

MINISTRY OF ENVIRONMENT

배출권거래법령 관련 고시 [검·인증]

2022. 7.



환경부

Ministry of Environment

전체목차

배출권거래법령 관련 고시 [검·인증]

1. 온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침 1
2. 온실가스 배출권거래제 운영을 위한 검증지침 197
3. 외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침 243



온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침

목 차

제1장 총칙

제1조(목적)	5
제2조(용어의 정의)	5
제3조(타 규정과의 관계)	8
제4조(주무관청의 업무)	8
제5조(자료제출 협조)	8
제6조(비밀 준수)	9

제2장 배출량의 산정 및 보고

제7조(배출량 등의 산정원칙)	9
제8조(배출량 등의 산정절차)	9
제9조(배출량 등의 산정범위)	9
제10조(조직경계 결정방법)	9
제11조(배출량 등의 산정방법 및 적용기준)	10
제12조(활동자료의 수집방법)	10
제13조(불확도 관리기준 및 방법)	10
제14조(산정등급 및 불확도 관리기준의 적용 특례)	10
제15조(배출계수 등의 활용)	11
제16조(사업장 고유 배출계수 등의 개발 및 활용 등)	11
제17조(연속측정방법에 따른 배출량 산정방법 및 기준)	11

제18조(배출량 산정 제외)	12
제19조(열(스팀)의 외부 열 공급 시 배출계수의 개발 활용)	12
제20조(폐열이용 특례로 인정되는 시설에서 외부 열 공급 시 배출계수의 개발·활용)	13
제21조(기타 부생연료 발생 시설에서 외부 기타 부생연료 등의 공급 시 배출계수의 개발·활용)	13
제22조(배출계수의 적용 특례)	13
제23조(품질관리 및 품질보증)	13
제24조(배출량 산정 계획의 작성 등)	13
제25조(배출량 산정 계획의 사전검토 등)	13
제26조(배출량 산정 계획의 변경)	14
제27조(배출량 산정 계획의 일시적 적용 불가)	14
제28조(명세서의 작성)	15
제29조(명세서의 제출)	15
제30조(자료의 기록관리 등)	15
제31조(명세서의 확인 등)	15
제32조(실태조사)	15

제3장 온실가스 배출량의 인증

제33조(배출량의 인증 기준)	15
제34조(적합성 평가의 내용 및 방법)	16

제35조(적합성 평가 결과의 보고)	16
제36조(적합성 평가 결과의 의견청취 및 반영)	17
제37조(배출량의 인증 및 통보)	17
제38조(이의신청)	17
제39조(제3자에 대한 자료의 요청)	17
제40조(배출량 인증체계의 고도화)	17

제4장 명세서의 공개 등

제41조(명세서의 공개 등)	17
제42조(업무의 위탁)	17
제43조(규제의 재검토)	17
부칙	18
[별표 1] 배출량 등의 산정·보고체계(제7조 관련)	19
[별표 2] 배출량 등의 산정절차 (제8조 관련)	19
[별표 3] 산정 대상 온실가스 배출활동 (제9조제4항 관련)	20
[별표 4] 조직경계 결정방법 (제10조제1항 관련)	21
[별표 5] 배출활동별, 시설규모별 산정등급(Tier) 최소적용기준 (제11조 관련)	22
[별표 6] 배출활동별 온실가스 배출량 등의 세부산정방법 및 기준 (제11조 관련)	25

[별표 7] 자체 개발 산정방법론 및 사업장 고유 배출계수의 승인·통보절차 (제11조, 제15조, 제16조 관련)	160
[별표 8] 활동자료의 수집방법론 (제12조 관련)	160
[별표 9] 불확도 산정 절차 및 방법 (제13조제2항 관련)	168
[별표 10] 2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수 (제15조제1항 관련)	172
[별표 11] 2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 연료별 기본 발열량 (제15조제1항 관련)	177
[별표 12] 연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수 (제15조제2항 관련)	179
[별표 13] 시료 채취 및 분석의 최소 주기 등 (제16조제1항 관련)	181
[별표 14] 시료 채취 및 성분분석·시험 기준 (제16조제2항 관련)	181
[별표 15] 연속측정방법의 배출량 산정방법 및 측정기기의 설치·관리 기준 등 (제17조제2항 관련)	187
[별표 16] 바이오매스로 취급되는 항목 (제18조제1항 관련)	188
[별표 17] 열(스팀)의 외부 공급 시 배출계수 개발 방법 (제19조제1항 관련)	189
[별표 18] 폐기물 소각에서 열회수를 통한 외부 열공급시 간접배출계수 개발방법 (제20조제1항 관련)	190
[별표 19] 품질관리(QC) 및 품질보증(QA) 활동 (제23조제3항 관련)	191
[별표 20] 배출량 산정 계획 작성 방법 (제24조 관련)	193
[별표 21] 건축물의 조직경계 설정방법	195
[별표 22] 교통부문의 조직경계 설정방법	195
[별표 23] 과태료의 부과기준(법 제43조, 시행령 제39조 관련)	196

온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침

[환경부고시 제2021-278호, 2021. 12. 21., 일부개정.]

제1장 총칙

제1조(목적) 이 지침은 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제24조 및 같은 법 시행령(이하 "령"이라 한다) 제39조의 명세서의 제출 및 정보 공개에 관한 세부사항, 법 제25조 및 영 제42조의 온실가스 배출량 인증기준 및 인증절차 등에 관한 세부사항, 법 제40조 및 영 제57조제3항 적합성 평가에 관한 업무의 위탁에 관한 사항을 정하는 것을 목적으로 한다.

제2조(용어의 정의) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음 각 호와 같다.

1. "사전 검토"란 배출량의 정확성과 신뢰성을 위해 계획기간 시작 이전에 신규 할당대상업체로 지정된 할당대상업체가 검토를 요청한 배출량 산정 계획을 검토하여 타당성을 확인하는 과정을 말한다.
2. "배출량 인증"이란 할당대상업체가 제출한 명세서를 최종 검토하여 온실가스 배출량을 확정하는 것을 말한다.
3. "적합성 평가"란 할당대상업체에서 제출한 명세서와 검증보고서를 활용하여 배출량 산정 결과의 적합성을 평가하는 과정을 말한다.
4. "추가검토"란 계획기간 내 할당대상업체가 제1호에 따른 사전검토가 완료된 배출량 산정 계획에 대해 제26조제1항 및 제2항에 따른 변경사항이 발생한 경우 검토를 요청한 사항의 타당성을 확인하는 과정을 말한다.
5. "재산정"이란 할당대상업체가 제출한 명세서의 적합성 평가 결과가 부적합일 경우 해당 배출활동 및 배출계수 등에 대해 재평가하여

적합한 배출량을 도출하는 절차 및 방법을 의미하며, 단순계산 오류 값을 올바른 값으로 '재계산'하는 것과 보수적(保守的) 가정, 값 및 절차를 적용하여 배출량을 산정하는 것을 의미하는 '보수적(保守的) 계산'을 포함한다.

6. "공공기관 정보제공"이란 저탄소 녹색성장 기본법(이하 "기본법"이라 한다.) 시행령 제35조제1항에 따라 녹색성장위원회의 심의를 거쳐 주무관청 및 온실가스종합정보센터(이하 "센터"라 한다)가 관련 행정기관 또는 공공기관에 관련 정보를 제공하는 것을 말한다.
7. "공시를 위한 정보제공"이란 기본법 시행령 제35조제2항에 따라 센터가 금융위원회 또는 한국거래소의 요청으로 해당 할당대상업체의 명세서를 통보하는 것을 말한다.
8. "공정배출"이란 제품의 생산 공정에서 원료의 물리·화학적 반응 등에 따라 발생하는 온실가스의 배출을 말한다.
9. "구분 소유자"란 「집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률」 제1조 또는 제1조의2에 규정된 건물부분(「집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률」 제3조제2항 및 제3항에 따라 공용부분(共用部分)으로 된 것은 제외한다)을 목적으로 하는 소유권을 가지는 자를 말한다.
10. "매개변수"란 두 개 이상 변수 사이의 상관관계를 나타내는 변수로써 온실가스 배출량 등을 산정하는 데 필요한 활동자료, 배출계수, 발열량, 산화율, 탄소함량 등을 말한다.
11. "명세서 공개 심사위원회"란 법 제24조제3항 및 영 제39조제6항에 따라 할당대상업체가 제출한 비공개 신청서를 심사하여 공개 여부를 결정하기 위해 기본법 제44조제4항 및 기본법 시행령 제35조제5항에

- 따라 센터에 두는 위원회(이하 "심사위원회"라 한다)를 말한다.
12. "배출량 산정 계획"이란 온실가스 배출량 등의 산정에 필요한 자료와 기타 온실가스·에너지 관련 자료의 연속적 또는 주기적인 수집·감시·측정·평가 및 매개변수 결정에 관한 세부적인 방법, 절차, 일정 등을 규정한 계획을 말한다.
13. "배출계수"란 해당 배출시설의 단위 연료 사용량, 단위 제품 생산량, 단위 원료 사용량, 단위 폐기물 소각량 또는 처리량 등 단위 활동자료당 발생하는 온실가스 배출량을 나타내는 계수(係數)를 말한다.
14. "배출시설"이란 온실가스를 대기에 배출하는 시설물, 기계, 기구, 그 밖의 유형물로서 각각의 원료(부원료와 첨가제를 포함한다)나 연료가 투입되는 지점 및 전기·열(스팀)이 사용되는 지점부터의 해당 공정 전체를 말한다. 이때 해당 공정이란 연료 혹은 원료가 투입 또는 전기·열(스팀)이 사용되는 설비군을 말하며, 설비군은 동일한 목적을 가지고 동일한 연료·원료·전기·열(스팀)을 사용하여 유사한 역할 및 기능을 가지고 있는 설비들을 묶은 단위를 말한다.
15. "배출활동"이란 온실가스를 배출하거나 에너지를 소비하는 일련의 활동을 말한다.
16. "법인"이란 민법상의 법인과 상법상의 회사를 말한다.
17. "벤치마크"란 온실가스 배출 및 에너지 소비와 관련하여 제품생산량 등 단위 활동자료 당 온실가스 배출량(이하 "배출집약도"라 한다) 등의 실적·성과를 국내·외 동종 배출시설 또는 공정과 비교하는 것을 말한다.
18. "보고"란 할당대상업체가 법 제24조제1항 및 영 제39조제2항에 따라 온실가스 배출량 등을 전자적 방식으로 환경부장관에게 제출하는 것을 말한다.
19. "불확도"란 온실가스 배출량 등의 산정결과와 관련하여 정량화된 양을 합리적으로 추정된 값의 분산특성을 나타내는 정도를 말한다.

20. "사업장"이란 동일한 법인, 공공기관 또는 개인(이하 "동일 법인 등"이라 한다) 등이 지배적인 영향력을 가지고 재화의 생산, 서비스의 제공 등 일련의 활동을 행하는 일정한 경계를 가진 장소, 건물 및 부대시설 등을 말한다.
21. "산정"이란 법 제24조제1항 및 영 제39조제1항에 따라 할당대상업체가 온실가스 배출량 등을 계산하거나 측정하여 이를 정량화하는 것을 말한다.
22. "산정등급(Tier)"이란 활동자료, 배출계수, 산화율, 전환율, 배출량 및 온실가스 배출량 등의 산정방법의 복잡성을 나타내는 수준을 말한다.
23. "산화율"이란 단위 물질당 산화되는 물질량의 비율을 말한다.
24. "순발열량"이란 일정 단위의 연료가 완전 연소되어 생기는 열량에서 연료 중 수증기의 잠열을 뺀 열량으로써 온실가스 배출량 산정에 활용되는 발열량을 말한다.
25. "업체"란 동일 법인 등이 지배적인 영향력을 미치는 모든 사업장의 집단을 말한다.
26. "업체 내 사업장"이란 제25호의 업체에 포함된 각각의 사업장을 말한다.
27. "에너지"란 연료(석유, 가스, 석탄 및 그밖에 열을 발생하는 열원으로 써 제품의 원료로 사용되는 것은 제외)·열 및 전기를 말한다.
28. "에너지 관리의 연계성(連繫性)"이란 연료, 열 또는 전기의 공급점을 공유하고 있는 상태, 즉, 건물 등에 타인으로부터 공급된 에너지를 변환하지 않고 다른 건물 등에 공급하고 있는 상태를 말한다.
29. "연소배출"이란 연료 또는 물질을 연소함으로써 발생하는 온실가스 배출을 말한다.
30. "연속측정방법(Continuous Emission Monitoring)"이란 일정 지점에 고정되어 배출가스 성분을 연속적으로 측정·분석할 수 있도록

설치된 측정 장비를 통해 모니터링 하는 방법을 의미한다.

31. "온실가스"란 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 가스 상태의 물질로서 기본법 제2조제9호에서 정하고 있는 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF_6)을 말한다.
32. "온실가스 배출"이란 사람의 활동에 수반하여 발생하는 온실가스를 대기 중에 배출·방출 또는 누출시키는 직접 배출과 외부로부터 공급된 전기 또는 열(연료 또는 전기를 열원으로 하는 것만 해당한다)을 사용함으로써 온실가스가 배출되도록 하는 간접 배출을 말한다.
33. "온실가스 간접배출"이란 할당대상업체가 외부로부터 공급된 전기 또는 열(연료 또는 전기를 열원으로 하는 것만 해당한다)을 사용함으로써 발생하는 온실가스 배출을 말한다.
34. "운영통제 범위"란 조직의 온실가스 배출과 관련하여 지배적인 영향력을 행사할 수 있는 지리적 경계, 물리적 경계, 업무활동 경계 등을 의미한다.
35. "이산화탄소 상당량"이란 이산화탄소에 대한 온실가스의 복사 강제력을 비교하는 단위로서 해당 온실가스의 양에 지구 온난화지수를 곱하여 산출한 값을 말한다.
36. "전환율"이란 단위 물질당 변화되는 물질량의 비율을 말한다.
37. "조직경계"란 업체의 지배적인 영향력 아래에서 발생하는 활동에 의한 인위적인 온실가스 배출량의 산정 및 보고의 기준이 되는 조직의 범위를 말한다.
38. "주요정보 공개"란 법 제24조제3항 및 영 제39조제6항에 따라 할당대상업체 명세서의 주요 정보를 전자적 방식 등으로 국민에게 공개하는 것을 말한다.
39. "중앙행정기관 등"이란 중앙행정기관, 지방자치단체 및 다음 각 목의 공공기관을 말한다.

- 가. 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관
- 나. 「지방공기업법」 제49조에 따른 지방공사 및 같은 법 제76조에 따른 지방공단
- 다. 「국립대학병원 설치법」, 「국립대학치과병원 설치법」, 「서울대학교병원 설치법」 및 「서울대학교치과병원 설치법」에 따른 병원
- 라. 「고등교육법」 제3조에 따른 국립학교 및 공립학교
40. "지배적인 영향력"이란 동일 법인 등이 해당 사업장의 조직 변경, 신규 사업에의 투자, 인사, 회계, 녹색경영 등 사회통념상 경제적 일체로서의 주요 의사결정이나 온실가스 감축 및 에너지 절약 등의 업무집행에 필요한 영향력을 행사하는 것을 말한다.
41. "총발열량"이란 일정 단위의 연료가 완전 연소되어 생기는 열량(연료 중 수증기의 잠열까지 포함한다)으로서 에너지사용량 산정에 활용된다.
42. "최적가용기법(Best Available Technology)"이란 온실가스 감축 및 에너지 절약과 관련하여 경제적·기술적으로 사용이 가능한 가장 효과적인 기술, 활동 및 운전방법을 말한다.
43. "추가성"이란 인위적으로 온실가스를 저감하거나 에너지를 절약하기 위하여 일반적인 경영여건에서 실시할 수 있는 활동 이상의 추가적인 노력을 말한다.
44. "활동자료"란 사용된 에너지 및 원료의 양, 생산·제공된 제품 및 서비스의 양, 폐기물 처리량 등 온실가스 배출량 등의 산정에 필요한 정량적인 측정결과를 말한다.
45. "소규모 배출시설"이란 기준기간 온실가스 배출량의 연평균 총량(이 경우 연평균 총량은 명세서를 기준으로 산정한다. 이하 같다)이 100 이산화탄소상당량톤($\text{tCO}_2\text{-eq}$) 미만인 배출시설을 말한다.
46. "소량배출사업장"이란 기준기간 온실가스 배출량의 연평균 총량이 3,000 이산화탄소상당량톤($\text{tCO}_2\text{-eq}$) 미만인 사업장을 말한다.

47. "바이오매스"라 함은 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 재생 가능한 에너지로 변환될 수 있는 생물자원 및 생물자원을 이용해 생산한 연료를 의미한다.
48. "배출원"이란 온실가스를 대기로 배출하는 물리적 단위 또는 프로세스를 말한다.
49. "흡수원"이란 대기로부터 온실가스를 제거하는 물리적 단위 또는 프로세스를 말한다.
50. "명세서"란 할당대상업체가 이행연도에 실제 배출한 온실가스 배출량을 측정·보고·검증 가능한 방식으로 작성한 배출량 보고서를 말한다.
51. "이산화탄소 포집 및 이동"이란 할당대상업체 조직경계 내부의 이산화탄소가 배출되는 시설에서 할당대상업체의 조직경계 내부 및 외부로의 이동을 목적으로 이산화탄소를 대기로부터 격리한 후 포집하여 이동시키는 활동을 말한다.
52. "보수적 계산"이란 온실가스 배출량을 산정함에 있어서 과소 산정되지 않았음을 보증하기 위하여 보수적인 가정, 값 및 절차를 적용하는 것을 말한다.

제3조(타 규정과의 관계) ① 할당대상업체의 명세서 제출 및 정보 공개와 온실가스 배출량 인증기준 및 절차에 관하여는 이 지침을 다른 지침에 우선하여 적용한다.

② 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증, 명세서의 정보공개에 관하여 이 지침에서 정하지 아니한 사항에 대해서는 기본법과 같은 법 시행령에 따른 지침을 적용하며, 필요한 경우 국제표준화기구(ISO) 등 국제적으로 통용되는 기준을 적용할 수 있다.

제4조(주무관청의 업무) 이 지침과 관련하여 환경부장관은 다음 각 호의

업무를 수행한다.

1. 배출량 인증에 관한 총괄·조정
2. 배출량 인증에 관한 종합적인 기준 수립
3. 배출량 인증위원회(이하 "인증위원회"라 한다) 구성 및 운영
4. 배출량 산정 계획의 사전검토 및 추가검토
5. 영 제39조제1항에 따라 제출받은 자료에 대한 확인 및 시정이나 보완 명령
6. 할당대상업체의 온실가스 배출량 인증, 통지 및 배출권등록부 등록
7. 온실가스 배출량 인증을 위한 적합성 평가
8. 배출량을 보고하지 아니한 할당대상업체에 대한 명세서 제출 명령
9. 배출량을 보고하지 아니한 할당대상업체 온실가스 배출량의 직권산정
10. 온실가스 배출량의 인증을 위한 자료 제출 요청
11. 배출량 인증에 대한 이의신청의 처리
12. 법 제37조제5호 및 제6호에 관한 실태조사
13. 명세서의 정보공개에 관한 사항

제5조(자료제출 협조) ① 환경부장관은 배출권거래제의 원활한 추진을 위해 관계 행정기관, 공공기관 및 검증기관에 필요한 자료의 제출을 요청할 수 있다. 이때 자료제출을 요청받은 기관은 이에 협조하여야 한다.

② 제1항에 따라 요청된 자료가 할당대상업체의 동의가 필요한 경우 환경부장관은 정보 주체의 동의를 받아 협조 요청을 할 수 있다.

③ 할당대상업체가 관리대상 배출원별 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 등을 알기 위해 전력 사용량, 열 사용량 등에 관한 정보를 관련 공공기관 등에 요청할 경우 해당 공공기관은 이에 적극적으로 협조하여야 한다.

제6조(비밀 준수) ① 이 지침에 의해 취득한 정보(취득한 정보를 가공한 경우를 포함한다.)를 다른 용도로 사용하거나 외부로 유출하여서는 아니 된다.

② 다음 각 호에 해당하는 자는 관련 정보를 취급함에 있어 보안유지 의무를 따라야 한다.

1. 배출량 산정 계획의 사전검토 및 추가검토를 위해 이와 관련된 자료를 취급하는 자
2. 인증위원회의 위원장 및 위원
3. 적합성 평가 수행을 위해 이와 관련된 자료를 취급하는 자
4. 실태조사 업무를 수행하거나 이와 관련된 자료를 취급하는 자
5. 기타 이 지침을 통해 할당대상업체의 정보 및 배출량 인증 관련 자료를 취급하는 자

③ 이 지침 등을 통해 취득한 정보를 외부로 공개하거나 다른 용도로 사용하고자 하는 경우에는 환경부장관과 사전에 협의하여야 한다.

제2장 배출량의 산정 및 보고

제7조(배출량 등의 산정원칙) ① 할당대상업체는 이 지침에서 정하는 방법 및 절차에 따라 온실가스 배출량 등을 산정하여야 하며, 산정·보고체계는 별표 1과 같다.

② 할당대상업체는 이 지침에 제시된 범위 내에서 모든 배출활동과 배출시설에서 온실가스 배출량 등을 산정하여야 한다. 온실가스 배출량 등의 산정에서 제외되는 배출활동과 배출시설이 있는 경우에는 그 제외 사유를 명확하게 제시하여야 한다.

③ 할당대상업체는 시간의 경과에 따른 온실가스 배출량 등의 변화를 비교·분석할 수 있도록 일관된 자료와 산정방법론 등을 사용하여야 한다. 또한, 온실가스 배출량 등의 산정과 관련된 요소의 변화가 있는

경우에는 이를 명확히 기록·유지하여야 한다.

④ 할당대상업체는 배출량 등을 과대 또는 과소산정하는 등의 오류가 발생하지 않도록 최대한 정확하게 온실가스 배출량 등을 산정하여야 한다.

⑤ 할당대상업체는 온실가스 배출량 등의 산정에 활용된 방법론, 관련 자료와 출처 및 적용된 가정 등을 명확하게 제시할 수 있어야 한다.

제8조(배출량 등의 산정절차) 할당대상업체가 온실가스 배출량 등을 산정하는 절차는 별표 2와 같다.

제9조(배출량 등의 산정범위) ① 할당대상업체는 제2조제31호에 정의된 온실가스에 대하여 빠짐이 없도록 배출량을 산정하여야 한다.

② 할당대상업체는 온실가스 직접배출과 간접배출로 온실가스 배출유형을 구분하여 온실가스 배출량 등을 산정하여야 한다.

③ 할당대상업체는 법인 단위, 사업장 단위, 배출시설 단위 및 배출활동별로 온실가스 배출량 등을 산정하여야 한다.

④ 할당대상업체가 온실가스 배출량 등을 산정해야 하는 배출활동의 종류는 별표 3과 같다.

⑤ 보고 대상 배출시설 중 기준기간 온실가스 배출량의 연평균 총량이 100tCO₂-eq 미만인 소규모 배출시설이 동일한 배출활동 및 활동자료인 경우 환경부장관의 확인을 거쳐 제3항에 따른 배출시설 단위로 구분하여 보고하지 않고 시설군으로 보고할 수 있다.

제10조(조직경계 결정방법) ① 할당대상업체는 온실가스 배출원의 누락이 없도록 별표 4에 따라 조직경계를 결정하여야 한다.

② 조직경계 결정 시 별표 4에서 제시하지 않은 사항에 대하여는 해당 사업장 배출량의 과다산정 및 과소산정의 오류가 발생하지 않도록 경계

를 결정하고, 결정된 조직경계의 타당성을 명확히 제시하여야 한다.

③ 할당대상업체는 조직경계에서 제외되는 시설이 조직경계 내의 배출량과 연계되어 있고 조직경계 내의 배출량을 정확하게 산정하기 위해 조직경계에서 제외되는 시설의 배출량 모니터링이 필요하다면 이 시설에 대해서도 배출량 산정 계획에 포함하여야 한다.

④ 중앙행정기관과 지방자치단체의 경우에는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설에 대해서 이 지침을 적용한다.

1. 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제24조에 따른 가축분뇨공공처리시설
2. 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 제34조의4에 따른 공공재활용기반시설
3. 「폐기물관리법」 제4조에 따른 폐기물처리시설
4. 「물환경보전법」 제48조에 따른 공공폐수처리시설
5. 「하수도법」 제11조에 따른 공공하수도 시설 및 제41조에 따른 분뇨처리시설
6. 「수도법」 제17조, 제49조, 제52조 및 제54조에 따른 수도
7. 「전기사업법」 제7조에 따른 전기사업 시설
8. 「집단에너지사업법」 제9조에 따른 집단에너지사업 시설

제11조(배출량 등의 산정방법 및 적용기준) ① 할당대상업체는 배출시설의 규모 및 세부 배출활동의 종류에 따라 별표 5의 최소산정등급(Tier)을 준수하여 배출량을 산정하여야 한다. 이 경우 세부적인 온실가스 배출량 등의 산정방법 및 매개변수별 관리기준은 별표 6에 따른다.

② 별표 6에서 세부적인 온실가스 배출량 등의 산정방법이 제시되지 않은 온실가스 배출활동은 할당대상업체가 자체적으로 산정방법을 개발하여 온실가스 배출량을 산정하여야 한다.

③ 할당대상업체는 별표 6에 제시된 온실가스 배출량 등의 산정방법보다

더 높은 정확도를 가진 산정방법을 자체적으로 개발하여 온실가스 배출량 등의 산정에 활용할 수 있다.

④ 할당대상업체는 제2항 및 제3항에 따라 온실가스 배출량 등의 산정방법을 개발하여 활용하려면 배출활동의 개요, 보고 대상 배출시설, 보고 대상 온실가스, 배출량 산정방법론, 매개변수별 관리기준 등이 포함된 제24조에 따른 배출량 산정 계획을 제출하여야 하며, 산정방법 개발 결과 및 근거자료 등은 다음연도 명세서에 포함하여 제출하여야 한다.

⑤ 할당대상업체는 제2항 및 제3항에 따라 온실가스 배출량 등을 산정하고자 할 경우 별표 7의 절차에 따라 환경부장관으로부터 사용 가능 여부를 통보받은 후 사용하여야 한다.

제12조(활동자료의 수집방법) 할당대상업체의 배출량 등의 산정에 필요한 활동자료의 수집방법론은 별표 8에 따른다.

제13조(불확도 관리기준 및 방법) ① 할당대상업체는 별표 5의 최소산정등급(Tier) 및 별표 6의 배출량 산정방법론에서 규정하고 있는 불확도 관리기준을 준수하여야 한다.

② 제1항에서 불확도 산정의 세부적인 방법은 별표 9를 따른다.

제14조(산정등급 및 불확도 관리기준의 적용 특례) ① 할당대상업체로 지정된 업체 중 「중소기업기본법」 제2조제1항에 따른 중소기업에 해당하는 할당대상업체가 제11조 및 제13조에 따른 최소산정등급(Tier), 매개변수별 관리기준 및 활동자료의 불확도 관리기준을 불가피하게 준수하지 못할 경우에는 할당대상업체 최초 지정 이후 2회 이내의 범위 안에서 명세서를 제출할 때 이를 적용하지 아니할 수 있다.

② 제1항에 해당하는 할당대상업체는 제11조 및 제13조의 관리기준을 준수하기 위한 조치 및 일정 등을 배출량 산정 계획에 반영하여 환경부장

관에게 제출하여야 한다.

제15조(배출계수 등의 활용) ① 할당대상업체가 산정등급 1(Tier 1)에 따라 배출량 등을 산정할 경우 별표 10의 기본 배출계수와 별표 11의 기본 발열량을 활용한다. 다만, 별표 10에 제시되지 않은 원료 등의 배출계수는 별표 6의 각 배출활동별 산정방법론을 참조한다.

② 할당대상업체가 산정등급 2(Tier 2)에 따라 배출량 등을 산정하는 경우에는 온실가스종합정보센터가 확인·검증하여 공표하는 국가 고유 배출계수 등을 활용한다. 다만, 연료별 국가 고유 발열량 값은 별표 12를 우선적으로 활용한다.

③ 할당대상업체가 산정등급 3(Tier 3)에 따라 배출량 등을 산정할 경우에는 별표 7의 절차에 따라 환경부장관으로부터 배출시설 또는 공정단위의 고유 배출계수의 사용 가능 여부를 통보받은 후 사용하여야 한다.

제16조(사업장 고유 배출계수 등의 개발 및 활용 등) ① 할당대상업체는 별표 6에서 제시하는 매개변수의 관리기준에 따라 사업장 고유 배출계수 등을 개발·활용하기 위하여 연료, 원료 및 부산물 등의 시료를 채취하고 분석할 때에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다. 다만, 불가피한 사유로 인해 시료 채취 및 분석방법 등을 준수할 수 없는 경우 할당대상업체는 명확한 근거를 제시하여야 하며, 환경부장관은 이를 검토하여 허용할 수 있다.

1. 시료의 채취 및 분석을 실시할 수 있는 기관은 다음과 같다.
가. 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제16조에 따른 측정대행업자
나. 「KS A ISO/IEC 17025 : 시험기관 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항」에 따라 공인된 시험·교정기관

- 다. 나목의 기준에 적합한 자체 실험실을 갖춘 할당대상업체
2. 시료를 채취하는 경우에는 시료의 대표성을 확보할 수 있도록 충분한 횟수로 시료를 채취하여야 하며, 연료의 경우에는 별표 13의 시료의 최소분석주기를 만족하여야 한다.
3. 시료 채취는 배출량의 과다산정 혹은 과소산정의 오류가 발생하지 않도록 실시하여야 한다.

② 제1항의 연료 등의 시료 채취 및 분석방법은 별표 14의 국가표준(KS) 또는 국제표준화기구(ISO), 미국재료시험학회(ASTM) 등 국제적으로 통용되는 방법론을 사용하고 있는 경우 이를 분석방법으로 활용할 수 있다.

③ 할당대상업체는 제1항 및 제2항에 따라 배출시설 단위 고유 배출계수 등을 개발하여 활용하려면 분석대상 및 항목, 시료 채취 방법, 시험·분석 방법, 계수의 산정식 등 검토·승인된 계수 개발계획 및 근거 등이 포함된 제24조에 따른 배출량 산정 계획을 제출하여야 하며, 검토·승인된 개발 결과 및 근거자료 등은 다음연도 명세서에 포함하여 제출하여야 한다.

제17조(연속측정방법에 따른 배출량 산정방법 및 기준) ① 할당대상업체가 연속측정방법을 사용하여 배출량 등을 산정·보고하고자 할 경우 해당 배출시설의 산정등급은 4(Tier 4)로 규정한다.

- ② 연속측정방법을 통한 배출량 산정방법, 측정기기의 설치 및 관리기준 등은 별표 15를 따른다.
- ③ 환경부장관은 배출량 산정·보고의 정확성, 객관성 및 신뢰성 확보를 위하여 대규모 연소시설과 폐기물 소각시설 등에 대해서는 연속측정방법의 적용이 확산되도록 권고할 수 있다.
- ④ 환경부장관은 기본법 제42조제11항에 따라 연속측정방법을 활용하고자 하는 할당대상업체에게 필요한 기술지원 및 자료·정보의 제공 등을 실시할 수 있다.

제18조(배출량 산정 제외) ① 할당대상업체가 다음 각 호에 해당하는 온실가스를 배출하는 경우에는 총 온실가스 배출량에서 이를 제외한다. 단, 에너지사용량 산정에는 이를 포함한다.

1. 별표 16의 바이오매스 사용에 따른 이산화탄소의 직접배출량(이산화탄소 이외의 기타 온실가스는 총 배출량 산정에 포함한다). 단, 바이오매스의 함량을 분석하여 그 함량에 대해서만 배출량을 제외할 수 있다.
 2. 별표 18에 따라 할당대상업체 외부에서 폐열이용 특례로 인정되는 대상 폐기물(고형연료를 포함한다) 및 시설 등으로부터 공급받아 사용한 열(스팀)의 간접배출량
 3. 할당대상업체 외부로부터 공급받은 공정폐열 사용에 따른 간접배출량
 4. 제2호 및 제3호의 열을 공급받아 생산된 전력의 사용에 따른 간접배출량. 다만, 전력 사용량이 확인되는 경우에 한정한다.
- ② 할당대상업체 외부로부터 열 또는 전기를 공급받아 이를 사용하지 않고 할당대상업체 외부로 공급하는 경우는 해당 열 또는 전기에 대한 간접배출량 및 에너지사용량을 모두 제외하고 보고한다.
- ③ 제1항제1호에서 바이오매스와 화석연료를 혼합하여 사용하는 경우에는 제16조의 규정에 따라 바이오매스 혼합비율을 산정하여 해당 비율만큼의 이산화탄소 배출량을 제외한다.
- ④ 할당대상업체는 제1항 각 호의 배출량을 산정하는 경우 별표 10의 기본 배출계수(바이오매스)를 활용할 수 있다.
- ⑤ 이산화탄소 포집 및 이동과 관련하여 할당대상업체 및 관리업체의 조직경계 내부에서 발생한 이산화탄소가 순수한 물질로 사용되거나 생산품, 원료로 사용 또는 결합되는 경우에는 총 온실가스 배출량에서 이를 제외할 수 있다.
- ⑥ 할당대상업체가 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」

제27조 및 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」에 따라 태양광, 풍력, 수력의 재생에너지원에서 생산한 전력을 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 방법으로 사용하고 재생에너지 사용확인서를 발급받아 온실가스 감축실적으로 활용하려는 경우에는 해당 재생에너지 전력 사용량에 대한 온실가스 간접배출량을 제외할 수 있다. 다만, 신·재생에너지 의무이행에 사용하지 않은 신·재생에너지 공급인증서(REC)만 해당한다.

1. 전기판매사업자를 통한 전력구매계약의 체결
2. 재생에너지전기공급사업자를 통한 전력구매 계약의 체결
3. 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제12조의7에 따른 신·재생에너지 공급인증서(REC)의 구매
4. 지분 참여를 통한 전력 및 신·재생에너지 공급인증서(REC) 구매계약의 체결

제19조(열(스팀)의 외부 열 공급 시 배출계수의 개발 활용) ① 할당대상업체가 조직경계 외부로 열(스팀)을 공급하는 공급자로서, 다음 각 호에 해당하는 경우에는 별표 17에 따라 열 공급에 따른 배출계수를 개발하여 열을 사용하는 할당대상업체에게 제공하여야 한다.

1. 열전용 생산시설에서 생산한 열(스팀) 공급자
 2. 열병합 생산시설에서 생산한 열(스팀) 공급자
 3. 외부수열(폐열 등)을 이용하여 생산한 열(스팀) 공급자
- ② 외부로 열을 공급하는 할당대상업체가 제1항의 배출계수를 개발·제공하지 못할 경우에는 배출계수 개발·활용을 위한 활동자료, 온실가스 배출량 및 열 생산량 등의 자료를 열을 사용하는 할당대상업체에게 제공하여야 한다.

제20조(폐열이용 특례로 인정되는 시설에서 외부 열 공급 시 배출계수의

개발·활용) ① 할당대상업체가 폐열이용 특례로 인정되는 시설에서 열을 회수하여 조직경계 외부로 열을 공급할 경우 별표 18의 열 공급에 따른 배출계수를 개발하여 열을 사용하는 할당대상업체에게 제공하여야 한다.

② 외부로 열을 공급한 할당대상업체가 제1항의 배출계수를 개발·제공하지 못할 경우에는 배출계수 개발·활용을 위한 활동자료, 온실가스 배출량, 소각열 회수량 및 공급량 등의 자료를 열을 사용하는 할당대상업체에게 제공하여야 한다.

제21조(기타 부생연료 발생 시설에서 외부 기타 부생연료 등의 공급 시

배출계수의 개발·활용) 할당대상업체가 기타 부생연료(부생가스, 부생오일, 재생유 등) 등의 발생 시설에서 기타 부생연료 등을 회수하여 조직경계 외부로 공급할 경우 기타 부생연료의 고유 배출계수를 개발하여 기타 부생연료 등을 사용하는 할당대상업체에게 제공하여야 한다.

제22조(배출계수의 적용 특례) 제11조에 의해 산정등급 2(Tier2)에 따라

배출량 등을 산정해야 하는 할당대상업체는 국가 고유 배출계수가 이 지침에 고시되지 않았을 경우에 한하여 산정등급 1(Tier 1)에 해당하는 배출계수를 적용할 수 있다.

제23조(품질관리 및 품질보증) ① 할당대상업체는 온실가스 배출량 등의

산정에 대한 정확도 향상을 위해 측정기기 관리, 활동자료 수집, 배출량 산정, 불확도 관리, 정보보관 및 배출량 보고 등에 대한 품질관리 활동을 수행하여야 한다.

② 할당대상업체는 자료의 품질을 지속적으로 개선하는 체제를 갖추는 등 배출량 산정의 품질보증 활동을 수행하여야 한다.

③ 제1항 및 제2항에 대한 세부내용은 별표 19에 따른다.

제24조(배출량 산정 계획의 작성 등) 할당대상업체는 온실가스 배출량

등의 산정의 정확성과 신뢰성 향상을 위하여 다음 각 호의 사항이 포함된 배출량 산정 계획을 별표 20, 별지 제10호 서식에 따라 작성하여야 한다.

1. 업체 일반정보(법인명, 대표자, 계획기간, 담당자 정보 등)
2. 사업장의 일반정보 및 조직경계(사업장명, 사업장 대표자, 업종, BM 적용시설 포함 여부, 사업장 사진, 시설배치도, 공정도, 온실가스 및 에너지 흐름도 등)
3. 배출시설별 모니터링 방법(배출시설 정보, 산정등급 분류기준, 예상 신·증설 시설의 온실가스 배출 정보 및 활동자료 측정지점 등)
4. 활동자료의 모니터링(측정) 방법(배출시설 및 배출활동별 측정기기 정보, 측정기기 개선 및 설치 계획 등)
5. 배출시설별 배출활동의 산정등급 적용계획(배출시설별 산정방법론의 산정등급, 배출활동별 매개변수 산정등급, 최소 산정등급 미충족 사유 등)
6. 에너지 외부유입 및 구매계획
7. 사업장 고유 배출계수(Tier 3) 등 개발계획(개발 예정인 계수의 종류, 시험·분석 관련 정보, 계수 산정식, 예상 불확도 등)
8. 사업장별 품질관리(QC)/품질보증(QA) 활동계획(배출량 산정·보고 등의 품질관리 문서 및 담당자 정보)
9. 기타 배출량 산정 계획의 작성과 관련된 특이사항

제25조(배출량 산정 계획의 사전검토 등) ① 할당대상업체는 검증기관의

검증을 받은 배출량 산정 계획에 대해 사전검토를 매 계획기간 4개월 전까지(할당대상업체가 신규진입자인 경우에는 할당대상업체로 지정

된 연도의 종료 4개월 전까지) 환경부장관에게 전자적 방식으로 요청하여야 한다. 다만, 「온실가스 배출권의 할당, 조정 및 취소에 관한 지침」 제6조에 따라 권리와 의무의 승계로 인해 할당대상업체로 지정받은 경우에는 권리와 의무의 승계 통보가 일어난 시점으로부터 1개월 이내에 요청할 수 있다.

② 환경부장관은 할당대상업체가 제1항에 따라 사전검토를 요청한 배출량 산정 계획의 타당성을 검토해야 한다.

③ 환경부장관은 제2항의 검토 결과를 전자적 방식으로 통지하여야 한다.

④ 환경부장관은 할당대상업체의 요청에 따라 사전검토를 마친 배출량 산정 계획을 전자적 방식으로 관리하여야 하며, 이력 관리를 하여 명세서 제출 시 할당대상업체의 편의를 도모하여야 한다.

⑤ 제1항에 따른 사전검토에 필요한 경우 환경부장관은 법 제37조제5호에 따라 할당대상업체에 추가 자료 제출을 요청하거나 현장 조사 등을 실시할 수 있다.

제26조(배출량 산정 계획의 변경) ① 제25조의 사전검토를 완료한 할당대상업체는 계획기간 중에 다음 각 호의 중대한 변경사항이 발생한 경우 매 이행연도 10월 31일까지 검증기관의 검증을 거쳐 배출량 산정 계획을 변경한 후 환경부장관에게 추가검토를 요청하여야 한다. 할당대상업체는 환경부장관이 통지한 배출량 산정 계획 추가검토 결과를 매 이행연도 종료일부터 15일 이내에 검증기관의 검증을 거쳐 배출량 산정 계획을 수정하고 환경부장관에게 전자적 방식으로 제출하여야 한다. 매 이행연도별 중대한 변경사항 외의 변경사항은 10월 31일까지 배출량 산정 계획을 변경한 후 환경부장관에게 통지하여야 한다.

1. 업종의 변경
2. 조직경계의 변경

3. 배출활동 및 배출시설의 변경

4. 배출량 산정방법의 변경 (배출계수, 매개변수, 시료 채취·샘플링·분석 절차 포함)

5. 활동자료 수집, 측정 방법의 변경 사항(측정기기 포함)

6. 영 제39조제3항의 시정명령, 보완 명령에 따른 변경 및 환경부장관이 검토한 의견에 따른 변경

7. 기타 배출량에 영향을 미치는 변경 사항

8. 삭제

② 제1항의 규정에도 불구하고 할당대상업체는 배출시설의 신·증설 등의 변경 사항이 할당량과 관련되는 경우에는 실제 온실가스 배출이 발생하기 이전에 배출량 산정 계획을 작성·변경하여 추가검토를 요청해야 한다.

③ 할당대상업체는 제1항의 요청에 따라 환경부장관의 추가검토 결과를 통지받는 시점까지 기존 배출량 산정 계획과 변경 배출량 산정 계획을 병행하여 이행하여야 한다.

④ 삭제

⑤ 환경부장관은 배출량 산정 계획 변경사항에 대한 추가검토 처리 절차에 관하여 제25조를 준용한다.

⑥ 할당대상업체는 권리와 의무 등의 변경사항이 발생하는 경우 해당 사유가 발생한 시점으로부터 1개월 이내에 검증기관의 검증을 거친 배출량 산정계획서를 제출하여야 한다.

제27조(배출량 산정 계획의 일시적 적용 불가) ① 할당대상업체는 기술적인 이유 또는 불가항력적인 이유로 인하여 일시적인 기간 동안 사전검토된 배출량 산정 계획을 적용하는 것이 불가능한 경우 즉시 환경부장관에게 전자적 방식으로 통지하여야 한다.

② 제1항에 따른 통지가 있는 경우 다음 각 호의 내용을 포함하는

소명자료를 당해연도 명세서 제출 시 첨부하여야 한다.

1. 배출량 산정 계획의 일시적 적용 불가 사유
2. 기존 계획을 대체하는 임시 모니터링 방법
3. 원상 복구된 시점(일자) 및 관련 조치 사항

제28조(명세서의 작성) 할당대상업체는 이 지침에 따라 온실가스 배출량 등의 산정결과를 별지 제11호 서식에 따라 명세서를 작성하여야 한다.

제29조(명세서의 제출) ① 할당대상업체는 영 제39조에 따라 자신의 모든 사업장에 대해 검증기관의 검증을 거친 명세서를 매 이행연도 종료일부터 3개월 이내에 환경부장관에게 전자적 방식으로 제출하여야 한다. 다만, 제28조에 따른 명세서 작성에 대한 산정방법 등이 할당시에 적용한 산정방법 등과 달라져 배출량의 차이가 발생하는 경우, 할당대상업체는 할당시 산정방법 등을 적용한 명세서와 변경된 산정방법 등을 적용한 명세서를 함께 제출하여야 한다.

② 할당대상업체는 다음 각 호에 해당하는 경우 해당 사유가 적용되는 계획기간 과거 4년부터의 기제출한 명세서를 수정하여 검증기관의 검증을 거쳐 해당 사유가 발생한 시점으로부터 1개월 이내에 환경부장관에게 전자적 방식으로 제출하여야 한다.

1. 「온실가스 배출권의 할당, 조정 및 취소에 관한 지침」 제6조에 따라 할당대상업체의 권리와 의무가 승계된 경우
2. 조직경계 내·외부로 온실가스 배출원 또는 흡수원의 변경이 발생한 경우
3. 배출량 등의 산정방법론이 변경되어 온실가스 배출량 등에 상당한 변경이 유발된 경우
4. 환경부장관으로부터 고유 배출계수에 대한 검토·확인을 받거나, 그 값이 변경된 경우

5. 환경부장관이 시정·보완을 명한 경우

③ 삭제

제30조(자료의 기록관리 등) 삭제

제31조(명세서의 확인 등) ① 환경부장관은 할당대상업체가 영 제39조제2항에 따라 제출한 자료에 대하여 영 제39조제1항 각 호의 사항에 대한 누락 및 검증기관의 검증 여부 등을 확인하여야 한다.

② 환경부장관은 제1항에 따른 확인 결과, 누락되었거나 부적절한 사항이 있는 할당대상업체에 대해서 14일 이내의 기한을 정하여 시정명령을 내릴 수 있다.

③ 환경부장관이 제2항 시정명령을 내린 경우 할당대상업체는 제2항의 기한 내에 이를 반영하여 환경부장관에게 제출하여야 한다.

④ 환경부장관은 제3항의 시정명령에 따르지 않는 할당대상업체에 대한 법 제43조제4호에 따른 과태료의 부과기준은 별표23과 같다.

⑤ 환경부장관은 제2항에 따른 기한 내에 시정명령에 따르지 않는 할당대상업체의 명세서를 직권으로 수정할 수 있다.

제32조(실태조사) 환경부장관은 법 제37조에 따라 할당대상업체가 제출한 자료의 사실 여부 및 적정성을 확인하는데 필요한 경우 실태조사를 실시할 수 있다.

제3장 온실가스 배출량의 인증

제33조(배출량의 인증 기준) ① 환경부장관은 법 제24조에 따라 보고받은 내용이 적합하다고 평가되는 경우에는 할당대상업체가 산정·보고한 배출량을 그 할당대상업체의 실제 배출량으로 인증한다.

② 환경부장관은 법 제24조에 따라 보고받은 내용이 부적합하다고 평가되는 경우, 명세서의 해당 배출활동 및 배출계수 등에 대해 재평가하여 적합한 배출량을 도출하고 재산정한 배출량을 그 할당대상업체의 실제 배출량으로 인증한다.

③ 환경부장관은 영 제42조제3항 단서의 규정에 따라 할당대상업체의 배출량을 직권으로 산정하는 때에는 다음 각 호 중 가장 큰 값을 그 할당대상업체의 실제 배출량으로 인증한다. 다만, 결과값 산정이 불가능한 방법은 제외한다.

1. 직권산정 해당연도 직전까지 할당대상업체가 환경부장관 또는 온실가스종합정보센터의 장에게 보고한 과거 온실가스 배출 실적 중 최대값
 2. 직권산정 해당연도 직전까지 할당대상업체가 환경부장관 또는 온실가스종합정보센터의 장에게 보고한 과거 온실가스 배출 실적으로 추세분석에 의해 산정된 해당연도 배출량
 3. 직권산정 해당연도 직전까지 할당대상업체가 환경부장관 또는 온실가스종합정보센터의 장에게 제출한 명세서를 활용한 온실가스 배출원 단위의 최대값과 직권산정 해당연도의 실태조사 불가 사유 발생 시점까지의 생산량 데이터를 적용하여 산정한 배출량
 4. 동일한 업종 내 유사 규모의 다른 할당대상업체의 배출량을 참고하여 산정한 배출량
- ④ 환경부장관은 제3항에 따라 온실가스종합정보센터에 할당대상업체의 과거 온실가스 배출 실적을 요청할 수 있다.

제34조(적합성 평가의 내용 및 방법) ① 환경부장관은 영 제57조제3항에 따라 온실가스 배출량 인증을 위한 적합성 평가 업무를 위탁할 수 있으며, 적합성 평가 업무를 위탁받은 기관(이하 "적합성 평가기관"이라 한다)은 적합성 평가 업무의 수행을 위하여 다음 각 호의 사항을 전자적 방식

등을 활용하여 검토한다.

1. 명세서상 산정방법으로 배출량 산정의 재현 가능성(적합성 평가기관은 명세서 상 배출량 산정과정의 오류 존재 여부를 계산을 통하여 점검할 수 있으며, 오류 존재 시 재산정을 수행하여 타당한 배출량 제시)
 2. 명세서상 배출계수(사업장 고유 배출계수를 포함) 및 활동자료의 적절성
 3. 검증보고서의 검증의견 및 명세서 상 검증의견의 적절한 반영 여부
 4. 과거 배출실적과의 비교를 통한 배출량의 급격한 증감이나 배출시절 누락 여부
 5. 조직 경계 내·외부 온실가스 배출원 등 변경 발생 여부
 6. 배출량 산정 방법론 등의 변경 여부
 7. 타당한 배출량 산정 계획에 따른 배출량 측정 및 보고가 이루어졌는지 여부
 8. 영 제42조제3항 단서 규정에 해당 시 할당대상업체의 온실가스 배출량
 9. 그 밖의 적합성 평가를 위해 필요한 사항
- ② 적합성 평가는 모든 할당대상업체에 대하여 수행한다.
- ③ 적합성 평가기관은 제1항에 따른 검토를 위하여 필요한 경우 할당대상업체 또는 검증기관에 추가적인 자료 제출을 요구하거나 환경부장관에게 현장조사의 실시를 요청할 수 있다.
- ④ 환경부장관은 적합성 평가기관의 현장조사 실시요청을 받으면 제32조에 따라 적합성 평가기관의 현장조사를 승인하고 해당 업체에 그 사실을 통보한다.

제35조(적합성 평가 결과의 보고) ① 적합성 평가기관은 제34조에 따른 적합성 평가를 수행하고 그 결과를 지체 없이 환경부장관에게 전자적

방식 등을 활용하여 보고하여야 한다.

② 적합성 평가기관은 제34조제1항에 따른 적합성 평가항목의 검토 결과를 바탕으로 적합 또는 부적합 여부를 판정하여 별지 제6호 서식에 따라 할당대상업체의 온실가스 배출량 및 검토의견을 제시한다.

③ 적합성 평가기관은 다음 각 호의 경우 부적합 판정을 내리고 제33조제2항의 기준에 따라 배출량을 산정하여 환경부장관에게 전자적 방식을 활용하여 보고하여야 한다.

1. 할당대상업체가 영 제39조제3항에 따라 환경부장관이 요구한 시정이나 보완조치를 이행하지 않는 경우
2. 배출량 산정에 필요한 자료가 미비하여 적합성 평가가 불가능한 경우
3. 제34조제1항에 따른 각 호 사항이 부적합한 경우

제36조(적합성 평가 결과의 의견청취 및 반영) 삭제

제37조(배출량의 인증 및 통보) ① 환경부장관은 제35조제1항에 따라 적합성 평가기관이 제출한 자료를 바탕으로 할당대상업체의 해당 이행 연도 온실가스 배출량 인증에 대한 심의를 인증위원회에 요청하여야 한다.

② 환경부장관은 인증위원회의 심의에 따른 인증결과를 할당대상업체에 매년 5월 31일까지 통보하여야 한다. 이 경우 배출량 인증 결과에 대한 통보 양식은 별지 제7호 서식에 따른다.

③ 환경부장관은 적합성 평가 결과를 전자적 방식으로 이력 관리하여야 하며, 이를 통하여 할당대상업체의 편의를 도모하여야 한다.

제38조(이의신청) ① 배출량 인증결과에 이의가 있는 할당대상업체는 통지 받은 날 부터 30일 이내에 별지 제8호 서식에 따라 환경부장관에게

전자적 방식으로 이의신청을 할 수 있다.

② 환경부장관은 이의신청을 받은 날부터 30일 이내에 그 결과를 신청인에게 별지 제9호 서식에 따라 전자적 방식으로 통보하여야 한다. 다만, 부득이한 사정으로 그 기간 내에 결정 할 수 없을 때는 30일의 범위에서 기간을 연장하고 그 사실을 신청인에게 알려야 한다.

③ 환경부장관은 할당대상업체가 제출한 이의신청 내용이 타당한 경우 해당 할당대상업체의 배출량을 재산정하여 배출량 인증 및 통보를 한다.

제39조(제3자에 대한 자료의 요청) 환경부장관은 법 제37조에 따른 조사 시 할당대상업체 또는 검증기관이 배출량 산정에 필요한 근거자료를 제시하지 않을 경우에는 제3의 기관 또는 사업자에게 배출량 산정에 필요한 자료를 요청할 수 있다.

제40조(배출량 인증체계의 고도화) 삭제

제4장 명세서의 공개 등

제41조(명세서의 공개 등) 할당대상업체가 제출한 명세서의 공개에 관하여 영에서 정하지 않은 사항은 기본법 시행령 제34조제5항에 의한 고시를 준용한다. 이때, ‘관리업체’는 ‘할당대상업체’로 본다.

제42조(업무의 위탁) 삭제

제43조(규제의 재검토) 환경부장관은 「행정규제기본법」에 따라 이 고시에 대하여 2021년 1월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부칙 〈제2016-103호, 2016. 6. 8.〉

제1조(시행일) 이 고시는 관보에 게재한 날부터 시행한다.

부칙 〈제2017-63호, 2017. 3. 27.〉

제1조(시행일) 이 고시는 공포한 날부터 시행한다. 다만, 제28조에 따른 온실가스 배출량 명세서 작성방법은 2017년 명세서부터 적용한다.

부칙 〈제2018-73호, 2018. 5. 2.〉

제1조(시행일) 이 고시는 발령한 날부터 시행한다.

부칙 〈제2019-245호, 2020. 1. 1.〉

제1조(시행일) 이 지침은 2020년 1월 1일부터 시행한다. 다만, 제28조 및 제29조에 따른 명세서는 2020년도 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 명세서부터 적용한다.

부칙 〈제2021-10호, 2021. 1. 1.〉

제1조(시행일) 이 지침은 2021년 1월 1일부터 시행한다.

제2조(명세서 제출에 관한 적용례) 제28조 및 제29조의 개정규정은 2021년도 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 명세서를 제출하는 경우부터 적용한다.

제3조(경과조치) 이 고시 시행 전에 종전의 「온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

부칙 〈제2021-278호, 2021. 12. 21.〉

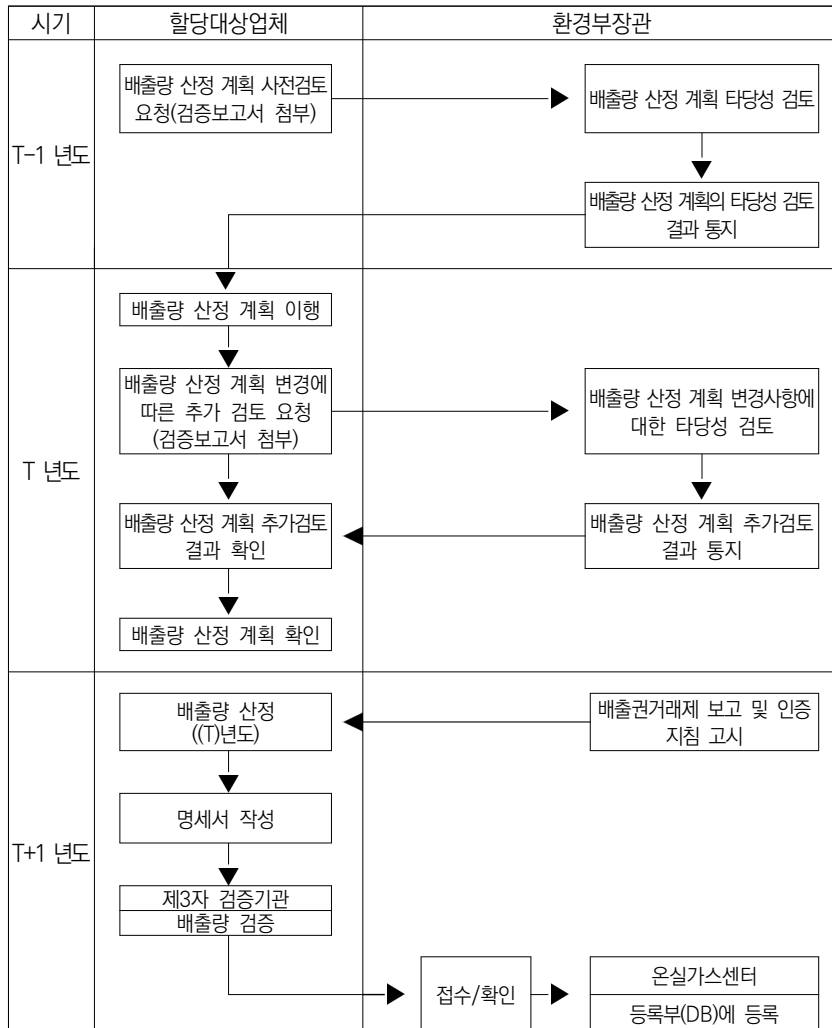
제1조(시행일) 이 지침은 2022년 1월 1일부터 시행한다.

제2조(명세서 제출에 관한 적용례) 제18조의 개정규정은 2021년도 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 명세서를 제출하는 경우부터 적용한다.

제3조(경과조치) 이 고시 시행 전에 종전의 「온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

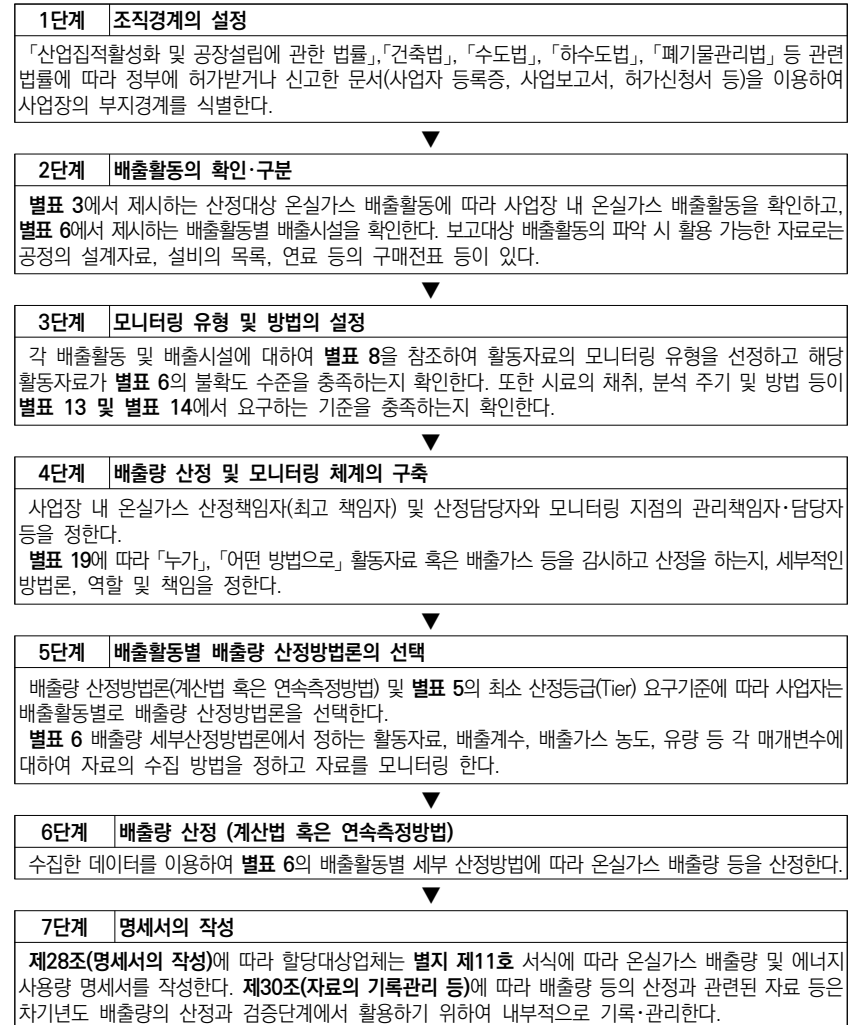
[별표 1]

배출량 등의 산정·보고체계(제7조 관련)



[별표 2]

배출량 등의 산정절차(제8조 관련)



[별표 3]

산정 대상 온실가스 배출활동(제9조제4항 관련)

할당대상업체는 조직경제 내의 모든 온실가스 배출활동에 대하여 아래의 배출활동구분에 따라 배출량을 산정하여야 한다. 이 지침에서 제시되지 않은 온실가스 배출활동에 대해서는 기타 배출활동으로 보고하여야 한다.

1. 고정 연소시설에서의 에너지 이용에 따른 온실가스 배출

- (1) 고체연료연소
- (2) 기체연료연소
- (3) 액체연료연소

2 이동연소시설에서의 에너지 이용에 따른 온실가스 배출

- (1) 항공
- (2) 도로수송
- (3) 철도수송
- (4) 선박

3. 제품 생산 공정 및 제품사용 등에 따른 온실가스 배출

- (1) 시멘트 생산
- (2) 석회 생산
- (3) 탄산염의 기타 공정사용
- (4) 유리 생산
- (5) 마그네슘 생산
- (6) 인산 생산
- (7) 석유정제활동
- (8) 암모니아 생산

(9) 질산 생산

(10) 아디프산 생산

(11) 카바이드 생산

(12) 소다회 생산

(13) 석유화학제품 생산

(14) 불소화합물 생산

(15) 카프로락탐 생산

(16) 철강 생산

(17) 합금철 생산

(18) 아연 생산

(19) 납 생산

(20) 전자산업

(21) 연료전지

(22) 오존층파괴물질(ODS)의 대체물질 사용

(23) 기타 온실가스 배출

(24) 기타 온실가스 사용

4. 폐기물 처리과정에서의 온실가스 배출

- (1) 고형폐기물의 매립
- (2) 고형폐기물의 생물학적 처리
- (3) 하·폐수 처리 및 배출
- (4) 폐기물의 소각

5. 탈루성 온실가스 배출 (2013년 1월 1일부터 산정, 2014년 1월 1일 이후부터 보고한다.)

- (1) 석탄의 채굴, 처리 및 저장
- (2) 원유(석유) 산업
- (3) 천연가스 산업

6. 외부로부터 공급된 전기, 열, 증기 등에 따른 간접 온실가스 배출

- (1) 외부로부터 공급된 전기 사용
- (2) 외부로부터 공급된 열 및 증기 사용

7. 이산화탄소 포집 및 이동에 따른 이산화탄소 이동량

- (1) 이산화탄소 포집 및 이동

[별표 4]

조직경계 결정방법(제10조제1항 관련)

1. 조직경계 결정 원칙

할당대상업체는 조직경계를 결정하기 위해 조직의 지배적인 영향력을 행사할 수 있는 지리적 경계, 물리적 경계, 업무활동 경계 등을 고려한 운영통제 범위를 설정하여야 한다.

운영통제 범위에 의한 조직경계를 결정하기 위해서 할당대상업체는 사업장의 지리적 경계, 지리적 경계 내 온실가스 배출시설 및 에너지 사용 시설, 온실가스 감축시설, 조직의 변경, 경계 내 상주하는 타 법인, 모니터링 관련 시설의 유무 등을 확인하고, 해당 시설 및 시설관리의 주체와 해당 활동에 의한 경제적 이익 등의 귀속 주체를 파악한다.

2. 조직경계 결정 방법

조직경계를 결정하는 방법은 다음과 같다. 사업장의 특징에 따라 조직경계를 결정하고 조직경계 결정과 관련된 설명을 배출량 산정 계획에 구체적으로 작성하여야 한다.

1) 다수 할당대상업체에서 에너지를 연계하여 사용 시 조직경계 결정방법

다수의 할당대상업체에서 에너지를 연계하여 사용하더라도 법인이 서로 다르기 때문에 각 할당대상업체는 별도로 에너지 사용량을 모니터링 하도록 경계를 설정하여야 한다.

2) 타 법인이 조직경계 내에 상주하는 경우 조직경계 결정방법

타 법인의 운영통제권을 할당대상업체가 가지고 있는 경우 할당대상업체는 상주하고 있는 타 법인의 온실가스 배출시설 및 에너지 사용시설을 조직경계에 포함하여야 한다. 반면에 할당대상업체가 상주하고 있는 타 법인의 운영통제

권을 가지고 있지 않으며, 해당 상주 업체의 온실가스 배출 시설 및 에너지 사용시설에 대한 정보 및 활동자료를 파악할 수 있는 경우는 할당대상업체의 조직경계에서 제외할 수 있다. 단, 이 경우 조직경계 제외에 대한 타당한 사유를 배출량 산정 계획에 포함하여야 한다.

3) 건물의 조직경계 결정방법

건물의 경우 별표 21에 따라 할당대상업체에 해당하는 법인 등의 조직경계를 결정한다.

4) 교통부문의 조직경계 결정방법

교통부문의 경우 별표 22에 따라 할당대상업체에 해당하는 법인 등의 조직경계를 결정한다.

5) 소량배출사업장의 조직경계 결정 방법

할당대상업체의 소량배출사업장이 동일한 목적을 가지고 유사한 배출활동을 하는 경우(주유소, 기지국, 영업점, 마을하수도 등)에는 다수의 소량배출사업장을 하나의 사업장으로 통합하여 보고할 수 있다. 이 경우 환경부장관으로부터 사용가능 여부를 통보받은 후 보고하여야 한다. 단, 해당 할당대상업체는 온실가스 배출량이 누락 및 중복되지 않도록 해당 사업장의 보고 대상 시설 목록을 배출량 산정계획서 및 명세서에 포함하여야 한다.

[별표 5]

배출활동별, 시설규모별 산정등급(Tier) 최소적용기준

(제11조 관련)

1. 산정등급(Tier) 분류체계

- ① Tier 1 : 활동자료, IPCC 기본 배출계수(기본 산화계수, 발열량 등 포함)를 활용하여 배출량을 산정하는 기본방법론
- ② Tier 2 : Tier 1보다 더 높은 정확도를 갖는 활동자료, 국가 고유 배출계수 및 발열량 등 일정부분 시험·분석을 통하여 개발한 매개변수 값을 활용하는 배출량 산정방법론
- ③ Tier 3 : Tier 1, 2보다 더 높은 정확도를 갖는 활동자료, 사업자가 사업장·배출시설 및 감축기술단위의 배출계수 등 상당부분 시험·분석을 통하여 개발하거나 공급자로부터 제공받은 매개변수 값을 활용하는 배출량 산정방법론
- ④ Tier 4 : 굴뚝자동측정기기 등 배출가스 연속측정방법을 활용한 배출량 산정방법론

2. 배출량에 따른 시설규모 분류

- ① A 그룹 : 연간 5만 톤 미만의 배출시설
- ② B 그룹 : 연간 5만 톤 이상, 연간 50만 톤 미만의 배출시설
- ③ C 그룹 : 연간 50만 톤 이상의 배출시설

3. 시설규모의 결정 방법

1) 시설규모의 최초 결정

할당대상업체는 배출시설 규모 최초 결정 시 기준연도 기간 중 해당시설의 최근년도 온실가스 배출량에 따라 결정한다. 단, 기준연도의 평균 온실가스

배출량이 기준연도 기간 중 최근년도 온실가스 배출량 보다 큰 경우, 기준연도의 평균 온실가스 배출량에 따라 시설규모를 결정한다.

2) 시설규모의 최초 결정 이후

배출시설 규모 최초 결정 이후, 매년 1월 1일을 기준으로 최근에 제출된 명세서의 해당시설 온실가스 배출량에 따라 시설규모를 결정한다. 단, 최근에 제출된 명세서의 온실가스 배출량보다 최근에 제출된 3개년도 명세서의 평균 배출량이 큰 경우, 최근에 제출된 3개년도 명세서의 평균 배출량에 따라 시설규모를 결정한다.

3) 신설되는 배출시설의 시설규모

할당대상업체는 신설되는 배출시설 규모 결정 시 신설되는 배출시설의 예상 온실가스 배출량을 계산하여 그 값에 따라 시설규모를 결정한다.

* 비고 1) 외부 전기 및 열(스팀) 사용에 따른 온실가스 간접 배출을 제외한 모든 배출활동의 산정등급 최소 적용기준은 온실가스 간접배출량을 제외한 직접배출량만을 기준으로 적용한다.

* 비고 2) 해당 배출시설에서 여러 종류의 연료를 사용하는 경우 각각의 연료별 사용에 따른 배출량의 총합으로 배출시설 규모 및 산정등급(Tier)을 결정하여야 한다. 단, C그룹의 배출시설에서 초기가동·착화연료 등 소량으로 사용하는 보조연료의 배출량이 시설 총 배출량의 5% 미만일 경우 차하위 산정등급을 적용할 수 있다. 이때 차하위 산정등급을 적용하는 배출시설 보조연료의 배출량 총합은 25,000tCO₂-eq 미만이어야 한다.

4. 배출활동별 및 시설규모별 산정등급(Tier) 최소 적용기준

온실가스 배출시설에 적용할 산정등급은 아래 표의 배출활동별, 시설규모별 산정등급 (Tier) 최소 적용기준을 준수하여야 한다.

배출활동별, 시설규모별 산정등급(Tier) 최소 적용기준을 준수하지 못할 경우 정당한 근거 및 사유를 설명하여야 한다.

* 비고 1) 아래 표는 산정등급의 최소 적용기준을 나타낸 것이며, 국가 고유발열량 등 정확도가 높은 자료를 활용할 수 있을 경우에는 이를 사용하는 것을 권고한다.

* 비고 2) 아래 표는 배출활동별 주요 온실가스의 산정등급 최소적용기준을 나타낸 것이며, 그 외 온실가스의 경우 지침 [별표 6]의 '3. 보고 대상 온실가스' 표의 산정등급 적용기준을 준수한다.

① 연소시설에서 에너지이용에 따른 온실가스 배출

배출활동	산정 방법론			연료 사용량			순발열량			배출계수			산화계수		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1. 고정연소															
①고체연료	1	2	3	1	2	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3
②기체연료	1	2	3	1	2	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3
③액체연료	1	2	3	1	2	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3
2. 이동연소*															
①항공**	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	-	-	-
②도로	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	-	-	-
③철도	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	-	-	-
④선박	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	-	-	-

* 운수업체의 경우 해당부문(항공, 도로, 철도, 선박)의 배출량 합계를 기준으로 A, B, C로 구분한다.

** 항공부문은 제트연료를 사용하고 이착륙(LTO)과 순항과정이 구분되어 배출량을 산정할 경우 Tier2 산정방법론을 적용해야 한다.

② 제품 생산 공정 등에 따른 온실가스 배출

배출활동	산정방법론			원료사용량 /제품생산량			순발열량			배출계수		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1. 광물산업												
①시멘트 생산	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
②석회 생산	1	2	2	1	2	2	-	-	-	1	2	2
③탄산염의 기타공정 사용	1	2	2	1	2	2	-	-	-	1	2	2
④유리 생산	1	2	2	1	2	2	-	-	-	1	2	2

배출활동	산정방법론			원료사용량 /제품생산량			순발열량			배출계수		
⑥인산 생산	1	2	3	1	2	3	-	-	-	2	2	3
2. 석유정제활동												
①수소제조과정	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
②촉매재생과정	1	1	3	1	1	3	-	-	-	1	1	3
③코크스 제조과정	1	1	1	1	2	3	-	-	-	1	2	3
3. 화학산업												
①암모니아 생산	1	1	1	1	2	2	-	-	-	1	2	2
②질산 생산	1	1	1	1	2	2	-	-	-	1	2	2
③아디프산 생산	1	1	1	1	2	3	-	-	-	1	2	3
④카바이드 생산	1	1	1	1	2	2	-	-	-	1	2	2
⑤소다회 생산	1	1	1	1	2	2	-	-	-	1	2	2
⑥석유화학제품 생산	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
⑦불소화합물 생산	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
⑧카프로락탐 생산	2	2	3	1	2	3	-	-	-	2	2	3
4. 금속산업							-	-	-			
①철강생산	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
②합금철 생산	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
③아연 생산	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
④납 생산	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
⑤마그네슘 생산	1	2	3	1	2	3	-	-	-	2	2	3
5. 전자산업												
①반도체/LCD/PV	1	2	2	1	2	2	-	-	-	1	1	1
②열전도 유체	1	1	1	1	2	3	-	-	-	-	-	-
6. 기타												
①연료전지	1	2	3	1	2	3	-	-	-	2	2	3

③ 오존층 파괴물질(ODS)의 대체물질 사용 등

배출활동	산정방법론			활동자료			순발열량			배출계수		
시설규모	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1. 오존층파괴물질의 대체물질 사용	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1
2. 기타 온실가스 배출	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1

④ 폐기물 처리과정에서의 온실가스 배출

배출활동	산정방법론			폐기물처리량			순발열량			배출계수		
시설규모	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1. 폐기물의 처리												
①고형폐기물 매립	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1
②고형폐기물의 생물학적 처리	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1
③폐기물의 소각	1	1	1	1	2	3	-	-	-	1	2	3
④하수처리	1	1	1	1	1	1	-	-	-	2	2	2
⑤폐수처리	1	1	1	1	1	1				1	1	1

⑤ 탈루 배출

배출활동	산정방법론			생산량/가스량			순발열량			배출계수		
시설규모	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1. 석탄 채굴 및 처리활동	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
2. 석유 산업	1	2	3	1	2	3	-	-	-	1	2	3
3. 천연가스 산업	1	2	3	1	2	3	-	-	-	2	2	3

6 외부 전기 및 열(스팀) 사용에 따른 온실가스 간접배출

배출활동	산정방법론			외부에너지 사용량			순발열량			간접 배출계수		
시설규모	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1. 외부 전기사용	1	1	1	2	2	2	-	-	-	2	2	2
2. 외부 열·증기사용	1	1	1	2	2	2	-	-	-	3	3	3

7 이산화탄소 포집 및 이동에 따른 이산화탄소 이동량

배출활동	산정방법론			이산화탄소 이동량			순발열량			배출계수		
시설규모	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1. 이산화탄소 포집 및 이동	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-

5. 최소 산정등급 적용 기준 변경 시

가동률, 생산량, 매개변수, 산정방법론, 설비의 변경 등으로 인하여 배출시설의 배출량 규모가 변경된 경우에도 산정등급 최소 적용 기준이 충족되어야 한다. 단, 변경에 대한 내용은 배출량 산정 계획에 포함하여야 한다.

[별표 6]

배출활동별 온실가스 배출량 등의 세부산정방법 및 기준

(제11조 관련)

사업장별 배출량은 정수로 보고한다. 배출활동별 배출량 세부산정 중 활동자료의 보고값은 소수점 넷째자리에서 반올림하여 셋째자리까지로 하며, 각 배출활동별 배출량 산정방법론의 단위를 따른다. 또한 활동자료를 제외한 매개변수의 수치맞춤은 센터에서 공표하는 바에 따른다.(단 Tier 4에 해당하는 연속측정에 의한 배출량 산정에서의 수치맞춤은 별표 15에 따른다).

사업장 고유 배출계수 개발 시, 활동자료 측정주기와 동 활동자료에 대한 조성분석주기를 기준으로 가중평균을 적용한다.

이 지침에서 석유제품의 기체연료에 대해 특별한 언급이 없으면 모든 조건은 0℃ 1기압 상태의 체적과 관련된 활동자료이고 액체연료는 15℃를 기준으로 한 체적을 적용한다. 연료의 비중 및 밀도의 자료는 공급업체 및 사업자가 자체적으로 개발한 값이 없다면 산업통상자원부 고시「석유제품의 품질기준과 검사방법 및 검사수수료에 관한 고시」 및 한국석유공사에서 발표된 자료를 인용하고 고시자료를 우선으로 인용한다.

별표6에서 세부적인 온실가스 흡수량 등의 산정방법이 제시되지 않은 많은 배출활동은 할당대상업체가 자체적으로 산정방법을 개발하여 온실가스 배출량을 산정하여야 한다.

1. 고정연소 (고체연료)	IPCC 분류체계
	1A

1. 배출활동 개요

고체연료 연소란 특정 시설에 열을 제공하고 이를 열 혹은 기계적인 일(mechanical work)로 공정에 제공하거나 장치로부터 멀리 떨어져 이용하기 위해 설계된 장치 내에서 무연탄, 유연탄, 갈탄, 코크스와 같은 고체 화석연료의 의도적인 연소로부터 발생되는 온실가스 배출을 말한다. 동 활동에서는 CO₂와 CH₄, N₂O가 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

고체연료 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 화력발전시설

석탄, 유류 등을 연소시켜 발생된 열로 물을 끓이고 이때 발생된 증기를 압축시켜 터빈을 돌려 전기를 생산하는 시설을 말한다. 터빈이라 함은 유체를 움직이는 터빈 날개에 부딪히게 하여 그 운동에너지를 회전운동으로 바꾸어 동력을 얻게 하는 회전식원동기를 말한다. 수력터빈, 증기터빈, 가스터빈 등이 있다.

② 열병합 발전시설

발전을 통하여 전력과 함께 고압 스팀 및 온수를 이용할 수 있도록 만든 시설로 발전과 보일러의 기능을 동시에 갖고 있다. 화력발전소에서 화석에너지를 태워서 물을 끓이고 이 열로 증기 터빈을 구동해 전기를 생산하고 동시에 증기와 온수를 이용할 수 있도록 설계된 시설이다.

③ 발전용 내연기관

발전용 내연기관은 기체연료 또는 액체연료를 폭발적으로 연소시켜 얻어지는 고온 고압의 가스를 직접 이용하여 전력을 생산하는 방식이며,

내연기관 발전과 가스터빈(복합화력발전 포함) 발전으로 구분한다.

④ 일반보일러 시설

연료의 연소열을 물에 전달하여 증기를 발생시키는 시설을 말한다. 크게 나누어 물 및 증기를 넣는 철제용기(보일러 본체)와 연료의 연소장치 및 연소실(화로)로 이루어져 있다. 보일러는 본체의 구조형식에 따라 원통형보일러, 수관보일러, 주철형보일러로 나눌 수 있다.

⑤ 공정연소시설

공정연소시설이란 상기 제시된 화력발전시설, 열병합 발전시설, 내연기관 및 일반 보일러를 제외하고, 제품 등의 생산공정에 사용되는 특정시설에 열을 제공하거나 장치로부터 멀리 떨어져 이용하기 위해 연료를 의도적으로 연소시키는 시설을 말한다. 공정연소시설의 세부 종류는 다음과 같다.

㉠ 건조시설

전기나 연료, 기타 열풍 등을 이용하여 제품을 말리는 시설을 말한다. 일반적으로 습윤 상태에 있는 물질은 수송이나 저장이 불편하고, 제품의 응집이나 고형화가 쉽게 일어날 수 있다. 이러한 상태를 예방하고 제품이 요구하는 수준의 수분을 함유하기 위해 건조작업이 수행된다.

㉡ 가열시설 (열매체 가열을 포함한다)

가열시설이란 어떤 방법으로 물체의 온도를 상승시키는데 사용되는 시설을 말한다. 보일러도 일종의 가열시설로 볼 수 있으나, 일반적으로 석유화학 및 유기화학공업 등의 각종 공정에 쓰이는 관식가열로(Tubular Heater)등을 말한다. 이는 Pipe Still Heater라고도 불리우며, 피가열 물체가 기체 또는 액체 등의 유체에 한정되며 거의 대부분 연속운전을 한다. 열원으로 가스 또는 액체연료를 사용하며, 가열방법이 모두 직화 방식인 특징이 있다.

㉔ 용융·용해시설

고체상태의 물질을 가열하여 액체상태로 만드는 시설을 용융시설이라 하며, 기체, 액체, 또는 고체물질을 다른 기체, 액체 또는 고체물질과 혼합시켜, 균일한 상태의 혼합물 즉, 용체를 만드는 시설을 용해시설이라 한다. 이때 용체라 함은 균일한 상을 만들고 있는 혼합물로서 액체상태인 경우에는 용액, 고체상태인 경우에는 고용체, 기체상태 일때는 혼합기체라 한다.

㉕ 소둔로

열처리시설의 일종이다. 강재의 기계적 성질 또는 물질적 성질을 변화시켜서 강재의 결정조직을 조정하여 내부응력을 제거하거나 가스를 제거할 목적으로 가열냉각 등의 조작을 하는 로를 말하여 보통 내부 응력의 제거와 연화를 목적으로 사용한다.

㉖ 기타로

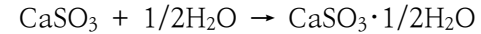
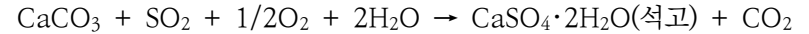
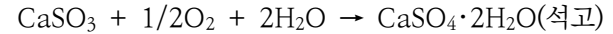
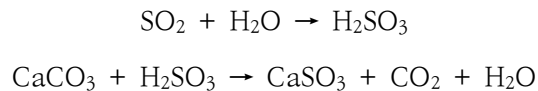
상기 공정 연소시설에 제시되지 않는 기타 연소시설을 말한다.

⑥ 대기오염물질 방지시설

㉑ 배연탈황시설

배연탈황기술로서 현재 화석연료 연소공정에서 가장 널리 사용되고 있는 처리방식은 석회를 함유한 액체에 황산화물을 함유한 가스를 통과시켜 제거하는 습식탈황시설로 기술적인 완성도 및 신뢰성 면에서 가장 우수하다고 알려져 있다.

대표적인 배연탈황시설의 반응은 다음과 같다.



배연탈황시설의 온실가스 배출활동은 '탄산염(주로 석회석)의 기타공정 사용'에서 보고되어야 하며, 벤치마크 계수 또한 해당 배출활동에서 개발되어 관리되어야 한다.

㉒ 배연탈질시설

질소산화물의 저감 수단으로는 연료 중 질소성분을 탈질하는 방법, 연소단계에서 질소산화물이 적게 생기도록 하는 공정 개선 방법 및 배연탈질법이 있다. 배연탈질기술 중 현재 건식법이 상용화되어 있으며 선택적 촉매환원법(SCR, Selective Catalytic Reduction)과 선택적 비촉매환원법(SNCR, Selective Non-Catalytic Reduction)으로 구분할 수 있다. 이중 선택적 촉매환원법(SCR)은 오염물질 처리단계에서 추가적인 에너지 사용(연료연소활동) 및 온실가스 배출이 발생한다.

㉓ 고형연료제품 사용시설

고형연료제품 품질·등급기준에 맞춰 일정 비율 이하의 수분을 함유한 고체상의 연료(일반 고형연료제품(SRF), 바이오 고형연료제품(BIO-SRF))를 연소하여 에너지를 생산하는 시설을 말한다. 고형연료제품 사용시설에는 시멘트소성로, 화력발전시설, 열병합 발전시설, 보일러시설 등이 있다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정방법론

고체연료는 연료종류 및 생산지에 따라 탄소함량, 회분함량, 수분 및 휘발분 함량 등 각각에 대해 불균질성이 있고, 특히 유연탄 등 석탄류와 같이 수분 및 휘발분을 다량 함유한 연료의 경우 채탄 후 연소 전까지 보관기간에 따라 이들 성분이 대기 중으로 휘발되어 함량 변화가 심하기 때문에 연료의 분석이 온실가스 배출량 산정에 매우 중요하다. 또한 산화계수는 CO₂ 산화율에 대한 매개변수로서 CO₂ 배출계수와 동일한 산정등급을 사용하여야 한다.

① Tier 1~3

$$E_{i,j} = Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times f_i \times 10^{-6}$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_i : 연료(i)의 사용량(측정값, ton-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ/kg-연료)

$EF_{i,j}$: 연료(i)에 따른 온실가스(j)의 배출계수(kgGHG/TJ-연료)

f_i : 연료(i)의 산화계수(CH₄, N₂O는 미적용)

② Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료 (연료사용량, Q_i)

Tier 1

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 2

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 3

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 열량계수 (순 발열량, EC_i)

Tier 1

별표 11에 따른 IPCC 가이드라인 기본 발열량 값을 사용한다.

Tier 2

별표 12에 따른 국가 고유 발열량 값을 사용한다. 단, 온실가스종합정보 센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 발열량 값을 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

③ 배출계수($EF_{i,j}$)

Tier 1

별표 10에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 고유 배출계수를 사용한다.

배출계수는 다음 식에 따라 개발하여 사용한다.

$$EF_{i,CO_2} = EF_{i,C} \times 3.664 \times 10^3$$

$$EF_{i,C} = C_{ar,i} \times \frac{1}{EC_i} \times 10^3$$

EF_{i,CO_2} : 연료(i)에 대한 CO₂ 배출계수(kgCO₂/TJ-연료)

$EF_{i,C}$: 연료(i)에 대한 탄소 배출계수(kgC/GJ-연료)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

$C_{ar,i}$: 연료(i) 중 탄소의 질량 분율(인수식, 0에서 1사이의 소수)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ/kg-연료)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

④ 산화계수 (f_i)

Tier 1

산화계수(f_i)는 기본값인 1.0을 적용한다.

Tier 2

발전 부문은 산화계수(f_i) 0.99를 적용하고, 기타부문은 0.98을 적용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 고유 산화계수를 사용한다.

산화계수(f_i)를 자체 개발할 시에는 다음 식에 따른다.

$$f_i = 1 - \frac{C_{a,i} \times A_{ar,i}}{(1 - C_{a,i}) \times C_{ar,i}}$$

$C_{a,i}$: 재(灰) 중 탄소의 질량 분율(비산재와 바닥재의 가중 평균, 측정값, 0에서 1사이의 소수)

$A_{ar,i}$: 연료 중 재(灰)의 질량 분율(인수식, 측정 값, 0에서 1사이의 소수)

$C_{ar,i}$: 연료 중 탄소의 질량 분율(인수식, 계산 값, 0에서 1사이의 소수)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

2. 고정연소 (기체연료)	IPCC 분류체계
	1A

1. 배출활동 개요

특정 시설에 열을 제공하고 이를 열 혹은 기계적인 일(mechanical work)로 공정에 제공하거나 장치로부터 멀리 떨어져 이용하기 위해 설계된 장치 내에서 LNG, LPG, 프로판, 부탄 및 기타 부생가스 등 기체연료의 의도적인 연소로부터 발생하는 온실가스 배출을 말한다. 동 활동에서는 CO₂와 CH₄, N₂O가 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

기체연료 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

- ① 화력발전시설
- ② 열병합 발전시설
- ③ 발전용 내연기관
- ④ 일반보일러 시설
 - ㉠ 원통형 보일러, ㉡ 수관식 보일러, ㉢ 주철형 보일러
- ⑤ 공정연소시설
 - ㉠ 건조시설, ㉡ 가열시설, ㉢ 나프타 분해시설(NCC), ㉣ 용융·용해시설용융·용해시설, 소둔로, ㉤ 기타로
- ⑥ 대기오염물질 방지시설
 - ㉠ 배연탈황시설, ㉡ 배연탈질시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정방법론

기체연료는 연료 중에 포함된 성분의 종류, 성분별 함량, 밀도 및 표준온도로의 환산 값 등이 온실가스 배출량 산정에 영향을 미칠 수 있으므로 이들 항목에 대한 조사가 필요하다. 또한 산화계수는 CO₂ 산화율에 대한 매개변수로서 CO₂ 배출계수와 동일한 산정등급을 사용하여야 한다.

① Tier 1~3

$$E_{i,j} = Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times f_i \times 10^{-6}$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_i : 연료(i)의 사용량(측정값, 천m³-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ/m³-연료)

$EF_{i,j}$: 연료(i)에 따른 온실가스(j)의 배출계수(kgGHG/TJ-연료)

f_i : 연료(i)의 산화계수(CH₄, N₂O는 미적용)

② Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료 (연료사용량, Q_i)

Tier 1

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 2

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 3

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 적용한다.

② 열량계수 (순 발열량, EC)

Tier 1

별표 11에 따른 IPCC 가이드라인 기본 발열량 값을 사용한다.

Tier 2

별표 12에 따른 국가 고유 발열량 값을 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체적으로 개발하거나, 연료공급자가 분석하여 제공한 발열량 값을 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

③ 배출계수(EF)

Tier 1

별표 10의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 고유 배출계수를 사용한다. 배출계수는 다음 식에 따라 개발하여 사용한다.

$$EF_{i,CO_2} = \frac{EF_{i,t}}{EC_i} \times D_i \times 10^3$$

$$EF_{i,t} = \sum_y \left[\left(\frac{MW_y}{MW_{y,total}} \right) \times \left(\frac{44.010}{mw_y} \times N_y \right) \right]$$

EF_{i,CO_2} : 연료(i)의 CO_2 배출계수($kgCO_2/TJ$ -연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ/m^3 -연료)

$EF_{i,t}$: 연료(i)의 CO_2 환산계수($kgCO_2/kg$ -연료)

D_i : 연료(i)의 밀도(g -연료/ m^3 -연료, 공급자가 제공한 값을 우선 적용)

MW_y : 연료(i) 1몰에 포함된 가스성분(y)별 질량(g/mol)

mw_y : 연료(i)의 가스성분(y)의 물질량(g/mol)

N_y : 연료(i)의 가스성분(y)의 탄소 원자수(개)

$$MW_{y,total} : \sum_y MW_y$$

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

④ 산화계수(f_i)

Tier 1

산화계수(f_i)는 기본값인 1.0을 적용한다.

Tier 2

산화계수(f_i)는 0.995를 적용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

산화계수(f_i)는 0.995를 적용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

3. 고정연소 (액체연료)

IPCC 분류체계

1A

1. 배출활동 개요

특정 시설에 열을 제공하고 이를 열 혹은 기계적인 일(mechanical work)로 공정에 제공하거나 장치로부터 멀리 떨어져 이용하기 위해 설계된 장치 내에서 원유, 휘발유, 등유, 경유, B-A/B/C와 같은 액체 화석연료의 의도적인 연소로부터 발생하는 온실가스 배출을 말한다. 동 활동에서는 CO₂와 CH₄, N₂O가 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

액체연료 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 화력발전시설

② 열병합 발전시설

③ 발전용 내연기관

④ 일반보일러 시설

㉠ 원통형 보일러, ㉡ 수관식 보일러, ㉢ 주철형 보일러

⑤ 공정연소시설

㉠ 건조시설, ㉡ 가열시설, ㉢ 나프타 분해시설(NCC), ㉣ 용융·용해시설,
㉤ 소둔로, ㉥ 기타로

⑥ 대기오염물질 방지시설

㉠ 배연탈황시설, ㉡ 배연탈질시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정방법론

산화계수는 CO₂ 산화율에 대한 매개변수로써 CO₂ 배출계수와 동일한 산정등급을 사용하여야 한다.

① Tier 1~3

$$E_{i,j} = Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times f_i \times 10^{-6}$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_i : 연료(i)의 사용량(측정값, KL-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ/L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료(i)에 따른 온실가스(j)의 배출계수(kgGHG/TJ-연료)

f_i : 연료(i)의 산화계수(CH₄, N₂O는 미적용)

② Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료 (연료사용량, Q)

Tier 1

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 연료사용량 자료를 활용한다.

Tier 2

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 연료사용량 자료를 활용한다.

Tier 3

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 연료사용량 자료를 활용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 열량계수 (순 발열량, EC)

Tier 1

별표 11에 따른 IPCC 가이드라인 기본 발열량 값을 사용한다.

Tier 2

별표 12에 따른 국가 고유 발열량 값을 사용한다. 단, 온실가스종합정보 센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 발열량 값을 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

③ 배출계수(EF)

Tier 1

별표 10에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 고유 배출계수를 사용한다.

배출계수는 다음 식에 따라 개발하여 사용한다.

$$EF_{i,CO_2} = C_i \times \frac{D_i}{EC_i} \times 10^3 \times 3.664$$

EF_{i,CO_2} : 연료(i)의 CO₂ 배출계수(kgCO₂/TJ-연료)

C_i : 연료(i)중 탄소의 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

D_i : 연료(i)의 밀도(g-연료/L-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ/L-연료)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

④ 산화계수(f)

Tier 1

산화계수(f)는 기본값으로 1.0을 적용한다.

Tier 2

산화계수(f)는 0.99를 적용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

산화계수(f)는 0.99를 적용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

4. 이동연소 (항공)	IPCC 카테고리
	1A3a

1. 배출활동 개요

항공기 내연기관에서 제트연료(Jet Kerosene)나 항공 휘발유(Aviation Gasoline) 등의 연소에 의해 온실가스가 발생하는 배출활동으로, 항공기 엔진의 연소가스는 대략 CO₂ 70%, H₂O 30% 이하, 기타 대기오염물질 1% 미만으로 구성되어 있다. 최신 기술이 적용된 항공기에서는 CH₄와 N₂O는 거의 배출되지 않는다.

항공기 운항으로 인한 온실가스 배출량은 항공기의 운항 횟수, 운전 조건, 엔진 효율, 비행 거리, 비행단계별 운항시간, 연료 종류 및 배출 고도 등에 따라 달라진다. 항공기 운항은 이착륙단계(LTO, Landing /Take-off)와 순항단계(Cruise)로 구분된다.

2. 보고 대상 배출시설

항공 부문의 보고대상 배출시설은 아래와 같다. 다만 여기에서 국제선 운항(국제병커링)에 따른 온실가스 배출량 등은 산정·보고에서 제외한다.

① 국내 항공

이·착륙을 같은 나라에서 하는 민간 국내 여객 및 화물항공기(상업수송기, 개인비행기, 농업용 비행기 등)로부터의 배출이 포함된다.

② 기타 항공

동일 부문의 보고대상에서 지정되지 않은 모든 항공 이동원의 연소 배출이 포함된다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 2	Tier 1, 2	Tier 1, 2

4. 배출량 산정방법론

① Tier 1

항공 휘발유를 사용하는 소형 비행기에 주로 적용되며 제트 연료 사용 항공기의 운항자료가 이용가능하지 않을 경우 사용한다. 연료사용량을 활동자료로 하고 연료사용량은 국내 항공과 국제 항공으로 구분한다.

$$E_{i,j} = Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times 10^{-6}$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_i : 지상에서 사용되는 연료사용량을 포함한 연료(i)의 사용량(측정값, KL-연료). 다만, 지상에서 사용되는 연료사용량 파악이 어려운 경우에는 다음과 같이 적용한다.

$$Q_i = Q \times (AF + 1)$$

Q : 지상부분 연료사용량이 제외된 연료사용량

AF : 연료사용량 보정계수

(“항공사업법 제 44조”에 따라 항공기취급업을 등록한 제열회사로부터 항공기 지상조업 지원받는 경우 0.0164, 그렇지 아니한 경우 0.0215)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ/L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료(i)에 따른 온실가스(j)의 배출계수(kgGHG/TJ-연료)

② Tier 2

제트연료를 사용하는 항공기에 적용되며, 이착륙과정(LTO 모드)와 순항과정 (Cruise 모드)을 구분하여 산정한다. 배출량 산정 과정은 「총 연료소비량 산정 → 이착륙과정 연료소비량 산정 → 순항과정의 연료소비량 산정 → 이착륙과 순항과정에서의 온실가스 배출량 산정」 순으로 진행한다.

$$E_{i,j} = E_{i,j,LTO} + E_{i,j,cruise}$$

$$E_{i,j,cruise} = [(Q_i \times D_i) - Q_{i,LTO}] \times EF_{i,j} \times 10^{-6}$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

$E_{i,j,LTO}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 LTO 배출량(tGHG)
(= LTO 횟수 × LTO 배출계수)

$E_{i,j,cruise}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 순항과정 배출량(tGHG)

Q_i : 지상에서 사용되는 연료사용량을 포함한 연료(j)의 사용량(측정값, KL-연료). 다만, 지상에서 사용되는 연료사용량 파악이 어려울 경우에는 다음과 같이 적용한다.

$$Q_i = Q \times (AF + 1)$$

Q : 지상부분 연료사용량이 제외된 연료사용량

AF : 연료사용량 보정계수

(“항공사업법 제 44조”에 따라 항공기취급업을 등록한 계열회사로 부터 항공기 지원받는 경우 0.0164, 그렇지 아니한 경우 0.0215)

$Q_{i,LTO}$: 연료(i)의 LTO 사용량(kg연료)

(= LTO 횟수 × (연료소비량/LTO), kg-연료)

D_i : 연료(i)의 밀도(g-연료/L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료(i)에 따른 온실가스(j)의 배출계수(kgGHG/ton-연료)

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료 (Q_i , $Q_{i,LTO}$ 등)

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 연료사용량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 연료사용량, 이착륙 횟수 자료 등을 사용한다.

② 배출계수 (EF_i , LTO 배출계수 등)

Tier 1

아래 <표-1>의 연료별, 온실가스별 기본 배출계수를 사용한다.

<표-1> 연료별, 온실가스별 기본 배출계수

연료	기본 배출계수(kg/TJ)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
항공용 가솔린(Aviation Gasoline)	70,000	-	-
제트용 등유(Jet Kerosene)	71,500	-	-
모든 연료	-	0.5	2

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<표-2> 항공 순항모드 배출계수(국내선 운항)

구 분	배출계수 (kg/t-fuel)						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
순항모드 (Cruise)	3,150	0	0.1	11	7	0.7	1.0

* 비교 : 배출량 산정방법(Tier2)에 적용가능한 기본배출계수

〈표-3〉 항공 기종별 이착륙(LTO) 당 배출계수

항공기		LTO 배출계수(kg/LTO)			LTO 연료소비 (kg/LTO)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
대형 상업 항공기	A300	5,450	0.12	0.2	1,720
	A310	4,760	0.63	0.2	1,510
	A319	2,310	0.06	0.1	730
	A320	2,440	0.06	0.1	770
	A321	3,020	0.14	0.1	960
	A330-200/300	7,050	0.13	0.2	2,230
	A340-200	5,890	0.42	0.2	1,860
	A340-300	6,380	0.39	0.2	2,020
	A340-500/600	10,600	0.01	0.3	3,370
	707	5,890	9.75	0.2	1,860
	717	2,140	0.01	0.1	680
	727-100	3,970	0.69	0.1	1,260
	727-200	4,610	0.81	0.1	1,460
	737-100/200	2,740	0.45	0.1	870
	737- 300/400/500	2,480	0.08	0.1	780
	737-600	2,280	0.10	0.1	720
	737-700	2,460	0.09	0.1	780
	737-800/900	2,780	0.07	0.1	880
	747-100	10,140	4.84	0.3	3,210
	747-200	11,370	1.82	0.4	3,600
	747-300	11,080	0.27	0.4	3,510
	747-400	10,240	0.22	0.3	3,240

항공기		LTO 배출계수(kg/LTO)			LTO 연료소비 (kg/LTO)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
	757-200	4,320	0.02	0.1	1,370
	757-300	4,630	0.01	0.1	1,460
	767-200	4,620	0.33	0.1	1,460
	767-300	5,610	0.12	0.2	1,780
	767-400	5,520	0.10	0.2	1,750
	777-200/300	8,100	0.07	0.3	2,560
	DC-10	7,290	0.24	0.2	2,310
	DC8-50/60/70	5,360	0.15	0.2	1,700
	DC-9	2,650	0.46	0.1	840
	L-1011	7,300	7.40	0.2	2,310
	MD-11	7,290	0.24	0.2	2,310
	MD-80	3,180	0.19	0.1	1,010
	MD-90	2,760	0.01	0.1	870
	TU-134	2,930	1.80	0.1	930
	TU-154-M	5,960	1.32	0.2	1,890
	TU-154-B	7,030	11.90	0.2	2,230
단거리 제트기	RJ-RJ85	1,910	0.13	0.1	600
	BAE 146	1,800	0.14	0.1	570
	CRJ-100ER	1,060	0.06	0.03	330
	ERJ-145	990	0.06	0.03	310
	Fokker 100/70/28	2,390	0.14	0.1	760
	BAC111	2,520	0.15	0.1	800
	Dornier 328 Jet	870	0.06	0.03	280

항공기		LTO 배출계수(kg/LTO)			LTO 연료소비 (kg/LTO)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
	Gulfstream IV	2,160	0.14	0.1	680
	Gulfstream V	1,890	0.03	0.1	600
	YAK-42M	2,880	0.25	0.1	910
제트기	Cessna 525/560	1,070	0.33	0.03	340
터보 프로펠 러기	Beech King Air	230	0.06	0.01	70
	DHC8-100	640	0.00	0.02	200
	ATR72-500	620	0.03	0.02	200

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

** 비고 : 배출량 산정방법(Tier2)에 적용가능한 기본배출계수

Tier 2

기종별 이착륙(LTO) 당 배출계수는 위 <표-3>의 항공 기종별 이착륙(LTO) 당 배출계수의 값을 사용하며, 여기에 명시되지 않은 기종에 대한 계수는 자료출처(2006 IPCC 국가 온실가스 인벤토리 가이드라인)를 참조한다.

순항모드의 배출계수는 국가별 고유 계수를 개발하여 사용하며, 국가별 고유계수가 없을 경우 위 <표-2>의 항공 순항모드 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

5. 이동연소 (도로)

IPCC 카테고리

1A3b

1. 배출활동 개요

도로차량의 연료 사용으로부터 발생하는 모든 연소 배출을 포함한다. 자동차는 내연기관에서의 화석연료 연소에 의해 CO₂, CH₄, N₂O 등 온실가스가 배출된다.

건설기계, 농기계 등 비도로 차량에 의한 온실가스 배출 또한 별도의 구분 없이 이 장에서 정하는 방법에 의해 배출량을 산정한다.

2. 보고 대상 배출시설

도로 부문의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

종류	경형	소형	중형	대형
승용 자동차	배기량이 1000cc미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	배기량이 1,600cc미만인 것으로서 길이 4.7미터·너비 1.7미터·높이 2.0미터 이하인 것	배기량이 1,600cc이상 2,000cc미만이거나 길이·너비·높이 중 어느 하나라도 소형을 초과하는 것	배기량이 2,000cc이상이거나, 길이·너비·높이 모두 소형을 초과 하는 것
승합 자동차	배기량이 1000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	승차정원이 15인 이하인 것으로서 길이 4.7미터·너비 1.7미터·높이 2.0미터 이하인 것	승차정원이 16인 이상 35인 이하이거나, 길이·너비·높이 중 어느 하나라도 소형을 초과하여 길이가 9미터 미만인 것	승차정원이 36인 이상이거나, 길이·너비·높이 모두가 소형을 초과하여 길이가 9미터 이상인 것

종류	경형	소형	중형	대형
화물 자동차	배기량이 1000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	최대적재량이 1톤 이하인 것으로서, 총중량이 3.5톤 이하인 것	최대적재량이 1톤 초과 5톤 미만이거나, 총중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	최대적재량이 5톤 이상이거나, 총중량이 10톤 이상인 것
특수 자동차	배기량이 1,000cc미만으로서 길이 3.6미터·너비1.6미 터·높이 2.0미터 이하인 것	총중량이 3.5톤 이하인 것	총중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	총중량이 10톤 이상인 것
이륜 자동차		배기량이 100cc이하(정격출 력 1킬로와트 이하)인 것으로서, 최대적재량(기타 형에 한한다)이 60킬로그램 이하인 것	배기량이 100cc초과 260cc이하(정격 출력 1킬로와트 초과 1.5킬로와트 이하)인 것으로서, 최대적재량이 60킬로그램 초과 100킬로그램 이하인 것	배기량이 260cc(정격출력 1.5킬로와트)를 초과하는 것
비도로 및 기타 자동차	건설기계, 농기계 등 비도로 차량 및 위에서 규정되지 않은 기타 차량			

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 2	Tier 1, 2, 3	Tier 1, 2, 3

4. 배출량 산정방법론

① Tier 1

$$E_{i,j} = Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times 10^{-6}$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_i : 연료(i)의 사용량(KL-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(순발열량, MJ/L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료(i)에 따른 온실가스(j)의 배출계수(kgGHG/TJ-연료)

i : 연료 종류

② Tier 2

Tier 2 산정방법은 연료 종류별, 차종별, 제어기술별 연료사용량을 활동 자료로 하고, 국가 고유 계수를 적용하여 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{i,j} = Q_{i,k,l} \times EC_i \times EF_{i,j,k,l} \times 10^{-6}$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

$Q_{i,k,l}$: 차종(k), 제어기술(l)에 따른 연료(i)의 사용량(KL-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(순발열량, MJ/L-연료)

$EF_{i,j,k,l}$: 연료(i), 차종(k), 제어기술(l)에 따른 온실가스(j)의 배출계수 (kgGHG/TJ-연료)

i : 연료 종류

k : 차량 종류

l : 제어기술 종류

③ Tier 3

Tier 3 산정방법은 차량의 주행거리를 활동자료로 하고, 차종별, 연료별, 배출제어 기술별 고유 배출계수를 개발·적용하여 산정하는 방법이다. 다만 이 산정법은 CH₄, N₂O에 대해서 유효하다.

$$E_{CH_4/N_2O} = Distance_{i,k,l,m} \times EF_{i,j,k,l,m} \times 10^{-6}$$

E_{CH_4/N_2O} : CH₄ 또는 N₂O 배출량(tGHG)

$Distance_{i,k,l,m}$: 주행거리(km)

$EF_{i,j,k,l,m}$: 배출계수(g/km)

i : 연료 종류(예, 휘발유, 경유, LPG 등)

j : 온실가스 종류(CH₄, N₂O)

k : 차량 종류

l : 제어기술 종류(또는 차량 제작 연도)

m : 운전조건(이동시 평균 차속)

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료

Tier 1

도로 또는 비도로 차량 운행을 위해 사용된 연료 종류별 사용량을 활동자료로 하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±7.5% 이내의

연료사용량을 활용한다.

Tier 2

도로 또는 비도로 차량 운행을 위해 사용된 연료 종류별 사용량을 활동자료로 하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±5.0% 이내의 연료사용량을 활용한다.

Tier 3

차량의 종류, 사용 연료, 배출제어기술 등에 따른 각각의 운행거리(주행거리)를 활동자료로 하고 측정불확도 ±2.5% 이내의 활동자료를 활용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-4>에 제시된 연료별, 온실가스별 기본 배출계수를 사용한다.

<표-4> 연료별, 온실가스별 기본 배출계수

연료 종류	기본 배출계수 (kg/TJ)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
휘발유	69,300	25	8.0
경유	74,100	3.9	3.9
LPG	63,100	62	0.2
등유	71,900	-	-
윤활유	73,300	-	-
CNG	56,100	92	3
LNG	56,100	92	3

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 연료별, 온실가스별 국가 고유 배출계수를 사용한다.
단, 센터에서 별도의 계수를 공표할 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

아래 <표-5> 및 <표-6>에 제시된 국내 차종별 CH₄, N₂O의 배출계수를 사용한다.

<표-5> 자동차의 CH₄ 배출계수 산출식

차 종	연 료	연식구분	배출계수 산출식
승 용	휘발유	2000년 이전	$y = 0.3561x^{-0.7619 \ 3)}$
		2000년~2002.6년	$y = 0.2625x^{-0.817 \ 3)}$
		2002.7년~2005년	$y = 0.0859x^{-0.7655 \ 3)}$
		2006년~2008년	$y = 0.0351x^{-0.7754 \ 4)}$
		2009년~	$y = 0.0432x^{-1.0208}$
	LPG	2002.6년 이전	$y = 0.2324x^{-0.704 \ 3)}$
		2002.7년~2005년	$y = 0.1282x^{-0.7798 \ 3)}$
		2006년~2008년	$y = 0.0913x^{-0.956 \ 3)}$
		2009년~	$y = 0.1066x^{-1.0906}$
	경유	2006년~2008년	$y = 0.052x^{-0.8767 \ 4)}$
		2009년~	$y = 0.0277x^{-0.9094}$
택 시	LPG	2002.6년 이전	$y = 0.6813x^{-0.8049 \ 2)}$
		2002.7년~2005년	$y = 0.3267x^{-0.7956 \ 2)}$
RV	소형	경유	$y = 0.0512x^{-0.8062 \ 6)}$
		LPG	$y = 0.1509x^{-1.2521 \ 6)}$
	중형	경유	$y = 0.0534x^{-1.0371 \ 6)}$
		LPG	$y = 0.2307x^{-1.3878 \ 6)}$

차 종	연 료	연식구분	배출계수 산출식
승 합	경형	LPG	2006년~2008년 $y = 0.0305x^{-0.5298 \ 4)}$
	소형	경유	2000년~2002.6년 $y = 0.0650x^{-0.8969 \ 5)}$
			2002.7년~2005년 $y = 0.1004x^{-1.0693 \ 5)}$
			2006년~2008년 $y = 0.1581x^{-1.273 \ 6)}$
		2009년~	$y = 0.0182x^{-0.708}$
	LPG	2000년~2002.6년	$y = 0.6372x^{-0.8366 \ 5)}$
		2002.7년~2005년	$y = 0.1794x^{-0.9135 \ 5)}$
	중형	경유	2002.7년~2005년 $y = 14.669x^{-1.9562 \ 3)}$
			2009년~ $y = 0.0432x^{-0.7}$
	전세 버스	경유	2000년 이전 $y = 0.173x^{-0.734 \ 3)}$
			2000년~2002.6년 $y = 2.9097x^{-1.3937 \ 3)}$
			2002.7년~2005년 $y = 1.34x^{-1.748 \ 3)}$
			2009년~ $y = 0.0327x^{-0.538}$
	시내 버스	경유	2002.7년 이전 $y = 0.173x^{-0.734 \ 3)}$
			2002.7년~2005년 $y = 0.1744x^{-1.0596 \ 4)}$
			2009년~ $y = 0.0272x^{-0.481}$
		CNG	2005년 이전 $y = 46.139x^{-0.6851 \ 4)}$
			2006년~2008년 $y = 117.64x^{-1.0596 \ 4)}$
			2009년~ $y = 75.307x^{-0.877}$
화 물	소형	전차	load 0% 2000년~2002.6년 $y = 0.0185x^{-0.3837 \ 5)}$
			2002.7년~2005년 $y = 0.0328x^{-0.5697 \ 5)}$
			2009년~ $y = 0.1915x^{-1.112}$
			load 50% 2009년~ $y = 0.1186x^{-1.105}$
			load 100% 2009년~ $y = 0.0633x^{-0.873}$

차 종		연 료		연식구분	배출계수 산출식
	중형	경유	load 0%	2009년 이전	$y = 0.4064x^{-0.6487 \quad 1)}$
				2009년~	$y = 0.0111x^{-0.417}$
			load 50%	2009년~	$y = 0.0114x^{-0.431}$
			load 100%	2009년~	$y = 0.0128x^{-0.444}$
	대형	경유		-	$y = 0.402x^{-0.6197 \quad 1)}$
	대형 후 처리	경유	load 0%	2009년~	$y = 0.0251x^{-0.477}$
			load 50%	2009년~	$y = 0.0272x^{-0.505}$
			load 100%	2009년~	$y = 0.0322x^{-0.519}$
	대형 미후 처리	경유	load 0%	2009년~	$y = 0.0324x^{-0.524}$
			load 50%	2009년~	$y = 0.0249x^{-0.477}$
			load 100%	2009년~	$y = 0.024x^{-0.467}$

* 출처 1) 자동차 온실가스 배출량 조사, 2001

2) 수송부문 온실가스 배출계수 산정 연구, 2006

3) 수송부문 온실가스 국가배출통계 구축 연구, 2007

4) 수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(I) - 자동차 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발, 2008

5) 차세대 보고서, 2008

6) 수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(II) - 자동차 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발, 2009

* (주1) 배출계수 산출식의 Y =배출량(g/km), X =차속(km/h)

* (주2) 배출계수가 제시되지 않은 차종에 대해서는 차종 및 연식 등을 고려하여 유사 항목의 값을 활용한다.

〈표-6〉 자동차의 N₂O 배출계수 산출식

차종		연료	연식구분	배출계수 산출식
승 용	휘발유		2000년 이전	$y = 0.6459x^{-0.741 \quad 3)}$
			2000년~2002.6년	$y = 0.9191x^{-0.9485 \quad 3)}$
			2002.7년~2005년	$y = 0.1262x^{-0.8382 \quad 3)}$
			2006년~2008년	$y = 0.0307x^{-0.8718 \quad 4)}$
			2009년~	$y = 0.2405x^{-1.3945}$
	LPG		2002.6년 이전	$y = 2.0024x^{-1.2053 \quad 3)}$
			2002.7년~2005년	$y = 0.191x^{-0.9666 \quad 3)}$
			2006년~2008년	$y = 0.1162x^{-1.1582 \quad 3)}$
			2009년~	$y = 0.0210x^{-0.9761}$
	경유		2006년~2008년	$y = 0.1479x^{-0.9224 \quad 4)}$
		2009년~	$y = 0.1172x^{-0.8684}$	
택 시		LPG	2002.6년 이전	$y = 0.4397x^{-0.7735 \quad 2)}$
			2002.7년~2005년	$y = 0.6240x^{-1.0010 \quad 2)}$
RV	소형	경유	2006년~2008년	$y = 0.007x^{-0.5533 \quad 6)}$
		LPG	2006년~2008년	$y = 0.02x^{-0.9571 \quad 6)}$
	중형	경유	2006년~2008년	$y = 0.0142x^{-0.7368 \quad 6)}$
		LPG	2006년~2008년	$y = 0.0099x^{-0.7863 \quad 6)}$
승 합	경형	LPG	2006년~2008년	$y = 0.12x^{-1.1688 \quad 4)}$
	소형	경유	2000년~2002.6년	$y = 0.0991x^{-0.672 \quad 5)}$

차종		연료		연식구분	배출계수 산출식
화물	중형	경유		2002.7년~2005년	$y = 0.1088x^{-0.8582}$ 5)
				2006년~2008년	$y = 0.0109x^{-0.6399}$ 6)
				2009년~	$y = 0.1897x^{-0.905}$
		LPG		2000년~2002.6년	$y = 0.4366x^{-0.9723}$ 5)
				2002.7년~2005년	$y = 0.2808x^{-1.2565}$ 5)
		경유		2002.7년~2005년	$y = 0.2742x^{-0.5359}$ 3)
				2009년~	$y = 0.1133x^{-0.937}$
	전세버스	경유		2000년~2002.6년	$y = 2.08x^{-0.8055}$ 3)
				2002.7년~2005년	$y = 1.2359x^{-0.785}$ 3)
				2009년~	$y = 0.2242x^{-0.83}$
	시내 버스	경유		2002.7년~2005년	$y = 0.5268x^{-0.4932}$ 4)
				2009년~	$y = 0.173x^{-0.713}$
		CNG		~2005년	$y = 0.5438x^{-0.556}$ 4)
				2006년~2008년	$y = 0.1248x^{-0.5754}$ 4)
				2009년~	$y = 0.2412x^{-0.742}$
화물	소형	경유	load 0%	2002.7년~2005년	$y = 0.0984x^{-0.7969}$ 5)
				2009년~	$y = 0.2869x^{-0.98}$
			load 50%	2009년~	$y = 0.086x^{-0.9}$
			load 100%	2009년~	$y = 0.0613x^{-0.789}$
	중형	경유	load 0%	2002.7년~2005년	$y = 0.0522x^{-0.5206}$ 1)

차종		연료		연식구분	배출계수 산출식
				2009년~	$y = 0.0689x^{-0.572}$
			load 50%	2009년~	$y = 0.0806x^{-0.577}$
			load 100%	2009년~	$y = 0.1078x^{-0.686}$
	대형	경유		-	$y = 2.0311x^{-0.8501}$ 1)
	대형 후처리	경유	load 0%	2009년~	$y = 0.0719x^{-0.319}$
			load 50%	2009년~	$y = 0.2776x^{-0.622}$
			load 100%	2009년~	$y = 0.1723x^{-0.533}$
	대형 미후처리	경유	load 0%	2009년~	$y = 0.0801x^{-0.577}$
			load 50%	2009년~	$y = 0.0741x^{-0.59}$
			load 100%	2009년~	$y = 0.0573x^{-0.492}$

* 출처 1) 자동차 온실가스 배출량 조사, 2001

2) 수송부문 온실가스 배출계수 산정 연구, 2006

3) 수송부문 온실가스 국가배출통계 구축 연구, 2007

4) 수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(I) - 자동차 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발, 2008

5) 차세대 보고서, 2008

6) 수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(II) - 자동차 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발, 2009

* (주1) 배출계수 산출식의 Y=배출량(g/km), X=차속(km/h)

6. 이동연소 (철도)	IPCC 카테고리
	1A3c

1. 배출활동 개요

철도 부문은 일반적으로 디젤, 전기, 증기 세 가지 중 하나를 사용하여 구동하는 철도 기관차에서 배출되는 온실가스 배출량을 산정한다.

2. 보고 대상 배출시설

철도 부문의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

- ① 고속차량
- ② 전기기관차
- ③ 전기동차
- ④ 디젤기관차
- ⑤ 디젤동차
- ⑥ 특수차량

철도차량은 고속차량, 전기기관차, 전기동차, 디젤기관차, 디젤동차, 특수차량 등 6종류가 있다. 이 중 디젤유를 사용하는 철도차량으로는 디젤유를 연료로 사용하는 내연기관에 의해 발전한 전기동력을 이용하여 모터를 돌려 열차를 견인하는 디젤기관차와 디젤유를 연료로 하는 내연기관에 의해 철도차량을 움직이는 디젤동차, 특수차량 등이 있다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 2	Tier 1, 2, 3	Tier 1, 2, 3

4. 배출량 산정방법론

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 연료 종류별 사용량을 활동자료로 하고 기본 배출계수를 이용하여 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{i,j} = Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times 10^{-6}$$

$E_{i,j}$: 연료(j)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_i : 연료(j)의 사용량(KL-연료)

EC_i : 연료(j)의 열량계수(순발열량, MJ/L연-료)

$EF_{i,j}$: 연료(j)에 따른 온실가스(j)의 배출계수(kgGHG/TJ-연료)

i : 연료 종류

② Tier 2

Tier 2 산정방법은 기관차 종류, 연료 종류, 엔진 종류에 따른 연료사용량을 활동자료로 하고 국가 고유 배출계수를 사용하여 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{i,j} = Q_{i,k,l} \times EC_i \times EF_{i,j,k,l} \times 10^{-6}$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

$Q_{i,k,l}$: 기관차종(k), 엔진(l)에 따른 연료(i)의 소비량(KL-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(순발열량, MJ/L-연료)

$EF_{i,j,k,l}$: 연료(i), 기관차종(k), 엔진(l)에 따른 온실가스 (j)의 배출계수(kgGHG/TJ-연료)

i : 연료 종류

k : 기관차 종류

I : 엔진 종류

③ Tier 3

CH₄와 N₂O 배출량은 기관차 종류, 엔진 종류, 부하율 등 다양한 인자에 의해 영향을 받으므로, 보다 정확한 배출량 산정을 위해서는 이러한 인자들을 모두 고려해야 한다. 이를 위해서 Tier 3 산정방법에서는 이와 같은 인자들이 고려된 고유 배출계수 개발이 요구된다.

$$E_{k,j} = N_k \times H_k \times P_k \times LF_k \times EF_k \times 10^{-6}$$

$E_{k,j}$: CH₄ 또는 N₂O 배출량(tGHG)

N_k : 기관차(k)의 수

H_k : 기관차(k)의 연간 운행시간(h)

P_k : 기관차(k)의 평균 정격 출력(kW)

LF_k : 기관차(k)의 전형적인 부하율(0에서 1사이의 소수)

EF_k : 기관차(k)의 배출계수(g/kWh)

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료

Tier 1

연료종류별 연료사용량을 활동자료로 하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

연료 종류, 기관차 종류, 엔진 종류별 연료 사용량을 활동자료로 하고 사업자

혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

기관차 종류별 연간 사용시간, 정격출력, 부하율 등을 활동자료로 하고 측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 활동자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

Tier 1 방법을 이용하여 배출량을 산정하는 경우 아래 <표-7>의 기본 배출계수를 이용한다.

<표-7> 철도부문 기본 배출계수(kg/TJ)

구 분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
디 젤	74,100	4.15	28.6
아역청탄	96,100	2	1.5

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

기관차 종류별 연간 사용시간, 정격출력, 부하율 등을 고려하여 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

7. 이동연소 (선박)	IPCC 카테고리
	1A3d

1. 배출활동 개요

휴양용 선박에서 대형 화물 선박까지 주로 디젤 엔진 또는 증기나 가스터빈에 의해 운항되는 모든 수상 교통(선박)에 의해 배출되는 온실가스가 포함되며, 선박의 운항에 의해 CO₂, CH₄, N₂O 등 온실가스와 기타 대기오염물질이 배출된다.

2. 보고 대상 배출시설

선박 부문의 보고대상 배출시설은 아래와 같다. 국제 수상 운송(국제 병커링)에 의한 온실가스 배출량은 산정·보고에서 제외한다.

- ① 여객선
- ② 화물선
- ③ 어선
- ④ 기타 선박

배출원	적용범위
여객선	여객 운송을 주 목적으로 하는 선박의 연료연소 배출
화물선	화물 운송을 주 목적으로 하는 선박의 연료연소 배출
어 선	내륙, 연안, 심해 어업에서의 연료연소 배출
기 타	화물선, 여객선, 어선을 제외한 모든 수상 이동의 연료연소 배출

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 2, 3	Tier 1, 2, 3	Tier 1, 2, 3

4. 배출량 산정방법론

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 연료 종류별 사용량을 활동자료로 하고 기본 배출 계수를 이용하여 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{i,j} = \sum (Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times 10^{-6})$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_i : 연료(i)의 사용량(KL-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(순발열량, MJ/L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료(i)에 따른 온실가스(j)의 배출계수(kgGHG/TJ-연료)

i : 연료 종류

② Tier 2~3

Tier 2 산정방법은 선박 종류, 연료 종류, 엔진 종류에 따라 배출량을 산정하며, 국가 고유 배출계수를 이용하여 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{i,j} = \sum (Q_{i,k,l} \times EC_i \times EF_{i,j,k,l} \times 10^{-6})$$

$E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량(tGHG)

$Q_{i,k,l}$: 선박(k), 엔진(l)에 따른 연료(i)의 사용량(KL-연료)

EC_i : 연료(i)의 순발열량(MJ/L-연료)

$EF_{i,j,k,l}$: 연료(i), 선박(k), 엔진(l)에 따른 온실가스(j)의 배출계수 (kgGHG/TJ)

i : 연료 종류

k : 선박 종류

l : 엔진 종류

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료

Tier 1

국내 수상운송, 국제 수상운송 및 어업으로 구분한 연료 종류별 사용량을 활동자료로 하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

선박 운항 및 휴항에 따른 연료 종류, 선박 종류, 선박에 탑재된 엔진 종류별 연료 사용량을 활동자료로 사용하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

선박 운항 및 휴항에 따른 연료 종류, 선박 종류, 선박에 탑재된 엔진 종류별 연료 사용량을 활동자료로 사용하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 활동자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-8>에 제시된 연료 종류 및 물질별 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-8> 선박부문 기본 배출계수(kg/TJ)

구 분		CO ₂ 배출계수(kg/TJ)
휘발유		69,300
등 유		71,900
경 유		74,100
B-C유		77,400
LPG		63,100
기타유	정제가스	57,600
	파라핀왁스	73,300
	백 유	73,300
	기타석유제품	73,300
천연가스		56,100
구 분	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O(kg/TJ)
선 박	7	2

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

** 상기 언급된 연료 이외에는 별표10의 배출계수를 적용한다.

Tier 2

제15조제2항에 따라 연료 종류, 선박 종류, 엔진 종류별로 특성화된 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

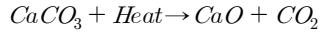
Tier 3

제16조 규정에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

8. 시멘트 생산	IPCC 카테고리
	2A1

1. 배출활동 개요

시멘트 공정에서의 온실가스 배출원은 클링커의 제조공정인 소성 공정에서 탄산칼슘의 탈탄산 반응에 의하여 이산화탄소가 배출된다.



시멘트 공정에서의 CO₂ 배출특성은 소성시설(kiln)의 생석회 생성량과 연료사용량 및 폐기물 소각량에 의하여 영향을 받으며 그밖에 주원료인 석회석과 함께 점토 등 부원료의 사용량에 의해서도 영향을 받을 수 있다. 연료 중 목재와 같은 바이오매스 재활용 연료의 경우 배출량 산정에서 제외하여야 하나 합성수지 및 페타이어 등 폐연료의 경우는 배출량 산정 시 포함되어야 한다.

참고로, 소성로에서 발생하는 비산먼지인 Cement Kiln Dust(CKD)도 온실가스 배출과 연관이 있다. CKD는 소성공정의 회수시스템에 의해 다량 회수되어 소성공정에 재사용되므로, 회수되지 못한 CKD 내 탄산염 성분은 탈탄산 반응에 포함되지 않으므로 보정이 필요하다. CKD가 완전히 소성되거나 모두가 킬른으로 회수된다면 CKD에 의한 보정은 필요 없으나 소성되지 못한 CKD를 고려하지 않을 경우 배출량이 과다 산정될 것이다.

시멘트는 수입된 클링커로부터 전적으로 생산(분쇄)될 수 있으며 이 경우 시멘트 생산 공정(소성공정)에서의 CO₂ 배출은 0이다. 벽돌용 시멘트(masonry cement) 생산과 관련하여서는, 벽돌용 시멘트를 생산하기 위하여 분쇄한 석회석을 포틀랜드 시멘트 혹은 클링커에 추가하여 생산되는 경우 석회에 관련된 배출은 석회 생산에서 이미 고려되었으므로 추가적인 CO₂ 배출은 없는 것으로 간주한다.

2. 보고 대상 배출시설

시멘트 생산 공정의 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 소성시설(kiln)

물체를 높은 온도에서 구워내는 시설을 말하며 일종의 열처리시설에 해당된다. 소성의 목적은 소성물질의 종류에 따라 다소 다르나 보통 고온에서 안정된 조직 및 광물상으로 변화시키거나 충분한 강도를 부여함으로써 물체의 형상을 정확하게 유지시키기 위한 목적으로 이용되는 경우가 많다.

소성시설에는 원형, 각형, 통형 등의 시설이 있고, 연속소성시설에는 수직형, 회전형, 링형, 터널형 등 그 종류가 다양하다. 도기·자기·구조검토용 제품 등 특수용도에 사용되는 것 이외에는 대부분이 회전형시설을 사용하며, 회전형시설에도 그 길이에 따라 Short Kiln, Long Kiln 등이 있고, 그 형태에 따라 Lepol Kiln, Suspension Preheater Kiln, Shaft Kiln 등 다양하게 분류된다.

3. 보고대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	-	-

4. 배출량 산정방법론

① Tier 1~2

$$E_i = (EF_i + EF_{toc}) \times (Q_i + Q_{CKD} \times F_{CKD})$$

E_i : 클링커(i) 생산에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

EF_i : 클링커(i) 생산량 당 CO₂ 배출계수 (tCO₂/t-clinker)

EF_{toc} : 투입원료(탄산염, 제강슬래그 등) 중 탄산염 성분이 아닌 기타 탄소성분에 기인하는 CO₂ 배출계수
(기본값으로 0.010 tCO₂/t-clinker를 적용한다)

Q_i : 클링커(i) 생산량(ton)

Q_{CKD} : 킬른에서 시멘트 킬른먼지(CKD)의 반출량(ton)

F_{CKD} : 킬른에서 유실된 시멘트 킬른먼지(CKD)의 하소율(0에서 1 사이의 소수)

② Tier 3

$$E_i = (Q_i \times EF_i) + (Q_{CKD} \times EF_{CKD}) + (Q_{toc} \times EF_{toc})$$

E_i : 클링커(i) 생산에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 클링커(i) 생산량(ton)

EF_i : 클링커(i) 생산량 당 CO₂ 배출계수 (tCO₂/t-clinker)

Q_{CKD} : 시멘트 킬른먼지(CKD) 반출량(ton)

EF_{CKD} : 시멘트 킬른먼지(CKD) 배출계수(tCO₂/t-CKD)

Q_{toc} : 원료 투입량(ton)

EF_{toc} : 투입원료(탄산염, 제강슬래그 등) 중 탄산염 성분이 아닌 기타 탄소성분에 기인하는 CO₂ 배출계수
(기본값으로 0.0073 tCO₂/t-원료를 적용한다)

③ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 클링커(j) 생산량 등 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 클링커(j) 생산량 자료 등 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 클링커(j) 생산량 자료 및 원료 투입량(toc)등의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

① 시멘트 생산

Tier 1

클링커 생산량 당 배출계수(EF)는 IPCC 가이드라인의 기본 배출계수를 사용한다. 시멘트 킬른먼지(CKD)의 하소율(F_{CKD})은 공장 내 측정값이 있다면 측정값을 적용하고, 측정값이 없다면 1.0 (100% 하소 가정)을 적용한다.

구 분	tCO ₂ /t-clinker
클링커 생산량 당 CO ₂ 배출계수	0.510

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 클링커 생산량 당 국가 고유 배출계수를 적용한다. 다만, 동 자료가 없을 경우에는 사업자가 제16조 규정에 따라 클링커의 CaO 및 MgO 성분을 측정·분석하여 아래 식에 따라 배출계수(EF_i)를 개발하여 활용한다.

시멘트킬른먼지(CKD)의 하소율(F_{CKD})은 공장 내 측정값이 있다면 측정값을 적용하고, 측정값이 없다면 1.0(100% 하소 가정)을 적용한다.

$$EF_i = F_{CaO} \times 0.785 + F_{MgO} \times 1.092$$

F_{CaO} : 생산된 클링커(i) 중 CaO의 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

F_{MgO} : 생산된 클링커(i) 중 MgO의 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

Tier 3

사업자가 제16조 규정에 따라 클링커의 CaO 및 MgO 성분을 측정·분석하여 아래 식에 따라 배출계수(EF_i)를 개발하여 활용한다. CaO 및 MgO 성분은 산업계 최적 관행(best practice)에 따라 분석할 수 있다. 또한, 비탄산염 원료의 자료가 있을 경우에는 누락 없이 Tier 3 배출계수 개발에 반드시 포함시켜야 한다.

㉠ 클링커 배출계수(EF_i)

$$EF_i = (Cl_{i_{CaO}} - Cl_{n_{CaO}}) \times 0.785 + (Cl_{i_{MgO}} - Cl_{n_{MgO}}) \times 1.092$$

EF_i : 클링커(i) 생산량 당 배출계수(tCO₂/t-clinker)

$Cl_{i_{CaO}}$: 생산된 클링커(i)에 함유된 CaO의 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

$Cl_{n_{CaO}}$: $Cl_{i_{CaO}}$ 와 $Cl_{i_{MgO}}$ 를 합한 CaO의 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

※ $Cl_{i_{CaO}}$: CaCO₃ 중 소성되지 못하고 클링커(i)에 잔존하여 분석된 CaO의 질량 분율

※ $Cl_{i_{MgO}}$: 비탄산염 원료가 소성되어 클링커(i)에 함유된 CaO의 질량 분율

(소성되지 않은 CaO는 CaCO₃ 형태로 클링커에 남아있는 CaO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 클링커에 있는 CaO를 의미한다. 측정값이 없을 경우, 기본값인 '0'을 적용한다.)

$Cl_{i_{MgO}}$: 생산된 클링커(i)에 함유된 MgO의 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

$Cl_{n_{MgO}}$: $Cl_{i_{CaO}}$ 와 $Cl_{i_{MgO}}$ 를 합한 MgO의 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

※ $Cl_{i_{MgO}}$: MgCO₃ 중 소성되지 못하고 클링커(i)에 잔존하여 분석된 MgO의 질량 분율

※ $Cl_{i_{MgO}}$: 비탄산염 원료가 소성되어 클링커(i)에 함유된 MgO의 질량 분율

(소성되지 않은 MgO는 MgCO₃ 형태로 클링커에 남아있는 MgO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 클링커에 있는 MgO를 의미한다. 측정값이 없을 경우, 기본값인 '0'을 적용한다.)

㉡ 시멘트 킬른먼지 배출계수(EF_{CKD})

$$EF_{CKD} = (CKD_{CaO} - CKD_{n_{CaO}}) \times 0.785 + (CKD_{MgO} - CKD_{n_{MgO}}) \times 1.092$$

EF_{CKD} : 시멘트 킬른먼지(CKD) 배출계수(tCO₂/t-CKD)

CKD_{CaO} : 킬른에 재사용되지 않는 CKD의 CaO 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

CKD_{nCaO} : $CKD_{미소성nCaO}$ 와 $CKD_{비탄산염nCaO}$ 를 합한 CaO의 질량 분율
(0에서 1사이의 소수)

※ $CKD_{미소성nCaO}$: 탄산염 중 소성되지 못하고 CKD에 잔존하여 분석된 CaO의 질량 분율

※ $CKD_{비탄산염nCaO}$: 비탄산염 원료가 소성되어 CKD에 함유된 CaO의 질량 분율

(소성되지 않은 CaO는 $CaCO_3$ 형태로 CKD에 남아있는 CaO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 CKD에 있는 CaO를 의미한다. 측정값이 없을 경우, 기본값인 '0'을 적용한다.)

CKD_{MgO} : 킬른에 재활용되지 않는 CKD의 MgO 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

CKD_{nMgO} : $CKD_{미소성nMgO}$ 와 $CKD_{비탄산염nMgO}$ 를 합한 MgO의 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

※ $CKD_{미소성nMgO}$: 탄산염 중 소성되지 못하고 CKD에 잔존하여 분석된 MgO의 질량 분율

※ $CKD_{비탄산염nMgO}$: 비탄산염 원료가 소성되어 CKD에 함유된 MgO의 질량 분율

(소성되지 않은 MgO는 $MgCO_3$ 형태로 CKD에 남아있는 MgO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 CKD에 있는 MgO를 의미한다. 측정값이 없을 경우, 기본값인 '0'을 적용한다.)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 폐기물 연료

Tier 1

별표 6의 「고정연소(고체연료)」 중 폐기물연료 연소에 따른 배출량을 산정할 때 시멘트 업종단위로 활용 중에 있는 <표-9>의 폐기물 연료의 기본 배출계수를 활용할 수 있다.

<표-9> 폐기물 연료(순환자원)의 CO₂ 기본 배출계수

폐기물연료	값 (kgCO ₂ /TJ)	폐기물연료	값 (kgCO ₂ /TJ)
폐유(폐석유제품)	74,000	폐용제	74,000
페타이어/폐합성고무	85,000	폐목재/톱밥	75,000
페플라스틱/폐합성수지	75,000	혼합된 산업폐기물	83,000
기타화석연료 기원 폐기물	80,000		

* 출처 : WBCSD Cement Sustainability Initiative(CSI)

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 위 <표-9> 폐기물 연료의 기본 배출계수를 사용한다.

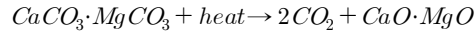
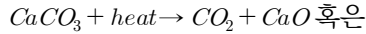
Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

9. 석회 생산	IPCC 카테고리
	2A2

1. 배출활동 개요

석회 제조 공정은 시멘트 공정과 유사하게 소성 공정에서 석회석 혹은 Dolomite 등 원료의 탈탄산 반응에 의하여 온실가스 배출된다.



연수를 위한 소석회의 사용은 CO₂와 석회의 반응으로 탄산칼슘(CaCO₃)을 재생성하여 대기 중으로의 CO₂ 순배출을 발생시키지 않는다. 또한 석회의 생산 동안 석회 킬른먼지(Lime kiln dust, LKD)가 생성될 것이다. 이는 배출량 산정 시 고려되어야 한다.

2. 보고 대상 배출시설

석회 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 소성시설(kiln)

석회 생산 공정의 소성시설은 시멘트 생산공정 부문의 소성시설과 동일하다. 일반적인 석회 생산공정에서는 다양한 유형의 소성시설을 사용하는데 그 종류로는 롱킬른(Long Rotary kiln), 프리히터 로터리킬른(Preheater- Rotary kiln), 평행류 재생 킬른(Parallel flow regenerative kiln), 관통 고로(Annular Shaft kiln) 등이 있다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

$$E_i = Q_i \times EF_i$$

E_i : 석회(i) 생산으로 인한 CO₂ 배출량 (tCO₂)

Q_i : 석회(i) 생산량(ton)

EF_i : 석회(i) 생산량 당 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-석회생산량)

② Tier 2

$$E_i = Q_i \times r_i \times EF_i$$

E_i : 석회(i) 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 석회(i) 생산량(ton)

r_i : 석회(i)의 순도(0에서 1사이의 소수)

EF_i : 석회(i) 생산량 당 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-석회생산량)

③ Tier 3

$$E_i = (EF_i \times Q_i \times r_i \times F_i) - Q_{LKD} \times EF_{LKD} \times (1 - F_{LKD})$$

E_i : 석회 생산에서 탄산염(i)으로 인한 CO₂ 배출량 (tCO₂)

Q_i : 소성시설에 투입된 탄산염(i) 사용량(ton)

r_i : 탄산염(i)의 순도(전체 투입량 중 순수 탄산염의 비율, 0에서 1사이의 소수)

EF_i : 순수탄산염(i)의 하소에 따른 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)
 F_i : 석회 소성시설에 투입된 탄산염(i)의 하소율(0에서 1사이의 소수)
 Q_{LKD} : 석회생산시 반출된 석회킬른먼지(LKD)의 양(ton)
 EF_{LKD} : 석회생산시 반출된 석회킬른먼지(LKD)에 따른 CO₂ 배출계수
 (투입 탄산염이 석회석인 경우 0.4397 tCO₂/t-LKD, 백운석인
 경우 0.4773 tCO₂/t-LKD)
 F_{LKD} : 석회킬른먼지(LKD)의 하소율(0에서 1사이의 소수)

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료(Q_i)

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 석회생산량(Q_i) 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 석회생산량(Q_i) 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 탄산염사용량(Q_i) 및 유실된 석회킬른먼지
 (Q_{LKD}) 등 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수 (EF_i)

Tier 1

아래 <표-10>의 IPCC 가이드라인 기본계수(석회생산량 기준 CO₂ 기본
 배출계수)를 사용한다.

<표-10> 석회생산량 기준 CO₂ 기본 배출계수

구 분	생석회	경소백운석(고토석회)
CO ₂ 배출계수(tCO ₂ /t)	0.750	0.770

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

위 <표-10>의 석회생산량 기준 CO₂ 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 3

사업자가 제16조 규정에 따라 석회소성시설에 투입되는 원료 및 부원료
 성분을 측정·분석하여 아래 식에 따라 고유 배출계수를 개발하여 활용한다.

각 탄산염의 하소율(F_i) 및 석회킬른먼지의 하소율(F_{LKD})은 사업장
 측정값을 활용하며, 측정값이 없을 경우 1.0을 적용한다.

$$EF_i = \frac{Mw_{CO_2}}{(Y \times Mw_X + Z \times Mw_{CO_3^{2-}})}$$

* 가정 : 탄산염(i)의 분자식 = $X_r(CO_3)_z$

EF_i : 원료로 투입된 순수 탄산염(i)의 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

Mw_{CO_2} : CO₂의 분자량(44.010 g/mol)

Mw_X : X(알칼리 금속, 혹은 알칼리 토금속)의 분자량(g/mol)

$Mw_{CO_3^{2-}}$: CO₃²⁻의 분자량(60.009 g/mol)

Y : X의 화학양론계수(알카리토금속류 “1”, 알카리금속류 “2”)

Z : CO_3^{2-} 의 화학양론계수(1)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

10. 탄산염의 기타 공정사용

IPCC 카테고리

2A4

1. 배출활동 개요

탄산염은 시멘트 및 석회 제조뿐만 아니라, 세라믹 생산, 비-야금 마그네시아 생산 및 소다회 소비 등 다수의 산업에서 사용된다. 시멘트 제조 및 석회 제조 등 앞서 설명된 활동은 중복산정을 피하기 위하여 제외되며, 세라믹 생산, 비-야금 마그네시아 생산, 소다회 소비 와 같이 탄산염을 사용하는 공정 중 설명되지 않은 활동에서의 온실가스 배출량을 산정한다.(석회질 비료의 소비와 같이 농업활동 에서의 탄산염 소비 등 보고 항목이 아닌 활동은 제외한다.)

2. 보고 대상 배출시설

탄산염의 기타 공정 사용의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 소성시설 (‘도자기·요업제품 제조시설’ 중 소성시설을 말한다)

물체를 높은 온도에서 구워내는 시설을 말하며 일종의 열처리시설에 해당된다. 소성의 목적은 소성물질의 종류에 따라 다소 다르나 보통 고온에서 안정된 조직 및 광물상으로 변화시키거나 충분한 강도를 부여함으로써 물체의 형상을 정확하게 유지시키기 위한 목적으로 이용된다.

도자기·요업제품 제조공정(세라믹 생산공정)에서의 온실가스 배출은 첨가제의 첨가뿐만 아니라 점토 내 탄산염의 소성에서 발생한다. 소성시설에서는 시멘트 및 석회의 생산공정과 유사하게, 탄산염이 소성로(kiln)에서 고온으로 가열되어, 산화물과 CO_2 를 생산한다.

CO_2 배출은 원료(특히 점토, 혈암, 석회석(CaCO_3), 백운석($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) 및 위더라이트(witherite)의 소성 및 용제로서의 석회석 사용에서 발생한다.

② **용융·용해시설** ('도자기·요업제품 제조시설' 중 용융·용해시설을 말한다)

고체상태의 물질을 가열하여 액체상태로 만드는 시설을 용융시설이라 하며, 기체, 액체, 또는 고체물질을 다른 기체, 액체 또는 고체물질과 혼합시켜, 균일한 상태의 혼합물 즉, 용체를 만드는 시설을 용해시설이라 한다.

③ **약품회수시설** ('펄프·종이 및 종이제품 제조시설' 중 약품회수시설을 말한다)

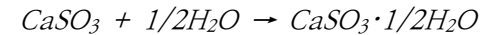
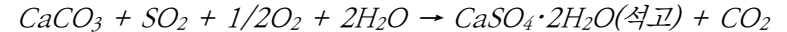
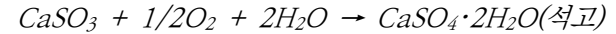
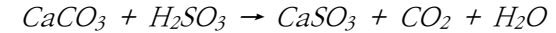
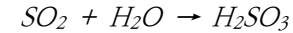
펄프 제조공정은 목재칩을 원료로 증해, 세정, 표백, 건조 등의 단계를 거쳐 펄프를 생산한다. 증해공정(Cooking)에서 발생하는 유기물은 몇 단계 과정을 거쳐 약품을 회수하여 재사용한다.

증해 후 생기는 흑액은 보일러의 연료로 사용되고 흑액에 Na_2CO_3 등의 보조물질이 첨가되어 생성된 용융염은 물에 용해되어 녹액이 된다. 녹액은 가성화공정을 거쳐 증해에 필요한 약품(백액)으로 재생이 되며, 이 때 필요한 생석회(Lime)는 석회소성로를 통해 생산된다. 라임 생산을 위해 석회소성로에 탄산칼슘(CaCO_3) 또는 탄산나트륨(Na_2CO_3)을 투입할 때 이산화탄소가 배출 된다.

④ **배연탈황시설**

배연탈황기술은 배출가스 중에 포함된 황산화물을 제거하는 배출가스 처리방법으로 흡착(Adsorption), 흡수(Absorption), 촉매전환(Catalytic Conversion) 등이 있다. 건식 탈황법은 배출가스를 분말이나 펠릿 형태의 촉매층을 통과시키거나, 고온 배출가스에 건조된 분말형태 또는 슬러리(Slurry) 형태의 반응제를 분사하여 황산화물을 제거하는 방법이다. 습식 탈황법은 물이나 알칼리성 용액 및 슬러리(Slurry)를 사용하여 가스상의 황산화물을 흡수하고 알칼리 성분과 반응시켜 생성된 슬러지(Sludge)를 탈수 처리하여 폐기하거나 재생공정을 거쳐 시장성 있는 부산물을 생산하는 방법이다.

대표적인 배연탈황시설의 반응은 다음과 같다.



3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 2, 3, 4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

$$E_i = \sum_i (Q_i \times EF_i)$$

E_i : 탄산염(i)의 기타 공정 사용에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 해당 공정에서의 소비된 탄산염(i)의 질량(ton)

EF_i : 탄산염(i) 사용량 당 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

② Tier 2

$$E_i = \sum_i (Q_i \times r_i \times EF_i)$$

E_i : 탄산염(i)의 기타 공정 사용에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 해당 공정에서의 소비된 탄산염(i)의 질량(ton)

r_i : 탄산염(i)의 순도(0에서 1사이의 소수)

EF_i : 탄산염(i) 사용량 당 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

③ Tier 3

$$E_i = \sum_i (Q_i \times EF_i \times r_i \times F_i)$$

E_i : 탄산염(i)의 소비에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 소비된 탄산염(i)의 질량(ton)

EF_i : 순수 탄산염(i) 사용량 당 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

r_i : 탄산염(i)의 순도(전체 사용량 중 순수 탄산염의 비율, 0에서 1사이의 소수)

F_i : 탄산염(i)의 기타 공정사용에서 소성율(0에서 1사이의 소수)

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 탄산염(i) 사용량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 탄산염(i) 성분이 포함된 원료사용량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 탄산염(i) 사용량 자료를 사용한다. 탄산염의 소성비율(F)은 측정값이 있을 경우 이를 적용하고, 측정값이 없을 경우는 1.0 (100% 소성)을 적용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-11>의 IPCC 가이드라인 기본계수(탄산염 사용량 당 CO₂ 배출계수)를 사용한다.

<표-11> 탄산염 사용량당 CO₂ 기본 배출계수

탄산염(i)	광물 이름	배출계수 (tCO ₂ /t-탄산염)
CaCO ₃	석회석	0.4397 (tCO ₂ /t-CaCO ₃)
MgCO ₃	마그네사이트	0.5220 (tCO ₂ /t-MgCO ₃)
CaMg·(CO ₃) ₂	백운석	0.4773 (tCO ₂ /t-CaMg·(CO ₃) ₂)
FeCO ₃	능철광	0.3799 (tCO ₂ /t-FeCO ₃)
Ca(Fe,Mg,Mn)(CO ₃) ₂	철백운석	0.4420 (tCO ₂ /t-철백운석)
MnCO ₃	망간광	0.3829 (tCO ₂ /t-MnCO ₃)
Na ₂ CO ₃	소다회	0.4149 (tCO ₂ /t-Na ₂ CO ₃)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인. 철백운석 배출계수는 IPCC 가이드라인 기본값(0.4082~0.4757)의 중간값인 0.4420을 사용한다.

** 위 표는 100% 소성을 가정한 CO₂의 배출비율을 나타낸다.

*** 탄소(C)의 배출계수는 3.664 tCO₂/t으로 한다.

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 <표-11>탄산염 사용량 당 CO₂ 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제16조 규정에 따라 사업자가 측정·분석하거나 원료 공급자에 의해 측정·분석된 원료 성분을 활용하여 아래 식에 따라 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

$$EF_i = \frac{Mw_{CO_2}}{(Y \times Mw_X + Z \times Mw_{CO_3^{2-}})}$$

* 가정 : 탄산염(i)의 분자식 = $X_y(CO_3)_z$

EF_i : 원료로 투입된 순수 탄산염(i)의 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

Mw_{CO_2} : CO₂의 분자량(44.010 g/mol)

Mw_X : X(알칼리 금속, 혹은 알칼리 토금속)의 분자량(g/mol)

$Mw_{CO_3^{2-}}$: CO₃²⁻의 분자량(60.009 g/mol)

Y : X의 화학양론계수(알카리토금속류 “1”, 알카리금속류 “2”)

Z : CO₃²⁻의 화학양론계수

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

11. 유리생산

IPCC 분류체계

2A3

1. 배출활동 개요

유리생산 활동에서의 용해 공정 중 CO₂를 배출하는 주요 원료는 석회석(CaCO₃), 백운석(CaMg(CO₃)₂) 및 소다회(Na₂CO₃)이다. 또 다른 CO₂ 배출 유리 원료로는 탄산바륨(BaCO₃), 골회(bone ash), 탄산칼륨(K₂CO₃) 및 탄산스트론튬(SrCO₃) 이다. 유리의 용해에서 이러한 탄산염의 활동은 복잡한 고온의 화학적 반응이며, 생석회 내지 가열된 경소백운석(고토석회)를 생산하기 위한 탄산염의 소성과는 직접 비교되지 않는다. 배출원 카테고리에는 유리 생산뿐만 아니라 생산공정이 유사한 글래스울(glass wool) 생산으로 인한 배출도 포함된다.

유리의 제조에는 유리 원료뿐만 아니라 재활용된 유리 파편인 컬릿(Cullet)을 일정량 사용한다. 용기 생산에서의 컬릿 비율은 40~60% 이지만, 유리 품질관리 차원에서 사용이 제한되기도 한다. 절연 섬유유리는 이보다 적은 컬릿을 사용한다.

2. 보고 대상 배출시설

유리생산 공정의 기타 공정 사용의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 용융·용해시설 (‘유리 및 유리제품 제조시설’의 용융·용해시설)

고체상태의 물질을 가열하여 액체상태로 만드는 시설을 용융시설이라 하며, 기체, 액체, 또는 고체물질을 다른 기체, 액체 또는 고체물질과 혼합시켜, 균일한 상태의 혼합물 즉, 용체를 만드는 시설을 용해시설이라 한다.

유리 제조공정은 유리의 주요 원료인 규사와 석회석·돌로마이트 등의 탄산염 광물은 유리의 용도에 맞게 적절히 배합되고 용해로에서 용해된다. 이 탄산염이 고온의 열을 받게 되면 탈탄산 반응에 의하여 석회와 이산화탄소가 발생하게 된다. 유리 제조에서는 재활용 유리도 원료로 상당 부분 차지한다. 이 재활용 유리는 이미 반응을 마친 석회성분을 함유하고 있기에 탄산염광물과 함께 용해로에서 용해가 되어도 이산화탄소를 발생시키지 않는다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 2, 3, 4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1, 2

$$E_i = \sum [M_{gi} \times EF_i \times (1 - CR_i)]$$

E_i : 유리생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

M_{gi} : 용해된 유리(i)량(ton) (예, 판유리, 용기, 섬유유리 등)

EF_i : 유리(j) 제조에 따른 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-용해된 유리량)

CR_i : 유리(j)의 제조 공정에서의 킬릿 비율(0에서 1사이의 소수)

② Tier 3

$$E_i = \sum_i (M_i \times EF_i \times r_i \times F_i)$$

E_i : 유리생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

M_i : 유리제조공정에 사용된 탄산염(j) 사용량(ton)

r_i : 탄산염(j)의 순도(전체 사용량 중 순수 탄산염의 비율, 0에서 1사이의 소수)

EF_i : 순수 탄산염(i)에 대한 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

F_i : 탄산염(j)의 소성비율(0에서 1사이의 소수)

③ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 유리종류(j)별 용해된 유리(j)량 자료를 사용한다.

유리제조공정 중 킬릿비율(CR)은 측정값이 있을 경우 이를 적용하고, 값이 없으면 활용하지 않는다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 용해된 유리(j)량 자료를 사용한다. 유리제조 공정 중 킬릿비율(CR)은 측정값이 있을 경우 이를 적용하고, 값이 없으면 활용하지 않는다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 탄산염(j) 사용량 자료를 사용한다. 탄산염의 소성비율(F)은 측정값이 있을 경우 이를 적용하고, 측정값이 없을 경우는 1.0(100% 소성)을 적용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-12>에 제시된 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-12> 유리유형(i), 컬릿(파유리) 비율에 따른 CO₂ 배출계수

유리유형(i)	CO ₂ 배출계수 (kg CO ₂ /kg-유리)	컬릿 비율(%)
판유리	0.21	10 ~ 25
유리용기(납유리)	0.21	30 ~ 60
유리용기(착색유리)	0.21	30 ~ 80
유리장섬유	0.19	0 ~ 15
유리단섬유	0.25	10 ~ 50
브라운관용유리(Panel)	0.18	20 ~ 75
브라운관용유리(Funnel)	0.13	20 ~ 70
가정용 유리제품	0.10	20 ~ 60
실험용기, 약병	0.03	30 ~ 75
전등용유리	0.20	40 ~ 70

* 산정방법(Tier 1, 2)에 적용 가능한 기본배출계수

** 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

탄산염 사용에 따른 배출량 산정방법(Tier3)에 적용 가능한 기본배출계수는 아래 <표-13>의 IPCC 가이드라인 기본계수(탄산염 사용량 당 CO₂ 배출계수)를 사용한다.

<표-13> 탄산염 사용량당 CO₂ 기본 배출계수

탄산염(i)	광물 이름	배출계수 (tCO ₂ /t-탄산염)
CaCO ₃	석회석	0.4397 (tCO ₂ /t-CaCO ₃)
MgCO ₃	마그네사이트	0.5220 (tCO ₂ /t-MgCO ₃)
CaMg·(CO ₃) ₂	백운석	0.4773 (tCO ₂ /t-CaMg·(CO ₃) ₂)
FeCO ₃	능철광	0.3799 (tCO ₂ /t-FeCO ₃)
Ca(Fe,Mg,Mn)(CO ₃) ₂	철백운석	0.4420 (tCO ₂ /t-철백운석)
MnCO ₃	망간광	0.3829 (tCO ₂ /t-MnCO ₃)
Na ₂ CO ₃	소다회	0.4149 (tCO ₂ /t-Na ₂ CO ₃)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인. 철백운석 배출계수는 IPCC 가이드라인 기본값(0.4082~0.4757)의 중간값인 0.4420을 사용한다.

** 위 표는 100% 소성을 가정한 CO₂의 배출비율을 나타낸다.

*** 탄소(C)의 배출계수는 3.664 tCO₂/t으로 한다.

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 <표-12>에 제시된 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 3

탄산염 사용에 따른 배출량 산정방법(Tier3)에 적용 가능한 배출계수로 사업자가 제16조 규정에 따라 원료 성분을 측정·분석하여 아래 식에 따라 개발된 고유 배출계수를 사용한다.

$$EF_i = \frac{Mw_{CO_2}}{(Y \times Mw_X + Z \times Mw_{CO_3^{2-}})}$$

* 가정 : 탄산염(i)의 분자식 = $X_Y(CO_3)_Z$

EF_i : 원료로 투입된 순수 탄산염(i)의 CO_2 배출계수
($\text{tCO}_2/\text{t-탄산염원료}$)

Mw_{CO_2} : CO_2 의 분자량(44.010 g/mol)

Mw_X : X(알칼리 금속, 혹은 알칼리 토금속)의 분자량(g/mol)

$Mw_{\text{CO}_3^{2-}}$: CO_3^{2-} 의 분자량(60.009 g/mol)

Y : X의 화학양론계수(알카리토금속류 “1”, 알카리금속류 “2”)

Z : CO_3^{2-} 의 화학양론계수

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

12. 마그네슘 생산

IPCC 카테고리

2C4

1. 배출활동 개요

마그네슘 산업에서는 다수의 잠재적인 온실가스 배출원과 온실가스가 존재한다. 마그네슘 산업에서의 온실가스 배출은 1차 마그네슘 생산 공정에서 사용되는 원료와 마그네슘 주조 및 처리공정에서 용해된 마그네슘의 산화를 방지하기 위해 사용한 표면가스(cover gas)에 따라 달라진다. 1차 마그네슘 생산은 원료물질인 돌로마이트($\text{Ca} \cdot \text{Mg}(\text{CO}_3)_2$)와 마그네사이트(MgCO_3) 등을 이용하여 생산하는 공정이며, 2차 마그네슘 생산은 기계 조각, 고철, 가구 잔류물 등의 다양한 마그네슘 제품에서 금속성 마그네슘을 회수하고 재활용하는 공정이다.

① 1차 생산 공정

1차 마그네슘은 광물 자원에서 추출한 금속성 마그네슘을 의미하며 전해 공정이나 열환원 공정 등을 통해 생산된다. 1차 마그네슘 생산 공정에서 마그네슘 생산을 위해 사용되는 다양한 원료 중 돌로마이트($\text{Ca} \cdot \text{Mg}(\text{CO}_3)_2$)와 마그네사이트 (MgCO_3)와 같은 광물의 배소(calcination) 시 CO_2 가 배출된다. 배소(또는 소성) 공정은 마그네슘 생산공정 중 가장 오래된 공정으로 마그네슘을 포함하고 있는 돌로마이트($\text{Ca} \cdot \text{Mg}(\text{CO}_3)_2$)와 마그네사이트 (MgCO_3)가 고온에서 열분해하면 산화마그네슘(MgO)과 CO_2 로 분해된다.

② 주조 공정(1차 생산 공정과 2차 생산 공정 포함)

마그네슘 주조 공정은 1차 마그네슘 생산 공정과 마그네슘 함유 스크랩에서 마그네슘을 회수하고 재활용하는 2차 마그네슘 생산 공정을 포함한다. 마그네슘 주조 공정에서 처리된 용해된 순수 마그네슘과 마그네슘 고함유 합금은 Gravity casting, Sand casting, Die casting 등의 다양한

방법으로 구조된다. 용해된 마그네슘은 대기 중 산소에 의해 자발적으로 산화된다. 이를 방지하기 위해 마그네슘의 생산, 재생, 용해 및 구조 등과 같이 용해된 마그네슘의 사용 및 처리 공정에서는 SF₆와 같이 GWP 값이 높은 온실가스를 표면가스로 사용하여 산화를 방지하며, 이 때 사용된 온실가스가 대기 중으로 배출된다.

일반적으로 마그네슘 산업에서는 SF₆를 표면가스로 사용하지만 최근의 기술개발과 SF₆ 대체에 대한 요구에 의하여 SF₆를 대체하는 표면가스를 도입하고 있다. 향후 10년 이내에 SF₆를 대체할 수 있는 대체 표면가스로는 fluorinated hydrocarbon HFC-134a나 fluorinated ketone FK 5-1-12 (C₃F₇C(O)C₂F₅) 등이 있다.

2. 보고 대상 배출시설

마그네슘 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

- ① 배소로
- ② 소성로
- ③ 용융·용해로
- ④ 구조로

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	PFCs	HFCs	SF ₆
① 1차 생산 공정 산정방법론	Tier 1,2,3,4	-	-	-
② 구조 공정 산정방법론	-	Tier 1,2,3,4	Tier 1,2,3,4	Tier 1,2,3,4

4. 배출량 산정 방법론

① 1차 생산 공정

① Tier 1

$$E_i = \sum_i (Q_i \times EF_i)$$

E_i : 마그네슘 1차 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 마그네슘 1차 생산에 사용된 탄산염(i)의 질량(ton)

EF_i : 탄산염(i)에 대한 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

② Tier 2

$$E_i = \sum_i (Q_i \times r_i \times EF_i)$$

E_i : 마그네슘 1차 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 마그네슘 1차 생산에 사용된 탄산염(i)의 질량(ton)

r_i : 탄산염(i)의 순도(0에서 1사이의 소수)

EF_i : 탄산염(i)에 대한 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

③ Tier 3

$$E_i = \sum_i (Q_i \times EF_i \times r_i \times F_i)$$

E_i : 마그네슘 1차 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 마그네슘 1차 생산에 사용된 탄산염(i)의 질량(ton)

EF_i : 순수 탄산염(i)에 대한 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

r_i : 탄산염(j)의 순도(전체 사용량 중 순수 탄산염의 비율, 0에서 1사이의 소수)

F_i : 순수 탄산염(i)의 조성비율(0에서 1사이의 소수)

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 주조 공정

① Tier 1~2

$$E_j = \sum_j Q_j$$

E_j : 가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_j : 가스(j)의 소비량(ton)

② Tier 3

$$E_j = \sum_j [Q_j \times (1 - DR_j)] + \sum_p Q_p$$

E_j : 가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_j : 가스(j)의 소비량(ton)

DR_j : 소비된 가스(j)의 파괴율(0에서 1사이의 소수)

Q_p : 2차 생성된 가스(p)의 질량(ton)

③ Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 1차 생산 공정

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 탄산염(i) 사용량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 탄산염(i) 성분이 포함된 원료사용량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 탄산염(j) 사용량 자료를 사용한다. 탄산염의 조성비율(F_i)은 측정값이 있을 경우 이를 적용하고, 측정값이 없을 경우는 1.0(100% 조성)을 적용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

〈표-11〉 IPCC 가이드라인 기본계수(탄산염 사용량당 CO₂ 기본 배출계수)를 사용한다.

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 〈표-11〉탄산염 사용량당 CO₂ 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제16조 규정에 따라 사업자가 측정·분석하거나 원료 공급자에 의해 측정·분석된 원료 성분을 활용하여 아래 식에 따라 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

$$EF_i = \frac{Mw_{CO_2}}{(Y \times Mw_X + Z \times Mw_{CO_3^{2-}})}$$

* 가정 : 탄산염(i)의 분자식 = $X_y(CO_3)_z$

EF_i : 원료로 투입된 탄산염(i)의 CO_2 배출계수(tCO_2/t -탄산염)

Mw_{CO_2} : CO_2 의 분자량 (44.010 g/mol)

Mw_X : X(알칼리 금속, 혹은 알칼리 토금속)의 분자량(g/mol)

$Mw_{CO_3^{2-}}$: CO_3^{2-} 의 분자량 (60.009 g/mol)

Y : X의 화학양론계수(알카리토금속류 “1”, 알카리금속류 “2”)

Z : CO_3^{2-} 의 화학양론계수

② 주조 공정

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 가스(j)의 소비량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 가스(j)의 소비량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 가스(j) 소비량 및 2차 생성된 가스(p)의 질량 자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조 규정에 따라 사업자가 파괴율(DR_i)의 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

$$DR_j = \left(\frac{\text{주조시 투입량}}{\text{주조시 배출량}} \right) - \left(\frac{\text{냉간시 투입량}}{\text{냉간시 배출량}} \right)$$

※ DR_j 는 냉간조건에서의 가스(j)에 대한 투입량과 배출량의 비와 주조조건에서의 가스(j)에 대한 투입량과 배출량의 비의 차

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

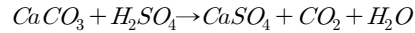
13. 인산 생산

IPCC 카테고리

-

1. 배출활동 개요

일반적으로 비료용 인산은 황산과 인광석의 분해반응에 의해 생산되는데, 이 분해반응에는 여러 가지의 복잡한 화학반응이 동시에 일어난다. 인광석 내의 불순물 중 가장 많은 부분을 차지하는 탄산칼슘은 황산과 반응하여 석고를 형성하는 것과 동시에 CO₂를 배출하며, 그에 따른 배출량은 다음의 화학 반응에 기초한다. 또한, 탄산칼슘 이외의 탄산염에 의해서도 CO₂가 배출될 수 있다.



2. 보고 대상 배출시설

인산 생산의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

- ① 인산 제조 시설(황인으로부터 인산을 제조하는 건식법은 제외한다.)

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 2, 3, 4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

- ① Tier 1~2

$$E_{\text{CO}_2} = \text{PO} \times \text{EF}$$

E_{CO_2} : 인산 생산 공정에서의 CO₂배출량(tCO₂)

PO : 사용된 인광석(phosphate ore)의 양(ton)

EF : 배출계수(tCO₂/t-인광석)

② Tier 3

$$E_i = \sum_i (Q_i \times \text{EF}_i \times r_i \times F_i)$$

E_i : 인산 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 원료나 부원료에 포함된 탄산염(i)의 질량(ton)

EF_i : 순수 탄산염(i)에 대한 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

r_i : 탄산염(i)의 순도(전체 사용량 중 순수 탄산염의 비율, 0에서 1사이의 소수)

F_i : 순수 탄산염(i)의 반응률(0에서 1사이의 소수)

③ Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 인광석(PO) 사용량의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 인광석(PO) 사용량의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 탄산염의 질량(Q_i)의 활동자료를 사용한다.

탄산염의 반응률(F_i)은 측정값이 있을 경우 이를 적용하고, 측정값이 없을

경우는 1.0(100 % 반응)을 적용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표할 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조 규정에 따라 사업자가 측정·분석한 원료 성분을 활용하여 아래 식에 따라 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

$$EF_i = \frac{Mw_{CO_2}}{(Y \times Mw_X + Z \times Mw_{CO_3^{2-}})}$$

* 가정 : 탄산염(i)의 분자식 = $X_j(CO_3)_z$

EF_i : 원료로 투입된 탄산염(i)의 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-탄산염)

Mw_{CO_2} : CO₂의 분자량 (44.010 g/mol)

Mw_X : X(알칼리 금속, 혹은 알칼리 토금속)의 분자량(g/mol)

$Mw_{CO_3^{2-}}$: CO₃²⁻의 분자량 (60.009 g/mol)

Y : X의 화학양론계수(알카리토금속류 “1”, 알카리금속류 “2”)

Z : CO₃²⁻의 화학양론계수

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

14. 석유정제활동

IPCC 카테고리

1A1b

1. 배출활동 개요

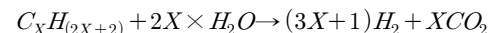
석유정제공정의 온실가스 배출은 원유 예열시설, 증류공정 등에 열을 공급하기 위한 고정연소배출과, 수소제조공정, 촉매재생공정 및 코크스 제조공정 등 공정 배출원, 그 밖에 공정 중에서의 배기(venting) 및 폐가스 연소처리(flaring) 등 탈루성 배출로 구분할 수 있다.

2. 보고 대상 배출시설

석유정제 공정배출의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 수소제조시설

경질나프타, 부탄 또는 부생연료를 촉매 존재 하에서 수증기와의 접촉반응에 의해서 약 70% 순도의 수소를 제조하고, PSA(Pressure Swing Adsorption) 공정을 거쳐 불순물을 제거함으로써 순도 99.9% 이상의 수소를 제조하는 공정이며, 이때 CO₂가 배출되고, 그 양은 원료 중의 수소와 탄소의 비율에 따라 달라진다. 반응식은 다음과 같다.



② 촉매재생시설

원유정제 공정 중 개질(Reforming) 공정은 저옥탄가의 나프타를 백금계 촉매 하에서 수소를 첨가, 반응시킴으로써 휘발유의 주성분인 고옥탄가의 접촉개질유 (Reformate)를 생산하는 공정이다. 접촉개질유에는 방향족화합물이 다량 함유되어 있으므로 벤젠, 톨루엔, 자일렌을 생산하기 위한 방향족 추출공정의 기본원료로도 사용된다.

그러나 촉매에 촉매독으로 작용하는 코크스가 축적되면 촉매활성도가 감소하게 되는데 이때 코크스를 제거하는 공정이 바로 촉매재생 공정이다. 촉매 재생기에서 코크스 제거 시 발생하는 CO₂의 배출량은 유입공기, 점착된 코크스량, 코크스 중 탄소비율 등을 이용하여 산정한다.

③ 코크스 제조시설

석유코크스제조시설은 일반적으로 상압증류하고 남은 석유의 저질잔류물(찌꺼기)을 원료로 사용하여 공기를 차단하고 열분해하면 가스, 경질유 및 중질유가 발생되고 마지막에 탄화하여 코크스가 생성되게 하는 시설을 말한다.

유체코킹법(Fluid Coking)은 중질유를 열분해시키는 코킹의 일종으로 반응기를 회분식으로 운전하는 지연코킹법과는 달리, 생성된 코크를 유동 상태로 유지하며, 그 일부는 연소기에서 연소시켜 열에너지를 회수함으로써, 연속적인 운전이 가능하도록 한 코크스 제조시설이다.

플렉시코킹법(Flexi Coking)은 생산된 코크스의 대부분을 증기 및 공기로 가스화하여 플렉시가스라고 하는 연료 가스를 생산하며, 이 가스는 정유 가스, 다용도 보일러 및 발전에 활용될 수 있다.

코크스 버너에 의한 CO₂ 배출은 코크스에 함유된 탄소가 100% 산화되는 것으로 가정한다. 만약 코크스 버너의 배출가스가 CO₂ 회수를 위해 보내지거나 발열량이 낮은 연료가스로 연소되는 경우에는 이를 차감 해주어야 한다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
① 수소제조과정 산정방법론	Tier 1, 2, 3, 4	-	-
② 촉매재생과정 산정방법론	Tier 1, 3a, 3b, 4	-	-
③ 코크스 제조과정 산정방법론	Tier 1	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① 수소제조 공정

① Tier 1

$$E_{i,CO_2} = FR_i \times EF_i$$

E_{i,CO_2} : 수소제조 공정에서의 CO₂ 배출량(tCO₂)

FR_i : 경질나프타, 부탄, 부생연료 등 원료(*i*) 투입량(ton 또는 천 m³)

EF_i : 원료(*i*)별 CO₂ 배출계수

② Tier 2

$$E_{CO_2} = Q_{H_2} \times \frac{x \text{ mole } CO_2}{(3x+1) \text{ mole } H_2} \times 1.963$$

E_{CO_2} : CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_{H_2} : 수소생산량(천m³)

$\frac{x \text{ mole } CO_2}{(3x+1) \text{ mole } H_2}$: 반응식 「C_xH_(2x+2) + 2x·H₂O → (3x+1)H₂ + xCO₂」에

따른 수소 1몰 생산량 당 CO₂ 발생 몰 수

1.963 : CO₂의 분자량(44.010)/표준상태 시 몰당 CO₂의 부피(22.414)

③ Tier 3

$$E_{i,CO_2} = FR_i \times EF_i \times 10^{-3}$$

E_{i,CO_2} : 수소제조 공정에서의 CO₂ 배출량(tCO₂)

FR_i : 수소제조 공정가스(*i*) 투입량(m³, 단 H₂O는 제외)

EF_i : 수소제조 공정가스(*i*)의 CO₂ 배출계수(tCO₂/천m³)

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 촉매재생공정

① Tier 1

점착된 코크스의 양을 파악할 수 없을 경우 코크스 제거를 위해 투입된 공기가 전량 연소하여 CO₂를 발생한다고 가정하여 다음과 같이 산정한다.

$$E_{CO_2} = AR \times CF \times 1.963$$

E_{CO_2} : 촉매재생 공정에서의 CO₂ 배출량(ton)

AR : 공기투입량(천m³)

CF : 투입공기 중 산소함량비(=0.21)

1.963 : CO₂의 분자량(44.010) / 표준상태 시 몰당 CO₂의 부피(22.414)

② Tier 3a

점착된 코크스의 양을 파악할 수 있으며, 연소된 코크스 중의 탄소가 모두 CO₂로 배출된다고 가정하여 산정한다.

$$E_{CO_2} = CC \times EF$$

E_{CO_2} : 촉매재생 공정에서의 CO₂ 배출량(ton)

CC : 연소된 코크스 량(ton)

EF : 연소된 코크스의 배출계수(tCO₂/t-코크스)

③ Tier 3b

촉매재생공정이 연속재생공정으로 운영되어 산소함량 변화 및

코크스 함량의 측정이 불가능한 경우는 배출시설의 규모와 상관없이 다음 방법론을 적용하여 배출량을 산정하도록 한다.

$$E_{CO_2} = AR \times CF \times 1.963$$

E_{CO_2} : 촉매재생 공정에서의 CO₂ 배출량(tCO₂)

AR : 공기투입량(천m³)

CF : 배기가스 중 CO, CO₂ 농도비의 합

1.963 : CO₂의 분자량(44.010) / 표준상태 시 몰당 CO₂의 부피(22.414)

④ Tier 4

촉매재생시설 후단에 배기가스(Exhaust Gas) 조성을 실시간으로 분석·측정할 수 있는 측정기기를 활용하여 산정·보고할 수 있다.

③ 코크스 제조 공정

① Tier 1

버너에서 연소되는 코크스의 양을 파악할 수 있으며, 코크스 중의 탄소가 모두 CO₂로 배출된다고 가정하여 배출량을 산정한다.

$$E_{CO_2} = CC \times EF$$

E_{CO_2} : 코크스 제조공정에서의 CO₂ 배출량(tCO₂)

CC : 연소된 코크스 량(ton)

EF : 연소된 코크스의 배출계수(tCO₂/t-코크스)

5. 매개변수별 관리 기준

① 수소제조 공정

① 활동자료 (FR 등)

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 원료투입량(FR) 등을 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 수소 발생량(Q_{H_2})(ton 또는 천 m^3) 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 수소제조 공정가스의 투입량(천 m^3) 자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

기본 배출계수를 사용한다. (이 경우 보수적으로 배출량을 산정하기 위하여 에탄(C_2H_6) 기준 배출계수를 적용한다)

〈표-14〉 수소제조공정에 따른 CO_2 기본 배출계수

활동자료(원료투입량) 종류	에탄 기준 배출계수 ($tCO_2/t\text{-feed}$)
무게(ton) 기준	2.9 tCO_2 / t-원료
부피(천 m^3 -원료) 기준	3.93 tCO_2 / 천 m^3 -원료

Tier 2

배출계수는 수소 생산 반응식 $C_xH_{(2x+2)} + 2x \cdot H_2O \rightarrow (3x+1)H_2 + xCO_2$ 에 따라 수소 1몰 생산시 발생하는 CO_2 양의 비율($x/(3x+1)$)을 사용한다.

Tier 3

사업자가 제16조 규정에 아래 식에 따라 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

$$EF_i = \sum_y \left[\left(\frac{MW_y}{MW_{y,total}} \right) \times \left(\frac{44.010 \times N_y}{mw_y} \right) \right] \times D_i$$

EF_i : 수소제조공정의 CO_2 배출계수($tCO_2/\text{천}m^3$)

MW_y : 수소제조공정가스(y)의 몰당 가스성분(y)의 질량(g/mol)

mw_y : 해당 가스성분(y)의 몰질량(g/mol)

44.010 : CO_2 의 몰질량(g/mol)

N_y : 가스성분(y)의 탄소 원자수

$MW_{y,total}$: $\sum_y MW_y$

D_i : 해당 가스(i)의 밀도(kg/m^3)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 촉매재생공정

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 공기투입량(천 m^3)자료를 사용한다.

Tier 3a

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 연소된 코크스 량을 사용한다.

Tier 3b

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 공기투입량(천 m^3)자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

기본 배출계수(투입공기 중 산소함량비=0.21)를 사용한다.

Tier 3a

사업자가 제16조 규정에 따라 코크스의 탄소 질량 분율을 산정 또는 측정·분석하여 고유배출계수를 개발한다.

$$EF_x = x \text{물질의 탄소 질량 분율} \times 3.664$$

EF_x : x물질의 배출계수(tCO₂/t)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

Tier 3b

사업자가 제16조 규정에 따라 배기가스 중 CO, CO₂ 농도비를 측정하여 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

③ 코크스 제조 공정

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 코크스 량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 코크스 량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 코크스 량 자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

별표 10에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다. (별표 10에서의 석유코크스에 대한 CO₂ 배출계수와 별표 11의 기본발열량 값을 사용하여 탄소의 질량 분율을 구한 후, 배출계수를 산정한다.)

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 개발한 석유코크스(Coke) 중 탄소의 질량 분율을 측정·분석하여 고유배출계수를 개발한다.

$$EF_x = x \text{물질의 탄소 질량 분율} \times 3.664$$

EF_x : x물질의 배출계수(tCO₂/t)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

15. 암모니아 생산

IPCC 분류체계

2B1

1. 배출활동 개요

암모니아는 질소화합물을 제조하는데 가장 중요한 물질이다. 암모니아는 비료, 열처리, 종이 펄프화, 질산과 질산염의 제조, 질산에스테르, 니트로 화합물, 폭발물 및 냉각제와 같은 다양한 종류의 제품생산에 직접 사용된다.

2. 보고 대상 배출시설

암모니아 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① **암모니아 생산시설** ('화학비료 및 질소화합물 제조시설' 중 암모니아 생산시설을 말한다)

암모니아 제조공정은 일반적으로 나프타 탈황, 나프타 개질(1차 개질 및 2차 개질), 가스전환, 가스정제, 암모니아 합성 등 5단계와 단위공정을 통해 제조된다.

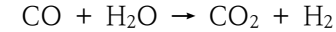
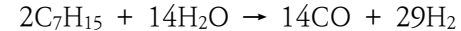
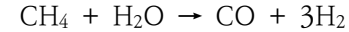
①나프타 탈황 → ②나프타 개질 → ③가스전환 → ④가스정제 → ⑤암모니아 합성

㉠ 나프타 탈황

원료 나프타에는 1,200ppm의 유황이 포함되어 있는데 이 유황이 촉매에 악영향을 미치므로 제거하여 사용하여야 한다. 탈황공정에 의하여 유황의 함유량을 약 0.05ppm까지 낮춘다.

㉡ 나프타 개질

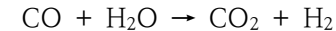
1차 나프타 개질의 목적은 탄화수소의 화합물인 나프타를 수증기와 반응시켜 암모니아 합성에 필요한 수소를 얻는 것이다. 화학 반응식은 다음과 같다.



1차 개질 공정으로 부분적으로 개질된 가스는 공기압축기에서 공급되는 공기와 함께 촉매가 들어있는 2차 개질공정에 보낸다. 2차 개질 촉매층의 입구에서 1차 개질을 거친 가스와 공기 중의 산소가 연소하여 암모니아 합성에 필요한 질소를 얻을 수 있다.

㉢ 가스전환

1, 2차 개질 과정에서 생성된 일산화탄소는 촉매층에서 수증기와 반응하여 수소와 탄산가스로 전환된다.



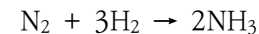
㉣ 가스정제

화학용액(catacarb)을 이용하여 가스중의 이산화탄소를 흡수·분리하여 이산화탄소를 제거하고, 메탄화 공정에서 미량의 잔류 일산화탄소와 탄산가스를 촉매층에서 수소와 반응시켜 메탄으로 전환시켜 제거한다.



㉤ 암모니아 합성

고온·고압에서 Fe 촉매를 사용하여 수소와 질소를 3:1의 비율로 맞추어 암모니아를 합성한다.



3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 2, 3, 4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1~3

$$E_{CO_2} = \sum_i (\sum_j (AP_{ij} \times AEF_{ij})) - R_{CO_2}$$

E_{CO_2} : 암모니아 생산에 따른 CO₂의 배출량(tCO₂)

AP_{ij} : 공정(j)에서 연료(i)(천연가스 및 나프타 등) 사용에 따른 암모니아 생산량(ton)

AEF_{ij} : 공정(j)에서 암모니아 생산량 당 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-NH₃)

R_{CO_2} : 요소 등 부차적 제품생산에 의한 CO₂ 회수·포집·저장량(ton)

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 암모니아 생산량(AP_{ij}) 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 암모니아 생산량(AP_{ij}) 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 암모니아 생산량(AP_{ij}) 자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

② 배출계수 (AEF_{ij})

Tier 1

아래 <표-15>에 따른 생산 공정별 기본 CO₂ 배출계수(AEF_i)를 사용한다. 필요시 연료공급자로부터 배출계수와 관련된 자료를 제공받아 활용할 수 있다.

<표-15> 암모니아 생산량 당 CO₂ 배출계수

생산 공정(j) 구분	CO ₂ 배출계수 (tCO ₂ /t-NH ₃)
전통적 개질공정 (천연가스)	1.694
과잉 개질공정 (천연가스)	1.666
자열 개질공정 (천연가스)	1.694
부분산화	2.772

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

암모니아 생산량 당 CO₂ 배출계수(AEF_{ij})자료는 다음 식에 따라 자체 측정값을 사용한다.

$$AEF_{ij} = EF_{ij} \times EC_{ij} \times \frac{\text{연료사용량}}{NH_3 \text{ 생산량}}$$

EF_{ij} : 제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

EC_{ij} : 별표 11에 따른 연료별 국가 고유 발열량을 사용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 연료별 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

③ 회수량(R_{CO})

Tier 1~4

요소 생산 등 부차적인 제품생산에 따른 CO_2 회수량(R_{CO} , 측정값)을 사용한다. 요소 생산 관련 자료가 없을 경우 회수량(R_{CO})은 0을 적용한다.

16. 질산 생산

IPCC 카테고리

2B2

1. 배출활동 개요

암모니아 공정에서 형성되는 N_2O 의 양은 연소 조건, 촉매 구성물과 사용 기간, 연소기의 디자인에 달려있기 때문에, 연료의 투입과 N_2O 형성의 정확한 관계 도출에 어려움이 따른다. 또한 N_2O 의 배출은 생산 공정에서 재생된 양과 그 후의 완화 공정에서 분해된 양에 따라 차이가 있다.

N_2O 는 다음의 저감 대책으로 구분된다.

- 1차 저감 대책은 암모니아 연소기에서 형성되는 N_2O 저감을 목적으로, 이는 암모니아의 산화 공정과 산화 촉매 변형을 포함
- 2차 저감 대책은 암모니아 전환기와 흡수 칼럼 사이에 존재하는 NO_x 가스로부터 N_2O 를 제거
- 3차 저감 대책은 N_2O 를 분해시키는 흡수 칼럼에서 배출되는 배출 가스 (tail-gas)의 처리를 포함
- 4차 저감 대책은 순수 배출구 방법(pure end-of-pipe solution)으로, 배출 가스는 굴뚝으로 나가는 팽창기의 하단에서 처리

일반적으로, 산화공정은 전체적인 환원조건이 N_2O 의 잠재적 배출원으로 고려되는 상황 하에서 발생되며, 질산 생산 시 매개가 되는 NO 는 NH_3 를 $30\sim 50^\circ C$ 의 온도와 높은 압력하에서 N_2O 와 NO_2 로 분해하게 된다.

단위 공정	대상 시설	배출특성
산화공정	제1산화공정	NH_3 의 촉매연소 과정에서 N_2O 의 발생

2. 보고 대상 배출시설

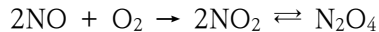
질산 제조 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 질산 제조 시설 ('기초 무기화합물 제조시설' 중 질산제조시설을 말한다)

질산제조 공정은 암모니아와 공기 혼합물이 백금 또는 로듐 촉매를 통과하면서 800~1,000°C에서 산화되는데, 그 반응은 다음과 같다.



공장 내의 가스가 냉각기 또는 응축기를 통과하면서 38°C 이하로 냉각된 후에, 산화질소는 잔류산소와 반응하여 이산화질소가 생성된다.



이산화질소는 흡수탑에 유입되어 물과 대향류로 접촉하여 질산이 생성되며, 이 때 일어나는 발열반응은 다음과 같다.



3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	-	-	Tier 1, 2, 3

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1~3

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = \sum_{k,h} [EF_{\text{N}_2\text{O}} \times NAP_k \times (1 - DF_h \times ASUF_h)] \times 10^{-3}$$

$E_{\text{N}_2\text{O}}$: N₂O 배출량(tN₂O)

$EF_{\text{N}_2\text{O}}$: 질산 1 ton 생산당 N₂O 배출량(kgN₂O/t-질산)

NAP_k : 생산기술(k)별 질산생산량(t-질산)

DF_h : 저감기술(h)별 분해계수(0에서 1사이의 소수)

$ASUF_h$: 저감기술(h)별 저감시스템 이용계수(0에서 1사이의 소수)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료(NAP_i)

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 질산 생산량 자료를 사용하되, 질산농도는 100%를 기준으로 적용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 질산 생산량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 질산 생산량 자료를 사용한다.

② 배출계수($EF_{\text{N}_2\text{O}}$), 분해계수(DF_h), 이용계수($ASUF_h$)

Tier 1

배출계수($EF_{\text{N}_2\text{O}}$)는 다음 <표-16>에 제시하는 기본 배출계수를 사용하되 저감시설이 별도로 없는 경우에는 가장 높은 배출계수를 사용한다.

저감기술별 분해계수(DF_h) 및 저감시스템 이용계수($ASUF_h$)는 활용 가능한 값이 있으면 적용하되 값이 없으면 각각 "0"을 적용한다.

<표-16> 질산생산기술(k)별 기본배출계수

생산 공정(k) 구분	N ₂ O 배출계수 (100% Pure acid)
NSCR(비선택적 촉매환원법)을 사용하는 공장(모든공장)	2 kgN ₂ O/t-질산
통합공정이나 배출가스 N ₂ O 분해를 사용하는 공장	2.5 kgN ₂ O/t-질산
대기압 공장(낮은 압력)	5 kgN ₂ O/t-질산
중간 압력 연소 공장	7 kgN ₂ O/t-질산
고압력 공장	9 kgN ₂ O/t-질산

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수(EF_{N_2O})를 활용한다. 단, 온실가스 종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다. 저감기술별 분해계수(DF_h) 및 저감시스템 이용계수($ASUF_h$)는 활용 가능한 값이 있으면 적용하되 값이 없으면 각각 “0”을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 질산생산량 당 N_2O 배출계수(EF_{N_2O})를 사용한다.

저감기술별 분해계수(DF_h) 및 저감시스템 이용계수($ASUF_h$)는 활용 가능한 값이 있으면 적용하되 값이 없으면 각각 “0”을 적용한다.

17. 아디프산 생산

IPCC 카테고리

2B3

1. 배출활동 개요

아디프산 공정 중 온실가스(N_2O)가 발생하는 시설은 산화반응이 일어나는 반응공정이다. 일반적으로 KA Oil 혼합과정에서 공정 중 질소가 고농도로 존재함에 따라 아산화질소(N_2O)가 발생하게 되는 가능성이 높다. 또한 후단의 가열로 공정에서는 공정 중 발생하는 N_2O 를 LNG 가열로에서 약 99% 이상을 분해하고 있으며 이 과정에서 CO_2 가 발생한다(연료 연소). 일부 사업장에서는 KA 혼합공정으로 아디프산 1kg를 생산하는데 0.27kg의 N_2O 가 배출되며 N_2O 의 저감을 위해 가열시설을 운영하고 있다.

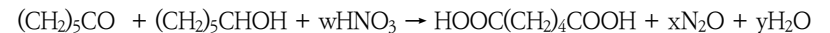
2. 보고 대상 배출시설

아디프산 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 아디프산 생산시설

아디프산($HOOC(CH_2)_4COOH$)은 합성섬유, 코팅, 플라스틱, 우레탄 포말, 합성윤활유의 생산에 사용되는 백색결정의 고체이다. 국내 생산되는 아디프산의 대부분은 나일론 6.6을 생산하는데 사용된다. 아디프산 생산에 사용되는 기초 원료는 시클로헥산이나 다른 공정의 부산물인 시클로헥사논을 사용하는 경우도 있다.

아디프산 생산 원료인 시클로헥산과 시클로헥사논은 반응조에 옮겨져서 $130\sim 170^\circ C$ 에서 산화되어 시클로헥사놀과 시클로헥사논 혼합물을 형성하고 2차 반응조에 옮겨져서 질산과 촉매(질산동과 바나듐 암모니아염의 혼합물)로 $70\sim 100^\circ C$ 에서 산화되어서 아디프산을 형성한다.



시클로헥산으로부터 아디프산을 합성하는 또 다른 방법(Farbon 법)은 다음의 두 가지 공기산화단계를 포함한다. 시클로헥산을 산화하여 시클로헥산올과 시클로헥사논을 만들고 시클로헥산올과 시클로헥사논을 다시 산화하여 아디프산을 만든다. 이 때 혼합된 초산 망산, 바륨을 촉매로써 사용한다. 제2반응기로부터의 생성물을 표백기로 들어가고 용존 NO_x 가스는 공기와 수증기로 인해 아디프산 및 질산 용액으로부터 탈기된다. 여러 가지 유기산부산물, 아세트산, 글루타린산 및 호박산 등이 형성되고 회수되어 판매된다. 아디프산 및 질산용액은 냉각되어서 결정화기로 보내져서 아디프산 결정을 만든다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	-	-	Tier 1, 2, 3

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1~3

$$E_{N_2O} = \sum_{k,h} [EF_k \times AAP_k \times (1 - DF_h \times ASUF_h)] \times 10^{-3}$$

E_{N_2O} : N₂O 배출량(tN₂O)

EF_k : 기술유형(k)에 따른 아디프산의 N₂O 배출계수 (kgN₂O/t-아디프산)

AAP_k : 기술유형(k)에 따른 아디프산 생산량(ton)

DF_h : 저감기술(h)별 분해계수(0에서 1사이의 소수)

$ASUF_h$: 저감기술(h)별 저감시스템 이용계수(0에서 1사이의 소수)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 아디프산 생산량(AAP_k)자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 아디프산 생산량(AAP_k)자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 아디프산 생산량(AAP_k)자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-17>의 IPCC 가이드라인 기본 아디프산 생산량 당 N₂O 배출계수(EF_k)를 사용한다.

<표-17> 아디프산 생산에 따른 IPCC 기본 배출계수

생산 공정(k) 구분	N ₂ O 배출계수 (kgN ₂ O/t-아디프산)
질산 산화 공정	300 kg(저감기술 미 적용시)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

아래 <표-18>의 저감기술별 N₂O 기본 분해계수(DF_h) 및 기본 이용계수($ASUF_h$)를 적용한다.

〈표-18〉 저감기술별 IPCC 기본 분해계수 및 이용계수

저감 기술(h) 유형	분해 계수(DF_h)	이용 계수($ASUF_h$)
축매 분해	0.925	0.89
열 분해	0.985	0.97
질산으로의 재활용	0.985	0.94
아디프산 원료로의 재활용	0.940	0.89

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

** 저감 기술(h) 유형에 따른 분해 계수(DF_h)는 〈표-18〉에 제시된 분해 계수(DF_h)이상인 근거를 제시할 수 있는 경우 적용 가능(이행년도별 관련 증빙자료 근거를 1회 이상 제시해야 함)

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다. 저감기술별 분해계수(DF_h) 및 저감시스템 이용계수($ASUF_h$)는 활용가능한 값이 있으면 적용하되 값이 없으면 위 〈표-18〉의 저감기술별 IPCC 가이드라인 기본 분해계수 및 이용계수를 사용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

저감기술별 분해계수(DF_h) 및 저감시스템 이용계수($ASUF_h$)는 활용 가능한 값이 있으면 적용하되 값이 없으면 위 〈표-18〉의 저감기술별 IPCC 가이드라인 기본 분해계수 및 이용계수를 사용한다.

18. 카바이드 생산

IPCC 분류체계

2B5

1. 배출활동 개요

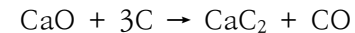
카바이드 생산 공정의 온실가스 배출은 탄화규소(SiC) 및 탄화칼슘(CaC_2) 생산과 관련하여 앞의 2가지 반응식에서 CO_2 , CH_4 , CO , SO_2 의 배출이 발생한다. 생산 공정에서 탄소함유원료를 사용하는 것은 CO_2 와 CO 의 배출을 발생시키고 수소함유휘발성 화합물과 석유코크스에 있는 황은 대기 중에 CH_4 와 SO_2 의 배출을 발생시킨다.

2. 보고 대상 배출시설

카바이드 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 칼슘카바이드 제조 시설

칼슘카바이드(CaC_2)는 전기아크로에서 $200^\circ\text{C} \sim 2,100^\circ\text{C}$ 온도로 석회와 탄소 혼합물을 가열해서 만들 수 있다. 해당 온도에서 석회는 다음 반응식에 따라 일산화탄소(CO)와 칼슘카바이드(CaC_2)로 환원된다.



이 반응에 쓰이는 석회는 일반적으로 공장부지(Plant site) 내의 가마에서 석회석을 환원하여 만든다. 또 탄소원료로는 석유코크스(Coke) 및 무연탄 등이 쓰인다. 로(furnace) 안에서 불순물은 CaC_2 생성물 내에 남아있기 때문에 석회는 마그네슘 산화물, 알루미늄 산화물, 철 산화물을 각각 0.5% 이상 포함해서는 안 되며, 인(P) 화합물을 0.004% 이상 포함해서는 안 된다. 또 코크 변화는 재와 황에서 낮게 존재하여야 한다.

카바이드 제조 시 석회석이 석회가마에서 석회로 바뀌는 동안 코크스 내 습기는 코크 건조기에서 제거된다. 코크스와 석회조각 들은 재순환되어 사용될 수 있으며 두 생성물은 전기아크로로 옮겨져 칼슘카바이드가 생성된다. 전기아크로는 여러 가지 유형이 있는데, 개방로(open furnace)에서는 과잉공기를 포함하고 있을 경우 CO를 CO₂로 완전연소 시킨다. 또한 폐쇄로(Close furnace)에서 공기를 모아 다른 공정과 연소공정에 연료로 사용할 수 있다.

‘석탄타르피치접착제(coal tar pitch binder, CTP)’의 전극가루 반죽화합물과 무연탄은 로로 도입되기 전에 전기아크로에 의해 열로 구워진 강철 통 안으로 연속적으로 들어간다. 구워진 전극은 로 벽 안쪽(meltem), 강철 통에서 나오고 CaC₂ 생성공정에서 소비된다. 녹은 CaC₂는 ‘로’에서 냉장차 안으로 뽑아내져 식혀서 굳어진다. 그 후 턱(jaw) 분쇄기에 의해 1차로 분쇄된 CaC₂는 2차로 분쇄되어 크기 선별을 위해 체로 친다. 주위의 습기와 CaC₂가 반응하여 발생하는 아세틸렌(acetylene)의 폭발을 방지하기 위해 부수는 작업과 체로 치는 작업은 CaC₂가 완전히 냉각되었을 때 젖은 환경에서 실시되어야 한다.

② 실리콘카바이드 제조 시설

실리콘카바이드(SiC, Silicon Carbide, 탄화규소)는 실리콘(Si)과 탄소(C)로 구성된 화합물 반도체 재료이다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,4	Tier 1	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

$$E_{i,j} = AD_i \times EF_{i,j}$$

$E_{i,j}$: 카바이드 생산에 따른 온실가스(j) 배출량(tGHG)

AD_i : 활동자료(i) 사용량(ton) (사용된 원료, 카바이드 생산량)

EF_{ij} : 활동자료(i)에 따른 온실가스(j) 배출계수(tGHG/t-카바이드, tGHG/t-사용된 원료)

〈주의할 점〉

탄화칼슘(칼슘 카바이드) 생산 시, 탄산칼슘(CaCO₃)을 원료로 사용할 경우, 탄산칼슘을 산화칼슘(CaO)으로 바꾸는 소성과정에서 추가되므로, 이에 대한 배출량 산정은 〈별표 6의 9. 석회 생산〉을 참고하여 위 식에 의한 배출량에 추가토록 하고, 산화칼슘(CaO)을 원료로 직접 사용하는 경우에는, 위 식에 의한 배출량만 산정토록 한다.

② Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동 자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 활동자료(사용된 원료, 카바이드 생산량)를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 활동자료(사용된 원료, 카바이드 생산량)를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 활동자료(사용된 원료, 카바이드 생산량)를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-19>, <표-20>의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-19> 탄화칼슘(칼슘카바이드) 생산 시 활동자료(i)별 기본 배출계수

활동자료(i) 종류		카바이드 생산량(ton) 기준	원료(산화칼슘) 소비량(ton) 기준
공정 구분	탄화칼슘(CaC ₂) 생산부문	CO ₂	1.09 tCO ₂ /ton
		CH ₄	-

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<표-20> 탄화규소(실리콘카바이드) 생산시 활동자료(i)별 기본 배출계수

활동자료(i) 종류		카바이드 생산량(ton) 기준	원료(산화규소) 소비량(ton) 기준
공정 구분	탄화규소(SiC) 생산부문	CO ₂	2.62 tCO ₂ /ton
		CH ₄	11.6 kgCH ₄ /ton

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.(공정별, 활동자료(j)별, 온실가스(CO₂, CH₄)에 대한 고유 배출계수를 말한다)

Tier 3

제16조에 따라 아래 식을 이용하여 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.(석유코크스 사용에 따른 CO₂ 배출량 산정에 유효하다)

$$EF_{SiC} = 0.65 \times CCF_{SiC} \times 3.664$$

EF_{SiC} : 탄화규소(SiC) 생산시 석유코크스의 배출계수(tCO₂/t)

CCF_{SiC} : 석유코크스의 배출계수(tC/t-Coke)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

$$EF_{CaC_2} = 0.33 \times CCF_{CaC_2} \times 3.664$$

EF_{CaC_2} : 탄화칼슘(CaC₂) 생산시 석유코크스의 배출계수(tCO₂/t)

CCF_{CaC_2} : 석유코크스의 배출계수(tC/t-Coke)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

19. 소다회 생산

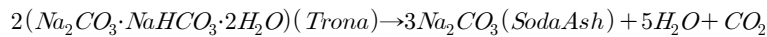
IPCC 분류체계

2B7

1. 배출활동 개요

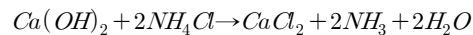
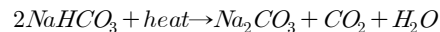
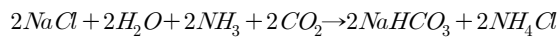
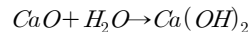
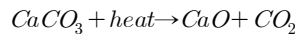
① 천연 소다회 생산

소다회는 약 25%가 천연 나트륨 탄산염베어링(bearing)퇴적물을 통해 생산된다. 트로나(Trona)(천연 소다회를 만들어 내는 중요한 광석)가 로터리 킬른 속에서 소성되어 천연 소다회로 변형되는 공정에서 이산화탄소와 물이 부산물로 생성된다.

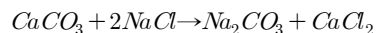


② 솔베이법 합성공정

소다회의 약 75%는 염화나트륨을 통해 만들어진 합성 회(ash)를 통해 생산된다. 소다회의 생산 과정에서 염화나트륨 수용액, 석회석, 야금 코크스, 암모니아 등이 사용되며 암모니아는 아주 작은 양만 손실되고, 대부분 재생된다.



위의 전체적 반응은 다음과 같이 요약될 수 있다.



2. 보고 대상 배출시설

소다회 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 천연소다회 생산 공정

천연소다회 제조공정은 트로나 (trona) 광석 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{HCO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)의 자연추출물에서 또는 Na_2CO_3 , 세스퀴탄산나트륨(Sodium Sesquicarbonate)를 함유한 소금물로부터 Na_2CO_3 을 회수한다.

트로나 광석은 86~95%의 세스퀴탄산나트륨과 5~12%의 맥석(점토나 불용성불순물)과 물로 이루어져 있다. 채광한 트로나 광물을 분쇄·체질·하소하고 CO_2 와 물을 제거해 생성된 Na_2CO_3 를 용해시켜 불용성 불순물을 분리한다. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 는 다중효용 증발기에 의해 순수한 액체로부터 결정체를 얻은 후 건조하여 물과 기타 물질을 제거하면 최종생성물을 얻을 수 있다.

② 암모니아 소다회 제조시설 (Solvay공정)

암모니아 소다법은 소금수용액에 암모니아와 이산화탄소를 순서대로 흡수시켜 다음과 같은 반응으로 용해도가 작은 탄산수소나트륨을 침전시킨다.



다음에 침전된 탄산수소나트륨을 분리하고 200°C 정도에서 하소하는 과정에서 탄산소다가 생성되며 이산화탄소가 배출된다.



또한 탄산수소나트륨을 여과한 모액에 석회유($\text{Ca}(\text{OH})_2$)용액을 첨가하고 증류하여 암모니아를 회수하고 부산물로 CaCl_2 를 얻는다. 실제 Solvay법에서 중요한 공정은 원염의 정제, NH_3 의 흡수, 탄산화 및 NH_3 회수, 탄산가스의 제조공정 등이다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

$$E_{CO_2} = AD \times EF$$

E_{CO_2} : soda 생산 공정에서의 CO₂배출량(tCO₂)

AD : 사용된 트로나(Trona) 광석의 양 또는 생산된 soda 양(ton)

EF : 배출계수(tCO₂/t-Trona 투입량, tCO₂/t-soda 생산량)

② Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 트로나(Trona) 광석 사용량 또는 soda 생산량의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 트로나(Trona) 광석 사용량 또는 soda 생산량의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 트로나(Trona) 광석 사용량 또는 soda 생산량의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인의 기본 배출계수를 사용한다.

〈표-21〉 soda 생산시 활동자료별 기본 배출계수

활동자료(가) 구분	CO ₂ 배출계수
트로나 광석 사용량	0.097 tCO ₂ /t-Trona
soda 생산량	0.138 tCO ₂ /t-soda생산량

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 위 〈표-21〉의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

20. 석유화학제품 생산

IPCC 분류체계

2B8

1. 배출활동 개요

석유화학산업은 천연가스 등의 화석연료나 나프타 등의 석유정제품 등을 원료로 하여 출발하는데 국내의 경우 주로 나프타를 분해 설비(Naphtha Cracking Center, NCC)에 투입하여 에틸렌, 프로필렌 등 기초 유분을 생산하고 이 과정에서 온실가스가 배출된다.

2. 보고 대상 배출시설

석유화학제품 생산 공정의 공정배출 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 메탄올 반응시설

대부분의 메탄올은 천연가스의 증기 개질 과정에서 생산된다. 천연가스에서 메탄올로의 생산 공정은 메탄올과 부산물인 이산화탄소, 일산화탄소, 수소 등의 합성가스를 생산한다.

② EDC/VCM 반응시설

EDC를 생산하는 공정은 직접 염소화와 산화염소화 반응이 있으며 이 공정을 조합한 조화형 공정이 있다. 산화염소화 공정에서 에틸렌 산화 반응의 부산물로 CO₂가 발생된다. VCM 생산의 경우 EDC의 열분해에 의해 생산되는데 이때 CO₂는 배출되지 않는다.

③ 에틸렌옥사이드(EO) 반응시설

주된 고분자의 전구체가 아니면서 가장 중요한 에틸렌 기초 화합물이 산화에틸렌(ethylene oxide, C₂H₄O)이다. 산화에틸렌은 촉매 상에서 에틸렌과 산소의 직접 반응에 의해 제조된다. 이 반응은 발열반응이며, 동시에 에틸렌과 산화에틸렌으로부터 부산물인 이산화탄소와 물이 생성된다.

④ 아크릴로니트릴(AN) 반응시설

프로필렌과 암모니아의 산화반응으로 아크릴로니트릴을 생산하는 과정에서 온실가스가 배출된다.

⑤ 카본블랙(CB) 반응시설

카본블랙은 대부분 로(furnace)공정으로 제조되고 있다. 미국에서 사용되는 카본블랙의 제조공정은 오일로(oil furnace) 공정과 열적(thermal) 공정이다. 오일로 공정으로의 생산은 약 90%이고, 열적 공정은 약 10% 정도이다(USEPA, 2001). 즉, 내화로 내에서 연료유를 연소시킨 고온 열풍 속에 원료유를 분사, 연속적으로 열분해시키는 방법이 주로 사용되고 있다.

⑥ 에틸렌 생산시설

에틸렌은 상온 상압 하에서 무색의 가스로 가연성 가스로 탄화수소 특유의 냄새를 가지고 있다. 에틸렌의 제조 공정은 석유 유분인 나프타 증기 분해를 통해 제조, 메탄이 주성분이 천연가스로부터의 제조, 석유정제 공정에서 부생되는 가스로부터의 제조 등이다.

⑦ 테레프탈산(TPA) 생산시설

테레프탈산은 원유로부터 정제된 파라자일렌(Para Xylene)을 주원료로 산화, 정제, 분리, 건조 공정을 거쳐 제조된다. 파라자일렌과 함께 용매(초산 등), 공기를 투입하며 산화반응기나 결정화조에서 온실가스가 배출된다.

⑧ 코크스 제거공정(De-Coking)

열분해공정에서 튜브 내에 쌓여있는 코크스를 스팀이나 공기로 반응시켜 CO, CO₂로 만들어 코크스를 제거하는 공정을 말한다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
① 석유화학제품 생산 산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1	-
② 테레프탈산(TPA) 생산 산정방법론	Tier 1,2,3,4	-	-
③ 코크스 제거공정 (De-Coking) 산정방법론	Tier 1,3a,3b,4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① 석유화학제품 생산

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 각 석유화학물질의 생산량을 활동자료로 하고 기본 배출계수를 활용하여 산정하는 방법이다.

$$E_{i,j} = PP_i \times EF_{i,j}$$

E_{ij} : 석유화학제품(i)의 생산에 따른 온실가스(j) 배출량(tGHG)
($j = \text{CO}_2, \text{CH}_4$)

EF_{ij} : 석유화학제품(i)의 온실가스(j) 배출계수(tGHG/t-제품)

PP_i : 연간 석유화학제품(i)의 생산량(ton)

② Tier 2~3

Tier 2와 3 산정방법은 원료 및 공정수준에서 탄소물질수지에 기초한 산정방법으로 각 원료소비량, 일차, 이차 생산제품의 생산량 등을 활동자료로 하고 고유 배출계수(Tier 2의 경우 국가 고유 배출계수, Tier 3의 경우 사업장 고유 배출계수)를 적용하는 방법이다.

$$E_{i\text{CO}_2} = \sum_k (FA_{i,k} \times EF_k) - \left\{ PP_i \times EF_i + \sum_j (SP_{ij} \times EF_{ij}) \right\}$$

i : 1차 석유화학생산제품(반응공정의 주생산물을 의미한다)

j : 2차 석유화학생산제품(반응공정의 부생산물을 의미한다)

k : 원료(해당 반응공정으로 투입되는 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔, 합성가스, 천연가스 등 원료를 모두 포함한다)

$E_{i\text{CO}_2}$: 석유화학제품(i) 생산으로부터의 CO₂ 배출량(tCO₂)

$FA_{i,k}$: 석유화학제품(i) 생산에서 사용된 원료(k) 소비량(ton)

EF_k : 원료(k)의 배출계수(tCO₂/t-원료)

PP_i : 1차 석유화학제품(i) 생산량(ton)

EF_i : 1차 석유화학제품(i)의 배출계수(tCO₂/t-제품(i))

SP_{ij} : 2차 석유화학제품(j)의 생산량(ton)

EF_{ij} : 2차 석유화학제품(j)의 배출계수(tCO₂/t-제품(j))

③ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 테레프탈산(TPA) 생산

① Tier 1~3

산화반응기 또는 결정화조 후단에서 배출되는 배기가스의 CO₂, CO, O₂ 함량을 활용하여 배출량을 산정한다. 산화반응기와 결정화조가 모두 설치된 경우, 각 시설에 대한 배출량을 산정·보고하여야 한다.

$$E_{\text{CO}_2} = \frac{AR \times CF \times CF_{\text{CO}_2}}{1 - SCF} \times 1.963$$

E_{CO_2} : TPA 생산 공정에서 발생하는 CO₂ 배출량(tCO₂)

AR : 투입공기량(천m³)

CF : 투입공기 중 질소함량비(=0.79)

CF_{CO_2} : 배기가스 중 CO₂ 농도(0에서 1사이의 소수)

SCF : 배기가스 중 CO₂, CO, O₂ 농도비의 합(0에서 1사이의 소수)

1.963 : CO₂의 분자량(44.010) / 표준상태 시 몰당 CO₂의 부피(22.414)

② Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

③ 코크스 제거공정(De-Coking)

① Tier 1

점착된 코크스의 양을 파악할 수 없을 경우 코크스 제거를 위해 투입된 공기가 전량 연소하여 CO₂를 발생한다고 가정하여 다음과 같이 산정한다.

$$E_{CO_2} = AR \times CF \times 1.963$$

E_{CO_2} : CO₂ 배출량(ton)

AR : 공기투입량(천m³)

CF : 투입공기 중 산소함량비(=0.21)

1.963 : CO₂의 분자량(44.010) / 표준상태 시 몰당 CO₂의 부피(22.414)

② Tier 3a

점착된 코크스의 양을 파악할 수 있으며, 연소된 코크스 중의 탄소가 모두 CO₂로 배출된다고 가정하여 산정한다.

$$E_{CO_2} = CC \times EF$$

E_{CO_2} : 코크스 제거공정에서의 CO₂ 배출량(ton)

CC : 연소된 코크스 량(ton)

EF : 연소된 코크스의 배출계수(tCO₂/t-코크스)

③ Tier 3b

코크스 제거공정이 연속재생공정으로 운영되어 산소함량 변화 및 코크스 함량의 측정이 불가능한 경우는 배출시설의 규모와 상관없이 다음 방법론을 적용하여 배출량을 산정하도록 한다.

$$E_{CO_2} = AR \times CF \times 1.963$$

E_{CO_2} : 코크스 제거공정에서의 CO₂ 배출량(tCO₂)

AR : 공기투입량(천m³)

CF : 배기가스 중 CO, CO₂ 농도비의 합

1.963 : CO₂의 분자량(44.010) / 표준상태 시 몰당 CO₂의 부피(22.414)

④ Tier 4

코크스 제거공정 시설 후단에 배기가스(Exhaust Gas) 조성을 실시간으로 분석·측정할 수 있는 측정기기를 활용하여 산정·보고할 수 있다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 석유화학제품 생산

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 석유화학제품 생산량 및 석유화학제품(i)의 생산계수(SPP_i) 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 공정별 원료사용량, 일차 및 이차 석유화학제품 생산량. 원료(k)에 대한 이차제품의 생산계수(SPP_{ik}) 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 공정별 원료사용량, 일차 및 이차 석유화학제품 생산량, 원료(k)에 대한 이차제품의 생산계수(SPP_{ik}) 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인의 기본 배출계수를 사용한다.

〈표-22〉 석유화학제품의 기본 배출계수

석유화학제품(j)	CO ₂ 배출계수(EF_{ij}) (tCO ₂ /t-제품(j))	CH ₄ 배출계수(EF_{ij}) (kgCH ₄ /t-제품(j))
메탄올(CH ₃ OH)	0.6700	2.3000
에틸렌디클로라이드(EDC)	0.1960 ¹⁾	-
염화비닐 모노머(VCM)	0.2940 ²⁾	-
EDC/VCM 통합공정	-	0.0226
에틸렌옥사이드(EO)	0.8630	1.7900
아크릴로니트릴(AN)	1.0000	0.1800
카본블랙(CB)	2.6200	0.0600

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

** 석유화학제품 생산량 기준의 배출량 산정방법(Tier1)에 적용 가능한 기본배출계수

- 1) EDC의 배출계수에는 연소배출량이 포함되어 있으며, 해당 제품 생산에 따른 연소배출량을 별도로 산정하여 연소배출에 포함시켜 보고하는 경우, 공정배출량 산정에는 1톤당 0.0057tCO₂ 적용
- 2) VCM의 배출계수에는 연소배출량이 포함되어 있으며, 해당 제품 생산에 따른 연소배출량을 별도로 산정하여 연소배출에 포함시켜 보고하는 경우, 공정배출량 산정에는 1톤당 0.0086tCO₂ 적용

〈표-23〉 석유화학원료(k) 및 생산물(i, j)의 CO₂ 기본 배출계수

원료/생산물	배출계수 (EF_k 또는 $EF_{i, j}$) (tCO ₂ /t-원료(k) 또는 생산물(i, j))
아세토니트릴(CH ₃ CN)	2.1442
아크릴로니트릴(AN)	2.4417
부타디엔(C ₄ H ₆)	3.2536
카본블랙(CB)	3.5541
카본블랙(CB)원료	3.2976
에탄(C ₂ H ₆)	3.1364
에틸렌디클로라이드(EDC)	0.8977
에틸렌글리콜(EG)	1.4180
에틸렌옥사이드(EO)	1.9969
시아나화수소(HCN)	1.6283
메탄올(CH ₃ OH)	1.3740
CH ₄ (메탄)	2.7443
프로판	2.9935
프로필렌(C ₃ H ₆)	3.1375
염화비닐 모노머(VCM)	1.4070
에틸렌	3.1364

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(공정 원료나 제품의 해당 탄소함량에 3.664(CO₂/C)를 적용하였음)

** 원료 및 제품의 탄소물질수지에 기초한 배출량 산정방법(Tier2)에 적용가능한 기본배출계수

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 위 <표-23>의 석유화학원료(k) 및 생산물(i, j)의 CO₂ 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 각각의 석유화학원료(k) 및 생산물(i, j) 등에 대하여 탄소의 질량 분율을 측정·분석하여 고유배출계수를 개발한다.

$$EF_x = x\text{물질의 탄소 질량 분율} \times 3.664$$

EF_x : x물질의 배출계수(tCO₂/t)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

② 테레프탈산(TPA) 생산

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 공기투입량(천m³) 자료를 사용한다. 추가로 투입된 O₂량이 있을 경우 이를 제외 한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 공기투입량(천m³) 자료를 사용한다. 추가로 투입된 O₂량이 있을 경우 이를 제외한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 공기투입량(천m³) 자료를 사용한다. 추가로 투입된 O₂량이 있을 경우 이를 제외한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

사업자가 제16조 규정에 따라 배기가스 중 CO, CO₂, O₂의 농도를 측정 분석하여 배출계수 개발에 적용한다.

③ 코크스 제거공정(De-Coking)

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 공기투입량(천m³)자료를 사용한다.

Tier 3a

측정불확도 ±2.5% 이내의 연소된 코크스 량을 사용한다.

Tier 3b

측정불확도 ±2.5% 이내의 공기투입량(천m³)자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

기본 배출계수(투입공기 중 산소함량비=0.21)를 사용한다.

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3a

사업자가 제16조 규정에 따라 코크스의 탄소 질량 분율을 산정 또는 측정·분석 하여 고유배출계수를 개발한다.

$$EF_x = x\text{물질의 탄소 질량 분율} \times 3.664$$

EF_x : x물질의 배출계수(tCO₂/t)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

Tier 3b

사업자가 제16조 규정에 따라 배기가스 중 CO, CO₂ 농도비를 측정하여 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

21. 불소화합물 생산

IPCC 분류체계

2B9

1. 배출활동 개요

온실가스로 규정된 불소화합물들(HFCs, PFCs, SF₆)은 생산과정에서 일부 부산물로 생산되어 대기 중으로 배출된다. 주요 온실가스 배출원은 불소화합물을 생성하는 반응시설이고, HCFC-22 생산 공정 중 극소량의 HFC-23이 반응시설에서 부수적으로 생성되어 배출 되며, 기타 불소화합물 생산에서는 CFC-11 및 CFC-12 생산 공정, PFCs 물질의 할로젠 전환 공정, NF₃ 제조 공정, 불소비료나 마취제용 불소화합물 생산 공정 등에서 불소화합물이 배출된다.

2. 보고 대상 배출시설

불소화합물 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① HCFC-22 생산시설

HCFC-22 생산 공정 중 아래의 과정에서 대부분의 HFC-23이 배출된다.

환기과정(Condenser vent)에서의 배출	HCFC-22 생산 공정 중 주요 배출지점으로 HCFC-22에서 분리된 후 공기 중으로 배출되며, 생성된 HFC-23의 약 98~99%가 이 공정에서 배출
탈루배출(Fugitive emission)	공기압축기(컴프레서), 밸브, 플랜지 등을 통해 배출
습식스크러버로 부터의 액상 세정	세정액에 포함된 HFC-23의 농도의 수 ppm 정도로 미량임
HCFC-22 생산물과 함께 제거	HCFC-22 생산 제품에 극소량의 HFC-23이 포함되어 배출됨
HFC-23 회수시 저장 탱크로부터의 누출	고압 저온 하에서의 농축에 의해 누출됨

② 기타 불소화합물 생산시설

기타 불소화합물 생산에서는 아래와 같은 공정들에서 불소화합물이 배출된다.

- ㉠ CFC-11 생산시설
- ㉡ CFC-12 생산시설
- ㉢ PFCs 물질의 할로젠 전환시설
- ㉣ 불소비료 및 마취제용 화합물 생산시설
- ㉤ SF₆ 생산시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	불소화합물(FCs)
산정방법론	Tier 1, 2, 3

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 HCFC-22 또는 기타 불소화합물의 생산량과 기본배출계수를 이용하여 산정하는 방법이다. 여기에서 발생된 HFC-23은 전량 대기로 배출되는 것으로 가정하기 때문에 불확도가 상당히 높다고 한다.

$$E_{HFC-23} = EF_{default} \times P_{HCFC-22} \times 10^{-3}$$

E_{HFC-23} : HFC-23배출량(tGHG)

$EF_{default}$: HFC-23 기본 배출계수(kgHFC-23 배출량/kgHCFC-22 생산량)

$P_{HCFC-22}$: 전체 HCFC-22 생산량(kg)

② Tier 2

Tier 2 산정방법은 HCFC-22의 생산량과 공정효율을 이용하여 계산된 HFC-23의 배출계수를 통해 배출량을 산정하는 방법이다. 배출계수는 탄소의 효율과 불소의 효율을 이용하여 산출하는데 일반적으로는 두 계수의 평균값을 사용하거나 불확도가 낮은 한 가지를 선택하여 산출한다.

$$E_{HFC-23} = EF_{calculated} \times P_{HCFC-22} \times F_{released} \times 10^{-3}$$

E_{HFC-23} : HFC-23배출량(tGHG)

$EF_{calculated}$: 계산된 HFC-23 배출계수(kgHFC-23/kgHCFC-22)

$P_{HCFC-22}$: 전체 HCFC-22 생산량(kg)

$F_{released}$: 처리되지 않은 채 대기로 연간 방출되는 비율
(0에서 1사이의 소수)

③ Tier 3

Tier 3 산정방법은 사업장 개별 시설의 정보를 이용하며 배출량을 산정하는 방법이며, 활동자료의 이용가능성에 따라 Tier 3a, 3b, 3c로 구분한다. Tier 3a는 대기로 방출되는 증기의 유량과 조성을 직접적, 지속적으로 측정할 수 있을 때, Tier 3b는 배출에 관한 공정 변수들을 지속적으로 모니터링 할 수 있을 때, Tier 3c는 HFC-23이 생성되는 반응조에서 HFC-23의 농도를 지속적으로 측정할 수 있을 때에 사용할 수 있다.

㉠ Tier 3a <직접법>

$$E_{HFC-23} = C \times f \times t \times 10^{-3}$$

E_{HFC-23} : HFC-23배출량(tGHG)

C : 실제 발생하는 HFC-23의 농도 (kgHFC-23/kg-gas)

f : 가스 유량의 총량(일반적으로 부피로 측정된 후 질량으로 환산하여 적용한다) (kg-gas/hour)

t : 각 변수들이 측정된 시간(hour)

㉠ Tier 3b <프로시버>

$$E_{HFC-23} = (S \times F \times P \times t - R) \times 10^{-3}$$

E_{HFC-23} : HFC-23배출량(tGHG)

S : 시험 운전 시 배출가스 중 HFC-23의 표준 배출량(kg/unit)

$$S = C \times \frac{R}{P}$$

C : 시험 운전 시 배출가스 중 HFC-23의 농도(kgHFC-23/kg-gas)

R : 시험 운전 시 배출가스 유량(kg/hour)

P : 시험 운전 시 공정 가동율

F : 공정 가동율에 따른 배출율(시험 운전 시 배출율에 대한 상수)

P : 가동시간 중 공정 가동율(0에서 1사이의 소수)

t : 공정 가동 시간

R : 회수되거나 파괴되는 HFC-23의 양(kg)

㉡ Tier 3c <공정 내 측정법>

$$E_{HFC-23} = (C \times P \times t - R) \times 10^{-3}$$

E_{HFC-23} : HFC-23배출량(tGHG)

C : 반응조 안의 HFC-23 농도(kgHFC-23/kgHCFC-22생산량)

P : HCFC-22 생산량(kg)

t : HFC-23이 실제로 배기되는 시간 분율(0에서 1사이의 소수)

R : 회수한 HFC-23의 양(kg)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 사업장별 HCFC-22 생산량을 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 사업장별 HCFC-22 생산량을 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 Tier 3 각 산정방법론에 제시된 활동자료를 직접 측정하여 활용한다.

㉠ Tier 3a - 배출가스 유량 및 조성 등

㉡ Tier 3b - 배출가스 유량 및 조성, 공정의 가동율 등

㉢ Tier 3c - 사업장별 HCFC-22 생산량, 반응조 안의 HFC-23 농도 등

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인의 생산기술별로 구분하여 HCFC-22 생산량 당 기본배출 계수를 적용한다.

〈표-24〉 HCFC-22 생산량 당 기본 배출계수

생산기술		배출계수 (kgHFC-23/kgHCFC-22)
오래된 생산설비 (1940년도~1990/1995년도)		0.04
최적화된 최근의 생산설비		0.03
지구 평균 배출 (1978 - 1995)		0.02

물질 구분		배출계수 (kg-배출량/kg-생산량)
HFCs, PFCs		0.005
SF ₆	일반	0.002
	고순도	0.08

Tier 2

HFC-23의 배출계수($EF_{calculated}$)는 아래 두 식에 의해 계산된 평균값을 사용하며, 그렇지 않은 경우 불확도가 낮은 한 가지를 선택하여 사용한다.

㉠ 탄소수지 효율에 의한 배출계수 계산

$$EF_{carbon_balance} = (1 - CBE) \times F_{efficiency\ loss} \times FCC$$

$EF_{carbon-balance}$: 탄소수지에 의한 HFC-23 배출계수
(kgHFC-23/kgHCFC-22)

CBE : 탄소수지 효율(0에서 1사이의 소수, 사업장 고유 자료)

$F_{efficiency\ loss}$: HFC-23의 효율손실 계수(0에서 1사이의 소수, 사업장 고유 자료)

FCC : 탄소함량 계수(= 0.81)(kgHFC-23/kgHCFC-22)

㉡ 불소수지 효율에 의한 배출계수 계산

$$EF_{fluorine_balance} = (1 - FBE) \times F_{efficiency\ loss} \times FCC$$

$EF_{fluorine-balance}$: 불소수지 계산에 의한 HFC-23 배출계수
(kgHFC-23/kgHCFC-22)

FBE : 불소수지 효율(0에서 1사이의 소수, 사업장 고유 자료)

$F_{efficiency\ loss}$: HFC-23의 효율손실 계수(0에서 1사이의 소수, 사업장 고유 자료)

FCC : 불소함량 계수(= 0.54) (kgHFC-23/kgHCFC-22)

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 계수를 사용한다.

22. 카프로락탐 생산

IPCC 분류체계
2B4

1. 배출활동 개요

카프로락탐 생산 공정은 초기 원료에 따라 사이클로헥산, 페놀 및 톨루엔의 3가지로 나눌 수 있다. 원료별 사용 비율에 따른 전 세계 카프로락탐 생산 능력은 사이클로헥산이 70%, 페놀이 25%이고 나머지는 톨루엔이 차지하는데 우리나라의 경우 주로 사이클로헥산을 초기 원료로 하여 카프로락탐을 생산하는 것으로 알려져 있다.

카프로락탐 생산 공정에서 사이클로헥산은 촉매 존재 하에 사이클로헥사논과 사이클로헥사놀로 산화된다. 이 때 생산된 산화물은 사이클로헥사놀 60%, 사이클로헥사논이 40%로 구성되어 있으며, 사이클로헥사놀은 탈수소 촉매 하에서 사이클로헥사논으로 전환된다. 사이클로헥사논은 하이드록실아민 설페이트 용액과의 반응을 통해 사이클로헥사논 옥심으로 만들어지고, 반응 시 생성된 사이클로헥사논 옥심은 다음 단계인 전위공정으로 보내진다. 카프로락탐과 분자식은 같으나 구조식이 다른 사이클로헥사논 옥심은 발연황산의 존재 하에 BECKMAN 전위를 이루어 불순물이 함유된 카프로락탐이 생성된다. 그리고 여러 단계의 정제공정을 통해 고순도의 카프로락탐이 생산된다.

카프로락탐 생산 공정은 다양한 단위공정으로 구성되며, 온실가스를 배출하는 단위공정은 배출되는 온실가스의 종류에 따라 원료 중 탄소 성분에 의해 CO₂를 배출하는 CO₂ 배출공정과 하이드록실아민 반응에 의해 N₂O를 배출하는 N₂O 배출공정으로 구분할 수 있다.

CO₂ 배출공정 중 CO₂ 제조공정(CO₂ Generator)에서 납사를 원료로 발생된 CO₂는 암모니아수(NH₄OH) 및 공정 중의 질소산화물과 반응하여 아질산암모늄 (NH₄NO₂)을 생성하는데 이 과정에서 대기 중으로 CO₂가 배출된다. 수소 제조공정은 카프로락탐 생산 시 필요한 수소를 공급하기

위하여 주원료인 납사와 스팀을 원료로 개질하여 수소를 생산하는 공정으로 수소 제조공정 내에서 발생한 CO₂ 등의 연소 가스는 대기 중으로 배출된다. 폐수소각시설에서는 폐수와 농축폐액 OCE Organic Caustic Effluents)를 소각로 내에서 산화시키는 반응에 의해 CO₂가 배출된다. 액상 또는 고상 탄산소다를 생산하는 탄산소다 제조공정에서는 연소에 의해 발생한 CO₂의 일부가 탄산소다로 전환되므로 공정 내에서 발생한 CO₂ 중에서 탄산소다로 전환되는 양을 제외한 나머지 CO₂를 공정 배출량으로 산정한다.

N₂O를 배출하는 하이드록실아민 공정은 암모니아 산화반응, 가수 분해반응 및 아민 제조공정을 통해 대기 중으로 N₂O를 배출하며 배출되는 N₂O는 공정 배출량으로 산정한다.

2. 보고 대상 배출시설

카프로락탐 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

- ① CO₂ 제조공정
- ② 하이드록실아민 공정
- ③ 기타 제조공정

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
① CO ₂ 배출공정 산정방법론	Tier 2,3,4	-	-
② N ₂ O 배출공정 산정방법론	-	-	Tier 2,3,4

4. 배출량 산정 방법론

① CO₂ 배출공정

① Tier 2~3

$$E_{CO_2} = \sum_i (Q_i \times EF_i) - \sum_j (P_j \times F_j \times EF_j)$$

E_{CO_2} : CO₂ 배출량(tCO₂)

Q_i : 납사, OCE(Organic Caustic Effluents) 등 원료(i)의 사용량(ton)

EF_i : 원료(i)의 배출계수(tCO₂/t-원료)

P_j : 액상 또는 고상 탄산소다(j)의 생산량(ton)

F_j : 액상 또는 고상 탄산소다(j)의 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

EF_j : 액상 또는 고상 탄산소다(j)의 배출계수(tCO₂/t-탄산소다)

② Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② N₂O 배출공정

① Tier 2~3

$$E_{N_2O} = \sum_i \left\{ EF_i \times CP_i \times \sum_j [1 - (DF_j \times ASUF_j)] \right\} \times 10^{-3}$$

E_{N_2O} : 하이드록실아민 공정에서의 N₂O 배출량(tN₂O)

EF_i : 기술 유형(i)별 N₂O 배출계수(kgN₂O/t-카프로락탐)

CP_i : 기술 유형(i)별 카프로락탐 생산량(ton)

DF_j : 저감기술 유형(j)별 N₂O 분해계수(0에서 1사이의 소수)

$ASUF_j$: 저감기술 유형(j)별 저감시스템 이용계수(0에서 1사이의 소수)

② Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① CO₂ 배출공정

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 원료 사용량 및 탄산소다 생산량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 원료 사용량 및 탄산소다 생산량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 원료 사용량 및 탄산소다 생산량 자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체적으로 분석한 원료의 탄소 질량 분율을 측정·분석하여 고유배출계수를 개발한다. 필요시, 원료 공급자가 분석하여 제공하는 탄소 질량 분율 값과 관련된 자료를 사용할 수 있다.

$$EF_x = x\text{물질의 탄소 질량 분율} \times 3.664$$

EF_x : x물질의 배출계수(tCO₂/t)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② N₂O 배출공정

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 카프로락탐 생산량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 카프로락탐 생산량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 카프로락탐 생산량 자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체개발한 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

23. 철강생산

IPCC 카테고리

2C1

1. 배출활동 개요

철강공정에서의 주요 배출원은 코크스로, 소결로 및 석회 소성로에서 원료 중 탄소성분에 의해 발생하는 CO₂로 구분할 수 있다. 이들 배출원에서 생산된 제품은 고로에 원료로써 재투입되며 연소에 의해 다시 대기 중으로 배출된다. 특히 일관제철 공정 중 코크스로, 고로 및 전로에서 발생하는 공정 부생가스는 각각 코크스 오븐가스(Cokes Oven Gas, COG), 고로가스(Blast Furnace Gas, BFG), 전로가스(Linz Donawitz converter Gas, LDG)라고 부르며 중앙관리시스템에서 회수하여 일관제철 공정 중 주요 시설에 연료로 재공급된다. 따라서 코크스로, 고로 및 전로 시설에서 직접적으로 대기 중으로 배출되는 배기가스는 거의 없으며 이 배기가스는 연료 재순환에 의하여 다른 배출시설에서 연료 연소에 의하여 배출될 것이다. 이러한 이유로 일관제철의 경우 전기로를 제외하고는 공정특성에 의한 CO₂ 배출보다는 공정 부생가스에 의한 배출특성이 주로 나타난다.

2. 보고 대상 배출시설

철강 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 일관제철시설

일관제철시설은 제선, 제강, 압연의 일련의 공정을 지칭한다. 제선 공정은 철광석과 원료탄을 주원료로 고로에 투입하여 용선을 생산하는 공정이고, 제강공정은 용선에서 각종 불순물을 제거하는 공정이다. 압연공정은 고온의 쇠붙이에 높은 압력을 가하여 슬래브, 빌릿 등 반제품을 생산하는 공정이다.

② 코크스로

코크스 공정은 무산소 조건에서 석탄을 고온에서 14~28시간 동안 가열하여 고로에서 반응하기 알맞은 크기로 조업하는 공정을 말한다. 이 공정은 1,000~1,300℃의 고온에서 이루어지며, 이 과정에서 생긴 코크스는 고로 내에서 철광석을 녹이는 열원 역할을 함과 동시에 철광석에서 철을 분리하는 환원제 역할을 한다.

③ 소결로

철광석은 보통 30~70%의 철분을 함유한 광석을 의미한다. 좋은 철광석은 철분의 함량이 높고, 황, 인, 동과 같은 유해 성분이 적으며 크기가 일정한 것을 말한다. 이와 같은 이상적인 철광석은 흔치 않으며 원산지에 따라 품질, 성분, 형상이 각기 다르다. 따라서 고로에 투입하기 전에 철광석 가루를 일정한 크기로 만드는 과정이 필요한 데 이를 소결공정이라 한다.

④ 용선로 또는 제선로(고로)

고로의 외부는 철로 내부는 특수 내화물로 축조되어 있다. 고로(높이 약 100 m)의 상부를 통하여 철광석, 소결광, 코크스가 투입되고 하부에서 고온의 열풍(약 1200 ℃)을 불어 넣어 코크스를 연소 시킨다. 이때 코크스가 연소되며 발생하는 일산화탄소가 철광석과 환원반응을 일으키면서 쇳물이 생산된다. 코크스가 연소하면서 높은 온도가 형성되어 고로 내에 투입된 원료가 녹으면서 환원해서 쇳물이 되며, 높은 비중에 의해 고로(용선로) 하부로 가라앉고 불순물은 상부로 뜨게 된다. 고로가스는 상부로 배출되고 쇳물 및 슬래그는 순차적으로 하부로 배출된다.

⑤ 전로

용광로에서 제조된 선철(용선)을 정련하여 용강으로 만드는데 사용되며, 주로 탈탄 또는 탈인반응에 이용된다. 그 방법에는 산성전로법과 염기성

전로법이 있으며, 원료로 용선과 소량의 고철을 사용한다. 산화제로는 순산소가스(순도99.5%이상)를 이용하고 용제(Flux)로는 석회석과 형석이 사용되며, 초음속의 순산소제트를 용선에 불어넣어 약 40분 이내에 급속히 정련시키므로 비교적 제강시간이 짧고 고철의 사용비가 적다.

⑥ 전기로

전기로는 크게 나누어 아크로(Arc Furnace)와 유도로(Induction Furnace)로 구분된다. 아크로는 주로 대용량의 연강(Mild Steel) 및 고합금강의 제조에 사용되고 유도로는 주로 고급특수강이나 주물을 주조하는데 사용된다. 아크로는 전기양도체인 전극(탄소봉)에 전류를 통하여 고철과 전극사이에 발생하는 Arc열을 이용하여 고철 등 내용물을 산화·정련하며, 산화정련 후 환원성의 광재로 환원정련함으로써 탈산·탈황작업을 하게 된다. 원료로는 선철이나 고철이 사용되며, 보통 1회에 2~3번의 원료투입(장입)이 이루어지는데 원료 투입 시에는 로 상부의 선회식 뚜껑이 열리고 드롭보텀바켓(Dropbottom bucket)에 담겨진 고철 등을 기중기를 이용하여 로 상부에 투입한다.

⑦ 평로

제선로(용광로)에서 만들어진 선철(용선)중의 불순물 제거, 탈탄처리, 합금원소 첨가 등 정련작업을 하여 소정 품질의 강재를 생산하는데 사용되는 로를 말한다. 얇은 직사각형의 구조를 가지는 것이 보통이며 원료로는 중유, 미분탄, 발생로 가스 등을 사용한다. 로 바닥에는 백운석으로 채워져 있으며, 원료로는 선철 60% 그리고 편철류(Scrap) 약 40%로 구성된다. 원료 투입 시에는 먼저 석회석과 편철류를 투입하여 편철류를 완전히 용융시킨 다음 선철을 투입한다. 로 내부의 온도가 증가하면 석회석의 분해가 이루어지면서 CO₂가 발생되고 이 CO₂는 로 내부의 물질들을 서로 교반시키는 역할을 하게 된다. 강재의 성분조성 또는 탈탄작업을 위하여 산소를 주입하기도 한다. 한공정이 끝나기까지는 대략 8~10시간 정도가 소요된다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1	-

4. 배출량 산정 방법론

① 코크스로

사업장 내에서 발생한 부생가스가 타 공정의 연료로 사용될 경우에는 고정연소 배출활동에서 보고되어야 한다.

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 코크스 생산량을 기준으로 한 CO₂, CH₄ 배출량 산정방법이다.

$$E_{Coke} = Q_{Coke} \times EF_{Coke}$$

E_{Coke} : 코크스로에서의 온실가스(CO₂, CH₄) 배출량(tGHG)

Q_{Coke} : 코크스 생산량(ton)

EF_{Coke} : 온실가스(CO₂, CH₄) 배출계수(tCO₂/ton, tCH₄/ton)

② Tier 2

Tier 2 산정방법은 코크스로에 사용된 원료 및 연료 사용량과 코크스생산량을 활용하여 CO₂ 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{Coke} = CC \times EF_{CC} + \sum (PM \times EF_{PM}) - CO \times EF_{CO} - COG \times EF_{COG} - \sum (COB \times EF_{COB})$$

E_{Coke} : 코크스로부터 연간 CO₂ 배출량(tCO₂)

CC : 원료탄 사용량(ton)

PM : 원료탄 이외의 원료사용량(ton)

CO : 코크스 생산량(ton)

COG : 코크스오븐가스 발생량(ton)

COB : 코크스오븐 부산물 발생량(ton)

EF_X : X 물질의 배출계수(tCO₂/t)

③ Tier 3

Tier 3 산정방법은 7 철강 생산 공정의 Tier 3 산정방법(물질수지법)을 적용한다.

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

2 소결로(Sinter)

사업장 내에서 발생한 부생가스가 타 공정의 연료로 사용될 경우에는 고정연소 배출활동에서 보고되어야 한다.

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 소결물 생산량을 기준으로 CO₂, CH₄ 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{SI} = SI \times EF_{SI}$$

E_{SI} : 소결로에서의 연간 CO₂ 및 CH₄ 배출량(tGHG)

SI : 소결물 생산량(ton)

EF_{SI} : CO₂ 및 CH₄ 배출계수(tCO₂/ton, tCH₄/ton)

② Tier 2

Tier 2 산정방법은 소결물 생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 소결물 생산량, 소결가스 발생량 값을 기준으로 CO₂ 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{SI} = CBR \times EF_{CBR} + \sum (PM \times EF_{PM}) - SOG \times EF_{SOG}$$

E_{SI} : 소결로에서의 연간 CO₂ 배출량(tCO₂)

CBR : 코크브리즈 사용량(ton)

PM : 원료탄 이외의 원료사용량(ton)

SOG : 소결로 가스 발생량(ton)

EF_X : X 물질의 배출계수(tCO₂/t)

③ Tier 3

Tier 3 산정방법은 7 철강 생산 공정의 Tier 3 산정방법(물질수지법)을 적용한다.

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

3 고로(Blast Furnace)

사업장 내에서 발생한 부생가스가 타 공정의 연료로 사용될 경우에는 고정연소 배출활동에서 보고되어야 한다.

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 용선 생산량을 기준으로 한 CO₂, CH₄ 배출량의 산정방법이다.

$$E_{BF} = Q_{BF} \times EF_{BF}$$

E_{BF} : 고로에서의 CO₂ 및 CH₄ 배출량(tGHG)

Q_{BF} : 고로의 용선(pig iron) 생산량(ton)

EF_{BF} : 고로의 CO₂ 및 CH₄ 기본 배출계수(tCO₂/ton, tCH₄/ton)

② Tier 2

Tier 2 산정방법은 용선생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 용선생산량 등을 기준으로 한 CO₂ 산정방법이다.

$$E_{BF} = CC \times EF_{CC} + \sum (COB \times EF_{COB}) + \sum (PCI \times EF_{PCI}) \\ + Car \times EF_{Car} + \sum (O \times EF_O) - PI \times EF_{PI} - BFG \times EF_{BFG}$$

E_{BF} : 고로에서의 선철생산에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

CC : 고로에 투입된 코크스 양(ton)

COB : 고로에서 소모된 현지 코크스 오븐의 부산물 양(ton)

PCI : 고로에 투입된 코크스 외 환원제 사용량(ton)

Car : 고로에 투입된 탄산염물질의 양(ton)

O : 고로에 투입된 기타 공정물질(소결물, 폐플라스틱 등)의 양(ton)

PI : 고로의 용선(pig iron) 생산량(ton)

BFG : 고로의 BFG 발생량(ton)

EF_X : X 물질의 배출계수(tCO₂/t)

③ Tier 3

Tier 3 산정방법은 ⑦ 철강 생산 공정의 Tier 3 산정방법(물질수지법)을 적용한다.

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

④ 전로(Converter)

사업장 내에서 발생한 부생가스가 타 공정의 연료로 사용될 경우에는 고정연소 배출활동에서 보고되어야 한다.

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 조강 생산량을 기준으로 한 CO₂, CH₄ 배출량의 산정방법이다.

$$E_{BOF} = Q_{BOF} \times EF_{BOF}$$

E_{BOF} : 전로에서의 CO₂ 및 CH₄ 배출량(tGHG)

Q_{BOF} : 전로의 조강 생산량(ton)

EF_{BOF} : 전로의 CO₂ 및 CH₄ 기본 배출계수(tCO₂/ton, tCH₄/ton)

② Tier 2

Tier 2 산정방법은 조강생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 조강생산량 등을 기준으로 한 CO₂ 산정방법이다.

$$E_{BOF} = (PI \times EF_{PI}) + (Car \times EF_{Car}) + \sum (O \times EF_O) \\ - (S \times EF_S) - (LDG \times EF_{LDG})$$

E_{BOF} : 전로에서 조강생산에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

PI : 전로에 투입된 용선(pig iron)의 양(ton)

Car : 전로에 투입된 탄산염물질의 양(ton)

O : 전로에 투입된 기타 공정물질(소결물, 폐플라스틱 등)의 양(ton)

S : 전로의 조강생산량(ton)

LDG : 전로의 LDG 발생량(ton)

EF_X : X 물질의 배출계수(tCO₂/t)

③ Tier 3

Tier 3 산정방법은 ⑦ 철강 생산 공정의 Tier 3 산정방법(물질수지법)을 적용한다.

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

⑤ 전기로(Electric Arc Furnace)

사업장 내에서 발생한 부생가스가 타 공정의 연료로 사용될 경우에는 고정연소 배출활동에서 보고되어야 한다.

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 조강 생산량을 기준으로 한 CO₂, CH₄ 배출량의 산정방법 이다.

$$E_{EAF} = Q_{EAF} \times EF_{EAF}$$

E_{EAF} : 전기로에서의 CO₂ 및 CH₄ 배출량(tGHG)

Q_{EAF} : 전기로의 조강 생산량(ton)

EF_{EAF} : 전기로의 CO₂ 및 CH₄ 기본 배출계수(tCO₂/ton, tCH₄/ton)

② Tier 2

Tier 2 산정방법은 조강생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 조강생산량 등을 기준으로 한 CO₂ 산정방법이다.

$$E_{EAF} = (CE \times EF_{CE}) + (CA \times EF_{CA}) + \sum (O \times EF_O)$$

E_{EAF} : 전기로에서 조강생산에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

CE : 전기로에서 사용된 탄소전극봉의 양(ton)

CA : 전기로에 투입된 가탄제 양(ton)

O : 전기로에 투입된 기타 공정물질(소결물, 펄라스틱 등)의 양(ton)

EF_X : X 물질의 배출계수(tCO₂/t)

③ Tier 3

Tier 3 산정방법은 ⑦ 철강 생산 공정의 Tier 3 산정방법(물질수지법)을 적용한다.

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

⑥ 직접환원로(Direct Reduction Furnace)

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 직접환원철 생산량을 기준으로 한 CO₂, CH₄ 배출량 산정방법이다.

$$E_{DRI} = DRI \times EF_{DRI}$$

E_{DRI} : 직접산화철 생산에 따른 CO₂, CH₄ 배출량(tGHG)

DRI : 직접환원철 생산량(ton)

EF_{DRI} : CO₂ 및 CH₄ 배출계수(tCO₂/ton, tCH₄/ton)

② Tier 2

Tier 2 산정방법은 직접환원철 생산에 사용된 원료 및 연료 사용량,

탄소함량 등을 기준으로 CO₂ 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{DRI} = DRI_{NG} \times EF_{NG} + DRI_{BZ} \times EF_{BZ} + DRI_{CK} \times EF_{CK}$$

E_{DRI} : 직접환원철 생산에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

DRI_{NG} : 직접환원철 생산에 사용된 천연가스의 에너지량(GJ)

DRI_{BZ} : 직접환원철 생산에 사용된 코크브리즈의 에너지량(GJ)

DRI_{CK} : 직접환원철 생산에 사용된 야금코크스의 에너지량(GJ)

EF_X : X 물질의 배출계수(tCO₂/GJ)

③ Tier 3

Tier 3 산정방법은 7 철강 생산 공정의 Tier 3 산정방법(물질수지법)을 적용한다.

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

7 철강 생산 공정

① Tier 3 <물질수지법>

$$E_f = \Sigma(Q_i \times EF_i) - \Sigma(Q_p \times EF_p) - \Sigma(Q_e \times EF_e)$$

E_f : 공정에서의 온실가스(f) 배출량(tCO₂)

Q_i : 공정에 투입되는 각 원료(i)의 사용량(ton)

Q_p : 공정에서 생산되는 각 제품(p)의 생산량(ton)

Q_e : 공정에서 배출되는 각 부산물(e)의 반출량(ton)

EF_X : X 물질의 배출계수(tCO₂/t)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-25>, <표-26>의 코크스 생산, 철과 강 생산에서의 기본 배출계수를 사용한다.

〈표-25〉 코크스 생산, 철과 강 생산에서의 CO₂ 배출계수

공정 과정		배출계수 (tCO ₂ /t-생산물)
철	소결물 생산	0.20
	코크스 오븐	0.56
	선철(pig iron) 생산 (고로)	1.35
	직접 환원철(DRI) 생산	0.70
	펠렛 생산	0.03
강	전로(BOF)	1.46
	전기로(EAF)	0.08
	평로(OHF)	1.72
	국제 기준 값(65% BOF, 30% EAF, 5% OHF 기준) (강 1톤 생산 당 나오는 CO ₂ 양)	1.06

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

** 비교 : 이 표에 있는 EAF 제강에 대한 CO₂ 배출계수는 고철을 이용한 강(steel) 생산에 대한 것이며, 따라서 고로에서 용선을 생산하는 과정에서의 CO₂ 배출은 여기에서 고려되지 않는다. 그러므로 이 표에서 EAF에 대한 Tier 1 CO₂ 배출계수는 선철(pig iron)을 원료로 사용하는 EAF에는 활용할 수 없다.

〈표-26〉 코크스 생산, 철과 강 생산에서의 CH₄ 배출계수

공정과정	CH ₄ 배출계수
코크스생산	0.10 gCH ₄ /t
소결물생산	0.07 gCH ₄ /t
직접환원철(DRI) 생산	1 kg/TJ(순발열량 기준)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

〈표-27〉 철강 생산공정 원료 및 생산물의 CO₂ 기본 배출계수

원료 및 생산물	배출계수(tCO ₂ /t)
고로가스(BFG)	0.6229
석탄 ¹⁾	2.4549
콜타르	2.2717
코크스(석탄)	3.0411
코크스오븐가스(COG)	1.7221
원료탄	2.6747
직접환원철(DRI)	0.0733
전기로 전극봉 ²⁾	3.0045
전기로 가탄제 ³⁾	3.0411
연료유 ⁴⁾	3.1510
가스 코크스(가스공장 코크스)	3.0411
열간성형철(HBI)	0.0733
천연가스	2.6747
전로가스(LDG)	1.2824
석유코크스(고체)	3.1877
냉선(Purchased Pig iron 또는 Cold iron)	0.1466
스크랩선(Scrap iron)	0.1466
강(Steel)	0.0366

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(공정 재료의 해당 탄소함량에 3.664(CO₂/C)를 값을 적용하였음)

** 원료 및 생산물의 탄소물질수지에 기초한 배출량 산정방법(Tier2)에 적용가능한 기본배출계수

*** 비교 : 1) 기타 역청탄(원료탄 범주에 포함되지 않는 모든 역청탄을 말함) 가정

2) 80%는 석유 코크스 그리고 20%는 콜타르

3) 코크스오븐 코크스 가정

4) 경유/디젤유 가정

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 <표-27> 철강 생산공정 원료 및 생산물의 CO₂ 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합정보 센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 각각의 원료, 제품, 부산물 등에 대한 탄소의 질량 분율을 측정·분석하여 고유 배출계수를 사용한다.

다만, 전기로에서 주원료인 철스크랩(steel scrap)의 배출계수는 별도로 분석하지 아니하고 생산되는 강의 배출계수와 동일한 값을 적용할 수 있다.

$$EF_x = x\text{물질의 탄소 질량 분율} \times 3.664$$

EF_x : x물질의 배출계수(tCO₂/t)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

24. 합금철 생산

IPCC 분류체계

2C2

1. 배출활동 개요

합금철 제조공정에서의 CO₂ 배출은 코크스 같은 환원제의 야금환원 (metallurgical reduction) 과정 및 전극봉 사용에 의해서 발생한다.

전기아크로는 전기양도체인 전극(탄소봉)에 전류를 통하여 충전된 물질(철 스크랩 등)과 전극사이에 발생하는 아크열을 이용하여 충전된 내용물을 산화 정련하며, 산화정련 후 환원성의 광재로 환원정련함으로써 탈산·탈황작업을 하게 된다. 보통 1회에 2~3번의 원료투입(장입)이 이루어지는데 원료 투입시에는 로 상부의 선회식 뚜껑이 열리고 드롭보텀식 바켓(Dropbottom bucket)에 담겨진 충전물질 등을 기증기를 이용하여 로 상부에서 투입한다. 로의 형식에 따라 고정식과 경동식이 있으며 고정식은 출강구를 통하여, 경동식은 로 자체를 일정한 기울기만큼 기울여 출강한다.

EAF를 사용하는 경우 모든 합금철 생산에서 CO₂가 발생하며, 실리콘(Si)계 합금철(ferrosilicon)을 생산 할 경우에는 CH₄가 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

합금철 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 전로

용광로에서 제조된 선철(용선)을 정련하여 용강으로 만드는데 사용되며, 주로 탈탄 또는 탈인반응에 이용된다. 그 방법에는 산성전로법과 염기성전로법이 있으며, 원료로 용선과 소량의 고철을 사용한다. 산화제로는 순산소가스 (순도99.5% 이상)를 이용하고 용제(Flux)로는

석회석과 형석이 사용되며, 초음속의 순산소제트를 용선에 불어넣어 약 40분이내에 급속히 정련시키므로 비교적 제강시간이 짧고 고철의 사용비가 적다.

② 전기로

전기로는 크게 나누어 아크로(Arc Furnace)와 유도로(Induction Furnace)가 있으며, 아크로는 주로 대용량의 연강(Mild Steel) 및 고합금강의 제조에 사용되고 유도로는 주로 고급특수강이나 주물을 주조하는데 사용된다. 아크로는 전기양도체인 전극(탄소봉)에 전류를 통하여 고철과 전극사이에 발생하는 Arc열을 이용하여 고철 등 내용물을 산화·정련하며, 산화정련 후 환원성의 광재로 환원정련함으로서 탈산·탈황작업을 하게된다. 원료로는 선철이나 고철이 사용되며, 보통 1회에 2~3번의 원료투입(장입)이 이루어 지는데 원료투입시에는 로 상부의 선회식 뚜껑이 열리고 드롭보텀 바켓(Dropbottom bucket)에 담겨진 고철 등을 기증기를 이용하여 로 상부에 투입한다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1,2	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

$$E_{i,j} = Q_i \times EF_{i,j}$$

$E_{i,j}$: 각 합금철(j) 생산에 따른 CO₂ 및 CH₄ 배출량(tGHG)

Q_i : 합금철 제조공정에 생산된 각 합금철(i)의 양(ton)

$EF_{i,j}$: 합금철(j) 생산량 당 배출계수(tCO₂/t-합금철, tCH₄/t-합금철)

② Tier 2

$$E_{CO_2} = \sum(M_{ra} \times EF_{ra}) + \sum(M_{ore} \times EF_{ore}) + \sum(M_{sfm} \times EF_{sfm}) - \sum(M_p \times EF_p) - \sum(M_{npos} \times EF_{npos})$$

E_{CO_2} : 합금철 생산에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

M_{ra} : 환원제(reducing agent)의 무게(ton)

EF_{ra} : 환원제의 배출계수(tCO₂/t-환원제)

M_{ore} : 원석(ore)의 무게(ton)

EF_{ore} : 원석(ore)의 탄소함량(tCO₂/t-원석)

M_{sfm} : 슬래그 형성물질(slag forming material)의 양(ton)

EF_{sfm} : 슬래그 형성물질 내 탄소함량(tCO₂/t-슬래그형성물질)

M_p : 생산제품(product)의 무게(ton)

EF_p : 생산제품 내 탄소함량(tCO₂/t-제품)

M_{npos} : 부산물(non-product outgoing stream)의 반출량 (ton)

EF_{npos} : 부산물 중 탄소함량(tCO₂/t-비제품)

$$E_{CH_4} = Q \times EF_{CH_4}$$

E_{CH_4} : 각 합금철(j) 생산에 따른 CH₄ 배출량(tCH₄)

Q : 합금철 제조공정에 생산된 각 합금철(i)의 양(ton)

EF_{CH_4} : 합금철 생산량 당 배출계수(tCH₄/t-합금철)

③ Tier 3

$$E_{CO_2} = \sum(M_i \times EF_i) - \sum(M_p \times EF_p) - \sum(M_{npos} \times EF_{npos})$$

E_{CO_2} : 합금철 생산에 따른 CO₂ 배출량(tCO₂)

M_i : 원료(i)의 투입량(ton)

EF_i : 투입되는 원료(i)의 배출계수(tCO₂/t-원료)

M_p : 제품(p)의 생산량(ton)

EF_p : 생산된 제품(p)의 탄소함량(tCO₂/t-제품)

M_{npos} : 부산물(non-product outgoing stream)의 반출량(ton)

EF_{npos} : 부산물의 탄소함량(tCO₂/t-비제품)

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 합금철의 생산량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 환원제, 원석 등의 원료사용량 및 제품생산량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 원료(환원제, 원석, 슬래그 형성물질, 전극봉 등) 사용량, 제품 생산량, 부산물의 반출량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-28>, <표-29>에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-28> 합금철 생산량 당 CO₂ 기본 배출계수

합금철 종류	CO ₂ 배출계수(tCO ₂ /t-합금철)
합금철(ferrosilicon) 45% Si	2.5
합금철(ferrosilicon) 65% Si	3.6
합금철(ferrosilicon) 75% Si	4.0
합금철(ferrosilicon) 90% Si	4.8
망간철(ferromanganese) (7% C)	1.3
망간철(ferromanganese) (1% C)	1.5
Silicomanganese	1.4
실리콘메탈	5.0

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<표-29> 합금철 생산량 당 CH₄ 기본 배출계수

합금철 종류	전기로(EAF) 작동 방식 (kgCH ₄ /t-합금철)		
	회차 충전 방식 (Batch charging)	흩뿌림 충전 방식 (Sprinkle charging)	흩뿌림 충전, 750℃ 이상 (Spring charging >750℃)
Si 금속	1.5	1.2	0.7
FeSi 90	1.4	1.1	0.6
FeSi 75	1.3	1.0	0.5
FeSi 65	1.3	1.0	0.5

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

〈표-30〉 환원제별 CO₂ 기본 배출계수

환원제의 종류	배출계수(tCO ₂ /t-환원제)
석탄	3.10
코크스	3.30
가소성 전극붕(Prebaked electrode)	3.54
전극붕 페이스트(Electrode paste)	3.40
석유코크스	3.50

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인. 코크스 배출계수는 IPCC 가이드라인 기본값(3.2~3.4)의 중간값인 3.3을 사용한다.

** 연료 및 생산물의 탄소물질수지에 기초한 배출량 산정방법(Tier2)에 적용가능한 기본배출계수

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 위 〈표-28〉~〈표-30〉의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 각각의 원료·제품·부산물별 탄소의 질량 분율을 측정·분석하여 고유배출계수를 개발한다.

$$EF_x = x\text{물질의 탄소 질량 분율} \times 3.664$$

EF_x : x물질의 배출계수(tCO₂/t)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

25. 아연 생산

IPCC 카테고리

2C6

1. 배출활동 개요

① 1차 생산 공정

1차 아연 생산 공정은 3가지로 구분된다. 첫 번째 방법은 전열 증류법으로 불리는 야금 공정으로 배소된 광석과 2차 아연을 융합하여 생성된 sinter feed에서 할로젠 화합물, 카드뮴 및 기타 불순물이 제거된다. 그 결과 생성된 산화아연이 풍부한 소결물은 ERF(Electric Retort Furnace)에서 야금 코크와 결합하여 산화아연을 환원하며 환원 반응의 결과 CO₂가 배출된다. 두 번째 방법은 ISF(Imperial Smelting Furnace)를 사용하는 건식 야금 공정으로 납과 아연을 동시에 생산하는 과정에서 CO₂가 배출된다. 세 번째 방법은 전해법으로 습식 제련기술이 사용된다. 이 공정에서 황화아연(ZnS)이 배소되어 생산된 산화아연은 황산에 침지되어 철 불순물, 구리 및 카드뮴 등이 제거된다. 아연은 전기분해를 이용하여 추출된다.

② 2차 생산 공정

2차 아연 생산 공정에서 소결, 제련, 정제 공정 등은 1차 아연 생산 공정과 동일한 기술이 사용되는 경우가 대부분이다. Waelz Kiln과 슬래그 환원(slag reduction) 또는 Fuming 공정 등의 농축 공정에서 탄소 함유 환원제를 사용하며 원료로부터 아연을 기화시키기 위해 고온을 사용하는 경우 CO₂가 배출된다. Waelz Kiln 공정은 연진(flue dusts), 슬러지, 슬래그 및 기타 아연 함유 물질 내의 아연을 농축하는데 사용되며 환원제로 야금 코크가 사용된다. 슬래그 환원 또는 Fuming 공정은 아연 제련 공정에서의 용융 슬래그 내 아연 농축에 사용되며 환원제로서 석탄이나 다른 탄소원이 사용된다.

2. 보고 대상 배출시설

아연 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 배소로

광석이 용해되지 않을 정도의 온도에서 광석과 산소, 수증기, 탄소, 염화물 또는 염소 등을 상호작용시켜서 다음 제련조작에서 처리하기 쉬운 화합물로 변화시키거나 어떤 성분을 기화시켜 제거하는데 사용되는 로를 말한다.

② 용융·용해로

금속을 용융·용해시키는데 사용되는 각종 로를 총칭하는 것으로서 용융로는 고상인 물질이 가열되어 액상의 상태로 되는데 사용되는 로를 말하며, 용해로는 액체 또는 고체물질이 다른 액체 또는 고체물질과 혼합하여 균일한 상의 혼합물 즉 용체를 만드는데 사용되는 로를 말한다.

③ 전해로

전해질용액이나 용융전해질 등의 이온전도체에 전류를 통해서 화학변화를 일으키는 로를 말한다. 주로 비철금속 계통의 물질을 용융시키는데 이용되며 대표적인 것으로 알루미늄전해로가 있다.

④ 기타제련공정(TSL 등)

TSL 공정은 아연제련을 비롯한 각종 비철제련 시 필연적으로 발생하는 잔재(Residue/Cake) 또는 타 산업에서 배출되는 폐기물로부터 각종 유기금속(아연, 연, 동, 은, 인듐 등)을 회수하고, 최종 잔여물을 친환경적인 청정슬래그로 만들어 산업용 골재로 사용하는 공정을 말한다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1a,1b,2,3,4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1a

$$E_{CO_2} = Z_n \times EF_{de\ fault}$$

E_{CO_2} : 아연 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

Z_n : 생산된 아연의 양(t)

$EF_{default}$: 아연 생산량 당 배출계수 (tCO₂/t-생산된 아연)

② Tier 1b, 2

$$E_{CO_2} = ET \times EF_{ET} + PM \times EF_{PM} + WK \times EF_{WK}$$

E_{CO_2} : 아연 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

ET : 전기 열 증류법에 의해 생산된 아연의 양(ton)

EF_{ET} : 전기 열 증류법에 대한 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-생산된 아연)

PM : 건식 야금과정에 의해 생산된 아연의 양(ton)

EF_{PM} : 건식 야금과정에 대한 배출계수(tCO₂/t-생산된 아연)

WK : Waelz Kiln 과정에 의해 생산된 아연의 양(ton)

EF_{WK} : Waelz Kiln 과정에 대한 배출계수(tCO₂/t-생산된 아연)

③ Tier 3

$$E_{CO_2} = \sum (Z_i \times EF_i) - \sum (Z_o \times EF_o)$$

E_{CO_2} : 아연 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

Z_i : 아연 생산을 위하여 투입된 원료(i)의 양(ton)

EF_i : 투입된 원료의 배출계수(tCO₂/t-원료)

Z_o : 아연 생산에 의하여 생산된 생산물(o)의 양(ton)

EF_o : 생산된 생산물의 배출계수(tCO₂/t-생산물)

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1a

측정불확도 ±7.5% 이내의 아연 생산량 자료를 사용한다.

Tier 1b

측정불확도 ±7.5% 이내의 아연 생산량(전기열 증류법, 건식야금, Waelz kiln 생산 등) 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 아연 생산량(전기열 증류법, 건식야금, Waelz kiln 생산 등) 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 투입된 원료와 생산된 생산물의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1a, 1b

아래 <표-31>에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

여기에서 아연 생산 공정 구분이 안 될 경우 Tier 1A의 기본계수를 사용하고, 공정별 배출계수(Tier 1B)를 적용한다.

<표-31> 아연제련 공정에서 IPCC 기본 배출계수

공정 구분	배출계수 (tCO ₂ /t-생산된아연)
기본 배출계수 ($EF_{default}$) (공정 구분이 안 되는 경우)	1.72
Waelz Kiln (EF_{WK})	3.66
전기 열 (EF_{ET})	-
건식야금법 (EF_{PM})	0.43

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체적으로 분석한 투입 원료와 배출 산물의 탄소 질량 분율을 측정·분석하여 고유 배출계수를 개발한다.

$$EF_x = x\text{물질의 탄소 질량 분율} \times 3.664$$

EF_x : x물질의 배출계수(tCO₂/t)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

26. 납 생산

IPCC 카테고리

2C5

1. 배출활동 개요

① 1차 생산 공정

연정광으로부터 미가공 조연(Bullion)을 생산하는 1차 생산 공정은 2가지로 구분된다. 먼저 소결과 제련과정을 연속적으로 거치는 소결/제련 공정으로 전체 1차 납생산 공정의 약 78%를 차지한다. 두 번째는 직접 제련공정으로 소결과정이 생략되며 이 공정은 1차 납 생산 공정의 22%를 차지한다.

소결/제련 공정에서 소결 공정은 연정광을 재활용 소결물, 석회석과 실리카, 산소, 납 고함유 슬러지 등과 혼합하여 황과 휘발성 금속을 연소를 통해 제거한다. 산화납과 다른 금속 산화물을 함유한 소결물을 생산하는 공정은 이산화황(SO₂)을 배출하고 납을 가열하는 천연가스로부터 에너지 관련 이산화탄소(CO₂)를 배출한다. 이 소결물은 다시 다른 금속을 포함한 원석, 공기, 용해 부산물 및 야금 코크 등과 함께 고로에 투입된다. 코크는 공기와 반응하여 연소되면서 일산화탄소(CO)를 생성하고 이것은 화학반응을 통해 산화납을 환원시킨다. 제련 공정은 일반적인 고로 또는 ISF(Imperial Smelting Furnace)를 이용하고 납산화물의 환원과정에서 CO₂가 배출된다.

직접제련 공정에서는 소결공정이 생략되고 연정광과 다른 물질들이 직접 로에 투입되어 용융되고 산화된다. 다양한 종류의 로가 직접 제련 공정에 이용되는데, Isasmelt-Ausmelt, Queneau-Schumann-Lurgi 및 Kaldo로 등이 용융제련 (bath smelting)에 사용되고 Kivcet로가 플래시용련(flash

smelting)에 사용된다. 석탄, 야금 코크, 천연가스 등 다양한 물질들이 공정 중 환원제로 사용되는데 로의 타입에 따라 그 사용량이 달라지며 CO₂의 배출수준이 달라진다.

② 2차 생산 공정

정제납의 2차 생산은 재활용납을 재사용하기 위한 준비과정이다. 대부분의 재활용납은 버려진 납산배터리 스크랩으로부터 얻는다. 납산 배터리는 해머밀로 분쇄되어 탈황공정을 거치거나 거치지 않고 제련 공정으로 투입되기도 하고 분쇄되지 않고 통째 제련되기도 한다. 일반적인 고로, ISF, EAF, ERF, RF, IF, ASL 및 Kivcet 로 등이 모두 이 배터리와 다른 재활용 스크랩납의 제련에 사용가능하다. 배출되는 CO₂는 사용하는 환원제의 종류에 양에 따라 달라진다. 일반적인 환원제로는 석탄, 천연가스, 야금 코크 등이 사용되며 ERF는 석유코크를 사용한다.

2. 보고 대상 배출시설

납 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

- ① 배소로
- ② 용융·용해로
- ③ 기타제련공정(TSL 등)

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 2, 3, 4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

$$E_{CO_2} = Pb \times EF_{de\ fault}$$

E_{CO_2} : 납 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

Pb : 생산된 납의 양(t)

$EF_{default}$: 납 생산량 당 배출계수 (tCO₂/t-생산된 납)

② Tier 2

$$E_{CO_2} = DS \times EF_{DS} + ISF \times EF_{ISF} + S \times EF_S$$

E_{CO_2} : 납 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

DS : 직접제련에 의해 생산된 납의 양(ton)

EF_{DS} : 직접제련에 대한 배출계수(tCO₂/t-생산된 납)

ISF : ISF(Imperial Smelt Furnace)에서 생산된 납의 양(ton)

EF_{ISF} : ISF에 대한 배출계수(tCO₂/t-생산된 납)

S : 2차 생산 공정에서의 납 생산량(ton)

EF_S : 2차 생산 공정에 대한 배출계수(tCO₂/t-생산된 납)

③ Tier 3

$$E_{CO_2} = \sum (P_i \times EF_i) - \sum (P_o \times EF_o)$$

E_{CO_2} : 납 생산으로 인한 CO₂ 배출량(tCO₂)

P_i : 납 생산을 위하여 투입된 원료(i)의 양(ton)

EF_i : 투입된 원료의 배출계수(tCO₂/t-원료)

P_o : 납 생산에 의하여 생산된 생산물(o)의 양(ton)

EF_o : 생산된 생산물의 배출계수(tCO₂/t-생산물)

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 납 생산량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 납 생산량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 투입된 원료와 생산된 생산물의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본 배출계수(납 생산량 당 배출계수)를 사용한다.

〈표-32〉 납 생산량 당 배출계수

구 분	납 생산량 당 배출계수
CO ₂ 배출계수(tCO ₂ /t-생산된 납)	0.52

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

〈표-33〉 납제련 공정에 따른 IPCC 기본 배출계수

공정 구분	배출계수 (tCO ₂ /t-생산된 납)
IPF 공정	0.59
DS 공정	0.25
2차 생산 공정	0.20

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 IPCC 가이드라인 기본 배출계수(납제련 공정에 따른 IPCC 기본 배출계수)를 사용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체적으로 분석한 투입 원료와 배출 산물의 탄소 질량 분율을 측정·분석하여 고유 배출계수를 개발한다.

$$EF_x = x\text{물질의 탄소 질량 분율} \times 3.664$$

$$EF_x : x\text{물질의 배출계수}(tCO_2/t)$$

$$3.664 : CO_2\text{의 분자량}(44.010)/C\text{의 원자량}(12.011)$$

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

27. 전자산업

IPCC 카테고리

2E

1. 배출활동 개요

전자 산업에서는 실온에서 가스 상태인 **불소화합물(Fluorinated Compounds, FCs)** 및 N_2O 가 사용되며 주로 실리콘 포함 물질의 플라즈마 식각, 실리콘이 침전되어 있던 화학증착(CVD) 기구의 내벽을 세정하는데 사용된다. 그리고 생산과정에서 사용되는 불소화합물 중 일부는 부산물인 CF_4 , C_2F_6 , CHF_3 , C_3F_8 로 전환되기도 한다.

2. 보고 대상 배출시설

전자산업의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 식각시설

산이나 알칼리용액에 어떤 제품을 표면처리하기 위하여 담구거나 원료 및 제품을 중화시키는 시설을 말한다. 대표적인 것으로서 전자산업에서의 화학약품을 사용하여 금속표면을 부분적 또는 전면적으로 용해제거하는 부식(식각)시설이 있다.

② 증착시설(CVD 등)

반도체, 디스플레이 공정에 주로 이용되는 화학기상증착법(CVD)은 기체, 액체 혹은 고체상태의 원료화합물을 반응기 내에 공급하여 기판 표면에서의 화학적 반응을 유도함으로써 반도체 기판 위에 고체 반응생성물인 박막층을 형성하는 공정이다. CVD는 공정 중의 반응기의 진공도에 따라 대기압 화학기상증착(APCVD)과 감압 화학기상증착(LPCVD)으로 나뉜다. CVD방법을 통해 얻어지는 박막의 물리, 화학적 성질은 증착이 일어나는 기판의 종류 및 반응기의 증착조건(온도, 압력,

원료공급 속도 및 농도 등)에 의하여 결정된다. 일반적인 CVD 장치는 크게 원료수송부, 반응기, 부산물 배출구의 세부분으로 나눌 수 있다.

CVD법에 의한 화학반응의 종류로는 이종반응(heterogeneous reaction)이 대표적인데, 이것은 반응이 기판표면에서 일어나 양질의 박막을 얻기 위한 필수적인 반응이다. 물질의 확산에 의해 기판으로 공급되는 반응물은 기판 표면에 흡착하게 되어 초기 핵형성(nucleation)이 진행되기 시작하며 핵의 크기가 임계크기 이상이 되는 조건에서 핵이 점차 성장하기 시작하여 박막이 형성되기 시작한다. 표면반응으로 인해 생길 수 있는 부생성물은 기판 표면으로부터 탈착하여 경계층 밖으로 확산이 되면서 제거된다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	불소화합물(FCs)	N_2O
① 반도체/디스플레이/PV 생산부문 산정방법론	Tier1, 2a, 2b, 3	Tier 2a, 2b, 3
② 열전도 유체 부문 산정방법론	Tier 2	-

4. 배출량 산정 방법론

① 반도체/디스플레이/PV 생산 부문

① Tier 1

Tier 1 산정방법은 사업장 자료가 없을 경우에만 적용하는 방법으로 가장 정확성이 떨어지는 방법이다. 여러 가지 불소계 온실가스가 동시에 배출되므로 이를 따로 산정하기는 어렵고 배출되는 여러 가지 불소계 온실가스를 한 세트의 구성하여 산정한다. 따라서 전체 공정 배출량을 산정할 때는 모든 종류의 FC 가스의 배출량을 계산하여 합산한다.

$$FC_{gas} = Q_i \times EF_{FC} \times 10^{-3}$$

FC_{gas} : FC 가스(j)의 배출량(tGHG)

Q_i : 제품생산 실적 (m^2)

EF_{FC} : 배출계수, 제품생산실적 m^2 당 사용되는 가스량(kg/ m^2)

② Tier 2a

Tier2a는 가스 소비량과 배출제어 기술 등 사업장별 데이터를 기반으로 사용된 각각의 FC 가스 및 N₂O를 계산하는 방법이다. 적용된 변수들은 반도체나 디스플레이 제조 공정에서 사용된 가스량, 사용 후에 Bombe에 잔류하는 가스량 등이다. 배출량 산정은 공정중 사용되는 가스 및 CF₄, C₂F₆, CHF₃, C₃F₈ 등의 부생가스 까지 합산해야 한다. Tier2a 방법론은 식각·증착공정의 구분을 할 수 없는 경우 적용할 수 있다. 배출제어 기술에 따른 공정별 가스제거 비율을 적용할 경우 “배출제어기술 적용에 따른 FC 가스 및 N₂O 저감효율”의 주석을 참고한다.

⑦ 반도체/디스플레이/PV 생산 부문 산정식 - Tier 2a

$$E_{gas} = (1 - h_{j,k}) \times \sum_{j,k} [G_{j,k} \times (1 - U_{j,k}) \times (1 - a_{j,k} \times d_{j,k})] \times 10^{-3}$$

E_{gas} : FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 배출량(tGHG)

$G_{j,k}$: FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 소비량(kg)

$h_{j,k}$: 가스 Bombe 내의 FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 잔류비율(0에서 1사이의 소수, 기본값은 0.10)

$U_{j,k}$: FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 사용비율(0에서 1사이의 소수, 공정 중 파기되거나 변환된 비율)

$a_{j,k}$: 배출제어기술이 있는 공정 중의 FC 가스(j), N₂O 가스(k)의

부피 분율(0에서 1 사이의 소수)

$d_{j,k}$: 배출제어기술에 의한 FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 저감효율 (0에서 1사이의 소수)

㉔ 부생가스 배출량 산정식 - Tier 2a

$$BPE_{i,j} = (1 - h) \times \sum_j (B_{i,j} \times FC_j \times (1 - a_j \times d_i) \times 10^{-3})$$

$BPE_{i,j}$: FC 가스(j)의 사용에 따른 부생가스(i)의 배출량(tGHG)

h : 가스 Bombe 내의 가스(j)의 잔류 비율(0에서 1사이의 소수)

$B_{i,j}$: 배출계수, 부생가스(i)의 발생량(kg)/가스(j)의 사용량(kg)

FC_j : 가스(j)의 소비량(kg)

a_j : 배출제어기술이 있는 공정 중의 가스(j)의 부피 분율(0에서 1 사이의 소수)

d_i : 배출제어기술에 의한 부생가스(i)의 저감 효율(0에서 1사이의 소수)

② Tier 2b

Tier 2b는 크게 식각과 CVD 세정 공정으로 구분하여 계수를 사용한다. 배출제어 기술에 따른 공정별 가스제거 비율을 적용할 경우 “배출제어기술 적용에 따른 FC 가스 및 N₂O 저감효율”의 주석을 참고한다.

⑦ 반도체/디스플레이/PV 생산 부문 산정식 - Tier 2b

$$E_{gas} = (1 - h_{j,k}) \times \sum_{j,k} [G_{j,k,p} \times (1 - U_{j,k,p}) \times (1 - a_{j,k,p} \times d_{j,k,p})] \times 10^{-3}$$

E_{gas} : FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 배출량(tGHG)

p : 공정 종류(식각 또는 CVD 세척)

$G_{j,k,p}$: 공정 p 에 주입되는 FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 질량(kg)

h_{ik} : 가스 Bombe 내의 FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 잔류 비율(0에서 1사이의 소수)

$U_{ik,p}$: 공정 p에서의 각 FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 사용 비율(0에서 1사이의 소수)

$a_{i,k,p}$: 배출제어기술이 있는 공정 p에서의 FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 부피 분율(0에서 1사이의 소수)

$d_{i,k,p}$: 배출제어기술에 의한 공정 p에서의 FC 가스(j), N₂O 가스(k)의 저감 효율(0에서 1사이의 소수)

* 제어기술이 하나 이상일 때에는 제어기술들에 의한 가중 평균된 저감 효율 이용

㉔ 부생가스 배출량 산정식 - Tier 2b

$$BPE_{i,j} = (1-h) \times \sum_p [B_{i,j,p} \times FC_{j,p} \times (1-a_{j,p} \times d_{i,p})] \times 10^{-3}$$

$BPE_{i,j}$: FC 가스 j의 사용에 따른 부생가스(i)의 배출량(tGHG)

h : 가스 Bombe 내의 가스(j)의 잔류비율(0에서 1사이의 소수)

$B_{i,j,p}$: 배출계수, 공정(p)에서 가스(j)의 사용에 따른 부생가스(i)의 배출량, 부생가스(i) 생산량(kg)/가스(j) 사용량(kg)

$FC_{j,p}$: 공정(p)에 주입되는 가스(j)의 질량(kg)

$a_{i,p}$: 배출제어기술이 있는 공정(p) 중의 가스(j)의 부피 분율(0에서 1사이의 소수)

$d_{i,p}$: 공정(p)에서 배출제어기술에 의한 부생가스(i)의 파괴율(0에서 1사이의 소수)

③ Tier 3

Tier 3도 Tier 2a/2b와 마찬가지로 공정별 고유 계수를 이용하는 방법이나 공장이나 시설의 고유값을 사용한다는 점에서 Tier 2a/2b와 구별된다. 소규모 단위 공정마다 개별적으로 고유 계수를 적용하는 방법이다. Tier 2b와 동일한 산정식을 사용하나 Tier 2b에서의 (p)변수가 Tier 3에서는 특정 공정에 대한 사업장 고유 계수로 대체된다.

② 열전도 유체 부문

① Tier 2

열전도 유체로 쓰이는 불소계 온실가스의 배출량을 산정하는 Tier 2 방법은 연간 액체 불소화합물의 사용량을 이용하여 산정한다. 사업장별 자료가 이용 가능할 때 적용된다.

$$FC_j = \rho_j \times [I_{j,t-1}(l) + P_{j,t}(l) - N_{j,t}(l) + R_{j,t}(l) - I_{j,t}(l) - D_{j,t}(l)] \times 10^{-3}$$

FC_j : FC 액체(j)의 배출량(tGHG)

ρ_j : 액체(j)의 밀도(kg/L)

$I_{j,t-1}$: 산정기간 전 액체(j)의 인벤토리 총량(L)

$P_{j,t}$: 산정기간 중 액체(j)의 구매량과 회수량의 총합(L)

$N_{j,t}$: 산정기간 중 신설된 설비의 총 충전량(L)

$R_{j,t}$: 산정기간 중 퇴출된 설비와 판매된 설비 충전량의 총합(L)

$I_{j,t}$: 산정기간 말 액체(j)의 인벤토리 총량(L)

$D_{j,t}$: 산정기간 중 퇴출된 설비잔류로 인해 방출된 액체(j)의 총량(L)

5. 매개변수별 관리 기준

① 반도체/디스플레이/PV 생산 부문

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 사업장별 제품 생산량 등 활동자료를 사용한다.

Tier 2a, 2b

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 사업장별 FC 가스 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 사업장별 FC 가스 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

〈표-34〉 Tier 1 산정방법론의 기본 배출계수(기판의 단위면적 당 질량)

전자산업	배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)					
	CF ₄ (PFC-14)	C ₂ F ₆ (PFC-116)	CHF ₃ (HFC-23)	C ₃ F ₈ (PFC-218)	SF ₆	C ₆ F ₁₄ (PFC-51-14)
반도체, kg/m ²	0.9	1.0	0.04	0.05	0.2	NA
디스플레이, g/m ²	0.5	NA	NA	NA	4.0	NA
PV-cells, g/m ²	5	0.2	NA	NA	NA	NA

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

〈표-35〉 반도체 제조 공정의 Tier 2a 산정방법론의 기본 배출계수

전자산업	배출계수(kg-부생가스/kg-투입가스)										
	CF ₄ (PFC-14)	C ₂ F ₆ (PFC-116)	CHF ₃ (HFC-23)	CH ₂ F ₂ (HFC-33)	C ₃ F ₈ (PFC-218)	c-C ₄ F ₈ (PFC-318)	SF ₆	C ₄ F ₆	C ₅ F ₈	C ₄ F ₈ O	N ₂ O
1-Ui	0.9	0.6	0.4	0.1	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.8
부생가스 배출계수	CF ₄	NA	0.2	0.07	0.08	0.1	0.1	NA	0.3	0.1	NA
	C ₂ F ₆	NA	NA	NA	NA	0.1	NA	0.2	0.04	NA	NA
	C ₃ F ₈	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.04	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(FC 가스), EPA 미국 온실가스보고 프로그램(GHGRP), 40 U.S. Code of Federal Regulations (CFR) part 98: Subpart I) (N₂O)

〈표-36〉 디스플레이 제조 공정의 Tier 2a 산정방법론의 기본 배출계수

전자산업	배출계수(kg-부생가스/kg-투입가스)										
	CF ₄ (PFC-14)	C ₂ F ₆ (PFC-116)	CHF ₃ (HFC-23)	CH ₂ F ₂ (HFC-33)	C ₃ F ₈ (PFC-218)	c-C ₄ F ₈ (PFC-318)	SF ₆	C ₄ F ₆	C ₅ F ₈	C ₄ F ₈ O	N ₂ O
1-Ui	0.6	NA	0.2	NA	NA	0.1	0.6	NA	NA	NA	0.8
부생가스 배출계수	CF ₄	NA	0.07	NA	NA	0.009	NA	NA	NA	NA	NA
	C ₂ F ₆	NA	0.05	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	C ₃ F ₈	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	CHF ₃	NA	NA	NA	NA	0.02	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(FC 가스), EPA 미국 온실가스보고프로그램 (GHGRP), 40 U.S. Code of Federal Regulations (CFR) part 98; Subpart I)(N₂O)

〈표-37〉 PV 제조 공정의 Tier 2a 산정방법론의 기본 배출계수

전자산업	배출계수(kg-부생가스/kg-투입가스)										
	CF ₄ (PFC-14)	C ₂ F ₆ (PFC-116)	CHF ₃ (HFC-23)	CH ₂ F ₂ (HFC-33)	C ₃ F ₈ (PFC-218)	c-C ₄ F ₈ (PFC-318)	SF ₆	C ₄ F ₆	C ₅ F ₈	C ₄ F ₈ O	N ₂ O
1-Ui	0.7	0.6	0.4	NA	0.4	0.2	0.4	NA	NA	NA	0.8
부생가스 배출계수	CF ₄	NA	0.2	NA	0.2	0.1	NA	NA	NA	NA	NA
	C ₂ F ₆	NA	NA	NA	NA	0.1	NA	NA	NA	NA	NA
	C ₃ F ₈	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(FC 가스), EPA 미국 온실가스보고 프로그램(GHGRP), 40 U.S. Code of Federal Regulations (CFR) part 98; Subpart I)(N₂O)

〈표-38〉 배출제어기술 적용에 따른 FC 가스 및 N₂O 저감효율

배출제어기술	CF ₄ (PFC-14)	C ₂ F ₆ (PFC-116)	CHF ₃ (HFC-23)	C ₃ F ₈ (PFC-218)	c-C ₄ F ₈ (PFC-318)	SF ₆	N ₂ O
분해(Destruction)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6
회수/재생 (Capture/Recovery)	0.75	0.9	0.9	NT	NT	0.9	NA

NT : Not Tested

* CF₄의 저감효율 값이 85%이상, N₂O의 저감 효율 값이 60% 이상, 그 외 가스의 저감효율 값이 90%이상인 근거를 제시할 수 있는 경우 기본계수를 적용가능(이행년도별 저감효율 증빙자료 근거를 1회 이상 제시해야 함)

** 위 표에 제시되지 않은 가스의 저감효율을 적용하고자 하는 경우 이에 대한 근거를 제시하여야 함

*** 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(FC 가스), EPA 미국 온실가스보고 프로그램(GHGRP), 40 U.S. Code of Federal Regulations (CFR) part 98; Subpart I)(N₂O)

〈표-39〉 반도체 제조 공정의 Tier 2b 산정방법론의 기본 배출계수

전자산업		배출계수(kg-부생가스/kg-투입가스)										
		CF ₄ (PFC-14)	C ₂ F ₆ (PFC-116)	CHF ₃ (HFC-23)	CH ₂ F ₂ (HFC-33)	C ₃ F ₈ (PFC-218)	c-C ₄ F ₈ (PFC-318)	SF ₆	C ₄ F ₆	C ₅ F ₈	C ₄ F ₈ O	N ₂ O
식각 공정	1-Ui	0.7	0.4	0.4	0.06	NA	0.2	0.2	0.1	0.2	NA	1.0
	부생가스 배출계수	CF ₄	NA	0.4	0.07	0.08	NA	0.2	NA	0.3	0.2	NA
		C ₂ F ₆	NA	NA	NA	NA	NA	0.2	NA	0.2	0.2	NA
증착 공정 (CVD)	1-Ui	0.9	0.6	NA	NA	0.4	0.1	NA	NA	0.1	0.1	0.8
	부생가스 배출계수	CF ₄	NA	0.1	NA	0.1	0.1	NA	NA	0.1	0.1	NA
		C ₂ F ₆	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		C ₃ F ₈	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.04	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(FC 가스), EPA 미국 온실가스보고 프로그램(GHGRP), 40 U.S. Code of Federal Regulations (CFR) part 98; Subpart I)(N₂O)

〈표-40〉 디스플레이 제조 공정의 Tier 2b 산정방법론의 기본 배출계수

전자산업		배출계수(kg-부생가스/kg-투입가스)										
		CF ₄ (PFC-14)	C ₂ F ₆ (PFC-116)	CHF ₃ (HFC-23)	CH ₂ F ₂ (HFC-33)	C ₃ F ₈ (PFC-218)	c-C ₄ F ₈ (PFC-318)	SF ₆	C ₄ F ₆	C ₅ F ₈	C ₄ F ₈ O	N ₂ O
식각 공정	1-Ui	0.6	NA	0.2	NA	NA	0.1	0.3	NA	NA	NA	1.0
	부생가스 배출계수	CF ₄	NA	NA	0.07	NA	NA	0.009	NA	NA	NA	NA
		CHF ₃	NA	NA	NA	NA	0.02	NA	NA	NA	NA	NA
		C ₂ F ₆	NA	NA	0.05	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
증착 공정 (CVD)	1-Ui	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.9	NA	NA	NA	0.8
	부생가스 배출계수	CF ₄	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		C ₂ F ₆	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		C ₃ F ₈	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(FC 가스), EPA 미국 온실가스보고 프로그램(GHGRP), 40 U.S. Code of Federal Regulations (CFR) part 98; Subpart I)(N₂O)

〈표-41〉 PV 제조 공정의 Tier 2b 산정방법론의 기본 배출계수

전자산업		배출계수(kg-부생가스/kg-투입가스)										
		CF ₄ (PFC-14)	C ₂ F ₆ (PFC-116)	CHF ₃ (HFC-23)	CH ₂ F ₂ (HFC-33)	C ₃ F ₈ (PFC-218)	c-C ₄ F ₈ (PFC-318)	SF ₆	C ₄ F ₆	C ₅ F ₈	C ₄ F ₈ O	N ₂ O
식각 공정	1-Ui	0.7	0.4	0.4	NA	NA	0.2	0.4	NA	NA	NA	1.0
	부생 가스 배출 계수	CF ₄	NA	0.2	NA	NA	NA	0.1	NA	NA	NA	NA
		C ₂ F ₆	NA	NA	NA	NA	0.1	NA	NA	NA	NA	NA
증착 공정 (CVD)	1-Ui	NA	0.6	NA	NA	0.1	0.1	0.4	NA	NA	NA	0.8
	부생 가스 배출 계수	CF ₄	NA	0.2	NA	NA	0.2	0.1	NA	NA	NA	NA
		C ₂ F ₆	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		C ₃ F ₈	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(FC 가스), EPA 미국 온실가스보고 프로그램(GHGRP), 40 U.S. Code of Federal Regulations (CFR) part 98; Subpart I)(N₂O)

Tier 2a

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수(FC 가스 사용비율, 부생가스 배출계수 등)을 사용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다. 다만 국가 고유 계수를 사용하지 못할 경우에는 위 표에 제시된 각 제조 공정별 Tier 2a 산정방법론의 기본 배출계수를 사용한다. 배출제어기술 적용에 따른 FC 가스 저감효율은 위 표 <배출제어기술 적용에 따른 FC 가스 및 N₂O 저감효율의 Tier 2a/Tier2b 산정방법론 기본배출계수>를 사용한다.

Tier 2b

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수(FC 가스 및 N₂O 사용비율, 부생가스 배출계수 등)을 사용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다. 다만 국가 고유 계수를 사용하지 못할 경우에는 위 표에 제시된 각 제조 공정별 Tier 2b 산정방법론의 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수(공정별 FC 가스 및 N₂O 사용비율, 부생가스 배출계수, 배출저감기술 적용에 따른 저감 효율 등)를 사용한다.

② 열전도 유체 부문

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 사업장별 액체 불소화합물 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 사업장별 액체 불소화합물 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 사업장별 액체 불소화합물 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

28. 연료전지

IPCC 카테고리

-

1. 배출활동 개요

연료전지는 외부에서 수소와 산소를 공급받아 수용액에서 전자를 교환하는 산화·환원 반응을 하며, 해당 반응에서 생성된 화학적 에너지를 전기에너지로 변환시키는 발전장치이다. 물을 전기 분해하면 전극에서 산소와 수소가 발생하는데, 연료전지는 그에 대한 역반응으로 수소와 산소로부터 전기와 물을 생산한다. 수소를 생산하기 위하여 연료전지 앞단에서 탄화수소와 물을 반응시키고 이 과정에서 CO₂가 발생된다.

2. 보고 대상 배출시설

연료전지 공정배출의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 연료전지

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1~3

$$E_{i,CO_2} = FR_i \times EF_i$$

E_{i,CO_2} : 연료전지 공정에서의 CO₂ 배출량(tCO₂)

FR_i : 원료(*i*) 투입량(ton)

EF_i : 원료(i)별 CO₂ 배출계수(tCO₂/t-원료)

② Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료 (FR_i)

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 원료투입량(FR_i) 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 원료투입량(FR_i) 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 원료투입량(FR_i) 자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

② 배출계수 (EF_i)

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

〈표-42〉 연료전지 IPCC 가이드라인 기본 배출계수

구분	배출계수 (tCO ₂ /t-원료)
LNG	2.6928 tCO ₂ /t-LNG
LPG	2.9846 tCO ₂ /t-LPG
바이오가스(메탄)	2.7518 tCO ₂ /t-바이오가스(메탄)

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

〈표-43〉 연료전지 국가 고유배출계수

구분	배출계수 (tCO ₂ /t-원료)
LNG	2.7657 tCO ₂ /t-LNG
LPG	2.9864 tCO ₂ /t-LPG

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 아래 식에 따라 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

$$EF_i = \sum_y \left[\left(\frac{MW_y}{MW_{y,total}} \right) \times \left(\frac{44.01 \times N_y}{mw_y} \right) \right]$$

EF_i : 투입 원료(*i*)의 CO₂ 배출계수 (tCO₂/t-원료)

MW_y : 투입 원료(*i*)의 몰당 해당 가스성분(*y*)의 질량 (g/mol)

$MW_{y,total}$: 투입 원료(*i*)의 몰당 모든 가스성분(*y*)의 질량 (g/mol)

44.01 : CO₂의 물질량 (g/mol)

N_y : 가스성분(*y*)의 탄소 원자수

mw_y : 해당 가스성분(*y*)의 물질량 (g/mol)

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

29. 오존파괴물질(ODS)의 대체물질 사용

IPCC 카테고리
2F

1. 오존파괴 물질 대체물질 사용 개요

불소계 온실가스는 화학 산업이나 전자 산업 등에서 제품 생산 공정 중에 사용되기도 하지만 생산된 설비의 충전물 등 다양한 용도로 소비되기도 한다. 이 장에서 정의하는 오존파괴물질(ODS)의 대체물질은 제품 제작단계부터 폐기단계까지의 제작, 충전, 사용, 폐기 등의 사용량을 보고하여야 하며, 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다. 단, 전기설비 사용자 중 전기사업자는 전기설비 사용에 따른 배출량을 계산하여 총 배출량에 포함하여야 한다.

① 비에어로졸 용매

불소계 온실가스 중에서 HFCs가 몬트리올 의정서에 의해 규제물질로 지정된 CFC-113을 대체하여 용매로 사용되고 있으며 정밀세척, 전자세척, 금속세척, 탈착 시에 주로 사용된다. 이 중 흔히 쓰는 용매는 HFC-43-10mee이며 HFC-365mfc, HFC-245fa와 같이 이용된다. 일반적으로 PFCs는 GWP가 높고 비활성으로 기름을 용해하는 능력이 없어 세척용으로는 거의 사용되지 않는다. 용매는 제품 안에 충전하여 사용하므로 배출과 제품의 수명은 밀접한 관계가 있다.

② 에어로졸

에어로졸은 추진제와 용매로 사용되며 즉각 배출로 간주되는데 초기 충전량이 제조 후 1-2년 안에 모두 배출되며 대부분은 판매 후 6개월 안에 모두 배출되기 때문이다. 그러므로 배출량 산정을 위해서는 에어로졸의 초기 충전량을 알아야 한다. 에어로졸 중 추진제로 사용되는 물질은 HFC-134a, HFC-227ea, HFC-152 등이 있고 HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-43-10mee는 용매로 사용된다.

③ 발포제

기존에는 발포제로 대부분 CFCs를 사용해왔으나 몬트리올 의정서에 의해 CFCs가 규제된 이후 현재는 대체물로 주로 HFCs가 사용되고 있다. HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-227ea, HFC-134a, HFC-152a 등의 물질이 주로 이용된다. 발포제는 불소계 온실가스가 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 아래와 같다.

〈표-44〉 발포산업에서 사용되는 HFCs 종류

Cell Type	Sub-application	HFC Foam Blowing Agent Alternatives			
		HFC-134a	HFC-152a	HFC-245fa	HFC-365mfc (+HFC-227ea)
O P E N	PU Flexible Foam				
	PU Flexible Moulded Foam				
	Pu Integral Skin Foam	√		√	
	PU One Component Foam	√	√		
C L O S E D	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

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

④ 냉동 및 냉방

기존에 냉장고와 에어컨의 생산 공정 시 냉매 충전물로 사용되어 오던 CFCs와 HCFCs를 대체하여 현재는 주로 HFCs가 사용되고 있다. 냉동과 냉방 시스템은 아래와 같이 세부적으로 6개의 하위용도 영역으로 분류된다.

〈냉동 및 냉방 부문의 6가지 하위 용도〉

- ㉠ 가정용(즉, 가계용) 냉동장치
- ㉡ 자동판매기, 슈퍼마켓의 중앙 냉동장치 등 다양한 설비의 공업용 냉동장치
- ㉢ 냉각 장치, 냉동 저장, 식품에 사용되는 산업 열펌프, 석유화학 및 기타 산업을 포함하는 산업공정
- ㉣ 냉동 트럭, 저장고, 대형냉장차, 트럭에 사용되는 설비 및 시스템을 포함하는 산업공정
- ㉤ 건설 및 거주 용도에 대한 공기 대 공기시스템(air-to-air systems), 열펌프, 그리고 냉각장치를 포함하는 고정 냉방장치
- ㉥ 자동차와 트럭, 버스, 기차에 사용되는 이동식 냉방장치

냉각, 고압 냉각장치와 자동차의 에어컨시스템은 기존에 사용되던 CFC-12를 대체하여 HFC-134a가 사용되고 있으며 고정식 에어컨은 R-407, R-410 A 등 HFC 혼합물이 기존의 HCFC-22를 대체하여 사용되고 있다. 상업용 냉각 시스템에서도 R-404A, R-507A, R-502와 같은 냉매혼합물이 HCFC-22를 대체하고 있다. 참고로 냉매 혼합물의 구성은 아래 〈표-45〉와 같다.

〈표-45〉 냉매 혼합물 및 구성물 현황

혼합물	혼합물 구성물	구성비율(%)
R-400	CFC-12/CFC-114	Should be specified ¹⁾
R-401A	HCFC-22/HFC-152a/HCFC-124	(53.0/13.0/34.0)
R-401B	HCFC-22/HFC-152a/HCFC-124	(61.0/11.0/28.0)

혼합물	혼합물 구성물	구성비율(%)
R-401C	HCFC-22/HFC-152a/HCFC-124	(33.0/15.0/52.0)
R-402A	HFC-125/HC-290/HCFC-22	(60.0/2.0/38.0)
R-402B	HFC-125/HC-290/HCFC-22	(38.0/2.0/60.0)
R-403A	HC-290/HCFC-22/PFC-218	(5.0/75.0/20.0)
R-403B	HC-290/HCFC-22/PFC-218	(5.0/56.0/39.0)
R-404A	HFC-125/HFC-143a/HFC-134a	(44.0/52.0/4.0)
R-405A	HCFC-22/ HFC-152a/ HCFC-142b/PFC-318	(45.0/7.0/5.5/42.5)
R-406A	HCFC-22/HC-600a/HCFC-142b	(55.0/14.0/41.0)
R-407A	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(20.0/40.0/40.0)
R-407B	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(10.0/70.0/20.0)
R-407C	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(23.0/25.0/52.0)
R-407D	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(15.0/15.0/70.0)
R-407E	HFC-32/HFC-125/HFC-134a	(25.0/15.0/60.0)
R-408A	HFC-125/HFC-143a/HCFC-22	(7.0/46.0/47.0)
R-409A	HCFC-22/HCFC-124/HCFC-142b	(60.0/25.0/15.0)
R-409B	HCFC-22/HCFC-124/HCFC-142b	(65.0/25.0/10.0)
R-410A	HFC-32/HFC-125	(50.0/50.0)
R-410B	HFC-32/HFC-125	(45.0/55.0)
R-411A	HC-1270/HCFC-22/HFC-152a	(1.5/87.5/11.0)
R-411B	HC-1270/HCFC-22/HFC-152a	(3.0/94.0/3.0)
R-411C	HC-1270/HCFC-22/HFC-152a	(3.0/95.5/1.5)
R-412A	HCFC-22/PFC-218/HCFC-142b	(70.0/5.0/25.0)
R-413A	PFC-218/HFC-134a/HC-600a	(9.0/88.0/3.0)
R-414A	HCFC-22/HCFC-124/HC-600a/HCFC-142b	(51.0/28.5/4.0/16.5)

혼합물	혼합물 구성물	구성비율(%)
R-414B	HCFC-22/HCFC-124/HC-600a/HCFC-142b	(50.0/39.0/1.5/9.5)
R-415A	HCFC-22/HFC-152a	(82.0/18.0)
R-415B	HCFC-22/HFC-152a	(25.0/75.0)
R-416A	HFC-134a/HCFC-124/HC-600	(59.0/39.5/1.5)
R-417A	HFC-125/HFC-134a/HC-600	(46.6/50.0/3)
R-418A	HC-290/HCFC-22/HFC-152a	(1.5/96.0/2.5)
R-419A	HFC-125/HFC-134a/HE-E170	(77.0/19.0/4.0)
R-420A	HFC-134a/HCFC-142b	(88.0/12.0)
R-421A	HFC-125/HFC-134a	(58.0/42.0)
R-421B	HFC-125/HFC-134a	(85.0/15.0)
R-422A	HFC-125/HFC-134a/HC-600a	(85.1/11.5/3.4)
R-422B	HFC-125/HFC-134a/HC-600a	(55.0/42.0/3.0)
R-422C	HFC-125/HFC-134a/HC-600a	(82.0/15.0/3.0)
R-500	CFC-12/HFC-152a	(73.8/26.2)
R-501	HCFC-22/CFC-12	(75.0/25.0)
R-502	HCFC-22/CFC-115	(48.8/51.2)
R-503	HFC-23/CFC-13	(40.1/59.9)
R-504	HFC-32/CFC-115	(48.2/51.8)
R-505	CFC-12/HCFC-31	(78.0/22.0)
R-506	CFC-31/CFC-114	(55.1/44.9)
R-507A	HFC-125/HFC-143a	(50.0/50.0)
R-508	A HFC-23/PFC-116	(39.0/61.0)
R-508B	HFC-23/PFC-116	(46.0/54.0)
R-509A	HCFC-22/PFC-218	(44.0/56.0)

1) R-400은 다양한 구성비를 가지고 있으므로 따로 표시해야 함.

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

5 소방부문

소방 부문에서는 할론에 대한 부분적인 대체물로 HFCs와 PFCs가 사용되며 이동식 설비와 고정식 설비가 있다. 이 부문에서 불소계 온실가스는 전기의 공급원에서 공기조절 시 화재발생원을 관리하기 위해서도 사용되고 실질적인 화재 방재용 설비의 충전물로도 사용되며, 발생하는 온실가스의 종류는 지역적 국가적으로 또는 시기적으로 다르다. 왜냐하면 화재 지압시의 실제 배출량은 상당히 소량일 것으로 예측하는 반면 비상용 소방 설비의 사용이 증가함에 따라 미래의 잠재적 배출에 대한 뱅크가 축적되기 때문이다. 따라서 소방 부문에서의 온실가스 배출량은 사용된 온실가스의 종류를 확인한 후 사용 및 보관에 따른 배출량도 고려하여 산정해야 한다.

6 전기 설비

전기 설비에는 주로 SF₆와 PFCs가 사용되며 송전과 배전 중 전기 설비에서 전기 절연체와 전류 차단제로 사용된다. 전기 설비 부문의 불소계 온실가스는 생산, 설치, 사용, 유지관리, 폐기의 전 공정에 걸쳐서 배출되므로 배출량 산정 시에는 설비 설치나 SF₆ 소비량에만 국한되지 않고 생산 공정과 생산품 유지 관리, 폐기까지 즉각 배출에서 bank까지 고려하여 산정해야 한다. 그리고 불소계 온실가스가 절연체로서 설비 안에 충전 되기 때문에 전기 설비의 수출입에 따라 지역 및 국가 간 이동이 빈번하므로 배출량 산정 경계를 명확히 해야 할 필요가 있다.

7 기타 사용

이외에도 기타 오존파괴물질(ODS) 대체물로 사용되는 HFCs, PFCs 들이 많은데 이러한 부문의 불소계 온실가스 배출은 현재와 전년도에 불소계 온실가스의 판매량을 이용하여 산정하며 정의에 따라 2년 이상의 배출량은 100%가 되어야 한다.

2. 배출량 산정방법론

① 비에어로졸 용매

① Tier 1

보통 용매는 초기 충전량의 100%가 제품을 사용하기 시작한 후 1-2년 내에 모두 배출되므로 즉각 배출로 간주한다. 용매를 충전하는 제품의 수명을 2년으로 가정하고 제품을 사용하기 시작한 첫해에 배출되는 양과 마지막 년도인 2년째에 배출될 것을 모두 고려한 배출계수를 적용한다. 이것이 Tier 1 방법이며 여기에서는 초기량의 50%를 기본 배출계수로 사용하는 것이 타당하다. 기본 배출계수 외에 HFC나 PFC의 연간 용매로서의 구매량을 알아야 배출량을 산정할 수 있다.

$$Emissions_t = S_t \times EF + S_{t-1} \times (1 - EF) - D_{t-1}$$

$Emissions_t$: t년도에 배출된 양(kg)

S_t : t년도에 구매한 용매의 양(kg)

S_{t-1} : t-1년도에 구매한 용매의 양(kg)

EF : 배출 계수(구매한 첫 해의 배출율 = 0.5, 향후 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표할 경우 그 값을 적용한다.)

D_{t-1} : 조직경계 내부에서 처리하거나 조직경계 외부로 반출한 양(kg)

〈유의사항〉

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당 항목을 별지 제11호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

② 에어로졸

① Tier 1

에어로졸 제품의 수명이 2년 이하로 가정되기 때문에 초기 충전량의 50%를 기본 배출계수로 사용한다. 그러나 구매 시점을 정의하는데 유의해야 한다. 그리고 에어로졸은 용매와 달리 제품 사용 시점을 최종 사용자에게 공급되는 시기로 정의하지 않으므로 회수나 재활용, 파기 등을 고려하지 않는다.

$$Emissions_t = S_t \times EF + S_{t-1} \times (1 - EF)$$

〈유의사항〉

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당 항목을 별지 제11호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

$Emissions_t$: 연간 배출량 (kg)

S_t : t년도에 구매한 에어로졸 제품에 포함된 HFC와 PFC의 양(kg)

S_{t-1} : t-1년도에 구매한 에어로졸 제품에 포함된 HFC와 PFC의 양(kg)

EF : 배출계수 (사용한 첫 해의 배출율 = 0.5, 향후 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표할 경우 그 값을 적용한다.)

〈유의사항〉

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당 항목을 별지 제11호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

③ 발포제

① Tier 1 (폐쇄형 기포(closed-cell) 발포제)

폐쇄형 기포 발포제에 의한 온실가스 배출량을 산정할 때는 연간 발포제 생산에 사용된 총 HFC의 양과 첫해의 손실계수 및 연간 손실 계수, 폐기 시 발생량을 고려하고 회수와 파기에 의해 제거되는 양도 제외해주어야 한다. 그리고 발포제 생산과정에서 제품수명과 현재 사이에 사용된 불소계 온실가스의 양($Bank_t$)도 포함해야한다.

$$Emissions_t = M_t \times EF_{FYL} + Bank_t \times EF_{AL} + DL_t - RD_t$$

$Emissions_t$: t년도의 연간 closed-cell 발포제 의한 배출량(kg/yr)

M_t : t년도에 closed-cell 발포제 생산에 사용된 총 HFC의 양(kg/yr)

EF_{FYL} : 첫 해의 손실 배출계수(0에서 1사이의 소수, 향후 온실가스종합 정보센터에 서 국가 배출계수를 공표하면 그 값을 적용한다.)

$Bank_t$: closed-cell 발포제 생산과정에서 t-n과 t년 사이의 HFC 몰입량(kg)

EF_{AL} : 연간 손실 배출계수(0에서 1사이의 소수, 향후 온실가스종합 정보센터에서 국가 배출계수를 공표하면 그 값을 적용한다.)

DL_t : t년도의 폐기 손실량(kg), 즉, 수명이 다한 제품을 폐기할 때 그 안에 남아있는 불소계 온실가스의 양

RD_t : t년도의 회수나 파기에 의한 HFC 배출 방지량(kg)

n : 폐쇄형 기포 발포제의 수명

$t-n$: 발포제 안에서 HFC가 존재하고 있는 총 기간

〈유의사항〉

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당 항목을 별지 제11호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

〈표-46〉 폐쇄형 발포제의 기본배출계수

배출계수	초기값
제품수명	n = 20 years
첫 해의 손실율	10% 순수한 HFC 사용/year (생산 공정 중 재활용 사용에 따라 5%로 떨어지기도 함)
연간 손실율	순수한 HFC는 4.5% charge/year

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

② Tier 1 (개방형 기포(open-cell) 발포제)

개방형 발포제에서는 첫 해의 손실 배출계수(0)가 100% 이므로 위의 폐쇄형 발포제의 산정식은 아래와 같이 단순화된다.

$$Emissions_t = M_t$$

$Emissions_t$: t년도에 open-cell 발포제 생산에 따른 배출량(kg)

M_t : t년도에 open-cell 발포제 생산에 사용된 총 HFC의 양(kg)

④ 냉동 및 냉방

① Tier 1~2

Tier 1~2 방법은 배출계수법으로서 하위용도별 냉동 및 냉방설비에 냉매를 주입하기 위해 저장 보관하는 용기에서의 탈루, 신규 설비의 냉매 초기 주입(신규 냉동 및 냉방설비 제조) 과정에서의 탈루, 설비의 사용(유지보수 포함) 및 폐기시점에서의 탈루를 반영한 배출계수를 각각 적용해야 한다.

$$E_{total,t} = E_{containers,t} + E_{charge,t} + E_{lifetime,t} + E_{end-of-life,t}$$

E : t년도의 냉동 및 냉방 부문의 총 배출량(kg)

㉠ 보관단계

$$E_{containers,t} = RM_t \times \frac{c}{100}$$

$E_{containers,t}$: t년도의 HFC 용기(container)에서의 총 배출량(kg)

RM_t : t년도의 저장용기에 보관하고 있는 온실가스 규모(kg)

c : 현재 냉동 시장의 HFC 용기에 대한 배출계수(%) (IPCC 기본계수의 중간값인 6% 적용, 향후 온실가스종합정보센터에서 국가 배출계수를 공표하면 그 값을 적용한다.)

㉡ 충전단계

$$E_{charge,t} = M_t \times \frac{k}{100}$$

$E_{charge,t}$: t년도의 냉동 및 냉방설비 제조 및 조립 시 발생하는 탈루 배출량(kg)

M_t : t년도의 새 설비에 충전하는 HFC의 양(kg)

k : t년도의 새 설비를 생산할 때 손실되는 HFC에 대한 배출계수(%) (향후 온실가스종합정보센터에서 국가 배출계수를 공표하면 그 값을 적용한다.)

㉢ 사용단계

$$E_{lifetime,t} = B_t \times \frac{x}{100}$$

$E_{lifetime,t}$: t년도의 냉동 및 냉방설비 사용과정에서의 HFC 배출량(kg)

B_t : t년도의 냉동 및 냉방설비 안에 존재하는 HFC의 bank양(kg)

B_t = 냉매용량 - 과거 보고된 배출량의 누적값

x : t년도에 냉동 및 냉방설비를 사용하는 과정에서 탈루, 유지 보수 시 발생하는 손실 및 누출되는 HFC의 연간 누출율(%)
(향후 온실가스종합정보센터에서 국가 배출계수를 공표하면 그 값을 적용한다.)

㉣ 폐기단계

$$E_{end-of-life} = M_{t-d} \times \frac{p}{100} \times (1 - \frac{\eta_{rec,d}}{100})$$

$E_{end-of-life}$: t년도의 냉동 및 냉방설비 폐기 시의 HFC 배출량 (kg)

M_{t-d} : t-d년도에 새 냉동 및 냉방설비 설치 시 처음 충전한 HFC의 양(kg)

p : 충전 총량 대비 폐기 시 설비 안에 남은 HFC의 양의 비율(%, 향후 온실가스종합정보센터에서 국가 배출계수를 공표하면 그 값을 적용한다.)

$\eta_{rec,d}$: 폐기 시 회수율 (%)

※ 회수율은 시설 폐기 시 재활용 또는 파괴목적으로 회수한 가스량과 잔여량의 비율(회수량/잔여량)을 사업장에서 산정하여 사용한다.
단, 회수율은 100%를 초과할 수 없다.

〈표-47〉 냉동 및 냉방 시스템의 충전량, 수명, 배출계수 추정치

하위 용도	배출계수 (초기충진율%/year)		수명이 다한 후 최종배출량 (%)
	(k)	(x)	(p)
	최초 배출량	운전 중 배출량	초기 충전 잔량
식의 계수			
가정용 냉장고	0.6	0.3	40
상업용 독립형	1.75	8	40
상업용 중대형 냉장고	1.75	22.5	75
수송용 냉장고	0.6	32.5	25
식품가공 및 보관용 산업 냉장고	1.75	16	75
냉각장치	0.6	8.5	90
주거 및 상업용 에어컨(열펌프 포함)	0.6	5.5	40
차량용 에어컨	0.35	15	25

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

② Tier 3

Tier 3 배출량 산정 방법은 아래와 같이 물질수지 접근법을 이용한다. CO₂ 등가량으로 보고할 경우 온실가스별 지구온난화지수(GWP)를 적용하여 환산한다. 다수의 온실가스가 배출될 경우 각 온실가스별로 배출량을 산정한 후 지구온난화지수를 적용하여 합산한 총 온실가스 배출량을 보고한다. 감축노력을 통하여 누출을 등을 개선한 경우 기본 배출계수를 사용하는 Tier 1~2 방법론으로는 감축량을 반영할 수 없기 때문에 물질수지법을 사용하여 배출량을 보고 할 수 있다. 단, 물질수지법을 사용하여 사용단계의 배출량을 산정하는 경우에는 유지보수 단계에서 점검한 시설과 미점검 시설을 구분하여 배출량을 산정해야 한다. 인벤토리의 완전성을 확보하기 위해서 물질수지법을

사용하지 않은 미점검 시설의 배출량을 배출계수법을 사용하여 산정해야 한다. 폐기단계 배출량을 물질수지법으로 산정하는 경우 최종 사용단계에서 보고된 배출량이 중복 산정될 수 있다. 따라서 폐기단계 배출량을 물질수지로 산정하는 경우에는 배출계수법을 사용하여 과거 보고한 최종사용단계 배출량을 차감한 후 배출량을 산정해야 한다.

㉠ 보관단계

$Emissions_{containers}$ = 구매한 총 온실가스(kg) - 충전에 사용한 총 온실가스(kg)

㉡ 충전단계

$Emissions_{charge}$ = 냉동·냉방 설비 제작에 사용된 총 온실가스(HFC) 소비량(kg) - 제작된 냉동·냉방 설비의 총 온실가스 정격용량 (온실가스가 충전된 상태로 판매되는 전기 설비만 포함)(kg)

㉢ 사용단계

$Emissions_{use}$ = 냉동·냉방 설비의 온실가스(HFC) 잔여량(kg) × 누출계수(0에서 1사이의 소수) or 누출량 실측값

㉣ 폐기단계

$$E_{end-of-life} = M_{t-d} \times \frac{p}{100} \times (1 - \frac{\eta_{rec,d}}{100})$$

$E_{end-of-life}$: t년도의 냉동 및 냉방설비 폐기 시의 HFC 배출량 (kg)

Mt-d : t-d년도에 새 냉동 및 냉방설비 설치 시 처음 충전한 HFC의 양(kg)

p : 충전 총량 대비 폐기 시 설비 안에 남은 HFC의 양의 비율 (% , 실측값)

$\eta_{rec,d}$: 폐기 시 회수율(%)

※ 회수율은 시설 폐기시 재활용 또는 파괴목적으로 회수한 가스량과 잔여량의 비율(회수량/잔여량)을 사업장에서 산정하여 사용한다.
단, 회수율은 100%를 초과할 수 없다.

〈유의사항〉

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당항목을 별지 제11호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

⑤ 소방

① Tier 1

$$Emissions_t = Bank_t \times EF + RRL_t$$

$$Bank_t = \sum_{i=t_0}^t (Production_i + Imports_i - Exports_i - Destruction_i - Emissions_{i-1}) - RRL_t$$

$Emissions_t$: t 년도의 소방 설비로부터의 불소계 온실가스 배출량(kg)

$Bank_t$: t 년도에 소방 설비로부터의 불소계 온실가스 bank(kg)

EF : 매년 소방 설비에서 배출되는 불소계 온실가스의 비율
(고정설비 IPCC 기본값은 2%, 휴대장비의 IPCC 기본값은 4% 적용, 향후 온실가스종합정보센터에서 국가 배출계수를 공표하면 그 값을 적용한다. 단위 없음)

RRL_t : 회수, 재활용, 폐기시의 배출량(kg)

$Production_t$: t년간 소방 설비 사용을 위해 새로 제공된(재활용된) 약품량(kg)

$Imports_t$: 소방 설비의 약품 수입량(kg)

$Exports_t$: 소방 설비의 약품 수출량(kg)

$Destruction_t$: 소방 설비 폐기에 의해 수집 및 파기된 약품의 양(kg)

〈유의사항〉

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당항목을 별지 제11호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

⑥ 전기 설비

〈배출량 산정 방법론〉

① Tier 1~2

설비의 정격용량(nameplate capacity)등에 따른 SF₆와 PFCs의 소비량을 추정하여 기본배출계수를 적용한다. 전기 설비의 제조단계에서 온실가스(SF₆, PFC 등)를 충전한 뒤 밀봉 할 경우 설치단계는 제외될 수 있다. 만약 제작단계에서 점검 및 테스트 과정을 위해 온실가스를 충전한 뒤 회수하고, 사용 현장 설치단계에서 온실가스를 별도 충전할 경우 제작단계 및 설치단계 배출량을 구분하여 각각 산정해야 한다. CO₂ 등가량으로 보고할 경우 온실가스별 지구온난화지수(GWP)를 적용하여 환산한다. 다수의 온실가스가 배출될 경우 각 온실가스별로 배출량을 산정한 후 지구온난화지수를 적용하여 합산한 총 온실가스 배출량을 보고한다.

$$Emissions_{total} = Emissions_{manufacturing} + Emissions_{\in stallation} + Emissions_{use} + Emissions_{disposal}$$

$Emissions$: 전기 설비 부문에서 발생하는 총 배출량(kg)

㉠ 제작단계

$Emissions_{manufacturing}$: 제작단계 배출계수 × 전기 설비 제작에 사용된 총 온실가스(SF₆ 또는 PFCs) 소비량(kg)

㉡ 설치단계

$Emissions_{\in stallation}$: 설치단계 배출계수 × 사용 현장에 신규로 설치된 전기 설비의 온실가스(SF₆ 또는 PFCs) 정격용량(ameplate capacity)(kg)

㉢ 사용단계

$Emissions_{use}$: 사용단계 배출계수 × 사용 중인 전기설비의 총 온실가스(SF₆ 또는 PFCs) 정격용량(kg)

㉣ 폐기단계

$Emissions_{disposal}$: 폐기 전기설비의 총 온실가스 정격용량(kg) × 폐기 전기 설비의 온실가스 잔여율(fraction) × (1 - 재활용 또는 파괴 목적의 온실가스 회수율(fraction))

※ 회수율은 시설 폐기시 재활용 또는 파괴목적으로 회수한 가스량과 잔여량의 비율(회수량/잔여량)을 사업장에서 산정하여 사용한다. 단, 회수율은 1을 초과할 수 없다.

② Tier 3

Tier 3 배출량 산정 방법은 아래와 같이 물질수지 접근법을 이용한다. 감축노력을 통하여 누출을 등을 개선한 경우 기본 배출계수를 사용하는 Tier 1 ~ 2 방법론으로는 감축량을 반영할 수 없기 때문에 물질수지법을 사용하여 배출량을 보고 할 수 있다. 단, 물질수지법을 사용하여 사용단계의 배출량을 산정하는 경우에는 유지보수 단계에서 점검한

시설과 미점검 시설을 구분하여 배출량을 산정해야 한다. 인벤토리의 완전성을 확보하기 위해서 물질수지법을 사용하지 않은 미점검 시설의 배출량을 배출계수법을 사용하여 산정해야 한다. 폐기단계 배출량을 물질수지법으로 산정하는 경우 최종 사용단계에서 보고된 배출량이 중복 산정될 수 있다. 따라서 폐기단계 배출량을 물질수지로 산정하는 경우에는 배출계수법을 사용하여 과거 보고한 최종사용단계 배출량을 차감한 후 배출량을 산정해야 한다.

㉠ 제작단계

$Emissions_{manufacturing}$ = 전기 설비 제작에 사용된 총 온실가스(SF₆ 또는 PFCs) 소비량(kg) - 제작된 전기 설비의 총 온실가스 정격용량(온실가스가 충전된 상태로 판매되는 전기 설비만 포함)(kg)

㉡ 설치단계

$Emissions_{\in stallation}$ = 신규로 설치된 전기 설비의 충진에 사용된 총 온실가스(SF₆ 또는 HFCs) 소비량(kg) - 설치된 전기 설비의 온실가스 정격용량(현장에서 온실가스가 충전되는 전기 설비만 포함)(kg)

㉢ 사용단계

$Emissions_{use}$ = (전기 설비의 유지·보수 단계에서의 온실가스(SF₆ 또는 HFCs) 총 재충진량(kg) - 전기 설비의 유지·보수 단계에서의 온실가스 회수량(재충진에 사용된 회수량만 포함, kg) / 사용기간(과거 재충진한 이후 현재까지 설비를 사용한 기간, 연)

※ 유지보수에 포함되지 않은 설비는 배출계수법을 통하여 배출량을 산정·보고한다.

㉔ 폐기단계

$Emissions_{disposal}$ = 폐기 전기 설비의 총 온실가스 정격용량(kg)- 재활용 또는 파괴 목적의 온실가스 회수량(kg) - 최종사용단계 배출량(kg)

※ 최종사용단계(마지막 가스 주입 이후 폐기까지의 기간) 배출량을 배출계수법으로 과거에 산정·보고했을 경우 해당 배출량을 차감하고 폐기단계 배출량을 보고한다.

〈매개변수별 관리 기준〉

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 설비별 충전용량을 활동자료로 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 설비별 충전용량을 활동자료로 사용한다.

Tier 3

측정불확도는 $\pm 2.5\%$ 이내의 재충전량과 회수량을 활동자료로 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

〈표-48〉 SF₆가 들어있는 가스 절연체의 기본배출계수

조건 지역	생 산 (제조업자의 SF ₆ 소비율)	사 용 (누출, 파손/아크, 결점, 유지 손실 포함) (설치된 설비의 연간 정격용량 대비 비율)	폐 기 (폐기 설비의 정격 용량 비율)	
			수명 (년)	폐기 시 충전물 잔류율 ^{a)}
일본	0.29	0.007	Not reported	0.95

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

〈표-49〉 SF₆가 들어있는 폐쇄 압력 전기 설비(HV개폐기)의 기본배출계수

조건 지역	생 산 (제조업자의 SF ₆ 소비율)	사 용 (누출, 파손/아크 결점, 유지 손실 포함) (설치된 설비의 연간 정격용량 대비 비율)	폐 기 (폐기 설비의 정격 용량 비율)	
			수명 (년)	폐기 시 충전물 잔류율 ^{b)}
일본	0.29 ^{b)}	0.007	Not reported	0.95

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

〈유의사항〉

제품(전기설비) 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당항목을 별 지 제11호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

제품(전기설비) 사용자 중 전기사업자*는 위 배출량 산정식 중 사용에 따른 배출량(Emission use)을 계산하여 총 배출량에 포함, 보고하여야 한다.

* 전기사업자란 전기사업법 제2조(정의)에 따른 발전사업자·송전사업자·배전사업자·전기판매사업자 및 구역 전기사업자를 말한다.

7 기타 사용

① Tier 1

$$Emissions_t = S_t + EF \times S_{t-1} \times (1 - EF)$$

$Emissions_t$ = t년도의 배출량(kg)

S_t = t년도에 구매한 HFC와 PFC의 양(kg)

S_{t-1} = t-1년도에 구매한 HFC와 PFC의 양(kg)

EF = 제조 후 첫 해에 배출된 불소계 온실가스의 비율

〈유의사항〉

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당항목을 별지 제11호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

30. 기타 온실가스 배출

IPCC 분류체계

2G

1. 배출활동 개요

용접설비에 의한 CO₂ 배출(CO₂ 용접, 에틸렌 절단, 아세틸렌 용접, LPG 용접 등), 황연제거설비 등 대기오염방지시설의 탄화수소류 등의 사용으로 인한 CO₂ 배출, 동제련 공정 중 환원제, 전극봉, 석회석 등의 사용으로 인한 공정배출 등 PCB 생산 공정에서의 CO₂사용에 따른 배출량, 요소수 사용 등 탄산염 이외의 배연탈황 및 배연탈질시설에 의한 배출량, 전자산업(식각·증착 공정 제외)의 CO₂, CH₄, N₂O 등 기타 온실가스 사용에 따른 배출량 등 이 지침에서 산정방법 등이 제시되지 않은 기타 온실가스 배출에 대해서는 할당대상업체가 산정방법론을 스스로 제시하여 검증기관의 검증을 거쳐 배출량을 산정하여야 한다(물질수지법 방식 활용 가능). 환경부장관은 이 지침에 제시되지 않은 기타 온실가스 배출활동의 세부 산정방법론 및 매개변수별 관리기준 등을 고시한다.

2. 보고 대상 배출시설

기타 온실가스 배출의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 대기오염방지시설

② 기타

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
① 요소수 사용에 따른 온실가스 배출 산정방법론	Tier 1, 2, 3	-	-
② 용접 및 절단 설비 사용에 따른 온실가스 배출 산정방법론	Tier 1, 2, 3		

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
③ 기타 탄화수소류 사용에 따른 온실가스 배출 산정방법론	Tier 1, 2, 3		
④ 전자산업(식각·증착 공정 제외)의 시설에서의 N ₂ O 등 non-FC 가스 사용에 따른 온실가스 배출 산정방법론	Tier 1, 2, 3	Tier 1, 2, 3	Tier 1, 2, 3
⑤ 기타 온실가스 배출 산정방법론	Tier 3	Tier 3	Tier 3

4. 배출량 산정방법론

① 요소수 사용에 따른 온실가스 배출

① Tier 1~3

$$E_{CO_2} = Q_i \times r_i \times EF_i$$

E_{CO_2} : 요소수(i)의 반응에 따른 CO₂의 배출량(tCO₂)

Q_i : 요소수(i)의 사용량(ton-요소수)

r_i : 요소수(i)의 순도(0에서 1사이의 소수)

EF_i : 요소수(i)에 따른 CO₂의 배출계수(tCO₂/t-요소수)

② 용접 및 절단 설비 사용에 따른 온실가스 배출

① Tier 1~3

$$E_{CO_2} = Q_i \times r_i \times EF_i$$

E_{CO_2} : 탄화수소(i)의 반응에 따른 CO₂의 배출량(tCO₂)

Q_i : 탄화수소(i)의 사용량(ton-탄화수소)

r_i : 탄화수소(i)의 순도(0에서 1사이의 소수)

EF_i : 탄화수소(i)에 따른 CO₂의 배출계수(tCO₂/t-탄화수소)

③ 기타 탄화수소류 사용에 따른 온실가스 배출

① Tier 1~3

$$E_{CO_2} = Q_i \times r_i \times EF_i$$

E_{CO_2} : 기타 탄화수소(i)에 따른 CO₂의 배출량(tCO₂)

Q_i : 기타 탄화수소(i)의 사용량(ton-탄화수소)

r_i : 기타 탄화수소(i)의 순도(0에서 1사이의 소수)

EF_i : 기타 탄화수소(i)에 따른 CO₂의 배출계수(tCO₂/t-탄화수소)

④ 전자산업(식각·증착 공정 제외)의 시설에서의 N₂O 등 non-FC 가스 사용에 따른 온실가스 배출

① Tier 1~3

$$non-FC_{gas} = (1-h) \times \sum_j [non-FC_j \times (1-U_j) \times (1-a_j \times d_j)] \times 10^{-3}$$

$non-FC_{gas}$: N₂O 등 non-FC 가스(j)의 배출량(tGHG)

$non-FC_j$: N₂O 등 non-FC 가스(j)의 소비량(kg)

h : 가스 Bombe 내의 잔류비율(0에서 1사이의 소수, 기본값은 0.1)

U_j : 가스(j)의 사용비율(0에서 1사이의 소수, 공정 중 파기되거나 변환된 비율)

a_j : 배출제어기술이 있는 공정 중의 가스(j)의 부피 분율(0에서 1 사이의 소수)

d_j : 배출제어기술에 의한 가스(j)의 저감효율(0에서 1사이의 소수)

5. 매개변수별 관리 기준

① 요소수 사용에 따른 온실가스 배출

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 요소수(i) 사용량과 순도를 활동자료로 사용한다. 이때 요소수의 사용량과 순도는 분리 보고해야 하며, 순도의 증빙이 불가능할 경우는 1.0(100% 사용)을 적용한다. 이때 순도의 증빙자료는 원료 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 요소수(i) 사용량과 순도를 활동자료로 사용한다. 이때 요소수의 사용량과 순도는 분리 보고해야 하며, 순도의 증빙이 불가능할 경우는 1.0(100% 사용)을 적용한다. 이때 순도의 증빙자료는 원료 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

Tier 3

측정불확도는 $\pm 2.5\%$ 이내의 요소수(i) 사용량과 순도를 활동자료로 사용한다. 이때 요소수의 사용량과 순도는 분리 보고해야 하며, 순도의 증빙이 불가능할 경우는 1.0(100% 사용)을 적용한다. 이때 순도의 증빙자료는 원료 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

② 배출계수

Tier 1

기본 배출계수(요소수의 탄소 질량 분율 = $0.7328 \text{ tCO}_2/\text{t-요소수}$)를 사용한다.

$$\begin{aligned} EF_1 &= \text{CO}_2 \text{ 1몰의 분자량} / \text{요소수 1몰의 분자량} \\ &= 44.010 / 60.056 = 0.7328 \text{ tCO}_2/\text{t-요소수} \end{aligned}$$

* 요소수 반응식 : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{NO} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

② 용접 및 절단 설비 사용에 따른 온실가스 배출

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 탄화수소(i) 사용량과 순도를 활동자료로 사용한다. 이때 탄화수소의 사용량과 순도는 분리 보고해야 하며, 순도의 증빙이 불가능할 경우는 1.0(100% 사용)을 적용한다. 이때 순도의 증빙자료는 원료 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 탄화수소(i) 사용량과 순도를 활동자료로 사용한다. 이때 탄화수소의 사용량과 순도는 분리 보고해야 하며, 순도의 증빙이 불가능할 경우는 1.0(100% 사용)을 적용한다. 이때 순도의 증빙자료는 원료 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

Tier 3

측정불확도는 $\pm 2.5\%$ 이내의 탄화수소(i) 사용량과 순도를 활동자료로 사용한다. 이때 탄화수소의 사용량과 순도는 분리 보고해야 하며, 순도의 증빙이 불가능할 경우는 1.0(100% 사용)을 적용한다. 이때 순도의 증빙자료는 원료 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-50>의 기본 배출계수를 사용한다.

〈표-50〉 용접 및 절단 설비 사용에 따른 CO₂의 기본 배출계수

탄화수소(i)	반응식	CO ₂ n몰 당 질량	탄화수소(i) 1몰 분자량	EF_{ij} (tCO ₂ /탄화수소(i))
에틸렌 (C ₂ H ₄)	$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$	88.020	28.054	3.1375
프로판 (C ₃ H ₈)	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$	132.030	44.097	2.9941
아세틸렌 (C ₂ H ₂)	$C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$	88.020	26.038	3.3804

③ 기타 탄화수소류 사용에 따른 온실가스 배출

① 활동자료

Tier 1

측정불확도는 ±7.5% 이내의 **기타** 탄화수소(i) 사용량과 각각의 순도를 활동자료로 사용한다. **기타** 탄화수소(i)의 사용량과 순도는 분리 보고해야 하며, 순도의 증빙이 불가능할 경우는 1.0(100% 사용)을 적용한다. 이때 순도의 증빙자료는 원료 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

Tier 2

측정불확도는 ±5.0% 이내의 **기타** 탄화수소(i) 사용량과 각각의 순도를 활동자료로 사용한다. **기타** 탄화수소(i)의 사용량과 순도는 분리 보고해야 하며, 순도의 증빙이 불가능할 경우는 1.0(100% 사용)을 적용한다. 이때 순도의 증빙자료는 원료 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

Tier 3

측정불확도는 ±2.5% 이내의 **기타** 탄화수소(i) 사용량과 각각의 순도를 활동자료로 사용한다. **기타** 탄화수소(i)의 사용량과 순도는 분리 보고해야 하며, 순도의 증빙이 불가능할 경우는 1.0(100% 사용)을 적용한다. 이때 순도의 증빙자료는 원료 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

② 배출계수

Tier 1

아래 〈표-51〉의 기본 배출계수를 사용한다.

〈표-51〉 탄화수소(i)의 사용에 따른 CO₂의 기본 배출계수

탄화수소(i)	반응식	CO ₂ 2몰 분자량	탄화수소(i) 1몰 분자량	EF_i (tCO ₂ /탄화수소(i))
에탄올 (C ₂ H ₅ OH)	$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$	88.020	46.069	1.9106
에틸렌 글리콜 (C ₂ H ₆ O ₂)	$C_2H_6O_2 + 5/2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$	88.020	62.068	1.4181

④ 전자산업(식각·증착 공정 제외)의 시설에서의 N₂O 등 non-FC 가스 사용에 따른 온실가스 배출

① 활동자료

Tier 1

측정불확도는 ±7.5% 이내의 non-FC 가스 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 non-FC 가스 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 non-FC 가스 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1~2

〈표-52〉 non-FC 가스 사용에 따른 배출계수

non-FC 가스	N ₂ O	CO ₂	CH ₄
1-Ui	1.0	1.0	1.0

* 출처 : EPA(TECHNICAL SUPPORT DOCUMENT FOR PROCESS EMISSIONS FROM ELECTRONICS MANUFACTURE)

〈표-53〉 배출저감기술 적용에 따른 non-FC 가스 저감효율

non-FC 가스	N ₂ O
분해(Destruction)	0.6

* N₂O의 저감 효율 값이 60% 이상인 근거를 제시할 수 있는 경우 기본계수를 적용가능(이행년도별 저감효율 증빙자료 근거를 1회 이상 제시해야 함)

** 출처 : EPA 미국 온실가스보고프로그램(GHGRP), 40 U.S. Code of Federal Regulations (CFR) part 98; Subpart I)

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수(공정별 non-FC 가스 사용비율, 부생가스 배출계수, 배출저감기술 적용에 따른 저감 효율 등)를 사용한다.

31. 기타 온실가스 사용

IPCC 분류체계

2G

1. 배출활동 개요

치환용 CO₂, 정수시설의 pH 조절용 CO₂, 자체적으로 생산하고 소내사용한 전력 및 스팀 중 해당 전력 및 스팀 생산으로 인한 온실가스 배출량과 에너지사용량이 제외된 전력 및 스팀, 의료용 가스 등은 명세서에 포함하여 별도로 산정 및 보고하여야 한다. 세부적인 명세서의 보고양식은 「별지 제11호 서식」을 따른다. 단 여기에서의 보고되는 항목은 할당대상업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

32. 고형폐기물의 매립

IPCC 분류체계

6A

1. 배출활동 개요

생활, 사업장 및 기타 고형 폐기물의 매립은 상당량의 메탄(CH_4)이 발생한다. 메탄은 매립된 폐기물 중 분해 가능한 유기탄소가 수십 년에 걸쳐 서서히 혐기성 분해되며 발생하게 된다. 일정한 조건 하에 메탄 생성은 전적으로 잔존하는 탄소량에 의존하며, 이에 따라 매립 초기에 배출량이 가장 크며, 이후 분해 박테리아에 의해 분해 가능한 탄소가 소비되면서 점차 감소하게 된다. 이러한 분해 과정은 1차 반응을 따른다는 가정을 적용하였으며, 2006 IPCC에 제시된 1차 반응모델(FOD ; First Order Decay)을 통하여 고형폐기물 매립시설에서의 메탄 배출량을 산정한다. 또한 1차 반응모델을 적용하기 위해서는 폐기물 성상별 다양한 반감기를 반영해야 하므로, 매립 개시년도부터의 성상별 매립량 자료를 통한 단계적 산정이 필요하며, 과거 자료가 누락되었을 경우에는 타당한 방법론을 통해 누락된 자료를 확보해야 한다.

2. 보고 대상 배출시설

고형폐기물 매립의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 차단형 매립시설

차단형 매립시설은 주변의 지하수나 빗물의 유입으로부터 폐기물을 안전하게 저류하기 위한 시설로서 보통 콘크리트 구조물을 설치하고 그 내·외부를 방수 처리하는 것이 일반적이다.

특히 차단형 매립시설에 매립하는 폐기물은 추가적인 분해가 필요 없는 무기성 폐기물만을 매립하여야 하며, 가능한 한 폐기물 내에 수분이 없도록 건조시킬 필요가 있다.

② 관리형 매립시설

관리형 매립시설은 침출수가 매립시설에서 흘러 나가는 것을 방지하기 위해 매립시설의 바닥과 측면을 폐기물의 성질·상태, 매립 높이, 지형조건 등을 고려하여 점토류 라이너 및 토목합성수지 라이너 등의 재질로 이뤄진 차수시설을 설치·운영하는 매립시설을 일컫는다. 주요시설에는 기초지반, 저류구조물, 차수시설, 우수집배수시설, 침출수집배수시설, 침출수처리 시설, 매립가스처리시설 등이 있다.

③ 비관리형 매립시설

관리형 매립시설의 설치기준에 적합하지 않은 시설을 일컫는다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	-	Tier 1	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

$$CH_4Emissions_T = \left[\sum_x CH_4generated_{x,T} - R_T \right] \times (1 - OX)$$

$$CH_4generated_{x,T} = DDOCm_{decomp_T} \times F \times 1.336$$

$$DDOCm_{decomp_T} = DDOCma_{T-1} \times (1 - e^{-k})$$

$$DDOCma_{T-1} = DDOCmd_{T-1} + (DDOCma_{T-2} \times e^{-k})$$

$$DDOCmd_{T-1} = W_{T-1} \times DOC \times DOC_f \times MCF$$

$CH_4Emissions_T$: T년도 메탄 배출량(tCH₄)

$CH_4generated_T$: T년도 발생 가능한 최대 메탄발생량(tCH₄)

R_T : T년도에 회수된 메탄량(tCH₄)

OX : 매립지 표면에서의 산화율

$DDOCm,decomp_T$: T년도에 혐기적으로 분해된 유기탄소(tC)

F : 발생 매립가스에 대한 메탄 부피비

1.336 : CH₄의 분자량(16.043)/C의 원자량(12.011)

$DDOCma_{T-1}$: T-1년도 말까지 누적된 유기탄소(tC)

k : 메탄 발생 속도상수

$DDOCmd_{T-1}$: T-1년도에 매립된 혐기적 분해가능한 유기탄소(tC)

W : 폐기물 매립량(t-Waste)

DOC : 분해 가능한 유기탄소 비율(tC/t-Waste)

DOC_f : 메탄으로 전환 가능한 DOC 비율

MCF : 호기성 분해에 대한 메탄 보정계수

T : 산정년도

x : 폐기물 성상

다만,

- ㉠ $\frac{R_T}{CH_4generated_T} \leq 0.75$ 인 경우에는 Tier 1 산정방법에 따라 발생량 및 배출량을 산정한다.

- ㉡ $\frac{R_T}{CH_4generated_T} > 0.75$ 인 경우에는 배출량은 다음과 같이 적용한다.

$$CH_4 \text{ 발생량}(CH_4generated_T) = R_T \times (1/0.75)$$

R_T (T년도의 메탄 회수량, tCH₄) = 연간 바이오가스 회수량(m³ Bio-gas) × 바이오가스의 연평균 메탄농도(%, V/V) × γ (0°C, 1기압에서의 CH₄의 m³과 t의 환산계수, 0.7156×10^{-3})

이 경우, $CH_4Emissions_T = [CH_4 \text{ 발생량} - R_T(\text{회수량})] \times (1 - OX)$

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료 (폐기물성상별 매립양, W)

활동자료는 1981년 1월 1일 이후 매립된 폐기물에 대해서만 수집한다. 단, 매립된 폐기물을 굴착하여 반출하는 경우, 활동자료는 기 매립된 폐기물에서 반출된 폐기물을 제외한다. 반출된 폐기물은 매립년도가 증빙된 경우 해당 매립년도 활동자료에서 차감하며, 증빙이 불가능한 경우 최초 매립년도부터 차감한다.

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 활동자료(반입폐기물의 양)를 사용한다.

폐기물 성상분석을 위한 시료의 채취, 전처리, 시료 분석 방법 등은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조에 따른 「폐기물공정시험 기준」에 따라 분기별 1회(각 3, 6, 9, 12월) 이상 실시한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 활동자료(반입폐기물의 양)를 사용한다.

폐기물 성상분석을 위한 시료의 채취, 전처리, 시료 분석 방법 등은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조에 따른 「폐기물공정시험 기준」에 따라 분기별 1회(각 3, 6, 9, 12월) 이상 실시한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 활동자료(반입폐기물의 양)를 사용한다.

폐기물 성상분석을 위한 시료의 채취, 전처리, 시료 분석 방법 등은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」제6조에 따른 「폐기물공정시험기준」에 따라 분기별 1회(각 3, 6, 9, 12월) 이상 실시한다.

㉠ 과거 매립실적자료 추정방법

과거 매립실적자료를 보유하고 있지 않은 생활폐기물 매립장은 ‘전국 폐기물 발생 및 처리현황’ 등 관련 자료를 먼저 확인한 후 해당 자료가 없을 시, 다음 3가지 방법 중 시설의 조건 및 매립 이력 등을 기준으로 가장 적합한 방법을 주무관청과 협의 하여 결정하도록 한다.

- 1) 추정년도(과거 매립량 자료가 없는 년도)의 폐기물 매립량은 매년 동일하다고 가정한다. (예, 과거 매립총량을 기준으로 추정)
- 2) 추정년도에 대해, 매년 해당 매립지의 관리 인구, 전국 평균 1인당 폐기물 발생량, 해당 지자체의 매년 폐기물 매립비율(또는 보유자료 중 가장 오래된 년도의 매립비율을 추정년도에 동일 적용)을 다음 식에 따라 계산한다.

$$W_x = POP_x \times WGR_x \times \frac{\%SWDS_x}{100\%}$$

W_x : x년도에 매립된 폐기물 양 (톤, 습량기준)

POP_x : x년도에, 지자체 인구 중 매립지의 관리 인구

WGR_x : x년도에 전국 평균 1인당 폐기물 발생량(톤/인/년, 습량기준)

$\%SWDS_x$: x년도에, 해당 지자체의 폐기물 매립 비율 (또는 보유자료 중 가장 오래된 년도의 매립비율을 추정년도와 동일하다고 가정

- 3) 해당 매립지의 이용 가능한 기간의 자료를 근거로 평균 매립량을 산출하여 추정년도에 매년 동일하게 적용한다. (예, 최초 매립에서 매립자료를 이용할 수 없는 최근년도까지의 연간 매립량을 동일하게 적용)

$$WAR = \frac{LFC}{(YrData - YrOpen + 1)}$$

WAR : 연평균 폐기물 매립량 (톤/년)

LFC : 자료가 이용 가능한 기간의 총 매립량 (톤)

$YrData$: 자료가 이용 가능한 기간의 최근 년도

$YrOpen$: 자료가 이용 가능한 기간의 가장 오래된 년도

(단, 폐쇄된 매립지의 경우 $YrOpen$ 을 산정할 수 있는 자료를 이용할 수 없을 시, 매립지 운영기간을 기본 값으로 30년 사용가능)

※ 주의) 과거 추정된 매립량의 경우, 혼합 폐기물에 관련된 입력변수(DOC, k값 등)를 사용하고, 자료 보유년도는 성상별 입력변수 및 활동자료를 사용하여 배출량을 산정하도록 한다.

㉡ 활동자료 (메탄 회수량, R_T)

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 LFG 중 순수메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 기본값 R_T 는 0으로 처리한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 LFG 중 순수메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 기본값 R_T 는 0으로 처리한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 LFG 중 순수메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 기본값 R_T 는 0으로 처리한다.

③ 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인 등 기본 배출계수를 사용한다.

㉔ DOC(분해가능한 유기탄소 비율) 및 k(메탄 발생 속도상수)

아래 <표-54>의 폐기물 종류 및 성상별 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-54> 폐기물 종류 및 성상별 기본 배출계수

생활폐기물			사업장 폐기물		
폐기물 성상	DOC	k	폐기물 성상	DOC	k
혼합 폐기물(bulk) ¹⁾	0.14	0.09	혼합 폐기물(bulk) ¹⁾	0.15	0.09
종이류	0.40	0.06	음식물류 (음식, 음료 및 담배)	0.15	0.185
섬유류	0.24	0.06	폐섬유류	0.24	0.06
음식물류	0.15	0.185	폐목재류	0.43	0.03
나무류	0.43	0.03	폐지류	0.40	0.06
정원 및 공원 폐기물류	0.20	0.1	석유제품류, 옴매, 플라스틱류	0.00	0
기저귀	0.24	0.06	폐합성고무	0.39	0.03
고무 피혁류	0.39	0.03	건설 및 파쇄 잔재물	0.04	0.1

생활폐기물			사업장 폐기물		
플라스틱류	0.00	0	기타 사업장 폐기물 ²⁾	0.01	0.1
금속류	0.00	0	폐수 슬러지(오니)	0.09	0.185
유리류	0.00	0	하수 슬러지(오니)	0.05	0.185
기타 생활폐기물	0.00	0	-	-	-

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

* 주1) '혼합폐기물(bulk)' 기본값은, 과거 매립량 자료의 추정으로 인해 성상확인이 불가능한 경우와 같이 특수한 경우에만 적용 가능하며, 일반적인 경우 성상분석을 통한 폐기물 성상별 기본값을 적용해야 한다.

주2) 사업장 폐기물 생산에 대한 자료가 없는 경우, 모든 제조업의 총 기타 폐기물에 대한 기본값으로 적용할 수 있다.

㉔ DOCf(메탄으로 전환가능한 DOC 비율)

IPCC 가이드라인 기본값인 0.5를 적용한다.

㉔ MCF(메탄 보정계수)

아래 <표-55>의 IPCC 가이드라인 기본값을 적용한다.

<표-55> 매립시설 유형별 메탄 보정계수

매립시설 유형	MCF 기본값
관리형 매립지 - 혐기성	1.0
관리형 매립지 - 준호기성	0.5
비관리형 매립지 - 매립고 5m 이상	0.8
비관리형 매립지 - 매립고 5m 미만	0.4
기타	0.6

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

㉑ OX(산화율)

IPCC 가이드라인 기본계수를 사용한다.

〈표-56〉 매립시설 유형별 산화계수

매립시설 유형	OX
토양, 퇴비 등으로 복토되는 매립지	0.1
기타	0

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

㉒ R(메탄 부피비)

LFG 중 메탄 함량에 대한 실측 자료가 있을 경우 실측값을 우선으로 적용하고, 실측 자료가 없을 경우 IPCC 가이드라인 기본값인 0.5를 적용한다.

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

33. 고형폐기물의 생물학적 처리

IPCC 분류체계

6B

1. 배출활동 개요

폐기물의 부피감소, 폐기물의 안정화, 폐기물의 병원균 사멸, 바이오 가스 생산 등을 목적으로 이루어지는 유기 고형폐기물의 생물학적 처리에 의해 온실가스가 발생하는 활동을 말한다.

2. 보고 대상 배출시설

고형폐기물의 생물학적 처리의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 사료화·퇴비화·소멸화·부숙토생산 시설

이 시설은 폐기물을 선별·파쇄·혼합·발효·건조·소멸·소화 등의 공정을 거쳐 물리적·생물학적으로 안정된 상태의 물질로 만드는 시설을 갖추어야 한다.

사료화 시설은 배합사료, 보조사료, 단미사료제조업의 기준에 적합한 시설을 갖추어야 하고, 시설에는 공장건물, 저장시설, 분쇄시설, 배합시설, 계량시설, 정선시설, 먼지제거시설, 포장시설, 수송장치, 작업공장 등이 있다. 퇴비화 시설은 검량포장장치(포장하여 판매하는 경우에 한함)와 발효시설 등 생산시설을 갖추어야 한다. 그리고 부숙토 생산시설은 제품명 및 원료 등을 표시하고 제품의 제조에 관한 기록을 보존하여야 한다.

② 혐기성 분해시설

호기성·혐기성 분해시설은 미생물을 이용하여 생물학적으로 안정된 물질을 만드는 시설로 분해과정에서 발생하는 가스를 처리하는 시설을 갖추어야 한다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	-	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

$$CH_4Emissions = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R$$

$CH_4Emissions$: 고형폐기물의 생물학적처리 과정에서 배출되는 온실가스(tCH₄)

M_i : 생물학적 처리 유형 i에 의해 처리된 유기폐기물량(t-Waste)

EF_i : 처리유형 i에 대한 배출계수(gCH₄/kg-Waste)

i : 퇴비화, 혐기성 소화 등 처리유형

R : 메탄 회수량(tCH₄)

다만,

㉠ $\frac{R}{M_i \times EF_i \times 10^{-3}} \leq 0.95$ 인 경우에는 Tier 1 산정방법에 따라 발생량 및 배출량을 산정한다.

㉡ $\frac{R}{M_i \times EF_i \times 10^{-3}} > 0.95$ 인 경우에는 배출량은 다음과 같이 적용한다.

$$CH_4Emissions = \sum_i ((M_i \times EF_i) \times 10^{-3}) \times 0.05$$

R(메탄 회수량, tCH₄) = 연간 바이오가스 회수량(m³ Bio-gas) × 바이오가스의 연평균 메탄농도(% , V/V) × γ(0°C, 1기압에서의 CH₄의 m³과 t의 환산계수, 0.7156 × 10⁻³)

$$N_2OEmissions = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3}$$

$N_2OEmissions$: 고형폐기물의 생물학적처리 과정에서 배출되는 온실가스(tN₂O)

M_i : 생물학적 처리 유형 i에 의해 처리된 유기폐기물량(t-Waste)

EF_i : 처리유형 i에 대한 배출계수(gN₂O/kg-Waste)

i : 퇴비화, 혐기성 소화 등 처리유형

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료 (처리된 유기폐기물의 양, M_i)

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 처리된 유기폐기물량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 처리된 유기폐기물량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 처리된 유기폐기물량 자료를 사용한다.

② 활동자료 (메탄 회수량, R)

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 메탄 회수량(회수한 퇴비·소화가스 중 순수메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 기본값 R은 0으로 처리한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 퇴비·소화가스 중 순수메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 기본값 R은 0으로 처리한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 퇴비·소화가스 중 순수메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 기본값 R은 0으로 처리한다.

③ 배출계수 (EF)

Tier 1

아래 <표-57>에 따른 처리유형별 IPCC 기본 배출계수를 사용한다.

<표-57> 생물학적 처리유형에 따른 CH₄, N₂O 기본 배출계수

생물학적 처리 유형(i)	CH ₄ (gCH ₄ /kg-waste)		N ₂ O (gN ₂ O/kg-waste)	
	건량 기준	습량 기준	건량 기준	습량 기준
퇴비화	10	4	0.6	0.3
혐기성 소화	2	1	0	0

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

34. 하·폐수 처리

IPCC 카테고리

6D

1. 배출활동 개요

하·폐수는 현장에서 처리되거나, 중앙 집중화된 시설을 통해 처리되며, 처리 과정에서 CH₄ 및 N₂O를 배출한다. 하·폐수로부터 배출되는 CO₂는 생물 기원으로 배출량 산정 시 제외하도록 한다. 하·폐수 처리에서의 CH₄는 유기물이 분해되는 과정에서 배출되며, 기본적으로 폐수내의 분해 가능한 유기물질, 온도, 처리시스템의 유형에 따라 배출량이 변한다. N₂O의 경우에는 폐수가 아닌 질소성분(요소, 질산염, 단백질)을 포함한 하수 처리 과정에서 배출되며, 질산화 및 탈질화 작용을 통해 발생하게 된다.

2. 보고 대상 배출시설

하폐수 처리 및 배출의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 가축분뇨공공처리시설

가축분뇨공공처리시설은 소·돼지·말·닭과 같은 가축이 배설하는 분뇨 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분뇨에 섞여서 배출되는 것을 자원화 또는 정화하기 위해 지방자치단체의 장이 설치하는 시설을 말한다.

② 공공폐수처리시설

공공폐수처리시설은 수질오염이 악화되어 환경기준의 유지가 곤란 하거나 물환경 보전에 필요하다고 인정되는 지역의 각 사업장에서 배출되는 수질오염 물질을 공동으로 처리하여 배출하게 하기 위하여 국가·지방자치단체 등이 설치·운영하는 시설이다.

③ 공공하수처리시설

공공하수처리시설은 사람의 생활이나 경제활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞이어 오염된 물과 건물·도로 그 밖의 시설물의 부지로부터 하수도로 유입되는 빗물·지하수를 처리하여 하천·바다 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 처리시설과 이를 보완하는 시설을 말한다. 여기에는 기존에 처리용량(500m³/일) 기준으로 나누던 하수종말 처리시설과 마을하수도가 포함된다.

④ 분뇨처리시설

분뇨처리시설은 분뇨를 침전·분해 등의 방법으로 처리하는 시설을 말한다.

⑤ 기타 하·폐수처리시설

오수처리시설 등 하·폐수를 처리하는 시설 중 위의 배출시설 분류에 포함되지 않는 모든 배출시설을 포함한다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
① 하수처리 산정방법론	-	Tier 1	Tier 1
② 폐수처리 산정방법론	-	Tier 1	-

4. 배출량 산정 방법론

① 하수 처리 (폐수 유입 시 하수처리에 포함한다.)

① Tier 1

$$CH_4Emissions = (BOD_{in} \times Q_{in} - BOD_{out} \times Q_{out} - BOD_{sl} \times Q_{sl}) \times 10^{-6} \times EF - R$$

$CH_4Emissions$: 하수처리에서 배출되는 CH₄배출량(tCH₄)

BOD_{in} : 유입수의 BOD₅농도(mg-BOD/L)

BOD_{out} : 방류수의 BOD₅농도(mg-BOD/L)

BOD_{sl} : 반출 슬러지의 BOD₅농도(mg-BOD/L)

Q_{in} : 유입수의 유량(m³)

Q_{out} : 방류수의 유량(m³)

Q_{sl} : 슬러지의 반출량(m³)

EF : 배출계수(kgCH₄/kg-BOD)

R : 메탄 회수량(tCH₄)

다만,

$$\textcircled{A} \frac{R}{(BOD_{in} \times Q_{in} - BOD_{out} \times Q_{out} - BOD_{sl} \times Q_{sl}) \times 10^{-6} \times EF_i} \leq 0.95 \text{ 인}$$

경우에는 Tier 1 산정방법에 따라 발생량 및 배출량을 산정한다.

$$\textcircled{B} \frac{R}{(BOD_{in} \times Q_{in} - BOD_{out} \times Q_{out} - BOD_{sl} \times Q_{sl}) \times 10^{-6} \times EF_i} > 0.95 \text{ 인}$$

경우에는 배출량은 다음과 같이 적용한다.

$$CH_4Emissions = (BOD_{in} \times Q_{in} - BOD_{out} \times Q_{out} - BOD_{sl} \times Q_{sl}) \times EF \times 10^{-6} \times 0.05$$

R (메탄 회수량, tCH₄) = 연간 바이오가스 회수량(m³ Bio-gas) × 바이오가스의 연평균 메탄농도(% V/V) × r (0°C, 1기압에서의 CH₄의 m³과 t의 환산계수, 0.7156 × 10⁻³)

$$N_2O_{Emissions} = (TN_{in} \times Q_{in} - TN_{out} \times Q_{out} - TN_{sl} \times Q_{sl}) \times 10^{-6} \\ \times EF \times 1.571$$

$N_2O_{Emissions}$: 하수처리에서 배출되는 N_2O 배출량(t N_2O)

TN_{in} : 유입수의 총 질소농도(mg-T-N/L)

TN_{out} : 방류수의 총 질소농도(mg-T-N/L)

TN_{sl} : 반출 슬러지의 총 질소농도(mg-T-N/L)

Q_{in} : 유입수의 유량(m^3)

Q_{out} : 방류수의 유량(m^3)

Q_{sl} : 슬러지의 반출량(m^3)

EF : 아산화질소 배출계수(kg N_2O -N/kg-T-N)

1.571 : N_2O 의 분자량(44.013)/ N_2 의 분자량(28.013)

② 폐수 처리 (하수 유입 시 폐수처리에 포함한다.)

① Tier 1

$$CH_4Emissions = (COD_{in} \times Q_{in} - COD_{out} \times Q_{out} - COD_{sl} \times Q_{sl}) \\ \times EF \times 10^{-6} - R$$

$CH_4Emissions$: 폐수처리에서 배출되는 온실가스(t CH_4)

COD_{in} : 유입수의 COD 농도(mg-COD/L)

COD_{out} : 방류수의 COD 농도(mg-COD/L)

COD_{sl} : 반출 슬러지의 COD 농도, (mg-COD/L)

Q_{in} : 유입수의 유량(m^3)

Q_{out} : 방류수의 유량(m^3)

Q_{sl} : 슬러지의 반출량(m^3)

EF : 배출계수(kg CH_4 /kg-COD)

R : 메탄 회수량(t CH_4)

다만,

$$\textcircled{㉠} \frac{R}{(COD_{in} \times Q_{in} - COD_{out} \times Q_{out} - COD_{sl} \times Q_{sl}) \times EF_i \times 10^{-6}} \leq 0.95 \text{ 인}$$

경우에는 Tier 1 산정방법에 따라 발생량 및 배출량을 산정한다.

$$\textcircled{㉡} \frac{R}{(COD_{in} \times Q_{in} - COD_{out} \times Q_{out} - COD_{sl} \times Q_{sl}) \times EF_i \times 10^{-6}} > 0.95 \text{ 인}$$

경우에는 배출량은 다음과 같이 적용한다.

$$CH_4Emissions = (COD_{in} \times Q_{in} - COD_{out} \times Q_{out} - COD_{sl} \times Q_{sl}) \\ \times EF \times 10^{-6} \times 0.05$$

R (메탄 회수량, t CH_4) = 연간 바이오가스 회수량(m^3 Bio-gas) × 바이오가스의 연평균 메탄농도(% V/V) × r (0°C, 1기압에서의 CH_4 의 m^3 과 t의 환산계수, 0.7156×10^{-3})

5. 매개변수별 관리 기준

① 하수 처리

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 유입수·방류수의 유량을 사용한다. 또한, 슬러지 반출량의 자료가 있을 경우에는 산정방법에 반드시 포함시켜야

한다.(1차 침전 후 by-pass되는 하수에 대하여 하수처리시설의 구조적 여건상 by-pass관을 최종방류구(방류수 측정지점 전단)에 연결할 수 없는 경우에는 by-pass의 유량과 농도를 측정한 자료가 있을 시, 배출량 산정에 포함함)

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 소화가스 중 순수메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등의 처리를 위한 별도의 측정이 없을 경우는 $R=0$ 으로 처리한다.

유입수의 BOD_5 농도(BOD_{in}), 방류수의 BOD_5 농도(BOD_{out}), 반출 슬러지의 BOD_5 농도(BOD_{sl}), 유입수의 총질소농도($T-N_{in}$) 및 방류수의 총질소농도($T-N_{out}$), 반출 슬러지의 총질소농도($T-N_{sl}$) 등의 활동자료는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조에 따른 「수질오염공정시험 기준」에 따라 측정하여 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 유입수·방류수의 유량을 사용한다. 또한, 슬러지 반출량의 자료가 있을 경우에는 산정방법에 반드시 포함시켜야 한다.(1차 침전 후 by-pass되는 하수에 대하여 하수처리시설의 구조적 여건상 by-pass관을 최종방류구(방류수 측정지점 전단)에 연결할 수 없는 경우에는 by-pass의 유량과 농도를 측정한 자료가 있을 시, 배출량 산정에 포함함)

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 소화가스 중 순수메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등의 처리를 위한 별도의 측정이 없을 경우는 $R=0$ 으로 처리한다.

유입수의 BOD_5 농도(BOD_{in}), 방류수의 BOD_5 농도(BOD_{out}), 반출 슬러지의 BOD_5 농도(BOD_{sl}), 유입수의 총질소농도($T-N_{in}$) 및 방류수의

총질소농도($T-N_{out}$), 반출 슬러지의 총질소농도($T-N_{sl}$) 등의 활동자료는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조에 따른 「수질오염공정시험 기준」에 따라 측정하여 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 유입수·방류수의 유량을 사용한다. 또한, 슬러지 반출량의 자료가 있을 경우에는 산정방법에 반드시 포함시켜야 한다.(1차 침전 후 by-pass되는 하수에 대하여 하수처리시설의 구조적 여건상 by-pass관을 최종방류구(방류수 측정지점 전단)에 연결할 수 없는 경우에는 by-pass의 유량과 농도를 측정한 자료가 있을 시, 배출량 산정에 포함함)

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 소화가스 중 순수메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등의 처리를 위한 별도의 측정이 없을 경우는 $R=0$ 으로 처리한다.

유입수의 BOD_5 농도(BOD_{in}), 방류수의 BOD_5 농도(BOD_{out}), 반출 슬러지의 BOD_5 농도(BOD_{sl}), 유입수의 총질소농도($T-N_{in}$) 및 방류수의 총질소농도($T-N_{out}$), 반출 슬러지의 총질소농도($T-N_{sl}$) 등의 활동자료는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조에 따른 「수질오염공정시험 기준」에 따라 측정하여 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

N_2O 배출계수는 IPCC 가이드라인 기본 배출계수인 $0.005kgN_2O-N/kg-T-N$ 을 사용한다.

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

CH ₄ 배출계수 (kgCH ₄ /kgBOD)	
혐기적 처리공정이 없을 경우	혐기적 처리공정이 있을 경우
0.01532	0.18452

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

② 폐수 처리

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 유입수·방류수의 유량을 사용한다. 또한, 슬러지 반출량의 자료가 있을 경우에는 산정방법에 반드시 포함시켜야 한다.

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 소화가스 중 순수 메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 $R=0$ 으로 처리한다.

유입수의 COD(COD_{in}), 방류수의 COD(COD_{out}), 반출 슬러지의 COD(COD_{sl})는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조에 따른 「수질오염 공정 시험기준」에 따라 측정하여 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 유입수·방류수의 유량을 사용한다. 또한, 슬러지 반출량의 자료가 있을 경우에는 산정방법에 반드시 포함시켜야 한다.

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 소화가스 중 순수 메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 $R=0$ 으로 처리한다. 유입수의 COD(COD_{in}), 방류수의 COD(COD_{out}), 반출 슬러지의 COD(COD_{sl})는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조에 따른 「수질오염공정시험기준」에 따라 측정하여 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 유입수·방류수의 유량을 사용한다. 또한, 슬러지 반출량의 자료가 있을 경우에는 산정방법에 반드시 포함시켜야 한다.

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 메탄 회수량(회수한 소화가스 중 순수 메탄만을 회수량으로 활용한다) 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 $R=0$ 으로 처리한다. 유입수의 COD(COD_{in}), 방류수의 COD(COD_{out}), 반출 슬러지의 COD(COD_{sl})는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조에 따른 「수질오염공정시험기준」에 따라 측정하여 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-58>의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 적용한다.

〈표-58〉 처리유형별 폐수처리 분야 CH₄ 배출계수

처리 유형	EF (tCH ₄ /t-COD)
슬러지의 혐기성 소화조	0.2
혐기성 반응조	0.2
혐기성 라군(2m 이하)	0.05
혐기성 라군(2m 초과)	0.2

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

35. 폐기물의 소각

IPCC 분류체계

6C

1. 배출활동 개요

폐기물 소각시설에서는 고상, 액상 및 기상 폐기물의 연소로 인해 CO₂, CH₄ 및 N₂O가 배출되며, 소각되는 폐기물 유형은 생활폐기물, 사업장폐기물, 지정폐기물, 하수 슬러지 등이다. 단, 바이오매스 폐기물(음식물, 목재 등)의 소각으로 인한 CO₂배출은 생물학적 배출량이므로 배출량 산정 시 제외되어야 하며, 화석연료로 인한 폐기물(플라스틱, 합성 섬유, 폐유 등)의 소각으로 인한 CO₂만 배출량에 포함되어야 한다. 이러한 이유로 폐기물 소각으로 인한 CO₂ 배출은 mass-balance 또는 측정방법에 따라 폐기물의 화석탄소함량을 기준으로 산정되며, 그 밖의 non-CO₂(CH₄ 및 N₂O)의 경우에는 제시된 배출계수 또는 측정을 통하여 배출량을 산정한다.

2. 보고 대상 배출시설

폐기물 소각의 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 소각보일러

폐기물 등을 소각시켜 발생하는 열을 회수하여 보일러를 가동하고 이때 생산되는 증기나 열을 작업공정이나 난방 등에 재이용할 목적으로 보일러 등 열회수장치가 설치된 소각시설을 말한다.

② 일반 소각시설

폐기물의 소각은 폐기물을 고온 산화시켜 폐기물의 양을 줄이는 처리방법을 말한다. 일반 소각시설의 연소실(연소실이 둘 이상인 경우에는 최종 연소실) 출구온도는 섭씨 850도 이상 유지된다. 연소실은 연소 가스가 2초 이상 체류할 수 있고 충분히 혼합될 수 있는 구조를 가진다. 생활폐기물

소각시설의 소각 성능은 바닥재의 강열감량이 5퍼센트 이하이며, 생활폐기물 이외 소각시설은 바닥재의 강열감량이 10퍼센트 이하이다.

③ 고온 소각시설

1차 연소실에 접속된 2차 연소실을 갖추고 있으며 2차 연소실의 출구온도는 섭씨 1,100도 이상 유지한다. 2차 연소실은 연소가스가 2초 이상 체류하고 충분하게 혼합될 수 있는 구조를 가진다. 고온의 배출가스는 열회수 보일러를 통해 에너지가 회수되고 최종적으로 대기오염 방지 시설에서 처리된다. 소각 성능은 바닥재의 강열감량이 5퍼센트 이하가 된다.

④ 열분해시설(가스화시설 포함)

열 분해시설은 공기가 부족한 상태에서 폐기물을 무산소 또는 저산소 분위기에서 가열하여 가스, 액체 및 고체 상태의 연료를 생성하는 시설이다. 열분해소각시설은 생성물질의 성상에 따라 가스화방식, 액화방식, 탄화 방식으로 구분할 수 있다.

⑤ 고온 용융시설

열분해장치에서 분리된 잔류물질(차르(Char), 불연물질 등)을 열분해 가스의 연소열을 이용하여 고온(1,300~2,000℃)에서 용융시키는 시설로 용융된 산화물(슬래그)은 토목, 건축자재로 재활용 할 수 있다.

⑥ 열처리 조합시설

열처리 조합시설은 일반 소각시설, 고온 소각시설, 열 분해시설, 고온 용융시설 중 둘 이상의 시설이 조합된 시설을 말한다. 폐기물을 열분해하여 발생한 가스를 연소 또는 회수하면서 탄화물 및 불연물 등을 용융하는 방식으로 열분해(Pyrolysis), 가스화(Gasification), 용융(Melting), 연소(Combustion) 등을 조합하여 하나의 처리시설을 구성하는 형식이다.

⑦ 페가스 소각시설(배출가스 연소탑, Flare Stack 등)

제조공정 중에 발생하는 각종 휘발성유기물질이나 가연성가스 또는 냄새가 심하게 나는 물질들을 모아 산화시키는 시설을 말한다. 크게 나누어 직접연소시설, 촉매산화시설 등이 있다.

직접 연소시설은 내화물질로 구성된 연소시설과 한 개 내지 둘 이상의 연소장치, 온도조정장치, 안전장치 그리고 열교환기와 같은 연회수 장치들로 구성되어 있다.

촉매산화연소시설은 주로 직접연소의 효율이 떨어지는 가스상 물질을 촉매층을 통과시켜 연소하기 쉬운 물질로 만든 후에 산화시키는 시설이다. 예열연소장치는 가스를 촉매층을 통과시키기 전에 일정한 온도를 유지시켜 줌으로서 산화와 연소가 비교적 쉽게 일어나게 하기 위한 시설이다. 이외에 석유화학 계통에서 많이 설치되는 플레어 스택(배출가스 연소탑, Flare Stack)등이 있다.

플레어스택은 플레어시스템(안전밸브 등에서 방출되는 물질을 모아 플레어스택에서 소각시켜 대기 중으로 방출하는 데 필요한 일체의 설비) 중 스택형식의 소각탑으로서 스택지시대, 플레어팁, 파이롯버너 및 점화장치 등으로 구성된 설비 일체를 말한다.

⑧ 폐수소각시설

폐수소각시설은 폐수 중에 휘발성 물질이나 농도가 높은 폐수를 소각처리하기 위한 시설이다. 유기 및 무기물 폐수 오염물질을 공기로 산화시키면서 일반적인 압력과 730 ℃~1,200 ℃의 온도(촉매를 사용할 경우에는 그 이하의 온도에서) 물을 동시에 증발시키는 공정이다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1, 4	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정 방법론

① 폐기물 소각분야 CO₂ 배출

① Tier 1

㉠ 고상 폐기물

$$CO_2Emissions = \sum_i (SW_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \times 3.664$$

CO₂ Emissions : 폐기물 소각에서 발생하는 온실가스 양(tCO₂)

SW_i : 폐기물 성상(*i*)별 소각량(t-Waste)

dm_i : 폐기물 성상(*i*)별 건조물질 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

CF_i : 폐기물 성상(*i*)별 탄소 함량(tC/t-Waste)

FCF_i : 화석탄소 질량 분율(0에서 1사이의 소수)

OF_i : 산화계수(소각효율, 0에서 1사이의 소수)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

㉡ 액상 폐기물

$$CO_2Emissions = \sum_i (AL_i \times CL_i \times OF_i) \times 3.664$$

CO₂ Emissions : 폐기물 소각에서 발생하는 온실가스 양(tCO₂)

AL_i : 액상 폐기물(*i*)별 소각량(t-Waste)

CL_i : 액상 폐기물(*i*)별 탄소 함량(tC/t-Waste)

OF_i : 산화계수(소각효율, 0에서 1사이의 소수)

3.664 : CO₂의 분자량(44.010)/C의 원자량(12.011)

㉢ 기상 폐기물

$$CO_2Emissions = \sum_i (GW_i \times EF_i \times OF_i)$$

CO₂ Emissions : 폐기물 소각에서 발생하는 온실가스 양(tCO₂)

GW_i : 기상 폐기물(*i*)별 소각량(t-Waste)

CL_i : 기상 폐기물(*i*)별 배출계수(tCO₂/t-Waste)

OF_i : 산화계수(소각효율, 0에서 1사이의 소수)

④ Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 폐기물 소각분야 CH₄, N₂O 배출

① Tier 1

$$CH_4Emissions = IW \times EF \times 10^{-3}$$

$$N_2OEmissions = IW \times EF \times 10^{-3}$$

CH₄Emissions : 폐기물 소각에서의 CH₄ 배출량(tCH₄)

N₂O Emissions : 폐기물 소각에서의 N₂O 배출량(tN₂O)

IW : 총 폐기물 소각량(ton)

EF : 배출계수(kgCH₄/t-waste, kgN₂O/t-waste)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 폐기물성상별 소각량(SW_i , AL_i), 총 폐기물 소각량(IW), 기상 폐기물 소각량(GW_i) 등의 활동자료를 사용한다. 폐기물 성상분석을 위한 시료채취, 전처리, 시료의 분석은 매월 1회 이상 실시한다. 단, 플레어 스택의 경우 측정불확도 $\pm 17.5\%$ 이내의 기상 폐기물 소각량(GW_i)의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 폐기물성상별 소각량(SW_i , AL_i), 총 폐기물 소각량(IW), 기상 폐기물 소각량(GW_i) 등의 활동자료를 사용한다. 폐기물 성상분석을 위한 시료채취, 전처리, 시료의 분석은 매월 1회 이상 실시한다. 단, 플레어 스택의 경우 측정불확도 $\pm 12.5\%$ 이내의 기상 폐기물 소각량(GW_i)의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 폐기물성상별 소각량(SW_i , AL_i), 총 폐기물 소각량(IW), 기상 폐기물 소각량(GW_i) 등의 활동자료를 사용한다. 폐기물 성상분석을 위한 시료채취, 전처리, 시료의 분석은 매월 1회이상 실시한다. 단, 플레어 스택의 경우 측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 기상 폐기물 소각량(GW_i)의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

① 폐기물 소각분야 CO₂ 배출

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다. 산화계수는 1.0을 적용한다.

② 고상 폐기물

〈표-59〉 고상 폐기물소각 분야 CO₂ 기본 배출계수 (dm , CF , FCF)

생활폐기물				사업장 폐기물			
폐기물 성상	dm	CF	FCF	폐기물 성상	dm	CF	FCF
종이류	0.9	0.46	0.01	음식물류(음식, 음료 및 담배)	0.4	0.15	0
섬유류	0.8	0.5	0.2	폐섬유류	0.8	0.4	0.16
음식물류	0.4	0.38	0	폐목재류	0.85	0.43	0
나무류	0.85	0.5	0	폐지류	0.9	0.41	0.01
정원 및 공원 폐기물류	0.4	0.49	0	석유제품, 옹매, 플라스틱류	1	0.8	0.8
기저귀	0.4	0.7	0.1	폐합성고무	0.84	0.56	0.17
고무 피혁류	0.84	0.67	0.2	건설 및 파쇄 잔재물	1	0.24	0.2
플라스틱류	1	0.75	1	기타 사업장 폐기물 ¹⁾	0.9	0.04	0.03
금속류	1	-	-	하수 슬러지(오니)	0.1	0.45	0
유리류	1	-	-	폐수 슬러지(오니)	0.35	0.45	0
기타 생활폐기물	0.9	0.03	1	의료폐기물	0.65	0.4	0.25

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

* 주1) 사업장 폐기물 생산에 대한 자료가 없는 경우, 모든 제조업의 총 기타 폐기물에 대한 기본값으로 적용할 수 있다.

③ 액상 폐기물

액상 폐기물의 탄소함량값(CL_i)은 0.8을 사용한다. 단, 액상 폐기물은 폐유, 폐유기용제 등 화석탄소 계열의 폐기물 중 법적으로 액상으로 분류된 것을 말한다.

㉔ 기상 폐기물

〈표-60〉 폐기물소각 분야 CO₂ 기본 배출계수

기상 폐기물 종류	기본 배출계수(tCO ₂ /t-Waste)
폐가스	2.8512
바이오가스(메탄)	2.7518

* 출처 : 별표 10, 11의 기본 배출계수와 열량계수

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

㉑ 고상 폐기물의 성상별 건조물질 질량분율(dm_i), 성상별 탄소함량(CF_i), 화석탄소 질량 분율(FCF_i)의 경우, 제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

㉒ 액상 폐기물의 탄소함량값(CL_i)의 경우, 제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

㉓ 기상 폐기물의 경우 제16조에 따라 사업자가 아래 식에 따라 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

$$EF_i = \sum_y \left[\left(\frac{MW_y}{MW_{y,total}} \right) \times \left(\frac{44.010 \times N_y}{mw_y} \right) \right]$$

EF_i : 기상 폐기물(i)의 CO₂ 배출계수 (tCO₂/t-원료)

MW_y : 기상 폐기물(i)의 몰당 해당 가스성분(y)의 질량 (g/mol)

mw_y : 해당 가스성분(y)의 몰질량 (g/mol)

N_y : 가스성분(y)의 탄소 원자수

mw_y : 해당 가스성분(y)의 몰질량 (g/mol)

$MW_{y,total} : \sum_y MW_y$

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

② 폐기물 소각분야 CH₄, N₂O 배출

Tier 1

㉑ 고상 폐기물, 액상 폐기물

〈표-61〉 폐기물 소각분야 CH₄ 기본 배출계수

소각 기술		CH ₄ 배출계수 (kgCH ₄ /t-Waste)
연속식	고정상	0.0002
	유동상	0
준연속식	고정상	0.006
	유동상	0.188
회분식(배치형)	고정상	0.06
	유동상	0.237

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

㉒ 기상 폐기물

〈표-62〉 폐기물 소각분야 CH₄ 및 N₂O 기본 배출계수

기상 폐기물 종류	CH ₄ 배출계수 (kgCH ₄ /t-Waste)	N ₂ O 배출계수 (gN ₂ O/t-Waste)
폐가스	0.1935	3.87
바이오가스(메탄)	0.252	5.04

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

〈표-63〉 고상, 액상 폐기물 CH₄ 및 N₂O Tier 2 배출계수

폐기물 형태	CH ₄ 배출계수 (gCH ₄ /t-Waste)	N ₂ O 배출계수 (gN ₂ O/t-Waste)
생활폐기물	6.10	52.1
사업장폐기물	13.9	129.7
하수슬러지	76.3	595.0

* 폐기물 형태별 출처 : 국가온실가스 통계 관리위원회 심의/확정 배출계수

* 사업장폐기물은 사업장배출시설계폐기물, 지정폐기물, 건설폐기물을 포함

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

36. 석탄 채굴 및 처리활동에서의 탈루 배출

IPCC 분류체계

1B1

1. 배출활동 개요

석탄의 지질학적 형성과정은 지층가스(seam gas)인 메탄(CH₄)을 생성하며, 메탄(CH₄)은 석탄을 채굴하기 전까지 석탄층에 갇혀 있다가 석탄을 채굴 및 처리하는 과정에서 대기로 배출된다.

석탄을 채굴 및 처리하는 탄광은 석탄을 경제적으로 채굴·선별한 후 상품으로 시장에 공급하는 사업소 또는 석탄을 채굴하는 광산을 의미하며, 채굴 광산의 형태에 따라 지하탄광과 노천탄광으로 구분한다. 우리나라의 탄광은 모두 석탄층까지 땅 속으로 터널을 뚫어 각종 장비를 이용하여 석탄을 생산하는 지하탄광이며 노천탄광은 존재하지 않는다.

지하 및 노천탄광 모두에서 석탄을 채굴하는 동안 탄층 및 주변 지층이 분쇄되어 석탄층에 갇혀 있는 메탄이 배출되며, 일부는 채굴한 석탄을 파쇄, 가공하는 동안 배출된다. 또한 채굴이 중단된 이후에도 폐쇄탄광에서는 미량의 메탄이 지속적으로 배출되지만, 그 양은 극히 미미한 것으로 알려져 있다.

2. 보고 대상 배출시설

석탄채굴 및 처리활동에서의 탈루성 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 지하탄광

② 처리 및 저장에 의한 탈루배출 시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	-	Tier 1, 2, 3	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1~2

$$E_{total} = E_{mining} + E_{postmining}$$

E_{total} : 석탄채굴에 따른 온실가스 배출량(tCH₄)

E_{mining} : 석탄채굴 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$E_{postmining}$: 석탄채굴 후 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$$E_{mining} = Q_{coal,P} \times EF_{mining} \times D_{CH_4}$$

E_{mining} : 석탄 채굴 시 CH₄ 배출량(tCH₄)

$Q_{coal,P}$: 연간 석탄 생산량(ton)

EF_{mining} : 석탄 채굴 시 온실가스(CH₄) 배출계수(m³CH₄/ton-생산량)

D_{CH_4} : CH₄의 밀도(20℃, 1기압에서 0.6669×10⁻³ ton/m³)

$$E_{postmining} = Q_{coal,P} \times EF_{postmining} \times D_{CH_4}$$

$E_{postmining}$: 석탄 채굴 후 CH₄ 배출량(tCH₄)

$Q_{coal,P}$: 연간 석탄 생산량(ton)

$EF_{postmining}$: 석탄 채굴 후 온실가스(CH₄) 배출계수(m³CH₄/ton-생산량)

D_{CH_4} : CH₄의 밀도(20℃, 1기압에서 0.6669×10⁻³ ton/m³)

② Tier 3

탄광에서 발생하는 누출가스의 유량 및 가스 중 CH₄ 농도를 측정하는 경우에 적용한다.

$$E_{CH_4,i} = V_i \times C_i \times D_{CH_4} \times Time_i$$

$E_{CH_4,i}$: 탄광의 시설 i로부터 누출되는 CH₄의 양(tCH₄)

V_i : 탄광의 시설 i로부터 누출되는 가스 유량(m³/min)

C_i : 누출시설 i의 배출가스 중 CH₄의 부피분율(0에서 1사이의 소수)

D_{CH_4} : CH₄의 밀도(20℃, 1기압에서 0.6669×10⁻³ ton/m³)

$Time_i$: 탄광의 CH₄ 누출시설 i의 연간 가동시간(min)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 석탄 생산량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 석탄 생산량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 탄광에서의 누출가스 유량 및 가스 중 CH₄ 농도 등 측정 자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

배출계수는 IPCC에서 제공되는 지하탄광 기본 배출계수를 사용한다.

〈표-64〉 지하 탄광에 대한 CH₄ 배출계수

탄광의 평균 채굴 깊이(A)	지하탄광에 대한 CH ₄ 배출계수 (m ³ CH ₄ /ton-석탄 생산량)	
	채굴 시	채굴 후
A < 200m	10	0.9
200m ≤ A ≤ 400m	18	2.5
400m < A	25	4.0

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 활용한다.

37. 석유 산업에서의 탈루 배출

IPCC 분류체계

1B2a

1. 배출활동 개요

석유산업은 석유를 탐사·개발 및 채굴·수송·정제·판매하는 산업으로 석유를 채취하여 최종 소비자에게 공급하기까지 아래와 같이 크게 4단계로 구분한다. 우리나라는 원유생산 단계 없이 원유를 직접 수입하여 정제, 판매하고 있다.

- 원유생산 : 석유를 발견하기 위한 탐광시추·유전개발·석유채취 등
- 원유정제 : 원유를 휘발유·등유 등으로 분류하는 일
- 제품판매 : 공장도판매·도매·소매를 포함하며, 제품을 정유공장에서 대수요처·주유소 등에 공급하는 과정
- 원유 및 제품 수송 : 원유생산과 석유정제, 또는 석유정제와 제품판매를 연결시키는 과정

일반적으로 원유가 매장되어 있는 유전(Oil Field)에서는 원유와 함께 가스가 산출되며, 산출된 가스에는 미량의 메탄(CH₄)이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다. 단, 원유에 함유된 메탄(CH₄)은 원유생산 및 수송단계에서 대부분 배출되고, 정제활동에 의하여 생산된 석유제품(휘발유, 등유 등)에는 메탄이 함유되어있지 않은 것으로 알려져 있다. 이에 석유 산업에서의 탈루 배출이라 함은 원유를 탐사, 생산, 수송, 처리(정제), 분배하는 과정에서 원유에 함유되어있는 온실가스가 배관 시스템(밸브, 플렌지, 커넥터 등)을 통하여 누출(leak)되거나, 저장시설 등을 통하여 증발배출(원유생산 단계에서의 저장시설인 "Flashing lose"를 의미) 되고, 공정 중에서 발생하는 배기(Venting) 가스에서 온실가스가 배출되는 것을 모두 포함한다.

2. 보고 대상 배출시설

석유 산업에서의 탈루성 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

① 원유 저장시설

② 원유 입하시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	-	Tier 1, 2, 3	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1~3

$$E_{total} = E_{refining} + E_{venting}$$

E_{total} : 석유 산업에서의 온실가스(CH₄) 탈루 배출량(tCH₄)

$E_{refining}$: 정제 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$E_{venting}$: Venting 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$$E_{refining} = A \times EF$$

$E_{refining}$: 원유 정제활동의 탈루성 온실가스 배출량(tCH₄)

A : 원유 정제량(m³)

EF : 원유 정제활동의 탈루성 온실가스(CH₄)의 배출계수(tCH₄/m³)

$$E_{venting} = \sum Q_v \times C_v \times D_{CH_4}$$

$E_{venting}$: Venting 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

Q_v : Venting 가스량(m³, 15℃, 1기압)

C_v : Venting 가스 중 CH₄의 부피분율(0에서 1사이의 소수)

D_{CH_4} : CH₄의 밀도(15℃, 1기압에서 0.6785×10^{-3} ton/m³)

5. 매개변수별 관리 기준

석유 산업에서 발생하는 탈루성 온실가스 배출량 산정에 대하여 적용한다.

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 원유 정제량 및 Venting 가스량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 원유 정제량 및 Venting 가스량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 원유 정제량 및 Venting 가스량 자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC에서 제공하는 기본 배출계수를 적용한다. 배출량을 보수적으로 산정하기 위하여 최대값을 적용한다.

〈표-65〉 석유 산업의 탈루성 온실가스 배출계수

CH ₄ 배출계수	단위
4.1×10^{-5}	ton/m ³ 원유 정제량

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합 정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

Tier 3

제16조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

38. 천연가스 산업에서의 탈루 배출

IPCC 분류체계

1B2b

1. 배출활동 개요

천연가스 산업은 크게 천연가스 처리단계(수분 및 황 제거 등), 공급(판매) 지점으로 이송 및 저장하는 단계, 천연가스를 공급 및 판매하는 분배단계로 구분할 수 있다.

천연가스 산업에서의 탈루 배출이라 함은 천연가스 처리, 전송 및 저장, 분배하는 과정에서 천연가스에 함유된 온실가스(메탄)가 배관 시스템(밸브, 플랜지, 커넥터 등)을 통하여 누출되거나, 저장시설에서의 손실 및 생산단계에서 발생하는 배관 파손 및 유정 파열(well blowouts)등에 의해 가스가 공기 중으로 방출되는 것을 의미한다.

국내 천연가스산업에서는 저장·공급 시스템에서의 누출(leakage) 배출(venting), 시설유지보수·손상 등에 의한 배출(venting)을 천연가스 탈루량으로 보고한다.

2. 보고 대상 배출시설

천연가스 산업에서의 탈루성 보고대상 배출시설은 아래와 같다.

- ① 저장시설
- ② 공급시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	-	Tier 1, 2, 3	-

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1

$$E_{total} = E_{저장} + E_{공급} + E_{venting}$$

E_{total} : 천연가스 산업에서의 온실가스(CH₄) 탈루 배출량(tCH₄)

$E_{저장}$: 저장 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$E_{공급}$: 공급 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$E_{venting}$: Venting 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$$E_{저장} = Q_{저장} \times EF_{저장} \times 10^{-3}$$

$E_{저장}$: 저장 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$Q_{저장}$: 천연가스 저장량(m³, 15℃, 1기압)

$EF_{저장}$: 천연가스 저장량에 따른 온실가스(CH₄) 배출계수(Gg/10⁶m³)

$$E_{공급} = Q_{공급} \times EF_{공급} \times 10^{-3}$$

$E_{공급}$: 공급 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$Q_{공급}$: 천연가스 공급량(m³, 15℃, 1기압)

$EF_{공급}$: 천연가스 공급량에 따른 온실가스(CH₄) 배출계수(Gg/10⁶m³)

$$E_{venting} = \sum Q_v \times C_v \times D_{CH_4}$$

$E_{venting}$: Venting 과정에서 배출되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

Q_v : 천연가스 Venting량(m³, 15℃, 1기압)

C_v : 천연가스 중 CH₄의 부피분율(0에서 1사이의 소수)

D_{CH_4} : CH₄의 밀도(15℃, 1기압에서 0.6785×10⁻³ ton/m³)

② Tier 2

$$E_{total} = E_{저장} + E_{공급}$$

E_{total} : 천연가스 산업에서의 온실가스(CH₄) 탈루 배출량(tCH₄)

$E_{저장}$: 저장 과정에서 Leak, Venting 되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$E_{공급}$: 공급 과정에서 Leak, Venting 되는 CH₄ 배출량(tCH₄)

$$E_{저장} = \sum_{i,j} Q_{저장} \times EF_{i,j} \times 10^{-3}$$

$E_{저장}$: 저장과정에서의 온실가스(CH₄) 탈루 배출량(tCH₄)

$Q_{저장}$: 천연가스 저장량(m³, 15℃, 1기압)

$EF_{i,j}$: 천연가스 저장에 따른 Leak(i), Venting(j) 되는 온실가스(CH₄) 배출계수(Gg/10⁶m³)

$$E_{공급} = \sum_{i,j} Q_{공급} \times EF_{i,j} \times 10^{-3}$$

$E_{공급}$: 공급과정에서의 온실가스(CH₄) 탈루 배출량(tCH₄)

$EF_{i,j}$: 천연가스 공급에 따른 Leak(i), Venting() 되는 온실가스(CH₄) 배출계수(Gg/10⁶m³)

③ Tier 3

$$E_i = \sum (N_i \times EF_i \times C_i \times T_i)$$

$$EF_i = a \times C^b$$

E_i : 천연가스 산업의 온실가스 탈루 배출량(tCH₄)

N_i : 배관시설 장치종류(i)의 개수

C_i : 대상장치(i) 내 메탄의 부피 분율(0에서 1사이의 소수)

EF_i : 장치(i)별 배출계수 상관관계식(kg/hr-source)

T_i : 대상 장치(i)의 연간 가동시간(hr)

C : 대상장치(i)에서의 메탄 누출농도(ppmv)

a : 상관관계식 상수

b : 상관관계식 지수

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 천연가스 양을 자료로 사용한다.

Tier 2

측정불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 천연가스 양을 자료로 사용한다.

Tier 3

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 대상장치 내 메탄(CH_4) 누출 농도 자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

천연가스 산업의 탈루성 온실가스 배출량 산정을 위하여 IPCC에서 제공하는 기본 배출계수를 적용한다.

공급 부문에서의 계수는 배관망에서 관리되는 압력에 따라 이송(0.8 MPa 이상) 및 분배(0.8 MPa 미만)로 나뉘며 그 값은 다음과 같다.

〈표-66〉 천연가스 산업부문별 기본 배출계수

CH ₄ 배출계수	단위
2.5×10^{-5}	Gg/ 10^6 m^3 가스 저장량
2.7×10^{-4}	Gg/ 10^6 m^3 가스 이송량
1.1×10^{-3}	Gg/ 10^6 m^3 가스 분배량

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인(선진국 수준)

Tier 2

제15조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 단, 온실가스종합정보센터에서 별도의 계수를 공표하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

〈표-67〉 천연가스 산업부문별 국가 고유 배출계수

구분	CH ₄ 배출계수	단위
배출 (venting)	3.756×10^{-6}	Gg/ 10^6 m^3 가스 저장량
	2.028×10^{-5}	Gg/ 10^6 m^3 가스 이송량
누출 (leak)	6.835×10^{-6}	Gg/ 10^6 m^3 가스 저장량
	8.567×10^{-6}	Gg/ 10^6 m^3 가스 이송량

* 출처 : 국가 온실가스 통계 산정·보고·검증 지침(온실가스종합정보센터, 2018년)

Tier 3

배출계수 상관관계식을 적용한다.

〈표-68〉 석유정제업종을 제외한 모든 업종에 대한 배출계수 상관관계식

장치종류	사용	상관관계식 (kg/hr-source)	영점배출량 (kg/hr-source)
밸브	기체	$1.87 \times 10^{-6} C^{0.873}$	6.56×10^{-7}
	경질유	$6.41 \times 10^{-6} C^{0.797}$	4.85×10^{-7}
펌프봉인	경질유	$1.90 \times 10^{-5} C^{0.824}$	7.49×10^{-6}
커넥터(플랜지포함)	기체	$3.05 \times 10^{-6} C^{0.885}$	6.12×10^{-7}

* 출처 : EPA protocol for Equipment Leak Emission Estimates(1995)

- 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 유기화합물질을 기준으로 한 값임

39. 외부에서 공급된 전기 사용

IPCC 분류체계

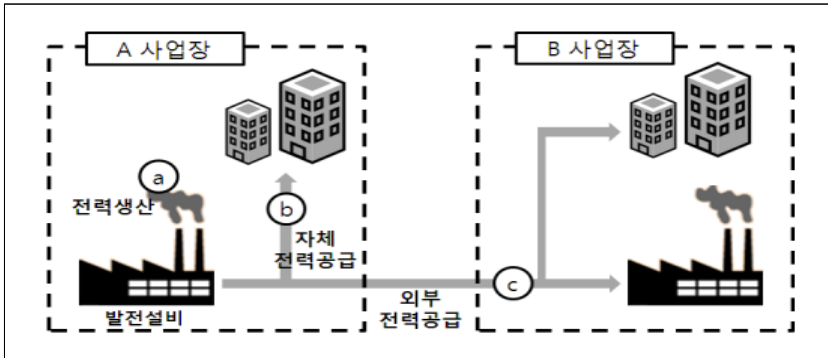
-

1. 배출활동 개요

할당대상업체가 소유 및 통제하는 설비와 사업활동에 의한 전력사용으로 인해 발생하는 간접적 온실가스 배출은 연료연소, 원료사용 등으로 인한 직접적 온실가스 배출과 함께 할당대상업체의 온실가스 배출량에 포함되어야 한다. 대부분의 할당대상업체에 있어서 구입전력은 큰 비중을 차지하는 온실가스 배출원 중 하나이며, 동시에 감축목표 달성을 위한 기회요소이기도 하다. 또한 직접적 온실가스 배출뿐만 아니라, 간접적 온실가스 배출을 산정하는 것은 이러한 정보가 향후 온실가스와 관련된 다양한 프로그램에 적용될 수 있기 때문이다. 단, 할당대상업체의 조직경계 내에 발전설비가 위치하여 생산된 전력을 자체적으로 사용할 경우에는 간접적 온실가스 배출량 산정에서 제외하도록 한다. 이는 발전설비에서 전력 생산으로 인해 배출된 직접적 온실가스가 해당 할당대상업체의 배출량으로 이미 산정되었기 때문이며, 자체 생산한 전력의 자체 사용에 따른 간접적 온실가스 배출량을 포함할 경우 직접적 온실가스 배출량과 함께 중복산정을 초래하기 때문이다.

할당대상업체가 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제27조 및 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」에 따라 태양광, 풍력, 수력의 재생에너지원에서 당해연도에 생산한 전력에 대하여 당해연도에 사용하는 경우에는 재생에너지 사용확인서를 발급받아 당해연도 온실가스 감축실적으로 활용할 수 있으며, 이 경우 해당 재생에너지 전력사용량은 할당대상업체의 간접적 온실가스 배출량 산정에서 제외할 수 있다.

또한 할당대상업체가 별표18에 따른 폐열이용 특례로 인정되는 시설의 열 또는 공정폐열로 생산한 전력을 사용하는 경우, 해당 전력사용량이 확인되는 경우에 한정하여 간접적 온실가스 배출량 산정에서 제외할 수 있다.



〈그림-46〉 전력 사용에 따른 간접 온실가스 배출경로

- ㉠ : A 사업장 내에 위치한 발전설비에서의 전력생산에 따른 직접 온실가스 배출량(A 사업장의 직접적 온실가스 배출량으로서 보고)
- ㉡ : A 사업장에서 생산한 전력을 A사업장 내에서 자체적으로 공급한 경우(전력사용에 따른 간접적 온실가스 배출량산정에서 제외)
- ㉢ : A 사업장에서 생산한 전력을 B 사업장에 공급한 경우(B 사업장의 간접적 온실가스 배출량으로서 보고)

2. 보고 대상 배출시설

외부에서 공급된 전기 사용에 따른 간접배출량의 산정·보고 범위는 배출시설 단위가 아닌 사업장 단위로 정한다. 다만, 제품생산 용도가 아닌 업무용 건물, 폐기물처리시설, 전력 다소비 시설인 전기로에 대해서는 전기사용량과 이에 따른 간접배출량을 구분하여 산정·보고하여야 한다. 기타 전력량계(법정 계량기 및 내부관리용 계량기를 포함한다)가 부착되어 있는 배출시설의 경우 배출시설별로 전기사용량 등을 구분하여 보고할 수 있으며 이 경우 각 배출시설별 전력사용량의 합계는 사업장 단위 총 사용량과 일치하여야 한다.

「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」제27조 및 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」에 따라 태양광, 풍력, 수력의 재생에너지원에서

당해연도에 생산한 전력을 당해연도에 사용하는 경우 재생에너지 전기 사용 시설을 별도 배출시설로 구분하여 재생에너지 전력사용량을 보고하여야 하며, 이 경우 각 배출시설별 전력사용량의 합계는 사업장 단위 총 전력사용량과 일치하여야 한다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정방법론

① Tier 1

$$GHG\ Emissions = Q \times EF_j$$

GHG Emissions : 전력사용에 따른 온실가스(j)별 배출량(tGHG)

Q : 외부에서 공급받은 전력 사용량(MWh)

EF_j : 전력 배출계수(tGHG/MWh)

j : 배출 온실가스 종류

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료

Tier 2

전력량계 등 법정계량기로 측정된 사업장별 총량 단위의 전력 사용량을 활용한다.

② 배출계수

Tier 2

전력배출계수는 아래 <표-69>에서 제시된 기준연도에 해당하는 3개년도('14~'16년) 평균값을 적용한다. 향후 한국전력거래소에서 제공하는 전력배출계수를 온실가스종합정보센터에서 확인하여 지침에 수록된 경우 그 값을 적용한다.

<표-69> 국가 고유 전력배출계수('14~'16년 평균)

구 분	CO ₂ (tCO ₂ /MWh)	CH ₄ (kgCH ₄ /MWh)	N ₂ O (kgN ₂ O/MWh)
3개년 평균('14~'16)	0.4567	0.0036	0.0085

* 출처 : 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2018년)

** 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제27조 및 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」에 따라 태양광, 풍력, 수력의 재생에너지원에서 생산한 전력을 사용하는 경우와 별표18에 따른 폐열이용 특례로 인정되는 시설의 열 또는 공정폐열로 생산한 전력을 사용하는 경우, 전력배출계수 '0' 사용

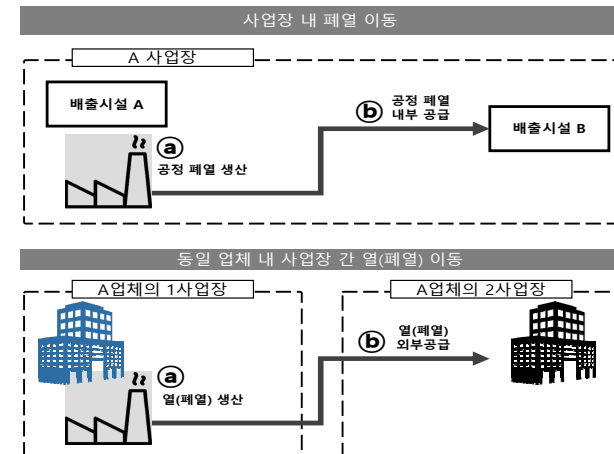
40. 외부에서 공급된 열(스팀)의 사용

IPCC 카테고리

-

1. 배출활동 개요

할당대상업체가 소유 및 통제하는 설비와 사업활동에 의한 열(스팀) 사용으로 인해 발생하는 간접적 온실가스 배출은 연료연소, 원료사용 등으로 인한 직접적 온실가스 배출과 함께 할당대상업체의 온실가스 배출량에 포함되어야 한다. 단, 할당대상업체의 조직경계 내에서 생산된 열(스팀)을 자체적으로 사용할 경우에는 간접적 온실가스 배출량 산정에서 제외하도록 한다. 열(스팀) 사용으로 인해 발생하는 배출량은 열(스팀) 공급자로부터 배출계수를 제공받아 활용하며, 배출계수를 제공받지 못한 경우 관련근거 자료를 제공받아 '별표 17'에 따라 개발하여 활용할 수 있다. 다만 열(스팀)을 생산하여 외부로 공급하는 업체가 자체적으로 열(스팀) 배출계수 및 관련근거를 제공할 수 없는 경우에는 센터가 확인하여 지침에 수록된 열(스팀) 배출계수 등을 활용할 수 있다.



<그림-47> 폐열 사용에 따른 간접 온실가스 배출 경로

2. 보고 대상 배출시설

외부에서 공급된 열(스팀) 사용에 대한 간접배출량의 산정·보고범위는 사업장 단위로 정한다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
산정방법론	Tier 1	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정방법론

① Tier 1

$$GHG\ Emissions = Q \times EF_j$$

GHG Emissions : 열(스팀)사용에 따른 온실가스(j)별 배출량 (tGHG)

Q : 외부에서 공급받은 열(스팀) 사용량(TJ)

EF_j : 열(스팀) 배출계수(tGHG/TJ)

j : 배출 온실가스

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 배출시설별로 사용된 열(스팀) 공급량 또는 사용량 자료를 활용한다.

② 배출계수

Tier 2

열(스팀)을 생산하여 외부로 공급하는 업체가 자체적으로 열(스팀) 배출계수를 제공할 수 없는 경우에 한하여 온실가스종합정보센터가 확인하여 지침에 수록된 열(스팀)배출계수를 사용할 수 있다.

〈표-70〉 열(스팀)배출계수

시설 종류	배출계수			kgCO ₂ -eq/ TJ
	CO ₂ (kgCO ₂ /TJ)	CH ₄ (kgCH ₄ /TJ)	N ₂ O (kgN ₂ O/TJ)	
열전용	56,373	1.278	0.166	56,452
열병합	60,760	2.053	0.549	60,974
평균	59,510	1.832	0.440	59,685

* 출처 : 국가 온실가스 배출계수(온실가스종합정보센터, 2013년)

** 열(스팀) 사용량을 열전용, 열병합으로 구분할 수 없는 경우 열(스팀) 평균 배출계수 사용

*** 벤치마크 할당을 위하여 동일 사업장 내 공정 간 폐열 이동 또는 동일 업체 내 사업장간 폐열 이동을 보고하는 경우 열(스팀) 평균 배출계수 사용 가능

Tier 3

열(스팀) 공급자가 개발하여 제공한 열(스팀)배출계수를 사용한다.

41. 이산화탄소 포집 및 이동

IPCC 분류체계

-

1. 배출활동 개요

이산화탄소 포집이란 이산화탄소가 배출되는 시설에서 이산화탄소를 포집하여 조직경계 내부 및 외부로의 이동을 목적으로 대기로부터 격리되는 활동이다. 포집된 이산화탄소는 하나 이상의 다른 설비나 전용 파이프라인을 통하여 아래 CO₂ 사용시설로 이동되어야 한다. 이동한 이산화탄소가 순수한 물질로 사용되거나 생산품, 원료로 사용 또는 결합되는 경우에 한하여 인정한다. 단, 보고되는 이동량은 이산화탄소를 포집하여 판매하는 할당대상업체 또는 관리업체의 온실가스 배출량에서 차감하며, 할당대상업체 또는 관리업체의 조직경계 내에서 발생 및 포집 후 사용할 경우에도 온실가스 배출량 산정에서 제외하도록 한다.

온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 제5조(국가 배출권 할당계획의 수립 등)에 따른 국가 배출권 할당계획에 따라서 할당대상 배출활동과 비할당 배출활동을 구분하여 보고하여야 한다.

2. CO₂ 사용시설

- ① 탄산 음료용 CO₂ 사용
- ② 드라이아이스용 CO₂ 사용
- ③ 소화, 냉매 및 실험실 가스용 CO₂ 사용
- ④ 곡물 살충용 CO₂ 사용
- ⑤ 식품, 화학 산업에서 용매용 CO₂ 사용
- ⑥ 화학, 제지, 건설, 시멘트 산업에서 제품 및 원료용 CO₂ 사용(탄산염 등)
- ⑦ 반도체/디스플레이/PV 생산 부문에서의 CO₂ 사용

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
CO ₂ 포집 및 이동시설	Tier 1	-	-

4. 이동량 산정 방법론

① Tier 1

$$E_{\text{CO}_2} = Q_i \times r_i$$

E_{CO_2} : 이산화탄소 포집 및 이동에 따른 CO₂의 이동량(tCO₂)

Q_i : 이산화탄소(i) 판매량(ton-이산화탄소)

r_i : 이산화탄소(i)의 순도 (0에서 1사이의 소수)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 이산화탄소(i) 판매량과 순도를 활동자료로 사용한다. 이산화탄소(i) 판매량과 순도는 분리 보고해야 하며, 판매량과 순도를 증빙해야 한다. 이때 순도의 증빙자료는 공급자가 분석하여 제공하는 값을 사용할 수 있다.

[별표 7]

자체 개발 산정방법론 및 사업장 고유 배출계수의 승인·통보절차

(제11조, 제15조, 제16조 관련)

1단계	자체 개발 산정방법론 및 사업장 고유 배출계수의 개발계획 제출
할당대상업체가 제11조제4항에 따른 자체 개발 산정방법론 및 제16조 제3항에 따른 배출시설 단위 고유 배출계수의 개발 계획이 포함된 제24조에 따른 배출량 산정 계획을 주무관청에게 제출한다.	



2단계	주무관청의 검토
주무관청은 할당대상업체가 제출한 자체 개발 산정방법론 및 사업장 고유 배출계수 개발 계획을 검토하고, 기본법 제45조 제1항에 의한 국가 배출계수의 개발방법과의 정합성 등을 확인한다.	



3단계	할당대상업체에게 계획의 사용가능여부 통보
주무관청은 할당대상업체에게 사용가능여부를 통보한다.	



4단계	자체 개발 산정방법론 및 사업장 고유 배출계수의 개발결과 제출
할당대상업체는 주무관청으로부터 사용가능여부를 통보받은 자체 개발 산정방법론 및 사업장 고유 배출계수 개발 계획에 따라 배출량 산정 결과 및 사업장 고유 배출계수 개발 결과를 다음연도 명세서에 포함하여 주무관청에게 제출한다.	



5단계	주무관청의 검토
주무관청은 할당대상업체가 제출한 자체 개발 산정방법론 및 사업장 고유 배출계수 개발 결과를 검토하고, 기본법 제45조 제1항에 의한 국가 배출계수의 개발 결과와의 정합성과 부문간 유사시설에 대한 배출계수의 등가성 및 정확성 등을 확인한다.	



6단계	할당대상업체에게 결과의 사용가능여부 통보
주무관청은 할당대상업체에게 사용가능여부를 통보한다.	

[별표 8]

활동자료의 수집방법론(제12조 관련)

1. 활동자료의 수집방법론 결정 원칙

할당대상업체는 배출시설별로 모니터링 유형을 타당하게 결정하여야 한다. 모니터링 유형 결정을 위한 활동자료 측정지점 및 활동자료 수집방법은 사업장과 일치되어야 한다. 또한 판매·구매되는 부생가스, 부생연료, 스팀 등의 활동자료 수집방법에 대하여 배출량 산정 계획을 수립하여야 한다.

할당대상업체가 활동자료 수집방법을 결정할 때에는 활동자료의 오류를 최소화할 수 있어야 하며, 적용할 수 있는 모니터링 유형 중에서 가장 정확성이 높은 모니터링 유형을 선정하여야 한다.




할당대상업체가 두 가지 이상의 모니터링 유형을 적용하여 배출시설의 활동자료를 수집하고자 할 경우, 모니터링 계획에 이에 대한 활동자료 수집 방법을 도식화해야 하며, 활동자료를 수집하는 구체적인 방법을 배출량 산정 계획에 기술하여야 한다.

할당대상업체는 결정된 모니터링 유형을 토대로 배출시설별 활동자료 수집방법을 결정하여야 한다.

2. 모니터링 유형 개요

할당대상업체는 다음 4항 내지 7항에서 제시하는 모니터링 유형에 따라 배출시설별로 활동자료를 수집·결정할 수 있다. 측정기기의 기호, 종류 등은 <표-1>과 같다.

〈표-1〉 측정기기의 기호 및 종류

기호	세부 내용	측정기기 예시
	상거래 또는 증명에 사용하기 위한 목적으로 측정량을 결정하는 법정계량에 사용하는 측정기기로서 계량에 관한 법률 제2조에 따른 법정계량기	가스미터, 오일미터, 주유기, LPG 미터, 눈새김탱크, 눈새김탱크로리, 적산열량계, 전력량계 등 법정계량기
	할당대상업체가 자체적으로 설치한 계량기로서, 국가표준기본법 제14조에 따른 시험기관, 교정기관, 검사기관에 의하여 주기적인 정도검사를 받는 측정기기	가스미터, 오일미터, 주유기, LPG 미터, 눈새김탱크, 눈새김탱크로리, 적산열량계, 전력량계 등 법정계량기 및 그 외 계량기
	할당대상업체가 자체적으로 설치한 계량기이나, 주기적인 정도검사를 실시하지 않는 측정기기	

* 비고 : 할당대상업체가 자체적으로 설치한 측정기기 중 시험·교정기관 등으로부터 주기적인 정도검사를 받지 않았을 경우 해당 측정기기에 대한 정도검사 일정 등을 제24조에 따른 배출량 산정 계획에 포함하여야 한다.





3. 측정기기 정도검사 주기 등

할당대상업체가 자체적으로 설치한 측정기기 중 시험·교정기관 등으로부터 주기적인 정도검사를 실시할 경우 그 주기는 측정기기의 종류에 따라 「계량에 관한 법률 시행령」제21조(검정)의 검정 유효기간 및 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」제11조(측정기기의 정도검사)에 따른 주기 등을 준용하여 정도검사를 실시할 수 있다.(정기보수 기간 등 환경·안전·기술 특성을 고려하여 주기적 검사일정을 수립)


4. 연료 등 구매량 기반 모니터링 방법

이 방법은 연료 및 원료의 공급자가 상거래 등의 목적으로 설치·관리하는 측정기기를 이용하여 활동자료의 양을 수집하는 방법이다.

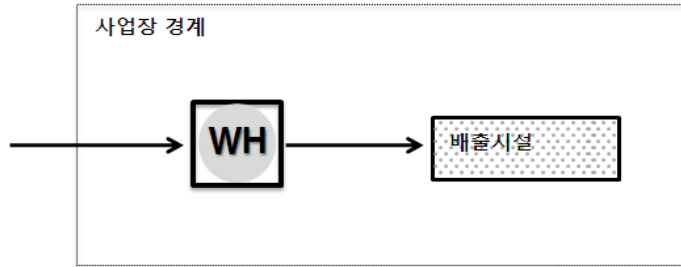
〈표-2〉 활동자료 수집에 따른 모니터링 유형

모니터링 유형	세부 내용
A유형 [구매량 기반 모니터링 방법]	<ul style="list-style-type: none"> 연료 및 원료의 공급자가 상거래 등의 목적으로 설치·관리하는 측정기기를 이용하여 배출시설의 활동자료를 모니터링하는 방법 연료나 원료 공급자가 상거래를 목적으로 설치·관리하는 측정기기()와 주기적인 정도검사를 실시하는 내부 측정기기()를 사용하여 활동자료를 결정하는 방법
B유형 [교정된 측정기로 직접계량에 따른 모니터링 방법]	<ul style="list-style-type: none"> 구매량 기반 측정기기와 무관하게 배출시설 활동자료를 교정된 자체 측정기기를 이용하여 모니터링 하는 방법 배출시설별로 주기적으로 교정검사를 실시하는 내부 측정기기()가 설치되어 있을 경우 해당 측정기기를 활용하여 활동자료를 결정하는 방법
C 유형 [근사법에 따른 모니터링 유형]	<ul style="list-style-type: none"> 각 배출시설별 활동자료를 구매 연료 및 원료 등의 메인 측정기기() 활동자료에서 타당한 배분방식으로 모니터링 하는 방법 각 배출시설별 활동자료를 구매단가, 보증된 배출시설 설계 사양 등 정부가 인정하는 방법을 이용하여 모니터링 하는 방법
D유형 [기타 모니터링 유형]	<ul style="list-style-type: none"> D유형은 A~C 유형 이외 기타 유형을 이용하여 활동자료를 수집하는 방법

① 모니터링 유형 (A-1)

A-1 유형은 연료 및 원료 공급자가 상거래 등을 목적으로 설치·관리하는 측정기기()를 이용하여 연료사용량 등 활동자료를 수집하는 방법이다. 이는 주로 전력 및 열(증기), 도시가스를 구매하여 사용하는 경우 혹은 화석연료를 구매하여 단일 배출시설에 공급하는 경우에 적용할 수 있다.

(유형 A-1)



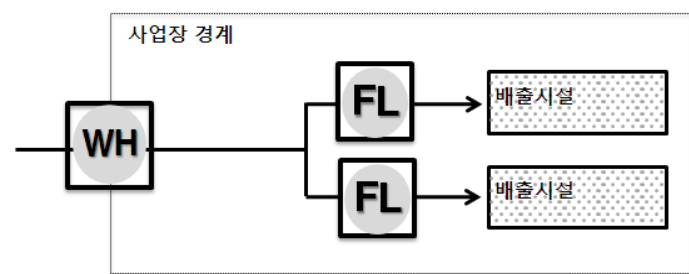
〈표-3〉 모니터링 유형 A-1에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
구매전력	전력공급자(한국전력)가 발행한 전력요금청구서
구매 열 및 증기	열에너지 공급자가 발행하고 열에너지 사용량이 명시된 요금 청구서, 열에너지 사용 증빙문서
도시가스	도시가스 공급자(도시가스 회사)가 발행하고 도시가스 사용량이 기입된 요금청구서
화석연료	판매/공급자가 발행하고 구입량이 기입된 요금청구서 또는 Invoice

2 모니터링 유형 (A-2)

A-2 유형은 연료 및 원료 공급자가 상거래 등을 목적으로 설치·관리하는 측정기기(WH)와 주기적인 정도검사를 실시하는 내부 측정기기(FL)가 같이 설치되어 있을 경우 활동자료를 수집하는 방법이다. 배출시설에 다수의 교정된 측정기기가 부착된 경우, 교정된 자체 측정기기 값을 사용하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 전체 활동자료 합계와 거래용 측정 측정기기의 활동자료를 비교할 수 있으며 구매거래용 측정기기(WH) 값과 교차 분석하여 관리하여야 한다.

(유형 A-2)



〈표-4〉 모니터링 유형 A-2에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

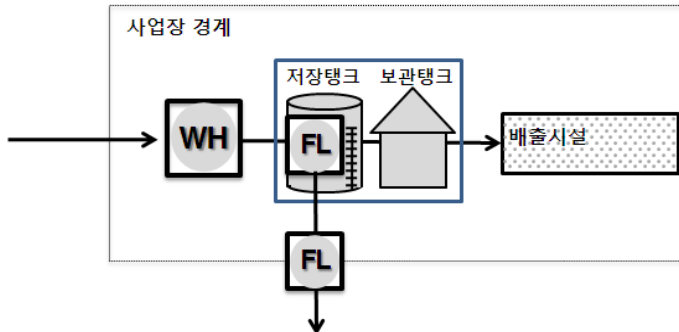
해당 항목	관련 자료
구매전력	전력공급자(한국전력)가 발행한 전력요금청구서
구매 열 및 증기	열에너지 공급자가 발행하고 열에너지 사용량이 명시된 요금 청구서, 열에너지 사용 증빙문서
도시가스	도시가스 공급자(도시가스 회사)가 발행하고 도시가스 사용량이 기입된 요금청구서
화석연료/원료 등	내부 모니터링 기기(계량기 등)의 데이터 기록일지

3 모니터링 유형 (A-3)

A-3 유형은 연료·원료 공급자가 상거래를 목적으로 설치·관리하는 측정기기(WH)와 주기적인 정도검사를 실시하는 내부 측정기기(FL)를 모두 사용하여 활동자료를 수집하는 방법이다. 저장탱크에서 연료나 원료가 일부 저장되어 있거나, 일부를 판매하거나 그 외 기타 목적으로 외부로 이송하는 경우에 적용할 수 있다. 이 유형은 주로 화석연료의 사용, 불소계 온실가스를 구매하여 사용하는 경우에 적용할 수 있다. 아래 식에 따라서 연료 및 원료의 구매량, 재고량, 판매량 등의 물질수지를 활용하여 활동자료를 결정할 수 있다.

활동자료 = 신규구매량+(회계년도 시작일 재고량-차기년도 시작일 재고량)-기타용도(판매·이송등) 사용량

(유형 A-3)



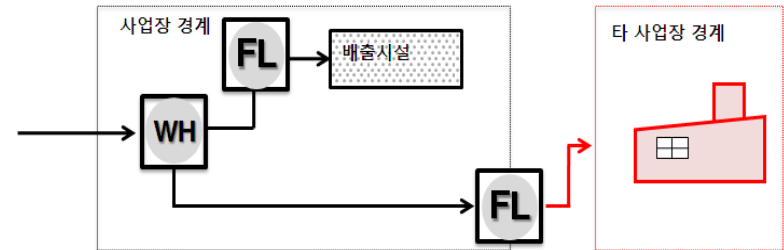
〈표-5〉 모니터링 유형 A-3에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
액체 화석연료	연료공급자가 발행하고 구입량이 기입된 요금청구서 기타 연료공급자 및 사업자(구매자)가 합의하는 측정방식에 따른 계측값
저장탱크의 재고량	정도관리되는 모니터링 기기로 측정한 저장탱크의 수위 데이터
보관탱크 입고량	연료공급자가 발행한 구입량이 기입된 요금청구서 (용기수량, 용기용량 등)
보관탱크 재고량	보관된 물품량 (용기수량, 용기용량 등)
판매량	사업자가 연료의 판매목적으로 설치하여 정도관리하는 모니터링 기기의 측정값 기타, 사업자와 연료구매자가 합의하는 측정방식에 따른 계측값

④ 모니터링 유형 (A-4)

A-4 유형은 연료나 원료 공급자가 상거래를 목적으로 설치·관리하는 측정기기(**WH**)와 주기적인 정도검사를 실시하는 내부 측정기기(**FL**)를 사용하며 연료나 원료 일부를 파이프 등을 통해 연속적으로 외부 사업장이나 배출시설에 공급할 경우 활동자료를 결정하는 방법이다. 이 경우, 타 사업장 공급 측정기기는 주기적인 정도검사를 실시하는 측정기기를 사용하여 활동자료를 수집하여야 하며, 사업장에서 조직경계 외부로 판매하거나 공급한 양을 제외하여 배출시설의 활동자료를 결정한다.

(유형 A-4)



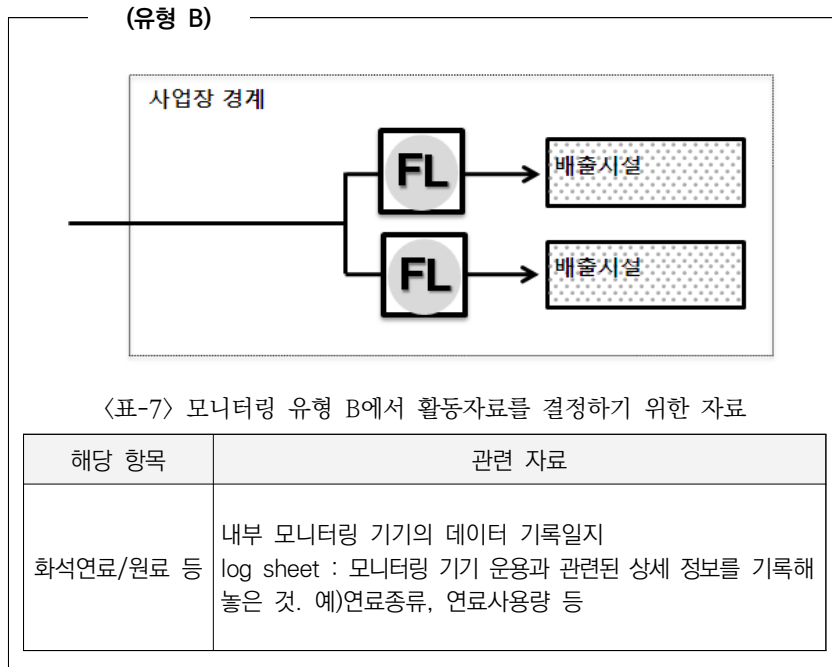
〈표-6〉 모니터링 유형 A-4에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
구매전력	전력공급자(한국전력)가 발행한 전력요금청구서
구매 열 및 증기	열에너지 공급자가 발행하고 열에너지 사용량이 명시된 요금청구서, 열에너지 사용 증빙문서
도시가스	도시가스 공급자(도시가스 회사)가 발행하고 도시가스 사용량이 기입된 요금청구서
판매량	사업자가 연료의 판매목적으로 설치하여 정도관리하는 모니터링 기기의 측정값 기타, 사업자와 연료구매자가 합의하는 측정방식에 따른 계측값

5. 연료 등의 직접계량에 따른 모니터링 방법

① 모니터링 유형 (B)

B 유형은 배출시설별로 정도검사를 실시하는 내부 측정기기(FL)가 설치되어 있을 경우 해당 측정기기를 활용하여 활동자료를 결정하는 방법이다. 이 유형은 구매기준 등 비교·확인할 수 있는 기준 활동량 없이 내부 교정된 측정기기를 활용하여 모니터링하는 유형이다.



6. 근사법에 따른 모니터링 유형

활동자료를 결정하는 과정에서 부득이한 사유로 인하여 모니터링 유형 A(구매량 기준에 따른 모니터링), 유형 B(직접계량에 따른 모니터링)를 적용하지 못할 경우에는 다음과 같은 근사법을 통하여 활동자료를 결정할 수 있다. 이 경우 할당대상업체는 근사법을 사용할 수밖에 없는 합당한 이유, 배출시설단위로 측정기기의 신규설치 및 정도검사/관리 일정 등의 사항을 배출량 산정 계획에 포함하여야 한다. 아래의 C-1유형 및 C-2 유형과 같이 구매한 연료 및 원료 등의 활동자료가 측정기기가 설치되어 있지 않거나, 정도관리를 받지 않은 측정기기를 지나 각 배출시설로 공급된다고 가정할 때, 각 배출시설별 활동자료의 불확도는 구매 연료 및 원료의 측정을 위한 메인 측정기기(WH)의 불확도 값을 준용하여 결정할 수 있다.

다음과 같은 배출시설 등에 대하여 모니터링 유형 C(근사법에 따른 모니터링)를 적용할 수 있다.

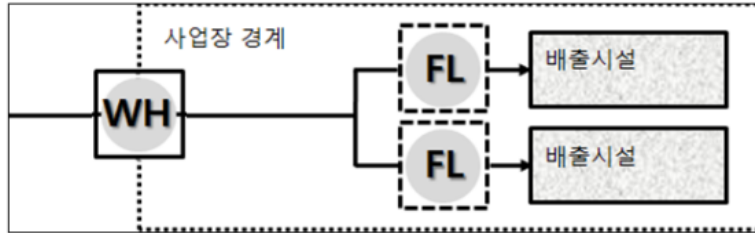
- ① 식당 LPG, 비상발전기, 소방펌프 및 소방설비 등 저배출원
- ② 이동연소배출원 (사업장에서 개별 차량별로 온실가스 배출량을 산정하는 경우를 의미한다)
- ③ 타 사업장 또는 법인과 수급계약서에 명시된 근거를 이용하여 활동자료를 배출시설별로 구분하는 경우
- ④ 기타 모니터링이 불가능하다고 환경부장관이 인정하는 경우

① 모니터링 유형 (C-1)

C-1 유형은 구매한 연료 및 원료, 전력 및 열에너지를 정도검사를 받지 않은 내부 측정기기를 이용하여 활동자료를 분배·결정하는 방법이다. 이 경우 사업장 총 사용량은 공급업체에서 제공된 연료 및 원료량을 바탕으로 하되 각 배출시설 별로는 정도검사를 받지 않은 내부 측정기기의 측정값을 이용하여 활동자료를

분배·결정하는 방법이다. 가능하다면, 이때 아래 예시와 같은 유형으로 산출한 활동자료값과 비교하여 큰 차이가 없어야 한다.

(유형 C-1)

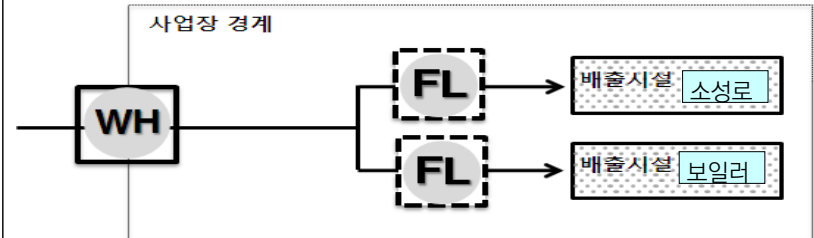


〈표8-1〉 모니터링 유형 C-1에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
화석연료	구매한 총 화석연료 청구서 및 측정값, 각 배출시설별 정도검사를 받지 않은 측정기의 화석연료 측정값
구매전력	구매한 총 전력요금 청구서 및 측정값, 각 배출시설별 정도검사를 받지 않은 측정기의 전력 측정값

〈예시〉

소성로와 사업장내 보일러를 운영중인 시멘트회사는 시멘트 생산을 위해 연간 중유를 1,000 톤 구매하였으며 구매량은 공급자가 제공한 요금 청구서에 기록된 측정량이다 (중유는 전량 소성로 및 사업장내 보일러에 공급된다). 사업장의 측정기기는 아래 그림과 같이 배출시설별로 검·교정 등 정도검사를 받지 않은 측정기이다. 이때 소성로와 보일러의 연간 중유 사용량을 C-1유형으로 산출하면?



○ 배출시설별 활동자료를 결정하기 위한 자료(중유의 비중을 1이라 가정)

구분	소성로	보일러
측정기기 측정값	800 톤	400 톤
측정기기 측정값을 이용한 활동자료 결정	667 톤	333 톤

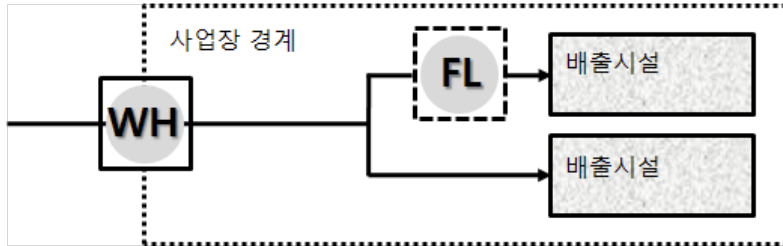
② 모니터링 유형 (C-2)

C-2 유형은 구매한 연료 및 원료, 전력 및 열에너지를 측정기기가 설치되지 않았거나 일부 시설에만 설치되어 있는 배출시설로 공급하는 경우 배출시설별 활동자료를 결정할 수 있는 근사법이다.

할당대상업체는 배출시설별로 측정기기가 설치되지 않았거나 검·교정 등 정도검사를 받지 않은 측정기기가 일부 시설에만 설치되어 있을 경우 이때 총 사용량은 공급업체에서 제공된 연료 및 원료량을 바탕으로 하되 각 배출시설별로는 정도검사를 받지 않은 내부 측정기기의 측정값, 배출시설 및

공정상의 운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등을 활용하여 활동자료를 분배·결정하는 방법이다.

(유형 C-2)



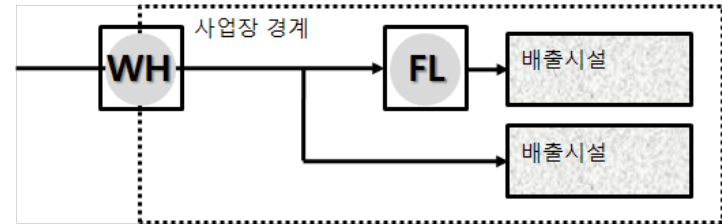
〈표8-2〉 모니터링 유형 C-2에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
화석연료	구매한 총 화석연료 청구서 및 측정값, 배출시설별 정도검사를 받지 않은 측정기기의 화석연료 측정값, 운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등의 배출시설을 운전한 간접자료 등
구매전력	구매한 총 전력요금 청구서 및 측정값, 각 배출시설별 정도검사를 받지 않은 측정기의 전력 측정값, 운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등의 배출시설을 운전한 간접자료 등

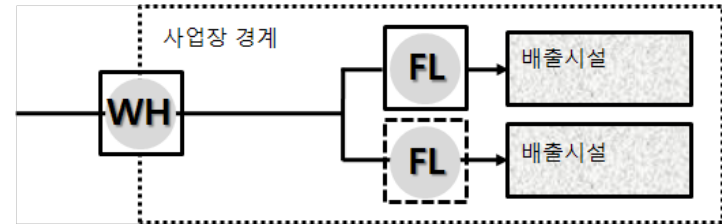
③ 모니터링 유형 (C-3)

C-3유형은 연료 및 원료 공급자가 상거래 등을 목적으로 설치·관리하는 측정기기(**WH**), 주기적인 정도검사를 실시하는 내부 측정기기(**FL**)와 주기적인 정도검사를 실시하지 않는 내부 측정기기(**FL**)가 같이 설치되어 있거나 측정기기가 없을 경우 활동자료를 수집하는 방법이다.

(유형 C-3)



또는,



〈표8-3〉 모니터링 유형 C-3에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
화석연료 등	구매한 총 화석연료 청구서 및 측정값, 각 배출시설별 정도검사를 받지 않은 측정기기의 화석연료 측정값, 운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등의 배출시설을 운전한 간접자료 등
구매전력 구매시스템 등	구매한 총 전력요금 청구서 및 측정값, 각 배출시설별 정도검사를 받지 않은 측정기의 전력 측정값, 운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등의 배출시설을 운전한 간접자료 등

④ 모니터링 유형 (C-4)

C-4 유형은 연료의 사용량을 측정하는데 있어 생산 공정으로 투입된 원료 및 연료의 누락 값, 공정과정의 변환으로 투입된 원료 및 연료의 누락 값, 시설의 변형 및 장애로 인한 원료 및 연료의 누락 값, 유량계의 정확도나 정밀도 시험에서 불합격할 경우 및 오작동 등이 발생할 경우 등 각각의 누락데이터에 대한 대체 데이터를 활용·추산하여 활동자료를 결정하는 방법이다. 데이터의 누락이 발생할 경우 배출시설의 활동자료인 “연료(원료) 사용량”에 상관관계가 가장 높은 활동자료를 선정하여 이를 바탕으로 추정의 타당성을 설명하여야 한다. 예를 들어 고장난 측정기기의 유량측정값은 유용하지 않고, 측정기기의 질량 및 유량측정은 제품생산량으로 추정하여야 한다. 즉 이전의 제품생산량 대비 연료 유량값과 질량값을 추정한다.

$$\text{결측기간의 연료(또는 원료)사용량} = \frac{\text{정상기간 중 사용된 연료(또는 원료)사용량}(Q)}{\text{정상기간 중 생산량}(P)} \times \text{결측기간 총 생산량}(P)$$

⑤ 모니터링 유형 (C-5)

C-5 유형은 사업장에서 운행하고 있는 차량 등의 이동연소 부문에 대하여 적용할 수 있는 방법으로, 아래 식과 같이 차량별 연료의 구매비용(주유 영수증 등)과 연료별 구매단가를 활용하여 차량별 연료 사용량을 결정할 수 있다.

$$\text{연료사용량} = \sum \frac{\text{연료별 이동연소배출원별 연료구매비용}}{\text{연료별 이동연소배출원별 구매단가}}$$

⑥ 모니터링 유형 (C-6)

C-6 유형은 사업장에서 운행하고 있는 차량 등의 이동연소 부문에 대하여 적용 가능한 방법으로 차량별 이동거리 자료와 연비 자료를 활용하여 계산에 따라 연료사용량을 결정하는 방식이다.

$$\text{연료사용량} = \sum \frac{\text{연료별 이동연소배출원별 주행거리}(km)}{\text{연료별 이동연소배출원별 연비}(km/l)}$$

7. 모니터링 기타 유형 (D)

D유형은 A~C 유형 이외 기타 유형을 이용하여 활동자료를 수집하는 방법으로서, 제24조에 따른 모니터링 계획에 세부 사항을 포함하여야 한다.

[별표 9]

불확도 산정 절차 및 방법 (제13조제2항 관련)

1. 일반사항

1) 불확도의 개념

계측에 의한 값이나 계산에 의한 값 등 어떠한 자료를 이용해 도출된 추정치는 계측기에 의한 불확실성, 계측 당시 환경 조건에 의해 표준 조건과 차이가 생기는 경우의 불확실성, 산정식에 의한 불확실성 등 다양한 불확실성 요인에 의해 영향을 받게 된다. 이에 따라 추정치는 미지의 참값과의 편차(bias)를 보이게 되며, 추정치가 반복 측정값인 경우는 평균값을 중심으로 무작위(random)로 분산되는 양상을 보인다. 이러한 편차와 분산을 유발하는 불확실성 요인을 정량화하여 불확도(Uncertainty)로 표현하고 있다.

2) 불확도 관리 목적 및 범위

불확도는 온실가스 배출량의 신뢰도 관리와 제도 운영과정에서 배출량 산정과 관련된 방법론 및 방법 변경의 타당성을 입증하는 목적으로 평가·관리된다.

온실가스 배출량은 활동자료, 배출계수 등 매개변수의 함수로 표현되며 배출량 불확도는 활동자료와 배출계수 불확도를 합성하여 결정한다.

3) 불확도의 종류

불확도는 표준불확도, 합성불확도, 확장불확도, 상대불확도 등으로 구분할 수 있으며, 불확도의 요인 중 반복측정에 의한 불확도는 다음과 같은 절차에 따라 산정한다. 표준불확도는 반복 측정값의 표준오차로서 표현된다. 합성불확도는 여러 불확도 요인이 존재하는 경우 각 인자에 대한 표준불확도를 합성하여 결정한 불확도이다. 확장불확도는 합성불확도에 신뢰구간을 특정짓는 포함인자를 곱하여 결정하는 것으로 포함인자 값은 관측값이 어떤 신뢰구간을 택하느냐에 따라 달라진다. 상대불확도는 불확도를 비교 가능한

값으로 환산하기 위해 불확도를 최적 추정값(평균)으로 나누고 100을 곱하여 백분율로 표현하고 있다. 일반적으로 여러 배출원의 불확도를 비교하기 위해 상대불확도를 많이 사용하고 있다.

일반적으로 온실가스 배출량 불확도 산정에서는 특정 확률분포(t-분포)에서 95% 신뢰수준의 포함인자를 합성불확도에 곱한 확장불확도를 사용하고 있다. 한편 할당대상업체에서 보고해야 할 불확도는 확장불확도를 최적 추정값(평균)으로 나누고 100을 곱하여 백분율로 표현한 상대불확도(%)이다.

2. 불확도 산정절차

일반적인 온실가스 배출량의 측정 불확도 산정절차는 다음과 같으며, 할당대상업체는 아래 온실가스 측정 불확도 산정절차 중 2단계까지의 불확도를 산정하여 보고한다. 측정을 외부 기관에 의뢰하는 경우 측정값에 대한 불확도가 함께 제시되므로, 산정절차의 2단계는 생략될 수 있다. 불확도 산정 시 동 지침의 별표 9를 우선 적용하나 사업장 현황에 따라 아래 제시된 방법을 우선순위로 적용 가능하다.

① 시험성적서상의 불확도

② 입증된 자료(측정기 성적서, 제작사 규격, 핸드북 등의 오차율, 정확도, 편차, 분해능 등 참고자료)를 이용할 경우 관련 가이드라인을 적용 하여 해당수치를 $\sqrt{3}$ 으로 나눈 값

※ 산업체의 온실가스 에너지 목표관리를 위한 불확도 산정관리 가이드('12.3, 한국에너지공단), 폐기물 부문 온실가스 배출시설 모니터링 바로 알기 안내서('14.6, 한국환경공단) 측정기기 불확도 확인방법을 준용하여 산출

③ 동 지침의 불확도 : Tier1 : 7.5%, Tier2 : 5%, Tier3 : 2.5%

〈표-1〉 온실가스 측정 불확도 산정절차

1단계 (사전검토)	2단계 (매개변수의 불확도 산정)	3단계 (배출시설에 대한 불확도 산정)	4단계 (사업장 또는 업체에 대한 불확도 산정)
<ul style="list-style-type: none"> •매개변수 분류 및 검토, 불확도 평가 대상 파악 •불확도 평가 체계 수립 	<ul style="list-style-type: none"> •활동자료, 배출계수 등의 매개변수에 대한 불확도 산정 •매개변수에 대한 확장불확도 또는 상대불확도 산정 	<ul style="list-style-type: none"> •배출시설별 온실가스 배출량에 대한 상대불확도 산정 	<ul style="list-style-type: none"> •배출시설별 배출량의 상대불확도를 합성하여 사업장 또는 업체의 총 배출량에 대한 상대불확도 산정

1) 사전검토 (1단계)

할당대상업체 내 배출시설 및 배출활동에 대하여 배출량 산정과 관련한 매개변수의 종류, 측정이 필요한 자료, 불확도를 발생시키는 요인 등을 파악하고 규명하는 단계이다. 예를 들면 배출량 산정 시 실측법을 활용할 경우 농도, 배출가스 유량 등이 불확도와 연관되는 자료이며, 계산법을 적용할 경우 활동자료와 발열량, 배출계수, 산화계수 등 각각의 변수들이 온실가스의 측정 불확도와 연관된 변수들이다. 불확도 산정을 위한 사전검토 단계에서 각 매개변수별 자료값의 취득방법(예, 단일계측기, 다수계측기, 외부 시험기관 분석 등)을 검토하여 불확도 값을 구하기 위한 체계를 수립한다.

2) 매개변수의 불확도 산정(2단계)

불확도 산정은 신뢰구간에 의해 접근된다. 따라서 매개변수의 불확도는 보통 통계학적 방법으로 시료 수, 측정값 등을 통하여 신뢰구간과 오차범위 형태로 제시된다. 일반적으로 온실가스 배출량 산정과 관련한 불확도의 산정에서는 표본채취에 대한 확률분포가 정규분포를 따른다는 가정 하에 95%의 신뢰구간에서 불확도를 추정하는 것을 요구한다.

특정 매개변수와 관련된 반복측정에 의한 불확도의 추정절차는 다음과 같으며, 반복측정 외의 불확도 요인을 고려하는 경우에는 국제적으로 신뢰할 수 있는 방법에 따라 불확도가 추정되어야 한다.

① 활동자료 표본수에 따른 확률분포값을 계산

아래 제시된 [참고자료]-'표본수(n)에 따른 포함인자(t)를 구하기 위한 t -분포표'를 활용하여 활동자료 등의 측정횟수(표본횟수)에 따른 포함인자(t)를 결정한다. 이는 표본의 확률밀도함수가 t -분포를 따른다는 가정 하에 표본으로부터 얻은 측정값이 특정 구간에 존재할 때의 포함인자(t)는 신뢰수준과 표본수(n)에 의해 결정된다.

② 측정값에 대한 통계량(표본 평균과 표본 표준편차), 표준불확도, 확장불확도 계산

표본평균(\bar{x})과 표본표준편차(s)를 「식-1」, 「식-2」에 따라 각각 구한다.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k, \quad (\text{식-1})$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2} \quad (\text{식-2})$$

측정값이 정규분포를 따른다고 가정하면 표준불확도(표준오차)는 평균(\bar{x})의 표준편차로서 「식-3」에 따라 구한다.

$$U_s = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (\text{식-3})$$

매개변수(p)의 확장불확도는 95% 신뢰수준에서의 포함인자(t)와 표본수(n), 표준편차(s)를 이용하여 식-4에 의해 구한다.

$$U_p = t \times \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (\text{식-4})$$

\bar{x} : 표본측정값의 평균

n : 표본채취(샘플링) 횟수

x_k : 개별 표본의 측정값

s : 표본측정값의 표준편차

U_s : 표본측정값의 표준불확도(표준오차)

U_p : 95% 신뢰수준에서의 확장불확도

t : t -분포표에 제시된 95% 신뢰수준에서의 포함인자

③ 각 매개변수에 대한 상대불확도(U_i) 계산

t -분포표에 제시된 95% 신뢰수준에서의 포함인자(t)와 표본수(n), 표본측정값의 표준편차(s)를 이용하여 「식-5」에 따라 매개변수의 상대불확도 ($U_{r,p}$)를 구한다.

$$U_{r,p} = \frac{U_p}{x} \times 100 \quad (\text{식-5})$$

$U_{r,p}$: 매개변수 p 의 상대불확도(%)

U_p : 매개변수 p 의 확장불확도

\bar{x} : 표본측정값의 평균

할당대상업체가 보고해야 할 불확도는 「식-5」의 상대불확도로서 표준 불확도 (식-3), 확장불확도(식-4)를 단계별로 산정한 다음에 결정해야 한다. 다양한 불확도의 요인이 존재하는 경우 각 요인에 대한 표준불확도를 산정하고 이를 합성하여 합성불확도를 산정한 후 확장불확도와 상대불확도를 산정한다.

3) 배출시설에 대한 불확도 산정(3단계)

2단계에서 산정된 매개변수의 상대불확도를 이용하여 배출시설의 온실가스 배출량에 대한 상대불확도로 산정한다. 온실가스 배출량을 산정하는 방법은 일반적으로 활동자료와 배출계수를 곱하여 산정하며, 경우에 따라서는 두 매개변수 이외에 다른 매개변수가 배출량 산정에 관여하는 경우도 있다. 배출량이 여러 매개변수의 곱으로 표현되는 경우 합성방법 중의 하나인 승산법에 따라 각 매개변수의 상대불확도를 합성하여 「식-4」에서 보는 것처럼 배출량의 불확도를 결정한다. 이 경우 개별 매개변수가 서로 독립적인 경우에 유효하다.

$$U_{r,E} = \sqrt{U_{r,A}^2 + U_{r,B}^2 + U_{r,C}^2 + U_{r,D}^2 + \dots} \quad (\text{식-4})$$

$U_{r,E}$: 배출량(E)의 상대불확도(%)

$U_{r,A}$: 활동자료(A)의 상대불확도(%)

$U_{r,B}$: 배출계수(B)의 상대불확도(%)

$U_{r,C}$: 매개변수 C 의 상대불확도(%)

$U_{r,D}$: 매개변수 D 의 상대불확도(%)

4) 사업장 또는 업체에 대한 불확도 산정(4단계)

사업장 혹은 할당대상업체의 온실가스 배출량은 개별 배출원 혹은 배출시설의 합으로 표현되며, 합으로 표현되는 값에 대한 불확도는 가감법에 따라 개별 불확도를 합성하여 산정한다. 즉 3단계의 「식-4」에 따라 개별 배출원 혹은 배출시설별 온실가스 배출량에 대한 불확도를 산정한 이후, 개별 배출원의 불확도로부터 사업장 혹은 할당대상업체의 총 배출량에 대한 불확도는 「식-5」에 의해 계산한다.

$$U_{r,E_T} = \frac{\sqrt{\sum (E_i \times U_{r,E_i} / 100)^2}}{E_T} \times 100 \quad (\text{식-5})$$

U_{r,E_T} : 사업장/배출시설 총 배출량(E_T)의 상대불확도(%)

E_T : 사업장/배출시설의 총 배출량(이산화탄소 환산 톤)

E_i : E_T 에 영향을 미치는 배출시설/배출활동(i)의 배출량(이산화탄소 환산 톤)

U_{r,E_i} : E_T 에 영향을 미치는 배출시설/배출활동(i)의 상대불확도(%)

[참고자료]

포함인자(t)를 구하기 위한 t -분포표

〈표-2〉 신뢰수준 및 표본수(n)에 따른 포함인자(t)

측정 횟수(n)	신뢰구간					
	68.27%	90%	95%	95.45%	99%	99.73%
2	1.84	6.31	12.71	13.97	63.66	235.8
3	1.32	2.92	4.30	4.53	9.92	19.21
4	1.20	2.35	3.18	3.31	5.84	9.22
5	1.14	2.13	2.78	2.87	4.60	6.62
6	1.11	2.02	2.57	2.65	4.03	5.51
7	1.09	1.94	2.45	2.52	3.71	4.90
8	1.08	1.89	2.36	2.43	3.50	4.53
9	1.07	1.86	2.31	2.37	3.36	4.28
10	1.06	1.83	2.26	2.32	3.25	4.09
11	1.05	1.81	2.23	2.28	3.17	3.96
12	1.05	1.80	2.20	2.25	3.11	3.85
13	1.04	1.78	2.18	2.23	3.05	3.76
14	1.04	1.77	2.16	2.21	3.01	3.69
15	1.04	1.76	2.14	2.20	2.98	3.64
16	1.03	1.75	2.13	2.18	2.95	3.59
17	1.03	1.74	2.12	2.17	2.92	3.54
18	1.03	1.73	2.11	2.16	2.90	3.51
19	1.03	1.73	2.10	2.15	2.88	3.48
20	1.03	1.73	2.09	2.14	2.86	3.45
25	1.02	1.71	2.06	2.11	2.80	3.34
30	1.02	1.70	2.05	2.09	2.76	3.28
35	1.01	1.70	2.03	2.07	2.73	3.24
40	1.01	1.68	2.02	2.06	2.71	3.20
50	1.01	1.68	2.01	2.05	2.68	3.16
100	1.005	1.66	1.98	2.025	2.63	3.08
∞	1.00	1.645	1.96	2.00	2.576	3.00

* 비고) 표본의 분포는 정규분포를 따른다고 가정한다.

[별표 10]

2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수

(제15조제1항 관련)

(단위 : kgGHG/TJ)

연료명		국내에너지원 기준	CO ₂	CH ₄				N ₂ O	
				에너지 산업	제조업 건설업	상업 공공	가정 기타	에너지 산업 제조업 건설업	상업공공 가정 기타
I. 석유류									
원유		원유	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6
오리말전		-	77,000	3	3	10	10	0.6	0.6
액성 천연가스		-	64,200	3	3	10	10	0.6	0.6
가솔린	자동차용 가솔린	휘발유	69,300	3	3	10	10	0.6	0.6
	항공용 가솔린	-	70,000	3	3	10	10	0.6	0.6
	제트용 가솔린	-	70,000	3	3	10	10	0.6	0.6
제트용 등유		JET A-1, JP-8	71,500	3	3	10	10	0.6	0.6
기타 등유		등유	71,900	3	3	10	10	0.6	0.6
헬륨유		-	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6
가스/디젤 오일		경유	74,100	3	3	10	10	0.6	0.6
잔여 연료유		B-C유	77,400	3	3	10	10	0.6	0.6
액화석유가스		LPG	63,100	1	1	5	5	0.1	0.1
에탄		-	61,600	1	1	5	5	0.1	0.1
나프타		납사	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6
역청(아스팔트)		아스팔트	80,700	3	3	10	10	0.6	0.6
윤활유		윤활유	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6

연료명	국내에너지원 기준	CO ₂	CH ₄				N ₂ O	
			에너지 산업	제조업 건설업	상업 공공	가정 기타	에너지 산업 제조업 건설업	상업공공 가정 기타
석유 코크스	석유코크스(고체)	97,500	3	3	10	10	0.6	0.6
정제 원료	정제 원료	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6
기타 오일	정제가스	정제가스	57,600	1	1	5	5	0.1
	접착제(파라핀왁스)	파라핀왁스	73,300	3	3	10	10	0.6
	백유	용제	73,300	3	3	10	10	0.6
	기타석유제품	재생유(WDF)	73,300	3	3	10	10	0.6
II. 석탄류								
무연탄	국내 무연탄 수입 무연탄	98,300	1	10	10	300	1.5	1.5
점결탄	원료용 유연탄	94,600	1	10	10	300	1.5	1.5
기타 역청탄	연료용 유연탄	94,600	1	10	10	300	1.5	1.5
하위 유연탄	아역청탄	96,100	1	10	10	300	1.5	1.5
갈탄	갈탄	101,000	1	10	10	300	1.5	1.5
유혈암 및 역청암	-	107,000	1	10	10	300	1.5	1.5
갈탄 연탄	-	97,500	1	10	10	300	1.5	1.5
특허연료	-	97,500	1	10	10	300	1.5	1.5
코크스	코크스로 코크스	코크스(석탄)	107,000	1	10	10	300	1.5
	가스 코크스	가스공장 코크스	107,000	1	1	5	5	0.1
콜타르	-	80,700	1	10	10	300	1.5	1.5
III. 가스류								
부생 가스	가스공장 가스	-	44,400	1	1	5	5	0.1
	코크스로 가스	코크스가스	44,400	1	1	5	5	0.1

연료명		국내에너지원 기준	CO ₂	CH ₄				N ₂ O	
				에너지 산업	제조업 건설업	상업 공공	가정 기타	에너지 산업 제조업 건설업	상업공공 가정 기타
	고로 가스	고로가스	260,000	1	1	5	5	0.1	0.1
	산소 강철로 가스	전로가스	182,000	1	1	5	5	0.1	0.1
천연가스		천연가스(LNG)	56,100	1	1	5	5	0.1	0.1
Ⅳ. 기타 화석연료									
도시 폐기물 (비-바이오매스 부분)		-	91,700	30	30	300	300	4	4
산업 폐기물		-	143,000	30	30	300	300	4	4
폐유		-	73,300	30	30	300	300	4	4
토탄		이탄	106,000	1	2	10	300	1.5	1.4
Ⅴ. 바이오매스(Biomass)									
고체 바이오 연료	목재/목재 폐기물	-	112,000	30	30	300	300	4	4
	아황산염 잿물 (흑액)	-	95,300	3	3	3	3	2	2
	기타 고체바이오매스	-	100,000	30	30	300	300	4	4
	목탄	-	112,000	200	200	200	200	4	1
액체 바이오 연료	바이오 가솔린	-	70,800	3	3	10	10	0.6	0.6
	바이오 디젤	-	70,800	3	3	10	10	0.6	0.6
	기타 액체바이오연료	-	79,600	3	3	10	10	0.6	0.6

연료명		국내에너지원 기준	CO ₂	CH ₄				N ₂ O	
				에너지 산업	제조업 건설업	상업 공공	가정 기타	에너지 산업 제조업 건설업	상업공공 가정 기타
기체 바이오 매스	매립지 가스	-	54,600	1	1	5	5	0.1	0.1
	슬러지 가스	-	54,600	1	1	5	5	0.1	0.1
	기타 바이오가스	-	54,600	1	1	5	5	0.1	0.1
기타 비-화석 연료	도시 폐기물 (바이오매스부분)	-	100,000	30	30	300	300	4	4
<p>* 주1) "에너지산업"이란 발전 또는 열 생산, 석유 정제, 가스 제조, 광업 등의 에너지 제조 산업을 의미한다.</p> <p>주2) 국내 주요 에너지원 중 B-A유 및 B-B유의 CO₂ 배출계수는 경유와 B-C유의 IPCC 기본 배출계수에 경유와 B-C의 혼합비를 적용하여 활용한다. (별표 10의 [참고]「연료에 대한 세부설명」참고)</p> <p>주3) '부생연료 1호'의 CO₂ 배출계수는 기타등유의 IPCC 기본 배출계수를 적용하여 활용한다.</p> <p>주4) '부생연료 2호'의 CO₂ 배출계수는 B-C유의 IPCC 기본 배출계수를 적용하여 활용한다.</p>									
연료명	CO ₂	CH ₄				N ₂ O			
		에너지 산업	제조업 건설업	상업 공공	가정 기타	에너지산업 제조업 건설업	상업공공 가정 기타		
B-A유	75,100	3	3	10	10	0.6	0.6		
B-B유	76,400	3	3	10	10	0.6	0.6		

사업장의 지정업종에 따른 배출계수 적용 기준은 아래의 한국표준산업분류 중분류 코드(두 자리)를 따른다.

- ① 에너지 산업 : 중분류 코드 35 인 사업장
- ② 제조업·건설업 : 중분류 코드 05~08, 10~33, 38*, 41~42, 58~59 인 사업장
- ③ 상업·공공 : 중분류 코드 36~37, 38, 39, 45~47, 49~52, 55~56, 58~59**, 60~66, 68~75, 84~87, 90~91, 94~97, 99 인 사업장
- ④ 가정·기타 : 01~03, 98 인 사업장

* 폐기물 수집운반, 처리 및 원료재생업(38)에서 세분류로 분류되는 금속 및 비금속 원료 해체, 선별 및 재생업(383)은 제조업·건설업 계수를 적용한다.

** 출판업(58)에서 세분류로 분류되는 시스템·응용 소프트웨어 개발 및 공급업 (5821)은 상업·공공 배출계수를 적용한다. 영상·오디오 기록물 제작 및 배급업(59)에서 세분류로 분류되는 영화, 비디오물 및 방송프로그램 제작 관련 서비스업(5912)은 상업·공공 배출계수를 적용한다.

[참고]

연료에 대한 세부설명

- ① 원유(Crude oil) : 자연적으로 발생하며 다양한 농도 및 점도를 가지는 탄화수소의 혼합물로 구성된 광물성 오일을 말한다.
- ② 오리멀전(Orimulsion) : 베네수엘라에서 자연적으로 발생하는 타르와 비슷한 물질, 직접 태우거나 석유제품으로 정제되는 것을 포함한다.
- ③ 액성 천연가스(Natural Gas Liquids) : 가스전 설비 또는 가스정제 공장의 분리기에서 액체상태로 회수되는 천연가스의 일부. 액성 천연가스는 에탄, 프로판, 부탄, 펜탄, 천연가솔린 및 응축액을 포함하나 이에 국한하지는 않으며, 소량의 비탄화수소분을 포함하는 경우도 있다.
- ④ 혈암유(Shale oil) : 유모혈암(oil shale)으로부터 추출된 광물성 오일로 500℃ 이상에서 분해건류하여 얻어진다. 석유와 유사한 성질을 가지며, 나프타 성분이 적고, 경유나 등유의 제조에 적합한 유분 성분을 함유한다.
- ⑤ 가스/디젤 오일(Gas / Diesel oil) : 180℃ ~ 380℃에서 증류되며 사용 분야에 따라 여러 가지 등급이 이용 가능하다. 디젤 압축 점화를 위한 디젤 오일(자동차, 트럭, 선박 등), 산업적 및 상업적 이용을 위한 Light heating oil, 380℃ ~ 540℃ 사이에서 증류되고 석유화학 원료로 이용되는 무거운 가스 오일을 포함한다.
- ⑥ 잔여 연료유(Residual Fuel Oil) : 증유와 혼합에 의해 얻어지는 오일을 포함한, 모든 잔여 연료유로 구성된다. 동적 점성도(kinematic viscosity)는 80℃에서 0.1cm²(10 cSt) 이상이다. 증유는 원유로부터 LPG, 가솔린, 등유, 경유 등을 증류하고 남은 기름으로, 보통 원유 부피의 30~50% 정도를 차지한다. 또한 비중(0.90~0.95) 및 점도 등에 따라 A증유, B증유, C증유로 구분된다. 이 중 A증유(B-A유)는 경유 유분 70%와 B-C유 유분 30%를 혼합시킨 연료유이며 B증유(B-B유)는 경유 유분 30%와 B-C유 유분 70%를 혼합시킨 연료유이다.

- ⑦ 역청(Bitumen) : 콜로이드 구조(colloidal structure)를 가진 고체, 반고체, 점성의 탄화수소를 말한다. 흑갈색 또는 갈색이며, 원유 증류에서의 잔여물, 상압증류에서 오일 잔여물(oil residues)의 진공증류로 얻어진다. 역청은 아스팔트(asphalt)로 종종 불리며 도로의 포장재 등으로 주로 이용된다.
- ⑧ 석유 코크스(Petroleum Coke) : 석유 코크스는 delayed coking 내지 fluid coking과 같은 공정에서 석유에서 파생된 원료, 진공실 찌꺼기(vacuum bottoms), 타르(tar), 피치(pitches)의 열분해(cracking) 및 탄화(carbonising)에 의해 주로 얻어지는 흑색 고체를 의미한다.
- ⑨ 정제 원료(Refinery Feedstocks) : 정제 원료는 원유로부터 파생된 제품 내지 제품들의 조합으로, 정유산업에서 혼합이 아닌 추가적인 처리를 목적으로 한다. 이는 정유공장 입구로 들어오는 최종 제품과 석유화학 산업에서 정유 산업으로 반환되는 제품을 포함한다. 연료 연소를 목적으로 소비되는 경우 연소 배출로 보고될 수 있으나, 재생유, 정제유 등의 “기타석유제품”은 포함하지 않는다.
- ⑩ 정유가스(Refinery Gas) : 정유공장에서 원유의 증류 및 열분해와 같은 석유제품의 처리과정에서 얻어지는 비압축 가스(non-condensable gas)를 의미한다. 주로 수소, 메탄, 에탄, 올레핀(olefins) 등으로 구성된다.
- ⑪ 파라핀 왁스(Waxes) : 일반적인 식 C_nH_{2n+2} 을 가지는 포화된 지방성 탄화수소이다. 분자당 탄소원자 12개 이상을 포함하는 결정구조(crystalline structure)를 가진다. 녹는점은 약 45°C 이며 무색, 무취, 반투명하다.
- ⑫ 백유(White Spirit) : 백유는 석유를 $135\sim 200^{\circ}\text{C}$ 에서 증류하여 만든 휘발성 투명 액체로, 30°C 이상의 인화점을 가지며 주로 용제나 페인트 희석제로 사용된다. 및 SBP는 나프타/등유 범위에서 증류되는 정제된 증류 중간생성물을 의미한다.
- ⑬ 기타석유제품(Other Petroleum Products) : 타르, 유황, 그리스와 같은, 미분류된 석유 제품을 말하며, 정유 공장 내에서 생산되는 방향족 화합물(벤젠, 톨루엔, 크실렌 등)과 재생유(WDF), 정제유 등을 포함한다.

- ⑭ 무연탄(Anthracite) : 무연탄은 산업 및 주거용으로 이용되는 높은 등급의 석탄이다. 이는 일반적으로 10% 이하의 휘발물(volatil matter)과 높은 탄소 함유량(약 90%의 고정된 탄소)을 가진다.
- ⑮ 점결탄(Coking Coal) : 석탄을 건류·연소할 때 석탄입자가 연화용융하여 서로 점결하는 성질이 있는 석탄을 말하며 건류용탄·원료탄이라고도 한다. 점결성의 정도에 따라 약점결탄(탄소함유량 80~83%), 점결탄(탄소함유량 83~85%), 강점결탄(탄소함유량 85~95%)으로 구분된다.
- ⑯ 기타 역청탄(Other Bituminous Coal) : 기타 역청탄은 증기용으로 이용되며 원료탄에 포함되지 않는 모든 역청탄을 포함한다. 무연탄보다 높은 휘발물(10% 이상)과 낮은 탄소 함유량(90% 이하의 고정된 탄소)의 특성을 가진다.
- ⑰ 하위 역청탄(Sub-Bituminous Coal) : 건조하고 광물질이 없는 상태에서 $17,435\text{ kJ/kg}(4,165\text{ kcal/kg})$ 과 $23,865\text{ kJ/kg}(5,700\text{ kcal/kg})$ 사이의 총열량을 가지고 31% 이상의 휘발물을 포함하는 덩어리 형태가 아닌 석탄을 의미한다.
- ⑱ 갈탄(Lignite) : 가연성, 고체, 검은색을 띤 갈색, 화석 탄화물의 침강성 퇴적물. 갈탄, 경성탄의 구분에 필요한 확실한 근거가 연구되어 확인되기 전까지는 각국에서 여러 다른 특성을 근거로 하여 갈탄으로 분류되던 석탄은 열량에 관계없이 (30°C , 96% 상대습도의 공기와 평형을 이룬 석탄의 총열량이 24 MJ/Kg 을 넘는 경우도 포함됨) 갈탄으로 분류된다.
- ⑲ 유모혈암(Oil Shale) : 열분해(pyrolysis)(고온으로 암석을 가열하는 것으로 구성되는 처리) 될 때, 다양한 고체 생성물과 함께, 탄화수소를 산출하는 상당한 양의 고체 유기물을 포함하는 무기(inorganic), 비다공성(non-porous) 암석을 말한다.
- ⑳ 역청암(Tar Sands) : 종종 역청(bitumen)으로 불리는 점성이 있는 형태의 무거운 원유와 자연적으로 혼합된 모래(내지 다공성 탄산염 암석)를 말한다.
- ㉑ 갈탄 연탄 (Brown Coal Briquettes) : 고압 하에서 굳혀서 생산되는, 갈탄으로부터 제조된 혼합연료(composition fuels)이다. 이 형태는 건조된 갈탄 미립자와 재를 포함한다.

- ㉒ 특허연료(Patent Fuel) : 접착제를 추가하여 무연탄(hard coal) 분말로부터 제조된 혼합연료이다. 그러므로 생산되는 특허연료의 양은 전환공정에서 소비된 석탄의 실제량보다 약간 높다.
- ㉓ 코크스로(석탄)(Coke Oven Coke) : 고온에서 석탄, 주로 원료탄(coking coal)의 탄화로부터 얻어지는 고체 생성물이다. 이는 습기 함유량 및 휘발물이 낮다. 또한 semi-coke, 즉 낮은 온도에서 석탄의 탄화로부터 얻어진 고체 생성물, 갈탄 코크스(lignite coke), 즉 갈탄으로부터 만들어진 semi-coke, 코크스 분탄(coke breeze), 주조용 코크스(foundry coke)가 또한 포함된다.
- ㉔ 가스 코크스(가스공장 코크스)(Gas Coke) : 가스 코크스는 가스공장에서 가스의 생산을 위해 이용된 원료탄의 부산물이다. 가스 코크스는 가열을 위해 이용된다.
- ㉕ 콜타르(Coal Tar) : 역청탄(bituminous coal)의 분해 증류 결과. 콜타르는 코크스로(coke oven) 공정에서 코크스를 만들기 위한 석탄 종류의 액체 부산물이다. 콜타르는 석유화학 산업의 원료(feedstock)로 일반적으로 언급되는 여러 가지 다른 유기 제품(예, 벤젠, 톨루엔, 나프탈렌)으로 추가적으로 증류될 수 있다.
- ㉖ 가스공장 가스(Gas Works Gas) : 가스공장 가스는 가스의 제조, 수송, 분배를 목적으로 생산되는 모든 유형의 가스를 의미한다. 이는 탄화(carbonization), 석유제품(LPG, 잔여 연료유 등)의 가스화(total gasification), 개질, 가스와 공기가 혼합된 가스를 포함한다.
- ㉗ 코크스로 가스(Coke Oven Gas) : 철강의 생산을 위한 코크스로 코크스(coke oven coke) 제조 시 발생하는 부생가스이다.
- ㉘ 고로 가스(Blast Furnace Gas) : 철강 산업에서 용광로에서의 코크스의 연소 시 생산되는 부생가스이다.
- ㉙ 산소 강철로 가스(Oxygen Steel Furnace Gas) : 산소 용광로(oxygen furnace)에서 강철 생산의 부산물로서 얻어지며, 전로 가스(converter gas), LD gas, BOS gas로 불리기도 한다.
- ㉚ 도시폐기물(비-바이오매스 부분) : 도시 폐기물의 바이오매스 부분은 가정, 산업 부문에 의해 생산되고 특정한 시설에서 소각되어 에너지용으로 이용되는 폐기물을 포함한다. 미생물에 의해 분해되지 않는 연료 부분만 해당된다.
- ㉛ 산업 폐기물(Industrial Wastes) : 일반적으로 사업장 등 산업분야에서 열 전기 등을 생산하기 위하여 직접 연소되는 고체 및 액체 상태의 폐기물을 의미한다. (바이오매스 부분을 제외한다)
- ㉜ 폐유(Waste Oil) : 모래, 금속, 물, 촉매, 계면활성제 등 여러 불순물이 포함된 폐유 또는 폐윤활유를 말한다.
- ㉝ 토탄(Peat) : 석탄이 지하에 매몰된 수목질이 오랜 세월 동안에 지압과 지열작용을 받아 생성된 것과는 달리 식물질의 주성분인 리그닌·셀룰로스 등이 주로 지표에서 분해작용을 받아 생성된다. 연하고, 다공성이거나 압축된, 목질(woody material)을 포함한 식물에서 유래한 퇴적광상(sedimentary deposit)은 (원래상태에서 90%까지의) 높은 수분 함유량을 가지고, 쉽게 잘리며, 연한 갈색에서 진한 갈색의 보다 단단한 부분을 포함할 수 있다. 비-에너지 목적을 위해 이용된 토탄은 포함되지 않는다.
- ㉞ 목재/목재 폐기물(Wood/Wood Waste) : 에너지용으로 직접 연소되는 목재 및 목재 폐기물(목재 칩·펠릿·브리켓)을 포함한다.
- ㉟ 이황산염 잿물(Sulphite Lyes) : 이황산염 잿물은 에너지 함유물(energy content)이 목재 펄프로부터 제거된 목질소(lignin)로부터 발생하는 종이의 제조 동안 황산염(sulphate) 혹은 소다(soda) 펄프의 생산에서 압력솥으로부터 나온 알칼리성 잔존액(alkaline spent liquor)이다. 농축된 형태의 이 연료는 일반적으로 65-70% 고체이다.
- ㊱ 기타 고체바이오매스 : 기타 고체 바이오매스는 목재/목재 폐기물 내지 이황산염 잿물에 포함되지 않는 연료로 직접 이용되는 식물 재료(plant matter), 식물성 폐기물(vegetal waste), 동물성 재료/폐기물 등을 말한다.

- ③⑦ 목탄(Charcoal) : 목재 등 목탄생산을 위한 재료를 공기의 공급을 차단하고 가열하거나, 또는 공기를 아주 적게 하여 가열하였을 때 생기는 고체 생성물을 말한다. 재료로는 보통 단단한 나무가 사용되며, 검탄·백탄·성형목탄으로 분류된다.
- ③⑧ 바이오가솔린(Biogasoline) : 해조류와 같은 바이오매스를 사용하여 생산하는 가솔린으로 분자당 6~12의 탄소를 포함한다. 바이오부탄올, 바이오에탄올이 알콜기인 것에 반해 바이오가솔린은 탄화수소로서 화학적으로 차이가 난다.
- ③⑨ 바이오디젤(Biodiesel) : 짙겨 기름이나 식용유 등의 식물성 기름을 특수 공정으로 가공하여 경유와 섞어서 만든 디젤 기관의 연료이다. 기존의 경유와 특성이 비슷하지만, 연소 시 공해가 거의 발생하지 않는 특징이 있다.
- ④⑩ 매립가스(Landfill gas) : 매립지의 바이오매스 및 고체 폐기물의 혐기성 발효(anaerobic fermentation)로부터 발생하는 가스를 말하며, 주로 열 및 전력을 생산하는데 사용된다.
- ④① 슬러지 가스(Sludge gas) : 오수 및 동물성 현탁액(slurries)으로부터 바이오매스 및 고체 폐기물의 혐기성 발효(anaerobic fermentation)로부터 발생하는 가스를 말하며, 회수되어 열 및 전력을 생산하는데 사용된다.
- ④② 도시폐기물(바이오매스 부문) : 도시 폐기물의 바이오매스 부분은 가정, 산업 부문에 의해 생산되고 특정한 시설에서 소각되어 에너지용으로 이용되는 폐기물을 포함한다. 미생물에 의해 분해되는 연료 부분만 해당된다.

[별표 11]

2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 연료별 기본 발열량

(제15조제1항 관련)

연료명		국내에너지원 기준	단위	순발열량
I. 석유류				
원유		원유	TJ/Gg	42.3
오리멸전		-	TJ/Gg	27.5
액성 천연가스		-	TJ/Gg	44.2
가솔린	자동차용 가솔린	휘발유	TJ/Gg	44.3
	항공용 가솔린	-	TJ/Gg	44.3
	제트용 가솔린	-	TJ/Gg	44.3
제트용 등유		JET A-1, JP-8	TJ/Gg	44.1
기타 등유		등유	TJ/Gg	43.8
혈암유		-	TJ/Gg	38.1
가스/디젤 오일		경유	TJ/Gg	43.0
잔여 연료유		B-C유	TJ/Gg	40.4
액화석유가스		LPG	TJ/Gg	47.3
에탄		-	TJ/Gg	46.4
나프타		납사	TJ/Gg	44.5
역청(아스팔트)		아스팔트	TJ/Gg	40.2
윤활유		윤활유	TJ/Gg	40.2
석유 코크스		석유코크	TJ/Gg	32.5
정제 원료		정제 원료	TJ/Gg	43
기타 오일	정제가스	정제가스	TJ/Gg	49.5
	접착제(파라핀왁스)	파라핀왁스	TJ/Gg	40.2
	백유	용제	TJ/Gg	40.2
	기타석유제품	재생유(WDF)	TJ/Gg	40.2

연료명		국내에너지원 기준	단위	순발열량
II. 석탄류				
무연탄		국내 무연탄 수입 무연탄	TJ/Gg	26.7
점결탄(Coking coal)		원료용 유연탄	TJ/Gg	28.2
기타 역청탄		연료용 유연탄	TJ/Gg	25.8
하위 유연탄		아역청탄	TJ/Gg	18.9
갈탄		갈탄	TJ/Gg	11.9
유혈암 및 역청암		-	TJ/Gg	8.9
갈탄 연탄		-	TJ/Gg	20.7
특허연료		-	TJ/Gg	20.7
코크스	코크스로 코크스	코크스	TJ/Gg	28.2
	가스 코크스	-	TJ/Gg	28.2
콜타르		-	TJ/Gg	28
III. 가스류				
부생 가스	가스공장 가스	-	TJ/Gg	38.7
	코크스로 가스	코크스가스	TJ/Gg	38.7
	고로 가스	고로가스	TJ/Gg	2.47
	산소 강철로 가스	전로가스	TJ/Gg	7.06
천연가스		천연가스(LNG)	TJ/Gg	48
IV. 기타 화석연료				
도시 폐기물(비-바이오매스 부분)		-	TJ/Gg	10
산업 폐기물		-	TJ/Gg	-
폐유		-	TJ/Gg	40.2
토탄		이탄	TJ/Gg	9.76
V. 바이오매스(Biomass)				
고체	목재/목재 폐기물	-	TJ/Gg	15.6

연료명		국내에너지원 기준	단위	순발열량
바이오연료	아황산염 잿물	-	TJ/Gg	11.8
	기타 고체바이오매스	-	TJ/Gg	11.6
	목탄	-	TJ/Gg	29.5
액체 바이오연료	바이오 가솔린	-	TJ/Gg	27
	바이오 디젤	-	TJ/Gg	27
	기타 액체바이오연료	-	TJ/Gg	27.4
기체 바이오매스	매립지 가스	-	TJ/Gg	50.4
	슬러지 가스	-	TJ/Gg	50.4
	기타 바이오가스	-	TJ/Gg	50.4
기타 비-화석연료	도시 폐기물 (바이오매스부분)	-	TJ/Gg	11.6

* 주1) 해당 표의 총발열량은 IPCC GL에서 제공하는 순발열량 기본값에 국가 고유 발열량의 성상별 [순발열량/총발열량] 평균 비율을 반영하여 산출하여 활용한다.

성상	고체상	액체상	기체상
[순발열량/총발열량] 비율	0.97	0.94	0.91

주2) 국내 주요 에너지원 중 B-A유 및 B-B유는 경유와 B-C유의 기본 열량값에 혼합비를 적용하여 활용한다. (별표 10의 [참고] 「연료에 대한 세부설명」의 연료 정의 참고)

연료명	단위	순발열량
B-A유	TJ/Gg	42.2
B-B유	TJ/Gg	41.2

[별표 12]

연료별 국가 고유 발열량 및 배출계수(제15조제2항 관련)**① 연료별 국가 고유 발열량(에너지법 시행규칙 별표)**

연료명	단 위		총발열량	순발열량
	에너지법 시행규칙 상	TJ로 환산시		
원유	MJ/kg	TJ/Gg	45.0	42.2
휘발유	MJ/L	TJ/1000m³	32.7	30.4
등유	MJ/L	TJ/1000m³	36.7	34.2
경유	MJ/L	TJ/1000m³	37.8	35.2
B-A유	MJ/L	TJ/1000m³	39.0	36.4
B-B유	MJ/L	TJ/1000m³	40.5	38.0
B-C유	MJ/L	TJ/1000m³	41.7	39.2
프로판(LPG1호)	MJ/kg	TJ/Gg	50.4	46.3
부탄(LPG3호)	MJ/kg	TJ/Gg	49.5	45.7
나프타	MJ/L	TJ/1000m³	32.3	29.9
용제	MJ/L	TJ/1000m³	32.8	30.3
항공유	MJ/L	TJ/1000m³	36.5	33.9
아스팔트	MJ/kg	TJ/Gg	41.4	39.2
윤활유	MJ/L	TJ/1000m³	40.0	37.3
석유코크스	MJ/kg	TJ/Gg	35.0	34.2
부생연료유1호	MJ/L	TJ/1000m³	37.1	34.6

연료명	단 위		총발열량	순발열량
	에너지법 시행규칙 상	TJ로 환산시		
부생연료유2호	MJ/L	TJ/1000m³	39.9	37.7
천연가스(LNG)	MJ/kg	TJ/Gg	54.7	49.4
도시가스(LNG)	MJ/Nm³	TJ/1,000,000Nm³	43.1	38.9
도시가스(LPG)	MJ/Nm³	TJ/1,000,000Nm³	63.6	58.4
국내무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	19.8	19.4
연료용 수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	21.2	20.5
원료용 수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	25.2	24.7
연료용 유연탄(역청탄)	MJ/kg	TJ/Gg	24.8	23.7
원료용 유연탄(역청탄)	MJ/kg	TJ/Gg	29.2	28.0
아역청탄	MJ/kg	TJ/Gg	21.4	19.9
코크스	MJ/kg	TJ/Gg	29.0	28.9
전기(발전기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	8.9	8.9
전기(소비기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	9.6	9.6

- * 비고) 1. “총발열량”이란 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말한다.
 2. 온실가스 배출량 산정 시 순발열량을 사용하며, 에너지사용량을 집계할 경우 총 발열량을 사용한다.
 3. 1cal = 4.1868J
 4. MJ = 10⁶ J 로 한다.
 5. Nm³은 0℃, 1기압 상태의 단위체적(세제곱미터)을 말한다.
 6. 최종 에너지사용자가 사용하는 전력량 값을 열량 값으로 환산할 경우에는 1kWh=860kcal를 적용한다.

[참고]

1) 부생연료 1호

등유성상에 해당하는 제품으로 열효율은 보일러등유와 유사하다. 황분 0.1wt% 이하의 제품으로 연소설비 사용 시 경질유와 마찬가지로 집진시설 없이 사용가능하며, 저온연소성이 보일러등유와 유사하므로 계절에 관계없이 사용가능하다. 석유화학제품 생산의 전처리 과정에서 나오는 제품으로 물성이 다양하며, 목욕탕, 숙박업소 등에서 보일러등유, 경유 등이 연료를 사용하는 상업용보일러에 대체연료로 사용된다.

부생연료 1호 사용에 따른 고정연소 배출활동의 경우, 산정등급 1(Tier

1) CO₂ 배출계수는 등유 계수를 활용하여 온실가스 배출량을 산정한다.

2) 부생연료 2호

등유·중유 성상에 해당하는 제품으로 열효율은 보일러등유와 중유의 중간정도이다. 방향족 성분의 다량 함유로 일부 제품은 냄새가 심하며 연소성이 척도인 10% 잔류탄소분이 매우 높으므로 그을음 발생으로 집진시설을 설치해야 한다. 석유화학제품을 생산하는 전처리과정에서 나오는 제품으로 생산업체에 따라 물성이 다양하며, 보일러등유, 경유, 중유 등 액체연료를 사용하는 열원 공급시설(산업용보일러 등)의 연료계통 부품을 교체하여 대체연료로 사용된다.

부생연료 2호 사용에 따른 고정연소 배출활동의 경우, 산정등급 1(Tier

1) CO₂ 배출 계수는 B-C유 계수를 활용하여 온실가스 배출량을 산정한다.

3) 프로판

LPG 사용에 따른 고정연소 배출활동의 경우, 프로판에 따른 발열량을 활용하여 온실가스 배출량을 산정한다.

4) 부탄

LPG 사용에 따른 이동연소(도로) 배출활동의 경우, 부탄에 따른 발열량을 활용하여 온실가스 배출량을 산정한다.

※ 자료출처 : 국제표준규격에 따른 석유류 발열량 분석연구, 에너지관리공단

② 연료별 국가고유 배출계수

구분	연료	탄소 배출계수 (kgC/TJ)	이산화탄소 배출계수 (kgCO ₂ /TJ)
석유(16)	휘발유	19,548	71,600
	등유	19,969	73,200
	경유		
	B-A유	20,657	75,700
	B-B유	21,384	78,400
	B-C유	21,929	80,300
	나프타	19,157	70,200
	용제	19,172	70,200
	항공유(JET-A1)	19,931	73,000
	아스팔트	21,544	78,900
	석유코크스	26,086	95,600
	윤활유	19,979	73,200
	부생연료 1호	20,067	73,500
	부생연료 2호	21,729	79,600
	프로판(LPG1호)	17,641	64,600
	부탄(LPP3호)	18,107	66,300
가스(3)	천연가스(LNG)	15,312	56,100
	도시가스(LNG)		
	도시가스(LPG)	17,454	64,000
석탄(6)	국내무연탄	30,185	110,600
	수입무연탄(연료용)	27,404	100,400
	수입무연탄(원료용)	29,909	109,600
	유연탄(연료용)	25,951	95,100
	유연탄(원료용)	25,963	95,100
	아역청탄	26,468	97,000

* 비고) 1. 「에너지법 시행규칙」에 의해 '17년 12월에 고시된 발열량 기준으로 개발

2. 석탄의 발열량은 인수식(引受式)을 기준으로 한다. 다만, 코크스는 건식(乾式)을 기준으로 한다.

[별표 13]

시료 채취 및 분석의 최소 주기 등(제16조제1항 관련)

연료 및 원료		분석 항목	최소 분석 주기
고체 연료		원소함량, 발열량, 수분, 회(Ash) 함량	월 1회 (연 반입량이 24만톤을 초과할 경우 입하량이 2만톤 초과 시마다 1회 추가)
액체 연료		원소함량, 발열량, 밀도 등	분기 1회 (연 반입량이 24만톤을 초과할 경우 입하량이 2만톤 초과 시마다 1회 추가)
기체 연료	천연가스, 도시가스	가스성분, 발열량, 밀도 등	반기 1회 ^{주1)}
	공정 부생가스	가스성분, 발열량, 밀도 등	월 1회
폐기물연료	고체	원소함량, 발열량, 수분, 회(Ash) 함량	분기 1회 (연 반입량이 12만톤을 초과할 경우 입하량이 1만톤 초과 시마다 1회 추가)
	액체	원소함량, 발열량, 밀도 등	분기 1회 (연 반입량이 12만톤을 초과할 경우 입하량이 1만톤 초과 시마다 1회 추가)
	기체	가스성분, 발열량, 밀도 등	월 1회 (연 반입량이 12만톤을 초과할 경우 입하량이 1만톤 초과 시마다 1회 추가)
탄산염 원료		광석 중 탄산염 성분, 원소함량 등	월 1회 (연 반입량이 60만톤을 초과할 경우 입하량이 5만톤 초과 시마다 1회 추가)
기타 원료		원소함량 등	월 1회 (연 반입량이 24만톤을 초과할 경우 입하량이 2만톤 초과 시마다 1회 추가)
생산물		원소함량 등	월 1회

* 비고) 1. 고체 및 액체 연료 1회 입하 시 2만 톤을 초과할 경우 매 입하 시 기준으로 분석할 수 있다.

2. 기간별 분석 횟수(월 1회, 분기 1회, 반기 1회) 미만으로 연료가 입하되는 경우 매 입하 시 기준으로 분석할 수 있다.

** 주1) 가스공급처가 최소분석주기 이상 분석한 데이터를 제공할 경우, 이를 우선 적용한다.

[별표 14]

시료 채취 및 성분분석·시험 기준(제16조제2항 관련)**1. 고체연료와 관련된 시료채취 및 분석 기준****(가) 발열량 분석**

- KS E 3707 (석탄류 및 코크스류의 발열량 측정방법)
- ASTM D 5468-02 (Standard Test Method for Gross Calorific and Ash Value of Waste Materials (폐기물의 회함량-ash value-과 총발열량에 대한 표준 시험 방법))
- ASTM D 5865 (Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke (석탄과 코크스의 총발열량 표준 시험 방법))
- KS E 3709 (석탄류의 샘플링, 분석 및 측정 방법 총칙)
- 고형연료제품 품질 시험·분석방법

(나) 탄소함량 분석

- KS E 3709 (석탄류의 샘플링, 분석 및 측정 방법 총칙)
- KS E ISO 609 (고체 광물 연료-탄소 및 수소함량 결정-고온 연소법)
- KS E ISO 625 (고체 광물 연료-탄소 및 수소함량 결정-리비히법)
- KS E ISO 925 (고체광물연료 탄산염 탄소함량 측정 중량측정법)
- ASTM D 5291-02 (표준원소 분석)
- ASTM D 5373-08 (탄소, 수지, 질소 함량 측정)
- 원소분석기 (원소분석기기로 측정)
- ASTM E 1915-13 (Standard Test Methods for Analysis of Metal Bearing Ores and Related Materials for Carbon, Sulfur, and Acid-Base Characteristics)

- ASTM D 6316 (Standard Test Method for Determination of Total, Combustible and Carbonate Carbon in Solid Residues from Coal and Coke)
- ASTM D6866-20 (방사성 탄소 분석을 이용한 바이오매스 함량 분석 표준시험 방법)

(다) 수분함량 분석

- KS E 3709 (석탄류의 샘플링, 분석 및 측정 방법 총칙)
- KS E ISO 331 (석탄-샘플의 수분함량 측정-직접중량법)
- KS E ISO 5068 (갈탄 및 아탄-수분함량 측정-간접중량법)
- KS E ISO 579 (코크스-총 수분함량 측정)
- KS E ISO 589 (무연탄-총 수분함량 측정)
- KS E ISO 687 (코크스-샘플의 수분함량 측정)
- KS E ISO 11722 (고체 광물 연료 석탄(하드콜) 일반분석 시험시료의 질소분위기 건조에 의한 수분 측정)
- ASTM D 3173-03 (Standard Test Method for Moisture in the Analysis sample of Coal and Coke (석탄과 코크스의 분석 샘플의 수분에 대한 표준 시험 방법))
- ASTM D 7582 (Standard Test Methods for Proximate Analysis of Coal and Coke by Macro Thermogravimetric Analysis (MTA-매크로 열중량분석기-에 의한 석탄과 코크스의 근사분석에 대한 표준 시험 방법))
- ASTM D 3302/D 3302M (Standard Test Method for Total Moisture in Coal)
- 고형연료제품 품질 시험·분석방법

(라) 연료의 회(Ash) 성분분석

- KS E 3716 (석탄회 및 코크스회 분석방법)
- KS E 1171 (고체광물연료 회분량 정량법)
- KS E ISO 540 (고체광물연료-회분의 가용도 측정-고온튜브법)
- KS L 9004 (석회의 화학 분석 방법)
- KS E 3071 (석회석의 화학 분석방법)
- KS E 3075 (석회석과 백운석의 형광엑스선 분석방법)
- KS M 1104 (산업용 소다회 성분분석)
- 고형연료제품 품질 시험·분석방법

(마) 시료채취 방법

- KS E 3709 (석탄류의 샘플링, 분석 및 측정 방법 총칙)
- KS L 9015 (석회 및 석회 제품의 시료 채취, 검사, 포장 및 표시 방법)
- KS L 5101 (시멘트의 시료 채취 방법)
- KS I 5201 (산업 폐기물의 시료 채취 방법)
- ASTM D 2234 (Standard Practice for Collection of a Gross Sample of Coal (석탄의 총 샘플의 수집에 대한 시험 표준))
- KS E ISO 1988 (무연탄-샘플링)
- 고형연료제품 품질 시험·분석방법

2. 액체연료와 관련된 시료채취 및 분석 기준

(가) 발열량 분석

- KS M 2057 (원유 및 석유제품 발열량 시험방법 및 계산에 의한 추정방법)
- ASTM D 240 (Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter)

(나) 탄소함량 분석

- KS M ISO 7941 (상업용 프로판 및 부탄-가스 크로마토그래피에 의한 조성분석)
- KS M 2418 (석유제품 및 윤활유의 탄소, 수소 및 질소의 기기분석 시험방법)
- KS M 2077 (액화 석유가스의 탄화수소 성분시험방법-가스 크로마토그래프법)
- KS M ISO 10370 (석유 제품-잔류 탄소분 시험 방법-마이크로법)
- ASTM D 5291 (Standard Test Methods for Instrumental Determination of Carbon, Hydrogen, and Nitrogen in Petroleum Products and Lubricants (석유제품 및 윤활유의 탄소, 수소, 질소의 주요 측정에 관한 표준 시험 방법))
- UOP 744 (Chromatographic Specialties)
- ASTM D6866-20 (방사성 탄소 분석을 이용한 바이오매스 함량 분석 표준시험방법)

(다) 밀도 측정

- KS M 2002 (석유계 원유 및 액체 석유 제품 밀도 또는 상대밀도 측정방법-하이드로미터법)
- KS M 3993 (액화 석유가스 및 경질 탄화수소-밀도 또는 상대밀도 시험방법-하이드로미터법)
- KS M ISO 8973 (액화 석유가스-밀도와 증기압의 계산방법)
- KS M ISO 12185 (원유 및 석유 제품-밀도의 측정-진동 U자관법)
- KS M ISO 3838 (석유계 원료와 액체 또는 고체 석유제품 밀도 또는 상대밀도 측정방법)

- KS M 0004 (화학제품의 비중 측정 방법)
- KS M ISO 2811 (도료와 바니시 -밀도 측정 방법)
- ASTM D 1298 (Standard Test Method for Density, Relative Density, or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method)

(라) 시료 채취방법

- KS M 2001 (원유 및 석유 제품 시료 채취 방법)
- KS M ISO 3171 (석유 액체 - 파이프라인으로부터의 자동 시료 채취)
- KS M ISO 8943 (냉각 경질 탄화수소유-액화천연가스 시료채취-연속법)
- KS M ISO 7382 (공업용 에틸렌 - 액상 및 기체상 시료 채취)
- KS M ISO 8563 (산업용 프로필렌 및 부타디엔 - 액상 시료 채취)
- KS M 2071 (액화석유가스 시료채취 방법)
- KS M ISO 4257 (액화석유가스 시료채취 방법)
- ASTM D 4057-06 (Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products (석유 및 석유제품의 샘플링 매뉴얼을 위한 시험 표준))
- ASTM F 307 (Standard Practice for Sampling Pressurized Gas for Gas Analysis , gas analysis, gas sampling, pressurized gas (압축가스의 가스분석, 샘플링을 위한 시험 표준))
- ASTM D 5503 (Standard Practice for Natural Gas Sample -Handling and Conditioning Systems for Pipeline Instrumentation (파이프라인 측정을 위한 컨디셔닝 시스템과 천연가스 샘플 처리를 위한 시험 표준))

- KS M ISO 8943 (Refrigerated light hydrocarbon fluids Sampling of liquefied natural gas - Continuous and intermittent methods)
- KS M ISO 7382 (공업용 에틸렌 - 액상 및 기체상 시료 채취) → ISO 7382 (Ethylene for industrial use-Sampling in the liquid and the gaseous phase)
- KS M ISO 8563 (산업용 프로필렌 및 부타디엔 - 액상 시료 채취) → ISO 8563 (Propylene and butadiene for industrial use-Sampling in the liquid phase)

(마) 수분 분석

- KS M ISO 6296 (석유제품-수분 시험방법-칼피셔식 전위차 적정법)
- KS M ISO 9029 (석유계 원유 - 수분 시험 방법 - 증류법)
- KS M ISO 12937 (석유제품 -수분 시험방법 -칼피셔식 전기량 적정법)

3. 기체연료와 관련된 시료채취 및 분석 기준

(가) 발열량 및 성분 분석

- KS I ISO 6974 1부,2부,3부,4부,5부,6부 (천연가스-가스 크로마토그래프법에 의한 정의된 불확도와 조성의 분석)
- KS I ISO 6976 (천연가스-가스 조성을 이용한 발열량, 밀도, 상대 밀도 및 웨버지수 계산)
- KS I ISO 15971 (천연가스-특성치의 측정-발열량 및 웨버지수)
- KS I ISO 6570 (천연가스-존재가능한 액화탄화수소의 함량 측정-중량법)
- KS M 2077 (액화석유가스의 탄화수소 성분 시험방법)
- KS M 2085-1부 (액화 석유 제품-탄화수소분 시험방법-가스크로마토그래프)

- ASTM D 3588 (Standard Practice for Calculating Heat Value, Compressibility Factor, and Relative Density of Gaseous Fuels (발열량, 압축계수, 기체연료의 상대밀도를 계산하기 위한 시험 표준))
- API (COMPENDIUM OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS METHODOLOGIES FOR THE OIL AND NATURAL GAS INDUSTRY (석유와 천연가스 산업의 온실가스 배출량 산정방법론 개요))
- 페리핸드북 (Perrys Chemical Engineers Handbook (페리 화학공학 핸드북))
- KS M ISO 7941 (산업용 프로판 및 부탄-가스 크로마토그래프법에 의한 조성 분석)
- ASTM D 2505-88 (GC 분석기를 활용한 표준 실험)
- ASTM D 1945-03 (GC 분석기를 활용한 분석)
- ASTM D 1946 (Analysis of Reformed Gas by GC (GC에 의한 개질가스 분석))
- ASTM D 2163 (Standard Test Method for Determination of Hydrocarbons in Liquefied Petroleum (LP) Gases and Propane/Propene Mixtures by GC (GC에 의한 액화석유(LC)가스와 프로판/프로필렌 혼합물의 탄화수소 측정을 위한 표준 시험 방법))
- ASTM D 2427 (Standard Test Method for Determination of C2 through C5 Hydrocarbons in Gasolines by GC (GC에 의한 가솔린의 C2~C5 탄화수소 측정을 위한 표준시험방법)
- ASTM D 2504 (Standard Test Method for Noncondensable Gases in C2 and Lighter Hydrocarbon Products by Gas Chromatography)

- ASTM D 2593 (Standard Test Method for Butadiene Purity and Hydrocarbon Impurities by Gas Chromatography)
- UOP 539 (REFINERY GAS ANALYSIS BY GC)
- ASTM D6866-20 (방사성 탄소 분석을 이용한 바이오매스 함량 분석 표준시험방법)

(나) 시료 채취방법

- KS I ISO 10715 (천연가스-샘플링 지침서)
- KS I ISO 16017-1부 (실내, 대기 및 작업장 공기-흡착 튜브/열 탈착/모세관 가스 크로마토그래피에 의한 휘발성 유기화합물의 샘플링과 분석)
- KS I ISO 16200-1부 (작업장 공기-용매 탈착/기체 크로마토그래피에 의한 휘발성 유기화합물의 채취 및 분석)
- KS M ISO 8943 (냉각 경질 탄화수소유-액화 천연가스 시료채취-연속법)
- KS I 2202 (배기가스 시료 채취 방법)
- KS M ISO 7382 (공업용 에틸렌 - 액상 및 기체상 시료 채취)
- KS M 2071 (액화 석유 가스- 시료 채취 방법)

4. 기타 원료의 시료채취 및 분석 기준

- KS D ISO 14284 (철 및 강 - 화학조성을 측정하기 위한 샘플링 및 시료제조)
- KS D 0006 (헬로아로이의 샘플링 방법 통칙)
- KS D ISO 20081 (아연 및 아연 합금 시료 채취 방법)
- KS D 1652 (철 및 강의 스파크 방전 원자방출 분광분석 방법)
- KS D 1804 (철 및 강의 탄소 분석방법)
- KS D ISO 10719 (철 및 강의 비결합된 탄소측정방법)

- KS D ISO 9556 (철 및 강 탄소의 총량분석과 유도로 연소후 적외선 흡수법)
- KS E 3047 (규조토 니켈 광석의 샘플링 방법 및 수분결정방법)
- KS E 3605 (분괴 혼합물의 샘플링 방법 통칙)
- KS E 3908 (비철금속 광석의 샘플링 시료 조제 및 수분결정방법)
- KS E 12185 (원유 및 석유제품 밀도의 측정 진동 U-자관법)
- KS E 3709 (석탄류의 샘플링, 분석 및 측정 방법 총칙)
- KS E ISO 12743 (구리, 납, 아연 및 니켈 정광-금속과 수분량의 정량을 위한 샘플링 절차)
- KS E ISO 13909 (하드콜 및 코크스-기계식 샘플링)
- KS E ISO 1988 (무연탄-샘플링)
- KS E 3071 (석회석의 화학분석방법)
- KS E 3075 (석회석과 백운석의 형광 엑스선 분석방법)
- KS E ISO 3082 (철광석-샘플링 및 샘플 준비과정)
- KS E ISO 4296 1부, 2부 (망간 광석-샘플링)
- KS E ISO 5069-1 (갈탄과 아탄 -시료채취의 원리-제1부: 함수율 측정과 일반 분석을 위한 시료채취)
- KS E ISO 5069-2 (갈탄과 아탄 - 시료채취의 원리 -제2부: 함수율 측정과 일반 분석을 위한 시료 조제)
- KS E ISO 6140 (알루미늄 광석-샘플의 준비)
- KS E ISO 6153 (크롬광석-증분샘플링)
- KS E ISO 6154 (크롬광석-샘플의 준비)
- KS E ISO 8685 (알루미늄 광석-샘플링 과정)

- KS I 5201 (산업 폐기물의 시료 채취 방법)
- KS L 5222 (시멘트의 형광 X-선 분석방법)
- KS L 5120 (포틀랜드 시멘트의 화학적 분석방법)
- KS L 5101 (시멘트시료채취 방법)
- KS L 9004 (석회의 화학 분석 방법)
- KS L ISO 10058-2 (마그네사이트 및 백운석 내화물의 화학분석 -제2부: 습식화학분석)
- KS L ISO 10058-3 (마그네사이트 및 백운석 내화물의 화학분석 -제3부: 불꽃 원자 흡수 분광법 및 유도결합 플라즈마 방출 분광법)
- KS M 2199 (방향족제품 및 타르제품의 시료 채취방법)
- KS M ISO 8754 (석유제품 황분시험방법 에너지분산 X-선 형광분석법)
- KS M 2414 (석유제품의 황분 시험방법(고온법))
- KS Q 1003 (랜덤 샘플링 방법)
- ASTM D 578 (Standard Specification for Glass Fiber Strands)
- JIS G 0417 (Sampling and Preparation of Samples for the Determination of Chemical Composition)
- KS D ISO 4552-1 (폐로합금-화학적 분석을 위한 시료채취 및 시료조제 : 제1부 페로크로뮴, 페로실리콘크로뮴, 페로실리콘, 페로실리콘망가니즈, 페로망가니즈)
- KS D ISO 4552-2 (폐로합금-화학적 분석을 위한 시료채취 및 시료조제 : 제2부 페로티타늄, 페로몰리브데넘, 페로텅스텐, 페로니오븀, 페로바나듐)
- KS I 0587 (반도체 및 디스플레이 공정에서 사용되는 Non-CO₂ 온실가스(CF₄ , NF₃ , SF₆ , N₂O)체적 유량 측정방법))
- ASTM C 114 (Standard Test Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement)
- KS L 0006 (시멘트 제조용 회전 가마의 열 정산 방법)

연속측정방법의 배출량 산정방법 및 측정기기의 설치·관리 기준 등

(제17조제2항 관련)

1. 연속측정에 따른 배출량 산정방법

가. 굴뚝연속자동측정기에 의한 배출량 산정방법

측정에 기반한 온실가스 배출량 산정은 다음의 일반식을 따른다.

$$E_{CO_2} = K \times C_{CO_2d} \times Q_{sd}$$

E_{CO_2} : CO₂배출량(g CO₂/30분)

C_{CO_2d} : 30분 CO₂ 평균농도 %(건 가스(dry basis)기준, 부피농도)

Q_{sd} : 30분 적산 유량 (Sm³)(건 가스 기준)

K : 변환계수(1.964 × 10, 표준상태에서 1kmol이 갖는 공기부피와 이산화탄소 분자량 사이의 변환계수)

나. 굴뚝연속자동측정기와 배출가스유량계 측정 자료의 수치 뺏음 및 배출량 산정 기준

1) 측정 자료의 수치 뺏음은 한국산업표준 KS Q 5002(데이터의 통계해석 방법)에 따라서 계산한다. 이 경우 소수점 이하는 셋째 자리에서 반올림 하여 산정한다(유량은 소수점 이하는 버림 처리하여 정수로 산정한다)

2) 자동측정 자료의 배출량 산정기준

가) 30분 배출량은 g 단위로 계산하고, 소수점 이하는 버림 처리하여 정수로 산정한다.

나) 월 배출량은 g 단위의 30분 배출량을 월 단위로 합산하고, kg 단위로 환산한 후, 소수점 이하는 버림 처리하여 정수로 산정한다.

2. 굴뚝연속자동측정방법에 따른 배출량 제출방법

가. 할당대상업체는 「대기환경보전법 시행령」제19조제1항에 따른 굴뚝 원격 감시체계 관제센터(이하 '관제센터'라 한다)에 전송되어 마감·확정된 CO₂ 측정자료를 활용한 배출량 산정자료 및 관련 자료를 명세서 제출 시「별지 제11호 서식」의 제11번 서식에 따라 전자적 방식으로 환경부장관에게 제출한다.

나. 가목에서 측정자료라 함은 CO₂ 농도, 배출가스 유량, 배출구 온도 및 산소 농도로써 해당 항목의 5분 및 30분 데이터를 말한다.

다. 가목에서 관련 자료라 함은「굴뚝 원격감시체계 관제센터의 기능 및 운영 등에 관한 규정」(이하 '관제센터 규정'이라 한다) 별표1의 무효자료 선별기준 및 대체자료 생성에 적용된 근거자료 등을 말한다.

라. 관제센터 규정 제9조의 자동측정자료 보안유지 규정에도 불구하고 관제센터에 수집·저장된 측정자료를 국가의 온실가스 관리 업무에 활용할 수 있다.

3. 측정기기의 설치 및 운영·관리 기준

가. 관제센터 통신규격에 적용될 항목별 코드 및 측정단위는 다음과 같다.

1) 항목별 코드

코드	항목명	코드	항목명
CO ₂	이산화탄소	FLC	이산화탄소 유량

2) 측정항목별 측정단위

- % : 이산화탄소
- Sm³ : 이산화탄소 유량

나. CO₂ 연속자동측정방법에 적용되는 측정기기의 설치 및 운영·관리 일반적 인 사항은「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」제6조제1항의 환경오염공정 시험기준과 「대기환경보전법 시행규칙」 제37조의 측정기기의 운영·관리 기준을 따른다.

[별표 16]

바이오매스로 취급되는 항목(제18조제1항 관련)

1. 바이오매스

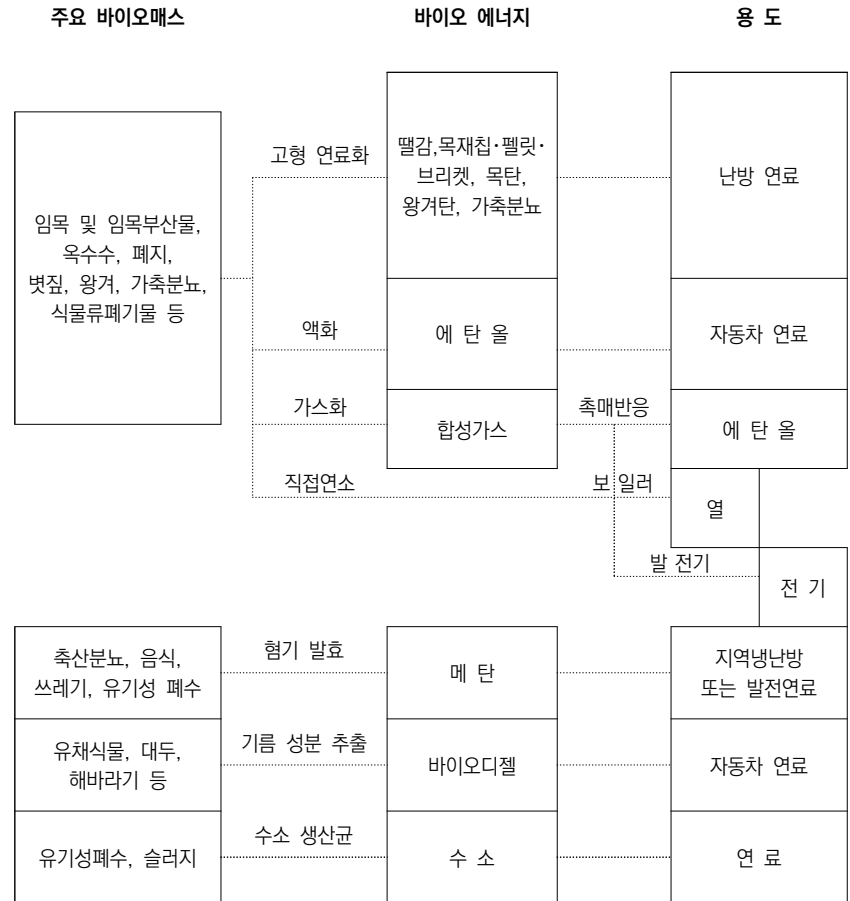
“바이오매스”라 함은 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호바목에 따른 재생 가능한 에너지로 변환될 수 있는 생물자원 및 생물자원을 이용해 생산한 연료를 의미한다.

형 태	항 목
농업 작물	유채, 옥수수, 콩, 사탕수수, 고구마 등
농임산 부산물	임목 및 임목부산물, 볏짚, 왕겨, 건초, 수피 등
유기성 폐기물	폐목재, 펄프 및 제지(바이오매스 부문만 해당), 펄프 및 제지 슬러지, 동/식물성 기름, 음식물 쓰레기, 축산 분뇨, 하수슬러지, 식물류폐기물 등
기 타	해조류, 조류, 수생식물, 흑액 등

2. 바이오 에너지

바이오 에너지는 바이오매스를 원료로 하여 직접연소, 발효, 액화, 가스화, 고형 연료화 등의 변환을 통해 얻어지는 에너지로서, 그 기준과 범위는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령」 별표1을 따른다. 단, 석유제품 등과 혼합된 경우에는 제1호에서 정의한 바이오매스를 통하여 생산된 부분만을 바이오 에너지로 보며, 구분이 불가능할 경우에는 전체를 바이오매스에서 제외한다.

〈표-1〉 주요 바이오 에너지의 종류 및 용도



형 태	항 목
생물유기체변환	바이오가스, 바이오에탄올, 바이오액화유 및 합성가스 등
유기성폐기물변환	매립지가스(LFG) 등
동/식물 유지변환	바이오디젤, 바이오중유
고체 연료	펠릿, 목재칩·펠릿·브리켓, 목탄, 가축분뇨 등

3. 폐기물 에너지 중 바이오매스 부분

폐기물 에너지는 각종 사업장 및 생활시설의 폐기물을 변환시켜 얻어지는 기체·액체 또는 고체의 연료로서, 그 기준은 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령」별표1을 따른다. 단, 화석탄소 기원의 폐기물(예: 플라스틱, 합성섬유 등) 등과 혼합된 경우에는 제1호에서 정의한 바이오매스 부분만을 포함하며, 구분이 불가능할 경우에는 전체를 바이오매스에서 제외한다.

형 태	항 목
폐기물 에너지	SRF, Bio-SRF, 폐기물 유화/가스화 등

[별표 17]

열(스팀)의 외부 공급 시 배출계수 개발 방법

(제19조제1항 관련)

□ 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출계수 산출

$$EF_{H,i} = \frac{GHG_{emission,i}}{H} \times 10^3$$

$EF_{H,i}$: 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출계수(kgGHG/TJ)

$GHG_{Emission,i}$: 열(스팀)생산에 따른 해당 배출시설의 배출원별 온실가스 배출량(tGHG)

H : 열 생산량(TJ)

i : 배출 온실가스 (CO_2 , CH_4 , N_2O)

1. 열전용 생산시설에서 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출량 산출

열전용 생산시설의 배출량은 '별표 6'의 고정연소 활동의 산정 방법론에 따라 산출한다.

2. 열병합 발전시설에서 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출량 산출

$$E_{H,i} = \left\{ \frac{H}{H + P \times R_{eff}} \right\} \times E_{T,i} \quad , \quad R_{eff} = \frac{e_H}{e_P}$$

$E_{H,i}$: 열 생산에 따른 온실가스 배출량 (tGHG)

$E_{T,i}$: 열병합 발전 설비(CHP)의 총 온실가스 배출량(tGHG)

H : 열 생산량 (TJ)

P : 전기 생산량 (TJ)

R_{eff} : 열생산 효율과 전력생산 효율의 비율

e_H : 열 생산효율 (자체데이터를 활용, 자료가 없는 경우 기본값 0.8)

e_P : 전기 생산효율 (자체데이터를 활용, 자료가 없는 경우 기본값 0.35)

i : 배출 온실가스 (CO_2 , CH_4 , N_2O)

[별표 18]

폐기물 소각에서 열회수를 통한 외부 열공급시

간접배출계수 개발방법(제20조제1항 관련)

□ 폐기물 소각시설의 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출계수 산출

$$EF_{H,i} = \frac{GHG_{emission,i}}{H}$$

$EF_{H,i}$: 배출원별 열(스팀) 배출계수(kgGHG/TJ)

$GHG_{Emission,i}$: 「별표 6 - 35. 폐기물의 소각」 산정방법에 따라 산정된 배출원별 배출량(kgGHG/yr)

H : 열 회수량(TJ/yr)

i : 배출 온실가스 (CO_2 , CH_4 , N_2O)

□ 폐열이용 특례로 인정받기 위한 대상 폐기물(또는 고형연료) 및 시설

폐기물 소각시설이 폐열이용 특례로 인정받기 위해서 하단 표의 대상 폐기물 또는 고형 연료와 대상시설을 모두 만족시키는 경우, 간접배출계수를 0으로 적용할 수 있다.

〈표-1〉 폐열이용 특례 대상 폐기물(또는 고형연료) 및 시설

구분	세부내용
대상 폐기물 또는 고형 연료	(1) 폐기물관리법 제14조제1항에 따른 생활폐기물 (2) 폐기물관리법 제18조제1항에 따른 자체 발생한 사업장폐기물 (3) 폐기물관리법 제18조제5항에 따라 공동으로 수집·운반, 재활용 및 처분되는 사업장폐기물 (4) 폐기물관리법 제25조에 따라 수집·운반, 재활용 또는 처분되는 사업장폐기물 중 저위발열량이 3,000kcal/kg 이상인 가연성 고형폐기물 또는 폐유 (5) 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」제20조의 2 별표7의 품질·등급기준에 따른 고형연료제품

구분	세부내용
대상시설	(1) 폐기물처리시설 중 소각시설 (가) 일반소각시설 (나) 고온소각시설 (다) 열 분해시설(가스화시설을 포함한다) (라) 고온 용융시설 (마) 열처리 조합시설[(가)~(라)] 중 둘 이상의 시설이 조합된 시설을 말한다 (2) 소각열회수시설 등「폐기물관리법 시행규칙」제3조에 따른 에너지 회수기준에 적합하게 에너지를 회수하는 시설 (3) 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」제20조의 3 별표7의 품질·등급기준에 따른 고품연료제품 전용 보일러(훈소는 제외한다) (4) 그밖에 환경부장관이 인정하는 시설

[별표 19]

품질관리(QC) 및 품질보증(QA) 활동(제23조제3항 관련)

1. 품질관리(QC) 활동

가. 의미

품질관리(Quality Control)는 배출량 산정결과의 품질을 평가 및 유지하기 위한 일상적인 기술적 활동의 시스템이다. 이는 배출량 산정담당자에 의해 수행된다. 품질관리는 다음 각 목의 목적을 위하여 설계·실시된다.

- 1) 자료의 무결성, 정확성 및 완전성을 보장하기 위한 일상적이고 일관적인 감사의 제공
- 2) 오류 및 누락의 확인 및 설명
- 3) 배출량 산정자료의 문서화 및 보관, 모든 품질관리 활동의 기록

품질관리(QC) 활동에는 자료 수집 및 계산에 대한 정확성 감사와, 배출량 감측량의 계산·측정, 불확도 산정, 정보의 보관 및 보고를 위한 공인된 표준 절차의 이용과 같은 일반적인 방법이 포함된다. 품질관리(QC) 활동에는 배출활동, 활동자료, 배출계수, 기타 산정 매개변수 및 방법론에 관한 기술적 검토를 포함한다.

나. 세부내용 및 방법

구분	세부내용
기초자료의 수집 및 정리	① 측정자료(연료·원료 사용량, 제품생산량, 전력 및 열에너지 구매량, 유량 및 농도 등)의 정확한 취합·보관·관리 ② 측정기기의 주기적인 검·교정 실시 ③ 측정지점(하위레벨)에서 배출량 산정담당자(부서)(상위레벨)까지의 정확한 자료 수집·정리 체계의 구축 ④ 측정관련 담당자가 직접 자료를 기록하는 과정에서 발생할 수 있는 오류의 점검

구분	세부내용
	⑤ 산정방법론, 발열량, 배출계수의 출처 기록관리 ⑥ 내부감사(internal audit) 및 제3자 검증을 위한 온실가스 배출량 관련 정보의 보관·관리 ⑦ 보고된 온실가스 배출량 관련 데이터의 안전한 기록·관리
산정 과정의 적절성	① 각 자료의 단위에 대한 정확성 확인 ② 각 매개변수(활동자료, 발열량, 배출계수, 산화율 등) 활용의 적절성 확인 ③ 내부감사(internal audit) 및 제3자 검증단계에서, 배출량 산정의 재현가능성 여부의 확인 ④ 배출량 산정과 관련한 정보화시스템을 구축하거나 활용할 경우, 자료의 입력 및 처리과정의 적절성 여부 확인 * 지침 산정방법론과의 일치여부, 자체 매뉴얼 구축여부 등
산정 결과의 적절성	① 조직경계 내 모든 온실가스 배출활동의 포함여부 확인 (포함되지 않는 배출활동에 대한 누락·제외사유를 기재) ② 공정 물질수지 등을 활용한 활동자료의 합(하위레벨)과 사업장 단위 활동자료(상위 레벨)간 일치여부 등 완전성의 확인 ③ 활동자료, 배출계수 등의 변경이 발생할 경우, 각 자료의 변동사항 확인 등 시계열적 일관성 확보에 관한 사항 ④ 기준연도부터 현재까지의 온실가스 배출량 산정에 활용된 기초자료 등의 기록·관리·보안상태 확인 ⑤ 측정기기, 배출계수(필요시), 온실가스 배출량 등에 대한 불확도 산정결과의 적절성 확인, 불확도 관리기준에 미달시 측정기기 검·교정 등 개선활동의 실시여부 확인 ⑥ 배출량 산정결과에 대한 내부감사(internal audit) 실시 여부
보고의 적절성	① 조직경계 설정의 적절성·정확성 확인 - 사업장 등록증 등 정부에 허가받거나 신고한 문서를 근거로 수립한 조직경계와 실제 온실가스 배출시설, 배출활동에 따라 수립된 조직경계의 일치여부 확인 ② 배출량 산정 및 보고 업무 담당자(실무자, 책임자) 및 내부감사 담당자 등에 책임·권한의 문서화 여부 ③ 이행계획, 명세서, 이행실적 등 지침에서 요구하는 자료의 목차, 내용, 서식에 따라 적절하게 배출량을 보고하는 지 여부 ④ 품질보증(QA) 활동과 관련하여, 내부감사 담당자의 감사·검토 활동의 실시여부 및 관련 규정(매뉴얼 등) 존재 여부

2. 품질보증(QA) 활동

가. 의미

품질보증(Quality Assurance)은 배출량 산정(명세서 작성 등) 과정에 직접적으로 관여하지 않은 사람에 의해 수행되는 검토 절차의 계획된 시스템을 의미한다. 독립적인 제3자에 의해 산정절차 수행 이후 완성된 배출량 산정결과(명세서 등)에 대한 검토가 수행된다. 검토는 측정가능한 목적(자료품질의 목적)이 만족되었는지 검증하고 주어진 과학적 지식 및 가용성이 현재 상태에서 가장 좋은 배출량 산정결과를 나타내는지 확인하고, 품질관리(QC) 활동의 유효성을 지원한다.

나. 세부내용 및 방법

배출량 산정 계획에 근거하여 산정된 할당대상업체의 온실가스 배출량 명세서가 중요성의 관점에서 허위나 오류, 누락 없이 작성되기 위하여, 할당대상업체는 배출량 산정·보고와 관련한 효과적인 내부 통제 활동들을 설계하고 운영하며 이를 문서화함으로써 품질보증(QA) 활동을 수행한다. 이를 위하여 온실가스 배출량 보고와 관련한 고유 위험, 통제 위험 및 오류·누락사항을 적시에 방지하거나 적발하지 못할 경우 발생할 수 있는 위험(risk)에 대한 자체평가 절차를 마련하여 문서화한다.

배출량 보고와 관련한 위험(고유 위험, 통제 위험, 오류 및 누락 등)을 완화하는 일련의 활동을 내부 감사(internal audit)라 하며, 할당대상업체는 매년 배출량 산정·보고 절차와 관련한 내부감사 활동을 실시하고 이를 평가하여 주기적으로 이를 개선한다.

품질보증 활동은 다음 각 요소를 포함한다.

구분	세부내용
내부감사 담당자, 책임자 지정	할당대상업체는 온실가스 배출량 산정 관련 내부감사활동을 담당할 책임자를 지정하고 이를 문서화한다. 내부감사 담당자는 온실가스 배출량 산정업무를 담당할 수 없도록 하는 등 상충되는 업무를 고려하여 업무분장이 이루어져야 한다.
품질감리	측정기기의 계속 정확성을 검·교정 절차를 통하여 주기적으로 확인하고, 국제적 측정 기준과 비교하며 관련 검·교정 내역을 문서화한다. 배출량 산정을 위한 정보화시스템을 구축·활용할 경우, 시스템에서 산출되는 자료가 위험평가 절차에 의거하여 신뢰성 있고 정확한 데이터를 적시에 산출가능하도록 정보화시스템이 설계·운영·통제·테스트 및 문서화 되도록 한다. (정보화시스템의 통제로는 백업, 자료보완 등을 포함한다.)
배출량 정보 자체 검증 (내부감사)	평가된 위험을 완화하기 위하여 할당대상업체는 온실가스 산정 근거자료에 대하여 자체검증을 수행하고 이를 문서화 한다. 산정관련 서류검토, 현장점검 등을 포함한 자체검증계획을 수립하고 이에 따라 검증하며, 검증결과 발견된 오류 및 수정결과를 보고서형태로 작성할 수 있다.
배출량 산정업무 위탁시 감독 절차 마련	할당대상업체가 온실가스 배출량 산정업무를 외부기관에 위탁할 경우, 할당대상업체는 온실가스 산정·보고 위험과 관련한 위험평가 결과에 따라 외부기관에 위탁한 산정업무에 대한 품질보증 활동을 수행하여야 한다.
수정 및 보완 절차	할당대상업체가 수행하는 품질보증 절차의 설계 및 운영상 미비점이 자체 평가 또는 제3자 검증 절차에 의하여 발견될 경우, 할당대상업체는 즉시 이에 대한 수정 및 보완절차를 수행하고 관련 결과를 문서화하여야 한다. 또한 발견된 미비점의 근본원인에 대하여 파악하고 할당대상업체의 품질보증 시스템에 따른 산출물의 유효성을 평가하여 미비점에 대해서는 보완하는 보정절차를 수행한다.

[별표 20]

배출량 산정 계획 작성 방법(제24조 관련)

1. 배출량 산정 계획 작성 원칙

할당대상업체는 동 지침에서 제시한 배출활동별 배출량 산정방법론을 준수하고, 배출량 산정과 관련된 활동자료, 매개변수 및 사업장 고유 배출계수의 정확성과 신뢰성이 향상될 수 있도록 배출량 산정 계획을 작성하여야 한다. 또한, 배출량 산정 계획은 할당대상업체의 관리자 및 실무자가 즉각적으로 배출량 산정 계획을 통해 배출량 산정 및 보고가 가능하도록 작성되어야 한다.

할당대상업체는 배출량 산정 계획을 작성함에 있어 다음과 같은 원칙을 적용하여야 한다.

1) 준수성

배출량 산정 계획은 배출량 산정 및 배출량 산정 계획 작성에 대한 기준을 준수하여 작성하여야 한다.

2) 완전성

할당대상업체는 조직경계 내 모든 배출시설의 배출활동에 대해 배출량 산정 계획을 수립·작성하여야 한다. 모든 배출원이란, 신·증설, 중단 및 폐쇄, 긴급 상황 등 특수상황에 배출시설 및 배출활동이 포함됨을 의미한다.

3) 일관성

배출량 산정 계획에 보고된 동일 배출시설 및 배출활동에 관한 데이터는 상호 비교가 가능하도록 배출시설의 구분은 가능한 한 일관성을 유지하여야 한다.

4) 투명성

배출량 산정 계획은 동 지침에서 제시된 배출량 산정 원칙을 준수하고, 배출량 산정에 적용되는 데이터 및 정보관리 과정을 투명하게 알 수 있도록 작성되어야 한다.

5) 정확성

할당대상업체는 배출량의 정확성을 제고할 수 있도록 배출량 산정 계획을 수립하여야 한다.

6) 일치성 및 관련성

배출량 산정 계획은 할당대상업체의 현장과 일치되고, 각 배출시설 및 배출활동, 그리고 배출량 산정방법과 관련되어야 한다.

7) 지속적 개선

할당대상업체는 지속적으로 배출량 산정 계획을 개선해 나가야 한다.

2. 배출량 산정 계획 작성 방법

1) 조직경계 결정

할당대상업체의 배출원에 누락이 없도록 지침의 **별표 4** 조직경계 결정 방법에 따라 작성하여야 한다.

2) 배출활동 및 배출시설 파악

배출활동과 배출시설은 기존시설, 신·증설 시설, 폐쇄 시설 및 조직경계 제외시설로 구분하여야 하며 조직경계 내·외부로의 온실가스 판매 또는 구매에 대하여 배출량 산정 계획에 포함하여야 한다.

3) 배출시설별 모니터링 방법

할당대상업체는 지침 **별표 6**에 따라 배출시설 및 배출활동별 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 산정 방식을 결정하여야 한다.

4) 배출시설별 모니터링 대상 및 측정지점 결정

할당대상업체는 배출시설별 모니터링 대상 활동자료의 모니터링 유형을 지침 **별표 8**에 따라 결정하고, 이의 측정위치를 명확하게 파악하여 제시하여야 한다.

5) 활동자료의 모니터링 방법

할당대상업체는 결정된 활동자료의 모니터링 유형에 의거하여 측정기기, 측정범위, 정도검사 주기 등을 포함한 측정기기의 관리계획, 측정기기의 불확도를 포함한 모니터링 방법을 배출량 산정 계획에 포함하여야 한다. 할당대상업체가 자체적으로 설치한 활동자료 측정기기의 정도검사를 주기적으로 실시할 경우는 지침 **별표 8**의 측정기기 정도검사 주기에 따른다. 또한, 정도검사 대상 측정기기임에도 불구하고 정도검사가 불가능한 경우는 불가능한 사유에 대한 설명과 배출량 산정식에 적용하는 해당 활동자료의 신뢰성 입증방법을 배출량 산정 계획에 제시하여야 한다.

6) 배출시설별 배출활동의 산정 등급 적용 계획

배출시설별 배출활동의 산정 등급은 지침 **별표 5**에 따라 배출량 산정 계획에 내용을 작성한다.

7) 품질관리/품질보증 활동 계획

할당대상업체는 배출량 산정과 관련된 자료의 신뢰성을 향상시키고, 배출량 산정과정에서의 오류, 누락 등을 예방하기 위해 품질관리/품질보증 활동계획을 수립하여야 한다. 품질관리/품질보증 활동에는 활동자료의 생성, 수집, 가공 등을 포함한 활동자료의 흐름과 활동자료와 관련된 계측기기의 관리 등이 포함되어야 한다. 또한 할당대상업체는 지침 **별표 19**에 따라 품질관리/품질보증 활동과 관련된 문서화된 절차를 수립하여야 한다.

건축물의 조직경계 설정방법

건물의 경우 다음에 따라 할당대상업체에 해당하는 법인 등의 조직경계를 결정한다.

- ① 할당업체의 건축물(이하 “건물”이라 한다)이 업체 내 사업장 또는 사업장과 지역적으로 달리하더라도 할당업체에 포함된 것으로 본다.
- ② 건물에 대하여는 「건축물대장의 기재 및 관리에 관한 규칙」에 따라 등재되어 있는 건축물대장과 「부동산등기법」에 따라 등재되어 있는 등기부를 기준으로 한다. 다만 「건축법 시행령」별표 1의 제2호 가목 내지 다목은 제외한다.
- ③ 건물이 제2항의 건축물 대장 또는 등기부에 각각 등재되어 있거나 공유지분을 달리하고 있는 경우에는 다음 각 호에 따른다.
 1. 인접 또는 연접한 대지에 동일 법인이 여러 건물을 소유한 경우에는 한 건물로 본다.
 2. 에너지관리의 연계성(連繫性)이 있는 복수의 건물 등은 한 건물로 본다. 또한, 동일 부지 내 있거나 인접 또는 연접한 집합건물이 동일한 조직에 의해 에너지 공급·관리 또는 온실가스 관리 등을 받을 경우에도 한 건물로 간주한다.
 3. 건물의 소유구분이 지분형식으로 되어 있을 경우에는 최대 지분을 보유한 법인 등을 당해 건물의 소유자로 본다.
- ④ 동일 건물에 구분 소유자와 임차인이 있는 경우에도 하나의 건물로 본다. 다만, 동일 건물 내에 제1항에 의해 할당업체에 포함된 경우에 한해서는 적용을 제외한다.

교통부문의 조직경계 설정방법

교통부문의 경우 다음에 따라 할당대상업체에 해당하는 법인 등의 조직경계를 결정한다.

- ① 동일법인 등이 여객자동차운수사업자로부터 차량을 일정기간 임대 등의 방법을 통해 실질적으로 지배하고 통제할 경우에는 당해 법인 등의 소유로 본다.
- ② 일반화물자동차 운송 사업을 경영하는 법인 등이 허가 받은 차량은 차량 소유 유무에 상관없이 당해 법인 등이 지배적인 영향력을 미치는 차량으로 본다.
- ③ 할당대상업체 지정을 위해 온실가스 배출량 등을 산정할 때에는 항공 및 선박의 국제 항공과 국제 해운부문은 제외한다.
- ④ 화물운송량이 연간 3천만 톤-km 이상인 화주기업의 물류부문에 대해서는 교통 부문 관장기관인 국토교통부에서 다른 부문의 소관 관장기관에 게 관련 자료의 제출 또는 공유를 요청할 수 있다. 이 경우 해당 관장기관은 특별한 사유가 없으면 이에 협조하여야 한다.

[별표 23]

과태료의 부과기준(법 제43조, 시행령 제39조 관련)

위반 행위	근거 조문	과태료 금액
1. 할당대상업체가 법 제24조제1항에 따른 보고를 하지 아니하거나 거짓으로 보고한 경우 가. 1개월 초과 3개월 이내의 기간 경과 나. 3개월 초과 6개월 이내의 기간 경과 다. 6개월 초과 기간 경과 라. 거짓으로 보고한 경우	법 제43조제2호	300만원 500만원 700만원 1,000만원
2. 할당대상업체가 법 제24조제2항에 따른 시정이나 보완 명령을 이행하지 아니한 경우 가. 2차 위반 나. 3차 위반 다. 4차 이상 위반	법 제43조제3호	300만원 600만원 1,000만원

※ 비고: 위반행위의 횟수에 따른 과태료의 부과기준은 최근 1년간 같은 위반행위로 부과처분을 받은 경우에 적용한다.



온실가스 배출권거래제 운영을 위한 검증지침

목 차

제1장 총칙

제1조(목적)	201
제2조(용어의 정의)	201
제3조(타 규정과의 관계)	202
제4조(주무관청의 업무)	202
제5조(비밀 준수)	202
제6조(자료제출 요청)	202

제2장 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 등의 검증

제7조(검증의 기본원칙)	202
제8조(검증에 필요한 자료의 요구)	202
제9조(검증팀의 구성)	203
제10조(기술전문가)	203
제11조(내부심의를팀의 구성)	203
제12조(배출량 산정계획서 검증의 절차 및 방법)	203
제13조(온실가스 배출량 검증의 절차 및 방법)	204
제14조(외부사업 온실가스 감축량 검증의 절차 및 방법)	204
제15조(시정조치)	204
제16조(검증의견의 결정)	204
제17조(검증보고서 작성)	205

제18조(내부심의)	205
제19조(검증보고서의 제출)	205

제3장 검증기관의 지정 및 관리

제20조(검증기관 등의 운영원칙)	206
제21조(검증기관의 지정)	206
제22조(검증기관의 변경신고 등)	206
제23조(검증기관의 관리)	207
제24조(검증기관의 준수사항)	207
제25조(검증기관의 지정취소 등)	208
제26조(검증기관의 휴·폐업신고 등)	208
제27조(검증소요일수 기준)	208

제4장 검증심사원의 등록 및 관리

제28조(검증심사원 및 검증심사원보의 자격 및 등록)	208
제29조(외부사업 검증심사원 자격 및 등록)	209
제30조(검증심사원의 관리)	210
제31조(검증심사원의 교육과정)	210
제32조(검증심사원 교육기관)	210
제33조(교육계획의 수립)	210
제34조(교육실적 보고)	211

제35조(수수료 기준)	211
--------------------	-----

제5장 보칙

제36조 삭제	211
---------------	-----

제37조(규제의 재검토)	211
---------------------	-----

부칙	211
----------	-----

[별표 1] 온실가스 배출량 등의 검증절차	213
-------------------------------	-----

[별표 2] 배출량 산정계획서 검증의 세부 방법	213
----------------------------------	-----

[별표 3] 온실가스 배출량 검증절차별 세부방법	219
----------------------------------	-----

[별표 4] 외부사업 온실가스 감축량 검증절차	227
---------------------------------	-----

[별표 5] 외부사업 온실가스 감축량 검증절차별 세부 방법	227
--	-----

[별표 6] 검증기관 지정요건	235
------------------------	-----

[별표 7] 검증소요일수 기준	237
------------------------	-----

[별표 8] 검증심사원보의 자격 요건	239
----------------------------	-----

[별표 9] 삭제	241
-----------------	-----

온실가스 배출권거래제 운영을 위한 검증지침

[환경부고시 제2021-112호, 2021. 6. 8., 일부개정.]

제1장 총칙

제1조(목적) 이 지침은 「저탄소 녹색성장 기본법」(이하 "기본법"이라 한다) 제44조 및 같은 법 시행령(이하 "기본법 영"이라 한다) 제32조, 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제24조, 제24조의2, 제24조의3, 제30조 및 같은 법 시행령(이하 "영"이라 한다) 제39조, 제40조, 제41조, 제49조의 검증기관의 지정·관리와 검증심사원의 관리 및 검증업무에 관한 세부사항, 법 제40조 및 영 제57조제2항의 검증기관 지정 등에 관한 업무의 위임에 관한 사항을 정하는 것을 목적으로 한다.

제2조(용어의 정의) 이 지침에서 사용되는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "검증"이란 온실가스 배출량의 산정과 외부사업 온실가스 감축량의 산정이 이 지침에서 정하는 절차와 기준 등(이하 "검증기준"이라 한다)에 적합하게 이루어졌는지를 검토·확인하는 체계적이고 문서화된 일련의 활동을 말한다.
2. "검증심사원"이란 검증 업무를 수행할 수 있는 능력을 갖춘 자로서 일정기간 해당분야 실무경력 등을 갖추고 제28조 또는 제29조에 따라 등록된 자를 말한다.
3. "검증심사원보"란 검증심사원이 되기 위해 일정한 자격을 갖추고 교육과정을 이수한 자로서 제28조 또는 제29조에 따라 등록된 자를 말한다.
4. "검증팀"이란 검증을 수행하는 2인 이상의 검증심사원과 이를 보조하는 검증심사원보 및 제10조에 따른 기술전문가로 구성된 집단을

말한다.

5. "공평성"이란 검증기관이 객관적인 증거와 사실에 근거한 검증활동을 함에 있어 피검증자 등 이해관계자로부터 어떠한 영향도 받지 않는 것을 말한다.
6. "누출량"이란 감축사업 시행 과정 중 외부사업의 범위 밖에서 부수적으로 발생하는 온실가스 배출량의 증가량 또는 감축량을 말하며, 그 양은 계산과 측정이 가능한 경우를 말한다.
7. "내부심의"란 검증기관이 검증의 신뢰성 확보 등을 위해 검증팀에서 작성한 검증보고서를 최종 확정하기 전에 검증과정 및 결과를 재검토하는 일련의 과정을 말한다.
8. "리스크"란 검증기관이 온실가스 배출량의 산정과 연관된 오류를 간과하여 잘못된 검증의견을 제시할 위험의 정도 등을 말한다.
9. "불확도"란 온실가스 배출량의 산정결과와 관련하여 정량화된 양을 합리적으로 추정한 값의 분산특성을 나타내는 정도를 말한다.
10. "베이스라인 배출량"이란 외부사업 사업자가 감축사업을 하지 않았을 경우 사업경계 내에서 발생 가능성이 가장 높은 조건을 고려한 온실가스 배출량을 말한다.
11. "외부사업 온실가스 감축량"이란 외부사업 사업자가 법 제8조제1항에 따라 지정·고시된 할당대상업체의 조직경계 외부의 배출시설 또는 배출활동 등에서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거하는 사업을 통해 저감되는 감축량을 말한다.
12. "적격성"이란 검증에 필요한 기술, 경험 등의 능력을 적정하게 보유하고 있음을 말한다.

13. "중요성"이란 온실가스 배출량의 최종확정에 영향을 미치는 개별적 또는 총체적 오류, 누락 및 허위 기록 등의 정도를 말한다.
14. "피검증자"란 이 지침에 의한 검증기관으로부터 온실가스 배출량의 명세서와 외부사업 온실가스 감축량의 모니터링 보고서에 대한 검증을 받는 할당대상업체 또는 외부사업 사업자를 말한다.
15. "합리적 보증"이란 검증기관(검증심사원을 포함한다)이 검증결론을 적극적인 형태로 표명함에 있어 검증과정에서 이와 관련된 리스크가 수용 가능한 수준 이하임을 보증하는 것을 말한다.

제3조(타 규정과의 관계) ① 검증기관의 지정·관리와 검증심사원의 관리 및 검증업무에 관하여는 다른 지침에 우선하여 이 지침을 적용한다.
② 온실가스 배출량의 검증 등과 관련하여 이 지침에서 정하지 아니한 사항에 대해서는 국제표준화기구(ISO)에서 승인한 국제규격 등 국제적으로 통용되는 기준을 준용한다.

제4조(주무관청의 업무) ① 이 지침과 관련하여 주무관청(이하 "환경부장관"이라 한다)은 다음 각 호의 업무를 수행한다.
1. 검증기관 지정·관리
2. 검증심사원의 교육·양성 및 관리
② 환경부장관은 제1항 각 호의 업무의 일부 또는 전부를 국립환경과학원장 및 국립환경인력개발원장에게 위탁하여 수행할 수 있다.

제5조(비밀 준수) ① 이 지침에 따른 업무를 수행하면서 취득한 정보(취득한 정보를 가공한 경우를 포함한다)는 다른 용도로 사용되거나 외부로 유출되어서는 아니 된다. 다만 관계 법령 또는 이 지침의 규정에 의한 경우는 그러하지 아니하다.
② 할당대상업체의 명세서의 검증업무를 수행하는 검증심사원(검증심

사원보, 기술전문가 등을 포함한 검증팀) 및 검증기관은 관련 정보를 취급함에 있어 보안유지 의무를 따라야 한다.

제6조(자료제출 요청) 환경부장관과 부문별 관장기관의 장(기본법 영 제26조제3항에 따라 정해진 관계 중앙행정기관의 장을 말한다)은 온실가스 배출권거래제 운영 및 평가 등을 위해 검증기관에게 필요한 자료의 제출을 요청할 수 있다.

제2장 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 등의 검증

제7조(검증의 기본원칙) 검증기관은 피검증자의 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 등에 관한 검증 및 외부사업 온실가스 감축량에 관한 검증을 수행할 때에 다음 각 호의 원칙에 따라야 한다.

1. 객관적인 자료와 증거 및 관련 규정에 따라 사실에 근거하여 검증을 수행하고 그 내용을 정확하게 기록할 것
2. 검증을 수행하는 과정에서 피검증자나 관계인의 의견을 충분히 수렴할 것
3. 외부사업 온실가스 감축량 검증은 감축량 산정 시 보수적인 관점으로 평가할 것
4. 합리적 보증이 가능한 수준으로 검증을 수행할 것

제8조(검증에 필요한 자료의 요구) 검증기관은 검증 업무를 수행하기 위해 필요한 경우 피검증자에게 관련 자료의 제출을 요구할 수 있다. 이때 자료제출을 요구받은 피검증자는 특별한 사정이 없는 한 이에 따라야 한다.

제9조(검증팀의 구성) ① 검증기관은 피검증자의 온실가스 배출량의 산정 또는 외부사업 온실가스 감축량의 산정(이하 "검증대상"이라 한다)에 대한 검증을 수행할 때에 2인 이상의 검증심사원으로 검증팀을 구성하여 검증을 수행하여야 하며, 이 중 1인의 검증심사원을 검증팀장으로 선임하여야 한다.

② 검증팀에는 제28조제2항 각 호의 분야 중 검증대상이 속하는 분야에 대한 자격을 갖춘 검증심사원이 1인 이상 포함되어야 한다. 다만, 검증대상이 속하는 분야가 다수인 경우에는 각각의 분야에 대한 자격을 갖춘 검증심사원이 1인 이상 포함되어야 하며, 1인의 검증심사원이 복수의 분야에 대한 자격을 갖춘 경우에는 해당 검증심사원이 자격을 갖춘 분야에 대하여는 자격을 갖춘 검증심사원이 포함된 것으로 본다.

③ 검증팀에는 검증심사원의 검증업무를 보조 및 지원하기 위해 검증심사원보가 포함될 수 있다. 이 경우 검증팀에 포함된 검증심사원보의 인적사항 등을 검증보고서에 기재하여야 한다.

④ 다음 각 호에 해당하는 자는 해당 검증대상의 검증을 위한 검증팀에 포함될 수 없다.

1. 피검증자의 임·직원으로 근무한 자로써 근무를 종료한 날로부터 2년이 경과되지 아니한 자
2. 피검증자에 대한 컨설팅에 참여한 자로써 참여를 종료한 날로부터 2년이 경과되지 아니한 자
3. 기타 당해 검증의 독립성을 저해할 수 있는 사항에 연관된 자
- ⑤ 국립환경과학원장은 제4항 각 호에 해당하는 자가 검증팀에 포함되어 있는 경우 해당하는 자를 검증팀에서 제외하거나 다른 검증심사원으로 교체하도록 검증기관에 요구할 수 있다.

제10조(기술전문가) ① 검증팀장은 검증의 전문성을 보완하기 위하여 검증 대상에 대한 전문지식을 갖춘 자를 기술전문가로 선임할 수 있다.

② 제1항에 따른 기술전문가는 다음 각 호의 지식을 갖추어야 한다.

1. 피검증자의 공정, 운영체계 등 기술적 이해
2. 온실가스 배출량 및 감축량(흡수량) 등의 산정·보고 및 검증의 방법과 절차
3. 데이터 및 정보에 대한 중요성 판단과 리스크 분석
4. 기타 검증에 필요한 사항
- ③ 제1항에 따른 기술전문가 선임에 관하여는 제9조제4항을 준용한다. 이 경우 "검증심사원"은 "기술전문가"로 본다.
- ④ 기술전문가의 업무는 검증팀장이 요청하는 해당 전문분야에 대한 정보를 제공하는 업무에 한한다.

제11조(내부심의팀의 구성) ① 검증기관은 검증팀의 검증에 대한 내부심의 를 위하여 1인 이상의 소속 검증심사원으로 내부심의팀을 구성하여야 한다. 이 경우 심의를 하여야 할 검증에 참여하였던 자는 내부심의팀에 포함될 수 없다.

② 제1항에 따른 내부심의팀의 구성에 관하여는 제9조제4항 및 제10조 제2항을 준용한다. 이 경우 "해당 검증대상의 검증을 위한 검증팀" 및 "기술전문가"는 "내부심의팀"으로 본다.

제12조(배출량 산정계획서 검증의 절차 및 방법) ① 할당대상업체는 검증기관이 배출량 산정계획서 검증업무를 수행할 수 있는지를 확인하고 이를 명시하여 계약을 체결하여야 한다.

② 검증기관은 할당대상업체와 배출량 산정계획서 검증에 관한 계약을 체결하는 경우 계약을 체결하기 전에 별지 제1호 서식에 따른 공평성 위반 여부 자가진단표를 작성하여 계약서에 첨부하여야 한다.

③ 배출량 산정계획서의 검증은 별표1에서 정한 절차에 따른다. 이 경우 세부적인 검증방법은 별표2에서 정한 바에 따른다.

④ 제3항에도 불구하고 검증기관이 검증의 합리적 보증을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 별표1에서 정한 검증절차 이외에 추가적인 절차를 수행할 수 있다.

⑤ 소규모 배출시설에 대한 배출량 산정계획서의 검증은 합리적 보증 및 효율적 관리를 위하여 시설항목관리 등으로 단순화할 수 있다.

제13조(온실가스 배출량 검증의 절차 및 방법) ① 할당대상업체는 검증기관이 온실가스 배출량 검증업무를 수행할 수 있는지를 확인하고 이를 명시하여 계약을 체결하여야 한다.

② 검증기관은 할당대상업체와 온실가스 배출량 등의 검증에 관한 계약을 체결하는 경우 계약을 체결하기 전에 별지 제1호 서식에 따른 공평성 위반 여부 자가진단표를 작성하여 계약서에 첨부하여야 한다.

③ 온실가스 배출량 등의 검증은 별표1에서 정한 절차에 따른다. 이 경우 세부적인 검증방법은 별표3에서 정한 바에 따른다.

④ 제3항에도 불구하고 검증기관이 검증의 합리적 보증을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 별표1에서 정한 검증절차 이외에 추가적인 절차를 수행할 수 있다.

⑤ 검증기관은 검증을 위하여 필요한 경우 별지 제2호 서식을 참고하여 검증 체크리스트를 작성하여 이용할 수 있다.

제14조(외부사업 온실가스 감축량 검증의 절차 및 방법) ① 외부사업 사업자는 검증기관이 외부사업 온실가스 감축량 검증업무를 수행할 수 있는지를 확인하고 이를 명시하여 계약을 체결하여야 한다.

② 검증기관은 외부사업 사업자와 외부사업 온실가스 감축량 검증에 관한 계약을 체결하는 경우 계약을 체결하기 전에 별지 제1호 서식에 따른 공평성 위반 여부 자가진단표를 작성하여 계약서에 첨부하여야 한다.

③ 외부사업 온실가스 감축량의 검증은 별표4에서 정한 절차에 따른다. 이 경우 세부적인 검증방법은 별표5에서 정한 바에 따른다.

④ 제3항에도 불구하고 검증기관이 검증의 합리적 보증을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 별표4에서 정한 검증절차 이외에 추가적인 절차를 수행할 수 있다.

⑤ 검증기관은 필요한 경우 별지 제5호 서식을 참고하여 외부사업 온실가스 감축량 검증 체크리스트를 작성하여 검증 시 이용할 수 있다.

제15조(시정조치) ① 검증기관은 검증을 수행하며 발견된 검증기준 미준수 사항 및 온실가스 배출량의 산정에 영향을 미치는 오류 등(이하 "조치 요구사항"이라 한다)에 대한 시정을 피검증자에게 요구하여야 한다.

② 제1항에 따라 시정을 요구받은 피검증자는 조치 요구사항에 대한 시정내용 등이 반영된 법 제13조제2항에 따른 배출량 산정계획서 또는 법 제24조제1항에 따른 명세서 또는 영 제49조제1항에 따른 모니터링 보고서와 이에 대한 객관적인 증빙자료(이하 "시정결과"라 한다)를 검증기관에 제출하여야 한다. 다만, 외부사업 온실가스 감축량에 대한 검증의 경우에는 시정을 요구받은 날로부터 30일 이내에 시정결과를 검증기관에 제출하여야 하며, 3회까지 제출할 수 있다.

③ 검증기관은 조치 요구사항에 대한 시정을 피검증자에게 요구한 경우 해당 조치 요구사항 및 시정결과에 대한 내역을 별지 제3호 서식에 따라 작성하여 검증보고서와 함께 환경부장관에게 제출하여야 한다.

제16조(검증의견의 결정) ① 검증팀장은 모든 검증절차 및 시정조치가 완료되면 해당 검증대상에 대한 최종 검증의견을 확정하여야 한다.

② 온실가스 배출량 검증 결과에 따른 최종 검증의견은 다음 각 호 중 하나로 하여야 한다.

1. 적정 : 검증기준에 따라 배출량이 산정되었으며, 불확도와 오류(잠재

오류, 미수정된 오류 및 기타 오류를 포함한다) 및 수집된 정보의 평가결과 등이 별표3 제5호 다목의 중요성 기준 미만으로 판단되는 경우

2. 조건부 적정 : 중요한 정보 등이 온실가스 배출량 등의 산정·보고 기준을 따르지 않았으나, 불확도와 오류 평가결과 등이 별표3 제5호 다목의 중요성 기준 미만으로 판단되는 경우

3. 부적정 : 불확도와 오류 평가결과 등이 별표3 제5호 다목의 중요성 기준 이상으로 판단되는 경우

4. 검증 불가 : 피검증자가 검증에 필요한 정보를 충분히 제공하지 않아 검증 수행을 완료할 수 없는 경우

③ 외부사업 온실가스 감축량 검증 결과에 따른 최종 검증의견은 다음 각 호 중 하나로 하여야 한다.

1. 적정 : 검증기준에 따라 외부사업 온실가스 감축량이 산정되었으며, 검증기관의 모든 조치 요구사항에 대한 외부사업 사업자의 조치가 적절하게 이행된 경우

2. 부적정 : 중요한 정보 등이 온실가스 감축량 등의 산정·보고 기준을 따르지 않았으며, 이에 따른 검증기관의 모든 조치 요구사항에 대하여 제15조제2항에 제시된 기간 안에 시정조치를 완료하지 못하였을 경우

제17조(검증보고서 작성) ① 검증팀장은 최종 검증의견을 확정된 후, 별지 제3호의2 서식, 별지 제4호 서식 또는 별지 제6호서식에 따라 검증보고서를 작성하여야 한다.

② 제1항에 따른 검증보고서에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 검증 개요 및 검증의 내용

2. 검증과정에서 발견된 사항 및 그에 따른 조치내용

3. 최종 검증의견 및 결론

4. 내부심의 과정 및 결과

5. 기타 검증과 관련된 사항

제18조(내부심의) ① 검증팀장은 제17조에 따른 검증보고서 작성 완료되면 제11조에 따라 구성된 내부심의팀에게 해당 검증에서의 검증절차 준수여부 및 최종 검증의견에 대한 내부 심의를 요청하여야 한다.

② 검증팀장은 제1항에 따른 내부심의를 위하여 다음 각 호의 자료를 내부심의팀에 제출하여야 한다.

1. 검증 수행계획서, 체크리스트 및 검증보고서

2. 검증과정에서 발견된 오류 및 시정조치사항에 대한 이행결과

3. 법 제13조제2항에 따른 배출량 산정계획서

4. 법 제24조제1항에 따른 명세서

5. 영 제49조제1항에 따른 사업계획서와 모니터링 보고서

6. 기타 검토에 필요한 자료

③ 내부심의팀은 내부심의 과정에서 발견된 문제점을 즉시 검증팀장에게 통보하여야 하며, 검증팀장은 이를 반영하여 검증보고서를 수정하여야 한다.

④ 내부심의팀은 제3항에 따라 수정한 검증보고서를 확인하여 내부심의 결과가 적절하게 반영되었다고 판단되는 경우 심의를 종료하고 이를 검증팀장에게 통보하여야 한다.

제19조(검증보고서의 제출) 검증기관은 제18조에 따른 내부심의를 종료된 검증의 보증수준이 합리적 보증 수준 이상이라고 판단되는 경우에 최종 검증보고서를 피검증자에게 제출하여야 한다.

제3장 검증기관의 지정 및 관리

제20조(검증기관 등의 운영원칙) ① 검증은 객관적 증거에 근거하여 공평하고 독립적으로 이루어져야 하며, 검증기관은 이를 최대한 보장할 수 있도록 필요한 조치를 강구하여야 한다.

② 검증기관은 소속 검증심사원이 자격을 갖춘 분야에 대해서만 검증 업무를 수행하여야 하며, 피검증자 등의 특성과 조건 등을 종합적으로 고려하여 적격성 있는 검증팀을 구성하여야 한다.

③ 검증기관은 검증을 수행하는 과정에서 취득한 정보(취득한 정보를 가공한 경우를 포함한다)를 할당대상업체의 동의없이 외부로 유출하거나 다른 목적으로 사용하여서는 아니된다. 다만, 법과 영에서 공개할 수 있도록 정한 정보는 그러하지 아니하다.

제21조(검증기관의 지정) ① 검증기관으로 지정을 받고자 하는 자(법인을 포함한다. 이하 "지정신청인"이라 한다)는 별표6에서 정한 검증기관 지정요건을 충족하고 있음을 증명하는 서류를 첨부하여 별지 제7호 서식에 따른 신청서를 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다.

② 삭제

③ 국립환경과학원장은 제1항에 따른 신청에 대한 서면심사 및 현장조사 등을 실시하여 관련 규정에 적합하다고 인정될 경우에는 지정신청인을 검증기관으로 지정하고 별지 제8호 서식에 따른 검증기관 지정서를 지정신청인에게 교부하여야 한다. 이 경우 국립환경과학원장은 다음 각 호의 사항을 관보에 고시하여야 한다.

1. 검증기관의 명칭 및 소재지
2. 검증기관 지정일 및 지정 만료일
3. 검증기관의 지정 분야

④ 제3항에도 불구하고 국립환경과학원장은 지정신청인이 다음 각

호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 검증기관으로 지정하지 않을 수 있다.

1. 임원 중 피성년후견인 또는 피한정후견인이 있는 경우
2. 법 제24조의2제4항에 따라 지정이 취소된 날로부터 3년이 경과하지 아니한 경우
3. 최근 3년간 「부정경쟁방지 및 영업비밀 보호에 관한 법률」 제18조에 의해 벌금형 이상의 처분을 받은 경우
4. 할당대상업체와 동일 법인(개인 및 공공기관 등을 포함한다)이거나 제4조제2항의 업무를 수행하는 경우
5. 법 제40조에 따라 이 법에 따른 권한 또는 업무의 일부를 위임받거나 위탁받은 경우
6. 온실가스 또는 에너지 관련한 컨설팅업, 저감시설 설치·관리 등의 업무를 수행하는 법인 및 개인

⑤ 삭제

⑥ 제3항에 따른 검증기관의 지정의 유효기간은 지정일로부터 3년으로 한다.

⑦ 지정 유효기간 이후에 재지정을 받고자 하는 검증기관은 지정기간 만료일 이전 3개월 전까지 검증기관 재지정 신청서를 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다. 이 경우 재지정 신청에 대한 심사에 관하여는 제3항부터 제4항까지를 준용한다.

제22조(검증기관의 변경신고 등) ① 검증기관은 다음 각 호의 사유가 발생한 경우 국립환경과학원장에게 변경신고를 하여야 한다.

1. 검증기관 사무실 소재지의 변경
2. 법인 및 대표자가 변경된 경우
3. 삭제
4. 검증심사원의 변경

5. 검증 지정 분야의 변경

② 제1항의 변경신고를 하려는 자는 다음 각 호에서 정한 기한까지 별지 제7호 서식의 변경신고서에 변경내용을 증명하는 서류와 검증기관 지정서를 첨부하여 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다.

1. 제1항제1호 및 제2호에 해당하는 경우 : 변경이 있는 날로부터 30일 이내

2. 제1항제3호부터 제5호까지에 해당하는 경우 : 변경이 있는 날로부터 7일 이내

③ 국립환경과학원장은 변경내용의 적절성 등을 검토하여 타당하다고 인정되면 변경내역을 검증기관 지정서에 기재하여 해당 변경을 신고한 검증기관에 교부하여야 하며, 제1항 제1호, 제2호 및 제5호에 해당하는 경우에는 검증기관 변경내역을 홈페이지에 공지하여야 한다.

④ 삭제

제23조(검증기관의 관리) ① 국립환경과학원장은 영 제40조제10항에 따라 검증기관 지정 후 매 1년마다 검증업무 수행의 적절성, 검증심사원의 자격 유지 등 전반적인 운영실태에 대한 정기적인 종합 평가(현장확인 및 입회심사를 포함한다)를 실시하여야 하며, 다음 각 호에 해당하는 경우에는 수시 평가를 수행할 수 있다.

1. 법령 등의 위반에 대한 신고를 받거나 민원이 접수된 경우
2. 검증기관이 업무정지 및 휴업 종료 후 업무를 재개할 경우
3. 그 밖에 환경부장관, 국립환경과학원장이 필요하다고 인정하는 경우

② 국립환경과학원장은 제1항에 따른 평가를 실시한 경우 다음 각 호의 사항이 포함된 평가결과보고서를 작성해야 하며, 평가 결과에 따라 행정처분 등 필요한 조치를 해야 한다.

1. 검증기관 사무소 소재지, 조직 등 일반현황
2. 검증기관의 지정요건 및 운영절차의 준수 여부, 검증절차의 적절성

등에 대한 현장조사를 포함한 평가 결과

3. 조치 필요사항 등

③ 제21조부터 제23조까지에서 규정한 사항 외에 검증기관의 지정, 변경신고 및 관리에 관한 세부사항은 국립환경과학원장이 정한다.

제24조(검증기관의 준수사항) ① 검증기관은 검증결과보고서, 검증업무 수행내역 등 관련 자료를 5년 이상 보관하여야 한다.

② 검증기관은 영 제40조제9항에 따른 반기별 검증업무 수행내역을 별지 제9호 서식에 따라 작성하여 매 반기 종료일로부터 30일 이내에 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다.

③ 검증기관은 소속 검증심사원의 적격성을 주기적으로 평가 및 관리하는 등의 영 별표3의 업무기준을 준수해야 한다.

④ 검증기관은 피검증자 등으로부터 위탁받은 검증업무를 다른 검증기관에 재위탁 또는 수탁하여서는 아니된다.

⑤ 검증기관은 검증기관 및 동일한 법인 내에서 다음 각 호에 해당하는 온실가스 또는 에너지 관련된 자문이나 서비스를 제공해서는 안 된다. 또한, 다음 각 호의 자문 또는 서비스에 참여한 검증심사원은 자문 종료 후 2년 이내에 해당 피검증자에 대한 검증심사를 수행해서는 안 된다.

1. 온실가스 인벤토리의 설계, 개발 또는 온실가스 및 에너지 감축을 위한 이행 및 관리, 프로젝트의 설계
2. 온실가스 배출량 및 에너지 사용량의 산정, 보고, 관리를 위한 정보 시스템을 설계하거나 개발
3. 온실가스 배출 관련 측정 및 분석(Tier4 수준의 온실가스 연속측정 등)기기의 설치 및 관리, 특정 할당대상업체만을 위해 온실가스 관련 매뉴얼, 핸드북 또는 절차를 준비하거나 작성
4. 온실가스 배출권거래제 관련 탄소자산관리, 온실가스 감축사업 경제

성 평가 자문, 배출권 할당 및 거래에 대한 자문 또는 중개서비스
⑥ 검증기관은 공평성 준수 및 이해상충을 회피하기 위한 관리절차를 마련하여, 공평성 관리가 지속적으로 이루어지고 있음을 입증해야 한다.

제25조(검증기관의 지정취소 등) ① 국립환경과학원장은 검증기관이 법 제24조의2제4항 또는 영 별표4의 행정처분 기준에 해당하는 경우 지정을 취소하거나 업무의 정지 또는 시정을 명할 수 있다.

② 제1항의 처분에 따른 실태조사, 청문 및 이의신청에 관한 사항은 법 제37조, 제37조의2 및 제38조의 규정을 따른다. 이 경우 이의신청은 별지 제9호의2 서식을 따른다.

③ 국립환경과학원장은 제1항에 따른 처분을 하는 경우 해당 검증기관명, 대표자, 처분 사유 및 및 처분일자 등을 관보에 공고하고 이를 관계 중앙행정기관에게 즉시 통보해야 하며, 지정을 취소하는 경우에는 해당 검증기관의 검증기관 지정서를 즉시 회수해야 한다.

④ 삭제

⑤ 삭제

⑥ 삭제

제26조(검증기관의 휴·폐업신고 등) ① 휴업 또는 폐업 하려는 검증기관은 별지 제10호 서식에 따른 신고서와 검증기관 지정서, 검증과 관련하여 취득한 정보의 관리계획(폐업신고에 한한다) 및 해당 기간까지의 검증업무 수행내역서를 작성하여 휴업 또는 폐업 예정일로부터 10일 이전에 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다.

② 국립환경과학원장은 검증업무와 관련하여 취득한 정보의 관리방안 등을 확인하고 필요한 경우 관련 정보를 제출토록 하여 별도로 관리할 수 있다.

③ 국립환경과학원장은 사업장명, 휴업기간 또는 폐업일 등을 즉시

공고한 뒤 관계 중앙행정기관에 통보한다. 다만, 폐업의 경우는 관보에 공고한다.

④ 검증기관이 업무를 재개하고자 할 때에는 휴업기간 종료일로부터 7일 이전에 별지 제10호 서식에 따라 국립환경과학원장에게 신고하여야 한다. 이 경우 국립환경과학원장은 업무재개를 신고한 검증기관 지정요건을 유지하고 있다고 판단되면 이를 공고하고 관계 중앙행정기관에 즉시 통보하여야 한다.

⑤ 제21조제6항에 따른 지정 유효기간 이내에 휴업기간은 총 6개월을 넘을 수 없다.

제27조(검증소요일수 기준) 검증기관은 별표7에서 정한 검증 소요일수를 준수하여야 한다.

제4장 검증심사원의 등록 및 관리

제28조(검증심사원 및 검증심사원보의 자격 및 등록) ① 검증심사원보는 학력 및 경력 등이 별표8에서 정한 기준에 적합한 자로서 환경부장관이 정한 교육과정을 이수한 자를 말한다. 이 경우 검증심사원보는 검증심사원의 업무를 보조한다.

② 검증심사원보가 검증기관에서 「온실가스 배출권거래제의 배출량 보고 및 인증에 관한 지침」 별표2 및 별표3의 배출활동 구분에 따른 다음 각 호에 해당하는 분야에서 검증실적 신고일을 기준으로 최근 3년 이내에 각 호에서 정하는 횟수 이상 검증에 참여한 경우에 해당분야 검증심사원이 될 수 있다. 이 경우 2개 이상의 분야의 자격을 인정받고자 하는 경우에는 각각에 해당하는 검증 실적과 제31조제1항제1호 또는 제4호에 해당하는 해당 분야 교육 및 평가를 이수하여야 한다.

1. 광물산업 분야(시멘트·석회 생산, 유리 생산 등 탄산염의 기타 공정사

용 등) : 5회

2. 화학분야(암모니아·질산·아디프산·카바이드·이산화티탄·소다회·석유화학제품·불소화합물 생산 등) : 5회

3. 철강·금속분야(철강·합금철·아연 생산 등) : 5회

4. 전기·전자분야(전자·전기산업 등) : 5회

5. 폐기물 분야(폐기물, 하·폐수처리, 바이오매스 등) : 3회

6. 농축산 및 임업분야(농업, 축산, 조림 및 재조림 등) : 3회

7. 공통 분야(연소, 전기·열·스팀의 사용, 수송 및 탈루성 배출 등) : 전문분야에 관계없이 5회

③ 환경부장관은 제2항에 따른 검증실적 인정에 있어 별표1에 따른 검증절차 중 2단계부터 3단계까지만 참여한 경우에는 해당 단계의 모든 세부절차에 모두 참여한 자에 대해서만 1회 실적으로 인정할 수 있으며, 실적 분야는 가장 주된(공통은 제외할 수 있다) 배출활동 분야에 대하여 인정한다. 다만, 해당 할당대상업체가 사업장을 기준으로 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 별표2의 사업장 지정 최소기준 이상의 다른 유형의 배출활동을 포함하고 있는 경우에는 해당 분야에 대한 검증실적을 추가로 인정할 수 있다.

④ 환경부장관은 국제적인 동향과 국내 여건 등을 고려하여 필요하다고 인정될 경우에는 제2항의 전문분야를 보다 세분화하여 전문성을 강화할 수 있다.

⑤ 검증심사원으로 등록(전문분야의 추가 또는 변경을 포함한다)하고자 하는 자는 별지 제11호 서식에 따른 등록신청서를 작성하여 환경부장관에게 제출하여야 하며, 검증심사원보의 등록은 교육기관으로부터 통보된 교육이수자 명단으로 갈음한다.

⑥ 환경부장관은 검증심사원으로 등록하고자 하는 자가 제2항의 검증심사원 자격요건에 적합하다고 인정되는 경우 별지 제12호 서식에 따른 등록증을 교부하고 그 결과를 별지 제13호 서식에 따라 검증심사원

관리대장에 기록하여야 한다.

⑦ 다음 각 호의 경우에는 검증심사원으로 등록할 수 없다.

1. 피성년후견인 또는 피한정후견인

2. 법 제24조의3제3항에 따라 검증심사원의 자격이 취소된 후 3년이 경과되지 아니한 자

3. 최근 3년간 「부정경쟁방지 및 영업비밀보호에 관한 법률」 제18조 내지 제18조의 3에 해당하는 처벌을 받은 자

제29조(외부사업 검증심사원 자격 및 등록) ① 외부사업 검증심사원은 제28조에 따른 검증심사원으로서 환경부장관이 정한 교육과정을 이수한 자를 말한다.

② 외부사업 검증심사원은 다음 각 호에 해당하는 실무경력 또는 심사경력을 모두 갖춘 경우 별표8 제3호의 해당분야 검증심사원이 된다. 이 경우 2개 이상의 분야의 자격을 인정받고자 하는 경우에는 각각에 해당하는 실무경력 또는 심사경력을 갖추어야 한다.

1. 별표8 제3호의 해당 분야에서 1년 이상의 실무 경력

2. 별표8 제3호의 해당 분야에서 3회 이상 심사한 경력

③ 환경부장관은 제2항에 따른 검증실적 인정에 있어 별표4에 따른 검증절차 중 2단계부터 3단계까지만 참여한 경우에도 1회 실적으로 인정할 수 있으며, 실적 분야는 가장 주된(공통은 제외할 수 있다) 배출활동 분야에 대하여 인정 한다.

④ 환경부장관은 국제적인 동향과 국내 여건 등을 고려하여 필요하다고 인정될 경우에는 별표8의 외부사업 전문분야를 추가하거나 보다 세분화하여 전문성을 강화할 수 있다.

⑤ 제1항부터 제4항까지에서 규정한 사항 외에 외부사업 검증심사원 자격 및 등록에 관한 사항은 제28조를 준용한다.

제30조(검증심사원의 관리) ① 검증심사원은 등록증을 교부받은 날로부터 매 2년마다 제31조제1항제3호에 따른 보수 교육을 이수하여야 하며, 미이수시 환경부장관은 해당분야의 자격을 정지하여야 한다.

② 검증심사원은 영 별표6의 업무기준을 준수하여야 한다.

③ 환경부장관은 검증심사원으로 등록된 자가 법 제24조의3제3항 또는 영 별표7의 행정처분 기준에 해당하는 경우에는 자격을 취소하거나 정지를 명할 수 있다.

④ 제3항의 처분에 따른 실태조사, 청문 및 이의신청에 관한 사항은 법 제37조, 제37조의2 및 제38조의 규정을 따른다. 이 경우 이의신청은 별지 제9호의2 서식을 따른다.

⑤ 환경부장관은 제3항에 따른 처분을 하는 경우 해당 검증심사원과 소속 검증기관 및 교육기관의 장에게 통보하고, 자격이 취소되는 경우에는 해당 검증심사원의 등록증을 즉시 회수해야 한다.

제31조(검증심사원의 교육과정) ① 검증심사원의 교육과정은 다음 각 호와 같다.

1. 검증심사원보 양성교육 과정 : 새로이 검증심사원보가 되고자 하는 자가 받아야 하는 교육으로 이론교육과 실습 및 평가를 포함하여 총 40시간 이상
2. 외부사업 검증심사원 교육 과정 : 제28조에 따른 검증심사원이 외부사업 검증심사원으로 인정받고자 하는 경우 받아야 하는 교육으로 이론교육과 실습 및 평가를 포함하여 총 24시간 이상
3. 검증심사원 보수교육 과정 : 검증심사원이 등록일로부터 매 2년마다 받아야 하는 교육으로 해당 전문분야별 이론교육, 실습 및 평가를 포함하여 16시간 이상. 단, 외부사업 검증심사원에 대한 보수교육의 경우 8시간 이상으로 함
4. 전문분야 추가 과정 : 제1호에 의한 분야 외의 전문분야를 인정받고자

하는 검증심사원(검증심사원보를 포함하며, 해당 분야 검증실적이 있는 자에 한한다)이 받아야 하는 교육으로서 이론교육과 실습 및 평가를 포함하여 16시간 이상

② 제1항 각 호의 교육과정에서 정한 평가기준을 만족한 경우 해당 교육과정을 이수한 것으로 본다.

③ 교육기관의 장은 관련 근거 규정에 따라 제1항제1호 내지 제3호의 교육과정과 유사한 교육을 이수한 자에 대해서는 그 내용의 중복성을 검토하여 교육과정의 일부를 경감할 수 있다.

④ 교육기관의 장은 제1항의 교육생을 선발하는데 있어 분야별 검증 수요, 해당 분야 검증실적 등을 감안하여 우선 선발기준을 마련할 수 있다.

⑤ 교육기관의 장은 검증심사원 교육신청자가 영 별표5의 검증심사원 자격요건과 별표8의 검증심사원보 자격요건에 해당하는 지 여부를 사전에 확인하여야 한다.

제32조(검증심사원 교육기관) 검증심사원 교육기관은 국립환경인재개발원으로 한다. 다만, 환경부장관은 교육 수요 등을 고려하여 필요하다고 인정할 경우 교육기관을 추가로 지정할 수 있다.

제33조(교육계획의 수립) ① 교육기관의 장은 매년 2월 28일까지 검증심사원 교육에 관한 기본계획을 수립하여 환경부장관의 승인을 받아야 한다.

② 제1항에 따른 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 교육의 목표 및 교육의 기본방향
2. 제31조제1항제3호 교육 대상 검증심사원의 중장기 추계
3. 교육과정별 주요 내용 및 교재, 과정별 최소 이수시간
4. 교육과정별 평가방법 및 시기
5. 교육장소 및 교수요원 확보방안

6. 기타 검증심사원 교육에 관한 사항

제34조(교육실적 보고) 교육기관의 장은 매년 1월 31일까지 다음 각 호의 사항이 포함된 전년도 교육실적을 환경부장관에게 제출하여야 한다. 다만, 제2호의 사항은 매회 교육이 완료된 날로부터 7일 이내에 환경부장관에게 보고하고 국립환경과학원장에게 통보하여야 한다.

1. 제33조제1항의 교육계획에 대한 추진실적
2. 검증심사원 교육과정 입교생 및 수료생 명단
3. 교육생의 교육 만족도 등 설문조사 결과
4. 기타 환경부장관이 필요하다고 요청한 사항

제35조(수수료 기준) ① 국립환경과학원장은 검증에 소요되는 비용의 산출 기준 및 방법 등을 정하여 환경부장관의 승인을 거쳐 공고할 수 있다. ② 교육기관의 장은 검증심사원 등의 교육 내용 및 기간 등을 고려하여 정한 기준에 따라 일정 비용을 교육대상자로부터 징수할 수 있다. 이 경우 환경부장관의 승인을 거쳐야 한다.

제5장 보칙

제36조 삭제

제37조(규제의 재검토) 환경부장관은 행정규제기본법 제8조에 따라 이 고시에 대하여 2018년 7월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부칙 〈제2016-15호, 2016. 6. 1.〉

제1조(시행일) 이 고시는 고시한 날로부터 시행한다.

제2조(외부사업 검증심사원 등록례) ① 제29조의 규정에 따라 외부사업 검증심사원으로 등록된 자는 2016년 12월 31일 까지 외부사업 전문분야에 해당하지 않는 외부사업에 대한 검증을 수행할 수 있다. 다만, 이 경우 제10조에 따른 외부사업 전문분야에 대한 기술전문가가 검증팀에 포함되어야 한다.

제3조(유효기간) 제21조제6항 및 제26조제5항의 규정은 2017년 6월 30일 까지 적용한다.

제4조(규제의 재검토) 기획재정부장관은 「행정규제 기본법」 제8조에 따라 이 고시에 대하여 2014년 7월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부칙 〈제2017-12호, 2017. 5. 30.〉

제1조(시행일) 이 고시는 고시한 날로부터 시행한다.

제2조(외부사업 검증심사원 등록례) ① 제29조의 규정에 따라 외부사업 검증심사원으로 등록된 자는 2018년 12월 31일까지 외부사업 전문분야에 해당하지 않는 외부사업에 대한 검증을 수행할 수 있다. 다만, 이 경우 제10조에 따른 외부사업 전문분야에 대한 기술전문가가 검증팀에 포함되어야 한다.

제3조(유효기간) 제21조제6항 및 제26조제5항의 규정은 2017년 6월 30일 까지 적용한다.

제4조(규제의 재검토) 기획재정부장관은 「행정규제 기본법」 제8조에 따라 이 고시에 대하여 2014년 7월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의

조치를 하여야 한다.

부칙 〈제2018-70호, 2018. 5. 2.〉

제1조(시행일) 이 고시는 발령한 날부터 시행한다.

제2조(경과조치) 이 고시 시행 전에 종전의 「온실가스 배출권거래제 운영을 위한 검증지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

부칙 〈제2021-112호, 2021. 6. 8.〉

제1조(시행일) 이 고시는 발령한 날부터 시행한다.

제2조(경과조치) 이 고시 시행 전에 종전의 「온실가스 배출권거래제 운영을 위한 검증지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

[별표1]

온실가스 배출량 등의 검증절차

	절 차	개 요	수행주체
1 단계	검증개요 파악	<ul style="list-style-type: none"> • 피검증자 현황 파악 • 검증범위 확인 • 배출량 산정기준 및 데이터관리시스템 확인 	검증팀 + 피검증자
	검증계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 리스크 분석 • 데이터 샘플링 계획의 수립 • 검증계획의 수립 	검증팀 + 피검증자
2 단계	문서검토	<ul style="list-style-type: none"> • 온실가스 산정기준 평가 • 명세서 평가 및 주요 배출원 파악 • 데이터 관리 및 보고시스템 평가 • 전년 대비 운영상황 및 배출시설의 변경사항 확인 및 반영 • 문서검토 결과 시정 조치 요구 	검증팀 + 피검증자
	현장검증	<ul style="list-style-type: none"> • 배출량 산정계획과 현장과의 일치성 확인 • 데이터 및 정보 검증 • 측정기기 교정 관리상태 확인 • 데이터 및 정보시스템 관리상태 확인 • 이전 검증결과 및 변경사항 확인 	검증팀 + 피검증자
3 단계	검증결과 정리 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 수집된 증거 평가 • 오류의 평가 • 중요성 평가 • 검증 결과의 정리 • 발견사항에 대한 시정조치 및 검증보고서 작성 	검증팀
	내부심의	<ul style="list-style-type: none"> • 검증절차 준수 여부 • 검증의견에 대한 적절성 심의 	내부심의팀
	검증보고서 제출	<ul style="list-style-type: none"> • 검증보고서 제출 	검증팀

[별표2]

배출량 산정계획서 검증의 세부 방법

1. 검증 개요 파악

가. 개 요

- 1) 피검증자의 사업장 운영현황, 공정 전반 및 온실가스 배출원의 모니터링 현황을 파악
- 2) 피검증자에게 검증 목적·기준·범위 고지 및 검증 세부일정 협의
- 3) 검증에 필요한 관련 문서자료 수집

나. 관련자료 수집

- 1) 피검증자의 사업장 현황 파악 및 주요 배출원의 배출량 산정계획 확인
 - 조직의 소유·지배구조 현황
 - 생산 제품·서비스 및 고객현황
 - 사용 원자재 및 사용 에너지
 - 사업장 공정, 설비현황
 - 주요 온실가스 배출원의 배출량 산정계획 및 측정장치 현황 및 위치
 - Tier3 산정방법론 또는 Tier3 매개변수(사업장 고유 배출계수, 발열량 등) 현황 등
- 2) 검증범위의 확인
 - 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법 및 배출량 산정계획 작성 방법에 따른 부지경계 식별 여부

- 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법 및 배출량 산정계획 작성 방법에 따른 배출활동(직접·간접) 분류 및 파악 여부
- 배출량 산정계획의 변경이 발생한 경우 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법 및 배출량 산정계획 작성 방법에 따라 변경사항이 파악되었는지 여부

3) 온실가스 산정기준 및 데이터관리 시스템 확인

- 피검증자가 작성한 온실가스 산정기준에 대한 개요 및 데이터 관리시스템에 대한 개략적인 정보 입수
- 원자재 투입, 배출량 측정·기록 및 데이터 종합 등의 데이터 관리시스템 파악 및 기존 관리시스템(ERP 등)과의 연계현황 파악
- 데이터시스템을 운영·유지하는 조직구조 파악 등

2. 검증계획 수립

가. 개요

- 1) 검증 개요 파악을 바탕으로 온실가스 배출시설 관련 데이터 관리상의 취약점 및 중요한 불일치를 야기하는 불확도 또는 오류 발생 가능성을 평가함으로써 적절한 대응 절차를 결정하기 위함
- 2) 검증팀은 피검증자에 의해 발생하는 리스크를 평가하고, 그 정도에 따라 검증계획을 수립함으로써 전체적인 리스크를 낮은 수준으로 억제할 필요가 있다.
- 3) 문서검토 및 현장검증을 실시하기 전에 검증 의견을 도출하기 위하여 문서 및 현장에서 확인해야 할 사항(배출량 산정계획과 현장과의 일치성 및 적정성, 방문해야 할 사업장 등) 검증방법에 대한 계획을 수립하여야 한다.

- 4) 검증팀장은 리스크 분석결과를 바탕으로 문서검토 및 현장에서 확인할 사항과 검증대상, 적용할 검증기법, 실시 기간을 결정하여야 한다.
- 5) 검증팀장은 수립된 검증계획을 최소 1주일 전에 피검증자에 통보함으로써 효율적인 문서검토 및 현장검증이 실시될 수 있도록 해야 한다.
- 6) 검증팀장은 업무의 진척 상황 및 새로운 사실의 발견 등 검증의 실시과정에서 최초의 상황과 변경된 경우 검증계획을 수정할 수 있다.

나. 리스크 분석

1) 리스크의 분류

- 피검증자에 의해 발생하는 리스크
 - 고유리스크 : 검증대상의 업종 자체가 가지고 있는 리스크(업종의 특성 및 산정방법의 특수성 등)
 - 통제리스크 : 검증대상 내부의 관리구조상 오류를 적발하지 못할 리스크
- 검증팀의 검증 과정에서 발생하는 리스크
 - 검출리스크 : 검증팀이 검증을 통해 오류를 적발하지 못할 리스크

2) 리스크 평가

- 배출량 산정계획 등의 중요한 오류 가능성 및 배출량 산정계획 작성 방법과 관련된 부적합 리스크를 평가하기 위하여 다음의 사항 등을 고려하여야 한다.
- 리스크 평가시 고려 사항
 - 예상 배출량의 적절성 및 배출시설에서 발생하는 온실가스 비율
 - 경영시스템 및 운영 상의 복잡성
 - 관리시스템 및 데이터 관리환경의 적절성
 - 이전 검증 활동으로부터의 관련 증거

- 검증팀장은 리스크 평가 결과를 검증 체크리스트에 기록하고, 그 사항을 현장 검증시 중점적으로 확인하거나, 객관적 자료를 확보하여 중요한 오류가 발생하지 않음을 확인하여야 한다.

라. 검증계획의 수립

1) 검증팀장은 아래 항목을 포함한 검증계획을 수립하여야 한다.

- 검증대상·검증 관점, 검증 수행방법 및 검증절차
- 정보의 중요성
- 현장검증 단계에서의 인터뷰 대상 부서 또는 담당자
- 현장검증을 포함한 검증 일정 등

2) 현장검증 등 세부일정 협의

- 파악된 조직구조 및 배출원의 배출량 산정계획을 바탕으로 피검증자의 주관부서장과 협의하여 현장검증 실시 일정 및 검증대상 항목을 협의한다.
- 단, 현장검증 일정은 문서검토 결과에 따라 추후에 조정 가능하다.

3) 검증대상과 검증관점

검증대상	검증관점	개요
배출시설별 모니터링 방법	완전성	모든 배출시설의 포함여부
	적절성	지침에 의거한 산정방법론의 경우 배출활동과의 적절성 확인 자체 산정방법론의 경우 이에 대한 타당성 확인
활동자료의 모니터링 방법	적절성	설치된 측정기기의 관리 계획의 적절성 확인
산정등급 적용 계획	정확성	지침에 의거한 산정등급 적용 계획 여부 확인 미충족 사유에 대한 타당성 확인
사업장 고유 배출계수 등 Tier 3 개발 계획	적절성	Tier3(사업장 고유배출계수, 발열량 등)에 대한 산정식 및 개발계획에 대한 타당성 확인, 분석에 대한 적절성 확인

4) 검증 기법

기 법	개 요
열 램	문서와 기록을 확인
실 사	측정기기 등을 통해 배출량 산정계획에 대한 정보 등 확인
관 찰	업무 처리과정과 절차를 확인
인터뷰	검증대상의 책임자 및 담당자 등에 질의, 설명 또는 응답을 요구 (외부 관계자에 대한 인터뷰도 포함)

3. 문서검토

가. 개 요

- 1) 개요파악 과정에서 확인된 배출활동 관련 정보, 피검증자의 온실가스 산정기준 및 배출량 산정계획에 대한 정밀한 분석
- 2) 온실가스 데이터 및 정보 관리에 있어 취약점이 발생할 수 있는 상황을 식별하고, 오류 발생 가능성 및 불확도 등을 파악

나. 온실가스 산정기준 평가

- 1) 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법의 기준 이행 여부 및 배출량 산정계획 준수 여부를 확인한다.
- 2) 동 과정에서 발견된 특이사항 및 부적합 사항에 대하여 검증 체크리스트에 기록하고, 검증보고서에 반영하여야 한다.

3) 관련 확인 항목

- 배출활동별 운영경계 분류 상태
- 배출량 산정방법
- 적절한 매개변수 사용 여부
- 데이터 관리시스템

- 배출량 산정계획에 따른 관련 데이터 모니터링 실시 여부
- 데이터 품질관리 방안 등

다. 배출량 산정계획 평가 및 주요 배출원 파악

- 1) 검증팀은 피검증자가 작성한 배출량 산정계획 등에 대하여 다음 사항을 파악하여야 한다.
 - 온실가스 배출시설 및 흡수원 파악
 - 온실가스 산정기준과의 부합성 등
 - 온실가스 활동자료의 모니터링 방법의 선택에 대한 타당성
 - 온실가스 배출계수 선택에 대한 타당성
 - 계산법에 의한 배출량 산정방법의 정확성
 - 실측법에 의한 배출량 산정시 관련 측정기 형식승인서 및 정도검사 계획의 적절성
- 2) 검증팀은 주요배출시설(온실가스 예상 배출량의 총량 대비 누적합계가 100분의 95를 차지하는 배출시설)의 배출량 산정계획을 식별하여 구분 관리한다. 주요배출시설의 경우 현장검증 시 검증시간 배분 등에 우선적으로 반영한다.

라. 데이터 관리 및 보고시스템 평가

- 1) 검증팀은 피검증자의 온실가스 배출시설 관련 데이터 산출·수집·가공, 보고 과정에서 사용되는 방법 및 책임권한을 파악하고, 데이터 관리과정에서 발생할 수 있는 중요한 리스크를 산출한다.
- 2) 검증팀은 아래에 해당되는 사항이 있을 경우 주요 리스크가 발생할 가능성이 높은 것으로 판단하여 현장검증 시 검증시간 배분 등에 우선적으로 반영하여야 한다.
 - 데이터 산출 및 관리시스템이 문서화되지 않은 경우

- 데이터 관리 업무의 책임 권한이 명확히 이루어지지 않은 경우
- 별도의 정보시스템을 사용하여 배출량 등의 산정에 필요한 데이터를 따로 만든 경우

※ 예를 들어 배출량 정보시스템이 조직의 일반 자산관리시스템과 분리된 경우 등이 있다.

- 산정, 분석, 확인, 보고 업무가 분리되지 않고 동일한 인원에 의해 수행될 경우

마. 배출시설의 변경사항 확인 및 반영

- 1) 검증팀은 피검증자의 이전 배출량 산정계획 등과 비교하여 조직의 운영상황 및 배출시설·배출량 데이터의 변경 사항 등을 파악하여 주요 리스크가 예상되는 부분을 식별하여 현장검증 시 검증시간 배분 등에 반영한다.
- 2) 관련 항목
 - 장비, 시설의 신축 또는 폐쇄 등 변경사항
 - 모니터링 및 보고과정의 변경사항
 - 배출시설의 변경사항
 - 데이터 관리시스템 및 품질관리 절차 변경사항 등

바. 피검증자에 대한 시정조치 요구

- 1) 검증팀장은 상기의 문서검토 과정에서 발견된 문제점 및 보완이 필요한 사항을 피검증자에게 통보하고 관련 자료 및 추가적인 설명을 요구하여야 한다.
- 2) 동 과정을 통해 확인되지 않은 사항은 검증계획 수립 시 반영하여 현장검증을 통해 확인할 수 있도록 하여야 한다.

4. 현장검증

가. 개 요

- 1) 검증팀은 피검증자가 배출량 산정계획 등에 작성한 내용과 관련 근거 데이터 등의 정확성을 확인하기 위하여 사전에 수립된 검증계획에 따라 현장검증을 실시한다.
- 2) 리스크 분석결과 중대한 오류가 예상되는 부분을 집중적으로 확인함으로써 정해진 기간 내에 검증의 신뢰성을 확보할 수 있도록 하여야 한다.
- 3) 현장검증 과정에서 발견된 사항은 객관적 증거를 확보한 후, 검증 체크리스트에 기록한다.

나. 배출량 산정계획과 현장과의 일치성 확인

- 1) 검증팀은 피검증자가 배출량 산정계획과 현장이 일치하게 모니터링 및 불확도 관리를 실시하고 있는 지 여부를 확인하여야 한다.
- 2) 동 과정에서 발견된 특이사항 및 부적합 사항에 대하여 검증 체크리스트에 기록하고, 검증보고서에 반영하여야 한다.

다. 활동자료 모니터링 방법의 검증

- 1) 단위 발열량, 배출계수 등의 검증
 - 온실가스 산정지침 및 배출량 산정계획 작성 방법과 배출량 산정계획과의 매개변수 일치 여부
 - 배출량 산정계획에 기재된 연료, 폐기물 등의 실태 여부
 - 피검증자가 자체 개발한 배출계수의 타당성 여부
 - 물질(유류, 가스, 투입된 화학물질 등)성분 분석기록 등 배출계수 및 배출량 산정에 사용된 산정방법론의 적절성 및 정확성 확인 등

2) 모니터링 유형에 따른 검토사항

- 배출량 산정계획에서 제시한 모니터링 유형(구매기준, 실측기준, 근사업 등)이 현장에서 적용 가능한지의 여부를 확인

라. 측정기기 검교정 관리

- 1) 검증팀은 현장에서 사용되고 있는 모니터링 및 측정장비의 검교정 관리상태를 확인하여야 한다.
- 2) 확인 항목
 - 측정장비별 검교정 관리기준 및 검교정 주기
 - 검교정 책임과 권한
 - 측정장비 고장시 데이터 관리방안
 - 검교정기록(검교정 성적서 등) 관리방안
 - 검교정결과가 규정된 불확도를 만족하는지 여부 등

마. 시스템 관리상태 확인

- 1) 검증팀은 검증대상의 온실가스 관리업무가 지속적으로 운영됨을 확인하여야 한다.
- 2) 확인 항목
 - 온실가스 업무 절차에 대한 표준화 및 책임권한
 - 온실가스 관련 문서 및 기록의 체계적인 관리 체계
 - 온실가스 관련 업무 수행자에 대한 교육훈련 관리체계
 - 온실가스 관리 업무의 지속적 개선을 위한 내부심사 체계 등

5. 검증결과 정리 및 검증보고서 작성

가. 수집된 증거 평가

- 1) 검증팀은 문서검토 및 현장검증 완료 후, 수집된 증거가 검증의견을 표명함에 있어 충분하고 적절한지를 평가하고,

2) 미흡한 경우에는 추가적인 증거수집 절차를 실시하여야 한다.

나. 오류의 평가

1) 검증팀에 의해 수집된 증거에 오류가 포함된 경우에는 그 오류의 영향을 평가해야 한다.

오류 발생분야	오류 점검시험 및 관리 방법	
입 력	<ul style="list-style-type: none"> 기록카운트 시험 유효 특성 시험 소실데이터 시험 	<ul style="list-style-type: none"> 한계 및 타당성 시험 오류 재보고 관리
변 환	<ul style="list-style-type: none"> 바탕시험 일관성 시험 	<ul style="list-style-type: none"> 한계 및 타당성 시험 마스터파일 관리
결 과	<ul style="list-style-type: none"> 결과분산 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 입/출력 시험

2) 측정기기의 불확도와 관련하여 다음과 같은 사항이 발견된 경우에는 배출량 산정에 끼치는 영향을 종합적으로 평가하여 검증보고서 상에 반영하여야 한다.

- 불확도 관리가 되지 않은 계량기를 사용한 경우
- 배출량 산정계획과 실제 모니터링 방법 간에 차이가 발생한 경우
 - 활동자료와 관련된 측정기기가 누락된 경우
 - 계획과 다른 측정기기를 사용하는 경우
 - 측정기기에 대한 불확도 관리(검교정 등)가 되지 않은 경우

다. 검증 결과의 정리

1) 검증팀은 문서검토 및 현장검증 결과 수집된 자료에 대한 평가를 완료한 후, 아래와 같이 분류하고 발견사항을 정리한다.

- 조치요구 사항 : 온실가스 산정지침 및 배출량 산정계획 작성 방법의 기준에 의거하여 적절하지 않은 발견사항

- 개선권고사항 : 온실가스 관련 데이터 관리 및 보고시스템의 개선 및 효율적인 운영을 위한 개선 요구사항(즉각적인 조치를 요구하지 않으며, 시스템의 정착 및 효율적 운영을 위해 조직 차원에서 개선활동을 추진할 수 있음)

라. 발견사항에 대한 시정조치 및 검증보고서 작성

- 1) 온실가스 산정지침 및 배출량 산정계획 작성 방법의 기준에 의거하여 적절하지 않은 '조치요구 사항'을 피검증자에 즉시 통보하여 수정조치를 요구하여야 한다
- 2) 개선 권고사항은 온실가스·에너지 산출 및 관리방안 개선을 위한 제언사항으로, 피검증자는 향후 지속적인 개선을 실시하여야 한다.
- 3) 검증팀장은 검증개요 및 내용, 검증과정에서 발견된 사항 및 그에 따른 조치내용 등을 고려한 최종 검증의견이 포함된 검증보고서를 작성하여야 한다.

6. 내부심의

가. 개요

- 1) 검증보고서 제출 이전에 검증기관은 검증절차 준수여부 및 검증결과에 대한 내부심의를 실시하여야 한다.
- 2) 검증팀은 내부심의에 필요한 자료를 내부심의팀에 제출하여야 하며, 내부심의를 종료되면 검증보고서를 제출하여야 한다.

나. 내부심의

- 1) 내부심의 확인사항
 - 검증계획의 적절성
 - 산정방법 검토의 적절성

- 모니터링 방법 등 정보확인의 적절성
- 검증의견의 적절성

7. 검증보고서 제출

- 검증기관은 검증의 보증수준이 합리적 보증 수준 이상이라고 판단되는 경우에 최종 검증보고서를 피검증자에게 제출하여야 한다.

[별표3]

온실가스 배출량 검증절차별 세부방법

1. 검증 개요 파악

가. 개 요

- 1) 피검증자의 사업장 운영현황, 공정 전반 및 온실가스 배출원 현황을 파악
- 2) 피검증자에게 검증 목적·기준·범위 고지 및 검증 세부일정 협의
- 3) 검증에 필요한 관련 문서자료 수집

나. 관련자료 수집

- 1) 피검증자의 사업장 현황 파악 및 주요 배출원 확인
 - 조직의 소유·지배구조 현황
 - 생산 제품·서비스 및 고객현황
 - 사용 원자재 및 사용 에너지
 - 사업장 공정, 설비현황
 - 주요 온실가스 배출원 및 측정장치 현황 및 위치
 - Tier3 산정방법론 또는 Tier3 매개변수(사업장 고유 배출계수, 발열량 등) 현황 등
- 2) 검증범위의 확인
 - 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법 및 배출량 산정계획 작성 지침에 따른 부지경계 식별 여부
 - 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법 및 배출량 산정계획 작성 지침에 따른 배출활동(직접·간접) 분류 및 파악 여부

- 산정 기간 중 할당대상업체 부지 및 설비의 변경이 발생한 경우 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법 및 배출량 산정계획 작성 지침에 따라 변경사항이 파악되었는지 여부

3) 온실가스 산정기준 및 데이터관리 시스템 확인

- 피검증자가 작성한 온실가스 산정기준에 대한 개요 및 데이터 관리시스템에 대한 개략적인 정보 입수
- 원자재 투입, 배출량 측정·기록 및 데이터 종합 등의 데이터 관리시스템 파악 및 기존 관리시스템(ERP 등)과의 연계현황 파악
- 데이터시스템을 운영·유지하는 조직구조 파악 등

2. 검증계획 수립

가. 개요

- 1) 검증 개요 파악을 바탕으로 온실가스 배출시설 관련 데이터 관리상의 취약점 및 중요한 불일치를 야기하는 불확도 또는 오류 발생 가능성을 평가함으로써 적절한 대응 절차를 결정하여야 한다.
- 2) 검증팀은 피검증자에 의해 발생하는 리스크를 평가하고, 그 정도에 따라 검증계획을 수립함으로써 전체적인 리스크를 낮은 수준으로 억제할 필요가 있다.
- 3) 문서검토 및 현장검증을 실시하기 전에 검증 의견을 도출하기 위하여 문서 및 현장에서 확인해야 할 데이터(활동자료, 매개변수 산정에 사용된 자료 및 방문해야 할 사업장 등)의 종류, 데이터 샘플링 방법 및 검증방법에 대한 계획("데이터 샘플링 계획")을 수립하여야 한다.
- 4) 검증팀장은 리스크 분석결과를 바탕으로 문서검토 및 현장에서 확인할 데이터와 검증대상, 적용할 검증기법, 실시 기간 및 데이터 샘플링 계획을 결정하여야 한다.

- 5) 검증팀장은 수립된 검증계획을 최소 1주일 전에 피검증자에 통보함으로써 효율적인 문서검토 및 현장검증이 실시될 수 있도록 해야 한다.
- 6) 검증팀장은 업무의 진척 상황 및 새로운 사실의 발견 등 검증의 실시과정에서 최초의 상황과 변경된 경우 검증계획을 수정할 수 있다.

나. 리스크 분석

1) 리스크의 분류

- 피검증자에 의해 발생하는 리스크
 - 고유리스크 : 검증대상의 업종 자체가 가지고 있는 리스크(업종의 특성 및 산정방법의 특수성 등)
 - 통제리스크 : 검증대상 내부의 데이터 관리구조상 오류를 적발하지 못할 리스크
- 검증팀의 검증 과정에서 발생하는 리스크
 - 검출리스크 : 검증팀이 검증을 통해 오류를 적발하지 못할 리스크

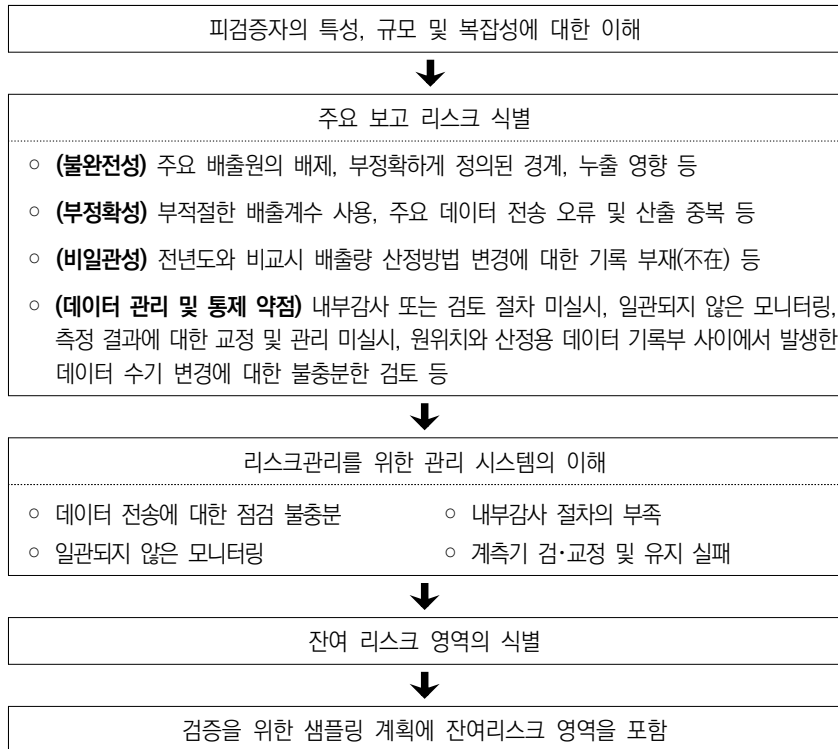
2) 리스크 평가

- 명세서 등의 중요한 오류 가능성 및 주무관청이 검토한 배출량 산정계획과 관련된 부적합 리스크를 평가하기 위하여 다음의 사항 등을 고려하여야 한다.
- 리스크 평가시 고려 사항
 - 배출량의 적절성 및 배출시설에서 발생하는 온실가스 비율
 - 경영시스템 및 운영 상의 복잡성
 - 데이터 흐름, 관리시스템 및 데이터 관리환경의 적절성
 - 주무관청이 검토한 배출량 산정계획
 - 이전 검증 활동으로부터의 관련 증거

- 검증팀장은 리스크 평가 결과를 검증 체크리스트에 기록하고, 그 사항을 현장 검증시 중점적으로 확인하거나, 객관적 자료를 확보하여 중요한 오류가 발생하지 않음을 확인하여야 한다.

다. 데이터 샘플링¹⁾ 계획의 수립

1) 데이터 샘플링 계획을 수립하기 위한 방법론 - 리스크 기반 접근법



2) 데이터 샘플링 계획 수립시 고려사항

- 보증수준
 - 이 지침에 따라 검증기관은 "합리적 보증수준"이 가능하도록 데이터 샘플링 계획을 수립하여야 한다.
- 검증범위 및 검증기준
 - 업체 전체 배출량의 5% 미만이며, 유사한 공정 및 배출시설을 가진 사업장을 다수 보유한 경우, 전체 사업장 수에 제공근을 하여 산출된 숫자를 최소한의 방문사이트에 대한 샘플 수로 산정하여 진행할 수 있다.
 - 주요배출시설(온실가스 배출량의 총량 대비 누적합계가 100분의 95를 차지하는 배출시설), 2-라-2)에 해당하는 경우 및 리스크 분석 결과 오류 발생 가능성이 높게 평가된 항목에 대하여 샘플 수를 늘리는 등 우선적으로 샘플링 계획에 반영하여야 한다.
- 검증의견을 도출하기 위해 필요한 증거의 양 및 유형
 - 전체 데이터를 확인하기 어려운 경우 데이터의 종류와 분포상황을 분석하여 모집단을 대표할 수 있도록 샘플을 추출하여야 한다.
 - 만약, 추출한 데이터 검토 결과 오류가 발견되지 않을 시에는 확인을 마무리할 수 있으나, 오류가 발견될 경우 계산의 정확도를 확인하기 위하여 샘플 수를 확대하여 추가적인 확인을 실시하여야 한다.
- 잠재적 오류, 누락 또는 허위 진술 등의 리스크
 - 데이터 관리시스템이 효율적일수록 리스크가 줄어들어 추출해야 할 샘플 수가 줄어들며, 데이터의 수작업 전환 등 리스크 발생 가능성이 높은 부분일수록 검증되어야 할 데이터의 샘플 수는 증가한다.

1) 검증기간의 제한 및 자료의 방대함으로 인해 전체 자료를 확인하기 어려운 경우, 각 자료들의 모집단을 충분히 대표할 수 있도록 표본을 추출하는 것을 말한다.

라. 검증계획의 수립

1) 검증팀장은 아래 항목을 포함한 검증계획을 수립하여야 한다.

- 검증대상·검증 관점, 검증 수행방법 및 검증절차
- 데이터 샘플링 계획
- 정보의 중요성
- 현장검증 단계에서의 인터뷰 대상 부서 또는 담당자
- 현장검증을 포함한 검증 일정 등

2) 현장검증 등 세부일정 협의

- 파악된 조직구조 및 배출원을 바탕으로 피검증자의 주관부서장과 협의하여 현장검증 실시 일정 및 검증대상 항목을 협의한다.
- 단, 현장검증 일정은 문서검토 결과에 따라 추후에 조정 가능하다.

3) 검증대상과 검증관점

검증대상	검증관점	개 요
배출원	적절성	주무관청이 검토한 배출량 산정계획 및 배출량 산정계획 작성 지침에서 정한 범위에 존재하는 배출시설의 포함 여부
	완전성	모든 배출시설의 포함 여부
산정식	적절성	해당 배출시설별 적절한 산정식 사용 여부
활동데이터	적절성	적합한 산정식 및 Tier 적용 여부
	정확성	측정·집계 및 데이터 처리의 정확성 여부, 계산의 정확성 여부
	완전성	모든 활동자료의 포함 여부
매개변수 (배출계수, 발열량 등)	적절성	해당 산정식 및 Tier에 적절한 계수 적용 여부
	정확성	측정·집계 및 데이터 처리의 정확성 여부, 계산의 정확성 여부
	완전성	모든 매개변수 포함 여부
계 산	정확성	계산의 정확성 여부

4) 검증 기법

기 법	개 요
열 램	문서와 기록을 확인
실 사	측정기기 등을 통해 수집된 데이터 및 정보 등 확인
관 찰	업무 처리과정과 절차를 확인
인터뷰	검증대상의 책임자 및 담당자 등에 질의, 설명 또는 응답을 요구(외부 관계자에 대한 인터뷰도 포함)
재계산	기록과 문서의 정확성을 판단하기 위하여 검증심사원이 직접 계산하고 확인
분 석	온실가스 활동자료 상호간 또는 기타 데이터 사이에 존재하는 관계를 활용하여 추정치를 산정하고, 추정치와 산출량을 비교·검토
역추적	대표적인 자료 혹은 배출시설의 배출량을 선택하여 원시 데이터의 발생부터 배출량 산정까지의 흐름을 근거자료로써 추적

3. 문서검토

가. 개 요

- 1) 개요파악 과정에서 확인된 배출활동 관련 정보, 피검증자의 온실가스 산정기준 및 명세서/배출량 산정계획에 대한 정밀한 분석
- 2) 온실가스 데이터 및 정보 관리에 있어 취약점이 발생할 수 있는 상황을 식별하고, 오류 발생 가능성 및 불확도 등을 파악

나. 온실가스 산정기준 평가

- 1) 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법의 기준 이행 여부 및 배출량 산정계획 준수 여부를 확인한다.
- 2) 동 과정에서 발견된 특이사항 및 부적합 사항에 대하여 검증 체크리스트에 기록하고, 검증보고서에 반영하여야 한다.

3) 관련 확인 항목

- 배출활동별 운영경계 분류 상태
- 배출량 산정방법
- 적절한 매개변수 사용 여부
- 데이터 관리시스템
- 배출량 산정계획에 따른 관련 데이터 모니터링 실시 여부
- 데이터 품질관리 방안 등

다. 명세서 평가 및 주요 배출원 파악

- 1) 검증팀은 피검증자가 작성한 명세서 등에 대하여 다음 사항을 파악하여야 한다.
 - 온실가스 배출시설 및 흡수원 파악
 - 온실가스 산정기준(주무관청이 검토한 배출량 산정계획 등)과의 부합성 등
 - 온실가스 활동자료의 선택 및 수집에 대한 타당성
 - 온실가스 배출계수 선택에 대한 타당성
 - 계산법에 의한 배출량 산정방법 및 결과의 정확성
 - 실측법에 의한 배출량 산정시 관련 측정기 형식승인서 및 정도검사 실시 합격 여부 확인
- 2) 검증팀은 주요배출시설(온실가스 배출량의 총량 대비 누적합계가 100분의 95를 차지하는 배출시설)의 데이터를 식별하여 구분 관리한다. 주요배출시설의 경우 현장검증 시 검증시간 배분 등에 우선적으로 반영한다.

라. 데이터 관리 및 보고시스템 평가

- 1) 검증팀은 피검증자의 온실가스 배출시설 관련 데이터 산출·수집·가공, 보고 과정에서 사용되는 방법 및 책임권한을 파악하고, 데이터 관리과정에서 발생할 수 있는 중요한 리스크를 산출한다.
- 2) 검증팀은 아래에 해당되는 사항이 있을 경우 주요 리스크가 발생할 가능성이 높은 것으로 판단하여 현장검증 시 검증시간 배분 등에 우선적으로 반영하여야 한다.
 - 데이터 산출 및 관리시스템이 문서화되지 않은 경우
 - 데이터 관리 업무의 책임 권한이 명확히 이루어지지 않은 경우
 - 별도의 정보시스템을 사용하여 배출량 등의 산정에 필요한 데이터를 따로 만든 경우

※ 예를 들어 배출량 정보시스템이 조직의 일반 자산관리시스템과 분리된 경우 등이 있다.

 - 산정, 분석, 확인, 보고 업무가 분리되지 않고 동일한 인원에 의해 수행될 경우

마. 전년 대비 운영상황 및 배출시설의 변경사항 확인 및 반영

- 1) 검증팀은 피검증자의 전년도 명세서 등과 비교하여 조직의 운영상황 및 배출시설·배출량 데이터의 변경 사항 등을 파악하여 주요 리스크가 예상되는 부분을 식별하여 현장검증 시 검증시간 배분 등에 반영한다.
- 2) 관련 항목
 - 장비, 시설의 신축 또는 폐쇄 등 변경사항
 - 모니터링 및 보고과정의 변경사항
 - 배출시설 및 배출량의 변경사항
 - 데이터 관리시스템 및 품질관리 절차 변경사항

- 이전 년도 검증보고서에 언급된 개선 요구사항 등

바. 피검증자에 대한 시정조치 요구

- 1) 검증팀장은 상기의 문서검토 과정에서 발견된 문제점 및 보완이 필요한 사항을 피검증자에게 통보하고 관련 자료 및 추가적인 설명을 요구하여야 한다.
- 2) 동 과정을 통해 확인되지 않은 사항은 검증계획 수립 시 반영하여 현장검증을 통해 확인할 수 있도록 하여야 한다.

4. 현장검증

가. 개 요

- 1) 검증팀은 피검증자가 명세서 등에 작성한 내용과 관련 근거 데이터 등의 정확성을 확인하기 위하여 사전에 수립된 검증계획에 따라 현장검증을 실시한다.
- 2) 리스크 분석결과 중대한 오류가 예상되는 부분을 집중적으로 확인함으로써 정해진 기간 내에 검증의 신뢰성을 확보할 수 있도록 하여야 한다.
- 3) 현장검증 과정에서 발견된 사항은 객관적 증거를 확보한 후, 검증 체크리스트에 기록한다.

나. 배출량 산정계획과 현장과의 일치성 확인

- 1) 검증팀은 피검증자가 배출량 산정계획과 현장이 일치하게 모니터링 및 불확도 관리를 실시하고 있는 지 여부를 확인하여야 한다.
- 2) 동 과정에서 발견된 특이사항 및 부적합 사항에 대하여 검증 체크리스트에 기록하고, 검증보고서에 반영하여야 한다.

다. 데이터 검증

- 1) 활동자료 추적검증

- 해당연도 피검증자의 회계자료 등의 검토를 통해 전력·스팀·유류·가스의 구매량, 재고 관리기록, 유류·가스 배달기록부 및 전력량 확인

- 해당되는 경우, 생산 데이터 또는 물질수지를 맞추기 위한 원료 소비 데이터

※ 생산된 물질의 무게 및 부피, 생산된 전력량, 공정가동일지 및 원료, 구매전표, 배달기록부 등

2) 활동자료 샘플링

- 샘플링 계획에 따라 추출된 데이터의 정확성 여부를 확인한다.

3) 단위 발열량, 배출계수 등의 검증

- 배출량 산정계획과 명세서상의 매개변수 일치 여부
- 명세서에 기재된 연료, 폐기물 등의 실태 여부
- 피검증자가 자체 개발한 배출계수의 타당성 여부
- 물질(유류, 가스, 투입된 화학물질 등)성분 분석기록 등 배출계수 및 배출량 산정에 사용된 근원데이터 및 분석결과 기록의 적절성 및 정확성 확인 등

4) 데이터 품질관리 상태 확인

- 샘플링 계획에 따른 데이터 샘플링을 통해 현장에서 취합된 데이터 처리의 정확성 및 신뢰성 확인

5) 모니터링 유형에 따른 검토사항

모니터링 유형	주요 검토사항
구매기준	<ul style="list-style-type: none"> • 신뢰할 수 있는 원장 데이터의 근거 • 데이터 처리의 정확성 • 데이터 측정방법 및 출처의 변경 • 데이터 수집기간과 산정기간의 일치 여부 • 재고량의 변화 등

모니터링 유형	주요 검토사항
실측기준	<ul style="list-style-type: none"> • 계측기의 검교정 상태 • 배출량 산정계획과 동일한 측정방법의 사용 여부 • 기록의 정확성/단위 조작의 적절성/ 유효숫자의 처리 등
근 사 법	<ul style="list-style-type: none"> • 배출량 산정계획과 동일한 계산방법 사용 • 기초 데이터의 적절성, 합리성 등

라. 측정기기 검교정 관리

- 1) 검증팀은 현장에서 사용되고 있는 모니터링 및 측정장비의 검교정 관리상태를 확인하여야 한다.
- 2) 확인 항목
 - 측정장비별 검교정 관리기준 및 검교정 주기
 - 검교정 책임과 권한
 - 측정장비 고장시 데이터 관리방안
 - 검교정기록(검교정 성적서 등) 관리방안
 - 검교정결과가 규정된 불확도를 만족하는지 여부 등

마. 시스템 관리상태 확인

- 1) 검증팀은 검증대상의 온실가스 관리업무가 지속적으로 운영됨을 확인하여야 한다.
- 2) 확인 항목
 - 온실가스 업무 절차에 대한 표준화 및 책임권한
 - 온실가스 관련 문서 및 기록의 체계적인 관리 체계
 - 온실가스 관련 업무 수행자에 대한 교육훈련 관리체계
 - 온실가스 관리 업무의 지속적 개선을 위한 내부심사 체계 등

바. 이전 검증결과 및 변경사항 확인

- 1) 검증팀은 이전년도 명세서 및 검증보고서 자료를 참고하여 중요한 배출시설 변화요인, 온실가스 배출량 등의 변화상태 및 기타 확인이 필요한 변경사항을 확인하고 이에 따른 배출량 등의 변화가 타당하게 반영되어 있는지 확인하여야 한다.

5. 검증결과와 정리 및 검증보고서 작성

가. 수집된 증거 평가

- 1) 검증팀은 문서검토 및 현장검증 완료 후, 수집된 증거가 검증의견을 표명함에 있어 충분하고 적절한지를 평가하고,
- 2) 미흡한 경우에는 추가적인 증거수집 절차를 실시하여야 한다.

나. 오류의 평가

- 1) 검증팀에 의해 수집된 증거에 오류가 포함된 경우에는 그 오류의 영향을 평가해야 한다.

오류 발생분야	오류 점검시험 및 관리 방법	
입 력	<ul style="list-style-type: none"> • 기록카운트 시험 • 유효 특성 시험 • 소실데이터 시험 	<ul style="list-style-type: none"> • 한계 및 타당성 시험 • 오류 재보고 관리
변 환	<ul style="list-style-type: none"> • 바탕시험 • 일관성 시험 	<ul style="list-style-type: none"> • 한계 및 타당성 시험 • 마스터파일 관리
결 과	<ul style="list-style-type: none"> • 결과분산 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 입/출력 시험

- 2) 측정기기의 불확도와 관련하여 다음과 같은 사항이 발견된 경우에는 배출량 산정에 끼치는 영향을 종합적으로 평가하여 검증보고서 상에 반영하여야 한다.
 - 불확도 관리가 되지 않은 계량기를 사용한 경우

- 배출량 산정계획과 실제 모니터링 방법 간에 차이가 발생한 경우
 - 활동자료와 관련된 측정기기가 누락된 경우
 - 계획과 다른 측정기기를 사용하는 경우
 - 측정기기에 대한 불확도 관리(검교정 등)가 되지 않은 경우
- 3) 샘플링된 데이터에서 오류를 발견한 경우에는 실제 데이터에도 동일한 오류(잠재적 오류)가 있을 수 있으므로, 잠재오류가 허용 가능한 수준으로 낮아질 때까지 점검을 통해 수정을 요구한다.

다. 중요성 평가

- 1) 중요성의 양적 기준치는 할당대상업체의 배출량 수준에 따라 차등화한다.
- 2) 총 배출량이 500만 tCO₂ eq 이상인 할당대상업체는 총 배출량의 2.0%, 50만 tCO₂ eq 이상 500만 tCO₂ eq 미만인 할당대상업체에서는 총 배출량의 2.5%, 50만 tCO₂ eq 미만인 할당대상업체는 총 배출량의 5.0%로 한다.

라. 검증 결과의 정리

- 1) 검증팀은 문서검토 및 현장검증 결과 수집된 자료에 대한 평가를 완료한 후, 아래와 같이 분류하고 발견사항을 정리한다.
 - 조치요구 사항 : 온실가스 배출량과 에너지 소비량, 그리고 이들의 산정에 영향을 미치는 오류로서 총배출량 산정에 직접적인 영향을 끼칠 수 있는 발견사항
 - 개선권고사항 : 온실가스 관련 데이터 관리 및 보고시스템의 개선 및 효율적인 운영을 위한 개선 요구사항(즉각적인 조치를 요구하지 않으며, 시스템의 정착 및 효율적 운영을 위해 조직 차원에서 개선활동을 추진할 수 있음)

마. 발견사항에 대한 시정조치 및 검증보고서 작성

- 1) 온실가스 배출량과 에너지 소비량, 그리고 이들의 산정에 영향을 미치는 오류로서 온실가스 총 배출량 산정에 직접적인 영향을 끼치는 '조치요구 사항'을 피검증자에 즉시 통보하여 수정조치를 요구하여야 한다.
- 2) 개선 권고사항은 온실가스·에너지 산출 및 관리방안 개선을 위한 제언사항으로, 피검증자는 향후 지속적인 개선을 실시하여야 한다.
- 3) 검증팀장은 검증개요 및 내용, 검증과정에서 발견된 사항 및 그에 따른 조치내용 등을 고려한 최종 검증의견이 포함된 검증보고서를 작성하여야 한다.

6. 내부심의

가. 개요

- 1) 검증보고서 제출 이전에 검증기관은 검증절차 준수여부 및 검증결과에 대한 내부심의를 실시하여야 한다.
- 2) 검증팀은 내부심의를 필요한 자료를 내부심의팀에 제출하여야 하며, 내부심이가 종료되면 검증보고서를 제출하여야 한다.

나. 내부심의

- 1) 내부심의 확인사항
 - 검증계획의 적절성
 - 산정방법 검토의 적절성
 - 활동자료 등 정보확인의 적절성
 - 검증의견의 적절성

7. 검증보고서 제출

- 검증기관은 검증의 보증수준이 합리적 보증 수준 이상이라고 판단되는 경우에 최종 검증보고서를 피검증자에게 제출하여야 한다.

[별표4]

외부사업 온실가스 감축량 검증절차

절 차	개 요	수행주체
1 단계	검증개요 파악 ↓	검증팀 + 피검증자
	검증계획 수립 ↓	검증팀 + 피검증자
2 단계	문서검토 ↓	검증팀 + 피검증자
	현장검증 ↓	검증팀 + 피검증자
3 단계	검증결과 정리 및 평가 ↓	검증팀
	내부심의 ↓	내부 심의팀
	검증보고서 제출	검증팀

[별표5]

외부사업 온실가스 감축량 검증절차별 세부 방법

1. 검증 개요 파악

가. 개 요

- 1) 피검증자의 외부사업 운영현황, 공정 및 온실가스 배출원 현황을 파악
- 2) 피검증자에게 검증 목적·기준·범위 고지 및 검증 세부일정 협의
- 3) 검증에 필요한 관련 문서자료 수집

나. 관련자료 수집

- 1) 피검증자의 외부사업 현황 파악
 - 외부사업의 사업경계 현황
 - 사용 원자재 및 사용 에너지
 - 외부사업 공정, 설비현황
 - 주요 모니터링 측정장치 현황 및 위치 등
- 2) 검증범위의 확인
 - 적용 방법론 및 사업계획서에 따른 부지경계 식별 여부
 - 적용 방법론 및 사업계획서에 따른 배출활동(베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량) 분류 및 파악 여부
 - 산정 기간 중 할당대상업체 부지 및 설비의 변경이 발생한 경우 사업계획서에 변경사항이 파악 및 반영되었는지 여부
- 3) 외부사업 온실가스 감축량 산정기준 및 데이터관리 시스템 확인
 - 피검증자가 작성한 외부사업 온실가스 감축량 산정기준에 대한 개요 및 데이터 관리시스템에 대한 개략적인 정보 입수

- 원자재 투입, 배출량 측정·기록 및 데이터 종합 등의 데이터 관리시스템 파악 및 기존 관리시스템(ERP 등)과의 연계현황 파악
- 데이터시스템을 운영·유지하는 조직구조 파악 등

2. 검증계획 수립

가. 개요

- 1) 검증 개요 파악을 바탕으로 모니터링 측정 요소별 데이터 관리 상의 취약점 및 중요한 불일치를 야기하는 불확도 또는 오류 발생 가능성을 평가함으로써 적절한 대응 절차를 결정하여야 한다.
- 2) 검증팀은 피검증자에 의해 발생하는 리스크를 평가하고, 그 정도에 따라 검증계획을 수립함으로써 전체적인 리스크를 낮은 수준으로 억제할 필요가 있다.
- 3) 문서검토 및 현장검증을 실시하기 전에 문서 및 현장에서 확인해야 할 데이터(활동자료, 매개변수 산정에 사용된 자료 등)의 종류, 데이터 샘플링 방법 및 검증방법에 대한 계획("데이터 샘플링 계획")을 수립하여야 한다.
- 4) 검증팀장은 리스크 분석결과를 바탕으로 문서 및 현장에서 확인할 데이터와 검증대상, 적용할 검증기법, 실시 기간 및 데이터 샘플링 계획을 결정하여야 한다.
- 5) 검증팀장은 수립된 검증계획을 최소 1주일 전에 피검증자에 통보함으로써 효율적인 문서검토 및 현장검증이 실시될 수 있도록 해야 한다.
- 6) 검증팀장은 업무의 진척 상황 및 새로운 사실의 발견 등 검증의 실시과정에서 최초의 상황과 변경된 경우 검증계획을 수정할 수 있다.

나. 리스크 분석

1) 리스크의 분류

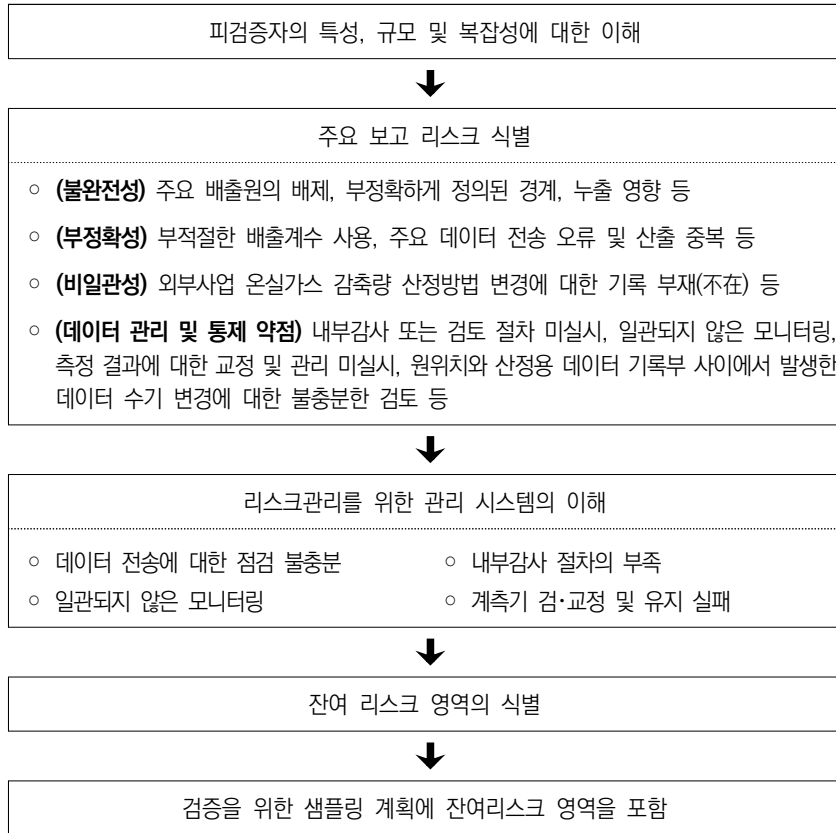
- 피검증자에 의해 발생하는 리스크
 - 고유리스크 : 검증대상의 사업 자체가 가지고 있는 리스크(사업의 특성 및 산정방법의 특수성 등)
 - 통제리스크 : 검증대상 내부의 데이터 관리구조상 오류를 적발하지 못할 리스크
- 검증팀의 검증 과정에서 발생하는 리스크
 - 검출리스크 : 검증팀이 검증을 통해 오류를 적발하지 못할 리스크

2) 리스크 평가

- 모니터링 보고서 등의 중요한 오류 가능성 및 적용 방법론 및 사업계획서와 관련된 부적합 리스크를 평가하기 위하여 다음의 사항 등을 고려하여야 한다.
- 리스크 평가시 고려 사항
 - 외부사업 온실가스 감축량의 적절성
 - 경영시스템 및 운영 상의 복잡성
 - 데이터 흐름, 관리시스템 및 데이터 관리환경의 적절성
 - 적용 방법론 및 사업계획서
 - 이전 검증 활동으로부터의 관련 증거
- 검증팀장은 리스크 평가 결과를 외부사업 온실가스 감축량 검증 체크리스트에 기록하고, 그 사항을 현장 검증시 중점적으로 확인하거나, 객관적 자료를 확보하여 중요한 오류가 발생하지 않음을 확인하여야 한다.

다. 데이터 샘플링²⁾ 계획의 수립

1) 데이터 샘플링 계획을 수립하기 위한 방법론 - 리스크 기반 접근법



2) 검증기간의 제한 및 자료의 방대함으로 인해 전체 자료를 확인하기 어려운 경우, 각 자료들의 모집단을 충분히 대표할 수 있도록 표본을 추출하는 것을 말한다.

2) 데이터 샘플링 계획 수립시 고려사항

- 검증의견을 도출하기 위해 필요한 증거의 양 및 유형
 - 전체 데이터를 확인하기 어려운 경우 데이터의 종류와 분포상황을 분석하여 모집단을 대표할 수 있도록 샘플을 추출하여야 한다.
 - 만약, 추출한 데이터 검토 결과 오류가 발견되지 않을 시에는 확인을 마무리할 수 있으나, 오류가 발견될 경우 계산의 정확도를 확인하기 위하여 샘플 수를 확대하여 추가적인 확인을 실시하여야 한다.
- 잠재적 오류, 누락 또는 허위 진술 등의 리스크
 - 데이터 관리시스템이 효율적일수록 리스크가 줄어들어 추출해야 할 샘플 수가 줄어들며, 데이터의 수작업 전환 등 리스크 발생 가능성이 높은 부분일수록 검증되어야 할 데이터의 샘플 수는 증가한다.

라. 검증계획의 수립

1) 검증팀장은 아래 항목을 포함한 검증계획을 수립하여야 한다.

- 검증대상·검증 초점, 검증 수행방법 및 검증절차
- 데이터 샘플링 계획
- 정보의 중요성
- 현장검증 단계에서의 인터뷰 대상 부서 또는 담당자
- 현장검증을 포함한 검증 일정 등

2) 현장검증 등 세부일정 협의

- 파악된 조직구조 및 배출원을 바탕으로 피검증자의 주관부서장과 협의하여 현장검증 실시 일정 및 검증대상 항목을 협의한다.
- 단, 검증계획 수립 및 문서검토 결과에 따라 추후에 조정 가능하다.

3) 검증대상과 검증초점

검증대상	초점	개 요
배출원	적절성	적용 방법론 및 사업계획서에서 정한 범위에 존재하는 모니터링 측정요소의 포함 여부
	완전성	모든 모니터링 측정요소의 포함 여부
산정식	적절성	적용 방법론에 따른 적절한 산정식 사용 여부
활동데이터	적절성	적합한 산정식 적용 여부
	정확성	측정·집계 및 데이터 처리의 정확성 여부
	완전성	모든 활동자료의 포함 여부
계 수	적절성	해당 산정식에 적절한 계수 적용 여부
계 산	정확성	계산의 정확성 여부

4) 검증 기법

기 법	개 요
열 램	문서와 기록을 확인
실 사	측정기기 등을 통해 수집된 데이터 및 정보 등 확인
관 찰	업무 처리과정과 절차를 확인
인터뷰	검증대상의 책임자 및 담당자 등에 질의, 설명 또는 응답을 요구(외부 관계자에 대한 인터뷰도 포함)
재계산	기록과 문서의 정확성을 판단하기 위하여 검증심사원이 직접 계산하고 확인
분 석	온실가스 활동자료 상호간 또는 기타 데이터 사이에 존재하는 관계를 활용하여 추정치를 산정하고, 추정치와 산출량을 비교·검토
역추적	대표적인 자료 혹은 배출시설의 배출량을 선택하여 원시 데이터의 발생부터 배출량 산정까지의 흐름을 근거자료로써 추적

3. 문서검토

가. 개 요

- 1) 개요파악 과정에서 확인된 배출활동 관련 정보, 피검증자의 적용 방법론 및 사업계획서에 대한 정밀한 분석을 통하여
- 2) 온실가스 데이터 및 정보 관리에 있어 취약점이 발생할 수 있는 상황을 식별하고, 오류 발생 가능성 및 불확도 등을 파악

나. 사업계획서와 적용 방법론의 기준 이행 여부 평가

- 1) 적용 방법론이 적용된 사업계획서의 기준 이행 여부를 확인한다.
- 2) 동 과정에서 발견된 특이사항 및 부적합 사항에 대하여 외부사업 온실가스 감축량 검증 체크리스트에 기록하고, 검증보고서에 반영하여야 한다.

3) 관련 확인 항목

- 외부사업 온실가스 감축량 산정방법
- 적절한 매개변수 사용 여부
- 데이터 관리시스템
- 적용 방법론 및 사업계획서에 따른 관련 데이터 모니터링 실시 여부
- 데이터 품질관리 방안 등

다. 모니터링 보고서 평가 및 주요 배출원 파악

- 1) 검증팀은 피검증자가 작성한 모니터링 보고서 등에 대하여 다음 사항을 파악하여야 한다.
 - 외부사업 온실가스 감축 시설 및 흡수원 파악
 - 온실가스 산정기준(적용 방법론 및 사업계획서 등)과의 부합성 등
 - 온실가스 활동자료의 선택 및 수집에 대한 타당성

- 온실가스 배출계수 선택에 대한 타당성
- 계산법에 의한 배출량 산정방법 및 결과의 정확성

라. 데이터 관리 및 보고시스템 평가

- 1) 검증팀은 피검증자의 외부사업 온실가스 감축 시설 관련 데이터 산출·수집·가공, 보고 과정에서 사용되는 방법 및 책임권한을 파악하고, 데이터 관리과정에서 발생할 수 있는 중요한 리스크를 산출한다.
- 2) 검증팀은 아래에 해당되는 사항이 있을 경우 주요 리스크가 발생할 가능성이 높은 것으로 판단하여 현장검증 시 검증시간 배분 등에 우선적으로 반영하여야 한다.
 - 데이터 산출 및 관리시스템이 문서화되지 않은 경우
 - 데이터 관리 업무의 책임 권한이 명확히 이루어지지 않은 경우
 - 별도의 정보시스템을 사용하여 외부사업 온실가스 감축량 등의 산정에 필요한 데이터를 따로 만든 경우
 - ※ 예를 들어 감축량 정보시스템이 조직의 일반 자산관리시스템과 분리된 경우 등이 있다.
 - 산정, 분석, 확인, 보고 업무가 분리되지 않고 동일한 인원에 의해 수행될 경우

마. 운영상황 및 외부사업 온실가스 감축 시설의 변경사항 확인 및 반영

- 1) 검증팀은 피검증자의 이전 모니터링 보고서 및 검증보고서 등과 비교하여 조직의 운영상황 및 외부사업 온실가스 감축 시설·감축량 데이터의 변경 사항 등을 파악하여 주요 리스크가 예상되는 부분을 식별하여 현장검증 시 검증시간 배분 등에 우선적으로 반영한다.
- 2) 관련 항목
 - 사업계획서와 적용 방법론으로부터의 일시적 변경이 발생한 경우
 - 단순한 수정

- 피검증자가 사업유효기간의 시작일의 변경을 원할 경우 보수적인 방법에 따라서 제안된 변경이 발생한 경우
- 사업계획서 및 적용 방법론과의 영구적인 변경이 발생한 경우
- 등록된 사업계획의 변경이 발생한 경우
- 이전 년도 검증보고서에 언급된 개선 요구사항 등

바. 피검증자에 대한 시정조치 요구

- 1) 검증팀장은 상기의 문서검토 과정에서 발견된 문제점 및 보완이 필요한 사항을 피검증자에게 통보하고 관련 자료 및 추가적인 설명을 요구하여야 한다.
- 2) 동 과정을 통해 확인 되지 않은 사항은 현장검증 시 검증시간 배분 등에 우선적으로 반영하여 확인할 수 있도록 하여야 한다.

4. 현장검증

가. 개 요

- 1) 검증팀은 피검증자가 명세서 등에 작성한 내용과 관련 근거 데이터 등의 정확성을 확인하기 위하여 사전에 수립된 검증계획에 따라 현장검증을 실시한다.
- 2) 리스크 분석결과 중대한 오류가 예상되는 부분을 집중적으로 확인함으로써 정해진 기간 내에 검증의 신뢰성을 확보할 수 있도록 하여야 한다.
- 3) 현장검증 과정에서 발견된 사항은 객관적 증거를 확보한 후, 외부사업 온실가스 감축량 검증 체크리스트에 기록한다.

나. 사업계획에 따른 사업의 이행 여부 확인

- 1) 검증팀은 현장의 활동이 사업계획서에서 설명되어 있는 대로 이행되고 있는지 확인하여야 한다.

- 2) 검증팀은 현장의 활동에 대한 일부 변경사항이 발생하였을 경우 사업계획서의 변경여부를 판단하고, 변경 사항이 미미한 경우 관련 법령의 요구사항을 준수하고 있는지 확인하여야 한다.
- 3) 검증팀은 사업계획에 따른 사업의 이행이 이루어지지 않을 경우 피검증자에게 시정조치를 요구하여야 한다.

다. 적용 방법론에 따른 모니터링 계획의 준수 여부 확인

- 1) 검증팀은 사업계획서에 따라서 외부사업 온실가스 감축사업이 실행되고 있는지 확인하고, 적용 방법론에서 제시한 방법과 적합하게 실행되고 있는지를 확인하여야 한다.
- 2) 검증팀은 적용 방법론에 따른 모니터링 계획의 준수가 이루어지지 않을 경우 피검증자에게 시정조치를 요구하여야 한다.

라. 사업계획서에 따른 모니터링 이행 여부 확인

- 1) 검증팀은 외부사업 온실가스 감축량과 관련된 모니터링 측정 요소가 사업계획서 또는 변경이 승인된 사업계획서에 따라서 실행되고 있는지 여부를 확인하여야 한다.
- 2) 검증팀은 사업계획서가 피검증자에 의해 현장에서 적절히 실행되어지고 있는지를 확인하여야 한다.
- 3) 검증팀은 사업계획서에서 언급되어 지는 모든 요소들이 측정 및 관리되고 이용할 수 있도록 지속적으로 유지관리 되는지 다음과 같은 사항들을 확인하여야 한다.
 - 사업 배출량 관련 인자
 - 베이스라인 배출량 관련 인자
 - 누출량 관련 인자
- 4) 검증팀은 사업계획서, 적용 방법론, 관련 법령, 제조사가 제공한 사양에 따라 모니터링을 위한 장비들이 관리되고 교정되고 있는지

확인하여야 한다.

- 5) 검증팀은 모니터링에 의해 수집된 데이터들이 승인된 주기에 따라 지속적으로 기록되고 있는지 확인
- 6) 검증팀은 사업계획서에 따른 모니터링 이행이 이루어지지 않을 경우 피검증자에게 시정조치를 요구하여야 한다.

마. 데이터 검증 및 온실가스 감축량(흡수량) 산정 확인

- 1) 검증팀은 사업계획서 및 적용 방법론에 제시된 교정주기에 따라 피검증자가 수행하였는지를 확인하여야 한다.
- 2) 검증팀은 검증 중 일부 모니터링 기간 동안 교정 주기를 지나서도 교정하지 않은 기간이 존재한다면, 감축량이 보수적으로 계산하였는지 확인하여야 한다.
 - 실제 지연된 교정의 결과가 측정 장비의 오작동에 의한 결과가 아니며, 그 오류가 최대허용오차보다 작다면 계획된 교정날짜와 실제 교정날짜 사이의 기간 동안 측정된 값은 최대허용오차를 적용하여 보수적으로 계산 여부
 - 측정 장비의 오류가 최대허용오차를 초과하였다면, 지연된 교정 시험에서 확인된 오류를 적용하여 보수적으로 계산 여부
- 3) 외부사업 온실가스 감축량에 대한 오류가 다음과 같이 보정되었는지 확인하여야 한다.
 - 지연된 교정기간 동안의 측정값은 보수적인 방법을 적용하여 보정된 값으로 외부사업 감축량을 계산
 - 계획된 교정날짜와 실제 교정날짜 사이 기간에 모든 측정된 값에 대해 보정이 적용되었는지 여부
- 4) 검증팀은 지연된 교정결과를 이용할 수 없는 경우 또는 교정이 검증 시점에서도 시행되지 않은 경우, 검증기관은 피검증자에게 요구되는

교정을 수행할 것을 요청해야 한다. 그리고 피검증자가 외부사업 온실가스 감축량을 계산함에 있어 보수적인 방법으로 접근하였는지를 확인하여야 한다.

- 5) 검증팀은 적용 방법론, 사업계획서 및 관련 법령에 제시되어 있음에도 불구하고 피검증자가 교정주기에 따라 계측장비의 교정을 할 수 없을 경우에 대해 확인하여야 한다.
- 6) 검증팀은 적용 방법론, 사업계획서 및 관련 법령에 측정 장비에 대한 교정주기와 같은 어떠한 요구사항도 제시되어 있지 않은 경우, 계측장비관련 지침이나 제조사의 사양을 이용하여 교정주기를 결정하였는지 확인하여야 한다.
- 7) 검증팀은 적용 방법론에 맞게 외부사업 온실가스 감축량을 계산하였는지 여부를 다음과 같이 확인하여야 한다.
 - 해당 모니터링 기간 동안 수집된 모든 데이터를 이용하여 외부사업 온실가스 감축량을 확인하여야 한다.
 - 모니터링 보고서에 포함된 감축량 관련 데이터를 로그시트, 인벤토리, 구매영수증 등과 같은 다른 정보를 이용하여 상호비교 하여야 한다.
 - 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량에 대한 계산이 사업계획서와 적용 방법론에서 설명하는 계수와 산정식 등에 따라서 계산되었는지 확인하여야 한다.
 - 검증기관은 배출량 계산에 사용된 추정치 합당하지 확인하여야 한다.
 - 검증기관은 적절한 배출계수 및 그 외의 논문 또는 전문서적 등에서 제시된 값이 적용 가능한 것인지 확인하여야 한다.
- 8) 검증팀은 데이터 검증 및 온실가스 감축량(흡수량) 산정이 적절하게 이루어지지 않을 경우 피검증자에게 시정조치를 요구하여야 한다.

바. 데이터 QA/QC 절차 확인

- 1) 검증팀은 품질관리(QC)/품질보증(QA) 절차는 사업계획서에 따라 적합하게 진행하고 있는지 확인

사. 온실가스 감축량의 타 제도에서의 중복 인증 여부 확인

- 1) 검증팀은 해당 외부사업이 타 감축사업의 등록 여부를 확인하여야 한다.
- 2) 검증팀은 해당 외부사업이 타 감축사업에 등록되었을 경우, 해당 사업의 실적 인정 여부를 확인하여 인정 받은 감축량 만큼을 제외하여야 한다.

5. 검증결과와 정리 및 검증보고서 작성

가. 수집된 증거 평가

- 1) 검증팀은 문서검토 및 현장검증 완료 후, 수집된 증거가 검증의견을 표명함에 있어 충분하고 적절한지를 평가하고,
- 2) 미흡한 경우에는 추가적인 증거수집 절차를 실시하여야 한다.

나. 검증 결과의 정리

- 1) 검증팀은 문서검토 및 현장검증 결과 수집된 자료에 대한 평가를 완료한 후, 아래와 같이 분류하고 발견사항을 정리한다.
 - **조치요구 사항** : 외부사업 온실가스 감축량 그리고 이들의 산정에 영향을 미치는 오류로서 총감축량 산정 및 데이터 정확성에 영향을 끼칠 수 있는 발견사항
 - **개선권고사항** : 즉각적인 조치를 요구하지는 않으나, 시스템의 정착 및 효율적인 운영을 위한 조직 차원의 개선활동

다. 발견사항에 대한 시정조치 및 검증보고서 작성

- 1) 외부사업 온실가스 감축량 그리고 이들의 산정에 영향을 미치는 오류로서 총감축량 산정 및 데이터 정확성에 영향을 미치는 '조치요구 사항'을 검증 대상에 즉시 통보하여 수정조치를 요구하여야 한다
- 2) 개선 권고사항은 온실가스·에너지 산출 및 관리방안 개선을 위한 제언사항이므로 향후 검증시 확인하여야 한다.
- 3) 검증팀은 제출된 사업계획서의 변경사항이 포함된 모니터링 보고서와 현장과의 일치 여부를 확인하여 검증보고서에 기술하여야 한다.

6. 내부심의

가. 개요

- 1) 검증보고서 제출 이전에 검증기관은 검증절차 준수여부 및 검증결과에 대한 내부심의를 실시하여야 한다.
- 2) 검증팀은 내부심의에 필요한 자료를 내부심의팀에 제출하여야 하며, 내부심의를 종료되면 검증보고서를 제출하여야 한다.

나. 내부심의

- 1) 내부심의 확인사항
 - 검증팀 배정의 적절성
 - 문서검토 및 현장검증 등 소요시간 할당
 - 검증과정에서 발견된 오류 및 시정조치사항
 - 완료되지 않은 시정조치의 영향
 - 검증보고서에 기재된 검증의견의 적절성

7. 검증보고서 제출

- 검증팀은 검증의견 및 외부사업 온실가스 감축량이 결정되면 최종 검증보고서를 작성하여 피검증자에게 통보하여야 한다.

검증기관 지정요건

1. 일반사항

- 가. 검증기관은 법인이어야 한다. 법인 정관이나 등기부상의 사업내용에 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따른 검증 업무가 명시되어 있어야 한다.
- 나. 검증 기관은 검증 서비스 제공시 고객과 법적으로 구속력 있는 계약을 체결해야 하며, 검증 활동, 결정 사항 및 검증 보고서에 대한 권한과 책임을 가져야 한다.
- 다. 검증 기관은 검증 업무에 대한 총괄적 권한과 책임을 보유한 최고경영자를 선정해야 하며, 검증 업무에 관련된 모든 인원의 책임, 권한 및 의무를 명시한 조직 구조 및 상호 관계를 기술하여야 한다.
- 라. 검증 기관은 공정하게 활동해야 하며, 이해 상충을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.
- 마. 검증활동과 관련하여 발생할 수 있는 리스크에 대한 재정적 보상 등에 대한 대책(책임보험 가입 등)이 마련되어 있어야 한다.

2. 인력 및 조직

- 가. 검증기관은 검증 업무에 관련된 모든 인원의 자격 요건을 규정하고, 인원의 적격성을 입증할 책임이 있다.
- 나. 검증기관은 상근 검증심사원을 5명 이상 갖추어야 하며, 심사원을 선정, 교육훈련 및 주기적으로 업무 능력을 평가하기 위한 절차를 구비하여야 한다.
- 다. 검증심사팀은 심사원 자격 요건, 검증 지침 등 배출권거래제도에 대한 세부 지식이 있어야 한다.

라. 검증심사팀은 배출권거래제 관련 법규를 포함하여 조직 경계에 영향을 미칠 수 있는 재정적, 운영적, 계약적 또는 그 밖의 협약사항을 평가할 수 있는 전문 지식과 다음 각호의 사항을 평가할 수 있는 기술적 전문 지식이 있어야 한다.

- 1) 특정 온실가스 활동 및 기술
 - 2) 온실가스 배출원, 흡수원 또는 저장소의 식별 및 선정
 - 3) 관련 기술 및 전문분야별 특성에 따른 온실가스 정량화, 모니터링 및 보고
 - 4) 정상적이거나 비정상적인 운영 조건을 포함하여, 온실가스 배출량 산정시 중요성에 영향을 줄 수 있는 상황
- 마. 검증심사팀은 다음 각 호에 대한 능력을 포함하여, 온실가스 배출량을 평가하기 위한 데이터 및 정보 심사 전문성이 있어야 한다.
- 1) 온실가스 정보 시스템 평가
 - 2) 샘플링 계획
 - 3) 리스크 분석
 - 4) 데이터 및 데이터 시스템의 오류 판별
 - 5) 중요성 평가
- 바. 검증팀장은 다항, 라항, 마항에 대한 지식 및 전문성과 검증 수행 능력 및 검증팀을 관리할 수 있는 능력이 있어야 한다.
- 사. 검증심사원은 검증 업무 관련 방침 및 절차를 준수하여야 하며, 심사업무를 공정하고 독립적으로 수행하여야 한다.
- 아. 검증기관은 소속 검증심사원이 보유한 전문분야에 한하여 검증 업무를 수행할 수 있다. 다만 상근심사원이 전문분야를 중복하여 보유하고 있을 경우에는 이를 같이 인정한다.

자. 검증기관은 검증업무 관련 인원의 교육, 훈련, 경력, 업무 능력, 소속 및 전문 자격 등에 대한 최신 기록을 유지해야 한다.

차. 검증기관은 검증심사를 다른 검증기관에 외주처리 할 수 없다.

3. 검증업무의 운영체계

가. 검증기관은 본 지침 및 별표1에서 규정한 검증절차에 필요한 세부 운영 매뉴얼을 구비하여야 한다.

나. 검증기관은 업무 수행과정에서 피검증자의 의견수렴 및 이의제기에 따른 해소방안 절차 등을 구비하여야 한다.

다. 검증업무 수행과정에서 취득한 정보의 타 용도 사용 및 외부유출 방지를 위한 시설 및 내부 관리절차를 구비하여야 한다.

라. 검증기관은 이해관계자의 요청시 운영 활동 및 부문에 대해 명확하고 추적가능한 정보를 정확하게 제공해야 한다.

마. 검증기관은 본 지침 및 다음 사항에 대한 지속적 성과를 유지하고 증명할 수 있는 문서화된 운영체계를 수립하고 실행 및 유지해야 한다.

- 1) 경영 시스템 방침
- 2) 문서 관리
- 3) 기록 관리
- 4) 내부 심사
- 5) 시정 조치
- 6) 예방 조치
- 7) 경영 검토

바. 검증기관 운영체계와 관련한 모든 절차와 매뉴얼 등은 법인의 최고책임자의 결재를 받아 문서형태로 작성되어야 한다.

4. 검증기관 국제 운영기준

검증기관은 국립환경과학원장이 ISO 17011 7.1에 따라 정한 다음의 국제기준을 충족하여야 한다.

- 1) KS I ISO 14064-1 온실가스-제1부: 온실가스 배출 및 제거의 정량 및 보고를 위한 조직 차원의 사용규칙 및 지침
- 2) KS Q ISO 14064-2 온실가스-제2부: 온실가스 배출 감축 또는 제거의 정량, 모니터링 및 보고를 위한 프로젝트 차원의 사용규칙 및 지침
- 3) KS Q ISO 14064-3 온실가스-제3부: 온실가스 선언에 대한 타당성 평가 및 검증을 위한 사용규칙 및 지침
- 4) KS I ISO 14065 온실가스-온실가스 타당성 평가 및 검증기관 인정에 관한 요구사항
- 5) KS I ISO 14066 온실가스-온실가스 타당성 평가팀 및 검증심사팀에 관한 적격성 요구사항

[별표]

검증소요일수 기준

1. 온실가스 배출량 검증소요일수(Man·Day, 이하 MD)

가. 검증소요일수(MD)는 5MD이상이어야 한다. 5MD를 기본 MD라 한다.

* 기본 MD = 5(MD) : 단일사업장으로서 연간 배출량이 5만 tCO₂eq/년 미만이며 공정배출과 Tier 3 및 Tier 4가 없는 단년도 검증의 경우

나. 검증소요일수(MD)는 「배출권거래제 운영을 위한 검증지침」 제13조~제14조 및 별표3호, 별표4호에 의한 단계별 업무를 모두 반영하여야 한다.

다. 검증소요일수(MD)는 기본 5MD에 추가 검증일수를 더하여 산정한다. 추가검증일수는 온실가스 배출량 규모(연간), 방문 사업장 수, 공정배출수, Tier 수준, 검증대상 연차를 고려하여야 한다.

㉠ 온실가스 배출량 규모(연간) : 5만톤 미만을 기본으로 하며, 5만톤 이상~50만톤 미만은 1MD 추가, 50만톤 이상은 2MD를 추가한다. 단, 관리업체 내에 5만톤 미만 사업장과 5만톤 이상 사업장이 혼재할 경우, 사업장별로 배출량 규모에 따라 검증일수를 추가하고, 나머지 5만톤 미만의 사업장들의 배출량은 합산하여 배출량 규모에 따라 별도로 추가한다.

㉡ 방문 사업장 수 : 실제 방문한 사업장 수가 1개일 경우를 기본으로 하며, 2개부터 1개 사업장 당 1.5MD씩 추가한다.

㉢ 공정배출수 : 공정배출이 없는 경우를 기본으로 하며, 공정배출수에 따라 1개 증가시마다 0.5MD씩 추가한다.

※ 단일 공정배출시설이 해당대상업체의 총 배출량 중 2.0%(총 배출량 500만 tCO₂eq이상인 경우), 2.5%(총 배출량 50만 tCO₂eq이상 500만 tCO₂eq미만인 경우) 또는 5.0%(총 배출량 50만 tCO₂eq미만인 경우) 이상인 경우에 적용하며, 총 공정배출량 규모가 위의 기준 미만인 경우에는 총 1MD만 추가됨

㉣ Tier 수준 : Tier 1~Tier 2를 기본으로 하며, Tier 3 산정방식이 3개 증가할 때 마다 0.5MD씩 추가하고, Tier 4가 있을 경우 2MD를 추가한다. Tier3와 Tier4가 함께 존재할 경우 각각의 추가 일수를 더한다.

㉤ 검증대상 연차: 1년을 기본으로 하되, 1년 증가할 때마다 1MD씩 추가한다.

라. 검증소요일수(MD)는 일일 검증시간, 출장일수, 출장거리 등을 고려하여 위 2호에 따른 산정일수의 2배 이내의 범위에서 가산할 수 있다.

〈표1〉 온실가스 배출량 검증 소요일수 산출표

온실가스 배출량		방문 사업장수		공정배출수		Tier 수준		검증년도	
배출량	증가 MD	수량	증가 MD	수량	증가 MD	수량	증가 MD	수량	증가 MD
5만톤 미만	기본	1개	기본	없음	기본	T1~T2	기본	1년차	기본
5만톤 이상 ~ 50만톤 미만	1	2개	1.5	1개	0.5	T3(1~3)	0.5	2년차	1
50만톤 이상	2	3개	3	2개	1.0	T3(4~6)	1.0	3년차	2
		4개	4.5	3개	1.5	T3(7~9)	1.5	4년차	3
		5개	6	4개	2.0	T4	2.0		
		6개	7.5	5개	2.5				
		7개	9	6개	3.0				
		8개	10.5	7개	3.5				
		9개	12	8개	4.0				
		10개	13.5	9개	4.5				
		11개이상	(사업장수-1)x1.5	10개	5.0				

주 1) 동일한 방식의 공정배출이 다수로 이루어져 있어도 하나의 공정배출로 보며, 제시안은 상이한 공정인 경우를 기준으로 한다.

주 2) 소숫점 이하의 경우 1자리 반올림한다.

2. 배출량 산정계획서 검증소요일수(Man·Day, 이하 MD)

가. 검증소요일수(MD)는 3MD이상이어야 한다. 3MD를 기본 MD라 한다.

* 기본 MD = 3(MD) : 단일사업장으로서 연간 배출량이 5만 tCO₂eq/년 미만이며 자체 개발 매개변수와 Tier 4가 없는 단년도 A-1 모니터링 유형이 온실가스 배출량의 95% 이상인 경우임.

나. 검증소요일수(MD)는 『온실가스 배출권거래제 운영을 위한 검증지침』 제13조~제14조 및 별표3호, 별표4호에 의한 단계별 업무를 모두 반영하여야 한다.

다. 검증소요일수(MD)는 기본 3MD에 추가 검증일수를 더하여 산정한다. 추가검증일수는 온실가스 배출량 규모(연간), 방문 사업장 수, 공정배출유형수, A-1 이외의 모니터링 유형수(전체 누적 배출량의 97.5% 이상 배출시설), 변동시설 개수, 자체개발 매개변수 개수, 온실가스 데이터 정보관리 시스템 구축여부, 검증대상 연차를 고려하여야 한다.

㉠ 온실가스 배출량 규모(연간) : 5만톤 미만을 기본으로 하며, 5만톤 이상~50만톤 미만은 2MD 추가, 50만톤 이상은 4MD를 추가한다. 단, 관리업체 내에 5만톤 미만 사업장과 5만톤 이상 사업장이 혼재할 경우, 사업장별로 배출량 규모에 따라 검증일수를 추가하고, 나머지 5만톤 미만의 사업장들의 배출량은 합산하여 배출량 규모에 따라 별도로 추가한다.

㉡ 방문 사업장 수 : 실제 방문한 사업장 수가 1개일 경우를 기본으로 하며, 2개부터 1개 사업장 당 1.5MD씩 추가한다.

㉢ 공정배출유형 수 : 공정배출이 전체 누적 배출량의 1% 미만을 기본으로 하며, 전체 누적 배출량의 1% 이상 영향을 미치는 공정배출 유형수가 1개 증가시마다 1MD씩 추가한다.

※ 단일 공정배출시설이 할당대상업체의 총 배출량 중 2.5%(총 배출량 50만 tCO₂eq이상인 경우) 또는 5.0%(총 배출량 50만 tCO₂eq미만인 경우) 이상인 경우에 적용하며, 총 공정배출량 규모가 위의 기준 미만인 경우에는 총 2MD만 추가됨

㉣ A-1 이외의 모니터링 유형수(전체 누적 배출량의 97.5% 이상 배출시설 모니터링 유형) : 모니터링 유형은 A-1을 기본으로 하며, 전체 누적배출량의 1% 이상 A-1이외의 모니터링 유형수가 3개씩 증가시마다 0.5 MD씩 추가한다.

㉤ 변동시설 개수 : 변동시설은 변동시설이 없는 것을 기본으로 하며, 사업장별 총 배출량 중 2.5%(총 배출량 50만 tCO₂eq이상인 경우) 또는 5.0%(총 배출량 50만 tCO₂eq미만인 경우) 이상 변동시설(신설, 증설, 폐쇄 등)이 1개 증가시마다 1.0MD씩 추가한다.

㉥ 자체개발 매개변수 유형개수 : 자체 개발 매개변수가 없는 것을 기본으로 하며, 자체 매개변수 유형개수가 1개 있으면 2MD를 추가하고, 그 이후로 1개 증가할 때 마다 0.5MD씩 추가하고, Tier 4가 있을 경우 2MD를 추가한다.

㉦ 온실가스 데이터 정보관리 시스템 구축여부(온실가스 배출량이 5만톤 할당대상업체 중 모니터링 유형이 A-1 이외의 유형이 있는 경우 적용) : 온실가스 데이터 정보관리시스템이 구축되어 있는 것을 기본으로 하며, 온실가스 데이터 정보 관리시스템이 없을 경우 2MD를 추가한다.

㉧ 검증대상 연차: 1년을 기본으로 하되, 1년 증가할 때마다 1MD씩 추가한다.

라. 검증소요일수(MD)는 일일 검증시간, 출장일수, 출장거리 등을 고려하여 위 2호에 따른 산정일수의 2배 이내의 범위에서 가산할 수 있다.

〈표2〉 검증 소요일수 산출표

온실가스 배출량		방문 사업장수		공정배출 유형수 (1%이상 영향 유형)		A-1이외의 모니터링 유형수		변동시설 유형 개수		자체개발 매개변수 유형개수		검증년도	
배출량	증가 MD	수량	증가 MD	수량	증가 MD	수량	증가 MD	수량	증가 MD	수량	증가 MD	수량	증가 MD
5만톤 미만	기본	1개	기본	없음	기본	A-1	기본	없음	기본	없음	기본	1년차	기본
5만톤 이상~ 50만톤 미만	2	2개	1.5	1개	1.0	1~3	0.5	1~3	0.5	1개	2.0	2년차	1
50만톤 이상	4	3개	3	2개	2.0	4~6	1.0	4~6	1.0	2개	2.5	3년차	2
		4개	4.5	3개	3.0	7~9	1.5	7~9	1.5	3개	3.0	4년차	3
		5개	6	4개	4.0	9~12	2.0	9~12	2.0	4개	3.5		
		6개	7.5	5개	5.0	12~15	2.5	12~15	2.5	5개	4.0		
		7개	9	6개	6.0	16~18	3.0	16~18	3.0	6개	4.5		
		8개	10.5	7개	7.0	19~21	3.5	19~21	3.5	7개	5.0		
		9개	12	8개	8.0	22~24	4.0	22~24	4.0	8개	5.5		
		10개	13.5	9개	9.0	25~27	4.5	25~27	4.5	9개	6.0		
		11개 이상	(사업장수 -1)×1.5	10개 이상	10.0	28 이상	5.0	28 이상	5.0	10개 이상	6.5		

※ 온실가스 데이터 정보관리 시스템 구축여부(온실가스 배출량이 5만톤 할당대상업체 중 모니터링 유형이 A-1 이외의 유형이 있는 경우 적용) : 온실가스 데이터 정보관리시스템이 구축되어 있는 것을 기본으로 하며, 온실가스 데이터 정보 관리시스템이 없을 경우 2MD를 추가한다.

[별표8]

검증심사원보의 자격 요건

1. 학력 및 경력기준

- 가. 전문학사 이상 또는 이와 동등한 학력을 보유한 자로서 3년 이상의 실무경력을 보유한 자
- 나. 고등학교 졸업자로서 5년 이상의 실무경력을 보유한 자
- 다. 가목 및 나목에도 불구하고 제2호 아목에 해당하는 자는 7년 이상의 실무경력을 보유하여야 함
- 라. 가목 및 나목에도 불구하고 제2호 사목에 해당하는 자는 3년 이상의 실무경력을 보유하여야 함. 단, 온실가스관리기사·산업기사 자격 소지자의 경우 실무경력을 2년 이상으로 함
- 마. 가목 내지 다목의 실무경력은 제2호에서 정한 범위에 한하여 인정함

2. 실무경력 인정범위

- 가. 청정개발체제(CDM)사업과 관련한 타당성 평가업무를 수행하였거나 UNFCCC에 등록된 청정개발체제(CDM)사업의 검증업무를 수행한 경우
- 나. CDM 측정 방법론을 직접 개발하였거나 이에 참여한 경우, 다만, UN의 CDM 인정위원회에서 인정한 방법론에 한함
- 다. 「에너지 이용합리화법」제32조의 에너지 진단 관련 업무에 종사한 경우
- 라. 「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」제7조의 신기술을 개발한 경우 또는 신기술 검·인증 업무에 종사한 경우

- 마. 「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」제2조의 방지사설업 등의 환경산업에 종사하였거나 제18조의 환경성적표지인증 관련 업무에 종사한 경우
- 바. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」, 「대기환경보전법」 또는 「폐기물관리법」의 환경관리인(수질 및 대기 배출사업장의 사업장 분류기준에 의한 1종 내지 3종 사업장에 한한다)으로 선임되어 관련 업무에 종사한 경우
- 사. 「국가기술자격법」에 의한 기사·산업기사·기능사 소지자 또는 국가전문자격 소지자(교통, 항공, 해운, 선박 분야에 한한다)로서 관련 법률에 의해 취득한 자격 분야에 선임되어 종사한 경우 또는 관련 법률에 의해 선임되지 않았더라도 취득한 자격분야의 업무에 종사한 경우, 다만 정보처리분야, 산업디자인 등은 제외한다.
- 아. 중앙행정기관 등에서 환경(기후, 해양, 농축산, 산림환경 등 포함)관련 또는 에너지 진단관련 업무에 종사한 경우
- 자. 「환경친화적 산업구조로의 전환 촉진에 관한 법률」제10조 환경 분야 품질인증 업무 또는 제16조의 환경경영체제인증업무에 종사한 경우
- 차. 배출권거래제시범사업 및 온실가스 감축실적 등록사업의 타당성평가 내지 검증실적을 보유한 경우
- 카. ISO 14064의 규정에 따라 업체의 온실가스 배출량 인벤토리 구축 또는 검증실적을 보유한 경우
- 타. 국내 지속가능보고서를 작성·검증 관련 업무에 종사하였거나, 회계사법 제7조에 따라 등록된 공인회계사로서 회계감사업무에 종사한 경우
- 파. 「군인사법」제2조 또는 「군무원 인사법」제2조의 적용을 받는 자 중 사단급 이상 부대에서 온실가스 인벤토리의 구축·운영 분야에 종사한 경우

3. 외부사업 검증심사원에 대한 검증 전문분야

외부사업 타당성평가 및 감축량 인증에 관한 지침 별표1에 따른 외부사업 분야		제28조제2항에 따른 검증심사원 전문분야	경력
1. 에너지산업	1-A. 화석연료, 바이오매스를 통한 열에너지 생산	5. 폐기물 분야 7. 공통 분야	3년
	1-B. 신재생에너지로부터의 에너지 생산	7. 공통 분야	1년
2. 에너지공급	2-A. 전기공급	7. 공통 분야	1년
	2-B. 열공급		1년
3. 에너지 수요	3-A. 에너지 수요	7. 공통 분야	1년
4. 제조업	4-A. 시멘트 분야	1. 광물산업 분야	3년
	4-B. 알루미늄 분야	3. 철강·금속분야	3년
	4-C. 철강 분야	3. 철강·금속분야	3년
	4-D. 정제분야	2. 화학분야	3년
5. 화학산업	5-A. 화학공정 산업	2. 화학분야	3년
6. 건설	6-A. 건설	7. 공통 분야	1년
7. 수송	7-A. 수송	7. 공통 분야	1년
8. 광업	8-A. 광업·광물 공정	7. 공통 분야	1년
	8-B. 오일 및 가스 산업, 탄광 메탄화수 및 사용	5. 폐기물 분야	3년
9. 금속산업	9-A. 금속생산	3. 철강·금속분야	1년
10. 연료로부터의 탈루배출	10-A. 10-B를 제외한 광업/광물 공정에서의 탈루배출	7. 공통 분야	1년
	10-B. 오일 및 가스 산업, 탄광 메탄화수 및 사용으로 부터의 탈루 배출	7. 공통 분야	3년
11. 할로겐화탄소, 육불화황 생산 및 소비로부터의 탈루배출	11-A. 화학공정 산업	2. 화학분야	3년
	11-B. 온실가스 포집 및 파괴	4. 전기·전자분야	1년

외부사업 타당성평가 및 감축량 인증에 관한 지침 별표1에 따른 외부사업 분야		제28조제2항에 따른 검증심사원 전문분야	경력
12. 용제사용	12-A. 화학공정 산업	2. 화학분야	3년
13. 폐기물 취급 및 처리	13-A. 폐기물 취급 및 처리	5. 폐기물 분야	1년
	13-B. 동물 퇴비 관리	5. 폐기물 분야	1년
		6. 농축산 및 임업분야	
14. 조림/재조림	14-A. 산림	6. 농축산 및 임업분야	1년
15. 농업	15-A. 농업	6. 농축산 및 임업분야	1년
16. 온실가스 포집 및 저장	16-A. CCS	7. 공통 분야	3년

[별표9] 삭제

4. 경력 증명 자료의 제출

- 가. 제2호 각 목에 해당되는 경력은 근로기준법 제39조의 규정에 따라 사업자가 발행하는 사용증명서(업무종류, 업무별 기간, 소속 회사명, 업종 등이 구체적으로 명시되어야 한다)
- 나. 가목 이외에 한국건설기술인협회, 한국엔지니어링 협회 등에서 발행한 경력증명서(업무종류, 업무별 기간, 소속 회사명, 업종 등이 구체적으로 명시되어야 한다)
- 다. 제3호의 코드분류에 해당하는 증명서(전문분야가 명시되어야하며, 외부사업에 대해 검증을 실시하려는 자에 한한다)



외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침

목 차

제1장 총칙

제1조(목적)	249
제2조(용어의 정의)	249
제3조(다른 지침과의 관계)	250
제4조(주무관청 역할분담)	250
제5조(검증기관의 업무)	251
제6조(비밀 준수)	251
제7조(자료제출 요청)	251

제2장 외부사업의 승인

제8조(승인 대상)	251
제9조(승인대상 외부사업의 규모 및 종류)	252
제10조(사업 시작일)	252
제11조(인증유효기간)	252
제12조(외부사업 승인 신청)	253
제13조(외부사업 타당성 평가)	254
제14조(추가성 평가)	254
제15조(타당성평가 결과에 대한 협의)	255
제16조(외부사업 승인에 대한 심의요청)	255

제17조(외부사업의 승인)	255
제18조(승인 취소)	255

제3장 외부사업 방법론

제19조(방법론 등록 신청)	256
제20조(방법론 검토)	256
제21조(방법론 승인 심의)	256
제22조(방법론 등록)	257
제23조(방법론 개정)	257
제24조(방법론 개정 평가 및 승인)	257
제25조(방법론 개정의 효과)	257

제4장 외부사업의 시행 및 모니터링

제26조(외부사업의 시행)	258
제27조(외부사업 모니터링의 원칙)	258
제28조(외부사업의 모니터링 보고서 작성)	258

제5장 외부사업 온실가스 감축량의 검증 및 인증

제29조(검증의 원칙)	259
제30조(외부사업 온실가스 감축량의 검증)	259
제31조(외부사업 온실가스 감축량의 인증신청)	259

제32조(외부사업 온실가스 감축량 검증 결과에 대한 검토)	260
제33조(감축량 인증 의견수렴 및 심의요청)	260
제34조(외부사업 온실가스 감축량 인증서의 발급)	261
제35조(외부사업 온실가스 감축량 인증 취소)	261

제6장 외부사업 인증실적 관리

제36조(외부사업 인증실적의 발행)	261
제37조(외부사업 인증실적의 이전)	262
제38조(인증실적 처분 및 상쇄배출권 전환)	262

제7장 상쇄등록부의 구축 및 관리

제39조(상쇄등록부의 구축)	262
제40조(상쇄등록부의 관리 및 운영)	263
제40조의2(보유계정 등의 등록)	263
제40조의3(등록신청의 반려)	263
제40조의4(계정대표자 및 계정관리인)	264
제40조의5(계정 정지)	264
제40조의6(계정 폐쇄)	264
제40조의7(계정정보의 갱신)	264
제40조의8(계정대표자 및 계정관리인의 변경)	265

제8장 인증유효기간 갱신

제41조(인증유효기간 갱신 접수)	265
--------------------------	-----

제42조(인증유효기간 갱신 심사)	265
제43조(인증유효기간 갱신 협의)	266
제44조(인증유효기간 갱신 심의 및 통보)	266
제45조(인증유효기간 갱신 등록)	266

제9장 사후변경

제46조(사업계획의 변경 접수)	266
제47조(사업계획 변경 심사)	266
제48조(사업계획 변경 승인)	266
제49조(인증유효기간 시작일의 변경)	267
제50조(인증유효기간 시작일의 변경 심의 요청)	267
제51조(인증유효기간 시작일의 변경 승인)	267

제10장 보칙

제52조(정보공개)	267
제53조(이의신청)	267
제54조(산림분야 외부사업 온실가스 인증실적 발행에 관한 특례)	268
제55조(업무의 위탁)	268
제56조(권리·의무의 승계 신청)	268
제57조(권리·의무의 승계 승인)	268
제58조(규제의 재검토)	269

부칙	269
----------	-----

[별표 1] 승인대상 외부사업 분류 및 등록 특례 사업	271
[별표 2] 승인대상 외부사업의 규모 및 종류	272
[별표 3] 외부사업 승인 절차	273
[별표 4] 외부사업 사업계획서 작성 지침	274
[별표 5] 외부사업 추가성 평가 절차 및 방법	280
[별표 6] 외부사업 등록 고유번호 부여 방식	283
[별표 7] 외부사업 모니터링 보고서 작성 지침	285
[별표 8] 외부사업 온실가스 감축량 인증 절차	289
[별표 9] 청정개발체제 사업의 기준	289
[별표 10] 사업이행 위험도 분석 및 산림예치 운영기준	291

외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침

[환경부고시 제2021-88호, 2021. 5. 21., 일부개정.]

제1장 총칙

제1조(목적) 이 지침은 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제30조와 같은 법 시행령(이하 "령"이라 한다) 제48조 및 제49조의 규정에 의한 외부사업에 대한 타당성 평가 및 감축량 인증, 그리고 법 제31조와 영 제50조의 규정에 의한 상쇄등록부에 관한 구체적인 사항과 절차를 정하는 것을 목적으로 한다.

제2조(용어의 정의) 이 지침에서 사용되는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "외부사업"이란 법 제8조제1항에 따라 지정·고시된 할당대상업체(이하 "할당대상업체"라 한다)의 조직경계 외부의 배출시설 또는 배출활동 등에서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거하는 사업을 말한다.
2. "외부사업 사업자"란 외부사업의 발굴·시행 및 운영에 책임이 있는 사업자를 말한다.
3. "외부사업 참여자"란 외부사업에 참여하는 할당대상업체, 외부사업 사업자, 외부사업 인증실적 거래를 중개하는 회사를 말한다.
4. "인증위원회"란 법 제26조에 따라 상쇄에 관한 전문적인 사항을 심의·조정하기 위하여 환경부장관이 구성하는 위원회를 말한다.
5. "외부사업 인증실적"이란 상쇄등록부에 등록된 외부사업으로부터 발생한 온실가스 감축량 중 법 제30조 및 영 제9조제1항에 따라 부문별 관장기관의 장이 최종적으로 인증한 감축량을 말한다.
6. "방법론"이란 온실가스 감축량 또는 흡수량의 계산 및 모니터링을 하기 위하여 적용하는 기준, 가정, 계산방법 및 절차 등을 기술한 문서를 말한다.
7. "베이스라인 배출량"이란 외부사업 사업자가 외부사업을 하지 않았을 경우, 사업경계 내에서 발생가능성이 가장 높은 조건을 고려한 온실가스 배출량을 말한다.
8. "사업경계"란 외부사업에 의해 영향을 받는 온실가스 배출원 및 흡수원을 포함하는 영역을 말한다.
9. "추가성"이란 법적·제도적·경제적 측면에서 고려되어야 하는 외부사업의 특성으로서, 인위적으로 온실가스를 저감하기 위하여 일반적인 경영여건에서 실시할 수 있는 활동 이상의 추가적인 노력을 말한다.
10. "불확도"란 온실가스 배출량 등의 산정 결과와 관련하여 정량화된 양을 합리적으로 추정된 값의 분산특성을 나타내는 정도를 말한다.
11. "타당성평가"란 외부사업 사업자가 작성한 외부사업 승인 신청을 위한 사업계획서가 관련 기준에 맞게 작성되었는지를 평가하기 위하여 부문별 관장기관의 장이 수행하는 체계적이고 독립적이며 문서화된 프로세스를 말한다.
12. "감축량 인증"이란 등록된 외부사업의 온실가스 감축량 및 흡수량을 평가하기 위하여 부문별 관장기관의 장이 수행하는 체계적이고 독립적이며 문서화된 프로세스를 말한다.
13. "모니터링"이란 외부사업 사업자가 외부사업을 시행하는 동안, 온실가스 배출 또는 흡수와 관련된 직접 또는 간접 데이터를 지속적으로 수집 및 관리하는 활동을 말한다.

14. "검증"이란 외부사업 사업자가 작성한 온실가스 감축량 모니터링 보고서가 관련 기준에 맞게 작성되었는가를 평가하기 위하여 검증기관이 수행하는 체계적이고 독립적이며 문서화된 일련의 활동을 말한다.
15. "검증기관"이란 영 제40조에 따라 환경부장관이 지정한 외부사업의 검증 업무를 수행하는 기관을 말한다.
16. "계정"이란 외부사업 인증실적을 상쇄등록부에서 관리하기 위하여 부문별 관장기관의 장 및 외부사업 참여자의 명의로 개설되는 가상의 공간을 말하며, 고유번호를 부여받은 발행계정, 보유계정, 취소계정, 처분계정, 산림예치계정 및 상쇄배출권계정으로 구분된다.
17. "발행계정"이란 외부사업 인증실적을 최초로 발행하는 계정으로서 외부사업별로 독립된 하나의 계정으로 관리되는 것을 말한다.
18. "산림예치계정"이란 산림분야 사업의 이산화탄소 손실에 대처하기 위해, 산림분야 사업으로부터 발행된 온실가스 감축량의 일정부분을 예치하는 계정을 말한다.
19. "보유계정"이란 외부사업 참여자별로 독립된 하나의 계정으로 관리되는 것을 말한다.
20. "취소계정"이란 외부사업 참여자가 이전한 외부사업 인증실적 및 산림의 손실 등으로 인하여 산림예치량 중 외부사업 참여자에게 반환되지 않은 인증실적을 관리하기 위한 계정을 말한다.
21. "상쇄배출권계정"이란 할당대상업체가 보유 또는 취득한 외부사업 인증실적에서 상쇄배출권으로 전환한 실적을 보유하는 계정으로서 할당대상업체별로 독립된 하나의 계정으로 관리되는 것을 말한다.
22. "처분계정"이란 할당대상업체가 보유 또는 취득한 외부사업 인증실적을 상쇄배출권으로 전환한 후 해당 외부사업 인증실적을 관리하기 위한 계정을 말한다.
23. "상쇄등록부"란 외부사업 방법론, 외부사업 등록 및 감축량 인증 등 일련의 과정을 지속적이며 체계적으로 관리하기 위한 전자적 방식

의 시스템을 말한다.

24. "인증유효기간 시작일"이란 외부사업 사업자가 온실가스 감축사업을 시행하여 온실가스 감축이 발생하는 시점을 의미하고, 외부사업이 승인된 시점 이후로 정한다. 다만 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」에 따른 온실가스 감축사업은 등록된 시작일 이후로 정한다.

제3조(다른 지침과의 관계) 법에 따른 배출권거래제 상쇄에 관하여는 다른 지침에 우선하여 이 지침을 적용한다.

제4조(주무관청 역할분담) ① 이 지침과 관련하여 환경부장관은 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. 외부사업에 관한 총괄·조정
 2. 외부사업에 관한 종합적인 기준과 지침의 기준 수립
 3. 인증위원회 구성 및 운영
 4. 검증기관의 지정·관리, 검증심사원 교육 및 양성
- ② 부문별 관장기관의 장은 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. 외부사업에 관한 지침의 제·개정
2. 외부사업에 대한 타당성 평가 및 승인
3. 방법론 승인 및 개정
4. 외부사업 온실가스 감축량 인증
5. 상쇄등록부 관리·운영

③ 제2항에도 불구하고 환경부장관은 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. 제2항 제2호의 외부사업 타당성 평가 결과에 대한 협의
2. 제2항 제3호의 방법론 승인 및 개정에 대한 협의
3. 제2항 제4호의 외부사업 감축량 인증에 대한 의견 제출

제5조(검증기관의 업무) 이 지침과 관련하여 검증기관은 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. 상쇄등록부에 등록된 외부사업 온실가스 감축량에 대한 검증
2. 외부사업 온실가스 감축량 인증 시, 검증에 대한 수정·보완 요청 등 필요한 조치에 대한 이행

제6조(비밀 준수) ① 이 지침에 따른 업무를 수행하면서 취득한 정보(취득한 정보를 가공한 경우를 포함한다. 이하 같다)는 다른 용도로 사용되거나 외부로 유출되어서는 아니 된다. 다만 관계 법령 또는 이 지침의 규정에 의한 경우는 그러하지 아니하다.

② 다음 각 호에 해당하는 자는 관련 정보를 취급함에 있어 보안유지 의무를 따라야 한다.

1. 환경부 및 부문별 관장기관(동 기관으로부터 관련 업무를 위임 또는 위탁받은 기관을 포함한다. 이하 같다)에서 외부사업 사업자의 외부사업 온실가스 감축량 자료를 취급하는 자
2. 법 제26조에 따라 구성된 인증위원회의 위원장 및 위원
3. 영 제40조 및 제41조에 따라 검증업무를 수행하는 검증기관 및 검증심사원
4. 기타 관련 규정에 의해 외부사업 온실가스 감축량 인증 관련 자료를 취급하는 자
5. 위의 각 호에 종사하였던 자

제7조(자료제출 요청) 환경부장관과 부문별 관장기관의 장은 이 지침에 따른 외부사업 타당성평가와 온실가스 감축량 인증의 총괄 운영 및 평가 등의 업무를 수행하기 위해 필요한 경우 검증기관 및 외부사업 사업자에게 관련 자료의 제출을 요청할 수 있다. 이때 요청을 받은 기관과 사업자는 특별한 사정이 없는 한 이에 협조하여야 한다.

제2장 외부사업의 승인

제8조(승인 대상) ① 영 제48조제1항에 따라 외부사업으로 승인할 수 있는 외부사업(이하 "승인대상 외부사업"이라 한다)은 온실가스 배출원을 근본적으로 제거 또는 개선하는 활동을 포함하고 있는 사업에 한한다. 다만, 부문별 관장기관의 장은 단순한 생산량 감소, 유지 보수 등의 행태 변화에 의한 온실가스 감축은 외부사업으로 승인하지 아니 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 승인대상 외부사업이 다음 각 호의 기준을 충족하는 경우에 외부사업으로 승인할 수 있다.

1. 외부사업 사업자가 할당대상업체의 조직경계 외부에서 자발적으로 시행하는 사업에 한한다.
2. 영 제49조제4항에 따라 1차 계획기간과 2차 계획기간에는 외국에서 시행된 외부사업에서 발생한 외부사업 온실가스 감축량은 인증 또는 그에 상응하는 배출권으로 전환하여 줄 것을 신청할 수 없다. 다만, 국내기업 등이 외국에서 직접 시행한 영 제48조제7항에 따른 청정개발체제 사업에서 2016년 6월 1일 이후 발생한 온실가스 감축량에 대해서는 2차 계획기간부터 인증할 수 있으며, 국내 기업 등이 파리협정 제6조에 따라 외국에서 직접 시행한 사업은 제3차 계획기간부터 인증할 수 있다.
3. 제2호 단서에서 말하는 국내 기업 등이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다.
 - 가. 할당대상업체
 - 나. 가목 외로서 국가기관, 지방자치단체, 「공공기관 운영에 관한 법률」에 따른 공공기관, 「상법」에 따라 국내에 등록한 기업, 비영리 법인, 그 밖의 법인
 - 다. 가목 및 나목에 따른 국내 기업 등이 100% 지분을 보유하고 있는 자회사(외국 법인)

4. 외부사업 온실가스 감축량이 타 법령에 의한 의무적 사항을 이행하는 과정에서 발생한 것이 아니어야 한다. 다만, 의무적 사항을 초과하여 이행한 과정에서 발생한 것은 신청할 수 있다.
5. 일반적인 경영여건에서 실시할 수 있는 행동을 넘어서는 추가적인 행동 및 조치에 따른 감축이 발생되어야 한다.
6. 외부감축실적은 지속적이고 정량화되어 검증 가능하여야 한다.
7. 외부사업은 제19조 및 제 22조에 따라 배출량 인증위원회에서 승인한 방법론을 적용해야 한다.
- ③ 2016년까지 부문별 관장기관이 추진한 온실가스 감축실적 구매사업으로 등록된 사업에 한해, 해당 사업의 잔여 인정 유효기간 범위 내의 온실가스 감축실적을 외부사업 인증실적으로 전환 신청할 수 있다.
- ④ 승인대상 외부사업의 분류 및 등록 특례 사업은 별표1에 따른다.
- ⑤ 제2항제3호의 국내 기업 등이 직접 시행한 청정개발체제 사업의 기준은 별표 9를 따른다.

제9조(승인대상 외부사업의 규모 및 종류) ① 승인대상 외부사업은 온실가스 감축량의 최소규모를 제한하지 아니한다.

- ② 온실가스 배출 감축 또는 흡수 예상량이 이산화탄소 상당량톤으로 연간 3,000톤을 초과하는 사업은 일반 감축사업으로 승인하고, 100톤 초과 3,000톤 이하인 사업은 소규모 감축사업으로 승인하며, 100톤 이하인 사업은 극소규모 감축사업으로 승인한다.
- ③ 제2항의 소규모 감축사업 및 극소규모 감축사업은 별표1에 따른 승인대상 외부사업 여러 개를 묶어서 하나의 사업(이하 "묶음 감축사업"이라 한다)으로 신청할 수 있다. 다만, 이러한 경우에 총 예상 감축규모는 소규모 묶음 감축사업의 경우에는 이산화탄소 상당량톤으로 연간 15,000톤을 초과할 수 없으며, 극소규모 묶음 감축사업의 경우에는 이산화탄소 상당량톤으로 연간 500톤을 초과할 수 없다.

- ④ 부문별 관장기관의 장은 중앙정부, 지방자치단체 또는 민간 등에 의해 일관된 사업 목적에 따라 시행되는 자발적 중·장기 온실가스 감축사업(이하 "프로그램 감축사업"이라 한다)을 프로그램 감축사업 및 해당 프로그램 감축사업의 단위사업으로 승인할 수 있다.
- ⑤ 승인대상의 규모 및 종류에 대한 세부사항은 별표2에 따른다.

제10조(사업 시작일) ① 사업 시작일은 외부사업을 시작하는 날로서 다음 각 호 중 가장 빠른 시점을 기준으로 한다.

1. 외부사업의 시행과 관련된 계약일
 2. 외부사업의 시행과 관련된 최초 지출일
 3. 외부사업의 작업 실행 또는 장치의 설치 시작일
- ② 제1항에도 불구하고 사업의 타당성 연구, 사전조사를 위한 계약일 또는 이에 대한 비용 지불일 등 중요하지 않은 지출행위는 사업 시작일로 보지 않는다.
- ③ 프로그램 감축사업의 사업 시작일은 프로그램 감축사업 총괄 사업자가 해당 사업을 공식 승인한 날을 의미하며, 프로그램 감축사업의 단위사업의 사업 시작일은 제1항과 같다. 다만, 프로그램 감축사업 내 최초로 시작된 단위사업의 사업 시작일은 프로그램 감축사업의 사업 시작일보다 선행할 수 없다.
- ④ 외부사업은 사업 시작일이 2010년 4월 14일(저탄소 녹색성장 기본법 시행일)을 말한다. 이하 "기본법 시행일"이라 한다) 이후에 발생한 사업에 대해서 외부사업으로 등록할 수 있다.
- ⑤ 삭제

제11조(인증유효기간) ① 외부사업의 인증유효기간(이하 "인증유효기간"이라 한다)은 사업계획서의 인증유효기간 시작일로부터 계상되며, 사업의 운영기간을 고려하여 갱신형 또는 고정형으로 신청할 수 있다.

② 제1항의 인증유효기간은 갱신형의 경우 사업 인증유효기간 시작일로부터 7년 이내로 하되, 연장은 2회로 제한되며, 고정형의 경우 사업 인증유효기간 시작일로부터 10년 이내로 하되, 연장은 가능하지 않다.

③ 제2항에도 불구하고 산림분야에 속하는 외부사업의 인증유효기간은 갱신형의 경우 사업 인증유효기간 시작일로부터 20년 이내로 하되 연장은 2회로 제한되며, 고정형의 경우 사업 인증유효기간 시작일로부터 30년 이내로 하되, 연장은 가능하지 않다.

④ 묶음 감축사업의 인증유효기간은 제2항 또는 제3항을 준용하며, 묶음 감축사업에 포함된 모든 단위 사업들은 동일한 인증유효기간을 갖는다.

⑤ 프로그램 감축사업의 인증유효기간은 사업 인증유효기간 시작일로부터 28년 이내로 하되, 연장은 가능하지 않다. 프로그램 감축사업에 속한 각각의 단위사업의 인증유효기간은 제2항을 준용하며, 각각의 단위사업의 인증유효기간이 남아있는 경우에도 해당 프로그램 감축사업의 인증유효기간 종료일은 모두 동일하다.

⑥ 제5항에도 불구하고 산림분야에 속하는 프로그램 감축사업의 경우 인증유효기간은 사업 인증유효기간 시작일로부터 60년 이내로 한다. 프로그램 감축사업에 속한 각각의 단위사업의 인증유효기간은 제3항을 준용하며, 각각의 단위사업의 인증유효기간이 남아있는 경우에도 해당 프로그램 감축사업의 인증유효기간 종료일은 모두 동일하다.

제12조(외부사업 승인 신청) ① 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 다음 각 호의 서류를 제출하여 외부사업으로 승인하여 줄 것을 신청하는 경우에 이 지침에 따라 심사하여 외부사업으로 승인할 수 있다.

1. 별지 제5호 서식에 따른 승인신청서
2. 별표 4의 작성지침에 따라 작성된 별지 제1호 내지 제4호에 따른 사업계획서. 다만, 극소규모 감축사업의 경우에는 부문별 관장기관의

장이 별도로 정하여 상쇄등록부에 등록한 양식에 따라 사업계획서를 제출할 수 있다.

3. 별지 제7호 서식에 따른 해당 감축제도로부터 발행된 감축실적 보유현황 및 소유권 증빙에 관한 서류

② 제1항에도 불구하고 법 제30조제1항제2호에 따른 사업의 경우에는 다음 각 호의 서류를 제출하여야 한다. 다만, 제8조제2항제2호 단서에 따른 사업의 경우에는 그 사업에 참여한 동조항 각 호의 국내 기업 등(다목의 경우 그 기업 등의 모회사 포함)이 외부사업으로 승인하여 줄 것을 신청한 경우에는 별표9에 따라 필요한 서류를 제출하여야 한다.

1. 별지 제5호 서식에 따른 승인신청서
2. 별지 제6호 서식에 따른 해당 감축제도에 제출된 사업계획서의 국문 요약서
3. 해당 감축제도의 등록을 증명할 수 있는 관련서류

③ 제1항에 따라 외부사업 사업자가 외부사업 승인 신청을 하는 경우에는 저탄소 녹색성장기본법 시행령 제26조제3항에 따라 해당 부문별 관장기관의 장에게 신청한다.

1. 삭제
2. 삭제
3. 삭제
4. 삭제

④ 외부사업 사업자는 다음 각 호의 사항을 신청 또는 제출하는 경우 제3항을 따른다.

1. 제19조에 따른 외부사업 방법론 등록 신청
2. 제24조에 따른 방법론 개정 평가 및 승인 신청
3. 제26조에 따른 착수신고서 제출
4. 제28조에 따른 모니터링보고서 제출

5. 제31조에 따른 온실가스 감축량의 인증 신청
6. 제41조에 따른 인증유효기간 갱신 신청
7. 기타 외부사업 관련 신청 및 제출에 관한 사항

제13조(외부사업 타당성 평가) ① 부문별 관장기관의 장은 제12조에 따른 심사를 할 때에 다음 각 호를 고려(제8조제2항제2호 단서에 따른 사업의 경우에는 별표 9에 따른 사업별 기준을 추가로 고려한다)하여 타당성 평가를 하여야 한다. 이때 부문별 관장기관의 장은 타당성 평가를 위하여 외부전문가를 활용할 수 있다.

1. 외부사업의 일반요건 준수 여부
 2. 적용된 방법론의 적절성
 3. 베이스라인 시나리오의 적절성
 4. 추가성 입증의 적절성
 5. 배출량 산정방식의 적합성
 6. 모니터링 계획의 적절성
 7. 인증유효기간의 적절성
 8. 외부사업의 중복 등록 여부
 9. 수정 및 보완이 있는 경우 조치의 적절성
 10. 제9조에 따른 소규모, 극소규모 감축사업의 디번들링 평가의 적절성
 11. 제9조제4항의 사업의 경우 프로그램 시행계획의 적절성
- ② 제1항에도 불구하고 제8조제3항 및 법 제30조제1항제2호에 따른 사업의 경우에는 제1항 제1호, 제8호 및 제9호만을 고려하여 타당성 평가를 수행할 수 있다.
- ③ 부문별 관장기관의 장은 다른 법령에 의하여 온실가스 감축사업으로 등록된 사업의 경우에는 등록을 위한 평가내용의 중복성을 검토하여 제1항에 따른 타당성 평가 내용의 일부를 생략할 수 있다.
- ④ 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따른 타당성 평가를 위하여 필요한

경우 사업계획서 외에 별도의 근거자료를 해당 승인 신청을 한 외부사업 사업자에게 요구할 수 있다.

⑤ 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 제4항의 요구에 따른 근거자료를 제출하지 않는 경우 그 사유를 명시하여 해당 승인 신청을 반려할 수 있다.

⑥ 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따른 타당성 평가 결과에 대하여 별지 제8호 서식에 따라 타당성 평가 의견서를 작성하여 승인 신청을 받은 날 또는 수정·보완서류를 받은 날로부터 30일 이내에 해당 승인 신청을 한 외부사업 사업자에게 통보하여야 한다. 다만, 부득이한 사정으로 그 기간 내에 통보할 수 없을 때에는 30일 범위에서 기간을 연장하고 그 사실을 신청인에게 알려야 한다.

⑦ 외부사업 사업자는 제6항에 따른 타당성 평가 의견서에 따라 수정·보완서류를 타당성 평가 의견서에 명시된 기한까지 해당 부문별 관장기관의 장에게 제출하여야 한다. 다만, 타당성 평가 의견서에 따른 해당 신청자료의 수정·보완은 3회까지 할 수 있다.

⑧ 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따른 타당성 평가와 관련한 사실 여부 및 적정성을 확인하기 위하여 필요한 최소한의 범위에서 현장조사 등의 방법으로 실태조사를 할 수 있다.

⑨ 부문별 관장기관의 장은 극소규모 감축사업에 대해서는 제1항 각 호에 대한 타당성 평가 시 평가 기준을 완화하여 적용할 수 있다.

제14조(추가성 평가) ① 제13조제1항제4호의 추가성 입증의 적절성에 대한 평가(이하 "추가성 평가"라 한다)에서는 다음 각호의 사항을 평가한다.

1. 법적·제도적 추가성
 2. 경제적 추가성
- ② 제1항에도 불구하고 연간 60,000 이산화탄소상당량톤(tCO₂-eq)

이하의 예상 온실가스 감축량을 갖는 외부사업의 경우, 제1항제1호에 대해서만 평가할 수 있다.

③ 추가성 평가에 대한 세부절차 및 방법은 별표 5와 같다.

제15조(타당성평가 결과에 대한 협의) ① 부문별 관장기관의 장은 제13조에 따른 타당성 평가가 완료되면 지체 없이 승인 여부 검토 결과에 대하여 영 제48조제1항에 따라 환경부장관에게 협의를 요청하여야 한다.

② 환경부장관은 제1항에 따른 협의 의견을 30일 이내에 협의를 요청한 부문별 관장기관의 장에게 통보하여야 한다.

제16조(외부사업 승인에 대한 심의요청) ① 부문별 관장기관의 장은 제15조에 따른 협의 결과를 반영하여 외부사업 승인 여부에 대한 검토 결과를 환경부장관에게 제출하여야 한다.

② 환경부장관은 프로그램 감축사업의 경우 제1항에도 불구하고 최초 승인 후 추가되는 단위사업에 대해서는 인증위원회 심의를 생략할 수 있다.

③ 환경부장관은 제1항에 따라 제출된 자료의 심의를 인증위원회에 요청하고, 그 결과를 부문별 관장기관의 장에게 통보하여야 한다. 이 경우 부문별 관장기관의 장은 즉시 그 결과를 별지 제9호 서식에 따라 작성하여 해당외부사업 사업자에게 통보하여야 한다. 다만, 지침에 명백히 부합하지 아니하는 경우 인증위원회에 심의 요청하지 아니한다.

④ 삭제

제17조(외부사업의 승인) ① 부문별 관장기관의 장은 제12조에 따른 외부사업 승인신청이 제13조에 따른 타당성 평가, 제14조에 따른 추가성 평가 및 제16조에 따른 심의 결과 외부사업으로 승인하는 것이 적합하다고 판단되는 경우 이를 승인하고 별지 제10호 서식에 따른 외부사업

승인서를 발급하여야 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 외부사업으로 승인된 사업을 상쇄등록부에 등록하고, 해당 사업을 구분할 수 있도록 별표6에 따라 외부사업 등록 고유번호를 부여하는 등의 이력관리를 하여야 한다.

제18조(승인 취소) ① 부문별 관장기관의 장은 제17조제1항에 따라 승인된 외부사업이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 인증위원회의 심의를 거쳐 승인을 취소할 수 있다. 다만, 제1호에 해당하는 경우에는 그 승인을 취소해야 한다.

1. 거짓이나 부정한 방법으로 외부사업을 승인받은 경우
 2. 정당한 사유 없이 그 승인을 받은 날부터 1년 이내에 해당 사업을 시행하지 않는 경우
 3. 법 제30조제1항제2호에 해당하는 사유로 외부사업으로 승인된 사업이 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」 및 관련 조약에 따라 유효하지 않게 된 경우
 4. 법령 개정, 기술 발전 등에 따라 해당 사업이 일반적인 경영 여건에서 할 수 있는 활동 이상의 추가적인 노력이라고 보기 어려운 경우
- ② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 외부사업 승인을 취소하기 전에 해당 외부사업 사업자에게 의견진술의 기회를 부여하여야 한다. 다만, 의견진술을 통보받은 날로부터 30일 이내에 의견을 제출하지 않는 경우에는 승인 취소에 대한 이의가 없는 것으로 본다.
- ③ 제2항에 따른 의견진술은 별지 제11호 서식에 따른다.

제3장 외부사업 방법론

제19조(방법론 등록 신청) ① 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 다음 각 호의 서류를 제출하여 외부사업 방법론으로 승인하여 줄 것을 신청하는 경우에 이를 심사하여 외부사업 방법론으로 승인할 수 있다.

1. 별지 제12호 서식에 따른 외부사업 방법론 신청서
2. 별지 제13호 서식에 따른 외부사업 방법론 제안서
3. 승인 신청한 방법론을 적용한 사업계획서. 다만, 제22조제3항에 의한 방법론은 제외한다.

② 제1항제2호의 외부사업 방법론 제안서에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 방법론 일반사항 및 용어정의
2. 베이스라인 방법론
3. 모니터링 방법론
4. 참고 문헌
5. 기타 사항

제20조(방법론 검토) ① 부문별 관장기관의 장은 제19조제1항에 따라 방법론 승인 신청을 검토하기 위하여 필요한 경우 외부전문가를 활용할 수 있다.

② 부문별 관장기관의 장은 다음 각 호의 사항을 고려하여 승인이 신청된 방법론에 대한 검토의견서를 별지 제14호 서식에 따라 작성하여 승인 신청을 받은 날 또는 수정·보완서류를 받은 날로부터 60일 이내에 외부사업 방법론 승인을 신청하는 자에게 통보하여야 한다. 다만, 부득이한 사정으로 그 기간 내에 통보할 수 없을 때에는 60일 범위에서 기간을 연장하고 그 사실을 신청인에게 알려야 한다.

1. 방법론 적용조건의 적절성

2. 베이스라인 방법론 기술의 적정성

3. 모니터링 방법론 기술의 적정성

4. 기타 부문별 관장기관의 장이 중요하다고 인정하는 사항

5. 수정·보완조치가 있는 경우 조치의 적절성

③ 부문별 관장기관의 장은 제2항의 검토를 위하여 별도의 근거자료를 외부사업 방법론 승인을 신청하는 자에게 요구할 수 있다.

④ 부문별 관장기관의 장은 외부사업 방법론 승인을 신청하는 자가 제3항의 요구에 따른 근거자료를 제출하지 않는 경우 그 사유를 명시하여 방법론 승인 신청을 반려할 수 있다.

⑤ 외부사업 방법론 승인을 신청하는 자는 제2항에 따른 방법론 검토의견서에 따라 수정·보완서류를 방법론 검토의견서에 명시된 기한까지 해당 부문별 관장기관의 장에게 제출하여야 한다. 다만, 방법론 검토의견서에 따른 해당 신청자료의 수정·보완은 3회까지 할 수 있다.

제21조(방법론 승인 심의) ① 부문별 관장기관의 장은 제20조에 따른 방법론 검토가 완료되면 지체 없이 승인 여부 검토 결과에 대하여 제4조 제3항제2호에 따라 환경부장관에게 협의를 요청하여야 한다.

② 환경부장관은 제1항에 따른 협의 의견을 30일 이내에 협의를 요청한 부문별 관장기관의 장에게 통보하여야 한다.

③ 부문별 관장기관의 장은 제1항 및 제2항에 따른 협의 결과를 반영하여 방법론 승인 여부에 대한 검토 결과를 환경부장관에게 제출하여야 한다.

④ 환경부장관은 제3항에 따라 제출된 자료의 심의를 인증위원회에 요청하고, 그 결과를 부문별 관장기관의 장에게 통보하여야 한다. 이 경우 해당 부문별 관장기관의 장은 즉시 그 결과를 별지 제15호 서식에 따라 방법론 심의 결과서를 작성하여 해당 외부사업 방법론 승인을 신청하는 자에게 통보하여야 한다. 다만, 지침에 명백히 부합하지 아니하는 경우 인증위원회에 심의 요청하지 아니한다.

⑤ 삭제

제22조(방법론 등록) ① 부문별 관장기관의 장은 제21조에 따른 심의 결과 방법론으로 승인하는 것이 적합하다고 판단되는 경우 이를 승인하고 승인된 방법론(이하 "승인 방법론"이라 한다)을 제39조에 따라 구축된 상쇄등록부에 등록하여 외부사업 사업자가 적용할 수 있도록 하여야 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 승인 방법론에 대하여 고유번호를 부여하는 등의 사후관리를 하여야 한다.

③ 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 외부사업을 수행하기 위해 필요하다고 판단되는 방법론을 개발한 경우 제21조의 절차를 준용하여 승인할 수 있다.

제23조(방법론 개정) ① 부문별 관장기관의 장은 다음 각 호에 해당하는 경우 승인 방법론을 개정할 수 있다.

1. 기존 승인 방법론을 적용했을 경우의 감축실적이 과대 또는 과소로 추정되고 있다는 새로운 과학적 근거가 발견된 경우
2. 국내 법규 개정 및 기술 발달 등의 여건 변화로 인하여 기존 승인 방법론이 국내 실정에 더 이상 적합하지 않게 된 경우
3. 기존 승인 방법론의 용어나 수식에 일관성이 없거나, 오류 또는 모호한 점이 확인된 경우
4. 기존 승인 방법론을 사용자가 이용하기 쉽도록 단순화하거나 명확하게 할 필요가 있는 경우 등

② 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 제1항 각 호의 사유로 다음 각 호의 서류를 제출하여 기존 승인 방법론 개정하여 줄 것을 신청하는 경우에 해당 승인 방법론을 개정하여 상쇄등록부에 등록할 수 있다.

1. 별지 제12호 서식에 따른 외부사업 방법론 신청서
2. 별지 제13호 서식에 따른 외부사업 방법론 제안서
3. 개정된 외부사업 방법론을 적용한 사업계획서

③ 제1항 및 제2항에도 불구하고 개정하고자 하는 방법론(이하 "개정 방법론"이라 한다)이 기존 승인 방법론이 적용되는 다른 사업 활동의 적용범위를 제외하거나 제한하는 경우에는 승인 방법론의 개정을 신청할 수 없다.

제24조(방법론 개정 평가 및 승인) ① 부문별 관장기관의 장은 제23조제2항에 따라 승인 방법론의 개정 신청을 받은 경우 제20조부터 제22조까지의 방법론 등록 절차를 준용하여 개정 방법론에 대한 검토, 승인 심의 및 등록 절차를 수행한다.

② 외부사업 사업자는 방법론 개정에 대한 심의 결과에 이의가 있는 경우, 별지 제11호 서식에 따른 이의신청서를 작성하여 해당 부문별 관장기관의 장에게 제출할 수 있다.

제25조(방법론 개정의 효과) ① 승인 방법론의 개정이 승인된 시점 이후에 상쇄등록부에 등록을 신청하는 외부사업은 최근 개정된 승인 방법론을 사용하여야 한다. 다만, 개정 승인 시점에 이미 기존 승인 방법론을 사용하여 등록된 외부사업 경우에는 개정된 승인 방법론을 적용하지 아니한다.

② 부문별 관장기관의 장은 방법론이 개정된 경우, 개정된 승인 방법론의 유효일 및 기존 승인 방법론에 대한 인증유효기간(적용 가능 기간 등을 말한다) 등을 상쇄등록부에 등록하여야 한다.

제4장 외부사업의 시행 및 모니터링

제26조(외부사업의 시행) ① 외부사업 사업자는 제17조에 따른 외부사업 승인일로부터 1년 이내에 사업을 시작하고 별지 제16호 서식에 따른 착수신고서를 작성하여 해당 부문별 관장기관의 장에게 제출하여야 한다. 다만, 제10조에 따른 사업시작일이 외부사업 승인일 이전인 경우 착수 신고서를 제출한 것으로 본다.

② 외부사업 사업자는 승인된 외부사업의 사업계획서에 따라 해당 외부사업을 시행하고 관련법규를 준수하며 대상 시설을 적정하게 운영하고 관리하여야 한다.

제27조(외부사업 모니터링의 원칙) 외부사업 사업자는 외부사업 온실가스 감축량을 객관적으로 증명하기 위하여 다음 각 호의 원칙에 따라 모니터링을 수행하여야 한다.

1. 모니터링 방법은 등록된 사업계획서 및 승인 방법론을 준수하여야 한다.
2. 외부사업은 불확도를 최소화할 수 있는 방식으로 측정되어야 한다.
3. 외부사업 온실가스 감축량은 일관성, 재현성, 투명성 및 정확성을 갖고 산정되어야 한다.
4. 외부사업 온실가스 감축량 산정에 필요한 데이터의 추정 시, 값은 보수적으로 적용되어야 한다.

제28조(외부사업의 모니터링 보고서 작성) ① 외부사업 사업자는 사업계획서에 명시된 모니터링 계획에 따라 다음 각 호의 사항이 포함된 별지 제17호 서식에 따른 모니터링 보고서를 작성하여 해당 부문별 관장기관의 장에게 제출하여야 한다. 이때 별표 7에 따른 작성지침을 준수하여 모니터링 보고서를 작성하여야 한다. 다만, 극소규모 감축사업의 경우에

는 부문별 관장기관의 장이 별도로 정하는 양식에 따라 모니터링 보고서를 작성하여 제출할 수 있다.

1. 사업 개요
2. 사업 이행 및 변경 사항
3. 모니터링 시스템
4. 모니터링 데이터 및 인자
5. 온실가스 감축량(흡수량) 산정
6. 참고자료

② 외부사업 사업자는 제28조 제1항 및 제31조 제2항에 따른 모니터링 보고서 작성 시 모니터링 기간을 최대 2년까지 할 수 있다.

③ 제2항에도 불구하고 다음 각 호에 해당하는 외부사업의 경우에는 모니터링 기간을 달리 적용한다.

1. 산림분야 : 최대 5년
2. 제9조제2항에 따른 소규모 감축사업 및 극소규모 감축사업 : 최대 인증유효기간

④ 외부사업 사업자는 모니터링 기간 종료 후 12개월 이내에 모니터링 보고서와 검증기관의 검증보고서를 부문별 관장기관의 장에게 제출하여야 한다. 다만, 2020년 12월 31일 이전에 발생한 감축량은 2022년 12월 31일까지 모니터링 보고서와 검증기관의 검증보고서를 부문별 관장기관의 장에게 제출하되, 제3항에 따른 외부사업의 감축량은 그러하지 아니한다.

⑤ 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 제2항에 따라 모니터링 보고서를 제출하지 않은 경우에는 해당 외부사업의 감축량에 대한 인증을 할 수 없다. 다만, 외부사업 사업자가 부문별 관장기관의 장에게 모니터링 보고서 제출 기한 경과 후 30일 이내에 보고서 미제출에 대한 정당한 사유를 제출하여 승인된 경우는 예외로 한다.

제5장 외부사업 온실가스 감축량의 검증 및 인증

제29조(검증의 원칙) 외부사업 온실가스 감축량의 검증은 객관적인 자료와 증거 및 온실가스 배출권거래제 운영을 위한 검증지침(이하 "검증지침"이라 한다)에 따라 사실에 근거하여야 하고 그 내용을 검증보고서에 투명하게 기록하여야 한다.

제30조(외부사업 온실가스 감축량의 검증) ① 외부사업 사업자는 외부사업의 시행에 따라 온실가스 감축량이 발생하였을 경우에 제28조에 따른 모니터링 보고서를 포함한 관련서류를 구비하여 영 제40조에 따라 지정된 검증기관에 해당 온실가스 감축량에 대한 검증을 의뢰하여야 한다.

② 검증기관은 외부사업 사업자가 작성한 모니터링 보고서를 객관적으로 평가하여야 한다.

③ 검증기관은 외부사업 온실가스 감축량에 대한 검증 평가 시, 다음의 각 호를 고려하여 검증지침 별지 제6호 서식에 따른 검증 보고서를 작성하여야 한다. 다만, 제28조제1항에 따라 작성된 극소규모 감축사업의 모니터링 보고서의 경우 별지 제17호의3 서식에 따라 검증 보고서를 작성할 수 있다.

1. 사업 등록 후 변경에 대한 평가
 2. 사업 계획에 따른 사업 이행
 3. 적용 방법론에 따른 사업계획서의 준수
 4. 사업계획서에 따른 모니터링 이행
 5. 데이터 평가 및 온실가스 감축량(흡수량) 산정
 6. 데이터의 품질관리 및 품질보증 절차
 7. 온실가스 감축량의 타 제도에서의 중복 인증 여부
- ④ 검증기관은 문서 검토 및 현장 검증 결과, 보완이 필요한 경우에

수정·보완조치를 요구할 수 있으며, 요구를 받은 외부사업 사업자는 수정·보완사항에 대하여 적절한 조치를 취하여야 한다.

⑤ 검증기관은 평가된 결과에 대하여 검증보고서를 작성하여 외부사업 사업자에게 통보하여야 한다.

⑥ 제12조제2항에 따라 승인된 외부사업 시행에 따른 온실가스 감축량이 발생하였을 경우에는 해당 감축제도에 의한 절차에 따른 검증으로 제1항에 따른 검증을 대신할 수 있다.

⑦ 제6항에도 불구하고 제12조제2항에 따라 승인된 외부사업의 외부사업 사업자가 해당 감축제도에 의한 절차에 따른 검증이 아닌 제1항에 따른 검증을 받고자 하는 경우에는, 제12조제1항에 따른 사업계획서를 작성하여 해당 부문별 관장기관의 장에게 제출하여야 한다.

⑧ 부문별 관장기관의 장은 제7항에 따라 제출된 사업계획서에 대하여 별표4에 따른 사업계획서 작성지침 준수여부를 검토하여 적합하다고 판단되는 경우 제출된 사업계획서를 승인하도록 한다.

⑨ 제8항에 따라 사업계획서를 승인받은 외부사업 사업자는 온실가스 감축량이 발생하였을 경우 제1항에 따라 검증을 의뢰하여야 한다.

제31조(외부사업 온실가스 감축량의 인증신청) ① 부문별 관장기관의 장은 제30조에 따른 외부사업 온실가스 감축량에 대한 검증 결과가 적합으로 평가된 경우에 대해서 외부사업 사업자가 다음 각 호의 서류를 제출하여 해당 외부사업 온실가스 감축량에 대한 인증을 신청하는 경우에 이를 심사하여 해당 외부사업의 온실가스 감축량으로 인증할 수 있다. 다만, 온실가스 감축량이 1 이산화탄소 상당량톤 이상일 경우 감축량 인증신청이 가능하고, 감축량 인증은 정수단위로 한다.

1. 별지 제17호 서식에 따른 외부사업 모니터링 보고서(다만, 극소규모 감축사업의 경우 제28조제1항 단서에 따른 모니터링 보고서)
2. 별지 제18호 서식에 따른 외부사업 온실가스 감축량 인증신청서

3. 검증지침 별지 제6호 서식에 따른 외부사업 검증 보고서(다만, 극소규모 감축사업의 경우 부문별 관장기관의 장이 별도로 정하는 양식에 따라 작성한 검증 보고서)
- ② 제1항에도 불구하고 제30조제6항에 따라 해당 감축제도에 의한 절차에 따른 검증을 받은 경우에는 다음 각 호의 서류를 제출하여야 한다.
 1. 별지 제18호 서식에 따른 외부사업 온실가스 감축량 인증신청서
 2. 해당 감축제도에 제출된 모니터링 보고서 및 검증보고서에 대한 제17호의2 서식에 따른 국문 요약서
 3. 해당 감축제도로부터 발행된 실적 처분 문서
 4. 모니터링 기간 동안의 사업 유형별 기여 비율에 관한 서류(제12조제2항 단서에 따른 사업에 한함)
- ③ 제8조제2항제2호 단서에 따른 사업 중 국내 기업 등이 외국에서 직접 시행한 청정개발체제 사업의 경우, 파리협정에 따라 우리나라의 감축실적으로 인정되는 국제적 감축기제가 마련되기 전까지만 인증신청한다.

제32조(외부사업 온실가스 감축량 검증 결과에 대한 검토) ① 부문별 관장기관의 장은 외부사업 온실가스 감축량의 인증을 위하여 다음 각 호의 사항을 고려하여 온실가스 감축량 검증 결과를 검토하여야 한다.

1. 문서 및 정보의 일치성
 2. 온실가스 감축량의 타 제도에서 중복 인증 여부 및 인증 실적 사용 여부
 3. 수정·보완조치 및 검증 결론의 적절성
 4. 검증 심사팀의 적격성
 5. 제29조, 제30조 및 검증지침에 따른 검증 절차 세부사항 준수 여부
- ② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따른 검토를 위하여 외부전문가를

활용할 수 있다.

③ 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따른 검토를 위하여 필요한 경우 제출된 서류 외에 별도의 근거자료를 외부사업 사업자에게 요구할 수 있으며, 이 경우 외부사업 사업자는 특별한 사정이 없는 한 관련 근거자료를 부문별 관장기관에 제출하여야 한다.

④ 외부사업 사업자가 특별한 사정없이 제3항에 따른 근거자료를 제출하지 않는 경우, 부문별 관장기관의 장은 그 사유를 별지 제19호 서식에 따른 외부사업 온실가스 감축량 인증 검토서에 명시하여 온실가스 감축량 인증 신청을 반려할 수 있다.

⑤ 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 제출한 모니터링 보고서 및 검증보고서가 제1항 각 호의 검토 기준에 적합하게 작성되었는지를 평가하고 별지 제19호 서식에 따라 외부사업 온실가스 감축량 인증 검토서를 작성하여 인증 신청 또는 신청자료를 제출한 때로부터 30일 이내에 외부사업 사업자에게 통보하여야 한다. 다만, 부득이한 사정으로 그 기간 내에 통보할 수 없을 때에는 30일 범위에서 기간을 연장하고 그 사실을 신청인에게 알려야 한다.

⑥ 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 제31조제2항에 따라 외부사업 온실가스 감축량 인증을 신청하는 경우, 제1항제1호 및 제2호에 대해서만 검증 결과를 검토할 수 있다.

⑦ 부문별 관장기관의 장은 제5항에 따라 온실가스 감축량 인증 검토서를 외부사업 사업자에게 통보할 때 필요한 경우 외부사업 사업자가 인증신청 서류의 수정·보완을 실시하고 제출해야 하는 기한을 명기하여 통보할 수 있다. 이 경우 통보를 받은 외부사업 사업자는 정해진 기한까지 관련 서류를 수정·보완할 수 있으며, 수정·보완은 3회까지 할 수 있다.

제33조(감축량 인증 의견수렴 및 심의요청) ① 부문별 관장기관의 장은 제32조에 따른 검증 결과 검토가 완료되면 지체 없이 온실가스 감축량

인증 검토 결과에 대하여 환경부장관의 의견을 수렴하여야 한다.

② 환경부장관은 제1항에 따른 검토 의견을 30일 이내에 작성하여 부문별 관장기관의 장에게 통보하여야 한다.

③ 부문별 관장기관의 장은 제2항에 따른 협의결과를 반영하여 인증 여부에 대한 검토 결과를 환경부장관에게 제출하여야 한다.

④ 환경부장관은 제3항에 따라 제출된 자료의 심의를 인증위원회에 요청하고, 그 결과를 부문별 관장기관의 장에게 통보하여야 한다. 이 경우 해당 부문별 관장기관의 장은 즉시 그 결과를 별지 제20호 서식에 따라 작성하여 해당 외부사업 사업자에게 통보하여야 한다. 다만, 지침에 명백히 부합하지 아니하는 경우 인증위원회에 심의 요청하지 아니한다.

⑤ 삭제

제34조(외부사업 온실가스 감축량 인증서의 발급) ① 부문별 관장기관의 장은 제33조에 따른 심의 결과 온실가스 감축량으로 인증이 결정된 경우 인증일부터 2년 이내에 상쇄배출권으로 전환하는 조건으로 별지 제21호 서식에 따라 외부사업 사업자에게 온실가스 감축량 인증서를 발급하여야 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 온실가스 감축량 인증이 결정된 외부사업을 상쇄등록부에 등록하고, 해당 사업을 구분할 수 있도록 별표6에 따라 외부사업 인증실적 고유번호를 부여하는 등의 이력관리를 하여야 한다.

제35조(외부사업 온실가스 감축량 인증 취소) ① 부문별 관장기관의 장은 제34조제1항에 따라 인증된 외부사업 인증실적이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 때에는 인증위원회의 심의를 거쳐 인증을 취소할 수 있다. 다만, 제1호에 해당하는 경우에는 그 인증을 취소해야 한다.

1. 거짓이나 부정한 방법으로 외부사업 온실가스 감축량을 인증받은

경우

2. 외부사업 온실가스 감축량이 이 법 또는 다른 법률에 따른 의무 이행의 결과로 발생되거나, 그와 동일한 감축량을 다른 제도 또는 사업에서 중복으로 활용한 경우

3. 법 제30조제1항제2호에 해당하는 사유로 외부사업으로 승인된 사업에서 발생한 외부사업 온실가스 감축량이 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」 및 관련 조약에 따라 유효하지 않게 된 경우

4. 법령 개정, 기술 발전 등에 따라 해당 외부사업 온실가스 감축량이 일반적인 경영 여건에서 할 수 있는 활동 이상의 추가적인 노력에 의해 발생한 것으로 보기 어려운 경우

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 인증을 취소 하기 전에 해당 외부사업 사업자에게 의견진술의 기회를 부여하여야 한다. 다만, 의견진술을 통보받은 날로부터 30일 이내에 의견을 제출하지 않는 경우에는 인증 취소에 대한 이의가 없는 것으로 본다.

③ 삭제

④ 할당대상업체가 제38조에 따라 외부사업 인증실적을 상쇄배출권으로 전환하여 배출권 제출에 사용한 외부사업 인증실적이 제1항제1호 및 제2호의 경우에 해당하여 취소된 경우 해당 할당대상업체는 법 제41조제3항제2호에 해당하는 것으로 본다. 다만, 고의성이 없는 단순한 과실에 불과한 경우에는 제외로 한다.

제6장 외부사업 인증실적 관리

제36조(외부사업 인증실적의 발행) ① 부문별 관장기관의 장은 제34조에 따라 인증된 외부사업 온실가스 감축량에 해당하는 외부사업 인증실적을 등록된 외부사업에 대한 발행계정에 정수단위(소수점 이하를 버림한 것을 의미한다)로 발행하여야 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 발행된 외부사업 인증실적을 상쇄등록부에 등록된 해당 외부사업의 사업계획서 또는 인증실적 이전 관련 증빙자료에서 정한 외부사업 인증실적 소유권 배분에 관한 내용에 따라 외부사업 사업자의 보유계정으로 이전하여야 한다.

③ 삭제

제37조(외부사업 인증실적의 이전) ① 부문별 관장기관의 장은 자신의 보유계정에 등록된 외부사업 인증실적을 다른 외부사업 참여자의 보유계정으로 이전하고자 하는 자가 다음 각 호의 서류를 제출하여 이전을 신청하는 경우에 신청된 바에 따라 외부사업 인증실적을 이전할 수 있다.

1. 별지 제22호 서식에 따른 이전신청서

2. 관련 계약사항을 확인할 수 있는 증빙자료

② 외부사업 인증실적을 법 제22조에 따른 배출권 거래소(이하 "배출권 거래소"라 한다)에서 거래한 자는 해당 거래에 대해 배출권 거래소가 청산·결제를 위하여 온실가스 종합정보센터의 장에게 결제할 외부사업 감축실적을 통지하거나 결제지시를 하는 경우 영 제33조제1항의 요건을 충족한 것으로 본다.

③ 외부사업 인증실적을 배출권 거래소 외에서 거래한 경우에는 양도인이 제1항의 서류를 부문별 관장기관의 장에게 전자적 방식으로 제출하고, 부문별 관장기관의 장은 신청 사항을 심사하여 이전을 승인한 경우 지체 없이 그 사실을 온실가스 종합정보센터의 장에게 통지하여야 한다.

④ 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 외부사업 인증실적을 이전할 때에는 이전을 신청한 자의 보유계정에 등록된 해당 외부사업 인증실적은 취소계정으로 이전하고, 신청에 따라 이전을 받는 자의 보유계정에 이전된 외부사업 인증실적을 등록한다.

⑤ 외부사업 인증실적을 이전 받는 자가 법 제8조에 따른 할당대상업체

또는 「저탄소 녹색성장기본법」 제42조에 따른 관리업체인 경우에는 해당 업체의 부문별 관장기관의 장이 인증실적의 이전을 승인하며, 할당대상업체 또는 관리업체가 아닌 경우에는 양수인이 인증실적을 발급받았던 사업 분야를 고려하여 인증실적 이전을 승인할 부문별 관장기관을 정하되, 정하기 어려운 경우에는 부문별 관장기관이 협의하여 정한다.

제38조(인증실적 처분 및 상쇄배출권 전환) ① 환경부장관은 법 제29조제1항에 따라 할당대상업체가 별지 제23호 서식에 따른 상쇄배출권 전환신청서를 제출하여 자신의 보유계정에 있는 외부사업 인증실적을 상쇄배출권으로 전환하여 줄 것을 신청하는 경우, 영 제47조제1항의 기준에 따라 전환하고 제2항의 규정에 따라 그 내용을 상쇄등록부에 등록하여야 한다.

② 제1항에 따라 상쇄배출권으로 전환된 외부사업 인증실적은 해당 할당대상업체의 보유계정에서 처분계정으로 이전 된다. 이 경우 전환된 상쇄배출권은 해당 할당대상업체의 상쇄배출권계정으로 이전 된다.

③ 제1항에 따른 상쇄배출권 전환 신청은 법 제8조제1항에 따라 지정·고시된 할당대상업체 이외의 경우에는 상쇄배출권 전환을 신청할 수 없다.

④ 제1항에도 불구하고 2020년 12월 31일 이전에 발급된 외부사업 인증실적은 2022년 12월 31일까지 상쇄배출권으로 전환신청하여야 한다.

제7장 상쇄등록부의 구축 및 관리

제39조(상쇄등록부의 구축) 환경부장관은 외부사업 등록, 외부사업 인증실적의 발행·이전·처분 및 상쇄배출권 전환 등 일련의 과정이 전자적 방식으로 기록·관리 될 수 있도록 다음 각 호의 기능이 포함된 상쇄등록

부를 구축하여야 한다.

1. 계정 발급 및 관리 기능
2. 외부사업의 신청, 타당성평가, 등록, 모니터링, 검증, 인증 등을 기록·관리하는 기능
3. 외부사업 인증실적의 발행·이전·처분 및 상쇄배출권 전환 등을 기록·관리하는 기능
4. 기타 주무관청의 장이 필요하다고 판단되는 사항에 대한 기능

제40조(상쇄등록부의 관리 및 운영) ① 환경부장관은 가용성과 기밀성이 보장될 수 있도록 상쇄등록부를 관리하여야 하며, 외부사업 인증실적의 발행·이전·처분 및 상쇄배출권 전환 등에 대하여 전자 데이터베이스 형태로 관리하여야 한다.

② 제1항에도 불구하고 환경부장관은 상쇄등록부 운영과 상쇄등록부에 등록된 다음 각 호의 정보를 외부에 공개할 수 있다.

1. 외부사업으로 신청 또는 등록된 사업의 목록 및 일반정보
2. 외부사업 인증실적
3. 외부사업 방법론
4. 미활용 CER 일련번호

제40조의2(보유계정 등의 등록) ① 외부사업 참여자가 되어 보유계정을 등록하려는 자는 다음 각 호의 서류를 부문별 관장기관의 장에게 전자적 방식으로 제출하여야 한다.

1. 별지 제36호 서식에 따른 계정 신청서
2. 본인을 증명할 수 있는 서류(법인등기부등본 및 사업자등록증 또는 이에 준하는 서류를 말하며, 부문별 관장기관의 장이 「전자정부법」 제36조제1항에 따른 행정정보의 공동이용을 통하여 해당 정보를 확인하는 것에 대해서 신청인이 동의하지 않는 경우에 한정한다)

3. 제40조의4에 따른 계정대표자 및 계정관리인의 계정관리 업무수행에 관한 동의서

4. 개인정보 제공 등에 관한 동의서

② 제1항에 따른 계정의 등록을 신청할 수 있는 자는 다음 각 호와 같다.

1. 만 18세 이상의 자

2. 법인

③ 제2항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 계정 등록을 신청할 수 없다.

1. 피성년후견인 또는 피한정후견인

2. 파산선고를 받고 복권되지 아니한 자

④ 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 제출한 외부사업 보유계정 등록신청서를 심사하여 적합한 경우 해당 신청인(법인을 포함한다) 명의의 보유 계정을 상쇄등록부에 등록한다. 다만 할당대상업체 명의의 계정은 부문별 관장기관의 장이 직권으로 등록한다.

제40조의3(등록신청의 반려) ① 부문별 관장기관의 장은 제40조의2에 따른 계정의 등록신청이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 계정 등록신청을 반려할 수 있다.

1. 제40조의2에 따른 계정 등록신청 자격을 갖추지 못한 경우
2. 신청에 필요한 서류를 제출하지 아니한 경우
3. 신청서에 기록된 사항이 이를 증명하는 서류와 맞지 아니하는 경우
4. 신청서에 기록된 사항이 최근의 사실을 반영하고 있지 못한 경우
5. 계정 등록신청이 불공정거래 또는 위법한 자금세탁을 목적으로 하는 것이 합리적으로 의심될 경우

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 계정 등록신청을 반려하는 경우에는 그 사유를 명시하여 지체 없이 신청인에게 문서로 통지하여야

한다.

③ 제1항에 따른 거래 계정 등록신청 반려에 대하여 불복하는 신청인은 그 반려의 통지를 받은 날부터 20일 이내에 부문별 관장기관의 장에게 이의를 신청할 수 있다.

④ 부문별 관장기관의 장은 제3항에 따른 이의신청을 받은 날부터 20일 이내에 그 이의신청에 대하여 결정하고 지체 없이 그 결과를 신청인에게 문서(전자문서를 포함한다)로 통지하여야 한다. 다만, 부득이한 사정으로 그 기간 내에 결정을 할 수 없을 때에는 20일의 범위에서 기간을 연장하고 그 사실을 신청인에게 알려야 한다.

제40조의4(계정대표자 및 계정관리인) ① 계정대표자는 다음 각 호의 자로 한다.

1. 개인 계정의 경우 계정의 명의자 본인
2. 법인 계정의 경우 법인의 대표자
- ② 법인 계정의 대표자는 2인 이하의 계정관리인을 지정할 수 있다.
- ③ 보유계정에서의 외부사업 인증실적 이전을 신청할 수 있는 자는 제1항에 따른 계정대표자와 제2항에 따른 계정관리인에 한한다.

제40조의5(계정 정지) ① 부문별 관장기관의 장은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우 직권으로 관련 보유계정의 사용을 정지시킬 수 있다. 다만, 계정 정지 시점 이전에 발생한 거래, 권리·의무 승계, 외부사업 및 인증실적 취소의 청산·결제를 위하여 필요한 경우에는 사용이 정지된 계정인 경우에도 외부사업 인증실적을 이전시킬 수 있다.

1. 계정을 자금세탁, 테러목적의 자금 유용, 탈세, 사기 등 범죄목적에 사용한 경우 또는 사용하였다고 의심되는 경우
2. 잘못된 ID와 비밀번호를 이용하여 반복해서 계정의 사용을 시도한 경우

3. 계정대표자가 궤위된 경우

4. 계정 정보 갱신의무를 해태한 경우

5. 외부사업 인증실적 거래 관련 불공정거래 행위를 한 경우 또는 행하였다고 의심되는 경우

6. 권리의 승계를 신청한 경우

7. 외부사업 및 인증실적 승인 취소 사전 통보를 받은 경우

② 부문별 관장기관의 장은 제1항 각 호에 따른 보유계정 사용 정지 사유가 소멸한 경우 지체 없이 계정 정지를 종료하여야 한다.

제40조의6(계정 폐쇄) ① 부문별 관장기관의 장은 계정대표자가 자신을 대표자로 하는 보유계정의 폐쇄를 신청하는 경우 신청을 받은 날부터 20일 이내에 해당 계정을 폐쇄하여야 한다. 다만, 계정 폐쇄의 신청이 계정 명의자(법인을 포함한다)의 의무를 이행하지 않기 위한 목적임이 명백한 경우에는 그러하지 아니하다.

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 계정을 폐쇄하는 경우 해당 보유계정의 외부사업 인증실적을 취소계정으로 이전한다.

제40조의7(계정정보의 갱신) ① 계정대표자는 자신을 대표자로 하는 보유 계정과 관련하여 상쇄등록부에 등록된 사항의 변경사유가 발생한 경우 10일 이내에 부문별 관장기관의 장에게 통보하여야 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 통보받은 사항에 대한 사실여부를 확인하여 지체 없이 상쇄등록부에 등록하여야 한다.

③ 부문별 관장기관의 장은 모든 계정대표자가 주기적으로 상쇄등록부에 등록된 자신을 대표자로 하는 계정과 관련한 정보가 최신의 상태로 유지되고 있음을 주기적으로 확인할 수 있도록 필요한 조치를 취하여야 한다.

④ 제3항에 따른 확인을 위하여 부문별 관장기관의 장은 모든 계정대표자가 자신을 대표자로 하는 계정과 관련하여 상쇄등록부에 등록된 정보가 최신의 상태로 유지되고 있음을 확인하고 매년 말일까지 이를 통보하도록 공지하여야 한다.

⑤ 부문별 관장기관의 장은 주기적으로 상쇄등록부에 등록된 계정 정보가 정확한지 여부를 검토하여야 한다. 이때 부정확한 정보가 발견된 경우 해당 계정대표자에게 정보의 갱신을 요구하거나 직권으로 이를 수정할 수 있다.

제40조의8(계정대표자 및 계정관리인의 변경) ① 계정대표자 또는 계정관리인이 교체된 경우 새로운 계정대표자 또는 계정관리인은 지체 없이 부문별 관장기관의 장에게 이에 대한 변경을 신청하여야 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따른 계정대표자 또는 계정관리인의 변경을 신청받은 경우 신청을 받은 날부터 10일 이내에 해당 계정의 계정대표자 또는 계정관리인을 변경하거나 변경 신청을 반려하여야 한다.

제8장 인증유효기간 갱신

제41조(인증유효기간 갱신 접수) ① 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 다음 각 호의 서류를 제출하여 등록된 외부사업의 인증유효기간 갱신을 승인하여 줄 것을 신청하는 경우에 이를 심사하여 해당 외부사업의 인증유효기간을 갱신할 수 있다.

1. 별지 제1호 내지 제4호 서식에 따른 사업계획서
 2. 별지 제24호 서식에 따른 인증유효기간 갱신 신청서
- ② 제1항에 따른 신청은 외부사업 인증유효기간 만료일 이전 6개월 전까지 하여야 하며, 이때까지 갱신 승인이 신청되지 않는 외부사업의

경우에는 해당 외부사업 사업자가 인증유효기간을 갱신할 의사가 없는 것으로 간주한다. 다만, 이 고시 시행일 이전에 제17조에 따른 외부사업 승인이 인증유효기간 갱신 신청 기한 이후에 이루어진 경우에는 외부사업 승인일로부터 1년 이내까지 갱신 승인 신청을 할 수 있다.

제42조(인증유효기간 갱신 심사) ① 부문별 관장기관의 장은 제41조에 따라 접수된 인증유효기간 갱신 신청을 심사할 때에 제13조제1항 및 다음의 각 호를 고려하여야 한다. 이때 부문별 관장기관의 장은 심사를 위하여 외부전문가를 활용할 수 있다.

1. 등록된 사업계획서에서 적용된 승인 방법론의 최신 버전 적용 여부
2. 등록된 사업계획서에서 적용된 방법론이 외부사업 등록 후 철회되고 신규 방법론으로 대체된 경우, 대체된 방법론의 최신 버전 적용 여부
3. 외부사업의 내용 및 베이스라인의 변화로 제1호 및 제2호에 해당하지 않는 경우, 다른 승인된 방법론을 적용하거나 승인 방법론의 개정을 신청

4. 등록된 사업계획서에서 적용된 기존 자료 및 변수들의 유효성 여부
5. 외부사업 등록 이후, 관련 법 및 규정의 변화
6. 외부사업 등록 이후, 사업 여건의 변화

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따른 심사를 위하여 필요한 경우 별도의 근거자료를 제출할 것을 해당 외부사업 사업자에게 요구할 수 있다.

③ 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 제2항의 요구에 따른 근거자료를 지체없이 제출하지 않는 경우 그 사유를 명시하여 해당 인증유효기간 갱신 신청을 반려할 수 있다.

④ 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따른 심사 결과에 대하여 별지 제25호 서식에 따라 인증유효기간 갱신 검토의견서를 작성하여 해당 외부사업 사업자에게 통보하여야 한다.

제43조(인증유효기간 갱신 협의) ① 부문별 관장기관의 장은 제42조에 따른 검토가 완료되면 지체 없이 승인 여부 검토 결과에 대하여 환경부장관에게 협의를 요청하여야 한다.

② 환경부장관은 제1항에 따른 협의 의견을 30일 이내에 해당 부문별 관장기관에 통보하여야 한다.

제44조(인증유효기간 갱신 심의 및 통보) ① 부문별 관장기관의 장은 제42조에 따른 심사가 완료되면 제43조제2항에 따른 협의 결과를 반영하여 인증유효기간 갱신 신청에 대한 심의를 인증위원회에 요청하여야 한다. 다만, 지침에 명백히 부합하지 않는 경우 인증위원회에 심의 요청하지 아니한다.

② 환경부장관은 제1항에 따른 인증위원회의 심의 결과를 부문별 관장기관의 장에게 통보하여야 하며, 부문별 관장기관의 장은 즉시 그 결과를 별지 제26호 서식에 따라 인증유효기간 갱신 심의 결과서를 작성하여 해당 외부사업 사업자에게 통보하여야 한다.

③ 삭제

제45조(인증유효기간 갱신 등록) ① 부문별 관장기관의 장은 제44조에 따른 인증위원회 심의 결과 갱신 승인으로 판정된 경우 해당 외부사업 사업자에게 별지 제27호 서식에 따른 외부사업 인증유효기간 갱신 승인서를 발급하여야 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 인증유효기간 갱신이 승인된 외부사업에 대하여 상쇄등록부에 변경 등록하고 사후관리를 하여야 한다.

제9장 사후변경

제46조(사업계획의 변경 접수) ① 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 다음 각 호의 사항이 변경된 시점으로부터 14일 이내에 해당 변경 내용의 증빙서류를 제출하는 경우에 이를 확인하여 변경할 수 있다.

1. 사업자명, 사업장명, 전화 등 일반정보
2. 외부사업 온실가스 감축량 소유권 비율

② 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 다음 각 호의 사항에 해당하여 별지 제5호 서식에 따른 사업계획 변경 신청서를 제출하여 사업계획서 변경 승인을 신청하는 경우에 인증위원회의 심의를 거쳐 사업계획서 변경을 승인할 수 있다.

1. 사업계획의 변경으로 인해 추가성에 영향이 있는 경우
2. 제9조제2항 및 제3항에 따른 사업규모의 변경이 있는 경우
3. 사업계획 변경으로 인해 승인 시 적용한 방법론의 적용조건을 만족할 수 없게 된 경우
4. 각종 법규 및 제도의 변화 등으로 기존 모니터링 계획을 적용할 수 없는 경우
5. 기타 사업계획의 주요 사항에 대한 변경이 있는 경우

제47조(사업계획 변경 심사) 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 제46조제2항에 따라 제출한 사업계획 변경 신청서 및 관련서류를 제13조와 제14조를 준용하여 심사하고 환경부장관의 협의를 거쳐야 한다. 이 경우 제15조의 절차를 준용한다.

제48조(사업계획 변경 승인) ① 부문별 관장기관의 장은 제47조에 따른 사업계획 변경 평가결과를 별지 제9호 서식에 따라 작성하여 해당 외부사업 사업자에게 통보하여야 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 제46조에 따른 사업 계획 변경 신청이 제47조에 따른 사업계획 변경 평가 결과 승인이 적합한 경우 이를 승인하고 별지 제28호 서식에 따른 외부사업 사업계획 변경 승인서를 발급하여야 한다.

③ 부문별 관장기관의 장은 제2항에 따라 외부사업 사업계획 변경이 승인된 사업을 상쇄등록부에 등록하고 사후관리를 실시하여야 한다. 이때, 외부사업 사업명과 등록 고유번호는 변경되지 않는다.

제49조(인증유효기간 시작일의 변경) ① 부문별 관장기관의 장은 외부사업 사업자가 별지 제29호 서식의 인증유효기간 시작일 변경 신청서를 제출하여 등록된 사업계획서에 명시된 인증유효기간 시작일을 변경하고자 하는 경우 이를 심사하여 인증유효기간 시작일을 변경할 수 있다.
② 제1항에 따른 인증유효기간 시작일 변경은 당초 인증유효기간 시작일을 기준으로 전후 각 2년의 범위 안에서 가능하다.
③ 제1항에 따라 인증유효기간 시작일이 변경된 경우에도 제11조에 따른 인증유효기간의 총 기간은 영향을 받지 아니한다.

제50조(인증유효기간 시작일의 변경 심의 요청) ① 부문별 관장기관의 장은 제49조제1항에 따른 신청에 대한 심사가 완료되면 지체없이 심사결과를 환경부장관과 협의하고 승인여부 검토 결과에 대한 심의를 인증위원회에 요청하여야 한다. 다만, 지침에 명백히 부합하지 않는 경우 인증위원회에 심의 요청하지 아니한다.
② 환경부장관은 제1항에 따른 심의 결과를 해당 부문별 관장기관의 장에게 통보하며, 해당 부문별 관장기관의 장은 즉시 그 결과를 별지 제30호 서식에 따라 작성하여 해당 외부사업 사업자에게 통보하여야 한다.

제51조(인증유효기간 시작일의 변경 승인) ① 부문별 관장기관의 장은 제49조에 따른 인증유효기간 시작일 변경신청이 제50조에 따른 심의 결과 변경 승인이 적합한 경우 이를 승인하고 별지 제31호 서식에 따른 인증유효기간 시작일 변경 승인서를 발급하여야 한다.
② 부문별 관장기관의 장은 인증유효기간 시작일의 변경 신청이 승인된 사업에 대하여 상쇄등록부에 변경된 사항을 등록하고 사후관리를 하여야 한다.

제10장 보칙

제52조(정보공개) ① 외부사업 사업자는 제40조제2항에 의한 정보공개 조항에도 불구하고 비공개를 원하는 항목이 있을 경우 제12조에 따른 외부사업 승인 신청 또는 제31조에 따른 외부사업 온실가스 감축량 인증 신청 시에 별지 제32호 서식에 따른 정보 비공개 신청서를 부문별 관장기관의 장에게 제출하여 해당 정보의 비공개를 요청할 수 있다.
② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 외부사업 사업자가 정보의 비공개를 요청하는 경우, 인증위원회의 심의를 거쳐 비공개 여부를 결정한다.
③ 부문별 관장기관의 장은 제2항에 따른 외부사업 정보의 비공개 여부 심의 결과를 별지 제33호 서식에 따라 작성하여 외부사업 사업자에게 통보하여야 하며, 외부사업 사업자의 비공개 요청에도 불구하고 공개를 결정한 경우 공개결정 이유를 명시하여야 한다.

제53조(이의신청) ① 외부사업 사업자 또는 이해관계자는 다음 각호의 사항에 이의가 있는 경우에는 해당 각호의 통지를 받은 날로부터 30일 이내에 별지 제11호 서식에 따른 이의신청서를 작성하여 전자적 방식으로 부문별 관장기관의 장에게 이의를 신청할 수 있다.

1. 제16조제3항의 외부사업 승인 심의 결과
2. 제21조제4항의 방법론 승인심의 결과
3. 제24조의 방법론 개정 심의 결과
4. 제33조제4항의 감축량 인증 심의 결과
5. 제35조제1항의 온실가스 감축량 인증 취소
6. 제44조제2항의 인증유효기간 갱신 심의 결과

② 부문별 관장기관의 장은 제1항의 이의신청을 받은 날부터 30일 이내에 그 결과를 신청인에게 별지 제11호의2 서식에 따라 전자적 방식으로 통보하여야 한다. 다만, 부득이한 사정으로 그 기간 내에 결정을 할 수 없을 때에는 30일의 범위에서 기간을 연장하고 그 사실을 신청인에게 알려야 한다.

③ 삭제

제54조(산림분야 외부사업 온실가스 인증실적 발행에 관한 특례) 이 지침의 규정에도 불구하고 산림분야로부터 발행된 인증실적의 발행과 관련하여서는 다음 각 호의 특례를 적용한다.

1. 부문별 관장기관의 장(농림축산식품부장관)은 제36조제2항에 따라 외부사업의 발행계정으로 발행된 외부사업 인증실적의 경우, 사업이행의 위험도를 고려하여 외부사업 인증실적의 일부를 산림예치계정으로 이전할 수 있으며, 세부사항은 별표 10에 따른다.
2. 부문별 관장기관의 장(농림축산식품부장관)은 제1호에 따라 산림예치계정으로 이전된 양을 제외한 외부사업 인증실적에 대하여 제37조제3항에 따라 외부사업 사업자의 보유계정으로 외부사업 인증실적을 발행한다.

제55조(업무의 위탁) ① 부문별 관장기관은 이 지침에 따른 업무를 수행함에 있어 다음 각 호의 기관에 위탁할 수 있다.

1. 「농촌진흥법」 제33조에 따른 농업기술실용화재단
2. 「에너지이용 합리화법」 제45조에 따른 한국에너지공단
3. 「임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률」 제29조의2에 따른 한국임업진흥원
4. 「한국교통안전공단법」에 따른 한국교통안전공단
5. 「한국해양교통안전공단법」에 따른 한국해양교통안전공단
6. 「한국환경공단법」에 따른 한국환경공단
7. 「해양환경관리법」 제96조 제1항에 따른 해양환경공단

제56조(권리·의무의 승계 신청) ① 외부사업 참여자가 다른 업체와 합병한 경우에는 합병 후 존속하는 업체나 합병에 의하여 설립되는 업체에게 해당 외부사업 참여자의 외부사업 및 외부사업 인증실적에 대한 권리·의무가 일부 또는 전부 승계된 것으로 본다. 권리·의무의 승계는 별지 제34호 서식을 통해 신청한다.

② 외부사업 참여자가 분할되거나 자신에게 속한 외부사업 및 외부사업 인증실적에 대한 권리·의무를 다른 업체에게 이전할 경우에는 분할로 인하여 설립될 업체 또는 외부사업 및 외부사업 인증실적에 대한 권리·의무를 이전받은 업체에 외부사업 및 외부사업 인증실적에 대한 권리·의무가 일부 또는 전부 승계된 것으로 본다. 권리·의무의 승계는 별지 제34호 서식을 통해 신청한다.

③ 삭제

제57조(권리·의무의 승계 승인) ① 부문별 관장기관의 장은 제56조에 따른 권리·의무의 승계 신청을 받은 날부터 30일 이내에 신청에 대한 결과를 별지 제35호 서식에 따라 작성하여 해당 외부사업 참여자에게 통보하여야 한다.

② 부문별 관장기관의 장은 제1항에 따라 권리·의무의 승계가 승인된

사항을 상쇄등록부에 등록한다.

③ 외부사업 인증실적에 대한 권리·의무를 승계받는 자가 법 제8조에 따른 할당대상업체 또는 「저탄소 녹색성장기본법」 제42조에 따른 관리업체인 경우에는 해당 업체의 부문별 관장기관의 장이 외부사업 인증실적의 권리·의무 승계를 승인하며, 할당대상업체 또는 관리업체가 아닌 경우에는 양수인이 인증실적을 발급받았던 사업 분야를 고려하여 권리·의무 승계를 승인할 부문별 관장기관을 정하되, 정하기 어려운 경우에는 부문별 관장기관이 협의하여 정한다.

제58조(규제의 재검토) 환경부장관은 행정규제기본법 제8조에 따라 이 고시에 대하여 2018년 7월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부칙 〈제2016-103호, 2016. 6. 8.〉

제1조(시행일) 이 고시는 관보에 게재한 날부터 시행한다.

제2조(경과조치) 이 고시 시행 당시 종전의 「외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

제3조(유효기간) 제18조 및 제35조의 규정은 2017년 6월 30일까지 적용한다.

제4조(규제의 재검토) 기획재정부 장관과 부문별 관장기관의 장은 「행정규제 기본법」 제8조에 따라 이 고시에 대하여 2016년 7월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부칙 〈제2017-36호, 2017. 3. 27.〉

제1조(시행일) 이 고시는 공포한 날부터 시행한다.

제2조(경과조치) 이 고시 시행 당시 종전의 「외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

제3조(유효기간) 제18조 및 제35조의 규정은 2017년 6월 30일까지 적용한다.

제4조(규제의 재검토) 기획재정부 장관과 부문별 관장기관의 장은 「행정규제 기본법」 제8조에 따라 이 고시에 대하여 2016년 7월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부칙 〈제2018-79호, 2018. 5. 2.〉

제1조(시행일) 이 고시는 발령한 날부터 시행한다.

제2조(경과조치) 이 고시 시행 전에 종전의 「외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

부칙 〈제2018-127호, 2018. 6. 28.〉

제1조(시행일) 이 고시는 공포한 날부터 시행한다.

제2조(경과조치) 이 고시 시행 전에 종전의 「외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

부칙 〈제2021-22호, 2021. 1. 22.〉

제1조(시행일) 이 고시는 공포한 날부터 시행한다. 다만 제2조의 제24호는 2020년 9월 30일에 외부사업을 제12조에 따라 승인 신청한 사업부터 적용한다.

제2조(경과조치) 이 고시 시행 전에 종전의 「외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

부칙 〈제2021-88호, 2021. 5. 21.〉

제1조(시행일) 이 고시는 공포한 날부터 시행한다. 다만 제2조의 제24호는 2020년 9월 30일에 외부사업을 제12조에 따라 승인 신청한 사업부터 적용한다.

제2조(경과조치) 이 고시 시행 전에 종전의 「외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침」에 따라서 이루어진 행위는 이 고시에 따른 행위로 본다.

[별표 1]

승인대상 외부사업 분류 및 등록 특례 사업

분류번호	사업 분야	세부 분류	
01	에너지산업	1-A	화석연료, 바이오매스를 통한 열에너지 생산
		1-B	신재생에너지로부터의 에너지 생산
		1-C	기타
02	에너지 공급	2-A	전기 공급
		2-B	열 공급
03	에너지 수요	3-A	에너지 수요
04	제조업	4-A	시멘트 분야
		4-B	알루미늄 분야
		4-C	철강 분야
		4-D	정제 분야
		4-E	기타
05	화학산업	5-A	화학공정 산업
06	건설	6-A	건설
07	수송	7-A	수송
08	광업/광물	8-A	광업/광물 공정
		8-B	오일 및 가스 산업, 탄광 메탄회수 및 사용
09	금속산업	9-A	금속생산
10	연료로부터의 탈루배출	10-A	10-B를 제외한 광업/광물 공정에서의 탈루 배출
		10-B	오일 및 가스 산업, 탄광 메탄회수 및 사용으로 부터의 탈루 배출

분류번호	사업 분야	세부 분류	
11	할로겐화탄소, 육불화황 생산 및 소비로부터의 탈루배출	11-A	화학공정 산업
		11-B	온실가스 포집 및 파괴
12	용제사용	12-A	화학공정 산업
13	폐기물 취급 및 처리	13-A	폐기물 취급 및 처리
		13-B	동물 퇴비 관리
14	산림	14-A	탄소흡수원 유지 및 증진
15	농업	15-A	경종
		15-B	축산
16	이산화탄소 포집 및 저장 또는 재이용	16-A	이산화탄소 포집 및 저장 또는 재이용

등록 특례 사업

1. 신재생에너지공급의무화제도(RPS)에 의해 RPS 공급의무자가 공급해야하는 의무량을 초과한 신재생공급인증서(REC) 구매량에 대해 외부사업으로 등록할 수 있다.
2. HFC-23 감축사업 및 아디픽산 제조공정에서의 N₂O저감 사업에서 발생한 온실가스 감축실적은 등록대상에서 제외한다. 다만, 제1차 계획기간에 한하여 시장안정화를 위해 사용할 목적으로 등록할 수 있다.

[별표 2]

승인대상 외부사업의 규모 및 종류

1. 단일 감축사업

가. 신청 가능한 외부사업의 감축량 최소규모 제한은 없으며, 외부사업은 연간 예상 감축량에 따라 다음의 3가지로 구분된다.

1) 극소규모 감축사업 : 연간 예상 감축량 100tCO₂-eq 이하

* 극소규모 감축사업으로 등록된 경우, 부문별 관장기관장관에 의한 인증 가능량은 극소규모 감축사업 기준에 따른 온실가스 배출 감축량을 초과할 수 없다.

2) 소규모 감축사업: 연간 예상 감축량 100tCO₂-eq 초과
3,000tCO₂-eq 이하

* 소규모 감축사업으로 등록된 경우, 부문별 관장기관장관에 의한 인증 가능량은 소규모 감축사업 기준에 따른 온실가스 배출 감축량을 초과할 수 없다.

3) 일반 감축사업: 연간 예상 감축량 3,000tCO₂-eq 초과

나. 외부사업 규모와 관계없이 사업의 신청, 타당성 평가 및 검증 등의 절차가 동일하게 적용된다. 다만, 일반 감축사업 중, 연간 예상 감축량 60,000tCO₂-eq초과 사업의 경우, 타당성 평가 시 경제적 추가성에 대한 추가적인 평가가 이행되어야 한다.

다. 극소규모 또는 소규모 사업의 외부사업 등록(묶음 감축사업, 프로그램 감축사업 포함)시, 해당 감축사업의 디번들링 여부를 평가하여야 한다.

2. 묶음 감축사업

가. 연간 예상 감축량 3,000tCO₂-eq 이하의 소규모 외부사업은 여러 개를 묶어서 하나의 사업(이하 “묶음 감축사업”이라 한다)으로 신청할 수 있다. 다만, 이러한 경우에 묶음 감축사업의 총 예상 감

축규모는 이산화탄소상당량톤으로 연간 15,000tCO₂-eq을 초과할 수 없다.

나. 연간 예상 감축량 100tCO₂-eq 이하의 극소규모 외부사업은 여러 개를 묶어서 하나의 사업(이하 “묶음 감축사업”이라 한다)으로 신청할 수 있다. 다만, 이러한 경우에 묶음 감축사업의 총 예상 감축규모는 이산화탄소상당량톤으로 연간 500tCO₂-eq을 초과할 수 없다.

다. 묶음 감축사업을 추진하기 위해서는 예상 온실가스 감축량을 외부사업 승인 신청 시 사업계획서에 명시하여야 하며, 일단 묶음 감축사업으로 등록된 외부사업에 기존의 단위사업을 제외하거나 새로운 단위사업을 추가할 수 없다. 다만, 인증유효기간 갱신 시 일부 단위사업을 제외하고 신청할 수 있다.

라. 묶음 감축사업으로 승인된 외부사업의 모든 단위사업은 동일한 인증유효기간 시작일과 유효기간을 가져야 한다.

마. 별표 1의 승인대상 외부사업 분류 중 산림 분야에 해당하는 외부사업은 산림 분야의 외부사업에 한해서만 묶음으로 신청할 수 있다.

3. 프로그램 감축사업

가. 외부사업 사업자는 중앙정부 또는 지방자치단체, 민간 등에 의해 일관된 사업 목적에 따라 시행되는 자발적 중·장기 온실가스 감축사업을 프로그램 감축사업으로 승인 신청할 수 있다.

나. 승인된 프로그램 감축사업에는 프로그램 감축사업의 유효기간 내에 단위사업을 상시로 추가시킬 수 있다.

다. 프로그램 감축사업에 속하는 단위사업의 실제 운영 주체와 관계없이 본 제도와 관련된 모든 절차는 프로그램 감축사업의 총괄 사업자로 일원화하여 수행한다.

* 프로그램 감축사업의 총괄 사업자는 해당 프로그램 감축사업 내 단위사업의 승인, 온실가스 감축량 인증 등 행정 업무를 수행하고, 단위사업의 시행에 필요한 사항 등을 관리하는 주체를 말한다.

* 프로그램 감축사업의 총괄 사업자는 프로그램감축사업 내 단위사업의 운영·관리를 위해 문서화된 매뉴얼 내용(조직 구성, 조직원 역할·자격, 모니터링 방법, 단위사업 외부사업자 교육·훈련, 데이터 관리, 측정기 검·교정 관리, 내부 심사, 품질보증·품질관리(QA·QC), 외부사업 승인 및 인증실적 발급 신청 등)을 보유하여야 한다.

라. 프로그램 감축사업에 속하는 모든 단위사업은 프로그램 감축사업 사업계획서에서 정의한 '적격성 기준'에 부합하고, 동 사업계획서에서 정의한 방법론을 사용하여야 한다.

[별표 3]

외부사업 승인 절차

	절 차	개 요	수행주체
1 단계	외부사업 승인 신청	<ul style="list-style-type: none"> 사업계획서 작성 [별표 4, 별지 제1호~별지 제4호 서식] 외부사업 승인신청서 작성 [별지 제5호 서식] 	외부사업 사업자
2 단계	외부사업 접수	<ul style="list-style-type: none"> 외부사업 승인신청서 검토 	부문별 관장기관
	타당성 평가	<ul style="list-style-type: none"> 타당성 평가 기준에 따른 외부사업의 적합성 평가 (사업계획서 평가) 타당성 평가 의견서 작성 	부문별 관장기관
	타당성 평가 의견 통보	<ul style="list-style-type: none"> (외부사업 사업자에게) 타당성 평가 의견 결과 통보 [별지 제8호 서식] (필요 시) 타당성 평가 의견 결과 시정 조치 요구 	부문별 관장기관
	(수정·보완)	<ul style="list-style-type: none"> 외부사업 승인 신청 서류 수정 또는 보완 (최대3회) 	외부사업 사업자
	타당성 평가 완료	<ul style="list-style-type: none"> 외부사업 타당성 평가 의견서 작성 완료 	부문별 관장기관
	타당성 평가 협의	<ul style="list-style-type: none"> 외부사업 타당성 평가 결과에 대한 협의 	환경부장관
3 단계	심의안건 상정	<ul style="list-style-type: none"> 인증위원회 구성 타당성 평가 승인 여부 검토 결과 심의 상정 	환경부장관
	승인 심의	<ul style="list-style-type: none"> 타당성 평가 심의 기준에 따른 외부사업 심의 (인증위원) 승인 심의서 작성 타당성 평가 승인 심의 결과보고서 작성 	인증위원회
	심의결과 통보 및 상채등록부 등록	<ul style="list-style-type: none"> (외부사업 사업자 측으로) 심의 결과 통보 [별지 제9호 서식] 상채등록부 등록 외부사업 승인서 발급 [별지 제10호 서식] 	부문별 관장기관

[별표 4]

외부사업 사업계획서 작성 지침

외부사업 사업계획서

사업명	
외부사업 사업자	
인증유효기간	
버전/ 작성일자	
사업 분야 및 적용 방법론	
연평균 온실가스 배출 감축량(흡수량)	

1. 사업개요

- 사업개요에는 외부사업 사업자가 추진하고자 하는 사업에 대한 정보와 내용을 아래와 같이 기술

1.1. 사업명, 사업목적 및 내용

- 사업명은 해당 사업에 대한 이해가 가능하도록 온실가스 배출원 및 적용기술 등을 포함
- 사업목적에는 해당 사업이 온실가스 감축 또는 제거를 목적으로 추진한 사업이라는 것을 기술
 - 프로그램 감축사업의 경우 프로그램 감축사업 본연의 목적을 기술하고, 해당 사업이 온실가스 감축 또는 제거의 목적과 어떻게 관련되어 있는지 기술
 - 프로그램 감축사업의 경우 프로그램 감축사업 내 단위사업의 목적이 프로그램 감축사업 전체의 목적과 어떻게 관련되어 있는지 기술
- 사업내용에는 별표 1에 따른 해당 사업의 분야, 적용 기술, 규모 등을 기술하고, 온실가스 감축 또는 제거 방법에 대해 간략히 설명
 - 프로그램 감축사업의 경우 프로그램 감축사업의 근간이 되는 사업 계획의 주요내용, 사업 주체, 사업 기간, 자원조달 방식, 사업 운영·관리 방식과 단위사업이 프로그램 감축사업에 포함되어 운영·관리되는 것이 적절한지(적격성)에 대한 판단 기준 등을 기술
 - 프로그램 감축사업 내 단위사업의 사업 분야, 적용 기술, 사업 규모, 온실가스 감축 또는 제거 방법 등을 기술

1.2. 사업의 위치

- 사업의 위치에는 해당 사업을 제 3자가 객관적으로 확인할 수 있도록 주소, 위도, 경도 등을 명확히 기술하고 사업의 지도를 포함

- 프로그램 감축사업의 경우 프로그램 감축사업을 통해 시행될 단위사업의 위치를 제3자가 객관적으로 확인할 수 있도록 명확히 기술하고 사업의 지도를 포함

1.3. 외부사업 사업자 및 온실가스 감축량 소유권

- 외부사업에 참여하는 외부사업 사업자명을 기술하고, 해당 사업으로 부터 발생한 온실가스 감축량의 소유권에 대해 기술

구 분	사업자명	온실가스 감축량 소유권	
		tCO ₂ -eq	%
외부사업자 1			
외부사업자 2			

- 프로그램 감축사업의 경우 프로그램 감축사업에 참여하는 외부사업 사업자명을 기술하며, 별표 2에 따른 프로그램 감축사업 총괄 사업자는 단위사업의 운영·관리 및 승인·인증실적 발행 신청 등 총괄 업무를 수행할 기관을 기입

구 분	사업자명	온실가스 감축량 소유권	
		tCO ₂ -eq	%
외부사업자(총괄)			
외부사업자 1			
외부사업자 2			

1.4. 사업 시작일 및 인증유효기간

- 사업 시작일은 외부사업을 시작하는 날로써 사업의 시행과 관련된 계약일, 최초 지출일, 작업 실행 또는 장치의 설치 시작일 중 가장 빠른 시점을 기준으로 함

- 프로그램 감축사업의 사업 시작일은 프로그램 감축사업 총괄 사업자가 프로그램 감축사업의 계획을 최종 승인한 날을 의미하며, 프로그램 감축사업의 단위사업의 사업 시작일은 단위 사업의 시행과 관련된 계약일, 최초 지출일, 작업 실행 또는 장치의 설치 시작일 중 가장 빠른 시점을 기준으로 함. 다만, 최초 프로그램 감축사업의 단위사업은 프로그램 감축사업 사업 시작일을 선행할 수 없음

- 인증유효기간 시작일은 외부사업자가 온실가스 감축사업을 시행하여 온실가스 감축이 발생하는 시점을 기준으로 하며, 인증유효기간에는 온실가스 감축실적을 인정받을 수 있는 기간을 기술하되 고정형과 갱신형으로 구분하여 기술

- 프로그램 감축사업의 인증유효 시작일은 프로그램 감축사업의 최초 승인된 단위사업의 인증유효기간 시작일과 동일

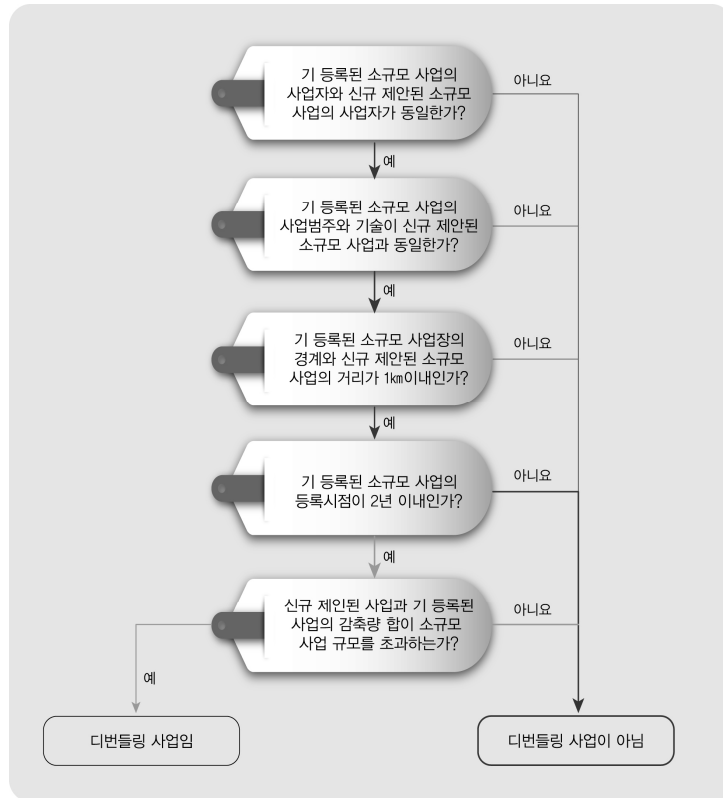
사업 시작일	년 월 일
인증유효기간 시작일	년 월 일
인증 유효기간	년 월 일 ~ 년 월 일 (갱신/고정)

1.5. 사업의 중복성 평가

- 해당 외부사업이 타 감축제도에 등록 또는 등록 신청되었는지를 기술하고, 제 3자가 이를 확인할 수 있도록 타 제도의 감축제도명, 감축사업명, 등록일, 등록 번호 등을 명확히 기술

1.6. 사업의 디번들링 평가 (극소규모 또는 소규모 감축사업인 경우)

- 극소규모 또는 소규모 사업의 외부사업 등록 시, 해당 감축사업의 디번들링 여부를 평가하는 항목으로서 해당 극소규모 또는 소규모 사업의 사업자는 유사 사업의 외부사업 승인여부에 대하여 명확히 기술



[외부사업 디번들링 평가 절차(소규모 감축사업의 예)]

1.7. 공적 자금

- 프로그램 감축사업의 경우 프로그램 감축사업을 수행하기 위해 투입된 공적 자금과 ODA(공적개발원조) 자금 투입여부를 기술

1.8. 프로그램 감축사업의 단위사업 적격성 기준

- 제13조제1항의 각 호 및 해당 프로그램 감축사업 시행시 요구되는 사항에 대해 기술

2. 베이스라인 및 모니터링 방법론

- 외부사업에 적용된 베이스라인 및 모니터링 방법론을 아래와 같이 명확하고 완전하게 기술

2.1. 적용 방법론

- 외부사업에 적용될 방법론(방법론 명, 고유번호, 버전)을 기술하되, 인증위원회로부터 승인된 방법론을 적용해야함
 - 프로그램 감축사업의 경우 단위사업에 적용될 방법론 기술

2.2. 방법론 선정 및 선정 타당성 설명

- 외부사업이 적용된 베이스라인 및 모니터링 방법론의 적용기준을 만족하고 있음을 증명하여 방법론 선정의 타당성을 입증
 - 프로그램 감축사업의 경우 각각의 단위사업별로 서술

2.3. 사업경계 및 온실가스 배출원 정보

- 외부사업의 사업경계 및 온실가스 배출원의 정보를 아래와 같이 기술
 - 프로그램 감축사업의 경우 각각의 단위사업별로 서술

2.3.1. 사업경계

- 외부사업에 의해 영향을 받는 사업의 범위를 기술하고 범위 내에 있는 온실가스 배출원의 정보를 나타내는 도식도(사진, 시설배치도, 공정도)를 포함
- 할당대상업체 사업경계 외부라는 것을 입증할 수 있어야함

2.3.2. 온실가스 배출원 정보

- 사업 경계 내에 있는 온실가스 배출원을 베이스라인 배출원과 사업 배출원으로 구분하여 아래의 표를 사용하여 제시

배출원		온실가스	포함여부	배출원 설명
베이스라인 배출량	배출원 1	CO ₂		
		CH ₄		
		N ₂ O		
		...		
	배출원 2	CO ₂		
		CH ₄		
		N ₂ O		
		...		
사업 배출량	배출원 1	CO ₂		
		CH ₄		
		N ₂ O		
		...		
	배출원 2	CO ₂		
		CH ₄		
		N ₂ O		
		...		

2.4. 베이스라인 시나리오

- 적용된 방법론에 따라 해당 외부사업의 베이스라인 시나리오 선정과정 및 타당성을 명확히 기술
 - 프로그램 감축사업의 경우 각각의 단위사업별로 서술

2.5. 추가성 입증

- 적용된 방법론에 따라 해당 외부사업의 추가성 입증에 위한 방법을 제시하고 외부사업으로서의 추가성이 있음을 설명. 적용된 방법론에 별도 명시되어 있지 않다면, '별표 5. 추가성 평가 절차 및 방법'에 따라 기술
 - 프로그램 감축사업의 경우 프로그램 감축사업 내 단위사업에 대한 법적·제도적·경제적 추가성 평가 절차와 방법에 대해 기술

3. 온실가스 감축량(흡수량) 산정

- 적용된 방법론에 따라 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량, 온실가스 감축량 산정을 위한 수식을 아래와 같이 설명하고, 온실가스 감축량 산정에 사용된 데이터 및 인자에 대해 기술
 - 프로그램 감축사업의 경우 각각의 단위사업별로 서술

3.1. 베이스라인 배출량(흡수량) 산정식

- 적용된 방법론에 따라 베이스라인 배출량 산정을 위한 수식과 수식에 포함된 데이터 및 인자 설명

3.2. 사업 활동에 따른 온실가스 배출량(흡수량) 산정식

- 적용된 방법론에 따라 사업 배출량 산정을 위한 수식과 수식에 포함된 데이터 및 인자 설명

3.3. 누출량 산정식

- 적용된 방법론에 따라 누출량 산정을 위한 수식과 수식에 포함된 데이터 및 인자 설명

3.4. 온실가스 감축량(순흡수량) 산정식

- 적용된 방법론에 따라 온실가스 감축량 산정을 위한 수식과 수식에 포함된 데이터 및 인자 설명

3.5. 타당성 평가 시 필요한 고정 데이터 및 인자

- 온실가스 배출량 산정에 사용되는 모든 데이터 및 인자 중 사업 승인 전 고정되어 유효기간 동안 변동이 없는 데이터 및 인자를 기술하되, 사업 승인 후 값이 결정되는 데이터 및 인자는 4.1에서 설명

데이터/인자	- 온실가스 감축량 산정(예: 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량)에 사용되는 모든 데이터/인자, 계수 중 사업 승인 전 고정되어 유효기간 동안 변동이 없는 데이터
데이터 단위	- 국가표준기본법에서 정의된 단위 사용
설명	- 분명하고 명확하게 모니터링 데이터/인자를 설명
데이터 출처	- 해당 모니터링 인자를 결정하기 위해 사용된 데이터 출처 기술(예: 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 및 관련 규정, 공식 통계, 전문가 판단, 특허 데이터, IPCC, 과학서적 등)
적용된 값	- 적용된 값 기술 - 데이터는 불확도를 최소화할 수 있는 방식으로 적용
측정 절차	- 선택된 데이터의 출처를 설명하고 타당성을 입증 <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 출처 적정성(예: 공식 통계, 전문가 판단, 특허 데이터, IPCC, 과학서적 등) • 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 및 관련 규정에 마련된 데이터 우선 활용, 우선 활용이 어려운 경우 최신 국가통계 사용 • 최신 국가통계가 가용하지 않을 시, 가장 최신의 IPCC 기본값(default value) 사용 • 데이터 생산연도의 적합성(최신 데이터의 사용) • 데이터 수준의 적합성(지역, 국가, 국제 수준) • 데이터의 보수성 입증
데이터 목적	- 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량 산정 중 1개 선택
기타 의견	-

3.6. 예상 온실가스 감축량(흡수량) 계산

- 앞서 제시된 온실가스 감축량 산정식에 3.5 및 4.1의 데이터 및 인자를 적용하여 유효기간 동안 예상되는 온실가스 감축량 계산

3.7. 예상 온실가스 감축량(흡수량) 요약

- 3.6의 유효기간 동안 예상온실가스 감축량을 아래의 표에 따라 요약하여 설명

년도	베이스라인 배출량(흡수량) (tCO ₂ -eq)	사업 배출량(흡수량) (tCO ₂ -eq)	누출량 (tCO ₂ -eq)	온실가스 감축량(순흡수량) (tCO ₂ -eq)
1차 년도				
2차 년도				
3차 년도				
...				
총 예상 감축량				
총 인증 유효기간				
인증 유효기간 동안 연평균 감축량				

4. 모니터링 계획

- 해당 외부사업의 온실가스 배출량을 모니터링하기 위한 방법을 아래와 같이 설명
 - 프로그램 감축사업의 경우 각각의 단위사업별로 서술

4.1. 베이스라인 변동 데이터 및 인자

- 온실가스 배출량 산정에 사용되는 모든 데이터 및 인자 중 유효기간 동안 실제로 모니터링 되어야 하는 데이터 및 인자 설명

데이터/인자	- 온실가스 감축량 산정(예: 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량)에 사용되는 모든 데이터/인자, 계수 중 유효기간 동안 실제로 모니터링 되어야 하는 데이터
데이터 단위	- 국가표준기본법에서 정의된 단위 사용
설명	- 분명하고 명확하게 모니터링 데이터/인자를 설명
데이터 출처	- 사업 활동을 위해 사용되는 데이터의 출처 설명(예: 국가 통계, 사업자 등). 다양한 데이터 출처가 있을 경우, 어떠한 데이터가 우선순위에 있는지 설명

적용된 값	- 적용된 값 기술 - 데이터는 불확도를 최소화할 수 있는 방식으로 적용
측정 절차	- 적용된 데이터의 측정 방법 및 절차에 대해 설명 <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 측정에 적용된 표준 • 데이터 측정 정확도 • 데이터 측정 계측기 - 계측기의 정확도는 기술표준원에서 고시한 법정계량 기술수준에 명시된 최대허용오차 및 계량에 관한 법률 [시행령 별표7] 계량기별 사용공차의 범위에 따름
모니터링 주기	- 모니터링 주기 설명(연속, 매시간, 매월, 매년 등)
QA/QC 절차	- 적용된 QA/QC 절차 설명 <ul style="list-style-type: none"> • 계측기의 검교정 기준을 기술하되 검교정 주기는 다음에 따름 <ol style="list-style-type: none"> i. 계량에 관한 법률[시행령 별표13] 검정·재검정의 유효기간에 따름 ii. 계량에 관한 법률[시행령 별표13]에 나타나 있지 않은 계측기의 검교정은 제조사의 제품 사양서에 따름 iii. 단, 계량에 관한 법률[시행령 별표13] 및 제조사의 제품 사양서에 나타나있지 않은 계측기의 검교정은 국제기준에 따름 • 다른 출처의 자료들과 측정 자료를 비교함으로써 측정값의 정확성 확보(예: 전력판매 고지서를 통한 전력생산량 이중 확인)
데이터 목적	- 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량 산정 중 1개 선택
기타 의견	- 기타의견 또는 특이사항 기술

4.2. 모니터링 계획 설명

- 외부사업의 활동에 의한 온실가스 배출량을 모니터링하기 위한 운영 및 관리상의 구조를 설명하고 관련 자료의 수집 및 보관 방법, 품질관리 절차 등을 기술
 - 프로그램 감축사업의 경우 프로그램 감축사업 내 단위사업을 모니터링하기 위한 운영 및 관리상의 구조를 설명하고 관련 자료의 수집 및 보관 방법, 품질관리 절차 등을 기술
- 온실가스 배출량 산정을 위한 데이터/인자의 모니터링 지점을 포함하는 도식도 포함

5. 참고자료

- 사업계획서 작성과정에서 활용된 참고자료 기술

6. 사업자 정보

- 외부사업 사업자의 정보를 아래의 표에 따라 기술
 - 프로그램 감축사업의 경우 프로그램 감축사업의 총괄 사업자와 단위 사업별 사업자 정보를 아래의 표에 따라 기술

사업자명	
사업장명	
사업장 주소	
전화	
팩스	
홈페이지	
실무담당자	
부서/직위	
담당자 전화	
담당자 이메일	

[별표 5]

외부사업 추가성 평가 절차 및 방법

1. 추가성 분석

외부사업 사업자는 다음의 법적·제도적 추가성과 경제적 추가성 기준을 만족시켜야 한다.

1) 법적·제도적 추가성

- 추진하고자 하는 외부사업이 현행 법·제도에 의해 제한을 받지 않아야 하며, 외부사업의 내용이 현행 법·제도에 의무사항으로 규정되어 있지 않아야 한다. 다만, 중앙부처 혹은 지방자치단체 등의 기관에서 온실가스 감축에 필요하여 정책적으로 권장하는 사업은 의무사항이 아닌 자발적 참여에 의한 활동으로서 법적 추가성을 만족하는 것으로 간주할 수 있다.
- 외부사업으로 인하여 발생하는 부정적 환경 영향이 법적 규제 수준을 초과해서는 안 된다.
- 외부사업은 지역사회에 부정적 영향을 끼치지 않아야 한다.

2) 경제적 추가성

- 경제성이 부족하여 외부사업으로 추진하기 어려우나, 외부사업 인증실적 활용을 통하여 경제성 확보가 가능한 사업이어야 한다.
- 경제적 추가성 분석은 일반감축사업의 대상 중, 연간 60,000tCO₂-eq 초과와 예상 온실가스 감축량 혹은 흡수량을 갖는 사업에 대하여 추가적으로 분석하도록 한다.

2. 추가성 입증 및 평가 방법

1) 1단계 (현행 법과 규제를 만족하는 사업의 대안 확인)

다음의 세부 단계에 따라 대안 시나리오가 될 수 있는 현실적이고 신뢰성 있는 대안을 정의한다.

① 1a 단계 (사업 활동에 대한 대안 정의)

가. 외부사업 사업자 또는 유사한 사업 개발자들이 적용할 수 있는 현실적이고 신뢰성 있는 대안을 확인하는 단계로서, 이들 대안에는 아래의 사항들이 포함된다.

- 외부사업으로 승인되지 않고 수행되는 사업활동
- 제안된 외부사업에 해당하는 수준의 생산활동이 가능한 다른 현실적이고 신뢰성 있는 대안
- 만약 적용가능하다면, 현재의 상황이 지속되는 경우

② 1b 단계 (법과 규제와의 일관성)

가. 대안은 온실가스 감축 목적과 직접적인 관련이 없는 법 또는 규제를 포함한 모든 적용 가능한 법과 규제의 요구사항을 만족하여야 한다.

나. 만약 대안 시나리오가 모든 법과 규제를 따르지 않는 경우에는 이러한 법과 규제가 체계적으로 시행되지 않고 있으며, 그러한 요구 조건을 충족하지 않는 것이 일반적임을 입증해야 한다. 이를 입증하지 못한다면, 그 대안은 추가 검토 대상에서 제외하여야 한다.

다. 만약 제안된 외부사업이 외부사업 사업자에 의해 고려되는 대안들 중 유일하게 법과 규제를 준수하는 대안이라면, 제안된 외부사업은 추가성이 없다.

③ 1단계를 통과한 사업 중, 연간 60,000tCO₂-eq 이하의 온실가스 감축량을 가지는 외부사업은 추가성이 있다. 1단계를 통과한 사업 중, 연간 60,000tCO₂-eq 초과와 온실가스 감축량을 가지는 외부사업은 2단계(투자분석)를 진행하도록 해야 한다.

2) 2단계 (투자 분석)

외부사업에 의해 생성된 외부사업 인증실적의 판매를 통해 획득한 수익을 제외하고는 제안된 외부사업이 대안 사업에 비해 경제적 또는 재정적으로

이익이 없다는 것을 증명하는 단계로서, 다음의 세부 단계에 따라 수행된다.

① 2a 단계 (적합한 분석방법 결정)

가. 단순비용분석, 투자비교분석 또는 벤치마크분석 중에 어느 것을 적용할 것인지를 결정한다. 만약 1단계에서 확인된 외부사업과 대안 사업이 외부사업의 인증실적과 관련한 수입 이외에 경제적 또는 재정적으로 아무런 이익이 없을 경우에는 단순비용분석(옵션 I)을 적용한다. 이외의 경우에는, 투자비교분석(옵션 II) 또는 벤치마크 분석(옵션 III)을 적용한다.

② 2b 단계 (옵션 I. 단순비용분석 적용)

가. 1단계에서 확인된 외부사업 및 대안 사업과 관련된 비용을 문서화하고, 제안된 외부사업보다 비용이 덜 드는 다른 대안이 적어도 한 개가 존재함을 입증한다.

나. 제안된 외부사업이 한 개 이상의 대안 사업보다 비용이 많이 소요된다고 결정된 경우에는 해당 외부사업은 추가성이 있다.

③ 2b 단계 (옵션 II. 투자비교분석 적용)

가. 사업 유형과 의사결정에 가장 적합한 내부수익율(IRR, Internal Rate of Return), 비용-편익 비율 또는 단위 비용(예. 원/kWh, 원/GJ)과 같은 재정지표 중 가장 적합한 지표를 확인한다.

④ 2b 단계 (옵션 III. 벤치마크분석 적용)

가. 사업 유형과 의사결정에 가장 적합한 내부수익율(IRR)과 같은 재정 및 경제지표를 확인한다.

나. 옵션II나 옵션III을 적용할 때 재정 및 경제분석은 시장의 표준적인 변수를 근거로 해야 하며, 특정한 사업 개발자의 주관적인 기대 수익률이나 위험요소와 관련 없이 사업 유형별 특징을 고려하여야

한다. 외부사업 사업자에 의해서만 사업 활동이 수행되는 특별한 경우에만, 사업 활동을 수행하는 회사 특유의 재정적, 경제적 상황이 고려되어 질 수 있다.

다. 할인율과 벤치마크는 다음에서 도출된다.

- 독립적인 재정전문가에 의하여 입증된 것으로서, 개인 투자 또는 사업 유형을 반영하기 위해 적정의 리스크 프리미엄(risk premium)이 더해진 국채금리(government bond rate)
- 비교 가능한 사업에 대한 은행의 시각과 개인자본투자가/기금들의 요구수익에 근거한 재정비용 및 자본에 대한 요구수익률의 예측치
- 회사의 내부 벤치마크(가중평균자본비용(weighted average capital cost)을 이용해 구한 벤치마크)는 위 ④ 2b 단계의 '나'호에 나와있는 경우에만 적용될 수 있다. 사업 개발자는 과거에 이 벤치마크가 일관적으로 적용되었음을 증명해야 한다. 즉, 같은 회사에서 개발된 비슷한 사업 활동이 같은 벤치마크를 사용해야 한다.
- 정부나 공신력 있는 기관이 승인한 벤치마크(벤치마크가 투자 결정에 이용되는 경우)
- 기타 지표(외부사업 사업자가 위의 옵션들의 적용이 불가능하고 그들이 제시하는 지표의 적절성을 입증할 수 있는 경우)

⑤ 2c 단계 (재정 지표의 계산 및 비교 (옵션II와 옵션III에만 적용))

가. 제안된 외부사업에 대한 적절한 재정지표를 선택하여 계산하며, 위의 옵션II의 경우에는 제시된 다른 대안들의 재정지표도 계산한다. 투자비용, 운영 및 관리비용 등의 모든 관련비용과 보조금, 재정 인센티브 및 공적개발원조(ODA, Official Development Assistance)와 같은 모든 수입(인증실적 판매 수입은 제외) 및 공공 투자자의 경우 비시장 비용(non-market cost)과 이익을 포함한다.

나. 투자분석 내용을 투명하게 기술하고, 외부사업 사업계획서에 관련된 가정/전제사항들을 제시하여 다른 사람이 투자 분석을 다시 실시하여도, 동일한 결과를 얻을 수 있도록 한다. 자본비용, 연료가격, 수명 및 할인율과 같은 중요한 기술-경제적 변수(techno-economic parameter)와 가정에 대하여 제시한다. 타당성 평가를 받을 수 있는 방법으로 가정/전제사항들을 인용하거나 정당화 한다. 재정지표를 계산하는 과정에서 사업 리스크는 자금흐름유형(cash flow pattern)을 통해 포함될 수 있다.

다. 투자분석에 적용된 가정과 입력데이터들이 사업 활동과 그 대안에 다르게 적용되어야함이 증명되지 않는 한 동일하게 적용해야 한다.

라. 제안된 외부사업 활동과 다른 대안(옵션Ⅱ의 경우) 또는 벤치마크(옵션Ⅲ의 경우)의 재정지표를 명확히 비교하여 제시한다.

- 옵션Ⅱ(투자비교분석)가 사용된 경우: 만약 여러 대안들 중 하나의 대안이 최고의 지표값(예: 가장 높은 IRR)을 가진다면, 외부사업은 재정적으로 가장 유리한 사업이라고 할 수 없다.
- 옵션Ⅲ(벤치마크분석)이 사용된 경우: 만약 외부사업이 벤치마크 보다 유리하지 않다면(예: 낮은 IRR), 외부사업은 재정적으로 유리한 사업이라고 할 수 없다.

⑥ 2d 단계 (민감도 분석(옵션Ⅱ과 옵션Ⅲ에만 적용))

가. 재정적인 이익(financial attractiveness)과 관련한 결론이 주요 가정들의 변수에 적절한지를 보여주는 민감도 분석을 포함한다. 민감도 분석이 지속적으로 외부사업이 가장 재정적/경제적으로 유리하지 않다는 결론을 보여주거나(옵션Ⅱ(투자비교분석)가 사용된 경우), 재정적/경제적으로 유리하지 않다는 결론을 보여주게 되면(옵션Ⅲ(벤치마크분석)이 사용된 경우), 투자분석은 추가성 측면에서 유효함을 보여줄 수 있다.

- ⑦ 만일 민감도 분석에서 제안된 외부사업이 재정적/경제적으로 가장 유리하지 않다고 결론이 나거나(옵션Ⅱ(투자비교분석)가 사용된 경우), 재정적/경제적으로 유리하지 않다고 결론이 날 경우(옵션Ⅲ(벤치마크 분석)이 사용된 경우)에는 해당 외부사업은 추가성이 있다.

[별표 6]

외부사업 등록 고유번호 부여 방식

1. 외부사업 등록 고유번호

① ② ③ ④ ⑤ ⑥

R - YYYY - KR - XX - XXXXXX - P-XX

①	외부사업 등록기호	고정된 기호 (R: 'Registered'- 등록을 의미함)
②	등록년도	외부사업 등록 년도(4자리로 기록) (예. 2015년 → '2015')
③	수행국가	외부사업이 수행된 국가 ※ 국가 코드는 'ISO 3166-1 alpha-2'에 따름. (예. 대한민국 → 'KR')
④	감축사업 분류	외부사업에 대한 분류로서 별표 1 참고 (예. 에너지산업 → '01')
⑤	외부사업 등록고유번호	사업별 부여되는 고유번호(6자리 숫자로 기록) (예. '000001')
⑥	외부사업 승인대상 분류 (프로그램 감축사업일 경우)	1) 프로그램감축사업의 단위사업은 사업고유번호 뒤에 단위사업번호를 순차적으로 기록 ※ 고정된 기호 (P: 'Programatic'을 의미함) (예. 프로그램감축사업의 첫 번째 단위사업 → 'P-01' 프로그램감축사업의 두 번째 단위사업 → 'P-02')

※ 외부사업 접수번호는 ①, ②번 항목 제외한 나머지 번호로 외부사업 접수 시 발행(프로그램 감축사업이 아닌 경우, ⑥번 항목 제외)

※ 외부사업 고유번호는 부문별 관장기관에 의해 외부사업의 승인이 결정된 이후 부여됨

2. 외부사업 인증실적 고유번호

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

I - YYYY - YYYYMMYYYYMM - KR-XX-XXXXXX - CDM - XX,XXX,XXX - KCUXX

①	외부사업 인증기호	고정된 기호 (I: 'Issued'- 발행을 의미함)
②	발급년도	외부사업 온실가스 감축량 인증서 발급년도(4자리로 기록) (예. 2016년 → '2016')
③	감축실적 발생기간	감축실적 발생기간(년, 월 순으로 12자리로 기록) (예. 2015년1월부터 2015년6월까지의 감축실적 → '201501201506')
④	외부사업 접수번호	'외부사업고유번호' 중, ③, ④, ⑤, ⑥번호 기록 (예: 대한민국의 에너지산업 분야에 의해 등록된 첫 번째 외부사업 → 'KR-01-0000001')
⑤	해외 감축제도 기호 (해당될 경우)	해당 외부사업이 해외감축제도에 등록되어 ③번의 감축실적 발생기간에 대해 감축실적으로 인증 받았거나 인증 신청한 경우, 해외 감축제도의 기호를 기록 (예: 청정개발체제사업 → 'CDM')
⑥	실적 단위별 번호	인증된 온실가스 감축량(tCO ₂ -eq) 당 부여되는 번호 (예: 3000tCO ₂ -eq가 인증된 경우, '00000001' ~ '00003000'의 단위별 번호가 발생)
⑦	상쇄배출권 전환 기한	인증실적 발급연도에서 2년을 더하여, 상쇄배출권으로의 전환이 가능한 종료연도를 의미 (예: 인증실적 발급연도가 2023년일 경우, KCU25 이전까지만 전환 가능 → 'KCU25')

※ ⑥번 항목에 해당되지 않는 경우는 표시하지 않는다.

※ 외부사업 인증실적 접수번호는 ①, ②번 항목 제외한 나머지 번호로 외부사업 인증실적 접수 시 발행

※ 외부사업 인증실적 고유번호는 부문별 관장기관에 의해 외부사업 온실가스 감축량 인증이 결정된 이후 부여됨

3. 계정 고유번호

①	②	③
KR	—	VOP/COP/NOP
	—	XXX,XXX,XXX

①	국가	계정 소유자의 국가 (예. 대한민국 → 'KR')
②	사업자 분류	상쇄등록부에 계정을 등록하고자 하는 외부사업 참여자에 대한 분류로 다음과 같음. 1) 외부사업 사업자 - 비할당대상업체: VOP (Voluntary Offset Participant) - 할당대상업체: COP (Compliance Offset Participant) 2) 기타 참여자: NOP (Non-Offset Participant)
③	고유번호	외부사업자별 고유번호(순차적으로 할당하되 9자리로 기록) (예. 상쇄등록부에 첫 번째로 등록된 외부사업 참여자일 경우 → '000000001')

4. 승인 방법론 고유번호

①	②	③
XXX	—	XXX
	—	VerXX

①	사업 분류번호	지침 [별표 1]의 승인대상 외부사업 분류번호 (예 : 01A 에너지산업 - 화석연료, 바이오매스를 통한 열에너지 생산, 01B 에너지산업 - 신재생에너지로부터의 에너지 생산, 02A 에너지공급 - 전기 공급)
②	순번	승인 방법론 순번(3자리로 기록), 다만 CDM방법론 활용시에는 CDM방법론 번호 ※ 사업 분류번호별 순번 적용
③	승인 방법론 버전	승인 방법론 개정 버전 관리 (예 : 최초 승인 방법론 → 'Ver01' 1차 개정 승인 방법론 → 'Ver02') ※ CDM방법론의 경우 별도 버전 표시하지 않음

외부사업 모니터링 보고서 작성 지침**외부사업 모니터링보고서**

사업명	
등록고유번호	
외부사업 사업자	
사업 승인일	
인증유효기간	
모니터링 기간	
모니터링 보고서 버전/ 작성일자	
사업 분야 및 적용 방법론	
모니터링 기간 동안 사업 계획서 상의 온실가스 감축량(흡수량)	
모니터링 기간 동안 실제 온실가스 감축량(흡수량)	

1. 사업개요

- 사업개요에는 외부사업 사업자가 추진하고자 하는 사업에 대한 정보와 내용을 아래와 같이 기술

1.1. 사업명, 사업목적 및 내용

- 외부사업으로 승인되어 있는 사업계획서 상에 기술되어 있는 사업명, 사업목적 및 내용을 기재

1.2. 사업의 위치

- 사업의 위치에는 해당 사업을 제 3자가 객관적으로 확인할 수 있도록 주소, 위도, 경도 등을 명확히 기술하고 사업의 지도를 포함

1.3. 외부사업 사업자 및 온실가스 감축량 소유권

- 외부사업에 참여하는 외부사업 사업자명을 기술하고, 해당 사업으로 부터 발생한 온실가스 감축량의 소유권에 대해 기술

구 분	사업자명	온실가스 감축량 소유권	
		tCO ₂ -eq	%
외부사업자 1			
외부사업자 2			

1.4. 적용 방법론 및 지침

- 외부사업에 적용된 베이스라인 및 모니터링 방법론, 지침의 이름 및 개정번호를 기술

1.5. 인증 유효기간 및 모니터링 기간

- 외부사업의 인증 유효기간 및 모니터링 기간, 모니터링 차수를 아래의 표에 따라 기술

인증 유효기간	년 월 일 ~ 년 월 일 (갱신/고정)
모니터링 기간	년 월 일 ~ 년 월 일
모니터링 차수	차

1.6. 외부사업 인증실적의 중복성 평가

- 외부사업이 타 감축제도에 등록되어 해당 모니터링 기간 동안 온실가스 감축량이 인증 또는 인증 신청되었는지를 기술하고, 제3자가 이를 확인할 수 있도록 타 제도의 감축제도명, 감축사업명, **인증일, 인증번호 등을 명확히 기술**

2. 사업이행 및 변경사항

- 해당 모니터링 기간 동안 실제 사업의 이행 상태를 아래와 같이 기술

2.1. 사업 전, 후 공정

- 외부사업의 사업 전, 후 공정도를 제시하고, 해당 공정에 대해 개략적으로 설명

2.2. 사업이행 상태

- 해당 모니터링 기간 동안 사업계획서에 따른 외부사업의 이행 및 운영 상태에 대해 기술
- 해당 모니터링 기간 동안 외부사업에 실제로 적용된 기술, 공정, 설치된 장비에 대해 기술
- 해당 모니터링 기간 동안 온실가스 배출량 산정에 영향을 미치는 사건들과 이에 대한 데이터 및 인자의 처리 방법 기술

2.3. 사업 승인 후 변경사항

- 외부사업으로 승인되어 있는 사업계획서상에 변경사항이 있을 경우 관련내용을 세부적으로 기술하고, 해당 변경 사항에 따른 방법론의 적용성, 사업의 추가성 및 사업규모에 대한 영향을 설명

3. 모니터링 시스템

- 외부사업의 활동에 의한 온실가스 배출량을 모니터링하기 위한 운영 및 관리상의 구조를 설명하고 관련 자료의 수집 및 보관 방법, 품질관리 절차를 기술
- 온실가스 배출량 산정을 위한 데이터/인자의 모니터링 지점을 포함하는 도식도 포함

4. 모니터링 데이터 및 인자

- 온실가스 배출량 산정에 사용되는 모든 데이터 및 인자를 아래와 같이 기술

4.1. 베이스라인 고정 데이터 및 인자

- 온실가스 배출량 산정에 사용되는 모든 데이터 및 인자 중 사업 승인 전 고정되어 사업 유효기간 동안 변동이 없는 데이터 및 인자를 기술

데이터/인자	- 온실가스 감축량 산정(예: 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량)에 사용되는 모든 데이터/인자, 계수 중 사업 승인 전 고정되어 사업 유효기간 동안 변동이 없는 데이터
데이터 단위	- 국가표준기본법에서 정의된 단위 사용
설명	- 분명하고 명확하게 모니터링 데이터/인자를 설명
데이터 출처	- 해당 모니터링 인자를 결정하기 위해 사용된 데이터 출처 기술 (예: 공식 통계, 전문가 판단, 특허 데이터, IPCC, 과학서적 등)

적용된 값	- 적용된 값 기술 - 데이터는 불확도를 최소화할 수 있는 방식으로 적용
데이터 목적	- 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량 산정 중 1개 선택
기타 의견	기타의견 또는 특이사항 기술

4.2. 베이스라인 변동 데이터 및 인자

- 온실가스 배출량 산정에 사용되는 모든 데이터 및 인자 중 유효기간 동안 실제로 모니터링 되어야 하는 데이터 및 인자 설명

데이터/인자	- 온실가스 감축량 산정(예 : 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량)에 사용되는 모든 데이터/인자, 계수 중 유효기간 동안 실제로 모니터링 되어야 하는 데이터
데이터 단위	- 국가표준기본법(국제 규격 등)에서 정의된 단위 사용
설명	- 분명하고 명확하게 모니터링 데이터/인자를 설명
데이터 출처	- 사업 활동을 위해 사용되는 데이터의 출처 설명(예: 국가 통계, 사업자 등) 다양한 데이터 출처가 있을 경우, 어떠한 데이터가 우선순위에 있는지 설명
적용된 값	- 적용된 값 기술 - 데이터는 불확도를 최소화할 수 있는 방식으로 적용
측정 절차	- 적용된 데이터의 측정 방법 및 절차에 대해 설명 <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 측정에 적용된 표준 • 데이터 측정 정확도 • 데이터 측정 계측기 - 계측기의 정확도는 기술표준원에서 고시한 법정계량 기술수준에 명시된 최대허용오차 및 계량에 관한 법률 [시행령 별표 7] 계량기별 사용공차의 범위에 따름(측정 장비 사양서의 허용공차 기재)
모니터링 주기	- 모니터링 주기 설명(연속, 매시간, 매월, 매년 등)

QA/QC 절차	- 적용된 QA/QC 절차 설명 <ul style="list-style-type: none"> • 계측기의 검교정 기준을 기술하되 검교정 주기는 다음에 따름 <ol style="list-style-type: none"> i. 계량에 관한 법률[시행령 별표 13] 검정·재검정의 유효기간에 따름 ii. 계량에 관한 법률[시행령 별표 13]에 나타나 있지 않은 계측기의 검교정은 제조사의 제품 사양서에 따라 실시 iii. 단, 계량에 관한 법률[시행령 별표 13] 및 제조사의 제품 사양서에 나타나있지 않은 계측기의 검교정은 국제기준(ISO 등)에 따라 실시 • 다른 출처의 자료들과 측정 자료를 비교함으로써 측정값의 정확성 확보(예: 전력판매 고지서를 통한 전력생산량 이중 확인)
데이터 목적	- 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량 산정 등에 대한 목적 기재
기타 의견	- 기타 의견 및 특이사항 서술

5. 온실가스 감축량(흡수량) 산정

- 적용된 방법론에 따라 온실가스 감축량 산정을 위한 수식을 설명하고, 모니터링 결과에 따른 온실가스 감축량 산정을 아래와 같이 설명

5.1. 베이스라인 배출량(흡수량) 산정

- 적용된 방법론에 따라 베이스라인 배출량 산정을 위한 수식을 설명하고, 모니터링 결과에 따른 베이스라인 배출량을 산정

5.2. 사업 활동에 따른 배출량(흡수량) 산정

- 적용된 방법론에 따라 사업 배출량 산정을 위한 수식을 설명하고, 모니터링 결과에 따른 사업 배출량을 산정

5.3. 누출량 산정

- 적용된 방법론에 따라 누출량 산정을 위한 수식을 설명하고, 모니터링 결과에 따른 누출량 산정

5.4. 온실가스 감축량(순흡수량) 산정

- 적용된 방법론에 따라 온실가스 감축량 산정을 위한 수식을 설명하고, 모니터링 결과에 따른 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량을 통해 온실가스 감축량 산정

구분	베이스라인 배출량(흡수량) (tCO ₂ -eq)	사업 배출량(흡수량) (tCO ₂ -eq)	누출량 (tCO ₂ -eq)	온실가스 감축량(순흡수량) (tCO ₂ -eq)
합계				

5.5. 사업계획서 온실가스 감축량(순흡수량)과 실제 온실가스 감축량(순흡수량) 비교

- 해당 모니터링 기간 동안 사업계획서 상의 온실가스 감축량과 실제 온실가스 감축량을 아래의 표에 따라 기술하고, 온실가스 감축량의 차이에 대한 이유 설명

구분	사업계획서 상의 온실가스 감축량(순흡수량) (tCO ₂ -eq)	모니터링 기간 동안의 실제 온실가스 감축량 (순흡수량) (tCO ₂ -eq)
온실가스 감축량 (순흡수량) (tCO ₂ -eq)		

5.6. 배출권거래제 계획 기간별 실제 온실가스 감축량(순흡수량)

- 실제 온실가스 감축량을 배출권거래제 계획 기간별로 구분하여 아래의 표에 따라 기술

구분	1차 계획기간 내 발생한 온실가스 감축량(순흡수량) (tCO ₂ -eq)	2차 계획기간 내 발생한 온실가스 감축량(순흡수량) (tCO ₂ -eq)
온실가스 감축량 (순흡수량) (tCO ₂ -eq)		

6. 참고자료

- 모니터링 계획서 작성과정에서 활용된 참고자료 기술

[별표 8]

외부사업 온실가스 감축량 인증 절차

	절 차	개 요	수행주체
1 단계	온실가스 감축량 인증 신청	<ul style="list-style-type: none"> 모니터링 보고서 및 검증보고서 제출 [별지 제17호 서식, 검증지침 별지 제6호 서식] 온실가스 감축량 인증신청서 제출[별지 제18호 서식] 	외부사업 사업자
2 단계	온실가스 감축량 인증신청 접수	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 감축량 인증신청서 접수 	부문별 관장기관
	온실가스 감축량 인증 검토	<ul style="list-style-type: none"> 모니터링 보고서 및 검증보고서 검토 온실가스 감축량 평가 기준에 따른 온실가스 검증결과 검토 온실가스 감축량 인증검토서 작성 및 통보 	부문별 관장기관
	온실가스 감축량 인증 검토 결과 통보	<ul style="list-style-type: none"> (외부사업 사업자에게) 온실가스 감축량 인증 검토 결과 통보 [별지 제19호 서식] (필요 시) 시정 조치 요구 	부문별 관장기관
	(수정·보완)	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 감축량 인증 신청 서류 수정 또는 보완 (최대 3회) 	외부사업 사업자
	온실가스 감축량 인증 검토 완료	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 감축량 인증 검토의견서 작성 완료 	부문별 관장기관
3 단계	감축량 인증 의견 수렴	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 감축량 인증 결과에 대한 검토 	환경부장관
	심의안건 상정	<ul style="list-style-type: none"> 인증위원회 구성 온실가스 감축량 인정 여부 검토 결과 심의안건 상정 	기획재정부 장관
	인증 심의	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 감축량 평가 심의 기준에 따른 온실가스 감축량 인증 심의 온실가스 감축량 인증 심의서 작성 	인증위원회
	인증결과 통보 및 상쇄등록부 등록	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 감축량 인증 심의 결과보고서 작성 (외부사업 사업자에게) 인증 결과서 통보 [별지 제20호 서식] (적합 판정 시) 온실가스 감축량 인증서 발급 및 상쇄등록부 등록[별지 제21호 서식] 	부문별 관장기관

[별표 9]

청정개발체제 사업의 기준

① 국내 기업 등이 외국에서 직접 시행한 사업의 유형

- 온실가스 감축사업 사업주체는 다음 사항을 모두 만족하여야 한다.
 - 온실가스 감축사업의 감축시설을 법적으로 소유 또는 운영하고 있는 자. 다만, 여기서 운영이라 함은 BTO(Build-Transfer-Operate), BTL(Build-Transfer-Lease) 등의 민간투자 방식을 통해 전체 감축사업 기간 동안 운영하는 것을 의미함.
 - UN 청정개발체제 사업의 최초 등록 시점에 청정개발체제 사업의 사업계획서(PDD; Project Design Document) 또는 단위사업계획서(CPA-DD; Component Project Activity Design Document)의 확인 가능한 사업 참여자(PP; Project Participants) 이거나, 사업자간 지정동의서(MOC; Modalities of Communication)에서 지정하는 연락창구(FP; Focal Point)로 지정된 자.
- 청정개발체제 사업의 사업계획서 또는 단위사업계획서의 최초 등록 시점부터 다음 중 어느 하나의 사업에 해당하여야 한다. 다만, 복수의 국내기업이 해당 사업에 공동으로 참여한 경우 각 국내기업 기여비율(③ 2. 각호의 비율을 말한다. 이하 같음)의 합계를 기준으로 한다.
 - 국내 기업 등이 온실가스 감축사업 사업주체로 직접 참여한 경우로서, 해당 온실가스 감축시설에 대한 국내 기업 등의 소유권 또는 운영권 지분비율이 20% 이상인 사업
 - 국내 기업 등이 온실가스 감축사업 사업주체의 주주로 참여한 경우로서, 국내 기업 등의 의결권 있는 주식의 비율이 20% 이상인 사업
 - 국내 기업 등이 불특정 다수의 온실가스 감축사업 사업주체(동 유형의 경우

최종 사용자를 말한다.)에게 총 누적 사업비의 20% 이상의 금액에 해당하는 다수의 감축제품·기술 등을 보급 또는 판매한 사업.¹⁾

라. 국내 기업 등이 국가·지방자치단체·공공기관*과 공동으로, 또는 해외의 국가·지방자치단체와 공동으로 비용을 지원한 온실가스 감축사업²⁾

* 공공기관은 「공공기관의 운영에 관한 법률」에 따른 공공기관을 의미한다.

② 사업유형 별 제출 필요 서류

유형	제출 자료
공통 온실가스 감축사업 사업주체 입증	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업주체의 실제 입증 서류 (법인등기부등본, 사업자등록증 등) ○ 사업주체의 해당시설 소유/운영을 입증할 수 있는 서류 <ul style="list-style-type: none"> - (소유) 사업허가 등 각종 인허가 서류 및 해당시설의 주소지에 대한 토지/건물 등기부등본 - (운영) 해당시설을 중앙/지방정부로부터 전체 사업기간에 대하여 장기임대하고 있음을 입증할 수 있는 서류 ○ 사업주체가 해당 온실가스 감축사업에 참여한 것을 입증할 수 있는 서류 (사업계획서, UNFCCC 홈페이지 관련 자료 또는 사업자간 지정동의서)
2. 가. 사업의 경우	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실가스 감축사업 사업주체간의 소유권/운영권 비율을 입증할 수 있는 서류 (시설공동소유에 대한 당사자간의 소유권 비율이 기재된 합의문서 또는 시설공동운영에 대한 당사자간의 운영권 비율이 기재된 합의문서로써, 소유권을 보유한 기관이 계약 당사자로 포함되어야 함) ○ 각 참여자 중 국내기업 등에 해당하는 기업들의 국내기업 입증서류 (법인등기부등본, 사업자등록증 등)
2. 나. 사업의 경우	<ul style="list-style-type: none"> ○ PDD 최초등록시점 이후의 주주구성 입증 서류 (주주간 계약서, 공증을 받은 대표이사 명의의 주주명부 등) ○ 각 주주 중 국내기업 등에 해당하는 기업들의 국내기업 입증서류 (법인등기부등본, 사업자등록증 등)

- 1) 2. 다. 유형의 경우, ① 1. 나. 요건은 보급 또는 판매하는 자를 기준으로 적용한다.
2) 2. 라. 유형의 경우, ① 1. 나. 요건은 적용을 제외할 수 있으며, 비용지원 대상 국가는 사업계획서 최초 등록 시점 당시 UN에서 규정하는 최빈개도국(Least Developed Countries) 또는 World Bank에서 규정하는 저소득국가(Low Income economies)에 한한다.

유형	제출 자료
2. 다. 사업의 경우	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당 온실가스 감축사업의 총 사업비 규모 및 불특정 다수에게 감축제품을 보급 또는 판매한 실적을 증명할 수 있는 서류 (CDM 사업계획서(PDD; Project Design Document) 또는 단위사업계획서(CPA-DD; Component Project Activity Design Document) 및 모니터링 보고서 상의 보급·판매 계획 및 실적, 개별 감축시설 판매계약서, 다수 주체 참여시 참여자간 비용분담계약서 등) ○ 계약당사자 중 국내기업 등에 해당하는 기업들의 국내기업 입증서류 (법인등기부등본, 사업자등록증 등)
2. 라. 사업의 경우	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당 온실가스 감축사업의 총 사업비를 증명할 수 있는 서류 (공증을 받은 감축사업 사업주체 명의의 서류) ○ 해당 온실가스 감축사업에 대한 비용지원 계약서 (계약당사자, 계약체결시점, 초기지원금액 등 명시) ○ 국가·지자체, 공공기관과 공동으로 지원하였음을 증명할 수 있는 서류 ○ 비용지원 계약서의 당사자가 국내기업 등 외에 국외기업·기관과 공동일 경우, 국내기업의 기여비율을 입증할 수 있는 서류 (각 기관의 기여비율이 명시되어 있는 국내기업과 국외기업·기관간의 계약서) ○ 각 참여자 중 국내기업 등에 해당하는 기업들의 국내기업 입증서류 (법인등기부등본, 사업자등록증 등)

③ 온실가스 감축량 인증

1. 신청

동 지침 제12조제2항에 따라 국내기업 등이 신청하여야 한다.

2. 인증 범위

부문별 관장기관의 장은 해당 사업 총 감축량 중 최대 다음에 해당하는 비율까지 인증할 수 있다. 다만, 복수의 국내기업 등이 해당 사업에 공동으로 참여한 사업에 대해 하나의 국내 기업이 다른 국내 기업으로부터 위임받는 경우 각 국내기업 기여비율의 합계에 해당하는 비율까지 인증할 수 있으며, 해당 감축 사업이 ① 2.에서 정한 사업유형 중 복수의 유형에 동시에 속하는 경우에는

각 해당 유형중 비율이 가장 큰 유형의 비율을 최대한도로 한다.

가. 상기 사업 유형의 2. 가. 에 해당하는 경우, 온실가스 감축사업 모니터링 기간 동안의 국내 기업 등의 해당시설에 대한 소유권 또는 운영권 지분비율

나. 상기 사업 유형의 2. 나. 에 해당하는 경우, 온실가스 감축사업 모니터링 기간 동안의 국내 기업 등의 의결권 있는 주식의 비율

다. 상기 사업 유형의 2. 다. 에 해당하는 경우, 온실가스 감축사업 모니터링 기간 동안의 총 누적 사업비에서 감축제품·기술의 보급 또는 판매 금액이 차지하는 비율

라. 상기 사업 유형의 2. 라. 에 해당하는 경우, 사업 시작일부터 온실가스 감축 사업 모니터링 기간까지의 총 사업비에서 국내 기업 등의 지원금액이 차지하는 비율

[별표 10]

사업이행 위험도 분석 및 산림예치 운영기준

1. 사업이행 위험도 분석

사업이행 위험도는 모니터링 기간별로 재정적 위험도, 관리적 위험도, 사회적 위험도, 산림재해 발생가능성 등을 분석한다.

가. 재정적 위험도

재정적 위험도는 사업자가 최소 1년 이상 사업이행을 위한 충분한 예산을 확보하고 있는 경우와 그렇지 않은 경우로 구분하여 다음과 같이 기본값을 적용한다.

[재정적 위험도 기본값]

구분	예산이 확보되지 않은 경우	예산이 확보된 경우
기본값	5%	1%

나. 관리적 위험도

- 1) 관리적 위험도에서는 불법벌채, 과다벌채, 산지전용 등으로 위험요소를 세분하여 분석한다. 다만, 산림에서 이루어지는 외부사업이 아닌 경우 관리적 위험도 분석에서 예외로 한다.
- 2) 우리나라에서는 벌채를 시행하는 경우 사전 허가를 받아야 하는 등 체계적인 관리가 이루어지고 있으므로 불법벌채 및 과다벌채의 발생가능성이 적다. 따라서 아래와 같은 기본값을 적용한다.

[불법벌채 및 과다벌채 가능성에 대한 기본값]

구분	불법벌채 발생가능성	과다벌채 발생가능성
기본값	1%	1%

- 3) 산지전용의 경우에는 산림이용 구분에 따라서 위험도를 판단한다. 즉, 준보전 산지와 보전 산지로 구분하여 다음과 같은 기본값을 적용한다.

[산지전용 가능성에 대한 기본값]

구분	준보전 산지	보전 산지
기본값	5%	1%

다. 사회적 위험도

사회적 위험도는 외부사업 운영상의 변경 가능성에 대해서 평가하여 위험도를 분석한다.

외부사업은 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」에 따라 운영되기 때문에 변경가능성이 적으며, 따라서 기본값을 1%로 적용한다.

라. 산림재해 발생가능성

- 1) 산림재해는 산불, 산사태, 병충해, 침수피해로 세분하여 발생가능성을 평가한다. 목제품 이용 사업은 산림재해 발생가능성 분석에서 예외로 한다.
- 2) 산림재해 발생가능성에 대해서는 기본값을 적용하지 않고 사업대상지의 모니터링 기간 산림재해로 인한 피해면적 비율을 계산하여 적용한다. 다만, 병충해의 경우 발생면적에서 방제면적을 제외한 면적을 피해면적으로 적용한다.

2. 산림예치율의 산정

사업 이행 위험도 분석이 완료되면 다음 식을 이용하여 산림예치율을 산정한다. 위험도는 퍼센트 단위로 산정하고 소수점 이하는 절사한다. 단, 산림예치율은 최대 30%를 넘지 않도록 한다.

[사업이행 위험도 및 산림예치율]

구분	잠재적 요인	위험도	
재정적 위험도	재정지원 중단 가능성	(a)	%
관리적 위험도	불법 벌채 발생가능성	(b)	%
	과다 벌채 발생 가능성	(c)	%
	산림전용 발생가능성	(d)	%
사회적 위험도	관련 법률 및 제도의 변경 가능성	(e)	%
산림재해 발생	산불 발생 가능성	(f)	%
	산사태 발생 가능성	(g)	%
	병충해 피해 가능성	(h)	%
	침수 피해 가능성	(i)	%
산림예치율(j) = $\{1 - (1 - a / 100) \times (1 - b / 100) \times (1 - c / 100) \times (1 - d / 100) \times (1 - e / 100) \times (1 - f / 100) \times (1 - g / 100) \times (1 - h / 100) \times (1 - i / 100)\} \times 100$		(j)	%

3. 산림예치량 산정 및 운영기준

가. 외부사업 사업자는 모니터링 보고서를 작성할 때 모니터링 기간에 대한 사업이행 위험도를 분석하여 산림예치율과 예치량을 산정해야 하며, 산림예치량은 검증기관에 의해 검증되어야 한다.

나. 산림예치량은 산림분야 외부사업으로 발생된 인증실적에 산림예치율을 곱하여 산정한다. 산정된 산림예치량은 산림예치계정으로 이전되며, 관장기관의 장에 의해 관리된다.

다. 산림분야 외부사업 사업자는 외부사업이 종료된 이후에도 산림의 온실가스 흡수원 유지를 위해 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행규칙」 별표 3의 제1호가목의 국유림 기준 수종별 일반기준별기령까지 산림을 유지·관리하여야 한다.

라. 관장기관의 장은 외부사업이 종료되면 해당사업의 산림예치량과 손실량, 산림의 유지기간 등을 외부사업 사업자에게 알려야 하며, 외부사업 사업자가 제28조제4항에 따라 모니터링 보고서와 검증기관의 검증보고서를 관장기관의 장에게 제출하지 않을 경우 산림예치계정에 보유된 예치량은 전량 취소계정으로 이전할 수 있다.

마. 외부사업 사업자는 다목을 모두 충족한 경우 온실가스 흡수원의 유지·관리 여부를 산림부문 외부사업 운영기관으로부터 확인 받은 후 산림예치계정의 인증실적을 보유계정으로 이전하여 줄 것을 관장기관의 장에게 요청할 수 있다. 이 경우 관장기관의 장은 산림예치량과 손실량을 정산하여 예치량의 범위 내에서 손실량은 취소계정으로 이전하고, 반환량은 보유계정으로 이전한다.

