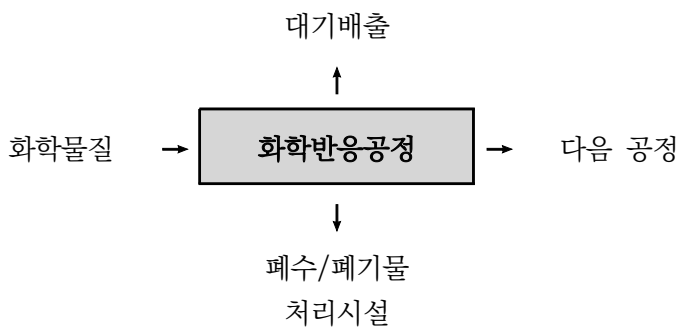
◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

2절. 화학반응공정에서의 배출량·이동량 산정방법

공정개요	원료로부터 여러 종류의 화학반응(축합반응, 중합반응, 산화환원반응, 중화반응, 치환반응, 가수분해반응 등)을 통하여 제품을 만드는 단계로 다음과 같은 공정들이 이에 해당한다. • 에칭 • 약품처리 • 도금처리 등
배 출 원	• 반응시설 및 그 부대시설(저장조, 벤트, 밸브, 플랜지 등) 등으로부터 화학물질이 기체상으로 증발, 휘산, 누설 • 반응시설 및 그 부대시설 등으로부터 액상으로 누출되어 폐수로 배출 • 반응용기 중에 미반응물질 등 남아있는 물질을 폐기물로 폐기물처리업체로 인도

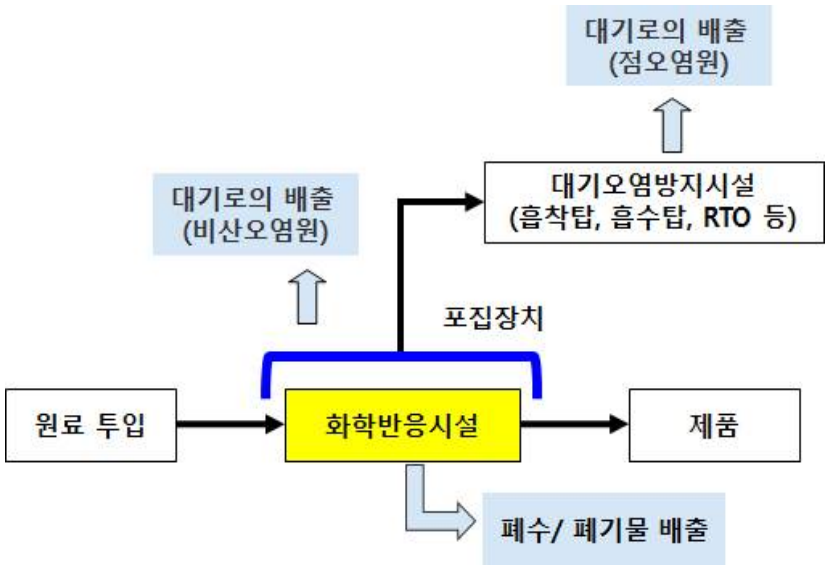


【일반적인 화학반응공정 개요도】

화학반응	
산정방법 우선순위	①물질수지법 ②직접측정법 ③공학적계산법

▣ 공정개요

축합반응, 중합반응, 산화환원반응, 중화반응, 치환반응, 가수분해반응 등 여러종류의 화학반응을 통해 제품을 만드는 과정에서 대기나 수계로 배출되는 경우



▣ 주요 산정방법

대기로의 배출량(kg/년)

= {(원료의 연간주입량 × 원료 중 A의 조성비) - (제품B의 연간생산량 × 제품B중 A의 조성비) - 폐기물로의 배출량(kg/년)} × (1 - 포집율)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

1) 폐수가 발생하지 않는 경우

가) 조사대상 화학물질 A를 함유한 원료를 사용하지만 A는 화학적 변화가 없고, A의 일부가 그 공정의 제조품 B에 함유되고 나머지가 배출·이동되는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = [(원료의 연간주입량 × 원료 중 A의 조성비) - (제품B의 연간생산량×제품B중 A의 조성비)] - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

나) 조사대상 화학물질 A를 함유한 원료를 사용하고, A의 일부가 변화하여 화학물질 B(제조품 또는 생산물)로 되는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = [(원료의 연간주입량×원료 중 A의 조성비)×(1-제조품 전환율) - (제품B연간생산량×제품B 중 A의 조성비)] - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

다) 원료에는 조사대상 화학물질이 없지만 반응공정에서 조사대상 화학물질 B가 부산물로 생성되는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (부산물의 연간생성량 - 부산물의 연간 회수·재사용량) × 부산물 중 B의 조성비 - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

2) 폐수가 발생하는 경우

가) 조사대상 화학물질 A를 함유한 원료를 사용하지만 A는 화학적 변화가 없고, A의 일부가 그 공정의 제조품 B에 함유되고 나머지가 배출·이동되는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = [(원료의 연간주입량 × 원료 중 A의 조성비) - (제품B의 연간생산량 × 제품B중 A의 조성비)] - [수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)]

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

나) 조사대상 화학물질 A를 함유한 원료를 사용하고, A의 일부가 변화하여 화학물질 B(제조품 또는 생산물)로 되는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = [(원료의 연간주입량×원료 중 A의 조성비)×(1-전환율) - (제품B 연간생산량×제품B 중 A의 조성비)] - [수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)]

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

다) 원료에는 조사대상 화학물질이 없지만 반응공정에서 조사대상 화학물질 B가 부산물로 생성되는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (부산물의 연간생성량 - 부산물의 연간 회수·재사용량) × 부산물 중 B의 조성비 - [수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)]

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

나. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

【예】 반응공정에서의 대기오염물질로의 발생량

반응공정에서 화학물질A를 원료로 사용하여 제품B를 생성한다. 연간 원료A의 사용량은 50톤이며, 연간 생성되는 제품B의 양은 70톤이다. 원료 A중에는 벤젠이 30wt% 포함되어 있으며, 생성물질 B에는 20wt%의 벤젠이 포함되어 있다. 이 공정의 온도는 벤젠의 끓는점보다 높아 벤젠이 대기 오염물질로 발생된다. 이 공정에서 연간 발생되는 벤젠의 양은 얼마인가?

대기오염물질로의 발생량 = 원료 중 벤젠량/년 - 생성물 중 벤젠량/년
= 50 x 0.3 - 70 x 0.2 = 1톤/년

【예】 반응공정에서의 대기오염물질로의 발생량

반응공정에서 화학물질A를 원료로 사용하여 제품B를 생성한다. 연간 원료A의 사용량은 50톤이며, 연간 생성되는 제품B의 양은 60톤이다. 공정 중에 생산되는 부산물은 폐기물로 처리되고 폐기물의 연간 생성량은 10톤이다. 원료A중에는 벤젠이 30wt% 포함되어 있으며, 생성물질B에는 20wt%의 벤젠이 포함되어 있고, 폐기물 중에는 벤젠이 10wt% 포함되어 있다. 이 공정의 온도는 벤젠의 끓는점보다 높아 벤젠은 대기오염물질로 발생된다. 이 공정에서 연간 발생되는 벤젠의 양은 얼마인가?

대기오염물질로의 발생량 = 원료 중 벤젠량/년 - 생성물 중 벤젠량/년 - 폐기물 중 벤젠량/년
= 50 x 0.3 - 60 x 0.2 - 10 x 0.1 = 2톤/년

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 선정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 수용성 비휘발성 화학물질로 폐수가 발생하는 경우

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성 물질로 간주

1) 조사대상 화학물질 A를 함유한 원료를 사용하지만 A는 화학적 변화가없고, A의 일부가 그 공정의 제품 B에 함유되고 나머지가 배출·이동되는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = (원료의 연간주입량 × 원료 중 A의 조성비) - (제품B의 연간생산량 × 제품B중 A의 조성비)

2) 조사대상 화학물질 A를 함유한 원료를 사용하고, A의 일부가 변화하여 화학물질B(제품 또는 생산물)로 되는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = (원료의 연간주입량 × 원료 중 A의 조성비) × (1-제품전환율) - (제품B연간생산량 × 제품B 중 A의 조성비)

3) 원료 A는 조사대상 화학물질이 아니지만 반응공정에서 조사대상 화학물질 B가 부산물로 생성되는 경우

수질오염물질로의 배출량(㎏/년) = (부산물의 연간생성량 - 부산물의 연간 회수·재사용량) × 부산물 중 B의 조성비

나. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간누출일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

다. 물질성질 등을 이용한 배출량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용한 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

$$= \text{연간폐수발생량(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^3$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

※폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조

- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우

폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우

폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

화학반응공정에서 사용하고 남은 화학물질을 폐기·처리하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

가. 화학반응공정에서 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 화학반응공정에서 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 화학반응공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

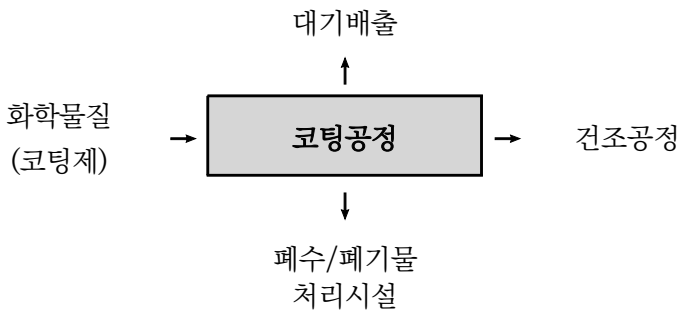
◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리 하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

3절. 도장, 염색, 인쇄 등의 코팅공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	• 코팅공정이라 함은 도장, 염색, 인쇄공정과 같이 물질표면에 염료, 페인트 등을 바르는 공정을 말한다. • 염색 : 섬유제조업, 피혁제조업 등에서 섬유 또는 가죽에 색을 입히는 공정과 염색 후 텐터기 등에서 건조하는 공정 • 도장 : 자동차업, 항공업, 조선업, 가구제조업, 금속제품제조업 등에서 부품, 제품표면 또는 구조물에 도료를 뿌려서 부착시키거나 전착도장 등의 공정 • 인쇄 : 용지 및 제품표면에 잉크를 도포 시키는 공정 및 건조공정; 인쇄잉크는 유성과 수성이 있고 안료, 염료 등의 색료와 색료를 전개시키는 물질(기름, 수지, 용제 등)과 보조제(왁스, 계면활성제, 겔화제, 안정제 등)로 구성되어있다.
배 출 원	• 휘발성이 큰 화학물질이 코팅제에 포함되어 있는 경우 휘발 등에 의한 대기로의 배출 및 강제건조공정에서의 표면처리제의 대기로의 배출 • 코팅잔재물의 폐기물처리업체로의 이동 • 코팅공정은 대부분 그 뒤에 건조공정을 수반하며, 건조공정에서 발생하는 배출량이 코팅공정에서 발생하는 배출량에 비해 상대적으로 많다. 따라서 코팅공정 다음에 건조공정이 있는 경우는 두 공정을 하나의 공정으로 묶어 이 장에서 제시하는 방법에 의해 계산하며, 그 이외의 열처리공정은 “4절. 열처리공정에서의 배출량이동량 산정방법”의 계산방법에 따른다.



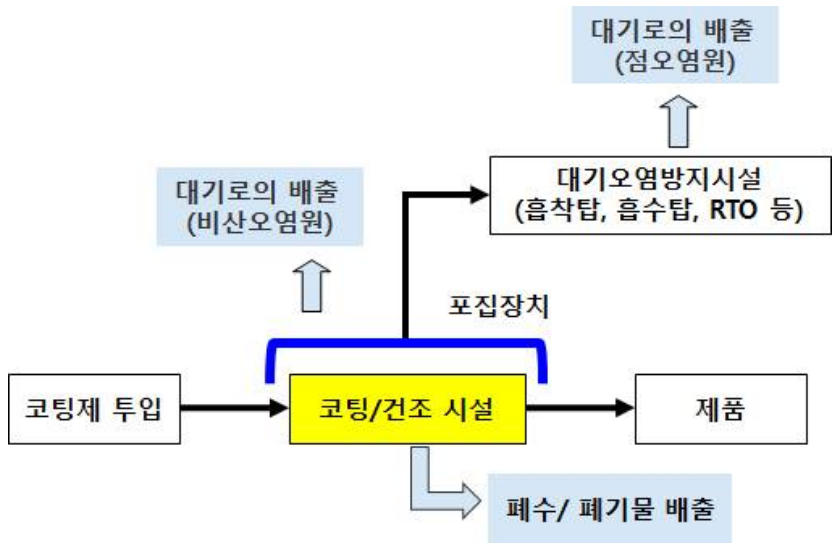
【일반적인 코팅공정 개요도】

코팅	
산정방법 우선순위	①물질수지법 ②공학적계산법 ③직접측정법 ④배출계수법

코팅제에 조사대상 화학물질이 포함되어 있는 경우 배출량을 산출, 보고하여야 한다.

▣ 공정개요

휘발성이 큰 화학물질이 코팅제에 포함되어 있는 경우 휘발 등에 의한 대기로의 배출 및 강제건조공정에서의 표면처리제의 대기로의 배출



▣ 주요 산정방법

대기로의 배출량(kg/년)

= {(코팅제(도료, 염료, 잉크 등) 연간 구입량(kg/년) + 코팅제 전년도 이월량(kg/년) - 코팅제의 다음연도 이월량(kg/년)) × 코팅제 내의 조사대상 화학물질 조성비 - 폐기물로의 배출량(kg/년)} × (1 - 포집율)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 공정의 온도가 화학물질의 끓는점보다 높고, 휘발성, 비수용성인 화학물질로 폐수로 발생하지 않고, 코팅제에 함유된 화학물질 또는 용제가 휘발하여 대기오염물질로 발생하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = [코팅제(도료, 염료, 잉크 등) 연간 구입량(㎏/년) + 코팅제 전년도 이월량(㎏/년) - 코팅제의 다음년도 이월량(㎏/년)] × 코팅제 내의 조사대상 화학물질 조성비 - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

※ 코팅제 이외에 용제를 사용하는 경우도 위의 식을 이용하여 산정

나. 설계 증착률을 이용 (공학적 계산법)

; 조사대상 화학물질을 함유한 코팅제를 표면에 증착시키기 위해 도포할 때 일부가 증착되고 휘발하는 경우 대기오염물질로의 발생량

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 〔코팅제(도료, 염료, 잉크 등)의 연간사용량(㎏/년) × (1 - 설계증착률)〕 × 휘발물질 중의 조사대상 화학물질의 조성비 - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

다. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

라. 배출계수를 이용 (배출계수법)

; 조사대상 화학물질 중 톨루엔과 자일렌을 용제로 사용하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 코팅제(도료, 염료, 잉크 등)의 연간 사용량(kg/년) × 조사대상 화학물질의 조성비 × 배출계수

공정	조사대상 화학물질	배출계수
코팅공정	톨루렌	1.0
	자일엔	0.7

※ 출처: NPI Surface Coating Manual (DCCEEW)

※ 직접측정법, 물질수지법 및 공학적 계산법으로 산정이 어려울 경우 사용

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 수용성 비휘발성 화학물질로 코팅제의 일부가 생산품에 함유되는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = [{코팅제(도료, 염료, 잉크 등)의 연간구입량(㎏/년) + 코팅제의 전년도 이월량(㎏/년)} - {코팅제의 다음년도 이월량(㎏/년) + 생산품에 함유된 코팅제의 양(㎏/년)}] × 코팅제 내의 조사대상 화학물질 조성비 - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

※ 취급 온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질을 비휘발성으로 간주

1) 무게측정이 가능한 경우

생산품에 함유된 코팅제의 양(㎏/년) = [코팅 후 생산품 한개의 무게(㎏/개) - 코팅 전 생산품 한개의 무게(㎏/개)] × 연간생산량(개/년)

※ 개당 무게를 측정하기 어려운 경우는 일정량에 대한 무게를 측정하여 산정한다.

2) 무게측정이 불가능한 경우

생산품에 함유된 코팅제의 양(㎏/년) = 코팅표면넓이(m^2/회) × 코팅두께(m/회) × 코팅제 밀도(㎏/m^3) × 연간코팅회수(회/년)

나. 물질성질 등을 이용한 배출량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용한 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

$$= \text{연간폐수발생(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^{3}$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

다. 발생량을 직접측정 하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생 일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

【예】 선박의 TBT 코팅

A조선에서 방수를 목적으로 선박 밑면에 아래와 같은 조건하에 TBT를 분사하여 코팅을 하였다면 TBT의 수질오염물질로의 발생량은?

TBT 내에 포함된 주석의 조성비 = 2% TBT사용량 = 50톤/년

선박의 밑넓이 = 5,000m^2 평균코팅두께 = 2mm

연간코팅회수 = 2회 코팅제의 밀도 = 2g/cm^3

폐기물로의 배출량 = 0㎏

생산품에 함유된 코팅제의 양(㎏/년)

= 코팅표면넓이(m^2/회) × 코팅두께(m/회) × 코팅제밀도(㎏/m^3) × 연간코팅회수(회/년)

= 5,000m^2 × 0.002m × 2,000㎏/m^3 × 2회 = 40,000㎏/년

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

= [코팅제(도료, 염료, 잉크 등)의 연간구입량(㎏/년) - 코팅제의 다음년도 이월량(㎏/년) - 생산품에 함유된 코팅제의 양(㎏/년)] × 코팅제 내의 조사대상 화학물질 조성비

= (50,000 - 40,000) × 0.02 = 200㎏/년

【예】 코팅공정에서의 대기 및 폐기물 배출량 산정

금속가공제품을 제조하는 B공장에서 아래와 같은 물질을 사용하고 있다. 이 공장의 코팅공정에서 배출되는 자일렌과 톨루엔의 배출량은 얼마인가?
(단, 폐수방출 = 1m^3/d, 운전일 = 200일/년)

- 코팅물질 : 아크릴 우레탄계 도료, 불소계 코팅 물질, 아크릴 코팅(각각 200kg 톨루엔 및 자일렌을 함유)
- 용매 : 아크릴 우레탄계 희석제, 불소계 희석재
- 취급량
  (a) 아크릴 우레탄 코팅물질 취급량 : 12,000(kg/year)
  (b) 불소계 코팅물질 취급량 : 20,000(kg/year)
  (c) 아크릴 우레탄계 희석재 코팅물질 취급량 : 4,200(kg/year)
  (d) 불소계 코팅물질 희석재의 취급량 : 3,000(kg/year)
- 물질 함량
  (a) 아크릴 우레탄 코팅물질에 포함되어 있는 톨루엔(함유량 25%)과 자일렌(함유량 20%)
  (b) 불소계 코팅물질에 포함된 톨루엔(함유량 20%)과 자일렌(함유량 15%)
  (c) 아크릴 우레탄계 도료용 희석제에 포함된 톨루엔(함유량 35%)과 자일렌 (함유량 30%)
  (d) 불소계 도료용 희석제에 포함된 톨루엔(함유량 15%)과 자일렌(함유량 30%)

물질 취급량 계산

(a) 아크릴 우레탄 코팅물질에 포함되어 있는 톨루엔과 자일렌

톨루엔 취급량 : 12,000(kg/year) × 0.25 = 3,000(kg/year)

자일렌 취급량 : 12,000(kg/year) × 0.20 = 2,400(kg/year)

(b) 불소계 코팅물질에 포함되어 있는 톨루엔과 자일렌

톨루엔 취급량 : 20,000(kg/year) × 0.20 = 4,000(kg/year)

자일렌 취급량 : 20,000(kg/year) × 0.15 = 3,000(kg/year)

(c) 아크릴 우레탄계 도료용 희석제에 포함되어 있는 톨루엔과 자일렌

톨루엔 취급량 : 4,200(kg/year) × 0.35 = 1,470(kg/year)

자일렌 취급량 : 4,200(kg/year) × 0.30 = 1,260(kg/year)

(d) 불소계 도료용 희석제에 포함되어 있는 톨루엔과 자일렌

톨루엔 취급량 : 3,000(kg/year) × 0.15 = 450(kg/year)

자일렌 취급량 : 3,000(kg/year) × 0.30 = 900(kg/year)

(e) 톨루엔과 자일렌 양 계산

전체 톨루엔 취급량 = 3,000 + 4,000 + 1,470 + 450 = 8,920(kg/year) ……(A)

전체 자일렌 취급량 = 2,400 + 3,000 + 1,260 + 900 = 7,560(kg/year) ……(B)

폐기물로의 이동량

(a) 아크릴 우레탄계 도료

톨루엔 : 200 × 0.25 = 50(kg/year)

자일렌 : 200 × 0.20 = 40(kg/year)

(b) 불소계 도료

톨루엔 : 200 × 0.20 = 40(kg/year)

자일렌 : 200 × 0.15 = 30(kg/year)

(c) 폐기물에 포함되어 있는 이동량

톨루엔 : 50 + 40 = 90(kg/year) ……(C)

자일렌 : 40 + 30 = 70(kg/year) ……(D)

수계로의 배출량(예: 톨루엔)……(E)

= 물질 용해도 x 페수배출량 x 운전일

= 0.57(kg/m^3) × 1(m^3/day) × 200(days/year) = 114(kg/year)

연소 분해공정에 의해 제거되는 양

연소 분해 과정에 의한 분해 제거율 = 96% 의 경우

= {취급량 - (폐기물 이동량 + 코팅부로부터 수계로의 배출)} × 연소공정의 제거율

제거된 톨루엔 양 = (A) - {(C) + (E)} × 0.96

= [8,920(kg/year) - {90(kg/year) + 114(kg/year)}] × 0.96

= 8,367(kg/year) ……(G)

제거된 자일렌 양 = (B) − {(D) + (F)} × 0.96
= [7,560(kg/year) − {70(kg/year) + 26(kg/year)}] × 0.96
= 7,165(kg/year) ·····(H)

대기로의 배출량
= 취급량 − {폐기물 이동량 + 수계로의 배출량 + 연소 분해 공정에 의해 제거 된 양}
− 대기로 배출되는 톨루엔 양
= (A) − {(C) + (E) + (G)}
= 8,920(kg/year) − {90(kg/year) + 114(kg/year) + 8,367(kg/year)}
= 349(kg/year) ·····(I)
− 대기로 배출되는 자일렌 양
= (B) − {(D) + (F) + (H)}
= 7,560(kg/year) − {70(kg/year) + 26(kg/year) + 7,165 (kg/year)}
= 299(kg/year) ·····(J)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우
  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)
  ※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우
수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우
토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

코팅제를 표면에 증착시킬 때, 표면에 증착되지 않고 주변에 떨어진 잔류물과 표면처리된 불량제품을 폐기물 처리하는 경우

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

가. 코팅공정에서 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 코팅공정에서 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 코팅공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

라. 불량제품을 폐기 처리할 경우

폐기물발생량 (㎏/년) = [코팅제(도료, 염료, 잉크 등)의 연간구입량(㎏/년) + 코팅제의 전년도 이월량(㎏/년) - 코팅제의 다음년도 이월량(㎏/년)] × 불량률

※ 자일렌 및 톨루엔을 사용하는 경우 폐기물로의 배출량

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 조사대상 화학물질 사용량(㎏/년) × 조사대상 화학물질의 조성비 - 대기로의 배출량(㎏/년)

【예】 배출계수를 이용한 폐기물 배출량 산정

금속가공제품을 제조하는 A공장에서는 코팅공정을 위해 50%의 자일렌 100톤을 사용하고 있다. 대기오염방지시설이 없는 이 공정에서 배출되는 자일렌의 폐기물 이동량은 얼마인가?(배출계수는 p.116 참조)

대기로의 배출량(A)

= 물질 사용량(kg/년) x 물질 함량(%) x 배출계수

= 100,000kg x 0.5 x 0.7 = 35,000 kg/년

폐기물로의 배출량(D)

= 물질 사용량(kg/년) x 물질 함량(%) - 대기로의 배출량(A)(kg/년)

= 100,000kg × 0.5 - 35,000kg = 15,000 kg/년

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우

폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우

자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우

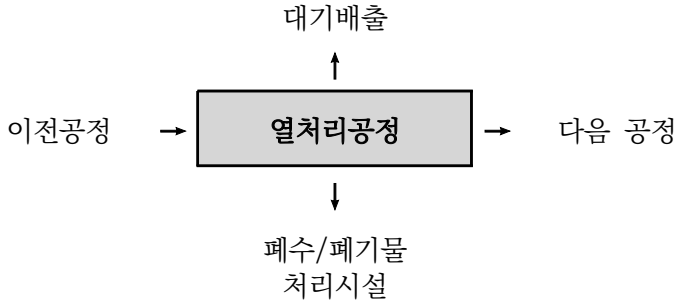
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리 하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

4절. 열처리공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	열을 이용하여 물질의 성능을 향상시켜주는 공정으로 가열, 증착, 소결, 열분해, 용해, 주조, 땜질, 증발·건조(풍건·가열), 농축·증류공정 등이 해당된다. • 증발, 증류, 농축 • 소결, 열분해 : 제철소의 용광로 및 고로공정에서 발생하는 슬래그 처리공정(고로 Dry Pit)과 유리, 세라믹 제품을 최종처리 하는 단계로 고온의 열처리를 하는 공정이다. • 주물 : 고온에서 금속물질을 만드는 공정 (주의) 코팅 후에 있는 건조공정은 “3절. 도장,염색,인쇄 등의 코팅공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법”을 참조하여 계산한다.
배 출 원	• 고온의 용해공정에서 온도가 상승함에 따라서 화학물질이 증발, 휘발하기 쉬워 대기로 배출 • 냉각시키기 위해 물을 사용하는 경우 폐수발생 • 용기 중에 잔사로서 남아있는 폐기물을 폐기물처리업체로 이동



【일반적인 열처리공정 개요도】

증발, 건조, 숙성	
산정방법 우선순위	①직접측정법 ②물질수지법 ③공학적계산법 ④배출계수법

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

; 열처리(건조)공정에서 대기로 발생되는 양을 직접측정 하는 경우 다음 식에 의해 발생량을 산정한다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

; 일관제철소의 고로공정과 같은 특수 열처리 공정에서의 황화수소 발생량은 열량을 활용한 유량 산출 및 대기로 발생되는 농도를 직접 측정하여 다음 식에 의해 발생량을 산정한다.

대기오염물질로의 발생량(kg/년) = {슬래그 발생량(톤/년) × 슬래그 온도(℃) × 슬래그 비열(㎉/㎏·℃) × 물의 기화열(㎉/㎏) ÷ 18 × 22.4 } × 발생물질 농도(㎖/㎥) × 34 ÷ 22.4

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

1) 조사대상 화학물질을 함유한 제품을 생산하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 열처리공정의 연간유입량(㎏/년)×유입물 중 조사대상 화학물질의 조성비 - 제품의 연간생산량(㎏/년)×제품 중 조사대상 화학물질의 조성비 - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

2) 조사대상 화학물질을 함유하나 휘산되어 제품에 포함되지 않는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (연간구입량(㎏/년) + 전년도 이월량(㎏/년) - 다음 연도 이월량(㎏/년)) × 조사대상 화학물질의 조성비 - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

3) 고로공정과 같은 특수 열처리 공정에서 생성된 슬래그에 물 등을 뿌려 냉각 및 처리하는 과정에서 황화수소(H_2S)가 발생하는 경우

대기오염물질로의 발생량(kg/년) = (황(S) 유입량(톤/년) - 황(S)유출량(톤/년)) × H_2S전환율 × (1 - H_2S 제거율)

- **황 유입량 : 고로공정에 투입되는 모든 원료, 부원료에 함유된 황의 양**
- **황 유출량 : 고로공정을 통해 유출되는 모든 제품, 부산물, 폐기물, 폐수 등에 함유된 황의 양**
- **H2S 전환율 : 공정중 잔여 황(S)이 H_2S로 발생하는 비율 (통상 20/21)**
- **H2S 제거율 : 공정중 발생하는 H_2S의 제거효율**

다. 측정값이 없는 경우(배출계수법)

1) 시멘트 제조업의 건조공정에서의 발생량

; 시멘트 제조업에서 킬른(Kiln)(건식, 습식) 및 예열(Preheater) 공정에서 건조하는 경우 사용되는 시멘트 원료당 대기오염물질로의 발생량은 다음과 같이 산정한다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 시멘트원료 사용량(톤/년) × 배출계수(㎏/톤)

<시멘트 제조업의 건조공정에서의 배출계수>

배 출 원	배출물질	배출계수(㎏/톤)
킬른(건식) 공정	디부틸 프탈레이트	1.86×10^{-5}
킬른(습식) 공정		
예열 공정		
킬른(건식) 공정	은 및 그 화합물	2.77×10^{-7}
킬른(습식) 공정		
예열 공정		

※ 출처: AP-42, Volume I, Chapter 11: Mineral Products Industry (EPA)

2) 파티클보드(합판, Particleboard) 제조업에서의 발생량

; 합판 제조업 열처리 공정의 목재건조 과정에서 열에 의해 화학물질이 대기로 배출되며, 그 양은 다음과 같이 산출한다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 건조된 목재량(톤/년)×배출계수(㎏/톤)

<Particleboard 제조업의 건조공정에서의 배출계수>

배 출 원	투입물	배 출 물 질	배출계수(kg/톤)
직접회전식건조기, 침엽수 (Direct Wood-fired Rotary Dryer, Softwood)	목재 원료	디부틸 프탈레이트	1.04×10^{-5}
		하이드로퀴논	2.72×10^{-5}
직접회전식건조기, 불특정 소나무 (Direct Wood-fired Rotary Dryer, Unspecified Pines)	목재	디부틸 프탈레이트	1.04×10^{-5}
		하이드로퀴논	2.72×10^{-5}

3) 중밀도섬유판(MDF) 제조업 건조공정에서의 발생량

; 중밀도섬유판 제조업 열처리 공정의 목재건조 과정에서 열에 의해 화학물질이 대기로 배출되며, 그 양은 다음과 같이 산출한다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 건조된 목재량(톤/년)×배출계수(㎏/톤)

<MDF 제조업의 건조공정에서의 배출계수>

배출원	투입물	배출물질	배출계수(kg/톤)
간접가열 튜브건조기, 50% 침엽수, 50% 활엽수 (Indirect-heated Tube Dryer, 50% Softwood, 50% Hardwood)	목재	디부틸 프탈레이트	8.16×10^{-5}

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접측정 하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 발생유량(m^3/일) × 연간발생일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 비휘발성 수용성 화학물질로 폐수가 발생하는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = (열처리공정의 연간유입량(㎏/년)×유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(열처리공정의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성 물질로 간주

다. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

$$= \text{연간폐수발생량(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^{3}$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우
  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)
  ※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우
수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우
토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

열처리공정에서 사용하고 남은 화학물질을 폐가처리하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

가. 열처리공정에서 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 열처리공정에서 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 열처리공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리 하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

주물	
산정방법 우선순위	①배출계수법 ②직접측정법 ③물질수지법 ④공학적계산법

제철 또는 제련을 위해 원료를 용광로의 고온을 이용하여 주물하는 경우로 고온에 의한 용광로로부터의 대기로의 배출, 주물용 결합제(binder)에 포함되어 있는 화학물질이 대기로 배출되는 등의 배출원이 있다.

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

; 열처리(건조)공정에서 대기로 발생되는 양을 직접측정 하는 경우 다음 식에 의해 발생량을 산정한다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 발생유량(m^3/일) × 연간 발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 측정값이 없는 경우(배출계수법)

1) 제철, 강철 주물공정에서의 발생·이동량

; 주물용광로에 조사대상 화학물질이 들어있는 용제를 사용하는 경우 고온의 열처리 과정에서 열에 의해 증발하여 용제에 포함되어 있는 대부분의 화학물질들이 대기로 발생되며, 그 양은 다음과 같이 산출한다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (용제의 연간구입량(㎏/년) + 전년도 이월량(㎏/년) - 다음년도 이월량(㎏/년)) × 결합제의 배출계수(㎏/㎏)

<제철과 강철 주물용광로에서의 용제의 배출계수>

사용된 용제	배출계수 (㎏/㎏ 사용된 용제)
디클로로 메탄	0.930
테트라 클로로에틸렌	0.890
트리 클로로에틸렌	0.910

※ 출처: NPI Ferrous Foundries Manual (DCCEEW)

※ 단위는 사용한 용제의 1㎏당 배출되는 용제의 양이다.

2) 비철 주물공정에서의 발생·이동량

; 아연, 구리, 동, 알루미늄 등을 가공하는 비철주물공정의 용해로/용광로에 조사대상 화학물질을 함유한 원료물질 첨가제를 사용하는 경우 비철금속 생산물 1톤당 대기오염물질로 발생되는 조사대상 화학물질의 양은 다음과 같다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 비철금속의 연간생산량(톤/년)×배출계수(㎏/톤)

<아연을 가공하는 비철주물공정에서의 배출계수>

배 출 공 정	배출물질	배출계수(kg/톤)
유리도가니 용해로, 조각 용융	Aniline	0.8501
도가니 용해로, 조각 용융 제련	Aniline	0.8855
반사 용해로, 조각 용융 제련	Aniline	0.0708
전기 용해로, 조각 용융 제련	Aniline	0.0638

※ 출처: NPI Non-Ferrous Foundries Manual (DCCEEW)

※ 단위는 생산물의 톤당 배출된 물질의 ㎏ 수이다.

<구리, 황동, 청동을 가공하는 비철주물공정에서의 배출계수>

용광로 종류	투 입 물	배 출 물 질	배출계수(kg/톤)
용선로	구리와 황동 조각	Trimethylfluorosilane	0.0758
도가니로와 도가니 가마	황동과 청동	n-Hexane Trimethylfluorosilane Benzene Toluene	0.2345 1.34 0.4556 0.1206
반사로	구리	n-Hexane Trimethylfluorosilane Benzene Toluene	0.007 0.04 0.0136 0.0036
	황동과 청동	n-Hexane Trimethylfluorosilane Benzene Toluene	0.007 0.04 0.0136 0.0036
전기 아크로	구리	n-Hexane Trimethylfluorosilane Benzene Toluene	0.1365 0.78 0.2652 0.0702

※ 출처: NPI Non-Ferrous Foundries Manual (DCCEEW)

※ 단위는 생산물의 톤당 위 화학물질 배출물질의 ㎏ 수이다.

<알루미늄을 가공하는 비철주물공정에서의 배출계수>

배 출 공 정	배 출 물 질	배출계수(kg/톤)
주입(Pouring), 주조(casting)	Aniline	0.0496

※ 출처: NPI Non-Ferrous Foundries Manual (DCCEEW)

※ 단위는 생산물의 톤당 배출된 물질의 ㎏ 수이다.

3) 주물용 결합제를 사용하는 경우의 발생량

- 금속, 비철금속, 철강산업 모두 해당
- 주물공정에서 금속의 강도를 높이기 위해 결합제(binder)를 사용하는 경우 결합제 내에 포함되어 있는 조사대상 화학물질이 대기로 발생된다.
- 이 경우 위에서 산출한 발생량 이외에 결합제로 인한 발생량을 다음과 같이 따로 산출하여 합산하여야 한다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (결합제 연간구입량(톤/년) + 전년도 이월량(톤/년) - 다음년도 이월량(톤/년)) × 결합제의 배출계수(㎏/톤)

<일반적인 주물 결합제의 배출계수>

화학물질	결합제 종류별 배출계수(kg/톤)*1			
	Phenolic Nobake	Phenolic Urethane	Phenolic Hotbox	생형 모래 (green sand)
암모니아	0.039	0.089	10.931	0.065
황산	1.462	0.057	0.009	0.832
벤젠	11.209	5.351	1.002	0.611
포름 알데히드	0.01	0.022	0.006	0.004
시안화 수소	0.029	1.053	1.184	0.118
m-Xylene	0.097	0.439	0.121	0.021
o-Xylene	0.049	0.132	0.03	0.021
톨루엔	0.694	0.833	0.182	0.063

화학물질	결합제 종류별 배출계수(kg/톤)			
	중자유 (core oil)	셸(shell)	Alkyd Isocyanate	Sodium Silicate-Ester
암모니아	0.038	3.86	0.037	0.038
황산	0.057	0.094	0.007	0.197
벤젠	2.344	6.667	5.336	1.41
포름 알데히드	0.098	0.035	0.106	0.169
시안화 수소	0.086	10.526	0.175	0.179
m-Xylene	0.239	0.585	2.522	0.094
o-Xylene	0.287	0.117	3.838	0.094
톨루엔	0.478	2.907	1.535	0.282

화학물질	결합제 종류별 배출계수(kg/톤)		
	Low Nitrogen Furan	Medium Nitrogen Furan TSA Catalyst	Furan Hotbox
암모니아	0.04	0.202	19.579
황산	0.405	0.482	0.06
벤젠	0.648	4.534	0.537
포름 알데히드	0.257	0.065	0.009
시안화 수소	0.368	0.607	3.474
m-Xylene	2.227	0.243	0.032
o-Xylene	0.729	0.04	0.032
톨루엔	0.121	8.825	0.032

※ 출처: AP-42, Volume I, Chapter 12: Metallurgical Industry (EPA)

※ 단위는 결합제 사용량 1톤당 각 화학물질의 대기배출량을 ㎏로 나타내었다.

【예】

한 회사에서 Phenolic Nobake 결합제를 연간 20톤 사용하였을 경우, 연간 발생되는 암모니아의 발생량은 얼마인가?

Phenolic Nobake Binder 표에서 암모니아에 대한 배출계수와 사용된 결합제의 무게를 곱해서 구할 수 있다.

암모니아의 대기오염물질로의 발생량

= 결합제 사용량(톤) × 결합제의 배출계수(kg/톤)

= 20톤 × 0.039kg/톤 = 0.78kg/톤

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 발생유량(m^3/일) × 연간 발생일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 비휘발성 수용성 화학물질로 폐수가 발생하는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = (주물공정의 연간유입량(㎏/년)×유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(주물공정의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성 물질로 간주

다. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

$$= \text{연간폐수발생량(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^3$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우
  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)
  ※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우
수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우
토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

주물공정에서 용기세척 등에 사용하고 남은 화학물질 잔재물을 폐기·처리하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

가. 주물공정에서 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 주물공정에서 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 주물공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가매립량 = 폐기물로의 배출량

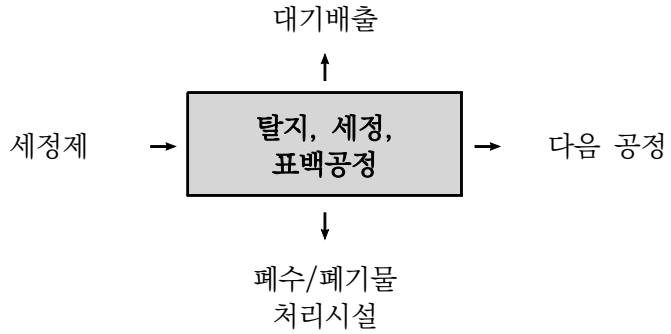
◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리 하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

5절. 탈지, 세정, 표백공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	산, 알칼리, 물, 각종 기체, 모래 등의 물질을 이용하여 표면에 묻어있는 불순물을 제거하는 공정으로 다음과 같은 공정들이 있다. • 탈지, 세정 : 금속제품 등의 표면으로부터 유지, 불순물을 제거하기 위하여 유기용제, 산, 알칼리 등으로 세정하거나, 생산품을 만들 때 불순물을 제거하기 위하여 세정한다. • 표백 : 섬유제조업에서 염색을 하기 전에 표백을 함으로써, 염료가 천에 더 잘 착색되는 것을 돕고, 색을 선명히 해준다. 또한, 제지업 등에서 제품의 품질의 높이기 위한 방법으로 사용된다.
배 출 원	• 탈지 · 세정 · 표백에 사용한 유기용제 등이 휘발에 의한 대기로의 배출 • 물, 용제, 산, 알칼리, 모래 등으로 세정시킨 후 발생한 폐액이 수계로의 배출 • 세정액으로부터 발생한 찌꺼기 등의 폐기물로의 이동

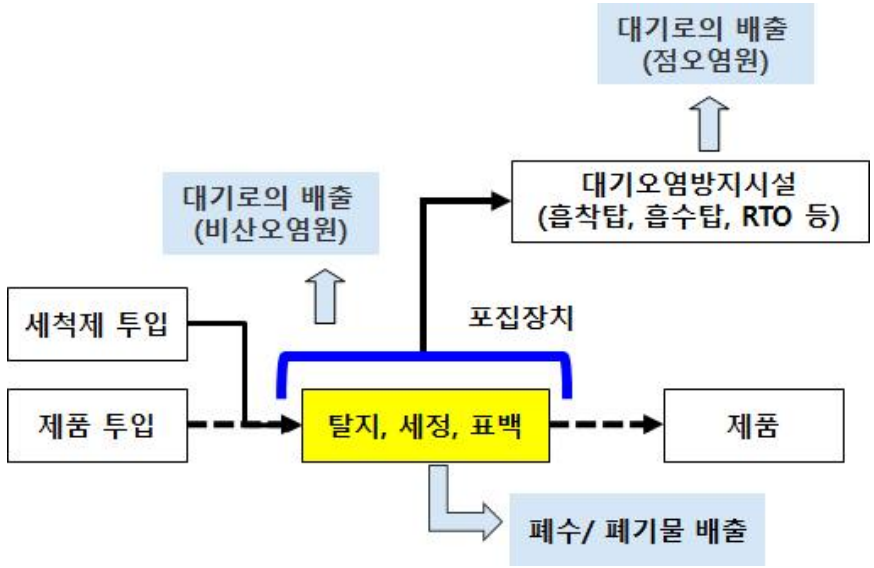


【일반적인 탈지, 세정, 표백공정 개요도】

탈지 · 세정 · 표백	
산정방법 우선순위	①직접측정법 ②물질수지법 ③공학적계산법 ④배출계수법

▣ 공정개요

금속제품 등의 표면으로부터 유지, 불순물을 제거하기 위하여 유기용제, 산, 알칼리 등으로 세정하거나, 생산품을 만들 때 불순물을 제거하기 위하여 세정한다.



▣ 주요 산정방법

대기로의 배출량(kg/년)

= 발생물질농도(kg/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년) × 화학물질 조성비 × (1 - 포집율)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

1) 폐수가 발생되지 않는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (용제의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(용제의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

2) 폐수가 발생하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (용제의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(용제의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접측정 하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 비휘발성 수용성 탈지·세정제를 사용하고 폐수가 발생하는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = (탈지·세정제의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(탈지·세정제의 연간유출량(㎏/년) × 유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성 물질로 간주

다. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용한 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

$$= \text{연간 폐수발생량(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^{3}$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우
  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)
  ※폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우
수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우
토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

탈지, 세정, 표백공정에서 사용하고 남은 화학물질과 제품에 부착되어 있는 물질을 벗겨내어 폐기물로 처리하는 경우(예: 선박수리를 위하여 모래 등을 이용하여 선체 외벽의 각종 코팅제 제거)폐기물로의 배출량 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중의 조사대상 화학물질 조성

가. 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 탈지, 세정, 표백공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

라. 제품에 부착되어 있는 코팅제 제거시

1) 무게측정이 가능한 경우

폐기물 발생량(㎏/년) = [코팅제 제거 전 물품의 개당 무게(㎏/개) - 코팅제 제거 후 개당 무게(㎏/개)] × 연간코팅제 제거품 개수(개/년)

※ 개당 무게를 측정하기 어려운 경우는 일정량에 대한 무게를 측정하여 산정한다.

2) 무게측정이 불가능한 경우

폐기물 발생량(㎏/년) = 코팅표면넓이(m^2/회) × 코팅두께(m/회) × 코팅제밀도(㎏/m^3) × 연간코팅제 제거회수(회/년)

【예】 선박의 코팅제 제거

B조선소에서 선박수리를 목적으로 선박 밑면에 연마재를 분사하여 코팅되어 있던 코팅제를 벗겨내었다. 다음과 같은 조건시 주석의 폐기물로의 배출량은?

코팅되어 있던 코팅제에 포함된 주석의 조성비 = 2%

선박의 밑넓이 = 5,000m^2 평균코팅두께 = 2mm

코팅제의 밀도 = 2g/cm^3 연간코팅제 제거회수 = 1회

폐기물발생량(kg/년)

= 코팅표면넓이(m^2/회)×코팅두께(m/회)×코팅제밀도(kg/m^3)×연간코팅제 제거 회수(회/년)

= 5,000m^2 × 0.002m × 2,000㎏/m^3 × 1회 = 20,000㎏/년

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물 발생량(㎏/년) × 조사대상 화학물질 조성비

= 20,000 × 0.02 = 400㎏/년

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리 하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

세척공정	
산정방법 우선순위	①물질수지법 ②직접측정법 ③공학적계산법 ④배출계수법

제품표면에 있는 유지, 불순물을 제거하기 위해 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌 등을 세정제로 사용하는 경우, 용제가 배기가스 및 폐액 중에 함유되어 환경 중에 배출되거나, 생성된 폐액을 폐기물처리업자에게 이동시킬 경우 화학물질의 이동이 발생한다.

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 세척공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

1) 폐수 및 폐기물(폐유기용제)이 발생되지 않는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (세척제의 연간유입량(㎏/년) × 세척제의 조사대상 화학물질 조성비) - (세척제의 연간유출량(㎏/년) × 세척제의 조사대상 화학물질 조성비)

2) 폐수 및 폐기물(폐유기용제)이 발생하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (세척제의 연간유입량(㎏/년) × 세척제의 조사대상 화학물질 조성비) - {(세척제의 연간유출량(㎏/년) × 세척제의 조사대상 화학물질 조성비) + 수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

【예】 금속가공제품을 제조하는 G업체에서는 제품 표면의 불순물을 제거하기 위해 디클로로메탄을 세척용제로 사용한다. 다음과 같은 조건 시 디클로로메탄의 발생량은?
(단, 용제의 유출량과 폐수발생량은 없음)

세척용제의 연간 사용량 = 50톤/년　　세척용제 중 디클로로메탄의 조성비 = 100%
세척용제의 연간 폐기물 배출량 = 20톤/년

대기오염물질로의 발생량 = (용제 사용량 × 디클로로메탄 조성비) - 폐기물로의 배출
= (50,000kg/년 × 1) - (20,000kg/년) = 30,000㎏/년

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접측정 하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생 일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용한 수질오염물질로의 발생량 산정

$$\text{수질오염물질로의 발생량(㎏/년)} = \text{연간 폐수발생량(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^3$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우
  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)
  ※폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우
수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우
토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

세척공정에서 사용된 화학물질(예: 제품 표면의 유분 및 불순물을 제거하기 위해 사용된 세척제)을 폐기물로 처리하는 경우, 폐기물로의 배출량 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중의 조사대상 화학물질 조성

가. 세척 후 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 세척 후 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 세척공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리 하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

비철주물공정의 산세척	
산정방법 우선순위	①배출계수법

비철주물공정에서 염산 및 황산으로 세척을 하는 경우 생산되는 비철금속당 수질오염물질로의 발생량은 다음과 같이 산정한다.

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 비철금속의 연간생산량(톤)×배출계수(㎏/톤)

<비철주물공정의 산세척에서의 배출계수>

산 공정(Acid Process)	조사대상 화학물질	배출계수 (㎏/톤)
염산 피클링(pickling) 공정	염산	44.5
황산 피클링(pickling) 공정	황산	9.8

※ 출처: NPI Non-Ferrous Foundries Manual (DCCEEW)

※ 단위는 생산물의 톤당 배출된 물질의 ㎏ 수이다.

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우
  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)
  ※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우
수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우
토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

드라이크리닝	
산정방법 우선순위	①배출계수법 ②물질수지법 ③직접측정법 ④공학적계산법

고온 드라이크리닝 기계에 테트라클로로에틸렌(PCE) 또는 석유계 드라이크리닝제를 세정제로 사용하는 경우 용제가 배기가스 및 폐액 중에 함유되어 환경 중에 배출되거나, 생성된 폐액을 폐기물처리업자에게 이동시킬 경우 화학물질의 이동이 발생한다.

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (연간구입량(㎏/년) + 전년도 이월량 - 다음연도 이월량(㎏/년)) × 조사대상 화학물질의 조성비 - (수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량 (㎏/년))

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

다. PCE를 사용하는 경우(배출계수법)

1) 활성탄장치가 부착되어 있지 않은 고온 드라이크리닝 기계의 경우

테트라클로로에틸렌의 대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 의류 세탁량(㎏/년) × 0.037

2) 활성탄장치가 부착되어 있는 고온 드라이크리닝 기계의 경우

테트라클로로에틸렌의 대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 의류 세탁량(㎏/년) × 0.01

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이동되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접측정 하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생 일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. PCE를 사용하는 경우(배출계수법)

테트라클로로에틸렌의 수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 의류 세탁량(㎏/년) × 0.000014

다. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

$$= \text{연간폐수발생량(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^3$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우
  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)
  ※폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우
  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우
수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우
토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

드라이크리닝시 배출된 잔재물질을 폐기 처리하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성비

가. 드라이크리닝시 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 드라이크리닝시 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 드라이크리닝공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

라. PCE를 사용하는 경우(배출계수법)

테트라클로로에틸렌의 폐기물로서의 이동량(㎏/년) = 의류 세탁량(㎏/년) × 0.008

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가매립량 = 폐기물로의 배출량

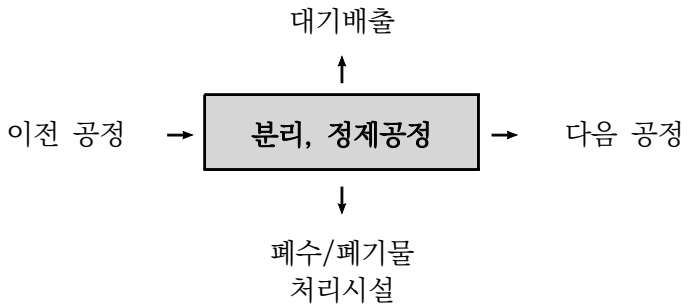
◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리 하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

6절. 분리, 정제공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	두 가지 이상의 물질이 섞여있는 경우 각각의 물질로 분리하는 공정으로 다음의 공정들이 이에 속한다. • 여과나 각종분리공정(원심분리조작, 필터프레스 등)에 의한 고-액, 기-액, 액-액 등의 상 분리공정 • 정제 : 석출, 흡착, 흡수 등으로 불순물을 제거하는 공정 • 추출 : 용제를 사용하여 각종 원료에서 필요한 성분을 뽑아내어 가공하는 공정 • 정선
배 출 원	• 분리할 때 증발, 휘발로 대상물질이 대기 중으로 배출 • 분리에서 발생하는 폐수 중에 함유되어 배출 • 추출용 용제가 넘쳐흐르거나 폐수를 통하여 수계로 배출 (5장. 비정상 조업(청소, 보수, 사고 등)시 배출량·이동량 산정방법" 참조) • 용제를 포함하는 폐기물의 발생, 또는 고-액분리의 고상 잔사물 중에 대상화학물질이 함유되어 있어, 산업폐기물 처리업자에게 폐기물로서 인도되거나 사업장내에서 처리되는 경우

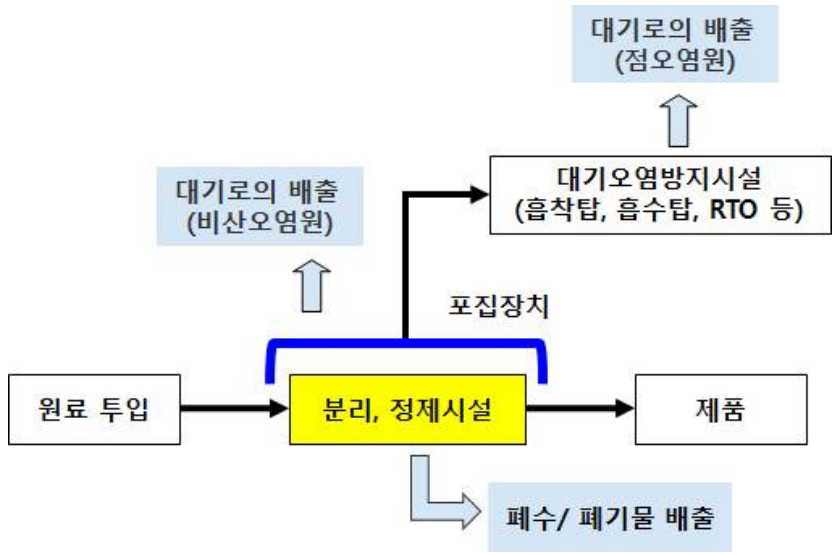


【일반적인 분리, 정제공정 개요도】

분리 · 정제	
산정방법 우선순위	①물질수지법 ②공학적계산법 ③직접측정법 ④배출계수법

▣ 공정개요

휘발성이 높은 조사대상 화학물질을 함유한 용제를 두 가지 이상의 물질이 섞여있는 경우 각각의 물질로 분리하는 과정에서 대기 중으로 배출



▣ 주요 산정방법

대기로의 배출량(kg/년)

= {(용제의 연간유입량(kg/년) × 유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - (용제의 연간유출량(kg/년) × 유출물의 조사대상 화학물질 조성비) - 폐기물로의 배출량(kg/년)} × (1 - 포집율)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

1) 폐수가 발생되지 않는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학 물질 조성비) - {(분리, 정제된 물질의 연간유출량(㎏/년) × 분리·정제된 물질 중 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

2) 폐수가 발생하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학 물질 조성비) - {(분리, 정제된 물질의 연간유출량(㎏/년) × 분리·정제된 물질중 조사대상 화학물질 조성비) + 수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

다. 배출계수를 이용(배출계수법)

; 각종 제조공정에서 화학물질을 추출용제로 사용하는 경우 대기로 발생되는 화학물질의 양은 다음과 같이 산출한다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = {용제의 연간구입량(톤/년) + 전년도 이월량(톤/년) - 다음연도 이월량(톤/년)} × 화학물질의 배출계수(㎏/톤)

<용제를 이용한 추출공정에서 대기로 발생되는 유기용제의 배출계수>

추 출 용 제	배출계수 (kg/톤)	추 출 용 제	배출계수 (kg/톤)
acetic acid	10	formylaldehyde	190
acetone	140	n-hexane	170
acetonitrile	830	methanol	310
amyl acetate	420	methyl ethyl ketone	650
benzene	290	methyl isobutyl ketone	800
dichlorobenzene	20	toluene	310
ethanol	100	trichloroethane	1000
ethyl acetate	300	xylenes	60

※ 출처: NPI Pharmaceutical Manufacturing Manual (DCCEEW)

※ 단위는 사용하는 용제 1톤당 배출되는 오염물질량 (㎏/톤)

【예】 한 제약회사에서 추출용제로 아세톤을 사용한다. 이 회사는 추출장치를 연간 1500시간 운전하며, 시간당 0.5톤의 아세톤을 사용한다.

아세톤의 배출계수 = 140㎏/톤
용제의 연간사용량 = 0.5톤/hr × 1,500hr/년
대기오염물질로의 발생량 = 용제의 연간사용량 × 배출계수
= 0.5톤/hr×1,500hr/년×140㎏/톤
= 105,000㎏/년

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접측정 하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 비휘발성 수용성 화학물질로 폐수가 발생하는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정으로 유입되는 취급물량(㎏/년) × 취급물 중 조사대상 화학물질 조성비) - (분리·정제된 물질량(㎏/년) × 분리·정제된 물질 중 조사대상 화학물질 조성비) - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성 물질로 간주

다. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 연간폐수발생량(톤/년) × $\frac{\text{용해도}}{100+\text{용해도}} \times 10^3$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

【예】 에틸렌디크로라이드(EDC)를 함유한 폐액으로부터 EDC를 분리 회수하는 경우 물에 용해된 EDC가 배출된다고 한다. EDC를 포함한 분리수가 평균 50m^3/월 배출되는데, 분리수에는 EDC가 포화되어 있다. (물에 대한 EDC의 용해도는 8.69㎏/m^3이다).

EDC의 연간 배출량 = [50m^3/월]×[12월/년]×[8.69㎏/m^3] = 5,214㎏/년

폐수처리를 하고있는 경우에는 (1-제거율)을 곱해준다.

라. 배출계수를 이용(배출계수법)

; 각종 제조공정에 화학물질을 추출용제로 사용하는 경우 폐수로 발생되는 화학물질의 양은 다음과 같이 산출한다.

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = {용제의 연간구입량(톤/년) - 다음연도 이월량(톤/년)} × 조사대상 화학물질의 배출계수(㎏/년)

◦ 용제를 이용한 천연물 추출공정에서 수질오염물질로 발생되는 유기용제의 배출계수

추 출 물 질	배출계수 (㎏/톤)	추 출 물 질	배출계수 (㎏/톤)
acetic acid	820	ethyl acetate	470
acetone	220	ethylene glycol	1000
acetonitrile	170	formylaldehyde	770
amyl acetate	580	methanol	450
benzene	370	methyl ethyl ketone	120
dichlorobenzene	980	toluene	140
ethanol	60	xylenes	190

※ 출처: NPI Pharmaceutical Manufacturing Manual (DCCEEW)

•단위는 해당 물질 사용량 1톤당 발생하는 수질오염물질의 량 (㎏/톤)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조

- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우

폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우

폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

분리, 정제공정에서 사용하고 남은 화학물질 잔류물을 폐기처리 하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

가. 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 분리, 정제공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우

폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우

자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우

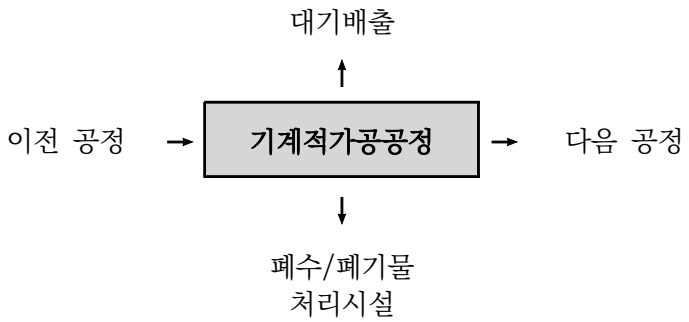
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리 하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

7절. 기계적 가공공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	접착, 박리, 압착, 탈수, 파쇄, 재단절단, 연삭, 연마, 분쇄, 압출, 연신, 프레스성형 등의 공정 • 고속분산기, 볼분쇄기, 비슷한 종류의 분산장치 또는 연마장치의 작동에 의하여 제품 분말의 크기를 조정 • 분산 또는 연마과정 동안 내용물의 온도상승
배 출 원	• 공정 중 온도가 상승함에 따라 원료 내에 포함되어 있는 화학물질이 증발·휘발하여 대기로의 배출 • 윤활유, 용제 등이 배수로의 혼입 → 폐수발생 • 절단, 연마, 성형 등에서 조사대상 화학물질을 함유한 고형폐기물의 발생 → 폐기물처리업체로 이동

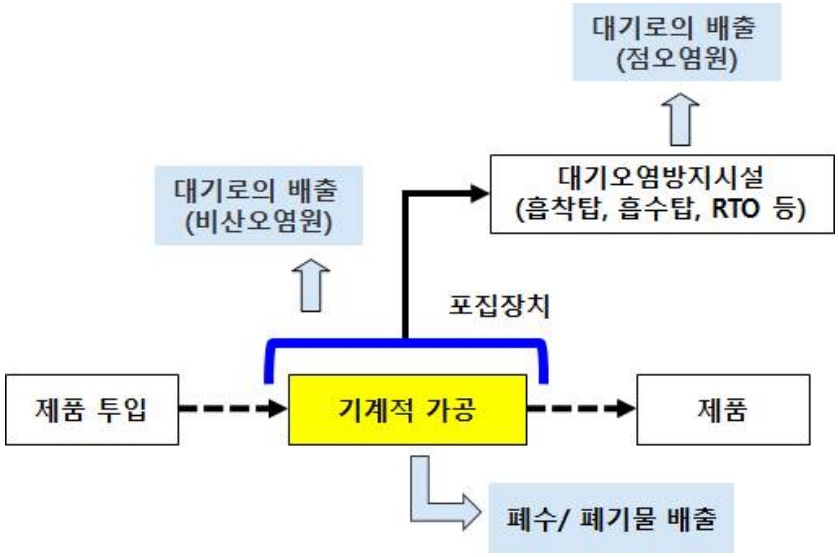


【일반적인 기계가공공정 개요도】

기계적 가공	
산정방법 우선순위	①직접측정법 ②물질수지법 ③공학적계산법

▣ 공정개요

접착, 박리, 압착, 탈수, 파쇄, 재단절단, 연삭, 연마, 분쇄, 압출, 연신, 프레스성형 등의 공정에서 대기로 배출되는 경우



▣ 주요 산정방법

대기로의 배출량(kg/년)

= 발생물질농도(kg/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년) × 화학물질 조성비 × (1 − 포집율)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/㎥) × 유량(㎥/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

1) 폐수가 발생되지 않는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(공정의 연간유출량(㎏/년) × 유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

2) 폐수가 발생하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(공정의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

다. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 승온에 의한 대기오염물질로의 발생량

- 분산, 연마 등의 기계적 가공을 하는 도중 가공용기의 온도가 상승함에 따라 화학물질이 대기로 증발 또는 휘발하는 경우가 많다. 이런 경우 대기오염물질로의 발생량은 다음 식을 이용하여 산정할 수 있다.

$$E_{\text{화학물질}} = \{\frac{\sum(P_x)_{T1}}{101.3-\sum(P_x)_{T1}} + \frac{\sum(P_x)_{T2}}{101.3-\sum(P_x)_{T2}}\} \times (\Delta n \times M_a \times N) \div 2$$

$E_{\text{화학물질}}$ = 승온에 의한 총 휘발성 물질의 연간 대기오염물질로의 발생량, kg/년

$(P_x)_{T1}$ = 초기온도 T1에서의 용기 상부의 휘발성 물질 x의 초기 분압, kPa (부록 별표 7의 식 (2)와 (3) 참고)

$(P_x)_{T2}$ = 최종온도 T2에서의 용기 상부의 휘발성 물질 x의 최종 분압, kPa (부록 별표 7의 식 (2)와 (3) 참고)

Δn = 발생된 기체의 kg-mole수, kg-mole/cycle

M_a = 증기 평균 분자량, kg/kg-mole

N = 연간 운전되는 사이클 회 수, 회수/년

Δn항은 다음 식을 사용하여 계산될 수 있다.

$$\Delta n = V/R \times (Pa_1/T1 - Pa_2/T2)$$

Δn = 발생된 기체의 kg-mole수, kg-mole/주기

V = 용기의 남은 공간의 부피, m^3

R = 기체상수, $8.314(kPa)(m^3)/(kg\ mol)(K)$

Pa_1 = 용기에서의 초기압력, kPa

Pa_2 = 용기에서의 최종압력, kPa

$T1$ = 용기의 초기온도, K

$T2$ = 용기의 최종온도, K

Pa_1와 Pa_2는 다음 식들을 이용하여 계산될 수 있다.

$$Pa_1 = 101.3 - \sum(P_x)_{T1}$$

$$Pa_2 = 101.3 - \sum(P_x)_{T2}$$

Pa_1 = 용기에서의 기체 초기압력, kPa

Pa_2 = 용기에서의 기체 최종압력, kPa

$(P_x)_{T1}$ = 초기온도 T1에서의 용기상부의 휘발성물질 x의 초기 분압, kPa (부록 별표 7의 식 (2)와 (3) 참고)

$(P_x)_{T2}$ = 최종온도 T2에서의 용기 상부의 휘발성 물질 x의 최종 분압, kPa (부록 별표 7의 식 (2)와 (3) 참고)

휘발성 물질 x의 대기오염물질로의 발생량은 아래식을 이용하여 구할 수 있다.

$$E_x = \{\frac{(P_x)_{T1}}{101.3-(P_x)_{T1}} + \frac{(P_x)_{T2}}{101.3-(P_x)_{T2}}\} \times (\Delta n \times M_a \times N) \div 2$$

【예】 분산기에서의 승온에 의한 대기오염물질로의 발생량을 산정

3000ℓ의 고속 분산기내에 2,000ℓ의 페인트가 담겨 있다. 다음 데이터가 주어져있다.

- 페인트는 무게로 30퍼센트의 톨루엔, 20퍼센트의 메틸에틸케톤(MEK), 그리고 50퍼센트의 안료와 비휘발성 수지들로 구성되어 있다.
- 초기온도(T1)는 298K(25℃)이다.
- 최종온도(T2)는 313K(40℃)이다.
- 페인트혼합물의 평균분자량은 85kg/kg-mole 이다.
- 평균기체분자질량(Ma)은 77kg/kg-mole이다.
- 분산기는 25회/년 운전되며, 1회 운전주기 동안 초기온도(T1)에서 최종온도(T2)로 상승되게 된다.
- 용기의 빈 공간의 부피는 3,000-2,000ℓ=1,000ℓ 또는 $1m^3$

1단계 : 부록 별표 7의 식 (4)를 적용, 액체 몰분율(m_x)의 계산

성분(x)	액체 질량분율 z_x	분자량 M_x	액체 몰분율 m_x
톨루엔	0.3	92	$(z_x/M_x)/\sum(z_x/M_x) = 0.28$
MEK	0.2	72	$(z_x/M_x)/\sum(z_x/M_x) = 0.24$

2단계 : 부록 별표 7의 식(2)를 적용, 초기 온도에서의 증기분압 [$(P_x)_{T1}$]의 계산

성분 (x)	액체 몰분율 m_x	증기압 VP_x 25℃ (kPa)	T1에서의 분압(kPa)
톨루엔	0.28	4	$m_x \times VP_x = 1.12$
MEK	0.24	13.31	$m_x \times VP_x = 3.19$

3단계 : 부록 별표 7의 식(2)을 적용, 최종 온도에서의 분압 [$(P_x)_{T2}$]의 계산

성분(x)	액체 몰분율 m_x	증기압 VP_x 40℃ (kPa)	T2에서의 분압(kPa)
톨루엔	0.28	8	$m_x \times VP_x = 2.240$
MEK	0.24	25.86	$m_x \times VP_x = 6.206$

4단계 : 초기 압력(Pa_1)과 최종 압력(Pa_2)의 계산

$$Pa_1 = 101.3 - \sum(P_x)_{T1} = 101.3 - (1.12 + 3.19) = 96.99\ kPa$$

$$Pa_2 = 101.3 - \sum(P_x)_{T2} = 101.3 - (2.24 + 6.206) = 92.84\ kPa$$

5단계 : 대체된 기체의 kg-mole(Δn)의 계산

용기의 빈 공간의 부피가 3,000-2,000 = 1000 l 또는 1m^3

$$\Delta n = V/R \times (Pa_1/T1 - Pa_2/T2) = (1/8.314) \times (96.99/(298) - 92.84/(313)) = 3.35 \times 10^{-3} kg-moles/회$$

6단계 : 전체 휘발성물질의 발생량($E_{화학물질}$)의 계산

$$E_{화학물질} = \{ \frac{\sum(P_x)_{T1}}{101.3 - \sum(P_x)_{T1}} + \frac{\sum(P_x)_{T2}}{101.3 - \sum(P_x)_{T2}} \} \times (\Delta n \times M_a \times N) \div 2$$

$$= \{ \frac{4.31}{101.3 - 4.31} + \frac{8.446}{101.3 - 8.446} \} \times (3.35 \times 10^{-3} \times 25 \times 77) \div 2$$

$$= 0.44\,kg\ 화학물질/년$$

7단계 : 식 (14)의 적용, 톨루엔 발생량($E_{toluene}$)의 계산

$$E_x = \{ \frac{(P_x)_{T1}}{101.3 - (P_x)_{T1}} + \frac{(P_x)_{T2}}{101.3 - (P_x)_{T2}} \} \times (\Delta n \times M_a \times N) \div 2$$

$$= \{ \frac{1.12}{101.3 - 1.12} + \frac{2.24}{101.3 - 2.24} \} \times (3.35 \times 10^{-3} \times 25 \times 77) \div 2$$

$$= 0.109 kg\ 톨루엔/년$$

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95,
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생 일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 절삭유 등이 배수 중에 혼입된 경우

; 비휘발성, 수용성 화학물질로 폐수가 발생하는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(공정의 연간유출량(㎏/년) × 유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성물질로 간주

다. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

$$= \text{연간폐수발생량(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^3$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조

- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우

폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우

폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

기계적 가공공정에 사용하고 남은 화학물질을 폐기 처리하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

가. 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 기계적 가공공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우

폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우

자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우

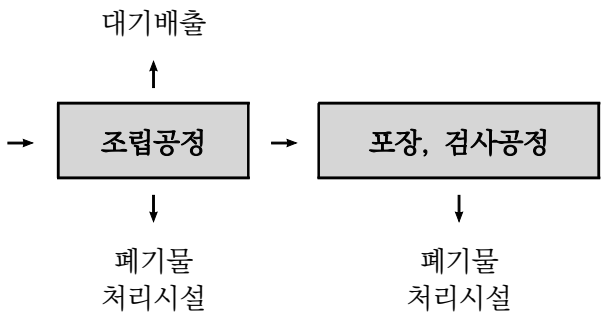
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

8절. 조립 · 포장 · 검사공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	• 조립공정 : 부품으로부터 제품을 조립하는 공정 • 포장 및 검사공정 : 제품을 포장, 검사할 때 불량품을 선별 · 제거하는 공정
배 출 원	• 조립공정에서 사용되는 접착제 등으로부터 조사대상 화학물질이 증발·휘산되어 대기로 배출 • 사용하고 남은 접착제, 검사공정에서 제거된 불량품 및 포장공정에서 나온 포장폐기물 등에 조사대상 화학물질이 포함되어 고형폐기물로서 폐기물처리업체에 위탁되는 경우 (단, 제거된 불량품 등이 회수되어 사업장내에서 재사용되는 경우는 배출량·이동량에 포함시키지 않는다.)

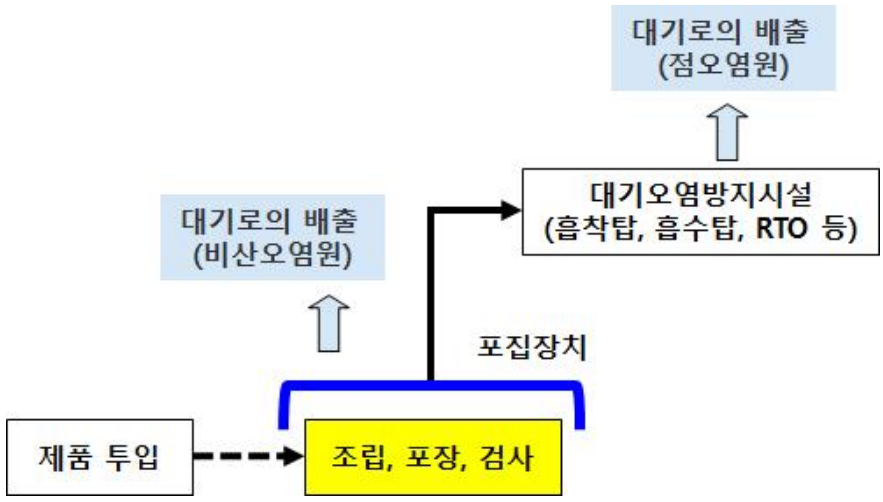


【일반적인 조립, 포장, 검사공정 개요도】

조립 · 포장 · 검사	
산정방법 우선순위	①직접측정법 ②물질수지법

▣ 공정개요

접착제 등에 포함되어 있는 조사대상 화학물질이 조립과정에서 증발하여 대기로 배출되거나, 제품을 저장용기(병, 캔 등)에 넣어 포장하는 경우, 저장용기 내의 공간에 증발한 물질이 압력에 의하여 유입구를 통하여 대기로 배출



▣ 주요 산정방법

대기로의 배출량(kg/년)

= 발생물질농도(kg/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년) × 화학물질 조성비 × (1 − 포집율)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 접착제 등에 포함되어 있는 조사대상 화학물질이 조립과정에서 증발하여 대기오염물질로의 발생

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (접착제 등의 연간구입량(㎏/년) + 전년도 이월량 (㎏/년) - 다음연도 이월량(㎏/년)) × 접착제중 조사대상 화학물질 조성비 - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

※ 폐기물로의 배출량은 2. 폐기물로의 배출량에서 산정

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 폐기물로의 배출량

조립, 포장, 검사공정에서 사용하고 남은 화학물질을 폐기처리 하는 경우, 또는 불량품 발생에 따라 불량품에 포함되어 폐기되는 경우는 폐기물로의 배출량으로 산정

가. 사용하고 남은 화학물질을 폐기처리 하는 경우

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 조사대상 화학물질 조성

1) 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

2) 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

3) 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 조립, 포장, 검사 공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

나. 비휘발성인 화학물질이 불량품에 포함되어 폐기물발생

폐기물로의 배출량(㎏/년) = (접착제 등의 연간구입량(㎏/년) + 전년도 이월량(㎏/년) - 다음연도 이월량(㎏/년)) × 접착제중 조사대상 화학물질 조성비 × 평균불량률

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성물질로 간주

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

소 분	
산정방법 우선순위	①직접측정법 ②공학적계산법 ③물질수지법 ④배출계수법

제품을 저장용기(병, 캔 등)에 넣어 포장하는 경우

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생 일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 저장용기 내에 순수대상물질 X를 유입시에 저장용기 내의 공간에 증발한 물질이 압력에 의하여 유입구를 통하여 대기오염물질로 발생되는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (x × M × V × P^o × N) / (760 × RT) × 0.5

1) M : 조사대상 화학물질 X의 분자량(㎏/kmol=g/mol)

2) V : 저장용기 부피(m^3)

3) P^o : 조사대상 화학물질의 증기압 (mmHg (온도 T일때의 증기압))

4) N : 연간 제품출하량(개/년)

5) T : 저장용기 내 절대온도(K)(=용기 내부 온도(℃)+273, 모르면 293으로 계산)

6) R : 기체상수(0.082 atm·l/(K·mol))

7) x : 용액상의 조사대상 화학물질 X의 몰분율(0~1)

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로의 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 폐기물로의 배출량

소분공정에서 사용하고 남은 화학물질 잔류물과 발생 불량품에 포함되어 있는 화학물질을 폐기하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

가. 사용하고 남은 화학물질을 폐기처리 하는 경우

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

1) 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

2) 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

3) 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 조립, 포장, 검사 공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

나. 비휘발성인 화학물질이 불량품에 포함되어 폐기물발생

폐기물로의 배출량(㎏/년) = (접착제 등의 연간구입량(㎏/년) + 전년도 이월량(㎏/년) - 다음연도 이월량(㎏/년)) × 접착제중 조사대상 화학물질 조성비 × 평균불량률

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성물질로 간주

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

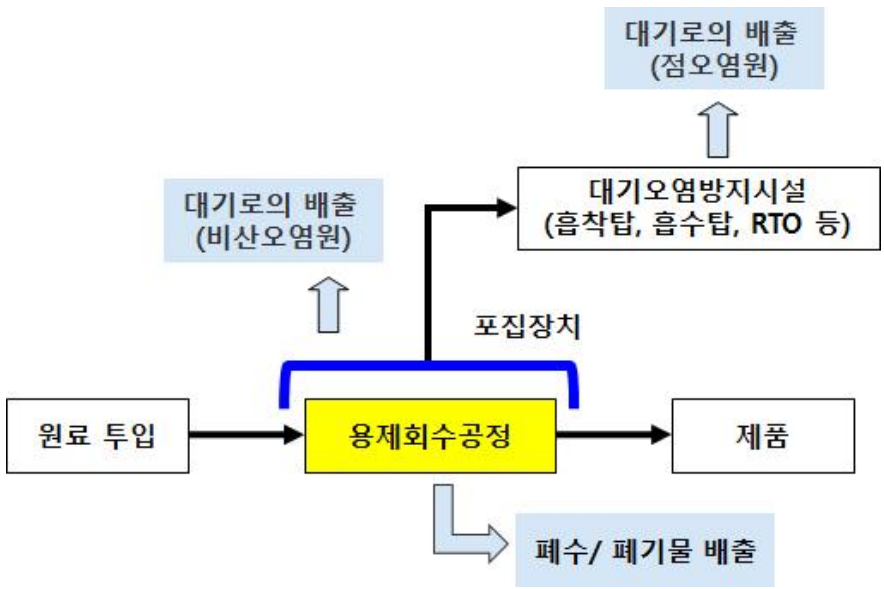
9절. 용제회수공정에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	반응, 추출, 결정화 매체 등 여러공정에서 사용한 용제를 재사용하기 위하여 증발, 증류, 추출 등의 과정을 거친 후 냉각기, 응축기 등을 통해 회수하는 공정
배 출 원	• 회수 장치에 부착되어 있는 응축기에서 미응축한 휘발성 용제의 대기 배출 • 회수장치에서 직접 휘발에 의한 대기배출 • 용제를 포함하는 폐기물의 발생, 또는 고-액분리의 고상 잔사물 중에 대상 화학물질이 함유되어 있어, 산업폐기물 처리업자에게 폐기물로서 인도되거나 사업장내에서 처리되는 경우

용제회수	
산정방법 우선순위	①배출계수법 ②물질수지법 ③직접측정법 ④공학적계산법

▣ 공정개요

반응, 추출, 결정화 매체 등 여러공정에서 사용한 용제를 재사용하기 위하여 증발, 증류, 추출 등의 과정을 거친 후 냉각기, 응축기 등을 통해 회수하는 공정



▣ 주요 산정방법

대기로의 배출량(kg/년)

= {(코팅제(도료, 염료, 잉크 등) 연간 구입량(kg/년) + 코팅제 전년도 이월량(kg/년) - 코팅제의 다음연도 이월량(kg/년)) × 코팅제 내의 조사대상 화학물질 조성비 - 폐기물로의 배출량(kg/년)} × (1 - 포집율)

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

1) 폐수가 발생되지 않는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(공정의 연간유출량(㎏/년) × 유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

2) 폐수가 발생하는 경우

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정의 연간유입량(㎏/년)×유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(공정의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수질오염물질로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

다. 배출계수이용(배출계수법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 용제회수공정으로의 휘발성물질 연간유입량(톤/년) × 휘발성물질의 배출계수(㎏/톤) × 조사대상 화학물질 조성비

<용제회수공정에서의 휘발성물질의 배출계수>

배 출 원	배출계수 (㎏/톤)
용제회수장치에 부착되어 있는 저장탱크의 벤트	0.01
용제회수장치에 부착되어 있는 응축기 벤트	1.65
용제회수장치에서의 비산배출	0.46

※ 출처: AP-42, Volume I, Chapter 4: Evaporation Loss Sources (EPA)

※ 단위 : 용제회수장치에 유입된 휘발성용제 1톤당 대기배출되는 용제 ㎏

【예】용제회수공정에서의 대기오염물질로의 발생량 산정

한 회사 공정에서 휘발한 용제를 냉각기를 이용하여 회수하고 있다. 연간 용제 회수량은 4톤이며, 휘발한 용제는 톨루엔이 99%를 차지하고 있다.

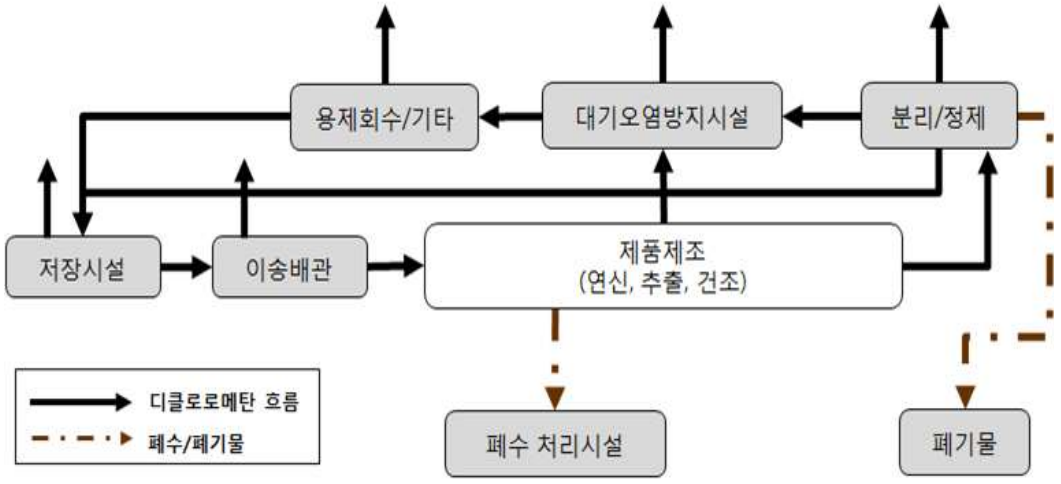
증류장치의 작동에서 발생하는 화학물질 배출물은 위 표의 배출계수를 이용하여 계산할 수 있다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년)
= 증류장치를 통과하는 용매 중 휘발성물질의 양(톤/년)
× 휘발성물질의 배출계수(㎏/톤) × 조사대상 화학물질 조성비
= 4톤/년 × 1.65㎏/톤 × 0.99
= 6.5㎏/년

【예】디클로로메탄 용제회수시설에서의 배출량

촉매 및 공정조절제로 사용하는 디클로로메탄은 제품에 포함되지 않으며, 사용공정에서 전량 대기로 배출되므로 용제회수시설을 통해 재사용하고 있다. 일년에 디클로로메탄 구매량은 450톤이며, 재사용량은 59,600톤, 구매한 디클로로메탄의 재고량은 50톤이다. 디클로로메탄은 저장탱크에 저장한 후 배관을 통해 제조공정으로 이동하고, 제조공정에서 사용된 디클로로메탄은 대기오염방지시설, 분리·정제공정과 용제회수시설을 통해 대기로 배출되고, 분리·정제공정에서 폐기물은 발생하지만, 폐수는 발생하지 않는다.

〈주요배출공정〉



※ 디클로로메탄 주요배출원은 저장시설, 이송배관, 용제회수, 분리·정제, 대기오염방지시설, 폐수 및 폐기물처리시설이 있다.

대기오염물질로의 발생량(kg/년)

= 구매량(kg/년) - 재고량(kg/년) - 제품함유량(kg/년) - {각 공정에서의 배출량(kg/년) + 폐수 또는 폐기물이동량(kg/년)}

= 450,000(kg/년) - 50,000(kg/년) - 0(kg/년) - {49,860(kg/yr) + 3,000(kg/년)}

= 347,140kg/년

※ 각 공정에서의 배출량(kg/년)

· 저장탱크 대기배출량(kg/년) : 800kg/년

· 배관시스템 대기배출량(kg/년) : 8,000kg/년

· 분리·정제 대기배출량(kg/년) : 6,500kg/년

· 대기오염방지시설 대기배출량(kg/년) : 34,560kg/년

· 폐기물처리업체로의 이동량(kg/년) : 3,000kg/년

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접측정 하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 공정으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 절삭유 등이 배수 중에 혼입된 경우

; 비휘발성, 수용성 화학물질로 폐수가 발생하는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정의 연간유입량(㎏/년) × 유입물의 조사대상 화학 물질 조성비) - {(공정의 연간유출량(㎏/년) × 유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정

※ 취급온도에서 증기압이 1mmHg이하인 물질은 비휘발성물질로 간주

다. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 수질오염물질로의 발생량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

$$= \text{연간폐수발생량(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^3$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조

- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우

폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우

폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

용제회수공정에서 사용하고 남은 화학물질 잔류물을 폐기처리 하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

가. 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

다. 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 용제회수공정 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

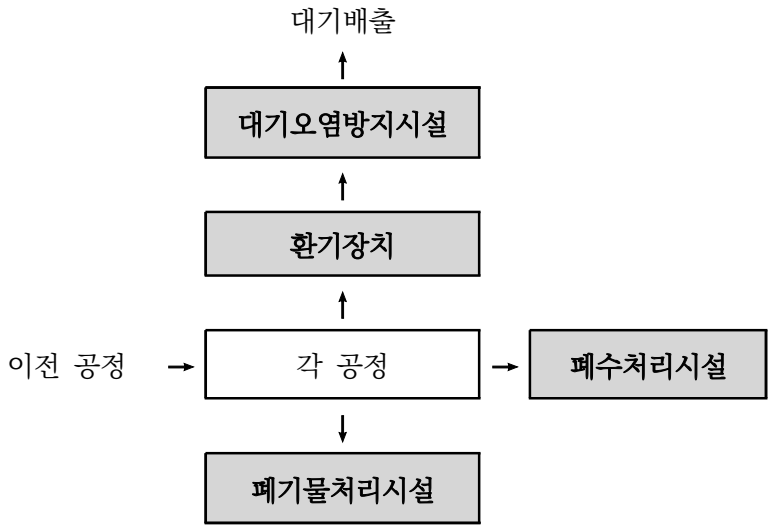
◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량·이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

3장. 환경오염방지시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법

환경문제가 점차적으로 중요한 문제로 대두됨에 따라 방지시설에 관한 법적 규제 및 일반인들의 인식이 높아지고 있다. 따라서 환경오염방지시설을 자체적으로 유지, 관리하고 있는 업체가 늘고 있다.

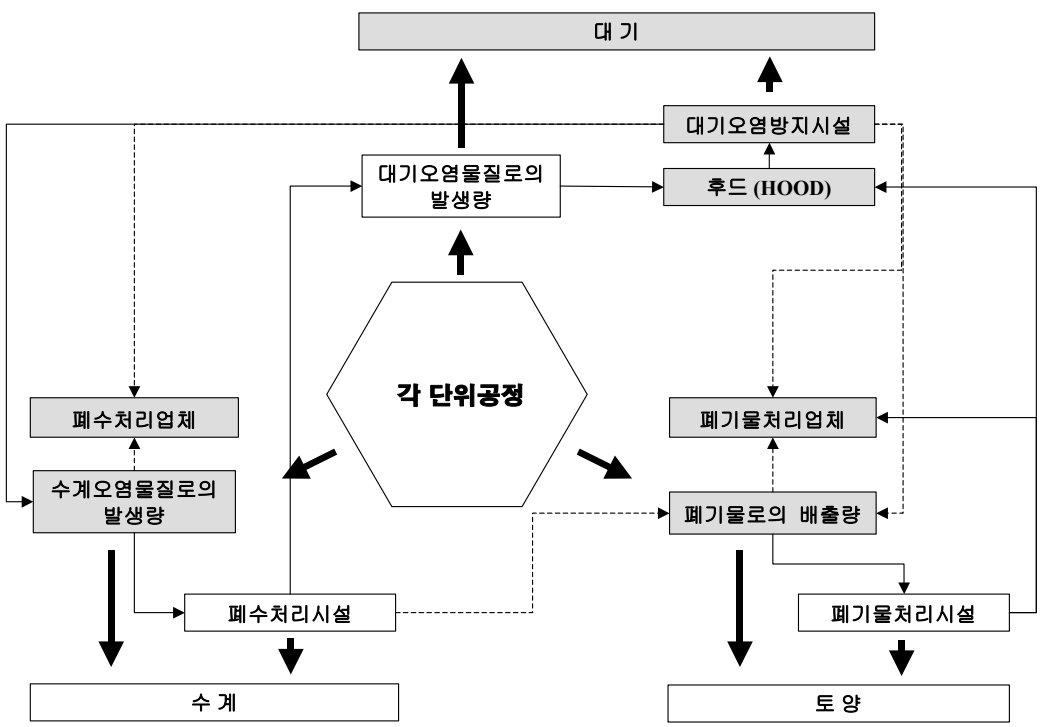
이 장에서는 사업장 내에 환경오염방지시설이 있어, 앞의 각 공정에서 발생한 오염물질이 방지시설에서 처리되어 환경으로 배출되는 경우에 관하여 대기오염방지시설, 폐수처리시설, 폐기물처리시설로 분류하여 설명하였다.



【일반적인 환경오염방지시설 개요도】

1절. 대기오염방지시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	• 각 공정에서 발생된 대부분의 대기오염물질들은 대기오염방지시설을 통해 처리된 후 대기로 배출된다. • 공장에서 대기로 발생하는 각종 분진 및 화학물질을 처리하는 시설로 다음 장치들이 이에 해당된다. ; 원심력먼지제거시설, 여과먼지제거시설, 전기먼지제거시설, 연소시설, 흡수에 의한 시설, 흡착시설, 세정먼지제거시설 등
배 출 원	• 각 대기오염방지시설에서 처리한 후 배기가스를 통한 대기로의 배출 • 흡수에 의한 시설 등의 대기오염방지시설에서 발생한 폐수가 수질오염물질로의 발생 • 처리과정에서 발생하는 집진탄, 활성탄 등의 폐기물 배출 • 처리과정에서 발생한 폐수 및 폐기물처리업체로의 이동



대기오염방지시설	
산정방법 우선순위	①직접측정법 ②물질수지법 ③배출계수법

대부분의 경우 현행 환경법에 의해 대기오염방지시설을 거친 배출물질에 대한 분석을 규정하고 있다. 따라서 조사대상 화학물질에 대한 분석자료가 있는 경우는 분석자료를 기준으로 배출량을 산출하는 것이 가장 바람직하다.

(주의) 각 단위공정에서 발생하는 대기오염물질을 대기오염방지시설에서 처리하는 경우 각 단위공정에서 설명한 대기배출량 계산식 중 해당공정에서는 직접 대기로 배출되는 양(대기오염물질로의 발생량×(1-포집율))만을 산정하고, 대기오염방지시설로 이동되는 양(대기오염물질로의 발생량×(1-제거율)×(포집율))은 대기오염방지시설에서의 분석 자료를 이용하여 산정한다.

1. 대기로의 배출량

가. 처리 후 배출가스의 실측치가 있는 경우(직접측정법)

대기로의 배출량(㎏/년) = 처리 후 배출가스량(m^3/년) × 처리 후 배가스 중 조사대상 화학물질의 농도(㎏/m^3)

※ 가. 적용 시 유의사항

; 처리 전 배출가스의 농도실측치가 있거나 후드의 포집율, 방지시설의 제거율을 고려하여 배출량을 산정할 수 있는 경우에 한하여 적용할 수 있다.

나. 처리 전 배출가스의 농도실측치가 있는 경우(직접측정법)

대기로의 배출량(㎏/년) = 처리 전 배가스량(m^3/년) × 처리 전 배출가스 중 조사대상 화학 물질의 농도(㎏/m^3) × (1 - 제거율)

다. 대기방지시설로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

대기로의 배출량(㎏/년) = $\sum_i${(각 공정에서 발생한 대기오염물질로의 발생량(㎏/년) × (포집율)} × (1-제거율)

※ i는 각 단위공정을 의미하며, 포집율을 모르는 경우는 부록 별표8을 참조한다.

라. 배출계수이용(배출계수법) : 플레어스택에서 탄화수소의 배출계수

; 배출되는 유기화합물질을 포집하여 플레어스택으로 배출시키는 경우, 플레어스택에서 배출되는 양을 산정

화학물질A의 대기로의 배출량(kg/년)

= 배출 탄화수소중 화학물질A의 조성비

× 연간메탄환산탄화수소배출량(kg/년)

$$\times \frac{\text{화학물질}A\text{의 분자량}}{\text{화학물질}A\text{의 탄소수}\times\text{메탄의 분자량}}$$

연간메탄환산탄화수소배출량(㎏년) = 배출계수(0.25㎏/10^6kcal) × 시간당 발생열량(kcal/시) × 연간 가동시간(시/년)

성 분	배출계수(㎏/10^6kcal)
전체 탄화수소(메탄 환산값)	0.25

※ 출처: AP-42, Volume I, Section 13.5: Industrial Flares (EPA)

【예】 활성탄 흡착시설을 사용하여 공정에서 발생하는 폐가스 중의 휘발성유기화합물을 제거한다. 공정에서 발생되는 폐가스의 발생량은 $10m^3$/일이며, 폐가스 중 벤젠의 농도는 5wt%인 것으로 측정되었다. 흡착시설의 제거율은 80%이며, 연간 200일 운전한다. 이 흡착시설을 통해 배출되는 벤젠의 대기로의 배출량을 산정한다.(단. 흡착장치는 20°C에서 운전된다.)

대기로의 배출량 = 기체배출량 x 해당물질농도 x (1- 제거율)

= $10m^3$/일 x 1,000,000cm^3/m^3 x 200일/년 x 0.00324g/cm^3

x 0.05 x (1 - 0.8) = 64,800 g/년 = 65㎏ of benzene/년

【예】 굴뚝으로 유입되는 기체에 포함되어 있는 탄화수소의 대부분은 1,3-부타디엔이고, 굴뚝에서는 이 기체를 소각하여 시간당 500,000 kcal의 열량이 발생한다. 이 경우 굴뚝을 통한 1,3-부타디엔 연간 배출량은 다음과 같이 계산된다.

연간 메탄환산배출량

= 0.25㎏/10^6kcal×500,000kcal/시×24시/일×365일/년

= 1,100㎏/년

메탄환산배출량을 1,3부타디엔 배출량으로 바꾸기 위해서는 분자량과 탄소수를 알아야 한다. (메탄 분자량=16.04, 1,3-부타디엔의 분자량=52.09, 1,3-부타디엔의 탄소수=4)

굴뚝을 통한 1,3-부타디엔의 대기로의 배출량

$$= \frac{100(\%)}{100(\%)} \times 1,100(kg/년) \times \frac{52.09}{16.04 \times 4}$$

= 890㎏/년

2. 수질오염물질로의 발생량

흡수장치 등과 같이 물을 사용하여 오염물질을 제거시키는 대기오염방지시설을 이용하는 경우

가. 발생량을 직접측정 하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 대기방지시설로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = $\sum_i${(각 공정에서 발생한 대기오염물질로의 발생량(㎏/년) × (포집율)} × (제거율 - 분해율)

※ i는 각 단위공정을 의미하며, 포집율을 모르는 경우는 부록 별표8을 참조한다.

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을
- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

  ※폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리하는 경우

  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리하는 경우

  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

활성탄흡착시설 등과 같이 폐기물이 발생하는 경우

가. 폐기물의 양이 파악 가능한 경우(직접측정법)

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

1) 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

2) 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

3) 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 대기방지시설 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

나. 대기방지시설로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 활성탄 등에 조사대상 화학물질이 흡착되는 경우

폐기물로의 배출량(㎏/년) = $\sum_i$ **{(각 공정에서 발생한 대기오염물질로의 발생량(㎏/년) × (포집율)} × (제거율 - 분해율)**

※ i는 각 단위공정을 의미하며, 포집율을 모르는 경우는 부록 별표8을 참조한다.

※ 단, 활성탄을 1년 이상 교체하지 않고 사용하는 경우에는 보고하지 않고, 활성탄을 교환, 폐기하는 경우에 장착기간 동안의 배출량을 합산하여 보고한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

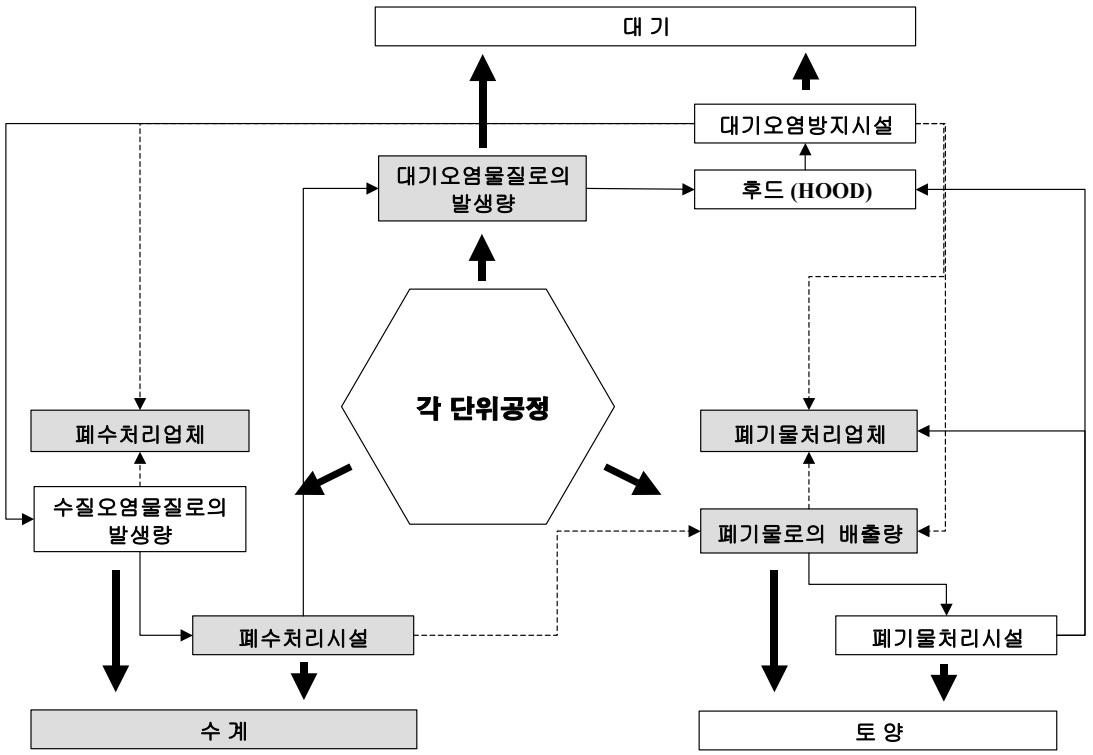
◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

2절. 폐수처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법

공정개요	사업장에서 수계로 나아가는 각종 화학물질을 처리하는 시설로 다음 장치 등이 이에 해당된다. • 생물학적 처리(미생물분해장치) • 침전 • 막투과장치 • 활성탄흡착장치
배 출 원	• 폐수처리장에서의 온도변화에 따른 대기로의 배출 • 처리과정에서 발생하는 찌꺼기 등을 통한 폐기물 배출 및 이동



폐수처리시설	
산정방법 우선순위	①공학적계산법 ②물질수지법

1. 대기오염물질로의 발생량 및 배출량 산정

폐수처리시설은 일반적으로 집수시설, 처리시설, 방류시설로 구분되며, 각 시설에 고정덮게(밀폐형, 개폐형)가 있는 경우와 없는 경우로 구분된다.

폐수처리시설에서의 대기오염물질로의 발생량은 공학적계산법에 의하여 산정할 수 있으며, 산정된 발생량을 기준으로 폐수배출시설의 덮개의 유무와 종류에 따라 배출량 산정방법이 다르게 적용한다.

첫째, 폐수처리시설의 덮개가 없는 경우에는 발생량과 배출량은 같다.

둘째, 폐수처리시설의 덮개가 있는 경우에는 두 가지 경우로 구분할 수 있다. 완전밀폐형인 경우 발생량 전량이 대기오염 방지시설로 이송되어 제거율에 따라 배출량을 산정하며, 개폐식인 경우에는 개폐시간의 비율에 따라 배출량을 산정한다. 즉, 100% 포집되어 대기오염방지시설로 이동하는 경우 폐수처리시설에서 대기로의 배출량은 없으나, 개폐식인 경우 개폐시간에 비례하여 배출량을 산정한다.(개방시 대기로의 발생량은 비산배출량으로 산정)

가. 폐수처리시설 설계값 등을 이용한 발생량 산정(공학적계산법)

대기 중에 노출된 각종 폐수처리시설에서 대기로 배출되는 조사대상 화학물질의 양은 전산프로그램(WATER9(ver.3.0), 기후에너지환경부 배출량산정프로그램(TRIWIN) 등)을 이용하여 산정한다.

폐수처리시설은 일반적으로 집수시설, 처리시설, 방류시설로 구분된다. 집수시설은 각 공정에서 발생된 폐수가 모이는 곳으로 집수조와 침사지로 구성되어 있으며, 처리시설은 응집, 침전, 여과, 흡착, 생물처리 등 여러 종류의 처리방법 등으로 구성되어 있다.

폐수처리시설에서 수계로의 배출량을 산정하는 방법은 처리장으로 유입되는 조사대상 화학물질의 농도에 (1-처리장의 제거율)을 곱함으로써 간단하게 산정된다.

그러나 이와는 달리 폐수처리시설에서 대기로의 배출량을 산정하는 방법은 서로 상이 다른 액체와 기체사이의 물질전달에 의해 일어나므로 수계로의 배출량 산정방법에 비해 복잡하다.

기후에너지환경부 배출량산정프로그램(TRIWIN)에 있는 폐수처리시설에서 대기로의 배출량 산정 방법은 이중저항이론을 기본으로 미국 EPA의 (WATER9(ver.3.0) 등을 분석하여 10가지 경우로 정리되어있다. 각 경우별로 액상물질전달계수(k_l)와 기상물질전달계수(k_g)를 먼저 구한 후, 그 값을 이용하여 총괄물질전달계수(K, K_{oil}, K_D)를 구하고, 최종적으로 대기로의 배출량 N을 구함으로써 대기로의 배출량을 산정한다. 식과 관련된 구체적인 설명은 생략한다.

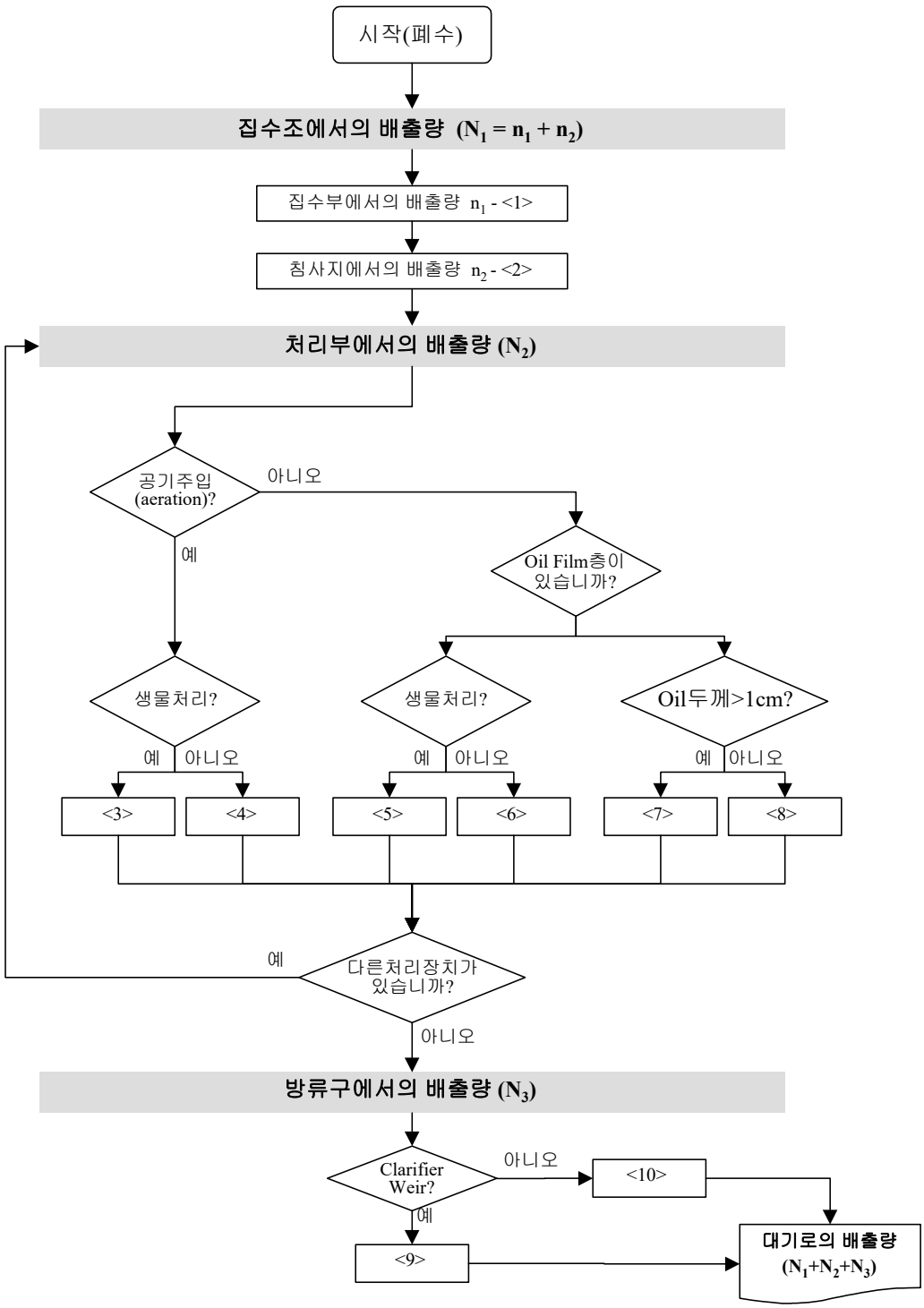
참고로, 기후에너지환경부 배출량산정프로그램 TRIWIN의 폐수처리시설에서 대기로의 배출량 산정알고리듬은 아래 그림과 같다.

(주의사항) 처리부의 경우는 여러 처리장치들이 직렬로 연결되어 있는 경우, 위의 방법에 의해 각 장치로부터의 대기배출량을 산정하여 합산한다.

나. 폐수처리시설로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = (공정의 연간유입량(㎏/년)×유입물의 조사대상 화학물질 조성비) - {(공정의 연간유출량(㎏/년)×유출물의 조사대상 화학물질 조성비) + 수질오염물질로의 발생량(㎏/년) + 폐기물로의 배출량(㎏/년)}

※ 수질오염물질로의 발생량은 2. 수계로의 발생량, 폐기물로의 배출량은 3. 폐기물로의 배출량에서 산정



【폐수처리장 산정알고리듬】

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산배출량) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

다. 대기로의 배출량 산정

대기 배출량 = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × 포집율

○ 덮개가 없는 폐수처리장

- 대기 배출량(비산배출)은 폐수처리시설에서의 발생량과 동일

○ 개폐식 덮개의 폐수처리장인 경우

- 개폐식 덮개의 개방시간을 고려하여 폐수처리시설에서 대기로의 배출량을 산정한다.

• 덮개 개방에 따른 배출비율 = 연간 개방시간(일수) ÷ 폐수처리장 연간 운전시간(일수)

• 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산배출) = 대기오염물질로의 발생량 × (덮개 개방에 따른 배출비율)

○ 개폐식 덮개와 대기오염방지시설이 있는 경우

- 개폐식 덮개가 있는 경우 개방시간을 고려하여 폐수처리시설에서 대기로의 배출량을 산정해야 하며, 덮개가 덮여있는 동안에 대기오염방지시설에서의 포집율을 고려하여 배출량을 산정한다.

• 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산배출) = 대기오염물질로의 발생량 × (덮개 개방시 배출비율)

• 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점배출) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율) × (덮개 밀폐시의 배출비율)

○ 밀폐식 덮개와 대기오염방지시설이 있는 경우

- 밀폐식 덮개의 폐수처리장의 배출량 산정은 대기오염물질로의 발생량의 포집율 및 제거율을 적용하여 배출량을 산정한다.

• 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점배출) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

2. 수계로의 배출량

가. 처리 후 방류수의 실측치가 있는 경우(직접측정법)

수계로의 배출량(㎏/년) = 처리배수량(m^3/년) × 처리 후 방류수 중 조사대상 화학물질의 농도(㎏/m^3)

나. 처리 전 방류수의 실측치가 있는 경우(직접측정법)

수계로의 배출량(㎏/년) = 처리 후 배수량(m^3/년) × 처리 전 방류수 중 조사대상 화학물질의 농도(㎏/m^3) × (1 - 제거율)

※ 제거율을 모르는 경우는 부록 별표4를 참조한다.

다. 폐수처리시설로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

수계로의 배출량(㎏/년) = $\sum_i$ {(각 공정으로부터의 수질오염물질로의 발생량(㎏/년)} × (1 - 제거율)

※ i는 각 단위공정을 의미하며, 제거율을 모르는 경우는 부록 별표 4를 참조한다.

【예】 폐수처리시설에서의 수계로의 배출량

활성탄 흡착시설을 사용하여 공정에서 발생하는 폐수를 처리한다. 각 공정에서 발생되는 폐수 발생량은 1m^3/일이며, 폐수에는 화학물질인 질산나트륨(sodium nitrate)이 용해되어 있다. 흡착시설의 제거율은 50%이며, 연간 200일 운전한다. 질산나트륨의 물에 대한 용해도는 20°C에서 88g/100cm^3 이다. 흡착시설에서 수계로 배출되는 연간 질산나트륨의 양을 산정하라. (단. 흡착시설은 20°C에서 운전된다

수계로의 배출량 = 폐수 발생량 x 해당물질농도 x (1- 제거율)
= 1m^3/일x1,000,000cm^3/m^3 x 200일/년 x 88g/100cm^3 of water x (1-0.5) = 88,000㎏/년 = 88톤-질산나트륨/년

3. 폐기물로의 배출량

활성탄흡착시설 등과 같이 폐기물이 발생하는 경우

가. 폐기물의 양이 파악 가능한 경우(직접측정법)

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성

1) 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

2) 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

3) 배관을 통해 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 배출물질밀도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간배출일수(일/년)

※ 배출물질밀도, 조사대상 화학물질의 조성을 모르는 경우는 폐수처리시설 내 화학물질의 밀도 및 조성을 이용하여 산정한다.

나. 폐수처리장으로 입출되는 양을 이용(물질수지법)

; 찌꺼기 등이 발생하거나, 활성탄 등에 조사대상 화학물질이 흡착되는 경우

폐기물로의 배출량(㎏/년) = $\sum_i$**{(각 공정에서 발생한 수질오염물질로의 발생량(㎏/년)} × (제거율 - 분해율)**

※ i는 각 단위공정을 의미하며, 제거율, 분해율을 모르는 경우는 부록 별표 4를 참조한다.

※ 단, 활성탄을 1년 이상 교체하지 않고 사용하는 경우에는 보고하지 않고, 활성탄을 교환, 폐기하는 경우에 장착기간동안의 배출량을 합산하여 보고한다.

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가 매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

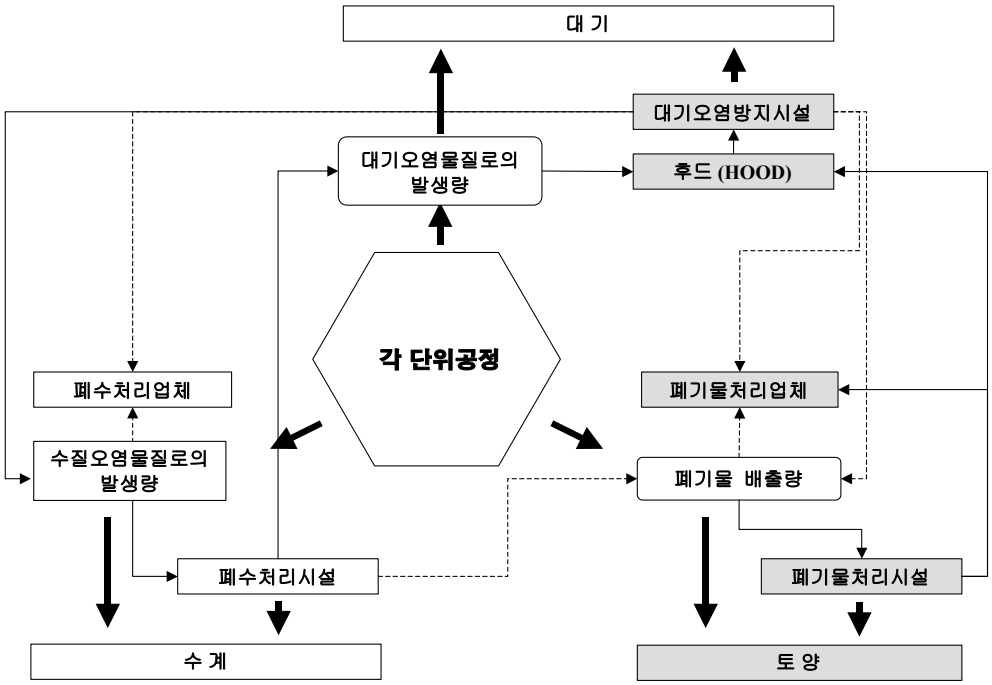
◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

3절. 폐기물처리시설에서의 배출량·이동량 산정방법

공정개요	사업장에서 발생한 폐기물을 처리하는 시설로 다음 시설 등이 이에 해당된다. • 소각시설 • 중화시설 • 침전시설 • 분리회수시설 등
배 출 원	• 처리후의 배기가스를 통한 대기로의 배출 • 처리과정에서 발생하는 집진탄, 소각잔재물, 찌꺼기 등을 통한 폐기물로의 배출 및 이동

사업장에서 배출되는 폐기물을 사업장 내의 자체 소각시설에서 처리하는 경우와 타 업체들로부터 위탁된 폐기물을 소각처리 해 주는 경우 조사대상 화학물질이 대기로 배출되거나, 소각재에 함유되어 매립을 통한 토양으로의 배출과 매립지로의 이동 등이 발생한다.



폐기물처리시설	
산정방법 우선순위	①직접측정법 ②배출계수법 ③물질수지법

1. 대기오염물질로의 발생량

가. 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간발생일수(일/년) × 발생물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

나. 소각시설로부터의 배출(배출계수법)

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 슬럿지 소각량(톤/년) × 조사대상 화학물질의 배출계수 (g/톤) ÷ 1,000

<슬러지 소각시의 배출계수>

화 학 물 질	배출계수(g/톤)	화 학 물 질	배출계수(g/톤)
납	0.05	염화비닐	6.6
황산	0.6	비소	4.7
1,1,1-트리클로로에탄	0.06	카드뮴	16
1,4-디클로로벤젠	0.41	크롬	14
아크릴로니트릴	25	니켈	8.0
사염화탄소	0.01	주석	13
클로로포름	0.03	아연	66
톨루엔	7.8	트리클로로에틸렌	0.4
은 및 그 화합물	0.59		

※ 출처: AP-42, Volume I, Chapter 2: Solid Waste Disposal (EPA)

※ 단위 : 소각시키는 슬러지 1톤당 대기로 발생하는 화학물질 g수

【예】 소각시설을 이용하여 공정에서 발생하는 폐가스 중의 휘발성유기화합물을 제거한다. 공정에서 발생되는 폐가스의 발생량은 표준상태에서 100m^3/일이며, 유기화합물의 농도는 0.00115g/cm^3이고, 유기화합물 중 벤젠의 농도는 10wt%인 것으로 측정되었다. 소각시설의 제거율은 99.5%이며, 연간 200일 운전한다. 이 소각시설을 통해 배출되는 배출량은?

대기로의 배출량(㎏/년)

= 기체배출량 x 해당물질농도 x (1-제거율)
= 100m^3/일 x 1,000,000cm^3/m^3 x 200일/년 x 0.00115g/cm^3 x 0.1 x (1 - 0.995)
= 11,500g/년
= 11.5㎏/년(연간 배출량은 12㎏/년으로 보고)

다. 소각시설로부터의 배출(물질수지법)

대기오염물질로의 배출량(㎏/년) = 〔폐기물 소각량(㎏/년) × 소각 폐기물 중 조사 대상 화학물질의 조성비 × (1 - 소각시설의 제거율)〕 - (소각잔재물량 × 소각잔재물 중 조사 대상 화학물질의 조성비)

※ 소각잔재물 중 조사대상 화학물질의 조성비를 모르는 경우 0으로 계산

【대기오염물질로의 발생량으로부터 대기로의 배출량 산정】

◦ 대기로의 배출량은 ①해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양과 ②포집되어 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양이다.

- 해당공정에서 직접 대기로 배출되는 양(비산배출량) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-포집율)
- 대기오염방지시설을 거쳐 처리된 후 대기로 배출되는 양(점오염원) = 대기오염물질로의 발생량 × (1-제거율) × (포집율)

◦ **발생된 대기오염물질을 처리하지 않는 경우 제거율은 0, 포집율 0**

◦ **포집율**(발생된 대기오염물질을 포집하여 처리장치로 보내는 경우)

- 배출가스를 밀폐형 장치나 밀폐형 후드로 포집하는 경우 : 포집율=1
- 개방형 후드나 에어커튼형 후드를 사용하는 경우 장치제공업자가 제공하는 포집율을 사용하고, 모르는 경우 부록 별표 8을 참조

◦ **제거율**(발생된 대기오염물질을 세정, 흡착, 소각, 회수 등으로 처리하는 경우)

- 증기 회수 시스템으로 처리하는 경우 제거율은 0.95
- 소각처리 하는 경우 제거율은 0.99

(주의) 해당공정에서 발생된 대기오염물질을 포집, 이송하여 대기오염방지시설에서 처리한 후 대기로 배출하는 경우, 해당물질을 최종 대기배출구에서 직접측정하고 있다면, 대기오염방지시설로 이송되는 양은 다음 식에 의해 산정하고, 대기오염방지시설을 통한 대기로의 배출량은 “3장. 환경오염방지시설에서의 배출량·이동량 산정방법”을 참고하여 산정한다.

대기오염방지시설로 이송되는 양 = 대기오염물질로의 발생량 × 포집율

2. 수질오염물질로의 발생량

매립지에서 발생한 침출수가 폐수처리업체로 이동되거나 수계로 배출되는 경우

가. 침출수 발생량을 직접 측정하는 경우(직접측정법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 침출수 발생량(m^3/년) × 침출수 중 조사대상 화학물질 농도(㎏/m^3)

1) 침출수 발생량을 알지 못하는 경우에는 다음 식 이용

침출수 발생량(m^3/년) = 매립지 넓이(m^2) × 연간 강수량(mm)/1,000

2) 침출수 중 조사대상 화학물질의 농도를 알지 못하는 경우에는 다음 식 이용

침출수 중 조사대상 화학물질의 농도(㎏/m^3) = 용해도/(100+용해도) × 100

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을
- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

  ※폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조
- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우

  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량
- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우

  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

3. 폐기물로의 배출량

소각, 열처리 등의 폐기물처리시설에서 폐기물을 처리하는 경우 소각잔재물 등의 폐기물이 발생되며, 이 폐기물은 사업장내 매립장에 매립되거나, 폐기물처리업체로 이동된다.

가. 폐기물의 양이 파악 가능한 경우 (직접측정법)

1) 폐기되는 물질을 탱크로리형 차량으로 이동

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성비

2) 폐기되는 물질을 용기로 이동

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통) × 폐기물 중 조사대상 화학물질 조성비

나. 폐기물처리업체로 입출되는 양을 이용 (물질수지법)

$$\text{폐기물로의 배출량(㎏/년)} = \sum_{i}\{(\text{각 공정에서 발생한 폐기물로의 배출량(㎏/년)})\}$$

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

4장. 빗물(雨水)을 통한 배출량 산정방법

공정개요	빗물에 의해 화학물질 중의 일부가 수계로 유입될 경우
배 출 원	• 보통의 경우 빗물은 사업장내 폐수처리시설을 거치지 않고 바로 수계로 배출 • 수용성 물질의 경우 노천저장소 등에서 빗물에 용해되어 빗물과 함께 배출

1. 수계로의 배출량

빗물에 의해 발생되는 배출량은 조사대상 화학물질을 함유하고 있는 취급품 관련 시설 및 지역에서 발생되는 빗물의 발생량과 빗물 중 조사대상 화학물질 농도를 곱하여 산정

빗물을 통한 수계로의 배출량(㎏/년) = 취급품 관련시설 및 지역의 연간빗물발생량(m^3/년) × 빗물 중 조사대상 화학물질농도(㎏/m^3)

연간빗물발생량(m^3/년) = 연간강우량(mm/년) × 대지넓이(m^2) × 평균빗물발생율 ÷ 1000

평균빗물발생율 = 〔(도시상업지역별 분율(%) × 도시상업지역별빗물발생율) + (i 지역분율(%) × i 지역별빗물발생율)+ ‥‥〕/100

<대지의 종류에 따른 평균빗물발생율>

대지의 종류	대지별빗물발생율	대지의 종류	대지별빗물발생율
도시상업지역	0.85	보도블럭으로 되어있는 인도	0.80
도시주택지역	0.60	지붕	0.85
일반산업지역	0.65	평평한(경사 2%미만) 모래땅의 잡초지	0.10
산업밀집지역	0.75	보통의(경사 2~7%) 모래땅의 잡초지	0.15
철로주변지역	0.30	경사진(경사 7%이상) 모래땅의 잡초지	0.20
비개척지역	0.20	평평한(경사 2%미만) 진흙땅의 잡초지	0.15
아스팔트 도로	0.85	보통의(경사 2~7%) 진흙땅의 잡초지	0.20
콘크리트 도로	0.90	경사진(경사 7%이상) 진흙땅의 잡초지	0.30

【예】 A사는 연간강우량이 1,000㎜의 지역에 위치하고 있고, 조사대상 화학물질을 함유하고 있는 취급품을 취급하는 시설의 대지넓이는 100,000m^2이고, 그 중 10%는 아스팔트, 40%는 콘크리트로 되어 있으며, 나머지 50%는 포장하지 않은 상태이다. 또한 빗물 이외의 모든 액상물질은 사업장내의 폐수처리시설로 유입된다고 하며, 빗물에 의해 발생한 폐수를 분석해 본 결과 연평균 빗물 1ℓ당 1.4㎎의 아연화합물이 포함되어 있다고 한다. 이 경우 연간 빗물 발생량과 폐수처리시설을 거치지 않고 빗물을 통해 배출되는 아연화합물의 양은 다음과 같이 산출할 수 있다.

대지의 종류	비율	평균 빗물 발생율
아스팔트 도로	10%	0.85
콘크리트 도로	40%	0.90
비개척지역	50%	0.20

평균빗물발생율 =〔(10%)×(0.85) + (40%)×(0.90) + (50%)×(0.20)〕/100

= 0.545

총 빗물 발생량 = 강우량 × 대지넓이 × 평균빗물발생율

= (1m) × (100,000m^2) × (0.545) = 54,500m^3/년

빗물을 통해 배출되는 아연화합물의 양

= (54,500,000ℓ/년) × (1.4mg/ℓ) = 76,300mg/년

= 76㎏/년

처리되지 않은 상태로의 아연 배출량은 아연화합물 배출량에 아연화합물과 아연의 분자량 비를 곱하여 산정

처리되지 않은 상태로의 아연배출량

$$= \text{아연화합물배출량} \times \frac{\text{아연분자량}}{\text{아연화합물분자량}}$$

5장. 비정상 조업(청소, 보수, 사고 등)시 배출량·이동량 산정방법

공정개요	• 장치세척, 청소, 점검, 보수 등으로 인한 조업중단 및 시설개방시 • 재난 및 사고로 인한 누출 등
배 출 원	• 장치세척, 청소, 점검, 보수 등을 위하여 시설 개방시 장치의 개방에 따른 대기로의 배출 • 장치 또는 시설을 물을 이용하여 청소, 세척하는 경우 수계로 배출 • 재난이나 사고에 의한 대기, 수계, 토양으로의 배출 - 유출 - 용기넘침 - 탱크과압 - 파이프 파열 - 용기폭발 등 • 누출된 물질이 사고처리과정에서 우수집배수시설 등을 통해 하천으로 배출 등

1절. 장치세척, 청소, 점검, 보수 등을 위하여 시설 개방시	
산정방법 우선순위	①공학적계산법 ②배출계수법

1. 대기로의 배출량

각종 용기나 장치의 세척, 청소, 정기점검, 수리를 위하여 단위장치나 시설을 개방하는 경우 대기로의 배출이 있다.

가. 시설을 개방시 대기배출

대기로의 배출량(㎏/년) = V × (P + 1.033) × M × (C/100) × (1/RT) × 연간개방횟수

나. 질소로 가압후 탈압하고, 탈압시 발생가스를 플레어스택 등에서 소각 처분한 후 시설 및 장치를 개방하여 배출하는 경우

대기로의 배출량(㎏/년) = V × (P + 1.033) × M × {C × (F+1.033)} / {100 × (E + 1.033)} × (1/RT) × 연간 개방횟수

(1) M : 조사대상 화학물질 X의 분자량 (g/mol)
(2) V : 기기(용기)의 부피(m^3)
(3) P : 개방 직전 기기 내의 계기압(㎏/cm^2)
(4) R : 기체상수(0.082 atm·l/(K·mol))
(5) T : 탱크내 연평균 절대온도(K (=탱크내 연평균온도(℃)+273.15))
(6) E : 질소가압시의 계기압(㎏/cm^2)
(7) F : 탈압 후 계기압(㎏/cm^2)
(8) C : 기체중의 조사대상 화학물질 X의 함량(%)
(포집하여 실험실에서 분석 필요, 분석이 불가능한 경우에 한해서 다음식을 사용하며 이 값이 1보다 큰 경우에는 1을 적용한다.)

$C = x \times P^o \times M \times 100 \div (760 \times RT)$

x : 액상중의 조사대상 화학물질 X의 몰분율 (0~1.0)
P^o : 해당온도에서의 조사대상 화학물질 X의 증기압(mmHg)

2. 수질오염물질로의 발생량

혼합용기, 반응용기, 탱크 등을 이용 후 내부에 남아있는 불순물 등을 제거하기 위하여 물 등을 이용하여 세척하는 과정에서 폐수가 발생한다.

가. 물질성질 등을 이용한 발생량 산정(공학적 계산법)

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 혼합용기 등의 연간 청소회수(회/년) × 청소시 평균 물 사용량(m^3/회) × 용해도(g/100ml) × 10

※ 용해도는 물 100g에 녹는 화학물질량을 g수로 나타낸다.

【예】 혼합공정에서 연간 원료A를 50톤 사용하여, 연간 제품B를 70톤 생산한다. 원료A와 제품B에는 질산나트륨(sodium nitrate)이 포함되어있다. 혼합은 액상으로 진행되며, 대기로 발생되는 양은 거의 전무한 것으로 알려졌다. 혼합시킨 후 용기는 물로 세척하며, 이 혼합용기는 연간 50회 세척되고 1회 세척시 물을 0.1m^3 사용한다. 질산나트륨의 용해도는 20℃에서 88g/물100g이다. 혼합공정에서 연간 수질오염물질로 발생되는 질산나트륨의 양은 얼마인가?

수질오염물질로의 발생량
= 혼합조의 연간청소횟수 x 청소시 평균 물 사용량
x 대상물질 용해도
= 50회/년 x 0.1m^3 x 88 × 10
= 4,400㎏/년

나. 배출계수이용(배출계수법)

용기잔여량계수를 이용하여 폐수 중에 포함된 조사대상 화학물질의 농도를 추정하는 방법에 의하여 수질오염물질로의 발생량을 산정 할 수 있다.

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 발생폐수량(m^3/년) × 처리전 폐수 중 조사대상 화학물질의 농도(㎏/m^3)

처리전 폐수 중의 조사대상 화학물질의 농도(㎏/m³)

$$= \frac{\text{정상운전시 용기내용물량}(kg) \times \text{용기잔여량}(\%)}{\text{세척수량}(m^3) \times 100} \times \text{조사대상화학물질조성비}$$

□ 용기잔여량계수(잔류무게%)

◦ 드럼 같은 용기에 들어 있는 물질을 저장탱크나 생산공정 등으로 이송시킨 후, 빈 용기에 잔류하는 양

◦ 용기세척, 용기 폐기 등의 과정에서 배출량 산정에 활용 가능

이송방법	용기종류	값(%)	용기의 잔류계수			
			등유	물	자동차오일	계면활성용액
펌프이용	스틸 드럼	범위 평균값	1.93-3.08 2.48	1.84-2.61 2.29	1.97-2.23 2.06	3.06 3.06
펌프이용	플라스틱 드럼	범위 평균값	1.69-4.08 2.61	2.54-4.67 3.28	1.70-3.48 2.30	해당 자료 없음
들어붓기	마개가 있는 스틸 드럼	범위 평균값	0.244-0.472 0.404	0.266-0.458 0.403	0.677-0.787 0.737	0.485 0.485
들어붓기	덮개가 없는 스틸 드럼	범위 평균값	0.032-0.080 0.054	0.026-0.039 0.034	0.328-0.368 0.350	0.089 0.089
중력배출	바닥이 경사진 스틸 탱크	범위 평균값	0.020-0.039 0.033	0.016-0.024 0.019	0.100-0.121 0.111	0.048 0.048
중력배출	바닥이 접시모양인 스틸 탱크	범위 평균값	0.031-0.042 0.038	0.033-0.034 0.034	0.133-0.191 0.161	0.058 0.058
중력배출	바닥이 접시모양인 글라스라이닝 탱크	범위 평균값	0.024-0.049 0.040	0.020-0.040 0.033	0.122-0.134 0.127	0.040 0.040

※ 배출량 산정대상물질의 점도나 표면장력이 유사한 유체(등유, 물, 자동차오일, 계면활성제)의 용기잔류계수를 이용(표면장력 단위 : dynes/㎠)

※ 등유(점도=5cP, 표면장력=29.3), 물(점도=4cP, 표면장력=77.3), 자동차오일(점도=97cP, 표면장력=34.5), 계면활성용액(점도=3cP, 표면장력=31.4)

【예】 용기잔여량계수를 활용한 이동량을 산정하는 방법

반도체 생산공정에서 1,1,1-삼염화에탄을 반도체세척제로 사용한다. 이 세척제는 필요할 때마다 200ℓ스틸드럼에서 펌프를 이용하여 세척공정으로 공급하고, 빈 드럼은 재사용을 위하여 사업장밖에 있는 드럼세척공장으로 이동시킬 때 세척제의 이동량은?

단 삼염화에탄(1,1,1-trichloroethane)은 등유와 표면장력이 유사하다.

스틸드럼에서 펌프를 이용하여 삼염화에탄을 이송시킬 때의 잔여량은 약 2.48%가 된다.

드럼세척회사로 보내지는 연간 삼염화에탄의 이동량은 삼염화탄소의 비중 1.3249를 이용하여 계산할 수 있다.

100드럼/년 × 200ℓ/드럼 × 1.3249㎏/ℓ × 0.0248㎏-잔여량/ ㎏-용매

= 657.2㎏/년

연간 삼염화에탄의 이동량을 657㎏/년으로 보고한다.

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

  ※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조

- 폐수처리업자에게 위탁처리하는 경우

  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

- 폐기물처리업자에게 위탁처리하는 경우

  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

2절. 운반시 부주의로 인한 누출손실량	
산정방법 우선순위	①직접측정법

운반, 이송 또는 계량시 용기 등에서 취급물질이 넘치거나 흘러나오는 경우, 또는 사업장내에서 차량운반시 전복되는 사고 등으로 취급물질이 누출되는 경우

1. 누출손실량

차량이나 용기 등으로 운반 또는 계량시 차량전복 등의 사고로 인해 누출이 발생할 경우 운반차량 또는 용기의 크기를 이용하여 누출손실량을 산정한다.

가. 차량의 탱크로리 크기로 산정

누출손실량(㎏/년) = [운반차량수(대/년) × 운반차량내 화학물질의 양(㎏/대) - 운반차량에 남아있는 양(㎏/년)] × 조사대상 화학물질 조성비

나. 운반용기 크기로 산정

누출손실량(㎏/년) = [운반용기(드럼 등)수(통/년) × 운반용기(드럼 등)내 화학물질의 양(㎏/통) - 운반용기(드럼 등)에 남아있는 양(㎏/년)] × 조사대상 화학물질 조성비

2. 손실된 물질이 고체인 경우

가. 대기로의 배출량 = 0

나. 폐기물로의 배출량

; 누출손실물을 수거하여 사업장내 매립지에 매립하거나, 폐기물처리업체로 이동한다.

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 누출손실량

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량 · 이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

3. 손실된 물질이 액체인 경우

가. 대기로의 배출량

대기로의 배출량 (㎏/년) = $60 \times \frac{kxMAP^0}{RT} \times t$

M = 화학물질의 분자량 ㎏/㎏-mole
A = 액상 화학물질이 지상에 고여 있을 때의 대기와의 접촉넓이, m^2
P^0 = 온도 T_1에서의 누출된 화학물질의 증기압, mmHg,
R = 기체상수, 62.4 mmHg·m^3/㎏mol·K
T = 유출된 액체의 절대온도, K
t = 배출시간(분)
x = 액상중의 조사대상 화학물질의 몰분율 (0~1.0)
k = 기상 물질 전달 계수, m/s
$k = 0.00211\,U^{0.78}D^{2/3}$
D = 대기중의 화학물질에 대한 확산계수, cm^2/s
U = 풍속, km/시

확산계수는 화학공학 핸드북에서 일반적으로 cm^2/s의 단위로 찾을 수 있다.
만약, 확산계수 D를 찾을 수 없을 경우는 다음 식을 이용하여 D를 구한다.

$$D = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{M}}$$

혼합물이 유출되었을 경우, 화학물질의 증기압 P^0 대신에, 분압 P_A를 이용한다.

나. 수질오염물질로의 발생량

; 누출물질의 희석을 위해 물을 살포하거나 그대로 방치하는 경우 수질오염물질로의 발생량이 된다

1) 누출물질의 처리를 위하여 물을 살포하는 경우

; 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 수질오염물질로의 배출량 산정

수질오염물질로의 발생량(㎏/년)

$$= \text{세척수살포량(톤/년)} \times \frac{\text{용해도}}{100 + \text{용해도}} \times 10^3$$

※ 용해도 : 물 100g에 조사대상 화학물질이 녹는 양(g)

2) 물을 살포하지 않는 경우

; 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 발생된 누출물질을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수질오염물질로의 발생량(㎏/년) = 누출손실량 - 대기로의 배출량

【수질오염물질로의 발생량으로부터 수계로의 배출량 등의 산정】

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을

- 폐수처리장에서 처리하여 배출하는 경우

  수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량 × (1-제거율)

  ※ 폐수처리장의 제거율을 모르는 경우 부록 별표4 참조

- 폐수처리업자에게 위탁처리 하는 경우

  폐수처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

- 폐기물처리업자에게 위탁처리 하는 경우

  폐기물처리업체로의 이동량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 콘크리트 또는 투수계수가 적은 점토 등으로 포장된 곳에 수질오염물질로 발생된 것을 처리하지 않고 수계로 직접 배출하는 경우

수계로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

◦ 바닥이 포장되어 있지 않는 경우

토양으로의 배출량 = 수질오염물질로의 발생량

다. 폐기물로의 배출량

; 누출손실물을 수거하여 사업장내 매립지에 매립하거나, 폐기물처리업체로 이동한다.

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 누출손실량 - 대기로의 배출량

【폐기물로의 배출량으로부터 이동량, 매립량 등의 산정】

◦ 발생된 폐기물을 폐기물 처리업체에 이동시키는 경우
폐기물처리업체로 이동량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 관리형 또는 차단형 매립시설에 매립하는 경우
자가매립량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내 토양으로 배출하는 경우
토양으로의 배출량 = 폐기물로의 배출량

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 소각처리하는 경우(3장. 3절. 폐기물처리시설에서의 배출량·이동량 산정방법 참조)

◦ 발생된 폐기물을 사업장내에서 재생하여 이용하는 경우 해당공정을 찾아 배출량을 산정

3절. 사고나 재난	
산정방법 우선순위	①공학적계산법 ②물질수지법

가. 사고나 재난으로 인한 액상물질의 배출

용기 균열부분, 고장난 밸브, 열린 압력안전밸브, 개방된 파이프 등을 통해서 조사대상 화학물질을 포함한 액체가 배출된 양을 산정

1) 대기로의 배출량

대기로의 배출량 = 총배출량[1] × 배출순간의 기화비율[2] + 지표면에서의 증발량[3]

※ 화재로 인한 사고일 때는 같은 방법으로 대기오염물질로의 발생량을 계산한 후 (1-연소율)을 곱하여 대기로의 배출량을 산정한다. 연소율을 알지 못할 경우 유기물은 0.99, 무기물의 경우는 0의 값을 취한다.

[1] 총배출량 산정

(1) 공학적계산법

용기 균열부분, 고장난 밸브, 개방된 파이프 등을 통해서 조사대상 화학물질을 포함한 액체가 배출될 경우 조사대상 화학물질의 총배출량은 다음 식에 의해서 산정할 수 있다.

$$W = 6.0 \times C_d A \rho x_i t [\frac{196(P_1 - 1.033)}{\rho} + 19.6h]^{1/2}$$

W = 조사대상 화학물질의 배출량, ㎏

C_d = 배출계수, 노즐과 오리피스에 대한 무차원값(공급자나 제조자들로부터 자료를 구할 수 있다.)

C_d=0.97 노즐타입 안전 신뢰 밸브

C_d=0.81 파열 디스크위의 열린부분

C_d=0.8 용기에 연결된 파이프들로부터의 새어나옴

C_d=0.6 (고전적인 값) 용기내의 구멍에 이용됨

※ C_d는 장치 공급자나 제조자들로부터 자료를 얻을 수 있는데, 표준 화학공학적인 방법을 이용해서도 계산될 수 있다.(Perry의 Chemical Engineering Handbook)

A = 배출넓이, cm^2

ρ = 배출상태의 온도와 압력에서의 배출액체의 밀도, kg/L

x_i = 배출물질중 조사대상 화학물질의 무게분율 (0~1.0)

t = 배출시간(분)

P_1 = 시스템 절대 압력, 게이지압력 + 대기압, kg_f/cm^2a

h = 용기의 압력게이지 위치 - 배출지점의 높이, m
(압력게이지의 위치가 배출지점보다 낮으면 음의 값이 나올 수도 있음, 압력게이지가 배출되는 지점에 부착되어 있을 경우 0으로 계산함)

【예】 50% 황산수용액이 들어있는 탱크에 연결된 파이프에서 2분간 액체가 새어나왔다. 탱크에 연결된 압력계는 배출지점보다 1m위쪽에 위치하고 있으며, 2.2kgf/cm^2a를 가리키고 있다. 또한 온도는 25℃이고, 이 온도에서 황산의 밀도는 1.05 kg/L이며, 그리고 배출넓이는 10cm^2 이다. 이 경우 순수황산의 배출량은 얼마인가?

용기에 연결된 파이프에서 액체가 새어 나오므로

배출계수(C_d) = 0.8

시스템의 절대 압력(P_1) = 2.2 kgf/cm^2a

h = 1 m

황산의 밀도 ρ = 1.05 kg/L

위의 값들은 식에 대입하여 계산해보면

$$W = 6.0 \times 0.8 \times 10 \times 1.05 \times 0.5 \times 2 \times \left[\frac{196(2.2-1.033)}{1.05} + 19.6 \times 1\right]^{1/2} = 790\ kg$$

※ 화재 등으로 인하여 총배출량을 계산하기 위한 자료수집이 불가능한 경우는 사고 직전의 운전상황을 토대로 산출한다. 정상운전시 장치 내에 있는 화학물질량, 장치주변의 유량 등이 유용한 자료이다.

(2) 물질수지법

총배출량(㎏) = (사고직전 용기내 액체부피(m^3) - 사고후 용기내 잔여액체부피(m^3)) × 액체의 밀도(㎏/m^3) × 액체중 조사대상 화학물질의 무게분율

* 파열된 장치가 용기의 형태가 아닐 경우에도, 장치의 설계치와 운전상황을 고려하여 사고전후의 장치 내 액체부피를 파악하여 총배출량을 산정하여야 한다. 예를 들어, 액체가 가득차 있는 배관의 경우, 그 단면적과 길이로부터 액체부피를 구할 수 있다.

2 배출순간의 기화비율

액화 가스나 과열 액체의 누출이 일어날 때, 누출된 화학물질의 일부는 즉시 증기를 형성하면서 배출된다. 다음의 식은 누출물이 주위의 공기와 접촉할 때, 기화되는 부분의 비율을 계산한다. 만약 계산된 F_{vap}가 1보다 클 경우, 누출된 액체는 모두 증발된 것으로 가정

$$F_{vap} = \frac{C_{pl}(T_1 - T_b)}{H_{vap}}$$

F_{vap} = 기화되는 유체의 분율, 무차원
C_{p1} = 정온, 정압에서의 액체의 비열, Cal/㎏℃
T_1 = 시스템내의 액체의 온도, ℃
T_b = 대기압에서 액체의 끓는점, ℃
H_{vap} = 기화열, Cal/㎏

【예】 200℃의 어떤 액체가 공기 중으로 누출되었을 경우 기화되는 분율은 얼마인가? (액체의 비열은 0.587Cal/㎏℃, 1기압에서 끓는점은 140℃, 기화열은 70.44Cal/㎏이다.)

$$F_{vap} = \frac{(0.587)(200-140)}{(70.44)} = 0.5$$

3 지표면에서의 증발량

지상으로 배출되어 지표면에 고여있는 액상의 화학물질은 물을 살포하여 폐수처리시설로 보내거나, 처리제를 살포하기 전까지는 기화과정을 거쳐서 대기로 배출되므로, 다음과 같은 식에 의하여 대기로의 배출량을 산정

$$W = 60 \times \frac{k x M A P^0}{R T_1} \times t$$

M = 화학물질의 분자량 kg/kg-mole

A = 액상화학물질이 지상에 고여있을 때의 대기와의 접촉넓이, m^2

P^0 = 온도 T_1에서의 누출된 화학물질의 증기압, mmHg,

R = 기체상수, 62.4 mmHg·m^3/kgmol·K

T = 유출된 액체의 절대온도, K

t = 배출시간(분)

x = 액상에서의 조사대상 화학물질의 몰분율 (0~1.0)

k = 기상 물질 전달 계수, m/s

$k = 0.00211\, U^{0.78} D^{2/3}$

D = 대기중의 화학물질에 대한 확산계수, cm^2/s

U = 풍속, km/시

확산계수는 화학공학 핸드북에서 일반적으로 cm^2/s의 단위로 찾을 수 있다. 만약, 확산계수 D를 찾을 수 없을 경우는 다음 식을 이용하여 D를 구한다.

$$D = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{M}}$$

혼합물이 유출되었을 경우, 화학물질의 증기압 P^0 대신에, 분압 P_A를 이용한다.

【예】 25℃의 벤젠이 유출되어 30m^{2}의 넓이로 퍼졌다. 이 때 풍속은 10km/시이고 벤젠의 분자량은 78이다. 10분 후 처리수를 살포하기 전까지 대기로 배출되는 벤젠의 양은? (유출된 액체의 온도(T_1)은 298K이며, 이 온도에서 유체의 증기압은 35mmHg) D의 값을 찾을 수 없을 경우 다음의 식으로 계산할 수 있다.

$$D = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{M}} = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{78}} = 0.138 \text{ cm}^2/\text{s}$$

확산계수 D의 값을 이용하여 다음과 같이 물질 전달 계수를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} k &= 0.00211\, U^{0.78} D^{2/3} \\ &= 0.00211 \times 10^{0.78} \times 0.138^{2/3} \text{ m/s} \\ &= 0.00340 \end{aligned}$$

물질전달계수 k 값을 이용하여 다음과 같이 대기로의 배출속도를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} W &= 60 \times \frac{k x M A P^0}{R T_1} \times t \\ &= 60 \times \frac{0.00340 \times 1.0 \times 78 \times 30 \times 35}{62.4 \times 298} \times 10 \\ &= 9.0 \end{aligned}$$

2) 수계로의 배출량

- 처리수를 살포하여 발생한 폐수로 배출되는 양

  폐수로 배출된 양 = 처리수살포량 × 폐수중의 조사대상 화학물질의 농도

- 폐수중의 조사대상 화학물질의 농도 측정값이 없는 경우 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 농도를 결정
- 발생한 폐수를 폐수처리시설로 보내어 처리하는 경우는 (1-폐수처리시설의 제거율)을 곱하여 수계로 배출된 양을 산정, 제거율을 모를 경우 부록 별표 4 참조

3) 토양으로 배출량

- 지표면에 퍼진 액상화학물질을 처리하지 않는 경우

  토양으로의 배출량 = 총배출량[1] - 대기로의 배출량

- 지표면에 퍼진 액상화학물질을 처리하는 경우

  토양으로의 배출량 = 총배출량[1] - 대기로의 배출량 - 처리수 살포량 × 폐수중의 조사대상 화학물질의 농도

나. 사고나 재난으로 인한 기체와 액체가 섞인 물질의 배출

조사대상 화학물질을 포함한 기체와 액체혼합물이 흐르는 공정에서 용기의 균열부분, 고장난 밸브, 열린 압력안전밸브, 개방된 파이프 등을 통해서 기체와 액체가 동시에 배출될 경우

1) 대기로의 배출량

대기로의 배출량 = 총배출량[1] × 배출순간의 기화비율[2] + 지표면에서의 증발량

총배출량

$$W = 6.0 \times C_d A x_i t [196 \rho_m (P_1 - P_c)]^{1/2}$$

W = 총배출량(kg)

A = 열린 부분의 배출 넓이, cm^2

C_d = 배출계수, 무차원(가. 사고나 재난으로 인한 액상물질의 배출의 [1]총배출량 참고)

x_i = 배출물질중 조사대상 화학물질의 무게분율 (0~1.0)

t = 배출시간(분)

P_c = 임계압력(P_c=0.55P, 임계흐름의 경우), kg_f/cm^2a

P_1 = 시스템 절대 압력, 게이지압력 + 대기압, kg_f/cm^2a

ρ_m = 이상 혼합물의 평균 밀도, kg/L

$$\rho_m = \frac{1}{[(\frac{F_{vap}}{\rho_V}) + (\frac{1 - F_{vap}}{\rho_1})]}$$

F_{vap} = 기화되는 배출물의 분율 (가. 사고나 재난으로 인한 액상물질의 배출의 [2]배출순간의 기화비율 참고), C_p, T_b의 값 제외, H_{vap}은 대기압이 아닌 시스템 압력에서의 값이어야 한다.

ρ_V = 시스템 온도와 압력에서의 증기 밀도, kg/L

$$\rho_V (kg/L) = \frac{P_1 M}{R T_1}$$

R = 기체상수, 84.8 $kg_f/cm^2a \cdot L/kgmol \cdot K$

M = 분자량, kg/kg-mole

ρ_1 = 시스템 온도와 압력에서의 액체 밀도, kg/L

※ 혼합물로 존재하는 화학물질에 대하여는 평균분자량 M_{avg}을 사용한다.

$$M_{avg} = X_{AG}M_A + X_{BG}M_B + \ldots X_{IG}M_I$$

M_I = 화학물질 I의 분자량,

X_{IG} = 화학물질 I의 기상 몰분율 (0~1.0)

$$X_{IG} = \frac{P_I^0 X_{IL}}{P_1}$$

P_I^0 = 시스템 압력 P_1에서, 화학물질 I의 증기압

X_{IL} = 액상 몰분율 (0~1.0)

P_1 = 시스템 압력, P_I^0와 같은 단위를 사용한다.

[2] 배출순간의 기화비율

" 가. 사고나 재난으로 인한 액상물질의 배출" 참고

[3] 지표면에서의 증발량

" 가. 사고나 재난으로 인한 액상물질의 배출" 참고

2) 수계로 배출량

- 처리수를 살포하여 발생한 폐수로 배출되는 양

  폐수로 배출된 양 = 처리수 살포량 × 폐수중의 조사대상 화학물질의 농도

- 폐수중의 조사대상 화학물질의 농도 측정값이 없는 경우 조사대상 화학물질의 용해도를 이용하여 농도를 결정
- 발생한 폐수를 폐수처리시설로 보내어 처리하는 경우는 (1-폐수처리시설의 제거율)을 곱하여 수계로 배출된 양을 산정, 제거율을 모를 경우 부록 별표 4를 참조

3) 토양으로 배출량

- 지표면에 퍼진 액상화학물질을 처리하지 않는 경우

  토양으로의 배출량 = 총배출량[1] - 대기로의 배출량

• 지표면에 퍼진 액상화학물질을 처리하는 경우

토양으로의 배출량 = 총배출량[1] - 대기로의 배출량 - 폐수로 배출된 양

다. 사고나 재난으로 인한 기체화학물질의 배출

파열된 용기의 일부분, 고장난 밸브, 열린 압력안전밸브, 열린 파이프 등을 통해서 조사대상 화학물질을 포함한 기체가 배출될 경우, 배출흐름의 임계상태에 따라 배출량을 산정

$P_2 < P_c$ 인 경우, 흐름은 임계상태이다. (음속)
$P_2 > P_c$ 인 경우, 흐름은 임계상태이하이다. (음속이하)

P_2= 1.033 kg_f/cm^2a라고 적용한다

$$P_c(\text{배출흐름의 임계압력}) = P_1(\frac{2}{k+1})^{\frac{k}{k-1}}$$

$$k = \frac{C_p}{C_v}$$

P_1 = 시스템의 절대압력
= 게이지압 + 대기압(1.033), kg_f/cm^2a
(실제압력이 알려지지 않았을 경우, 안전밸브 규정 압력을 이용)

k = 비열비

C_p = 정압비열

C_v = 정적비열

1) 임계상태의 배출흐름일 경우 대기배출량

$$W = 25.7\, C_d A\, G P_1 x_i t(\frac{M}{RT})^{1/2}$$

W = 배출량, kg

A = 배출넓이, cm^2

C_d = 배출계수, 무차원("(1) 사고나 재난으로 액상물질의 배출량 산정방법의 [1]총배출량"의 배출계수 참조)

G = 기체고유상수, k로부터 결정된다.

$$G = 520[k(\frac{2}{k+1})^{\frac{k+1}{k-1}}]^{1/2}$$

P_1 = 배출되는 열린 부분의 상류의 절대압, kg_f/cm^2a
(실제압력이 알려지지 않았을 경우, 안전밸브 규정 압력을 이용)

x_i = 배출물질중 조사대상 화학물질의 무게분율 (0~1.0)

t = 배출시간(분)

M = 화학물질의 분자량, kg/kg-mole

R = 기체상수, 84.8 $kg_f/cm^2a \cdot L/kgmol \cdot K$

T = 배출되는 열린 부분의 입구에서 절대온도, K=℃+273.15 (시스템 온도)

※ 혼합물의 상태에 있는 화학물질에 대하여, C_p, C_v, 그리고, M의 값은 그 각각의 기상에서의 무게분율과 각각의 물성을 곱한 값을 더하여 얻은 평균값을 사용

2) 임계상태 아래의 배출흐름일 경우 대기배출량

$$W = 25.7 C_d A P_1 (\frac{P_2}{P_1})^{1/k} x_i t [\frac{Mk}{RT(k-1)}(1 - (\frac{P_2}{P_1})^{\frac{k-1}{k}})]^{1/2}$$

• 파라미터들에 대한 정의들은 임계 흐름의 경우와 같다.

※ 혼합물의 상태에 있는 화학물질에 대하여, C_p, C_v, 그리고, M의 값은 그 각각의 기상에서의 무게분율과 각각의 물성을 곱한 값을 더하여 얻은 평균값을 사용

4부

불소화합물 배출량 산정방법

1장. 마그네슘 생산

1. 개요

마그네슘 생산 시설에서는 용해된 마그네슘과 대기 중 산소의 접촉을 차단하기 위하여 사용되는 화학물질 중에서 SF_6가 주로 배출된다. 마그네슘 생산 공정에서 불소화합물의 주요 배출원은 용해된 순수 마그네슘 또는 마그네슘 고함유 혼합물을 다루는 주조공정이다. 마그네슘 생산 사업장은 아래와 같은 불소화합물이 주요 보고 대상물질에 해당된다.

<마그네슘 생산 - 불소화합물 중 주요 보고대상 물질>

구분	산정방법론	주요 대상물질
마그네슘 생산	물질(Tier 2)	SF_6
	직접(Tier 3)	

2. 배출량 조사대상 업종

불소화합물에 대한 배출량 산정 및 보고는 마그네슘 생산시설 중 주조공정을 운영하는 사업장에 한하며, 주로 '1차 금속 제조업' 등의 업종이 해당된다.

3. 주요 배출원

화학물질 배출량 조사 보고 시 마그네슘 생산시설의 주요 배출원(배출공정)은 '기타공정'으로 구분하여 보고한다.

4. 배출량 산정방법

(1) 대기오염물질로의 배출량

가. 사업장 고유의 SF_6 소비량 이용(물질수지법, Tier 2)

- 대상물질 : SF_6

※ 산업 부문을 통해 보고되거나 국가 통계와 같은 자료를 통해 이용할 수 있는 국가의 마그네슘 산업에서의 SF_6 소비량에 대한 자료를 사용하며 모든 소비된 SF_6는 대체로 배출된다고 가정.

$$E_{SF6} = C_{SF6} \times 10^3$$

E_{SF6} : 마그네슘 주조로 인한 SF_6 배출량, kg SF_6

C_{SF6} : 마그네슘 제련소와 공장에서의 SF_6 소비량, 톤

나. 배출량을 직접 측정하는 경우(직접측정법, Tier 3)

- 대상물질 : SF_6

※ 개별 마그네슘 공정 시설에서 실제로 측정된 배출량 자료 이용

2장. 전자산업

1. 개요

전자 산업에서는 실온에서 가스 상태인 CF_4, C_2F_6, C_3F_8, c-C_4F_8, c-C_4F_8O, C_4F_6, C_5F_8, CHF_3, CH_2F_2, NF_3, SF_6 등의 불소화합물이 사용된다. 주요 배출공정은 플라즈마 식각과 화학증착(CVD) 기구의 내벽을 세정하는 공정이다. 전자산업 업종에 해당하는 사업장은 아래와 같은 불소화합물이 주요 보고 대상물질에 해당된다.

<전자산업 - 불소화합물 중 주요 보고대상 물질>

구분	산정방법론	대상 물질군	주요 대상물질
반도체 /LCD/PV	배출/공학 (Tier 1)	HFCs	HFC-23
		PFCs	PFC-14, PFC-116, PFC-218, PFC-51-14 등
		SF_6	-
	배출/공학 (Tier 2~3)	HFCs	HFC-23, HFC-33 등
		PFCs	PFC-14, PFC-116, PFC-218, PFC-318 등
		SF_6	-
열전도 유체	물질/공학 (Tier 2)	HFCs, PFCs 및 SF_6	

2. 배출량 조사대상 업종

불소화합물의 배출량 산정 및 보고는 반도체, 박막 트랜지스터 평면 디스플레이(TFT-FPD), 광전지(PV) 등을 제조하는 사업장에 한하며, '전자산업' 등의 업종이 해당된다.

3. 주요 배출원

화학물질 배출량 조사 보고 시 전자산업의 주요 배출원(배출공정)은 '기타공정'으로 구분하여 보고한다.

4. 배출량 산정방법

(1) 대기오염물질로의 배출량

1 반도체/LCD/PV 생산 부문

가. 기본 배출계수 이용(배출계수 및 공학적 계산법, Tier 1)

- 대상물질 : HFCs(HFC-23), PFCs(PFC-14, PFC-116, PFC-218, PFC-51-14 등) 및 SF_6

※ 여러 가지 불소화합물이 동시에 배출되므로 이를 따로 산정하기는 어렵고 배출되는 여러 가지 불소화합물을 한 세트로 구성하여 산정. 전체 공정 배출량을 산정할 때는 모든 종류의 FC 가스의 배출량을 계산하여 합산

$$FC_{gas} = Q_i \times EF_{FC}$$

FC_{gas} : FC 가스(j)의 배출량, kg FC_{gas}

Q_i : 제품생산 실적, m^2/yr

EF_{FC} : 배출계수, 제품생산실적 m^2당 사용되는 가스량, kg/m^2

나. 가스소비량과 배출제어기술 등의 사업장별 데이터 이용(배출계수 및 공학적 계산법, Tier 2a)

- 대상물질 : HFCs(HFC-23, HFC-33 등), PFCs(PFC-14, PFC-116, PFC-218, PFC-318 등) 및 SF_6

※ 사용된 각각의 FC 배출량을 계산하는 방법으로 공정의 종류(식각 또는 세정)는 구별하지 않음.

1) 반도체/LCD/PV 생산 부문 산정식

$$FC_{gas} = (1-h) \times FC_j \times (1-U_j) \times (1-a_j \times d_j)$$

FC_{gas} : FC 가스 j의 배출량, kg FC_{gas}

FC_j : 가스 j의 소비량, kg

h : 가스 Bombe 내의 잔류비율, 비율(기본값은 0.10)

U_j : 가스 j의 사용비율, 비율(공정 중 파기되거나 변환된 비율)

a_j : 배출제어기술이 있는 공정 중의 가스 j의 부피 분율, 비율

d_j : 배출제어기술에 의한 가스 j의 저감효율, 비율

다. 공정별 계수를 적용하는 방법(배출계수 및 공학적 계산법, Tier 2b)

- 대상물질 : HFCs(HFC-23, HFC-33 등), PFCs(PFC-14, PFC-116, PFC-218, PFC-318 등) 및 SF_6

※ 각각의 세부공정은 구분하지 않고 크게 식각과 CVD 세정 공정으로만 구분하여 계수를 사용. 배출제어기술이 설치되지 않은 공정에서는 0을 적용.

1) 반도체/LCD/PV 생산 부문 산정식

$$FC_{gas} = (1-h) \times \sum [FC_{j,p} \times (1-U_{j,p}) \times (1-a_{j,p} \times d_{j,p})]$$

FC_{gas} : FC 가스 j의 배출량, kg FC_{gas}

p : 공정 종류(식각 또는 CVD 세척)

$FC_{j,p}$: 공정 p에 주입되는 가스 j의 질량, kg

h : 가스 Bombe 내의 가스 j의 잔류비율, 비율

$U_{j,p}$: 공정 p에서의 각 가스 j의 사용비율, 비율

$a_{j,p}$: 배출제어기술이 있는 공정 p에서의 가스 j의 부피 분율, 비율

$d_{j,p}$: 배출제어기술에 의한 공정 p에서의 가스 j의 저감효율, 비율

※ 제어기술이 하나 이상일 때에는 제어기술들에 의한 평균 저감 효율 이용

라. 공장이나 시설의 고유값 이용(배출계수 및 공학적 계산법, Tier 3)

※ 소규모 단위 공정마다 개별적으로 고유 계수를 적용. 특정 공정에 대한 사업장 고유 계수 사용.

2 열전도 유체 부문

가. 연간 액체 불소화합물의 사용량을 이용(물질수지 및 공학적 계산법, Tier 2)

- 대상물질 : HFCs, PFCs 및 SF_6

※ 열전도 유체로 쓰이는 불소화합물의 배출량을 산정하는 방법으로 사업장별 자료가 이용 가능할 때 적용

$$FC_j = \rho_j \times [I_{j,t-1}(l) + P_{j,t}(l) - N_{j,t}(l) + R_{j,t}(l) - I_{j,t}(l) - D_{j,t}(l)]$$

FC_j : FC_j j의 배출량, kg FCj

ρ_j : 액체 FC_j의 밀도, kg/L

$I_{j,t-1}(l)$: 산정기간 전 액체 FC_j의 인벤토리 총량, L

$P_{j,t}(l)$: 산정기간 중 액체 FC_j의 구매량과 회수량의 총합, L

$N_{j,t}(l)$: 산정기간 중 신설된 설비의 총 충진량, L

$R_{j,t(l)}$: 산정기간 중 퇴출된 설비와 판매된 설비 충진량의 총합, L

$I_{j,t(l)}$: 산정기간 말 액체 FC_j의 인벤토리 총량, L

$D_{j,t(l)}$: 산정기간 중 퇴출된 설비잔류로 인해 방출된 FC_j 총량

(2) 배출계수

1 반도체/LCD/PV 생산 부문

가. 기본 배출계수 이용(배출계수 및 공학적 계산법, Tier 1)

※ 2006 IPCC(The Intergovernmental Panel on Climate Change) 가이드라인 기본 배출계수 사용

전자산업	배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)					
	CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	C_3F_8 (PFC-218)	SF_6	C_6F_{14} (PFC-51-14)
반도체, kg/m^2	0.9	1.0	0.04	0.05	0.2	NA
TFT-FPDs, g/m^2	0.5	NA	NA	NA	4.0	NA
PV-cells, g/m^2	5	0.2	NA	NA	NA	NA

나. 가스소비량과 배출제어기술 등의 사업장별 데이터 이용(배출계수 및 공학적 계산법, Tier 2a)

※ FC가스 사용비율 등의 국가 고유 배출계수 사용. 국가 고유 계수를 사용하지 못할 경우에는 아래의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수 사용

<반도체 제조 공정의 Tier 2a IPCC 가이드라인 기본 배출계수>

전자산업	배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
	CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	$c\text{-}C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
1-Ui	0.9	0.6	0.4	0.1	0.4	0.1	0.2

NA : Not Applicable

<LCD 제조 공정의 Tier 2a 배출계수>

전자산업	배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
	CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
1-Ui	0.6	NA	0.2	NA	NA	0.1	0.6

NA : Not Applicable

<PV 제조 공정의 Tier 2a 배출계수>

전자산업	배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
	CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
1-Ui	0.7	0.4	0.4	NA	NA	0.2	0.4

NA : Not Applicable

※ 배출제어기술 적용에 따른 FC가스 저감효율은 아래 기본 계수 이용

배출제어기술	CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
분해(Destruction)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
회수/재생 (Capture/Recovery)	0.75	0.9	0.9	NT	NT	0.9

NT : Not Tested

다. 공정별 계수를 적용하는 방법(배출계수 및 공학적 계산법, Tier 2b)

※ FC가스 사용비율 등의 국가 고유 배출계수 사용. 국가 고유 계수를 사용하지 못할 경우에는 아래의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수 사용

<반도체 제조 공정의 Tier 2b 배출계수 >

전자산업		배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
		CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
식각 공정	1-Ui	0.7	0.4	0.4	0.06	NA	0.2	0.2
증착 공정 (CVD)	FC 가스 사용 비율	0.9	0.6	NA	NA	0.4	0.1	NA

NA : Not Applicable

<LCD 제조 공정의 Tier 2b 배출계수>

전자산업		배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
		CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
식각 공정	1-Ui	0.6	NA	0.2	NA	NA	0.1	0.3
증착 공정 (CVD)	1-Ui	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.9

NA : Not Applicable

<PV 제조 공정의 Tier 2b 배출계수>

전자산업		배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
		CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
식각 공정	1-Ui	0.7	0.4	0.4	NA	NA	0.2	0.4
증착 공정 (CVD)	1-Ui	NA	0.6	NA	NA	0.1	0.1	0.4

NA : Not Applicable

라. 공장이나 시설의 고유값 이용(배출계수 및 공학적 계산법, Tier 3)

※ 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수(공정별 FC가스 사용비율, 배출저감기술 적용에 따른 저감효율 등) 사용

3장. 오존파괴물질(ODS)의 대체물질 사용

1. 개요

불소화합물은 화학 산업이나 전자 산업 등에서 제품 생산 공정 중에 사용되기도 하지만 생산된 설비의 충진물 등 다양한 용도로 소비되기도 한다. 대체물질 사용 공정에서 불소화합물의 주요 배출원은 제품 제작단계의 주입 또는 사용하는 공정이다. 오존파괴물질(ODS; Ozone Depleting Substances)의 대체물질을 사용하는 사업장은 아래와 같은 불소화합물이 주요 보고 대상물질에 해당된다.

<ODS의 대체물질 사용 - 불소화합물 중 주요 보고대상 물질>

구분	산정방법론	대상 물질군	주요 대상물질
발포제	물질 (Tier 1)	HFCs	HFC-134a, HFC-152a, HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-227ea 등
전기 설비	물질/배출 (Tier 1~2)	PFCs 및 SF_6	

1 발포제

기존에는 발포제로 대부분 CFCs를 사용해왔으나, 현재는 대체물질로 주로 HFCs (HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-227ea, HFC-134a, HFC-152a 등)가 이용된다. 발포제는 불소화합물질이 배출되는 과정에 따라 개방형 기포(open-cell)과 폐쇄형 기포(closed-cell)로 구분하는데 HFCs가 제조 과정이나 제조된 직후에 배출되는 것을 개방형 기포, 그렇지 않고 사용 중에 배출되는 것을 폐쇄형 기포로 구분한다. 개방형 기포 발포제는 매트리스, 자동차 시트, 사무용 가구처럼 틀에 넣어 만들어진 제품에 사용되며 폐쇄형 기포 발포제는 다른 제품의 사용 중 절연 용도로 주로 사용된다. 발포 산업에서 사용되는 HFCs는 다음 표와 같다. 불소화합물 배출량 산정은 개방형 기포 발포제를 사용하는 공정에 국한하여 산정한다.

<발포산업에서 사용되는 HFCs 종류>

Cell Type	Sub-application	HFC Foam Blowing Agent Alternatives			
		HFC-134a	HFC-152a	HFC-245fa	HFC-365mfc (+HFC-227ea)
OPEN	PU Flexible Foam				
	PU Flexible Moulded Foam				
	PU Integral Skin Foam	√		√	
	PU One Component Foam	√	√		
CLOSED	PU continuous Panel	√		√	√
	PU Discontinuous Panel	√		√	√
	PU Appliance Foam	√		√	√
	PU Injected Foam	√		√	√
	PU Continuous Block			√	√
	PU Discontinuous Block			√	√
	PU Continuous Laminate			√	√
	PU Spray Foam			√	√
	PU Pipe-in-Pipe	√		√	√
	Extruded Polystyrene	√	√		
	Phenolic Block			√	√
	Phenolic Laminate			√	√

*PU는 Polyurethane의 약자

2 전기 설비

전기 설비에는 주로 SF_6와 PFCs가 사용되며 송전과 배전 중 전기 설비에서 전기 절연체와 전류 차단제로 사용된다. 전기 설비 부문의 불소화합물질 배출량은 생산 공정에 국한하여 산정한다.

2. 배출량 조사대상 업종

불소화합물의 배출량 산정 및 보고는 오존파괴물질(ODS)의 대체물질을 사용하는 사업장에 한하며, '화학물질 및 화학제품 제조업', '전기장비 제조업', '기타 기계 및 장비 제조업', '기타 제품 제조업' 및 '수리업' 등의 업종이 해당된다.

3. 주요 배출원

화학물질 배출량 조사 보고 시 오존파괴물질(ODS)의 대체물질을 사용하는 사업장의 주요 배출원(배출공정)은 '기타공정'으로 구분하여 보고한다.

4. 배출량 산정방법

(1) 대기오염물질로의 배출량

1 발포제

가. 개방형 기포(open-cell) 발포제(물질수지법, Tier 1)

- 대상물질 : HFCs(HFC-134a, HFC-152a, HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-227ea 등)

※ 개방형 발포제의 경우 첫 해의 손실 배출계수(EF_{FYL})가 100%

$$Emissions_t = M_t$$

$Emissions_t$: t년도에 open-cell 발포제 생산에 따른 배출량, kg

M_t : t년도에 open-cell 발포제 생산에 사용된 총 HFC의 양, kg

2 전기 설비

가. 기본 배출계수 및 국가 고유 배출계수 이용(물질수지 및 배출계수법, Tier 1과 Tier 2)

- 대상물질 : PFCs 및 SF_6

$$Emissions_{total} = Emissions_{menufacturing}$$

$Emissions_{total}$: 전기 설비 부문에서 발생하는 총 배출량, kg

$Emissions_{manufacturing}$: 생산 배출계수 × 설비 생산 시 소비되는 총 불소화합물 (SF_6 또는 PFCs)의 양, kg

<SF_6가 들어있는 밀폐 압력 전기 설비(MV개폐기)의 생산 배출계수>

조건 / 지역	생산 배출계수
일본	0.29

<SF_6가 들어있는 가스 절연체의 생산 배출계수>

조건 / 지역	생산 배출계수
일본	0.29

<SF_6가 들어있는 폐쇄 압력 전기 설비(HV개폐기)의 생산 배출계수>

조건 / 지역	생산 배출계수
일본	0.29

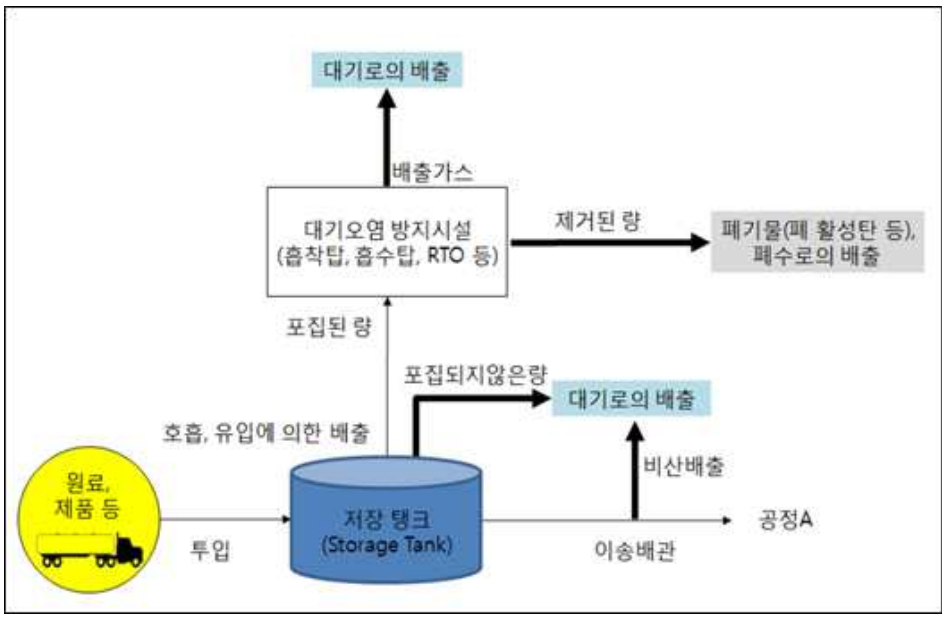
5부
중소사업장에서의 배출량·이동량 산정방법

1장. 저장공정

【공정개요】 사업장에서 제품을 생산하기 위해 원료물질을 구입한다. 그러나 그 물질을 구입 즉시 생산라인에 투입하는 경우는 극히 드물며, 대부분 저장탱크 등의 저장시설에 넣어두었다가 필요시에 이용하게 된다. 또는, 생산한 물질을 다른 곳으로 운반하거나 판매하기 전에 일정기간 저장하는 경우도 있다.

【배출원】 휘발성 물질을 함유한 액상물질을 저장탱크 등에 저장하는 경우

- 온도변화에 따라 발생되는 탱크내 증기와 혼합기체의 압력변화에 의하여 대기로 벤트를 발생시키는 경우
- 탱크의 액체출입에 따른 내압의 변화에 의한 탱크내 물질의 대기로의 배출 등



【산정방법】 저장물질 유입 시, 대기오염물질로의 배출량

탱크 내에 순수대상물질 X를 유입시에 탱크내의 공간에 증발한 물질의 압력에 의하여 벤트를 통하여 대기 중으로 방출되는 경우

연간 저장탱크로부터 대기로의 배출량(㎏/년)

$$=(M\times V\times P^{o}\times N)/(760\times RT)$$

1. M : 조사대상 화학물질 X의 분자량(㎏/kmol=g/mol)
2. V : 유입된 부피(m^3 (유입후 부피(V2)-유입전 부피(V1)))
3. P^{o} : 조사대상 화학물질의 증기압(mmHg (온도 T일때의 증기압))
4. N : 연간 유입회수(회/년)
5. T : 탱크내 절대온도(K)(=탱크내 온도(℃)+273,모르면 293으로 계산)
6. R : 기체상수(0.082 atm·l/(K·mol))

【예】 조사대상 화학물질 A를 저장할 경우, 조사대상 화학물질 A의 대기오염물질로의 발생량은?

- 조사대상 화학물질 A의 분자량 : 95㎏/kmol
- 유입된 부피 : 80m^3(유입 후 부피 90m^3, 유입 전 부피 10m^3)
- 조사대상 화학물질 A의 상온에서 증기압 : 365mmHg
- 연간 유입회수 : 1회/년
- 연간 평균온도 : 20°C라

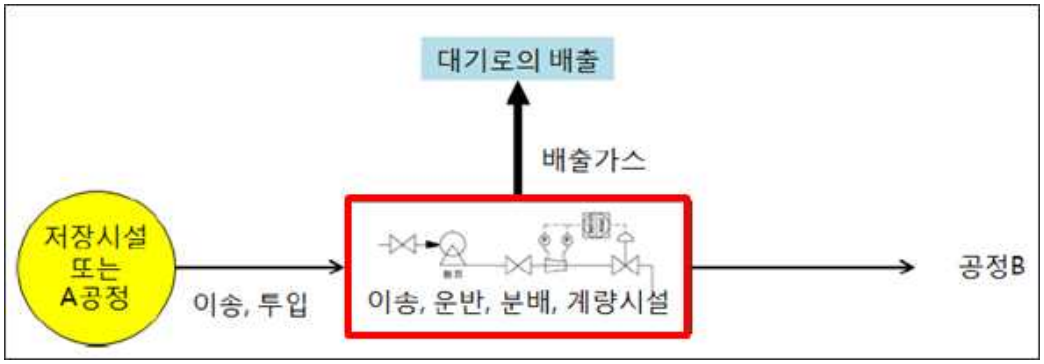
대기오염물질로의 발생량 = $(95 \times 80 \times 365 \times 1) \times \frac{1}{760\times 0.082\times 293}$

= 151.9㎏/년

2장. 이송공정

【공정개요】 사업장내에서 발생하는 조사대상 화학물질의 이동과 관련된 모든 공정을 포함하는 것으로, 배관(밸브, 플랜지, 공정배수구 등)을 통한 흐름이나 소형용기, 탱크로리, 탱크화차, 트럭 등을 이용한 원료, 자재, 제품 등의 운송과 관련된 일련의 모든 공정을 일컫는다.

【배출원】 밸브, 펌프, 플랜지, 압력안전장치, 시료채취구 등을 통한 배관이송 도중 조사대상 화학물질의 비산오염원을 통한 대기로의 배출



【산정방법】

- 배출량 = (배출원내의 조사대상물질의 조성비(%) × 배출원의 수 × 배출계수 × 운전시간) ÷ 100

【예】 배출계수를 이용한 대기배출량 산정

어떤 화학 공정이 100개의 플랜지를 갖고 있으며, 이 공정에서는 10질량%의 벤젠을 포함하고 있는 혼합물을 다루고 있으며, 일년 중 운전 시간은 8,000시간/년이다. 이 공정에서의 벤젠의 비산 배출량을 산출한다. 플렌지는 비산오염원에 해당되므로 기타 비산오염원을 통한 대기배출량과 합하여 비산오염원을 통한 대기로의 배출량으로 보고한다.

플렌지를 통한 대기로의 배출량

= 배출계수 x 배출원 수 x 해당 화학물질의 농도 x 운전시간

= 0.00183 ㎏/시/source x 100 x 0.1 x 8,000 시/년

= 146.4 ㎏ of benzene/년

배 출 원	상 태	배 출 계 수 (kg/hr/SOURCE)
밸 브	기체 경질유 중질유	0.00597 0.00403 0.00023
펌 프 봉 인	경질유 중질유	0.0199 0.00862
압 축 기 봉 인	기체/증기	0.228
압 력 안 전 장 치 봉 인	기체/증기	0.104
커 넥 터(플랜지포함)	모두	0.00183
개 방 식 라 인	모두	0.0017
샘 플 링 연 결 부	모두	0.0150
공 정 배 수 구	모두	-

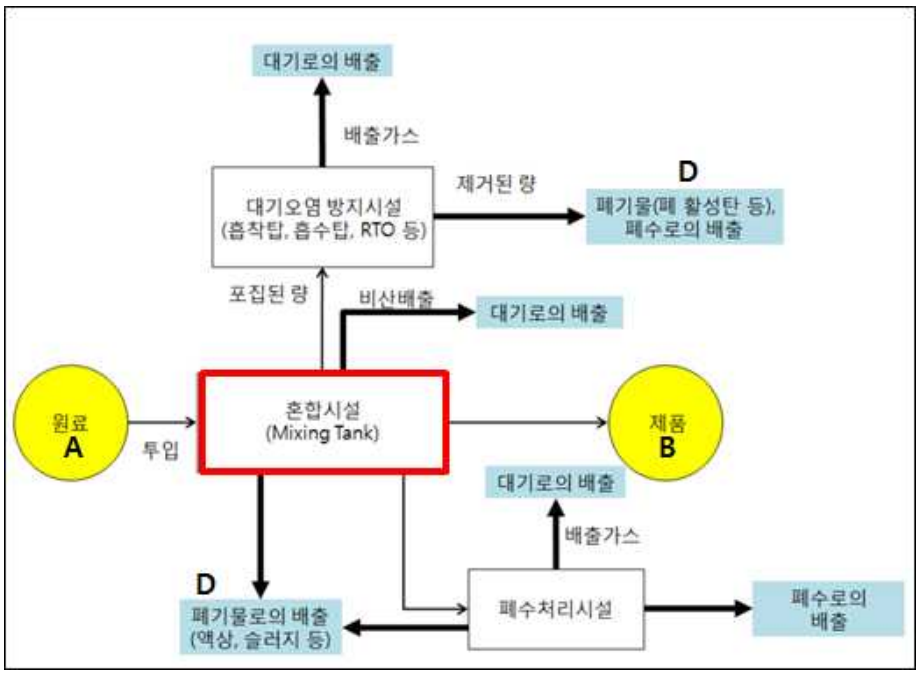
※ 배출계수는 메탄을 제외한 유기화학물질을 기준으로 한 값임
※ 경질유에 대한 펌프봉인부위의 배출계수는 교반기 봉인부위에도 적용할 수 있음

3장. 혼합공정

【공정개요】 제품을 생산하기 위하여 두 가지 이상의 물질을 물리적으로 섞는 공정(혼합, 교반, 반죽 등)들이 이에 해당한다.

【배출원】

- 조사대상 화학물질을 함유한 용제를 혼합하는 과정에서 대기로 배출
- 혼합 후 남아있는 물질을 폐수 또는 폐기물처리업체로 이동



【산정방법】

1. 대기오염물질로의 배출량

가. 총사용량을 조사

1) 혼합공정에 유입되는 화학물질의 연간 투입량(㎏/년) ---- A로 한다.

2) 혼합공정에서 제품으로 출하되는 화학물질의 연간 출고량(㎏/년) -- B로 한다.

3) 혼합공정에서 취급하는 조사대상 화학물질명

4) 조사대상 화학물질 함유율 ---- C로 한다.

나. 대기로의 배출량 산정(물질수지법)

대기오염물질로의 배출량(㎏/년)

= [(A × C_1] - (B × C_2)] - 수계로의 배출량 - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

2. 수질오염물질로의 배출량(직접측정법)

수질오염물질로의 배출량(㎏/년) = 배출물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간 누출일수(일) × 배출물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

3. 폐기물로의 배출량(D× C)

각 공정에서 사용하고 남은 화학물질을 모아 폐기처리하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 조사대상 화학물질 조성비

가. 공정에서 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 공정에서 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

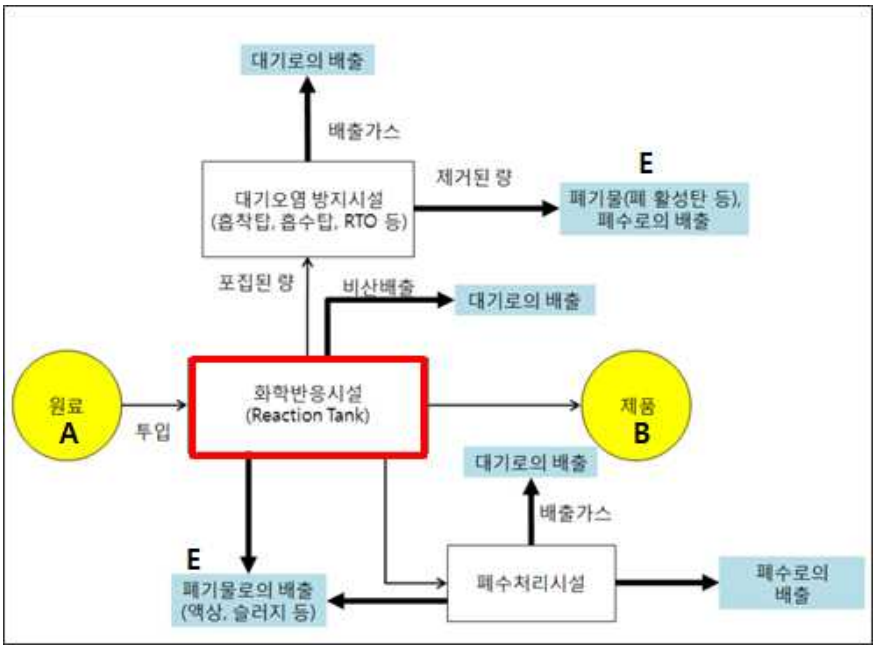
폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

4장. 화학반응 공정

【공정개요】 원료로부터 여러 종류의 화학반응(축합반응, 중합반응, 산화환원반응, 중화반응, 치환반응, 가수분해반응 등)을 통하여 제품을 만드는 공정들이 이에 해당한다.

【배출원】

- 반응시설 및 그 부대시설(저장조, 배출구, 밸브, 플랜지 등) 등으로부터 화학물질이 기체상으로 증발, 누출
- 반응시설 및 그 부대시설 등으로부터 액상으로 누출되어 폐수로 배출
- 반응용기 중에 미반응물질로 남아있는 물질을 폐기물 처리업자에게로 이동



【산정방법】

1. 대기오염물질로의 배출량

가. 총사용량을 조사

1) 화학반응공정에 유입되는 화학물질의 연간 투입량(㎏/년) ---- A로 한다.

2) 제품으로 생산되는 화학물질의 연간 생산량(㎏/년) ----- B로 한다.

3) 취급물 등에 함유되어있는 조사대상 화학물질명

4) 취급물이 반응에 의해서 소모된 량(㎏/년) ----- C로 한다.

5) 취급물 등에 함유되어있는 조사대상 화학물질함유율 ----- D로 한다.

나. 대기로의 배출량 산정(물질수지법)

대기오염물질로의 배출량(㎏/년) = $(A \times D_1) - (B \times D_2) - (C \times D_3)$

- 수계로의 배출량 - 폐기물로의 배출량 (㎏/년)

2. 수질오염물질로의 배출량(직접측정법)

수질오염물질로의 배출량(㎏/년) = 배출물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간 누출일수(일) × 배출물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

3. 폐기물로의 배출량(E × C)

각 공정에서 사용하고 남은 화학물질을 모아 폐기처리하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 조사대상 화학물질 조성비

가. 공정에서 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 공정에서 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

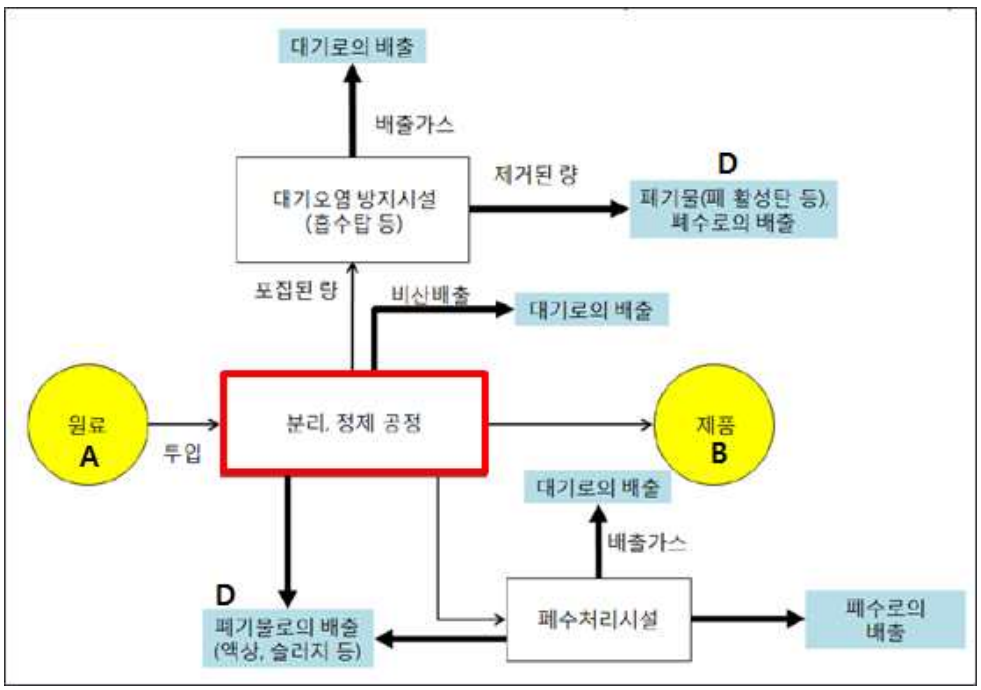
폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

5장. 분리, 정제 공정

【공정개요】 두 가지 이상의 물질이 섞여있는 경우 여과, 정제, 추출 등을 통해 각각의 물질로 분리하는 공정이 이에 해당한다.

【배출원】

- 분리할 때 증발, 휘발로 대상물질이 대기 중으로 배출
- 분리공정에서 발생하는 폐수 및 폐액을 수계로 배출
- 용제를 포함하는 폐기물의 발생, 또는 고-액분리의 고상 잔사물을 폐기물 처리업자에게로 이동



【산정방법】

1. 대기오염물질로의 배출량

가. 총사용량 및 폐기물 발생량 조사

1) 분리, 정제공정으로의 취급물 연간 유입량(kg/년) ----- A로 한다.

2) 분리, 정제된 취급물의 유출량(㎏/년) ----- B로 한다.

3) 취급물 등에 함유되어있는 조사대상 화학물질명

4) 취급물에 함유되어 있는 조사대상 화학물질함유율 ----- C로 한다.

나. 대기로의 배출량 산정(물질수지법)

대기오염물질로의 배출량(㎏/년)

= [(A × C_1] - (B × C_2)] - 수계로의 배출량 - 폐기물로의 배출량(㎏/년)

2. 수질오염물질로의 배출량(직접측정법)

수질오염물질로의 배출량(㎏/년) = 배출물질농도(㎏/m^3) × 유량(m^3/일) × 연간 누출일수(일) × 배출물질 중 조사대상 화학물질의 조성비

3. 폐기물로의 배출량(D × C)

각 공정에서 사용하고 남은 화학물질을 모아 폐기처리하는 경우 폐기물로의 배출량으로 산정

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 폐기물발생량(㎏/년) × 조사대상 화학물질 조성비

가. 공정에서 발생된 잔류물을 차량으로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반차량수(대/년) × 운반차량 1대당 폐기물의 양(㎏/대)

나. 공정에서 발생된 잔류물을 용기로 이동하는 경우

폐기물발생량(㎏/년) = 연간 운반드럼수(통/년) × 운반드럼 1통당 폐기물의 양(㎏/통)

6장. 염소처리공정(수도사업)

【공정개요】 염소처리공정은 살균, 소독을 목적으로 염소를 투입하여 물과 혼합하는 공정이 있다.

【배출원】 전·후 염소처리 중 조사대상 화학물질의 비산오염원을 통한 대기로의 배출

【산정방법】

연간 염소처리공정으로부터 대기로의 배출량(㎏/년)

$$=[(M \times K \times A \times P^{o} \times 3{,}600 \times H) / (R \times T)] \times B$$

1. M : 조사대상 화학물질 X의 분자량(㎏/kmol=g/mol)
2. K : 조사대상 화학물질 X의 기상물질전달계수(m/sec)

$$K = 0.00211 \times U^{0.78} \times D^{2/3}$$

$$D = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{M}}$$

3. D : 대기중의 화학물질에 대한 확산계수(cm^2/sec)
4. A : 혼합시설의 표면적(m^2)
5. P^{o} : 조사대상 화학물질의 증기압(kPa (온도 T일때의 증기압))
6. H : 공정 1회분(batch)의 시간(시/batch)
7. B : 연간 혼합 회수(batches/년)
8. R : 기체상수(8.314 kPa-m^3/(K-kgmol))
9. T : 액체의 온도(K)
10. U : 염소처리시 유속(km/시)

【예】 대기오염물질로의 배출량(kg/년)

· 혼합 탱크의 표면적(A)은 $4m^2$

· 염소의 분자량(M)은 71 kg/kg-mole

· 연평균 염소투입농도 : 0.00009%

· 염소의 부분 증기압(P°)은 298K(25℃)에서 1.333×10^{-4}kPa

• 1단계 : 염소의 확산계수(D)를 구한다.

$$D = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{M}} = 0.288 \times \sqrt{\frac{18}{71}} = 0.145\,(cm^2/s)$$

• 2단계 : 기상 물질 전달 계수(K)를 계산한다.

= $0.00211 \times 14.4^{0.78} \times 0.145^{2/3}$

= 4.664×10^{-3}(m/sec)

• 3단계 : 대기로의 배출량을 계산한다.

= [(M × K × A × Po × 3,600 × H) / (R × T)] × B

= $[(71 \times 4.664 \times 10^{-3} \times 4.0 \times 1.333 \times 10^{-4} \times 3{,}600 \times 4)/(8.314 \times 298)] \times 7{,}200$

= 7.4 kg/년

<온도별, 염소투입농도별(mg/L) 염소증기분압[kPa]>

투입농도 (mg/L) / 온도(℃)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0	4.698×10^{-5}	5.637×10^{-5}	6.577×10^{-5}	7.517×10^{-5}	8.457×10^{-5}	9.395×10^{-5}
5	5.520×10^{-5}	6.623×10^{-5}	7.727×10^{-5}	8.830×10^{-5}	9.934×10^{-5}	1.104×10^{-4}
10	6.443×10^{-5}	7.733×10^{-5}	9.021×10^{-5}	1.031×10^{-4}	1.160×10^{-4}	1.289×10^{-4}
15	7.479×10^{-5}	8.975×10^{-5}	1.047×10^{-4}	1.197×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}
20	8.634×10^{-5}	1.036×10^{-4}	1.209×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}
25	9.915×10^{-5}	1.190×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}
30	1.133×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}
35	1.289×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}
40	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}
45	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}
50	1.333×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	4.000×10^{-4}
55	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}
60	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}
65	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}
70	2.666×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}
75	2.666×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}	6.666×10^{-4}
80	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}	6.666×10^{-4}	6.666×10^{-4}
85	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}	6.666×10^{-4}	6.666×10^{-4}	7.999×10^{-4}
90	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}	6.666×10^{-4}	7.999×10^{-4}	7.999×10^{-4}
95	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}	6.666×10^{-4}	6.666×10^{-4}	7.999×10^{-4}	9.333×10^{-4}
100	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}	6.666×10^{-4}	7.999×10^{-4}	9.333×10^{-4}	9.333×10^{-4}

<온도별, 염소투입농도별(mg/L) 염소증기분압[kPa]>

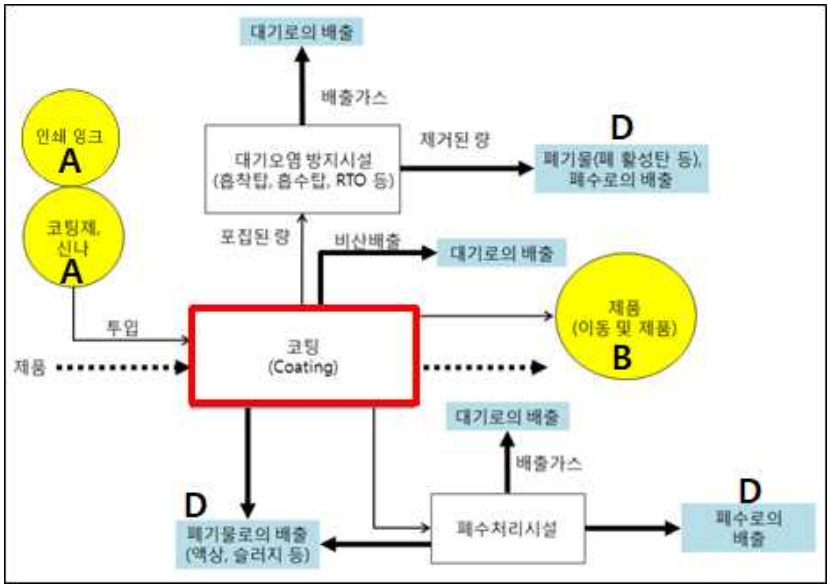
투입농도 (mg/L) / 온도(℃)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
0	1.034×10^{-4}	1.128×10^{-4}	1.221×10^{-4}	1.315×10^{-4}	1.333×10^{-4}
5	1.214×10^{-4}	1.325×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}
10	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}
15	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	1.333×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}
20	1.333×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}
25	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}
30	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	4.000×10^{-4}
35	2.666×10^{-4}	2.666×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}
40	2.666×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}
45	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}
50	4.000×10^{-4}	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}
55	4.000×10^{-4}	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}	6.666×10^{-4}
60	5.333×10^{-4}	5.333×10^{-4}	6.666×10^{-4}	6.666×10^{-4}	6.666×10^{-4}
65	5.333×10^{-4}	6.666×10^{-4}	6.666×10^{-4}	6.666×10^{-4}	7.999×10^{-4}
70	6.666×10^{-4}	6.666×10^{-4}	7.999×10^{-4}	7.999×10^{-4}	7.999×10^{-4}
75	6.666×10^{-4}	7.999×10^{-4}	7.999×10^{-4}	9.333×10^{-4}	9.333×10^{-4}
80	7.999×10^{-4}	7.999×10^{-4}	9.333×10^{-4}	9.333×10^{-4}	1.067×10^{-3}
85	7.999×10^{-4}	9.333×10^{-4}	9.333×10^{-4}	1.067×10^{-3}	1.200×10^{-3}
90	9.333×10^{-4}	1.067×10^{-3}	1.067×10^{-3}	1.200×10^{-3}	1.200×10^{-3}
95	1.067×10^{-3}	1.067×10^{-3}	1.200×10^{-3}	1.333×10^{-3}	1.333×10^{-3}
100	1.067×10^{-3}	1.200×10^{-3}	1.333×10^{-3}	1.333×10^{-3}	1.467×10^{-3}

7장. 코팅공정(도장, 인쇄, 염색 및 관련산업 등)

【공정개요】 사업장에서 제품을 생산하기 위해 구입한 원료물질을 **도장, 염색, 인쇄** 등의 과정을 거쳐 제품의 표면에 바르는 공정이며, 스프레이 또는 롤러 등을 이용하여 제품에 코팅하기 위한 목적으로 운영하는 시설(건조시설 포함)

【배출원】

- 코팅제, 염료, 잉크 등에 포함되어 있는 휘발성물질이 코팅, 염색 및 건조과정 중 대기로 배출
- 코팅 잔재물로 발생한 폐수, 폐액, 폐기물을 위탁처리업체로 이동



【산정방법】 (물질수지법을 이용)

1. 연간 취급량 및 폐기물 발생량 조사

가. 도료, 염료, 잉크 용제 등의 연간 구입량(㎏/년) ----- A로 한다.

나. 도료, 염료, 잉크 용제 등의 연간 잔여량(㎏/년) ----- B로 한다.

다. 도료, 염료, 잉크 용제 등에 함유되어있는 조사대상 화학물질명

라. 도료, 염료, 잉크 용제 등에 함유되어있는 조사대상물질 함유율 -- C로 한다.

마. 도료, 염료, 잉크 용제 등의 연간 폐기량(㎏/년) ----- D로 한다.

- 도료에 함유되어있는 조사대상 화학물질의 종류와 함유율이 불분명한 경우에는 MSDS에 성분표시에 [조사대상 화학물질]이 함유되어 있는가를 확인한다.
- 성분표시가 되어 있지 않은 경우에는 MSDS에 기재되어 있는 질문에 따라야 한다.
- MSDS가 없는 경우에는 구입선을 통하여 청구한다.
- 구하여도 얻을 수 없는 경우에는 직접제조회사(또는 수입업자)에게 연락하여 청구한다.
- 제조회사로부터도 얻을 수 없는 경우에는 그 취급품의 관계 업계·단체에 문의한다. 함유율이 여러개 나타나있는 경우에는 가장 큰 수치를 사용한다.
- 상기 A×C에 의하여 조사대상 화학물질의 연간 취급량을 계산하고, 보고기준 이상으로 취급하였다면 아래의 산정방법에 의해 배출, 이동량을 산출한다.
- 여러 가지의 도료, 용제를 사용하는 경우에는 각각에 대하여 계산한다.

2. 산정방법

가. 조사대상 화학물질이 대기, 수역 중 어느 쪽으로 배출되는지를 판단한다.

1) 조사대상 화학물질을 유기용제 등으로 사용할 때 공정내에서 물과 접촉하지 않는 경우

$$\text{대기로의 배출량} = (A \times C_1) - (B \times C_2) - (D \times C_3)$$

배기가스를 처리하여 배출하는 경우에는 (1-제거율)을 곱한 값을 보고한다.

2) 조사대상 화학물질이 수용성이고 공정에서 세정한 물을 수계로 배출할 경우

$$\text{수계로의 배출량} = (A \times C_1) - (B \times C_2) - (D \times C_3)$$

발생한 폐수를 처리하여 배출하는 경우에는 (1-제거율)을 곱한 값을 보고한다.

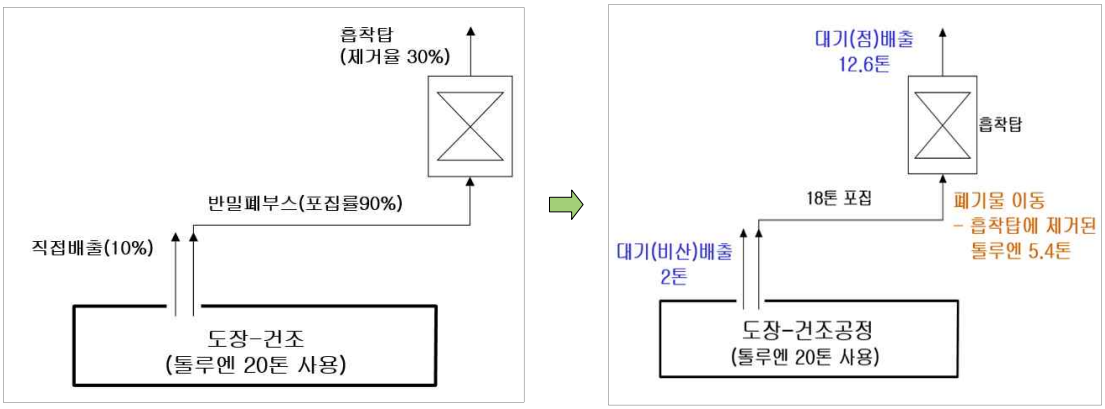
제거율이 알지 못하는 경우에는 지침서의 부록 별첨 4로부터 구한다.

나. 폐기물로서의 이동량 = D × C

- 자가처리를 할 수 있거나, 재생하여 사용하는 경우에는 자가 처리량, 또는 재생량 만큼을 빼고 산정한다.

【예】 코팅제 100톤(톨루엔 20% 함유) 사용 시 배출량 산정방법

- 원료 : 페인트 100톤(톨루엔 20% 함유)
- 후드 포집률 : 90%
- 흡착탑 제거율 : 30%
- 잔여량 및 폐기량 : 없음

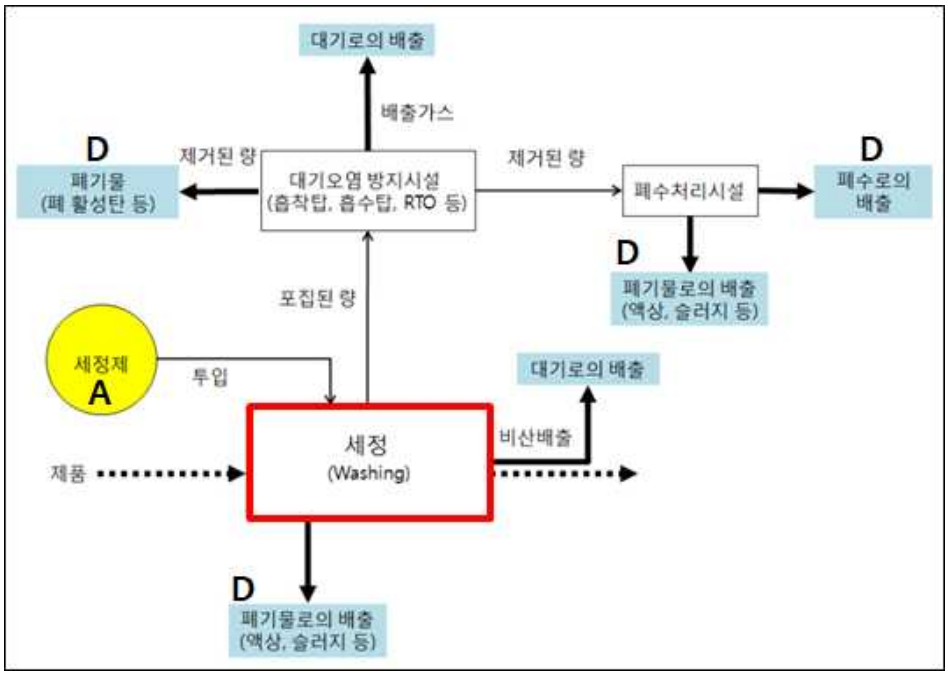


1. 대기 배출량(kg/년)
   · 비산대기 배출량(코팅공정) = 20 × 0.1 = 2ton = 2,000kg
   · 점대기 배출량(대기오염방지시설) = (20 × 0.9) × (1-0.3) = 12.6ton = 12,600kg
2. 폐기물 이동량(kg/년)
   · 흡착탑에서 제거된 양 + 폐기량 = 5.4ton + 0ton = 5.4ton = 5,400kg

8장. 탈지, 세정공정(금속제품제조, 전기기계기구제조업 등)

【공정개요】 탈지, 세정공정은 주로 혼식도금, 기상도금, 용융도금, 양극산화, 도장, 용사, 화성처리, 표면경화 등의 금속표면처리공정의 전처리 공정으로 널리 쓰이기도 하고, 금속부품 및 전자부품 제조공정 등에 사용되기도 하고, 플라스틱, 세라믹, 섬유를 비롯하여 각종 비금속의 표면처리에도 사용한다. 탈지, 세정에 사용하는 화학물질은 테트라클로로에틸렌 ,트리클로로에틸렌, 클로로메탄 등의 유기염소계 용제 및, 알콜계 용제, 산, 알칼리 등의 세정제가 있다.

【배출원】 용제를 사용하는 탈지, 세정공정에서 증발, 휘산 등에 의한 대기로 배출, 탈지, 세정후의 부품에 부착하는 용제 증발에 의한 대기로 배출. 탈지, 세정제로 산·알칼리 수용액을 사용할 경우는 탈지, 세정후의 부품에 부착되어 있는 산·알칼리를 물로 씻을 때 세정수에 혼합되어 수계로 배출



【산정방법】 (물질수지법을 이용)

1. 연간 취급량 및 폐기물 발생량 조사

가. 용제, 세정제 등의 연간 구입량(㎏/년) ----- A로 한다.

나. 용제, 세정제 등의 연간 잔여량(㎏/년) ----- B로 한다.

다. 용제, 세정제 등에 함유되어있는 조사대상 화학물질명

라. 용제, 세정제 등에 함유되어있는 조사대상 화학물질함유율 ---- C로 한다.

마. 용제, 세정제 등의 연간 폐기량(㎏/년) ----- D로 한다.

- 용제, 세정제 등에 함유되어있는 조사대상 화학물질의 종류와 함유율이 불분명한 경우에는 MSDS에 성분표시에 [조사대상 화학물질]이 함유되어 있는가를 확인한다.
- 성분표시가 되어 있지 않은 경우에는 MSDS에 기재되어 있는 질문에 따라야 한다.
- MSDS가 없는 경우에는 구입선을 통하여 청구한다.
- 구하여도 얻을 수 없는 경우에는 직접제조회사(또는 수입업자)에게 연락하여 청구한다.
- 제조회사로부터도 얻을 수 없는 경우에는 그 취급품의 관계 업계·단체에 문의한다. 함유율이 여러개 나타나있는 경우에는 가장 큰 수치를 사용한다.
- 상기 A×C에 의하여 조사대상 화학물질의 연간 취급량을 계산하고, 보고기준 이상으로 취급하였다면 아래의 산정방법에 의해 배출, 이동량을 산출한다.
- 여러 가지의 용제, 세정제 등을 사용하는 경우에는 각각에 대하여 계산한다.

2. 산정방법

가. 조사대상 화학물질이 대기, 수역에 어느 쪽으로 배출되는지를 판단한다.

1) 조사대상 화학물질을 유기용제 등으로 사용하며 공정내에서 물과 접촉하지 않는 경우

$$\text{대기로의 배출량} = (A \times C_1) - (B \times C_2) - (D \times C_3)$$

배기가스를 처리하여 배출하는 경우에는 (1-제거율)을 곱한 값을 보고한다.

2) 조사대상 화학물질을 세정제로 사용할 경우 수계로의 배출량

$= (A \times C_1) - (B \times C_2) - (D \times C_3)$

발생한 폐수를 처리하여 배출하는 경우에는 (1-제거율)을 곱한 값을 보고한다.

제거율이 알지 못하는 경우에는 지침서의 부록 별첨 4로부터 구한다.

나. 폐기물로서의 이동량 = D × C

- 자가처리를 할 수 있거나, 재생하여 사용하는 경우에는 자가 처리량, 또는 재생량 만큼을 빼고 산정한다.

【산정방법】(배출계수법을 이용)

1. 대기로의 배출량

; 금속가공제품 제조업의 탈지 및 세정 공정에서 디클로로메탄을 사용하는 경우 대기로의 배출량은 다음과 같이 산정한다.

대기오염물질로의 발생량(㎏/년) = 디클로로메탄 연간 사용량(㎏/년) × 디클로로메탄의 조성비 × 배출계수

공정	조사대상 화학물질	배출계수
탈지 및 세정공정	디클로로메탄	0.8

※ 직접측정법, 물질수지법 및 공학적 계산법으로 산정이 어려울 경우 사용

2. 폐기물로의 배출량(추가)

; 금속가공제품 제조업의 탈지 및 세정 공정에서 디클로로메탄을 사용하는 경우 폐기물로의 배출량은 다음과 같이 산정한다.

폐기물로의 배출량(㎏/년) = 디클로로메탄 사용량(㎏/년) × 디클로로메탄의 조성비 − 대기로의 배출량(㎏/년)

3. 보 고

- 상기 산정결과를 대기로의 배출량, 수계로의 배출량으로 보고한다.
- 공정에서 발생하는 폐용제 등을 폐기물처리업자에게 인도하는 경우에는 폐기물 이동량으로 보고한다.
- 또한 폐용제 등을 사업자 스스로 매립처분하는 경우는 토양에의 배출량으로 보고한다.

9장. 세탁공정(드라이크리닝, 세탁업 등)

【공정개요】 고온(hot type) 드라이크리닝 기계의 세정제로 테트라클로로에틸렌을 사용하는 경우 테트라클로로에틸렌이 배기가스 및 폐액중에 함유되어 환경으로 배출된다. 또한 폐액을 산업폐기물처리업자에게 인도할 경우에는 테트라클로로에틸렌의 이동량이 발생한다.

【배출원】 고온 드라이크리닝기계는 보통 활성탄 장치에서 배기가스의 흡착과정을 거쳐 대기로 배출되고, 수분리기에서 분리되어 수계로 배출된다. 또한 의류에 부착 잔류하는 것과 증류 슬러지 폐기물의 형태로 배출되기도 한다.

【산정방법】 (배출계수법을 이용]

1. 연간 세탁량 조사

연간 세탁하는 의류의 중량 데이터 (㎏/년) ---- A로 한다.

예를 들면 10㎏기계로 평균 10회/일 세탁하는 경우 1일 1대당 100㎏세탁을 하는 것이 된다. 10㎏기계 3대가 있고 연간 조업일수가 240일이면,

연간 세탁의류의 중량 = 100×3×240 = 72,000(㎏/년)이 된다.

2. 산정방법

가. 활성탄장치가 부착되어 있지 않은 고온 드라이크리닝 기계의 경우

테트라클로로에틸렌의 대기로의 배출량(㎏/년) = A×0.037 ------ B_1

테트라클로로에틸렌의 수계로의 배출량(㎏/년) = A×0.000014 ---- C_1

테트라클로로에틸렌의 폐기물로서의 이동량(㎏/년) = A×0.008 --- D_1

나. 활성탄장치가 부착되어 있는 고온 드라이크리닝 기계의 경우

테트라클로로에틸렌의 대기로의 배출량(㎏/년) = A×0.01 ------- B_2

테트라클로로에틸렌의 수계로의 배출량(㎏/년) = A×0.000014 --- C_2

테트라클로로에틸렌의 폐기물로서의 이동량(㎏/년) = A×0.008 -- D_2

3. 보 고

- 상기산출결과의 B_1 또는 B_2의 값을 대기로의 배출량으로 보고한다.
- 같은 방법으로 산출한 C_1 또는 C_2의 값을 수계로의 배출량으로 보고한다.
- D_1 또는 D_2의 값을 폐기물의 이동량으로 보고한다.

10장. 폐기물처리공정

【공정개요】 사업장에서 제품을 생산하고 남은 물질은 폐기물로 배출되며, 폐기물처리시설을 보유하고 있는 사업장은 직접 폐기물을 처리하고, 폐기물처리시설이 없는 사업장은 전문 폐기물처리업체로 이동시킨다.

【배출원】 폐기물 재활용, 소각, 매립, 물리적처리, 화학적처리 시 대기, 수계로 배출된다.

【산정방법】 (물질수지를 이용)

1. 연간 취급량 및 폐기물 발생량 조사

가. 폐기물의 연간 처리량(㎏/년) ----- A로 한다.

나. 폐기물의 연간 잔존량(㎏/년) ----- B로 한다.

다. 폐기물에 함유되어있는 조사대상 화학물질명

라. 폐기물에 함유되어있는 조사대상 화학물질함유율 ----- C로 한다.

마. 폐기물의 연간 폐기량(㎏/년) ----- D로 한다.

- 폐기물에 함유되어있는 조사대상 화학물질의 종류와 함유율이 불분명한 경우에는 해당 지방환경관서에서 제공하는 성분표를 참고하여 [조사대상 화학물질]이 함유되어 있는가를 확인한다.
- 상기 A×C에 의하여 조사대상 화학물질의 연간 취급량을 계산하고, 보고기준 이상으로 취급하였다면 아래의 산정방법에 의해 배출, 이동량을 산출한다.
- 여러가지의 폐기물 종류을 처리하는 경우에는 각각에 대하여 계산한다.

2. 산정방법

가. 조사대상 화학물질이 대기, 수역에 어느 쪽으로 배출되는지를 판단한다.

1) 조사대상 화학물질이 포함된 폐기물처리 시 공정내에서 물과 접촉하지 않는 경우

$$\text{대기로의 배출량} = (A \times C_1) - (B \times C_2) - (D \times C_3)$$

배기가스를 처리하여 배출하는 경우에는 (1-제거율)을 곱한 값을 보고한다.

2) 조사대상 화학물질이 포함된 폐기물처리 시 대기오염방지시설로 세정탑을 사용할 경우 수계로의 배출량

$$= (A \times C_1) - (B \times C_2) - (D \times C_3)$$

발생한 폐수를 처리하여 배출하는 경우에는 (1-제거율)을 곱한 값을 보고한다.

제거율이 알지 못하는 경우에는 지침서의 부록 별첨 4로부터 구한다.

나. 폐기물로서의 이동량 = $D \times C$

3. 보 고

- 상기 산정결과를 대기로의 배출량, 수계로의 배출량으로 보고한다.
- 공정에서 발생하는 폐기물을 폐기물처리업자에게 인도하는 경우에는 폐기물 이동량으로 보고한다.
- 또한 폐기물을 사업자 스스로 매립처분하는 경우에는 휘발성물질은 대기에의 배출량, 비휘발성과 중금속물질은 토양에의 배출량으로 보고한다.

6부

조사표 작성안내

◦ 화학물질 환경배출량·이동량 조사표는 1. 업체에 관한 일반사항, 2. 화학물질 배출량·이동량 조사표로 구성되어 있음

◦ 「부록 별표2의 조사대상물질」중 사업장에서 조사하여야 할 대상물질 수만큼 2. 화학물질 배출량·이동량 조사표를 복사하여 작성·제출

- “1부. 3장. 사업장에서 조사대상물질을 찾는 방법” 참고

1. 업체에 관한 일반사항 작성방법

(1)	업체명	사업자 등록증에 표시된 업체명을 기재
(2)	대표자	사업자 등록증에 표시된 대표자 이름을 기재
(3)	사업장소재지	사업자 등록증에 표시된 사업장소재지(주소)를 기재
(4)	관할기관	사업장 소재지를 관할하는 지방환경관서를 “표1”을 참고하여 해당 분류번호를 기재(청 단위까지 기재)
(5)	사업자 등록번호	사업자 등록증에 표시된 등록번호를 정확히 기재
(6)	업종 (표준산업분류)	자사의 대표적인 업종을 “별표1”의 “조사대상업종”에서 찾아 5자리수 해당 코드번호를 기재.
(7)	종업원수	조사년도 동안의 정규직, 일용직, 파견근무자를 포함하여 매월중 최대 인원을 합하여 12월로 나눈 인원수를 기재(조사대상기간중 창업·합병 등의 경우 그 사유가 발생한 날이 속하는 달부터 매월말일 현재의 인원을 합하여 해당 월수로 나눈 인원수를 기재)
(8)	산업단지명	산업단지 내의 업소는 “표2”의 “산단분류 번호표”를 참고하여 해당 분류번호를 기재하되 산업단지 외의 업소는 해당 없음을 기재 주의) 분류번호 5000은 분류되지 않은 산업단지 내 업소에 해당

※ 전산으로 작성할 경우 사업장 소재지를 정확하게 기입하면 관할기관, 수계, 특별대책지역 등이 자동으로 입력됩니다.

(9)	농공단지명	「산업입지및개발에관한법률」 제8조의 농공단지에 해당되는 업소는 “표3”의 “농공단지 분류번호표”를 참고하여 해당분류 번호를 기재
(10)	자본금	조사년도 업소의 자본금(외국 자본 합산)을 백만원 단위로 기재
(11)	연간매출액	조사년도 업소의 총 매출액을 백만원 단위로 기재
(12)	연간 조업일수	1년중 공장이 가동되는 날을 기록
(13)	일평균 조업시간	1일 평균 공장 가동시간을 기록
(14)	유해화학물질 영업등록 종 류	유해화학물질 영업등록이 되어 있지 않으면 해당없음 란에 표시하고, 영업등록이 되어 있으면 그 종류를 해당칸에 표시
(15)	상수원보호구역명	수도법 제5조의 규정에 의한 상수원 보호구역내에 있는 업소는 그 구역명을 기재(담당공무원 기재)
(16)	수질보전 특별대책 지역명	환경정책 기본법 제22조 규정에 의한 상수원 수질보전 특별대책 지역으로 지정된 곳에 위치하는 업소는 해당란에 표시. 해당 없는 경우에는 해당없음 란에 표시(담당공무원 기재)
(17)	대기보전 특별대책 지역명	대기보전 특별대책 지역(울산미포국가산단, 온산국가산단 및 여수국가산단)에 위치하는 업소는 해당란에 표시. 해당 없는 경우에는 해당없음 란에 표시(담당공무원 기재)
(18)	유입수계명	폐수 방류 경로가 되는 인접수계를 “표 4”의 “수계별 수역구간 분류 번호표”를 참고하여 해당 분류번호를 기재(담당공무원 기재)
(19)	사업장내 폐수처리시설의 종류	사업장내에 설치된 폐수처리시설의 주처리방법을 “표 5”의 “폐수처리 시설의 처리방법분류표“를 참고하여 해당분류번호를 기재
(20)	사업장내 폐기물처리 시설의 종류	사업장내에 설치된 폐기물처리시설의 주처리방법을 “표 6”의 폐기물 처리시설의 분류표“를 참고하여 해당분류번호를 기재
(21)	사업장규모	대기 및 폐수배출시설설치허가증(신고필증)에 기재된 종별을 기재
(22)	작성자 및 확인자	동 보고서식의 작성자 및 확인자의 근무부서, 전화번호 직위, 휴대폰(담당자), e-mail, 성명을 기재하고 서명

※ 전산으로 작성할 경우 사업장 소재지를 정확하게 기입하면 관할기관, 수계, 특별대책지역 등이 자동으로 입력됩니다.

2. 화학물질 배출량·이동량 조사표 작성방법

<table>
<tr><td rowspan="6">(1)
조사
대상
화학
물질</td><td colspan="2">가. 화학물질명

나. CAS 번호</td><td>◦ 부록 별표2의 “배출량조사대상 화학물질”의 목록에서 해당화학물질의 영문명과 CAS번호(Chemical Abstract Service Registry Number)를 기재
◦ 단, 부록 별표2에 CAS번호가 없는 포괄적인 물질명(예 : 주석 및 그 화합물, 크롬 및 그 화합물, 무기시안화합물, 카드뮴 및 그 화합물 등)에 해당되는 화학물질에 대해서는 IUPAC 또는 CA(Chemical Abstracts)명명법에 의한 화학물질명칭을 기입
※ 예 : 주석화합물에 해당되는 SnCl2 일 경우 화학물질이름을 주석 및 그 화합물로 기입하고, 배출량이동량은 Sn값만으로 산정(중금속에 대한 배출량이동량 산정은 본 지침서 p.45 참조)</td></tr>
<tr><td colspan="2">다. 사업장
최다 보관량</td><td>◦ 기입한 화학물질이 조사년도동안 보관·저장하였던 최고량을 “표 7”의 “최다 보관량 분류번호표”를 참고하여 해당번호를 기재</td></tr>
<tr><td rowspan="2">라.
취
급
량
및
용
도</td><td>①제 조 량
②사 용 량</td><td>◦ 기입한 화학물질이 조사년도동안 사업장에서 “톤” 단위로 생산된 량과 사용한 량
- “1부. 3장. 사업장에서 조사대상물질을 찾는 방법”을 참고하여 기입한 화학물질의 제조량을 파악</td></tr>
<tr><td>③용 도</td><td>◦ 기입한 화학물질의 대표적인 용도를 “표 8”의 “용도분류표”를 참조 하여 작성
◦ 해당용도가 분류표에 포함되어 있지 않을 경우는 용도명을 직접기재</td></tr>
<tr><td rowspan="6">(2)
조사
대상
화학
물질
환경
배출량</td><td rowspan="2">가.
대
기
배
출
량</td><td>①점오염원과
③비산오염원을
통한 배출량</td><td>◦ 조사년도동안 해당 화학물질이 점오염원. 비산오염원을 통해서 대기로 배출된 것으로 산정된 양을 “㎏” 단위로 기입
- “2부. 화학물질 환경배출량 및 이동량 산정방법” 참조</td></tr>
<tr><td>②④
산정방법</td><td>◦ 점오염원 배출량과 비산오염원 배출량을 산정하기 위하여 주로 사용한 배출량산정방법을 “표 9”의 “배출량·이동량산정방법”의 해당번호를 기입</td></tr>
<tr><td rowspan="2">나.
수
계
배
출
량</td><td>수 계
배출량</td><td>◦ 조사년도동안 해당 화학물질이 수계로 배출된 것으로 산정된 양을 “㎏” 단위로 기입
- “2부. 화학물질 환경배출량 및 이동량 산정방법” 참조</td></tr>
<tr><td>①산정방법</td><td>◦ 수계배출량을 산정하기 위하여 주로 사용한 배출량산정방법을 “표 9”의 “배출량·이동량산정방법”의 해당번호를 기입</td></tr>
<tr><td rowspan="2">다.
토
양
배
출
량</td><td>토 양
배출량</td><td>◦ 조사년도동안 해당 화학물질이 토양으로 배출된 것으로 산정된 양을 “㎏” 단위로 기입
- “2부. 화학물질 환경배출량 및 이동량 산정방법” 참조</td></tr>
<tr><td>①산정방법</td><td>◦ 토양배출량을 산정하기 위하여 주로 사용한 배출량산정방법을 “표 9”의 “배출량·이동량산정방법”의 해당번호를 기입</td></tr>
</table>

(3) 조사 대상 화학 물질 이동량	가. 폐수처리 업체로 이동량		◦ 조사년도동안 해당 화학물질이 폐수처리업체들로 이송된 총량을 산정하여 “㎏”단위로 기입 - “2부. 화학물질 환경배출량 및 이동량 산정방법” 참조
	나. 이동량 산정방법		◦ 해당 화학물질이 폐수처리업체로 이동된 양을 산정하기 위하여 주로 사용한 산정방법을 “표 9”의 “배출량이동량 산정방법”의 해당번호를 기입
	다.	① 폐수처리 업체명	◦ 사업장에서 이송된 폐수를 처리하는 폐수처리업체의 이름을 폐수배출시설 설치허가(신고필)증에 기재된 대로 기입
		② 폐수처리 업체허가번호	◦ 폐수처리업체가 폐수수탁처리(폐수재이용)업을 등록한 등록증의 등록번호를 기입(등록번호가 없는 경우 폐수처리업체의 전화번호를 기입)
		③ 폐수처리 업체사업자 등록번호	◦ 폐수처리업체의 사업자 등록번호를 기입
		④ 폐수처리 업체주소	◦ 폐수처리업체의 폐수처리장이 위치한 주소를 기입
	라. 폐수의 종류		◦ 폐수처리업체로 위탁 처리한 폐수의 종류를 “표 5-1”의 “폐수의 종류표”를 참고하여 해당분류번호를 기재
	마. 폐수처리 업체 처리방법		◦ 폐수처리업체에서 주로 사용하는 폐수처리방법을 “표 5”의 “폐수처리시설의 처리방법표”를 참고하여 해당분류번호를 기재
	바. 폐수처리 업체로 보낸 폐수 이동량		◦ 조사년도 한 해 동안 가. 항의 화학물질이 함유된 폐수가 폐수처리업체로 이송된 총량을 산정하여 “톤” 단위로 기입
	사. 폐수에 포함된 조사대상 화학 물질 이동량		◦ 조사년도 한 해 동안 해당 화학물질이 폐수처리업체로 이송된 총량중 바. 항으로 이송된 양을 산정하여 “㎏” 단위로 기입 - “2부. 화학물질 환경배출량 및 이동량 산정방법” 참조
	아. 폐기물 처리업체로 이동량		◦ 조사년도동안 해당 화학물질이 폐기물처리업체들로 이송된 총량을 산정하여 “㎏” 단위로 기입 - “2부. 화학물질 환경배출량 및 이동량 산정방법” 참조
	자. 이동량 산정방법		◦ 해당 화학물질이 폐기물처리업체로 이송된 양을 산정하기 위하여 주로 사용한 산정방법을 “표 9”의 “배출량이동량 산정방법”의 해당번호를 기입
	차	① 폐기물 처리 업체명	◦ 사업장에서 이송된 폐기물을 처리하는 폐기물처리업체의 이름을 관할관청에서 받은 허가증에 기입된 대로 기입
		② 폐기물 처리 업체허가번호	◦ 폐기물처리업체가 관할관청으로 받은 허가증에 기입된 허가번호를 기입(허가번호가 없는 경우 폐기물처리업체의 전화번호를 기입)
		③ 폐수처리 업체사업자 등록번호	◦ 폐수처리업체의 사업자 등록번호를 기입
		④ 폐수처리 업체주소	◦ 폐수처리업체의 폐수처리장이 위치한 주소를 기입
	카. 폐기물의 종류		◦ 폐기물처리업체로 위탁처리한 폐기물의 종류를 “표 6-1”의 폐기물의 종류표를 참고하여 해당분류번호를 기재
	타. 폐기물처리업체 처리방법		◦ 폐기물처리업체에서 주로 사용하는 폐기물처리방법을 “표 6”의 폐기물처리시설의 분류표를 참고하여 해당분류번호를 기재
	파. 폐기물처리업체로 보낸 폐기물 이동량		◦ 조사년도 한 해 동안 아.항의 화학물질이 함유된 폐기물이 폐기물처리업체로 이송된 총량을 산정하여 “톤” 단위로 기입
	하. 폐기물에 포함된 조사대상 화학물질 이동량		◦ 조사년도 한 해 동안 해당 화학물질이 폐기물처리업체로 이송된 총량중 파. 항으로 이송된 양을 산정하여 “㎏” 단위로 기입 - “2부. 화학물질 환경배출량 및 이동량 산정방법” 참조

	거. 자가매립량	자 가 매립량	◦ 조사년도동안 해당 화학물질이 자가 매립장에 매립된 것으로 산정된 양을 “㎏” 단위로 기입 - “2부. 화학물질 환경배출량 및 이동량 산정방법” 참조
		①산정방법	◦ 자가매립량을 산정하기 위하여 주로 사용한 배출량산정방법을 “표 9”의 “배출량·이동량산정방법”의 해당번호를 기입
(4) 조사대상 화학물질 배출량 감소 활동	가. 환경배출량	①전년도 환경배출량	◦ 조사년도의 전년도에 작성하여 제출한 환경배출총량을 기입 - 처음 조사대상 업소는 작성할 필요 없음
		②전년도 환경배출량/취급량	◦ 조사년도의 전년도에 작성하여 제출한 환경배출량(㎏)/취급량(톤) - 처음 조사대상 업소 작성할 필요 없음
		③조사년도 환경배출량	◦ 서식2의 (2)조사대상 화학물질 환경배출량(대기배출량+수계배출량+토양배출량)〕
		④조사년도 환경배출량(㎏)/취급량(톤)	◦ 〔서식2의 (2)조사대상 화학물질 환경배출량(대기배출량+수계배출량+토양배출량)〕÷〔서식2의 (1)조사대상 화학물질 라. 취급량의 ①제조량+②사용량〕
	나. 이동량	①전년도 이동량	◦ 조사년도의 전년도에 작성하여 제출한 이동량을 기입 - 처음 조사대상 사업장은 작성할 필요 없음
		②전년도 환경이동량/취급량	◦ 조사년도의 전년도에 작성하여 제출한 이동량(㎏)/취급량(톤)을 기입 - 처음 조사대상 사업장은 작성할 필요 없음
		③조사년도 이동량	◦ 서식2의 (3)조사대상 화학물질 이동량(폐수처리업체로이동량+폐기물처리업체로이동량)을 “㎏” 단위로 기입
		④조사년도 이동량(㎏)/취급량(톤)	◦ 〔서식2의 (3)조사대상 화학물질 이동량(폐수처리업체로이동량+폐기물처리업체로 이동량)〕÷〔서식2의 (1)조사대상 화학물질 라. 취급량의 ①제조량+②사용량〕
	다. 배출량 감소활동		◦ 조사대상 년도동안 해당 화학물질의 배출량을 감소시키기 위하여 사업장에서 실시한 조치내용을 “표 10”의 “배출량 감소 활동표”의 분류번호를 참조하여 모두 기재
	라. 주요배출량 감소활동		◦ [서식2의 (4)조사대상 화학물질 배출량감소활동의 다. 배출량 감소활동]에 기입한 항목 중 조사대상년도 동안 실시한 감소활동을 한 내역을 투자액, 개선시설, 등을 간략하게 작성

〈표 1〉 관할기관(지방환경관서)별 분류번호표

분류번호	관 할 기 관	분류번호	관 할 기 관
6100	한강유역환경청	6110	원주지방환경청
6200	낙동강유역환경청	6210	대구지방환경청
6300	금강유역환경청		
6400	영산강유역환경청	6410	전북지방환경청

<표 2> 산단분류 번호표

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
	서울특별시	21023	부산생곡일반산단
11001	한국수출산업국가산단(서울 디지털)	21024	부산성우일반산단
11002	서울온수일반산단	21025	부산신소재일반산단
11003	마곡일반산단	21026	부산에코장안일반산단
	부산광역시	21027	부산오리일반산단
21001	명지녹산국가산단	21028	부산정관코리일반산단
21002	서부산스마트밸리(구.신평장림일반산단)	21029	부산정주일반산단
21003	신호일반산단	21030	부산지사2일반산단
21004	부산과학일반산단	21031	부산풍상일반산단
21005	센텀시티일반산단	21032	부산신항배후국제산업물류도시일반산단
21006	사상공업지역	21033	회동석대도시첨단산단
21007	정관일반산단	21034	지사글로벌일반산단
21008	장안일반산단	21035	부산에코델타시티첨단일반산단
21009	기룡일반산단	21036	모라첨단일반산단
21010	화전일반산단		**대구광역시**
21011	지사외국인투자지역	22001	검단일반산단
21012	미음일반산단	22002	대구염색일반산단
21013	기룡제2차일반산단	22003	달성제1차일반산단
21016	부산강서보고일반산단	22004	성서제1~4차일반산단
21017	동부산E-PARK 일반산업단지 (구.부산기장대우일반산단)	22005	달성제2차일반산단
21018	부산동남권방사선의과학일반산단	22006	서구서대구산단
21019	부산명동지구일반산단	22007	북구대구3산단
21021	부산반룡일반산단	22008	대구이시아폴리스일반산업단지
21020	부산명례일반산단	22010	성서제5차첨단일반산단
21022	부산산양일반산단	22011	대구테크노폴리스일반산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
22012	달성외국인투자지역	24006	소촌일반산단
22013	대성하이스코일반산단 (구.달성대성하이스코일반산단)	24007	평동일반산단
22014	대구국가산단	24009	광주진곡일반산단
22015	대구출판일반산단	24010	광주과학산업공단
22016	대구신서혁신도시 도시첨단산단	24011	평동3차일반산단
	인천광역시	24012	광주빛그린국가산단
23001	남동국가산단	24013	광주에너지밸리일반산단
23002	인천기계일반산단	24014	광주연구개발특구첨단3지구
23003	인천일반산단	24015	남구첨단일반산단
23004	인천서부일반산단		**대전광역시**
23005	강화하점일반산단	25001	대전제1일반산단
23006	청라제1지구일반산단	25002	대전제2일반산단
23007	한국수출산업(부평)국가산단	25003	대전제3지방산단
23008	한국수출산업(주안)국가산단	25006	대덕연구단지(국가산단)
23009	뷰티풀파크일반산단(구.검단일반산단)	25007	대덕연구개발특구국가산단
23010	송도지식정보일반산단	25008	대전하소친환경일반산단
23011	강화일반산단	25009	평촌일반산단
23012	인천I-FoodPark일반산단		**울산광역시**
23013	인천서운일반산단	26001	울산미포국가산단
23014	인천서부자원순환특화일반산단	26002	온산국가산단
23015	IHP(인천경제자유구역)도시첨단산단	26003	매곡일반산단
	광주광역시	26004	모듈화일반산단
24001	평동외국인투자지역	26005	길천일반산단
24002	광주첨단과학국가산단	26007	중산일반산단
24003	하남일반산단	26008	봉계일반산단
24004	본촌일반산단	26009	울산HighTechValley일반산단
24005	송암일반산단	26010	이화일반산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
26011	KCC울산일반산단	41013	파주문발제2일반산단
26012	매곡2차일반산단	41014	포천신평일반산단
26013	매곡3차일반산단	41015	양주상수일반산단
26014	울산(자유무역)일반산단	41016	양주도하일반산단
26015	울산반천일반산단	41017	동두천일반산단
26016	울산신일반산단	41018	동두천상봉암일반산단
26017	울산와지일반산단	41019	안성제1일반산단
26018	울산작동일반산단	41020	안성제2일반산단
26019	울산전읍일반산단	41021	안성제3일반산단
26020	울산테크노일반산단	41022	안성공도일반산단
26021	중산2차일반산단	41023	안성가율일반산단
26022	에너지융합일반산단	41024	안성동항일반산단
26023	GW일반산단	41025	안성원곡일반산단
26024	모바일테크밸리일반산단	41026	안성미양제2일반산단
	경기도	41027	안성금산일반산단
41001	반월특수지역국가산단(반월지구)	41028	안성덕산일반산단
41002	반월특수지역국가산단(시화지구)	41029	안성장원일반산단
41003	파주출판문화정보국가산단	41030	안성두교일반산단
41004	파주탄현일반산단	41031	가평목동일반산단
41005	성남일반산단	41032	김포학운일반산단
41006	평택송탄일반산단	41033	김포율생일반산단
41007	평택일반산단	41034	의정부용현일반산단
41008	평택장당일반산단	41035	파주오산일반산단
41009	평택어연한산일반산단	41036	김포상마일반산단
41010	화성향남제약일반산단	41037	여주장안일반산단
41011	안산반월도금일반산단	41038	포천양문일반산단
41012	파주문발제1일반산단	41039	화성일반산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
41040	평택추팔일반산단	41070	양주남면일반산단
41041	평택칠괴일반산단	41071	연천백학일반산단
41042	양주검준일반산단	41072	평택오성일반산단
41043	화성마도일반산단	41073	아산국가산단(우정지구)
41044	화성발안일반산단	41074	김포통진(팬택)일반산단
41046	파주금파일반산단	41077	안성월정일반산단
41047	평택현곡일반산단	41078	안성장원제2일반산단
41048	아산국가산단(포승,원정지구)	41079	양주홍죽일반산단
41049	파주탄현중소기업전용국가산단	41080	여주강천일반산단
41050	안성용월일반산단	41081	오산가장제2일반산단
41052	화성화남일반산단	41082	용인테크노밸리
41053	남양주금곡일반산단	41083	이천장호원일반산단
41054	수원델타플렉스(1블록)	41084	파주신촌일반산단
41056	양주구암일반산단	41085	파주축현일반산단
41057	화성장안첨단제1일반산단(외)	41086	파주월롱첨단일반산단
41058	화성장안첨단제2일반산단(외)	41087	평택서탄일반산단
41059	파주LCD일반산단	41088	평택포승제2일반산단
41060	오산가장일반산단	41090	화성팔탄(한미)일반산단
41061	부천오정일반산단	41091	김포학운2일반산단
41062	평택진위일반산단	41093	수원델타플렉스(3블록)
41063	김포양촌일반산단	41094	안성방초일반산단
41064	파주문산첨단일반산단(당동지구)(외)	41095	안성제4일반산단
41065	파주문산첨단일반산단(선유지구)	41097	파주법원일반산단
41066	김포항공일반산단	41125	용인통삼일반산단
41067	남양주팔야일반산단	41126	이천관리일반산단
41068	동두천제2일반산단	41127	이천대월일반산단
41069	수원델타플렉스(2블록)	41128	이천도드람일반산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
41129	이천도암일반산단	41156	연천BIX(은통)일반산단
41130	이천모가일반산단	41157	파주축현2일반산단
41131	이천설성일반산단	41158	오산가장제3일반산단
41132	이천신갈일반산단	41159	용인기흥ICT밸리도시첨단산단
41133	이천신둔일반산단	41160	제일바이오일반산단
41134	파주적성일반산단	41161	팔곡일반산단
41135	평택LG Digital Park일반산단	41162	농서일반산단
41136	평택고렴일반산단	41163	평택드림테크일반산단
41137	평택진위2일반산단	41164	파평일반산단
41138	포천금현일반산단	41165	매화일반산단
41139	포천용정일반산단	41166	원삼일반산단
41140	한강시네폴리스일반산단	41167	파주스튜디오시티일반산단
41141	안녕일반산단	41168	완장일반산단
41142	화성정남일반산단	41169	안성마정일반산단
41143	화성주곡일반산단	41170	지곡일반산단
41144	화성전곡해양일반산업단지	41171	대포일반산단
41145	장자일반산단	41172	김포학운6일반산단
41146	평택BIX(경기경제자유구역)일반산단	41173	김포학운5일반산단
41147	평촌스마트스퀘어도시첨단산단	41174	김포학운4-1일반산단
41148	남이천일반산단	41175	김포학운3일반산단
41149	남양주진관일반산단	41176	동진일반산단
41150	화성영진바이오일반산단	41177	이천유산일반산단
41151	연천백학통구일반산단	41178	동탄도시첨단산단
41152	안성개정지방일반산단	41179	용인기흥힉스첨단일반산단
41153	용인패키징디자인일반산단	41180	판교제2테크노밸리
41154	화성송산테크노파크	41181	한컴일반산단
41155	의왕테크노파크		**강원도**

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
42001	북평국가산단	42032	옥계첨단소재융합일반산단
42002	춘천후평일반산단	42033	남춘천일반산단
42003	원주우산일반산단	42034	플라즈마일반산단
42004	원주문막일반산단		**충청북도**
42005	강릉중소일반산단	43001	보은국가산단
42007	홍천북방일반산단	43002	오송생명과학과학산단
42008	강릉과학일반산단	43003	청주일반산단
42010	원주동화일반산단	43004	충주제1일반산단
42011	동해자유무역지역	43005	남청주현도일반산단
42012	춘천남면일반산단	43006	충주제5일반산단
42013	동해송정일반산단	43007	음성대풍일반산단
42015	원주문막반계일반산단	43008	음성하이텍일반산단
42016	원주부론일반산단	43009	음성맹동일반산단
42017	원주자동차부품일반산단	43010	음성이테크일반산단
42018	춘천전력IT문화복합일반산단	43012	청원오창과학일반산단
42020	횡성우천일반산단	43013	오창외국인투자지역
42021	춘천도시첨단문화산단	43014	진천이월일반산단
42022	동춘천일반산업단지	43015	충주중원일반산단
42023	강릉옥계일반산단	43017	음성금왕일반산단
42024	동해북평제2일반산단	43018	제천일반산단
42025	삼척종합발전일반산단	43020	단양일반산단
42026	삼척호산일반산단	43021	증평일반산단
42027	원주포진일반산단	43022	청주도시첨단문화지방산단
42028	춘천도시첨단정보산단	43023	충주특화기술일반산단
42029	삼성SDS춘천센터도시첨단산단	43024	충주첨단일반산단
42030	네이버도시첨단산단	43025	음성감곡일반산단
42031	태백동점일반산단	43026	충청북도수산식품일반산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
43030	괴산첨단일반산단	43060	진천산수일반산단
43031	보은동부일반산단	43061	진천죽현일반산단
43033	영동일반산단	43062	진천케이푸드밸리일반산단
43034	영동주곡일반산단	43063	초평은암일반산단
43035	옥천청산일반산단	43064	충주DH일반산단
43036	음성감곡상우일반산단	43065	충주KGC예본일반산단
43037	음성용산일반산단	43066	충주대신일반산단
43038	음성원남일반산단	43067	충주만정일반산단
43039	음성중부일반산단	43068	충주메가폴리스일반산단
43040	제천제2일반산단	43069	동충주일반산단
43042	진천일반산단	43070	충주인프라시티일반산단
43043	문백태흥일반산단	43071	충주제3일반산단
43044	청원오창제2일반산단	43072	충주제4일반산단
43045	청원옥산일반산단	43073	충북진천·음성혁신도시 도시첨단산단
43046	청주테크노폴리스일반산단	43074	괴산대제(건축자재)일반산단
43048	괴산자연드림파크산업단지	43075	청주강내일반산단
43049	오송제2생명과학일반산단	43076	제천제3일반산단
43050	오창제3일반산단	43077	옥천테크노밸리
43051	음성리노삼봉일반산단	43078	음성성본일반산단
43052	음성생극일반산단	43079	진천에스폼일반산단
43053	음성오선일반산단	43080	충주화석일반산단
43054	음성유촌일반산단	43081	제천봉양일반산단
43055	음성육령일반산단	43082	금왕테크노밸리일반산단
43056	증평2일반산단	43083	맹동인곡일반산단
43057	증평덕유일반산단	43084	서오창테크노밸리일반산단
43058	진천문백금성일반산단	43085	진천테크노폴리스일반산단
43059	진천문백정밀기계일반산단		**충청남도**

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
44002	아산국가산단(고대,부곡지구)	44031	서산대산일반산단
44003	석문국가산단	44033	아산테크노밸리일반산단
44005	천안제2일반산단	44034	세종전의제2일반산단
44006	천안제3일반산단	44035	장항국가생태산단(구.장항국가산단)
44007	천안제4일반산단	44036	공주유구자카드일반산단
44008	천안천흥일반산단	44037	공주탄천일반산단
44009	천안마정기계일반산단	44038	논산제2일반산단
44010	보령관창일반산단	44039	당진송산2일반산단
44011	아산운용일반산단	44040	당진합덕일반산단
44012	아산제2테크노밸리일반산단	44041	보령영보일반산단
44013	아산인주1지방산단	44042	서산인더스밸리일반산단
44014	아산현대모터스밸리	44043	서산테크노밸리일반산단
44015	서산대죽일반산단	44044	아산인주일반산단
44016	서산오토밸리일반산단	44045	예산일반산단
44017	금산일반산단	44046	천안제5일반산단
44018	예산신소재일반산단	44047	천안풍세일반산단
44019	아산디스플레이시티1일반산단	44048	홍성일반산단
44020	계룡제1일반산단	44049	논산동산일반산단
44021	논산일반산단	44050	당진1철강일반산단
44022	예산예당일반산단	44051	당진합덕인더스파크일반산단
44023	고정국가산단	44052	대산3일반산단
44024	대죽자원비축산단	44053	대산컴플렉스일반산단
44025	천안산업기술일반산단	44054	서산현대대죽일반산단
44027	군장국가산단(장항지구)	44055	씨지엔대산전력일반산단
44028	아산디스플레이시티2일반산단	44056	아산디지털일반산단
44029	인주외국인투자지역	44057	태안도시첨단산단
44030	현대제철일반산단	44058	천안LG생활건강퓨처일반산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
44059	아산탕정일반산업단지	45008	익산제2일반산단
44060	보령웅천일반산업단지	45009	정읍제1일반산단
44061	남공주일반산단	45010	정읍제2일반산단
44062	아산탕정테크노일반산단	45011	정읍제3일반산단
44063	아산스마트밸리일반산단	45012	김제순동일반산단
44064	염치일반산단	45013	군산일반산단
44065	음봉일반산단	45014	완주전주과학산업연구단지
44066	내포도시첨단일반산단	45016	전주도시첨단산단
	세종특별자치시	45018	전주시자원순환특화일반산단
44701	소정일반산단	45019	군산새만금일반사업단지
44702	세종명학일반산단	45020	김제지평선일반산단
44703	세종미래일반산단	45021	부안신·재생에너지일반산단
44704	세종첨단일반산단	45022	익산일반산단
44705	월산일반산단	45023	익산제4일반산단
44706	전의일반산단	45024	전주친환경첨단복합일반산단
44707	조치원일반산단	45025	정읍첨단과학(RFT)일반산단
44708	부강일반산단	45026	고창일반산단
44709	전의2일반산단	45027	남원일반산단
44710	행정중심복합도시4-2생활권첨단일반산단	45028	완주테크노밸리일반산단
	전라북도	45029	익산제3일반산단
45001	군산국가산단	45030	새만금지구국가산단
45002	익산국가산단		**전라남도**
45003	군산2국가산업단지	46001	대불국가산단
45004	군산자유무역지역	46002	대불자유무역지역
45005	전주제1일반산단	46003	대불외국인투자지역
45006	전주제2일반산단	46004	광양국가산단
45007	완주일반산단	46005	여수국가산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
46006	여수오천일반산단	46042	함평빛그린국가산단
46007	나주문평일반산단	46043	무안항공특화일반산단
46008	순천일반산단	46044	황금일반산단
46009	영암삼호일반산단		**경상북도**
46013	목포삽진일반산단	47001	포항국가산단
46014	나주일반산단	47002	구미국가산단
46015	순천해룡일반산단	47003	구미외국인투자지역
46016	삼일자원비축단지	47005	경산1일반산단
46018	율촌제1일반산단	47006	칠곡왜관일반산단
46021	화순생물의약일반산단	47007	고령1일반산단
46023	강진성전일반산단	47008	경주외동1지방산단
46025	광양익신일반산단	47009	영주일반산단
46026	광양신금일반산단	47010	고령개진일반산단
46027	나주혁신일반산단	47011	경산2일반산단
46028	목포대양일반산단	47012	경주건천제1일반산단
46029	목포세라믹일반산단	47014	성주월항일반산단
46031	영광대마전기자동차일반산단	47015	경주건천제2일반산단
46032	장성나노기술일반산단	47016	경주화산일반산단
46033	장흥바이오식품일반산단	47018	상주청리일반산단
46034	진도군내일반산단	47019	경주석계일반산단
46035	해남화원조선일반산단	47020	고령성산일반산단
46036	광양세풍일반산단	47021	김천1차지방산단
46037	나주신도일반산단	47022	김천2차지방산단
46038	에코하이테크담양일반산단	47024	월성전원단지
46039	동함평일반산단	47025	고령2일반산단
46040	여수묘도녹색일반산단	47026	경주외동2지방산단
46041	운남일반산단	47027	경주천북일반산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
47028	안동경북바이오일반산단	47059	경주제내2일반산단
47029	포항영일만일반산단	47060	경주제내5일반산단
47030	경산3일반산단	47061	경주천북2일반산단
47031	상주한방일반산단	47062	고령열뫼일반산단
47032	포항영일만제2일반산단	47063	동고령일반산단
47034	구미하이테크밸리	47065	문경신기제2일반산단
47035	포항블루밸리	47066	성주2일반산단
47036	경산1-1일반산단	47067	SK스페셜티일반산단
47037	경주문산일반산단	47068	영주가흥일반산단
47038	경주석계2일반산단	47069	영주갈산일반산단
47039	경주외동일반/외동제2일반산단	47070	영천고경일반산단
47041	김천일반산단	47071	영천첨단부품소재일반산단
47042	문경신기일반산단	47072	칠곡연화일반산단
47043	성주일반산단	47073	포항광명일반산단
47044	영주두전일반산단	47074	영일만3일반산단
47046	칠곡왜관3일반산단	47075	경산4일반산단
47047	포항제4일반산단	47076	상주일반산단
47049	경주강동일반산단	47077	영일만4일반산단
47050	경주건천용명일반산단	47078	명계3일반산단
47051	경주구어2일반산단		**경상남도**
47052	경주나아일반산단	48001	옥포국가산단
47053	경주녹동일반산단	48002	죽도국가산단
47054	경주명계2일반산단	48003	진해국가산단
47055	경주모화일반산단	48004	창원국가산단
47056	경주문산2일반산단	48005	안정국가산단
47057	경주서동일반산단	48006	진주상평일반산단
47058	경주석계4일반산단	48007	양산일반산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
48008	사천제1일반산단	48042	산청매촌제2일반산단
48009	함안칠서일반산단	48043	양산산막일반산단
48010	진해마천일반산단	48044	창녕대합일반산단
48011	양산어곡일반산단	48045	창원일반산단
48012	김해덕암일반산단	48046	함안일반산단
48013	사천제2일반산단	48048	함양일반산단
48014	진주(사봉)일반산단	48049	함양휴천일반산단
48016	지세포자원비축단지	48050	거제모사일반산단
48017	사천외국인투자지역	48051	고성대가룡일반산단
48018	진주사봉지방산단	48052	고성율대일반산단
48019	마산진북일반산단	48053	김해가산일반산단
48020	거제오비일반산단	48054	김해나전2일반산단
48021	밀양사포일반산단	48055	김해나전일반산단
48022	창원덴소도시첨단	48056	김해덕암2일반산단
48023	진주정촌일반산단	48057	김해명동일반산단
48024	진해남양일반산단	48058	김해병동일반산단
48025	진해죽곡일반산단	48059	김해사이언스파크일반산단
48026	하동갈사만조선일반산단	48061	김해신천일반산단
48028	하동대송일반산단	48062	김해오척일반산단
48029	고성내산일반산단	48063	김해이노비즈밸리일반산단
48030	고성대독일반산단	48064	김해이지(Eco-Zone)일반산단
48031	고성봉암일반산단	48065	김해주호일반산단
48035	거창일반산단	48066	김해테크노밸리일반산단
48036	김해GoldenRoot일반산단	48067	사천대동일반산단
48038	밀양용전일반산단	48068	사천종포일반산단
48039	밀양하남일반산단	48069	사천축동일반산단
48041	산청매촌일반산단	48070	사천향촌2일반산단

분류 번호	산 업 단 지 명	분류 번호	산 업 단 지 명
48071	사천홍사일반산단	48096	통영법송2일반산단
48072	서김해일반산단	48097	통영법송동원일반산단
48073	양산덕계경동스마트밸리일반산단	48098	통영안정일반산단
48074	양산덕계일반산단	48099	함안가연일반산단
48075	양산서창일반산단	48100	함안군북월촌일반산단
48076	양산석계2일반산단	48101	함안대사일반산단
48077	양산어곡제2일반산단	48102	함안법수강주일반산단
48078	양산용당일반산단	48103	함안법수우거일반산단
48079	양산유산일반산단	48104	함안사내일반산단
48080	의령대의일반산단	48105	함안장지일반산단
48081	제주용암해수일반산단	48106	양산가산일반산단
48082	진주가산일반산단	48107	산청한방항노화일반산단
48083	진주뿌리일반산단	48108	AM하이테크일반산단
48084	진주지수일반산단	48109	창원동전일반산단
48085	창녕넥센일반산단	48110	남양지구일반산단
48086	창녕억만일반산단	48111	김해대동첨단일반산단
48087	창녕하리일반산단	48112	밀양나노융합국가산단
48088	창원명지녹산국가산단	48113	장좌일반산단
48089	창원상복일반산단	48114	이당일반산단
48090	창원수곡일반산단	48115	마산자유무역지역국가산단
48091	창원진전평암일반산단		**제주특별자치도**
48092	창원창곡일반산단	49001	제주첨단과학기술국가산단
48093	창원천선일반산단	49002	용암해수일반산단
48094	칠북영동일반산단		**기타**
48095	칠원용산일반산단	50000	기타 위분류외 공단

비고 한국산업단지공단(http://www.kicox.or.kr/)의 “전국산업단지현황통계 통계표(2025년3분기)” 참고(단, 산업단지가 “미개발”, “조성이 완료되었으나 가동 전”인 경우는 제외)

<표 3> 농공단지 분류 번호표

코드	내용	코드	내용	코드	내용
	부산광역시	4231	고성·향목지구	4335	괴산·괴산지구
2101	기장·정관지구	4232	영월·영월지구	4336	보은·보은지구
		4233	영월·영월제3지구	4337	영동·법화지구
	대구광역시	4234	영월·팔괴지구	4338	영동·영동지구
2201	달성·구지지구	4235	인제·원통지구	4339	옥천·구일지구
2202	달성·옥포지구	4236	정선·예미지구	4340	옥천·옥천지구
2203	군위·군위지구	4237	정선·증산지구	4341	음성·음성지구
2204	군위·효령지구	4238	정선·함백지구	4342	진천·광혜원지구
		4239	평창·방림지구	4343	진천·문맥지구
	광주광역시	4240	평창·평창지구	4344	진천·이월지구
2401	광산·소촌지구	4241	홍천·원천지구	4345	진천·이월전기전자지구
		4242	횡성·공근지구	4346	진천·진천지구
	울산광역시	4243	횡성·우천제2지구	4347	청원·내수지구
2601	북구·달천지구	4244	속초·대포제3지구	4348	제천·양화테크노빌
2602	울주·두동지구	4245	철원·동송지구	4349	단양·매포자원순환
2603	울주·두서지구	4246	양양·양양제2그린지구	4350	증평·증평테크노밸리
2604	울주·상북지구	4247	강릉·주문진제2지구	4351	진천·광혜원제2지구
		4248	속초·대포제1지구	4352	괴산·괴산발표식품
	경기도	4249	인제·귀둔지구	4353	옥천·옥천의료기기
4101	안성·미양지구	4250	춘천·퇴계제2지구		
					충청남도
	강원도		**충청북도**	4404	금산·복수지구
4201	횡성·묵계지구	4304	중원·주덕지구	4406	천안·백석지구
4203	춘천·창촌지구	4305	옥천·동이지구	4407	논산·가야곡지구
4204	홍성·양덕원지구	4306	괴산·사리지구	4409	당진·합덕지구
4205	원주·문막지구	4307	음성·삼성지구	4410	천안·동면지구
4206	명주·주문진지구	4308	증평·도안테크노밸리	4411	천안·목천지구
4207	고성·해양심층수전용지구	4309	영동·용산지구	4412	아산·탕정지구
4208	철원·갈말지구	4311	진천·덕산지구	4413	아산·둔포지구
4209	횡성·우천지구	4312	충주·가주지구	4414	아산·영인지구
4210	삼척·근덕지구	4313	청주·현도지구	4415	아산·신창지구
4212	원주·태장지구	4314	제천·강저테크노빌	4416	청양·정산지구
4213	춘천·퇴계지구	4318	제천·금성테크노빌	4417	보령·주포지구
4214	춘천당림지구	4320	진천·초평지구	4419	서산·성연지구
4215	홍천·상오안지구	4323	음성·금왕지구	4420	홍성·광천지구
4216	속초·대포지구	4324	옥천·청산지구	4421	당진·면천지구
4217	태백·철안지구	4325	충주·중앙탑지구	4422	공주·유구지구
4221	양양·포월지구	4326	단양·대강지구	4425	논산·은진지구
4222	철원·김화지구	4327	제천·송학테크노빌	4426	논산·연산지구
4223	양구·하리지구	4328	제천·고암테크노빌	4427	공주·정안지구
4226	삼척·도계지구	4329	충주·용탄지구	4429	공주·계룡지구
4227	원주·동화지구	4331	보은·장안지구	4431	홍성·구항지구
4228	춘천·거두지구	4332	단양·적성지구	4432	서천·장항원수지구
4229	춘천·수동지구	4333	옥천·이원지구	4433	공주·검상지구
4230	태백·장성지구	4334	보은·삼승지구	4435	부여·은산산업단지지구

코드	내용	코드	내용	코드	내용
4436	당진·신평지구	4482	보령·대천지구	4533	임실·오수지구
4437	서산·고북지구	4483	보령·주포제2지구	4534	순창·풍산지구
4438	금산·금성지구	4484	보령·청소지구	4535	부안·부안지구
4440	예산·충남동물약품수출단지	4485	아산·도고지구	4536	남원·인월지구
4441	부여·임천산업단지지구	4486	아산·둔포제2지구	4537	남원·노암지구
4442	당진·석문지구	4487	금산·인삼약초특화지구	4538	김제·월촌지구
4443	보령·웅천지구	4488	서천·서면지구	4539	김제·서흥지구
4444	서천·종천지구	4489	서천·종천2지구	4540	김제·봉황지구
4445	태안·태안지구	4490	예산·증곡전문지구	4542	김제·대동전문지구
4446	청양·화성지구	4491	홍성·갈산전문지구	4543	군산·옥구지구
4447	청양·비봉지구	4492	홍성·광천김특화지구	4544	군산·성산지구
4448	서산·수석지구	4493	홍성·은하전문지구	4545	군산·서수지구
4449	보령·주산지구	4494	청양·운곡2지구	4546	남원·광치2지구
4450	예산·응봉지구	4495	계룡·계룡제2지구	4547	남원·노암제2지구
4451	예산·고덕지구	4496	논산·강경지구	4548	익산·왕궁지구
4452	부여·장암산업단지지구	4497	부여·은산패션전문지구	4549	정읍·태인지구
4453	부여·홍산산업단지지구	4498	공주·정안1지구	4550	고창·복분자지구
4454	공주·보물지구	4499	논산·노성특화지구	4551	고창·흥덕지구
4455	공주·우성지구	44100	부여·은산2산업단지	4552	무주·무주지구
4456	공주·의당복합지구	44101	보령·청라지구	4553	무주·무주제2지구
4457	공주·장기지구			4554	부안·부안제2지구
4458	금산·추부지구		**전라북도**	4555	순창·쌍암지구
4459	논산·동산지구	4502	임실·신평지구	4556	진안·진안제2지구
4460	논산·양지지구	4503	김제·황산지구	4557	진안·진안홍삼한방지구
4461	논산·연무지구	4504	정주·농소지구	4558	군산·임피지구
4462	당진·당진지구	4506	순창·가남지구	4559	순창·인계지구
4463	당진·송악지구	4507	진안·연장지구	4560	남원·노암제3지구
4464	당진·한진지구	4508	정읍·북면지구	4561	장수·장수지구
4465	보령·웅천석재지구	4509	익산·삼기지구	4562	임실·임실제2지구
4466	서산·명천자동차전문지구	4510	완주·이서특별지구	4563	순창·풍산제2지구
4467	아산·득산지구	4512	고창·고수지구	4564	정읍·소성특화지구
4468	아산·배미지구	4513	부안·줄포지구	4565	부안·부안제3지구
4469	아산·신인지구	4514	장수·천천지구	4566	익산·함열지구
4470	연기·응암지구	4518	김제·만경지구	4567	정읍·철도산업지구
4471	예산·관작전문지구	4519	익산·황등지구		
4472	예산·삽교전문지구	4520	남원·광치지구		**전라남도**
4473	예산·예덕지구	4521	남원·어현지구	4601	함평·학교지구
4474	예산·예산지구	4523	고창·아산지구	4602	영암·신북지구
4475	천안·직산지구	4524	정읍·고부지구	4603	나주·동수지구
4476	청양·운곡지구	4525	무주·안성지구	4604	장성·동화지구
4477	청양·학당지구	4526	익산·낭산지구	4605	목포·산정지구
4478	홍성·결성전문지구	4529	정읍·신태인지구	4606	무안·삼향지구
4479	홍성·은하지구	4530	정읍·신용전문지구	4607	곡성·입면지구
4480	공주·월미지구	4531	장수·장계지구	4608	강진·마량지구
4481	논산·양지제2지구	4532	임실·임실지구	4609	담양·무정지구

코드	내용	코드	내용	코드	내용
4610	화순·능주지구	4655	담양·에코-하이테크	4752	김천·지례지구
4611	보성·벌교지구	4656	해남·화원조선	4753	문경·가은지구
4612	나주·봉황지구	4657	화순·화순식품	4754	문경·영순지구
4613	고흥·풍양지구	4658	구례·자연드림파크2단지	4755	안동·남후지구
4614	해남·옥천지구	4659	강진·칠량지구	4756	영덕·영덕지구
4615	장성·삼계지구	4660	무안·몽탄특화지구	4757	영주·봉현지구
4616	무안·청계지구			4758	영주·장수지구
4617	순천·주암지구		**경상북도**	4759	영주·휴천지구
4618	화순·도곡지구	4701	영천·고경지구	4760	포항·청하지구
4619	구례·간전지구	4702	상주·외답지구	4761	문경·가은제2지구
4620	영암·군서지구	4703	안동·남선지구	4762	문경·영순제2지구
4622	영광·군서지구	4705	성주·선남지구	4763	상주·함창제2지구
4623	담양·금성지구	4706	영천·화산지구	4764	상주·화서제2지구
4624	곡성·겸면지구	4707	경주·외동지구	4765	영주·문수지구
4625	무안·일로지구	4708	경주·안강지구	4766	봉화·봉화제2지구
4626	장흥·장평지구	4709	구미·고아지구	4767	의성·의성지구
4627	보성·미력지구	4711	문경·산양지구	4768	의성·단밀지구
4628	곡성·석곡지구	4712	고령·쌍림지구	4769	청도·청도지구
4629	완도·완도지구	4714	영천·본촌지구	4770	문경·산양제2지구
4630	진도·고군지구	4715	김천·대광지구	4771	울진·평해지구
4628	나주·오량지구	4716	영천·북안지구	4772	봉화·유곡지구
4629	여수·화양지구	4717	경주·건천지구	4773	영덕·로하스특화지구
4630	화순·동면지구	4720	경주·내남지구	4774	영덕·영덕제2지구
4632	완도·죽청지구	4721	영천·도남지구	4775	예천·예천제2지구
4634	화순·이양지구	4722	예천·예천지구	4776	칠곡·농기계특화지구
4635	나수·금천지구	4723	상주·공성지구	4777	영양·남영양지구
4636	나주·노안지구	4727	성주·성산지구	4778	울진·죽변해양바이오지구
4637	나주·문평지구	4729	칠곡·기산지구	4779	구미·고아제2지구
4638	무안·청계2지구	4730	상주·화동지구		
4639	보성·조성지구	4732	구미·해평지구		**경상남도**
4640	신안·지도지구	4734	의성·다인지구	4801	함양·이은지구
4641	영광·칠곡지구	4735	영주·적서지구	4802	함안·군북지구
4642	장성·동화전자종합지구	4736	고령·개진지구	4803	합천·율곡지구
4643	진도·군내지구	4737	청도·풍각지구	4804	창녕·남지지구
4644	함평·함평지구	4739	봉화·봉화지구	4805	밀양·부북특별지구
4645	장흥·장흥지구	4740	문경·마성지구	4806	거창·남산지구
4646	함평·해보지구	4741	성주·월항지구	4807	거창·당산지구
4647	장흥·장평제2지구	4742	안동·풍산지구	4808	양산·웅상지구
4648	완도·해양생물특화지구	4743	경주·서면지구	4810	거창·정장지구
4649	해남·땅끝해남식품특화지구	4744	김천·감문지구	4811	고성·율대지구
4650	고흥·청정식품	4745	상주·화서지구	4812	의령·동동지구
4651	구례·자연드림파크	4746	울진·울진지구	4813	진주·진성지구
4652	영암·영암특화지구	4747	의성·봉양지구	4814	김해·진영(죽곡)지구
4653	영광·송림그린테크	4748	상주·함창지구	4815	밀양·상남특별지구
4654	화순·동면제2지구	4751	김천·아포지구	4816	사천·곤양지구

코드	내용	코드	내용	코드	내용
4817	하동·고전지구	4867	진주·생물산업전문		
4819	남해·고현지구	4868	진주·실크융복합전문단지		
4820	창녕·대합지구	4869	거창·석강제2지구		
4821	밀양·하남지구	4870	고성·마동지구		
4822	밀양·초동특별지구	4871	산청·금서제2지구		
4823	의령·정곡지구	4872	산청·산청지구		
4824	함안·파수지구	4873	창녕·서리전문지구		
4825	함안·법수지구	4874	창녕·송진전문지구		
4826	함안·산인지구	4875	함안·모로지구		
4828	창원·진북지구	4876	함안·장암지구		
4830	사천·사남지구	4877	함안·칠원용산지구		
4831	하동·적량지구	4878	함안·칠원운서지구		
4832	거창·서울우유지구	4879	함안·황사지구		
4833	합천·야로지구	4880	함양·안의전문지구		
4834	함양·수동지구	4881	밀양·대미지구		
4835	의령·부림지구	4882	고성·제일지구		
4836	고성·회화지구	4883	거창·승강기전문단지		
4838	산청·금서지구	4884	함양·안의제2전문지구		
4839	의령·봉수지구	4885	산청·화현지구		
4840	함안·가야지구	4886	함양·함양중방전문단지		
4841	진양·이반성지구				
4843	합천·적중지구		**제주도**		
4844	거창·석강지구	4901	북제주·구좌지구		
4845	김해·나전지구	4902	북제주·금릉지구		
4846	김해·내삼지구	4903	남제주·대정지구		
4847	김해·병동지구				
4848	김해·봉림지구	5000	기타 위 분류외 농공단지		
4849	김해·안하지구				
4850	마산·진북신촌특별지구		**세종특별자치시**		
4851	사천·두량전문지구	5001	세종·부용지구		
4852	사천·송포지구	5002	세종·노장지구		
4853	진주·대곡지구	5003	세종·응암지구		
4854	진주·사봉지구	5004	세종·청송지구		
4855	창녕·대지지구				
4856	하동·진교지구				
4857	함양·원평지구				
4858	고성·세송지구				
4859	거제·한내조선특화				
4860	김해·본산지구				
4861	김해·하계지구				
4862	밀양·미전지구				
4863	밀양·제대지구				
4864	밀양·춘화지구				
4865	사천·축동구호지구				
4866	사천·향촌삽재지구				

<표 4> 수계별 수역구간 분류 번호표

수계분류				분할지점	하천명
대권역		중권역			
유역코드	유역명	유역코드	유역명		
12	한강서해	1201	한강서해	포내천-웅진군	포내천
12	한강서해	1202	시화호	화정천-시화방조제	화정천
13	한강동해	1301	양양남대천	고성군현내면-용천천	양양남대천
13	한강동해	1302	강릉남대천	신리천-전천	강릉남대천
13	한강동해	1303	삼척오십천	삼척오십천-가곡천	삼척오십천
20	낙동강	2001	안동댐	황지천-안동댐역조정지	낙동강본류
20	낙동강	2002	임하댐	반변천-반변천하구	반변천
20	낙동강	2003	안동댐하류	송야천-내성천하구	낙동강본류
20	낙동강	2004	내성천	낙화암천-내성천하구	내성천
20	낙동강	2005	영강	영강-영강하구	영강
20	낙동강	2006	병성천	병성천-병성천하구	병성천
20	낙동강	2007	위천합류점	내성천하구-위천하구	낙동강본류
20	낙동강	2008	위천	위천-위천하구	위천
20	낙동강	2009	낙동구미	위천하구-감천하구	낙동강본류
20	낙동강	2010	감천	감천-감천하구	감천
20	낙동강	2011	낙동왜관	감천하구-금호강하구	낙동강본류
20	낙동강	2012	금호강	자호천-금호강하구	금호강
20	낙동강	2013	회천	대가천-회천하구	회천
20	낙동강	2014	낙동고령	진천천-황강하구	낙동강본류
20	낙동강	2015	합천댐	계수천-합천댐	남강
20	낙동강	2016	황강	합천댐-황강하구	황강
20	낙동강	2017	낙동창녕	황강하구-남강하구	낙동강본류
20	낙동강	2018	남강댐	남강-남강댐	남강
20	낙동강	2019	남강	남강댐-남강하구	남강

수계분류				분할지점	하천명
대권역		중권역			
유역코드	유역명	유역코드	유역명		
20	낙동강	2020	낙동밀양	남강하구-밀양강하구	낙동강본류
20	낙동강	2021	밀양강	동창천-밀양강하구	밀양강
20	낙동강	2022	낙동강하구언	밀양강하구-낙동강하구언	낙동강본류
21	형산강	2101	형산강	형산강-형산강하구	형산강
22	태화강	2201	태화강	태화강-태화강하구	태화강
23	회야수영강	2301	회야강	청량천-회야강하구	회야강
23	회야수영강	2302	수영강	효암천-보수천	수영강
24	낙동강동해	2401	왕피천	부구천-송천	왕피천
24	낙동강동해	2402	영덕오십천	축산천-곡강천	영덕오십천
24	낙동강동해	2403	대종천	포항시동해면-일산천	대종천
25	낙동강남해	2501	가화천	관곡천-월평천	가화천
25	낙동강남해	2502	남해도	정포천-부윤천	정포천
25	낙동강남해	2503	거제도	통영시섬군-거제도	사등천
25	낙동강남해	2504	낙동강남해	보전천-부산시가덕도	보전천
30	금강	3001	용담댐	금강-용담댐	금강본류
30	금강	3002	용담댐하류	용담댐-무주남대천하구	금강본류
30	금강	3003	무주남대천	무주남대천-무주남대천하구	무주남대천
30	금강	3004	영동천	무주남대천하구-초강하구	영동천
30	금강	3005	초강	초강-초강하구	초강
30	금강	3006	대청댐상류	초강하구-보청천하구	금강본류
30	금강	3007	보청천	보청천-보청천하구	보청천
30	금강	3008	대청댐	보청천하구-갑천하구	금강본류
30	금강	3009	갑천	갑천-갑천하구	갑천
30	금강	3010	대청댐하류	갑천하구-미호천하구	금강본류
30	금강	3011	미호천	한천-미호천하구	미호천
30	금강	3012	금강공주	용수천-논산천하구	금강본류
30	금강	3013	논산천	노성천-논산천하구	논산천

수계분류				분할지점	하천명
대권역		중권역			
유역코드	유역명	유역코드	유역명		
30	금강	3014	금강하구언	논산천하구-금강하구언	금강본류
31	삽교천	3101	삽교천	삽교천-삽교방조제	삽교천
32	금강서해	3201	대호방조제	성연천-대호방조제	성연천
32	금강서해	3202	부남방조제	소원면-안면도	용요천
32	금강서해	3203	금강서해	광천천-경포천	광천천
33	만경·동진	3301	만경강	만경강-만경강하구	만경강
33	만경·동진	3302	동진강	동진강-동진강하구	동진강
33	만경.동진	3303	직소천	직소천-직소천하구	직소천
40	섬진강	4001	섬진강댐	섬진강-섬진강댐	섬진강본류
40	섬진강	4002	섬진강댐하류	섬진강댐-오수천하구	섬진강본류
40	섬진강	4003	오수천	오수천-오수천하구	오수천
40	섬진강	4004	순창	오수천하구-요천하구	섬진강본류
40	섬진강	4005	요천	백운천-요천하구	요천
40	섬진강	4006	섬진곡성	요천하구-압록수위표	섬진강본류
40	섬진강	4007	주암댐	보성강-주암댐	보성강
40	섬진강	4008	보성강	주암댐-보성강하구	보성강
40	섬진강	4009	섬진강하류	황전천-섬진강하구	섬진강본류
41	섬진강남해	4101	섬진강서남해	강진천-고읍천	고읍천
41	섬진강남해	4102	완도	완도군	
41	섬진강남해	4103	금산면	금산면	
41	섬진강남해	4104	이사천	이사천-포두천	이사천
41	섬진강남해	4105	수어천	광양동천-연등천	수어천
41	섬진강남해	4106	여수시	여수시	
50	영산강	5001	영산강상류	금성천-황룡강하구	영산강본류
50	영산강	5002	황룡강	황룡강-황룡강하구	황룡강
50	영산강	5003	지석천	지석천-지석천하구	지석천
50	영산강	5004	영산강중류	황룡강하구-고막원천하구	영산강본류

수계분류				분할지점	하천명
대권역		중권역			
유역코드	유역명	유역코드	유역명		
50	영산강	5005	고막원천	고막원천-고막원천하구	고막원천
50	영산강	5006	영산강하류	함평천-영암천하구	영산강본류
50	영산강	5007	영암천	학산천-영암천하구	영암천
50	영산강	5008	영산강하구언	영암천하구-영산강하구언	영산강본류
51	탐진강	5101	탐진강	탐진강-탐진강하구	탐진강
52	영산강남해	5201	진도	군내천-지도군조도면	군내천
52	영산강남해	5202	영암방조제	옥천천-현산천	옥천천
53	영산강서해	5301	주진천	운산천-해리천	주진천
53	영산강서해	5302	와탄천	자룡천-청계천	와탄천
53	영산강서해	5303	신안군	신안군	
60	제주도	6001	제주서해	한경면-대정읍	금성천
60	제주도	6002	제주북해	수산천-삼수천	수산천
60	제주도	6003	제주남해	창고천-신례천	창고천
60	제주도	6004	제주동해	조천읍-종남천	종남천

<표 5> 폐수처리시설의 처리방법분류표

분류번호	처리방법	처리방법 구분내용
1	물리	침전, 여과 등 물리적 처리만을 하는 경우
2	화학	물리적처리+화학적처리 또는 단독 화학적처리를 하는 경우
3	생물	물리적처리+생물학적처리 또는 단독생물화학적처리를 하는 경우
4	종합	물리적처리+화학적처리+생물학적처리를 하는 복합처리의 경우
5	고도처리	물리적처리+화학적처리+생물화학적처리를 하는 외에 감압증발, 질소·인처리 등 3차 처리를 병행하는 경우

<표 5-1> 폐수의 종류

물가변동에 따른 수시 법령개정의 어려움으로 협회 자율로 정하여 실시하도록 법령에서 1999.8.9에 삭제개정된 수질환경보전법 시행규칙 제 66조 [별표 16] 폐수수탁처리수수료표를 대신하여 위탁 산업폐수의 적정처리를 위한 폐수처리비용 산정에 의한 폐수처리비 기준으로 폐수의 종류를 아래와 같이 구분하였다.

분류기호	폐수 분류	성상
H-1	도금폐수	산화계, 환원계, 혼합계 등
H-2	실험실폐수	용제, 유.무기시약 및 기구 세척수
H-3	기타 중금속폐수	Pb, Hg, Ni, As, Cd, Cr, Cu, Zn 등
A-1	산성폐수	황산계, 염산계 등
K-1	알칼리폐수	암모니아계, 가성소다계 등
M-1	기타 금속폐수	Fe, Al, 무기시안(CN) 등
B-1	보일러 세관 폐수	탈청, 중화, 세척수
P-1	사진폐수	현상, 정착, 세척수
P-2	인쇄폐수	제판현상, 제판정착, 제판세척수
G	귀금속가공수	귀금속장신구 가공, 도금, 연마, 성형 등 수리 세척수
W-1	고농도폐수	오염물질 40,000ppm이상 및 절삭유 등
EX-1	혼합일반폐수	유류(5%미만), 유기물 등

<표 6> 폐기물처리시설의 분류표(폐기물관리법 시행령[별표3]참조)

처리방법		분류번호	처리방법		분류번호
대분류	중분류		대분류	중분류	
재활용		10	**화학적 처리**	고형화/안정화	40
소각	소각	20		반응	41
	고온열분해	21		응집/침전	42
	고온용융	22	**매립**	차단형 매립	50
물리적 처리	용융	30		관리형 매립	51
	파쇄/절단	31	**기타**		60
	증발/농축	32			
	정제	33			
	유수분리	34			
	탈수/건조	35			

<표 6-1> 폐기물의 종류

분류기호	폐기물의 종류	
	대 분 류	중 분 류
	01-00-00 특정시설 발생 폐기물	
01-01		폐합성고분자화합물
01-02		오니류
01-03		폐농약
01-04		특정시설 발생 폐기물중 기타 폐기물
	02-00-00 부식성폐기물	
02-01		폐산
02-02		폐알칼리
	03-00-00 유해물질함유 폐기물	
03-01		광재
03-02		분진
03-03		폐주물사 및 폐사
03-04		폐내화물 및 도자기조각
03-05		소각재
03-06		안정화 또는 고형화 처리물
03-07		폐촉매
03-08		폐흡착제 및 폐흡수제
	04-00-00 폐유기용제	
04-01		할로겐족유기용제
04-02		기타 폐유기용제
	05-00-00 폐페인트 및 폐락카	
05-01		유성페인트
05-02		수성페인트
05-03		락카
	06-00-00 폐유	
06-01		폐광물유
06-02		폐동·식물유
06-03		기타 달리 분류되지 아니하는 폐유

분류기호	폐기물의 종류	
	대 분 류	중 분 류
	07-00-00 폐석면	
07-01		석면의 제조·가공시 또는 공작물·건축물의 제거시 발생되는 것
07-02		고형화된 석면제품 등의 연마·절단·가공 공정에서 발생된 부스러기 및 분진
07-03		석면의 제거작업에 사용된 비닐시트·방진마스크·작업복 등
	08-00-00 PCBs함유 폐기물	
08-01		폴리클로리네이티드비페닐함유 폐유
08-02		폴리클로리네이티드비페닐함유 폐유기용제
08-03		기타 폴리클로리네이티드비페닐함유 액상의 것
08-04		폴리클로리네이티드비페닐함유 액상이 아닌 것
09-00	09-00-00폐유해화학물질	폐유해화학물질
	10-00-00 감염성 폐기물	
10-01		조직물류
10-02		폐합성수지류
10-03		병리계폐기물
10-04		손상성폐기물
10-05		혼합감염성폐기물
11-00	11-00-00 기후에너지환경부장관이 고시한 폐기물	기타 기후에너지환경부장관이 고시하는 폐기물
12-00	12-00-00 일반폐기물	일반폐기물

※ 폐기물관리법 제2조제4호, 동법 시행령 제3조 별표 1의 지정폐기물의 종류에 따름

<표 7> 최다 보관량 분류번호

분류번호	범 위(kg)		
01	0	~	99
02	100	~	999
03	1,000	~	9,999
04	10,000	~	99,999
05	100,000	~	999,999
06	1,000,000	~	9,999,999
07	10,000,000	~	49,999,999
08	50,000,000	~	99,999,999
09	100,000,000	~	499,999,999
10	500,000,000	이상	

<표 8> 용도분류표

분류번호	용 도	내 용
1	흡수 및 흡착제 (Absorbents and Adsorbents)	가스나 액체를 흡수 또는 흡착하는 물질
2	접착제 · 결합제 (Adhesive · Binding agents)	두 물체의 접촉면을 접합시키는 물질 또는 두 개의 개체를 결합시키는 물질
3	에어로졸 추진제 (Aerosol propellants)	압축가스 또는 액화가스로서 용기에서 가스를 분사함으로써 내용물을 분출시키는 물질
4	응축방지제 (Anti-condensation agents)	물체의 표면에서 액체가 응축되는 것을 방지할 목적으로 사용하는 물질
5	부동액 (Anti-freezing agents)	냉각에 의해서 고화되는 것을 방지하기 위해 사용하는 액체
6	접착방지제 (Anti-set-off and Anti-adhesive agents)	두 개체 접촉면의 접착을 방지할 목적으로 사용하는 물질
7	정전기 방지제 (Anti-static agents)	정전기 발생을 방지하거나 저감하는 물질
8	표백제 (Bleaching agents)	섬유 등 착색물체의 색깔을 화학적인 방법으로 분해 · 제거함으로써 백색 · 무색으로 하는 물질
9	세정 및 세척제 (Cleaning and Washing agents)	표면에 오염물이나 불순물을 제거하는 데 사용하는 물질
10	착색제 (Colouring agents)	다른 물질을 발색하도록 하는 물질
11	착화(錯化)제 (Complexing agents)	주로 중금속 이온인 다른 물질에 배위자(配位子)로서 배위되어 착물(복합체)을 형성하는 물질
12	전도제 (Conductive agents)	섬유류와 플라스틱류의 대전성능을 개선하기 위해서 제조공정에서 첨가 · 도포하는 물질
13	건축용 물질 및 첨가제 (Construction materials additives)	건축물의 품격을 높이고 유지 · 보존을 목적으로 건축용 자재에 사용하는 물질
14	부식방지제 (Corrosion inhibitors)	공기를 비롯한 화학물질, 옥외노출 등으로 생기는 부식을 방지하기 위해 첨가하는 물질
15	화장품 (Cosmetics)	화장품 및 세면용품에 사용하는 물질
16	분진결합제 (Dust binding agents)	분진의 발생 · 분산을 방지하기 위해 첨가하는 물질
17	전기도금제 (Electroplating agents)	금속표면의 세척 및 세정을 위해서 쓰이는 물질 및 도금공정에서 도금강도를 증가시키기 위해 첨가하는 물질

분류 번호	용 도	내 용
18	화약, 폭발물 (Explosives)	화학적 안전성이 있으나 화학적 변화를 거침으로써 폭발 또는 팽창을 동반한 다량의 에너지 및 가스를 매우 빠르게 발생시키는 물질
19	비료 (Fertilizers)	식물에 영양을 주거나 식물의 재배를 돕기 위해 흙에서 화학적 변화를 가져오게 하는 물질
20	충전제 (Fillers)	고무, 플라스틱, 페인트, 세라믹 등에 광택, 인장, 발색 등 기능 향상을 위해 첨가하는 물질
21	정착제 (Fixing agents)	섬유의 염료와 반응하여 색이 정착하도록 하는 물질
22	내화·방연제 및 난연제 (Flame retardants and Fire preventing agents)	주로 섬유 및 플라스틱의 연소 방지·지연 효과를 위해 작업공정 중에 첨가·반응시키는 물질
23	부유제 (Flotation agents)	광물질의 제련 공정 중에서 광물질을 농축·수거하기 위해 사용하는 물질
24	주물용 융(融)제 (Flux agents for casting)	광물질을 녹이는 공정에서 산화물이 형성되는 것을 방지하기 위해 첨가하는 물질
25	발포제·기포제 (Foaming agents)	주로 플라스틱이나 고무 등에 첨가해서 작업공정 중 가스를 발생시켜 기포를 형성하게 하는 물질
26	식품 및 식품첨가물 (Food·Foodstuff additives)	식품(의약으로 섭취하는 것은 제외한다) 및 식품을 제조·가공 또는 보존하는 과정에서 식품에 넣거나 첨가하는 물질
27	연료 (Fuel)	연소반응을 통해 에너지를 얻을 수 있는 물질
28	연료첨가제 (Fuel additives)	연소 효율, 에너지 효율을 높이기 위하여 연료에 첨가하는 물질
29	열전달제 (Heat transferring agents)	열을 전달하고 열을 제거하는 물질
30	유압유 및 첨가제 (Hydraulic fluids and additives)	각종 압축기에 넣는 액체(기름) 및 압력 전달 효율을 높이기 위해 첨가하는 물질
31	함침(含浸)제 (Impregnation agents)	가공성제품의 품질향상, 형태 유지 등을 목적으로 소재에 미리 처리하여 놓는 물질
32	절연제 (Insulating materials)	전기기기에 있어서 도체 이외의 부분을 전류가 통과하지 못하도록 작용하는 물질
33	중간체 (Intermediates)	다른 화학물질을 합성하는데 사용하는 물질
34	실험실용 물질 (Laboratory chemicals)	과학적 실험, 분석 또는 연구를 목적으로 실험실에서 사용하는 물질

분류번호	용 도	내 용
35	윤활유 및 첨가제 (Lubricants and additives)	두 표면 사이의 마찰을 줄이기 위해 투입하는 물질
36	비농업용 농약 및 소독제 (Non-agricultural pesticides and Disinfectants)	유해한 생물을 죽이거나 활동을 방해·저해하는 물질. 다만, 농약, 의약품·의약외품이나 동물용 의약품·동물용 의약외품은 제외한다.
37	향료 (Odor agents)	향을 내는 물질
38	산화제 (Oxidizing agents)	특수한 조건에서 산소를 쉽게 발생시켜 다른 물질을 산화시키는 물질, 수소를 제거하는 물질 또는 화학반응에서 전자를 쉽게 받아들이는 물질
39	pH 조절제 (pH-Regulating agents)	수소이온농도(pH)를 조절하거나 안정화 하는데 사용하는 물질
40	농약 (Pesticides)	농작물을 균, 곤충, 응애, 선충, 바이러스, 잡초, 그 밖의 병해충으로부터 방제하는데 사용하는 물질. 다만, 비료는 제외한다.
41	의약품 (Pharmaceuticals)	의약품·의약외품이나 동물용 의약품 및 동물용 의약외품의 활성성분인 물질
42	사진현상재료 등 광화학물 (Photochemicals)	영구적인 사진 이미지를 만드는 데 사용하는 물질
43	공정속도조절제 (Process regulators)	화학반응 속도를 조절함으로써 공정속도를 제어할 목적으로 사용하는 물질
44	환원제 (Reducing agents)	주어진 조건에서 산소를 제거하거나 또는 화학반응에서 전자를 제공하는 물질
45	복사용 물질 (Reprographic agents)	전자복사기 등에 쓰여 영구적인 이미지 생성에 사용하는 물질
46	반도체용 물질 (Semiconductors)	규소단결정체처럼 절연체와 금속의 중간 정도의 전기저항을 갖는 물질로서 빛, 열 또는 전자기장에 의해 기전력을 발생하는 물질
47	연화제 (Softners)	일반적으로 직물, 가죽, 종이 등을 부드럽게 하거나 고무 등의 경도를 높이기 위해 배합해 쓰는 가교결합약제 등의 물질
48	용제 (Solvents)	녹이거나 희석시키거나 추출, 탈지를 위해 사용하는 물질
49	안정제 (Stabilizers)	제조공정이나 사용 중에 열, 빛, 산소, 오존 등에 의해서 열화가 일어나 모양, 색깔, 물성이 변하는 것을 방지할 목적으로 사용하는 물질
50	계면활성제·표면활성제 (Surface-active agents)	한 분자 내에 친수기와 소수기를 지닌 화합물로서 액체의 표면에 부착해서 표면장력을 크게 저하시켜 활성화해주는 물질

분류번호	용 도	내 용
51	탄닌제 (Tanning agents)	탄닝제, 가죽마감제, 가죽케어 등 가죽 처리 물질
52	점도조정제 (Viscosity adjusters)	수지 등 고분자화합물을 용해한 점성재료의 농도를 안정화시켜 사용하기 쉽도록 해주는 물질
53	가황(加黃)제 · 가황촉진제 (Vulcanizing agents)	고무와 같은 화합물에 가교반응을 일으켜 탄성을 부여하는 동시에 단단하게 하는 물질
54	용접제 (Welding and Soldering agents)	금속류의 용접 및 납땜질을 할 때 사용하는 물질
55	기타(Others)	제1호부터 제54호까지에서 규정한 물질 외의 물질

<표 9> 배출량 · 이동량 산정방법

산 정 방 법	분 류 번 호
직접측정법	1000
물질수지법	0100
배출계수법	0010
공학적계산법	0001

<표 10> 배출량 감소활동표

대분류	중분류	저감방안 코드 (분류번호)	설명
물질 개선	대체 연료	P01	제조 공정에 필요한 에너지나 전기를 공급하기 위해서 사용되는 공정가스, 석유, 석탄 등의 연료 중에 포함된 일부 화학물질은 연료 보관, 연료 연소과정 등 과정에서 화학물질을 배출할 수 있음. 유해화학물질 함량이 낮은 연료로 변경하거나 등급을 변경하는 등 대체 연료로 변경하는 것

대분류	중분류	저감방안 코드 (분류번호)	설명
	대체 용제 (세척제)	P02	세척제 및 용제 등(예. 세척, 탈지, 공정 용제, 추출 용제, 운반체 용제 등)으로 사용되는 화학물질로 대부분 물질이 반응에 참여하거나 제품화되지 않고 배출되는 물질로 수용성의 친환경 세척제, 친환경 용제 등 대체물질로 변경하는 것
	대체 원료	P03	반응공정, 제품생산 등 공정에서 사용되는 공급원료, 반응물 등으로 소비되거나 제품화되는 물질을 대체 원료로 변경하는 것
	대체 제조 보조제	P04	화학물질의 제조 또는 제품 합성을 돕기 위해 첨가되는 보조제는 반응에 참여하여 제품화되거나 반응에 참여하지 않고 배출될 수 있는 물질로 유해성이 적은 물질로 대체하는 것
	사용물질의 함량(순도) 변경	P05	투입 화학물질의 함량, 등급을 변경시켜 저감 대상물질의 사용량을 줄임으로써 저감하는 방안
	기타 물질 개선	P06	물질 개선 기타 저감방안
제품 관련 개선	생산 제품 변경	P11	유해화학물질을 포함하지 않거나 적게 사용하는 제품으로 전환할 수 있는 생산공정으로 전환하는 것 예를 들어 유해화학물질을 포함한 페인트 제품의 생산라인을 친환경 페인트 제품 생산공정으로 대체하는 것 등
	제품 규격 및 포장 관련 개선	P12	소비자 제품을 생산하는 경우 생산 규격, 제품 구성, 디자인 등을 변경하여 화학물질 사용을 최소화하거나, 폴리우레탄폼, 포장지 잉크 등 포장재에 포함될 수 있는 화학물질을 변경하여 사용량을 줄이는 방안
	기타 제품 관련 개선	P13	제품 관련 개선 기타 저감방안
공정 및 장치 개선	공정 효율 개선	P21	공정 조건(온도, 압력, 배합비율, 반응시간 등) 변경으로 공정 효율을 높여 화학물질 사용량을 줄이는 방법
	회수 재사용(재활용) 기술	P22	공정에서 사용된 물질을 냉각장치 등을 활용하여 회수하여 재사용하여 사용을 최소화하거나 폐기물 발생량을 최소화하는 기술
	신기술공정 도입	P23	제품 생산과 관련된 신기술을 도입하거나 새로운 생산 기술을 도입하여 화학물질 배출을 최소화하는 방안. 수율이 높은 촉매를 도입하여 화학물질 사용량을 줄이거나, 비산배출량이 많은 분사식 페인팅 방식을 비산배출량이 적은 전기식 분체도장 기술 도입
	공정 시설 개선	P24	화학물질 취급공정의 장치나 시설 배치 등을 개선하여

대분류	중분류	저감방안 코드 (분류번호)	설명
			공정 절차가 효율적으로 되도록 하여 화학물질 사용량 또는 배출량, 폐기물 발생량 등을 최소화하는 것
	기타 공정 및 장치 개선	P25	공정 및 장치 개선 관련 기타 저감방안
관리 방법 개선	재고 관리 개선	P31	라벨링, 재고관리 프로그램 적용 등 효율적인 방법으로 화학물질을 관리하여 폐기되는 물질을 최소화하고 사용량을 감축
	보관 용기 개선	P32	화학물질을 저장하는 용기의 크기, 부피, 형태 등을 변경하여 유통기한 초과로 폐기되거나, 용기에 남아 폐기되는 양을 최소화
	물질 취급 작업 개선	P33	화학물질 취급과정에서 발생될 수 있는 비산배출을 최소화하기 위해 취급 작업을 개선하는 것으로, 세척조에서 비산배출을 줄이기 위해 롤타입 커버를 설치하거나, 공정 내 드럼으로 물질을 투입하는 경우 드럼 이송장치(forklift)를 사용하여 누출 및 배출 최소화 등
	누출원 모니터링 관리 강화	P34	주기적 모니터링 및 실시간 알람 장치 등 모니터링을 통해 배출 및 누출을 최소화하는 방법 이송·배관 장치들의 누출원에 대한 주기적인 모니터링(LDAR 적용 등)을 통해 배출을 최소화하거나, 저장탱크 하이레벨 알람장치 설치 등으로 누출을 최소화하여 배출 최소화 등
	기타 관리 방법 개선	P35	관리 방법 개선 관련 기타 저감방안
운영 개선	유지보수 개선	P41	시설 유지보수 과정에서 배출을 최소화할 수 있도록 유지보수 일정 및 관리 절차 등 개선
	공정 운영 관리 최적화	P42	공정 운영 과정에서 화학물질 사용을 최소화할 수 있도록 작업 절차를 개선하거나, 모니터링 및 품질분석을 통해 투입량을 최적화하여 사용을 최소화
	기타 운영 개선	P43	운영 개선 관련 기타 저감방안
포집 및 후처리	포집시설 개선	P51	취급공정, 저장시설, 출하시설 등 다양한 시설에서 배출되는 화학물질을 적절하게 포집하여 방지시설로 이송 후 처리할 수 있도록 포집장치를 설치하거나 포집효율을 높이는 방법

대분류	중분류	저감방안 코드 (분류번호)	설명
시설 개선	방지시설 (처리시설) 개선	P52	흡착처리, 연소, 흡수처리 등 다양한 방지기술을 설치하여 포집된 화학물질을 적절하게 처리하거나, 기존 처리시설의 운전 효율을 높여 배출량을 줄일 수 있는 방법
	처리시설 관리 개선	P53	활성탄 흡착탑의 경우 활성탄이 흡착할 수 있는 처리용량을 고려하여 활성탄을 적절한 주기로 교체하거나, 흡수탑에서 흡수액의 교체 등을 통해 처리시설의 성능을 유지하거나 높이도록 관리를 강화하는 방안
	기타 포집 및 후처리시설 개선	P54	포집 및 후처리시설 개선 관련 기타 저감방안

부 록

[별표 1]

화학물질 배출량 조사대상 업종* (제3조제1항 관련)

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
B 광업	05	석탄, 원유 및 천연가스 광업
	05100	석탄 광업
	05200	원유 및 천연가스 채굴업
	06	금속 광업
	06100	철 광업
	06200	비철금속 광업
C 제조업	10	식료품 제조업
	10111	육류 도축업(가금류 제외)
	10112	가금류 도축업
	10121	가금류 가공 및 저장 처리업
	10122	육류 포장육 및 냉동육 가공업(가금류 제외)
	10129	육류 기타 가공 및 저장 처리업(가금류 제외)
	10211	수산동물 훈제, 조리 및 유사 조제식품 제조업
	10212	수산동물 건조 및 염장품 제조업
	10213	수산동물 냉동품 제조업
	10219	기타 수산동물 가공 및 저장 처리업
	10220	수산식물 가공 및 저장 처리업
	10301	김치류 제조업
	10302	과실 및 그 외 채소 절임식품 제조업
	10309	기타 과실·채소 가공 및 저장 처리업
	10411	동물성 유지 제조업
	10412	식물성 유지 제조업
	10413	식용 정제유 및 가공유 제조업
	10421	액상 시유 및 기타 낙농제품 제조업
	10422	아이스크림 및 기타 식용 빙과류 제조업
	10511	곡물 도정업
	10512	곡물 제분업
	10513	곡물 혼합 분말 및 반죽 제조업
	10519	기타 곡물 가공품 제조업
	10520	전분제품 및 당류 제조업
	10601	떡류 제조업
	10602	빵류 제조업
	10603	과자류 및 코코아 제품 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	10701	도시락류 제조업
	10709	기타 식사용 가공처리 조리식품 제조업
	10810	설탕 제조업
	10820	면류, 마카로니 및 유사 식품 제조업
	10831	식초, 발효 및 화학 조미료 제조업
	10832	천연 및 혼합 조제 조미료 제조업
	10833	장류 제조업
	10839	기타 식품 첨가물 제조업
	10891	커피 가공업
	10892	차류 가공업
	10893	수프 및 균질화식품 제조업
	10894	두부 및 유사 식품 제조업
	10895	인삼식품 제조업
	10896	건강 보조용 액화식품 제조업
	10897	건강 기능식품 제조업
	10899	그 외 기타 식료품 제조업
	10901	반려동물용 사료 제조업
	10902	배합 사료 제조업
	10903	단미사료 및 기타 사료 제조업
	11	음료 제조업
	11111	탁주 및 약주 제조업
	11112	맥아 및 맥주 제조업
	11119	기타 발효주 제조업
	11121	주정 제조업
	11122	소주 제조업
	11129	기타 증류주 및 합성주 제조업
	11201	얼음 제조업
	11202	생수 생산업
	11209	기타 비알코올 음료 제조업
	12	담배 제조업
	12000	담배제품 제조업
	13	섬유제품 제조업; 의복 제외
	13101	면 방적업
	13102	모 방적업
	13103	화학섬유 방적업
	13104	연사 및 가공사 제조업
	13109	기타 방적업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	13211	면직물 직조업
	13212	모직물 직조업
	13213	화학섬유직물 직조업
	13219	특수직물 및 기타 직물 직조업
	13221	침구 및 관련제품 제조업
	13222	자수제품 및 자수용 재료 제조업
	13223	커튼 및 유사 제품 제조업
	13224	천막, 텐트 및 유사 제품 제조업
	13225	직물포대 제조업
	13229	기타 직물제품 제조업
	13300	편조 원단 제조업
	13401	솜 및 실 염색 가공업
	13402	직물, 편조 원단 및 의복류 염색 가공업
	13403	날염 가공업
	13409	섬유제품 기타 정리 및 마무리 가공업
	13910	카펫, 마루덮개 및 유사 제품 제조업
	13921	끈 및 로프 제조업
	13922	어망 및 기타 끈 가공품 제조업
	13991	세폭직물 제조업
	13992	부직포 및 펠트 제조업
	13993	특수사 및 코드직물 제조업
	13994	표면처리 및 적층 직물 제조업
	13999	그 외 기타 분류 안된 섬유제품 제조업
	14	의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업
	14111	남자용 겉옷 제조업
	14112	여자용 겉옷 제조업
	14120	속옷 및 잠옷 제조업
	14130	한복 제조업
	14191	셔츠 및 블라우스 제조업
	14192	근무복, 작업복 및 유사 의복 제조업
	14193	가죽의복 제조업
	14194	유아용 의복 제조업
	14199	그 외 기타 봉제의복 제조업
	14200	모피제품 제조업
	14300	편조의복 제조업
	14411	스타킹 및 기타양말 제조업
	14419	기타 편조 의복 액세서리 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	14491	모자 제조업
	14499	그 외 기타 의복 액세서리 제조업
	15	가죽, 가방 신발 제조업
	15110	모피 및 가죽 제조업
	15121	핸드백 및 지갑 제조업
	15129	가방 및 기타 보호용 케이스 제조업
	15190	기타 가죽제품 제조업
	15211	구두류 제조업
	15219	기타 신발 제조업
	15220	신발 부분품 제조업
	16	목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외
	16101	일반 제재업
	16102	표면 가공목재 및 특정 목적용 제재목 제조업
	16103	목재 보존, 방부처리, 도장 및 유사 처리업
	16211	박판, 합판 및 유사 적층판 제조업
	16212	강화 및 재생 목재 제조업
	16221	목재 문 및 관련제품 제조업
	16229	기타 건축용 나무제품 제조업
	16231	목재 깔판류 및 기타 적재판 제조업
	16232	목재 포장용 상자, 드럼 및 유사 용기 제조업
	16291	목재 도구 및 주방용 나무제품 제조업
	16292	장식용 목제품 제조업
	16299	그 외 기타 나무제품 제조업
	16300	코르크 및 조물 제품 제조업
	17	펄프, 종이 및 종이제품 제조업
	17101	펄프 제조업
	17102	신문용지 제조업
	17103	인쇄용 및 필기용 원지 제조업
	17104	골판지 원지 제조업
	17105	크라프트지 및 기타 상자용 판지 제조업
	17106	위생용 원지 제조업
	17109	기타 종이 및 판지 제조업
	17211	골판지 제조업
	17212	골판지 상자 및 가공제품 제조업
	17221	종이 포대 및 가방 제조업
	17222	판지 상자 및 용기 제조업
	17223	식품 위생용 종이 상자 및 용기 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	17229	기타 종이 상자 및 용기 제조업
	17901	문구용 종이제품 제조업
	17902	위생용 종이제품 제조업
	17903	벽지 및 장판지 제조업
	17904	적층, 합성 및 특수 표면처리 종이 제조업
	17909	그 외 기타 종이 및 판지 제품 제조업
	18	인쇄 및 기록매체 복제업
	18111	경 인쇄업
	18112	스크린 인쇄업
	18113	오프셋 인쇄업
	18119	기타 인쇄업
	18121	제판 및 조판업
	18122	제책업
	18129	기타 인쇄관련 산업
	18200	기록매체 복제업
	19	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업
	19100	코크스 및 연탄 제조업
	19210	원유 정제처리업
	19221	윤활유 및 그리스 제조업
	19229	기타 석유 정제물 재처리업
	20	화학 물질 및 화학제품 제조업 ; 의약품 제외
	20111	석유화학계 기초 화학 물질 제조업
	20112	바이오매스계 기초 화학물질 제조업
	20119	기타 기초 유기화학 물질 제조업
	20121	수소 제조업
	20122	산소, 질소 및 기타 산업용 가스 제조업
	20129	기타 기초 무기화학 물질 제조업
	20131	무기 안료용 금속 산화물 및 관련 제품 제조업
	20132	염료, 조제 무기 안료, 유연제 및 기타 착색제 제조업
	20201	합성고무 제조업
	20202	합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업
	20203	혼성 및 재생 플라스틱 소재 물질 제조업
	20311	질소 화합물, 질소·인산 및 칼리질 화학비료 제조업
	20312	복합비료 및 기타 화학비료 제조업
	20313	유기질 비료 및 상토 제조업
	20321	화학 살균·살충제 및 농업용 약제 제조업
	20322	생물 살균·살충제 및 식물보호제 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	20411	일반용 도료 및 관련제품 제조업
	20412	요업용 도포제 및 관련제품 제조업
	20413	인쇄 잉크 및 회화용 물감 제조업
	20421	계면활성제 제조업
	20422	치약, 비누 및 기타 세제 제조업
	20423	화장품 제조업
	20424	표면 광택제 및 실내 가향제 제조업
	20491	감광 재료 및 관련 화학제품 제조업
	20492	가공 및 정제염 제조업
	20493	접착제 및 젤라틴 제조업
	20494	화약 및 불꽃제품 제조업
	20495	바이오 연료 및 혼합물 제조업
	20499	그 외 기타 분류 안된 화학제품 제조업
	20501	합성섬유 제조업
	20502	재생 섬유 제조업
	21	의료용 물질 및 의약품 제조업
	21100	기초 의약 물질 제조업
	21211	생물 의약품 제조업
	21212	합성의약품 및 기타 완제 의약품 제조업
	21220	한의약품 제조업
	21230	동물용 의약품 제조업
	21301	체외 진단 시약 제조업
	21309	그 외 기타 의료용품 및 의약 관련제품 제조업
	22	고무 및 플라스틱제품 제조업
	22110	고무 타이어 및 튜브 제조업
	22191	고무 패킹류 제조업
	22192	산업용 그 외 비경화 고무제품 제조업
	22193	고무 의류 및 기타 위생용 비경화 고무제품 제조업
	22199	그 외 기타 고무제품 제조업
	22211	플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업
	22212	플라스틱 필름 제조업
	22213	플라스틱 시트 및 판 제조업
	22214	플라스틱 합성피혁 제조업
	22221	벽 및 바닥 피복용 플라스틱 제품 제조업
	22222	설치용 및 위생용 플라스틱제품 제조업
	22223	플라스틱 창호 제조업
	22229	기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	22231	플라스틱 포대, 봉투 및 유사제품 제조업
	22232	포장용 플라스틱 성형용기 제조업
	22241	운송장비 조립용 플라스틱제품 제조업
	22249	기타 기계·장비 조립용 플라스틱제품 제조업
	22251	폴리스티렌 발포 성형제품 제조업
	22259	기타 플라스틱 발포 성형제품 제조업
	22291	플라스틱 접착처리 제품 제조업
	22292	플라스틱 적층, 도포 및 기타 표면처리 제품 제조업
	22299	그 외 기타 플라스틱 제품 제조업
	23	비금속 광물제품 제조업
	23111	판유리 제조업
	23112	안전유리 제조업
	23119	기타 판유리 가공품 제조업
	23121	1차 유리제품, 유리섬유 및 광학용 유리 제조업
	23122	디스플레이 장치용 유리 제조업
	23129	기타 산업용 유리제품 제조업
	23191	가정용 유리제품 제조업
	23192	포장용 유리용기 제조업
	23199	그 외 기타 유리제품 제조업
	23211	정형 내화 요업제품 제조업
	23212	부정형 내화 요업제품 제조업
	23221	가정용 및 장식용 도자기 제조업
	23222	위생용 및 산업용 도자기 제조업
	23229	기타 일반 도자기 제조업
	23231	점토 벽돌, 블록 및 유사 비내화 요업제품 제조업
	23232	타일 및 유사 비내화 요업제품 제조업
	23239	기타 건축용 비내화 요업제품 제조업
	23311	시멘트 제조업
	23312	석회 및 플라스터 제조업
	23321	비내화 모르타르 제조업
	23322	레미콘 제조업
	23323	플라스터 혼합제품 제조업
	23324	콘크리트 타일, 기와, 벽돌 및 블록 제조업
	23325	콘크리트 관 및 기타 구조용 콘크리트제품 제조업
	23326	인조대리석 제품 제조업
	23329	그 외 기타 콘크리트 제품 및 유사 제품 제조업
	23911	건설용 석제품 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	23919	기타 석제품 제조업
	23991	아스팔트 콘크리트 및 혼합제품 제조업
	23992	연마재 제조업
	23993	비금속광물 분쇄물 생산업
	23994	암면 및 유사 제품 제조업
	23995	탄소섬유 제조업
	23999	그 외 기타 분류 안된 비금속 광물제품 제조업
	24	1차 금속 제조업
	24111	제철업
	24112	제강업
	24113	합금철 제조업
	24119	기타 제철 및 제강업
	24121	열간 압연 및 압출제품 제조업
	24122	냉간 압연 및 압출 제품 제조업
	24123	철강선 제조업
	24131	주철관 제조업
	24132	강관 제조업
	24133	강관 가공품 및 관 연결구류 제조업
	24191	도금, 착색 및 기타 표면 처리 강재 제조업
	24199	그 외 기타 1차 철강 제조업
	24211	동 제련, 정련 및 합금 제조업
	24212	알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업
	24213	연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업
	24219	기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업
	24221	동 압연, 압출 및 연신제품 제조업
	24222	알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업
	24229	기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업
	24290	기타 1차 비철금속 제조업
	24311	선철 주물 주조업
	24312	강 주물 주조업
	24321	알루미늄 주물 주조업
	24329	기타 비철금속 주조업
	25	금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외
	25111	금속 문, 창, 셔터 및 관련제품 제조업
	25112	구조용 금속 판제품 및 공작물 제조업
	25113	육상 금속 골조 구조재 제조업
	25114	수상 금속 골조 구조재 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	25119	기타 구조용 금속제품 제조업
	25121	산업용 난방보일러 및 방열기 제조업
	25122	금속 탱크 및 저장 용기 제조업
	25123	압축 및 액화 가스 용기 제조업
	25130	핵반응기 및 증기보일러 제조업
	25200	무기 및 총포탄 제조업
	25911	분말 야금제품 제조업
	25912	금속 단조제품 제조업
	25913	자동차용 금속 압형제품 제조업
	25914	그 외 금속 압형제품 제조업
	25921	금속 열처리업
	25922	도금업
	25923	도장 및 기타 피막 처리업
	25924	절삭 가공 및 유사 처리업
	25929	그 외 기타 금속 가공업
	25931	날붙이 제조업
	25932	일반 철물 제조업
	25933	비동력식 수공구 제조업
	25934	톱 및 호환성 공구 제조업
	25941	볼트 및 너트류 제조업
	25942	그 외 금속 파스너 및 나사제품 제조업
	25943	금속 스프링 제조업
	25944	금속선 가공제품 제조업
	25991	금속 캔 및 기타 포장용기 제조업
	25992	수동식 식품 가공 기기 및 금속 주방용기 제조업
	25993	금속 위생용품 제조업
	25994	금속 표시판 제조업
	25995	피복 및 충전 용접봉 제조업
	25999	그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업
	26	전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업
	26111	메모리용 전자집적회로 제조업
	26112	비메모리용 및 기타 전자집적회로 제조업
	26121	발광 다이오드 제조업
	26129	기타 반도체 소자 제조업
	26211	액정 표시장치 제조업
	26212	유기 발광 표시장치 제조업
	26219	기타 표시장치 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	26221	인쇄회로기판용 적층판 제조업
	26222	경성 인쇄회로기판 제조업
	26223	연성 및 기타 인쇄회로기판 제조업
	26224	전자 부품 실장기판 제조업
	26291	전자 축전기 제조업
	26292	전자 저항기 및 전자카드 제조업
	26293	전자코일, 변성기 및 기타 전자 유도자 제조업
	26294	전자 감지장치 제조업
	26299	그 외 기타 전자 부품 제조업
	26310	컴퓨터 제조업
	26321	기억 장치 제조업
	26322	컴퓨터 모니터 제조업
	26323	컴퓨터 프린터 제조업
	26329	기타 주변 기기 제조업
	26410	유선 통신장비 제조업
	26421	방송장비 제조업
	26422	이동 전화기 제조업
	26429	기타 무선 통신장비 제조업
	26511	텔레비전 제조업
	26519	비디오 및 기타 영상 기기 제조업
	26521	라디오, 녹음 및 재생 기기 제조업
	26529	기타 음향기기 제조업
	26600	마그네틱 및 광학 매체 제조업
	27	의료, 정밀, 광학 기기 및 시계 제조업
	27111	방사선 장치 제조업
	27112	전기식 진단 및 요법 기기 제조업
	27191	치과용 기기 제조업
	27192	치과기공물 제조업
	27193	치과용 임플란트 제조업
	27194	정형 외과용 및 신체 보정용 기기 제조업
	27195	안경 및 안경렌즈 제조업
	27196	의료용 가구 제조업
	27199	그 외 기타 의료용 기기 제조업
	27211	레이더, 항행용 무선 기기 및 측량 기구 제조업
	27212	전자기 측정, 시험 및 분석 기구 제조업
	27213	물질 검사, 측정 및 분석 기구 제조업
	27214	속도계 및 적산계기 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	27215	기기용 자동 측정 및 제어장치 제조업
	27216	산업 처리공정 제어장비 제조업
	27219	기타 측정, 시험, 항해, 제어 및 정밀 기기 제조업
	27220	시계 및 시계 부품 제조업
	27301	광학 렌즈 및 광학 요소 제조업
	27309	기타 광학 기기 및 사진기 제조업
	28	전기장비 제조업
	28111	전동기 및 발전기 제조업
	28112	변압기 제조업
	28113	에너지 저장장치 제조업
	28119	기타 전기 변환장치 제조업
	28121	전기회로 개폐, 보호 장치 제조업
	28122	전기회로 접속장치 제조업
	28123	배전반 및 전기 자동제어반 제조업
	28201	일차전지 제조업
	28202	운송장비용 이차전지 제조업
	28209	기타 이차전지 제조업
	28301	광섬유 케이블 제조업
	28302	기타 절연선 및 케이블 제조업
	28303	절연 코드세트 및 기타 도체 제조업
	28410	전구 및 램프 제조업
	28421	운송장비용 조명장치 제조업
	28422	일반용 전기 조명장치 제조업
	28423	전시 및 광고용 조명장치 제조업
	28429	기타 조명장치 제조업
	28511	주방용 전기 기기 제조업
	28512	가정용 전기 난방기기 제조업
	28519	기타 가정용 전기 기기 제조업
	28520	가정용 비전기식 조리 및 난방 기구 제조업
	28901	전기 경보 및 신호장치 제조업
	28902	전기용 탄소제품 및 절연제품 제조업
	28903	교통 신호장치 제조업
	28909	그 외 기타 전기장비 제조업
	29	기타 기계 및 장비 제조업
	29111	내연기관 제조업
	29119	기타 기관 및 터빈 제조업
	29120	유압 기기 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	29131	액체 펌프 제조업
	29132	기체 펌프 및 압축기 제조업
	29133	탭, 밸브 및 유사 장치 제조업
	29141	구름베어링 제조업
	29142	기어 및 동력전달장치 제조업
	29150	산업용 오븐, 노 및 노용 버너 제조업
	29161	산업용 트럭 및 적재기 제조업
	29162	승강기 제조업
	29163	컨베이어 장치 제조업
	29169	기타 물품 취급장비 제조업
	29171	산업용 냉장 및 냉동장비 제조업
	29172	가정용 및 산업용 공기 조화장치 제조업
	29173	운송장비용 공기 조화장치 제조업
	29174	산업용 송풍기 및 배기장치 제조업
	29175	기체 여과기 제조업
	29176	액체 여과기 제조업
	29177	증류기, 열 교환기 및 가스 발생기 제조업
	29180	사무용 기계 및 장비 제조업
	29191	용기 세척, 포장 및 충전기 제조업
	29192	분사기 및 소화기 제조업
	29193	동력식 수지 공구 제조업
	29199	그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업
	29210	농업 및 임업용 기계 제조업
	29221	전자 응용 절삭기계 제조업
	29222	디지털 적층 성형기계 제조업
	29223	금속 절삭기계 제조업
	29224	금속 성형기계 제조업
	29229	기타 가공 공작기계 제조업
	29230	금속 주조 및 기타 야금용 기계 제조업
	29241	건설 및 채광용 기계장비 제조업
	29242	광물 처리 및 취급장비 제조업
	29250	음·식료품 및 담배 가공기계 제조업
	29261	산업용 섬유 세척, 염색, 정리 및 가공 기계 제조업
	29269	기타 섬유, 의복 및 가죽 가공기계 제조업
	29271	반도체 제조용 기계 제조업
	29272	디스플레이 제조용 기계 제조업
	29280	산업용 로봇 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	29291	고무, 화학섬유 및 플라스틱 성형기 제조업
	29292	인쇄 및 제책용 기계 제조업
	29293	주형 및 금형 제조업
	29299	그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업
	30	자동차 및 트레일러 제조업
	30110	자동차용 엔진 제조업
	30121	내연기관 승용차 및 기타 여객용 자동차 제조업
	30122	전기 승용차 및 기타 여객용 전기자동차 제조업
	30123	내연기관 화물 자동차 및 특수 목적용 자동차 제조업
	30124	전기 화물 자동차 및 특수 목적용 전기 자동차 제조업
	30201	차체 및 특장차 제조업
	30202	자동차 구조 및 장치 변경업
	30203	트레일러 및 세미 트레일러 제조업
	30310	자동차 엔진용 신품 부품 제조업
	30320	자동차 차체용 신품 부품 제조업
	30331	자동차용 신품 동력 전달장치 제조업
	30332	자동차용 신품 전기장치 제조업
	30391	자동차용 신품 조향장치 및 현가장치 제조업
	30392	자동차용 신품 제동장치 제조업
	30393	자동차용 신품 의자 제조업
	30399	그 외 자동차용 신품 부품 제조업
	30400	자동차 재제조 부품 제조업
	31	기타 운송장비 제조업
	31111	강선 건조업
	31112	합성수지선 건조업
	31113	기타 선박 건조업
	31114	선박 구성 부분품 제조업
	31120	오락 및 스포츠용 보트 건조업
	31201	기관차 및 기타 철도 차량 제조업
	31202	철도 차량 부품 및 관련 장치물 제조업
	31311	유인 항공기, 항공 우주선 및 보조장치 제조업
	31312	무인 항공기 및 무인 비행장치 제조업
	31321	항공기용 엔진 제조업
	31322	항공기용 부품 제조업
	31910	전투용 차량 제조업
	31921	모터사이클 제조업
	31922	개인용 전기식 이동수단 제조업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	31991	자전거 및 환자용 차량 제조업
	31999	그 외 기타 달리 분류되지 않은 운송장비 제조업
	32	가구 제조업
	32011	매트리스 및 침대 제조업
	32019	소파 및 기타 내장 가구 제조업
	32021	주방용 및 음식점용 목재 가구 제조업
	32029	기타 목재 가구 제조업
	32091	금속 가구 제조업
	32099	그 외 기타 가구 제조업
	33	기타 제품 제조업
	33110	귀금속 및 관련제품 제조업
	33120	모조 귀금속 및 모조 장신용품 제조업
	33201	건반 악기 제조업
	33209	기타 악기 및 전자 악기 제조업
	33301	체조, 육상 및 체력 단련용 장비 제조업
	33302	놀이터용 장비 제조업
	33303	낚시 및 수렵용구 제조업
	33309	기타 운동 및 경기용구 제조업
	33401	인형 및 장난감 제조업
	33402	영상게임기 제조업
	33409	기타 오락용품 제조업
	33910	간판 및 광고물 제조업
	33920	사무 및 회화용품 제조업
	33931	가발 및 유사 제품 제조업
	33932	전시용 모형 제조업
	33933	표구 처리업
	33991	단추 및 유사 파스너 제조업
	33992	라이터, 연소물 및 흡연용품 제조업
	33993	비 및 솔 제조업
	33999	그 외 기타 달리 분류되지 않은 제품 제조업
	34	산업용 기계 및 장비 수리업
	34011	건설·광업용 기계 및 장비 수리업
	34019	기타 일반 기계 및 장비 수리업
	34020	전기·전자 및 정밀 기기 수리업
D 전기, 가스, 증기 및 공기 조절	35	전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업
	35111	원자력 발전업
	35112	수력 발전업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
공급업	35113	화력 발전업
	35114	태양력 발전업
	35115	풍력 발전업
	35119	기타 발전업
	35120	송전 및 배전업
	35130	전기 판매업
	35200	연료용 가스 제조 및 배관공급업
	35300	증기, 냉·온수 및 공기 조절 공급업
E 수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업	36	수도업
	36010	생활용수 공급업
	36020	산업용수 공급업
	37	하수, 폐수 및 분뇨 처리업
	37011	하수 처리업
	37012	폐수 처리업
	37021	사람 분뇨 처리업
	37022	축산 분뇨 처리업
	38	폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업
	38110	지정 외 폐기물 수집, 운반업
	38120	지정 폐기물 수집, 운반업
	38130	건설 폐기물 수집, 운반업
	38210	지정 외 폐기물 처리업
	38220	지정 폐기물 처리업
	38230	건설 폐기물 처리업
	38240	방사성 폐기물 수집, 운반 및 처리업
	38311	금속류 해체 및 선별업
	38312	금속류 원료 재생업
	38321	비금속류 해체 및 선별업
	38322	비금속류 원료 재생업
G 도매 및 소매업	46	도매 및 상품 중개업
	4671	연료, 연료용 광물 및 관련제품 도매업
	46711	고체 연료 및 관련제품 도매업
	46712	액체 연료 및 관련제품 도매업
	46713	기체 연료 및 관련제품 도매업
	4673	화학 물질 및 화학제품 도매업
	46731	염료, 안료 및 관련제품 도매업
	46732	비료 및 농약 도매업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	46733	플라스틱 물질 및 합성고무 도매업
	46739	기타 화학 물질 및 화학제품 도매업
H 운수 및 창고업	49	육상 운송 및 파이프라인 운송업
	49101	철도 여객 운송업
	49102	철도 화물 운송업
	49211	도시철도 운송업
	49212	시내버스 운송업
	49219	기타 도시 정기 육상 여객 운송업
	49220	시외버스 운송업
	49231	택시 운송업
	49232	전세버스 운송업
	49233	특수 여객 자동차 운송업
	49239	기타 부정기 여객 육상 운송업
	49301	일반 화물 자동차 운송업
	49302	개인 화물 자동차 운송업
	49309	기타 도로 화물 운송업
	49401	택배업
	49402	늘찬 배달업
	49500	파이프라인 운송업
	50	수상 운송업
	50111	외항 여객 운송업
	50112	외항 화물 운송업
	50121	내항 여객 운송업
	50122	내항 화물 운송업
	50130	기타 해상 운송업
	50201	항만 내 여객 운송업
	50209	기타 내륙 수상 여객 및 화물 운송업
	51	항공 운송업
	51100	항공 여객 운송업
	51200	항공 화물 운송업
	52	창고 및 운송관련 서비스업
	5210	보관 및 창고업
	52101	일반 창고업
	52102	냉장 및 냉동 창고업
	52103	농산물 창고업
	52104	위험 물품 보관업

산업분류		산업분류(업종)명
대분류	중분류	
	52109	기타 보관 및 창고업
J 정보통신업	58	출판업
	58111	교과서 및 학습 서적 출판업
	58112	만화 출판업
	58113	일반 서적 출판업
	58121	신문 발행업
	58122	잡지 및 정기 간행물 발행업
	58123	정기 광고 간행물 발행업
	58190	기타 인쇄물 출판업
	58211	유선 온라인 게임 소프트웨어 개발 및 공급업
	58212	모바일 게임 소프트웨어 개발 및 공급업
	58219	기타 게임 소프트웨어 개발 및 공급업
	58221	시스템 소프트웨어 개발 및 공급업
	58222	응용 소프트웨어 개발 및 공급업
M 전문, 과학 및 기술 서비스업	73	기타 전문, 과학 및 기술 서비스업
	73303	사진 처리업
S 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	95	개인 및 소비용품 수리업
	951	컴퓨터 및 통신장비 수리업
	95110	컴퓨터 및 주변 기기 수리업
	95120	통신장비 수리업
	952	자동차 및 모터사이클 수리업
	95211	자동차 종합 수리업
	95212	자동차 전문 수리업
	95213	자동차 세차업
	95220	모터사이클 수리업
	96	기타 개인 서비스업
	9691	세탁업
	96911	산업용 세탁업
	96912	가정용 세탁업
	96913	세탁물 공급업

비고 분류번호는 통계청의 한국표준산업분류(http://kostat.go.kr → 통계분류포털 → 한국표준산업분류)(통계청고시 제2017-13호('17.1.13.) 한국표준산업분류)에 의한 것임

[별표 2]

화학물질 배출량 조사대상 화학물질(제5조제1항 관련)

[Ⅰ그룹 - 취급량 1톤/년 이상인 배출량 조사대상 화학물질]

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
1	000050-00-0	포름알데히드	Formaldehyde	0.1 이상
2	000056-53-1	디에틸스틸베스테롤	Diethylstilbesterol	0.1 이상
3	000071-43-2	벤젠	Benzene	0.1 이상
4	000075-01-4	염화 비닐	Vinyl chloride	0.1 이상
5	000075-21-8	산화 에틸렌	Ethylene oxide	0.1 이상
6	000079-01-6	트리클로로에틸렌	Trichloroethylene	0.1 이상
7	000095-53-4	o-톨루이딘	o-Toluidine	0.1 이상
8	000101-14-4	3,3′-디클로로-4,4′-디아미노디페닐 메탄	3,3′-Dichloro-4,4′-diaminodiphenyl methane	0.1 이상
9	000106-99-0	1,3-부타디엔	1,3-Butadiene	0.1 이상
10	000107-30-2	클로로메틸 메틸 에테르	Chloromethyl methyl ether	0.1 이상
11	000193-39-5	인데노[1,2,3-cd]피렌	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	0.1 이상
12	000298-81-7	8-메톡시-6,7-푸라노쿠마린	8-Methoxy-6,7-furanocoumarin	0.1 이상
13	001332-21-4	석면	Asbestos	0.1 이상
14	NA-(주1)	납 및 그 화합물	Lead and its compounds	0.1 이상
15	NA-(주2)	수은 및 그 화합물	Mercury and its compounds	1.0 이상
16	NA-(주3)	니켈 및 그 화합물	Nickel and its compounds	0.1 이상
17	NA-(주4)	비소 및 그 화합물	Arsenic and its compounds	0.1 이상
18	NA-(주5)	베릴륨 및 그 화합물	Beryllium and its compounds	0.1 이상
19	NA-(주6)	카드뮴 및 그 화합물	Cadmium and its compounds	0.1 이상
20	NA-(주7)	크롬 및 그 화합물	Chromium and its compounds	0.1 이상

(주1)Lead and its compounds(납 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 납화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Lead and its compounds	000301-04-2	Lead acetate
	000301-08-6	Lead 2-ethylhexanoate ; 2-Ethylhexanoic acid lead(2+) salt
	000546-67-8	Lead tetraacetate
	000592-05-2	Lead dicyanide
	000592-87-0	Lead dithiocyanate
	000598-63-0	Lead carbonate (PbC2O4)
	001072-35-1	Octadecanoic acid lead(2+) salt ; Lead stearate
	001309-60-0	Lead dioxide
	001314-27-8	Lead oxide (Pb2O3)
	001314-41-6	Orange lead
	001314-87-0	Lead sulfide
	001317-36-8	Lead monoxide
	001319-46-6	Trilead bis(carbonate) dihydroxide
	001344-36-1	Lead subcarbonate
	001344-40-7	Lead oxide phosphonate (Pb3O2(HPO3)), hemihydrate
	006080-56-4	Lead diacetate trihydrate ; Lead acetate trihydrate
	006838-85-3	Dibasic lead phthalate
	007428-48-0	Octadecanoic acid lead salt ; Stearic acid lead salt
	007439-92-1	Lead
	007446-10-8	Lead sulfite (PbSO3)
	007446-14-2	Lead sulfate (PbSO4)
	007758-95-4	Lead dichloride
	007758-97-6	Lead chromate (PbC2O4)
	007783-46-2	Lead fluoride
	010099-74-8	Lead dinitrate
	010099-76-0	Lead(2+) silicate
	010190-55-3	Lead molybdate (PbMoO4)
	011119-70-3	Lead chromate
	011120-22-2	Silicic acid lead salt
	012036-31-6	Lead tin oxide (PbSnO3)
	012036-76-9	Lead sulfate, basic
	012059-89-1	Dilead oxide
	012060-00-3	Lead titanium trioxide
	012141-20-7	Lead oxide phosphonate (Pb3O2(HPO3))
	012202-17-4	Lead oxide sulfate (Pb4O3(SO4))
	012608-25-2	Basic lead sulfite
	012765-51-4	Lead oxide sulfate
	013814-96-5	Lead bis(tetrafluoroborate)
	015347-57-6	Lead acetate
	015696-43-2	Lead octoate
	015739-80-7	sulphuric acid, lead salt
	016038-76-9	Lead phosphite

물질군명	CAS No	화학물질명
Lead and its compounds	016996-40-0	2-Ethylhexanoic acid, lead salt ; Hexanoic acid, 2-ethyl-, lead salt
	017570-76-2	Lead methane sulfonate
	018454-12-1	Lead chromate oxide (Pb2(CrO4)O)
	019783-14-3	Lead hydroxide (Pb(OH)2)
	020837-86-9	Lead cyanamidate (PbNH2(CN))
	022569-74-0	Lead silicate
	027253-28-7	Neodecanoic acid lead salt ; Lead neodecanoate
	037194-88-0	Lead ruthenium oxide (PbRuO3)
	051899-02-6	Lead chromate sulfate (Pb9(CrO4)5(SO4)4)
	052080-60-1	Octadecanoic acid, lead(2+) salt, tribasic ; Tribasic lead stearate
	056189-09-4	Dibasic lead stearate
	061790-14-5	Naphthenic acids lead salts
	068152-99-8	Linseed oil, reaction products with lead oxide (Pb3O4) and mastic
	068155-47-5	2-Propenoic acid, 2-methyl-, methyl ester, polymer with ethenylbenzene, lead(2+)bis(2-methyl-2-propenoate) and α-(2-methyl-1-oxo-2-propenyl)-ω-[(2-methyl-1-oxo-2-propenyl)oxy]poly(oxy-1,2-ethanediyl) ; Methyl methacrylate-styrene-polyethylene glycol-dime
	068411-78-9	Lead oxide (PbO), lead-contg.
	068515-76-4	Hexanoic acid, 2-ethyl-, lead(2+) salt, basic
	068553-63-9	Oils, fish, lead salts
	068603-83-8	Fatty acids, (C=6-19)-branched, lead salts, basic
	069011-60-5	Lead alloy, Pb,Sn, dross
	095860-12-1	Methanesulfonic acid, lead salt
	102110-24-7	Barium oxide (BaO), solid soln. with calcium oxide, strontium oxide and tungsten oxide (WO3), lead-doped
	116565-74-3	Chromium lead oxide sulfate, silica-modified

(주2)Mercury and its compounds(수은 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 수은화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Mercury and its compounds	007439-97-6	Mercury
	007783-36-0	Dimercury sulfate
	007487-94-7	Mercury dichloride
	007783-35-9	Mercury sulfate
	013222-52-1	Acetophenone, hydrazone, compd. with mercury chloride (HgCl2) (1:1)
	026545-49-3	(Neodecanoato-O)phenylmercury

(주3)Nickel and its compounds(니켈 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 니켈화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Nickel and its compounds	000373-02-4	Nickel acetate ; Acetic acid nickel(2+) salt
	001313-99-1	Nickel monoxide
	001314-06-3	Dinickel trioxide
	003333-67-3	Nickel carbonate
	006018-89-9	Diacetatonickel tetrahydrate
	007440-02-0	Nickel ; Raney nickel
	007580-31-6	2-Ethylhexanoic acid nickel salt
	007718-54-9	Nickel dichloride
	007785-20-8	Nickel diammonium disulfate hexahydrate
	007786-81-4	Nickel sulfate
	007791-20-0	Nickel dichloride hexahydrate
	010028-18-9	Nickel difluoride
	010101-96-9	Nickel(2+) selenite
	010101-97-0	Nickel monosulfate hexahydrate
	010381-36-9	Trinickel bis(orthophosphate)
	011099-02-8	Nickel oxide
	011113-74-9	Nickel hydroxide
	011113-75-0	Nickel sulfide
	011133-76-9	Ferronickel
	012003-78-0	Aluminium compound with nickel (1:1)
	012031-65-1	Lithium nickelate
	012035-36-8	Nickel dioxide
	012035-72-2	Trinickel disulfide
	012054-48-7	Nickel dihydroxide
	012325-84-7	Lithium Nickel Oxide
	012645-50-0	Iron nickel zinc oxide
	013138-45-9	Nickel dinitrate
	013462-88-9	Nickel dibromide
	013478-00-7	Nickel dinitrate hexahydrate
	013770-89-3	Nickel bis(sulfamidate)
	013927-77-0	Bis(dibutylcarbamodithioato-S,S')nickel ; Nickel dibutyldithiocarbamate
	013940-83-5	Nickel difluoride tetrahydrate
	014216-75-2	Nitric acid nickel salt
	015699-18-0	Ammonium nickel sulfate
	016812-54-7	Nickel monosulfide
	018718-11-1	Nickel bis(dihydrogen phosphate)
	036026-88-7	Nickel hypophosphite
	037211-05-5	Nickel chloride
	039430-27-8	Basic nickel carbonate
	061788-71-4	Naphthenic acids nickel salts

물질군명	CAS No	화학물질명
Nickel and its compounds	064696-98-6	2,3'-Bis[[2-hydroxyphenyl)methylene]amino]-2-butenedinitrilato(2-)-N2,N3,O2,O3]nickel
	067952-43-6	Nickel chlorate ; Chloric acid, nickel(2+) salt
	068511-62-6	Nickel,5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H,5H)-pyrimidinetrione complexes
	069012-50-6	Matte, nickel
	091845-72-6	Fatty acids, (C=3-22), nickel salts, basic
	124594-15-6	Nickel(II) Sulfamate, 4H2O
	182442-95-1	LITHIUM COBALT MANGANESE NICKEL OXIDE

(주4)Arsenic and its compounds(비소 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 비소화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Arsenic and its compounds	001303-28-2	Diarsenic pentoxide
	001327-53-3	Diarsenic trioxide
	007440-38-2	Arsenic
	007778-39-4	Arsenic acid
	007784-42-1	Arsenic hydride ; Arsine
	007784-46-5	Sodium arsenite
	13464-35-2	Potassium arsenite

(주5)Beryllium and its compounds(베릴늄 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 베릴륨화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Beryllium and its compounds	007440-41-7	Beryllium
	013597-99-4	Nitric acid beryllium salt

(주6) Cadmium and its compounds**(카드뮴 및 그 화합물)**에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 카드뮴화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Cadmium and its compounds	001306-19-0	Cadmium oxide
	001306-23-6	Cadmium sulfide
	002223-93-0	Octadecanoic acid cadmium salt ; Cadmium stearate
	002420-98-6	Cadmium 2-ethylhexanoate
	003026-22-0	Benzoic acid cadmium salt
	004167-05-9	p-tert-Butylbenzoic acid cadmium salt
	007440-43-9	Cadmium
	010468-30-1	Cadmium oleate
	012442-27-2	Cadmium zinc sulfide ((Cd,Zn)S)
	012626-36-7	Cadmium sulfoselenide
	012656-57-4	Cadmium sulfoselenide orange ; C.I. Pigment Orange 20
	068876-84-6	Fatty acids, (C=8-18) and (C=18)-unsatd., cadmium salts
	102110-30-5	Cadmium oxide (CdO), solid soln. with magnesium oxide, tungsten oxide (WO3) and zinc oxide

(주7) Chromium and its compounds**(크롬 및 그 화합물)**에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 크롬화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Chromium and its compounds	001066-30-4	Acetic acid, chromium(3+) salt ; Chromium triacetate
	001308-14-1	Dichromium trioxide hydrate
	001308-31-2	Dichromium iron tetraoxide
	001308-38-9	Dichromium trioxide
	001333-82-0	Chromium trioxide
	007329-33-1	2-Ethylhexanoic acid chromium salt
	007440-47-3	Chromium
	007758-97-6	Lead chromate
	007788-97-8	Chromium trifluoride
	007789-04-0	Chromium orthophosphate
	007789-06-2	Strontium chromate

물질군명	CAS No	화학물질명
Chromium and its compounds	010025-73-7	Chromium trichloride
	010101-53-8	Dichromium tris(sulfate)
	010588-01-9	Sodium dichromate
	011103-86-9	Potassium hydroxyoctaoxodizincatedichromate(1-)
	011114-46-8	Ferrochromium
	011118-57-3	Chromium oxide
	012012-35-0	Trichromium dicarbide
	012018-01-8	Chromium dioxide
	012053-27-9	Chromium nitride (Cr2N)
	012336-95-7	Chromium hydroxide sulfate
	012737-27-8	Iron chromium oxide
	013423-61-5	Magnesium chromate
	013530-65-9	Zinc chromate
	013530-68-2	Dichromic acid
	013548-38-4	Chromium trinitrate
	014307-33-6	Calcium dichromate
	015096-41-0	Hydroxytetrachloro(methacrylato)dichromium
	015242-96-3	Tetrachloro-μ-hydroxy [μ-(octadecanoato-O:O′]dichromium
	015244-38-9	Chromium sulfate (2:3) hydrate
	016065-83-1	chromium solublechromic chromous salt as crill
	018540-29-9	Chromium(vi) ion
	021679-31-2	Chromium(3+) 4oxopent2ene2olate
	024613-89-6	Chromic acid (H2CrO4), chromium(3+) salt (3:2)
	027096-04-4	Chromium tris(dihydrogen phosphate)
	034415-65-1	Sulfuric acid chromium sodium salt
	050922-29-7	Chromium zinc oxide
	050925-66-1	Chromium chloride, basic
	059178-46-0	Dichromium tris(hydrogen phosphate)
	065229-24-5	Pentahydroxy(tetradecanoato)dichromium
	065232-85-1	Zinc iron chromium oxide
	069991-68-0	Rutile, antimony chromium manganese brown
	075199-06-3	3-[(2-Hydroxy-1-naphthalenyl)azo]-2-hydroxy-5-nitrobenzene sulfonic acid, chromium complex, trisodium salt
	092203-02-6	Phosphoric acid reaction products with aluminum hydroxide and chromium oxide (CrO3)
	092203-03-7	Phosphoric acid reaction products with aluminum hydroxide, chromium oxide (CrO3) and diethanolamine
	095465-97-7	Spinels, chromium green
	099328-47-9	Aluminium oxide (Al2O3), chromium-doped
	116565-74-3	Chromium lead oxide sulfate, silica-modified
	129039-96-9	Chromium hydroxide sulfate ; Basic chromium sulphate

[Ⅱ그룹- 취급량 10톤/년 이상인 배출량 조사대상 화학물질]

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
1	000051-28-5	2,4-디니트로페놀	2,4-Dinitrophenol	1.0 이상
2	000051-52-5	프로필티오우라실	Propylthiouracil	0.1 이상
3	000051-75-2	메클로르에타민	Mechlorethamine	0.1 이상
4	000051-79-6	우레탄	Urethane	0.1 이상
5	000052-51-7	브로노폴	Bronopol	1.0 이상
6	000052-68-6	트리클로르폰	Trichlorfon	1.0 이상
7	000052-85-7	팜퍼	Famphur	1.0 이상
8	000054-11-5	니코틴	Nicotine	1.0 이상
9	000055-38-9	펜티온	Fenthion	1.0 이상
10	000056-23-5	사염화 탄소	Carbon tetrachloride	0.1 이상
11	000056-38-2	파라티온	Parathion	1.0 이상
12	000057-14-7	1,1-디메틸히드라진	1,1-Dimethylhydrazine	0.1 이상
13	000057-57-8	β-프로피오락톤	β-Propiolactone	0.1 이상
14	000060-09-3	p-아미노아조벤젠	p-Aminoazobenzene	0.1 이상
15	000060-11-7	p-디메틸아미노아조벤젠	p-Dimethylaminoazobenzene	0.1 이상
16	000060-34-4	메틸히드라진	Methylhydrazine	0.1 이상
17	000060-35-5	아세트아미드	Acetamide	0.1 이상
18	000060-51-5	디메토에이트	Dimethoate	1.0 이상
19	000061-82-5	아미트롤	Amitrole	0.1 이상
20	000062-53-3	아닐린	Aniline	0.1 이상
21	000062-56-6	티오우레아	Thiourea	0.1 이상
22	000062-73-7	디클로르보스	Dichlorvos	0.1 이상
23	000063-25-2	카바릴	Carbaryl	1.0 이상
24	000064-19-7	아세트산	Acetic acid	1.0 이상
25	000064-67-5	황산 디에틸	Diethyl sulfate	0.1 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
26	000067-56-1	메틸 알코올	Methyl alcohol	1.0 이상
27	000067-63-0	2-프로판올	2-Propanol	1.0 이상
28	000067-66-3	클로로포름	Chloroform	0.1 이상
29	000067-72-1	헥사클로로에탄	Hexachloroethane	0.1 이상
30	000068-11-1	메르캅토아세트산	Mercaptoacetic acid	1.0 이상
31	000068-12-2	N,N-디메틸포름아미드	N,N-Dimethylformamide	0.1 이상
32	000071-55-6	1,1,1-트리클로로에탄	1,1,1-Trichloroethane	1.0 이상
33	000074-83-9	브롬화 메틸	Methyl bromide	1.0 이상
34	000074-85-1	에틸렌	Ethylene	1.0 이상
35	000074-86-2	아세틸렌	Acetylene	1.0 이상
36	000074-87-3	염화 메틸	Methyl chloride	1.0 이상
37	000074-88-4	요오드화 메틸	Methyl iodide	1.0 이상
38	000074-90-8	시안화 수소	Hydrogen cyanide	1.0 이상
39	000074-94-2	디메틸아민 보란	Dimethylamine borane	1.0 이상
40	000075-00-3	염화 에틸	Ethyl chloride	1.0 이상
41	000075-07-0	아세트알데히드	Acetaldehyde	0.1 이상
42	000075-09-2	디클로로메탄	Dichloromethane	0.1 이상
43	000075-15-0	이황화 탄소	Carbon disulfide	1.0 이상
44	000075-18-3	황화 메틸	Methyl sulfide	1.0 이상
45	000075-27-4	브로모디클로로메탄	Bromodichloromethane	0.1 이상
46	000075-35-4	1,1-디클로로에텐	1,1-Dichloroethene	1.0 이상
47	000075-44-5	포스겐	Phosgene	1.0 이상
48	000075-52-5	니트로메탄	Nitromethane	0.1 이상
49	000075-56-9	산화 프로필렌	Propylene oxide	0.1 이상
50	000076-03-9	트리클로로아세트산	Trichloroacetic acid	1.0 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
51	000076-87-9	수산화 트리페닐주석	Triphenyltin hydroxide	0.1 이상
52	000077-47-4	헥사클로로시클로펜타디엔	Hexachlorocyclopentadiene	1.0 이상
53	000077-78-1	황산 디메틸	Dimethyl sulfate	0.1 이상
54	000078-48-8	포스포로트리티오산 S,S,S-트리 부틸	S,S,S-Tributyl phosphorotrithioate	1.0 이상
55	000078-79-5	이소프렌	Isoprene	0.1 이상
56	000078-82-0	2-메틸프로판니트릴	2-Methylpropanenitrile	1.0 이상
57	000078-93-3	메틸 에틸 케톤	Methyl ethyl ketone	1.0 이상
58	000079-06-1	아크릴아미드	Acrylamide	0.1 이상
59	000079-11-8	클로로아세트산	Chloroacetic acid	1.0 이상
60	000079-19-6	티오세미카바지드	Thiosemicarbazide	1.0 이상
61	000079-27-6	1,1,2,2-테트라브로모에탄	1,1,2,2-Tetrabromoethane	1.0 이상
62	000079-46-9	2-니트로프로판	2-Nitropropane	0.1 이상
63	000080-05-7	4,4′-비스페놀 에이	4,4′-Bisphenol A	1.0 이상
64	000081-07-2	사카린	Saccharin	1.0 이상
65	000081-81-2	왈파린	Warfarin	0.1 이상
66	000084-74-2	디부틸 프탈레이트	Dibutyl phthalate	0.1 이상
67	000085-00-7	이브롬화 디콰트	Diquat dibromide	1.0 이상
68	000085-68-7	부틸벤질 프탈레이트	Butylbenzyl phthalate	0.1 이상
69	000086-50-0	아진포스-메틸	Azinphos-methyl	1.0 이상
70	000087-62-7	2,6-디메틸아닐린	2,6-Dimethylaniline	0.1 이상
71	000088-06-2	2,4,6-트리클로로페놀	2,4,6-Trichlorophenol	0.1 이상
72	000088-73-3	1-클로로-2-니트로벤젠	1-Chloro-2-nitrobenzene	1.0 이상
73	000088-85-7	디노셉	Dinoseb	0.1 이상
74	000088-89-1	피크르산	Picric acid	1.0 이상
75	000090-04-0	o-아니시딘	o-Anisidine	0.1 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
76	000090-43-7	비페닐-2-올	Biphenyl-2-ol	0.1 이상
77	000090-94-8	4,4′-비스(디메틸아미노)벤조페논	4,4′-Bis(dimethylamino)benzophenone	0.1 이상
78	000091-20-3	나프탈렌	Naphthalene	0.1 이상
79	000091-22-5	퀴놀린	Quinoline	0.1 이상
80	000091-66-7	N,N-디에틸아닐린	N,N-Diethylaniline	1.0 이상
81	000091-94-1	3,3′-디클로로벤지딘	3,3′-Dichlorobenzidine	0.1 이상
82	000092-93-3	4-니트로비페닐	4-Nitrobiphenyl	0.1 이상
83	000094-59-7	사프롤	Safrole	0.1 이상
84	000094-75-7	2,4-디	2,4-D	1.0 이상
85	000095-51-2	2-클로로벤젠아민	2-Chlorobenzenamine	1.0 이상
86	000095-80-7	2,4-디아미노톨루엔	2,4-Diaminotoluene	0.1 이상
87	000096-09-3	(에폭시에틸)벤젠	(Epoxyethyl)benzene	0.1 이상
88	000096-18-4	1,2,3-트리클로로프로판	1,2,3-Trichloropropane	0.1 이상
89	000096-23-1	1,3-디클로로-2-프로판올	1,3-Dichloro-2-propanol	0.1 이상
90	000096-24-2	클로로히드린	Chlorohydrin	1.0 이상
91	000096-45-7	에틸렌티오우레아	Ethylenethiourea	0.1 이상
92	000097-17-6	디클로펜티온	Dichlofenthion	1.0 이상
93	000097-56-3	o-아미노아조톨루엔	o-Aminoazotoluene	0.1 이상
94	000098-00-0	2-푸란메탄올	2-Furanmethanol	1.0 이상
95	000098-01-1	푸르푸랄	Furfural	1.0 이상
96	000098-07-7	(트리클로로메틸)벤젠	(Trichloromethyl)benzene	0.1 이상
97	000098-88-4	염화 벤조일	Benzoyl chloride	0.1 이상
98	000098-95-3	니트로벤젠	Nitrobenzene	0.1 이상
99	000099-99-0	4-니트로톨루엔	4-Nitrotoluene	1.0 이상
100	000100-40-3	4-비닐시클로헥센	4-Vinylcyclohexene	0.1 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
101	000100-41-4	에틸벤젠	Ethylbenzene	0.1 이상
102	000100-42-5	스티렌	Styrene	0.1 이상
103	000100-44-7	염화 벤질	Benzyl chloride	0.1 이상
104	000100-61-8	N-메틸아닐린	N-Methylaniline	1.0 이상
105	000100-63-0	페닐히드라진	Phenylhydrazine	0.1 이상
106	000100-69-6	2-비닐피리딘	2-Vinylpyridine	1.0 이상
107	000101-61-1	4,4′-메틸렌 비스(N,N-디메틸) 벤젠아민	4,4′-Methylene bis(N,N-dimethyl) benzenamine	0.1 이상
108	000101-68-8	4,4′-디이소시안산 디페닐메탄	Diphenylmethane 4,4′-diisocyanate	1.0 이상
109	000101-77-9	4,4′-메틸렌디아닐린	4,4′-Methylenedianiline	0.1 이상
110	000101-80-4	4,4′-디아미노디페닐 에테르	4,4′-Diaminodiphenyl ether	0.1 이상
111	000102-82-9	트리부틸아민	Tributylamine	1.0 이상
112	000103-23-1	디(2-에틸헥실) 아디페이트	Di(2-ethylhexyl) adipate	1.0 이상
113	000104-40-5	4-노닐페놀	4-Nonylphenol	1.0 이상
114	000106-46-7	1,4-디클로로벤젠	1,4-Dichlorobenzene	0.1 이상
115	000106-47-8	p-클로로아닐린	p-Chloroaniline	0.1 이상
116	000106-51-4	1,4-벤조퀴논	1,4-benzoquinone	1.0 이상
117	000106-88-7	1,2-에폭시부탄	1,2-Epoxybutane	0.1 이상
118	000106-89-8	에피클로로히드린	Epichlorohydrin	0.1 이상
119	000106-93-4	1,2-디브로모에탄	1,2-Dibromoethane	0.1 이상
120	000106-97-8	부탄	Butane	0.1 이상
121	000106-98-9	1-부텐	1-Butene	1.0 이상
122	000107-01-7	2-부텐	2-Butene	1.0 이상
123	000107-02-8	아크롤레인	Acrolein	1.0 이상
124	000107-04-0	1-브로모-2-클로로에탄	1-Bromo-2-chloroethane	1.0 이상
125	000107-05-1	염화 알릴	Allyl chloride	1.0 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
126	000107-06-2	1,2-디클로로에탄	1,2-Dichloroethane	0.1 이상
127	000107-07-3	2-클로로에탄올	2-Chloroethanol	1.0 이상
128	000107-12-0	프로피오노니트릴	Propiononitrile	1.0 이상
129	000107-13-1	아크릴로니트릴	Acrylonitrile	0.1 이상
130	000107-18-6	알릴 알코올	Allyl alcohol	1.0 이상
131	000107-19-7	2-프로핀-1-올	2-Propyn-1-ol	1.0 이상
132	000108-05-4	아세트산 비닐	Vinyl acetate	0.1 이상
133	000108-42-9	m-아미노클로로벤젠	m-Aminochlorobenzene	1.0 이상
134	000108-88-3	톨루엔	Toluene	1.0 이상
135	000108-91-8	시클로헥실아민	Cyclohexylamine	1.0 이상
136	000108-95-2	페놀	Phenol	1.0 이상
137	000109-09-1	2-클로로피리딘	2-Chloropyridine	1.0 이상
138	000109-77-3	말로노니트릴	Malononitrile	1.0 이상
139	000109-86-4	2-메톡시에탄올	2-Methoxyethanol	0.1 이상
140	000109-89-7	디에틸아민	Diethylamine	1.0 이상
141	000110-49-6	아세트산 2-메톡시에틸	2-Methoxyethyl acetate	0.1 이상
142	000110-54-3	n-헥산	n-Hexane	1.0 이상
143	000110-65-6	2-부틴-1,4-디올	2-Butyne-1,4-diol	1.0 이상
144	000110-80-5	2-에톡시에탄올	2-Ethoxyethanol	0.1 이상
145	000110-82-7	시클로헥산	Cyclohexane	1.0 이상
146	000111-15-9	아세트산 2-에톡시에틸	2-Ethoxyethyl acetate	0.1 이상
147	000111-30-8	글루타르알데히드	Glutaraldehyde	1.0 이상
148	000111-92-2	디-n-부틸아민	Di-n-butylamine	1.0 이상
149	000112-02-7	염화 N-헥사데실트리메틸암모늄	N-Hexadecyltrimethylammonium chloride	1.0 이상
150	000114-26-1	프로폭서	Propoxur	0.1 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
151	000115-07-1	프로필렌	Propylene	1.0 이상
152	000115-28-6	클로렌드산	Chlorendic acid	0.1 이상
153	000115-29-7	엔도술판	Endosulfan	1.0 이상
154	000115-32-2	디코폴	Dicofol	1.0 이상
155	000115-96-8	트리(2-클로로에틸) 포스페이트	Tri(2-chloroethyl)phosphate	0.1 이상
156	000116-14-3	테트라플루오로에틸렌	Tetrafluoroethylene	0.1 이상
157	000117-81-7	디(2-에틸헥실) 프탈레이트	Di(2-ethylhexyl) phthalate	0.1 이상
158	000119-90-4	3,3′-디메톡시벤지딘	3,3′-Dimethoxybenzidine	0.1 이상
159	000119-93-7	3,3′-디메틸베지딘	3,3′-Dimethylbenzidine	0.1 이상
160	000120-71-8	p-크레시딘	p-Cresidine	0.1 이상
161	000120-80-9	카테콜	Catechol	0.1 이상
162	000121-14-2	2,4-디니트로톨루엔	2,4-Dinitrotoluene	0.1 이상
163	000121-69-7	N,N-디메틸아닐린	N,N-Dimethylaniline	1.0 이상
164	000121-75-5	말라티온	Malathion	1.0 이상
165	000121-82-4	시클로나이트	Cyclonite	1.0 이상
166	000122-14-5	페니트로티온	Fenitrothion	1.0 이상
167	000122-19-0	염화 벤질디메틸옥타데실암모늄	Benzyldimethyloctadecyl ammonium chloride	1.0 이상
168	000122-60-1	페닐 글리시딜 에테르	Phenyl glycidyl ether	0.1 이상
169	000123-31-9	하이드로퀴논	Hydroquinone	1.0 이상
170	000123-91-1	1,4-디옥산	1,4-Dioxane	0.1 이상
171	000124-40-3	디메틸아민	Dimethylamine	1.0 이상
172	000126-97-6	(2-히드록시에틸)암모늄 메르 캅토아세테이트	(2-Hydroxyethyl)ammonium mercaptoacetate	1.0 이상
173	000126-98-7	메타아크릴로니트릴	Methacrylonitrile	1.0 이상
174	000126-99-8	클로로프렌	Chloroprene	0.1 이상
175	000127-18-4	테트라클로로에틸렌	Tetrachloroethylene	0.1 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
176	000128-04-1	디메틸디티오카르밤산 나트륨	Sodium dimethyldithiocarbamate	1.0 이상
177	000128-37-0	2,6-디-tert-부틸-4-히드록시 톨루엔	2,6-Di-tert-butyl-4-hydroxytoluene	1.0 이상
178	000132-27-4	o-페닐펜산 나트륨	Sodium o-phenylphenate	0.1 이상
179	000133-06-2	캡탄	Captan	0.1 이상
180	000133-07-3	폴펫	Folpet	0.1 이상
181	000133-59-5	염화 o-톨루엔술폰산	o-Toluenesulfonyl chloride	1.0 이상
182	000135-20-6	쿠페론	Cupferron	0.1 이상
183	000137-26-8	티람	Thiram	1.0 이상
184	000137-30-4	지람	Ziram	0.1 이상
185	000139-65-1	4,4′-티오디아닐린	4,4′-Thiodianiline	0.1 이상
186	000140-29-4	벤젠아세토니트릴	Benzeneacetonitrile	1.0 이상
187	000140-66-9	4-tert-옥틸페놀	4-tert-Octylphenol	1.0 이상
188	000140-88-5	아크릴산 에틸	Ethyl acrylate	0.1 이상
189	000141-78-6	아세트산 에틸	Ethyl acetate	1.0 이상
190	000151-56-4	에틸렌이민	Ethyleneimine	0.1 이상
191	000298-02-2	포레이트	Phorate	1.0 이상
192	000300-76-5	날레드	Naled	1.0 이상
193	000301-12-2	옥시디메톤-메틸	Oxydemeton-methyl	1.0 이상
194	000302-01-2	히드라진	Hydrazine	0.1 이상
195	000330-55-2	리누론	Linuron	1.0 이상
196	000333-41-5	디이아지논	Diazinon	1.0 이상
197	000470-90-6	클로르펜빈포스	Chlorfenvinphos	1.0 이상
198	000492-80-8	아우라민	Auramine	0.1 이상
199	000531-85-1	벤지딘 이염산염	Benzidine dihydrochloride	1.0 이상
200	000534-52-1	디엔오시	DNOC	0.1 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
201	000542-75-6	1,3-디클로로프로펜	1,3-Dichloropropene	0.1 이상
202	000545-06-2	트리클로로아세토니트릴	Trichloroacetonitrile	1.0 이상
203	000553-26-4	4,4′-디피리딜	4,4′-Dipyridyl	1.0 이상
204	000556-52-5	글리시돌	Glycidol	0.1 이상
205	000556-61-6	이소티오시안산 메틸	Methyl isothiocyanate	1.0 이상
206	000563-12-2	에티온	Ethion	1.0 이상
207	000569-64-2	염화 [4-[α-[4-(디메틸아미노)페닐벤질리덴]시클로헥사-2,5-디엔-1-일리덴]디메틸암모늄	[4-[α-[4-(Dimethylamino)phenyl benzylidene]cyclohexa-2,5-dien-1-ylidene]dimethylammonium chloride	1.0 이상
208	000593-60-2	브롬화 비닐	Vinyl bromide	0.1 이상
209	000606-20-2	2,6-디니트로톨루엔	2,6-Dinitrotoluene	0.1 이상
210	000612-83-9	3,3′-디클로로벤지딘 이염산염	3,3′-Dichlorobenzidine dihydrochloride	0.1 이상
211	000615-05-4	2,4-디아미노아니솔	2,4-Diaminoanisole	0.1 이상
212	000624-92-0	이황화 메틸	Methyl disulfide	1.0 이상
213	000630-08-0	일산화 탄소	Carbon monoxide	0.1 이상
214	000632-99-5	마젠타	Magenta	0.1 이상
215	000640-15-3	티오메톤	Thiometon	1.0 이상
216	000644-97-3	디클로로(페닐)포스핀	Dichloro(phenyl)phosphine	1.0 이상
217	000680-31-9	헥사메틸 포스포르아미드	Hexamethyl phosphoramide	0.1 이상
218	000793-24-8	N-(1,3-디메틸부틸)-N′-페닐-p-페닐렌디아민	N-(1,3-dimethylbutyl)-N′-phenyl-p-Phenylenediamine	1.0 이상
219	000822-06-0	디이소시안산 헥사메틸렌	Hexamethylene diisocyanate	1.0 이상
220	000823-40-5	2,6-디아미노톨루엔	2,6-Diaminotoluene	1.0 이상
221	000944-22-9	포노포스	Fonofos	1.0 이상
222	000950-37-8	메티다티온	Methidathion	1.0 이상
223	001120-71-4	1,3-프로판 술톤	1,3-Propane sultone	0.1 이상
224	001163-19-5	산화 데카브로모디페닐	Decabromodiphenyl oxide	1.0 이상
225	001300-71-6	자일레놀	Xylenol	1.0 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
226	001310-58-3	수산화 칼륨	Potassium hydroxide	1.0 이상
227	001310-73-2	수산화 나트륨	Sodium hydroxide	1.0 이상
228	001313-60-6	과산화 나트륨	Sodium peroxide	1.0 이상
229	001314-20-1	이산화 토륨	Thorium dioxide	0.1 이상
230	001314-56-3	오산화 인	Phosphorus pentoxide	1.0 이상
231	001314-80-3	오황화 인	Phosphorus pentasulfide	1.0 이상
232	001319-77-3	크레졸(o-,m-,p- 이성질체 혼합물)	Cresol(o-,m-,p- isomer mixture)	1.0 이상
232-1	000095-48-7	o-크레졸	o-Cresol	1.0 이상
232-2	000108-39-4	m-크레졸	m-Cresol	1.0 이상
232-3	000106-44-5	p-크레졸	p-Cresol	1.0 이상
233	001330-20-7	자일렌(o-,m-,p- 이성질체 혼합물)	Xylene(o-,m-,p- isomer mixture)	1.0 이상
233-1	000095-47-6	o-자일렌	o-Xylene	1.0 이상
233-2	000106-42-3	p-자일렌	p-Xylene	1.0 이상
233-3	000108-38-3	m -자일렌	m-Xylene	1.0 이상
234	001341-49-7	이플루오르화 암모늄	Ammonium bifluoride	1.0 이상
235	001563-66-2	카보푸란	Carbofuran	1.0 이상
236	001634-04-4	메틸 tert-부틸 에테르	Methyl tert-butyl ether	1.0 이상
237	001694-09-3	벤질 바이올렛 4B	Benzyl violet 4B	0.1 이상
238	001861-40-1	벤플루랄린	Benfluralin	1.0 이상
239	001897-45-6	클로로타로닐	Chlorothalonil	0.1 이상
240	001910-42-5	파라콰트 염류	Paraquat salt	1.0 이상
241	001937-37-7	직접염료 블랙 38	C.I. direct black 38	0.1 이상
242	002032-65-7	메티오캅	Methiocarb	1.0 이상
243	002104-64-5	이피엔	EPN	1.0 이상
244	002212-67-1	몰린에이트	Molinate	1.0 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
245	002274-67-1	디메틸빈포스	Dimethylvinphos	1.0 이상
246	002275-23-2	바미도티온	Vamidothion	1.0 이상
247	002310-17-0	포살론	Phosalone	1.0 이상
248	002312-35-8	프로파지트	Propargite	0.1 이상
249	002429-74-5	직접염료 블루 15	C.I. direct blue 15	0.1 이상
250	002439-01-2	치노메티오나트	Chinomethionat	0.1 이상
251	002439-10-3	도딘	Dodine	1.0 이상
252	002551-62-4	헥사플루오르화 황	Sulfur hexafluoride	1.0 이상
253	002593-15-9	테라졸	Terrazole	0.1 이상
254	002595-54-2	메카밤	Mecarbam	1.0 이상
255	002597-03-7	펜토에이트	Phenthoate	1.0 이상
256	002602-46-2	직접염료 블루 6	C.I. direct blue 6	0.1 이상
257	002699-79-8	플루오르화 술퍼릴	Sulfuryl fluoride	1.0 이상
258	002921-88-2	클로르피리포스	Chlorpyrifos	1.0 이상
259	003033-77-0	염화 2,3-에폭시프로필 트리메틸암모늄	2,3-Epoxypropyl trimethyl ammonium chloride	1.0 이상
260	003347-22-6	디티아논	Dithianone	1.0 이상
261	003380-34-5	트리클로산	Triclosan	1.0 이상
262	004098-71-9	디이소시안산 이소포론	Isophorone diisocyanate	1.0 이상
263	004170-30-3	크로톤알데히드	Crotonaldehyde	1.0 이상
264	005124-30-1	1,1′-메틸렌비스[4-이소시아나토시클로헥산]	1,1′-Methylenebis[4-isocyanato cyclohexane]	1.0 이상
265	005470-11-1	염화 히드록실암모늄	Hydroxylammonium chloride	1.0 이상
266	005945-33-5	비스페놀 A 비스(디페닐 포스페이트)	Bisphenol A bis(diphenyl phosphate)	1.0 이상
267	006291-85-6	3-에톡시프로필아민	3-Ethoxypropylamine	1.0 이상
268	006459-94-5	산성염료 레드 114	C.I. acid red 114	0.1 이상
269	007440-09-7	칼륨	Potassium	1.0 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
270	007440-23-5	나트륨	Sodium	1.0 이상
271	007637-07-2	트리플루오로보란	Trifluoroborane	1.0 이상
272	007647-01-0	염화 수소	Hydrogen chloride	1.0 이상
273	007652-64-4	1,1′-(1,3-페일렌디카르보닐) 비스(메틸아지리딘)	1,1′-(1,3-Phenylenedicarbonyl) bis(methylaziridine)	1.0 이상
274	007664-39-3	플루오르화 수소	Hydrogen fluoride	1.0 이상
275	007664-41-7	암모니아(수산화 암모늄(CAS No. 1336-21-6) 포함)	Ammonia(including Ammonium hydroxide)	1.0 이상
276	007664-93-9	황산	Sulfuric acid	1.0 이상
277	007681-49-4	플루오르화 나트륨	Sodium fluoride	1.0 이상
278	007697-37-2	질산	Nitric acid	1.0 이상
279	007704-34-9	황	Sulfur	1.0 이상
280	007719-09-7	염화 티오닐	Thionyl chloride	1.0 이상
281	007719-12-2	삼염화 인	Phosphorus trichloride	1.0 이상
282	007722-84-1	과산화 수소	Hydrogen peroxide	1.0 이상
283	007723-14-0	인	Phosphorus	1.0 이상
284	007726-95-6	브롬	Bromine	1.0 이상
285	007758-01-2	브롬산 칼륨	Potassium bromate	0.1 이상
286	007758-19-2	아염소산 나트륨	Sodium chlorite	1.0 이상
287	007775-09-9	염소산 나트륨	Sodium chlorate	1.0 이상
288	007782-50-5	염소	Chlorine	1.0 이상
289	007783-06-4	황화 수소	Hydrogen sulfide	1.0 이상
290	007789-23-3	플루오르화 칼륨	Potassium fluoride	1.0 이상
291	007790-94-5	클로로술폰산	Chlorosulfonic acid	1.0 이상
292	007803-49-8	히드록실아민	Hydroxylamine	1.0 이상
293	007803-51-2	포스핀	Phosphine	1.0 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
294	007803-57-8	히드라진 수화물	Hydrazine hydrate	1.0 이상
295	008001-54-5	염화 N-알킬디메틸벤질암모늄	N-Alkyldimethylbenzylammonium chloride	1.0 이상
296	008001-58-9	크레오소트	Creosote	0.1 이상
297	008014-95-7	발연 황산	Fuming sulfuric acid	1.0 이상
298	008018-01-7	만코젭	Mancozeb	0.1 이상
299	008030-30-6	나프타	Naphtha	0.1 이상
300	010025-87-3	옥시염화 인	Phosphorus oxychloride	1.0 이상
301	010026-13-8	오염화 인	Phosphorus pentachloride	1.0 이상
302	010034-85-2	요오드화 수소	Hydrogen iodide	1.0 이상
303	010034-93-2	황산 히드라진	Hydrazine sulfate	0.1 이상
304	010035-10-6	브롬화 수소	Hydrogen bromide	1.0 이상
305	010039-54-0	황산 비스(히드록실암모늄)	Bis(hydroxylammonium) sulfate	1.0 이상
306	010453-86-8	레스메트린	Resmethrin	1.0 이상
307	012427-38-2	마네브	Maneb	0.1 이상
308	013171-21-6	포스파미돈	Phosphamidon	0.1 이상
309	013194-48-4	에토프로포스	Ethoprophos	1.0 이상
310	013356-08-6	산화 펜부타틴	Fenbutatin oxide	1.0 이상
311	013516-27-3	구아자틴	Guazatine	1.0 이상
312	013593-03-8	퀴날포스	Quinalphos	1.0 이상
313	015096-52-3	크리올라이트	Cryolite	1.0 이상
314	015263-53-3	칼탑	Cartap	1.0 이상
315	016071-86-6	직접염료 브라운 95	C.I. Direct brown 95	0.1 이상
316	016079-88-2	할로겐화 히단토인	Halogenated hydantoin	1.0 이상
317	016871-90-2	헥사플루오르규산 칼륨	Dipotassium hexafluorosilicate	1.0 이상
318	016872-11-0	플루오로붕산	Fluoroboric acid	1.0 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
319	016893-85-9	헥사플루오르규산 나트륨	Disodium hexafluorosilicate	1.0 이상
320	016961-83-4	플루오로규산	Fluorosilicic acid	1.0 이상
321	017109-49-8	에디펜포스	Edifenphos	1.0 이상
322	017804-35-2	베노밀	Benomyl	1.0 이상
323	018854-01-8	이속사티온	Isoxathion	1.0 이상
324	020325-40-0	3,3′-디메톡시벤지딘 이염산염	3,3′-Dimethoxybenzidine dihydrochloride	1.0 이상
325	020816-12-0	사산화 오스뮴	Osmium tetroxide	1.0 이상
326	020893-30-5	2-티엔일아세토니트릴	2-Thienylacetonitrile	1.0 이상
327	022781-23-3	벤디오캅	Bendiocarb	1.0 이상
328	023564-05-8	티오판에이트-메틸	Thiophanate-methyl	1.0 이상
329	023950-58-5	프로나미드	Pronamide	0.1 이상
330	024017-47-8	트리아조포스	Triazophos	1.0 이상
331	025068-38-6	4,4′-(1-메틸에틸리덴)비스페놀과 (클로로메틸)옥시란의 중합체	4,4′-(1-Methylethylidene)bisphenol polymer with (chloromethyl)oxirane	1.0 이상
332	025154-52-3	노닐페놀	Nonylphenol	1.0 이상
333	025265-76-3	페닐렌디아민(o-,m-,p-이성질체 혼합물)	Phenylenediamine(o-,m-,p-isomer mixture)	1.0 이상
333-1	000095-54-5	o-페닐렌디아민	o-Phenylenediamine	1.0 이상
333-2	000106-50-3	p-페닐렌디아민	p-Phenylenediamine	1.0 이상
333-3	000108-45-2	m-페닐렌디아민	m-Phenylenediamine	1.0 이상
334	025311-71-1	이소펜포스	Isofenphos	1.0 이상
335	025321-14-6	디니트로톨루엔	Dinitrotoluene	0.1 이상
336	025376-45-8	디아미노톨루엔	Diaminotoluene	1.0 이상
337	026087-47-8	이프로벤포스	Iprobenfos	1.0 이상
338	026471-62-5	디이소시안산 톨루엔 (2,4-,2,6-,혼합 이성질체 혼합물)	Toluene diisocyanate (2,4-,2,6-,mixed isomer mixture)	1.0 이상
338-1	000584-84-9	2,4-디이소시안산 톨루엔	Toluene 2,4-diisocyanate	1.0 이상
338-2	000091-08-7	2,6-디이소시안산 톨루엔	Toluene 2,6-diisocyanate	1.0 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
339	026628-22-8	아지드화 나트륨	Sodium azide	1.0 이상
340	027083-27-8	N,N′′′-1,6-헥산디일비스 (N′-시아노구아니딘)과 1,6-헥산디아민 염산염의 중합체	N,N′′′-1,6-hexanediylbis (N′-cyanoguanidine)polymer with 1,6-hexanediamine,hydrochloride	1.0 이상
341	030560-19-1	아세페이트	Acephate	1.0 이상
342	031218-83-4	프로페탐포스	Propetamphos	1.0 이상
343	035400-43-2	술프로포스	Sulprofos	1.0 이상
344	039156-41-7	황산 2,4-디아미노아니솔	2,4-Diaminoanisole sulfate	0.1 이상
345	039300-45-3	디노캅	Dinocap	1.0 이상
346	041198-08-7	프로페노포스	Profenofos	1.0 이상
347	051630-58-1	펜발러레이트	Fenvalerate	1.0 이상
348	052315-07-8	제타-싸이퍼메트린	Zeta-cypermethrin	1.0 이상
349	052645-53-1	퍼메트린	Permethrin	1.0 이상
350	052918-63-5	데카메트린	Decamethrin	1.0 이상
351	055285-14-8	카보술판	Carbosulfan	1.0 이상
352	059669-26-0	티오디캅	Thiodicarb	0.1 이상
353	062850-32-2	페노티오캅	Fenothiocarb	1.0 이상
354	065907-30-4	푸라티오캅	Furathiocarb	1.0 이상
355	068085-85-8	싸이할로트린	Cyhalothrin	1.0 이상
356	068359-37-5	싸이플루트린	Cyfluthrin	1.0 이상
357	069409-94-5	플루발린에이트	Fluvalinate	1.0 이상
358	079622-59-6	플루아지남	Fluazinam	1.0 이상
359	079723-02-7	프탈산 수소 테트라메틸암모늄	Tetramethylammonium hydrogen phthalate	1.0 이상
360	080060-09-9	디아펜티우론	Diafenthiuron	1.0 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
361	082560-54-1	벤푸라캅	Benfuracarb	1.0 이상
362	084852-15-3	가지형 4-노닐페놀	Branched 4-nonylphenol	1.0 이상
363	086598-92-7	이미벤코나졸	Imibenconazole	1.0 이상
364	096489-71-3	피리다벤	Pyridaben	1.0 이상
365	096491-05-3	테닐클로르	Thenylchlor	1.0 이상
366	097886-45-8	디티오피르	Dithiopyr	1.0 이상
367	098886-44-3	포스티아제이트	Fosthiazate	1.0 이상
368	106917-52-6	플루술파미드	Flusulfamide	1.0 이상
369	111872-58-3	할펜프록스	Halfenprox	1.0 이상
370	119168-77-3	테브펜피라드	Tebufenpyrad	1.0 이상
371	119446-68-3	디페노코나졸	Difenoconazole	1.0 이상
372	120068-37-3	피프로닐	Fipronil	1.0 이상
373	122453-73-0	클로르페나피르	Chlorfenapyr	1.0 이상
374	131538-00-6	4-메르캅토메틸-3,6-디티아-1,8-옥탄디티올	4-Mercaptomethyl-3,6-dithia-1,8-octanedithiol	1.0 이상
375	172343-40-7	4-(2,4-디클로로-3-메틸벤조일)-1,3-디-디메틸-5-피라졸산 나트륨	Sodium 4-(2,4-Dichloro-3-methylbenzoyl) -1,3-di-dimethyl -5-pyrazolate	1.0 이상
376	NA	tert-알킬(C=12-14)아민,1-아미노-9,10-디히드로-9,10-디옥소-4-(2,4,6-트리메틸아닐리노)-안트라센-2-술폰산	tert-alkyl(C=12-14)amine,1-amino-9,10-dihydro-9,10-dioxo-4-(2,4,6-trimethylanilino)-anthracene-2-sulfonic acid	1.0 이상
377	NA	퍼플루오로옥탄산 테트라메틸암모늄	Tetramethylammonium perfluorooctanenoate	1.0 이상
378	NA	산화 트리헥실포스핀, 산화 트리-n-옥틸포스핀, 산화 디옥틸 모노 옥틸 디헥실포스핀의 혼합물	Mixture of trihexylphosphine oxide, tri-n-octylphoshine oxide, dioctylmonooctyl dihexylphosphine oxide	1.0 이상
379	NA-(주8)	니트릴로트리아세트산 및 그 염류	Nitrilotriacetic acid and its salts	0.1 이상
380	NA-(주9)	아질산 염류	Nitrous acid, salts	1.0 이상
381	NA-(주10)	알루미늄 및 그 화합물	Aluminium and its compounds	1.0 이상
382	NA-(주11)	안티몬 및 그 화합물	Antimony and its compounds	0.1 이상

번호	CAS No.	화학물질명		조사대상범위 [무게함유율(%)]
		한글명	영문명	
383	NA-(주12)	바륨 및 그 화합물	Barium and its compounds	1.0 이상
384	NA-(주13)	붕소 및 그 화합물	Boron and its compounds	1.0 이상
385	NA-(주14)	코발트 및 그 화합물	Cobalt and its compounds	0.1 이상
386	NA-(주15)	구리 및 그 화합물	Copper and its compounds	1.0 이상
387	NA-(주16)	망간 및 그 화합물	Manganese and its compounds	1.0 이상
388	NA-(주17)	셀레늄 및 그 화합물	Selenium and its compounds	1.0 이상
389	NA-(주18)	주석 및 그 화합물	Tin and its compounds	1.0 이상
390	NA-(주19)	바나듐 및 그 화합물	Vanadium and its compounds	1.0 이상
391	NA-(주20)	아연 및 그 화합물	Zinc and its compounds	1.0 이상
392	NA-(주21)	무기시안화합물	Inorganic cyanide compounds	1.0 이상
393	NA-(주22)	은 및 그 화합물	Silver and its compounds	1.0 이상
394	NA-(주23)	수소화불화탄소	Hydrofluorocarbons	1.0 이상
395	NA-(주24)	과불화탄소	Perfluorocarbons	1.0 이상

(주8)Nitrilotriacetic acid and its salts(니트릴로아세트산 및 그 염류)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 니트릴로아세트산 및 그 염류도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Nitrilotriacetic acid and its salts	000139-13-9	Nitrilotriacetic acid
	005064-31-3	Nitrilotriacetic acid trisodium salt
	018662-53-8	Nitrilotriacetic acid trisodium salt monohydrate

(주9)Nitrous acid, salts(아질산염류)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 아질산염류도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Nitrous acid, salts	007632-00-0	Sodium nitrite
	007758-09-0	Potassium nitrite
	014984-71-5	Nitrous acid, copper(2+) salt

(주10) Aluminium **and its compounds(알루미늄 및 그 화합물)**에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 알루미늄화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Aluminium and its compounds	000075-24-1	Trimethyl aluminium
	000096-10-6	Diethylaluminium chloride
	000097-93-8	Triethyl aluminium
	000100-99-2	Tris(2-methylpropyl)aluminum ; Triisobutylaluminium
	000139-12-8	Aluminium acetate
	000300-92-5	Hydroxybis(octadecanoato-O) aluminium ; Hydroxyaluminium distearate
	000555-31-7	Aluminium isopropylate ; Aluminium isopropoxide
	000555-32-8	Benzoic acid aluminium salt ; Aluminium tribenzoate
	000563-43-9	Dichloroethyl aluminium
	000637-12-7	Octadecanoic acid aluminium salt
	001116-70-7	Tributylaluminium
	001116-73-0	Trihexylaluminium
	001302-42-7	Aluminium sodium dioxide
	001317-25-5	Aluminium chlorohydroxyallantoinate
	001327-41-9	Aluminium chloride, basic
	001327-43-1	Silicic acid aluminium magnesium salt
	001332-73-6	Aluminium hydroxide sulfate
	001333-84-2	ALUMINIUM OXIDE
	001335-30-4	Silicic acid aluminium salt
	001344-00-9	Silicic acid aluminium sodium salt
	001344-01-0	Silicic acid aluminium calcium sodium salt
	001344-28-1	Aluminium oxide ; Alumina
	001726-65-4	Trihexadecylaluminium

물질군명	CAS No	화학물질명
Aluminium and its compounds	007784-30-7	Aluminium orthophosphate
	010043-01-3	Aluminium sulfate
	010102-71-3	Sulfuric acid aluminium sodium salt (2:1:1)
	010284-64-7	Aluminium chloride dihydroxide
	011097-59-9	(Carbonato)hexadecahydroxydialuminum-hexamagnesium ;[Carbonato(2-)]hexadecahydroxybis(aluminium)hexamagnesium
	011137-59-0	Aluminium potassium oxide
	011137-98-7	Aluminium magnesium oxide
	011138-49-1	Aluminium sodium oxide
	012003-49-5	Aluminium potassium silicate (1:1:1)
	012003-63-3	Aluminium potassium dioxide
	012003-78-0	Aluminium compound with nickel (1:1)
	012004-83-0	Aluminium compd. with zirconium (3:1)
	012004-88-5	Tetraaluminium calcium heptaoxide
	012005-21-9	Pentaaluminium triyttrium dodecaoxide
	012005-57-1	Tetradecaaluminium dodecacalcium tritriacontaoxide
	012005-61-7	Aluminium borate oxide
	012040-43-6	Silicic acid aluminium magnesium sodium salt
	012042-68-1	Dialuminium calcium tetraoxide
	012042-91-0	Aluminium chloride hydroxide
	012042-92-1	Dialuminium copper tetraoxide
	012068-56-3	Hexaaluminium pentaoxide disilicate
	012075-68-2	Trichlorotriethyldialuminum ; Triethyldialuminium trichloride
	012141-46-7	Aluminium silicate
	013170-05-3	Bis[4-(1,1-dimethylethyl)benzoato-O]hydroxy aluminum ;Hydroxyaluminium bis (p-tert-Butylbenzoate)
	013473-90-0	Aluminium nitrate
	013596-11-7	Aluminium chloride oxide (AlClO)
	013776-88-0	Aluminium metaphosphate
	013845-12-0	Aluminium chloride
	013939-25-8	Aluminium dihydrogen triphosphate
	013963-57-0	Aluminium tris(2,4-pentanedionato-O,O') ; Aluminium tris(acetylacetonate)
	014504-95-1	Aluminium silicate (3:2)
	015305-07-4	Tris(N-hydroxy-N-nitrosobenzenaminato-O,O')aluminum ;Tris(N-hydroxy-N-nitrosophenylaminato-O,O) aluminium
	016853-85-3	Aluminium lithium hydride ; Lithium tetrahydroaluminate
	017927-65-0	Aluminium sulfate hydrate
	018917-91-4	aluminium trilactate

물질군명	CAS No	화학물질명
Aluminium and its compounds	021645-51-2	Aluminium hydroxide
	022708-90-3	Dialuminium silicate
	024304-00-5	Aluminium nitride
	024623-77-6	Aluminium hydroxide oxide
	039290-78-3	Aluminium chloride hydroxide sulfate
	039377-45-2	Aluminium oxide, basic
	052488-90-1	Silicic acid aluminium zinc salt
	053810-32-5	Aluminium hydroxide sulfate
	055187-69-4	Aluminium scandium trioxide
	060304-36-1	Aluminium potassium fluoride
	069011-71-8	Aluminium, dross
	069011-73-0	Aluminium alloy, Al, Zn, dross
	069011-74-1	Aluminium oxide (Al2O3), fluoride-contg.
	069898-19-7	Silver reaction products with aluminium oxide (Al2O3)
	074978-16-8	Aluminium magnesium hydroxide sulfate
	077616-70-7	Poly Aluminium Chloride
	082980-54-9	Aluminium, benzoate fatty acids (C=16-18) hydroxy complexes
	082980-55-0	Aluminium, benzoate fatty acids (C=16-22) hydroxy complexes
	099328-47-9	Aluminium oxide (Al2O3), chromium-doped
	101357-30-6	Silicic acid aluminium sodium salt, sulfurized
	190085-25-7	Fatty acids, hydrogenated tallow reaction products with aluminium isopropoxide ethylene glycol and benzoic acid
	221455-10-3	Silica gel, reation product with chromic acid(H2CrO4) bis(triphenylsily) ester and ethoxydiethylaluminium

(주11)Antimony and its compounds(안티몬 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 안티몬화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Antimony and its compounds	001309-64-4	Diantimony trioxide
	001314-60-9	Diantimony pentoxide
	001327-33-9	Antimony oxide
	001332-81-6	Diantimony tetraoxide
	001345-04-6	Antimony sulfide
	006923-52-0	Antimony triacetate
	006923-52-0	Antimony triacetate
	007440-36-0	Antimony
	007647-18-9	Antimony pentachloride
	007783-56-4	Antimony trifluoride
	007783-70-2	Antimony fluoride ; Antimony pentafluoride
	010025-91-9	Antimony trichloride
	015432-85-6	Sodium antimonate
	015600-71-2	Antimony iron oxide (SbFeO4)
	015991-76-1	Antimony,tris[bis(2-ethylhexyl)carbamodithioato-kS,kS']-, (OC-6-11)-
	033910-86-0	Fluorosulfuric acid compound with antimony pentafluoride (4:1)
	034521-09-0	Sodium antimonyl tartrate
	069991-68-0	Rutile, antimony chromium manganese brown

(주12)Barium and its compounds(바륨 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 바륨화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Barium and its compounds	000513-77-9	Barium carbonate
	000515-72-0	Barium di(benzenesulfonate)
	000533-00-6	Benzoic acid barium salt
	000543-80-6	Barium acetate
	000591-65-1	(Z)-9-Octadecenoic acid barium salt
	001304-28-5	Barium oxide, obtained by calcining witherite
	001304-29-6	Barium peroxide

물질군명	CAS No	화학물질명
Barium and its compounds	002092-17-3	Barium thiocyanate
	002457-01-4	Barium 2-ethylhexanoate
	006865-35-6	Octadecanoic acid barium salt ; Barium stearate
	007440-39-3	Barium
	007585-41-3	4-[(5-Chloro-4-methyl-2-sulfophenyl)azo]-3-hydroxy-2-napht halenecarboxylic acid barium salt (1:1)
	007727-43-7	Barium sulfate, natural
	007787-32-8	Barium fluoride
	007787-39-5	Barium sulfite
	007791-28-8	Barium dibromide dihydrate
	010022-31-8	Barium nitrate
	010196-68-6	4-(1,1-Dimethylethyl)benzoic acid barium salt ; Barium 4-(1,1-dimethylethyl)benzoate
	010294-40-3	Barium chromate
	010326-27-9	Barium dichloride dihydrate
	010361-37-2	Barium chloride
	011129-08-1	Barium aluminate
	012009-21-1	Barium zirconium trioxide
	012047-11-9	Barium dodecairon nonadecaoxide
	012047-27-7	Barium titanium trioxide
	012230-71-6	Barium dihydroxide octahydrate
	012650-28-1	Silicic acid barium salt
	013255-26-0	Barium metasilicate
	013477-00-4	Barium chlorate
	013701-59-2	Barium diboron tetraoxide
	017125-80-3	Barium hexafluorosilicate
	017194-00-2	Barium hydroxide
	017852-98-1	C.I. Pigment Red 57, barium salt (1:1)
	021109-95-5	Barium sulfide
	022326-55-2	Barium hydroxide, monohydrate
	025619-56-1	Dinonylnaphthalenesulfonic acid barium salt
	026655-43-6	Butanedioic acid, (tetrapropenyl)-, 1-methyl ester, barium salt
	028575-89-5	Barium Sulfornate
	028987-17-9	Nonylphenol barium salt ; Barium nonylphenolate
	032915-79-0	Carbonic acid barium calcium strontium salt
	055172-98-0	Neodecanoic acid barium salt ; Barium neodecanoate
	061788-50-9	Fatty acids, lanolin, barium salts
	061790-48-5	Sulfonic acids, petroleum, barium salts
	068188-14-7	Resin acids and Rosin acids, barium salts
	068201-19-4	Barium, acetate tallow fatty acids complexes

물질군명	CAS No	화학물질명
Barium and its compounds	068425-33-2	Petrolatum (petroleum), oxidized, barium salt
	068514-62-5	Naphthenic acids barium salts, reaction products with carbon dioxide
	068603-10-1	Hydrocarbon waxes (petroleum), oxidized, Me esters, barium salts
	068929-13-5	4-(Benzoylamino)-5-hydroxy-6-[(3-methylphenyl)azo]-1,7-naphthalenedisulfonic acid barium sodium salt(1:1:2);Barium disodium 4-benzamidato-5-oxido-6-[(m-tolyl) azo]naphthalene-1,7-disulphonate
	070024-68-9	Benzenesulfonic acid monoalkyl(C=16-24) derivs., barium salts, overbased
	073612-34-7	4-Chloro-2-[(2-hydroxy-1-naphthalenyl)azo]-5-methylbenzenesulfonic acid, barium salt (2:1)
	093028-28-5	Benzenesulfonic acid, C10-60-alkyl derivs., barium salts
	093820-55-4	Benzenesulfonic acid dialkyl(C=10-18) derivs., barium salts
	101356-97-2	Barium oxide (BaO), solid soln. with calcium oxide, magnesium oxide, phosphorus oxide (P2O5), strontium oxide and zinc oxide, europium-doped
	102110-17-8	Aluminum oxide (Al2O3), solid soln. with barium oxide and magnesium oxide, europium-doped
	102110-18-9	Aluminum oxide (Al2O3), solid soln. with barium oxide, calcium oxide, cerium oxide and strontium oxide, dysprosium and terbium-doped
	102110-23-6	Barium oxide (BaO), solid soln. with calcium oxide, strontium oxide and tungsten oxide (WO3), europium-doped
	102110-24-7	Barium oxide (BaO), solid soln. with calcium oxide, strontium oxide and tungsten oxide (WO3), lead-doped
	280572-88-5	Bis[1-(2-methoxyethoxy)-2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionato]barium

(주13)Boron and its compounds(붕소 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 붕소화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Boron and its compounds	000098-80-6	Phenylboronic acid
	000109-63-7	Trifluoroborane compd. with 1,1'-oxybis[ethane](1:1)
	000121-43-7	Boric acid trimethyl ester
	000372-44-1	Phenol compd. with trifluoroborane (1:1) ; Boron trifluoride phenol complex
	000373-57-9	Trifluoro(methanol)boron
	001303-86-2	Diboron trioxide
	001319-33-1	Boronatrocalcite
	002095-58-1	BORONFLUORIDE
	007440-42-8	Boron
	007637-07-2	Boron trifluoride
	010043-11-5	Boron nitride
	010043-35-3	Boric acid
	010294-33-4	Boron tribromide
	010294-34-5	Boron trichloride
	012011-54-0	Boron carbide
	012045-78-2	Boron potassium oxide tetrahydrate
	012069-32-8	Boron carbide (B4C)
	012767-90-7	Hexaboron dizinc undecaoxide
	013701-59-2	Barium diboron tetraoxide
	068478-97-7	Boron fluoride compd. with 2-propanamine reaction products with butyl glycidyl ether
	075783-29-8	Siloxanes and silicones, di-Me polymers with boron oxide (B2O3)
	138265-88-0	Boron zinc hydroxide oxide

(주14)Cobalt and its compounds(코발트 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 코발트화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Cobalt and its compounds	000071-48-7	Cobalt acetate
	000136-52-7	2-Ethylhexanoic acid cobalt(2+) salt ; Cobaltous octoate
	000513-79-1	Cobalt carbonate
	001307-96-6	Cobalt monooxide
	001308-04-9	Dicobalt trioxide
	001308-06-1	Tricobalt tetraoxide
	003317-67-7	Cobalt(II) phthalocyanine ; [29H,31H-Phthalocyaninato-N29,N30,N31,N32]cobalt
	005931-89-5	Cobalt acetate
	006147-53-1	Cobalt acetate tetrahydrate
	007440-48-4	Cobalt
	007646-79-9	Cobalt dichloride
	007789-43-7	Cobalt dibromide
	007791-13-1	Cobalt dichloride hexahydrate
	010026-17-2	Cobalt dofluoride
	010026-22-9	Cobalt nitrate
	010026-24-1	Cobalt monosulfate heptahydrate
	010124-43-3	Cobalt sulfate
	010141-05-6	Cobalt dinitrate
	011104-61-3	Cobalt oxide
	012045-01-1	Cobalt boride (Co2B)
	012052-28-7	Cobalt diiron tetraoxide
	012190-79-3	Cobalt lithium dioxide
	012672-51-4	Cobalt hydroxide
	013455-25-9	Chromic acid (H2CrO4), cobalt(2+) salt (1:1)
	013455-36-2	Tricobalt bis(orthophosphate)
	013586-82-8	2-Ethylhexanoic acid cobalt salt
	013586-84-0	Octadecanoic acid cobalt salt
	013963-58-1	Tripotassium hexacyanocobaltate
	014017-41-5	Sulfamic acid cobalt(2+) salt (2:1)
	014216-74-1	Nitric acid cobalt salt
	014285-59-7	Cobalt 4,4',4'',4'''-phthalocyaninetetrasulfonate
	014640-56-3	Dicobalt diphosphate
	021041-93-0	Cobalt dihydroxide
	021679-46-9	Tris(pentane-2,4-dionato-O,O')cobalt
	023670-59-9	Cobalt chloride
	027253-31-2	Neodecanoic acid cobalt salt
	061789-51-3	Cobalt naphthenates
	061789-52-4	Fatty acids, tall oil, cobalt salts
	068186-86-7	COPPER CHROMITE BLUE-GREEN SPINER ; Cobalt Aluminate

물질군명	CAS No	화학물질명
Cobalt and its compounds	068412-74-8	Cobalt zinc silicate, blue phenacite
	068442-96-6	Hydrofluoric acid, reaction products with alumina and cobalt chloride
	068457-13-6	Cobalt, borate neodecanoate complexes
	070851-34-2	Bis[2-[[[3-[[1-[(2-chloroanilino)carbonyl]-2-oxopropyl]azo]-4-hydroxyphenyl]sulfonyl]amino]benzoato(3-)]cobaltate(4-) tetrasodium ; 2-[4-Hydroxy-3-[1-(2-chlorophenylcarbamoyl)-2-hydroxy-1-propenylazo]phenylsulfonylamino]benzoic acid sodium cobalt(II) chel
	073612-40-5	Bis[3-[[1-(3-chlorophenyl)-4,5-dihydro-3-methyl-5-oxo-1H-pyrazol-4-yl]azo]-4-hydroxybenzenesulfonamidato(2-)]cobaltate(1-) sodium
	083711-43-7	Cobalt, C5-23-branched carboxylate naphthenate complexes
	085737-17-3	Fatty acids, (C=3-22), cobalt salts, basic
	094246-88-5	(2-Ethylhexanoato-O)(isooctanoato-O)cobalt
	182442-95-1	LITHIUM COBALT MANGANESE NICKEL OXIDE

(주15)Copper and its compounds(구리 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 구리화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Copper and its compounds	000142-71-2	Copper acetate ; Cupric acetate
	000147-14-8	Copper, phthalocyanine
	000527-09-3	Copper Gluconate
	000544-92-3	Copper cyanide
	001111-67-7	Copper thiocyanate
	001184-64-1	Copper carbonate
	001317-38-0	Copper monoxide
	001317-39-1	Dicopper oxide
	001317-40-4	Copper sulfide
	001327-76-0	Copper, 5-[(4-hydroxyphenyl)amino]-8-(phenylamino)-1-naphthalenesulfonicacid-sodium polysulfide condensate complexes, thiosulfonated
	001332-40-7	Copper chloride, basic
	001332-65-6	Dicopper chloride trihydroxide
	001338-02-9	Copper naphthenate
	001344-67-8	Copper chloride
	001344-69-0	Copper hydroxide

물질군명	CAS No	화학물질명
Copper and its compounds	001344-70-3	Copper oxide
	001344-73-6	Sulfuric acid copper salt, basic
	003251-23-8	Copper dinitrate
	004367-08-2	Copper(II) cyanide
	006046-93-1	Copper diacetate monohydrate
	007440-50-8	Copper
	007447-39-4	Copper dichloride
	007681-65-4	Copper monoiodide
	007758-89-6	Copper monochloride
	007758-98-7	Copper sulfate
	007758-99-8	COPPER SULFATE PENTAHYDRATE
	007787-70-4	Copper monobromide
	007798-23-4	Tricopper bis(orthophosphate)
	010031-43-3	Copper dinitrate trihydrate
	010102-90-6	Diphosphoric acid copper salt
	010125-13-0	Copper dichloride dihydrate
	010380-28-6	Bis(8-quinolinolato-N1,O8)copper ; Oxine-copper
	012042-92-1	Dialuminium copper tetraoxide
	012069-69-1	Copper carbonate hydroxide (Cu2(OH)2CO3)
	012158-75-7	Copper hydroxide nitrate
	012239-87-1	[Chloro-29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32] copper ; Copper chlorophthalocyanine
	012249-45-5	Copper compound with silver (1:1)
	013927-71-4	Dibutyl Dithio Carbamic Acid Copper salt
	013933-17-0	Copper, diaquadichloro-
	014017-38-0	Copper(II) sulfamate
	014025-15-1	Ethylenediaminetetraacetic acid disodium copper salt
	014263-73-1	Potassium copper cyanide
	014721-21-2	Copper dichlorate
	014763-77-0	Copper dicyanide
	014832-14-5	(SP-4-1)-[1,2,3,4,8,9,10,11,15,16,17,18,22,23,24,25-Hexadecachloro-29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32]copper
	014915-37-8	2-Pyridinethiol-1-oxide, copper salt
	014984-71-5	Nitrous acid, copper(2+) salt
	015191-80-7	Dicopper pyrophosphate
	015627-09-5	Bis(N-hydroxy-N-nitrosocyclohexylaminato-O,O') copper
	015680-42-9	[1-[[(2-Hydroxyphenyl)imino]methyl]-2-naphtholato(2-)-N,O,O']copper

물질군명	CAS No	화학물질명
Copper and its compounds	016040-69-0	[2,9,16,23-Tetrachloro-29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32]copper, (SP-4-1)-
	020427-59-2	Copper dihydroxide
	028901-96-4	[29H,31H-Phthalocyaninesulfonato(2-)-N29,N30,N31,N32]copper
	029719-96-8	Copper trichlorophthalocyanine
	033113-08-5	Carbonic acid ammonium copper salt
	033481-16-2	Tris[[[3-(N,N-dimethylamino)propyl]amino]sulfonyl]copper phthalocyanine
	038465-60-0	Copper(2+) tetrafluoroborate(1-)
	039290-85-2	Boric acid copper salt
	039445-33-5	Copper compound with tin (4:1)
	054253-62-2	Methanesulfonic acid, copper(2+) salt
	054427-17-7	Copper-zinc ferrite
	064883-30-3	Dodecylbenzene sulfonate bis-ethylenediamine copper(II) complex salt
	067711-92-6	Copper Slag
	068186-86-7	COPPER CHROMITE BLUE-GREEN SPINER ; Cobalt Aluminate
	068411-06-3	[29H,31H-Phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32]copper (1,3-dihydro-1,3-dioxo-2H-isoindol-2-yl)methyl derivs.
	068611-68-7	Zinc sulfide (ZnS), aluminum and copper-doped
	068611-70-1	Zinc sulfide (ZnS), copper chloride-doped
	068987-63-3	Copper,[29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32]-, chlorinated
	069012-78-8	Calcines, copper smelting-fly-ash
	070750-63-9	Copperphthalocyaninesulfonicacid dioctadecyldimethylammonium salt
	073018-43-6	[29H,31H-Phthalocyaninetetrasulfonamidato(2-)-N29,N30,N31,N32]copper, N-(2-ethylhexyl and 3-methoxypropyl) derivs.
	073049-92-0	Copper, [29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32]-, sulfo [[4-[[2-(sulfooxy)ethyl]sulfonyl]phenyl]amino]sulfonyl derivs.
	073455-75-1	Hydrogen[29H,31H-phthalocyaninessulfonate(3-)-N29,N30,N31,N32]cuprate(1-),compd. with dodecylamine(1:1)
	075173-68-1	[μ-[[3,3'-[Azoxybis[(2-hydroxy-p-phenylene)azo]] bis[4-hydroxynaphthalene-2,7-disulfonato]](8-)]]dicopper, tetrasodium; 4-Hydroxy-3-[2-hydroxy-4-[3-hydroxy -4-(1-hydroxy-3,6-disulfo-2-naphthylazo)phenylazoxy]phenylazo]-2,7-naphthalenedisulfonic acid copper
	081457-64-9	Copper,[29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32]-, (butylamino)sulfonyl [(2-ethylhexyl)amino]sulfonyl derivs.

물질군명	CAS No	화학물질명
Copper and its compounds	085167-42-6	Copper(1+), (nitrato-O,O')(2,8,14,20-tetramethyltetrabenzo[b,f,j,n][1,5,9,13]tetraazacyclohexadecine-N5,N11,N17,N23)-,(TP-6-122)-, nitrate, monohydrate
	086457-83-2	2,4-Bis[3-[α-(2-carboxy-5-sulfophenylhydrazono) benzylazo]-2-hydroxy-5-sulfoanilino]-6-chloro-1,3,5-triazine copper complex (1:2) tetrasodium salt
	090295-11-7	[29H,31H-Phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32]copper, aminosulfonyl sulfo derivs., sodium salts
	124719-24-0	Copper,(29H,31H-phthalocyaninato(2-)-N29,N30,N31,N32)-,sulfo[[3-(trimethylammonio)propyl]amino]sulfonyl derivs., Me sulfates, sodium salts
	187547-44-0	Copper(Ⅱ) complex of 2-[α-[2-hydroxy-3-[4-chloro-6-[4-(2,3-dibromopropionylamino)-2-sulfophenylamino-[1,3,5]triazine-2-ylamino]-5-sulfophenylazo]-benzylidenehydrazino]-4-sulfobenzoic acid sodium salt

(주16)Manganese and its compounds(망간 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 망간화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Manganese and its compounds	000598-62-9	Manganese carbonate
	000638-38-0	Manganese diacetate
	000993-02-2	Manganese(3+) acetate
	001313-13-9	Manganese dioxide
	001317-34-6	Dimanganese trioxide
	001317-35-7	Trimanganese tetraoxide
	001336-93-2	Naphthenic acids manganese salts
	001344-43-0	Manganese monooxide
	006156-78-1	Manganese acetate tetrahydrate
	007439-96-5	Manganese
	007722-64-7	Potassium permanganate
	007773-01-5	Manganese dichloride
	007785-87-7	Manganese monosulfate
	008018-01-7	Ethylenebis(dithiocarbamic acid)manganese zinc complex ;Acoordination product of zinc ion and manganese ethylene bisdithiocarbamate, Mancozeb
	008030-70-4	Fatty acids, tall oil, manganese salts

물질군명	CAS No	화학물질명
Manganese and its compounds	010101-50-5	Sodium permanganate
	010101-66-3	Diphosphoric acid ammonium manganese(3+) salt (1:1:1) ; C.I pigment violet 016
	010124-54-6	Manganese orthophosphate
	010124-55-7	Manganese sulfate
	010377-66-9	Manganese dinitrate
	011115-91-6	Iron manganese oxide
	011129-60-5	Manganese oxide
	012005-96-8	Manganese arsenide (Mn2As)
	012057-17-9	Lithium manganese oxide
	012062-81-6	Iron manganese trioxide
	012162-79-7	Lithium Manganese Oxide
	012604-53-4	Ferromanganese
	012645-49-7	Iron manganese zinc oxide
	012646-17-2	Manganese nitride
	012743-28-1	Manganese alloy
	013446-03-2	Manganese dibromide
	013446-34-9	Manganese chloride tetrahydrate
	014177-46-9	Manganese tungstate(MnWO4)
	015244-36-7	Manganese sulfate hydrate
	015609-81-1	Ammonium manganese phosphate
	015956-58-8	2-Ethylhexanoic acid manganese salt
	017141-63-8	Manganese nitrate hexahydrate
	018718-07-5	Manganese bis(dihydrogen phosphate)
	018820-29-6	Manganese sulfide
	023250-73-9	(Z)-9-Octadecenoic acid, manganese(2+) salt
	051349-94-1	Manganese hydrogen phosphate
	053731-35-4	Manganese diphosphate
	068551-42-8	Fatty acids, (C=6-19)-branched, manganese salts
	068611-47-2	Silicic acid (H4SiO4) zinc salt (1:2), manganese-doped
	068877-27-0	Zinc sulfide (ZnS), manganese-doped
	069991-68-0	Rutile, antimony chromium manganese brown
	101357-05-5	Calcium oxide (CaO), solid soln. with silica, strontium oxide and zinc oxide, cerium and manganese-doped
	182442-95-1	LITHIUM COBALT MANGANESE NICKEL OXIDE

(주17)Selenium and its compounds(셀레늄 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 셀레늄화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Selenium and its compounds	007446-08-4	Selenium dioxide
	007782-49-2	Selenium

(주18)Tin and its compounds(주석 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 주석화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당되며, 수산화 트리페닐주석은 개별물질로 조사함**

물질군명	CAS No	화학물질명
Tin and its compounds	000056-35-9	Bis(tributyltin) oxide ; Tributyltin oxide
	000077-58-7	Dibutylbis[(1-oxododecyl)oxy]stannane ; Dibutyltin dilaurate
	000078-04-6	Dibutyltin maleate
	000078-06-8	Dibutyltin 3-mercapto propionate
	000301-10-0	Tin 2-ethylhexanoate
	000683-18-1	Dibutyltin dichloride
	000753-73-1	Dimethyltin dichloride
	000870-08-6	Di-n-octyltin oxide ; Dioctyltin oxide
	001067-33-0	Dibutyltin diacetate
	001118-46-3	Monobutyltin trichloride
	001314-95-0	Tin sulfide
	001315-01-1	Tin disulfide
	001332-29-2	Tin oxide
	001344-13-4	Tin chloride
	001461-22-9	Tributyltin chloride
	001461-25-2	Tetrabutyl tin
	003091-25-6	Monooctyltin trichloride
	003542-36-7	Dioctyltin dichloride
	003590-84-9	Tetraoctyltin
	003648-18-8	Dioctyltin dilaurate
	006994-59-8	Tin distearate, pure
	007324-74-5	Dibutyltin bis(monobenzyl maleate)

물질군명	CAS No	화학물질명
Tin and its compounds	007440-31-5	Tin
	007488-55-3	Tin sulfate
	007637-13-0	Stearic acid, tin salt
	007646-78-8	Tin tetrachloride
	007772-99-8	Tin dichloride
	007783-47-3	Tin difluoride
	010025-69-1	Tin chloride dihydrate ; Stannous dichloride dihydrate
	012010-67-2	Dibismuth tritin nonaoxide
	012027-61-1	Dipotassium tin hexahydroxide
	012027-70-2	Disodium tin hexahydroxide
	012036-31-6	Lead tin oxide (PbSnO3)
	012058-66-1	Disodium tin trioxide
	012142-33-5	Dipotassium tin trioxide
	013121-70-5	Tricyclohexyltin hydroxide ; Cyhexatin,TCTH
	013173-04-1	Dibutyltin dimaleate, diethyl ester
	013356-08-6	Hexakis(2-methyl-2-phenylpropyl)distannoxane ; Bis[tris[2-methyl-2-phenylpropyl)tin] oxide, Fenbutatin oxide, Vendex
	013814-97-6	Tin bis(tetrafluoroborate)
	015546-11-9	Di-n-butyltin bis(methyl maleate)
	015571-58-1	Dioctyltin bis(2-ethylhexyl thioglycolate)
	015578-26-4	Diphosphoric acid tin(2+) salt (1:2) ; Ditin pyrophosphate
	016091-18-2	2,2-Dioctyl-1,3,2-dioxastannepin-4,7-dione ; Dioctylstannylene maleate, Dioctyltin maleate
	018282-10-5	Tin dioxide
	021651-19-4	Tin monoxide
	022205-30-7	Bis(dodecylthio)dioctyltin
	022673-19-4	Dibutylbis(pentane-2,4-dionato-O,O')tin
	023850-94-4	Butyltris[(2-ethyl-1-oxohexyl)oxy]stannane;Butyltin tris(2-ethylhexoate)
	024577-34-2	Dioctyltin bis(2-ethylhexanoate)
	027107-89-7	10-Ethyl-4-[[2-[(2-ethylhexyl)oxy]-2-oxoethyl]thio]-4-octyl-7-oxo-8-oxa-3,5-dithia-4-stannatetradecanoic acid 2-ethylhexyl ester ; Monooctyltin tris(2-ethylhexylmercaptoacetate)

물질군명	CAS No	화학물질명
Tin and its compounds	027517-48-2	Dibutyl tin oxide polymer
	029575-02-8	Dioctyltinbis(butyl maleate)
	034152-36-8	Dioctyltin distearate
	039445-33-5	Copper compound with tin (4:1)
	041083-11-8	Azocyclotin
	053408-94-9	Tin(II) methanesulfonate
	068187-12-2	Chrome tin pink sphene
	071243-84-0	Indium oxide (In2O3), solid soln. with tin oxide (SnO2)
	091648-71-4	Tin alloy, dross
	095860-13-2	Tin methylsulfonate

(주19)Vanadium and its compounds(바나듐 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 바나듐화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Vanadium and its compounds	0007718-98-1	Vanadium trichloride
	0012070-10-9	Vanadium monocarbide
	001314-34-7	Divanadium trioxide
	001314-62-1	Divanadium pentaoxide
	0013537-11-6	Europium vanadium tetraoxide
	0013566-12-6	Vanadium yttrium tetraoxide
	0013769-43-2	Potassium vanadium trioxide
	0014974-48-2	Oxalic acid vanadium salt
	0027774-13-6	Vanadium oxide sulfate
	003153-26-2	Vanadium oxy acetylacetonate
	007440-62-2	Vanadium
	0074630-99-2	Hexanoic acid, 2-ethyl-, vanadium(5+) salt (1:?) Vanadium 2-ethylhexanoate
	007632-51-1	Vanadium tetrachloride
	007727-18-6	Vanadium trichloride oxide
	011099-11-9	Vanadium oxide
	012604-58-9	Vanadium alloy, base, V,C,Fe (ferrovanadium)
	0126729-57-5	bismuth vanadium oxide
	013476-99-8	Vanadium(III) acetylacetonate ; Tris(2,4-pentanedionato)vanadium, Vanadium tris(acetylacetonate)
	014059-33-7	Bismuth vanadium tetraoxide
	053801-77-7	Bismuth vanadium oxide

(주20)Zinc and its compounds(아연 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 아연화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Zinc and its compounds	000136-23-2	Bis(dibutylcarbamodithioato-S,S')zinc ; Zinc dibutyldithiocarbamate
	000136-53-8	2-Ethylhexanoic acid zinc salt
	000137-30-4	Bis(dimethylcarbamodithioato-S,S')zinc ; Zinc dimethyldithiocarbamate
	000155-04-4	2(3H)-Benzothiazolethione zinc salt ; Zinc di(benzothiazol-2-yl) disulfide
	000553-72-0	Benzoic acid zinc salt ; Zinc benzoate
	000557-05-1	Octadecanoic acid zinc salt ; Zinc stearate
	000557-07-3	(Z)-9-Octadecenoic acid zinc salt
	000557-09-5	Octanoic acid zinc salt
	000557-20-0	Diethyl zinc
	000557-21-1	Zinc cyanide
	000557-34-6	Zinc acetate
	001314-13-2	Zinc oxide
	001314-22-3	Zinc peroxide (ZnO2)
	001314-84-7	Zinc phosphide (Zn3P2) ; Trizinc diphosphide
	001314-98-3	Zinc sulfide
	001332-07-6	Boric acid zinc salt
	002215-35-2	4-Methyl-2-pentanol hydrogen phosphorodithioate zinc salt ; Phosphorodithioic acid O,O-bis(1,3-dimethylbutyl) ester, zinc salt
	002452-01-9	Dodecanoic acid zinc salt ; Zinc laurate
	003030-80-6	1,3-Dihydro-2H-benzimidazole-2-thione zinc salt (2:1) ; Znic di(benzimidazol-2-yl) disulfide, Nocrac MBZ
	003138-01-0	Zinc-bis-(2-pyridine-thioi-1-oxide)
	003486-35-9	Zinc carbonate
	004259-15-8	Phosphorodithioic acid O,O-bis(2-ethylhexyl) ester, zinc salt
	004468-02-4	Bis(D-gluconato-O1,O2)zinc
	004980-54-5	4-(1,1-Dimethylethyl)benzoic acid zinc salt ; Zinc p-t-butylbenzoate
	005970-45-6	Zinc acetate dihydrate
	007440-66-6	Zinc
	007446-19-7	Sulfuric acid, zinc salt (1:1), monohydrate
	007446-20-0	ZINC SULFATE HEPTAHYDRATE
	007446-26-6	Dizinc pyrophosphate
	007543-51-3	Zinc Phosphate, 4H2O
	007646-85-7	Zinc chloride
	007733-02-0	Zinc sulfate
	007779-88-6	Zinc nitrate
	007779-90-0	Trizinc bis(orthophosphate
	007783-49-5	Zinc fluoride

물질군명	CAS No	화학물질명
Zinc and its compounds	008006-32-4	Sulfuric acid, barium salt (1:1), mixt. with zinc oxide and zinc sulfide
	008018-01-7	Ethylenebis(dithiocarbamic acid)manganese zinc complex ; Acoordination product of zinc ion and manganese ethylene bisdithiocarbamate, Mancozeb
	009006-42-2	zinc ammoniate ethylenebis(dithiocarbamate)-poly (ethylenethiuram disulfide)
	010196-18-6	Nitric acid, zinc salt, hexahydrate
	011103-86-9	Potassium hydroxyoctaoxodizincatedichromate(1-)
	011126-29-7	Silicic acid zinc salt
	012001-85-3	Zinc naphthenate
	012011-79-9	[μ-[Carbonato(2-)-O:O′]]dihydroxydizinc
	012036-37-2	Zinc stannate
	012044-55-2	Zinc arsenide (ZnAs2)
	012063-19-3	Diiron zinc tetraoxide
	012068-16-5	Zinc dodecylbenzenesulfonate
	012122-17-7	Basic Zinc Carbonate
	012122-67-7	[[1,2-Ethanediylbis[carbamodithioate]](2-)] zinc ; Zinc ethylenebis(dithiocarbamate)
	012433-50-0	Dipotassium heptadecaoxotetrazincate tetrachromate(2-)
	012442-27-2	Cadmium zinc sulfide ((Cd,Zn)S)
	012447-61-9	ZINC BORATE, HYDRATED
	012645-49-7	Iron manganese zinc oxide
	012645-50-0	Iron nickel zinc oxide
	012767-90-7	Hexaboron dizinc undecaoxide
	013040-19-2	Zinc ricinolate
	013189-00-9	2-Methyl-2-propenoic acid zinc salt ; Zinc dimethacrylate
	013463-41-7	Zinc pyrithione
	013530-65-9	Zinc chromate
	013532-96-2	4-[Ethyl(2-hydroxyethyl)amino]benzenediazonium chloride compd. with zinc chloride (ZnCl2)
	013566-15-9	Zinc dimetaphosphate
	013597-44-9	Zinc sulfite
	013598-37-3	Zinc bis(dihydrogen phosphate)
	013767-32-3	Molybdenum zinc tetraoxide
	013826-55-6	Potassium zinc phosphate

물질군명	CAS No	화학물질명
Zinc and its compounds	014024-63-6	Bis(pentane-2,4-dionato-O,O')zinc
	014324-55-1	Bis(diethylcarbamodithioato-S,S')zinc ; Zinc diethyldithiocarbamate, ZDEC
	014332-59-3	Zinc phosphonate
	014639-98-6	Triammonium pentachlorozincate(3-)
	014643-87-9	Zinc diacrylate
	014726-36-4	Bis(dibenzyldithiocarbamato)zinc
	014726-58-0	2,5-Dibutoxy-4-(morpholin-4-yl)benzenediazonium tetrachlorozincate (2:1)
	015333-24-1	Sodium zinc cyanide
	015337-18-5	Zinc bis(dipentyldithiocarbamate)
	016871-71-9	Zinc hexafluorosilicate
	019210-06-1	Phosphorodithioic acid zinc salt
	020427-58-1	Zinc hydroxide
	020654-08-4	Zinc cyanamidate
	023414-72-4	Zinc permanganate
	024308-84-7	ZINC-DIBENZENE SULFINATE
	024345-02-6	Zinc p-toluenesulfinate
	024887-06-7	Zinc bis(hydroxymethanesulfinate)
	027253-29-8	Neodecanoic acid zinc salt ; Zinc neodecanoate
	028016-00-4	Dinonylnaphthalenesulfonic acid zinc salt
	028208-80-2	2-Propenoic acid polymer with ethene zinc salt
	037300-23-5	C.I. Pigment yellow 36 ; Zinc chromate yellow ; Zinc tetraoxy chromate
	038714-47-5	Tetraamminezinc(2+) carbonate (1:1)
	040861-29-8	Carbonic acid ammonium zinc salt (2:2:1)
	041189-36-0	Chromic acid, potassium zinc salt ; Potassium zinc chromate
	042405-40-3	Bis[3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-2-hydroxybenzoato-O1,O2]zinc
	050922-29-7	Chromium zinc oxide
	052488-90-1	Silicic acid aluminium zinc salt
	053770-52-8	Zinc 3,5-bis(α-methylbenzyl)salicylate
	054427-17-7	Copper-zinc ferrite
	055799-16-1	ZINC OXIDE PHOSPHONATE, DIHYDRATE

물질군명	CAS No	화학물질명
Zinc and its compounds	060580-61-2	5-Nitro-1,3-benzenedicarboxylic acid zinc salt (1:1)
	061617-00-3	1,3-Dihydro-4(or 5)-methyl-2H-benzimidazole-2-thione zinc salt (2:1) ; Zino 2-mercaptotoluimidazole, Vanox ZMTI
	061790-11-2	Fatty acids, tall oil, zinc salts
	064539-51-1	Tribasic zinc phosphite
	065232-85-1	Zinc iron chromium oxide
	067701-12-6	Fatty acids, (C=14-18) and (C=16-18)-unsatd., zinc salts
	067701-13-7	Fatty acids, (C=16-18) and (C=18)-unsatd., zinc salts
	068440-10-8	Fatty acids, lanolin, zinc salts
	068457-79-4	Phosphorodithioic acid O,O-bis(mixed iso-Bu and pentyl) esters zinc salts
	068551-44-0	Fatty acids, (C=6-19)-branched, zinc salts
	068611-47-2	Silicic acid (H4SiO4) zinc salt (1:2), manganese-doped
	068611-68-7	Zinc sulfide (ZnS), aluminum and copper-doped
	068611-70-1	Zinc sulfide (ZnS), copper chloride-doped
	068611-71-2	Zinc sulfide (ZnS), silver chloride-doped
	068649-42-3	Phosphorodithioic acid O,O-dialkyl(C=1-14) esters zinc salts
	068877-27-0	Zinc sulfide (ZnS), manganese-doped
	068891-56-5	2-Methyl-2-propenoic acid polymer with butyl 2-propenoate, ethenylbenzene and methyl 2-methyl-2-propenoate, zinc complex
	068918-69-4	Petrolatum (petroleum), oxidized, zinc salt
	068953-40-2	Fatty acids, tallow, hydrogenated, zinc salts
	069011-50-3	Zinc dross
	070248-43-0	Resin acids and Rosin acids, polymd., zinc salts
	073398-89-7	3,6-Bis(diethylamino)-9-[2-(methoxycarbonyl)phenyl]xanthylium (T-4)-tetrachlorozincate(1-)
	093686-58-9	Zinc oxide (ZnO), calcined
	100656-51-7	Slags, zinc-smelting, sodium contg.
	101356-97-2	Barium oxide (BaO), solid soln. with calcium oxide, magnesium oxide, phosphorus oxide (P2O5), strontium oxide and zinc oxide, europium-doped
	101357-05-5	Calcium oxide (CaO), solid soln. with silica, strontium oxide and zinc oxide, cerium and manganese-doped
	102110-30-5	Cadmium oxide (CdO), solid soln. with magnesium oxide, tungsten oxide (WO3) and zinc oxide
	112099-45-3	Zinc Dithiophosphate
	134759-18-5	Phosphorodithioic acid O,O-dialkyl(C=3-14) esters zinc salts

물질군명	CAS No	화학물질명
Zinc and its compounds	138265-88-0	Boron zinc hydroxide oxide
	169314-88-9	Aluminum magnesium zinc carbonate hydroxide
	190208-14-1	Zinc alkyl(C=13-18) salicylate
	460739-39-3	Methyl 2-methyl-2-propenoate polymer with butyl 2-propenoate, ethyl 2-propenoate, zinc bis(2-methyl-2-propenoate) and zinc di- 2-propenoate, 2,2′-azobis [2-methylbutanenitrile]- and 2,2′-azobis [2-methylpropanenitrile]-initiated

(주21)Inorganic cyanide compounds(무기시안 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 무기시안화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당되며, 시안화수소는 개별 물질로 조사함**

물질군명	CAS No	화학물질명
Inorganic cyanide compounds	000074-90-8	Hydrogen cyanide
	000143-33-9	Sodium cyanide
	000151-50-8	Potassium cyanide
	000506-61-6	Potassium silver cyanide
	000506-64-9	Silver cyanide
	000506-65-0	Gold monocyanide
	000544-92-3	Copper cyanide
	000557-21-1	Zinc cyanide
	000592-05-2	Lead dicyanide
	004367-08-2	Copper(II) cyanide
	014263-59-3	Potassium tetrakis(cyano-C)aurate ; Potassium gold(III) cyanide
	014263-73-1	Potassium copper cyanide
	014459-95-1	Potassium ferrocyanide trihydrate
	014763-77-0	Copper dicyanide
	015333-24-1	Sodium zinc cyanide

(주22)Silver and its compounds(은 및 그 화합물)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 은화합물도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Silver and its compounds	000506-64-9	Silver cyanide
	000534-16-7	Silver carbonate
	007440-22-4	Silver
	007761-88-8	Silver nitrate
	007783-89-3	Silver bromate
	007783-99-5	Silver nitrite
	010294-26-5	Disilver(1+) sulfate
	012249-45-5	Copper compound with silver (1:1)
	020667-12-3	Disilver oxide
	068611-71-2	Zinc sulfide (ZnS), silver chloride-doped
	069898-19-7	Silver reaction products with aluminium oxide (Al2O3)
	154339-84-1	Silver sodium zirconium phosphate

(주23)Hydrofluorocarbons(수소화불화탄소)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 수소화불화탄소도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Hydrofluorocarbons	000354-33-6	HFC-125
	000359-35-3	HFC-134
	000075-10-5	HFC-32
	000075-37-6	HFC-152a
	000075-46-7	HFC-23
	000406-58-6	HFC-365mfc
	000420-46-2	HFC-143a
	000430-66-0	HFC-143
	000431-63-0	HFC-236ea
	000431-89-0	HFC-227ea
	000460-73-1	HFC-245fa
	000593-53-3	HFC-41
	000677-56-5	HFC-236cb
	000679-86-7	HFC-245ca
	000690-39-1	HFC-236fa
	000811-97-2	HFC-134a
	138495-42-8	HFC-43-10mee

(주24)Perfluorocarbons(과불화탄소)에 해당하는 주요 화학물질 종류는 아래 표와 같으며, **표에 나열되지 아니한 과불화탄소도 조사대상 화학물질의 종류에 해당됨**

물질군명	CAS No	화학물질명
Perfluorocarbons	000075-73-0	Perfluoromethane
	000076-16-4	Perfluoroethane (R-125)
	000076-19-7	Perfluoropropane
	000115-25-3	Perfluorocyclobutane
	000355-25-9	Perfluorobutane
	000355-42-0	Perfluorohexane
	000678-26-2	Perfluoropentane

[별표 3]

대표적인 대기오염물질 처리장치별 처리대상 물질

처리장치의 종류	처리대상물질		
	분 진	가스상유기화합물	가스상무기화합물
사이클론	O	-	-
여과집진기	O	-	-
전기집진기	O	-	-
연소장치	-	O	-
세정집진기	O	-	O
활성탄흡착장치	O	O	O

◦ 대기오염방지시설의 처리효율은 해당시설 설치 시 제시된 설계효율을 기준으로 한다.

◦ 2종류의 처리장치를 직렬로 연결하여 처리하는 경우는 1단계 장치의 제거율을 R_1, 2단계 장치의 제거율을 R_2 라 하면 종합제거율 R을 아래 식으로 구할 수 있다.

$$R = R_1 + (1 - R_1)R_2 = R_1 + R_2 - R_1R_2$$

◦ 3종류의 처리장치를 직렬로 연결하여 처리하는 경우는 종합제거율 R은 아래식에서 구할 수 있다.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 - R_1R_2 - R_1R_3 - R_2R_3 + R_1R_2R_3$$

[별표 4]

대표적인 폐수처리장치의 제거율과 분해율

처리장치의 종류	처 리 대 상 물 질			
	현탁무기화합물	현탁유기화합물	용해성무기화합물	용해성유기화합물
자연침전장치	0.4 (0)	0.2 (0)	0 (0)	0 (0)
응집침전장치	0.7 (0)	0.7 (0)	0 (0)	0 (0)
미생물분해장치[a)]	0.7 (0)	0.7 (0.3)	0 (0)	0.6 (0.4)
막 투과장치	1.0 (0)	1.0 (0)	0 (0)	0 (0)
활성탄흡착장치	0.1 (0)	0.1 (0)	0.2 (0)	0.8 (0)

a) 활성오니법, 침지상법, 접촉산화법, 회전원반법 등의 호기성 미생물에 의한 처리장치뿐만 아니라 난분해성의 물질에 관한 것도 다루었다.

◦ 괄호안은 분해무해화율을 나타내며, 제거율과 분해무해화율의 차에 해당하는 부분은 집진탄, 폐활성탄 등의 폐기물에 남게 된다.

◦ 본표에 나타난 값은 배수처리장치에 대한 화학물질에 관한 실측자료와, 유사기체의 문헌정보 등을 기초로 하였다.

◦ 2종류의 처리장치를 직렬로 연결하여 처리하는 경우는 1단계 장치의 제거율을 R_1, 2단계 장치의 제거율을 R_2 라 하면 종합제거율 R을 아래 식으로 구할 수 있다.

$$R = R_1 + (1 - R_1)R_2 = R_1 + R_2 - R_1R_2$$

◦ 3종류의 처리장치를 직렬로 연결하여 처리하는 경우는 종합제거율 R은 아래 식에서 구할 수 있다.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 - R_1R_2 - R_1R_3 - R_2R_3 + R_1R_2R_3$$

[별표 5]

검지기를 이용한 농도측정방법과 배출계수 측정법

[검지기 보정방법 및 측정방법]

배출계수에 의해 배출량을 좀 더 정확히 산출하기 위해서는 검지기의 사용이 필수적이다. 따라서, 이 장에서는 검지기 보정방법 및 측정방법에 관하여 알아본다.

보정 방법:

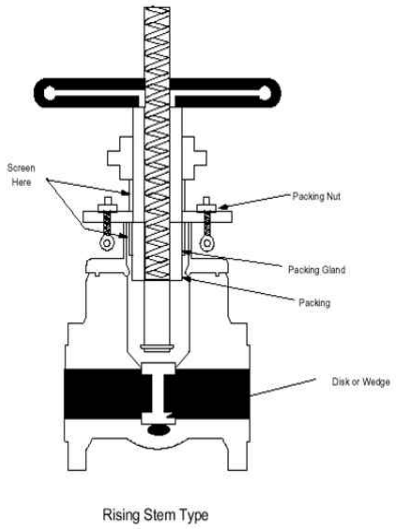
- 공인된 보정 가스들을 선정한다.
  ① 측정장치와 측정물질에 적절한 가스를 선정: 헥산, 이소부틸렌, 메탄 등
  ② 가스가 6개월 이상이 안된 것임을 확인
  ③ 분석방법으로 농도를 확인한다.
- 희석을 해야할 필요가 있을 경우, 측정장치를 희석을 한 경우와 하지 않은 경우에 대해 보정한다.
- 각 보정에 관한 모든 자료들을 기록한다.
- 보정 절차
  ① 제로 가스를 이용하여 장치를 영점으로 조절한다.
  ② 예상되는 측정 농도 범위에 대해 보정한다.
  ③ ① 과 ②를 반복하고 기록한다
  ④ 반응 시간을 조사한다.
- 사용전 보정을 조사한다

검사 절차:

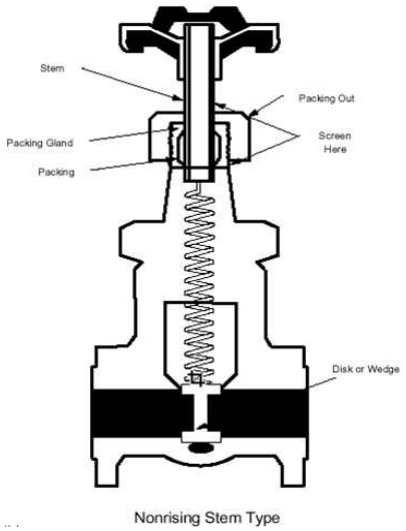
다음의 일반적인 검사절차를 밸브, 플랜지, 펌프, 압축기 등에 대해서 적용한다.

① 여러 가지의 농도범위가 사용되면, 적은 범위를 먼저 사용한다(0~10 ppm).
② 검지지점에 접근이 용이하게 하기 위하여 검지봉(probe)에 유연한 관이 사용될 수 있다.
③ 검지봉을 장치 표면에 직각으로 움직인다.
④ 회전축의 경우에는 표면에서 1 cm 정도의 거리를 유지한다.
⑤ 측정장치의 반응시간을 숙지한다
⑥ 검사기가 표면에 수직한 상태에서 샐 가능성이 있는 주변(periphery)을 따라 움직여 최대측정 지점을 찾는다. 최대 측정 지점에서 검사기를 반응시간의 2배 정도 유지하여 측정치를 읽는다.
⑦ 측정하기 어려운 누출 부위를 찾기 위하여 비누용액과 분무를 사용한다.

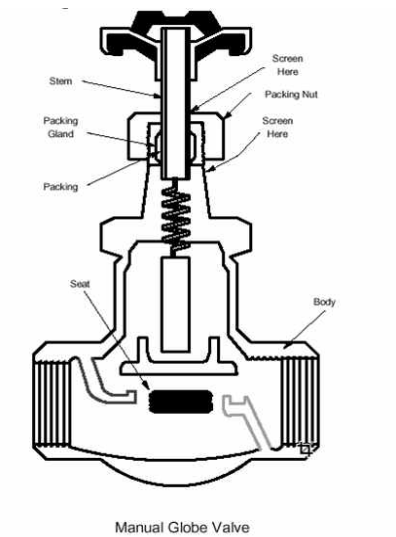
밸브 : 가장 일반적으로 새는 지점은 스템과 하우징(housing) 사이의 실 부분이다. 이 지점을 검사하기 위해서는 검지기를 스템과 팩킹 그랜드(packing gland)에서 나오는 부분에 위치시킨다. 검지기를 스템 주위를 따라 한바퀴 회전시켜 최대값을 기록한다. 다음 그림은 여러 가지 밸브 형태에 대해 검사 지점을 예시하여 주고 있다.



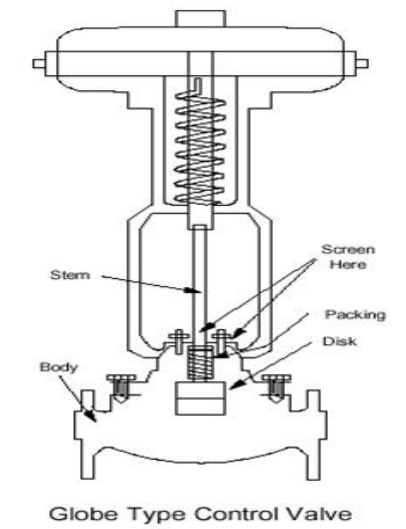
상승(Rising) 스템 게이트밸브



비상승(Non-rising) 스템 게이트밸브

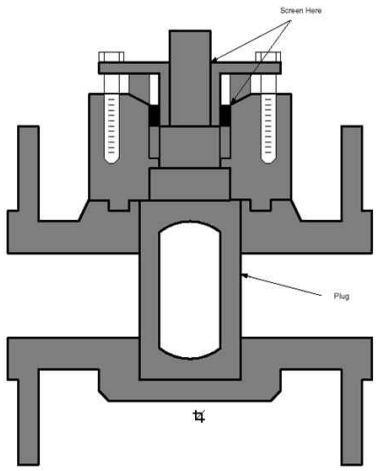


수동 글로브 밸브

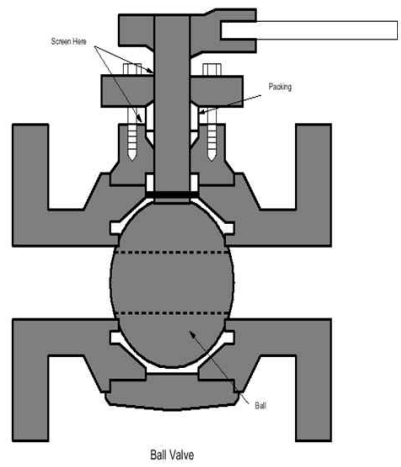


글로브 형태의 조절밸브

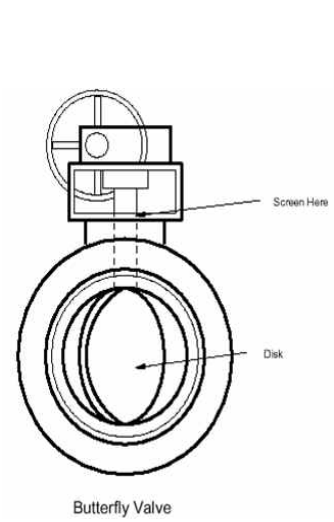
【여러 가지 밸브의 검지지점(계속)】



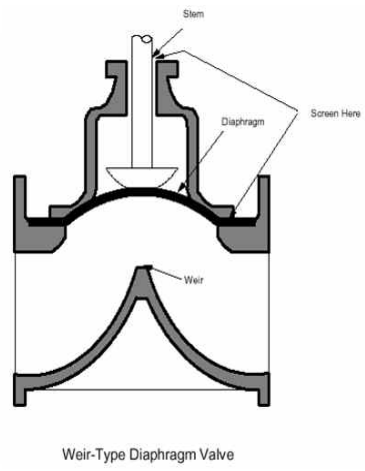
윤활된 플럭 밸브



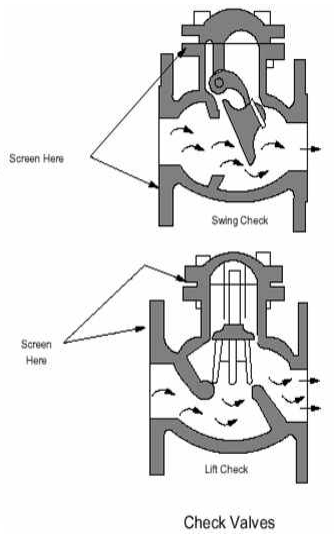
볼 밸브



버터플라이 밸브



다이아프램 밸브

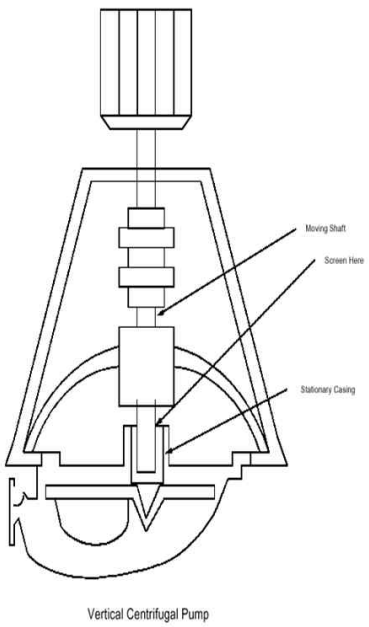


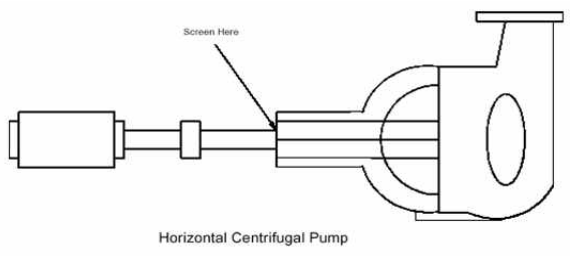
첵 밸브

【여러 가지 밸브의 검지지점】

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 바깥 표면을 따라 원주 방향으로 검사기를 움직인다. 만일 배출원이 회전축인 경우에는 검사기의 끝 부분이 축-실 면에서 1cm 이내의 거리에 있어야 한다. 다음 그림은 2가지 형태의 펌프에 대해 검사 지점을 예시하고 있다.

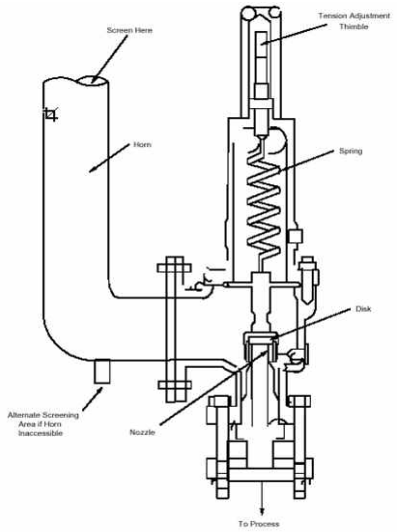




수직 원심력 펌프 수평 원심력 펌프

【원심력 펌프의 검사지점】

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 덮게(Enclosed extension)가 있는 장치의 경우에는 검사기를 연장 덮게(Enclosed extension)의 중앙에 위치해야 한다. 다음 그림은 스프링 작동 감압밸브에 대한 검사 지점을 예시하고 있다.



【스프링 작동 감압밸브의 검사지점】

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.

측정치를 적는 데이터 쉬트의 예가 다음 표에 나타나 있다.

<데이터 입력자료 예>

날짜	탄화수소 측정기 형태	배출원 No.	검사 수치(ppmv)	공정 장치	상 태	주물질	비 고

[측정결과 신뢰도 검증]

측정결과에 대하여 교차검증을 통하여 측정오류 방지, 배출량 산정결과의 신뢰도를 검증한다.

측정결과 신뢰도 검증

- 모니터링(측정) 담당자와 감시자(Audits)와의 모니터링시 누출율(leak rate)을 비교한다.
- 측정회수는 교차검증을 포함하여 연 2회이상 실시하는 것을 기본으로 한다.

측정결과 신뢰도 검증 절차

① 대상 Area를 선정

② 임의의 표본 장치(Component) 선정

- ■ 측정이 어려운 장치는 제외
- ■ 표본 장치수는 일반적으로 100~200개가 적당

③ 외부전문가 또는 내부 감시자와 측정담당자간 개별 모니터링 시행

④ 측정회수는 모니터링 회수와 동일하게 진행

⑤ 모니터링값 입력

- ■ 모니터링(측정) 데이터는 데이터의 신뢰성을 유지하기 위해 측정기에서 PC로 자동 전송을 원칙으로 함.

⑥ 누출율(leak rate) 산정 및 비교 시행

- ■ 누출율 = 누출기준(ppm) 초과장치수 / 표본장치수

※ 누출기준 : 일반적으로 VOCs물질의 경우 500ppm를 적용하나, 물질의 종류와 사업장의 특성에 따라 상이한 기준을 적용할 수 있다.

⑦ 원인분석 및 조치

- ■ 측정 작업간 발생한 원인을 규명하고 교육을 통해 문제점 해결

⑧ 결과 기록 및 보존

[Response Factor의 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.

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

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

검지기를 이용하여 측정한 농도 SC에 각 화학물질의 RF값을 곱하여 실제 농도를 구한 후, 이 실제농도를 이용하여 질량배출량을 구할 수 있다. 일반적인 검지기들은 각 화학물질별 RF값을 함께 제공하고 있으며, 사용자는 RF값을 검지기기에 미리 입력함으로써, 변환과정 없이 곧바로 실제농도를 구할 수 있다. 이렇게 구한 실제농도 값은 배출계수 상관관계식에 직접 대입하여 질량배출량으로 환산할 수 있다. RF 값은 검지기의 종류, 검지기를 교정하기 위한 표준가스, 측정하고자 하는 화학물질, 측정값 등에 따라 달라지게 된다.

혼합물의 RF값을 구하기 위해서는 다음 식을 이용하여야 한다.

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

이 때, RF_m : 혼합물의 Response Factor
n : 혼합물에 포함되어 있는 화학물질의 수
x_i : 혼합물 중 성분 i의 몰조성
RF_i : 혼합물 중 성분 i의 Response Factor

[측정가능 물질 및 검지기]

대상물질별 검지기 목록을 참고하여 비산배출원의 해당 물질의 농도를 측정한다. 단, 아래 검지기 외에 이와 동등한 성능의 검지기를 보유한 경우에도 적용이 가능

구분	대상물질*	검지기명	측정농도 처리방법
휘발성유기 화합물	벤젠, 톨루엔, 자일렌, 에틸렌 등 130종	MiniRAE2000 MiniRAE3000 2020Pro MicroFID TVA-1000 등	실제농도=측정농도×RFm
휘발성무기 화합물	황화수소(H2S)	VRAE 등	실제농도=측정농도
	암모니아(NH3)		
	일산화탄소(CO)		
	염소(Cl2)		
	시안화수소(HCN)		
	불화수소(HF)	IQ-350 등	
	브롬화수소(HBr)	IQ-350 등	
	염화수소(HCl)	IQ-350 등	

* 측정기기에 따라 측정가능 대상물질에 다소 차이가 있을 수 있음.

[비산배출원에서의 배출량 저감방안별 저감율]

1. 장치개선 : 비산배출원의 각 장치별로 누출의 원인이 되는 부분을 개선함으로써 배출을 줄이거나 완전 차단하는 방법

비산배출원	개 선 방 안	저감율(%)
펌프	Sealless design	100
	Closed-vent system	90
	Dual mechanical seal with barrier fluid maintained at a higher pressure than the pump fluid	100
밸브	Sealless design	100
압축기	Closed-vent system	90
	Dual mechanical seal with barrier fluid maintained at a higher pressure than the pump fluid	100
압력안전밸브	Closed-vent system	90미만
	Rupture disk assembly	100
연결부	Weld together	100
개방식 라인	Blind, cap, plug, or second valve	100
샘플링연결부	Closed-loop sampling	100

2. LDAR : 비산배출원에 대해 주기적인 감시 및 검지를 통하여 이상이 있는 장치는 즉각 교체하여 관리하는 방법

장치및화학물질	화학업종 저감율(%)		정유업종 저감율(%)	
	매월감시	매분기감시	매월감시	매분기감시
밸브-기체	87	67	88	70
밸브-경질유	84	61	76	61
펌프-경질유	69	45	68	45
압축기-기체	-	-	-	33
연결부-기체, 경질유	-	33	-	-
압력안전밸브-기체	-	44	-	44

[배출계수 측정방법]

질량배출량 측정을 위해서는 배출원을 봉합하고 봉합(enclosure)안에서 기체를 채취하여 측정하는 것이 필요하다. 희석이나 감압방법들은 봉합된 배출원에서 배출물질을 채취하는 일반적인 방법이다. 더불어 국내 공정시험방법(대기오염)에 소개되는 시료채취방법에 의해 시료를 채취하여 측정할 수 있다.

시료를 채취하는 방법은 크게 백을 이용한 시료채취, 캐니스터를 이용한 시료채취, 흡착관을 이용한 시료채취의 3가지 방법으로 나뉜다. 백포집한 시료는 기체용 실린지를 이용하여 가스크로마토그래피로 곧바로 주입하여 분석할 수 있으나, 포집한 시료의 농도가 보통 1ppm 미만일 경우는 농축과정이 필요하다. 농축은 일반적으로 포집한 시료를 흡착/열탈착의 방법을 통하여 이루어진다. 또한 캐니스터에 포집된 기체는 고순도의 질소나 헬륨 등의 퍼지가스를 이용하여 180℃ 정도의 고온에서 탈착시켜 가스크로마토그래피로 분석한다. 마지막으로 흡착관에 흡착된 기체는 열탈착이나 용매추출 등의 방법을 이용하여 분석시료를 전처리하게 된다.

채취한 시료의 분석방법은 일반적으로 캐필러리컬럼이나, FID, ECD, MAID 등의 검출기가 장착된 가스크로마토그래피가 사용되고 질량분석계를 함께 사용하기도 한다.

다음은 기후에너지환경부의 화학물질 배출량 조사 지침서에 수록된 일반적인 백포집/GC에 의한 배출원의 질량배출량을 구하는 방법이다.

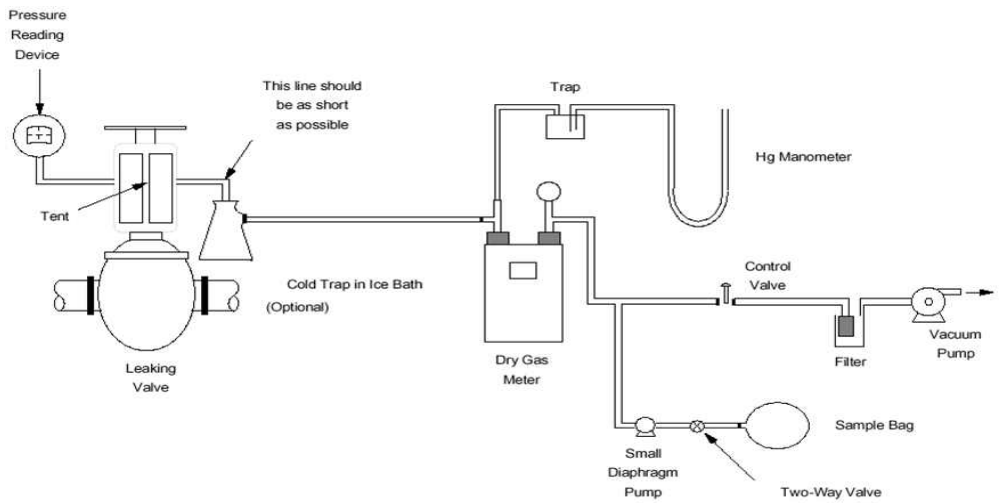
백포집법(감압 방법)

일반적으로 포집할 수 있는 배출원으로부터 새는 것을 조사하는 경우에는 감압(희석) 방법이 주로 사용되어 왔다. 배출원으로부터 시료를 채취하는데 일반적으로 사용되는 샘플백은 테들라 샘플 백과 마일러 샘플 백이 있다.

또한, 감압 방법에서는 샘플링 트레인을 사용한다. 샘플링 트레인은 이동할 수 있는 카-트에 장착되어 오염원을 따라 움직이면서 측정이 가능하다.

측정을 하기 전에 측정장치(샘플링 트레인)가 새는 지를 조사한다. 새는 것을 조사하기 위해 진공 정도를 10mmHg로 유지한다. 실제 측정 중에 사용되는 진공에 비해 좀더 高진공에서 진공 조사를 수행해야 한다. 정상 측정시에는 건조 가스유량계의 진공 게이지(gauge)가 7mmHg를 넘어서는 안된다. 샘플링 중 유량은 약 15 l/min정도를 유지해야 한다. 새는 것을 조사 할 때는 스탑워치(stop watch)와 건조 가스유량계를 사용한다. 유량과 시간을 동시 측정함에 의해 누출 유량이 정량화 될 수 있으며 이 수치는 0.3 l/min보다 적어야 한다. 플라스크의 코-크가 가장 새기 쉬운 부분이므로 플라스크 앞부분의 누출 조사를 반드시 수행해야 한다.

전체 샘플링 방법은 다음 그림과 같다.



【배출원에서 배출량을 측정하기 위한 샘플링 트레인】

1. 휴대용 탄화수소 측정기를 사용하여 검사 수치를 읽고 기록한다.
2. 배출원을 봉합(enclose) 한다: 뜨거운 장치를 배깅할 때에는 천막(tenting) 물질을 덮기 전에 실리콘 천으로 우선 감거나, 알루미늄 포일 이나 스틸 밴드와 같은 물질을 사용한다.
3. 천막을 측정 트레인에 연결한다.
4. 냉각 트랩을 얼음 배스(bath)에 담근다.(텐트 내부의 온도가 상온에 가까워 수분 응축이 일어나지 않을 때는 생략하여도 된다. 또한 주변에 먼지등의 이물질이 많을 경우는 필터를 설치하여야 한다.)
5. 건조 가스유량계의 처음 눈금을 기록한다.
6. 진공 펌프와 스탑워치를 동시에 작동한다.
7. 건조 가스유량계의 온도, 압력을 기록한다.
8. 탄화가스 측정기로 진공펌프 출구의 VOC 농도를 관찰한다.
9. 매 2에서 5분 간격으로 온도, 압력, 건조 가스유량계 측정치, 출구 VOC 농도등을 기록한다. 대기압 자료는 현장 자료를 보정하기 위해 필요하다. 적절한 대기압 수치를 현장 측정기록부에 적어 놓는다.

10. 출구 VOC농도가 안정화되어 시스템이 평형에 도달하면 테프론 라인된 다이아프램 펌프의 출구에서 가스 샘플백을 채운다. (만일 다이아프램펌프와 그 주변의 라인이 오염될 염려가 있으면 간접채취법을 사용하여야 한다)
11. 다른 백을 이용하여 주위의 배경 VOC농도를 측정하기 위해 측정장치 주위의 공기를 채운다.
12. 마지막 측정을 한 후 진공 펌프를 중지한다.
13. 콜드 트랩을 제거하고 실을 한 후 두 개의 샘플 백과 데이터쉬트를 함께 실험실로 가져가서 GC를 이용하여 분석을 실시한다.
14. 천막을 제거한다.
15. 휴대용 탄화수소 측정기로 다시 배출검사 수치를 측정한다.
16. 다음식을 이용하여 질량배출량을 구한다.

$$C = 1.607\times10^{-10}\times M\times\frac{V_s}{t}\times(C_s - C_a) + \frac{3.6\times10^{-9}}{t}\times W_t\times C_t$$

C = 해당배출원의 배출계수 [kg/hr/source]

M = 채취한 시료의 평균분자량 [kg/kg_mole] (만일 시료의 분석과정을 통하여 평균분자량을 구하지 못한 경우에는 배출원 내부를 흐르는 물질의 평균 분자량을 사용하여도 된다.)

Vs = 0℃, 1기압에서의 총건조가스유량 [ℓ] (만일 건조가스유량계가 온도와 압력을 보정하지 못한다면 이상기체상태방정식을 이용하여 0℃, 1기압의 값으로 보정하여 사용하여야 한다.)

t = 총 진공펌프운전시간(sec)

Cs = 채취한 시료의 화학물질 농도 [ppb-volume]

Ca = 주변대기의 화학물질 농도 [ppb-volume]

Wt = 콜드트랩에 응축된 수분의 총 무게 [g] (콜드트랩을 설치하지 않았거나, 설치하였더라도 응축된 수분의 무게 측정이 불가능할 정도로 양이 적을 경우는 '0'으로 계산하고 응축수의 분석은 생략한다.)

Ct = 콜드트랩에 응축된 수분에 포함된 화학물질의 농도 [ppb-weight]

[별표 6]

자체배출계수 표본선정기준

각 장치들의 배출량을 측정하여 공장자체배출계수를 측정할 때 다음과 같은 방법에 따라 표본을 선택

1. 공장내 비산배출이 가능한 모든 종류의 장치를 파악하여 다음과 같이 구분
   - 밸브, 플랜지, 펌프봉인, 압축기봉인, 압력밸브 등

2. 장치 내부를 흐르는 물질에 따라 각 장치를 구분
   - 기체, 경질유, 중질유로 구분하나, 각 공정별로 사용하는 개별물질에 따라 구분할 경우 좀더 정확한 값을 얻을 수 있음

3. 각 장치종류별, 물질별로 표본을 선택
   - 2절에서 분류된 같은 물질을 취급하는 장치별로 표본을 선택
   - 해당 장치가 10,000개 이상일 경우는 전체의 0.5%이상,
   - 해당 장치수가 1,000 ~ 10,000개 사이일 경우는 50개이상
   - 해당 장치수가 1000개 이하일 경우는 5%이상 표본을 선택

[별표 7]

혼합물에서의 대기배출량 산정방법

여러 가지 휘발성 화학물질이 혼합되어 있는 물질의 증기압 P는 식 (1)을 사용하여 계산해야 한다.

$$P = \sum P_x \qquad (1)$$

P = 혼합물의 증기압, mmHg

P_x = 휘발성 물질 x의 부분압, mmHg

(참고 : 1mmHg = 0.1333 kPa)

P_x 는 라울의 법칙(이상기체에 적용)이나 헨리의 법칙(기체가 물에 낮은 농도로 용해될 때 적용)을 이용하여 계산된다.

라울의 법칙은 (2)번 식으로 주어진다.

$$P_x = m_x \times VP_x \qquad (2)$$

P_x = 휘발성 물질 x의 부분 증기압, mmHg

m_x = 휘발성 물질 x의 액체 몰분율 (0 ~ 1.0)

VP_x = 휘발성 물질 x의 실제 증기압, mmHg

P_x는 식 (3)와 헨리 상수를 이용하여 계산된다.

$$P_x = m_x \times H_x \qquad (3)$$

P_x = 휘발성 물질 x의 부분 증기압, mmHg

m_x = 휘발성 물질 x의 액체 몰분율 (0 ~ 1.0)

H_x = 휘발성 물질 x의 헨리 상수, mmHg

휘발성 물질 x의 액체 몰분율(m_x)는 혼합물을 이루는 여러 화학물질의 무게분율을 이용하여 계산할 수 있다.

$$m_x = (z_x/M_x)/\sum(z_x/M_x) \qquad (4)$$

m_x = 휘발성 물질 x의 액체 몰분율 (0 ~ 1.0)
z_x = 휘발성 물질 x의 질량분율 (0 ~ 1.0)
M_x = 휘발성 물질 x의 분자량, kg/kg-mole

기체의 평균 분자량(M)은 다음과 같은 식에 의해 계산할 수 있다.

$$M = \sum(y_x \times M_x) \qquad (5)$$

M = 증기 분자량, kg/kg-mole
y_x = 휘발성 물질 x의 증기 몰분율 (0 ~ 1.0)
M_x = 휘발성 물질 x의 분자량, kg/kg-mole

증기 분율은 식(6)을 이용하여 계산된다.

$$y_x = P_x/P \qquad (6)$$

y_x = 휘발성 물질 x의 몰분율 (0 ~ 1.0)
P_x = 휘발성 물질 x의 분압(식 (2)나 (3)을 이용하여 계산된), mmHg
P = 혼합물의 증기압 (식 (1)을 이용하여 계산된)

조사대상 화학물질 x의 대기배출량은 식 (7)을 이용하여 계산할 수 있다.

$$E_x = E_{\text{화학물질}} \times x_x \qquad (7)$$

E_x = 휘발성 물질 x의 배출량, kg/년
$E_{\text{화학물질}}$ = 전체 휘발성 물질 배출량 (식 (1)을 사용하여 계산함), kg/년
x_x = 휘발성 물질 x의 증기 질량분율 (0 ~ 1.0)

이 때, 휘발성 물질 x의 증기 질량분율(x_x)은 식 (8)을 이용하여 계산된다.

$$x_x = y_x \times M_x/M \qquad (8)$$

x_x = 휘발성 물질 x의 증기 질량분율 (0~1.0)

y_x = 휘발성 물질 x의 증기 몰분율 (0~1.0) - 식 (7)을 이용하여 계산됨

M_x = 휘발성 물질 x의 분자량, kg/kg-mole

M = 증기 분자량 (식 (5)를 이용하여 계산됨), kg/kg-mole

예제 : 톨루엔과 노르말헵탄이 각각 50%(질량분율) 혼합된 용제를 생산하는 회사에서, 용제를 출하하기 위해 10M^3의 탱크로리에 연 60번 선적한다고 한다. 용제의 연평균 온도는 25℃이며, 이 온도에서 톨루엔의 증기압은 30mmHg, 노르말헵탄의 47mmHg이다. 탱크로리 선적시 톨루엔의 대기배출량은 다음의 1에서 8까지의 단계를 거쳐 계산된다.

1단계 : 식 (4)를 적용-액체 몰분율(m_x)를 계산함

성분 x	액체 질량분율 z_x	분자량 M_x	액체 몰분율 m_x (x의 몰/액체의 몰)
톨루엔	0.50	92	$(z_x/M_x)/\sum(z_x/M_x)$ $(0.5/92)/[(0.5/92)+(0.5/100)]$ $=0.52$
n-헵탄	0.50	100	$(z_x/M_x)/\sum(z_x/M_x)$ $(0.5/100)/[(0.5/92)+(0.5/100)]$ $=0.48$

2단계 : 식 (2)를 적용-부분 증기압(P_x)을 계산함

성분 x	액체 몰분율 m_x	증기압 VP_x (mmHg)	부분 증기압 P_x (mmHg)
톨루엔	0.52	30	$m_x \times VP_x = 0.52 \times 30$ $=15.6$
n-헵탄	0.48	47	$m_x \times VP_x = 0.48 \times 47$ $=22.6$

3단계 : 식 (1)을 적용-증기압(P)의 계산

$$P = \sum P_x$$
$$= 15.6 + 22.6$$
$$= 38.2\, mmHg$$

4단계 : 식 (6)을 적용-증기 몰분율(y_x)의 계산

성분 x	부분 증기압 P_x (mmHg)	전체 증기압 P (mmHg)	증기 몰분율 y_x
톨루엔	15.6	38.2	$P_x/P = 15.6/38.2 = 0.41$
n-헵탄	22.6	38.2	$P_x/P = 22.6/38.2 = 0.59$

5단계 : 식 (5)를 적용-증기 분자량(M)의 계산

$$M = \sum(y_x \times M_x)$$
$$= (0.41 \times 92) + (0.59 \times 100)$$
$$= 97 kg/kg-mole$$

6단계 : 식 (8)을 적용-증기 질량분율(x_x)의 계산

성분 x	증기몰분율 y_x	분자량 M_x	증기분자량 M	증기질량분율 x_x
톨루엔	0.41	92	97	$Y_x \times M_x/M = 0.41 \times 92/67 = 0.39$
n-헵탄	0.59	100	97	$Y_x \times M_x/M = 0.59 \times 100/67 = 0.61$

7단계 : 액체 주입 방법별 계수(a)를 적용-전체 휘발성 물질 배출량($E_{화학물질}$)를 계산

$$E_{화학물질} = a \times M \times V \times P/760 \times N \div (RT)$$
$$= 1.45 \times 97 \times 10 \times 38.2/760 \times 60 \div (0.082 \times 298)$$
$$= 172.4\,kg/년$$

※ 액체 주입 방법별 계수(a): p.92 하단 표 참조

8단계 : 식 (8)을 적용-특정 휘발성 물질 배출량(E_x)을 계산

성분 x	휘발성 물질 배출량 $E_{화학물질}$ (kg)	증기 질량분율 x_x	휘발성 물질의 배출량 E_x(kg)
톨루엔	172.4	0.39	$E_{화학물질} \times x_x = 172.4 \times 0.39 = 67.2$
n-헵탄	172.4	0.61	$E_{화학물질} \times x_x = 172.4 \times 0.61 = 105.2$

[별표 8]

후드(Hood) 등 환기장치 포집률

저장, 혼합, 교반, 반응, 건조, 분리 등의 각 공정에서 각종 용제, 용액, 가스, 고형물 등을 취급할 때 작업장내에서 휘발하는 화학물질을 배출하기 위하여 강제환기를 시키는 경우가 있다. 이 경우의 배출원은 다음과 같다.

- 휘발성이 높은 조사대상 화학물질을 함유한 **고형** 물질을 취급하는 과정에서 휘발한 물질을 강제 환기에 의한 대기로의 배출
- 휘발성이 높은 조사대상 화학물질을 함유한 **액상** 물질을 취급하는 과정에서 휘발한 물질을 강제 환기에 의한 대기로의 배출

일반적으로 환기장치를 거친 배출물질은 대기오염방지시설로 이동된다. 따라서 각 공정별로 산출된 대기오염물질로의 배출량은 환기장치를 통해 대기오염방지시설로 이동, 처리되어 최종 배출되는 경우와 환기장치를 통하지 않고 바로 환경으로 배출되는 경우로 나눌 수 있으며, 이때 각 공정에서의 환기장치로의 포집율이 주요 변수가 된다. 각 단위공정에서의 포집율은 다음표를 참조하여 구한다.

흡입구에서의 진공도 (mmH_2O)	포 집 률
100 이상	0.99
75이상 ~ 100미만	0.95
50이상 ~ 75미만	0.9
25이상 ~ 50미만	0.8
25 미만	0.6

- 진공도는 덕트입구에서의 값이며, 흡입을 일으키는 장치(Fan, Blower, 진공펌프 등)의 설계치로부터 오염방지시설과 배관(덕트)에서의 압력강하를 뺀 값으로부터 구한다.
- 오염방지시설과 배관의 압력강하를 모르는 경우는 흡입을 일으키는 장치에서의 진공도의 20%를 덕트입구에서의 진공도 값으로 한다.

※ 후드 등의 환기장치에 의해 포집되지 않는 배출량은 대기로 직접 배출되는 양으로 앞의 각 공정에서 제시한 방법에 의해 산정한다.

참고자료 1

배출량산정프로그램/보고시스템 매뉴얼

Ⅰ. 배출량산정프로그램 매뉴얼

1. 산정프로그램 소개

본 TRIWin Ver. 2 배출량산정프로그램(이하 산정프로그램)은 기후에너지환경부고시 '화학물질의 배출량조사 및 산정계수에 관한 규정'과 관련하여 업체에서 화학물질 배출량 산정을 쉽게 할 수 있도록 지침서에 근거하여 개발된 프로그램이다. TRIWin Ver. 2는 추가된 조사대상물질 및 기존의 조사대상물질에 대한 물질 Database를 수정, 보완하여 기존 TRIWin 1.70을 업그레이드하였다.



[그림. 1-1] TRIWin 산정프로그램 로고

[사용목적]

- '화학물질의 배출량조사 및 산정계수에 관한 규정'에서 보고하도록 하는 내용을 산정 시 사용

[저작권]

- 본 프로그램은 기후에너지환경부의 용역으로 (주)티오이십일에서 개발하였으며, 저작권은 '기후에너지환경부'에 있다.

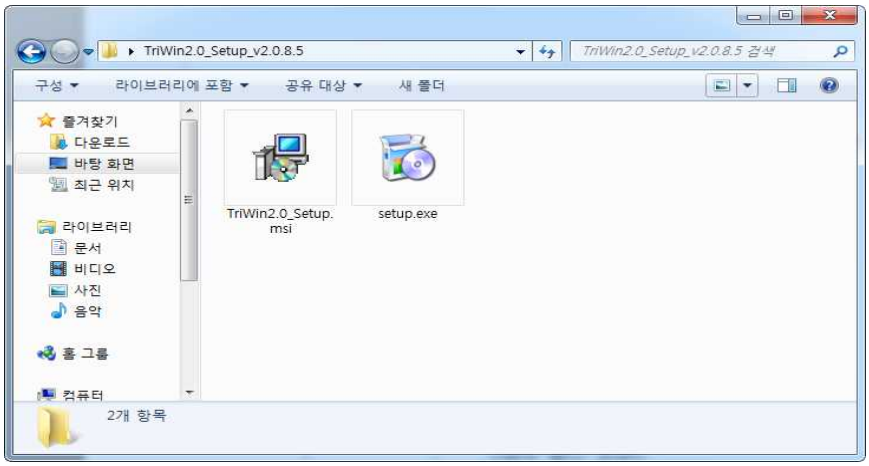
2. 산정프로그램 설치 및 제거

2.1. TriWin 다운로드

“화학물질 배출ㆍ이동량(PRTR) 정보시스템(https://icis.me.go.kr/prtr)“ 사이트에 접속, 화면상단의 정보마당을 선택한 후, 자료실에 들어간다. 자료실에서 최신 버전의 ‘화학물질 배출량 산정프로그램’을 다운 받아서 설치한다.

2.2. 설치프로그램 구성

공정별 산정프로그램의 설치프로그램은 다음과 같은 파일들로 구성되어 있다.

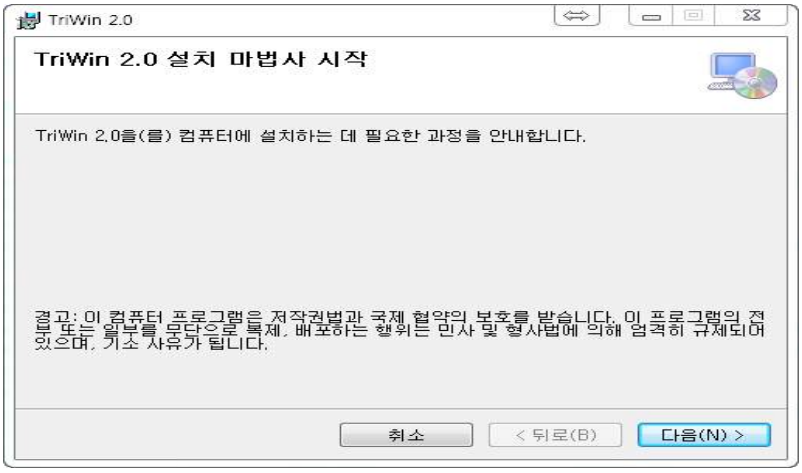


[그림. 2-1] 설치프로그램 구성

2.3. 설치 및 제거

가. 설 치

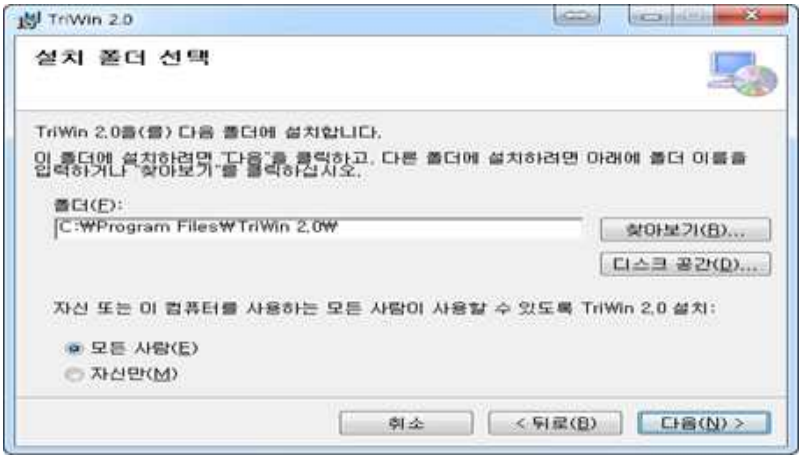
setup.exe 파일을 클릭하면, ‘[그림. 2-4]’와 같은 ‘설치 마법사 시작’ 화면이 나타난다.



[그림. 2-2] 설치 마법사 시작

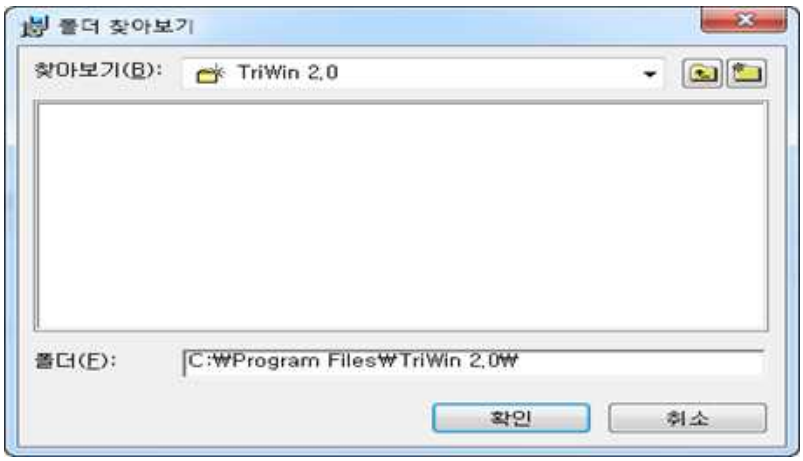
잠시 후에 '[그림. 2-5]'와 같은 '설치 폴더 선택' 창이 나타난다. 기본 값은 'C:\Program Files\TriWin 2.0'으로 되어있으며, 다른 폴더를 선택할 수 있다.

※ 다른 폴더를 선택하려면 다음과 같이 한다.
'[그림. 2-5]' 에서 '찾아보기(R)…' 버튼을 누른다.



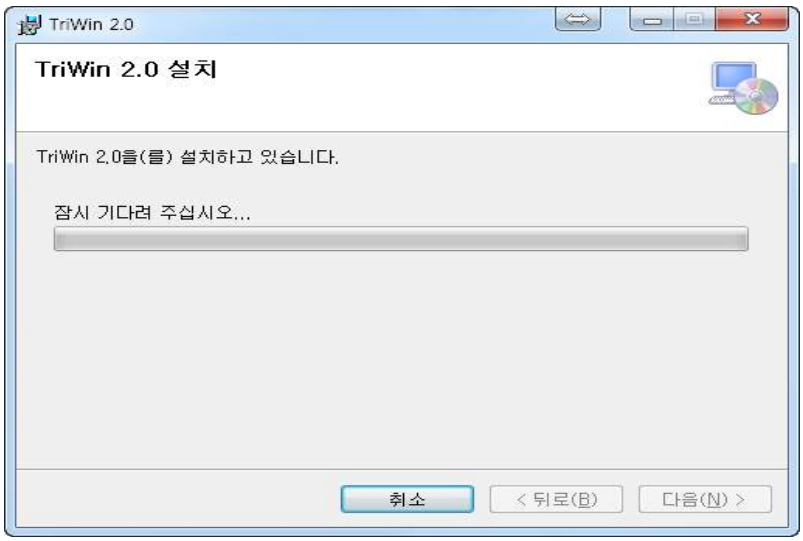
[그림. 2-3] 설치 폴더 선택

'[그림. 2-6]' 에서 설치할 폴더를 선택하고 '확인'을 누른다.



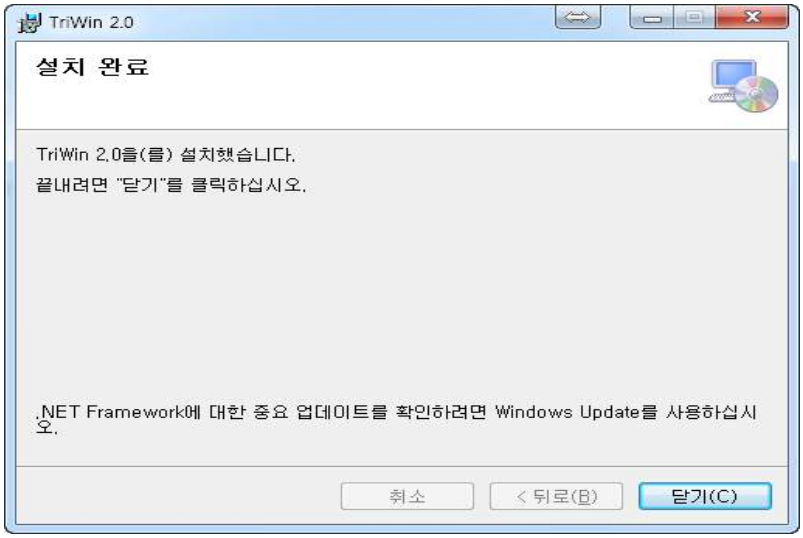
[그림. 2-4] 설치 폴더 사용자 선택

설치 폴더를 선택한 후 '다음(N)' 버튼을 클릭하면 설치 확인 화면이 나오고, '다음(N)' 버튼을 한 번 더 클릭하면 '[그림. 2-7]'과 같이 설치가 진행된다.



[그림. 2-5] 프로그램 설치 상태

잠시 후 '[그림. 2-8]'과 같이 프로그램 설치 완료를 알리는 화면이 나타난다. '닫기' 버튼을 누르면 프로그램 설치가 완료된다.



[그림. 2-6] 프로그램 설치 완료

나. 제 거

‘시작 → 설정(S) → 제어판(C) → 프로그램 추가 제거’를 클릭하면 ‘[그림. 2-9]’와 같은 프로그램 추가/제거화면이 나타난다. ‘[그림. 2-9]’는 사용자 컴퓨터에 설치된 운영체제에 따라 약간씩 모양이 다를 수가 있다. ‘[그림. 2-9]’와 같은 프로그램 추가/제거 화면에서 TriWin을 선택하면, ‘[그림. 2-10]’과 같은 ‘선택화면’이 나타난다.



[그림. 2-7] 프로그램 추가/제거



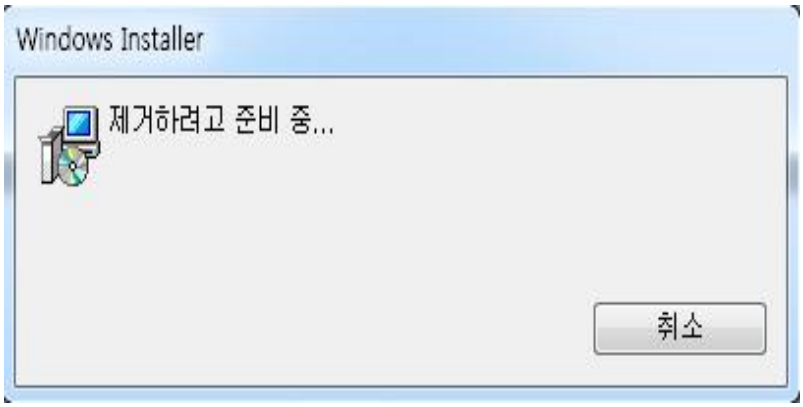
[그림. 2-8] 프로그램 제거, 변경 및 복구

※ 변경 : 새로운 버전의 TriWin 프로그램이 나왔을 경우, 현재 설치된 프로그램을 제거하고 새로운 프로그램으로 덮어 쓰고 싶을 때 실행한다.

복구 : 현재 설치된 프로그램이 오동작을 할 경우, 현재 설치된 프로그램을 복구하고 싶을 때 실행한다.

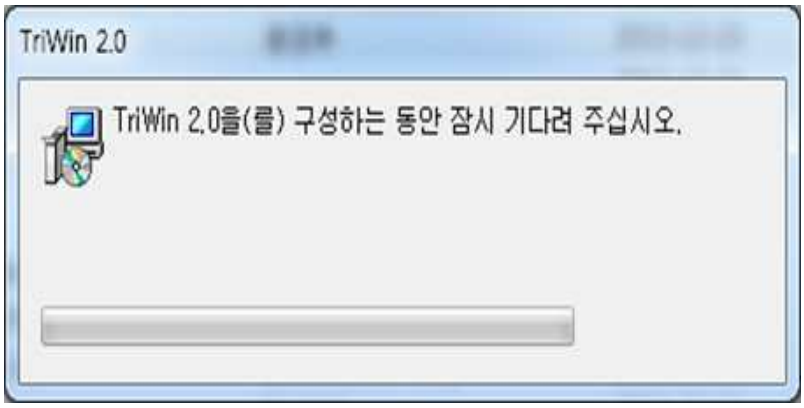
제거 : 현재 설치된 프로그램을 컴퓨터에서 완전히 제거하고 싶을 때 다음과 같이 실행한다.

‘[그림. 2-10]’에서 ‘제거(R)’를 선택하면, ‘[그림. 2-11]’과 같이 제거 준비 창이 나타난다.



[그림. 2-9] 프로그램 제거 확인

‘확인’을 누르면 ‘[그림. 2-12]’와 같이 제거진행 창이 나타나고, 잠시 후에 제거 완료된다.

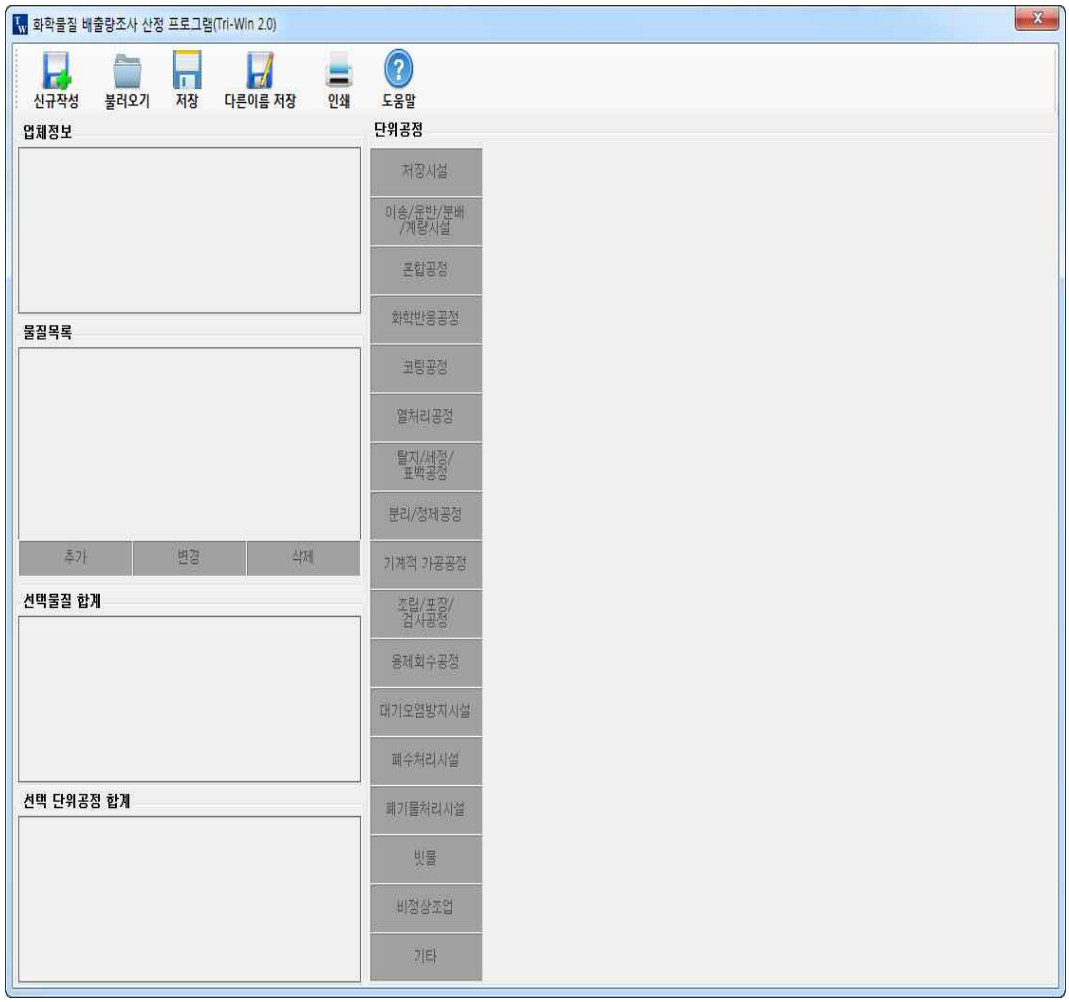


[그림. 2-10] 프로그램 제거 상태

3. 산정프로그램 사용방법

3.1. 산정프로그램 실행

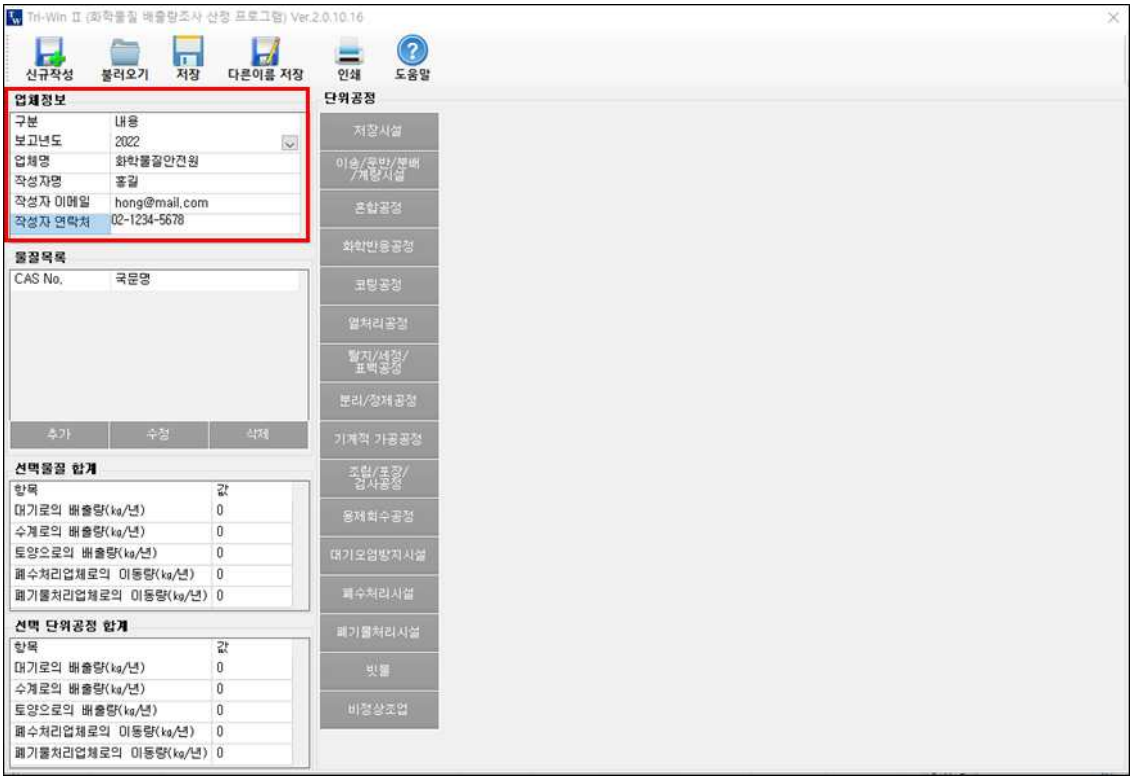
시작버튼에서 '시작 → 프로그램 → TriWin → TriWin'을 실행한다. 산정프로그램 로고가 잠시 뜬 후 '[그림. 3-1]'과 같은 메인화면이 나타난다.



[그림. 3-1] 메인화면

3.2. 업체정보 입력

'[그림. 3-2]'와 같은 업체정보 입력란에 업체명, 작성자명, 작성자 이메일, 작성자 연락처를 순서대로 기입한다.



[그림. 3-2] 업체정보 입력화면

3.3. 배출량 산정

가. 화학물질 추가

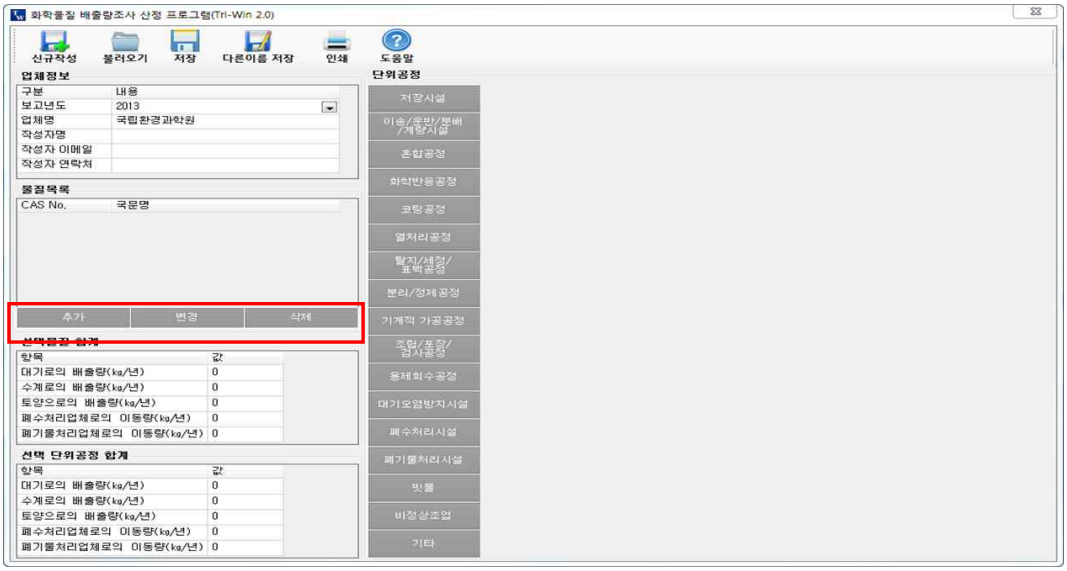
(1) 왼쪽 상단의 '신규작성' 버튼을 클릭하면, '[그림. 3-3]'과 같이 물질 목록이 활성화되고 '추가' 버튼을 누르면 '[그림. 3-4]'와 같이 표시된다.

- CAS No., 물질국문명, 물질영문명으로 검색 가능하다.

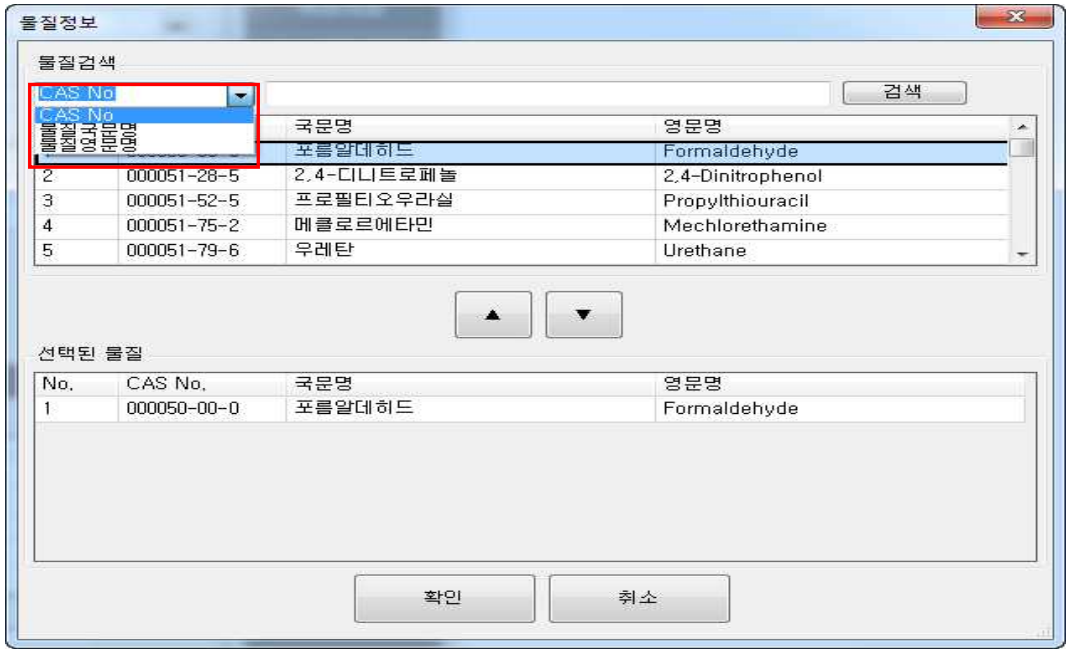
(2) 화학물질을 선택한 후 아래로 향하는 화살표를 클릭하면 선택된 물질 항목으로 화학물질이 선택되며 위로 향하는 화살표를 클릭하면 선택되었던 물질이 제거된다.

(3) 확인 버튼을 클릭하면, 다시 메인화면으로 이동된다. ('[그림. 3-5]' 참조)

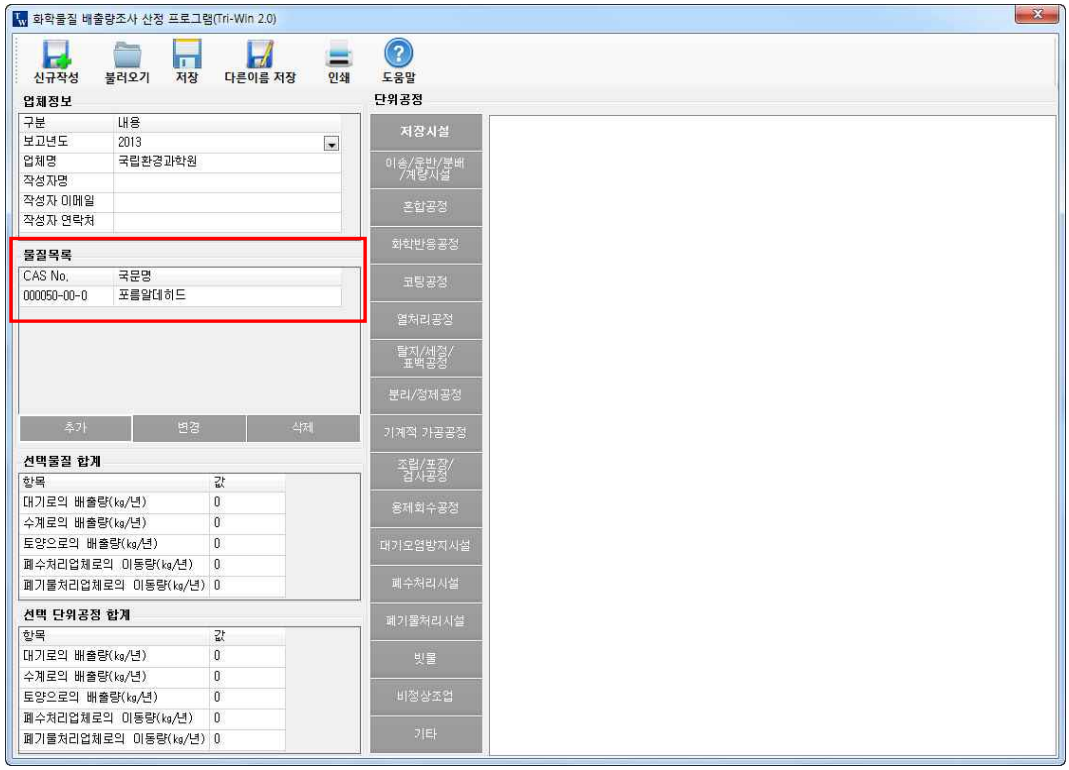
- 선택된 화학물질의 물질정보를 확인하려면 물질 목록에 있는 해당 물질을 선택 후 '변경' 버튼을 클릭한다('[그림. 3-6]' 참조).
- 또한, 다른 화학물질을 추가하고자 하는 경우, 조사대상 화학물질의 수만큼 위의 과정을 반복한다.



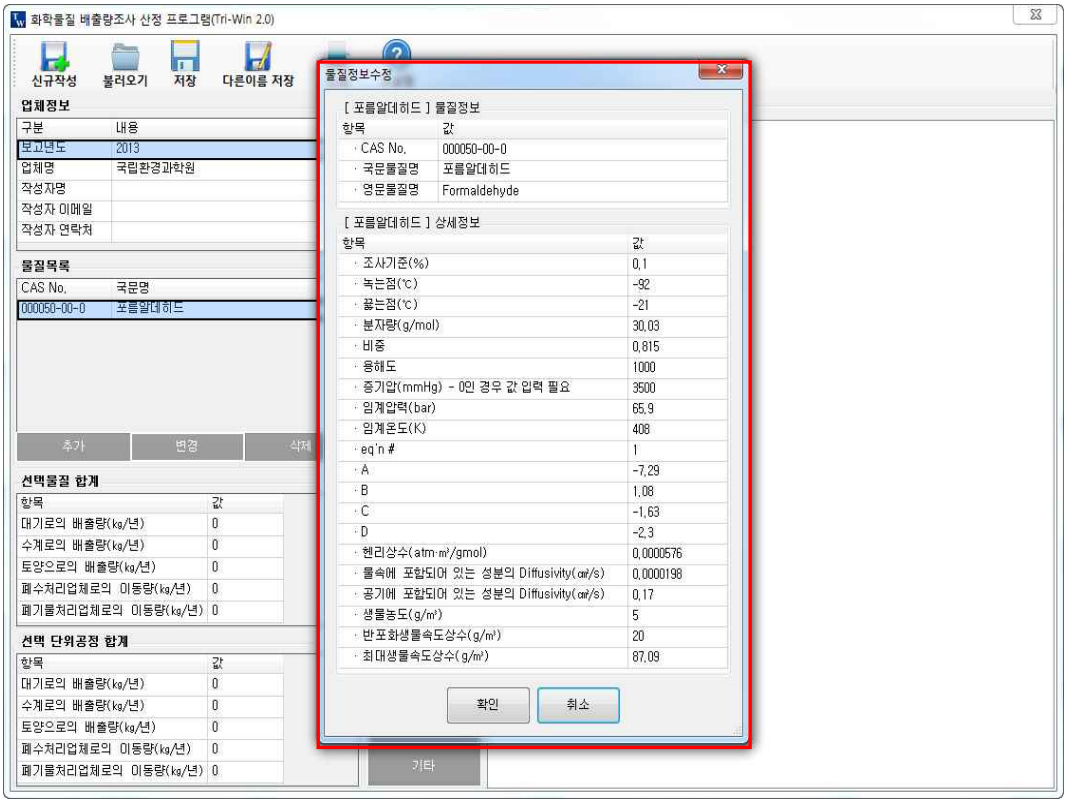
[그림. 3-3] 화학물질 추가, 변경, 삭제 화면



[그림. 3-4] 화학물질의 검색창



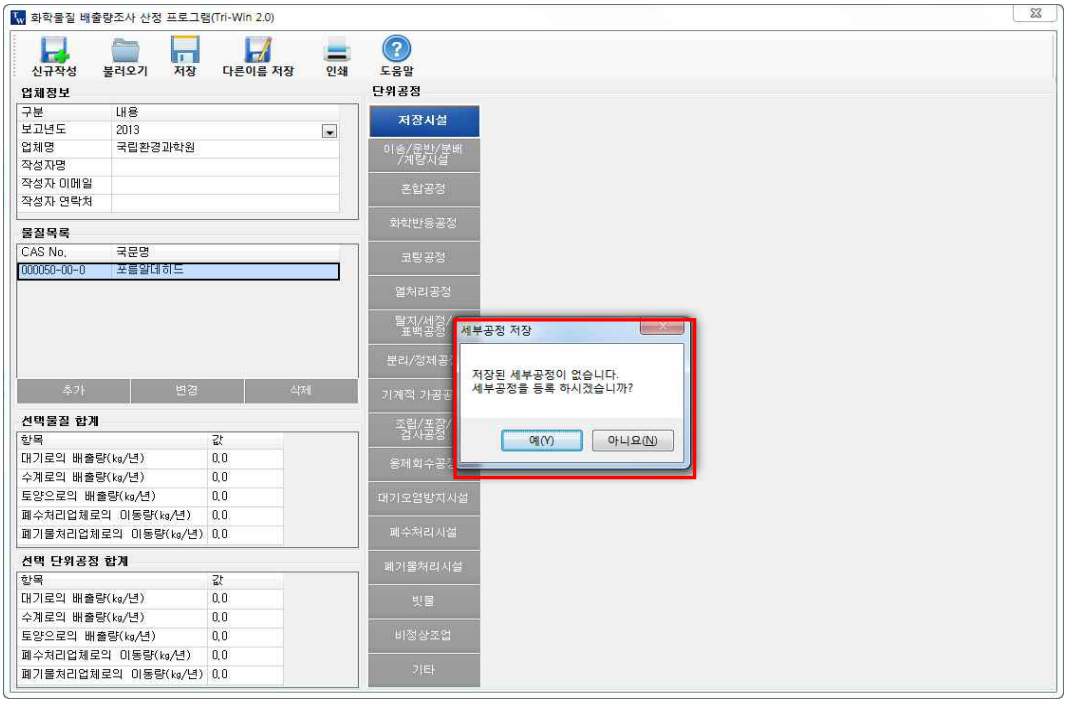
[그림. 3-5] 화학물질 추가 후 메인화면



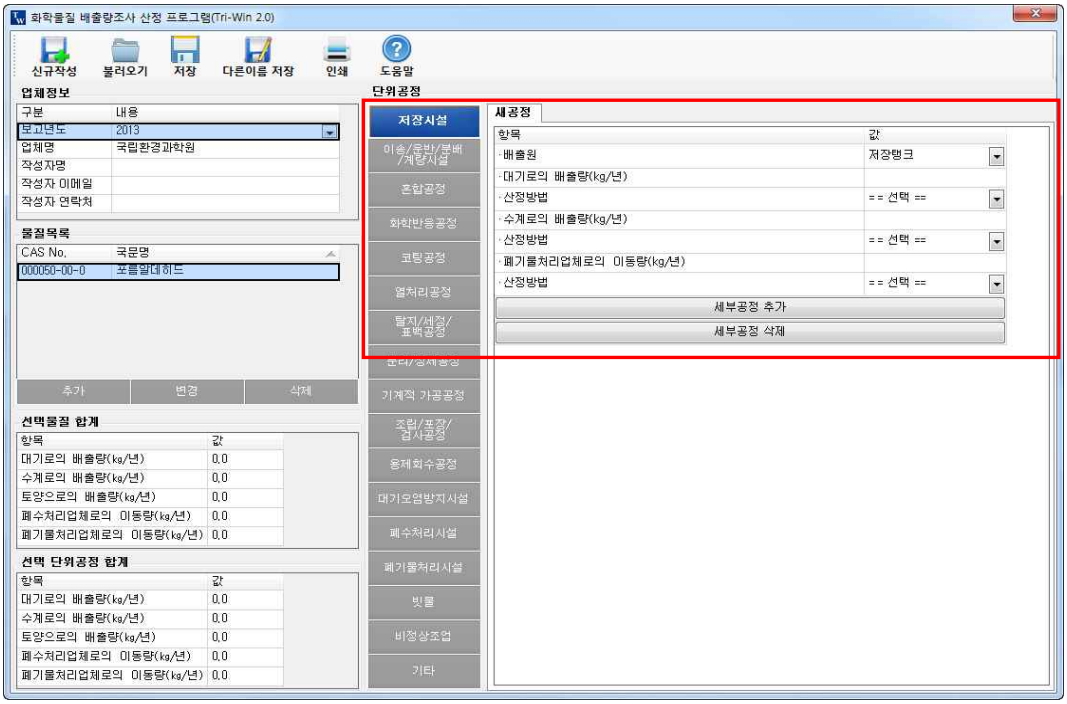
[그림. 3-6] 물성정보 확인 및 변경

나. 공정 추가

- 화학물질이 선택되었으면, 배출량 산정을 위하여 그 화학물질이 사용되고 있는 공정을 선택하여야 한다.
- 단위공정 창에서 추가하고자 하는 '공정' 버튼을 클릭한다. 여기에서는 저장시설을 선택한다. 세부공정 등록 확인창이 나타난다. '확인' 버튼을 누르면 저장시설 창에 "새공정"이라는 공정이 추가되었음을 알 수 있다.('[그림. 3-8]' 참조)
- 세부공정명을 수정하려면 "새공정" 탭을 더블 클릭한다.



[그림. 3-7] 저장공정 추가



[그림. 3-8] 저장공정 추가 후 화면

다. 배출량 및 이동량 산정

- 배출량을 산정하기 위하여 먼저 배출원을 선택한다. 저장시설의 경우 '저장탱크'에 대하여 산정한다.('[그림. 3-9]' 참조) 여기에서는 저장탱크를 선택한다. 산정방법을 선택할 경우 '[그림. 3-10]'의 산정방법 선택창이 나타난다.
- 산정방법이 선택되면, 해당 산정방법을 이용하여 배출량 및 이동량을 산정하는데 필요한 산정인자 값이 '하늘색'으로 표시되며 입력된 산정인자를 이용하여 배출 · 이동량을 산정한다.



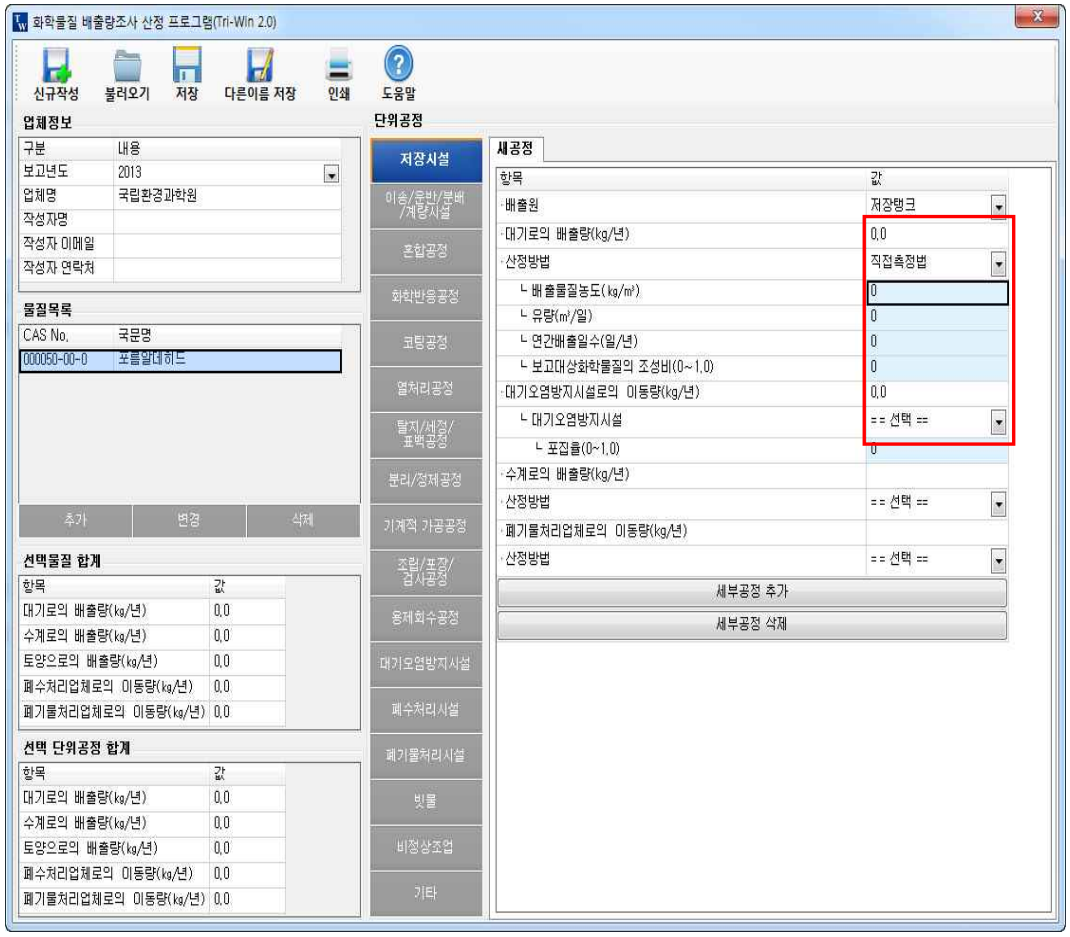
[그림. 3-9] 저장탱크 선택화면



[그림. 3-10] 산정방법 선택화면

(1) 직접측정법이 선택된 경우 '[그림. 3-11]' 참조

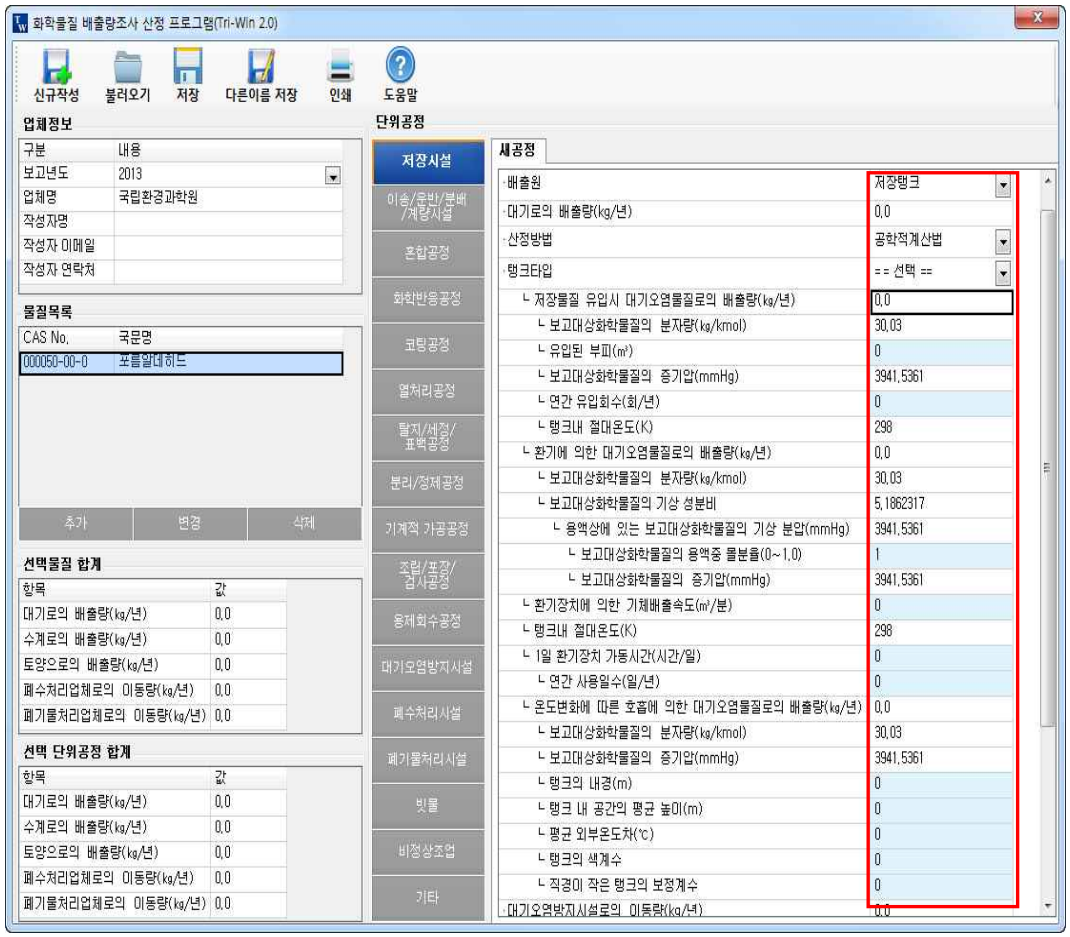
- 직접측정법을 선택하면, 배출량을 산정하기 위한 조건(배출물질농도, 유량, 연간배출일수, 보고대상 화학물질의 조성비(0~1.0))이 나열된다. 해당 항목에 산정인자를 입력하면, 대기로의 배출량이 산정된다.



[그림. 3-11] 저장공정에서의 직접측정법

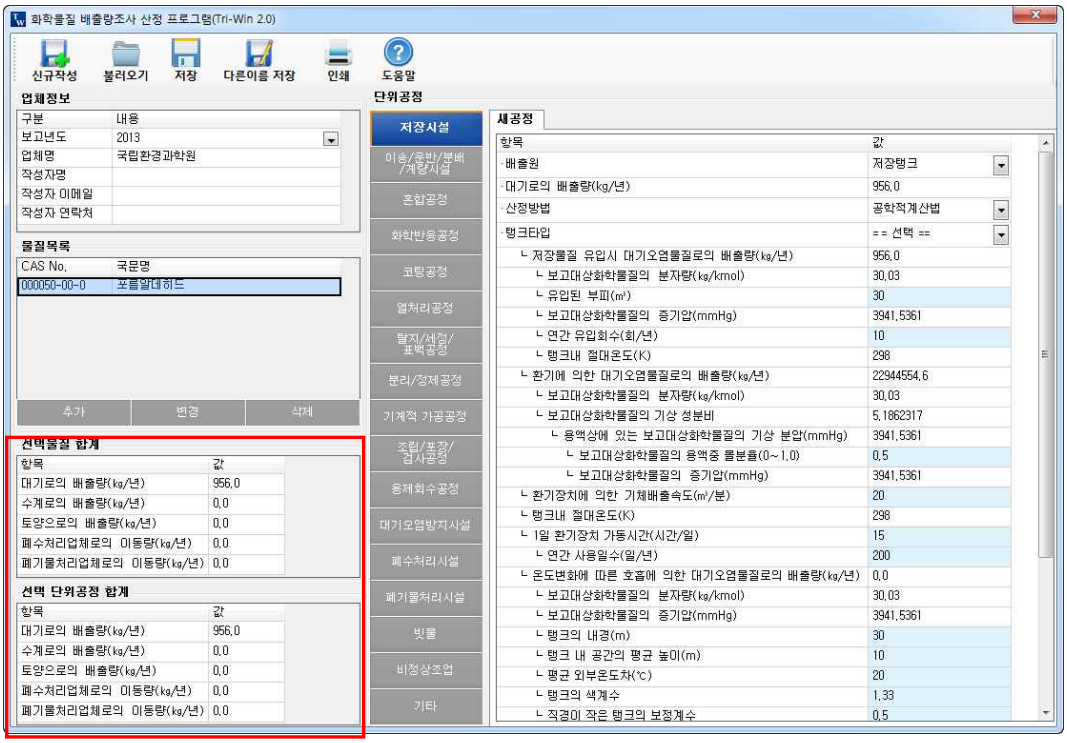
(2) 공학적계산법이 선택된 경우 '[그림. 3-12]' 참조

- 공학적계산법을 선택하면, 배출량을 산정하기 위한 조건(계산방법, 분자량, 기상물질전달계수, 확산계수, 풍속 등)이 나열된다. 해당 항목에 산정인자를 입력하면, 대기로의 배출량이 산정된다.
- 탱크 타입(고정덮개탱크 또는 부상덮개탱크)을 선택해서 배출량을 산정할 수 있다.



[그림. 3-12] 저장공정에서의 공학적계산법

- 매체별(대기, 수계, 토양) 배출량 및 폐수, 폐기물처리업체로의 이동량을 산정하기 위하여 위의 과정을 반복한다.
- 화학물질 및 공정별 배출·이동량 산정이 완료되면, 메인화면의 '합계' 창에 해당 화학물질에 관한 배출량 및 이동량이 합산되어 나타난다. '[그림. 3-13]' 참조
- 산정된 값을 보고프로그램에 입력하여 보고한다.



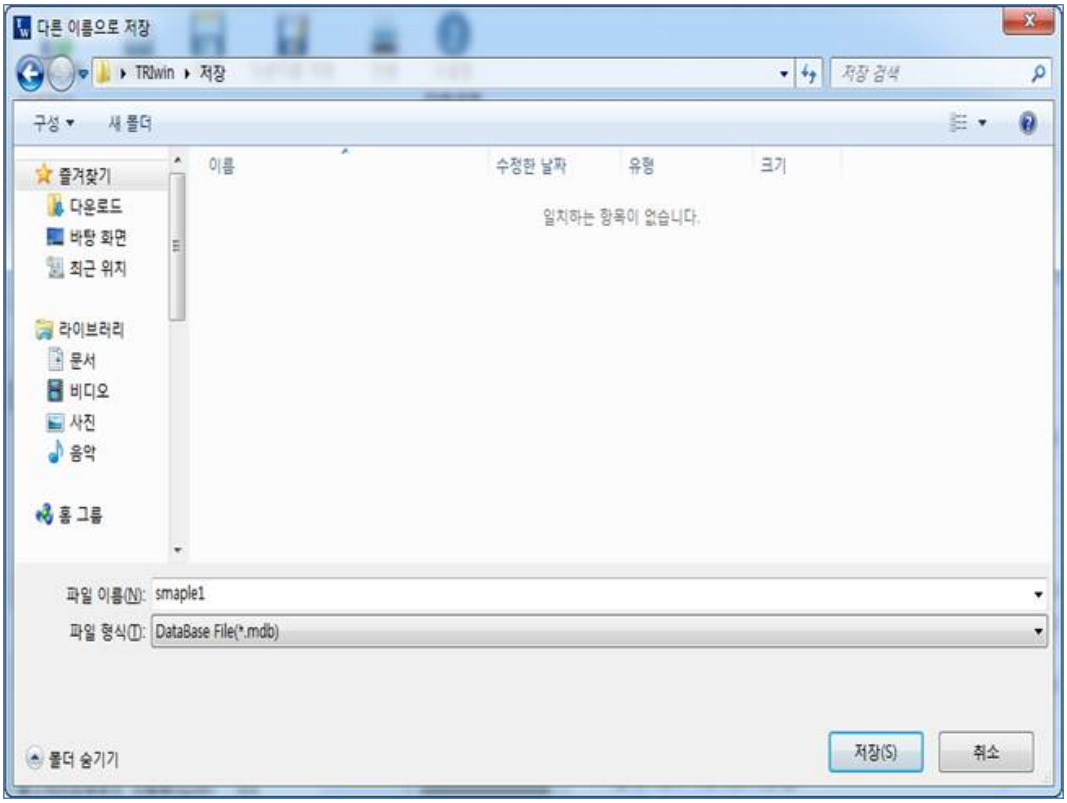
[그림. 3-13] 대기로의 배출량 산정 "예시"

※ 주의사항

- 폐수처리시설로부터의 배출량은 기본적으로 '수계로의 배출량'으로 계산되므로 이를 폐수처리업체로 이동시키는 경우는 그 양만큼 '폐수처리업체로의 이동량'에 입력해 주어야 한다. 이 경우 폐수처리업체로 이동된 양만큼 '수계로의 배출량'에서 제외한다.
- 폐기물처리시설로부터의 배출량은 기본적으로 '토양으로의 배출량'으로 계산되므로 이를 폐기물처리업체로 이동시키는 경우는 그 양만큼 '폐기물처리업체로의 이동량'에 입력해 주어야 한다. 이 경우 폐기물처리업체로 이동된 양만큼 '토양으로의 배출량'에서 제외한다.

3.4. 파일 저장

- 메뉴에서 '저장' 버튼을 클릭한다.
- 확장자 '*.tri'로 파일이 저장된다. (예) sample1.tri



[그림. 3-14] 파일 저장

4. TRIWin 주요 공정에서의 “예시”

※ 주요 공정 ; 저장시설, 이송,운반,분배,계량시설, 혼합공정, 코팅공정, 대기오염방지시설

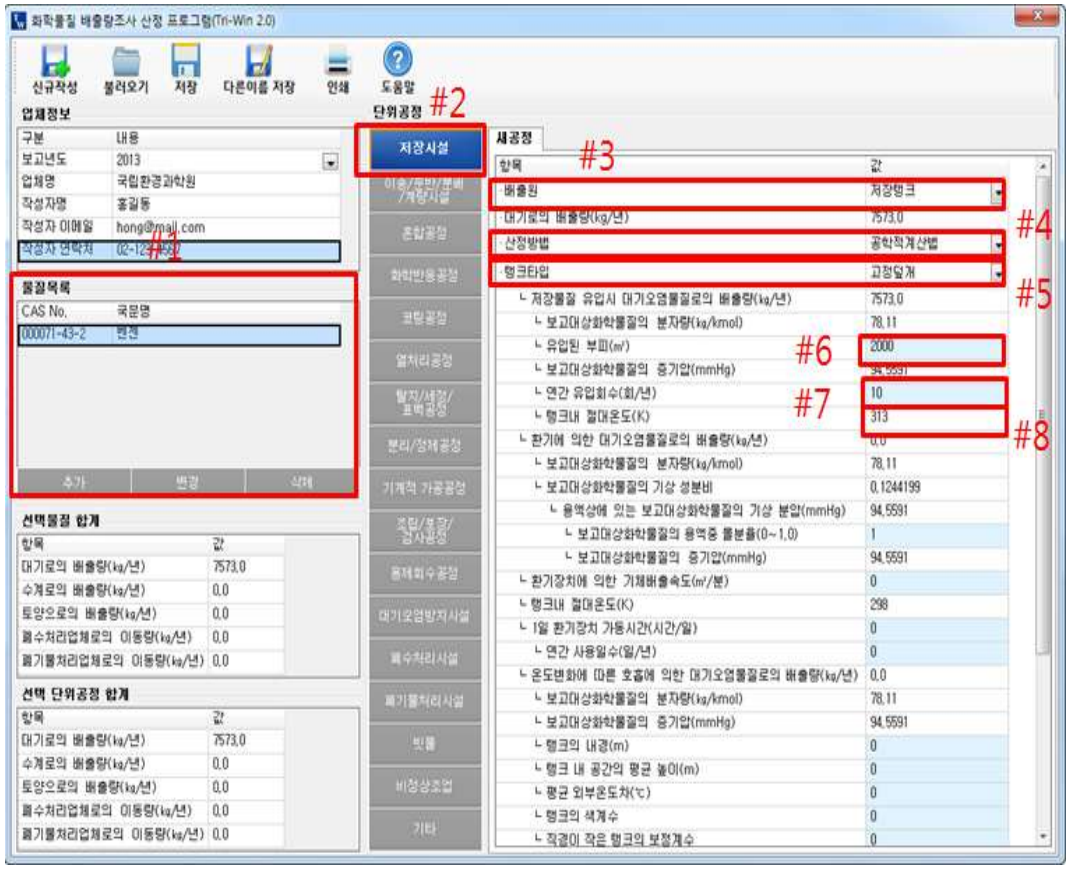
4.1. 저장시설에서의 배출량 산정 “예시”

A사에서 TRI를 보고하기 위하여 취급량을 조사한 결과, 벤젠이 보고대상임을 확인하였으며, 100% 벤젠을 저장하는 탱크의 제원은 다음과 같았다.

- 보고대상화학물질 벤젠
- 탱크타입 고정덮개탱크
- 보고대상화학물질의 분자량(㎏/kmol) 78
- 유입된 부피(m^3) 2,000
- 연간유입회수(회/년) 10
- 탱크 내 절대온도(K) 313

이 때, A사의 저장탱크로부터 대기로 배출되는 연간 배출량을 산정하라.

① 앞에서 설명한 [화학물질 추가] 방법에 의해 벤젠을 추가한다.
② 앞에서 설명한 [공정 추가] 방법에 따라 저장시설을 추가한다.
③ 오른쪽 창의 ‘배출원’을 클릭하여, ‘저장탱크’를 선택한다.
④ ‘대기로의 배출량’ 아래에 있는 ‘산정방법’을 클릭하여, ‘공학적계산법’을 선택한다.
※ 제시된 데이터에는 저장탱크에서 배출되는 물질의 측정농도 값이나, 연간 유·출입량에 관한 산정인자가 없으므로, 공학적계산법을 이용하여 배출량을 산정한다.
⑤ ‘탱크타입’을 ‘고정덮개탱크’로 선택한 후,
⑥ 유입된 부피란(㎥)에 ‘2,000’을 입력한다.
⑦ 연간유입횟수 ‘10’을 입력한다.
⑧ 탱크 내 절대온도 ‘313’을 입력하면, ‘대기로의 배출량(㎏/년)’에 배출량이 산정된다.



[그림. 4-1] 저장시설에서의 배출량 산정

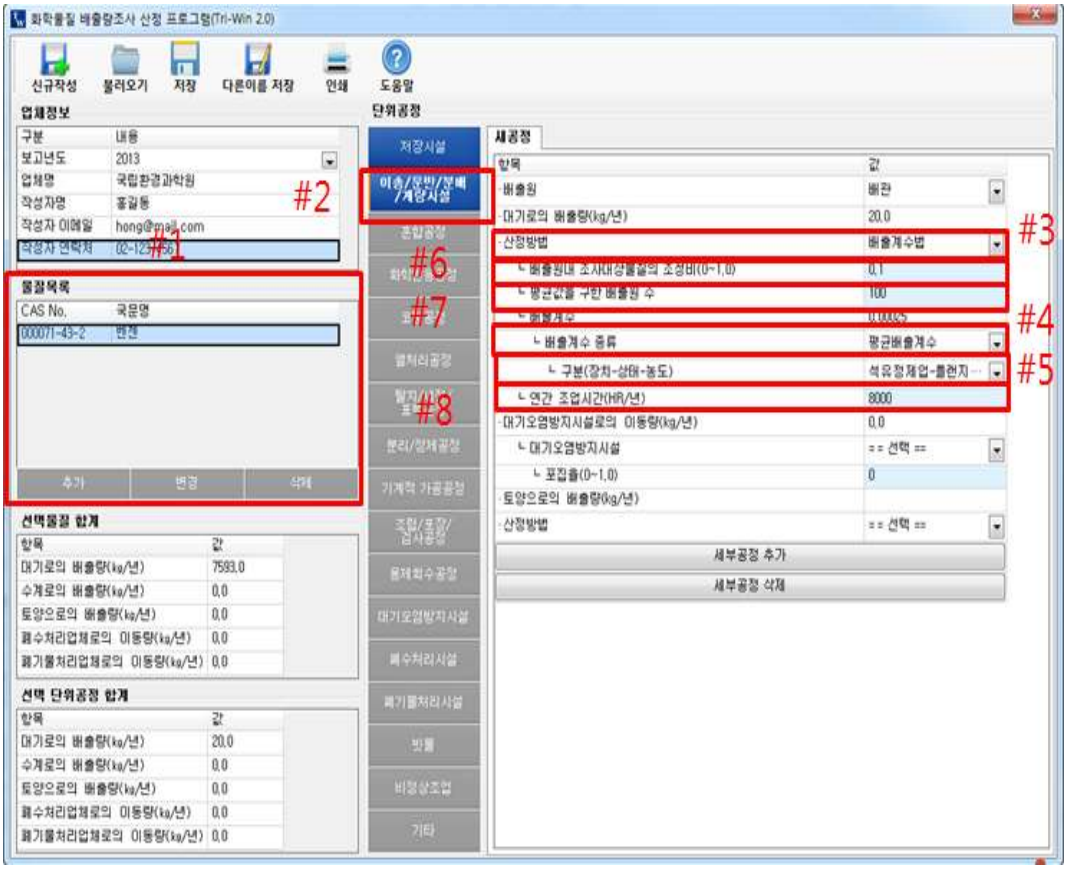
4.2. 이송,운반,분배,계량시설에서의 배출량 산정 “예시”

100개의 플랜지를 갖고 있는 석유화학 공정에서 10wt%의 벤젠을 포함하고 있는 혼합물을 취급하고 있으며, 일 년 중 운전 시간은 8,000시간/년이다. 그 밖의 조건은 다음과 같다.

- 보고대상 화학물질 벤젠
- 배출계수(석유정제업용 평균 배출계수) 0.00025
- 배출원 수(플랜지) 78
- 배출원 내의 조사대상 화학물질의 조성비 0.1
- 운전시간(시간/년) 8,000

이 때, 이송,운반,분배,계량시설에서부터 대기로 배출되는 연간 배출량을 산정하라.

① 앞에서 설명한 [화학물질 추가] 방법에 의해 톨루엔을 추가한다.
② 앞에서 설명한 [공정 추가] 방법에 따라 이송,운반,분배,계량시설을 추가한다.
③ ‘대기로의 배출량’ 아래에 있는 ‘산정방법’을 클릭하여, ‘배출계수법’을 선택한다.
④ ‘배출계수’ 아래에 있는 ‘배출계수 종류’를 클릭하여, ‘배출계수법’을 선택한다.
※ "예시“에서는 평균배출계수를 사용한다.
⑤ 아래에 있는 ‘구분(장치-상태-농도)’를 클릭하여, ‘석유정제업-플랜지-(모두)’를 선택한다.
⑥ 배출원 내의 조사대상 화학물질의 조성비란에 ‘0.1’을 입력한다.
⑦ 평균값을 구한 배출원 수란에 ‘100’을 입력한다.
⑧ 연간 조업시간(hr/년)란에 ‘8,000’을 입력하면, ‘대기로의 배출량(㎏/년)’이 산정된다.



[그림. 4-2] 이송, 운반, 분배, 계량시설에서의 배출량 산정

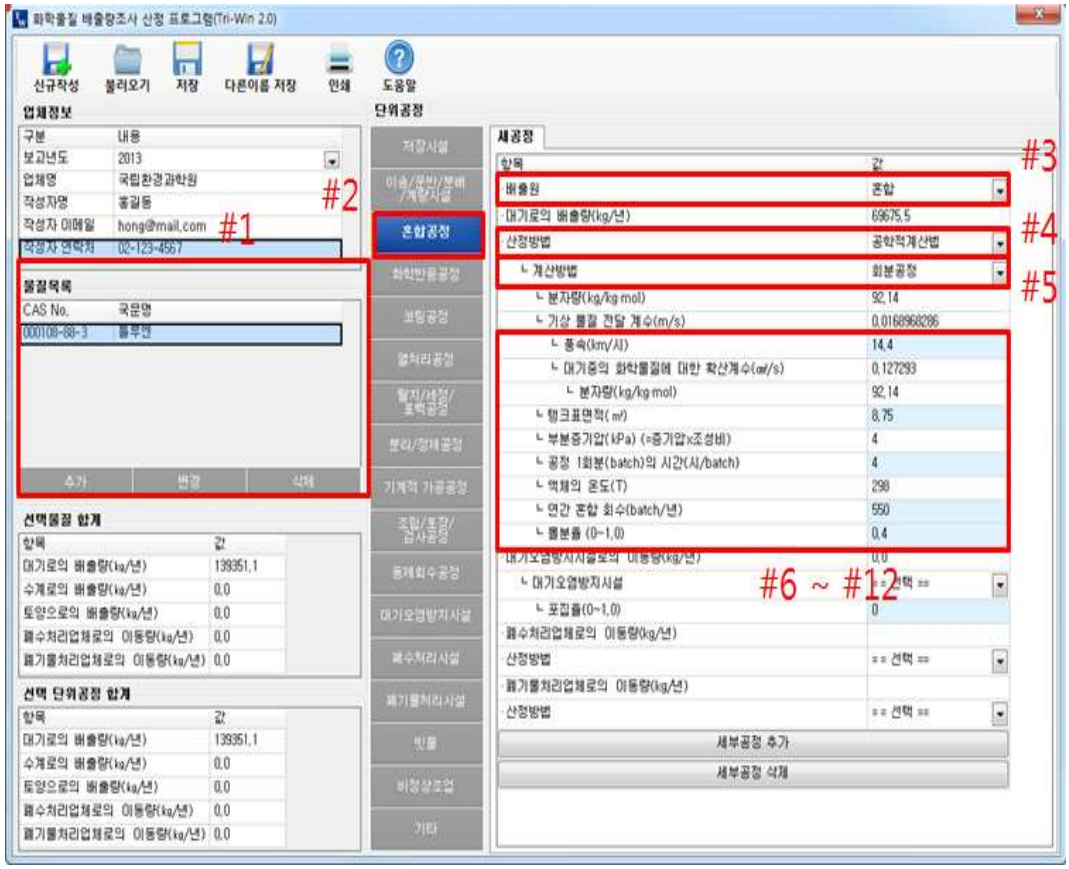
4.3. 혼합공정에서의 배출량 산정 '예시'

A사에서는 코팅물질을 녹이는 용제로 톨루엔을 함유한 물질을 사용하고 있다. 회분반응기에서 화학물질의 혼합시간은 4시간 정도 소요되며, 제품을 생산하기 위하여 이와 같은 혼합을 연간 550번을 실시한다. 그 밖의 조건은 다음과 같다.

- 보고대상 화학물질 — 톨루엔
- 혼합 탱크의 표면넓이(A) — $8.75m^2$
- 톨루엔의 분자량(M_x) — 92.14㎏/㎏-mole
- 톨루엔의 부분 증기압(P_x) — 298K(25℃)에서 4kPa
- 연간 혼합공정 주변의 평균풍속 — 14.4km/시
- 주위 평균온도 — 298K
- 공정 1회분(batch)의 시간(시/batch) — 4시간
- 연간 혼합 횟수(batch/년) — 550
- 몰분율(0~1.0) — 0.4

이 때, A사의 혼합공정에서부터 대기로 배출되는 연간 배출량을 산정하라.

① 앞에서 설명한 [화학물질 추가] 방법에 의해 톨루엔을 추가한다.
② 앞에서 설명한 [공정 추가] 방법에 따라 혼합공정을 추가한다.
③ 오른쪽 창의 '배출원'을 클릭하여, '혼합'을 선택한다.
④ '대기로의 배출량' 아래에 있는 '산정방법'을 클릭하여, '공학적계산법'을 선택한다.
⑤ 오른쪽 창의 '계산방법'을 클릭하여, '회분공정'을 선택한다.
⑥ 풍속((㎞/시) 입력란에 '14.4'를 입력한다.
⑦ 탱크표면적(m^2) 입력란에 '8.75'를 입력한다.
⑧ 공정 1회분(batch)의 시간(시/batch) 입력란에 '4'를 입력한다.
⑨ 톨루엔의 부분증기압(kPa)란에 '4'를 입력한다.
⑩ 액체의 온도란에 '298'을 입력한다.
⑪ 연간 혼합 횟수(batch/년)란에 '550'을 입력한다.
⑫ 몰분율(0~1.0)란에 '0.4'를 입력하면, '대기로의 배출량(㎏/년)'이 산정된다.



[그림. 4-3] 혼합공정에서의 배출량 산정

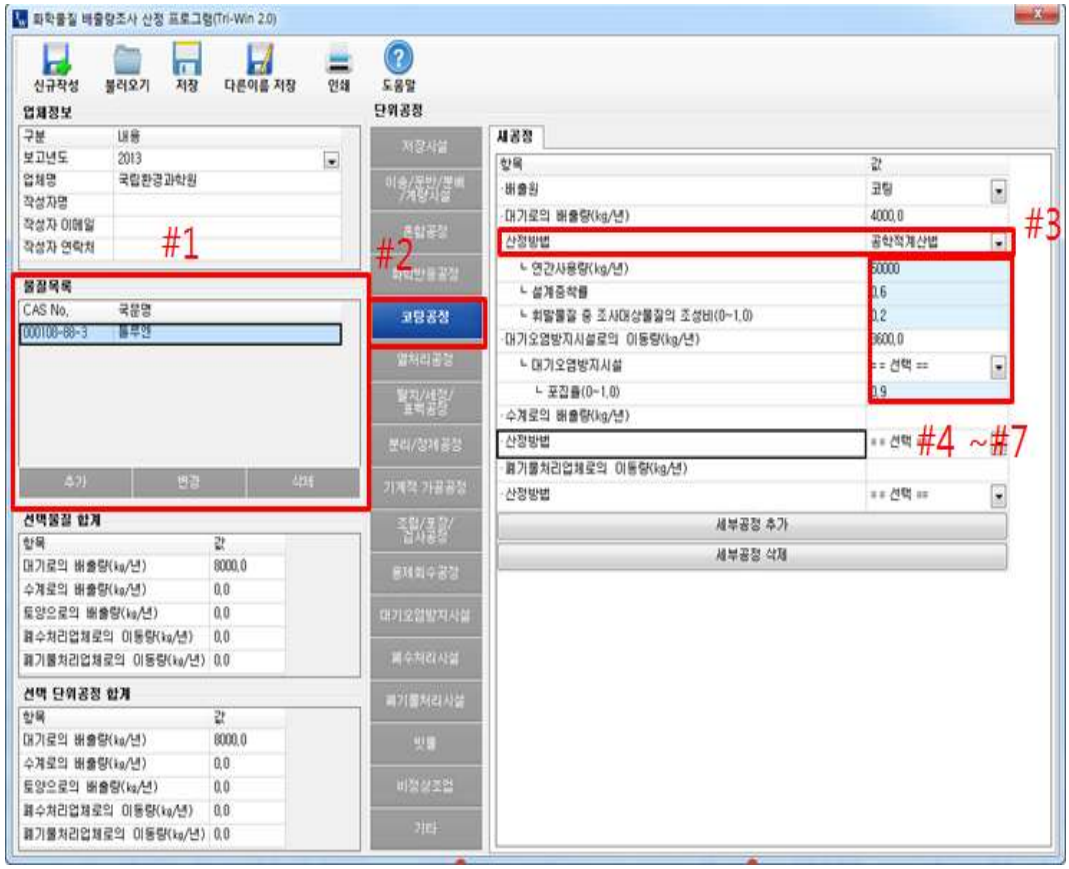
4.4. 코팅공정에서의 배출량 산정 '예시'

제품을 코팅하기 위하여 톨루엔이 20% 함유된 코팅제를 연간 50톤을 사용하고 있다. 코팅공정에서 코팅제의 설계증착률은 60%이고, 대기오염방지시설로 90% 포집된다. 그 밖의 조건은 다음과 같다.

- 연간사용량(㎏/년) 50,000
- 설계증착률 0.6
- 물질조성 0.2
- 대기오염방지시설의 포집률 298K(25℃)에서 4kPa

이 때, 코팅공정에서부터 대기로 배출되는 연간 배출량을 산정하여라.

① 앞에서 설명한 [화학물질 추가] 방법에 의해 톨루엔을 추가한다.
② 앞에서 설명한 [공정 추가] 방법에 따라 코팅공정을 추가한다.
③ '대기로의 배출량' 아래에 있는 '산정방법'을 클릭하여, '공학적계산법'을 선택한다.
④ 연간사용량(㎏/년)란에 '50,000'을 입력합니다.
⑤ 설계증착률란에 '0.6'을 입력합니다.
⑥ 휘발물질 중 조사대상물질의 조성비(0~1.0)란에 '0.2'를 입력한다.
⑦ '대기오염방지시설' 아래에 있는 포집률(0~1.0)란에 '0.9'를 입력하면, '대기로의 배출량(㎏/년)'이 산정된다.



[그림. 4-4] 코팅공정에서의 배출량 산정

4.5. 대기오염방지시설에서의 배출량 산정 '예시'

활성탄 흡착시설을 사용하여 공정에서 발생하는 폐가스 중의 휘발성 유기화합물을 제거한다. 공정에서 발생되는 폐가스의 발생량은 10㎥/일이며, 폐가스 중 벤젠의 농도는 162(㎏/㎥)인 것으로 측정된다. 흡착시설의 제거율은 80%이며, 연간 200일 운전한다.

- 기체배출량(㎥/일) 10㎥/일
- 해당물질농도(%) 5%
- 제거율 0.8
- 연간발생일수(일) 200

이 때, 대기오염방지시설에서부터 대기로 배출되는 연간 배출량을 산정하여라.

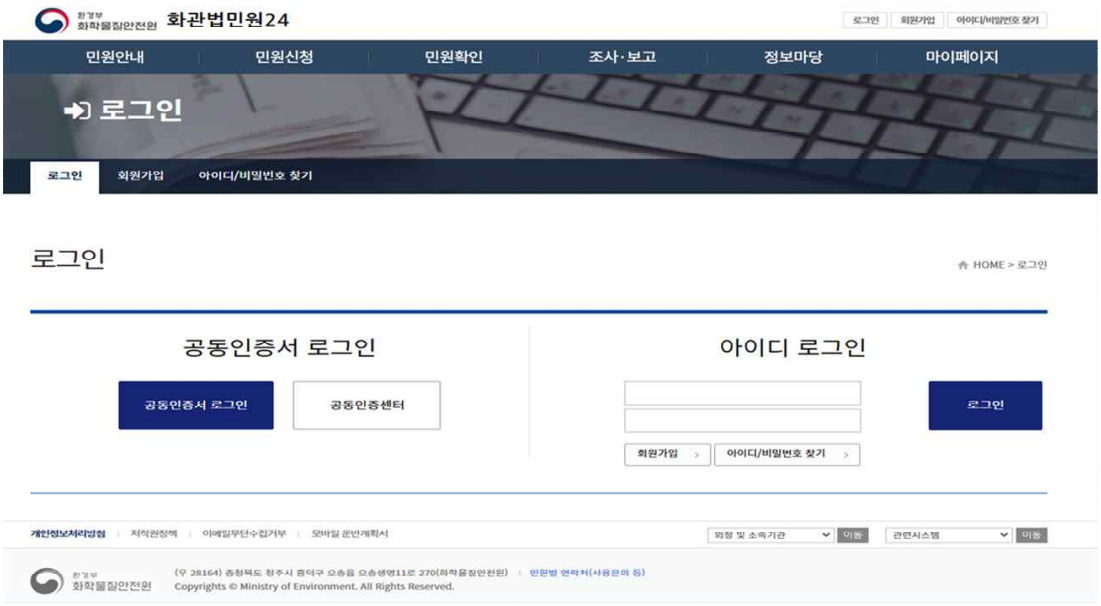
① 앞에서 설명한 [화학물질 추가] 방법에 의해 벤젠을 추가한다.
② 앞에서 설명한 [공정 추가] 방법에 따라 대기오염방지시설을 추가한다.
③ '대기로의 배출량' 아래에 있는 '산정방법'을 클릭하여, '직접측정법'을 선택한다.
④ 처리 전 배가스량(㎥)란에 '2,000'을 입력한다.
⑤ 처리 전 배가스 중 조사대상 화학물질의 농도란(㎏/㎥)에 '162'를 입력한다.
⑥ 제거율란에 '0.8'을 입력하면, '대기로의 배출량(㎏/년)'이 산정된다.

Ⅱ. 배출량 보고시스템 매뉴얼

1. 화학물질 배출량 보고시스템 소개 및 구성

1.1 화학물질 배출량 보고시스템이란?

화학물질 배출량 보고시스템은 화학물질관리법 제11조에 의한 화학물질 배출량 조사대상업체가 산정한 연간 대기, 수계, 토양 등의 환경매체로 조사대상 화학물질이 배출되는 양과 폐수처리업체 및 폐기물처리업체로의 이동량을 쉽고, 간단하게 보고할 수 있도록 만들어진 웹기반 시스템입니다.



[그림 1] 화학물질 배출량 보고시스템

1.2 화학물질 배출량 보고시스템의 구성

화학물질 배출량 보고시스템은 크게 『보고가이드』,『조사대상확인』,『배출량 보고』,『보완요청관리』,『보고수정신청』『정보마당』등으로 구성되어 있으며, 세부 구성 항목은 다음과 같습니다.

메뉴	세부구성항목	설명
조사대상확인	조사대상확인	배출량 보고 대상 업체, 비대상 업체 등 조사대상확인
배출량보고	업체에 관한 정보	조사대상업체의 정보 입력 기능
	물질에 관한 정보	조사대상물질의 배출량 및 이동량 정보 입력 기능
	오류 확인 및 제출	오류조치내용 확인, 산정근거자료 첨부 및 보고서 제출 기능
보완요청관리	오류 및 오류사유 확인	보고서 수정 및 오류사유서 제출 기능
보고수정신청	배출량 보고서 수정 신청	제출된 배출량 보고서 수정 신청 기능
정보마당	공지사항	화학물질 배출량 조사결과 보고서, 세부통계 등
	자료실	배출량조사 지침서 및 기술안내서 등
	FAQ	주요 질의 사항
마이페이지	회원정보 수정	회원정보 및 비밀번호 변경 기능
	배출량 보고이력	연도별 배출량 조사이력 현황

2. 화학물질 배출량 보고시스템 이용방법

2.1 시스템 접속하기

인터넷 주소창에 화학물질 배출량 보고시스템 주소(https://icis.me.go.kr/cdms/)를 입력하여, 시스템에 접속합니다.



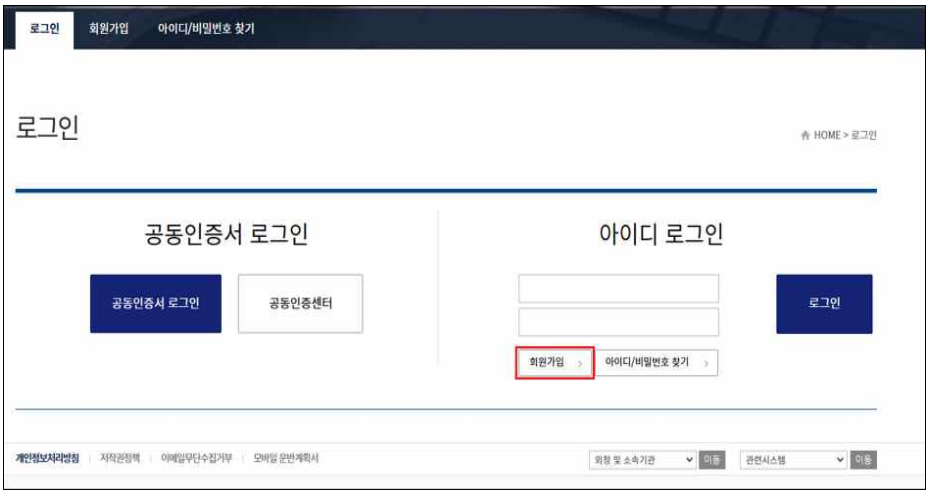
[그림 2] 화학물질 배출량 보고시스템 접속하기

※ 인터넷이 연결된 PC를 통해서 접속할 수 있습니다.

2.2 시스템 회원가입하기

(1) 시스템 회원가입

① 중앙 하단에 있는 「회원가입」을 클릭



[그림 3] 화학물질 배출량 보고시스템 - 회원가입

② “이용약관 확인 및 동의”, “개인정보 수집 및 이용 동의” 체크 후 “가입” 버튼을 클릭



[그림 4] 회원가입 - 이용약관 및 개인정보 이용 동의 확인

③ 아이디, 이름, 전화번호, 비밀번호, 비밀번호 확인, 휴대폰, 이메일 입력 및 사업자 등록증을 첨부

i) 아이디 입력 후 "중복확인"을 통해 사용 가능 유무 확인.

ii) 비밀번호는 9~12자리로 최소 1개이상의 특수문자를 반드시 포함 및 영문자, 숫자 조합

iii) 휴대폰 번호 입력 후 "인증요청"을 통해 휴대폰 본인확인 진행 후 인증

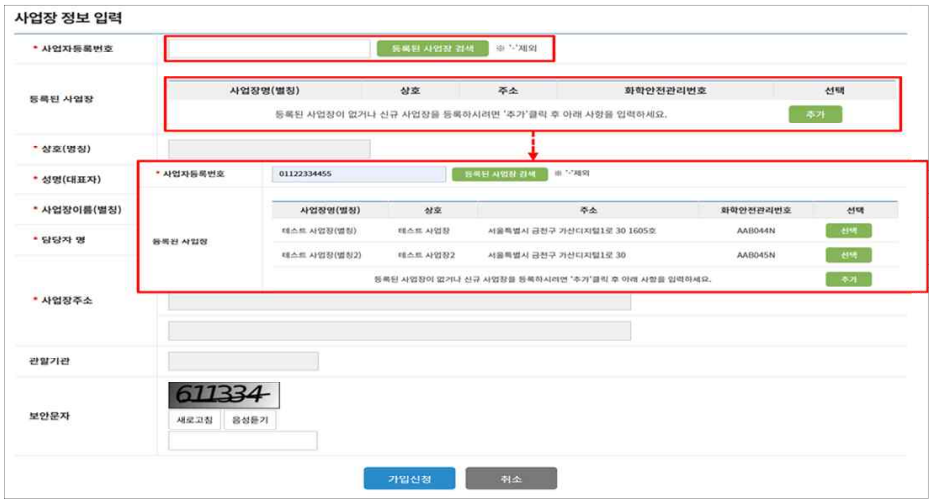


[그림 5] 회원가입 - 기본 정보 입력

④ 사업자등록번호를 입력한 후 “검색” 버튼을 클릭,

i) 하단의 검색결과 목록에서 검색결과가 없는 경우, “추가 클릭

ii) 하단의 검색결과 목록에서 가입업체로 되어 있는 경우, 해당 사업자명(별칭)의 ”선택“ 클릭



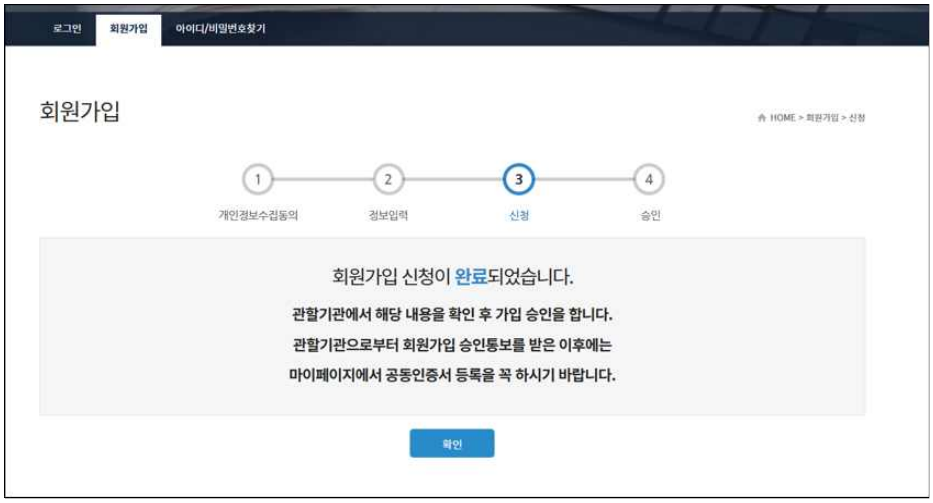
[그림 6] 회원가입 - 등록된 사업장 검색

⑤ 상호(명칭), 성명(대표자), 법인등록번호, 사업자이름(별칭), 사업장전화번호, 담당자 명, 담당자 전화번호, 사업장 주소, 관할기관을 입력 후 가입 신청 진행.

i) 가입업체로 되어 있어 해당 사업자명(별칭)을 ”선택“ 한 경우 해당 사업장의 정보로 자동 입력처리.

ii) 관할기관은 사업장 주소 선택 시 자동 입력.

⑥ 회원가입 후 관할기관 승인 통보 후 이용 가능



[그림 7] 회원가입 - 회원가입 완료

2.3 배출량보고 회원으로 화관법민원24 회원 매칭

(1) 배출량 보고서비스 통합 안내

① 화확물질 배출량 보고시스템 '화관법 민원24 서비스 통합 안내' 팝업 " 이용동의 바로가기" 이동.



[그림 8] 배출량보고 회원으로 화관법민원24 회원 매칭

(2) 화관법민원24 통합 이용동의

① 배출량보고 회원과 화관법민원24의 회원이 매칭되어 있을 경우 매칭된 계정 정보를 확인 가능



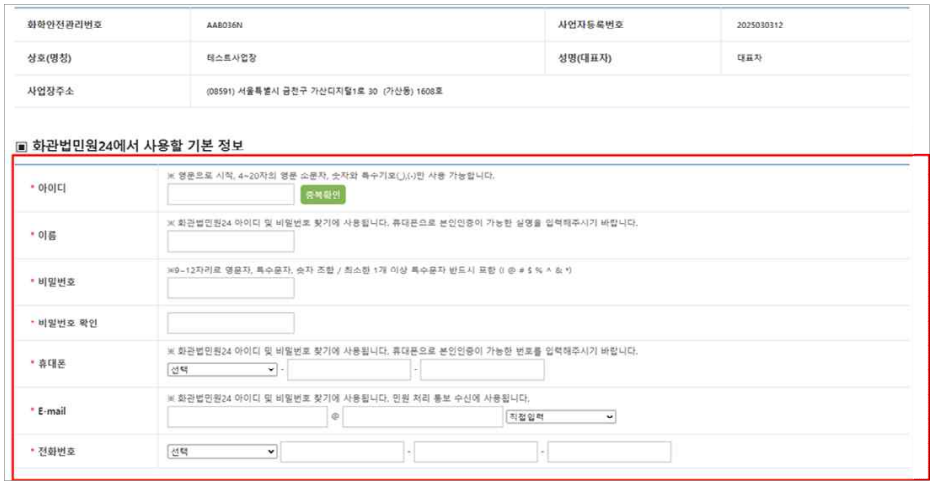
[그림 9] 회원이 매칭되어있을 경우

② 화관법민원24 내 동일한 화학안전관리번호를 가지는 계정이 존재할 경우 목록에서 본인계정에 해당하는 경우 선택하여 매칭 및 목록 내 본인 계정이 없는 경우 "신규회원가입" 버튼 클릭 후 신규회원 가입 진행.



[그림 10] 회원이 매칭되어 있지 않는 경우

③ 화관법민원24 내 동일한 화학안전관리번호를 가지는 계정이 없을 때 신규 가입 진행.



[그림 11] 신규 가입 진행

③ 사업장등록번호 상호(명칭), 회원명 또는 사업자등록번호, 아이디, 인증방법 선택을 통해 아이디 찾기 및 비밀번호 재설정.

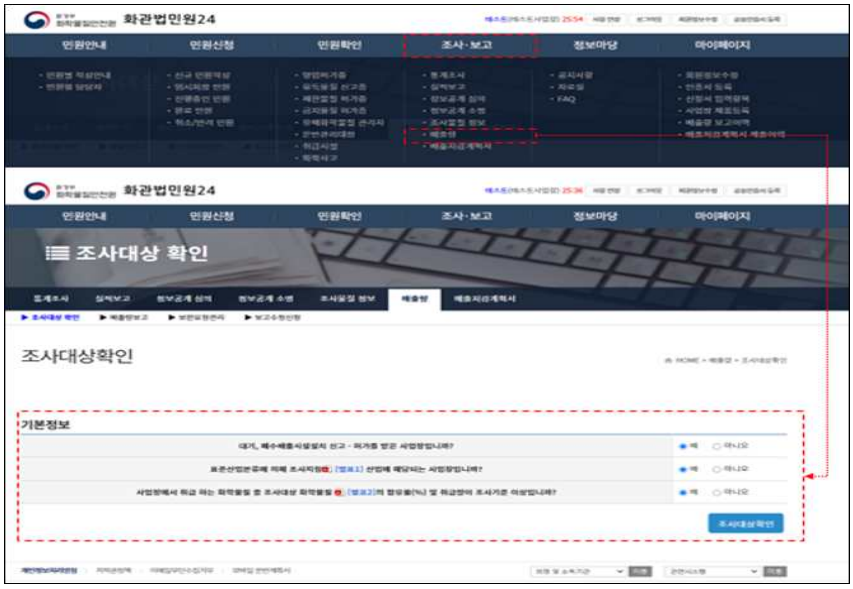


[그림 12] 아이디 찾기 및 비밀번호 재설정

2.4 조사대상여부 확인

시스템 로그인 후, 화학물질 배출량 조사대상인지 확인합니다.

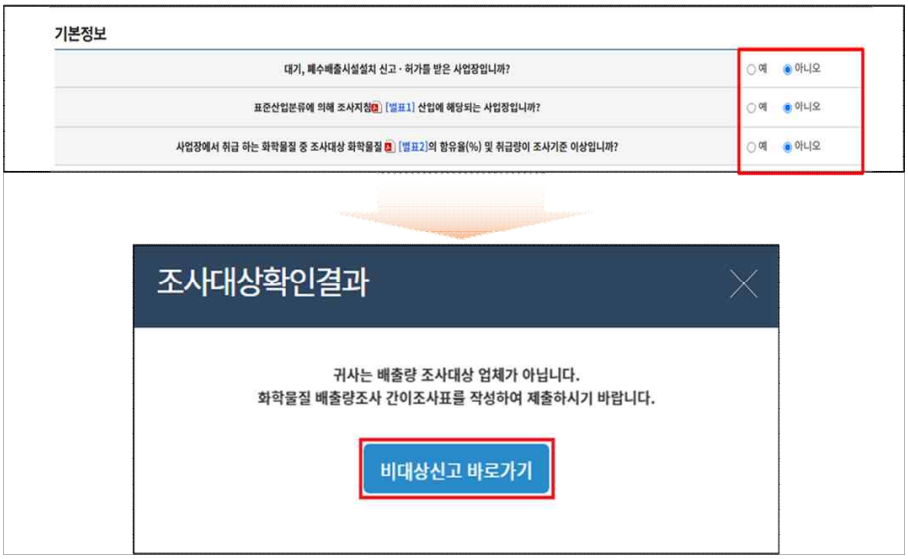
대기, 폐수배출시설설치 신고·허가를 받은 사업장이고, 표준산업분류에 의해(별표1)에 산업에 해당되는 사업장이며, 사업장에서 취급(생산+사용)하는 화학물질 중 조사대상 화학물질(별표2)의 함유율(%) 및 취급량이 조사기준 이상에 모두 해당되는 경우, “예”를 클릭, 하나라도 해당하지 않는 경우에는 “아니오”를 클릭



[그림 13] 조사대상 확인절차

☞ “아니오”를 하나 이상 선택한 경우

ⅰ) 배출량 조사대상 확인결과 창에서 비대상신고 바로가기” 버튼 클릭



[그림 14] 배출량조사 비대상

ii) 배출량조사 비대상 확인서의 업체기본정보, 업종 및 종업원 수, 작성자 정보, 대표자 정보 입력

iii) 비대상 사유를 선택하고, 해당 근거자료가 있을 경우 “파일추가”를 클릭하여, 근거자료를 첨부 한 후 “제출” 버튼을 클릭(필요시 인쇄)



[그림 15] 비대상 확인서 작성 및 제출

☞ “예”를 선택한 경우

ⅰ) 배출량 조사대상 확인결과 창에서 “배출량보고 바로가기” 버튼을 클릭



[그림 16] 조사표 작성 대상 확인

ⅱ) 화학물질 환경배출량 · 이동량 조사표 작성 후 제출

2.5 배출량 보고 및 제출

조사대상확인 절차를 통해 화학물질 배출량 조사대상 업체로 확인된 경우, 배출량 조사를 하여, 배출량 보고시스템 업체정보 및 조사대상화학물질의 배출량 및 이동량 정보를 입력합니다.

(1) 배출량 보고 - 업체에 관한 정보

①『배출량 보고』의 「업체에 관한 정보」



[그림 17] 업체에 관한 정보

② 업체에 관한 일반사항 중 업종입력란의 "검색" 버튼을 클릭하여 대분류 → 중분류 → 소분류 순서로 업종을 선택하여 입력합니다.



[그림 18] 업종 찾기

③ 업체에 관한 일반사항 중 산업단지입력란의 “검색” 버튼을 클릭한 후, 산업단지 찾기 창에서 산업단지를 선택합니다.



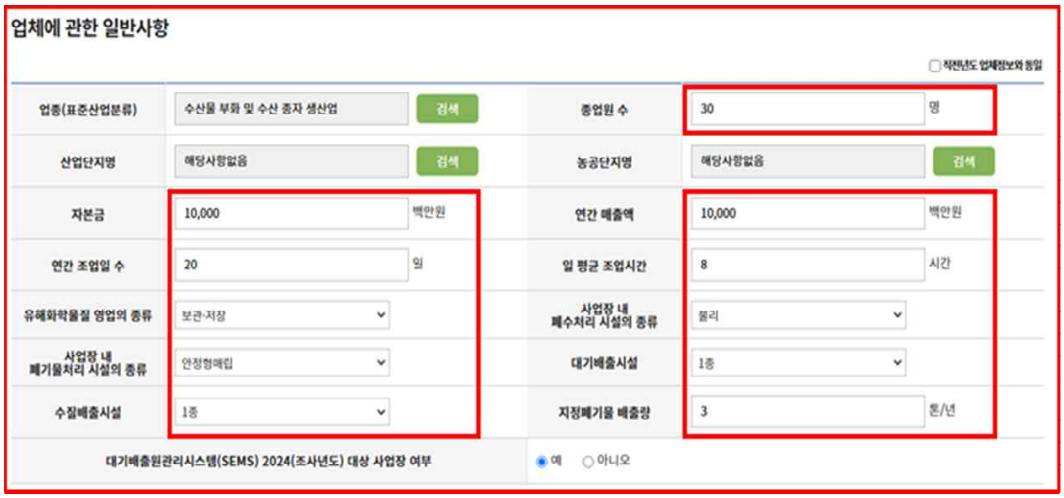
[그림 19] 업체에 관한 정보 - 산업단지 선택

④ 업체에 관한 일반사항 중 농공단지입력란의 “검색” 버튼을 클릭한 후, 농공단지 찾기 창에서 농공단지를 선택합니다.



[그림 20] 업체에 관한 정보 - 농공단지 선택

⑤ 종업원수, 자본금, 연간매출액, 연간조업일수, 일평균조업시간, 유해화학물질 영업의 종류, 사업장내 폐수처리시설의 종류, 사업장내 폐기물처리시설의 종류, 대기배출시설, 수질배출시설, 지정폐기물배출량 등을 입력하고, 대기배출원관리시스템(SEMS) 대상 사업장 여부를 선택



[그림 21] 업체에 관한 정보 - 종업원 수 등 입력

⑥ 작성자 성명, 부서, 직위, 휴대전화, (근무처)전화 등의 작성자 정보를 입력합니다.



[그림 22] 업체에 관한 정보 - 작성자 정보 입력

⑦ 확인자 성명, 부서, 직위, 휴대전화, (근무처)전화 등의 확인자 정보를 입력한 후 하단의 “저장”버튼 클릭



[그림 23] 업체에 관한 정보 – 확인자 정보 입력

⑧ 업체에 관한 정보 입력이 완료되어 저장 “확인” 버튼을 클릭하면 「물질에 관한 정보」로 이동

<참고> 업체기본정보 수정

ⅰ) 업체의 기본정보가 변경되었을 경우, “업체기본정보 수정요청” 버튼을 클릭

ⅱ) 업체명, 사업자등록번호, 대표자 정보 중, 변경된 내용을 입력하고, “수정요청” 버튼 클릭 후, 승인대기(지방환경관서의 승인 후 조사표 작성 가능)



[그림 24] 업체에 관한 정보 - 기존정보 수정

※ 업체명, 사업자등록번호, 대표자만 변경 가능하며, **사업장 이전** 등으로 인해 **소재지(주소)가 변경**되었을 경우, **신규로 가입**해 주시기 바랍니다.

※ 단, 사업장은 이전하지 않았으나, 행정구역상 소재지가 변경되었을 경우, 시스템 담당자에게 문의하시기 바랍니다.

(2) 배출량 보고 - 물질에 관한 정보

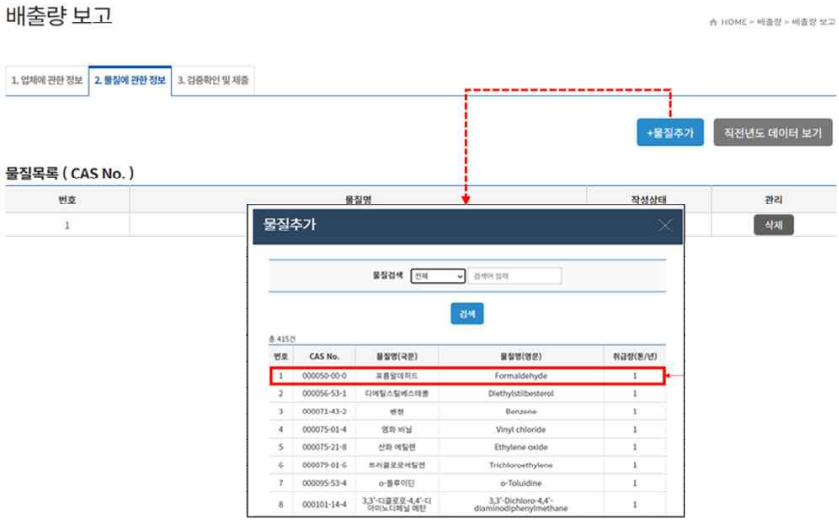
①『배출량 보고』의 「물질에 관한 정보」



[그림 25] 물질에 관한 정보

1) 1단계 - 작성서식 선택

① "물질추가" 버튼을 클릭하여 사업장에서 취급하는 보고대상물질을 검색한 후, 목록에 검색된 물질 클릭



[그림 26] 물질에 관한 정보 - 보고물질 선택하기

② 물질검색 창에서 추가한 물질은 하단 물질목록에 추가되며, 각 물질별 배출량, 이동량 및 자가매립량 유무에 따라 "작성서식"을 결정한다.



[그림 27] 물질에 관한 정보 - 작성서식 선택

2) 2단계 - 물질에 관한 정보 작성

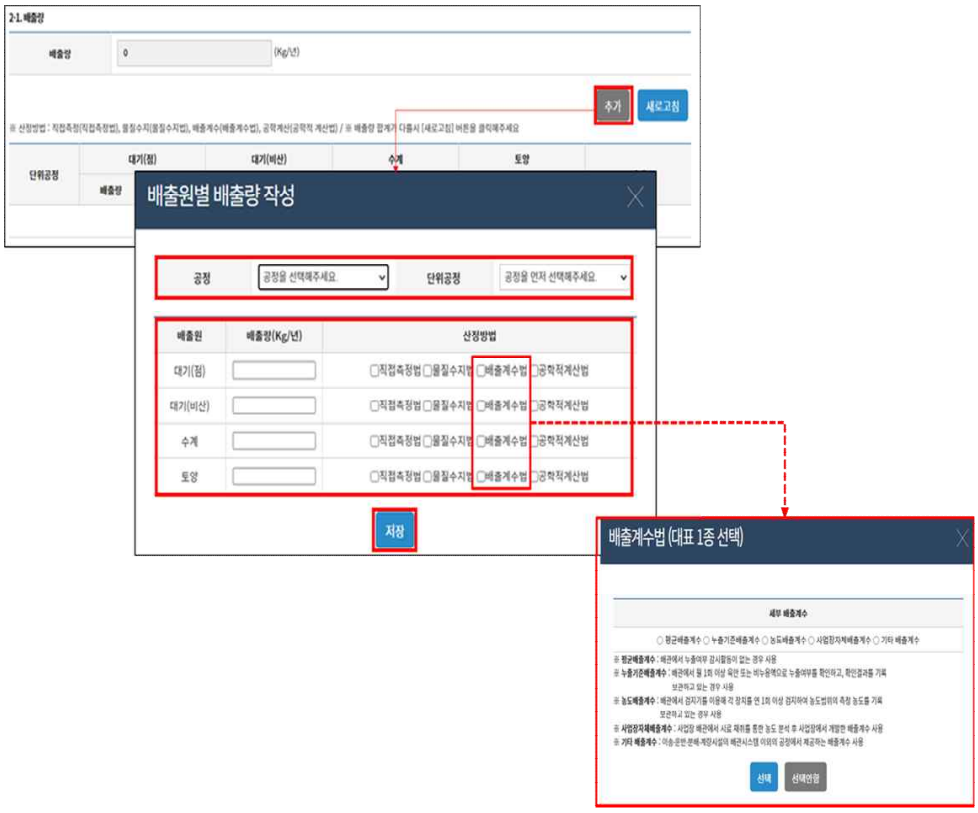
① 선택한 조사대상화학물질의 생산량, 사용량, 사업장내 최대보관량, 회수사용량, 용도 등을 입력합니다.



[그림 28] 화학물질 정보 입력

※ 생산량과 사용량은 지난 1년간의 조사대상화학물질의 제조한 양과 사용한 양을 말하며, 톤 단위로 입력하여야 합니다(회수사용량은 공정에서 취급하는 대상 물질을 회수하여 재사용한 양(취급량 산정 시 주의 필요)).

② 배출원별(공정별) 배출량 작성 시 “추가”버튼을 클릭하여 각 공정에 따른 “단위공정”을 선택하고, 배출량 입력 및 산정방법을 선택한 후 “저장” 버튼 클릭(단, 배출계수법 선택 시, 세부배출계수 추가 선택)



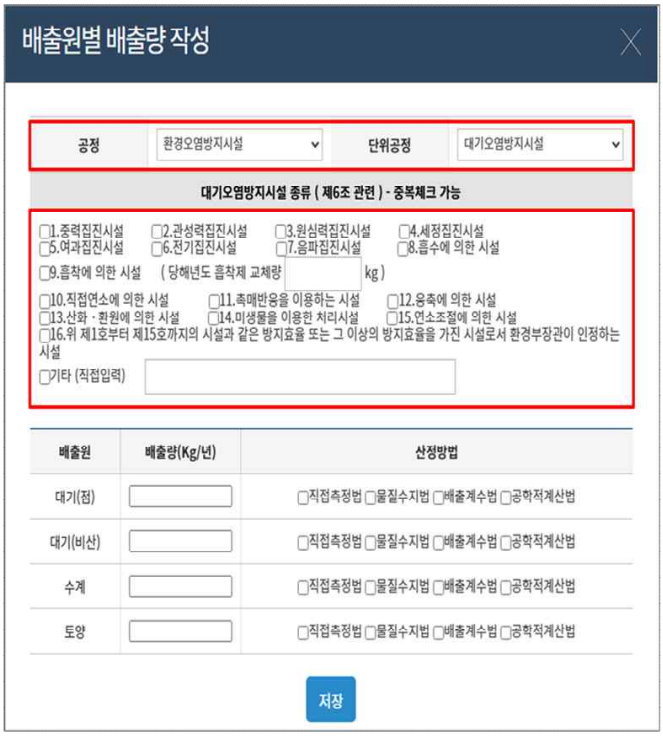
[그림 29] 배출원별 배출량 입력

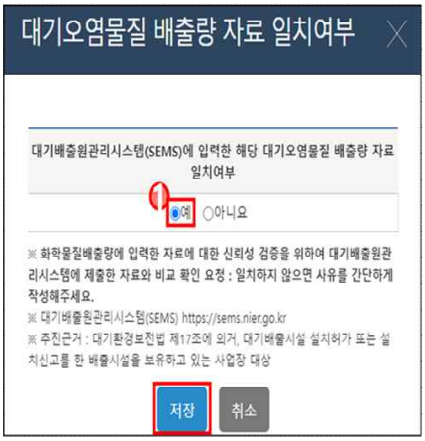
③ 해당 물질의 배출량 산정 근거자료가 있을 경우, 파일추가를 통해 근거자료를 첨부합니다.

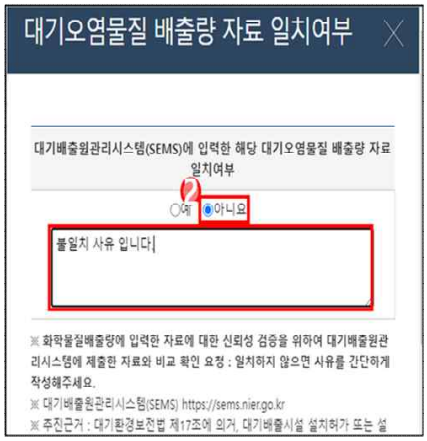


[그림 30] 물질별 산정 근거자료 첨부

※ 환경오염방지시설 공정에서 단위공정으로 대기오염방지시설을 선택한 경우 대기오염방지시설의 종류를 선택해야 합니다.(중복선택 가능) 또한 대기오염방지시설의 점대기배출량 산정방법을 직접측정법으로 선택했을 경우, 대기배출원관리시스템(SEMS)에 입력한 해당 대기오염물질 배출량 자료와의 일치여부를 선택해야 하며, 일치하지 않을 경우 불일치 사유를 입력해야 합니다.







[그림 31] 환경오염방지시설

④ 다른 공정을 추가할 경우, 위 ②에 따라, 다른 공정의 배출량 및 산정방법에 대한 정보를 추가합니다.

⑤ 추가한 단위공정의 배출량 정보를 삭제 또는 수정할 경우에는 공정별 배출량 정보의 우측에 있는 “삭제” 및 “수정”버튼을 클릭합니다.



[그림 32] 배출량 정보 수정 및 삭제

⑥ ‘폐수 이동량 산정방법’을 선택하고, “추가”버튼을 클릭합니다.



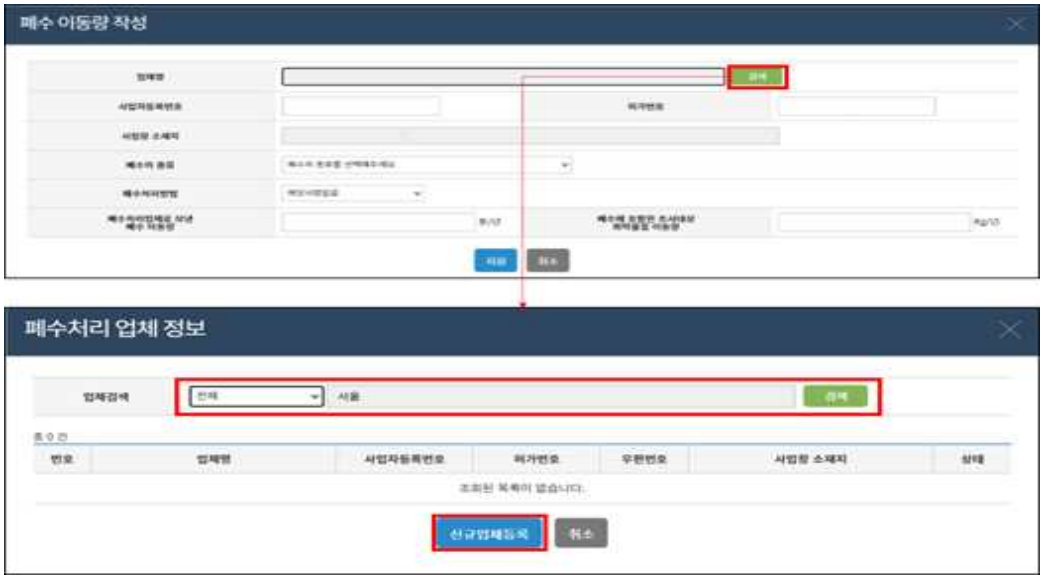
[그림 33] 폐수이동량 입력

⑦ 폐수처리업체 입력란 옆에 있는 “검색” 버튼을 클릭합니다.

⑧ 폐수처리업체의 업체명, 사업자등록번호로 검색하여,

ⅰ) 폐수처리업체가 목록에 있는 경우, 하단의 폐수처리업체 목록에서 폐수처리업체명을 클릭하여 선택합니다.

ⅱ) 폐수처리업체가 목록에 없는 경우, “신규업체등록”단추 클릭하여 폐수처리업체를 신규로 등록합니다.



[그림 34] 폐수처리업체정보 입력

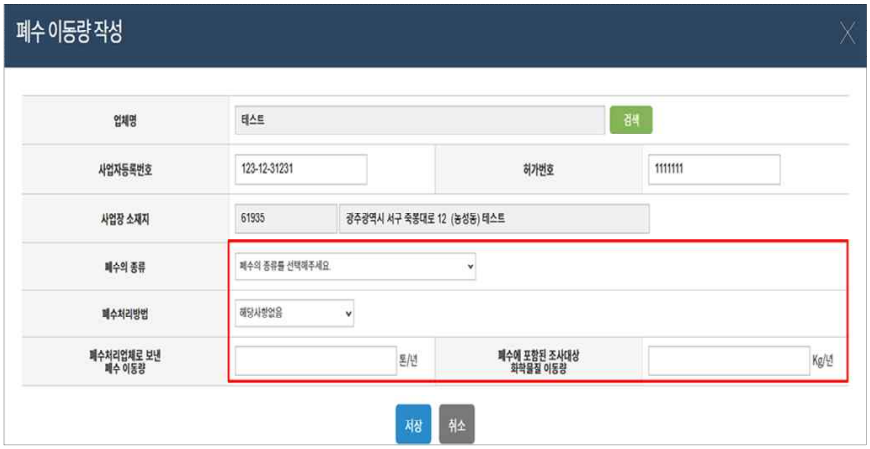
iii) 신규폐수처리업체 등록 시 폐수처리업체명, 사업자등록번호, 허가번호, 사업장 소재지를 입력한 후, “등록” 버튼을 클릭합니다.



[그림 35] 신규 폐수처리업체 등록하기

⑨ 폐수의 종류 및 처리방법을 선택합니다.

⑩ 해당 폐수처리업체로 보낸 전체 폐수이동량 정보를 입력하고, 이 폐수에 포함된 조사대상화학물질의 이동량 정보를 입력한 후, “저장” 버튼을 클릭하면, 정보가 입력됩니다.



[그림 36] 전체폐수이동량 및 처리방법 등 입력

⑪ 다른 폐수처리업체를 추가할 경우, 위 ⑤~⑨에 따라, 다른 폐수처리업체로의 폐수이동량에 대한 정보를 추가합니다.

⑫ '폐기물 이동량 산정방법'을 선택하고, "추가"버튼을 클릭합니다.



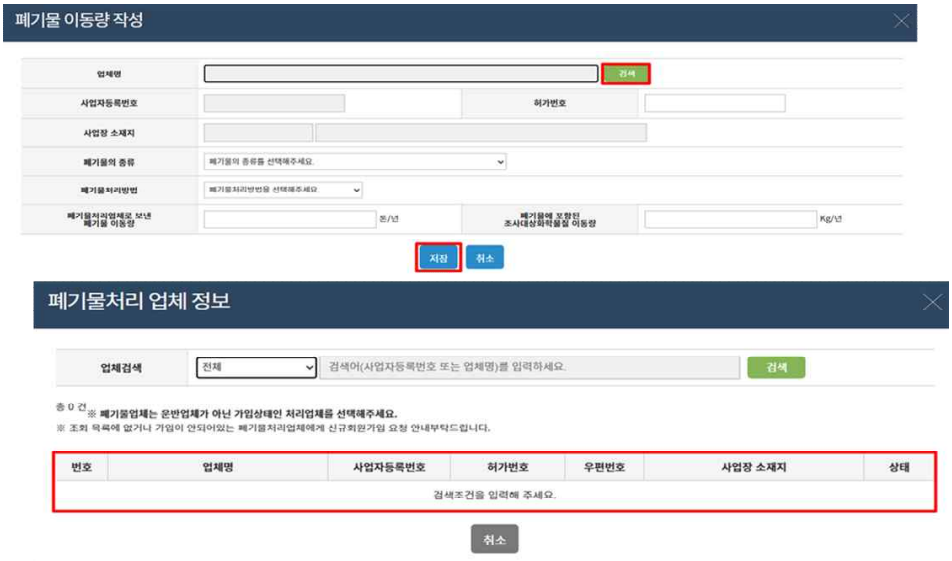
[그림 37] 폐기물이동량 입력

⑬ 폐기물처리업체 입력란 옆에 있는 "검색" 버튼을 클릭합니다.

⑭ 폐기물처리업체의 업체명, 사업자등록번호로 검색하여,

ⅰ) 폐기물처리업체가 목록에 있는 경우, 하단의 폐기물처리업체 목록에서 업체명을 클릭하여 선택합니다.

ⅱ) 폐기물처리업체가 목록에 없는 경우, 폐기물처리업체에서 보고시스템에 가입한 후 선택이 가능합니다. 만약, 폐기물처리업체가 조사대상이 아닐 경우, "조사대상이 아닌 업체 등록"을 클릭하여 폐기물처리업체를 등록한 후 선택합니다.



[그림 38] 폐기물처리업체 검색 및 조사대상 아닌 업체 등록

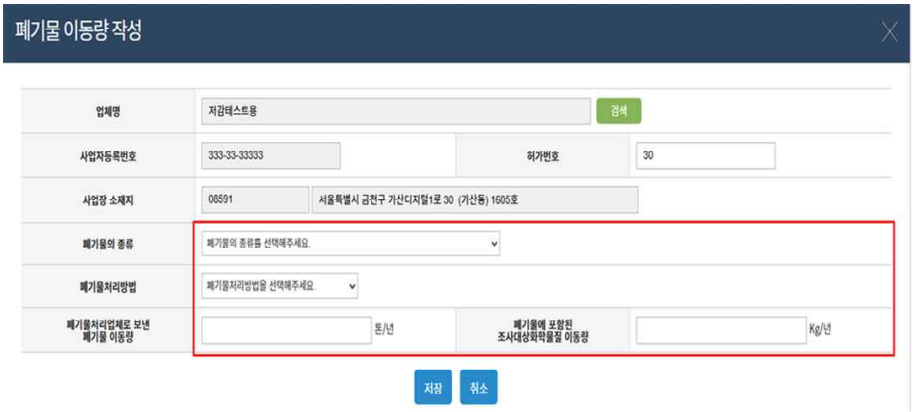
iii) 조사대상이 아닌 폐기물처리업체 등록 시 폐기물처리업체명, 사업자등록번호, 허가번호, 사업장 소재지를 입력한 후, “등록”을 클릭합니다.



[그림 39] 조사대상이 아닌 폐기물처리업체 등록하기

⑮ 폐기물의 종류 및 처리방법을 선택합니다.

⑯ 해당 폐기물처리업체로 보낸 전체 폐기물이동량 정보를 입력하고, 이 폐기물에 포함된 조사대상화학물질의 이동량 정보를 입력한 후, “저장” 버튼을 클릭하면, 정보가 입력됩니다.



[그림 40] 전체 폐기물이동량 및 처리방법 등 입력

⑰ ‘자가매립량’을 입력하고, ‘자가매립량 산정방법’을 선택합니다.



[그림 41] 자가매립량 입력

⑱ 업체에서 지난 1년 동안 조사대상화학물질의 배출량을 감소시키기 위해 수행한 ‘배출량 감소활동’ 입력 및 ‘주요배출량 감소활동’ 정보를 입력한 후 “보고서검증” 클릭

※ ‘배출량 감소활동’ 입력 및 ‘주요배출량 감소활동’은 선택하지 않아도 보고에는 지장 없음



[그림 42] 배출량 감소 활동 입력 및 보고서 검증

3) 3단계 - 검증 확인 및 조치

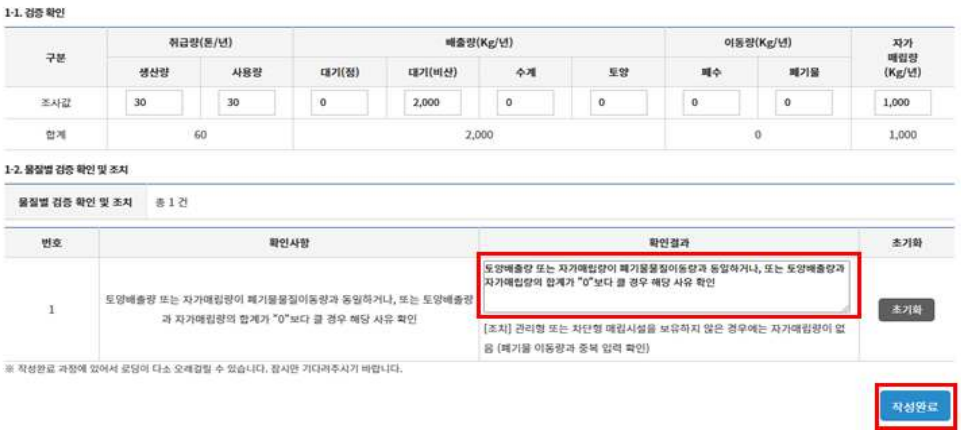
“보고서검증” 버튼을 클릭하면, 해당 물질의 입력정보에 대한 오류체크를 통해 입력정보가 올바른지 확인합니다.



[그림 43] 확인사항

① “확인사항”에 대한 내용을 참고하여 해당 항목에 입력한 정보가 맞는지 재검토합니다. 만약, 입력한 정보가 맞을 경우, 확인사항에 대한 사유를 작성합니다.

② 확인결과에 사유를 입력한 후, “작성완료” 버튼을 클릭하면, 해당물질에 대한 정보의 작성이 완료됩니다.



[그림 44] 확인사항에 대한 사유 입력

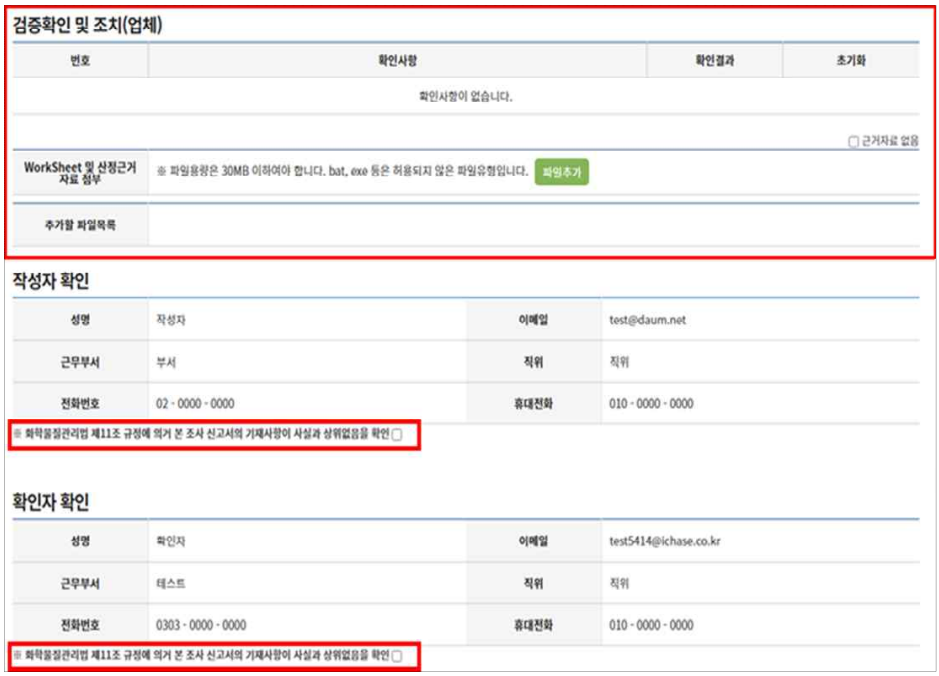
(3) 배출량 보고 - 검증 확인 및 제출

업체에 관한 정보와 물질에 관한 정보를 모두 입력한 경우, “검증 확인 및 제출” 버튼을 클릭합니다.



[그림 45] 검증확인 및 제출

① 증빙파일 및 산정근거자료 첨부 후 작성자, 확인자 확인



[그림 46] 증빙파일 첨부 및 작성자/확인자 확인

② 행정사항 및 수정절차 확인 후 “인쇄”버튼 클릭하여 보고서 인쇄

③ 전체 입력사항 최종확인 후 “보고서 제출” 클릭



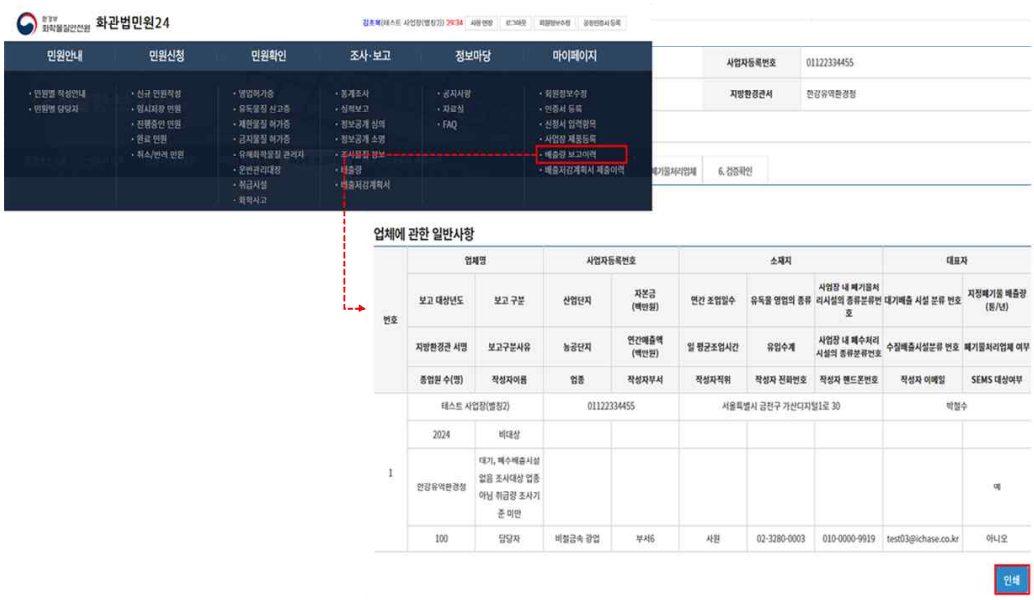
[그림 47] 보고서 인쇄 및 제출

④ 보고서 제출 확인 창에서 제출할 경우에는 “확인” 버튼을, 제출을 취소할 경우에는 “취소” 버튼을 클릭합니다.

<참고> 배출량 보고이력 확인

i) 사업장의 연도별 배출량 조사이력 확인이 필요한 경우, “마이페이지” 버튼을 클릭

ii) “배출량 보고이력” 버튼을 클릭하고, “조사이력 현황”에서 확인이 필요한 연도의 보고유형을 클릭하여 조사표 확인(조사표 인쇄 가능)



[그림 48] 배출량 보고이력 확인

참고자료 2

화학물질의 배출량조사 및 산정계수에 관한 규정

화학물질의 배출량조사 및 산정계수에 관한 규정

제정 1999. 1. 6 환경부고시 제1998-155호
개정 2001. 3.14 환경부고시 제2001-40호
개정 2002.11. 8 환경부고시 제2002-166호
개정 2004.12. 7 환경부고시 제2004-178호
개정 2006. 1.16 환경부고시 제2006-9호
개정 2007. 1. 9 환경부고시 제2006-228호
개정 2008. 1.10 환경부고시 제2008-1호
개정 2009. 1.13 환경부고시 제2009-1호
개정 2011.12.23 환경부고시 제2011-176호
개정 2012.12.27 환경부고시 제2012-234호
개정 2014.12.31 환경부고시 제2014-255호
개정 2018. 2. 9 환경부고시 제2018-23호
개정 2018. 3.26 환경부고시 제2018-48호
개정 2022. 9.13 환경부고시 제2022-172호
개정 2025.12.15 기후에너지환경부고시 제2025-52호

제1조(목적) 이 고시는「화학물질관리법」제11조, 같은 법 시행규칙 제5조 제1항 및 제6항에 따라 화학물질의 배출량조사, 배출량의 산정기준 및 산정계수에 관한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) ①이 규정에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "배출량"이란「화학물질관리법」제11조제1항 및 같은 법 시행령 제6조에서 정하는 화학물질을 취급하는 과정에서 배출되는 화학물질의 양을 말한다.
2. "점오염원"이란 배출시설을 설치한 사업장 등 특정장소에서 화학물질을 배출하는 배출원을 말한다.
3. "비점오염원"이란 불특정 장소에서 다수의 작은 규모이거나 분산된 형

태로 화학물질을 배출하는 배출원을 말한다.

② 그 밖에 이 고시에서 정하지 않은 용어의 뜻은 관련 법령 및 지침에서 정하는 바에 따른다.

제3조(조사대상 업종 등) ①조사대상 업종은 통계청고시 「한국표준산업분류」에 따른 업종 중 "별표 1"에 해당하는 업종으로 한다.

②점오염원 배출량 조사대상 사업장은 제1항에 따른 조사대상 업종 중 「대기환경보전법」 제23조제1항 또는 「물환경보전법」 제33조제1항에 따른 "배출시설의 설치허가 및 신고"를 한 사업장으로 한다. 다만 제5조제1항에 따른 조사대상 화학물질을 각 물질별로 Ⅰ그룹에 해당하는 물질의 경우 연간 1톤미만, Ⅱ그룹에 해당하는 물질의 경우 연간 10톤미만을 제조·사용하는 사업장은 조사대상에서 제외한다.

③기후에너지환경부장관은 제1항 및 제2항에도 불구하고 비점오염원 배출량 산정인자의 확보를 위해 필요하다고 인정되는 화학물질의 취급업체에 대하여 조사대상사업장으로 포함할 수 있다.

제4조(조사지역) 조사는 전국조사를 원칙으로 한다. 다만, 기후에너지환경부장관은 위해성 평가 등에 필요한 경우 조사지역을 한정하여 조사할 수 있다.

제5조(조사대상 화학물질) ①조사대상 화학물질은 다음 각 호의 어느 하나에 해당되는 "별표 2"의 화학물질을 말한다.

1. 사업장에서 생산하는 화학물질 및 화학제품
2. 사업장에서 사용하는 원료 및 첨가제(보조원료, 반응가스 등 직접 또는 화학적 변화를 통해 제품 속에 함유되는 모든 화학물질을 포함한다)
3. 사업장에서 사용하는 공정보조물질(제품에 함유되지는 않지만, 제품생산 과정에 사용하는 화학물질을 포함한다)
4. 사업장에서 보관·저장하는 화학물질(운송업 또는 창고업에서 보관·저장

하는 화학물질을 포함한다)

5. 폐기물처리사업장에서 처리하는 폐기물(소각, 매립, 재활용 등의 과정을 거쳐 처리되는 폐기물에 함유된 화학물질을 포함한다)

6. 기타 사업장에서 사용하는 화학물질(폐수처리, 사업장 시설 및 장치의 유지·보수에 사용하는 화학물질을 포함한다)

②제1항에 따른 점오염원 조사대상 화학물질 중 다음 각 호의 어느 하나에 해당되는 화학물질은 조사대상에서 제외한다.

1. 시험, 연구 또는 검사용으로 제한된 장소에서 조사, 연구자에 한하여 사용되는 화학물질

2. 축전지와 같이 구입하여 사용하는 기계, 장치내에 내장되어 있는 화학물질

3. 시설의 도색을 위한 페인트, 건축자재와 같이 사업장의 시설자체의 일부분인 화학물질

4. 사업장에서 운행 또는 가동하는 기기·장비의 가동과 유지에 사용되는 화학물질

5. 사무기기, 약, 화장품 등 종업원이 개인용도로 사용하는 화학물질

6. 사업장 조경시설 등의 유지에 사용되는 살충제, 비료 등의 화학물질

7. 중금속 및 그 화합물 중 고체로서 고유의 형상을 유지한 상태로 취급되며, 그 취급과정에서 용융, 증발 또는 용해되지 않는 화학물질

8. 사업장의 난방용 연료로 사용하는 화학물질

9. 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 시행령 제2조제1호에 따른 비분리중간체

제6조(조사내용) ①점오염원 조사내용에는 연간 조사대상 화학물질별 취급량·용도, 대기·수질·토양 등 환경으로의 직접배출량, 사업장 폐기물, 폐수 등에 포함되어 사업장 외부로 이송되는 양 등이 포함되어야 한다.

②제3조제3항에 따른 비점오염원 배출량 조사내용에는 조사대상 화학물질별 배출량 등을 파악하는데 필요한 배출원별 산정인자가 포함 되어야 한다.

제7조(화학물질 배출량조사 지침의 수립) 기후에너지환경부장관은 화학물질 배출량조사에 필요한 배출량 산정방법 및 산정계수 등 세부 사항에 관한 지침을 작성하여 지방환경관서의 장에게 제공해야 한다. 다만, 화학물질안전원장이 기후에너지환경부장관과 협의하여 조사지침을 작성한 경우 화학물질안전원장이 지방환경관서의 장에게 조사지침을 제공할 수 있다.

제8조(조사표 작성 및 제출 방법) ①지방환경관서의 장은 관할지역별로 제3조제2항에 따른 조사대상 사업자에게 화학물질 배출량·이동량 조사표 및 조사지침을 배포하고 조사대상 사업자는 조사지침에 따라 화학물질 배출량·이동량 조사표를 작성하여 제출해야 한다. [지방환경관서의 장이 제공하는 조사용 소프트웨어에 의한 이동형 저장 매체 또는 법 제48조에 따른 화학물질 종합정보시스템을 통하여 작성·제출할 수 있다]

②지방환경관서의 장은 관할지역별로 제3조제3항에 따른 비점오염원 배출량 조사대상 사업자에게 비점오염원 배출량 조사표 및 조사지침을 배포하고, 사업자는 조사지침에 의하여 비점오염원 배출량 조사표를 작성하여 제출해야 한다.

제9조(조사표) ①제8조제1항에 따른 화학물질 배출량·이동량 조사표는 "별지 서식"과 같다.

제10조(배출량 산정방법 및 산정계수) 배출량은 다음 각 호 중 어느 하나의 방법으로 산정하며, 산정방법에 따른 산정계수는 제7조의 조사지침에 따른다.

1. 직접측정에 의한 방법
2. 물질수지에 의한 방법
3. 배출계수에 의한 방법

4. 공학적 계산에 의한 방법

제11조(사전교육) ①기후에너지환경부장관은 지방환경관서의 장이 화학물질의 배출량조사를 원만히 할 수 있도록 지방환경관서의 소속 공무원에게 조사표 작성 방법 등에 관한 교육을 실시할 수 있다.

②지방환경관서의 장은 제3조제2항 또는 제3항에 따른 조사대상 사업자가 조사표 작성방법을 이해하고, 조사용 소프트웨어 또는 보고 시스템을 쉽게 작성할 수 있도록 배출량 조사 등에 관한 교육을 실시해야 한다.

제12조(조사표 제출기한 등) ①조사대상 사업자는 전년도 자료를 근거로 제9조에 따른 조사표를 작성하고, 매년 4월30일까지 지방환경관서의 장에게 제출해야 한다. 다만, 폐기물처리사업자는 위탁받은 폐기물에 한하여 매년 8월31일까지 제출을 연기할 수 있다.

②지방환경관서의 장은 제1항에 따라 조사대상 사업자가 제출한 조사표, 조사용 소프트웨어에 의한 이동형 저장 매체에 저장된 자료 또는 보고시스템에 입력한 자료를 검토하여 신뢰성 등 작성내용의 적정여부를 확인한 후 조사표와 취합결과를 매년 6월 30일까지 기후에너지환경부장관에게 제출해야 한다.

제13조(조사표의 검토 및 분석) ①화학물질안전원장은 제12조제1항에 따라 조사대상 사업자가 제출한 조사표를 검토하고 자료의 정확성을 위하여 필요한 경우 지방환경관서의 장에게 조사표를 제출한 사업장을 출입하여 조사내용의 확인을 요청할 수 있다.

②화학물질안전원장은 조사표를 검토·분석하여 유해물질의 적정 관리방안과 조사대상물질을 선정하고, 조사표 제출대상자의 기술자문 등을 할 수 있다.

③화학물질안전원장은 점오염원 조사표의 검토·분석결과를 매년 12월 31일까지 기후에너지환경부장관에게 제출해야 한다.

④화학물질안전원장은 점오염원, 비점오염원 조사 결과 가공되는 통계 자료의 정확성을 유지하면서 기후에너지환경부가 정책수립·집행 등에 필요로 하는 모든 통계자료를 작성·제출하여야 한다.

⑤지방환경관서의 장은 제1항에 따라 조사를 하려는 경우 화학물질안전원장에게 현지 조사에 필요한 업무의 지원을 요청할 수 있다.

제14조(조사결과의 활용) 기후에너지환경부장관은 화학물질의 배출량 조사 결과를 다음 각 호의 사항에 활용할 수 있다.

1. 화학물질의 위해성 평가
2. 화학물질 관리정책 수립
3. 유해화학물질로 인한 환경오염방지 및 예방
4. 각종 국제협약에 의한 화학물질 관리 등

제15조(재검토기한) 기후에너지환경부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2026년 1월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부 칙

이 고시는 발령한 날부터 시행한다(2025.12.15.).

〔별지 서식〕

( )년도 화학물질 환경배출량·이동량 조사표(제9조 관련)

1. 업체에 관한 일반사항

(1)	업 체 명		(2)	대 표 자	
(3)	사업장소재지	□□□-□□□			
(4)	관할기관	□□□□	(5)	사업자등록번호	□□□-□□-□□□□□
(6)	업종 (표준산업분류)	□□□□□ (작성안내의 코드번호로 입력)	(7)	종업원수	명
(8)	산업단지명	□□□□ (작성안내의 코드번호로 입력)	(9)	농공단지명	□□□□ (작성안내의 코드번호로 입력)
(10)	자 본 금	백만원	(11)	연간매출액	백만원
(12)	연간조업일수	일	(13)	일평균조업시간	시간
(14)	유해화학물질 영업의 종류	□해당없음 □제조 □사용			
(15)	상수원 보호구역명		(16)수질보전 특별대책지역명		□해당없음 □팔당Ⅰ권역 □팔당Ⅱ권역 □대청Ⅰ권역 □대청Ⅱ권역
(17)	대기보전 특별대책지역명	□해당없음 □울산, 미포 ,온산국가산업단지 □전남여수국가산업단지	(18)	유입수계명	□□□□ (작성안내의 코드번호로 입력)
(19)	사업장내 폐수 처리시설의 종류	□ (작성안내의 코드번호로 입력)	(20)사업장내 폐기물 처리시설의 종류		□□ (작성안내의 코드번호로 입력)
(21)	사업장 규모	대기배출시설	수질배출시설		지정폐기물배출량
		종	종		톤/년

"본 조사서의 기재사항이 사실과 상위(相違)없음을 확인합니다."

	결 재	근무부서 (전화번호)	담당자휴대폰 (e-mail)	직 위	성 명	서 명	서명일자
(22)	작성자						
	확인자						

※ (15)~(18)담당공무원이 기재

2. 화학물질 배출량·이동량 조사표 (※조사대상 화학물질 수 만큼 복사하여 사용하십시요)

사업자등록번호	

(1) 조사대상 화학물질	가. 화학물질명					나. 화학물질 CAS번호			
						다. 사업장내 최다 보관량		□□ (작성안내의 코드번호로 기입)	
	라. 취급량 및 용도	① 생산량	(톤/년)	② 사용량	(톤/년)	③ 용도			
(2) 조사대상 화학물질 배출량	가. 대기배출량	①점오염원을 통한 대기 배출량	(kg/년)	②점오염원 배출량 산정방법				□(작성안내의 코드번호로 기입)	
		③비산오염원을 통한 대기 배출량	(kg/년)	④비산오염원 배출량 산정방법				□(작성안내의 코드번호로 기입)	
	나. 수계배출량	(kg/년)		①수계 배출량 산정방법				□(작성안내의 코드번호로 기입)	
	다. 토양배출량	(kg/년)		①토양 배출량 산정방법				□(작성안내의 코드번호로 기입)	
(3) 조사대상 화학물질 이동량 (※추가되는 폐수, 폐기물 처리업체가 있다면, "서식2"를 복사하여 기재)	가. 폐수 처리업체로 이동량	(kg/년)	나. 이동량 산정방법	□(작성안내의 코드번호로 기입)	다.	①폐수처리업체명		라. 폐수의 종류	□(작성안내의 코드번호로 기입)
						②처리업체허가번호		마. 폐수처리방법	□□(작성안내의 코드번호로 기입)
						③처리업체 사업자등록번호		바. 폐수처리업체로 보낸 폐수 이동량	톤/년
						④처리업체 주소		사. 폐수에 포함된 조사대상 화학물질 이동량	kg/년
						①폐수처리업체명		라. 폐수의 종류	□(작성안내의 코드번호로 기입)
						②처리업체허가번호		마. 폐수처리방법	□□(작성안내의 코드번호로 기입)
						③처리업체 사업자등록번호		바. 폐수처리업체로 보낸 폐수 이동량	m^3/년
						④처리업체 주소		사. 폐수에 포함된 조사대상 화학물질 이동량	kg/년
	아. 폐기물 처리업체로 이동량	(kg/년)	자. 이동량 산정방법	□(작성안내의 코드번호로 기입)	차.	①폐기물처리업체명		카. 폐기물의 종류	□(작성안내의 코드번호로 기입)
						②처리업체허가번호		타. 폐기물처리방법	□□(작성안내의 코드번호로 기입)
						③처리업체 사업자등록번호		파. 폐기물처리업체로 보낸 폐기물 이동량	톤/년
						④처리업체 주소		하. 폐기물에 포함된 조사대상화학 물질 이동량	kg/년
						①폐기물처리업체명		카. 폐기물의 종류	□(작성안내의 코드번호로 기입)
						②처리업체허가번호		타. 폐기물처리방법	□□(작성안내의 코드번호로 기입)
						③처리업체 사업자등록번호		파. 폐기물처리업체로 보낸 폐기물 이동량	kg/년
						④처리업체 주소		하. 폐기물에 포함된 조사대상화학 물질 이동량	kg/년
	거. 자가매립량 (관리형 및 차단형)		(kg/년)	①자가 매립량 산정방법				□(작성안내의 코드번호로 기입)	
(4) 조사대상 화학물질 배출량 감소 활동	가. 환경배출량	①전년도 환경배출총량	②전년도 환경배출량(kg)/취급량(톤)	③조사년도 환경배출량				④조사년도 환경배출량(kg)/취급량(톤)	
		kg/년	kg/톤	kg/년				kg/톤	
	나. 이동량	①전년도 이동량	②전년도 이동량(kg)/취급량(톤)	③조사년도 이동량				④조사년도 이동량(kg)/취급량(톤)	
		kg/년	kg/톤	kg/년				kg/톤	
	다. 배출량 감소활동	□□, □□, □□, □□, □□, □□ (작성안내의 해당사항에 대하여 코드번호로 모두 기입)		라. 주요 배출량 감소내역				다. 배출량 감소활동내역을 간단하게 서술	

※ (3)조사대상 화학물질 환경 이동량란의 거. 자가매립량은 관리형 및 차단형 매립시설에의 매립량을 말한다.

화학물질 배출량조사 간이조사표

※ 비대상 사유에 해당할 경우 작성

조사년도	년			
업체명		업 종		
대표자				
사업장 주소				
사업자등록번호				
종업원 수				명
담당자	근무부서			
	연락처			
	직위			
	성명			
	E-mail			

비대상 사유

□ 대기, 폐수배출시설 없음	□ 조사대상 업종이 아님
□ 취급량 조사기준 미만	□ 기타(사유:)

"화학물질관리법 제11조 규정에 의거 본 조사 신고서의 기재사항이 사실과 상위(相違)없음을 확인합니다."

구분	성명	근무부서 (전화번호)	담당자휴대폰 (e-mail)	직 위	날인(서명)	서명일
작성자						
대표자						

※ 음영 표시부분은 기재하지 마세요.