환경부 고시 제2011 - 29호

「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조 및 같은 법 시행령 제26조제2항에 따라 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」을 다음과 같이 제정·고시합니다.

2011년 3 월 16 일

환 경 부 장 관

온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침

제1장 총 칙

제1조(목적) 이 지침은 「저탄소 녹색성장 기본법」(이하 "법"이라 한다) 제42조 및 같은 법 시행령(이하 "시행령"이라 한다) 제26조의 온실가스·에너지 목표관리제 운영 등에 관한 세부사항과 절차를 정하는 것을 목적으로 한다.

제2조(용어의 정의) 이 지침에서 사용되는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "검증"이란 온실가스 배출량과 에너지 소비량(이하 "온실가스 배출량 등"이라 한다)의 산정과 조기감축실적 및 외부감축실적의 산정이 이 지침에서 정하는 절차와 기준 등(이하 "검증기준"이라 한다)에 적합하게 이루어졌는지를 검토·확인하는 체계적이고 문서화된 일련의 활동을 말한다.

2. "검증기관"이란 검증을 전문적으로 할 수 있는 인적·물적 능력을 갖춘 기관으로서 환경부장관이 부문별 관장기관과의 협의를 거쳐 지정·고시하는 기관을 말한다.
3. "검증심사원"이란 검증 업무를 수행할 수 있는 능력을 갖춘 자로서 일정기간 해당분야 실무경력 등을 갖추고 제102조에 따라 등록된 자를 말한다.
4. "검증심사원보"란 검증심사원이 되기 위해 일정한 자격과 교육과정을 이수한 자로서 제102조에 따라 등록된 자를 말한다.
5. "검증팀"이란 검증을 받는 자(이하 "피검증자"라 한다)에 대한 검증을 수행하는 2인 이상의 검증심사원과 이를 보조하는 검증심사원보로 구성된 집단을 말한다.
6. "공공기관 정보제공"이란 시행령 제35조제1항에 따라 녹색성장위원회의 심의를 거쳐 부문별 관장기관 및 온실가스종합정보센터(이하 "센터"라 한다)가 관련 행정기관 또는 공공기관에게 관련 정보를 제공하는 것을 말한다.
7. "공시를 위한 정보제공"이란 시행령 제35조제2항에 따라 센터가 금융위원회 또는 한국거래소의 요청으로 해당 관리업체의 명세서를 통보하는 것을 말한다.
8. "공정배출"이란 제품의 생산 공정에서 원료의 물리·화학적 반응 등에 따라 발생하는 온실가스의 배출을 말한다.
9. "공평성"이란 검증기관이 객관적인 증거와 사실에 근거한 검증활

동을 함에 있어 피검증자 등의 이해관계자로부터 어떠한 영향도 받지 않는 것을 말한다.

10. “관리업체”란 해당 연도 1월 1일을 기준으로 최근 3년간 업체 또는 사업장에서 배출한 온실가스와 소비한 에너지의 연평균 총량이 모두 별표 1 또는 별표 2의 기준 이상인 경우를 말한다.

11. “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.

12. “기준연도”란 온실가스 배출량 등의 관련정보를 비교하기 위해 지정한 과거의 특정기간에 해당하는 연도를 말한다.

13. “내부심의”란 검증기관이 검증의 신뢰성 확보 등을 위해 검증팀에서 작성한 검증보고서를 최종 확정하기 전에 검증과정 및 결과를 재검토하는 일련의 과정을 말한다.

14. “리스크”란 검증기관이 온실가스 배출량 등의 산정과 연관된 오류를 간과하여 잘못된 검증의견을 제시할 위험의 정도 등을 말한다.

15. “매개변수”란 두 개 이상 변수 사이의 상관관계를 나타내는 변수로서 온실가스 배출량 등을 산정하는 데 필요한 배출계수, 발열량, 산화율, 탄소함량 등을 말한다.

16. “명세서 공개 심사위원회”라 함은 법 제44조제4항 및 시행령 제35조제5항에 따라 관리업체가 제출한 비공개 신청서를 심사하여 공개 여부를 결정하기 위해 센터에 두는 위원회(이하 “심사위원회”라 한다)를 말한다.

17. “모니터링 계획”이란 온실가스 배출량 등의 산정에 필요한 자료와 기타 온실가스·에너지 관련 자료의 연속적 또는 주기적인 감시·측정 및 평가에 관한 세부적인 방법, 절차, 일정 등을 규정한 계획을 말한다.

18. “목표관리 계획기간”이란 이 지침에 따라 법 제42조제5항의 관리업체별로 목표가 설정된 이후 목표의 이행·달성을 관리하는 연도를 말하며, 목표를 부여받은 다음 해 1월 1일부터 12월 31일까지가 된다.

19. “목표 설정”이란 부문별 관장기관이 이 지침에서 정한 원칙과 절차 등에 따라 관리업체와 협의하여 온실가스 감축 및 에너지 절약 등에 관한 목표를 정하는 것을 말한다.

20. “배출계수”란 당해 배출시설의 단위 연료 사용량, 단위 제품 생산량, 단위 원료 사용량, 단위 폐기물 소각량 또는 처리량 등 단위 활동자료 당 발생하는 온실가스 배출량을 나타내는 계수(係數)를 말한다.

21. “배출시설”이란 온실가스를 대기에 배출하는 시설물, 기계, 기구, 그 밖의 물체로서 각각의 원료(부원료와 첨가제를 포함한다)나

연료가 투입되는 지점부터의 해당공정 전체를 말한다. 이때 해당 공정이란 연료 혹은 원료가 투입되는 설비군을 말하며, 설비군은 동일한 목적을 가지고 동일한 연료를 사용하여 유사한 역할 및 기능을 가지고 있는 설비들을 묶은 단위를 말한다.

22. “배출허용량”이란 연간 배출가능한 온실가스의 양을 이산화탄소 무게로 환산하여 나타낸 것으로서 부문별, 업종별, 관리업체별로 구분하여 설정한 배출상한치를 말한다.

23. “배출활동”이란 온실가스를 배출하거나 에너지를 소비하는 일련의 활동을 말한다.

24. “법인”이란 민법상의 법인과 상법상의 회사를 말한다.

25. “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.

26. “보고”란 관리업체가 법 제44조제1항 및 시행령 제34조에 따라 온실가스 배출량 등을 전자적 방식으로 부문별 관장기관에 제출하는 것을 말한다.

27. “불확도”란 온실가스 배출량 등의 산정결과와 관련하여 정량화된 양을 합리적으로 추정한 값의 분산특성을 나타내는 정도를 말한다.

28. “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.

29. “산정”이란 법 제44조제1항 및 시행령 제34조에 따라 관리업체가 해당 관리업체의 온실가스 배출량 등을 계산하거나 측정하여 이를 정량화하는 것을 말한다.

30. “산정등급(Tier)”이란 활동자료, 배출계수, 산화율, 전환율, 배출량 및 온실가스 배출량 등의 산정방법의 복잡성을 나타내는 수준을 말한다.

31. “산화율”이란 단위 물질당 산화되는 물질량의 비율을 말한다.

32. “성장률”이란 온실가스를 배출하거나 에너지를 사용하는 시설의 가동률(연간 생산 가능량에 대한 당해 연도 실제 생산량 또는 연간 작업 가능시간에 대한 당해 연도 실제 작업시간의 비율), 활동자료, 제품생산량, 입주율(연간 이용 가능한 건축물 연면적에 대한 실제 이용한 연면적의 비율 등)의 증감률 등을 말한다.

33. “순발열량”이란 일정 단위의 연료가 완전 연소되어 생기는 열량에서 연료 중 수증기의 잠열을 뺀 열량으로서 온실가스 배출량 산정에 활용되는 발열량을 말한다.

34. “업체”란 동일 법인 등이 지배적인 영향력을 미치는 모든 사업장의 집단을 말한다.

35. “업체 내 사업장”이란 제34호의 업체에 포함된 각각의 사업장을

말한다.

36. “에너지”란 연료(석유, 가스, 석탄 및 그 밖에 열을 발생하는 열원으로써 제품의 원료로 사용되는 것은 제외)·열 및 전기를 말한다.

37. “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.

38. “연소배출”이란 연료 또는 물질을 연소함으로써 발생하는 온실가스 배출을 말한다.

39. “연속측정방법(Continuous Emissions Monitoring)”이란 일정지점에 고정되어 배출가스 성분을 연속적으로 측정·분석할 수 있도록 설치된 측정 장비를 통해 모니터링 하는 방법을 의미한다.

40. “온실가스”란 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 가스상태의 물질로서 법 제2조제9호에서 정하고 있는 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs) 또는 육불화황(SF_6) 등을 말하며 수소불화탄소(HFCs)와 과불화탄소(PFCs)에 대한 세부사항은 별표 3과 같다.

41. “온실가스 배출”이란 사람의 활동에 수반하여 발생하는 온실가스를 대기 중에 배출·방출 또는 누출시키는 직접 배출과 다른

사람으로부터 공급된 전기 또는 열(연료 또는 전기를 열원으로 하는 것만 해당 한다)을 사용함으로써 온실가스가 배출되도록 하는 간접 배출을 말한다.

42. “온실가스 간접배출”이란 관리업체가 외부로부터 공급된 전기 또는 열(연료 또는 전기를 열원으로 하는 것만 해당한다)을 사용함으로써 발생되는 온실가스 배출을 말한다.

43. “외부감축실적”이란 관리업체가 당해 업체의 조직경계 외부의 배출시설 또는 배출활동 등에서 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거한 실적을 말한다.

44. “이산화탄소 상당량”이란 이산화탄소에 대한 온실가스의 복사강제력을 비교하는 단위로서 해당 온실가스의 양에 지구 온난화지수를 곱하여 산출한 값을 말한다.

45. “이행계획”이란 시행령 제30조제3항에 따라 관리업체가 온실가스 감축 및 에너지 절약 등의 목표를 달성하기 위하여 작성·제출하는 세부적인 계획을 말한다.

46. “적격성”이란 검증에 필요한 기술, 경험 등의 능력을 적정하게 보유하고 있음을 말한다.

47. “전환율”이란 단위 물질당 변화되는 물질량의 비율을 말한다.

48. “조기감축실적”이란 관리업체가 조기행동을 통해 온실가스를 감축한 실적 중에서 이 지침에서 정하는 유형, 방법 및 절차에 따라 인정된 부분을 말한다.

49. “조기행동”이란 관리업체가 법 및 시행령에 따른 목표관리를 받기 이전에 자발적이고 추가적으로 온실가스 감축을 위하여 행한 일련의 행동을 말한다.

50. “종합적인 점검·평가”란 환경부장관이 법 제42조 및 시행령 제26조에서 정하고 있는 부문별 관장기관의 소관 사무에 대하여 서면 등의 방법으로 온실가스·에너지 목표관리제의 전반적인 제도 운영 또는 집행과정에서의 문제점을 발굴·시정·개선하는 것을 말한다.

51. “주요정보 공개”란 법 제44조제3항에 따라 관리업체 명세서의 주요 정보를 전자적 방식 등으로 국민에게 공개하는 것을 말한다.

52. “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. 「국립대학병원설치법」, 「국립대학치과병원설치법」, 「서울대학교병원설치법」 및 「서울대학교치과병원설치법」에 따른 병원

라. 「고등교육법」 제3조에 따른 국립대학 및 공립대학

53. “중요성”이란 온실가스 배출량 등의 최종확정에 영향을 미치는 개별적 또는 총체적 오류, 누락 및 허위 기록 등의 정도를 말한다.

54. “지배적인 영향력”이란 동일 법인 등이 당해 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.

55. “총발열량”이란 일정 단위의 연료가 완전 연소되어 생기는 열량(연료 중 수증기의 잠열까지 포함한다)으로서 에너지사용량 산정에 활용된다.

56. “최적가용기술(Best Available Technology)”이란 온실가스 감축 및 에너지 절약과 관련하여 경제적·기술적으로 사용이 가능하면서 가장 최신이고 효율적인 기술, 활동 및 운전방법을 말한다.

57. “추가성”이란 인위적으로 온실가스를 저감하거나 에너지를 절약하기 위하여 일반적인 경영여건에서 실시할 수 있는 활동 이상의 추가적인 노력을 말한다.

58. “피검증자”란 이 지침에 의한 검증기관으로부터 온실가스 배출량 등의 명세서, 조기감축실적 및 외부감축실적 등에 대한 검증을 받는 관리업체를 말한다.

59. “합리적 보증”이란 검증기관(검증심사원을 포함한다)이 검증결론을 적극적인 형태로 표명함에 있어 검증과정에서 이와 관련된 리스크가 수용 가능한 수준 이하임을 보증하는 것을 말한다.

60. “활동자료”란 사용된 에너지 및 원료의 양, 생산·제공된 제품

및 서비스의 양, 폐기물 처리량 등 온실가스 배출량 등의 산정에 필요한 정량적인 측정결과를 말한다.

제3조(타 규정과의 관계) ① 「저탄소 녹색성장 기본법」의 온실가스·에너지 목표관리(이하 "목표관리"라 한다)에 관하여는 이 지침을 우선하여 적용한다.

② 온실가스 배출량 등의 산정·보고·검증 등에 대하여 이 지침에서 정하지 아니한 사항에 대해서는 국제표준화기구(ISO) 등 국제적으로 통용되는 기준을 적용할 수 있다.

③ 부문별 관장기관은 이 지침에 따라 산정·보고·검증이 가능한 방식으로 관리업체의 목표 설정, 이행실적 평가, 명세서의 확인 등 목표관리와 관련한 제반 조치 등을 실시하여야 한다.

제4조(주체별 역할분담) ① 환경부장관은 다음 각 호의 사항을 담당한다.

1. 목표관리에 관한 제도 운영 및 총괄·조정
2. 목표관리에 관한 종합적인 기준과 지침의 제·개정 및 운영
3. 부문별 관장기관 등의 소관 사무에 관한 종합적인 점검·평가
4. 부문별 관장기관이 선정한 관리업체의 중복·누락, 규제의 적절성 등의 확인
5. 관리업체 지정에 대한 부문별 관장기관의 이의신청 재심사 결과 확인
6. 부문별 관장기관이 지정·고시한 관리업체의 종합·공표

7. 검증기관의 지정·관리, 검증심사원 교육 및 양성
8. 부문별 관장기관이 검토한 산정등급 3(Tier 3) 배출계수에 대한 확인

② 부문별 관장기관은 다음 각 호의 사항을 담당한다.

1. 관리업체의 선정·지정·관리 및 필요한 조치 등에 관한 사항
2. 관리업체에 대한 온실가스 감축, 에너지 절약 등 목표의 설정
3. 관리업체 지정에 대한 이의신청 재심사, 결과 통보 및 변경 내용에 대한 고시
4. 관리업체 선정 및 지정관련 자료 제출
5. 이행실적 및 명세서의 확인
6. 관리업체에 대한 개선명령, 과태료 부과, 필요한 조치 요구 등 목표이행의 관리 및 평가에 관한 사항
7. 산정등급 3(Tier 3) 배출계수에 대한 검토와 관리업체에 대한 사용가능 여부 및 시정사항의 통보

③ 센터는 다음 각 호의 사항을 담당한다.

1. 목표관리 업무 수행 지원 및 체계적 관리를 위한 국가온실가스종합관리시스템(이하 "전자적 방식"이라 한다)의 구축 및 관리 등에 관한 사항
2. 금융위원회 또는 한국거래소의 요청에 따른 관리업체 명세서의 통보
3. 심사위원회의 운영

4. 국가 및 부문별 온실가스 감축 목표 설정의 지원

5. 국가 온실가스 배출량·흡수량, 배출·흡수 계수(係數), 온실가스 관련 각종 정보 및 통계의 검증·관리

6. 국내외 온실가스 감축 지원을 위한 조사·연구

7. 저탄소 녹색성장 관련 국제기구·단체 및 개발도상국과의 협력 등

④ 관리업체는 다음 각 호의 의무와 권리를 행사한다.

1. 온실가스 감축, 에너지 절약 등 목표의 달성

2. 시행령 제30조에 따른 이행계획 및 이행실적 제출

3. 시행령 제34조에 따른 명세서의 작성 및 검증기관의 검증을 거친 명세서의 제출

4. 시행령 제30조제5항에 따른 관장기관의 개선명령 등 필요한 조치에 대한 성실한 이행

5. 부문별 관장기관이 관리업체 선정·지정·관리를 위해 필요한 자료의 제출

6. 관리업체 지정에 대한 이의신청

⑤ 환경부장관은 제1항에 관한 업무를 수행하기 위해 필요한 경우 소속기관 또는 소관 공공기관으로 하여금 다음 각 호의 업무를 담당하게 할 수 있다.

1. 관리업체 선정 누락·중복 및 적절성 등 확인

2. 관리업체 지정 및 관리 등의 총괄·조정을 위한 자료의 조사·분

석·관리 및 연구·지원

3. 관리업체 이의 신청에 대한 관장기관의 재심사 결과 확인

4. 검증기관의 지정 및 관리를 위한 현장심사

5. 기타 온실가스·에너지 목표관리제에 관한 제도 운영 및 총괄·조정 등을 위해 환경부장관이 필요하다고 인정하는 사항

⑥ 부문별 관장기관은 제2항에 관한 업무를 수행하기 위해 필요한 경우 소속기관 또는 공공기관으로 하여금 다음 각 호의 업무를 담당하게 할 수 있다

1. 관리업체 선정·지정을 위한 자료의 조사·분석·관리

2. 관리업체의 지정을 위한 연구 및 지원

3. 관리업체 지정에 대한 이의신청 재심사

4. 관리업체 선정·지정 관련 자료 및 목록의 작성

5. 기타 부문별 관장기관이 목표관리 운영에 필요하다고 인정하는 사항

제5조(비밀 준수) ① 이 지침에 의해 취득한 정보(취득한 정보를 가공한 경우를 포함한다)를 다른 용도로 사용하거나 외부로 유출하여서는 아니된다.

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

1. 총괄기관 또는 부문별 관장기관(동 기관으로부터 관련 업무를 위임받은 기관을 포함한다. 이하 같다) 및 센터에서 관리업체의 온실

가스 및 에너지 통계 자료를 취급하는 자

2. 법 제44조에 따라 구성된 심사위원회의 위원

3. 공공기관 정보제공에 의해 온실가스 및 에너지 정보를 취급하는 관련 행정기관 및 공공기관에 근무하는 자

4. 공시를 위한 정보공개에 의해 온실가스 및 에너지 정보의 열람 및 공개가 허가된 금융위원회 또는 한국거래소에 근무하는 자

5. 관리업체의 명세서 및 이행실적(목표를 달성하지 못해 개선명령을 받은 경우에 한한다)의 검증업무를 수행하는 검증심사원(검증심사원보를 포함한다) 및 검증기관

6. 기타 관련 법률에 의해 온실가스 및 에너지 통계 자료를 취급하는 자

7. 위의 각 호에 종사하였던 자

③ 이 지침 등을 통해 취득한 정보를 외부로 공개하거나 다른 용도로 사용하고자 하는 경우에는 부문별 관장기관 및 센터와 사전에 협의하여야 한다.

제6조(자료제출 협조) ① 환경부장관은 목표관리 총괄 운영 및 평가 등을 위해 부문별 관장기관 및 검증기관에게 필요한 자료의 제출을 요청할 수 있다. 이때 자료제출을 요청받은 기관은 이에 협조하여야 한다.

② 환경부장관은 목표관리의 원활한 추진을 위해 이행계획서, 이행계획 실적보고서, 명세서 및 검증보고서 등을 전자적 방식을 통해

제출토록 할 수 있다.

③ 부문별 관장기관은 소관 부문의 목표관리 및 부문별 온실가스 감축정책의 수립·이행을 위해 필요한 경우 다른 관장기관이 보유한 자료의 협조 또는 공유를 요청할 수 있다. 자료 협조 등의 요청을 받은 관장기관은 특별한 이유가 없으면 이에 협조하여야 한다.

④ 관리업체가 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 적극 협조하여야 한다.

제7조(정책협의회) ① 관리업체의 관리, 온실가스 감축목표 설정 등 이 지침에서 정하는 온실가스·에너지 목표관리의 운영과 관련된 주요사항은 환경부, 부문별 관장기관, 기획재정부 및 녹색성장위원회 등으로 구성된 국가온실가스 정책협의회(이하 “정책협의회”라 한다)에서 협의하여 정할 수 있다.

② 제1항의 정책협의회 구성 및 운영 등에 관하여는 환경부장관이 부문별 관장기관 등과 협의하여 별도로 정한다.

제2장 관리업체의 지정 및 관리

제8조(관리업체의 구분) ① 관리업체(중앙행정기관 등을 포함한다.

이하 같다)는 업체, 업체 내 사업장 및 사업장으로 구분한다.

② 관리업체에 해당되는 업체는 다음 각 호의 경우를 말한다.

1. 업체에서 배출한 온실가스와 소비한 에너지의 최근 3년간 연평균 총량이 별표 1에서 정하는 기준 이상인 경우

2. 업체 내 사업장에서 배출한 온실가스와 소비한 에너지의 최근 3년간 연평균 총량이 별표 2에서 정하는 기준 미만이더라도 제1호에 해당되는 경우

③ 관리업체에 해당되는 사업장은 사업장에서 배출한 온실가스와 소비한 에너지의 최근 3년간 연평균 총량이 모두 별표 2의 기준 이상인 경우를 말한다.

④ 제2항의 업체에 해당되지 않는 경우로서 업체 내 사업장이 별표 2의 기준 이상일 경우에는 제3항에 의한 각각의 사업장으로 본다.

제9조(소관 부문별 관장기관 등) ① 제8조의 관리업체의 소관 관장기관 구분은 다음 각 호에 따른다. 이 경우 관리업체의 소관 관장기관 구분은 가장 많은 온실가스를 배출하거나 에너지를 소비하는 업체 내 사업장 또는 사업장을 기준으로 한다.

1. 농림수산식품부 : 농업·축산 분야

2. 지식경제부 : 산업·발전(發電) 분야

3. 환경부 : 폐기물 분야

4. 국토해양부 : 건물·교통 분야

② 한국표준산업분류 기준에 의한 일부 업종의 관장기관은 다음 각

호와 같다. 이 경우 관리업체 업종 구분은 제1항의 후단에 따른다.

1. 농림수산식품부 : 농업, 임업 및 어업(01～03), 제조업(10～12, 식료품, 음료, 담배)

2. 국토해양부 : 건설업(41～42), 도매 및 소매업(45～47), 운수업(49～52), 숙박 및 음식점업(55～56), 출판업(58), 영상·오디오 기록물 제작 및 배급업(59), 방송업(60), 금융 및 보험업(64～66), 부동산업 및 임대업(68～69), 전문·과학 및 기술서비스업(70～73), 보건업 및 사회복지 서비스업(86～87), 교육 서비스업(85), 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업(90～91), 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업(94～96)

3. 환경부 : 하수·폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업(37～39), 수도사업(36)

③ 제1항 및 제2항에도 불구하고 소관 관장기관 구분이 어려울 경우에는 부문별 관장기관과 환경부장관이 협의하여 정한다.

제10조(관리업체 지정대상 선정 등) ① 관리업체 선정 및 지정을 위한 온실가스 배출량 등 산정은 시행령 제28조, 제30조 및 제34조에 따라 제출되는 온실가스·에너지 목표관리 이행실적 및 명세서 등을 기준으로 하여야 한다.

② 부문별 관장기관은 제1항의 자료로 확인이 곤란할 경우에는 다음 각 호의 자료를 활용할 수 있다.

1. 환경부의 “온실가스 및 대기오염물질 통합관리시스템”(Greenhouse

Gas-Clean Air Policy Support System, http://airemiss.nier.go.kr)

2. 지식경제부의 "국가 온실가스 종합정보시스템"(National GHG Emission Total Information System, http://netis.kemco.or.kr) 및 에너지이용합리화법 제31조에 따른 에너지사용량신고자료

3. 국토해양부의 "운수행정시스템"(ITAS), "화물차 유류구매카드 통합한도관리시스템", "자동차검사통합전산시스템"(Vehicle Inspection Management System)

③ 제1항 및 제2항에도 불구하고 관련 자료의 확인이 곤란할 경우에는 해당 법인 등에게 별지 제1호 서식의 관리업체 지정 활동자료 조사표에 따라 관련 자료를 요청할 수 있다.

④ 제3항의 경우 구체적인 작성방법 등은 제5장 온실가스 배출량 및 에너지 소비량의 산정·보고 기준에 따른다.

제11조(관리업체의 적용제외 등) ① 제8조제1항에 해당되는 업체 내 사업장의 온실가스 배출량 등이 별표 4의 기준에 모두 해당되는 경우(이하 "소량배출사업장"이라 한다)에는 시행령 제30조제3항, 제4항 및 제34조의 일부규정을 적용하지 아니할 수 있다.

② 제1항에 해당되는 소량배출사업장들의 온실가스 배출량 등의 합은 업체 내 모든 사업장의 온실가스 배출량 등 총합의 1000분의 50 미만이어야 하고 별표 2의 기준 미만인 경우에 한한다.

③ 제1항과 제2항을 적용함에 있어 사업장의 일부를 포함시키거나 제외하여서는 아니된다.

제12조(건축물의 특례) ① 제8조의 관리업체에 해당하는 법인 등의 건축물(이하 "건물"이라 한다)이 업체 내 사업장 또는 사업장과 지역적으로 달리하더라도 관리업체에 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 소유지분을 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 관리업체에 포함된 경우에 한해서는 적용을 제외한다.

제13조(교통부문 특례) ① 동일 법인 등이 여객자동차운수사업자로부

터 차량을 일정기간 임대 등의 방법을 통해 실질적으로 지배하고 통제할 경우에는 당해 법인 등의 소유로 본다.

② 일반화물자동차 운송사업을 경영하는 법인 등이 허가 받은 차량은 차량 소유 유무에 상관 없이 당해 법인 등이 지배적인 영향력을 미치는 차량으로 본다.

③ 제10조의 관리업체 지정을 위해 온실가스 배출량 등을 산정할 때에는 항공 및 선박의 국제 항공과 국제 해운부문은 제외한다.

④ 제10조의 관리업체 지정을 위해 차량 및 선박의 온실가스 배출량 등을 산정할 때에는 별표 5의 기준을 적용(최초 관리업체 지정을 위한 경우에 한한다)하여 산정할 수 있다.

⑤ 화물운송량이 연간 3천만 톤-km 이상인 화주기업의 물류부문에 대해서는 교통 부문 관장기관인 국토해양부에서 다른 부문의 소관 관장기관에게 관련 자료의 제출 또는 공유를 요청할 수 있다. 이 경우 해당 관장기관은 특별한 사유가 없으면 이에 협조하여야 한다.

제14조(중앙행정기관 등에 대한 특례) ① 중앙행정기관과 지방자치단체에 대하여는 다음 각 호에 대하여만 이 지침을 적용한다.

1. 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제24조에 의한 축산폐수공공처리시설
2. 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 제34조의4에 의한 공공재활용기반시설
3. 「폐기물관리법」 제5조, 제14조 및 제29조에 의한 폐기물처리시

설

4. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제48조에 의한 폐수종말처리시설
5. 「하수도법」 제11조에 의한 공공하수도 시설 및 제42조에 의한 분뇨처리시설
6. 「수도법」 제17조 및 제49조에 의한 수도사업과 제52조의 전용상수도
7. 「전기사업법」 제7조에 의한 전기사업 시설
8. 「집단에너지사업법」 제9조에 의한 집단에너지사업 시설

② 이 지침에 의해 관리업체로 지정된 중앙행정기관 등은 시행령 제28조의 이행계획과 이행실적을 시행령 제30조 및 제34조의 관리업체 이행계획, 이행실적 및 명세서 등으로 갈음할 수 있다.

③ 제2항의 경우 부문별 관장기관은 시행령 제28조에 따른 중앙행정기관 등에 해당하는 관리업체의 이행계획, 이행실적 및 명세서 등을 받는 즉시 센터에 제출하여야 한다.

제15조(권리와 의무의 승계 등) 법인 등이 사업장이나 업체를 양도하거나 소멸한 경우 또는 합병할 경우에는 인수·합병 계약서 등에 관리업체에 대한 권리·의무 승계조항이 포함되도록 한다.

제16조(지정대상 관리업체의 목록작성) ① 부문별 관장기관은 시행령 제29조제3항에 따라 선정한 관리업체에 대하여 별지 제2호 서식에 따라 지정대상 관리업체 목록을 작성하여야 한다.

② 부문별 관장기관은 제1항 목록의 관리업체에 대한 온실가스 배출량 등의 산정근거를 별지 제3호의 서식에 따라 작성하여야 한다.

제17조(지정대상 관리업체 목록 등의 제출시기) 부문별 관장기관은 제16조의 목록 및 산정근거 자료를 매년 4월 30일까지 전자적 방식 등으로 환경부장관에게 통보하여야 한다.

제18조(적절성 등 확인) ① 환경부장관은 부문별 관장기관이 통보한 관리업체의 중복·누락, 규제의 적절성 등을 확인하고 그 결과를 매년 5월 31일까지 부문별 관장기관에게 통보한다.

② 환경부장관은 지정대상 관리업체의 중복·누락 또는 규제의 적절성 등을 검토하기 위해 필요한 경우 센터에 관련 자료의 제출을 요구할 수 있다.

제19조(확인결과 보완 등) ① 부문별 관장기관은 제18조에 의한 환경부장관의 확인결과를 반영하여 관리업체의 목록을 수정·보완하여야 한다.

② 부문별 관장기관은 환경부장관의 확인결과에 이의가 있을 경우에는 제20조에 의한 관리업체 지정·고시 이전에 그 사유 등을 첨부하여 환경부장관에게 재확인을 요청하여야 한다.

③ 환경부장관은 제2항에 따라 관장기관으로부터 재확인 요청을 받는 즉시 이를 검토하고 그 결과를 관장기관에게 통보하여야 한다. 이 경우 부문별 관장기관은 특별한 사유가 없는 한 재확인 결과를 반영하여야 한다.

제20조(관리업체의 지정·고시) ① 부문별 관장기관은 제18조 및 제19조에 따라 환경부장관의 확인을 거쳐 매년 6월 30일까지 소관 관리업체를 관보에 고시하여야 한다.

② 부문별 관장기관은 제1항에 따라 소관 관리업체를 고시할 때에는 관리업체명, 사업장명, 소재지, 업종, 적용기준 등의 내용을 포함하여야 한다.

③ 부문별 관장기관은 제1항 및 제2항에 따라 소관 관리업체를 고시한 경우에는 환경부장관과 관리업체에 즉시 통보하여야 한다.

④ 환경부장관은 부문별 관장기관이 지정·고시한 관리업체를 종합하여 공표할 수 있다.

⑤ 관리업체를 고시한 이후 다음 각 호에 해당되는 경우에는 제18조 및 제19조에 따른 환경부장관의 확인을 거쳐 변경하여 고시하고 이를 해당 관리업체에 통보하여야 한다.

1. 관리업체로 지정 고시한 관리업체의 업종, 상호명, 대표자, 소재지 등이 변경된 경우
2. 관리업체 적용기준이 업체에서 사업장으로 변경되거나 사업장에서 업체로 변경된 경우
3. 제8조에 따라 관리업체 지정 대상에 해당됨에도 불구하고 누락된 경우
4. 제22조의 규정에 의한 재심사 결과 변경사항이 발생한 경우
5. 기타 당초 관리업체 지정 고시 내용이 변경된 경우

제21조(이의신청서 작성 등) ① 관리업체는 관장기관의 지정·고시에 이의가 있는 경우 고시된 날부터 30일 이내에 별지 제4호 서식에 따라 소명자료를 작성하여 지정·고시한 부문별 관장기관에게 이의를 신청할 수 있다.

② 제1항에 따른 이의신청시 다음 각 호의 내용을 포함하는 소명자료를 첨부하여야 한다.

1. 업체의 규모, 생산설비, 제품원료 및 생산량 등 사업현황
2. 사업장별 배출 온실가스의 종류 및 배출량, 온실가스 배출시설의 종류·규모·수량 및 가동시간
3. 사업장별 사용 에너지의 종류 및 사용량, 사용연료의 성분
4. 제2호부터 제3호까지의 부문별 온실가스 배출량 및 에너지 사용량의 계산 또는 측정 방법
5. 그 밖에 관리업체의 온실가스 배출량 등을 확인할 수 있는 자료

③ 관리업체가 제2항 각 호를 작성할 때에는 검증기관의 검증결과를 첨부하지 아니할 수 있다.

제22조(관리업체 재심사) ① 관장기관은 이의신청이 접수된 날부터 17일 이내에 이의 신청에 대한 재심사를 실시하고 별지 제5호 서식에 따라 재심사 결과 및 검토자료 등을 첨부하여 환경부장관의 확인을 받아야 한다.

② 부문별 관장기관은 필요한 경우 이의를 신청한 관리업체에 추가 자료 제출을 요청하거나 현장조사 등을 실시할 수 있다.

③ 부문별 관장기관은 제21조의 이의신청 내용 검토 등을 위해 관계 전문가로 구성된 자문단의 의견을 들을 수 있다. 다만, 시행령 제32조에 따라 지정된 검증기관의 검증심사원 등은 관계 전문가에서 제외하여야 한다.

④ 환경부장관은 부문별 관장기관이 제1항에 따라 제출한 이의 신청에 대한 재심사 결과를 확인하고 그 결과를 7일 이내에 부문별 관장기관에게 통보한다.

⑤ 환경부장관은 제4항에 의한 검토를 위해 필요한 경우 관계 전문가로 구성된 자문단의 의견을 들을 수 있다.

⑥ 부문별 관장기관은 환경부장관으로부터 통보받은 확인결과를 반영하여야 한다. 다만 확인결과에 중대한 하자가 있을 경우 추가 확인을 요청할 수 있으며, 이 경우 환경부장관은 재확인하고 즉시 그 결과를 부문별 관장기관에게 통보한다.

⑦ 부문별 관장기관은 이의신청을 받은 날부터 30일 이내에 별지 제6호 서식에 따라 재심사 결과를 이의신청 업체에게 통보하여야 한다.

⑧ 부문별 관장기관은 이의신청에 대한 재심사 결과 당초 고시한 내용에 변경이 있을 경우에 그 내용을 즉시 관보에 고시하여야 한다.

제3장 온실가스·에너지 감축 목표의 설정 및 관리

제23조(목표 설정의 원칙) 부문별 관장기관은 관리업체와 온실가스 감축, 에너지 절약 및 에너지 이용효율 등의 목표(이하 "목표"라 한다)를 협의·설정함에 있어서 다음 각 호의 원칙을 준수하여야 한다.

1. 목표의 설정 방법과 수준 등은 관리업체가 예측할 수 있도록 가능한 범위에서 사전에 공표되어야 한다.
2. 목표의 협의 및 설정은 다수 이해관계자들의 신뢰를 확보할 수 있도록 투명하게 진행되어야 한다.
3. 관리업체의 과거 온실가스 배출량과 에너지 사용량의 이력을 적절하게 반영하여야 한다.
4. 관리업체의 신·증설 계획과 국제경쟁력 등을 적절하게 고려하여야 한다.
5. 관리업체의 기술 수준, 감축 잠재량 및 경제적 비용 등을 함께 고려하여야 한다.
6. 관리업체의 목표는 시행령 제25조에서 정한 온실가스 감축 국가목표를 달성하기 위한 범위 이내에서 설정되어야 한다.

제24조(목표설정협의체의 구성) ① 부문별 관장기관은 시행령 제30조제2항에 따라 목표 설정 등에 관한 사항을 협의하기 위하여 목표설정협의체(이하 "협의체"라 한다)를 구성·운영할 수 있다.

② 협의체는 위원장 1명을 포함한 25명 이내의 위원으로 구성하고 위원은 당연직 위원과 위촉위원으로 구성한다.

③ 위원장은 부문별 관장기관의 장이 지명하는 공무원이 된다.

④ 당연직 위원은 녹색성장위원회 소속 공무원과 부문별 관장기관의 장이 지명하는 공무원이 된다.

⑤ 위촉위원은 온실가스, 에너지 분야와 소관부문에 관한 학식과 경험이 풍부한 자 또는 해당 산업계의 추천을 받은 자 중에서 부문별 관장기관이 지명하는 자가 된다.

⑥ 위촉위원의 임기는 2년으로 하고 연임할 수 있다.

제25조(목표설정협의체의 기능) 협의체는 다음 각 호의 사항을 협의하여야 한다.

1. 관리업체별 기준연도 배출량 등의 인정 및 재산정
2. 관리업체의 기술수준 또는 국제경쟁력 유지 등을 고려한 관리업체별 목표의 설정
3. 국가 에너지 및 전력 수급계획에 따른 목표설정 예외사항
4. 기타 관장기관의 장이 환경부장관과 협의하여 필요하다고 인정되는 사항

제26조(기준연도 배출량 등) ① 목표관리를 위한 기준연도는 관리업체가 최초로 지정된 연도의 직전 3개년으로 하며, 이 기간의 연평균 온실가스 배출량을 기준연도 배출량으로 한다.

② 제1항에서 기준연도 기간 중 신·증설(건물의 신·증축을 포함한

다)이 발생한 경우 해당 신·증설 시설의 기준연도 배출량은 최근 2개년 평균 또는 단년도 배출량으로 정할 수 있다.

③ 제1항에서 관리업체의 최근 3개년 배출량 자료가 없는 경우에는 활용가능한 최근 2개년 평균 또는 단년도 배출량을 기준연도 배출량으로 정할 수 있다.

제27조(기준연도 배출량의 재산정) ① 관리업체는 다음 각 호에 해당하는 사유가 발생할 경우 부문별 관장기관과 협의하여 기준연도 배출량을 재산정하여 수정하여야 한다.

1. 제15조의 권리와 의무의 승계 등에 해당하는 경우
2. 조직 경계 내·외부로 온실가스 배출원 또는 흡수원의 변경이 발생하는 경우
3. 온실가스 배출량 산정방법론이 변경된 경우

② 제1항 각 호의 사유로 기준연도 배출량을 수정한 관리업체는 재산정 이유와 근거 및 세부절차 등을 문서화하여 관리하여야 한다.

제28조(목표관리 대상기간) ① 관리업체의 목표관리 대상기간은 부문별 관장기관으로부터 목표를 설정 받은 다음 해의 1월 1일부터 12월 31일까지로 한다.

② 당해 연도에 새로이 관리업체로 지정된 경우에는 다음해에 목표를 설정하고 그 다음해 1월 1일부터 12월 31일까지를 목표관리 대상 기간으로 한다.

제29조(목표설정의 기준) ① 관리업체의 목표는 기존 배출시설(공정,

건물 등을 포함한다. 이하 같다)에 해당하는 배출허용량과 신·증설 시설(건물의 신·증축 등을 포함한다. 이하 같다)에 해당하는 배출허용량을 합산하여 산정한다.

② 부문별·업종별 관리업체들의 총 온실가스 배출허용량과 제1항에 따른 관리업체의 배출허용량 합산결과간의 차이를 조정하고 상호 일관성을 확보하기 위하여 조정계수 등을 적용한다.

제30조(과거실적 기반의 목표 설정방법) ① 부문별 관장기관은 기존 배출시설에 대한 배출허용량과 신·증설 시설에 대한 배출허용량을 합산하여 관리업체의 배출허용량을 설정한다.

② 2010년 12월 31일 이전에 정상 가동한 기존 배출시설의 배출허용량은 다음 각 호를 고려하여 설정한다.

1. 제26조의 기준연도 배출량(검증기관의 검증을 거친 배출량을 말한다)
2. 해당 배출시설의 기준연도 대비 목표설정 대상연도의 예상성장률
3. 해당 업종의 목표설정 대상연도 감축계수(1.0을 초과할 수 없다)

③ 2011년 1월 1일 이후부터 가동을 개시하는 신·증설 배출시설에 대한 배출허용량은 다음 각 호를 고려하여 정한다.

1. 해당 신·증설 시설의 설계용량 및 일일 최대 가동 시간
2. 해당 신·증설 시설의 목표설정 대상연도의 가동일수
3. 해당 신·증설 시설에 대한 활동자료 당 평균 배출량
4. 해당 업종의 목표설정 대상연도 감축계수(1.0을 초과할 수 없다)

④ 제3항에 따라 목표가 설정된 신·증설 시설이 정상적으로 가동되어 1년 단위의 실제 배출량을 산정·보고할 경우 해당 배출시설은 제2항의 방법에 따라 목표를 설정한다. 이 경우 해당 배출시설의 기준연도 배출량은 최근 연도의 실제 배출량으로 한다.

⑤ 제1항 내지 제4항의 세부적인 목표설정 방법은 별표 6에 따른다.

⑥ 부문별 관장기관은 매년 9월 30일까지 다음 연도 관리업체의 목표를 설정하여 해당 관리업체에 통보하고, 목표설정 결과와 제2항 및 제3항 각 호의 사항을 전자적 방식으로 센터에 제출하여야 한다.

제31조(벤치마크 기반의 목표 설정방법) ① 최적가용기술(BAT)을 고려한 벤치마크 방식에 따라 관리업체의 목표를 설정하는 경우에는 기존 배출시설에 대한 배출허용량과 신·증설 시설에 대한 배출허용량을 합산하여 관리업체의 배출허용량을 설정한다.

② 2011년 12월 31일 이전에 정상 가동한 기존 배출시설의 배출허용량은 다음 각 호를 고려하여 설정한다.

1. 제26조에 따른 기준연도 배출량(검증기관의 검증을 거친 배출량을 말한다.)
2. 해당 배출시설의 기준연도 대비 목표설정 대상연도의 예상성장률
3. 해당 배출시설의 기준연도 평균 활동자료(연료 또는 원료사용량, 제품생산량 등을 말한다)
4. 해당 배출시설의 벤치마크 할당계수
5. 해당 업종의 목표설정연도의 기준연도 배출량의 인정계수(1.0을

초과할 수 없다)

③ 2012년 1월 1일 이후부터 가동을 개시하는 신·증설 배출시설의 배출허용량은 다음 각 호를 고려하여 정한다.

1. 해당 신·증설 시설의 설계용량 및 일일 최대 가동 시간
2. 해당 신·증설 시설의 목표설정 대상연도의 가동일수
3. 해당 신·증설 시설의 벤치마크 할당계수

④ 제3항에 따라 목표가 설정된 신·증설 시설이 정상적으로 가동되어 1년 단위의 실제 배출량을 산정·보고할 경우 해당 배출시설은 제2항의 방법에 따라 목표를 설정한다. 이 경우 해당 배출시설의 기준연도 배출량은 최근년도의 실제 배출량으로 한다.

⑤ 제1항 내지 제4항의 세부적인 목표설정 방법은 별표 7을 따른다.

⑥ 부문별 관장기관은 매년 9월 30일까지 다음 연도의 관리업체 목표를 설정하여 해당 관리업체에 통보하고, 목표설정 결과와 제2항 및 제3항 각호의 사항을 전자적 방식으로 센터에 제출하여야 한다.

⑦ 제1항 내지 제6항의 벤치마크 방식을 적용하여 목표를 설정하는 배출시설은 제32조제1항의 벤치마크 계수 개발 계획에 따라 개발·고시되는 배출시설 등을 말한다. 이 경우 벤치마크 방식을 적용받지 아니하는 배출시설에 대한 목표설정은 제30조의 규정을 따른다.

제32조(벤치마크 할당계수의 개발 등) ① 환경부장관과 부문별 관장기관은 공동으로 제31조의 목표설정을 위하여 벤치마크 계수 개발 계획을 수립하고, 이 계획에 따라 배출시설(공정, 건축물 등을 포함

한다) 및 신·증설 배출시설의 최적가용기술(BAT)의 종류와 운전방법 및 이를 적용하였을 때의 단위활동자료 당 온실가스 배출량에 해당하는 벤치마크 할당계수를 개발하여 고시한다. 이 경우 관리업체 및 민간전문가의 의견을 들을 수 있다.

② 제1항의 벤치마크 할당계수를 개발함에 있어 다음 각 호에 해당하는 배출시설과 국내 관리업체의 배출시설의 온실가스 배출실적 및 성능 등을 조사·비교하여 적용할 수 있다.

1. 세계 최고 수준의 온실가스 배출집약도 또는 에너지효율 성능을 보유한 배출시설
2. 유럽연합(EU), 미국, 일본 등 특정 국가 단위에서 최고의 온실가스 배출집약도 또는 에너지효율 성능을 보유한 배출시설

③ 제1항의 최적가용기술(BAT)과 이에 따른 벤치마크 할당 계수를 개발할 경우 제2항 각 호의 배출시설 대비 상위 100분의 10에 해당하는 실적·성능을 보유한 관리업체의 배출시설은 서로 동등한 수준으로 본다

④ 제1항의 최적가용기술(BAT)의 종류 및 운전방법 등을 개발함에 있어 고려할 사항은 별표 8과 같다.

⑤ 국내외 기술발전 등을 고려하여 최적가용기술(BAT)의 변경 또는 추가 등이 있을 경우에는 이를 변경하여 고시한다.

제33조(목표의 설정 및 관리 특례) ① 부문별 관장기관은 국제적 동향, 국가 온실가스 감축목표 관리와의 연계성, 국가 온실가스 감축

효과 및 기여도, 전력수급계획 등을 종합적으로 고려하여 필요하다고 인정되는 다음 각 호의 부문에 대해서는 환경부장관과 협의하여 제30조 및 제31조에서 정한 것과 다른 방식으로 목표를 설정할 수 있다. 이 경우 기준연도 배출량의 산정, 목표의 설정방법 등은 제26조 내지 제31조를 준용한다.

1. 발전
2. 철도(지하철을 포함한다)
3. 그 외, 환경부장관이 부문별 관장기관과 협의하여 정하는 업종 또는 배출시설

② 부문별 관장기관은 제30조 및 제31조에도 불구하고 폐기물 소각열 회수시설의 목표를 설정할 때에는 별표 9에 따른다.

③ 부문별 관장기관은 제2항 규정에도 불구하고, 에너지회수효율목표를 적용할 수 없는 시설에 대해서는 가연성폐기물 사용촉진에 의한 화석연료 대체효과 및 국가 전체의 온실가스 감축효과 등이 최대한 고려될 수 있도록 목표를 협의·설정하여야 한다.

제34조(에너지 절약목표 등의 설정) ① 부문별 관장기관은 에너지 절약 및 에너지 이용효율 목표를 설정함에 있어서 제26조 내지 제33조에서 정한 사항을 준용한다.

② 부문별 관장기관은 시행령 제25조에 따른 온실가스 감축 국가목표를 달성하기 위하여 관리업체의 에너지 절약목표 등을 설정함에 있어서 당해 업체의 온실가스 감축목표와 상호 연계하여 설정하여

야 한다.

제35조(이의 신청) ① 제30조, 제31조, 제33조 및 제34조에 따른 목표 설정 결과에 대하여 이의가 있는 관리업체는 목표를 통보받은 날로부터 30일 이내에 부문별 관장기관에 이의를 신청할 수 있다. 이 경우 관리업체는 다음 각 호의 사항을 작성하여 문서에 첨부·제출하여야 한다.

1. 신청법인명, 사업장 소재지, 대표자의 이름 및 담당자의 이름과 연락처
2. 이의신청 대상이 되는 처분의 내용
3. 이의신청 취지 및 이유와 이를 증빙할 수 있는 자료

② 제1항에 따라 이의신청을 받은 부문별 관장기관은 요청을 받은 날부터 14일 이내에 인정여부를 결정하여 청구인과 환경부장관에게 지체 없이 알려야 한다. 다만, 부득이한 사유로 14일 이내에 결정할 수 없을 때에는 7일 이내의 범위에서 연장할 수 있으며, 그 사유를 청구인에게 문서로 즉시 알려야 한다.

제36조(목표 달성의 평가 등) ① 부문별 관장기관은 온실가스·에너지 목표 달성에 대한 평가를 온실가스 감축 및 에너지 절약의 두 가지 목표를 상호 연계하여 평가한다.

② 부문별 관장기관은 제85조제1항에 따른 외부감축실적을 관리업체의 목표이행 실적으로 반영할 수 있다.

제4장 이행계획의 작성

제37조(이행계획서의 작성 및 제출) ① 부문별 관장기관으로부터 다음 연도 목표를 통보받은 관리업체는 당해 연도 12월 31일까지 전자적 방식으로 다음 연도 이행계획을 작성하여 부문별 관장기관에 제출하여야 한다.

② 제1항의 이행계획에는 다음 연도를 시작으로 하는 5년 단위의 연차별 목표와 이행계획이 포함되어야 한다.

③ 이행계획 수립의 세부적인 작성양식 및 방법 등은 별지 제7호 서식에 따른다.

④ 부문별 관장기관은 소관 관리업체의 이행계획이 적절하게 수립되었는지를 확인하고 이를 1월 31일까지 센터에 제출하여야 한다. 다만, 이행계획을 센터에 제출한 이후에도 계획이 부실하게 작성되었거나 보완이 필요한 경우에는 해당 관리업체에 시정을 요청할 수 있으며, 시정된 이행계획을 받는 즉시 센터에 제출하여야 한다.

제38조(이행계획 수립의 적용 특례) ① 관리업체는 이행계획을 제출함에 있어 제11조의 소량배출사업장에 대해서는 시행령 제30조제3항의 제3호, 제7호를 제외한 각 호의 내용은 제출하지 않을 수 있다.

② 관리업체가 부문별 관장기관이 통보한 목표를 당해 소량배출사업장도 포함하여 이행하고자 하는 경우에는 제1항에도 불구하고

시행령 제30조제3항 각 호의 내용을 모두 포함한 이행계획을 부문별 관장기관에 제출하여야 한다.

제5장 온실가스 배출량 및 에너지 소비량의 산정·보고

제39조(배출량 등의 산정·보고 원칙) ① 관리업체는 이 지침에서 정하는 방법 및 절차에 따라 온실가스 배출량 등을 산정·보고하여야 한다.

② 관리업체는 이 지침에 제시된 범위 내에서 모든 배출활동과 배출시설에서 온실가스 배출량 등을 산정·보고하여야 한다. 온실가스 배출량 등의 산정·보고에서 제외되는 배출활동과 배출시설이 있는 경우에는 그 제외사유를 명확하게 제시하여야 한다.

③ 관리업체는 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 관리업체는 배출량 등을 과대 또는 과소 산정하는 등의 오류가 발생하지 않도록 최대한 정확하게 온실가스 배출량 등을 산정·보고하여야 한다.

⑤ 관리업체는 온실가스 배출량 등의 산정에 활용된 방법론, 관련

자료와 출처 및 적용된 가정 등을 명확하게 제시할 수 있어야 한다.

제40조(배출량 등의 산정·보고 체계 및 절차) ① 관리업체의 온실가스 배출량 등의 산정·보고 체계는 별표 10과 같다.

② 관리업체가 온실가스 배출량 등을 산정·보고하는 절차는 별표 11과 같다.

제41조(배출량 등의 산정·보고 범위) ① 관리업체는 온실가스 직접배출과 간접배출로 온실가스 배출유형을 구분하여 온실가스 배출량 등을 산정·보고하여야 한다.

② 관리업체는 법인 단위, 사업장 단위, 배출시설 단위 및 배출활동별로 온실가스 배출량 등을 산정·보고하여야 한다.

③ 관리업체가 온실가스 배출량 등을 산정·보고해야 하는 배출활동의 종류는 별표 12와 같다.

④ 보고대상 배출시설 중 연간배출량이 10tCO_2-eq 미만인 소규모 배출시설은 부문별 관장기관의 확인을 거쳐 제2항에 따른 배출시설 단위로 구분하여 보고하지 않고 사업장 단위 총 배출량에 포함하여 보고할 수 있다. 다만 소규모 배출시설의 배출량 합은 사업장 배출총량의 5%를 초과할 수 없다.

제42조(모니터링 계획의 작성 등) 관리업체는 온실가스 배출량 등의 산정·보고의 정확성과 신뢰성 향상을 위하여 다음 각 호의 사항이 포함된 모니터링 계획을 작성하고 이를 이행계획에 반영하여 부문별 관장기관에 제출하여야 한다.

1. 사업장의 조직경계에 대한 세부내용(사업장의 위치, 조직도, 시설 배치도 등을 포함한다. 단, 동일한 형태의 시설이 다수인 경우 대표 시설에 대한 세부내용으로 갈음할 수 있다)
2. 배출시설 및 배출활동의 목록과 세부 내용
3. 각 배출활동별 배출량 산정방법론(계산방식 또는 측정방식) 및 산정등급(Tier)의 적용현황과 이와 관련된 내용
4. 온실가스 배출량 등의 산정·보고와 관련된 품질관리(QC) 및 품질보증(QA)의 내용
5. 활동자료의 설명 및 수집방법 등 온실가스 배출량 등의 모니터링에 관한 내용
6. 이 지침에서 요구하는 산정등급(Tier)과 관련하여 활동자료의 불확도 기준의 준수여부에 대한 설명
7. 이 지침에서 요구하는 산정등급(Tier)을 준수하지 못하는 경우 이를 준수하기 위한 조치 및 일정 등에 관한 사항
8. 배출시설 단위 고유 배출계수 등을 개발 또는 적용하여야 하는 관리업체의 경우에는 고유 배출계수 등의 개발계획 또는 개발방법, 시험 분석 기준 및 그에 따른 결과 등에 관한 설명
9. 연속측정방법을 사용하는 관리업체의 경우에는 굴뚝자동측정기기 설치시기, 굴뚝자동측정기기에 의한 배출량 산정방법 적용시기 등에 관한 설명
10. 조직경계, 배출활동, 배출시설, 배출량 산정방법론 및 산정등급 (Tier) 등과 관련하여 이전 방법론 대비 변동사항에 대한 비교·설명 자료

제43조(배출량 등의 산정방법 및 적용기준) 관리업체는 배출시설의 규모 및 세부 배출활동의 종류에 따라 별표 13의 최소 산정등급(Tier)을 준수하여 배출량을 산정·보고하여야 한다. 이 경우 세부적인 온실가스 배출량 등의 산정방법 및 매개변수별 관리 기준은 별표 14에 따른다.

제44조(활동자료의 수집방법) 관리업체의 배출량 등의 산정에 필요한 활동자료의 수집방법론은 별표 15에 따른다.

제45조(불확도 관리 기준 및 방법) ① 관리업체는 별표 13의 최소 산정등급(Tier) 및 별표 14의 배출량 산정방법론에서 규정하고 있는 불확도 관리기준을 준수하여야 한다.

② 제1항에서 불확도 산정의 세부적인 방법은 별표 16을 따른다.

제46조(배출계수 등의 활용) ① 관리업체가 산정등급 1(Tier 1)에 따라 배출량 등을 산정·보고할 경우 별표 17의 기본 배출계수와 별표 18의 기본 발열량을 활용한다. 다만, 별표 17에 제시되지 않은 원료 등의 배출계수는 별표 14의 각 배출활동별 산정방법론을 참조한다.

② 관리업체가 산정등급 2(Tier 2)에 따라 배출량 등을 산정·보고하는 경우에는 센터가 확인·검증하여 공표하는 국가 고유 배출계수 등을 활용한다. 다만, 연료별 국가 고유 발열량 값은 별표 19를 우

선적으로 활용한다.

③ 관리업체가 산정등급 3(Tier 3)에 따라 배출량 등을 산정·보고할 경우에는 배출시설 또는 공정 단위의 고유 배출계수를 제47조제3항 내지 제4항의 규정에 따라 부문별 관장기관으로부터 사용가능 여부를 통보받은 후 사용하여야 한다.

제47조(시료의 시험·분석방법 및 기준) ① 관리업체는 별표 15에서 제시하는 매개변수의 관리기준에 따라 고유 배출계수(Tier 3) 등을 개발·활용하기 위하여 연료, 원료 및 부산물 등의 시료를 채취하고 분석할 때에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 시료의 채취 및 분석을 실시할 수 있는 기관은 다음과 같다.
   가. 「KS A ISO/IEC 17025: 2006(시험기관 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항)」에 따라 공인된 시험·교정기관
   나. 가목의 기준에 적합한 자체 실험실을 갖춘 관리업체
   다. 「환경분야 시험·검사에 관한 법률」 제16조에 따른 측정대행업자
2. 시료를 채취하는 경우에는 시료의 대표성을 확보할 수 있도록 충분한 횟수로 시료를 채취하여야 하며 연료의 경우에는 별표 20의 시료의 최소 분석 주기를 만족하여야 한다.
3. 시료 채취는 배출량의 과다산정 혹은 과소산정의 오류가 발생하지 않도록 실시하여야 한다.

② 제1항의 연료 등의 시료 채취 및 분석방법은 별표 21의 국가표준(KS) 또는 국제표준화기구(ISO), 미국재료시험학회(ASTM) 등 국제적으로 통용되는 방법론을 사용하고 있는 경우 이를 분석방법으로 활용할 수 있다.

③ 관리업체는 제1항 및 제2항에 따라 배출시설 단위 고유 배출계수 등을 개발하여 활용하려면 계수의 개발결과 및 근거 등을 제37조에 따른 이행계획에 포함하여 미리 부문별 관장기관에 제출하여야 하며, 부문별 관장기관은 이를 검토한 후 환경부장관에게 통보하여야 한다.

④ 환경부장관은 제3항에 따라 부문별 관장기관이 통보한 고유 배출계수의 개발결과 및 근거에 대하여 법 제45조제1항에 의한 국가 배출계수의 개발결과 및 개발방법과의 정합성과 부문간 유사시설에 대한 배출계수의 등가성 및 정확성 등을 확인하여 그 결과를 부문별 관장기관에게 통보하고, 부문별 관장기관은 이를 반영하여 고유 배출계수 사용 가능 여부 및 시정사항을 관리업체에게 통보한다.

제48조(연속측정방법에 따른 배출량 산정방법 및 기준) ① 관리업체가 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 22를 따른다.

③ 환경부장관과 부문별 관장기관은 배출량 산정·보고의 정확성, 객관성 및 신뢰성 확보를 위하여 대규모 연소시설과 폐기물 소각시설

등에 대해서는 연속측정방법의 적용이 확산되도록 권고할 수 있다.

④ 환경부장관은 법 제42조제10항에 따라 연속측정방법을 활용하고자 하는 관리업체 및 부문별 관장기관에게 필요한 기술지원 및 자료·정보의 제공 등을 실시할 수 있다.

제49조(바이오매스 등) ① 관리업체가 다음 각호에 해당하는 온실가스를 배출하는 경우에는 총 온실가스 배출량에서 이를 제외하고 보고한다. 단, 에너지사용량 산정에는 이를 제외하지 않는다.

1. 별표 23의 바이오매스 사용에 따른 이산화탄소의 직접배출량(이산화탄소 이외의 기타 온실가스는 총 배출량 산정에 포함한다)
2. 관리업체 외부의 폐기물소각열 회수시설에서 공급받아 사용한 소각열의 간접배출량
3. 관리업체 외부로부터 공급받은 공정폐열 사용에 따른 간접배출량

② 제1항제1호에서 바이오매스와 화석연료를 혼합하여 사용하는 경우에는 제47조의 규정에 따라 바이오매스 혼합비율을 산정하여 해당 비율만큼의 이산화탄소 배출량을 제외한다.

③ 관리업체는 제1항 각 호의 배출량을 산정하는 경우 별표 17의 기본배출계수(바이오매스) 또는 제51조에 따른 간접 열 배출계수 등을 활용할 수 있다.

제50조(열병합 발전시설에서 외부 열공급시 배출계수의 개발 활용) ① 관리업체가 열병합 발전설비를 활용하여 생산하는 열을 관리업체 조직경계 외부로 공급할 때에는 별표 24에 따라 열 공급에 따른

간접배출계수를 개발하여 열을 사용하는 관리업체에게 제공하여야 한다.

② 외부로 열을 공급하는 관리업체가 제1항의 간접배출계수를 개발·제공하지 못할 경우에는 간접배출계수 개발·활용을 위한 활동자료, 온실가스 배출량 및 열 공급량 등의 자료를 열을 사용하는 관리업체에게 제공하여야 한다.

제51조(폐기물 소각시설에서 외부 열공급시 배출계수의 개발·활용) ① 관리업체가 폐기물 소각시설에서 열을 회수하여 조직경계 외부로 열을 공급할 경우 별표 25의 열 공급에 따른 간접배출계수를 개발하여 열을 사용하는 관리업체에게 제공하여야 한다.

② 외부로 열을 공급한 관리업체가 제1항의 간접배출계수를 개발·제공하지 못할 경우에는 간접 배출계수 개발·활용을 위한 활동자료, 온실가스 배출량, 소각열 회수량 및 공급량 등의 자료를 열을 사용하는 관리업체에게 제공하여야 한다.

제52조(명세서의 작성 및 제출) ① 관리업체는 제42조 내지 제49조에 따른 온실가스 배출량 등의 산정결과를 별지 제8호 서식에 따라 명세서를 작성하고 검증기관의 검증을 거쳐 매년 3월 31일까지 전자적 방식으로 부문별 관장기관에 제출하여야 한다.

② 관리업체는 다음 각 호에 해당하는 경우 과거에 제출한 명세서를 수정하여 검증기관의 검증을 거쳐 제1항의 당해연도 명세서와 함께 부문별 관장기관에게 전자적 방식으로 제출하여야 한다.

1. 제15조에 따라 관리업체의 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. 고유 배출계수를 제47조제3항 및 제4항에 따라 검토·확인을 받거나, 그 값이 변경된 경우

제53조(품질관리 및 품질보증) ① 관리업체는 온실가스 배출량 등의 산정에 대한 정확도 향상을 위해 활동자료 수집, 배출량 산정, 불확도 관리, 정보 보관 및 배출량 보고에 대한 품질관리 활동을 수행하여야 한다.

② 관리업체는 자료의 품질을 지속적으로 개선하는 체제를 갖추는 등 배출량 산정·보고의 품질보증 활동을 수행하여야 한다.

③ 제1항 및 제2항에 대한 세부내용은 별표 26에 따른다.

제54조(자료의 기록관리 등) 관리업체는 온실가스 배출량 등의 산정·보고와 관련하여 다음 각 호의 자료를 문서화하여 최소 5년 이상 보관하여야 한다

1. 온실가스 배출시설, 공정, 배출활동 등의 목록
2. 온실가스 배출량 등의 산정을 위해 사용된 자료들(계산방법 또는 측정방법을 포함한다)
3. 온실가스 배출량 등의 계산을 위해 사용된 공정 또는 사업장 운영자료
4. 연간 온실가스 배출량 등의 산정 보고서(명세서)
5. 연간 온실가스 배출량 등의 검증 보고서
6. 연간 모니터링 계획
7. 연속측정시스템(CEMS), 유량계, 기타 온실가스 산정과 관련된 측정장치의 검·교정 결과 및 장치의 유지관리 보고서

제6장 온실가스 배출량 및 에너지 소비량의 검증

제55조(검증의 원칙) ① 검증은 객관적인 자료와 증거 및 관련 규정에 따라 사실에 근거하여야 하고 그 내용을 정확하게 기록하여야 한다.

② 검증을 하는 과정에서 필요한 경우에는 피검증자나 관계인의 의견을 충분히 수렴하여야 한다.

제56조(검증의 보증수준) 검증팀은 검증의 수준을 최대한 완벽하게 유지할 수 있도록 노력하여 합리적인 보증 수준 이상을 확보·제공하여야 한다.

제57조(검증에 필요한 자료의 요구) 검증기관은 검증을 위해 피검증자에게 서면 또는 전자적 방식을 통해 관련 자료제출을 요구할 수 있다. 이 경우 피검증자는 특별한 사유가 없으면 협조하여야 한다.

제58조(검증팀의 구성) ① 검증기관은 검증을 개시하기 전에 2명 이상의 검증심사원으로 검증팀을 구성하고 이 가운데 1명을 검증팀장으로 선임하여야 한다. 이 경우 검증팀에는 피검증자의 해당분야 자격을 갖춘 검증심사원이 1명 이상 포함되어야 한다. 피검증자에 포함된 분야가 다수인 경우에도 이와 같다.

② 제1항의 검증팀에는 검증심사원의 검증업무를 보조 및 지원하기 위해 검증심사원보가 참여할 수 있다. 이 경우 참여한 검증심사원보의 인적사항 등을 검증보고서에 기재하여야 한다.

③ 제1항의 검증팀에 포함되는 검증심사원은 다음 각 호의 지식을 갖추어야 한다.

1. 피검증자의 공정, 운영체계 등 기술적 이해
2. 온실가스 배출량 등의 산정·보고 및 검증의 방법과 절차
3. 데이터 및 정보에 대한 중요성 판단과 리스크 분석
4. 기타 검증에 필요한 사항

④ 다음 각 호에 해당하는 검증심사원(검증심사원보를 포함한다)은 검증팀의 구성원이 될 수 없다. 다만, 제1호 및 제2호의 경우 2년이 경과한 때에는 그러하지 아니하다.

1. 피검증자의 임·직원으로 근무한 자
2. 피검증자에 대한 컨설팅에 참여한 자
3. 기타 당해 검증의 독립성을 저해할 수 있는 사항에 연관된 자

제59조(기술전문가) ① 검증팀장은 검증팀과는 별도로 검증의 전문성

보완을 위하여 제58조제3항의 각 호에 대한 전문지식을 갖춘 자이거나 또는 이와 동등한 자격을 갖춘 자를 기술전문가로 선임할 수 있다.

② 검증기관은 제1항의 기술전문가를 선임할 때에는 제58조제4항의 각 호에 해당하는 자를 제외(제1호 및 제2호는 2년이 경과한 경우에는 그러하지 아니하다. 이하 같다)하여야 한다.

③ 기술전문가는 당해 검증과정에 직접 참여할 수 없으며 기술전문가의 활동범위는 검증팀장이 요청하는 해당 전문분야에 대한 정보제공 등에 한한다.

제60조(내부심의팀의 구성) ① 검증기관은 소속 검증심사원 1명 이상으로 내부심의를 위한 심의팀을 구성하여야 한다.

② 제1항의 심의팀에는 당해 검증에 참여하였거나 제58조제4항에 해당되는 검증심사원은 제외하여야 한다.

제61조(검증의 절차 및 방법) ① 관리업체는 검증기관이 검증업무를 수행할 수 있는지를 확인하고 계약을 체결하여야 한다.

② 검증기관은 공평성 확보를 위해 계약 체결 이전에 별지 제9호 서식에 따라 자가진단을 실시하여야 한다.

③ 온실가스 배출량 등의 검증은 별표 27의 절차에 따라 실시하며 세부적인 절차 및 방법은 별표 28에 따른다. 다만 검증기관이 필요하다고 인정되는 경우에는 검증절차를 추가할 수 있다.

④ 검증팀은 필요한 경우 별지 제10호의 서식을 참고하여 검증 체

크리스트를 작성하여 이용할 수 있다.

제62조(시정조치) ① 검증팀장은 검증기준 미준수 사항 및 온실가스 배출량 등의 산정에 영향을 미치는 오류(이하 “조치 요구사항”이라 한다) 등에 대해서는 피검증자에게 시정을 요구하여야 한다.

② 검증기관은 제1항의 조치 요구사항 및 시정결과에 대한 내역을 별지 제11호의 서식에 따라 작성하여 검증보고서를 제출할 때 함께 제출하여야 한다.

③ 피검증자는 조치 요구사항에 대한 시정내용 등이 반영된 명세서와 이에 대한 객관적인 증빙자료를 검증팀에 제출하여야 한다.

제63조(검증의견의 결정) ① 검증팀장은 모든 검증절차 및 시정조치가 완료되면 최종 검증의견을 제시하여야 한다.

② 검증 결과에 따른 최종의견은 다음 각 호의 기준에 따른다.

1. 적정 : 검증기준에 따라 배출량이 산정되었으며, 불확도와 오류(잠재 오류, 미수정된 오류 및 기타 오류를 포함한다) 및 수집된 정보의 평가결과 등이 별표 28 제7호 다목의 중요성 기준 미만으로 판단되는 경우
2. 조건부 적정 : 중요한 정보 등이 검증기준을 따르지 않았으나, 불확도와 오류 평가결과 등이 별표 28 제7호 다목의 중요성 기준 미만으로 판단되는 경우
3. 부적정 : 불확도와 오류 평가결과 등이 별표 28 제7호 다목의 중요성 기준 이상으로 판단되는 경우

제64조(검증보고서 작성) ① 검증팀장은 검증의견을 확정한 후, 별지 제12호 서식에 따라 검증보고서를 작성하여야 한다.

② 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

제65조(내부심의) ① 검증기관은 제60조에 따라 구성된 내부심의팀으로 하여금 검증절차 준수여부 및 검증결과에 대한 내부심의를 실시하여야 한다.

② 검증팀은 다음 각 호의 자료를 내부심의팀에 제출하여야 한다.

1. 검증 수행계획서, 체크리스트 및 검증보고서
2. 검증과정에서 발견된 오류 및 시정조치사항에 대한 이행결과
3. 피검증자가 작성한 이행계획, 이행실적보고서 및 명세서
4. 기타 검토에 필요한 자료

③ 내부심의팀은 내부심의 과정에서 발견된 문제점을 즉시 검증팀에 통보하여야 하며, 검증팀은 이를 반영하여 검증보고서를 수정하여야 한다.

④ 내부심의팀은 내부심의 결과 반영 여부를 확인한 후 수정조치가 적절하다고 판단되는 경우 검증팀에 심의 종료를 통보한다.

제66조(검증보고서의 제출) 검증기관은 검증의 보증수준이 합리적 보증 수준 이상이라고 판단되는 경우에 최종 검증보고서를 피검증자에게 제출하여야 한다.

제7장 이행실적의 작성

제67조(이행실적 보고서의 작성) ① 관리업체는 이행계획에 대한 실적(이하 “이행실적”이라 한다)을 전자적 방식으로 작성하여 매년 3월 31일까지 부문별 관장기관에게 제출하여야 한다.

② 이행실적의 세부적인 작성방법 등은 별지 제13호 서식에 따른다.

③ 제1항의 규정에도 불구하고 관리업체가 부문별 관장기관의 개선명령을 반영하여 수립한 이행계획의 이행실적에 대해서는 검증기관의 검증을 거쳐야 한다.

제68조(이행실적 보고서의 적용 특례) ① 관리업체는 제11조의 소량배출사업장에 대해서는 제67조의 이행실적 보고서에 포함하지 않을 수 있다. 다만, 관리업체는 소량배출사업장별 온실가스 배출량 등을 부문별 관장기관에 제출하여야 한다.

② 제1항의 소량배출사업장별 온실가스배출량 등은 별지 제13호 서식의 소량배출사업장 실적현황에 따라 작성한다.

③ 관리업체가 소량배출사업장을 대상으로 부문별 관장기관이 부여

한 목표를 이행한 경우에는 제1항에도 불구하고 제67조의 이행실적 보고서를 작성하여 부문별 관장기관에 제출하여야 한다.

제8장 명세서 및 이행실적의 확인

제69조(이행실적의 확인) ① 부문별 관장기관은 관리업체가 제67조에 따라 제출한 이행실적에 대해 다음 각 호의 사항을 확인하여야 한다.

1. 이행계획과의 연계성 및 정확성 여부
2. 온실가스 배출량 등의 산정·보고 기준 준수여부
3. 목표에 대한 이행여부
4. 검증결과의 적정성(개선명령에 따른 이행계획에 대한 이행실적의 경우에 한한다)
5. 개선명령의 이행여부
6. 기타 이 지침에서 정한 절차 및 기준 등의 준수여부 등

② 부문별 관장기관은 제1항 각 호에 따른 사항을 확인하기 위하여 필요한 경우 해당 관리업체의 의견을 듣거나 관련 자료의 제출 등을 요청할 수 있다.

③ 부문별 관장기관은 관리업체가 이행실적을 제출한 날로부터 60일 이내에 확인을 완료하고 전자적 방식을 통해 센터에 제출하여야

한다.

제70조(명세서의 확인) ① 부문별 관장기관은 관리업체가 제52조에 따라 제출한 명세서에 대하여 시행령 제34조제2항 각 호의 사항에 대한 누락 및 검증기관의 검증여부 등을 확인하여야 한다.

② 부문별 관장기관은 제1항에 따른 확인결과 누락되었거나 부적절한 사항이 있는 관리업체에 대해서는 그 시정을 요구할 수 있다.

③ 부문별 관장기관은 관리업체가 명세서를 제출한 날로부터 60일 이내에 전자적 방식으로 센터에 제출하여야 한다.

④ 부문별 관장기관은 소관 관리업체 중 중앙행정기관 등의 명세서를 받는 즉시 전자적 방식으로 센터에 제출하여야 한다. 단, 센터에 제출한 이후 제2항에 따른 시정요청에 의해 명세서 내용에 수정 또는 보완이 있는 경우에는 해당되는 사항을 센터에 제출하여야 한다.

제71조(개선명령) ① 부문별 관장기관은 관리업체가 시행령 제30조제5항에 따라 목표를 달성하지 못하거나 제출한 이행실적이 측정·보고·검증 방법의 적용기준에 미흡한 경우에는 법 제42조제8항에 따른 개선명령 등 필요한 조치를 하여야 한다.

② 제1항에 따라 개선명령을 받은 관리업체는 다음 연도 이행계획에 개선계획을 반영하여 부문별 관장기관에 제출하여야 한다.

③ 관리업체는 제2항의 이행계획에 대한 이행실적을 제출할 때에는 검증기관의 검증결과를 첨부하여야 한다.

④ 제3항에 따른 이행실적의 검증은 제61조의 검증 절차 및 방법에

따른다.

⑤ 부문별 관장기관은 제1항의 개선명령 등 관리업체에 대해 필요한 조치를 하는 경우에는 환경부장관에게 그 사실을 즉시 통보하여야 한다.

제9장 조기감축실적 등의 인정

제72조(조기감축실적의 인정원칙) ① 조기감축실적 인정은 관리업체가 목표관리를 받기 이전에 자발적으로 행한 감축실적을 인정함으로써 관리업체의 조기행동을 적절하게 반영하는 것을 목적으로 한다.

② 조기감축실적의 인정은 시행령 제25조제1항의 온실가스 감축 국가목표를 달성하는데 필요한 제반사항과 그 범위 안에서 고려되어져야 한다.

③ 조기감축실적은 관리업체의 이행실적을 평가할 때 반영하는 것을 원칙으로 하며, 관리업체는 제77조제1항에서 정하는 연간 인정총량의 범위 내에서 일시 또는 분할하여 이행실적에 반영되도록 할 수 있다.

④ 관리업체가 조기감축실적을 분할하여 이행실적에 반영하고자 하는 경우에는 최초로 이행실적을 보고하는 연도를 포함하여 연속으

로 4회까지 반영할 수 있다.

제73조(조기감축실적의 인정기준) 조기감축실적을 인정함에 있어 고려되어야 할 기준은 다음 각 호와 같다.

1. 조기감축실적은 국내에서 실시한 행동에 의한 감축분에 한하여 그 실적을 인정한다.
2. 조기감축실적은 관리업체의 조직경계 안에서 발생한 것에 한하여 그 실적을 인정한다. 다만, 복수의 사업자가 참여하여 조직경계 외에서 실적이 발생한 경우에는 이를 인정할 수 있다.
3. 조기감축실적은 관리업체 사업장 단위에서의 감축분 또는 사업단위에서의 감축분에 대하여 인정할 수 있다.
4. 시행령 제25조에서 정한 온실가스 감축 국가목표를 달성하기 위하여 조기감축실적으로 반영할 수 있는 연간 인정총량의 상한선을 설정할 수 있다.
5. 조기감축실적으로 인정되기 위해서는 조기행동으로 인한 감축이 실제적이고 지속적이어야 하며, 정량화 되어야 하고 검증 가능하여야 한다.
6. 관리업체는 조기감축실적 인정을 위한 제반 서류의 제출 등 조기행동 입증을 위하여 필요한 사항에 대하여 부문별 관장기관에 협조하여야 한다.

제74조(조기감축실적의 인정 대상 시기) 조기감축실적은 2005년 1월 1일부터 관리업체가 최초로 목표를 설정하는 해 12월 31일까지 실

시한 조기행동에 의한 감축분에 대하여 인정한다.

제75조(조기감축실적의 인정유형) 조기감축실적으로 인정받을 수 있는 사업의 유형은 별표 29에서 정한 유형의 사업으로 한정한다. 다만, 별표 29에서 정한 유형 외에 자발적 감축사업으로 감축기술 및 재원 등에 상당한 투자가 수반된 개별 감축사업에 대해서는 환경부장관과 부문별 관장기관이 협의하여 조기감축실적으로 인정할 수 있다.

제76조(조기감축실적의 인정 예외) ① 제75조 규정에도 불구하고 다음 각 호에 해당하는 경우에는 조기감축실적으로 인정될 수 없다.

1. 관리업체가 법적 규제·기준을 충족하기 위하여 실시한 사업의 결과에 수반하여 온실가스 배출량이 감소된 경우
2. 관리업체의 생산량이 감소하거나 조직경계 내 배출시설의 폐쇄 등으로 인하여 온실가스 배출량이 감소된 경우
3. 관리업체 내 온실가스 배출시설을 조직경계 외부 또는 외국으로 이전하여 온실가스 배출량이 감소된 경우
4. 관리업체 내에서 생산, 관리, 수송, 폐기물 처리 등과 관련하여 자체적으로 수행하던 활동을 조직경계 외부로 위탁하여 처리함으로써 온실가스 배출량이 감소된 경우
5. 관련 규정에 따라 관리업체가 온실가스 감축사업에 따라 획득한 권리에 대하여 정부가 재정적으로 보상한 경우

② 제1항제5호 규정에도 불구하고 별표 29 제1호의 사업으로 정부

가 재정적으로 보상한 경우에는 그 감축실적의 40%에 해당하는 부분을 조기감축실적으로 인정할 수 있다.

제77조(연간 인정총량) ① 매년 조기감축실적으로 인정할 수 있는 전체 총량(이하 "연간 인정총량"이라 한다)은 전체 관리업체 배출허용량의 1%로 한다.

② 관리업체별로 반영을 신청할 수 있는 연간 조기감축실적의 한도량(이하 "연간 신청가능량"이라 한다)은 다음 각 호의 값 중 작은 것으로 한다.

1. 연간 인정총량에 제82조의 조기행동 기여계수를 곱한 값
2. 관리업체 배출허용량에 0.1을 곱한 값

제78조(조기감축실적의 인정 신청) ① 관리업체가 조기감축실적에 대하여 인정을 받고자 하는 경우에는 별지 제14호의 서식에 따른 조기감축실적 인정 신청서(이하 "신청서"라 한다)를 작성하여 관리업체로 최초 지정된 해의 다음 연도 7월 31일까지 부문별 관장기관에게 제출하여야 한다.

② 관리업체는 최초로 목표를 설정한 해에 연간 기준으로 추가적인 조기감축실적이 있는 경우 해당되는 추가 실적에 대하여 제1항의 신청서를 작성하여 다음 연도 7월 31일까지 부문별 관장기관에게 제출하여야 한다.

③ 관리업체는 제1항 및 제2항의 신청서를 작성·제출하기에 앞서 제96조에서 정한 검증기관의 검증을 거쳐야 하며, 그 검증결과를 신

청서와 함께 제출하여야 한다. 다만, 제75조에서 정한 조기감축실적 인정유형의 사업 중 별표 29 제1호는 2011년 6월 30일 이전에, 제2호 내지 제4호의 사업은 이 지침이 시행되기 이전에 사업시행 부처의 확인을 받은 실적은 검증결과를 제출하지 않아도 된다.

제79조(조기감축실적의 평가 및 기준) ① 제78조제1항에 따라 신청서를 제출받은 부문별 관장기관이 조기감축실적의 인정여부와 인정량을 평가할 때에는 제73조 내지 제76조의 규정을 기준으로 한다. 이 경우, 부문별 관장기관은 필요한 경우에 조기감축실적 인정유형 사업을 시행하는 부처에 확인을 요청할 수 있다.

② 부문별 관장기관은 다음 각 호의 사항들을 고려하여 조기감축실적을 평가한다.

1. 조기행동의 일반사항
2. 조기행동의 실제성
3. 조기행동에 따른 감축효과의 지속성
4. 조기행동의 추가성
5. 조기행동에 따른 감축실적의 정량화에 대한 타당성
6. 기준 배출량 산정 방법론의 적합성
7. 조기행동에 따른 감축실적 산정방법의 적합성
8. 조기감축실적에 대한 검증결과
9. 조기감축실적 인정 예외 사유에의 해당여부
10. 제75조의 인정유형에 따른 타 감축실적과의 중복여부

11. 환경 및 관련 법규에의 저촉여부

③ 제2항제4호의 추가성이 인정되기 위해서는 다음 각 호의 요건을 충족하여야 한다.

1. 법적 규제·기준을 충족하기 위한 것이 아니어야 하며, 관련 법령 등에서 요구하는 요건을 상당부분 크게 초과하여 실시한 행동

2. 검증되지 않은 기술의 사용에 따른 비용상의 어려움, 시설·장비의 운영과 유지상의 어려움과 기타 제도적인 어려움과 같은 장애요인이 있었음에도 불구하고 시행되는 등 기업 경영에서 표준적으로 발생하는 개선활동 이상의 행동

④ 부문별 관장기관은 제2항의 평가를 위하여 필요한 경우 신청서 외에 별도의 근거자료를 관리업체에게 요구할 수 있으며, 이 경우 관리업체는 관련 근거자료를 즉시 부문별 관장기관에 제출하여야 한다.

⑤ 부문별 관장기관은 신청서를 받은 날로부터 30일 이내에 제2항의 규정에 따른 평가결과를 별지 제15호 서식에 따라 작성하여 관련 근거자료와 함께 환경부장관에게 통보하여야 한다.

제80조(조기감축실적 평가결과의 확인) 환경부장관은 제75조 후단에 해당하는 사업에 대해서는 부문별 관장기관의 평가결과에 대한 중복성, 적절성 등을 확인하고 그 결과를 제79조제5항의 평가결과를 받은 날로부터 30일 이내에 부문별 관장기관에게 통보한다.

제81조(조기감축실적 인정결과 통보 및 관리) ① 부문별 관장기관은

제79조 내지 제80조에 따른 조기감축실적에 대한 인정 결과 및 인정량을 매년 10월 31일까지 관리업체에게 통보하여야 한다. 이때, 관리업체에 통보하는 인정 결과 및 인정량이 제79조제5항의 평가결과와 다를 경우에는 이를 환경부장관에게 통보하여야 한다.

② 부문별 관장기관은 별지 제16호의 서식에 따라 조기감축실적 인정서를 발급·관리하여야 한다.

제82조(조기행동 기여계수의 산정) ① 관리업체별로 산정되는 조기행동 기여계수는 당해 관리업체의 조기감축실적 인정량을 전체 관리업체의 조기감축실적 인정량의 합으로 나눈 값으로 한다. 이때, 조기행동 기여계수는 매년 산정하여야 하며, 이전에 이행실적 평가를 하면서 이미 조기감축실적으로 반영된 양은 차감하여 산정한다.

② 관리업체는 목표관리 대상기간에 해당하는 연도의 3월 31일까지 당해 관리업체가 보유하고 있는 조기감축실적의 인정량을 부문별 관장기관에게 보고하여야 한다. 이때, 이전에 이미 조기감축실적으로 반영한 양과 당해연도에 반영을 신청한 양은 차감하여 보고한다.

③ 부문별 관장기관은 제1항에서 보고된 조기감축실적의 인정량을 제81조제2항의 관리내역과 비교·확인한 후 4월 10일까지 환경부장관에게 통보하여야 하며, 환경부장관은 녹색성장위원회 및 부문별 관장기관과 협의하여 관리업체별 조기행동 기여계수를 산정한 후, 이를 4월 20일까지 부문별 관장기관에게 통보한다.

④ 부문별 관장기관은 제77조제2항에 따라 관리업체별로 연간 인정

총량에 조기행동 기여계수를 곱한 값과 배출허용량에 0.1을 곱한 값을 비교한 후 그 중 작은 값을 당해 관리업체의 연간 신청가능량으로 산정하여 4월 30일까지 통보한다.

제83조(조기감축실적의 반영) ① 관리업체가 조기감축실적을 이행실적에 반영하고자 하는 경우에는 시행령 제30조제4항에 따른 이행실적을 보고할 때 제82조제4항에 따라 통보받은 연간 신청가능량의 범위 내에서 그 반영을 신청하여야 한다.

② 부문별 관장기관은 관리업체의 목표 달성을 평가할 때 제1항의 신청된 부분을 반영하여야 한다.

제84조(조기감축실적 정보의 공개) 센터는 조기감축실적의 인정 등과 관련하여 다음 각 호의 정보를 일반국민이 알 수 있도록 종합하여 공개한다.

1. 조기감축실적 인정기준
2. 조기감축실적 인정사업의 목록

제85조(외부감축실적) ① 관리업체는 업체의 조직경계 외부(중소기업지원법 제2조제1항에 의한 중소기업인 관리업체를 포함한다)에서 온실가스를 감축·흡수·제거하는 사업(이하 “외부감축사업”이라 한다)을 수행하고 그 실적(이하 “외부감축실적”이라 한다)을 관리업체의 목표이행 실적으로 사용할 수 있다.

② 외부감축사업과 외부감축실적의 인정은 시행령 제25조제1항의 온실가스 감축 국가목표를 달성하는데 필요한 제반사항과 그 범위

내에서 고려되어야 한다.

③ 외부감축실적은 관련된 국제 기준과 지침을 고려하여 추진되어야 하며, 관리업체의 감축의무가 특정 업체 및 부문에 전가되지 않도록 투명하고 공정하게 관리되어야 한다.

④ 외부감축사업의 유형 및 방법론, 외부감축사업의 타당성 평가 및 등록, 외부감축실적의 산정·모니터링·검증, 인정방법, 외부감축실적 인증서의 발급·등록·관리 등에 관한 구체적인 사항은 환경부장관이 부문별 관장기관과 협의하여 따로 정하여 고시한다.

제10장 등록부의 관리

제86조(등록부 구축) 센터는 시행령 제31조에 따라 부문별 관장기관으로부터 제출받은 다음 각 호의 사항에 대하여 등록부를 구축하고 전자적 방식으로 통합 관리·운영하여야 한다.

1. 관리업체의 상호 또는 명칭
2. 관리업체의 대표
3. 관리업체의 본점 및 사업장 소재지
4. 관리업체 지정에 관한 사항
5. 시행령 제30조제3항부터 제5항까지에 따른 이행계획, 이행실적 및 개선명령 등에 관한 사항

6. 시행령 제34조에 따른 명세서에 관한 사항

7. 기타 목표관리제 운영에 필요한 사항으로서 환경부장관이 부문별 관장기관과 협의하여 정하는 사항

제87조(등록부 관리) 전자적 방식에 의한 등록부의 운영 및 관리 등에 관한 세부적인 사항은 환경부장관이 부문별 관장기관과 협의하여 따로 고시한다.

제11장 명세서의 공개

제88조(심사위원회) ① 센터는 심사위원회를 구성하여 법 제44조제3항에 따라 명세서의 주요정보에 대한 관리업체 비공개 요청에 대해 심사를 하여야 한다.

② 심사위원회는 정보 공개로 인하여 관리업체의 영업 및 사업상 권리 또는 비밀에 대한 침해가 발생하지 않도록 노력하여야 한다.

제89조(심사위원회 구성) ① 심사위원회는 위원장 1명을 포함하여 7명 이내의 위원으로 구성한다.

② 위원회의 위원은 다음 각 호와 같이 부문별 관장기관의 온실가스 또는 에너지 관련 업무를 수행하는 공무원 4명과 녹색성장 및 정보공개에 있어 학식과 경험이 풍부한 사람 중 환경부장관이 부문별 관장기관과 협의하여 위촉하는 민간위원으로 구성한다.

1. 농림수산식품부: 녹색성장정책관

2. 지식경제부: 에너지절약추진단장

3. 환경부: 온실가스종합정보센터장

4. 국토해양부: 정책기획관

③ 심사위원회의 위원장은 환경부 온실가스종합정보센터장과 민간위원 중 환경부장관이 지명하는 1명이 공동으로 수행하며 위원장은 위원회의 업무를 총괄한다.

④ 위원의 임기는 2년으로 연임이 가능하다. 다만, 공무원인 위원의 임기는 그 직위에 재직하는 기간으로 한다.

⑤ 심사위원회의 회의는 위원장이 필요하다고 인정될 경우 소집할 수 있으며, 재적위원 과반수의 출석으로 개의하고 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다.

제90조(심사위원회의 사무국) ① 센터는 심사위원회의 업무를 보좌하고 그 밖의 행정사무를 효율적으로 처리하기 위하여 필요한 경우 사무국을 운영할 수 있다.

② 사무국은 심사위원회의 개최 필요성이 있을 경우 위원장에게 관련 내용을 보고하여야 한다.

③ 사무국은 관리업체 비공개 요청에 대해 사전 검토를 수행하고 그 결과를 심사위원회 개최 이전에 위원장과 위원에게 송부하여야 한다.

제91조(비공개 심사 절차) ① 관리업체는 제92조의 주요정보 공개항

목에서 비공개를 원하는 항목(제1호, 제4호 및 제5호는 제외한다)이 있을 경우 별지 제17호 서식에 따라 비공개 요청 항목과 사유서를 첨부하여 부문별 관장기관에 3월 31일까지 전자적인 방법으로 제출하여야 한다.

② 부문별 관장기관은 제1항의 비공개 요청 항목과 사유서를 받는 즉시 이를 센터에 전자적인 방법으로 제출하여야 한다.

③ 심사위원회는 제1항의 비공개 요청 심사에 필요할 경우 다음의 각 호의 조치를 취할 수 있다.

1. 비공개 신청 관리업체에 추가적인 자료 및 관련 서류 등의 제출 요구
2. 비공개 신청 관리업체의 관계자 또는 관련 전문가의 의견청취

④ 심사위원회는 4월 30일까지 공개 여부를 심사하여야 한다. 필요한 경우에는 서면 심사로 대체할 수 있다.

⑤ 센터는 5월 15일까지 해당 관리업체와 부문별 관장기관에게 심사위원회의 공개 심사결과를 서면으로 통지하여야 하며, 관리업체의 비공개 요청에도 불구하고 공개를 결의한 경우 공개결정이유를 명시하여야 한다.

⑥ 부문별 관장기관 및 센터는 매년 6월 30일까지 명세서의 주요정보를 전자적 방식으로 공개하여야 한다.

제92조(주요정보 공개) ① 법 제44조제3항에 따라 명세서의 주요정보에 해당되어 공개대상이 되는 항목은 다음 각 호와 같다.

1. 관리업체의 상호·명칭 및 업종
2. 관리업체의 본점 및 사업장 소재지
3. 관리업체의 규모
4. 관리업체 지정연도 및 소관 관장기관
5. 관리업체의 명세서 검증수행기관
6. 관리업체 및 업체 내 사업장에서 배출하는 온실가스의 종류 및 배출량, 사용 에너지의 종류 및 사용량
7. 관리업체 내에서의 온실가스 감축·흡수·제거실적

② 센터와 부문별 관장기관은 제1항의 정보 공개시기 등에 대해 사전에 협의하여야 한다.

③ 센터 및 부문별 관장기관은 제1항의 주요정보와 함께 온실가스·에너지 목표관리제도에 관한 대국민 이해를 위해 부문별 또는 업종별로 다음 각 호의 사항을 공개할 수 있다.

1. 관리업체 대상업체 및 사업장 수
2. 연도별 전체 관리업체의 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 추이
3. 업체별·사업장별 온실가스 배출량 순위 및 에너지 사용량 순위
4. 업체별·사업장별 온실가스 배출량 및 에너지 사용량의 증감순위

제93조(공공기관 정보제공) ① 시행령 제35조제1항에 따라 행정기관 또는 공공기관은 다음 각 호의 사유에 해당하는 경우 부문별 관장

기관 및 센터에 명세서 정보 제공을 요청할 수 있다.

1. 법 제10조제1항에 따른 중앙행정기관의 녹색성장국가전략 소관 분야 추진계획의 수립·시행에 필요한 경우
2. 법 제11조제1항에 따른 지방자치단체(시·도지사)의 지방녹색성장 추진계획의 수립·시행에 필요(관내 업체·사업장에 한정한다)한 경우
3. 법 제12조제1항에 따른 국무총리의 녹색성장국가전략 및 중앙추진계획의 점검·평가를 위하여 필요한 경우
4. 법 제25조에 따라 기업의 녹색경영을 지원·촉진하기 위하여 필요(대상 업체에 한정한다)한 경우
5. 법 제28조에 따라 저탄소 녹색성장을 촉진하기 위한 금융 시책 수립·시행에 필요(대상 업체에 한정한다)한 경우
6. 법 제29조에 따라 녹색산업투자회사의 설립과 지원을 위하여 필요(대상 업체에 한정한다)한 경우

② 제1항의 정보제공을 요청할 경우에는 해당 정보 요청사유와 활용범위 및 사용 목적 등을 명확히 제시하여야 한다.

③ 정보제공 요청을 받은 부문별 관장기관 및 센터는 제2항에 따른 정보제공 요청 사유 등을 검토한 후 타당하다고 판단될 경우 검토의견서를 첨부하여 녹색성장위원회에 정보제공에 대한 심의를 요청하여야 한다.

④ 부문별 관장기관 및 센터는 제3항의 녹색성장위원회의 정보제공

심의 결과에 따라 관련 정보를 제공할 수 있으며, 제공된 정보의 활용이 제2항의 활용 범위와 사용 목적에 타당한지 관리하여야 한다.

⑤ 관련 정보를 제공 받은 행정기관 또는 공공기관은 제91조에 따라 심사위원회에서 비공개 결정한 항목 등에 대하여는 이를 명기하고 외부로 유출하거나 다른 용도로 사용하여서는 아니된다.

제94조(공시를 위한 정보공개) ① 센터는 「자본시장과 금융투자업에 관한 법률」 제163조에 따라 사업보고서 공시를 위해 금융위원회 또는 한국거래소의 관련 정보 제공 요청이 있을 경우 제92조의 주요정보 범위 내에서 자료를 제공할 수 있다.

② 사업보고서의 거짓 기재 등에 대한 사항을 판단하기 위해 해당 관리업체의 명세서 비공개 항목을 열람하고자 할 경우에는 관계 공무원의 입회하에 이를 열람할 수 있다.

③ 센터는 제1항에 의해 자료를 제공한 경우, 해당 업체를 소관하는 부문별 관장기관에게 즉시 관련 사실을 통보하여야 한다.

제12장 검증기관의 지정 및 관리

제95조(검증기관 등의 운영원칙) ① 검증은 공평하고 독립적으로 이루어져야 하며 검증기관은 이를 최대한 보장할 수 있도록 필요한 조치를 강구하여야 한다.

② 검증기관은 소속 검증심사원이 보유한 전문분야에 대해서만 검증 업무를 수행하여야 하며, 피검증자 등의 특성과 조건 등을 종합적으로 고려하여 적격성 있는 검증팀을 구성하여야 한다.

③ 검증기관은 검증업무를 수행하는 과정에서 취득한 정보를 외부로 유출하거나 다른 목적으로 사용하여서는 아니된다.

제96조(검증기관의 지정) ① 검증기관 지정을 받고자 하는 자는 별지 제18호의 신청서와 별표 30이 정하는 지정요건을 증명하는 서류를 첨부하여 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다.

② 검증기관은 관리업체 온실가스 배출량 등의 명세서, 이행실적(법 제42조제8항의 개선명령을 받은 경우에 한한다)에 대한 검증과 조기감축실적 및 외부감축실적에 대한 검증업무 등을 수행한다.

③ 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우 검증기관으로 지정을 받을 수 없다.

1. 임원 중 금치산자 또는 한정치산자가 있는 경우
2. 제100조제1항의 규정에 따라 지정이 해지된 날로부터 3년이 경과하지 아니한 경우
3. 최근 3년간 「부정경쟁방지 및 영업비밀 보호에 관한 법률」 제18조에 의해 벌금형 이상의 처분을 받은 경우
4. 관리업체와 동일 법인(개인 및 공공기관 등을 포함한다)이거나 제4조제5항 및 제6항의 업무를 수행하는 경우 또는 검증기관 지정 이후 제4조제5항 및 제6항의 업무를 수행하는 경우

④ 국립환경과학원장은 검증기관 지정 신청에 대한 검토결과 등의 자문을 위해 부문별 관장기관의 추천을 받아 13명 이내의 지정심사 자문단을 구성하여 운영할 수 있다.

⑤ 국립환경과학원장은 서면 및 현장조사 등을 실시하고 관련 규정에 적합하다고 인정될 경우에는 지정심사 자문단의 자문결과를 첨부하여 환경부장관에게 검증기관으로 지정하여 줄 것을 요청하여야 한다.

⑥ 환경부장관은 부문별 관장기관과 협의를 거쳐 특별한 사유가 없으면 제5항에 따른 지정 요청에 대해 별지 제19호 서식의 검증기관 지정서를 교부하고 다음 각 호의 사항을 관보에 고시하여야 한다.

1. 검증기관의 명칭 및 소재지
2. 검증기관 지정일
3. 검증기관에 소속된 검증심사원의 전문분야

제97조(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. 검증관련 내부 업무규정의 변경
4. 검증심사원의 변경
5. 검증 전문분야의 변경

② 제1항의 변경신고를 하려는 자는 제1호, 제2호는 변경된 날로부

터 30일 이내에, 제3호 내지 제5호는 변 경된 날로부터 7일 이내에 별지 제18호 서식의 변경신고서에 변경내용을 증명하는 서류와 지정서를 첨부하여 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다.

③ 국립환경과학원장은 변경내용의 적절성 등을 검토하여 타당하다고 인정되면 변경내역을 지정서에 기재하고 환경부장관에게 그 내역을 제출하여야 한다.

④ 국립환경과학원장은 제3항의 검증기관 변경내역을 부문별 관장기관에 통보하고 관보에 공고하여야 한다. 다만, 관보에 게재할 때 제1항제3호 및 제4호의 경우에는 그러하지 아니한다.

제98조(검증기관의 관리) ① 국립환경과학원장은 검증기관 지정 후 2년마다 검증업무 수행의 적절성(현장확인 및 입회심사를 포함한다), 검증심사원의 자격 유지 등 전반적인 운영실태에 대한 종합적인 평가를 실시하여야 한다.

② 국립환경과학원장은 제1항의 평가결과를 작성하여 환경부장관에게 제출하여야 하며, 평가결과보고서에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 검증기관 사무소 소재지, 조직 등 일반현황
2. 검증심사원의 적격성 유지 및 검증절차의 적절성 확인결과(검증보고서에 대하여 전자적 방식을 통한 표본조사 및 검증기관의 현장조사 등을 실시)
3. 평가결과 및 조치 필요사항 등

③ 환경부장관은 제2항의 평가결과를 검토하고 그 결과를 센터 및 부문별 관장기관에 통보한다.

제99조(검증기관의 준수사항) ① 검증기관은 검증결과보고서, 검증업무 수행내역 등 관련 자료를 5년 이상 보관하여야 한다.

② 검증기관은 관리업체가 제출한 자료와 검증 수행과정에서 취득한 정보를 외부로 유출하거나 다른 용도로 사용하면 아니된다.

③ 검증기관은 별지 제20호 서식에 따라 반기별 검증업무 수행내역을 작성하여 반기 종료일로부터 30일 이내에 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다.

④ 검증기관은 소속 임·직원과 검증심사원 보안교육 등을 정기적으로 실시하여야 하며, 이와 관련된 업무처리절차를 마련하여야 한다.

⑤ 검증기관은 피검증자 등으로부터 위탁받은 검증업무를 다른 검증기관에 재위탁 또는 수탁하여서는 아니된다.

⑥ 검증기관은 검증업무를 수행하기 이전 2년 이내 또는 검증업무 수행 중에 피검증자의 온실가스 또는 에너지와 관련된 자문, 진단, 관리대행, 컨설팅 및 중개 등과 관련된 업무를 수행한 경우에는 검증업무를 수행할 수 없다.

⑦ 검증기관은 보유한 전문분야에 대하여만 검증을 수행하여야 한다.

제100조(검증기관의 지정해지 등) ① 국립환경과학원장은 검증기관

이 다음 각 호에 해당하는 경우에는 환경부장관에게 6개월 이내의 기간을 정하여 검증과 관련한 영업의 정지 또는 지정해지 등을 요청할 수 있다.

1. 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 지정을 받은 경우
2. 고의 또는 중대한 과실로 검증결과를 거짓으로 보고한 경우
3. 지정서를 대여 또는 업무정지 기간 중 검증업무를 수행한 경우
4. 검증기관의 인력요건에 미흡한 경우(검증인력의 변동일로부터 30일이 경과한 경우에 한한다)
5. 제96조제3항의 결격사유에 해당된 경우(결격사유가 발생한 날로부터 30일이 경과한 경우에 한한다)
6. 검증 업무를 수행하는 과정에서 이해관계자의 부당한 개입 등으로 인해 검증의 독립성과 공평성을 훼손한 경우
7. 제99조의 검증기관 준수사항을 준수하지 아니한 경우

② 환경부장관은 제1항의 해지요청의 적정여부를 확인하기 위해 필요한 경우 센터의 의견을 들을 수 있다.

③ 환경부장관은 제1항에 따른 영업정지 또는 지정해지 등을 요청받은 경우에는 필요한 경우 해당 검증기관으로부터 소명자료를 제출받거나 의견을 청취할 수 있다.

④ 환경부장관은 제1항의 해지사유가 타당할 경우 해당 검증기관명, 대표자, 해지사유 및 해지일 등을 관보에 공고하고 이를 부문별 관장기관에게 즉시 통보한다. 이때 국립환경과학원장은 즉시 해당 검

증기관의 지정서를 회수하여야 한다.

제101조(검증기관의 휴·폐업신고 등) ① 휴업 또는 폐업 하려는 검증기관은 별지 제21호 서식의 신고서와 검증기관 지정서, 검증과 관련하여 취득한 정보의 관리계획(폐업신고에 한한다) 및 해당 기간까지의 검증업무 수행내역서를 작성하여 휴업 또는 폐업 예정일로부터 10일 전에 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 관보에 공고하고 이를 환경부장관에게 보고하여야 한다. 이 경우, 환경부장관은 이를 부문별 관장기관에게 즉시 통보한다.

④ 검증기관이 업무를 재개하고자 할 때에는 휴업기간 종료일로부터 7일 이전에 국립환경과학원장에게 신고하여야 한다. 국립환경과학원장은 검증기관 지정요건을 유지하고 있다고 판단되면 이를 관보에 공고하고 환경부장관과 부문별 관장기관에게 즉시 통보한다.

제102조(검증심사원 자격 및 등록) ① 검증심사원보는 학력 및 경력 등이 별표 31의 기준에 적합한 자로서 환경부장관이 정한 교육과정을 이수한 자를 말한다. 이 경우 검증심사원보는 검증심사원의 업무를 보조한다.

② 검증심사원보가 검증기관에서 아래 제1호 내지 제4호에 해당되

는 분야에서 2년 이내 5회, 제5호 및 제6호에 해당되는 분야에서 2년 이내 3회 이상 검증에 참여한 경우 해당분야 검증심사원(다만, 제7호의 경우 전문분야에 관계없이 2년 이내 5회 이상의 검증업무에 참여한 경우 해당 분야의 자격이 있는 것으로 본다)이 된다. 이 경우 2개 이상 분야의 자격을 인정 받고자 하는 경우에는 각각에 해당하는 경력을 보유하여야 한다.

1. 광물산업 분야(시멘트·석회 생산, 유리 생산 등 탄산염의 기타 공정사용 등)
2. 화학분야(암모니아·질산·아디프산·카바이드·이산화티탄·소다회·석유화학제품·불소화합물 생산 등)
3. 철강·금속분야(철강·합금철·아연 생산, 산업기계 등)
4. 전기·전자분야(전자·전기산업, 오존층파괴물질(ODS)의 대체물질 사용 등)
5. 폐기물 분야(폐기물, 하·폐수처리, 바이오매스 등)
6. 농축산 및 임업분야(농업, 축산, 조림 및 재조림 등)
7. 공통 분야(연소, 전기·열·스팀의 사용, 수송 및 탈루성 배출 등)

③ 환경부장관은 국제적인 동향과 국내 여건 등을 고려하여 필요하다고 인정될 경우에는 제2항의 전문분야를 보다 세분화하여 전문성을 강화할 수 있다.

④ 검증심사원(검증심사원보를 포함한다. 이하 같다)이 되고자 하는

자는 별지 제22호의 등록신청서를 작성하여 국립환경과학원장에게 제출(전문분야의 추가 또는 변경을 포함한다) 하여야 한다. 다만, 검증심사원보의 등록은 교육기관으로부터 통보된 교육이수자 명단으로 갈음한다.

⑤ 국립환경과학원장은 검증심사원으로 등록하고자 하는 자가 제2항의 검증심사원 자격요건에 적합할 경우 별지 제23호의 등록증을 교부하고 그 결과를 별지 제24호의 검증심사원 관리대장에 기록하여야 한다.

⑥ 다음 각 호의 경우에는 검증심사원으로 등록할 수 없다.

1. 금치산자 또는 한정치산자
2. 이 지침에 의해 검증심사원의 등록이 해지된 후 3년이 경과되지 아니한 자
3. 최근 3년간 「부정경쟁방지 및 영업비밀보호에 관한 법률」 제18조 내지 제18조의3에 해당하는 처벌을 받은 자

제103조(검증심사원의 관리) ① 검증심사원은 등록증을 교부받은 날로부터 매 2년마다 보수 교육을 이수하여야 한다.

② 국립환경과학원장은 검증심사원으로 등록된 자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당되는 경우에는 등록을 해지하고 그 결과를 교육기관의 장에게 통보한다.

1. 거짓 또는 그 밖에 부정한 방법으로 검증심사원으로 등록한 경우
2. 검증보고서를 허위로 작성한 경우

3. 제102조제6항제1호 내지 제3호에 해당되는 경우

4. 검증심사와 관련한 업무 등을 다른 사람에게 대행하게 한 경우

5. 제58조의 규정에 해당되지 않는 검증팀에 참여하여 검증업무를 수행한 경우

제104조(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 80시간 이상

2. 검증심사원 보수교육 과정 : 검증심사원이 등록일로부터 매 2년마다 받아야 하는 교육으로 해당 전문분야별 이론교육, 실습 및 평가를 포함하여 24시간 이상

② 제1항 각 호의 교육과정에서 정한 평가기준을 만족한 경우 해당 교육과정을 이수한 것으로 본다.

③ 교육기관의 장은 관련 근거 규정에 따라 제1항제1호의 교육과정과 유사한 교육을 이수한 자에 대해서는 그 내용의 중복성을 검토하여 교육과정의 일부를 경감할 수 있다.

④ 교육기관의 장은 제1항제1호의 교육을 이수한 자가 다른 전문분야의 교육을 받고자 하는 경우에는 교육과정의 일부를 경감하여야 한다.

⑤ 교육기관의 장은 검증심사원 교육신청자가 별표 31 및 제102조

제4항에 해당되는 지의 여부를 사전에 확인하여야 한다.

제105조(검증심사원 교육기관) 검증심사원 교육기관은 국립환경인력개발원으로 한다. 단, 환경부장관이 교육 수요 등을 고려하여 필요하다고 인정할 경우 부문별 관장기관과 협의하여 교육기관을 추가로 지정할 수 있다.

제106조(교육계획의 수립) ① 교육기관의 장은 매년 2월 28일까지 검증심사원 교육에 관한 기본계획을 수립하여 환경부장관의 승인을 받아야 한다.

② 제1항의 기본계획에 포함되어야 하는 사항은 다음 각 호와 같다

1. 교육의 목표 및 교육의 기본방향

2. 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

③ 환경부장관은 제1항의 교육계획을 승인하기 전에 부문별 관장기관과 관련 전문가의 의견을 들을 수 있다.

제107조(교육실적 보고) 교육기관의 장은 매년 1월 31일까지 다음 각 호의 사항이 포함된 전년도 교육실적을 환경부장관에게 제출하여야 한다. 다만, 제2호는 매회 교육이 완료된 날로부터 7일 이내에 국립환경과학원장에게 통보하여야 한다.

1. 제106조제1항의 교육계획에 대한 추진실적

2. 검증심사원 교육과정 입교생 및 수료생 명단

3. 교육생의 교육 만족도 등 설문조사 결과

4. 기타 환경부장관이 필요하다고 요청한 사항

제108조(수수료 기준) ① 국립환경과학원장은 검증에 소요되는 비용의 산출기준 및 방법 등을 정하여 환경부장관의 승인을 거쳐 공고할 수 있다.

② 교육기관의 장은 국립환경인력개발원장이 검증심사원 등의 교육내용 및 기간 등을 고려하여 정한 기준에 따라 일정 비용을 교육대상자로부터 징수할 수 있다. 이 경우 환경부장관의 승인을 거쳐야 한다.

제13장 부문별 관장기관 소관 사무의 종합적인 점검·평가

제109조(점검·평가의 원칙) ① 부문별 관장기관 소관 사무의 종합적인 점검·평가(이하 “점검·평가”라 한다)는 온실가스·에너지 목표관리제의 신뢰성을 높여 선진적인 국가 온실가스 관리시스템을 마련하고 저탄소 녹색성장을 위한 기반을 조성하는 것을 목적으로 한다.

② 점검·평가는 관련 법령과 규정에 따라 조사와 증거를 통한 사실에 근거하여 수행한다.

③ 점검·평가는 대상 관장기관의 장이나 관계인의 의견을 충분히 수렴하고 적법절차를 준수하여야 한다.

④ 점검·평가의 중복, 과도한 자료요구 등으로 인한 대상 관장기관의 부담이 최소화되도록 한다.

제110조(대상기관 및 사무 등) ① 점검·평가 대상기관은 다음 각 호와 같다.

1. 시행령 제26조제3항의 부문별 관장기관

2. 제1호의 부문별 관장기관으로부터 온실가스·에너지 목표관리제와 관련된 소관 사무를 위탁받거나 대행하는 행정기관 또는 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관

② 점검·평가 대상기관이 온실가스·에너지 목표관리제와 관련하여 행하는 업무수행 및 이와 관련된 결정·집행 등의 모든 사무가 점검·평가 대상이 된다.

③ 부문별 관장기관은 온실가스·에너지 목표관리제와 관련한 소관 사무를 소속기관 또는 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관 등에 위탁하거나 대행하게 한 경우에는 당해 기관, 소재지, 대표자, 담당부서, 업무범위 등을 환경부장관에게 즉시 통보하여야 한다.

제111조(자료제출 요구의 원칙) ① 점검·평가와 관련한 자료 요구 시에는 필요 최소한의 범위 안에서 충분한 준비기간 등을 고려하여

야 한다.

② 점검·평가와 관련한 자료는 체계적으로 관리하여 중복적으로 제출되지 않도록 하여야 하며, 센터에 전자적 방식으로 구축된 자료를 최대한 활용하여야 한다.

제112조(관련 자료의 제출) ① 제110조제1항 각호의 대상기관은 시행령 제26조제6항의 규정에 의하여 점검·평가와 관련한 자료를 환경부장관에게 제출하여야 한다.

② 점검·평가와 관련하여 필요한 제출자료의 종류, 제출시기 등에 대한 세부사항은 환경부장관이 필요하다고 인정하는 때에 제110조제1항 각 호의 대상기관에게 통보한다.

제113조(자료의 제출방법) ① 온실가스·에너지 목표관리제와 관련하여 각종 문서나 대장으로 관리하는 자료는 그 문서 또는 대장의 사본을, 전산으로 관리하는 자료는 그 디스켓을 각각 제출함을 원칙으로 한다. 다만, 필요한 경우에는 모사전송 등 정보통신망을 이용하여 제출할 수 있다.

② 점검·평가와 관련하여 제출할 자료의 양이 많거나 내용이 복잡한 경우에는 일정한 서식에 따라 집계하여 제출할 수 있다.

③ 관리업체가 시행령 제26조 및 제34조에 따라 직접 또는 부문별 관장기관을 거쳐 제출한 온실가스 감축 및 에너지 절약 목표 등의 이행계획, 이행실적, 명세서 등은 센터로부터 관련 자료를 제출받거나 전자적 방식으로 열람하는 것으로 대체할 수 있다.

④ 제1항 및 제2항에 따라 제출하는 자료는 문서로 제출하거나 관계책임자가 그 사본 또는 디스켓 등에 서명날인 등의 확인을 거친 다음 제출한다.

제114조(비밀유지 의무) ① 점검·평가를 담당하는 관계 공무원은 이 규정에 따라 알게 된 내용을 타인에게 제공하거나 누설 또는 목적 외의 용도로 사용하여서는 아니된다.

② 환경부장관은 점검·평가 대상기관으로부터 제출받은 자료 중 비밀로 분류된 자료를 보안관련 규정에 따라 별도로 관리·보존한다.

제115조(점검·평가계획의 수립) ① 환경부장관은 매년 연간 점검·평가계획을 수립하여 당해 연도 개시 30일 이내에 제110조제1항의 점검·평가 대상기관에게 통보한다.

② 연간 점검·평가계획에는 다음 각 호의 사항이 포함된다.

1. 점검·평가의 목적 및 필요성
2. 점검·평가 대상기관
3. 점검 평가의 내용
4. 점검·평가의 방법 및 시기
5. 제출 자료의 종류와 제출 시기
6. 기타 점검·평가에 필요한 사항 등

제116조(사전조사) ① 환경부장관은 관장기관의 소관사무에 대한 종합적인 점검·평가에 필요한 자료를 수집·활용하기 위해 관련 자

료의 수집계획을 수립하여 시행한다.

② 다양한 자료 수집을 위해 점검·평가 대상기관으로부터 자료를 제출받거나 센터에 구축된 정보를 열람할 수 있다.

제117조(서면점검·평가) ① 환경부장관은 점검·평가 대상기관으로부터 제출받은 자료와 제116조의 사전조사 등을 통해 점검·평가를 실시한다.

② 점검·평가를 실시하면서 업무처리 내용 등에 확인이 필요한 경우에는 점검·평가 대상기관으로부터 의견을 들을 수 있다.

제118조(공동 실태조사 등) ① 환경부장관은 관리업체의 목표의 이행실적, 시행령 제34조에 따른 명세서의 신뢰성 여부 등에 중대한 문제가 있다고 인정될 경우에는 부문별 관장기관과 공동으로 실태조사를 실시할 수 있다.

② 제1항에 따라 공동조사를 실시하고자 할 경우에는 사전에 소관 관장기관에 그 내용을 사전에 알리고 공동 실태조사 일정 등을 협의하여야 한다. 이 경우 해당 관리업체에 조사사유 및 일시 등을 조사개시 7일 전에 통보할 수 있다.

③ 환경부장관과 소관 관장기관은 공동실태조사를 위한 조사반을 편성·운영한다.

④ 공동조사반은 활동기간, 공동조사 대상 지역 및 규모 등을 고려하여 소관 관장기관과 협의하여 결정한다.

⑤ 환경부장관은 공동조사반의 활동기간이 종료된 날부터 30일 이

내에 부문별 관장기관과 공동으로 조사 결과보고서를 작성한다.

제119조(점검·평가보고서의 작성) ① 환경부장관은 제117조에 따라 실시한 점검·평가결과에 대하여 결과보고서를 작성하여야 하며, 제118조에 따라 실시한 공동실태조사에 대해서는 소관 관장기관과 공동으로 결과보고서를 작성한다.

② 제117조에 따른 점검·평가결과 보고서는 점검·평가 종료 후 2개월 이내에 작성하여야 한다.

1. 상시보고서는 점검·평가 대상기관으로부터 제출받거나 사전조사 등을 통해 확인된 주요 사항에 대하여 필요한 경우 작성한다.
2. 정기보고서는 상반기(당해연도 1월 1일부터 6월 30일까지)와 하반기(7월 1일부터 12월 31일까지)의 점검·평가결과를 반기 종료 후 2개월 이내에 작성하여야 한다.

③ 제2항의 평가보고서는 다음 각 호의 내용이 포함되어야 한다.

1. 점검·평가의 목적, 필요성, 범위 및 대상기관
2. 점검·평가내용 및 결과
3. 조치 필요사항
4. 기타 점검·평가와 관련된 사항 및 참고자료

④ 환경부장관은 점검·평가결과 보고서를 작성하면서 필요한 경우 점검·평가대상기관으로부터 의견을 들을 수 있다.

제120조(점검·평가업무 등의 지원) ① 환경부장관은 관장기관의 소관 사무에 대한 종합적인 점검·평가를 위해 필요할 경우 환경부

소속기관 또는 소관 공공기관으로부터 인력지원, 자료조사 및 검토 등의 업무를 담당하게 하거나 지원을 받을 수 있다.

② 환경부장관은 점검·평가를 위해 필요한 경우 관계 전문가로 구성된 자문단의 자문을 받을 수 있다.

제121조(점검·평가결과의 통보) ① 환경부장관은 점검·평가 대상기관의 소관 사무 점검·평가결과 및 제118조의 공동실태조사 결과(조치가 필요한 사항을 포함한다)를 해당 기관과 부문별 관장기관에 통보한다.

② 환경부장관은 점검·평가결과 다음 각 호에 해당되는 경우에는 법 제42조제5항의 관리업체에 대한 개선명령 등 필요한 조치를 요구할 수 있고 부문별 관장기관은 특별한 사정이 없으면 이에 따라야 한다.

1. 관리업체가 법 제42조제6항에 따른 보고를 허위로 한 경우
2. 관리업체가 법 제42조제9항에 따른 보고를 허위로 한 경우
3. 관리업체가 법 제44조제1항에 따른 보고를 허위로 한 경우
4. 기타 점검·평가 결과 관리업체의 개선 등의 조치가 필요한 사항

제122조(개선명령 등) ① 제121조에 따라 부문별 관장기관은 해당 관리업체에 대해 필요한 조치를 하고 그 결과를 별지 제25호 서식에 따라 작성하여 환경부장관에게 통보하여야 한다.

② 환경부장관 및 부문별 관장기관은 조치결과 등을 별지 제26호 서식의 대장에 기록·보전한다.

③ 부문별 관장기관은 관리업체가 제1항에 따른 조치명령에도 불구하고 이를 이행하지 않을 경우에는 시행령 제44조에 따라 과태료를 부과하는 등의 조치를 취하여야 한다.

제14장 보 칙

제123조(영업정지 및 지정해지기준) ① 제100조 및 제103조에 따른 지정해지 등에 관한 기준은 별표 32와 같다.

② 환경부장관은 위반사항의 내용으로 볼 때 그 위반 정도가 경미하거나 그 밖에 특별한 사유가 있다고 인정되는 경우에는 별표 32에 따른 업무정지 기간의 2분의 1의 범위에서 처분을 경감할 수 있다.

제124조(재검토기한) 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」(대통령훈령 제248호)에 따라 이 고시 발령 후의 법령이나 현실 여건의 변화 등을 검토하여 이 고시의 폐지, 개정 등의 조치를 하여야 하는 기한은 2014년 3월 31일까지로 한다.

제15장 부 칙

제1조(시행일) ① 이 지침은 발령한 날로부터 시행한다.

② 제31조에 따른 벤치마크 기반의 목표 설정방법은 2012년 9월 30일까지 설정하는 2013년도 관리업체별 목표부터 적용한다.

③ 별표 12의 산정·보고 대상 온실가스 배출활동 중 탈루성 온실가스의 산정은 2013년 1월 1일부터 시행하며, 이에 대한 보고는 2014년 1월 1일 이후부터 적용한다.

제2조(다른 고시의 폐지) 환경부 고시 제2010-109호 「온실가스·에너지 관리업체 지정 및 관리 등에 관한 지침」은 폐지한다.

제3조(관리업체 지정 및 명세서 등에 대한 경과조치) ① 환경부 고시 제2010-109호 「온실가스·에너지 관리업체 지정 및 관리 등에 관한 지침」에 따라 지정된 관리업체(이 지침 제20조제5항의 경우를 포함한다)는 2011년 6월 30일까지 이 지침에 의해 관리업체로 지정된 것으로 본다.

② 제1항의 관리업체는 「저탄소 녹색성장 기본법」 제44조에 의한 관리업체 지정 당해연도의 명세서와 동법 부칙 제2조에 따른 최근 3년간의 명세서를 2011년 5월 31일까지 부문별 관장기관에게 제출하여야 한다.

③ 부문별 관장기관은 제17조의 규정에도 불구하고 2011년도 관리업체 지정대상 목록을 2011년 6월 30일까지 총괄기관에 제출한다.

④ 총괄기관은 제3항에 따라 부문별 관장기관이 제출한 2011년도 관리업체 지정대상 목록을 제18조의 규정에도 불구하고 2011년 7월 15일까지 확인하여 부문별 관장기관에 통보한다.

⑤ 부문별 관장기관은 제4항에 따라 환경부장관의 확인을 거친 후 제20조의 규정에도 불구하고 2011년 7월 31일까지 관리업체를 관보에 고시하여야 한다.

제4조(명세서 작성에 관한 특례) 2010년에 지정된 관리업체는 제26조제3항의 규정에도 불구하고 법 부칙 제2조에 따라 과거 3년간의 명세서를 작성하여 보고하여야 한다.

제5조(산정등급 및 불확도 관리기준의 적용 특례) ① 관리업체로 지정된 업체 중 「중소기업기본법」 제2조제1항에 따른 중소기업에 해당하는 관리업체가 제43조 및 제45조에 따른 최소산정등급, 매개변수별 관리기준 및 활동자료의 불확도 관리 기준을 불가피하게 준수하지 못할 경우에는 관리업체 최초 지정 이후 2회 이내의 범위 안에서 명세서를 제출할 때 이를 적용하지 아니할 수 있다.

② 제1항에 해당하는 관리업체는 제43조 및 제45조의 관리 기준을 준수하기 위한 조치 및 일정 등을 이행계획에 반영하여 부문별 관장기관에게 제출하여야 한다.

제6조(배출계수의 적용 특례) ① 제43조에 의해 산정등급 2(Tier 2)에 따라 배출량 등을 산정·보고해야 하는 관리업체는 국가 고유 배출계수가 고시되지 않았을 경우에 한하여 산정등급 1(Tier 1)에 해당하는 배출계수를 적용할 수 있다.

② 관리업체는 제47조제3항의 규정에도 불구하고 관리업체로 최초

지정된 경우에는 고유 배출계수 개발결과 및 근거 등을 제52조에 따른 명세서에 포함하여 부문별 관장기관에 제출하여 계수에 대한 적합성 평가를 받을 수 있다.

③ 관리업체는 제46조제3항의 규정에도 불구하고 관리업체로 최초 지정된 경우에는 제2항에 따라 명세서로 제출한 고유 배출계수에 대한 부문별 관장기관의 검토 및 사용가능 여부를 통보 받지 아니하더라도 명세서 작성에 이를 활용할 수 있다. 다만 고유 배출계수 등의 검토 및 사용가능 여부를 통보 받은 이후에는 다음 연도 명세서를 제출할 경우 제52조제2항에 따라 전년도의 명세서를 수정하여 제출하여야 한다.

제7조(관리업체 지정을 위한 배출량 등의 예비산정의 특례) 제10조제3항의 적용에 따라 배출량을 산정할 경우에는 별표 14의 기준에도 불구하고 산정등급 1(Tier 1)을 적용할 수 있다.

제8조(검증기관 전문분야 적용례) ① 환경부장관은 제96조의 지정요건에 따른 별표 30의 제2항 나목에도 불구하고 2011년 6월 30일까지는 상근 검증심사원보가 3명 이상을 충족하는 경우에는 이를 검증기관으로 지정할 수 있다. 이 경우 당해 검증기관은 2012년 6월 30일까지 상근 검증심사원보를 5명 이상 확보하여야 하며, 2012년 12월 31일까지 해당 검증 전문분야를 갖춘 상근 검증심사원 5명을 확보하여 지정서를 재교부 받아야 한다.

② 제96조에 따라 지정된 검증기관은 2011년 6월 30일까지 법인의

정관 및 등기부의 법인의 사업내용에 온실가스·에너지 목표관리제와 관련된 검증업무를 추가하고 관련 자료를 국립환경과학원에 제출하여야 한다.

③ 환경부장관은 검증기관이 제1항 및 제2항을 기간 내에 이행하지 못할 경우에는 검증기관 지정을 해지한다.

제9조(검증심사원 등록례) ① 제102조의 규정에 따라 검증심사원보로 등록된 자는 2012년 12월 31일까지 검증 전문분야에 관계없이 검증심사원에 해당하는 업무를 수행할 수 있다.

② 이 지침 시행 이전에 국립환경인력개발원장이 실시하는 온실가스·에너지 목표관리 검증심사원 관련 교육과정을 80시간 이상 이수하였거나 이수 중인 경우에는 이 지침에 의한 검증심사원 교육과정을 이수하였거나 이수 중인 것으로 본다. 다만, 이 지침에 의한 검증심사원 자격기준에 적합한 경우에 한한다.

[별표 1]

관리업체(업체) 지정 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 기준

(제8조 관련)

1. 지정 기준

구 분	온실가스 배출량 (kilotonnes CO_2-eq)	에너지 소비량 (terajoules)
2011년 12월 31일까지	125 이상	500 이상
2012년 1월 1일부터	87.5 이상	350 이상
2014년 1월 1일부터	50 이상	200 이상

2. 산정방법

가. 해당 연도 1월 1일을 기준으로 최근 3년간 업체의 모든 사업장에서 배출한 온실가스와 소비한 에너지의 연평균 총량을 기준으로 한다.

나. 신설 등으로 인해 가 목에 의한 최근 3년간 자료가 없을 경우에는 보유(최초 가동연도를 포함한다)하고 있는 자료를 기준으로 한다.

[별표 2]

관리업체(사업장) 지정 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 기준

(제8조 관련)

1. 지정 기준

구 분	온실가스 배출량 (kilotonnes CO_2-eq)	에너지 소비량 (terajoules)
2011년 12월 31일까지	25 이상	100 이상
2012년 1월 1일부터	20 이상	90 이상
2014년 1월 1일부터	15 이상	80 이상

2. 산정방법

가. 해당 연도 1월 1일을 기준으로 최근 3년간 사업장에서 배출한 온실가스와 소비한 에너지의 연평균 총량을 기준으로 한다.

나. 신설 등으로 인해 가 목에 의한 최근 3년간 자료가 없을 경우에는 보유(최초 가동연도를 포함한다)하고 있는 자료를 기준으로 한다.

[별표 3]

수소불화탄소 및 과불화탄소 물질(제2조 관련)

1. 수소불화탄소(HFCs)	HFC-23, HFC-32, HFC-41, HFC-43-10mee, HFC-125, HFC-134, HFC-134a, HFC-143, HFC-143a, HFC-152a, HFC-227ea, HFC-236fa, HFC-245ca
2. 과불화탄소(PFCs)	PFC-14, PFC-116, PFC-218, PFC-31-10, PFC-c318, PFC-41-12, PFC-51-14

[별표 4]

온실가스 소량배출사업장 등에 대한 기준(제11조 관련)

1. 온실가스 소량배출사업장 기준

온실가스 배출량 (kilotonnes CO_2-eq)	에너지 소비량 (terajoules)
3 미만	15 미만

2. 산정방법

가. 해당 연도 1월 1일을 기준으로 최근 3년간 사업장에서 배출한 온실가스와 소비한 에너지의 연평균 총량을 기준으로 한다.

나. 신설 등으로 인해 가 목에 의한 최근 3년간 자료가 없을 경우에는 보유(최초 가동연도를 포함한다)하고 있는 자료를 기준으로 한다.

[별표 5]

이동배출원을 가진 교통수단별 기준대수 환산 기준(제13조 관련)

1. 교통(자동차)부문

가. 업종별 허가 대수 등

구 분	~`11.12.31	`12.1.1~`13.12.31	`14.1.1~
법인택시	5,158	3,611	2,063
시내버스	2,941	2,058	1,176
시외버스	2,016	1,411	806
고속버스	1,683	1,178	673
전세버스	5,095	3,566	2,038
화물차(허가)	5,400	3,800	2,200

2. 교통(선박)부문

가. 해운법 제3조와 제23조에 따른 여객·화물 해상운송사업자 중 국내항간 운항선박(내항선)이 사용한 연간 선박 연료 사용량이 다음 표 기준 이상인 업체

나. 단계별 관리업체 선정 기준

적용시기	에너지 소비량 기준 온실가스 배출량 기준		연간 선박연료(HFO)* 사용량
'11.12.31까지	500 TJ		12,376톤
	125 Kton CO_2-eq	⇒	**40,136톤**
'12.1.1이후	350 TJ		8,663톤
	87.5 Kton CO_2-eq		**28,095톤**
'14.1.1이후	200 TJ		4,950톤
	50 Kton CO_2-eq		**16,054톤**

* 선박연료유(HFO)의 CO_2 배출량 환산계수(CO_2/FUEL) : 3.1144(MEPC.1/Circ.684 Appendix)

[별표 6]

과거실적 기반의 목표 설정방법(제30조제5항 관련)

1. 관리업체의 배출허용량(목표) 설정 방법

$$EA_company_{i,j} = \sum_k EA_inst_{i,j,k} + \sum_k EA_new_inst_{i,j,k}$$

i : 특정 부문 또는 업종

j : 특정 관리업체

k : 특정 배출시설 (공정, 건물 등을 포함한다)

EA_company$_{i,j}$: *i*업종 *j*업체의 *y*년도 배출허용량 (tCO_2eq)

EA_inst$_{i,j,k}$: *i*업종 *j*업체 *k*배출시설의 *y*년도 배출허용량 (tCO_2eq)

EA_new_inst$_{i,j,k}$: *i*업종 *j*업체 *k*신·증설 시설의 *y*년도 배출허용량 (tCO_2eq)

2. 기존 배출시설의 배출허용량(목표) 설정 방법

기존 배출시설이란 2010년 12월 31일 이전에 가동개시한 배출시설을 말한다.

$$EA_inst_{i,j,k} = HE_{i,j,k} \times (1 + GF_{i,j,k}) \times CF_i$$

EA_inst$_{i,j,k}$: *i*업종, *j*업체, *k*배출시설의 *y*년도 목표량(tCO_2/y)

$HE_{i,j,k}$: i업종, j업체, k배출시설의 기준연도 배출량(tCO2)

$GF_{i,j,k}$: i업종, j업체, k배출시설의 기준연도 대비 y년도 예상 성장률(%)

(성장률이란 제2조제32호의 지표를 의미하며, 목표설정시 업종 단위로는 같은 종류의 지표를 적용한다)

CF_i : i업종의 y년도 감축계수 (CF≤1.0)

3. 신·증설 시설에 대한 배출허용량(목표) 설정방법

신·증설 시설이란 2011년 1월 1일 이후부터 가동개시하는 배출시설을 말한다.

$$EA_new_inst_{i,j,k} = C_{i,j,k} \times t_M \times RD \times EV_{i,j,k} \times CF_i$$

$EA_new_inst_{i,j,k}$: i업종, j업체, k신·증설시설의 y년도 목표량(tCO_2/y)

$C_{i,j,k}$: i업종, j업체, k신·증설시설의 설계용량(MW, t/h)

t_M : i업종, j업체, k신·증설시설의 일일 최대 가동시간 (hr/day)

RD : k신·증설시설의 y년도 가동일수 (days)

$EV_{i,j,k}$: i업종, j업체, k신·증설시설의 최근과거연도에 해당하는 활동자료 당 평균 배출량[1](tCO2/t, tCO_2/TJ 등)

CF_i : i업종의 y년도 감축계수 (CF≤1.0)

1) '활동자료 당 평균 배출량'이란, 신·증설된 배출시설과 동일하거나 유사한 기존 배출시설의 업종 또는 관리업체 전체의 평균 활동자료 당 배출량 값을 의미한다. 이 값은 기 제출된 명세서의 자료를 활용하거나 국가 고유 배출계수 등을 활용할 수 있다. (이하 같다)

4. 감축계수(CF_i)의 결정 방법

부문별·업종별 관리업체들의 총 배출허용량과 부문별 관장기관이 설정하는 관리업체 단위 배출허용량의 합산결과를 조정하여 상호 일관성을 확보하기 위하여 감축계수(CF_i)를 다음과 같은 방법으로 정한다.

$$CF_i = \frac{EA_Sector_i}{\sum_{j,k}[HE_{i,j,k} \times (1 + GF_{i,j,k})] + \sum_{j,k}[C_{i,j,k} \times t_M \times RD \times EV_{i,j,k}]}$$

CF_i : i업종의 y년도 감축계수 (CF≤1.0)

EA_Sector_i : i업종의 목표관리제 참여부문의 총 배출허용량(tCO2/y)

$HE_{i,j,k}$: i업종, j업체, k배출시설의 기준연도 배출량(tCO2)

$GF_{i,j,k}$: i업종, j업체, k배출시설의 기준연도 대비 y년도 예상 성장률(%)

(성장률이란 제2조제32호의 지표를 의미하며, 목표설정시 업종 단위로는 같은 종류의 지표를 적용한다)

$C_{i,j,k}$: i업종, j업체, k신·증설시설의 설계용량(MW, t/h)

t_M : i업종, j업체, k신·증설시설의 일일 최대 가동시간 (hr/day)

RD : k신·증설시설의 y년도 가동일수 (days)

$EV_{i,j,k}$: i업종, j업체, k신·증설시설의 최근과거연도에 해당하는 활동자료 당 평균 배출량(tCO_2/t, tCO_2/TJ 등)

[별표 7]

벤치마크 기반의 목표 설정방법(제31조제5항 관련)

1. 관리업체의 배출허용량(목표) 설정 방법

$$EA_company_{i,j} = \sum_k EA_BM_inst_{i,j,k} + \sum_k EA_BM_new_inst_{i,j,k}$$

i : 특정 부문 또는 업종

j : 특정 관리업체

k : 특정 배출시설 (공정, 건물 등을 포함한다)

$EA_company_{i,j}$: *i*업종 *j*업체의 *y*년도 배출허용량 (tCO_2eq)

$EA_BM_inst_{i,j,k}$: *i*업종 *j*업체 *k*배출시설의 *y*년도 배출허용량 (tCO_2eq)

$EA_BM_new_inst_{i,j,k}$: *k*신·증설 시설의 *y*년도 배출허용량 (tCO_2eq)

2. 기존 배출시설의 배출허용량(목표) 설정 방법

여기에서 기존 배출시설이란 2011년 12월 31일 이전에 가동개시한 배출시설을 말한다.

$$EA_BM_inst_{i,j,k} = [HE_{i,j,k} \times Ratio_i + AL_{i,j,k} \times BM_{i,j,k} \times (1 - Ratio_i)] \times (1 + GF_{ijk})$$

$EA_BM_inst_{i,j,k}$: *i*업종, *j*업체, *k*배출시설의 *y*년도 목표량(tCO_2/y)

$HE_{i,j,k}$: *i*업종, *j*업체, *k*배출시설의 기준연도 배출량(tCO_2)

$Ratio_i$: *i*업종 *y*년도의 기준연도 배출량의 인정계수 ($Ratio_i \leq 1.0$)

$AL_{i,j,k}$: *i*업종, *j*업체, *k*배출시설의 기준연도 활동자료량 (t/y, TJ/y등)

$BM_{i,j,k}$: *i*업종, *j*업체, *k*배출시설의 벤치마크 계수(tCO_2/t, tCO_2/TJ 등)

$GF_{i,j,k}$: *i*업종, *j*업체, *k*배출시설의 기준연도 대비 *y*년도 예상 성장률(%)

(성장률이란 제2조제32호의 지표를 의미하며, 목표설정시 업종 단위로는 같은 종류의 지표를 적용한다)

3. 신·증설 시설에 대한 배출허용량(목표) 설정방법

여기에서 신·증설 시설이란 2012년 1월 1일 이후부터 가동개시하는 배출시설을 말한다.

$$EA_BM_new_inst_{i,j,k} = C_{i,j,k} \times t_M \times RD \times BM_{i,j,k}$$

$EA_BM_new_inst_{i,j,k}$: *i*업종, *j*업체, *k*신·증설시설의 y년도 목표량(tCO_2/y)

$C_{i,j,k}$: *i*업종, *j*업체, *k*신·증설시설의 설계용량(MW, t/h)

t_M : *i*업종, *j*업체, *k*신·증설시설의 일일 최대 가동시간 (hr/day)

RD : *k*신·증설시설의 y년도 가동일수 (days)

$BM_{i,j,k}$: *i*업종, *j*업체, *k*신·증설시설의 벤치마크 계수(tCO_2/t, tCO_2/TJ등)

4. 기준연도 배출량 인정계수($Ratio_i$)의 결정 방법

부문별·업종별 관리업체들의 총 배출허용량과 부문별 관장기관이 설정하는 관리업체 단위 배출허용량의 합산결과를 조정하여 상호 일관성을 확보하기 위하여 기준연도 배출량 인정계수($Ratio_i$)를 다음 식에 따

라 정한다.

$$Ratio_i = \frac{EA_Sector_i - \sum_{j,k}[AL_{i,j,k} \times BM_{i,j,k} \times (1+GF_{i,j,k})] - \sum_{j,k}[C_{i,j,k} \times t_M \times RD \times BM_{i,j,k}]}{[\sum_{j,k} HE_{i,j,k} - \sum_{j,k}(AL_{i,j,k} \times BM_{i,j,k})] \times (1+GF_{i,j,k})}$$

EA_Sector_i : i업종의 목표관리제 참여부문의 총 배출허용량(tCO2/y)

$HE_{i,j,k}$: i업종, j업체, k배출시설의 기준연도 배출량(tCO2)

$Ratio_i$: i업종 y년도의 기준연도 배출량의 인정계수 ($Ratio_i \leq 1.0$)

$C_{i,j,k}$: i업종, j업체, k신·증설시설의 설계용량(MW, t/h)

t_M : i업종, j업체, k신·증설시설의 일일 최대 가동시간 (hr/day)

RD : k신·증설시설의 y년도 가동일수 (days)

$BM_{i,j,k}$: i업종, j업체, k신·증설시설의 벤치마크 계수(tCO2/t, tCO2/TJ 등)

$GF_{i,j,k}$: i업종, j업체, k배출시설의 기준연도 대비 y년도 예상 성장률(%)

(성장률이란 제2조제32호의 지표를 의미하며, 목표설정시 업종 단위로는 같은 종류의 지표를 적용한다)

5. 배출활동별 배출시설 종류 및 벤치마크 할당 계수 개발방법 등

주요 공정 및 배출시설의 분류는 아래와 같으며, 필요한 경우 여기서 제시되지 않은 공정 및 배출시설에 대해서도 제32조에 따라 환경부장관과 부문별 관장기관이 공동으로 벤치마크 할당계수를 개발·고시할 수 있다. 벤치마크 할당 계수를 개발할 경우 배출시설별 물질·에너지 수지자료와 최적가용기술(BAT)을 고려할 수 있다.

1. 고정연소시설 (고체 · 액체 · 기체 연료)	IPCC 카테고리 1A

1. 연소 공정 개요

① 유연탄 연소

석탄을 연소하는 데에는 유동상 연소와 격자연소의 2가지 방법이 있다. 유동상 연소는 미분탄 연소와 사이클론식로에서 주로 적용하고 격자연소는 상하부급탄식 스토카에서 주로 적용되고 있다. 미분탄로는 유틸리티나 산업용 보일러에 주로 사용된다.

이 공정에서는 석탄은 분쇄기에 활석가루처럼 고운 가루로 만들어져서 유동상 연소가 일어나는 연소실로 주입된다. 미분탄 연소로는 회분의 제거방법에 따라서 건식바닥과 습식바닥으로 구분된다. 미분탄 연소로는 또한 버너의 연소위치에 따라 단벽형, 마주보는 수평형, 수직형, 접선형, 터보형 또는 아치형 연소로 구분된다.

사이클론형 연소로는 분쇄한 회분의 융점이 낮은 석탄을 태운다. 탄은 1차 공기에 의해서 수평의 원통형의 연소시설로 접선방향으로 공급된다. 이 연소실에서는 미세분말탄이 유동상태로 연소되며 큰 입자는 외벽쪽으로 모이게 된다. 비교적 작은 용적의 연소로에서는 고온이 되고, 회분의 융점이 낮기 때문에 다량의 연소재가 액상의 슬래그로 형성되어 하부로 배출된다. 사이클론식로는 주로 유틸리티 생산이나 큰 규모의 산업설비에 쓰인다.

② 무연탄 연소

무연탄은 유연탄이나 갈탄에 비하여 고정탄소가 많고 휘발성분이

적은 고급탄이며, 높은 정화온도와 높은 회분의 용해온도를 갖는다. 휘발성분이 적고, 클링카 형성이 미미함으로 중소규모의 이동격자식 스토카로나 소형 수동식 연소설비에 많이 사용하고 있다. 몇가지 무연탄은(때때로 석유코크스와 함께) 미분탄 연소 보일러에 사용된다. 또한 유연탄과 혼합해서 사용하기도 한다. 분산식 스토카에는 무연탄은 사용되지 않는다. 유황함량이 적고 연기가 적어 무연탄은 이용이 가능한 곳에서는 상대적으로 이상적인 고체연료로 생각되고 있다. 무연탄의 가장 큰 용도는 난방용이고, 그 외 스팀, 전기의 생산, 코크스 제조, 소결 및 펠릿화 그리고 기타 산업용으로 일부 사용된다.

3 갈탄 연소

갈탄은 생성연륜이 비교적 짧은 석탄으로서 유연탄과 토탄의 중간 성질을 가지고 있다. 갈탄은 높은 수분함량(35～45 wt%)을 가지며, 저위발열량도 낮고(900～1,500kcal) 산업용이나 상업용에 소량 사용되며 발전소에서 전기와 스팀을 생산하는데 주로 사용된다. 갈탄은 유연탄에 비하여 단위발전량 당 더 많은 연료가 필요하고 더 큰 장치를 필요로 한다.

4 액체연료 연소

액체연료는 증류유와 잔사유의 2가지로 크게 분류된다. 증류유는 주로 연소를 손쉽게 행하여야 하는 가정이나 소규모 상업용 설비에 사용된다. 또 증류유는 잔사유에 비하여 훨씬 휘발성이 크고, 점성이 작으며, 회분과 질소분은 무시할 정도이며, 황성분이 0.3 wt% 이하인 것이 보통이다.

반면에 잔사유는 유틸리티, 산업시설 그리고 대형 상업용의 정교한 연소설비가 있는 곳에 주로 사용한다. 중질의 잔사유는 증류유보다 점

성도가 더 크고 휘발성이 적기 때문에 취급을 용이하게 하고, 적절한 분사를 하기 위하여 가열하지 않으면 안된다. 잔사유는 원유에서 경질유분(휘발유, 등유, 기타 증류유)을 제거한 후에 만들기 때문에 상당량의 회분과 질소 그리고 유황을 함유하고 있다,

5 천연가스 연소

천연가스는 전국적으로 사용되는 주요 연료 중의 하나이다. 이것은 주로 발전소용, 산업공정의 스팀과 열 생산용, 가정이나 상업용 공간 난방 등에 주로 쓰인다. 천연가스의 주성분은 주로 메탄이며, 그 외 가변량의 에탄과 소량의 질소, 헬륨, 이산화탄소도 포함되어 있다. 가스를 사용하기 전에 액화성 성분을 회수하며 황화수소를 제거하는 가스처리공장을 필요로 한다.

6 액화석유가스(LPG) 연소

액화석유가스(LPG)는 부탄, 프로판 혹은 두가지 가스의 혼합물과 미량의 프로필렌과 부틸렌으로 구성되어 있다. 이 가스는 유정이나 가스정에서 가솔린 정제부산물로 얻고, 고 압력하에 금속의 실린더속에 액체상태로 충전하여 판매한다. LPG는 최대증기압에 따라 등급을 정하는데, 등급 A는 주로 부탄이, 등급 F는 주로 프로판이, 그리고 등급 B 또는 E는 부탄과 프로판의 혼합정도에 따라 결정된다. LPG의 최대 용도는 가정 및 상업용이고 그 다음으로 화학공업용 내연기관이 있다.

2. 배출시설 종류

1 화력발전시설

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

⑵ 열병합 발전시설

압축증기터빈을 이용하는 화력발전소는 보통 연료의 에너지 함량의 35%정도만 전력화 되며, 나머지 65%는 냉각·낭비되는데 이러한 냉각 낭비되는 에너지를 모아 별도의 System을 통해 공정에 재이용되거나 발전소 인근 지역의 난방등에 사용될 수 있는 System으로 설계된 발전소를 말한다.

⑶ 발전용내연기관(도서지방용, 비상용 및 수송용은 제외한다)

실린더내에서 공기와 혼합된 연료를 폭발적으로 연소시켜 피스톤의 왕복운동에 의해 전기를 생산하는 시설을 말한다. 이때 실린더(Cylinder)라 함은 유체를 밀폐한 원통형의 용기로서 피스톤링, 피스톤, 연접봉, 크랭크, 점화플라그, 흡·배기밸브 등으로 구성되어 있으며, 이러한 실린더를 여러 개 함께 묶어 하나의 몸으로 만든 것을 실린더 블록이라 한다.

① 도서지방용 : 섬, 산간벽지 등 전기의 공급이 불가능한지역에서 자체적으로 설치되어 운영되는 내연용발전시설을 말한다.

② 비상용 : 외부로부터 전기의 공급이 중단된 경우에 한하여 자체 사업용으로 가동하는 발전시설을 말한다.

③ 수송용 : 기차, 선박 등 수송차량 등에서 자체소비를 목적으로 전기를 생산하거나 트레일러 등에 발전시설이 설치되어 장소를

이동하면서 전기를 생산하는 시설을 말한다.

⑷ 일반 보일러시설

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.

① 원통형보일러는 구멍이 큰 원통을 본체로 하여 그 내부에 노통화로, 연관 등을 설치한 것으로 구조가 간단하고 일반적으로 널리 쓰리고 있으나, 고압용이나 대용량에는 적합지 않다. 종류에는 입식보일러, 노통보일러, 연관보일러, 노통연관보일러 등이 있다.

② 수관식보일러는 작은직경의 드럼과 여러개의 수관으로 나누어져 있으며, 수관내에서 증발이 일어나도록 되어 있다. 고압, 대용량으로 적합하다. 종류에는 자연순환식, 강제순환식, 관류식 등이 있다.

③ 주철형보일러는 주물계의 Section을 몇 개 전후로 짜맞춘 보일러로서 하부는 연소실, 상부는 굴뚝으로 되어있다. 주로 난방용의 저압증기 발생용 또는 온수보일러로 사용되고 있다.

⑸ 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.

① 건조시설

전기나 연료, 기타 열풍 등을 이용하여 제품을 말리는 시설을 말한다. 일반적으로 습윤상태에 있는 물질은 수송이나 저장이 불편하고, 제품의 응집이나 고형화가 쉽게 일어날 수 있다. 이러한 상태를 예방하고 제품이 요구하는 수준의 수분을 함유하게 하기위해 건조작업이 행하여진다.

건조시설은 건조에 필요한 열을 전하는 방식에 따라 열풍수열식과 전도수열식으로 대별되며, 열풍수열식은 열풍과 피건조재료가 직접 접촉함으로서 열의 전달이 이루어지며, 열풍이 재료이동방향과 같은 경우에는 병류식, 역방향인 경우에는 향류식이라 한다.

전도수열식은 일반적으로 금속벽을 통해 열원으로부터 피건조재료에 간접적으로 열의 전달이 이루어지면 열손실이 적고 건조의 효율이 높으나 금속벽의 열용량이 크므로 효과적으로 건조하는 데는 약간의 문제점이 있다. 그 외의 분류법으로 재료의 이동방법에 의한 본체회전식, 교반기식, 공기수송식, 유동층식, 벨트이동식 따위가 있다 또 이들 이동방식을 2가지 이상 조합하여 하나의 건조시설로 하는 방식도 있다.

② 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, 피가열물체가 기체 또는 액체 등의 유체에 한정되며 거의 연속운전인 점 그리고 열원으로서 가스 또는 액체연료를 사용하며, 가열방법이 모

두 직화방식인 특징이 있다.

외관형상으로는 직립원통형, 캐빈형, 상자형으로 구분되며, 직립원통형은 전복사형(헬리킬코일 및 수직관식) 복사대류일체형, 복사·대류분리형(수직관식, 대류부수평관식) 등이 있으며, 상자형에는 수평관식-수직연소식, 수직관식-수평연소식, 수직관식-특수연소식, 수평관식-특수연소식 등으로 구별된다. 이들은 다시 스트레이트업형, 업드레프트 또는 캐빈형, 멀티체임버형, 후두트형, 바켓형, 각주형, 다운콤벡숀형, 테라스형, 다운파이어형, 레이디언트월형 등 다향하게 분류된다.

한편, 열매체라 함은 장치를 일정한 조작온도로 유지하기 위하여 가열 또는 냉각에 사용되는 각종 유체를 말한다. 열매체는 조작온도내에서는 유체로서 취급될 수가 있어야 하며, 열적으로 안정되고, 단위체적당 열용량이 크며, 사용압력범위도 적당하고, 전달계수가 높아야 할 필요성이 있으며, 또한 장치에 대한 부식이 적고, 불연성이며, 값싸고 무독인 특성을 가져야 한다. 대표적으로 이용되는 열매체는 유기열매체(디페닐에트드, 디페닐 등의 혼합물), 수은, 열유, 온수유기열매체, HTS(NaOH+NaNO3+ KNO3) 등의 액상열매체와 과열수증기, 굴뚝가스, 공기 등의 기체성 열매체가 있다.

③ 용융·융해시설

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, 기체상태일때는 혼합기체라 한다. 여기서는 동일상태의 서로 다른 물질을 혼합시켜 원래상태의 물질이 물리·화학적 성질변화를 일으키는 경우의 시설에 적용되며,

그렇치 아니하고 원래상태의 물질이 물질화학적 성질의 변화가 없이 단순히 혼재되어 있는 경우의 시설은 혼합시설로 구분한다.

④ 소둔로

열처리시설의 일종이다. 강재의 기계적성질 또는 물질적성질을 변화시켜서 강재의 결정조직을 조정하여 내부응력을 제거하거나 가스를 제거할 목적으로 가열냉각 등의 조작을 하는 로를 말하여 보통 내부응력의 제거와 연화를 목적으로 사용한다. 내부응력의 제거 또는 연화를 목적으로 할 경우에는 적당한 온도로 가열후 서냉하며 결정조직의 조정을 목적으로 할 경우에는 Ac3 변태점(가열중에 페라이트 또는 페라이트와 시멘타이트에서 오오스티나이트 형태로 변태가 완료하는 온도)보다 약 50℃정도 높은 온도로 가열한 후 노냉 또는 탄냉한다.

⑤ 기타로

상기 공정 연소시설에 제시되지 않는 기타 연소시설을 말한다.

⑥ 대기오염물질 방지시설

연소시설의 배가스에서 황산화물(SOx)과 질소산화물(NOx)의 배출을 저감하기 위해서는 저유황 연료인 청정연료를 사용하는 방법(SOx 저감)과 연소장치 변경 등 제어기술의 적용(NOx 저감) 등 1차적인 방법이 있다. 그러나 여러 가지 사정으로 인하여 2차적으로 연소 배가스의 황산화물(SOx)의 배연탈황기술 또는 질소산화물(NOx)의 배연탈질기술을 사용해야 하는 경우가 발생하며, 이 경우 오염물질 처리시설을 가동하기 위한 에너지사용과 흡수제인 탄산염(주로 석회석) 사용 등에 따라 온실가스가 발생하게 된다.

① 배연탈황시설

배연탈황기술로서 현재 화석연료 연소공정에서 가장 널리 사용화되어 있는 처리방식은 석회를 함유한 액체에 황산화물을 함유한 가스를 통과시켜 제거하는 습식탈황시설로 기술적인 완성도 및 신뢰성 면에서 가장 우수하다고 알려져 있다. 하지만 초기 투자비가 크고, 넓은 부지를 필요로 하며 폐수처리 및 장치의 부식문제가 있다.

건식법은 일반적으로 초기투자비 및 에너지소모율이 낮고, 부산물의 처리비용도 상대적으로 적은 장점이 있지만, 제거 효율이 낮고 대형시설에 대해서 아직 그 적용성이 검증되지 않았다. 또한 반건식의 경우는 건식법보다 높은 처리효율과 습식에서 발생하는 폐수처리에 대한 고려가 필요하지 않지만, 처리된 가스 중의 황산칼슘염의 점도가 높은 먼지상태로 배출되기 때문에 후단의 집진기에서 집진 효율을 떨어뜨리는 원인이 되기도 한다.

대표적인 배연탈황시설의 반응은 다음과 같다.

$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$

$CaCO_3 + H_2SO_3 \rightarrow CaSO_3 + CO_2 + H_2O$

$CaSO_3 + 1/2O_2 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$(석고)

$CaCO_3 + SO_2 + 1/2O_2 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$(석고) $+ CO_2$

$CaSO_3 + 1/2H_2O \rightarrow CaSO_3 \cdot 1/2H_2O$

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

② 배연탈질시설

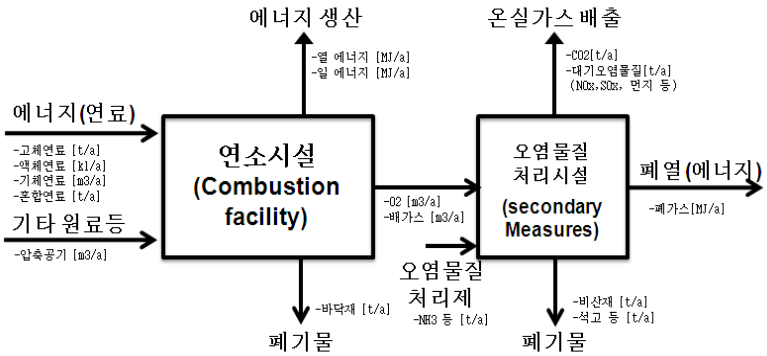
질소산화물의 저감수단으로는 연료 중 질소성분을 탈질하는 방법, 연소단계에서 질소산화물이 적게 생기도록 공정을 개선하는 방법 및 배연탈질을 들 수 있다. 이 중 연료단계에서의 저감대책은 아직까지 경제성 및 기술상의 어려움을 이유로 적절한 대응이 되지 못하고 있다. 연소조건의 개선방법으로는 다단계 연소법, 연료 분사노즐의 구조 변경 및 연료 공급체계의 변경등을 들 수 있다.

배연탈질기술 중 현재 건식법이 상용화되어 있으며 이는 선택적 촉매환원법(SCR, Selective Catalytic Reduction)과 선택적 비촉매환원법(SNCR, Selective Non-Catalytic Reduction)으로 구분할 수 있다. 이 중 선택적 촉매환원법(SCR)은 오염물질 처리단계에서 추가적인 에너지 사용(연료연소활동) 및 온실가스 배출이 발생한다.

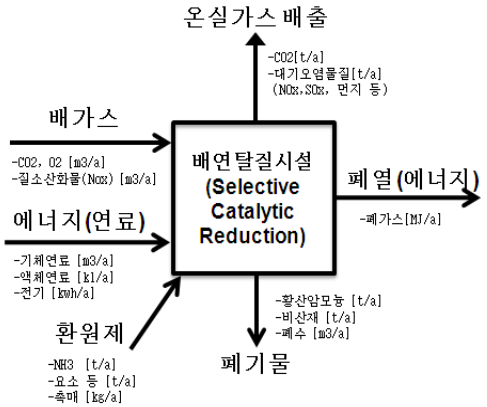
3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요

일반적인 연소시설의 물질·에너지 수지는 다음과 같다



연소시설의 후단에 배연탈질시설 중 선택적촉매환원법(SCR)이 적용될 경우 오염물질처리에 추가적인 에너지가 사용되므로 다음과 같이 오염물질 처리시설에 대한 에너지수지를 작성하고, 벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)를 별도로 개발하여 온실가스 관리에 적용한다.



2 물질· 에너지 수지표

<표-1> 연료연소시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
연료(에너지)			**에너지생산**		
고체연료	MJ/MJ input		열(스팀)	MJ/MJ input	
액체연료	MJ/MJ input		전기	kwh/MJ input	
기체연료	MJ/MJ input		동력	MJ/MJ input	
혼합연료	MJ/MJ input				
에너지합계	MJ/MJ input	1.0	**온실가스배출**		
			CO2-eq	tCO_2eq/MJ input	
기타원료 등			기타부산물		
압축공기	m3/MJ-input		바닥재	kg/MJ input	
용수	m3/MJ-input		비산재	kg/MJ input	
환원제 등	kg/MJ input		석고 등	kg/MJ input	

<표-2> 배연탈질시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
연료(에너지)			**폐열**		
액체연료	MJ/MJ input		열(스팀)	MJ/MJ input	
기체연료	MJ/MJ input				
에너지합계	MJ/MJ input	1.0			
			온실가스배출		
			CO2-eq	tCO2eq/MJ input	
환원제			기타부산물		
암모니아	kg/MJ-input		황산암모늄	kg/MJ input	
요소	kg/MJ-input		비산재	kg/MJ input	
촉매	kg/MJ input		폐수	kg/MJ input	

연료연소시설 또는 오염물질처리시설에서의 연료사용량(에너지투입), 에너지(열 및 전기 등)생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{연소시설의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{연소시설의 총 에너지투입량}(MJ\,input)}$$

고정연소시설에 대한 최적가용기술(BAT)을 적용한 벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)는 <표-3>과 같이 연소시설의 종류와 사용 연료의 종류에 따라 구분하거나 환경부 장관이 필요하다고 인정될 경우에는 더욱 세분화된 시설로 구분하여 개발할 수 있다.

<표-3> 고정연료연소시설의 벤치마크 계수 분류체계

배출시설 종류	세부 시설 구분	벤치마크 계수 ($BM_{i,j,k,l}$)
발전시설	(가) 고체연료 사용시설	
	① 화력발전시설	
	② 열병합발전시설	
	③ 발전용 내연기관	
	(나) 액체연료 사용시설	
	① 화력발전시설	
	② 열병합발전시설	
	③ 발전용 내연기관	
	(다) 기체연료 사용시설	
	① 화력발전시설	
	② 열병합발전시설	
	③ 발전용 내연기관	
일반보일러	(가) 고체연료 사용시설	
	(나) 액체연료 사용시설	
	(다) 기체연료 사용시설	
공정연소시설	(가) 고체연료 사용시설	
	(나) 액체연료 사용시설	
	(다) 기체연료 사용시설	
오염물질 처리시설	(가) 배연탈질시설(선택적촉매환원법)	

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

1 연소기술

연소시설에 대한 감축기술 중 탄소포집 및 저장기술(CCS)은 현재 상용화되지 않은 점을 고려하여 BAT 설정시 고려하지 않고 이 지침에

서는 연소효율(thermal efficiency)를 높일 수 있는 방안을 중심으로 제시한다.

연소 또는 소각은 연료 및 산화제 사이에서 발생하는 일련의 발열성 화학반응으로, 백열 또는 플레어 형태의 열과 빛의 생성을 수반한다. 완전 연소 반응에서 실제로는 연소 공정은 완전하거나, 완벽하지 않다. 탄소 또는 탄소화합물(예시, 탄화수소, 나무) 연소에서 발생하는 배기가스 내에는, 미연탄소(매연) 및 탄소화합물(CO 등) 모두가 나타나게 된다.

모든 응용분야에 있어, 에너지는 공정 매개변수의 제어 및 연소측면의 제어로 관리될 수 있다. 공정과 관련된 에너지관리전략은 공정 그자체에 따라 다르며 관련분야에서 고려할 수 있다.

① 연소공정에서의 손실

연료의 연소에서 발생하는 열에너지의 손실은 다음과 같이 분류될 수 있다.

○ 배출가스를 통한 열손실, 배기가스 온도, 공기 혼합, 연료 구성성분 및 보일러의 불순정도에 따라 달라진다.

○ 미연 연료, 즉 전환되지 않은 화학적에너지에 의한 손실, 불완전 연소는 일산화탄소 및 배기가스 내에서의 탄화수소를 발생시킨다.

○ 전도 및 방사에 의한 손실. 증기 발생과정에서 주로 증기 발생기와 증기 파이프의 단열 정도에 따라 손실은 달라진다.

○ 잔류물 내의 미연물질에 의한 손실. 바닥을 통해 올라오는 미연탄소 및 건식기저보일러(DBB)에서의 비산회(fly ash)와 습식기저보일러(WBB)에서의 슬래그 및 비산회에 의한 손실을 포함

○ 증기 발생을 위한 보일러 내의 파열로 인한 손실

② 연소기술의 선택

대형 연소시설에서 여러 가지 다른 연료(예시, 바이오매스 및 토탄, 액체 또는 기체연료)를 이용해 에너지를 발생시키는 일반 연소기술에 따라 에너지효율 및 온실가스 배출량이 결정된다. 주요 연소기술은 다음과 같다.

○ 석탄 및 갈탄의 예비건조, 석탄 가스화 기술

○ 바이오 매스 및 토탄 등의 예비건조, 바이오매스의 가스화

○ 바이오매스 연료 관련, 바크 플레싱(bark pressing)

○ 기체연료 연소에서 가압가스의 에너지 회복을 위한 팽창 터빈의 사용

○ 열병합 발전

○ 배출량 감소 및 보일러 성능을 위한 연소환경의 첨단 전산제어

○ 배기가스 폐열의 지역적 활용

○ 잉여공기의 감소를 통한 배기가스 유량의 감소

○ 배출가스 온도의 저하, 배기가스에서의 낮은 CO 농도

○ 열축적

○ 냉각탑 배출, 냉각시스템의 다양한 기술 등

○ 폐열을 이용한 연료가스의 예열, 연소공기의 예열

○ 열회수 방식 및 축열식 버너

○ 버너조절 및 제어

○ 연료의 선택

○ 단열을 통한 열손실 감소

○ 노 입구를 통한 손실의 감소

○ 유동층 연소

③ 배기가스 온도의 감소

연소 공정에서 발생할 수 있는 열손실을 줄이기 위한 옵션 중 하나는 굴뚝으로 배출되는 배기가스의 온도를 줄이는 것이다. 이는 다음과 같은 방법으로 달성될 수 있다.

○ 열전달 비율의 증가(터뷰레이터 또는 열을 교환하는 액체의 교류를 촉진할 수 있는 기타 장치의 설치) 또는 열전달 표면의 증가 또는 개선을 이용한 공정에서의 열전달 증가

○ 배기가스 내의 폐열을 회수하기 위해 추가적인 공정(예: 이코노마이저를 이용한 증기 발생)과 결합되는 열회수

○ 공기(또는 물) 예열기의 설치 또는 배기가스와의 열 교환을 이용한 연료의 예열. 생산 공정(예: 유리, 시멘트)에서 높은 화염온도가 필요한 경우 이 공정은 공기 예열이 필요할 수 있다는 것을 염두에 둔다. 예열된 물은 보일러 급수 또는 온수 시스템(지역 시스템 같은)에서 사용될 수 있다.

○ 높은 열전달 효율을 유지하기 위해, 재 또는 탄소질 분진으로 점진적으로 덮이게 되는 열전달 표면의 세척. 주기적으로 작동하는 매연 송풍기의 대류 지역은 청결하게 유지되어야 한다. 연소지역에서의 열전달 표면의 세척은 일반적으로 검사기간 및 유지보수를 위한 가동 중지 기간에 이루어지나, (정련가열기 같은) 일부 경우에는 운영 중에 세척작업을 할 수 있다.

○ 연소출력을 열 수요에 부합하도록 (또한 과잉되지 않도록) 보장. 예를 들어, 액화 연료에 덜 강력한 노즐을 설치하거나 기체 연료의 공급 압력을 감소시키는 등의 방법을 통해 연료의 유량을 줄

여 버너의 화력을 저하시키는 방법으로 제어될 수 있다.

④ 공기 또는 물 예열기의 설치

이코노마이저 이외에도, 공기 예열기(기체-기체 열 교환기)가 설치될 수 있다. 공기 예열기(APH)는 버너로 유입되는 공기를 가열한다. 이는 공기가 종종 주변온도 수준으로 되는 것과 마찬가지로 배기가스가 더 낮은 온도로 냉각될 수 있다는 것을 의미한다. 더 높은 공기 온도에서는 연소가 더 잘 되며, 보일러의 일반적인 효율도 증가될 것이다. 일반적으로, 배기가스 온도가 20°C 떨어질 때 마다 1%의 효율 증가를 달성할 수 있다. 보일러실 천장에 버너의 공기주입구를 설치하는 방법이 덜 효율적이나 더 간단한 예열방법일 수 있다. 일반적으로, 보일러실 천장의 공기는 외부 온도에 비해 10°C에서 20°C 정도 더 높다. 이는 효율의 손실과 상쇄가 될 수 있다.

또 다른 해결책은 이중벽으로 된 배출 파이프를 통해 공기를 버너로 보내는 방법이다. 배기가스는 내부 파이프를 통해 보일러실로 전달되고, 버너의 공기는 두 번째 층을 통해 하부로 이동하는 것이다. 이 방법으로 배기가스의 손실을 이용해 공기를 예열할 수 있다.

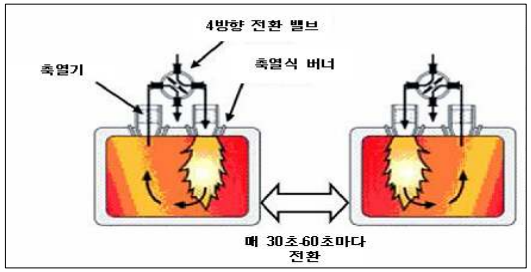
또 다른 방법으로 공기-물 열 교환기를 설치할 수도 있다.

⑤ 열회수 방식 및 축열실 버너

공업용 노의 가열공정의 주요 문제 중 하나는 에너지 손실이다. 전통적인 기술을 이용하는 경우 1300°C 정도의 온도에서 배기가스를 통해서 약 70%의 투입열이 손실된다. 따라서 에너지 절감 수단은 특히 고온 (400°C에서 1600°C 사이의 온도) 공정에서 중요한 역할을 수행하고 있다.

열회수방식 및 축열식 버너는 연소공기 예열을 통한 직접적인 폐열 회수를 위해 고안되었다. 열회수방식 버너는 소각로 폐기가스에서부터 유입되는 연소공기의 예열까지 발생하는 다양한 열을 추출하는 열교환기다. 냉각 공기 연소 시스템과 비교해 볼 때, 열회수기는 30% 내외의 에너지 절감의 달성을 예상할 수 있다. 그러나 일반적으로 최대 550°C-600°C까지 공기를 예열할 수 있다. 열회수방식 버너는 고온공정에서 이용된다(700°C-1100°C 사이의 온도).

<그림-1>에서처럼, 축열식 버너는 한 쌍으로 작동하며 세라믹 축열기를 이용한 단기간 열보관의 원리로 작동한다. 노 폐기가스에서 발생하는 열의 85%-90%를 회수할 수 있다. 따라서 유입되는 연소공기는 노 운영 온도보다 100°C-150°C 낮은 수준의 매우 높은 온도로 예열될 수 있다. 적용 온도는 800°C-1500°C 범위 사이다. 연료소모는 60% 가량 줄어들 수 있다.



<그림-1> 축열식 버너의 작동 원리

열회수방식 및 축열식 버너(HiTAC 기술)는 동종의 화염 온도(무염연소)를 이용하며, 전통적인 화염의 온도 최고점을 이용하지 않는, 사실상 확장된 연소지역 내에서 이루어지는 기발한 연소방식으로 실행된다.

⑥ 잉여공기의 감소를 통한 배기가스 유량의 감소

잉여공기는 연료 유량에 비례해 공기 유량을 조정하는 방식으로 최소화될 수 있다. 이는 대체로 배기가스 내 산소량의 자동화된 측·정을 통해 지원될 수 있다. 공정에서 요구하는 열이 얼마나 빨리 변동될 수 있느냐에 따라, 잉여공기는 수동으로 설정되거나 자동으로 제어될 수 있다. 공기 수준이 너무 낮으면 화염이 소멸될 수 있으며, 이로 인한 재점화 및 역화는 설비에 손상을 입힐 수 있다. 안전상의 이유로 일부 잉여공기는 (일반적으로 가스연료의 12%이며 액체 연료의 10% 수준으로) 항상 남아있어야 한다.

⑦ 버너 조절 및 제어

자동화된 버너 조절 및 제어는 연료 흐름, 공기 흐름, 배기가스 내의 산소흐름 및 열 요구량을 모니터링하고 제어하는 방식을 이용해 연소를 제어하는 데 이용될 수 있다.

⑧ 연료의 선택

연소 공정에 선택된 연료의 종류는 연료가 이용된 개별 장치에 공급되는 열에너지의 양에 영향을 미친다. 요구되는 잉여공기 비율은 이용된 연료에 따라 달라지며, 이는 고체일 때 증가한다. 따라서 연료의 선택은 연소 공정에서 잉여공기를 제거하고 에너지 효율을 높이기 위한 옵션이다. 일반적으로, 연료의 발열량이 높을수록 연소 공정은 더 효과적이다.

⑨ 산소-점화 (산소연료)

산소는 주변 공기 대신에 이용되며, 현장의 공기에서 추출하거나, 더

일반적으로는 대량으로 매입한다. 산소점화는 다음과 같은 다양한 이점을 지니고 있다.

○ 증가된 산소성분은 연소온도의 상승을 가져와 미연 연료의 양을 줄여줌. 이로써 공정으로의 에너지 전환을 높여 NOx 배출을 줄이면서 동시에 에너지 효율이 증가하게 됨

○ 공기의 80%가 질소이므로 가스의 유량은 이에 따라 감소하게 되며, 이로써 배기가스 유량의 감소가 일어나게 됨

○ 버너의 질소 함량이 지속적으로 감소됨에 따라, NOx 배출의 결과를 가져옴

○ 배기가스 유량에서의 감소로 소규모의 폐기가스 처리 시스템이 가능하며 결과적으로 NOx(여전히 필요하기는 하나), 분진 등의 감소로 에너지 요구량이 더 적어짐

○ 산소가 현장에서 생산되는 경우, 분리된 질소는 (비철금속 산업에서의 자연성 반응 같은) 산화조건에서 반응이 일어나는 노 내의 비활성대기를 활성화 시키는 등에 이용 가능함

○ 향후 이익으로 CO_2의 포집 및 분리를 더 쉽게 만들고 에너지가 덜 필요하게 되는 감소된 가스 (및 고농도 CO_2)의 양을 기대할 수 있음

⑩ 단열에 의한 열손실 감소

연소 시스템의 벽을 통한 열손실은 파이프의 직경 및 단열체의 두께에 따라 결정된다. 경제적 측면에서 에너지 소모와 연관되는 최적의 단열두께는 각각의 경우에 따라 다르다. 벽을 통한 열손실을 최소한으로 유지할 수 있는 효과적인 단열은 보통 설비의 주문 단계에서 이루어진다. 그러나 단열재료는 지속적으로 성능이 감소하며, 따라서 유지보수

프로그램에 따른 조사 후에 대체되어야 한다. 운영 중지 기간의 수리를 계획하기 위해 연소설비가 운영 중일 때 외부에서부터 손상된 단열 지역을 확인하는 데에 적외선 영상을 이용하는 일부 기술이 유용하다.

⑪ 노 개방을 통한 손실의 감소

복사에 의한 열손실은 하역을 위한 노 개방에 의해 발생할 수 있다. 이는 특히 500°C 이상의 온도에서의 노 운영에 있어 중요하다. 개방은 노 연도 및 굴뚝, 공정을 눈으로 점검하기 위해 이용되는 구멍, 과도한 작업량, 하역, 물질 및 연료 등을 수용하기 위해 부분적으로 개방된 채로 있는 문을 포함한다.

기타 연소공정에서 열손실을 줄이고 연소효율을 높일 수 있는 방안으로 다음을 제시할 수 있다.

○고형 폐기물(재) 및 잔여물질 등에 포함되는 불연소 가스 및 성분에 기인하는 열손실의 최소화

○전력생산시설의 경우 스팀의 압력과 온도를 높이거나, 과열 스팀을 반복적으로 사용하는 등 전력생산효율을 개선

○스팀터빈의 방출구에서 저온·저압의 냉각수를 사용하는 등 스팀 압력 저하를 최대화

○폐열재이용 및 지역난방 등 연도가스(flue gas)의 열손실 최소화

○슬래그(slag)로부터의 열손실 최소화

○격리 전도 및 복사 등 열손실의 최소화

○증발기의 농축·분리법 적용(scorification of evaporator), 급수펌프의 에너지효율 개선 등 시설 내부에서의 에너지사용 절감

○스팀을 통한 보일러 급수의 예열(preheating)

○터빈날개(turbine blade) 형상의 개선 등

⑵ 증기시스템

증기 시스템은 발생 설비 (보일러), 분배 시스템 (증기 네트워크, 즉, 증기 및 응축액의 반환), 소비자 또는 최종 사용자(즉, 증기/열을 이용하는 설비/공정) 및 응축액 회수 시스템의 4가지 별개의 부문으로 구성되어 있다. 효과적인 열 생산, 분배, 운영 및 유지보수는 다음에 설명하고 있는 것과 같이 열손실의 감소에 크게 기여한다.

① 증기발생

증기는 보일러 또는 열회수 시스템 발생기 내에서 연소가스의 열을 물로 이동시키는 과정에서 생겨난다. 물이 충분한 열을 흡수하면 액체 상태에서 증기 상태로 상이 변화한다. 일부 보일러에서, 과열기는 증기의 에너지 성분을 더 증가시킨다. 압력으로 인해 증기는 보일러 또는 증기발생기에서 분배시스템으로 흐르게 된다.

② 증기분배

분배 시스템은 증기를 보일러 또는 최종사용 지점으로 운반한다. 많은 분배 시스템은 다른 압력조건에서 운영되는 여러 개의 라인으로 구성되어 있다. 이러한 분배 라인들은 다양한 유형의 격리 밸브, 압력-조절 밸브, 및 때때로는 배압 터빈으로 분리된다. 효율적인 분배 시스템 성능은 적당한 증기 압력 평형, 뛰어난 응축액 배수, 적당한 단열 및 효과적인 압력 조절을 필요로 한다.

높은 압력의 증기는 다음과 같은 이점을 지닌다.

○ 포화된 증기의 온도는 더 높음

○ 규모가 더 작음, 즉 더 작은 분배 파이프를 필요로 함

○ 고압에서 증기를 분배하고 적용에 앞서 압력을 줄이는 것이 가능함. 따라서 증기는 더 건조해지고 안정성은 더 높아짐

○ 더 높은 압력은 보일러 내의 가열공정을 더 안정적이게 함

낮은 압력 시스템은 다음과 같은 이점을 지닌다.

○ 보일러 및 분배시스템에서 에너지 손실이 더 적음

○ 응축액 내의 잔존 에너지양이 상대적으로 더 적음

○ 파이프 시스템에서의 누손 손실이 더 적음

○ 관석 생성의 감소

증기 시스템에서의 높은 운영 압력 밸브 때문에, 안전은 증기 공정에서 극도로 중요한 측면이다. 또한, 증기 시스템은 수격작용 또는 다양한 침식이 일어나기 쉽다. 그 결과, 다른 부품의 신뢰성 및 수명은 설계, 설정 및 설비의 유지보수에 따라 상당히 다르다.

③ 증기의 사용단계

증기의 최종 용도는 매우 다양하며 다음과 같은 사례가 있다.

○ 기계적 운영: 터빈, 펌프, 압축기 등. 발전기, 대형압축기 등의 대규모 장비에 일반적임

○ 가열: 공정 가열, 모든 유형의 제지 생산품의 건조

○ 화학 반응에서 이용: 화학 반응의 감속, 탄화수소 성분의 분리 및 증기 메탄 개질에서의 수소 원천으로의 이용

일반적인 증기 시스템의 최종용도 장비에는 열교환기, 터빈, 분류탑, 탈기설비 및 화학 반응 용기가 포함된다. 공정 가열에서, 증기는 내부의 잠열을 열교환기 내에서 공정유체로 이동시킨다. 증기는 농축되기 전까지는 스팀트랩을 이용해 열교환기 내에 보관되는데, 각각의 지점에서 트랩은 응축액을 응축액 반환 시스템으로 흘려보낸다. 터빈 내에서, 증기의 내부에너지는 펌프, 압축기 또는 전기발생기 같은 회전식 또는 왕복식 기계장치를 구동하기 위한 역학적 일로 전환된다. 분류탑 내에서, 증기는 공정유체의 다양한 성분의 분류를 촉진한다. 탈기장치 내에서, 증기는 공정유체에서 오염물질을 추출하는 데 이용된다. 또한 증기는 다음 특정 화학반응을 위한 물의 공급원으로 이용된다.

④ 응축액의 회수

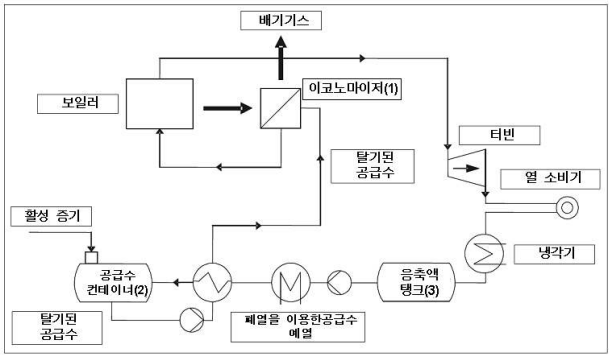
증기가 잠열을 설비 내로 이동시킬 때, 물은 증기 시스템 내에서 응축되고 응축액 반환 시스템을 통해 보일러로 반환된다. 첫번째로 수집 탱크로 응축액이 반환되는데, 여기서 응축액은 탈기기로 펌핑된다. 탈기기에서는 산소와 비응축 가스들이 탈기된다. 보충수 및 화학약품은 수집 탱크나 탈기기 안에서 추가될 수 있다. 보일러 공급펌프는 공급수 압력을 보일러 압력 이상으로 증가시키고 순환을 완결하기 위해 공급수를 보일러 내로 주입한다.

⑤ 공급수 예열(이코노마이저의 이용을 포함)

탈기기에서 보일러로 반환된 물의 온도는 일반적으로 105°C 정도다. 압력이 더 높은 보일러 안의 물은 더 높은 온도를 나타낸다. 증기 보일러는 시스템 손실을 대체하고 응축액을 재순환하기 위해 물이 공급된다. 열회수는 공급수 예열에 의해, 즉, 증기 보일러 연료 요구사항을 줄임으로써 가능하다.

예열은 다음 네 가지 방식으로 발생할 수 있다.

- 폐열의 이용 (예: 공정에서 발생하는 폐열): 물/물 열교환기를 이용하는 것 같은, 유효 폐열을 이용해 공급수를 예열할 수 있음
- 이코노마이저의 이용: 이코노마이저(그림의 (1))는 배기가스에서 유입 공급수로 열을 이동시킴으로써 증기 보일러 연료 요구사항을 줄이는 열교환기이다.
- 탈기 공급수의 이용: 또한, 응축액은 공급수 컨테이너(그림의 (2))에 도달하기 전에 탈기 공급수를 이용해 예열될 수 있음. 응축액 탱크(그림의 (3))로부터의 공급수의 온도는 공급수 컨테이너(그림의 (2))에서의 탈기된 공급수보다 더 낮음. 열교환기를 통해, 탈기된 공급수는 더 낮은 온도로 냉각됨(열은 응축액 탱크에서 공급수로 전달됨). 그 결과, 공급수 펌프를 따라 이동한 탈기된 공급수는 이코노마이저(그림의 (1))을 통과할 때 더 차갑게 냉각됨. 따라서 더 큰 온도 차이를 이용해 효율을 높이고 배기가스 온도 및 배기가스 손실을 줄임. 종합적으로 이로써 공급수 컨테이너내의 공급수가 더 따뜻해 더 적은 활성증기가 탈기에 필요하게 되므로 활성 증기를 절약할 수 있음



<그림-2> 공급수 예열기술 개요

⑥ 열 이동면에서 스케일(Scale) 방지 및 제거

열교환 튜브 내에서와 마찬가지로 보일러를 구동하는 경우에도 관석이 열 이동면에 생길 수 있다. 보일러수 내의 수용성 물질이 보일러 교환튜브의 주변에 있는 물질과 반응할 때 관석이 생긴다. 스케일은 대체로 철강보다 열 배 이하의 열전도율을 지니기 때문에 문제를 야기할 수 있다. 일정한 두께와 특정 구성성분이 포함된 스케일이 열교환 표면에 생성되면 표면을 통한 열전달은 스케일 두께의 비율로 감소한다. 심지어 작은 스케일도 단열재로서 효과적으로 작용할 수 있어 열전달을 감소시키게 된다. 그 결과 보일러 튜브 금속의 과열, 튜브 고장 및 에너지 효율의 손실이 발생한다. 스케일을 제거함으로써 운영자는 에너지 사용 및 연간 운영비용을 쉽게 절약할 수 있다. 보일러 스케일로 인한 연료 폐기물은 수관 보일러에서 2%, 점화 튜브 보일러에서 5%에 이른다. 보일러 수준에서, 이러한 스케일의 규칙적인 제거로 실제적인 에너지 절감이 발생할 수 있다.

⑦ 보일러에서의 파열(Blowdown) 최소화

파열 온도는 직접적으로 보일러 내에서 생성되는 증기의 온도와 연관이 있기 때문에 파열율을 최소화함으로써 사실상 에너지 손실을 줄일 수 있다. 증기 발생 동안 물이 보일러 내에서 증발하면, 용존 고형물들이 물 안에 남게 되는데, 결과적으로 보일러 내의 용존 고형물의 농도가 높아지게 된다. 부유 고형물은 침전물을 형성하게 되는데, 이로써 열 이동이 감소된다. 용존 고형물은 기포형성과 보일러수의 증기로의 잔존을 조장한다.

부유 고형물 및 총 용존 고형물(TDS)의 수준을 수용 가능한 한계 수준으로 줄이기 위해 다음 각각의 경우에 자동화 또는 수동화 두 절차가 이용된다.

•기저 파열은 보일러 내의 뛰어난 열 교환을 허용하기 위해 시행된

다. 일반적으로 몇 시간 마다 몇 분간의 수동절차가 시행되는 방식이다.

•표면 또는 스키밍 파열은 액체 표면 근처에 모여 있는 용존고형물을 제거하기 위해 설계된 방식으로 종종 지속적인 공정형태로 되어 있다.

배수를 위한 염잔류물의 파열은 적용된 증기의 1%-3% 사이의 추가 손실을 발생시킨다. 또한, 규제당국이 요구하는 온도까지 파열 잔류물을 냉각하기 위한 추가 비용이 발생할 수 있다.

증발에 의한 압력 탈기 또한 1%-3% 사이의 추가 손실을 가져올 수 있다(103°C의 온도에서 근소한 잉여압력을 적용함으로써 CO_2 및 산소는 공정과정에서 담수로부터 제거된다. 이는 탈기장치의 배출률을 최적화함으로써 최소화될 수 있다.

⑧ 탈기기 배출율의 최적화

탈기기는 보일러 공급수에서 용존가스를 제거하는 기계적 장치다. 탈기는 부식성 가스의 영향으로부터 증기 시스템을 보호한다. 용존산소 및 이산화탄소의 농도를 부식이 최소화되는 수준까지 줄임으로써 탈기를 수행한다. 5ppb 또는 그 이하의 용존산소 수준이 대부분의 고압(13.79barg 이상) 보일러에서 부식을 막기 위해 요구된다. 저압 보일러에서는 43ppb까지 산소농도가 올라갈 수 있는 반면에, 5ppb로 산소농도를 제한하는 것으로 장비 수명은 거의 늘어나지 않거나 또는 비용이 전혀 들지 않는다. 용존 이산화탄소는 본질적으로 탈기기를 이용해 완전히 제거된다. 효과적인 탈기 시스템의 설계는 제거되어야 하는 가스양 및 최종가스(O_2) 농도 요구사항에 따라 달라지며, 결과적으로는 반환되는 응축액으로의 보일러 공급수 보충 비율 및 탈기기의 운영압력에 따라 달라진다. 탈기기는 증기압력에 상응하는 탈기기 내에

서 완전 포화 온도로 물을 가열하고 용존가스를 제거하기 위해 증기를 사용한다. 증기 흐름은 평행, 교차 또는 물 흐름을 거스를 수도 있다. 탈기기는 탈기장, 저장 탱크 및 배출구로 구성되어 있다. 탈기장 내에서, 물을 가열하고 휘저음으로써 물에서 증기기포가 형성된다. 증기는 물의 유입을 통해 냉각되고 배기 응축기에서 응축된다. 압축이 되지 않는 가스 및 일부 증기는 배출구를 통해 방출된다. 그러나 이는 최소화된 증기 손실로 만족스러운 탈기를 제공하기 위해 최적화 되어야 한다

자유로운 또는 강제증발 증기(flash water)의 급작스런 증가는 탈기기 용기 압력 내에서 스파이크를 발생시킬 수 있는데 이는 공급수의 재산소화를 가져온다. 정압 상태에서 탈기기를 유지하기 위해 전용 압력 조절 밸브가 갖춰져야 한다.

⑨ 보일러 단순환(short cycle) 손실의 최소화

단순환 동안의 손실은 보일러가 짧은 기간 동안 꺼져있을 때마다 발생한다. 보일러 순환 과정은 정화 기간, 포스트 퍼지(후 정화), 유휴기간, 프리 퍼지(전 정화) 및 점화로의 반환으로 구성된다. 정화기간 및 유휴기간 동안의 손실 부분은, 잘 격리된 신규 보일러에서 낮아질 수 있으나 단열이 잘되지 않는 기존 보일러에서는 빠르게 증가할 수 있다.

보일러가 짧은 기간 동안에 필요한 최대수용능력을 발생시킬 수 있는 경우 증기 보일러에서의 단순환에 따른 손실이 확대될 수 있다. 이는 보일러의 설치 최대수용능력이 일반적으로 요구하는 것보다 매우 클 때의 경우에 발생한다. 공정에서 필요로 하는 증기는 시간이 지남에 따라 변화할 수 있으며 주기적으로 재산정되어야 한다. 총 증기 요구량은 에너지 절감 수단을 통해 감소될 수 있다. 대신에, 보일러는

추후의 확장의 관점에서 설치되어야 하는데, 설치 시점에서는 절대로 실현되지 않는다.

주의해야 하는 첫 번째 사항은 보일러 설비의 설계단계에서의 보일러 유형이다. 점화 튜브 보일러의 경우 열 관성과 물 용적이 상당이 크며, 지속적인 증기 요구사항을 처리하고 광범위한 최대부하에 대응하기 위해 설치된다. 증기 발생기 또는 대조적으로는 수관 보일러 역시 상당한 최대 수용능력으로 증기를 운반할 수 있다. 이들의 상대적으로 더 낮은 물 용적으로 강력하게 변화하는 하중을 지닌 설비에 물 파이프 보일러가 더 적합하게 된다.

대용량 보일러 하나로 구성된 것보다 다수의 소용량 복합식 보일러의 설치를 통해 단순환을 피할 수 있다. 그 결과로, 유연성 및 신뢰성 모두가 증가한다. 발생 효율 및 개별 보일러에서의 증기발생에 필요한 한계비용의 자동 제어는 보일러 관리 시스템을 가리키는 것일 수 있다. 따라서, 최저한계비용을 지닌 보일러에 의해 추가 증기 요구사항이 제공된다.

대기중인 보일러가 있는 경우 다른 옵션이 가능하다. 이 경우에, 보일러는 대기 보일러를 바로 통과하는 다른 보일러에서부터 나오는 물을 순환함으로써 온도를 유지할 수 있다. 이는 대기 중으로의 배기가스 손실을 최소화한다. 대기중인 보일러는 잘 격리되어야 하며 버너에 정밀한 공기 밸브가 달려 있어야 한다. 보일러 격리 또는 보일러 교체를 통해 에너지 절감이 가능하다.

⑩ 증기 분배 시스템의 최적화

분배 시스템은 보일러에서 다양한 최종 사용지점으로 증기를 수송한다. 분배 시스템이 수동적인 것처럼 보여도 실제로는 이 시스템들은 증기의 운반을 조절하며 온도와 압력 요구사항의 변화에 대응한다. 따

라서, 분배 시스템의 적절한 성능은 세심한 설계 실례와 효과적인 유지보수를 필요로 한다. 배관은 적당한 크기여야 하며, 격리되고 적정 유연성에 따라 구성되어야 한다. 압력감소 밸브 및 배압 터빈 같은 압력조절장치는 여러 증기 헤더들 사이에서 적당한 증기 평형을 제공할 수 있도록 구성되어야 한다. 추가적으로, 분배 시스템은 적당한 응축액 배수가 가능하도록 구성되어야 하는데, 이는 적정한 드립레그 수용능력 및 적당한 증기트랩 선택을 필요로 한다.

시스템의 유지보수는 다음과 같은 측면에서 특히 중요하다.

- 트랩의 올바른 작동 보장
- 단열체가 설치되고 유지보수 되는지의 여부
- 유지보수 계획에 따라 누출이 시스템적으로 차단 및 처리되고 있는지의 여부. 누출이 운영자에게 보고되고 즉시 처리되는지의 여부. 여기서의 누출은 펌프의 흡입 측면에서의 공기 누출을 포함한다.
- 사용하고 있지 않는 증기라인의 확인 및 제거

⑪ 증기 파이프 및 응축액 반환 파이프에서의 단열

격리되지 않은 증기 파이프 및 응축액 반환 파이프는 쉽게 고칠 수 있으며, 지속적으로 열손실의 근원이 된다. 대부분의 경우, 모든 열 표면의 격리는 구현하기 쉬운 방법이다. 또한, 단열재의 국소적인 손상의 경우 즉시 수선이 가능하다. 단열재는 제거될 수 있으며 운영 유지보수 또는 수선작업 중에 대체되지 않을 수도 있다. 밸브에 제거 가능한 단열재 커버 또는 다른 설비가 없을 수도 있다.

젖거나 또는 경화된 단열재는 대체되어야 한다. 젖은 단열재의 원인은 종종 누출이 일어나는 파이프 또는 튜브에서 찾을 수 있으며, 누출은 단열재가 대체되기 전에 수선되어야 한다.

⑫ 증기트랩의 제어 및 수리 프로그램의 구현

증기 트랩의 누출로 증기의 상당량이 손실되는데, 이는 대규모의 에너지 손실 결과를 가져온다. 적당한 유지보수가 이러한 손실을 효과적인 방법으로 줄여줄 수 있다. 증기 트랩에는 매우 다양한 유형이 있으며, 각각의 유형에는 개별적인 특징과 예비조건이 있다. 증기가 새는지에 대한 점검은 청각, 시각, 전기적 전도율 또는 열 점검 방식을 기준으로 한다.

증기 트랩을 대체하는 경우, 오리피스 벤추리 증기 트랩으로 교체하는 것이 고려될 수 있다. 일부 연구는 특정 조건에서 이 트랩들이 더 낮은 증기손실 및 더 긴 수명을 나타낸다는 점을 밝혔다. 그러나 오리피스 벤추리 증기 트랩의 이용에 대한 전문가들 사이의 의견은 분분하다. 어떤 경우에는, 이 유형의 증기트랩이 지속적인 누출이 발생하여, (설계 효율의 최소 50%-70% 수준으로 항상 운영되는 보일러에서와 같은) 매우 특별한 서비스에만 이용할 수 있다.

⑬ 응축액의 재사용을 위한 수집 및 보일러로의 반환

열이 열교환기를 통해 공정에 전달되는 경우에, 증기는 물이 액화되면서 잠열 형태로 에너지를 전달한다. 이 물은 손실되거나 또는 (일반적으로) 수집되어 보일러로 회수된다. 응축액의 재사용은 다음 네 가지 목적을 지닌다.

- 뜨거운 응축액 내에 포함된 에너지의 재사용
- (원) 보급수의 비용 절감
- 보일러 용수처리 비용절감 (응축액은 처리되어야 함)
- 폐수 배출 비용의 절감(적용 가능한 조건이어야 함)

응축액은 대기 및 부압 상태에서 수집된다. 응축액은 더 높은 압력 조건에서 장치 내의 증기에서 생성될 수도 있다.

⑭ 강제증발 증기(flash steam)의 재사용

강제증발 증기는 고압에서 응축액이 확장될 때에 생겨난다. 응축액이 더 낮은 압력 하에 있게 되면, 응축액의 일부가 다시 증발해 강제증발 증기를 형성하게 된다. 강제증발 증기는 정화된 물 및 유효 에너지의 대부분을 포함하고 있는데, 이는 여전히 응축액 내부에 남아있다. 에너지 회수는 보충수를 이용한 열교환을 통해 얻을 수 있다.

보일러실 내부에서, 응축액과 마찬가지로 강제증발 증기는 탈가스장치 내의 신선한 공급수를 가열하는 데 사용될 수 있다. 강제증발 증기를 공기 가열에 사용하는 것은 또 다른 가능성에 포함된다.

보일러실 외부에서, 강제증발 증기는 100°C 이하에서 다른 성분들을 가열하는 데 사용될 수 있다. 실제로, 1barg의 압력 상태에서 증기 사용이 이루어진다. 따라서 강제증발 증기는 이러한 파이프 내로 주입이 가능하다. 또한 공기 예열 등에도 강제증발 증기를 사용할 수 있다.

저압 공정 증기 요구사항은 일반적으로 고압증기의 흐름을 막음으로써 가능하나, 공정 요구사항의 일정부분은 낮은 비용으로 고압 응축액을 강제증발하는 것으로 달성 가능하다. 강제증발은 고압응축액을 보일러로의 반환이 경제적 측면에서 적합하지 않을 때에 특히 유용하다.

2. 이동연소시설	IPCC 분류체계
	1A3

1. 이동 연소 개요

이동연소부문의 배출시설은 수송용 내연기관을 말한다. 이는 기차, 선박, 항공기, 도로 등 수송차량에서 자체소비를 목적으로 동력이나 전기를 생산하는 시설을 말한다. 수송용 내연기관은 이동수단의 종류와 차종에 따라서 세부적으로 구분할 수 있으며 아래 벤치마크 계수의 분류체계에서 다시 언급한다. 목표관리에서 유의할 사항으로는 교통분야 관리업체가 소유·운영하고 있는 개별 차량이나 기관차별로 목표를 설정하는 것이 아니라, 운송수단 종류별로 구분하여 배출량 합계치에 대하여 목표를 설정·관리한다는 점이다.

2. 배출시설 종류

1 항 공

① 민간 항공

이·착륙을 포함하는 국내 및 국제 민간 항공에 의한 배출. 국제/국내 항공은 비행기의 국적이 아닌 각 비행의 이·착륙지점으로 구분한다.

·국내항공과 국제항공 구분 기준

구 분	두 공항 사이의 항해 유형
국내선	동일 국가에서의 출발과 도착
국제선	한 나라에서 출발 후 다른 나라에 도착

② 국내 항공

이·착륙을 같은 나라에서 하는 민간 국내 여객 및 화물항공기(상업 수송기, 개인비행기, 농업용 비행기 등)로부터의 배출로 동일 국가 내의 상당히 멀리 떨어진 두 공항 사이의 비행이 포함된다.

③ 기타 항공

다른데서 지정되지 않은 모든 항공 이동원의 연소 배출이 포함된다.

2 도 로

도로 차량의 종류는 다음 표와 같다.

종 류	경 형	소 형	중 형	대 형
승 용 자동차	배기량이 1000 cc 미 만 으 로 서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	배기량이 1,600cc 미만인 것으로서 길이 4.7미터·너비 1.7미터·높이 2.0미터 이하인 것	배기량이 1,600cc 이상 2,000cc미만이거나 길이·너비·높이중 어느 하나라도 소형을 초과하는 것	배기량이 2,000 cc 이상이거나, 길이·너비·높이 모두 소형을 초과 하는 것
승 합 자동차	배기량이 1000 cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	승차정원이 15인이하인 것으로서 길이 4.7미터·너비 1.7미터·높이 2.0미터 이하인 것	승차정원이 16인이상 35인이하이거나, 길이·너비·높이중 어느하나라도 소형을 초과하여 길이가 9미터 미만인 것	승차정원이 36인이상이거나, 길이·너비·높이 모두가 소형을 초과하여 길이가 9미터 이상인 것
화 물 자동차	배기량이 1000 cc 미만으로서	최대적재량이 1톤이하인 것으	최대적재량이 1톤초과 5톤 미	최 대 적 재 량 이 5톤 이상이거

	길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	로서, 총중량이 3.5톤 이하인 것	만이거나, 총중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	나, 총중량이 10톤 이상인 것
특 수 자동차	배기량이 1,000 cc 미 만 으 로 서 길이 3.6미터·너비1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	총중량이 3.5톤 이하인 것	총중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	총중량이 10톤 이상인 것
이 륜 자동차		배기량이 100cc 이하(정격출력 1킬로와트 이하)인 것으로서, 최대적재량(기타 형에 한한다)이 60킬로그램이하인 것	배기량이 100cc초과 260cc이하(정격출력 1킬로와트 초과 1.5킬로와트 이하) 인 것으로서, 최대적재량이 60킬로그램 초과 100킬로그램 이하인 것	배 기 량 이 260cc(정격출력 1.5킬로와트)를 초과하는 것
비도로 기 타	건설기계, 농기계 등 비도로 차량 및 위에서 규정되지 않은 기타 차량			

3 철 도

철도차량은 고속차량, 전기기관차, 전기동차, 디젤기관차, 디젤동차, 특수차량 등 6종류가 있으며, 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.

이들 철도 차량은 수행역할에 따라 일반(디젤)기관차, 입환기관차, 장비차량 등으로 나뉘기도 한다.

발전소에서 생산된 전기를 동력원으로 하는 철도차량으로는 고속차량, 전기기관차, 전기동차 등이 이에 해당된다. 증기기관차는 일반적으로 관광용 같은 국한된 용도로만 사용하고 있으며, 발생되는 온실가스는 상대적으로 적다.

4 선 박

선박 부문에 대한 배출시설은 아래 표와 같다.

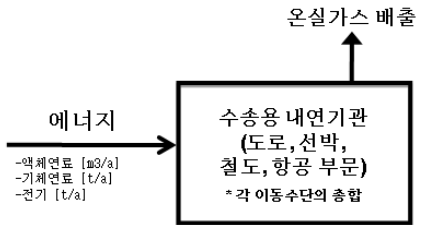
배출원	적용범위
수상항해	수상 선박을 추진하기 위해 사용된 연료로부터의 모든 배출 호버크라프트(Hovercraft)와 수중익선(Hydrofoils)이 포함되며, 어선은 제외. 국제/국내 항해의 구분은 출발항만과 도착항만을 기준으로 구분
국내항해	동일 국가 내에서 출항 및 입항하는 모든 선박으로부터의 배출(어업과 군용은 제외)을 의미하며, 상당히 멀리 떨어진 두 항만 사이의 운항을 포함
어 선	내륙, 연안, 심해 어업에서의 연료 연소로부터의 배출 어업은 그 나라 안에서 연료보급이 이루어진 모든 국적의 선박을 포함
기 타	다른데서 지정되지 않은 모든 연료연소로부터의 수상 이동 배출

·국내수상운송과 국제수상운송 구분 기준

구 분	두 항구 사이의 항해 유형
국내선	동일 국가에서의 출항과 입항
국제선	한 나라에서 출항 후 다른 나라에 입항

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질· 에너지 수지표

<표-4> 수송용 내연기관의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
연료(에너지)			**주행거리**		
액체연료	MJ/km		주행거리	km/km	1.0
기체연료	MJ/km				
혼합연료	MJ/km				
전기	MJ/km		**온실가스배출**		
에너지합계	MJ/km		CO_2-eq	tCO_2eq/km	

연료(에너지) 사용량, 주행거리, 온실가스 배출량 등은 관리업체가 소유·운영하고 있는 각 운송수단의 종류에 대한 합계치를 의미한다. (각각의 차량, 기관차, 항공기, 선박 등의 자료가 아님)

3 해당시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{차종별운송수단의연간온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{차종별운송수단의연간총주행거리}(km)}$$

온실가스 배출량은 제43조의 별표 14에서 「이동연소시설에서의 에

너지이용에 따른 온실가스 배출」의 각 산정방법론에 따라 차종구분에 따라 합산된 배출량을 의미한다. (직접배출과 간접배출을 포함)

차종별 연간 총 주행거리는 관리업체가 보유·관리하고 있는 차량별 연간 주행거리를 합산한 값을 사용한다.

이동연소시설에 대한 최적가용기술(BAT)을 적용한 벤치마크 계수는 다음 <표-5>의 차종별 분류체계에 따라 구분하여 개발한다. 다만 환경부 장관이 필요하다고 인정될 경우에는 더욱 세분화된 차종분류체계에 따라 벤치마크 계수를 개발하여 적용할 수 있다.

<표-5> 이동연소시설에서의 벤치마크 계수 분류체계

대분류	세부 구분		차종개요	벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)
도로 수송	승용 자동차	경형	배기량이 1000cc미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	
		소형	배기량이 1,600cc미만인 것으로서 길이 4.7미터·너비 1.7미터·높이 2.0미터 이하인 것	
		중형	배기량이 1,600cc이상 2,000cc미만이거나 길이·너비·높이중 어느 하나라도 소형을 초과하는 것	
		대형	배기량이 2,000cc이상이거나, 길이·너비·높이 모두 소형을 초과 하는 것	
	승합 자동차	경형	배기량이 1000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	
		소형	승차정원이 15인이하인 것으로서 길이 4.7미터·너비 1.7미터·높이 2.0미터 이하인 것	
		중형	승차정원이 16인이상 35인 이하이거나, 길이·너비·높이중 어느하나라도 소형을 초과하여 길이가 9미터 미만인 것	
		대형	승차정원이 36인이상이거나, 길이·너비·높이 모두가 소형을 초과하여 길이가 9미터 이상인 것	
	화물 자동차	경형	배기량이 1000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	

대분류	세부 구분		차종개요	벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)
		소형	최대적재량이 1톤이하인 것으로서, 총중량이 3.5톤 이하인 것	
		중형	최대적재량이 1톤초과 5톤 미만이거나, 총중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	
		대형	최대적재량이 5톤 이상이거나, 총중량이 10톤 이상인 것	
	특수 자동차	경형	배기량이 1,000cc미만으로서 길이 3.6미터·너비1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	
		소형	총중량이 3.5톤 이하인 것	
		중형	총중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	
		대형	총중량이 10톤 이상인 것	
	이륜 자동차	소형	배기량이 100cc이하(정격출력 1킬로와트 이하)인 것으로서, 최대적재량(기타 형에 한한다)이 60킬로그램이하인 것	
		중형	배기량이 100cc초과 260cc이하(정격출력 1킬로와트 초과 1.5킬로와트 이하) 인 것으로서, 최대적재량이 60킬로그램 초과 100킬로그램 이하인 것	
		대형	배기량이 260cc(정격출력 1.5킬로와트)를 초과하는 것	
철도 수송	고속차량		선로를 시속 200km 이상의 최고운행속도로 주행할 수 있는 철도차량	
	전기기관차		전기동력장치가 집중되어 있는 철도차량	
	전기동차		전기동력장치가 분산되어 있는 철도챠량, 일반적으로 전동차(지하철)이라 하며, 인버터제어방식, 저항제어방식 등으로 운영	
	디젤기관차		디젤동력장치가 집중되어 있는 철도차량	
	디젤동차		디젤동력장치가 분산되어 있는 철도차량	
	특수차량		특수사용을 목적으로 제작된 사고복수용차·작업차·시험차 등으로서 동력차와 객차 및 화차에 속하지 아니하는 철도차량	
선박 수송	수상항해		수상선박을 추진하기 위해 사용된 연료로부터의 배출. 호버크래프트와 수중익선을 포함하지만 어선은 제외. 국제/국내 항해의 구분은 출발항만과 도착항만을 기준으로 구분.	

대분류	세부 구분		차종개요	벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)
	국내항해		동일 국가 내에서 출항 및 입항하는 모든 선박으로 부터의 배출(어업과 군용은 제외)을 의미하며, 한 국가 내 상당히 멀리 떨어진 두 항만 사이의 운항을 포함.	
	어선		내륙, 연안, 심해 어업에서의 연료 연소로부터의 배출. 어업은 그 나라에서 연료보급이 이루어진 모든 국적의 배를 포함	
	기타 선박		다른데서 지정되지 않은 모든 연료 연소로부터의 수상 이동 배출.	
항공 수송	국내 항공	여객용	–	
		화물용	–	
		농업용	–	

※ 주 : 「자동차관리법」 시행규칙 별표1 "자동차의 종류" 등

4. 최적가용기술(BAT) 개발시 고려사항

수송부문의 온실가스 감축을 위한 주요 정책으로 자동차 온실가스 배출기준 설정, 저공해 자동차 보급정책, 교통 수요 관리정책(광역교통망확충, 지능형 교통체계 구축, 대중교통이용 활성화 등) 등이 있으며, 여기에서는 온실가스 감축의 정책수단이 아닌 기술적인 측면을 중심으로 제시한다. 여기에서 철도, 항공, 선박부문의 온실가스 감축기술은 생략한다.

1 자동차 온실가스 감축 기술개발

자동차에서 배출되는 온실가스량을 줄이기 위한 기술적인 측면에서는 에너지 효율개선, 저공해자동차 개발, 저공해 연소기술개발 등이 주류를 이루고 있다. 현재 미국, 유럽 및 일본 등에서는 자동차에서의 온실가스 저감을 위해 연료를 적게 사용하는 린번연소, 직접분사, 차량경량화 등의 기술적용에 따른 고연비자동차와 하이브리드자동차, 전기자동차, 수소자동차 등의 개발완료, 실용화단계에 있다. <표-6>은 자동차 온실가스 배출저감 기술에 대해 종합적으로 나타내었다.

<표-6> 자동차 온실가스 배출 저감기술

구 분	주 요 내 용
Engine, Drive-train, Other Vehicle Modifications	자동차의 CO_2 배출을 저감하기 위한 valvetrain, transmission, vehicle accessory, hybird-electric 등 전반적인 자동차의 디자인 변경
Mobile Air-Conditionin g System	CO_2저감을 위한 에어컨 구조 변경과 HFC저감을 위한 냉매변경
Exhaust Catalyst Improvement	배기관에서 배출되는 CH_4과 N_2O를 줄이기 위한 후처리장치 부착
Engine Valvetrain Modification	VVT (Variable valve timing) 및 VVL (Variable valve lift)은 밸브의 개폐를 정확하고 최적으로 관리하여 엔진의 CO2 배출량을 개선시킴
Charge Modification	실린더 내에 공기-연료 혼합압력의 증가 (또는 "boostion")는 엔진으로부터 더 높은 출력 (power output)을 나타냄. supercharging 또는 turbocharging compressor : 엔진출력을 향상시켜 실린더 내에 들어가는 charge를 증가시킴
Gasoline Direct Injection	가솔린 엔진의 초희박 (Ultra-lean) 혼합기를 형성하여 실린더에 직접 분사시키고 연료분사 시기 및 연료량 정밀제어가 가능하도록 함으로써 높은 연비 향상을 달성하여 CO_2를 감소시킴
Homogeneous Charge Compression Ignition	예혼합 압축 착화 (HCCI)는 연료와 공기가 완전히 혼합되게 하기 위하여, 실린더 외부인 흡입통로에 연료를 분사하는 시스템으로, 완전혼합으로 연료과농영역을 줄이고 연소최고온도를 낮추어 실질적인 CO_2 배출을 저감시키며, 다양한 연료 (가솔린과 디젤 포함)를 사용하여 엔진에 적용되어짐
Diesel Fuel	높은 압축비율, turbocharging 그리고 lean 공기-연료비율을 가진 디젤 압축-점화 엔진은 conventional 가솔린 엔진과 비교했을 때, 확실한 CO_2 저감을 보임
Engine Accessory Improvement	Electrification of engine accessory subsystem : 기계적인 동력과 관련된 전반적인 손실을 저감시킴 Electrifying the power steering & Electro-hydraulic power steering system : 전체 차량의 CO_2 배출량에 기여함

Hybridization	유사한 차종은 기존 운행차량과 비교한다면, 보통 aggressive hybrid는 CO_2 배출량에서 30% 이상 향상됨
42 Volt Systems	차량 내에서 좀 더 강력한 전기 부품 및 발전기와 모터가 일체화된 integrated starter generator를 공급함
Transmissions	CVTs는 엔진에 필요로 하는 부하량에 대해 정확한 최적의 속도에서 작동시키는 훌륭한 능력을 제공함. 특히 6속 자동변속기 CVTs 는 CO_2 배출을 크게 저감시킴
Aerodynamic Drag and Rolling Resistance Reduction	자동차를 추진시키는데 필요한 전반적인 힘의 향상은 엔진부하를 감소시켜 배출되는 CO_2를 저감함
Aggressive Shift Logic	기어를 좀 더 유연하게 변속하게 하며, 좀 더 적합하게 낮은 CO2 배출 지점에서 엔진을 작동하게 함
Early Torque Converter Lock-up	lock-up operation 의 상태는 변속속도 수가 증가할 때, 현재보다 더 일찍 향상되며 CO_2 배출량이 저감됨
Weight Reduction	저중량은 자동차를 가속시키는데 필요한 힘을 저감시킴으로써 CO_2 배출량을 감소시킴
Engine Friction Reduction	엔진성분의 무게를 저감, 여러 가지 재료를 사용, 최적의 열적(thermal) 관리 그리고 improved computer-aided understanding of componet dynamics의 결과를 가져옴

주) 출처 : 국립환경과학원 교통환경연구소

① 가솔린 엔진

㉠ 페이저 시스템(Cam Phaser Systems)

캠 페이저 액추에이터는 캠 스프로켓과 연동하여 캠축 각도의 위치를 조정하므로, 크랭크축 위치와도 연동된다. 대부분은 엔진오일의 압력에 의해서 힘을 전달받고, 솔레노이드에 의해 페이저에 공급되는 오일압력을 조절하는 방식을 사용한다. 이러한 가변밸브타이밍 기구의 사용은 고정된 밸브타이밍과 비교하였을 때, 전부하시 체적효율을 향상시킨다. 특히 토크출력이 증가되는 낮은 엔진회전수 영역에서의 향상이 크다. 직접분사방식 터보차져 엔진(Direct-injection turbocharged

engines)에서 가변밸브 타이밍 기구의 사용은 전부하 운전영역에서 옥탄 요구량과 높은 토크의 결과로 배기를 개선시킨다. 낮은 부하에서의 가변밸브 타이밍 기구의 사용은 저부하 연료 소모의 개선으로 펌핑손실을 줄인다. 이러한 수력적으로 작동되는 캠 페이저는 가장 완성된 기술로 널리 사용되고 있다.

㉡ 실린더 디액티베이션(Cylinder Deactivation)

실린더 디액티베이션은 북미시장에서 오늘날 사용되고 있는 연비를 향상시킬 수 있는 기술로, 지금까지는 V6, V8, V12 엔진에 적용되어 졌다. 실린더 디액티베이션의 개념은 실린더 일부의 전원을 끄거나 (switching off) 작동을 정지시켜 (deactivating) 펌핑 손실을 줄이는 것을 목표로 한다. 실린더의 절반의 연료분사를 끊어서 정지할 경우 만약 모든 실린더가 작동하고 있는 일반적인 엔진 작동상태였다면, 남은 작동중인 실린더가 두 배의 부하상태에서 작동하게 된다. 따라서 작동중인 실린더는 스로틀이 더 열리게 되고, 그것으로 인하여 펌핑 손실은 감소하고 연료 소모가 개선되게 된다.

㉢ 가솔린 직접분사

가솔린 직접 분사 엔진에서는, 흡기 매니폴드 또는 흡입 포트가 아닌 실린더 내부로 연료를 분사한다. 포트 분사방식 엔진과 비교할 때 엔진 구조에 있어 몇 가지 변화가 요구된다. 연료 분사 시스템은 연료 압력을 200 bar로 작동하게 하는 고압 기계식 펌프가 추가됨으로써 인젝터는 연료의 평균유효입경(SMD: Sauter Mean Diameter)을 15~20 ㎛ 크기로 미립화하여 분사함으로써 연소효율을 개선시켜 연비를 향상시킨다. 직접분사 가솔린 엔진에서는 혼합기의 준비(preparation) 방법에 따라 균일화 방식과 성층화방식의 두 가지 방법

이 선택되어 사용된다.

㉣ 터보차징/다운사이징 가솔린 엔진

터보차징과 슈퍼차징의 방식 등의 과급기는 수년간 내연기관에 사용되어져 왔다. 그들은 전통적으로 고출력 또는 스포츠 자동차에 적용되어 성능을 향상시켜주는 역할이었다. 최근에는 주행에서의 연비향상을 가지는 터보차져 엔진은 연비를 향상시켜주는 기술 중의 하나로 간주된다.

㉤ 예혼합 압축착화

예혼합압축착화는 제어자발화(CAI:Controlled Auto Ignition) 또는 능동라디칼 연소(Active Radical combustion) 라고도 알려져 있다. 스파크 점화에서는 연소가 점화플러그에 의해 시작되어 화염이 혼합기 내로 전파되나, 예혼합압축착화의 경우는 연소실 내의 여러 곳에서 혼합기 온도, 압력 및 조성에 따라 자발화가 되어 연소가 시작된다. 이 경우 엄청난 열 손실율은 높은 수준의 내부 배기가스재순환(EGR)이나 희박 혼합기를 이용하여 컨트롤 된다. 가솔린자동차엔진에서 예혼합압축착화 연소를 실현하기 위한 가장 실질적인 접근 방법은 높은 수준의 내부 배기가스재순환(EGR) (대체적으로 40~70%)을 사용하여 혼합기 온도를 올리고 열 손실율을 컨트롤하는 것이다.

② 디젤 엔진

㉠ 예·혼합 압축착화 연소

예혼합 압축착화 연소기술은 주로 휘발유를 이용하는 스파크 점화(SI, Spark Ignition)엔진과 경유를 이용하는 압축착화 (CI, Compression

Ignition)엔진의 장점이 혼합된 개념이다. 스파크 점화 엔진처럼 점화 이전에 연료와 공기의 혼합기를 형성시키면서 압축착화 엔진처럼 압축 압력과 열에 의하여 점화되는 방식이다. 휘발유 등의 연료를 사용하는 경우 예혼합 압축착화 과정이 스파크점화 엔진의 이상연소(Detonation)와 유사하여 약한 강도의 이상연소를 원하는 시기에 유도하는 것과 비슷하여 붙여진 이름이다. 이 연소 기법을 통해 기존 스파크 점화 엔진에 비해 연료소비율을 약 15~20 % 정도 향상시킬 수 있으며 질소산화물을 크게 저감할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이 연소방식이 적용될 경우, 부분부하에서 스로틀밸브의 작동없이 운전하는 것이 가능하여 펌핑 손실을 없앰으로써 스파크점화 엔진에 비하여 부분부하에서의 연비개선을 이룰 수 있다. 현재 많은 연구자들과 차량 메이커들이 환경규제와 연료소비율 감소를 목적으로 지속적인 기술개발을 진행 중이며, 향후 10년 내에 상용화될 기술로 판단하고 있다. 스카니아(Scania)와 같은 대형 디젤 차량을 제조하는 하는 제작사 역시 예혼합 압축착화 연소기술을 적용시키고자 하고 있으며, TIAX의 보고에 따르면 2020년에 이르면 대형 디젤 차량의 40% 가량이 예혼합 압축착화 연소기술을 사용할 것으로 전망하고 있다.

㉡ 고압연료분사시스템

직접분사식 디젤엔진은 연소실 내부로 분사된 연료와 공기가 혼합되는 속도에 의해서 연소속도가 제어되기 때문에 공기와 연료의 혼합이 효과적으로 이루어지도록 연소실 내부의 유동특성과 아울러 연료의 분사율, 분무의 거시적인 형태 그리고 분무의 미립화 특성을 최적화해야 한다. 최신의 연료분사시스템은 연료분사압력, 분사시기, 분사율 및 분사량을 최적으로 제어할 수 있도록 커먼레일 (Common-rail)과 유닛인젝터 (Unit injector) 등을 주축으로 전자식으로 제어되는 고

압분사시스템이 대부분을 차지하고 있다. 차세대 연료분사 시스템의 발전 방향 중의 하나는 커먼레일시스템과 유닛 인젝터의 장점을 결합하는 것이다. 기존의 커먼레일용 인젝터에 전자작동과 기계작동의 내부가압 펌프를 조합하여, 보다 높은 분사압력이 요구되는 상황에서는 유닛 인젝터와 같은 방식으로 분사밸브 내에서 연료를 직접 가압하는 기능을 추가한 것이다.

㉢ 과급

과급기는 수퍼차저, 터보차저, 2단 터보차저, 전자식 부스터 등을 포함하는 시스템으로 흡입공기량을 늘려 출력을 증대시키는 기술이다. 국내에서는 고출력을 요구하는 대형 트럭, 버스에 장착되어 있으며 최근에는 4륜구동 RV 자동차에도 많이 장착되고 있다.

㉣ 배기가스재순환 (EGR)

배기가스재순환은 한번 배출된 배기가스를 다시 흡입공기와 혼합하여 연소온도를 저하시킴으로써 NOx를 저감시키는 것이다. 이 배기가스재순환장치의 가스 통로에 냉각장치를 설치한 것이 냉각방식-배기가스재순환시스템 (Cooled EGR System)이다. 고온의 재순환 가스를 배기가스재순환장치 쿨러로 냉각하여 연소온도를 일반 배기가스재순환보다 더욱 저하시켜 NOx 저감에 공헌한다. 또한 냉각으로 인해 흡입공기의 밀도가 증가하여 일정한 배기가스재순환 공급 범위까지는 매연도 저감시킬 수 있다는 특징을 지닌다.

⑵ 저공해 차량 교체

① 하이브리드 자동차 (HEV, Hybrid Electric Vehicle)

하이브리드 자동차는 두 가지 이상의 에너지원을 이용하여 움직이는 자동차를 말한다. 하이브리드 자동차는 내연기관만으로 주행하는 기존의 자동차와 달리 내연기관과 모터를 이용하여 주행한다. 즉 전기에너지 이용시스템인 모터로 구동과 회생 (감속 시 에너지 회수)을 수행한다. 특히 회생은 이를 위한 전력 공급·저장장치를 추가함으로써 감속 시 브레이크를 사용하여 열로 바꿀 뿐이었던 운동에너지로 발전을 하고 이 에너지를 저장하는 것이다. 이 에너지를 구동력으로 사용함으로써 엔진이 소비하는 연료를 절감할 수 있다. 또한 시가지 등 정지상태가 잦은 상황에서는 아이들링 스톱을 보다 효과적으로 사용하는 것도 가능하다. 이것이 실용연비향상에 상당히 효과적이다. 그러나 이러한 연비향상 효과는 가감속 및 발진정지가 어느 정도 빈번히 반복되는 상황이 전제되어야 한다. 정속 특히 고속으로 순항하는 상황에서 복수의 동력원을 탑재하여 중량과 공간용적 모두 증가시키는 것은 오히려 걸림돌이 된다. 즉 하이브리드의 연비향상효과는 이동평균속도가 비교적 낮은 구역에 한한다는 단점이 있다.

② 플러그-인 하이브리드 자동차 (PHEV)

하이브리드 자동차 중 플러그인 타입은 자동차 제작사들이 중량과 복잡성 때문에 주저하고 있는 방식으로 차내에 탑재된 가솔린이나 디젤 엔진으로 전기를 만들기도 하고 또한 전기 콘센트에 접속시킴으로써 배터리를 충전할 수도 있다. 플러그인 하이브리드가 기존의 하이브리드와 구분되는 가장 큰 특징은 바로 외부 충전이 가능하다는 점이다. '플러그인'이라는 말 그대로 가정용 소켓을 통해 전기를 충전할 수 있어 배터리의 힘만으로 움직일 수 있는 짧은 거리는 배출가스를 전혀 배출하지 않고 연료도 소모하지 않는 전기차가 되는 것이다. 이런

장점 때문에 많은 메이커들이 플러그인 하이브리드 개발에 매진하고 있다. 반면 배터리에 저장된 에너지가 떨어지면 PHEV는 전형적인 하이브리드 자동차가 된다.

③ 연료전지 자동차 (FCEV)

연료전지 자동차는 자동차 내에 장착된 연료전지 (Fuel Cell)에서 연료인 수소와 산소를 반응시켜 전기를 얻은 후, 생산된 전기로 모터를 움직여 주행하는 자동차이다. 자동차 내에 저장되어 있는 수소와 공기 중 산소의 전기화학반응으로 열이 발생하고 물이 생성되기 때문에, 배기가스 중에는 미반응 산소와 질소, 그리고 수증기만이 포함되므로 전형적인 무공해자동차라 할 수 있다. 현재 FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)가 주류가 되고 있는 내연기관 자동차와 비교하여 뛰어난 점은 에너지 효율이 높고, 연료를 화석자원에 의존하지 않으며, 배기가스가 청정하다는 것이다. 이외에도 연료전지 자동차는 전동차량으로서의 장점인 정숙성과 가속성능 면에서 뛰어나다.

3 대체연료(LCF) 적용 기술

바이오 연료는 휘발유나 경유 등과 혼합해서 사용할 경우 기존의 차량과 주유시설을 그대로 활용할 수 있으며, 기술의 발달로 제조단가가 낮아지고 국제 유가상승으로 가격 경쟁력이 높아져 각광 받고 있다. 수송연료로 사용될 수 있는 바이오 연료는 크게 바이오 에탄올과 바이오 디젤 등의 '액체형'과 바이오 가스 등의 '가스형'으로 분류한다.

<표-7> 바이오 에탄올과 바이오디젤 비교

구분	바이오 에탄올	바이오 디젤
추출	•녹말(전분)작물에서 포도당을 얻은 뒤 발효 (사탕수수, 밀, 옥수수, 감자, 보리, 고구마)	•유지작물에서 식물성 기름을 추출 (팜유, 폐식용유, 유채유, 콩)
활용	•가솔린 옥탄가를 높이는 첨가제로 주로 사용 •기존 첨가제인 MTBE를 대체용도로 사용	•석유계 디젤과 혼합하여 사용 •선진국 : 바이오 디젤을 10~20% 섞은 혼합형태로 유통
장점	•이론적으로 모든 식물을 원료로 가능 •연소율 높고 오염물질 발생 적음	•비교적 단기간 내에 보급이 확대 가능
단점	•곡물가격이 높기 때문에 값싼 원료를 선정하는 것이 중요	•추출 가능한 원재료가 제한적
사용 지역	•미국, 중남미 등 주요 곡물수출국	•유럽, 미국, 동남아시아

국내 바이오 에너지 시장은 지난 2002년 바이오 디젤 시범 보급 사업을 전개하면서 본격적으로 진행되었다. 수도권과 전북지역 73개 주유소를 대상으로 2년간 경유에 바이오 디젤 20%를 첨가하여 판매를 허용하였고, 그 이후 '석유 및 석유대체 연료 사업법'을 개정하여 상용화의 발판을 마련하였다. 바이오 에너지에 대해서 정부는 2011년까지 바이오 디젤을 연간 55만 kL (연간 국내 경유 소비량의 2.4%)를 생산한다는 중장기적 목표를 설정해놓고 있으며, 바이오 에탄올의 경우는 2008년 도입을 목표로 2006년 25억원의 예산을 투입해 실증평가에 돌입한 상황이다. 국내에서도 2006년 7월부터 바이오 디젤이 상용화 되었다. 하지만, 5년 가까이 BD20 보급사업을 진행해왔으나 실제 실시하게 될 때는 BD0.5를 유통하게 되었다. 현재 국내 바이오 디젤유 총 생산량은 연간 38만 kL (약 33만 톤)까지 가능하지만 정부는 연간 9

만 kL (약 8만 톤)으로 공급량을 제한하고 있다.

향후 강화될 북미지역의 배기가스 규제를 만족하기 위하여 장기적으로는 100% 에탄올을 연료로 사용하는 엔진 개발이 필요하며 또한 에탄올 연료 공급망이 충분히 확보되어야 하므로 과도기 단계에서 가솔린과 에탄올을 임의로 바꾸어 사용할 수 있는 차량의 개발이 필요하게 되었다. 이렇게 가솔린과 알코올의 혼합 연료를 사용하는 자동차를 FFV 라고 하며, 사용되는 연료로는 E85 (에탄올 85%와 가솔린 15%의 혼합연료), M85 (메탄올 85%와 가솔린 15%의 혼합연료) 등이 있으며 연료에 따라 성분비가 다양하다. 때문에 FFV는 순수 가솔린에서 100% 알코올까지 사용할 수 있도록 설계되어야 한다.

④ 기타 온실가스 저감기술

① 에코타이어

Rolling resistance는 차량의 에너지 균형에 중요한 작용을 하고 연비에 커다란 기여를 하며 CO2 배출량에 영향을 미친다. Rolling resistance는 주로 차량의 타이어에서 결정이 된다. 그러므로 차량의 Rolling resistance를 줄이기 위한 가장 중요한 기술은 Low Rolling Resistance Tire이다 (LRRT).

차량의 Rolling resistance 손실을 줄이는데 도움이 되는 두 번째 방법은 적절한 타이어 관리에서도 특히 타이어 압력에 있다. 최근 이 분야에서 가장 중요한 기술은 Tire Pressure Monitoring System (TPMS) 이다. 타이어 압력 감지 시스템은 타이어의 압력을 감지하고 타이어가 추가 공기압을 필요로 할 때 운전자에게 알린다. TPMS가 CO_2 저감에 중요한 이점을 지닐 수 있음을 설명한 것을 통해 알 수 있듯이 이것들도 LRRT와 함께 연구되어진다. 타이어압력은 타이어의

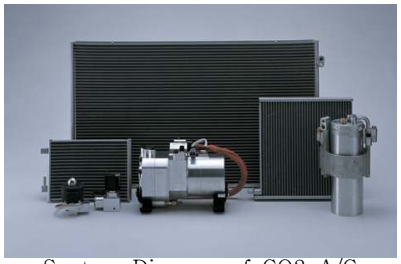
Rolling resistance에 영향을 미치는 가장 중요한 인자가 될 수 있다. 최적의 타이어 공기압을 유지하는 것이 연비와 타이어 성능에 모두 해당되는 기본사항이다. 공기압이 빠진 타이어는 연비를 4%나 증가하고 타이어 수명도 45%까지 떨어뜨린다. TPMS는 타이어압력을 감지하고 운전자에게 타이어가 공기를 채울 때가 되면 이를 알리는 시스템이다. TPMS는 안전상의 이유로 타이어가 펑크가 났을 때도 경보를 울린다. 간접 TPMS 방식은 타이어의 회전수를 측정하기 위해 ESP로부터 나온 데이터와 ABS 휠 속도 센서를 사용한다. TPMS는 타이어가 원래의 공기양을 유지하여 일정 Rolling resistance를 유지하는데 도움을 주고 연료 절감에 도움을 준다. 타이어산업은 엔진종류와 배기량에 관계없이 Low resistance tire를 사용해 이산화탄소 배출량을 3~4%까지 저감할 수 있는 수준에 올라와 있다. Low rolling resistance 타이어의 사용은 실제도로 주행에서 더 높은 3%의 값이 나왔으며 연료 소비율이 2% 정도 저감되었다.

② 에어컨 시스템

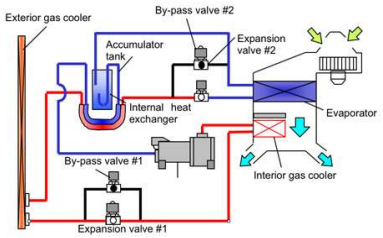
최근 에어컨에 적용되는 냉매는 불화탄소계통에서 오존층에 미치는 영향이 적은 대체냉매의 개발에 관한 연구를 활발히 진행하고 있으며 그 대안으로 무해성, 무독성, 화학적으로 안정적인 이산화탄소 냉매를 사용하는 추세이다. 이산화탄소 냉매를 이용한 이산화탄소 냉동시스템은 1993년 노르웨이의 Lorentzen 에 의해 본격적으로 연구되기 시작했다. 일반적으로 냉매는 열역학적인 물성치가 우수해야 하며 비가연성, 비독성 및 화학적으로 안정한 특성을 갖추어야 한다. 대체냉매로 선정되기 위해서는 위의 조건들을 만족해야 함은 물론이고 오존층 파괴지수(ODP)와 지구온난화지수 (GWP)가 거의 0에 가까워서 환경친화성이 높아야 한다. 이산화탄소는 비등온도와 임계온도가 다른 냉매

들에 비해 낮다. 특히 임계온도는 냉방기 설계 외기 조건인 35℃보다도 낮아 초월임계 사이클이 되지만, 단위 용적 당 냉각능력은 다른 냉매보다 다섯 배 이상 큰 특성을 가지고 있다.

<그림-3>은 CO2를 냉매제로 연료전지 하이브리드차에 사용하는 Denso 사의 이산화탄소를 냉매로 사용하는 에어컨 시스템을 나타낸 것이다. 이 장치는 2002년에 세계 최초로 상용차에 사용되었으며 HFC-134a 냉매제를 사용하는 차량에 비해 높은 흡입 압력, 낮은 흡입 손실효과를 지니고 있으며, 또한 열펌프 성능도 우수하다. 유럽의 경우 2012년까지는 R134를 사용하는 에어컨 사용이 금지될 전망이고 일본의 경우에도 에어컨 냉매의 전량 recycle을 위하여 지속적인 개선 법안이 실시되고 있다. 특히 일본은 End of Life Vehicle Recycling (ELV) 법안에 따라 2007 회계년도의 불화탄소냉매를 회수한 차량의 대수가 약 240만대로 에어컨 냉매에 의한 온실가스 저감을 추진하고 있다.



System Diagram of CO2 A/C



FCHV CO2 A/C Diagram

<그림-3> 일본 Denso社의 연료전지 하이브리드카의 CO2 냉매에어컨

③ 마찰저감 및 경량화

엔진의 마찰손실은 연비와 밀접한 관계가 있다. 특히 밸브트레인 및 구동계의 마찰손실개선을 위해서는 엔진 단체의

개선만으로는 한계가 있으며 저마찰 엔진오일 및 가공기술의 개선, 기구학적인 공학기술의 설계 최적화가 필요하다. 이를 위해 최근 출시되는 엔진들은 피스턴과 실린더 라이너의 마찰손실을 줄이기 위한 가공기술과 신소재 재질을 코팅하는 기술을 접목시키고 있다. 특히 밸브트레인의 마찰손실을 줄이기 위해서는 캠프로파일의 형상뿐만이 아니라 베어링부를 섭동할 수 있는 기구를 채용하거나 밸브섭동의 리테이너의 일체화를 시도하여 밸브스프링 및 구동저항을 개선한 사양도 많이 출시되고 있다.

엔진에서의 경량화가능 부품으로는 흡기매니폴드의 수지화, 배기매니폴드의 재질을 기존의 주철계열에서 스테인레스 계통으로 설계하는 방식을 들 수 있다. 또한 알루미늄 실린더 블럭의 채용과 엔진 단체의 크기를 축소하는 방안 등도 한 예이다

④ 공회전 제한장치 부착

공회전 제한장치는 일정시간 주·정차 시, 엔진을 자동으로 정지시키고 출발 시, 변속기 조작 등 간단한 조작을 통해 엔진을 재시동시키는 장치를 말하며, 공회전 제한장치를 부착할 경우, 미세먼지·NOx의 경우 27%, CO_2 최대 7.3% 저감효과와 연료비는 최대 7.8% 절약 효과가 나타나는 것으로 알려져 있다.

3. 건축물	IPCC 분류체계
	-

1. 배출시설의 종류

건축물이란 건축법 제2조에 따라 토지에 정착하는 공작물 중 지붕과 기둥 또는 벽이 있는 것과 이에 딸린 시설물, 지하나 고가(高架)의 공작물에 설치하는 사무소, 공연장, 점포, 차고, 창고 등을 말한다. 건축물에서는 조명, 냉·난방등을 목적으로 전기, 스팀 및 화석연료 등의 에너지를 소비함에 따라 이산화탄소 등의 온실가스가 직·간접적으로 발생하게 된다.

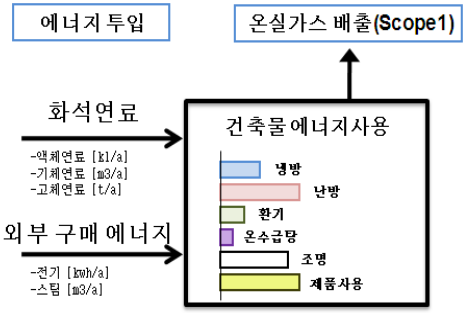
건축법에서는 건축물의 종류를 유사한 구조, 이용 목적 및 형태별로 묶어 28개로 분류하고 있으나, 건축물의 벤치마크 계수 개발은 건축물의 용도 분류를 기본으로 다음과 같이 구분하였다. 이 때 주거용 건물(단독주택, 공동 주택 등)은 관리업체 대상에서 제외하였다.

- 사무소
- 정보통신
- 상업
- 교육
- 문화
- 주차장
- 사무소(관공서의 청사)
- 방송국
- 숙박
- 의료
- 물류
- 공장 등 기타

2. 건축물의 벤치마크 계수 적용방법

1 에너지수지 개요

건축물에는 화석연료 사용 또는 외부에서 공급된 에너지(전기·열 등) 사용에 따라 온실가스의 직접배출(Scope 1)과 간접배출(Scope 2)이 발생한다. 건축물의 에너지소비 유형으로는 냉방, 난방, 환기, 온수급탕, 조명, 제품(사무기기 등) 사용 등으로 구분할 수 있다.



2 건축물의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{건축물에서의 온실가스 배출량}(kgCO_2eq)}{\text{건축물의 연면적}(m^2)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 직접 배출(Scope1)과 간접 배출(Scope 2)이 모두 포함한다. 건축물의 최적에너지효율(BAT)에 따른 벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)는 <표-8>과 같이 건축물의 용도, 신축건축물여부 및 건축년수에 따라 각각 구분하여 개발할 수 있다.

<표-8> 건축물 용도, 건축연도에 따른 벤치마크 계수

건축물 용도구분	건축연도에 따른 벤치마크 계수(kgCO2/m2·년)		
	'11년 이후	'01~10년	~'00년
1. 사무소			
2. 사무소(관공서의 청사)			
3. 정보통신			
4. 방송국			
5. 상업			
6. 숙박			
7. 교육			
8. 의료			
9. 문화			
10. 물류			
11. 주차장			
12. 공장 등 기타			

주) 건축법상의 건축물 용도에 따른 벤치마크 계수의 용도 구분

건축법상 용도 구분(시행령 별표 1)		벤치마크 계수의 용도구분
대분류	소분류	
1. 단독주택	가. 단독주택 나. 다중주택 다. 다가구주택	대상에서 제외
	라. 공관(公館)	대상에서 제외
2. 공동주택	가. 아파트 나. 연립주택 다. 다세대주택	대상에서 제외
	라. 기숙사	대상에서 제외
3. 제1종 근린생활시설	가. 수퍼마켓과 일용품 소매점 나. 휴게음식점, 제과점 다. 이용원, 미용원, 목욕장, 세탁소	상업
4. 제2종 근린생활시설	가. 일반음식점, 기원 나. 1종 근린생활시설에 포함되지 않는 휴게음식점, 제과점 다. 1종 근린생활시설에 포함되지 않는 서점	상업
	라. 테니스장, 체력단련장, 에어로빅장, 볼링장, 당구장, 실내낚시터, 골프연습장, 물놀이형 시설 등 마. 공연장, 종교집회장	문화
	바. 금융업소, 사무소, 부동산중개사무소, 결혼상담소 등 소개업소, 출판사 등 사. 제조업소, 수리점, 세탁소 등 아. 청소년게임제공업의 시설, 복합유통게임제공업의 시설 자. 사진관, 표구점, 학원, 직업훈련소, 장의사, 동물병원, 독서실, 총포판매사 등 차. 단란주점 카. 의약품 판매소, 의료기기 판매소, 자동차영업소	상업
	타. 안마시술소, 노래연습장	문화
	파. 공공도서관, 일반도서관, 어린이도서관, 독서실, 기원	문화
	하. 마을회관, 마을공동작업소, 마을공동구판장 등	공장 등 기타
	거. 변전소, 양수장, 정수장, 대피소, 공중화장실 등	공장 등 기타
	너. 지역아동센터	숙박
	더. 가스배관시설	공장 등 기타
	러. 노인복지시설(노인요양원, 노인요양공동생활가정, 노인전문병원, 주야간보호, 단기보호, 학대피해노인 전용쉼터)	의료
	머. 자원봉사센터, 정신요양시설, 정신재활시설, 정신요양공동생활가정, 정신재활공동생활가정, 장애인 거주시설, 장애인 공동생활가정, 장애인 보호작업장, 사회복지관, 부랑인·노숙인 시설, 부랑인·노숙인 공동생활가정, 결핵환자 또는 한센인 요양시설, 노숙인 재활시설, 노숙인 요양시설, 정신질환자 사회복귀시설, 성매매피해자 등을 위한 지원시설, 가정폭력피해자 보호시설, 성폭력피해자보호시설, 장애인 복지시설(장애인 거주시설, 장애인 공동생활가정, 장애인 보호작업장, 장애인 재활시설 및 장애인 직업재활시설을 말한다), 정신건강증진시설, 아동복지시설, 노숙인 등 복지시설(노숙인 재활시설, 노숙인 요양시설 및 노숙인 등 복지단체를 말한다), 가정폭력피해자 보호시설, 성폭력피해자 보호시설, 성매매피해자 등을 위한 지원시설, 입소자 수련시설, 보호관찰소, 갱생보호시설, 사회복귀시설 및 범죄피해자 보호시설	의료
	버. 유스호스텔	숙박
	서. 제1종 근린생활시설에 해당하는 시설로서 지역주민의 생활편의를 위하여 필요한 시설	상업
	어. 제2종 근린생활시설에 해당하는 시설로서 지역주민의 생활편의를 위하여 필요한 시설	상업
	저. 다중생활시설	숙박
	처. 장례식장	의료
	커. 동물 전용 장례식장	의료
	터. 동물 미용실	상업
	퍼. 동물 위탁관리시설	상업
	허. 고시원	숙박
5. 문화 및 집회시설	가. 공연장	문화
	나. 집회장(예식장, 회의장, 전시장 등)	문화
	다. 관람장	문화
	라. 전시장	문화
	마. 동·식물원	문화
6. 종교시설	가. 종교집회장	문화
	나. 종교집회장에 설치하는 봉안당	문화
7. 판매시설	가. 도매시장	상업
	나. 소매시장	상업
	다. 상점	상업
8. 운수시설	가. 여객자동차터미널	상업
	나. 철도시설	상업
	다. 공항시설	상업
	라. 항만시설	상업
9. 의료시설	가. 병원	의료
	나. 격리병원	의료
10. 교육연구시설	가. 학교	문화
	나. 교육원	문화
	다. 직업훈련소	문화
	라. 학원	문화
	마. 연구소	문화
	바. 도서관	문화
11. 노유자시설	가. 아동관련시설	의료
	나. 노인복지시설	의료
	다. 사회복지시설 및 근로복지시설	의료
12. 수련시설	가. 생활권 수련시설	문화
	나. 자연권 수련시설	문화
13. 운동시설	가. 탁구장 및 체육도장	문화
	나. 테니스장	문화
	다. 체력단련장	문화
	라. 에어로빅장	문화
	마. 볼링장	문화
	바. 당구장	문화
	사. 실내낚시터	문화
	아. 골프연습장	문화
	자. 물놀이형 시설	문화
	차. 체육관	문화
	카. 운동장	문화
14. 업무시설	가. 공공업무시설	사무소(관공서의 청사)
	나. 일반업무시설	사무소(관공서의 청사)
	다. 오피스텔	사무소(관공서의 청사)
15. 숙박시설	가. 일반숙박시설 및 생활숙박시설	숙박
	나. 관광숙박시설	숙박
	다. 고시원	숙박
	라. 휴양콘도미니엄	숙박
16. 위락시설	가. 단란주점	상업
	나. 유흥주점	상업
	다. 유원시설업의 시설	상업
	라. 무도장 및 무도학원	상업
	마. 카지노영업소	상업
17. 공장	가. 물품의 제조·가공(염색·도장·표백·재봉·건조·인쇄 등을 포함한다)	공장 등 기타
	나. 위험물 저장 및 처리 시설	공장 등 기타
	다. 자동차 관련 시설	공장 등 기타
	라. 자원순환 관련 시설	공장 등 기타
	마. 묘지 관련 시설	공장 등 기타
	바. 장례시설	공장 등 기타
	사. 동물 전용 장례시설	공장 등 기타
	아. 동물 화장시설	공장 등 기타
	자. 동물 건조장	공장 등 기타
18. 창고시설	가. 창고(물품저장시설로서 냉장·냉동창고를 포함한다)	상업
	나. 하역장	상업
	다. 물류터미널	상업
	라. 집배송시설	상업
19. 위험물 저장 및 처리시설	가. 주유소(석유판매소를 포함한다)	상업
	나. 액화석유가스 충전소·판매소·저장소(기화장치를 설치하여 가스를 공급하는 시설을 포함한다)	상업
	다. 위험물 제조소·저장소·취급소	상업
	라. 액화가스 취급소·판매소	상업
	마. 유독물 보관·저장·판매시설	상업
	바. 고압가스 충전소·판매소·저장소	상업
	사. 도료류 판매소	상업
	아. 도시가스 제조시설	상업
	자. 화약류 저장소	상업
20. 자원순환 관련 시설	가. 하수 등 처리시설	공장 등 기타
	나. 고물상	공장 등 기타
	다. 폐기물재활용시설	공장 등 기타
	라. 폐기물처분시설	공장 등 기타
	마. 폐기물감량화시설	공장 등 기타
21. 묘지 관련 시설	가. 화장시설	공장 등 기타
	나. 봉안당(종교시설에 설치하는 봉안당은 제외한다)	공장 등 기타
	다. 묘지와 자연장지에 부수되는 건축물	공장 등 기타
22. 관광휴게시설	가. 야외음악당	문화
	나. 야외극장	문화
	다. 어린이회관	문화
	라. 관망탑	문화
	마. 휴게소	문화
	바. 공원·유원지 또는 관광지에 부수되는 시설	문화
23. 장례식장	가. 장례식장	의료
	나. 동물 전용 장례식장	의료
24. 동물 관련 시설	가. 동물 미용실	상업
	나. 동물 위탁관리시설	상업
	다. 동물 전시시설	문화
	라. 동물 판매시설	상업
	마. 동물 운동시설	문화
	바. 동물 교육시설	문화
	사. 동물 병원	의료
	아. 동물 보호시설	의료
	자. 동물 실험시설	의료
	차. 동물 도축장	공장 등 기타
	카. 동물 도계장	공장 등 기타
25. 자동차 관련 시설	가. 주차장	주차장
	나. 세차장	상업
	다. 폐차장	공장 등 기타
	라. 검사장	상업
	마. 매매장	상업
	바. 정비공장	공장 등 기타
	사. 운전학원 및 정비학원	문화
	아. 차고 및 주기장	주차장
26. 자원순환 관련 시설	가. 하수 등 처리시설	공장 등 기타
	나. 고물상	공장 등 기타
	다. 폐기물재활용시설	공장 등 기타
	라. 폐기물처분시설	공장 등 기타
	마. 폐기물감량화시설	공장 등 기타
27. 교정 및 군사시설	가. 교정시설	문화
	나. 국방·군사시설	문화
28. 방송통신시설	가. 방송국(방송프로그램 제작시설 및 송신·중계시설을 포함한다)	방송국
	나. 전신전화국	방송국
	다. 촬영소	방송국
	라. 통신용 시설	방송국
29. 발전시설	가. 발전소(집단에너지 공급시설을 제외한다)	공장 등 기타
30. 묘지 관련 시설	가. 화장시설	공장 등 기타
	나. 봉안당(종교시설에 설치하는 봉안당은 제외한다)	공장 등 기타
	다. 묘지와 자연장지에 부수되는 건축물	공장 등 기타
31. 관광휴게시설	가. 야외음악당	문화
	나. 야외극장	문화
	다. 어린이회관	문화
	라. 관망탑	문화
	마. 휴게소	문화
	바. 공원·유원지 또는 관광지에 부수되는 시설	문화
32. 장례식장	가. 장례식장	의료
	나. 동물 전용 장례식장	의료
33. 동물 관련 시설	가. 동물 미용실	상업
	나. 동물 위탁관리시설	상업
	다. 동물 전시시설	문화
	라. 동물 판매시설	상업
	마. 동물 운동시설	문화
	바. 동물 교육시설	문화
	사. 동물 병원	의료
	아. 동물 보호시설	의료
	자. 동물 실험시설	의료
	차. 동물 도축장	공장 등 기타
	카. 동물 도계장	공장 등 기타
34. 자동차 관련 시설	가. 주차장	주차장
	나. 세차장	상업
	다. 폐차장	공장 등 기타
	라. 검사장	상업
	마. 매매장	상업
	바. 정비공장	공장 등 기타
	사. 운전학원 및 정비학원	문화
	아. 차고 및 주기장	주차장

건축법상 용도 구분(시행령 별표 1)		벤치마크 계수의 용도구분
대분류	소분류	
	타. 안마시술소, 노래연습장	
	파. 고시원	숙박
5. 문화 및 집회시설	가. 2종 근린생활시설에 포함되지 않는 공연장 나. 2종 근린생활시설에 포함되지 않는 집회장 다. 관람장 라. 전시장 마. 동·식물원	문화
6. 종교시설	가. 2종 근린생활시설에 포함되지 않는 종교집회장 나. 2종 근린생활시설에 포함되지 않는 종교집회장의 봉안당	문화
7. 판매시설	가. 도매시장 나. 소매시장 다. 상점	상업
8. 운수시설	가. 여객자동차터미널 나. 철도시설 다. 공항시설 라. 항만시설	공장 등 기타
9. 의료시설	가. 병원 나. 격리병원	의료
10. 교육연구시설 (제2종 근린생활시설 해당 시설 제외)	가. 학교 나. 교육원 다. 직업훈련소	교육
	라. 학원(자동차 및 무도학원 제외)	상업
	마. 연구소	공장 등 기타
	바. 도서관	문화
11. 노유자 시설	가. 아동 관련 시설 나. 노인복지시설 다. 그 외 사회복지시설 및 근로복지시설	숙박
12. 수련시설	가. 생활권 수련시설	문화

건축법상 용도 구분(시행령 별표 1)		벤치마크 계수의 용도구분
대분류	소분류	
	나. 자연권 수련시설	
	다. 유스호스텔	숙박
13. 운동시설	가. 제1종 및 제2종 근린생활시설에 해당하지 않는 탁구장, 체육도장, 테니스장, 체력단련장, 에어로빅장, 볼링장, 당구장, 실내낚시터, 골프연습장, 물놀이형 시설 등 나. 체육관 다. 운동장	문화
14. 업무시설	가. 제1종 근린생활시설에 해당하지 않는 공공업무시설	사무소(관공서의 청사)
	나. 제2종 근린생활시설에 해당하지 않는 일반업무시설	사무소
15. 숙박시설	가. 일반숙박시설 나. 관광숙박시설 다. 고시원 등	숙박
16. 위락시설	가. 제2종 근린생활시설에 해당하지 않는 단란주점 나. 유흥주점 등 다. 유원시설업의 시설 마. 무도장, 무도학원 바. 카지노영업소	상업
17. 공장	물품의 제조·가공 또는 수리에 이용되는 건축물로서 따로 분류되지 아니한 것	공장 등 기타
18. 창고시설	가. 창고 나. 하역장 다. 물류터미널 라. 집배송 시설	물류
19. 위험물저장 및 처리시설	가. 주유소 및 석유판매소 나. 액화석유가스 충전소·판매소·저장소 다. 위험물 제조소·저장소·취급소	공장 등 기타

건축법상 용도 구분(시행령 별표 1)		벤치마크 계수의 용도구분
대분류	소분류	
	라. 액화가스 취급소·판매소 마. 유독물 보관·저장·판매시설 바. 고압가스 충전소·판매소·저장소 사. 도료류 판매소 아. 도시가스 제조시설 자, 화약류 저장소 등	
20. 자동차관련시설	가. 주차장	주차장
	나. 세차장 다. 폐차장 라. 검사장 마. 매매장 바. 정비공장	공장 등 기타
	사. 운전학원 및 정비학원	교육
	아. 차고 및 주기장	주차장
21. 동물 및 식물관련 시설	가. 축사 나. 가축시설 다. 도축장 라. 도계장 마. 작물 재배사 바. 종묘 배양시설 사. 화초 침 분재 등의 온실 등	공장 등 기타
22. 분뇨 및 쓰레기처리시설	가. 분뇨처리시설 나. 고물상 다. 폐기물처리시설 및 폐기물감량화시설	공장 등 기타
23. 교정 및 군사시설	가. 교정시설 나. 보호관찰소, 갱생보호소 등 다. 소년원 및 소년분류심사원	사무소(관공서의 청사)
	라. 국방·군사시설	대상에서 제외
24. 방송통신시설	가. 방송국	방송국
	나. 전신전화국	정보통신
	다. 촬영소	방송국
	라. 통신용 시설 등	정보통신

건축법상 용도 구분(시행령 별표 1)		벤치마크 계수의 용도구분
대분류	소분류	
25. 발전시설	제1종 근린생활시설에 해당하지 않는 발전소로 사용되는 건축물	공장 등 기타
26. 묘지관련시설	가. 화장시설 나. 봉안당 다. 묘지와 자연장지에 부수되는 건축물	문화
27. 관광휴게시설	가. 야외음악당 나. 야외극장 다. 어린이회관 라. 관망탑 마. 휴게소 바. 공원·유원지 또는 부수시설	문화
28. 장례식장	의료시설의 부수시설에 해당하는 것은 제외한 장례식장	문화

3. 최적가용기술(BAT) 적용시 고려사항

건축물의 온실가스 감축을 위한 최적가용기술(BAT)은 다음 각 목의 규정을 참조한다.

(가) 「건축물 에너지 효율 등급 인증규정」(국토해양부 고시)

(나) 「친환경건축물 인증기준」(국토해양부·환경부 고시)

(다) 「건축물의 에너지절약 설계기준」(국토해양부 고시)

4. 외부로부터 공급된 전기·열 사용

IPCC 분류체계
-

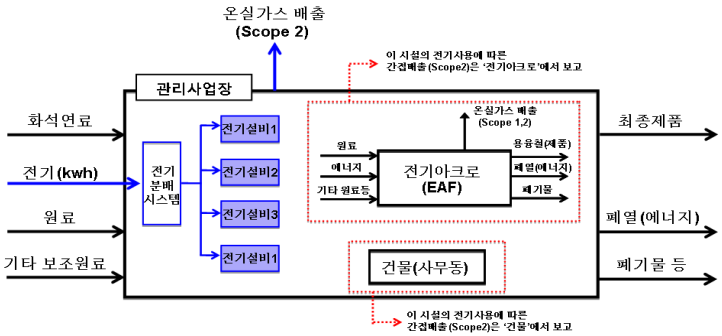
1. 배출시설의 종류 및 고려사항

모든 사업장에서는 제품 생산 공정 또는 이와 관련된 각종 장치 및 설비(unit) 등을 가동하기 위하여 전기 또는 열 에너지를 사용하고 있으며, 이에 따라 온실가스 간접배출이 발생한다. 사업장에서 외부로부터 공급된 전기·열을 사용하는 설비는 기계설비, 조명설비, 환기설비, 냉·난방 설비 등 그 종류가 매우 다양하다. 따라서 여기에서 세부적인 개별 설비의 리스트를 제시하지 않는다.

보고 수준과 관련하여, 이 지침의 다른 배출활동에서 규정하는 온실가스 배출시설(예시, 코크스로, 전기아크로, 질산 제조공정 등)에 대해서는 외부로부터 공급된 전기 및 열 사용에 따른 온실가스 간접배출도 해당 배출시설의 배출량에 포함하여 보고하여야 한다. 이를 제외한 장치·설비(unit) 등의 외부 전기·열 사용에 따른 온실가스 간접배출은 사업장 단위로 보고할 수 있다.

2. 전기사용에 따른 에너지수지 자료

1 에너지수지 개요



2 에너지 수지표

상기 그림의 전기아크로, 건물 등과 같이 다른 배출활동에서 규정하는 배출시설의 화석연료 사용량, 원료투입량, 전기사용량 등의 활동자료와 온실가스 배출은 해당 배출시설에서 산정·보고하여 목표관리를 실시한다. 여기에서는 이와 같은 배출시설 등을 제외한 기타 외부에서 공급된 전기 또는 열 사용에 따른 활동자료 및 온실가스 간접배출량에 대해서 에너지수지를 작성한다.

<표-9> 관리 사업장에 대한 에너지수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품생산**		
원료명	kg/t product		각 제품	kg/t product	1000.0
에너지			**온실가스배출(Scope 2)**		
전기사용	MJ/t product		CO_2	tCO_2eq /t product	
열 사용	MJ/t product				
에너지합계	MJ/t product	1.0			
기타원료 등			기타부산물		
압축공기	m3/t product		먼지	kg/t product	
용수	m3/t product		폐기물	kg/t product	
환원제 등	kg/t product		폐수 등	kg/t product	

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

① 관리업체의 생산활동 또는 배출활동이 제품생산량과 상관관계가 더욱 큰 경우

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{관리사업장의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{관리사업장의주요생산제품}(t\,product)}$$

② 관리업체의 생산활동 또는 배출활동이 원료사용량과 상관관계가 더욱 큰 경우

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{관리사업장의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{관리사업장의 주요투입원료}(t\,raw\,material)}$$

상기 온실가스 간접배출과 관련한 최적가용기술(BAT)을 적용한 벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)는 <표-10>과 같이 업종별로 구분하여 개발할 수 있으며, 벤치마크 계수의 종류도 해당 사업장의 주요 생산제품 또는 제품의 주 원료의 종류에 따라 개발할 수 있다. 벤치마크 계수 개발시 환경부 장관이 필요하다고 인정될 경우에는 더욱 세분화된 업종 분류, 계수의 종류를 달리하여 개발할 수 있다.

<표-10> 온실가스 간접배출의 업종 분류 및 벤치마크 계수 분류 체계

업종 분류	활동자료 종류	활동자료 내용	벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)	
			단위	값(value)
가공공작기계 제조업	제품	주강(품)	tCO2/천ton	
가구 제조업	제품	책상, 상판류	tCO2/천개	
	원료	중밀도 섬유판(MDF), 합판	tCO2/천매	
고기, 과실 채소 및 유지가공업	제품	대두유, 대두박, 참기름	tCO2/천ton	
	원료	옥수수, 대두박	tCO2/천ton	
고무제품 가공업	제품	에어호스	tCO2/천HP	
곡물 가공품, 전분 및 사료 제조업	제품	전분, 쌀, 가공전분, 전분당류	tCO2/천ton	
	원료	벼, 옥수수, 소맥	tCO2/천ton	
골판지, 종이용기 및 기타 종이제품 제조업	원료	원지	tCO2/ton	
구조용 종이제품, 탱크 및 증기발생기 제조업	원료	쇼트볼	tCO2/ton	
금속 주조업	원료	주물사, 고철	tCO2/천ton	
	제품	기계주철, 주물제품, 자동차 엔진부품, 주물	tCO2/ton	

업종 분류	활동자료 종류	활동자료 내용	벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)	
			단위	값(value)
기초화합물 제조업	원료	실리케이트	tCO2/ton	
	제품	가성소다, 차아염소산나트륨	tCO2/천ton	
기타 비금속 광물제품 제조업	원료	시멘트(전주+흄관)	tCO2/천ton	
	제품	콘크리트파일, 석고시멘트판	tCO2/천ton	
기타 식품제조업	원료	간장원액	tCO2/kl	
	제품	설탕	tCO2/천ton	
기타 전기장비 제조업	제품	하우징	tCO2/만개	
기타제품 제조업	원료	목재	tCO2/m^3	
기타 화학제품 제조업	원료	수지, 첨가제, 안료	tCO2/ton	
	제품	합성수지(제품)	tCO2/천ton	
나무, 코르크 및 조물제품 제조업	원료	중밀도섬유판(MDF), 합판	tCO2/m^3	
	제품	파티클보드, 중밀도섬유판(MDF), 합판,	tCO2/m^3	
반도체 및 기타 전자 부품제조업	원료	안료/염료, 페라이트 코아 분말	tCO2/ton	
섬유염색 및 가공업	원료	염료, 염색조제	tCO2/ton	
	제품	화섬원단(직물원단), 가공된 원단	tCO2/천매	
시멘트,석회,플라스터 및 그 제품 제조업	원료	모래자갈 등	tCO2/천ton	
안경, 사진기 및 기타 광확기기 제조업	제품	광섬유	tCO2/천km	
유리 및 유리제품 제조업	원료	규사	tCO2/천ton	
자동차부품 제조업	원료	단조품, 금형, 알루미늄	tCO2/천ton	
	제품	피스톤	tCO2/천개	
제1차 철강산업	원료	스크랩	tCO2/ton	
	제품	주강	tCO2/ton	
제1차 비철금속 산업	원료	니켈, 인청동스크랩	tCO2/ton	
	제품	황동 코일	tCO2/천ton	
제재 및 목재 가공업	원료	파티클보드(PB), 고밀도 섬유판(HDF), 에지	tCO2/천ton	
	제품	거실장	tCO2/set	

3. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

여기에서는 주로 전기사용 측면에서 최적가용기술(BAT) 도출시 고려사항을 제시하며, 에너지효율(열 사용 포함), 연소효율의 개선에 관한

사항은 고정연소시설의 최적가용기술(BAT) 고려사항을 참조한다.

1 전기모터

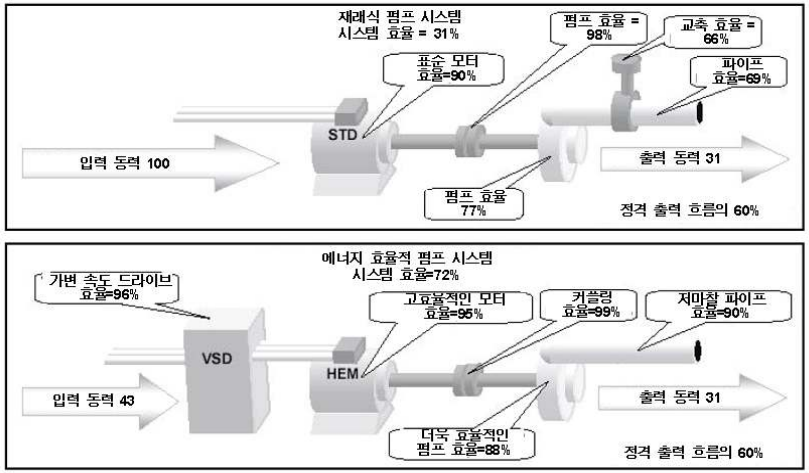
① 전기모터 구동 서브 기기

모터 구동 서브 시스템의 에너지 효율은 (운영)공정의 수요 및 구동되는 기계의 가동 방식을 살펴봄으로써 평가할 수 있다. 이는 시스템 접근법으로 최대 에너지 효율 이득을 발생시킨다. 시스템 접근법을 통한 절감은 개별 구성 요소를 고려했을 때 획득할 수 있으며 30% 이상이 될 수 있다. 전기모터 구동 서브 시스템은 전력을 역학적 동력으로 전환한다. 대다수 산업 현장에서 적용될 때는 기계에 회전력으로 전달된다. 전기모터는 펌프, 팬, 압축기, 믹서, 컨베이어, 디바킹 드럼, 그라인더, 톱, 압출성형기, 원심분리기, 프레스, 압연기 등 대부분의 산업 기계의 원동기다.

전기모터는 유럽의 경우 산업계에서 전력의 약 68%를 소비하며, 서비스 부문 전기소비의 1/3을 차지하는 주요 에너지 소비원이다. 전기 모터 구동 서브 시스템은 일련의 구성 요소로서 구성 내용은 다음과 같다.

- 동력 공급 장치
- 제어 장치(예: AC 드라이브, 아래 전기모터 참조)
- 전기모터, 일반적으로는 유도 전동기
- 기계적 전동 커플링
- 구동되는 기계(예: 원심 펌프)

에너지 효율이 높은 재래식 펌프 시스템의 설계가 <그림-4>에 제시되어 있다.



<그림-4> 에너지효율이 높은 재래식 펌프 시스템의 설계

㉠ 구동기계

부하 기계라고도 부르는 이 구동 기계는 산업 설비의 궁극적 목적과 관련된 부가가치 작업을 수행한다. 수행된 작업은 다음과 같은 이유로 두 개의 주요 범주로 분류할 수 있다. 구동 기계는 압력 변경(예: 압축, 펌핑) 등 특성을 바꾸고 물리적 형상(예: 분쇄, 신선, 금속 압연)을 변경한다. 물질/물체를 이동 또는 운송한다(예: 컨베이어, 크레인, 호이스트, 윈치).

모터 시스템의 전기 소비는 다음과 같은 여러 요인의 영향을 받는다.

- 모터 효율
- 적절한 크기
- 모터 제어: 작동/멈춤 및 속도 조절
- 공급 전력의 품질
- 기계적 전송 시스템

•유지 보수 관행

•최종 사용 기기의 효율성

절감 가능성을 실제 편익으로 전환하려면 사용자는 모터에 앞서 모터의 서브 시스템이 장착되어 있는 전체 시스템을 최적화해야 한다

㉡ 기계적 전동장치

기계적 전동장치는 구동되는 기계 및 모터를 기계적으로 연결한다. 이는 단순하지만 견고한 결합으로서 기계의 축단, 모터, 변속장치, 체인 또는 벨트 드라이브, 유압 커플링 등을 연결한다. 이러한 유형의 연결은 구동 시스템의 추가 동력 손실을 발생시킨다.

㉢ 전기모터

전기모터는 DC모터(직류)와 AC모터(교류) 두 개 그룹으로 분류할 수 있다. 두 개 유형 모두 산업에서 사용되지만 과거 수십 년간의 기술 발전 경향은 AC모터 쪽으로 크게 기울고 있다.

AC모터의 강점은 다음과 같다.

•견고하고 설계가 단순하며, 유지 보수가 거의 필요 없다.

•효율성이 높다(특히 고출력 모터의 경우).

•가격이 비교적 저렴하다.

AC유도전동기는 이러한 장점 때문에 널리 사용되지만 한 가지 회전 속도로만 작동한다. 부하가 불안정하면 속도를 변경해야 하며 모터 앞에 드라이브를 설치해서 속도를 변경하면 에너지 효율이 가장 높다.

DC 모터의 강점은 전통적으로 속도의 전기적 제어가 용이하다는 데 있었다. 또한 시동 토크가 높으며, 이러한 강점은 일부 적용 분야에서

유리하게 작용한다. 그러나 전력전자 구성품 및 제어 알고리즘의 빠른 발전은 AC기술의 위상을 크게 높여 이제는 AC에 대한 DC기술의 우월성이 사라졌다. 현대식 AC모터 및 드라이브는 많은 점에서 DC모터 및 드라이브를 능가하고 있다. 다르게 말하면, 제지기계 와인더의 속도 및 토크 제어와 같은 가장 엄격한 요건을 요구하는 적용 분야에서도 이제는 AC모터 및 드라이브를 사용할 수 있게 되었다.

㉣ 제어장치

모터 제어 장치는 전기모터의 출력(속도 및 토크)을 조절할 수 있다. AC드라이브의 작동 원리는 송전선망 전력의 주파수를 모터용 다른 주파수로 전환하여 모터의 회전 속도를 줄인다. AC모터의 제어 장치는 산업 현장의 실제 사용자들은 '모터 인버터' 또는 간단히 '인버터'라 부른다. (그 밖에 주파수 변환기', '가변 속도 드라이브'(VSD), '조정 가능 주파수 드라이브'(AFD) 등으로 부를 수 있다.)

모터 구동 시스템은 EU 산업 에너지의 약 65%를 소비한다. 조사결과를 보면 AC드라이브를 사용하는 EU 15개국 산업의 에너지 절감 가능성은 연간 43 TWh/yr이며, 전기모터 자체의 효율 개선을 통한 절감은 연간 15 TWh/yr이다.

모터 구동 시스템의 에너지 효율 개념에 접근하는 방법은 두 가지가 있다. 하나는 개별 구성 요소 및 이들의 효율을 확인하고 고효율 장치만 채택하는 방법이다. 다른 하나는 시스템 접근법으로서 전체 시스템의 절감은 보다 현저히 높다.

② 에너지효율적인 모터(EEM)

에너지 효율적인 모터(EEM) 및 고효율 모터(HEM)는 보다 높은 에너지

효율을 제공한다. 추가로 소요되는 최초 구입비용은 20kW를 상회하는 모터의 경우 20%-30%, 15kW 미만의 모터는 50%-100% 높으나 에너지 절감 범주에 따라 차이가 있다(범주 별로 강철 및 구리 추가 사용량이 다름). 그러나 1kW-15kW 모터의 경우 2%-9%의 에너지를 절감할 수 있다.

감소된 에너지손실로 모터의 온도 상승폭이 낮아지므로 모터 권선 절연 및 베어링의 수명은 증가한다. 따라서 다수의 경우에 다음과 같은 혜택을 얻을 수 있다.

- 비가동 시간 및 유지 보수비용이 감소한다.
- 열응력에 대한 내성이 증가한다.
- 과부하 조건 처리 능력이 개선된다.
- 비정상 작동 조건에 대한 저항과 저전압, 과전압, 상불평형, 비정상적 전압파형 및 전류파형(예: 고조파)이 개선된다.
- 역률이 향상된다.

③ 적정 모터 크기

전기모터는 실제 가동에 필요한 부하보다 큰 용량을 사용하는 경우가 많다. 모터가 전부하 상태에서 가동되는 경우는 거의 없다. 유럽연합에서 실시한 현장 조사 결과를 보면 모터는 정격 부하의 평균 60%선에서 가동되고 있음을 알 수 있다.

모터는 전부하의 60%-100% 사이에서 최대 효율을 달성할 수 있다. 유도전동기 효율은 일반적으로 전부하의 75% 인근에서 정점에 도달하며 50% 부하점에 이르기까지는 비교적 균일하다. 전부하의 40% 미만에서 전기모터는 적정 가동 상태에 이를 수 없으며 효율은 급격히 떨어진다. 용량이 큰 모터의 경우 정격 부하의 30% 미만에서도 비교적 높은

효율을 유지할 수 있다.

적절한 펌프 용량을 채택하는 경우 다음과 같은 혜택을 얻을 수 있다.

- 모터를 피크에서 가동할 수 있게 하여 에너지 효율 향상
- 역률이 낮아져 선로 손실 감소
- 가동 속도가 약간 낮아지고 그 결과 팬 및 펌프의 전력 소비 감소

④ 가변속도 드라이브(VSD)

가변 속도 드라이브(VSD)를 이용한 모터 속도 조정은 상당한 에너지 절감을 가져오며 공정 관리의 개선, 마모율 및 소음 감소 등의 효과가 있다. 부하의 변동이 있는 경우 VSD는 전기에너지 소비를 줄일 수 있는데 특히 원심 펌프, 압축기 및 팬이 적용되는 곳에서 4%-50% 범위의 절감이 가능하다. 원심기계, 분쇄기, 기계공구와 같은 재료 가공 분야와 와인더, 컨베이어, 엘리베이터 등 재료 취급 분야 모두 VSD를 사용할 경우 에너지 소비 및 전반적 성능 두 가지 점에서 혜택을 얻을 수 있다.

이외에도 VSD는 다음과 같은 혜택이 있다.

- 구동 장치의 유용한 가동 범위 확장
- 선로에서 모터를 분리하여 모터 응력 및 비효율을 감소
- 다중 모터를 정확하게 동기화
- 변동하는 가동 조건에 대응하는 속도 및 신뢰도 개선

2 압축공기 시스템(CAS)

압축 공기는 대기압보다 높은 압력에서 저장 및 사용되는 공기다. 압축 공기 시스템은 특정 공간을 차지하는 일정 질량의 공기를 받아 이를

보다 작은 공간에 압축하여 넣는 역할을 한다. 압축 공기는 산업 전력 소비의 10%를 차지하며 유럽 15개국에서 연간 80TWh 이상 소비한다.

압축 공기는 다음과 같은 두 가지 방식으로 사용된다.

- 산업 공정의 구성 요소로 사용된다.(예시, 낮은 순도의 질소공급, 철강·유리 등 고온 공정에서의 교반, 유리 섬유 용기의 블로잉, 플라스틱 성형 등)
- 에너지 매개 수단으로서 사용된다. (예시, 압축 공기 장비의 구동, 실린더 등 유압 액추에이터의 구동)

대다수의 대규모 장치산업에서 압축 공기는 산업 공정의 불가결한 구성 요소가 되고 있다. 이러한 적용 분야의 대부분에서 주요 부분의 재설계 없이도 현재 있는 상태 그대로 이용할 수 있는 기술이기도 하다. 이러한 여건에서 압축공기시스템(CAS)의 에너지 효율은 주로 그리고 유일하게 압축 공기의 생산, 처리 및 배분의 효율성에 의해 결정된다. 압축 공기의 생산, 처리 및 분배의 에너지 효율은 시스템의 계획, 제조 및 유지의 질에 의해 미리 결정된다. 전문 설계의 목적은 해당 설비에 적합한 압축 공기를 공급하는 데 있다. 해당 설비 및 압축 공기 수요를 적절히 파악한 후 에너지 효율 기술을 적용해야 할 것이다.

압축공기시스템(CAS)의 에너지절감 방안은 다음과 같다.

- 드라이브 개선(고효율 모터, 속도 제어)
- 압축기 업그레이드
- 정교한 제어시스템 사용
- 회수된 폐열의 타 기능 전용
- 냉각, 건조, 필터링의 개선
- 다중 압력시스템을 포함하는 전체 시스템 설계

- 마찰 압력손실 감소(예시, 파이프 직경을 늘림)
- 시스템 가동 및 유지 보수 (공기 누출감소, 필터 교환 등)

① 압축공기시스템(CAS) 시스템 설계

압력 값은 CAS의 기본 매개변수다. 적용 분야에 따라 차이가 있지만 여러 압력 수요로 인해 높은 효율을 가져오는 낮은 압력과 규모가 작고 값이 저렴한 장치를 사용할 수 있는 높은 압력 사이에서 선택을 해야 한다. 압력이 지나치게 낮으면 장치의 오작동을 일으키지만 필요 이상으로 높은 압력은 장치에 문제는 없더라도 효율을 떨어뜨린다. 많은 경우 8bar 또는 10bar의 시스템 압력이 요구되지만 공기의 대부분은 압력 축소 밸브의 작용으로 6bar로 조절된다. 필요 총량의 95%를 충족하는 압력을 선택하고 나머지에 대해 소규모 압력 증가 장치를 사용하는 데는 최고의 기술이 요구된다. 운영자는 6bar 이상이 필요한 장치 또는 서로 다른 두 개의 압력을 요구하는 장치 즉 하나는 높은 압력, 다른 하나는 6.5bar를 요구하는 장치를 제거한다.

저장 용적의 선택은 또 다른 기본 매개변수다. 압축 공기 수요는 수많은 다양한 장치에서 발생하며 대부분이 간헐적으로 가동된다. 수요의 변동폭이 안정되면 보다 작은 압축기를 안정적으로 가동할 수 있기 때문에 대기 시간이 감소하고 전력 소비 또한 감소한다. 시스템에 여러 대의 공기탱크를 설치할 수 있다. 짧은 시간의 수요가 발생하는 곳에 전략적으로 공기탱크를 설치하면 효과가 크며 장치의 피크 수요를 충족하고 시스템의 압력을 낮출 수 있다.

이밖에도 설계요소로 압축기의 위치와 파이프 작업의규모를 들 수 있다.

② 가변속도 드라이브(VSD)

압축기의 가변 속도 드라이브(VSD)는 사용자가 공정에서 요구하는 공기 요건이 하루 중 시간에 따라, 일주 중 날짜에 따라 변동폭이 클 때 유용하게 사용된다. 부하/탈부하, 변조, 용량 조절 등 재래식 압축기 제어 시스템은 이러한 공기 수요의 변동을 추적한다. 그러나 이러한 제어 노력이 주파수 변환 및 높은 대기 시간을 초래하면 그에 따른 에너지 효율 감소가 발생한다. 그러나 VSD 압축기에서 전기모터의 속도는 압축 공기 수요에 비례해서 변하기 때문에 에너지 절감 폭이 매우 크다. 연구 결과를 보면 대다수 압축 공기 사용 현장에서 공기 수요의 변동폭이 중간 정도에서 큰 폭에 이르고 있으며 이로 보아 가변 속도 드라이브 압축기를 적용하면 에너지 절감 가능성은 매우 크다고 판단된다.

③ CAS 마스터 제어 시스템

대부분의 시스템에서 CAS는 다중 압축기 설비라 할 수 있다. 이와 같은 다중 압축기 설비의 효율은 CAS마스터 제어를 통해 상당히 향상될 수 있는데, 마스터 제어는 운영 데이터를 압축기와 교환하고 개별 압축기의 가동 모드를 부분적 또는 전체적으로 제어한다. 이러한 마스터 제어의 효율은 통신 링크의 성능에 따라 크게 다르다. 통신 링크는 단순한 부동(浮動) 릴레이 접점에서부터 자동 프로토콜을 이용하는 네트워크에 이르기까지 다양하다. 통신 성능의 증대는 그만큼 압축기로부터 제한 없이 운영 데이터를 불러올 수 있기 때문에 개별 압축기의 가동 모드를 제어하고 CAS의 전제 에너지 소비를 최적화하는 데 유용하다

④ 열회수

산업용 공기 압축기에서 사용하는 대부분의 전기 에너지는 열로 변환되며 변환된 열은 외부로 향하게 된다. 대다수의 경우 적정 설계의 열회수 장치는 이러한 가용 열에너지의 상당 부분을 회수하여 수요가 있을 때 공기 또는 물을 데우는 데 사용한다.

⑤ 압축공기시스템(CAS)의 누출 감소

압축공기시스템(CAS)의 누출 감소는 다른 것과 비교할 수 없을 정도의 에너지 이득을 달성할 수 있는 잠재력이 있다. 누출은 시스템 압력(게이지)에 정비례한다. 모든 CAS에서 누출 발생이 있으며 생산 중은 물론 24시간 내내 누출이 발생한다.

누출로 인한 압축기 용량 상실은 관리 상태가 우수한 대규모 시스템인 경우 10% 미만이어야 한다. 소규모 시스템의 권장 누출율은 5% 미만이다. 오랫동안 운영하면서 규모가 커졌으나 관리 상태가 불량한 CAS의 경우 누출량은 최대 25%에 이른다. 따라서 압축공기시스템의 예방적 유지 보수 프로그램에는 반드시 누출 예방 조치 및 정기 누출 검사가 포함되어야 한다.

⑥ 압력 수준의 최적화

생성된 압축 공기의 압력이 낮을수록 생산의 비용 효율은 그만큼 더 높아진다. 그러나 모든 능동적 소비 주체는 항상 충분한 압축 공기를 공급받을 수 있어야 한다. 개선된 제어 시스템을 통해 피크 압력을 줄일 수 있다. 압력 범위를 좁혀 생성된 압축 공기의 압력을 줄이는 방법은 다음과 같다.

•압축기의 기계적 스위치를 통한 직접 조정. 압축기의 압력 범위를 조

정하는 가장 경제적인 방법은 기계적 스위치를 사용하는 방법이다. 설정 시간이 스스로 변동되는 경우가 많기 때문에 이러한 제어 스위치를 수시로 재조정해 주어야 한다.

•주파수변환압축기 또는 적정 크기의 압축기를 이용한 지능형 제어. 압력 범위는 피크 부하 압축기로의 기능을 하고 스피드 드라이브를 특정 압축 공기 필요량에 따라 조정하는 주파수변환압축기 또는 가장 적절한 크기의 압축기로 전환해 주는 마스터 제어를 통해 재조정된다.

•압력 범위를 한계선까지 감축(최적 지능형 제어). 지능형 제어 시스템은 압축기 네트워크가 공급 부족 제한선 바로 위까지만 가동하도록 압력 범위를 감소시킨다.

1 펌프 시스템

펌프 시스템은 세계 전기 수요의 거의 20%를 차지하며, 산업 설비 운영에 소요되는 에너지의 25%-50%를 사용한다. 펌프 시스템은 다음과 같은 여러 부문에서 폭넓게 사용되고 있다.

•산업 서비스
•식품 가공
•화학 물질
•석유 화학
•제약
•상업 및 농업 서비스
•도시 상하수도 서비스
•가정용품

펌프는 유동체를 운반하는 방식에 따라 터보 펌프(rotodynamic pump) 및 용적형(positive displacement) 펌프로 구분된다. 산업 시설에서 펌프는 대부분 전기모터로 구동되며 대규모 산업 시설의 경우 증기 터빈을 사용하기도 한다(또는 독립형 왕복기관을 사용하는 경우도 있음).

① 펌프 시스템의 목록 및 평가

적용 가능한 에너지 절감 조치를 모색해 펌프 시스템을 최적화하는 첫 단계는 설비 안의 펌프 시스템의 목록에 주요 가동 특성을 넣어 작성하는 일이다.

•기본 시스템 개요: 컨설팅 회사 기록 또는 다음과 같은 데이터를 수집하기 위한 단순한 측정으로 구성된다.

•예를 들어, 에너지 소비가 가장 많은 50대 펌프 목록(펌프 정격 출력): 크기 및 유형

•각 펌프의 기능

•이러한 펌프 각각의 전력 소비

•수요 프로파일: 일간/주간 변동 추정치

•제어 시스템 유형

•연간 가동 시간 및 연간 에너지 소비량

•펌프의 문제점 또는 유지 보수 문제

•시스템의 가동 매개변수의 측정 및 문서화: 다음과 같은 요소를 측정하고 문서화하는 작업은 모든 펌프실에서 실시하면 좋고, 특히 대규모 시스템(100kW 초과)에서는 반드시 실시해야 한다. 이러한 데이터의 수집에는 상당한 수준의 전문 지식이 필요하며, 내부 직원 또는 제3자 엔지니어를 투입해야한다

② 펌프 선택

펌프는 펌프 시스템의 심장이다. 공정의 필요에 맞추어 선택하게 되는데 우선 정압 수두 및 유량을 고려한다. 또한 시스템, 액체, 기압 특성 등이 선택의 고려 요인이다. 효율적 펌프 시스템을 구축하려면 최대 효율점에 최대한 근접한 가동점을 갖는 펌프를 선택해야 한다. 펌프 시스템의 75%는 크기가 과잉으로 설계 되었으며, 이중 상당수가 적정 크기

대비 20% 이상의 과잉 설계로 추산된다. 과잉 크기로 설계된 펌프는 에너지 낭비의 가장 큰 요인으로 꼽힌다.

③ 펌프 시스템의 제어 및 조절

펌프는 여러 개의 운전점을 포함한 것이어야 하며 이중 가장 큰 흐름 및 수두가 펌프의 정격 운전을 결정한다. 펌프 시스템에서 제어 및 조절 시스템은 수두 압력 및 흐름의 운전 조건을 최적화할 수 있기 때문에 중요하다. 다음과 같은 제어 기술을 사용할 수 있다.

- 불필요한 펌프를 닫는다. 쉽지만 소홀히 취급되는 경향이 있는 이와 같은 방안은 설비에서 사용하는 물 또는 기타 주입된 액체가 현저히 감소하면 실시할 수 있다
- 전기모터의 가변 속도 드라이브는 시스템의 변동하는 요구량에 펌프 출력을 맞출 때 최대의 절감 효과를 달성할 수 있다. 그러나 다른 용량 제어 방법에 비해 투자비용이 매우 높다. 모든 경우 부하가 일정할 때 등 모든 경우에 사용할 수 없다.
- 다중 펌프는 가변 속도, 측관 또는 교축 제어 등의 대안을 제시한다. 시스템의 흐름이 낮을 때 다른 펌프를 최대 효율로 가동하면서 한 두 대의 펌프를 닫을 수 있기 때문에 절감할 수 있다. 펌프 부하가 최대 단일 용량의 절반에 미치지 못할 경우 다수의 소형 펌프를 고려해봐야 한다. 다중 펌프 시스템에서 잉여 용량의 우회, 불필요한 펌프 가동, 과도한 압력의 유지 및 펌프 사이의 다량의 흐름 증가분 때문에 에너지 손실이 발생한다.
- 펌프의 배출을 조절함으로써(밸브를 사용해서) 원심 펌프를 제어하면 에너지를 낭비하게 된다. 그러나 교축 조절은 널리 이용되는 다른 두 가지 대안 즉 제어를 아예 하지 않거나 바이패스를 이용한 조절 보다는 에너지 낭비가 적다. 따라서 교축은 최적의 선택은 아니지만 펌프 에너지 절감 수단이 될 수 있다.

5. 시멘트 생산

IPCC 분류체계
2A1

1. 시멘트 생산 공정 개요

1 시멘트 종류

시멘트는 주로 석회질 원료와 점토질 원료를 적당한 비율로 혼합하여(규산질 원료와 산화철 원료를 일부 첨가) 미분쇄한 후 약 1,450℃의 고온에서 소성하여 얻어지는 클링커에 약간의 석고(응결조절제)를 가하여 미분쇄하여 만든 제품이다. 시멘트의 주성분은 석회(CaO), 실리카(SiO_2), 알루미나(Al_2O_3) 및 산화철(Fe_2O_3) 등이다.

시멘트의 종류는 크게 포틀랜드 시멘트, 고로 슬래그 시멘트, 포틀란드 포졸란 시멘트, 플라이 애쉬 시멘트, 특수 시멘트의 5종으로 구분하며 국내에서는 포틀랜드 시멘트와 일부 고로 시멘트를 생산한다. 2종의 시멘트 특성은 다음과 같다.

① 포틀랜드 시멘트

포틀랜드 시멘트는 일반적으로 가장 많이 사용되어지는 시멘트의 일종이며 포틀랜드 시멘트의 종류로는 '보통 포틀랜드 시멘트(1종)', '중용영 포틀랜드 시멘트(2종)', '조강 포틀랜드 시멘트(3종)', '저열 포틀랜드 시멘트(4종)', '내황산염 포틀랜드 시멘트(5종)' 이 있다.

② 고로 슬래그 시멘트

고로 슬래그 시멘트는 1종 포틀랜드 시멘트에 산업부산물인 고로슬래그의 미분말을 혼합하거나 클링커와 슬래그를 혼합 분쇄 또는 단독

분쇄 후 혼합하여 제조하며, 내구성이 세고 장기 강도 증진이 있으며 수화열도 낮은 시멘트를 말한다.

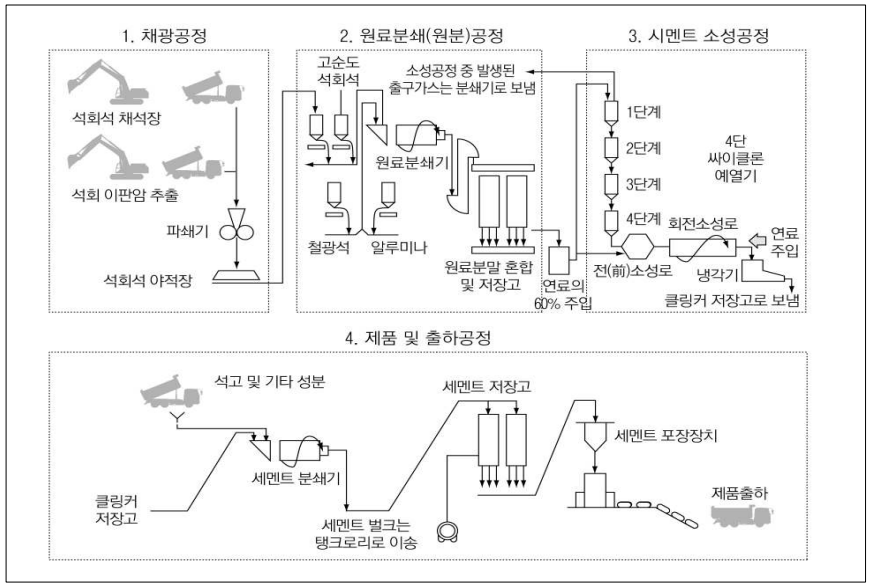
② 석회석의 종류 및 특성

석회는 석회암을 고온에서 소성(Calcination)하여 만든 제품이다. 일반적으로 석회암은 50% 이상의 탄산칼슘($CaCO_3$)를 포함하고 있으며, 30~45%의 탄산마그네슘($MgCO_3$)을 포함할 때에는 돌로마이트(dolomite)로 부른다. 석회는 또한 aragonite, 초크, 산호, 대리석과 조가비들에서 만들 수 있으며 그 종류는 다음과 같다

(가) 생석회(Quick Lime, CaO) : 석회석을 탈탄산화시켜서 제조

(나) 소석회(Slaked Lime, $Ca(OH)_2$) : 생석회와 물을 혼합하여 제조

(다) 건조 수산화칼슘 분말(Hydrated Lime) : 액상상태의 소석회

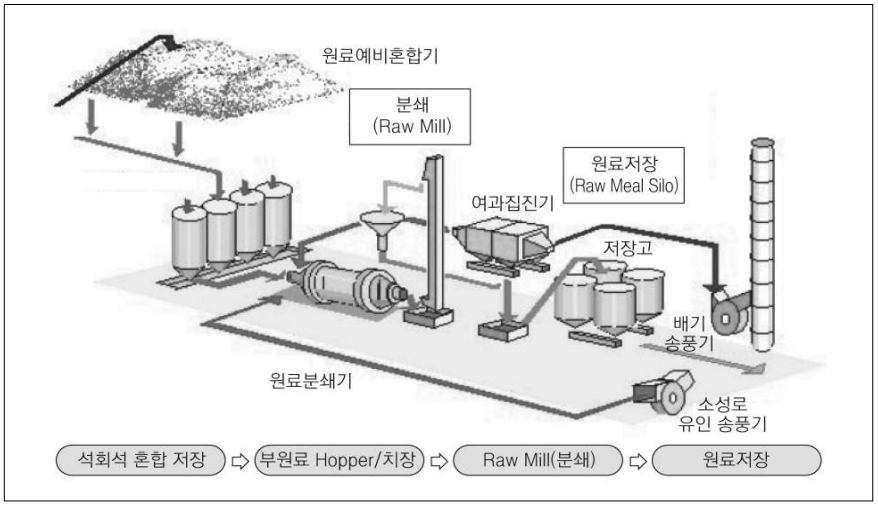


<그림-5> 시멘트 제품 제조공정 전체 흐름도

시멘트 제조공정을 단계별로 구분하면, 첫 번째 석회석을 채굴하여 분쇄, 혼합하는 채굴공정, 두 번째 석회석을 포함한 원료를 조합, 건조, 분쇄, 저장시키는 원분공정, 세 번째 원료를 가열하여 분해, 소성한 후 냉각하여 반제품인 클링커를 생산하는 소성공정, 네 번째 클링커에 석고와 분쇄조제를 가하여 분쇄된 시멘트를 저장 및 출하하는 제품 공정으로 나눌 수 있다.

③ 시멘트 제조 공정

① 원분 공정



<그림-6> 원료 분쇄(원분) 공정 개요

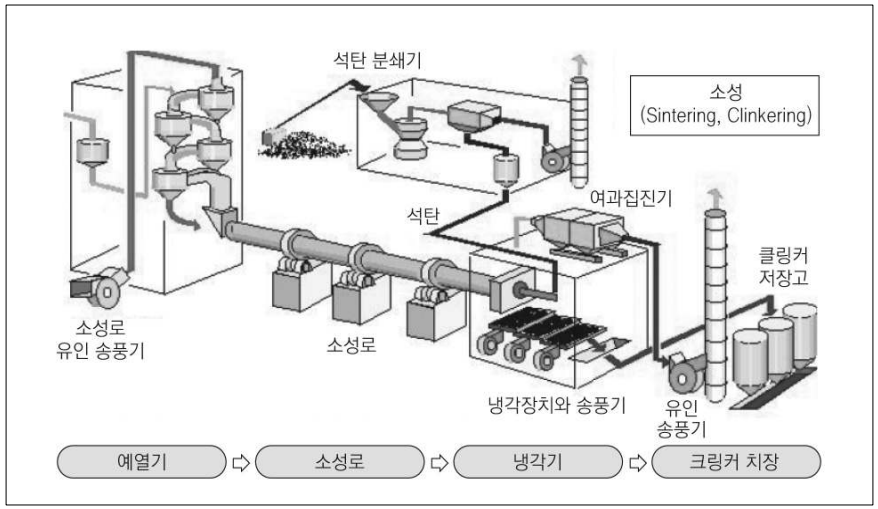
석회석 및 부원료 저장시설 : 시멘트 제조에 필요한 석회석 및 부원료(점토, 납석, 규석, 철광석, 경석, 전로 스라그, 플라이 애쉬 등)등을 저장하는 시설로써 천정 크레인을 이용하여 호퍼(Hopper)에 투입하거나 직투입시설에 의해 Hopper에 투입한다.

조합원료 분쇄 및 저장 : 석회석 및 부원료를 각 배합비에 맞게 정

확히 조합하여 혼합한 후 Raw Mill에서 킬른 폐열을 이용하여 건조함과 동시에 분쇄하며, 분쇄기에서 분쇄된 분말은 분급기(Separator)에서 미분과 조분으로 분리돼 재분쇄되는 공정을 가지며, 미분원료는 원료 저장시설(Silo)로 이송 저장된다.

② 소성공정

<그림-7> 소성 공정 개요



시멘트 제조공정 중 제일 핵심부위로서 예열기(Preheater)를 거친 원료가 소성로(Kiln)에서 1,350~1,450℃ 정도의 열에 의해 용융·소성된 후 냉각기(Cooler)에서 냉각되고 20~60mm 정도의 동그란 덩어리인 시멘트 반제품인 클링커(Clinker)를 생산한다.

소성로(Kiln) : 현재 원료를 소성하는데 사용되는 소성로(Kiln)는 대부분 Rotary Kiln이 사용되고 있다. 예열기(Preheater)로 유입된 원료가 Kiln으로 투입되어 Kiln 출구로 이동하면서 1,350~1,450℃로 가열

되어 클링커를 생산하는데 주광물 4종류(C_3S, C_2S, C_3A, C_4AF)가 여기서 형성되어 나오며, Kiln이 회전함에 따라 점차로 이동하여 Kiln 끝에 설치된 냉각기(Cooler)로 배출된다. Kiln에는 원료를 소성하기 위하여 버너(Burner)가 설치되어 있으며, 연료로는 유연탄이나 중유, 기타 재활용 연료 등을 사용한다. 시멘트 제조 공정 중 예열기(Preheater)에서 소성로(Kiln)까지의 공정에서 거의 모든 광물반응 및 전이가 일어나고 시멘트의 품질에 큰 영향을 미치기 때문에 공정 중 가장 중요한 부분이다.

③ 제품 및 출하 공정

클링커 저장 및 부원료 저장시설 : 냉각된 클링커는 이송시설에 의해 클링커 치장 또는 Silo에 저장된 후 클링커 분쇄공정에 투입된다. 또한 클링커와 함께 투입될 석고(Gypsum) 및 기타 부원료가 저장되어 있는 저장시설이 있다.

클링커 분쇄 : 클링커에 3~5%의 석고를 첨가하여 시멘트 분쇄기(Cement Mill)에서 분쇄를 하는데 여기서 생산된 미세 분말가루가 시멘트이다. 미 분쇄된 시멘트는 분급기(Separator)로 들어가서 미분과 조분으로 분류되어 미분은 시멘트 저장시설로 보내지고, 조분은 다시 시멘트 분쇄기에 투입되는 연속 폐회로 분쇄방식으로 미분쇄된다.

2. 배출시설의 종류

소성시설(kiln)

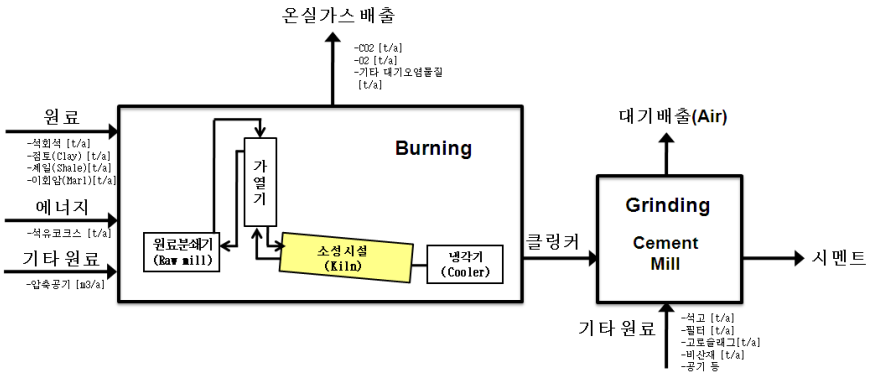
물체를 높은 온도에서 구워내는 시설을 말하며 일종의 열처리시설에 해당된다. 소성의 목적은 소성물질의 종류에 따라 다소 다르나 보

통 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. 대표적인 것으로 화학비료제조시에 사용되는 인광석 소성시설이 있다. 이것은 채광후 선별된 인광석 농축물을 인산, 규산, 가성소다 또는 소금 등과 뻑뻑한 Slurry 상태로 만든 후 건조시키면서 10~20mesh의 알맹이로 뭉친다음 소성시설에서 약 1,400~1,540℃ 정도로 구워 인광석 속의 불소를 제거하는 시설이다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질· 에너지 수지표

<표-11> 시멘트 소성시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output		값(value)
원료			**제품**		
석회석(Limestone)	kg/t clinker		클링커(clinker)	kg/t	1,000
점토(clay)	kg/t clinker		시멘트(cement)	kg/t clinker	
셰일(shale)	kg/t clinker				
이회암(marl)	kg/t clinker				
기타 원료	kg/t clinker				
에너지					
석유코크스	MJ/t clinker				
폐기물 연료	MJ/t clinker				
기타			**온실가스배출**		
공기	m^3/t clinker		CO_2	g/t clinker	
수분	kg/t clinker				
기타원료			*기타 부산물*		
석고	kg/t clinker		시멘트 킬른먼지	kg/t clinker	
필터(Filter)	kg/t clinker				
고로 슬래그	kg/t clinker				
광물성 첨가제	kg/t clinker				

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

이 시설 또는 공정의 벤치마크 계수($BM_{i,j,k,l}$)는 관련 업계 및 전문가 등과 지속적으로 논의하여 향후 환경부 장관이 개발·공표한다.

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{소성시설}(kiln)\text{의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{클링커 생산량}(t\,clinker)}$$

소성시설의 온실가스 배출량에는 석회석의 탈탄반응(소성)과 관련한 공정배출(Process emissions)과 소성시설 내 연료(화석연료 및 폐기물

연료를 포함한다)의 연소활동으로 인한 연소배출(Combustion emissions) 등을 모두 포함한다.

4. 최적가용기술(BAT) 도출시 고려사항

1 원료소비 측면

원료소비는 생산공정 중에 발생하는 시멘트 킬른더스트(CKD) 등을 회수하여 재생하는 부분이며, 시멘트 킬른에 재투입하거나 시멘트 완제품과 섞어서 재생한다.

2 에너지 소비효율의 개선

① 열에너지 감량 요소

열에너지 사용은 킬른시스템에서 측정장비와 기술적인 부대장비에 어떤 것을 사용하느냐에 따라 감소될 수 있다. 또한, 원료의 특성(수분함량, burnability), 연료의 특성, 가스바이패스 시스템 등은 에너지 소비에 고려되는 요소이다.

㉠ 킬른시스템

킬른시스템에서 일체형 소성로와 다단(4~6단)싸이클론 예비히터(multistage cyclone preheater) 및 3단 에어덕트(tertiary air duct)가 장착된 시스템이 최신기술로서 표준시스템이다. 일부 몇몇 시멘트 공장에서 수분이 많이 함유된 원료를 다루는 곳에서 3단 싸이클론을 사용하고 있고, 이러한 공장에서 최적화된 조건을 고려한 시스템을 적용할 경우 크링커 1톤 생산시 열에너지를 2,900~3,300 MJ/ton-clinker로 소

모할 것으로 예상한다.

- **쿨러(cooler)**
  - 최신 쿨러 설치(고정형 예비 그레이트, stationary preliminary grate)
  - 더욱 균질한 냉각용 공기 분사장치를 설치하기 위해 큰 기체유량에 적용할 수 있는 냉각용 격자판(grate plate)을 사용.
  - 각 그레이트 섹션(grate section)별 냉각용 공기 분사장치를 조절하여 사용.
- **킬른(kiln)**
  - 고효율 시설
  - 최적화된 킬른의 "길이 : 직경" 비율 적용
  - 연료의 성상 및 종류에 따른 최적화된 킬른의 설계
  - 최적화된 킬른의 연소시스템
  - 동일하고 안정적인 조작조건
  - 최적화된 공정제어
  - 3단 에어덕트(tertiary air duct)
  - "스토이치메트릭"이론에 근접한 킬른
  - 미너랄라이저(mineraliser) 사용
  - 킬른내에서의 기체누출(leakage)을 줄임
- **하소기(calciner)**
  - 하소기 내 압력감소를 낮게 유지(low pressure drop)
  - 킬른 라이저(riser)의 핫밀(hot meal)의 균질한 분배
  - 연료의 성상 및 종류에 따른 최적화된 킬른의 설계

- 최적화된 킬른의 연소시스템
- 원료의 예비하소

• **예열기(preheater)**

- 예열기 내 낮은 압력감소유지(low pressure drop) 및 싸이클론의 열적 회복성
- 싸이클론 회수율의 증대
- 가스덕트에 원료의 균질한 분배
- 2단 현형 예열기(two-string preheater)의 고체 및 가스 스팀의 균질한 분배
- 싸이클론의 형태(3단부터 6단형)

• **원료의 처리**

- 원료 및 연료의 수분함량을 최소화
- 쉽게 연소 되고 고발열량을 가진 연료로 처리
- 킬른에 균질하고 정확한 공급을 할 수 있게 원료로 처리

• **분쇄기(mill)**

- 분쇄기의 복합적인 조작

최적화된 운전상태에서 클링커 생산시 열에너지는 소모량은 EU의 경우 2,900~3,300 MJ/ton-clinker로 실험으로 나타났으며, 일반적인 운전시 최적화된 운전상태보다 열에너지 소모량은 160~320 MJ/ton-clinker 높다. 싸이클론 예열기의 단수가 많으면 많을 수록 킬른공정에서 에너지효율성은 더욱 높아지고, 예열기의 5~6단 싸이클론에서 에너지 소비가 가장 낮다. 예열기 싸이클론의 이론적인 단수는 주로 원료의 수분함량에 따라 결정된다.

㉡ 원료의 특성에 따른 영향

원료의 처리량과 수분함량은 전반적인 에너지 효율에 영향을 주며, 원료를 건조시키는 싸이클론의 이론 단수를 결정한다. 즉, 원료에 수분이 많을수록 에너지의 수요량이 많아지고, 예열기내의 열에너지를 덜 손실되도록 싸이클론의 수가 많아진다.

㉢ 연료의 특성에 따른 영향

킬른연료의 적당한 발열량과 낮은 수분함량은 일부 특정한 종류의 에너지 소비에 있어 긍정적인 효과가 있다. 킬른 또는 시멘트공장 외부에서 석탄과 갈탄 같은 화석연료가 완전히 건조된다면 킬른시스템에서 에너지 효율을 증진시킨다. 즉, 높은 수분을 함유한 연료를 건조된 연료로 대체한다면 킬른시스템에서의 톤당 클링커 생산량에 따른 에너지 소비는 감소할 것이다. 사용연료가 연소시 반응성이 높거나 혹은 극도로 반응성이 낮은 연료는 하소기(calciner) 에너지 효율에 영향을 주며, 연료선택은 그 만큼 중요하다. 즉, 고체연료 중 반응성이 낮고 입자가 거친 연료보다 적당한 발열량을 가지고 잘 건조된 미세분말의 고체연료가 에너지 효율성이 높다.

㉣ 가스 바이패스 시스템(Gas bypass system)의 영향

원료 및 연료 중에 염소(chlorine), 황(sulphur), 알카리(alkalis) 성분이 낮게 함유 될 경우 에너지 효율은 높아진다. 킬른 투입구에 들어가는 연료와 원료의 순도가 높아질 수록 하소기와 2개의 하단부는 기능적으로 축소될 수 있으며, 가스 바이패스(Gas bypass)를 최소화하면 에너지의 소비를 줄여 줄 수 있다. 공정장애가 최소화되고 일관된 킬른 운전의 습관은 클링커 생산에 따른 에너지 효율을 높일 수 있으며, 예를 들어 예열공정에서 코팅현상에 따른 운전정지 상태와 같은 공정

장애 현상은 피하게 될 것이다.

㉤ 시멘트성분 중 클링커 함량의 감소화

시멘트성분 중 클링커 함량을 줄이는 것은 시멘트 공장에서 에너지 사용과 배출가스를 줄일 수 있다. 예를 들어 분쇄공정에서 모래(sand), 슬래그(slag), 석회암(limestone), 플라이애쉬(fly ash), 포졸라나(pozzolana)등과 같은 첨가물질을 시멘트에 첨가하여 클링커 함량을 줄일 수 있다. 유럽에서 시멘트는 클링커 함량이 보통 80~85%이며, 많은 시멘트 제조업자들은 시멘트 중 클링커 함량을 낮추기 위한 기술을 개발하고 있다. 심지어 한 보고서는 생산 단가의 상승없이 시멘트의 품질을 유지하면서 클링커의 함량을 50% 줄였다. 특정분야의 시멘트는 클링커 함량이 20% 미만인 시멘트가 있으며, 고로슬래그를 첨가하여 만들어 진다. 그러나 클링커 함량이 낮은 시멘트의 소비는 소수의 특정분야에 사용된다.

- **환경적 장점**
  - 사용 에너지 절약
  - 가스배출량 감소
  - 천연자원의 소비절약
  - 폐기물의 매립량을 줄임

② 전기에너지 감량 요소

전기에너지의 사용량은 전력관리시스템(power management system)의 설치, 클링커 고압분쇄롤의 설치, 고속구동형 팬 및 원료분쇄기를 구형에서 신형으로 교체설치 등 에너지 효율성이 높은 장비를 설치하여 전기 사용량을 줄일 수 있다. 또한 개선된 모니터링 시스템, 공정시스템에서의 기체 누출을 줄여 전기사용량을 최적화하고 있다.

6. 석회 생산	IPCC 분류체계
	2A2

1. 석회 생산 공정 개요

석회의 주요 용도는 금속(알루미늄, 강철, 구리 등) 제련, 환경(배연탈황, 연수화, pH 조절, 폐기물 처리 등), 건설(지반 안정화, 아스팔트 첨가물 등) 등에 사용된다. 원료로 석회석을 주로 사용하거나 Dolomite 또는 Dolomite Limestone(석회석에 44% 이상의 탄산마그네슘이 포함된 것)을 사용하여 소성로(kiln)에서 900~1,500℃에서 다음의 반응에 의하여 석회를 생산한다

$$CaCO_3 + heat \rightarrow CO_2 + CaO\ (high\ calcium\ lime)$$ 혹은

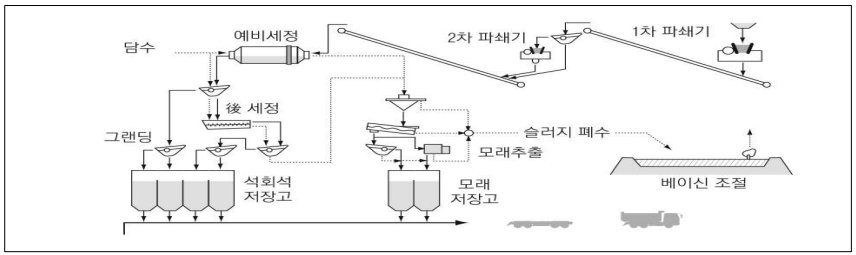
$$CaCO_3 \cdot MgCO_3 + heat \rightarrow 2CO_2 + CaO \cdot MgO\ (dolomite\ lime)$$

① 석회석 채광

석회석은 노천광에서 채광, 일부는 바다 준설 및 치하 채광에서 얻을 수 있다. 채광공정으로는 표토층 제거, 암석 폭파, 폭파된 암석의 상차, 분쇄 및 선별공정으로 이송으로 구성되어 있다.

② 원료 석회석 준비

<그림-8> 석회석 분쇄 및 세척 공정



① 석회석 분쇄

1차 분쇄: 킬른의 형태에 따라 석회석을 5~200mm 크기로 1차 분쇄하며 암석의 특성(경도, 적층, 크리 등)에 따라 다양한 형태의 1차 분쇄기가 사용된다.

2차 분쇄: 킬른에서 너무 작은 입경이 필요하지 않기 때문에 Jaw crusher, Gyratory crusher, Iimpact crusher 등이 Hammer mill과 함께 사용하여 석회석을 10~500mm의 자갈형태로 분쇄한다.

② 세척

석회석의 불순물(실리카, 점토, 미세 석회석 가루 등)을 제거하기 위하여 세척제(scrubber)를 활용하여 세척한다.

③ 건조

석회석을 슬러지나 filter cake에서 얻어지는 경우 킬른 배가스의 열을 이용하여 건조한다.

3 연료의 준비 및 저장

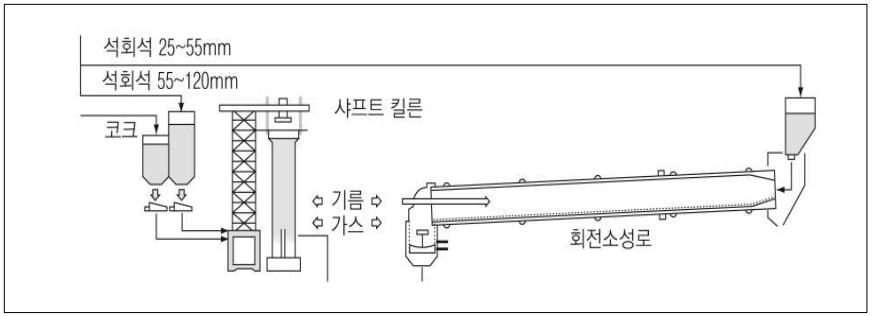
석회 제조 공정에서 아용되는 연료는 천연가스, 석탄, 코크스, 연료유 등 이 있으며 다음 표와 같다. 연료의 선택이 중요한 이유는 연료비가 석회 생산단가의 40~50%를 차지하고, 부적절한 연료는 운전비를 상승하며 제품의 품질(잔존 CO_2 수준, 반응성, 황함량 등)과 연료 중 중유는 대기오염물질 배출에 영향을 주기 때문이다.

<표-12> 킬른에서 사용하는 연료의 종류

연료 구분	주로 사용	때때로 사용	드물게 사용
고체연료	유연탄, 코크스	무연탄, 갈탄 등	토탄, oil shale
액체연료	중유	중질유	경질유
기체연료	천연가스	부탄/프로판, 공정가스	도시가스
기타	-	목재/톱밥, 폐타이어, 종이 등	폐 액상·고상연료

4 석회 소성 공정

<그림-9> 석회 소성 공정도



석회공정의 핵심은 소성 공정으로 대부분이 로타리 킬른(Rotary kiln)으로 설치되어 있으며 주 사용연료는 석탄, 오일, 가스 등이다. 일반적으로 제품 냉각 시설과 kiln feed preheater가 고온의 석회 제품 및 고온의 배가스로부터 열을 회수하기 위해 사용된다. 수직형 킬른(Shaft kiln)은 상부에서 장입되어 하부로 이동되는 방식의 킬른이며 에너지효율이 높은 장점이 있으나 생산율이 낮고 석탄을 사용하는 경우 품질저하를 가져오는 단점이 있기 때문에 현재는 거의 설치되지 않는다.

킬른 내 3단계의 열전달 과정이 있으며 각각 다음과 같다.

예열 구역 : 석회석의 온도가 소성 수구역을 지난 가스에 의해 800℃로 상승

소성 구역 : 연료는 예열된 공기와 연소하여 900℃ 이상에서 석회석($CaCO_3$)을 생석회(CaO)와 CO_2로 분해

냉각 구역 : 소성지역을 지난 생석회를 냉각용 공기로 냉각

5 생석회 공정

생석회 공정은 ROK 공정 및 분쇄 생석회 공정으로 구분한다.

① ROK(Run of Kiln) 공정

입경 45mm 이상인 생석회를 선별하여 입경 5~45mm로 파쇄하는 공정이다. 이후 생석회를 저장하여 분쇄 및 수화공정으로 이송한다.

② 분쇄 생석회 공정

beater mill, tube mill, vertical roller mill 등에서 생석회를 파쇄하여 요구하는 입경으로 제조한 이후 제품으로 출하하거나 수화공정(소석회 공정)으로 이송한다.

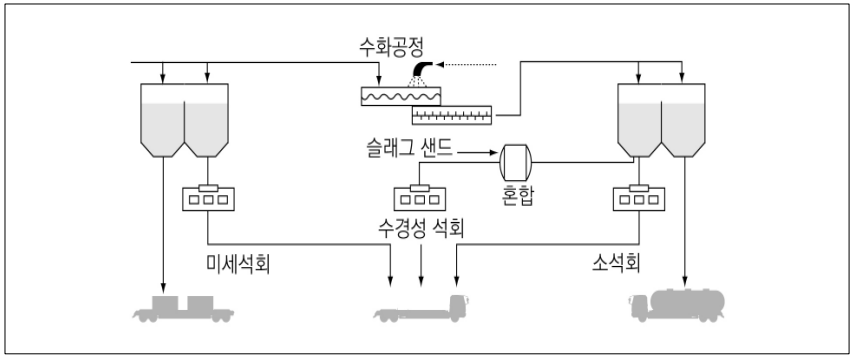
6 소석회 공정

생산되는 모든 석회의 약 15%는 수화석회(소석회)로 생산된다. 수화에는 상압수화 및 가압수화가 있다. 일반적으로 water sprays 혹은 wet scrubber가 수화공정에 사용되고 수화된 제품은 mill로 갈아 추가 건조하여 이송된다. 생석회의 수화반응은 다음과 같다.

$$CaO(\text{생석회}) + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2(\text{소석회})$$

배출되는 스팀은 먼지를 함유하고 있으므로 web scrubber 등에서 불순물을 포집하여 처리하여 스팀을 배출하거나 재순환한다.

<그림-10> 소석회 공정도



7 제품의 저장 및 이송

생석회는 수분과 격리되어 저장되어야 하며, 소석회는 대기중 CO_2를 흡수하여 탄산칼슘 및 물이 되므로 dry draft-free 조건에서 저장한다

2. 배출시설의 종류

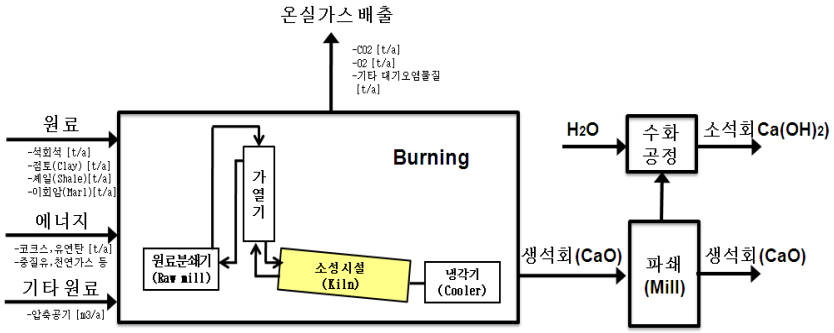
① 소성시설(kiln)

석회 생산 공정의 소성시설은 시멘트 생산공정 부문의 소성시설과 동일하다. 일반적인 석회 생산공정에서는 다양한 유형의 소성시설을

사용하는데 그 종류로는 Long Rotary kiln, Preheater-Rotary kiln, Parallel flow regenerative kiln, Annular Shaft kiln 등이 있다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질· 에너지 수지표

<표-13> 석회 소성시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output		값(value)
원료			**제품**		
석회석(Limestone)	kg/tCaO		생석회(CaO)	kg/tCaO	1,000
점토(clay)	kg/tCaO		소석회($Ca(OH)_2$)	kg/tCaO	
셰일(shale)	kg/tCaO				
이회암(marl)	kg/tCaO				
기타 원료	kg/tCaO				
에너지					
석유코크스	MJ/tCaO				
중유, 중질유	MJ/tCaO				
폐기물 연료	MJ/tCaO				
기타			**온실가스배출**		
공기	m^3/tCaO		CO_2	g/tCaO	
수분	kg/tCaO				
기타 첨가제			*기타 부산물*		
석고	kg/tCaO		킬른먼지	kg/tCaO	
필터(Filter)	kg/tCaO				
고로 슬래그	kg/tCaO				
광물성 첨가제	kg/tCaO				

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{소성시설}(kiln)\text{의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{생석회 생산량}(tCaO)}$$

소성시설의 온실가스 배출량에는 석회석의 탈탄반응(소성)과 관련한 공정배출(Process emissions)과 소성시설 내 연료(화석연료 및 폐기물 연료를 포함한다)의 연소활동으로 인한 연소배출(Combustion emissions) 등을 모두 포함한다.

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

1 석회석 소비

최적화된 채광(발파 및 드릴)기술로 석회석 원석으로부터 킬른용 원석의 수율을 최대로 높이고, 생산 공정기술을 최적화 하여 킬른용 원석으로부터 완제품까지 생산공정에서 필요한 원료사용량을 최대로 줄

여 지속적으로 사용하면 석회석 사용량은 줄어든다. 입경크기가 광범위한 원료(석회석)를 공정에 적용시킬 수 있을 경우 원료사용량을 줄일수 있는 최적화된 킬른기술에 더욱 접근 할 수 있다.

⑵ 에너지 소비효율 증대

킬른의 에너지 사용량을 모니터링 할 수 있는 에너지관리시스템(energy management system)을 석회공장에 적용 할 수 있다.

단지 에너지 효율성과 CO_2만을 고려한다면 수직형 킬른(vertical kiln)과 PFRK(Parallel flow regenerative kiln)이 가장 효율이 좋은 킬른이다. 그러나 에너지 효율성과 CO2만을 고려한 근본적인 역할에 초점을 맞출 경우, 킬른 및 원료의 선택결정을 하기 전에 다른 기계적인 사양도 고려해야한다. 즉, 경우에 있어 많은 기술적인 사양의 장점은 로터리 킬른(rotary kiln)에서도 찾을 수 있고, 특히 최신 로터리 킬른의 경우에 많은 기술적인 장점이 있다.

대부분의 경우에서 신형 킬른은 구형 킬른을 교체하였고, 일부 킬른은 연료용 에너지 사용량을 줄이려고 현재까지 지속적으로 수정하고 보완하고 있다. 광범위한 킬른의 기계적인 설계수정은 킬른의 구조를 변화시키고 있으며, 아래와 같은 기술적인 실용성과 경제성에 따른다.

- 광범위한 연료의 선택성과 배출가스로부터 생성된 여열을 회수를 위해 장형 로터리 킬른(long rotary kiln)에 열교환기를 장착한다.
- 석회석 분쇄장치와 같은 다른 공정에서 석회석을 건조시키기 위해 로터리 킬른의 여열을 사용한다.
- 일부 경우에서, 경제성이 없는 샤프트 킬른(shaft kiln)은 현대적인 설계로 변경하여 실용성을 높이고 있다. 좋은 예로, 샤프트 킬른을 어뉼라 샤프트형(annular shaft)으로 설계변경 하거나 한쌍의 샤프트 킬른을 수평형 재생킬른형태(parallel flow regenerative kiln)로 연동시켜 실용성을 높였다. 킬른 구조에서 석회석 투입시스템과 석회석 처리·저장 공정에서 이루어지는 구조변경 작업은 킬른장치의 수명을 연장 시킨다.
- 일부에서 예외적으로 장형 로타리 킬른을 짧게 한다거나 연료사용량을 줄이는 예열기를 적합시키는 행위는 경제성에 긍정적으로 작용한다.
- 에너지효율등급이 높은 장비를 사용하여 전기사용을 최소화 할 수 있다.

아래 열거된 에너지효율의 측정/기술은 에너지 사용에 있어 긍정적인 효과를 가지고 있다.

- 공정제어 (ex. 과잉공기, 연료유량 등)
- 장비의 유지보수 (ex. 내화물 침식, 공기충전(air tightness) 등)
- 원료의 입경을 최적화.

⑶ 연료의 선택(폐기물 포함)

석회생산 산업은 에너지 집약적인 산업으로 에너지의 선택이 중요하며, 킬른의 형태와 연료의 화학적 성분에 따른 적절한 연료의 선택과 연료배합은 아래와 같이 에너지 연소효율 증진 및 CO_2 배출량을 감소시킬 수 있다.

- 바이오매스(biomass)는 화석연료를 절약한다.
- 폐기물연료는 화석연료의 사용량을 감소시켜 주며, CO_2 배출량을 줄여준다.

7. 탄산염의 기타 공정사용

IPCC 분류체계
2A4

1. 탄산염의 기타 공정 사용 개요

① 세라믹 생산

세라믹은 인간이 인위적으로 열을 가해서 만든 비금속 무기 재료로, 흔히 요업(窯業) 또는 요업제품으로 표현 한다. 우리가 사용하는 재료는 크게 금속, 고분자, 세라믹 재료로 나눌 수 있으며, 각 재료는 각각 독특한 성질을 갖고 있다. 이들 재료가 서로 다른 물리적, 화학적 성질을 나타내는 것은 각각의 화학결합 형태와 제조 공정이 서로 다르기 때문이다.

금속재료는 자유전자를 매체로 하여 결합되는 금속결합을 하고 있다. 이들 자유전자 때문에 전기전도성이나 열전도성이 매우 높다. 그리고 빛을 투과할 수 없으며 기계적 인성(toughness)이 우수하다. 그러나 화학적 내구성이 나빠서 쉽게 부식되는 단점이 있다.

고분자 재료란 C, H, O 등의 원자가 공유결합형태로 분자를 만들고 이들 분자들은 결합력이 약한 반데르발스(van der Waals) 결합으로 이루어진 재료이다. 결합상태는 C를 주 골격으로 하면서 체인을 만들고 H나 O가 주위에 첨가되는 형태를 갖고 있다. 이 골격의 크기에 따라 분자량이 다양하다. 분자간 결합이 약하게 되어있기 때문에 일반적으로 열에 약하고 내구성이 낮다. 그러나 성형이 용이하며 제품을 만드는 공정이 간단하다.

대부분의 세라믹은 양이온과 음이온이 이온결합으로 연결되어 물질을 이루고 있으며, 일부 공유결합형태를 취하기도 한다. 이러한 화학

결합의 특성 때문에 단열성이 높고 전기 저항성이 높다. 그러나 세라믹스의 결합형식을 바꾸어 반도성, 전도성 재료도 소개되고 있다. 기계적으로는 변형이 일어나지 않고, 취성(brittle fracture)을 나타내고 있으며 인성이 약하다. 화학적으로 매우 안정하여 대부분의 산, 알칼리용액과 반응을 거의 하지 않는다.

세라믹은 흙을 원료로 하여 전통 세라믹이라고 하는 유리, 시멘트, 도자기, 내화물 등과 최근 신소재로서 그 용도가 다양한 파인 세라믹을 만들 수 있다. 전통 세라믹은 자연 원료를 비교적 간단한 공정을 통하여 제조한 제품인 반면, 파인 세라믹은 정제된 순수한 원료를 사용하여 비교적 복잡하고 잘 제어된 공정을 통하여 얻어진다. 이러한 파인 세라믹스를 얻기 위하여 세라믹의 미세구조를 잘 조절해야 하고 그렇게 하기 위해서는 고성능 기기를 이용하여 세밀한 분석을 하여야 한다.

이러한 세밀한 공정을 거쳐 얻어진 파인 세라믹은 지금까지 얻지 못했던 기능을 얻을 수 있다. 즉 매우 정제된 원료로부터 정확한 조성을 얻고 정밀한 성형, 소성공정을 거쳐서 고 기능성 세라믹스를 얻을 수 있다. 파인 세라믹이라는 말은 처음에는 소결체에 대하여만 사용했었는데, 최근에는 단결정, 박막, 유리재료 등에 다양하게 사용되고 있다. 파인 세라믹을 대신하는 단어들로는 new ceramics, special ceramics, modern ceramics, functional ceramics, advanced ceramics 등이 있다.

② 비-야금 마그네시아 생산

마그네사이트($MgCO_3$)는 마그네시아 생산에 사용되는 주요 원료이며, 마그네시아는 크게 calcined magnesia, deadburned magnesia 및 fused magnesia로 구분된다. Calcined magnesia는 가축의 사료 보충

제, 비료, 전기절연 및 탈황 등 다양한 산업에서 사용되며, Deadburned magnesia는 내화성 기기, Fused magnesia는 내화 및 전기 절연 제품에 사용된다.

마그네시아는 생산 공정에서는 $MgCO_3$가 하소되는 과정에서 CO_2를 배출하며, calcined magesia 생산 공정에서는 포함된 CO_2의 96~98%가 배출된다. deadburned magnesia를 생산하기 위해 추가적으로 가열되는 동안 거의 100%의 CO_2가 배출되며, fused magnesia 생산에서도 거의 100%의 CO_2가 배출된다.

③ 유리 생산

유리산업은 용기, 평면(창문) 유리, 섬유 유리 및 특수 유리의 네 가지 주 카테고리로 나눌수 있다. 상업용 유리의 대부분은 처음 두개 카테고리에 포함되며 소다-석회 유리이다. 이는 이산화규소(SiO_2), 소다(Na_2O) 및 석회(CaO)로 구성되며, 소량의 알루미나(Al_2O_3) 및 기타 알칼리 금속과 알칼리토류 등을 포함한다. 절연등급 섬유유리도 유사한 성분을 갖는다. 배출원 카테고리에는 유리 생산 뿐만아니라 생산공정이 유사한 글래스울(glass wool) 생산으로 인한 배출도 포함된다.

융해 공정 중 CO_2를 배출하는 주요 원료는 석회석($CaCO_3$), 백운석($CaMg(CO_3)_2$) 및 소다회(Na_3CO_3)이다. 이러한 광물들이 유리 생산에 사용되기 위해 채굴되는 과정에서도 CO_2가 배출된다. 또다른 CO_2 배출 유리 원료로는 탄산바륨($BaCO_3$), 골회(bone ash), 탄산칼륨(K_2CO_3) 및 탄산스트론튬($SrCO_3$)이다.

유리의 융해에서 이러한 탄산염의 활동은 복잡한 고온의 화학적 반응이며, 생석회 내지 가열된 고토석회를 생산하기 위한 탄산염의 소성과는 직접 비교되지 않는다.

유리의 제조에는 유리 원료 뿐만 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.

④ 소다회의 기타 공정사용

소다회는 유리제조, 비누 및 세제, 탈황, 세라믹, 펄프 및 종이 생산 등 다양한 활동에 사용된다. 소다회 생산 및 소비는 CO_2를 배출하지만, 생산에서의 배출은 앞서 '소다회 생산' 항목에서 설명되었기 때문에 중복 산정을 피하기 위하여 소다회 소비에 따른 배출만 산정한다. 단, 소다회 소비에 따른 온실가스 배출이 이미 산정되었다면(예 : 유리생산 등) 제외된다.

2. 배출시설의 종류

① 소성시설(kiln)

이 배출활동의 소성시설은 시멘트 생산공정 부문의 소성시설과 동일하다. 일반적인 석회 생산공정에서는 다양한 유형의 소성시설을 사용하는데 그 종류로는 Long Rotary kiln, Preheater-Rotary kiln, Parallel flow regenerative kiln, Annular Shaft kiln 등이 있다.

② 유리 용융·용해시설 (유리 및 유리제품 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 용해시

설이라 한다. 융해 공정 동안 CO_2를 배출하는 주요한 유리 원료는 석회석($CaCO_3$), 백운석($CaMg(CO_3)_2$) 및 소다회(Na_2CO_3)이다. 이러한 광물이 유리 산업에서 사용되기 위해 탄산염 광물로 채굴되는 경우에, 그들은 주된 CO_2 생산을 나타내며 배출 산정에 포함되어야 한다. 수산화물(hydroxide)의 탄산염화를 통해 탄산염 광물이 생성되는 경우에, 그들은 순 CO_2 배출을 초래하지 않으며 배출 산정에 포함되지 말아야 한다. CO_2를 배출하는 보조 유리 원료는 탄산바륨 ($BaCO_3$), 골회($3CaO_2P_2O_5 + XCaCO_3$), 탄산칼륨(K_2CO_3) 및 탄산스트론튬 ($SrCO_3$)이다. 녹은 유리의 환원조건을 생성하기 위해 추가적으로 분쇄한 무연탄 내지 기타 유기물이 추가되고 녹은 유리의 이용가능한 산소와 결합하여 CO_2를 생산한다.

3 도자기·요업제품 제조시설 중 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. (여기에서는 세라믹 물질을 가열하여 액체상채로 만드는 것을 말한다)

세라믹은 벽돌 및 지붕 타일, 자기 점토 파이프, 내화 제품, 확장된 점토 제품, 벽 및 바닥 타일, 테이블 및 장식재 (가정용 세라믹), 위생도기, 기술형 세라믹, 무기 연마재의 생산을 포함한다. 세라믹에서의 공정에 관련된 배출은 첨가제의 첨가뿐만 아니라 점토 내 탄산염의 소성에서 발생한다. 시멘트 및 석회의 생산공정과 유사하게, 탄산염이 킬른에서 고온으로 가열되어, 산화물과 CO_2를 생산한다. 대부분의 세라믹 제품은 하나 이상 다른 유형의 점토 (예를 들어, 혈암, 내화점토 및 ball clay)에서 만들어지며 지속적인 분쇄 작업을 통해 원료가 수집되고 분쇄된다. 다음으로 분쇄된 입자는 (액화가 되는) 분말을 생산하기 위해 킬른에서 가열된다. 이후에 첨가제가 첨가되고 세라믹이 생성

내지 형성되고 거친 모서리를 부드럽게 '기계작업'을 하고 세라믹의 원하는 특성을 얻는다. 전통적인 세라믹의 경우, 킬른에서 가열하기 전에 세라믹을 건조시키고 유약을 칠한다. 가열후에, 일부 세라믹은 최종적인 성질을 얻기 위해 추가적인 처리를 거친다. CO_2 배출은 원료(특히, 점토, 혈암, 석회석, 백운석, 및 위더라이트(witherite))의 소성 및 융제로 서의 석회석 사용에서 발생한다.

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

화학펄프 제조는 셀룰로오스 섬유를 서로 결합하고 있는 목질소(lignin)를 녹임으로써 나무로부터 셀룰로오스를 추출하는 것이다. 화학적인 펄프제작에 주로 이용되는 네가지 공정은 크라프트(Kraft), 아황산염(Sulfate), Neutral Sulfide semichemical(NSSC), 소다법 등이다. 국내에서는 이 중 크라프트 펄프제조 공정을 사용하고 있다.

증해시설이란, 어떤 용액속의 내용물을 증기나 압력, 열 등을 이용하여 찌면서 소화시켜 요구하는 성질만을 뽑아내는 시설을 말한다. 여기서는 펄프제조를 위해 목재칩과 톱밥을 가성소다와 아황산나트륨으로 이루어진 혼합액속에 넣고 목재속의 섬유질을 연결하고 있는 리그린을 분해시키는 시설을 말한다. 증해는 일반적을 온도 177℃, 압력 7.5kg/cm^2·G에서 이루어지며 공정에 따라 회분식과 연속식이 있다.

① 크라프트 펄프제조 공정

크라프트 펄프 제조공정은 승온과 승압상태에서 황산나트륨과 수산화 나트륨의 수용액인 "White Liquor"에 나무조각 들을 침지시키는 것이다. "White Liquor"는 셀룰로오스 섬유를 서로 결합시키는 목질소(lignin)을 화학적으로 용해시킨다. 크라프트 펄프제오에서는 회분식 침지기에서 행해진다. 회분식 침지기에서의 작업이 완룐된 내용물은 송풍조라고 불리는 대기조로 보내지고, 송풍조의 모든 내용물은 펄프

세척기로 운반되어 펄프에 묻어있는 침지용액을 분리시킨다. 펄프는 다양한 단계의 세척과정을 거치고 표백까지 되면 압착과 건조과정을 거쳐 완제품이 된다.

침지기의 "송풍"과정에서 침지에 사용되는 화학약품과 열을 회수할 수 있는 장점이 있다. 침지에 사용된 용액과 세척에 사용된 물을 서로 결합하여 약 55%의 고형물을 가진 묽은 검은 용액의 형태로 다중 효용 증발기에서 농축된다. 진해진 검은 용액은 회수로에서 점화된다. 검은 용액에 녹아있는 유기물질의 연소는 제조과정 중에 필요한 증기를 만들거나 황산나트륨을 황화나트륨으로 변환시키는데 필요한 열을 방출한다. 검은 용액에 함유된 무기화학물질은 난로의 바닥에서 녹아있는 스멜트(Smelt)로서 수거된다. 스멜트를 물에 녹여 녹색용액을 만든뒤 부식조(Causticizer tank)로 보내 생석회를 첨가하여 침지기에서 사용될 하얀 액상(White liquor)로 변환시킨다. 가열과정, 추진장치, 동력공급 등 제지공장에서는 회수로에서 공급되는 것보다 더 많은 증기가 필요하다. 따라서 석탄, 기름, 천연가스, 목피, 나무 등을 태우는 전형적인 산업보일러가 사용된다.

⑤ 배연탈황시설 (스크러버)

배연탈황기술로서 현재 화석연료 연소공정에서 가장 널리 사용화되어 있는 처리방식은 석회를 함유한 액체에 황산화물을 함유한 가스를 통과시켜 제거하는 습식탈황시설로 기술적인 완성도 및 신뢰성 면에서 가장 우수하다고 알려져 있다. 하지만 초기 투자비가 크고, 넓은 부지를 필요로 하며 폐수처리 및 장치의 부식문제가 있다.

건식법은 일반적으로 초기투자비 및 에너지소모율이 작고, 부산물의 처리비용도 상대적으로 작은 장점이 있지만, 제거 효율이 낮고 대형시설에 대해서 아직 그 적용성이 검증되지 않았다. 또한 반건식의 경우는 건식법보다 높은 처리효율과 습식에서 발생하는 폐수처리에 대한 고려

가 필요하지 않지만, 처리된 가스 중의 황산칼슘염의 점도가 높은 먼지 상태로 배출되기 때문에 후단의 집진기에서 집진 효율을 떨어뜨리는 원인이 되기도 한다.

대표적인 배연탈황시설의 반응은 다음과 같다.

$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$

$CaCO_3 + H_2SO_3 \rightarrow CaSO_3 + CO_2 + H_2O$

$CaSO_3 + 1/2O_2 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$(석고)

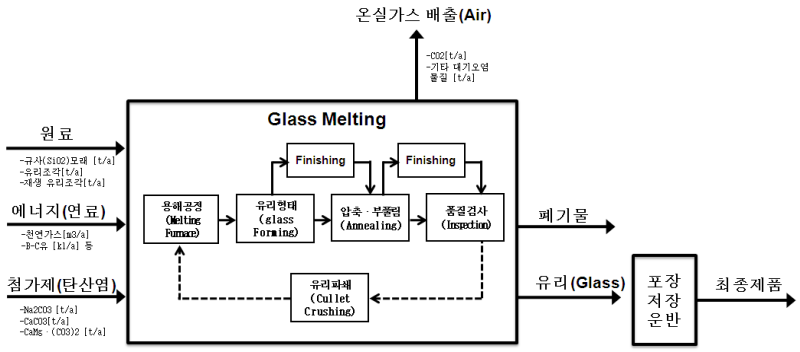
$CaCO_3 + SO_2 + 1/2O_2 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$(석고) $+ CO_2$

$CaSO_3 + 1/2H_2O \rightarrow CaSO_3 \cdot 1/2H_2O$

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

[1] 유리 및 유리제품 용융·용해시설

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-14> 유리 및 유리제품 제조시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
규사(SiO2) 모래	kg/t glass		유리(glass)	kg/t glass	1,000
유리조각	kg/t glass				
재생 유리조각	kg/t glass				
에너지					
천연가스	m^3/t glass				
중질유(B-C)	kl/t glass				
에너지소계	MJ/t glass				
기타 원료					
소다회(Na_2CO_3)	kg/t glass				
석회석($CaCO_3$)	kg/t glass				
백운석($CaMg(CO_3)_2$)	kg/t glass				
기타 첨가제(주1)			**온실가스**		
공기	m^3/t glass		CO_2	kg/t glass	
용수	m^3/t glass				
Iron chromite ($Fe_2O_3.Cr_2O_3$)	kg/t glass				
iron oxide (Fe2O3)			*기타*		
cobalt oxide	kg/t glass		폐기물, 폐수	kg/t glass	
selenium/zinc selenite	kg/t glass				

주1) 기타 첨가물의 종류 : feldspar, nepheline syenite, potassium carbonate, fluorspar, alumina, zinc oxide, lead oxide, barium carbonate, basalt, anhydrous sodium sulphate, calcium sulphate and gypsum, barium sulphate, sodium nitrate, potassium nitrate, boron containing materials (e.g. borax, colemanite, boric acid), antimony oxide, arsenic trioxide, blast furnace slag (mixed calcium, aluminium, magnesium silicate and iron sulphide) 등

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

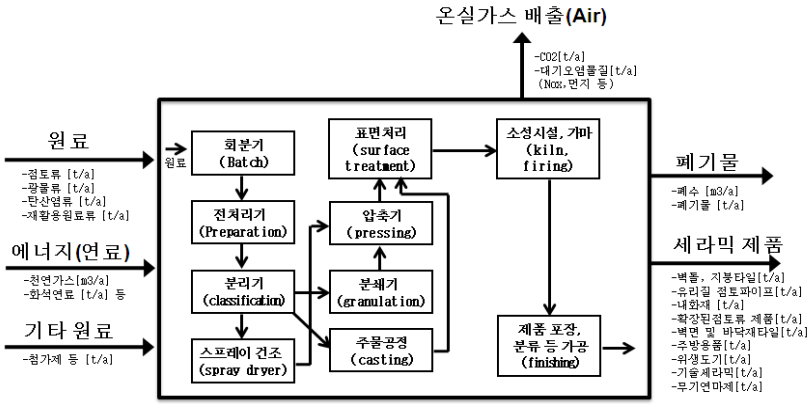
③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{유리제조시설}(kiln)\text{의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{유리생산량}(t\,glass)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission)을 모두 포함한다.

[2] 도자기·요업제품 제조시설 중 용융·용해시설

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-15> 유리 및 유리제품 제조시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료*			**제품****		
점토류	kg/t glass		벽돌·지붕타일	kg/t ceramic	1,000
광물류	kg/t glass		유리질파이프	kg/t ceramic	
탄산염류	kg/t glass		내화재	kg/t ceramic	

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
재활용점토류			확장된점토류	kg/t ceramic	
			벽면·바닥재타일	kg/t ceramic	
			주방용품	kg/t ceramic	
에너지			위생도기	kg/t ceramic	
천연가스	m^3/t glass		기술세라믹	kg/t ceramic	
화석연료	kl/t glass		무기연마제	kg/t ceramic	
기타 원료			**온실가스 배출**		
첨가제 등	kg/t glass		CO_2	kg/t glass	
용수	m^3/t glass				
			기타		
			폐기물, 폐수	kg/t glass	

주) 도자기·요업제품 제조시설의 경우 생산공정은 유사하나, 생산제품이 다양하며, 각 제품별로 투입원료 또한 상이하다. 각 제품별 통상적인 원료는 아래 표와 같다.

<표-16> 요업제품 제조시의 각 제품별 주요 원료

㉮ 벽돌 및 지붕타일 (Bricks and roof tiles)	
주요원료	석영(quartz), 장석(Feldspar), 방해석(Calcite), 황철석(Pyrite), 고령석(Kaolinite), 일라이트(Illite), 몬모릴로라이트(Montmorillonite), 질석(Vermiculite)
화학성분	황(S),불소(F), 이산화탄소(CO2), 실리카(SiO2), Al2O3 +TlO2, 알루미나(Al2O3), Fe2O3, MgO, CaO, Na2O, K2O, CaCO3, MgCO3, MnO
㉯ 유리질 점토파이프(Vitrified clay pipes)	
주요원료	석영, 장석, 고령석, 일라이트, 몬모릴라이트
화학성분	S, F, CO2, SiO2, Al2O3, Fe2O3, MgO, CaO, Na2O, K2O, TiO2
㉰ 내화재 (Refractory products)	
주요원료	점토, 샤모트(chamotte), 석영, 백운석, 마그네싸이트, 보오크싸이트
산화제	Al2O3, Cr2O3, MgO, CaO+MgO, SiO2, ZrO2, ZrSiO4
㉱ 확장된 점토류 (Expanded clay aggregates)	
주요원료	석영, 탄산염, 점토광물, 장석, 기타
화학성분	실리카(SiO2), 알루미나(Al2O3), 플러스(flux)(Na2O, K2O, CaO, MgO, Fe2O3, FeO), 유기탄소(C organic), FeS2

㉲ 벽면 및 바닥재 타일 (Wall and floor tiles)	
주요원료	점토, 고령토(kaolin), 샤모트(chamotte), 석영, 장석, 방해석((calcite), 백운석, 활석
㉳ 식탁 및 장식용 주방용품(Table- and ornamental ware)	
주요원료	플라스틱, 석영, 차이나점토, 볼클레이(ball clay), 장석, 활석(talc), 실리카(silica), 플린트(flint), 골회(bone ash)
㉴ 변기·욕조 등 위생도기(Sanitary ware)	
주요원료	고령토(kaolin), 점토(clay), 장석, 석영, 탄산칼슘(calcium carbonate)
㉵ 기술세라믹(Technical ceramics)	
주요원료	Al, Mg, Mn, Ni, Si, Ti, W, Zr 및 다른 금속성분과 결합된 산화물, 탄화물, 질화물, 붕소화물 (예시, Al2O3 (알루미나), MgO (periclase or dead burned magnesia), SiC (silicon carbide), TiN (titanium nitride) 및 WB2 (tungsten boride)
㉶ 무기연마제 (Inorganic bonded abrasives)	
주요원료	장석(feldspar), 규산염(silicates), 석영(quartz), 프릿(frits), 고령토(kaolin) 점토(clay), 하석(nepheline), 안료(pigments)

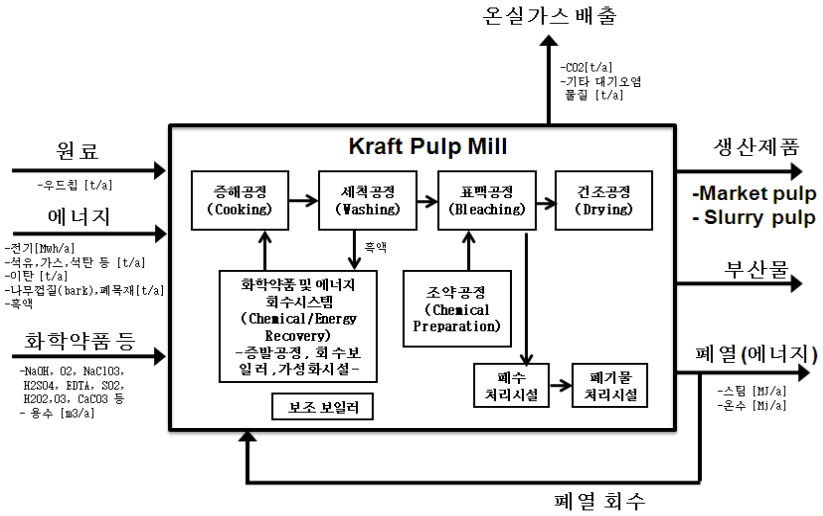
③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{도자기·요업제품제조시설의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{도자기·요업제품생산량}(t\,ceramic)}$$

여기에서 도자기·요업제품이란 위에서 제시한 세라믹 제품(㉮벽돌·지붕타일 ~ ㉶무기연마제) 각각을 의미하며, 벤치마크 계수 또한 각 제품별로 개발한다. 온실가스 배출량은 탄산염사용에 따른 공정배출과 연소배출 등을 포함한다.

3 약품회수시설 (펄프·종이 및 종이제품 제조시설)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-17> 크라프트 펄프 제조시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
우드칩	kg/t pulp		Market pulp	kg/t pulp	1,000
			Slurry pulp	kg/t pulp	
에너지			**에너지 회수**		
전기	MJ/t pulp		스팀	MJ/t pulp	
석유류(B-C)	MJ/t pulp		온수	MJ/t pulp	
천연가스	MJ/t pulp				
석탄	MJ/t pulp				
이탄	MJ/t pulp				
나무껍질	MJ/t pulp				
폐목재	MJ/t pulp				
흑액	MJ/t pulp				

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
기타 첨가제			**온실가스배출**		
산소(O_2)	m^3/t pulp		CO_2	kg/t pulp	
용수	m^3/t pulp				
NaOH	kg/t pulp				
NaClO	kg/t pulp		*기타 부산물*		
EDTA	kg/t pulp		폐기물	kg/t pulp	
SO_2	m^3/t pulp				
H_2O_2	kg/t pulp				
O_3	m^3/t pulp				
CaCO3	kg/t pulp				

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

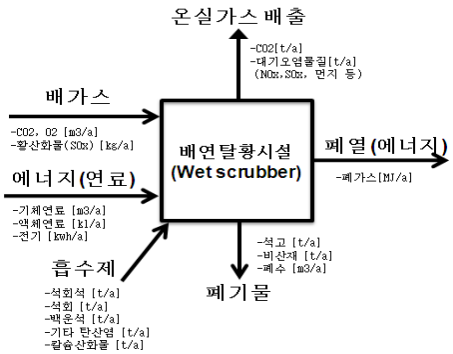
③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{펄프제조공정의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{펄프 생산량}(t\ pulp)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission)을 모두 포함한다.

4 배연탈황시설 (스크러버)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-18> 배연탈황시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료(흡수제)			**제품**		
석회석(CaCO3)	kg/t gypsum		석고	kg/t gypsum	1000
백운석	kg/t gypsum		**폐열**		
기타 탄산염	kg/t gypsum		열(스팀)	MJ/t gypsum	
연료(에너지)			**온실가스배출**		
액체연료	MJ/t gypsum		CO2-eq	tCO2eq/t gypsum	
기체연료	MJ/t gypsum				
전기	kwh/t gypsum				
기타 첨가제			기타부산물		
석회(CaO)	kg/t gypsum		비산재	kg/t gypsum	
칼슘산화물	kg/t gypsum		폐수	m3/t gypsum	
용수	m3/t gypsum				

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{배연탈황시설의 온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{석고생산량}(t\,gypsum)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission)을 모두 포함한다.

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

1 유리 및 유리제품 제조시설

유리제조업은 에너지 집약적인 산업공정이다. 에너지원의 선택, 가열(heating)의 방법, 열 복원 방법은 용해로 설계에 있어 중심적인 요소이고, 경제적인 생산공정을 수행하는 실천방법이다. 또한, 에너지효율과 환경오염에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 유리제조업에서 사용하는 총 에너지의 75% 이상이 유리용해 공정에서 사용되며, 비용을 고려 할 경우 에너지 단가가 유리용해 공정에서 가장 많이 차지한다. 즉, 해당 사업자가 에너지 사용을 줄일 경우 비용절감에 있어 가장 큰 인센티브이다.

① 유리용해의 기술 및 용해로 설계

유리용해시설에서 기술선택은 에너지 효율에 가장 큰 영향을 미치며, 경제적인 측면을 고려 할 경우 가장 큰 결정적인 요소이다. 기술선택의 주된 요인은 제품의 생산성 향상과 용해로의 내구성보다 우선한 운전비용과 관련된 금전적인 요인이다.

운전비용의 중요한 양상은 에너지의 사용이며, 일반적인 운영자들은

설계상 에너지효율이 좋은 유리용해시설을 선택한다. 전통적으로 유리용해로는 화석연료를 연소하며, 용해로 설계에 있어 주된 차이점은 열회수 시스템이 축열식(regenerator)과 복열식(recuperator)으로 나눈다.

② 연소제어 기술 및 연료의 선택(Combustion control and fuel choice)

지난 수십년 동안 유리용해로의 사용연료는 천연가스(LNG)가 상승함에도 불구하고 액체연료가 지배하고 있다. 천연가스의 사용시 SOx 배출량은 줄지만 NOx배출량은 늘어나며, 그 이유는 천연가스의 불꽃은 작게 발산하여 에너지 소모가 7~8% 정도 높다. 천연가스는 액체연료보다 탄소에 붙어있는 수소비율이 더 높아 결과적으로 CO2 배출량은 25% 줄어든다.

③ 파유리(Cullet)의 사용

유리용해로에서 파유리를 사용하여 유리를 만들면 원료를 사용하여 유리를 만드는 경우보다 모든 종류의 유리용해로에서 에너지 사용량을 줄일 수 있다. 파유리는 낮은 원료보다 낮은 융점을 가지고 있기 때문이다.

④ 폐열보일러(Waste heat boilers)

폐열보일러의 주된 원리는 스팀을 생성하는 수관보일러에 폐가스를 직접적으로 접촉시켜는 것이다. 생성된 스팀은 예열이 필요한 공간, 연료보관탱크 예열, 파이프 예열 등에 쓰인다.

⑤ 배치(batch) 및 파유리(Cullet)의 예열

배치 및 파유리는 일반적으로 차가운 상태로 용해로에 들어오지만, 폐가스의 잔류 열을 이용하여 예열시키면 상당한 에너지 절약이 될 것이다. 원천 원료를 예열하게끔 설계된 스톤울(stone wool) 공장 반사로에

서 예열 설계가 이루어진 점을 응용한 것이다.

[2] 도자기·요업제품 제조시설 중 용융·용해시설

① 에너지 소비

세라믹공장에서 1차에너지 소비는 킬른의 연소, 중간생성물의 건조 등에서 많이 사용된다. 천연가스, LPG, 액체연료은 연소와 건조공정중에 사용하는 연료이다. 고체연료, 전기, LNG, 바이오가스/바이오매스에서도 역시 사용된다.

공장과 기계에서는 원료의 분쇄 및 혼합, 제품의 형성에 전기에너지를 사용한다. 디젤연료는 채석장으로부터 원료운반을 포함한 현장운송의 차량, 내부의 화물운송, 전기밧데리 및 LPG운반 차량, 지게차 등에 사용한다.

벽돌과 지붕타일, 벽 및 바닥타일 분야는 가장 큰 에너지 소비원이며, 생산제품들의 생산량과 비례한다. 특정에너지 소비에서 벽돌과 지붕타일은 가장높은 효율을 나타낸다 [CERAME-UNIE, 2003].

킬른의 전기가열은 식탁제품류와 특정기술의 무기재료에서 사용되고 있다는 점에 주목해야하고 [14, UBA, 2004], [17, Burkart, 2004] 요구되어지는 질적인 문제를 성취하여야 한다.

㉠ BAT는 다음과 같은 기술적용을 조합하여 에너지소비를 줄인다.

- 개선된 킬른 및 건조기의 설계
- 킬른으로부터 폐열은 건조기 등에 사용한다
- 킬른의 연소공정에서 이루어지는 연료스위치를 적용(중유와 고체연료 등)

• 요업체의 변형

킬른/건조 시스템에 개별적으로 혹은 조합적으로 적용시킬 수 있는 현재의 기술은 다음과 같다.

• 자동제어 건조회로
• 건조기에서 쓰이는 습도 및 온도 자동제어
• 건조기에서, 설정온도에 도달하기 위해 공간적인 열분배를 위한 팬의 설치
• 열손실을 예방하기 위한 킬른의 밀봉을 우수하게 하기 위함, 즉 터널식 킬른 및 간헐식 킬른의 메탈케이싱, 모래 및 물 밀봉을 사용.
• 개선된 킬른의 열단열, 즉 열손실을 줄여주는 내화제의 라이닝 및 세라믹섬유를 활용한 절연으로 열단열을 높임.
• 개선된 킬른의 내화제 라이닝과 킬른-차(kiln-car decks)데크는 열손실과 관련된 공장의 가동중지를 줄여준다.
• 연소 및 열전달의 효율을 개선한 고속버너의 사용
• 구식킬른을 신식킬른으로 교체하고, 용량에 따른 터널형 킬른의 폭과 길이를 고려하여 개선한다. 예를 들어 롤러킬른(rollerhearth kilns)과 같은 빠른 연소킬른은 특정에너지의 소비를 줄여 줄 수 있다.
• 킬른의 연소체제를 쌍방향형 인터렉티브 컴퓨터로 제어로 할 경우 에너지소비와 대기오염을 줄여준다.
• 보조연소, SiC/수퍼합금(SiC/super alloys)을 만드는 보조연소를 줄여 킬른시스템의 열생산을 위한 에너지 투입량을 줄여준다. SiC 보조연소는 빠른 롤로연소형 킬른(fast firing roller technology kilns)에 적용할 수 있다.

• 건조기와 킬른 통로의 최적화하여 건조공정 말단에 킬른의 예열지대를 이용한다. 최대한 공장의 공정을 활용하며, 소성공정 이전에 건조된 생산품의 불필요한 냉각을 피한다.
• 확장된 진흙골재 공장에서 로터리킬른을 통한 공기흐름의 양을 감소시켜 에너지소비를 절약한다.

위에서 언급된 대책들은 건조기에 적용시킬수 있으며, 예를 들어 건조기 설계(개선된 열단열, 단열된 도어 및 잠근장치)에 관계된다. 특히 건조기와 킬른과 같은 보조소성 및 공정제어는 가장 빈번하게 이루어지는 열복원시스템이다.

㉡ BAT는 에너지활용계획의 범위내에서 유용한 열수요를 예측한 열병합발전시설을 공정 중에 적용시켜 1차연료 소비를 줄인다.

3 펄프·종이 및 종이제품 제조시설

① 에너지 절약과 관련된 수단

스팀과 전력 소비를 줄이고 내부적으로 전력과 스팀 생산을 증가시키기 위해 아래와 같은 수단은 유용하다.

• 열을 재생하거나 낮게 소비하기 위한 수단

- 흑액(black liquor) 및 나무껍질의 건조고체성분 함유율
- 스팀보일러의 효율성(배출가스 온도를 낮게)
- 효율이 좋은 2차 히팅시스템(온수온도 85℃)
- 잘 밀폐된 용수시스템(Well closed-up water system)
- 상대적으로 잘 밀폐된 표백공정

- High pulp concentration (MC-technique)
- 석회니의 예비건조
- 건물난방을 2차열 사용
- 공정제어

• 전력소비의 절약

- 정선 및 세척공정에서 가능한 펄프의 균일한 농도 유지
- 각종 대형모터의 속도조절
- 진공펌프의 효율
- 파이프, 펌프, 팬의 적절한 크기

• 고효율 전력사용설비(unit)로의 시설교체

- 고압보일러(High pressure boiler)
- 각종 대형모터의 속도조절
- 진공펌프의 효율 증대
- 잉여 증기를 이용한 전력생산관련 응축터빈
- 터빈의 효율 증대
- 보일러에 주입되는 연료와 연소공기의 예열

② 흑액(black liquor)의 가스(기)화 기술

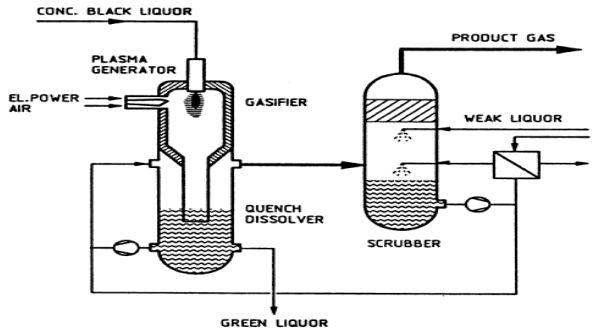
가스화기술(gasfication)은 펄프공장에서 풍부한 전력생산을 위한 유망한 기술이다. 다양한 연료(석탄, 목재잔재물, 흑액)로부터 가연성 가스의 생산은 많은 가스화기술을 통해 가능하다. 흑액 가스화기술의 주요 원리는 고농도의 무기상태 흑액을 고온상태에서 열분해하여 공기 중의 산소와 반응시켜 가스상태로 만드는 것이다. 수많은 흑액가스화 공정은 지금까지 계속 개발되고 있으며, 크게 두 가지로 나뉜다.

그 중 하나는 기화기(gasifier)가 무기염들의 녹는점(700~750℃) 아래에서 이루어지는 저온 가스화이다. 이때의 유동층은 저온 가스화공정에 적합하며, 개발 중에 있는 모든 저온공정에 이용된다.

다른 하나는 기화기(gasifier)가 무기염화물의 녹는점 위에서 이루어지는 저온 가스화이며, 냉각과 용융염화물을 녹이기 위해 물을 사용한다.

아래에는 가스화공정의 한가지 예를 나타내고 있다.

•스웨덴 프로비포르스(Frovifors)공장에서, 펄프공장 증발공정으로부터 얻어진 130~135℃로 가열된 흑액은 대략 65%의 건조고형물을 함유하고 있다. 가열된 흑액은 캠렉(Chemrec)공정의 첫 번째 단계인 기화기로 들어가고 고압(12bar)에서 반응기의 하단에 미세 물방울 상태로 분사되어 진다. 공정에 필요한 공기의 흐름은 압력이 0.5bar이고 예열은 80~500℃로 예열되며, 챔버의 온도는 950℃이고 흑액은 미세한 물방울형태로 분사되어 일부는 연소된다. 흑액에서의 무기화합물은 황화물 또는 탄산염이 용융된 방울형태로 전환된다. 반응기 및 퀀칭쿨러를 통해 만들어진 미스트 방울은 반응기의 전체적인 부분에 존재한다. 또한 유기화합물들은 일산화탄소, 메탄, 수소를 함유한 가연가스로 전환된다.



<그림-11> 캠렉(Chemrec)공정에서의 기화기

흑액을 가스화하여 IGCC로서 전력 생산을 증대시킬 수 있지만, 스팀 생산이 줄고 전체적인 효율(스팀 + 전력)이 낮아지며, 스팀이 과도하게 남는 공장이 아니면 가스화 기술을 적용시키기 어려운 한계점이 존재한다. 이는 흑액발생이 과도하게 많은 일부 공장에서 적용 가능한 기술이다.

③ 환경적 영향

앞선 기술로 개발된 기화기는 복합싸이클(가스터빈과 스팀터빈을 조합)에서 전기생산을 증가시킨다. 흑액을 연료로한 복합가스화발전(IGCC, Integrated Gasification Combined Cycle)에서 흑액의 열값(heat value)은 약 30%의 전력효율로 계산되며, 전형적인 회수보일러의 12~13% 전력효율값과 비교된다. 그러나 동시에 전체적인 효율(전력+스팀)은 5~75%로 떨어지며, 즉 이때 스팀생산은 감소한다는 것이다. 스팀이 과도하게 많은 상황에서는 외부에 판매할 전력생산을 증가시키는 것이 흥미로운 옵션이다.

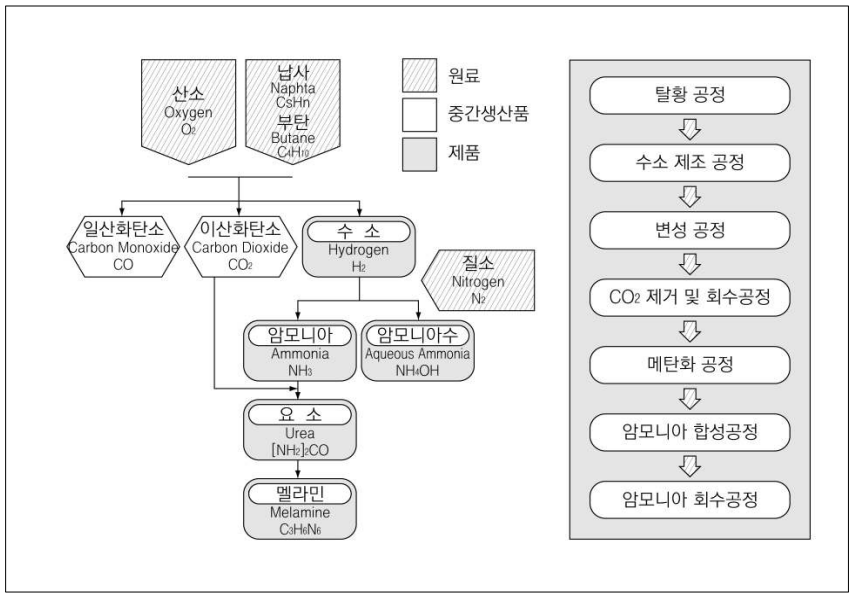
- 대기배출가스를 줄 일수 있다.
- 만약 크라프트 펄프공장에 IGCC 기술을 도입한다면, 현재 800 kwh/ADt와 비교하면 잠재적으로 1700 kwh/ADt을 생산 할 수 있으며, 전력을 잠재적으로 900 kwh/ADt 증가시킨다. 그리고 동시에 스팀생산은 4 GJ/ADt로 줄어든다.

8. 암모니아 생산	IPCC 분류체계
	2B1

1. 암모니아 생산 공정 개요

암모니아는 비료제조, 요소생산, 열처리, 종이 펄프화, 질산과 질산염의 제조, 니트로 화합물 제조 등 등 각종 무기화학 생산공정에서 사용되는 물질의 공급원으로 제조된다.

암모니아 생산공정은 납사와 부탄, 산소, 천연가스 등의 원료를 개질하여 CO, CO_2, H_2를 생산하며, 질소와 수소의 결합으로 암모니아를 생산한다.



<그림-12> 암모니아 생산공정 개요

1 탈황 공정

중질유분에 포함되어 있는 황은 촉매에 심한 피독작용을 하므로 탈황 과정이 필요하다. 탈황방식을 선정함에 있어 원료의 종류, 황화합물의 정도, 황화합물의 형태 등을 고려하여야 하며, 천연가스 같이 황 화합물이 적은 경우에는 상온에서 활성탄에 의한 흡착탈황이 많이 사용되고 있다.

황화합물이 많이 포함된 원료에 대해서는 예비탈황(Co-Mo계 촉매를 이용하는 수소첨가탈황)과 마감탈황(Co-Mo계 촉매와 ZnO 촉매의 조합에 의한 흡착탈황)의 두단계로 처리되어 예비탈황에서 황 성분의 약 5ppm까지로 제거하고, 마감탈황에서 0.1ppm까지 함유율을 낮추게 된다.

2 수소 제조 공정

본 공정은 암모니아 합성을 위한 수소(H_2)를 제조하는 단계로써, 우리나라나 일본에서는 천연가스 산출량이 적어, 납사가 가장 많이 소비되며, 그 다음으로 부탄을 중심으로 한 석유 잔사 가스, LPG 등이 사용된다. 유체 원료로부터 수소를 제조하는 방법으로는 다음의 두가지가 가장 많이 이용되고 있으며, 상압식에서 가압식으로 바뀌고 있다.

- **수증기 개질법** : 메탄~납사까지의 경질유분에 적용
- **부분 산화법** : 메탄~중질유분, 중유, 콜타르, 석탄까지 처리가 가능

① 수증기 개질법

납사의 수증기 개질법은 영국의 ICI법이 대표적이며, 다음과 같이 진행된다.

원료납사의 예열·증발 → 탈황 → 수증기개질 → CO전환 → CO_2제거 → 메탄화 → 원료 H_2

㉠ **1차 개질** : 고온에서 과열수증기와 혼합된 납사를 니켈촉매를 이용한 반응으로 CO_2, H_2, CH_4를 생산한다.

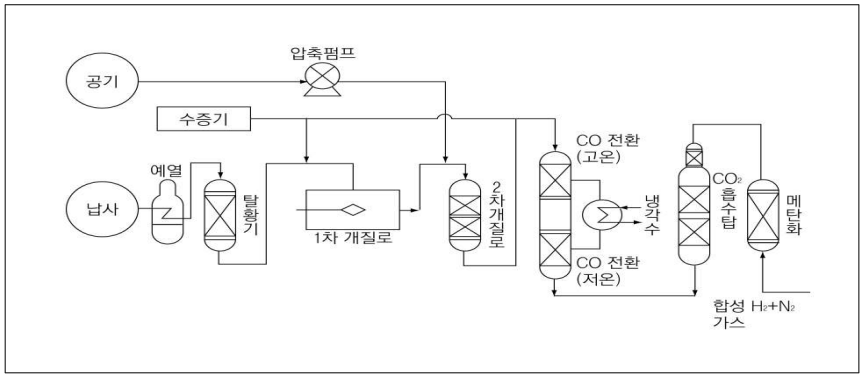
$$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$$

$$7C_7H_{15} + 14H_2O \rightarrow 14CO + 29H_2$$

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$$

㉡ **2차 개질** : 1차개질보다 고온으로 공기가 주입되며 메탄을 제거한다.

$$CH_4 + 공기 \rightarrow CO + 2H_2 + 2N_2$$



<그림-13> 납사 수증기 개질 공정법(ICI 법)

수증기 개질법은 1,000℃ 이상의 고온을 필요로 하므로 고가의 반응관을 사용하여야하나, 2단의 공정으로 나누어 개질할 경우 1차 개질에서 메탄 잔류가 허용됨에 따라 개질로의 부담이 분산되어 촉매온도를 낮게 설정이 가능하다. 또한 외부 가열에 대한 반응관의 재질 선택이 용이함에 따라, 내화물로 보호된 2차로에서 고온반응이 가능하게 되어 잔류 메탄이 감소하게 된다. 또한 2차 공정에서는 부분 산화법에서처럼 고가의 순수 산소제조장치가 필요 없이 공기를 직접 사용할 수 있

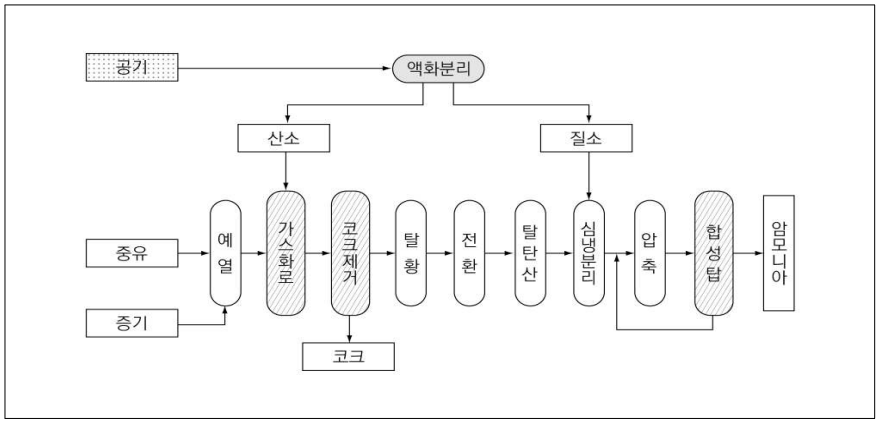
으며, 질소도 동시에 생산할 수 있는 이점이 있다.

② 부분 산화법

부분 산화법에는 비접촉식과 접촉식의 두 종류가 있는데 비접촉식 방법이 보편적으로 사용되고 있다. 이 방법의 특징은 여러 종류의 원료를 사용할 수 있다는 장점이 있으며, 중질유분, 중유, 콜타르, 석탄 아스팔트 등의 개질에서 본 방법을 사용하고 있다.

부분 산화란 탄화수소를 불완전 연소시켜 CO와 H_2를 얻는 반응으로 순수한 산소를 필요로 하나, 강한 발열 연소반응이므로 촉매를 사용하지 않아도 되는 장점이 있다. 개질에는 반드시 수증기를 사용하며 수증기로부터 H_2가 생성된다.

$$C_nH_m + \frac{n}{2}O_2 \rightarrow nCO + \frac{m}{2}H_2$$



<그림-14> 부분산화법 공정도

부분 산화법에서는 내화물을 안에 둘러싼 개질로를 이용하므로 특수강으로 만든 수증기 개질로보다 건설비용은 적게 필요하나, 공기 액화 장치로 인해 전체 설치 비용은 높게 나타난다. 그러나 사용원료가 광범위함에 따라 중질유분과 같은 값싼 원료의 사용이 가능하고 연료비가 저렴하며, 액화 공기로부터 액체 질소를 얻을 수 있음에 따라 개질 가스의 심냉 분리 정제에 사용되는 순수한 가스를 얻을 수 있는 장점이 있다.

③ 변성 공정

개질공정의 공정가스 중 CO는 금속촉매가 포함된 1, 2 전환공정에서 스팀과 반응하여 CO_2와 H_2를 생산한다.

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$$

전환반응은 1950년경 저온 전환촉매(Cu-Zn계)가 개발되고 탈황기술의 발전에 따라 저온전환반응(200~250℃)을 병용하는 2단 전환법을 사용함으로써 CO는 0.3%로 낮아졌다.

④ CO_2 제거 및 회수 공정

수증기 개질공정 및 변성공정에서 발생한 CO_2를 제거하는 과정으로 과거에는 가압(10~20atm) 하에서 물에 흡수·제거하는 고압수 세정방식을 이용하였으나, 현재는 탄산가스의 고순도·고농도 회수하는 방식을 사용하고 있다. 탄산칼륨 수용액(aNDEA)을 이용하여 제거하는 방법이 가장 많이 사용된다.

$$CO_2 + H_2O + K_2CO_3 \rightarrow 2KHCO_3$$

가스 생산 과정중 배출된 CO_2의 흡수 이후, 탄산칼륨과 모노에탄올아민(MEA)과 같은 포화된 가스세정액을 통하여 다음 반응에 따라 중탄산염으로부터 CO_2를 제거하기 위하여 수증기 스트리핑(stripping)

이나 가열을 실시한다. CO_2를 제거한 이후 탄산칼륨 수용액은 재사용한다.

$$2KHCO_3 \xrightarrow{\text{가열}} K_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

$$(C_2H_5ONH_2)_2 + H_2CO_3 \xrightarrow{\text{가열}} 2C_2H_5ONH_2 + H_2O + CO_2$$

⑤ 메탄화 공정

탄산가스 제거장치에서 나온 가스에 포함된 미량의 CO와 CO_2는 암모니아 합성촉매에 피독 작용을 하므로 수소와 반응시켜 메탄올로 전환시켜제거하여야 한다. 메탄화 반응은 300∽400℃에서 Ni계 촉매를 사용하여 행하여지며, 주반응은 다음과 같다.

$$CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$$

$$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$$

⑥ 암모니아 합성공정

고온·고압에서 철을 촉매로 수소와 질소를 3:1로 혼합비로 맞추어 암모니아로 합성하는 공정이다. 암모니아 합성은 미반응 가스의 순환방식을 택하고 있으며, N_2 또는 H_2가 과잉으로 존재하면 순환중에 축적되어 합성반응을 저해하게 된다.

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

암모니아 합성은 다음의 조건에 따라 생산 능률이 결정된다.

㉠ **압력**: 압력이 높을수록 원료 가스로부터 얻어지는 암모니아 수율은 높아 300atm에서는 25∽30%, 150atm에서는 10~15%의 수율이

얻어진다.

㉡ **온도**: 온도를 높이면 반응속도는 빨라지나, 평형 암모니아 농도는 낮아지고 장치 재료의 부식도 발생하기 쉽다. 또한 사용하는 촉매에 대한 최적온도에도 제한이 생김에 따라 합성탑의 온도를 500±50℃의 범위에서 유지하는 방법을 많이 사용한다.

㉢ **공간속도**: 일정 온도의 조건에서는 공간 속도가 크면 합성탑 출구 가스 중의 암모니아 농도는 감소하나, 단위 촉매량, 시간당의 암모니아 생성량은 증가하게 된다. 이를 고려하여 경제적인 공간속도를 결정하게 되는데 일반적으로 15,000∽50,000m^3/m^3-촉매/hr의 공간 속도를 많이 사용하고 있다.

㉣ **촉매**: 암모니아 합성공업에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 촉매로써, 가능한 저온에서 반응속도를 촉진시킬 수 있는 촉매를 사용하는 것이 일반적이다.

오늘날 가장 많이 사용하는 철 촉매는 합성탑 내에서 고온 고압의 수소에 의해 환원되어 순수 철이 되면서 촉매로 활성을 나타내며, 환원 전의 산화철 조성이 Fe(II)/Fe(III)≒0.5, Fe_3O_4의 조성에서 가장 활성이 높다. K_2O의 첨가는 Al_2O_3의 존재하에서 효과적으로 촉매활성을 높여주며, Al_2O_3, K_2O, CaO의 첨가는 촉매독에 대한 내성을 높여줄 뿐만 아니라 열안전성도 높여준다.

⑦ 암모니아 회수공정

암모니아의 합성이 300atm 또는 이상의 고압에서 이뤄지는 고압법에서는 합성탑 출구가스 중의 암모니아 농도가 높음에 따라 반응가스를 열회수한 다음 물로 냉각하여 암모니아를 냉각·분리가 가능하다.

그러나, 저압법에서는 압력과 농도가 낮아 고압법의 회수 과정을 수행한 후 다시 저온(약 −20℃) 처리가 필요하다. 암모니아를 액화, 분리한 후의 미반응 가스는 순화 압축기에서 합성탑으로 재순환시킨다.

2. 배출시설의 종류

'화학비료 및 질소화합물 제조시설' 중 암모니아 생산시설을 말한다.

1 암모니아 생산시설

무수암모니아는 수소와 질소가 3:1의 몰비로 반응하여 합성되는데, 이후 압축되어 33℃까지 냉각된다. 질소는 대기중에서 얻고 반면에 수소는 천연가스(메탄) 또는 납사의 수증기 분해(촉매 변환), 염소 생산시설에서 염수의 전기분해 등으로 얻는다. 국내에서는 대부분의 합성암모니아가 천연가스의 수증기 개질(촉매변환)에 의해 생산된다.

촉매를 활용한 수증기 개질방법으로 암모니아를 생산하는 데는 7단계의 공정을 거친다.

①천연가스 탈황 → ②수증기 1차 개질 → ③공기로 2차 개질 → ④일산화탄소의 전환 → ⑤이산화탄소 제거 → ⑥메탄화 → ⑦ 암모니아 합성

① 탈황공정 : 중질유분에 포함되어 있는 황을 촉매(Co−Mo계 촉매 또는 Co−MorP 촉매와 ZnO 촉매)를 사용하여 제거한다.

② 수증기 1차 개질 : 고온의 과열수증기와 혼합된 납사 또는 천연가스를 니켈촉매를 이용하여 분해하여 CO2, H2, CH4를 생산한다.

$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$

$7C_7H_{15} + 14H_2O \rightarrow 14CO + 29H_2$

$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$

③ 2차 개질 : 1차 개질에 이어 고온의 공기가 주입되어 메탄을 제거한다.

$CH_4 + 공기 \rightarrow CO + 2H_2 + 2N_2$

④ 일산화탄소의 전환(변성공정) : 개질공정을 거친 공정가스 중 CO는 금속촉매(Cu−Zn 계)가 포함된 스팀과 반응하여 CO_2와 H_2를 생산한다.

$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$

⑤ CO2 제거 및 회수 공정 : 변성공정에서 발생한 CO_2를 탄산칼륨 수용액(aNDEA)를 이용하여 제거한다.

$CO_2 + H_2O + K_2CO_3 \rightarrow 2KHCO_3$

이후 탄산칼륨과 모노에탄올아민(MEA)과 같은 포화된 가스세정액 활용하여 다음 반응과 같이 수증기 스트리핑이나 가열을함으로써 중탄산염으로부터 CO_2를 제거하고 탄산칼륨 수용액은 재사용한다.

$$2KHCO_3 \xrightarrow{\text{가열}} K_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

$$(C_2H_5ONH_2)_2 + H_2CO_3 \xrightarrow{\text{가열}} 2C_2H_5ONH_2 + H_2O + CO_2$$

⑥ 메탄화 공정 : CO_2 제거공정을 거친 가스에서 미량의 CO와 CO_2는 암모니아 합성촉매에 피독작용을 하므로, 사전에 Ni촉매 하 수소와 반응시켜 메탄으로 전환시켜 제거시킨다.

$CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$

$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$

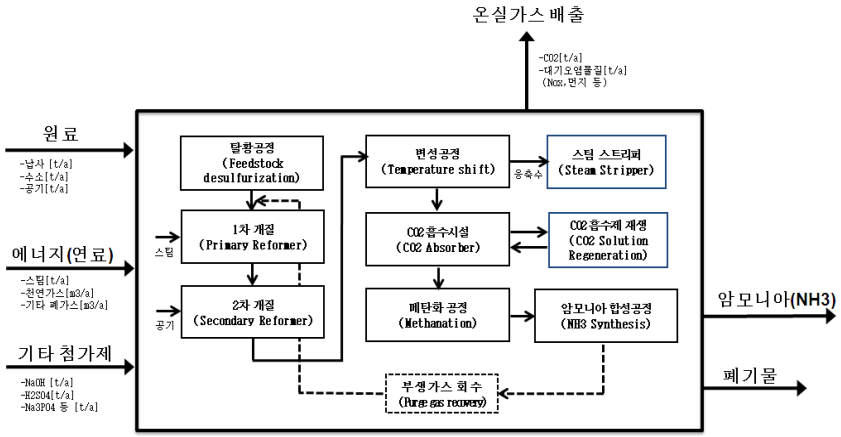
⑦ 암모니아 합성공정 : 고온·고압에서 Fe 촉매를 사용하여 수소와 질소를 3:1의 비율로 맞추어 암모니아를 합성한다.

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

암모니아 생산시설은 모두 이 기본공정을 사용하고 있지만, 압력, 온도, 연료의 온도 및 양 등에 따라 암모니아의 수율 등이 결정된다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질· 에너지 수지표

<표-19> 암모니아 생산시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
납사	kg/t NH_3		암모니아(NH3)	kg/t NH_3	1,000
수소	m3/t NH_3		**에너지(회수)**		
공기	m3/t NH_3		Steam	MJ/t NH_3	
			응축수	MJ/t NH_3	
			부생가스	MJ/t NH_3	
에너지	kg/t NH_3		**온실가스**		
스팀	kg/t NH_3		CO2	kg/t NH_3	
천연가스	m3/t NH_3				
폐가스	m3/t NH_3				
기타 첨가제			기타		
Na_3PO_4	kg/t NH_3		NOx	kg/t NH_3	1.7
H_2SO_4	kg/t NH_3		먼지	kg/t NH_3	0.0
NaOH	kg/t NH_3		폐기물 등	kg/t NH_3	515.4

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{암모니아 생산공정의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{암모니아 생산량}(tNH_3)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission)을 모두 포함한다.

4. 최적가용기술(BAT) 도출시 고려사항

1 고급화된 전통공정

기존의 스팀공정을 수정한 개선된 전통공정은 질량과 에너지흐름을 통합하여 기존 공정과 차이점을 보이고 있다. 수년간 이전 공정에서 기존 구성요소를 개선하여 에너지소비를 괄목하게 줄일 수 있었으며, 현재 최신의 장비와 기계들은 열역학적으로 효율이 증진되어 신뢰도를 높이고 있다. 온라인으로 공정가동을 93% 이상으로 높인 것은 암모니아 공장에서 나타나는 일반적인 공정은 아니다. 개선된 고급 전통

공정은 아래와 같은 특징을 가진다.

- 40 bar 이상의 고압 주 개질기의 이용
- 저 NOx 버너의 사용
- 2차 개질에서 스토이치메트릭 이론에 따른 공기량(스토이치메트릭 이론에 따른 H/N 비율)
- 저 에너지를 이용한 CO_2 제거 시스템

최신기술로 개발된 설계를 이용하여 제작된 기계설비는 최적화된 배열로 다양하면서 공학적인 계약에 따라 제공받으며, 특별한 예로 아래와 같이 응용된 기술은 다음과 같다.

- 건축과 금속학적 기준의 한계성 내에서 원료의 혼합과 공정용 공급공기의 예열을 통해 개질공정의 연소에 필요한 에너지를 줄이고 합성가스의 압축에 필요한 에너지를 줄인다.
- 2차 개질공정 후에 축열된 열과 과열 증기에너지를 사용한다.
- 탄소비율에 따라 스팀 사용량을 줄인 고온변환 반응기의 개선된 설계기술을 적용.
- 높은 변환율을 가지며 작은 크기의 촉매를 사용할 수 있는 암모니아 컨버터의 설계를 사용한 공정.
- 암모니아 합성공정으로부터 생성된 열에너지를 축열시키는 효율을 보장하며, 암모니아 합성의 연결공정에서 열에너지를 추출하여 고압스팀이 필요한 공정에서 사용하도록 하는 것으로 성취한다.
- 고효율 암모니아 응축 및 냉각 시스템에 적용.

② 열교환기의 개선

열역학의 관점에서 보자면, 1차 및 2차 개질공정에서 발생되는 폐가스는 1,000℃ 부근으로 스팀을 생산하기에 적합하여 활용성이 높다. 공정에서 나오는 열을 재생하기 위한 최근 개발목표는 1차 개질공정에서 2차 개질공정에서 나오는 폐열을 이용하는 기술개발로 연소개질로에서 필요한 에너지를 감소시킬 수 있었다. 2차 개질공정에서 열정산관련 설계상 이론적으로 과잉공기 혹은 공기 중 산소가 풍부해야한다. 개질기의 반응에서 필요한 열은 2차 개질기의 공정가스가 개질튜브에 의해 공급된다. 1차 개질공정 열교환기에서 과잉공기는 1차 및 2차 개질공정의 열정산을 보정하기 위해 2차 개질공정에 공급되며, 이때 배출가스 중 질소산화물의 양은 스토이치메트릭 이론을 상회하여 발생한다. 이러한 기술에서 고온변환 반응기(high temperature shift reactor)와 저온변환 반응기(low temperature shift reactor)는 공정 중 폐가스로 스팀을 생산하고 응축공정에 재활용하는 등폐열을 사용할 수 있는 단일등온매체변환 반응기(single isothermal medium temperature shift reactor)로 대체되었다.

PSA(pressure swing adsorption)시스템은 합성용으로 정화된 가스를 만들기 위해 CO_2, CO, CH_4 가스를 제거하는데 사용된다. 극저온 정화시스템은 과잉의 질소를 제거하는 공정과의 통합도 필요하며, 수정된 공정은 개선된 촉매를 사용하여 전반적으로 보다 저압공정과 단순화된 공정으로 전환된다.

③ 용량 및 에너지 효율 증대를 위한 시설개선

20년 이상된 1차 개질 암모니아 공장의 개조는 1차 개질기로와 가스터빈을 조합하여 효율을 향상시켰으며, 이는 개질로에 들어가는 연료를 예열하고 고효율의 가스터빈을 설치하고 개질로에서 요구하는 산소량의 공정조건을 만족시킨 결과이다.

④ 예비개질기(Pre-reforming)의 설치

1차 개질 단계 이전에 예비 개질기를 설치함으로써, 적절한 증기 사용 계획, 에너지 사용 절감과 소량의 질소산화물(NOx) 배출량을 감축시킬 수 있다. 예비 개질기는 1차 개질지 이전에 설치된 단열적으로 운영되는 촉매베드(catalyst bed)를 통해 이루어지며, 냉각된 가스는 1차 개질기를 통과하기 이전에 예열단계가 필요하다. 1차 개질기의 의무는 질소산화물 배출을 줄이고자 연소를 줄이고 동시에 에너지를 절약하고자 낮은 S/C 비율을 성취시킨다.

⑤ 에너지 심사(감사)

에너지 사용심사의 목적은 에너지소비의 특성과 복잡한 공정을 파악하는 것이며, 에너지효율을 개선하기 위한 기회를 찾아보자는 것이다. 전반적이고 섬세한 에너지심사의 이행은 많은 시간과 수고를 들이며 연속적이고 구체적인 단계를 통하여 진행한다. 이런 각각의 단계들은 최소한의 지출로 잠재적인 개선점을 찾아내며, 추가적인 연구를 통해 결정되는 일련의 연구결과를 제공한다.

아래의 각 단계는 에너지심사의 정상적인 과정을 나타내고 있다.

① 제1단계 : 예비벤치마킹

여기에서는 에너지소비와 관련된 잠재적인 개선점을 초기에 재빠르게 평가하여 제공한다. 공정의 수행, 공정개선의 역사, 설비의 사용 등 기초적인 질문에 답하는 형식에 따라 수행하며, 공업표준과 비교해 보면 각 설비의 에너지소비를 개선하기위한 영역에서 광범위한 지표를 제공하고 있다.

② 제2단계 : 답사의 심사

공정에서 열정산 및 물질수지를 결정하는 이해적인 판단과 공정의 운전조작을 완벽하게 이해하는 단계이다. 공정수행에 있어 빠른 개선점을 쉽게 줄 수 있는 수많은 단순변화를 찾아내는 단계이며, 추가적인 연구영역을 찾아내는 단계이기도 하다.

③ 제3단계 : 심도있는 에너지심사

3단계에서 이루어지는 에너지심사는 공정상의 더욱 세심한 운전조작의 평가 및 구체적인 개선영역을 포함하며, 아래와 같은 사항을 포함한다.

- 데이터 수집
- 기초적인 사건을 모델링
- 현장토론
- 타당성있는 개선을 개발하고 평가한다
- 검토 및 보고

⑥ 고급 공정제어

고급 공정제어(APC)시스템은 최근 암모니아 공장에서 성공적으로 이루어졌다. APC는 기초모델 혹은 예측모델이며, 구현하는 중에 공정상 부정적인 효과나 공정중지와 같은 장애는 나타나지 않았다. APC 온라인 공정은 생산공정에서 안정적인 고효율을 기록하였다. APC는 가중적이며 계층적인 최적화를 제공하며, 여기에서 계층적이란 최적화된 문제에 따라 차별된 해결책이 존재한다는 것이다.

⑦ 공기압축공정시 가스터빈사용

공기압축공정 운전시 응축스팀터빈을 사용할 때 스팀 에너지의 절반이상이 냉각되거나 없어진다. 응축스팀터빈의 대안은 가스터빈을 사용하거나 배출가스의 폐열을 사용하는 것이며, 이때 사용될 배출가스는 1차 개질기의 연소공기 예열용으로 충분한 산소농도를 함유해야 한다.

연소공기의 예열은 개질기 연료소비의 소모량을 줄일 수 있지만 고온의 화염온도는 질소산화물을 증가시킬 수 있다.

⑧ CO_2 제거 시스템의 효율 개선

기화공정 및 변환공정에서 생성된 CO2는 정상적으로 용매를 이용한 스크러빙에 의해 제거된다. 공정에서 기계적인 에너지는 용매를 순환시키는데 이용되며, 이때 열은 용액을 재생할 때 필요로 한다. 이런 방법으로 거의 모든 순수한 CO2는 우레아를 생산하는 등의 다른 공정에도 사용될 수 있지만 통기시켜 회수되어 지며, 이러한 CO2제거 시스템은 다른 CO2제거 시스템보다 용매소비에 있어 개선효과가 있었다.

CO2제거 시스템의 에너지소비는 암모니아 공정을 통합하는 방법에 따라 결정되며, 합성가스의 순도와 CO2 회수에 영향을 준다.

이때 에너지 절약은 30～60 MJ/kmol CO_2(약 0.8～1.9 GJ/tonne NH3)로 가능하다

⑨ 연소공기의 예열

연소공기의 예열은 1차 개질기의 폐열과 보조 보일러의 배출가스로 이루어지며, 공기예열에 따른 화염온도의 상승은 질소산화물의 배출을

증가시킨다. 만약 폐열를 이용한 가스터빈 없이 상당한 양의 공기를 예열시킬 경우 에너지는 90 mg/Nm3 : 270 g/tonne-NH3에서 130 mg/Nm3 : 390 g/tonne-NH3의 비율로 상승한다.

⑩ 등온변환

강한 발열변환은 저온을 선호하며, 이때 열은 낮은 CO농도를 유지하기 위해 제거된다. 정통적인 공정에서 두 단계로 이루어지며, 사용하는 촉매의 종류에 따라 고온변환(330～440℃)과 저온변환(200～250℃)으로 나누어져 가스는 두 단계의 사이에서 냉각된다. 대안으로 제시된 단일 단계시스템은 2단계로 접근하여 사용되며, 여기서 변환은 냉각튜브를 이용하여 촉매베드로부터 열을 지속적으로 제거하여 등온상태에서 수행함으로써 크롬을 함유한 전통적인 고온촉매방법을 쓰지 않아도 된다.

크롬이 함유된 촉매가 없이 반응하는 등온변환이 이루어져 피셔트롭스치(Fisher-Tropsch)반응은 반응기에서 생기지 않으며, 이때 탄소비율이 낮은 증기가 생성된다. Fisher-Tropsch 합성은 수소(H)와 일산화탄소(CO)의 반응이며, 이때 CO대신 이산화탄소(CO2), 일산화탄소와 혼합된 물질, 두 개 이상의 탄소를 가진 화합물과도 반응한다.

⑪ 암모니아 컨버터에서의 소립자 촉매 사용

소립자 촉매의 활동성은 합성시 압력을 감소시키고 촉매의 부피는 작아진다. 이때 촉매 아래층은 에너지효율에 악영향을 주는 압력 저하 현상이 나타나게 된다.

⑫ 암모니아 합성에서의 저압촉매

암모니아 합성에서 철성분의 촉매보다 루테늄(ruthenium)성분의 촉매와 그라파이트 소재의 알카리 생성기가 부피로 보자면 활동성이 더 높다. 촉매의 부피가 축소되어 저압으로 운전이 가능하고 변환율이 높아져 암모니아 합성시 반응기는 에너지를 절약할 수 있다.

전통적인 철성분의 촉매는 활동성을 높이기 위해 코발트를 함유시켜 암모니아 공정에서 저압을 유지하였다.

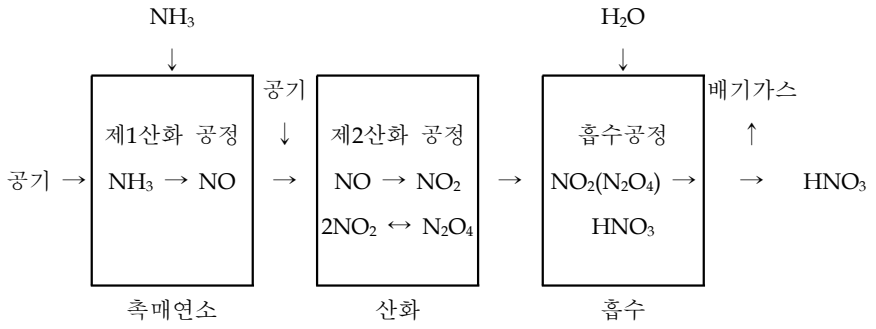
에너지 절약은 1.2 GJ/tonne NH3로 줄일 수 있으나 암모니아 냉각공정에 필요한 에너지소비와 상쇄 시킬 수 있다.

9. 질산 생산	IPCC 분류체계
	2B2

1. 질산 생산 공정 개요

암모니아 산화법에 의한 질산 제조는 백금 촉매 하에 암모니아를 산화시켜 일산화질소 생산하는 제1산화 공정과 일산화질소를 산화시키는 제2산화 공정, 이산화질소를 물에 흡수시켜 질산을 생성시키는 흡수공정으로 구성된다. 전 공정을 상압에서 진행되는 상압법, 가압하에서 행하는 전가압법, 제2산화 공정과 흡수공정만 가압하는 반가압법이 있다. 전가압법 및 반가압법에서는 60∼65%, 상압법에서는 50% 정도의 질산 농도를 획득할 수 있다.

<그림-15> 질산공정 개요.



① 제1산화 공정

암모니아 산화반응은 700∼1,000℃에서 백금 또는 5∼10%의 로듐이 포함된 촉매존재 하에서 산소와 암모니아를 다음과 같이 반응시킨다.

$4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$

본 공정에서는 다음과 같은 부반응이 발생하기도 한다.

$2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$

$2NO \rightarrow N_2 + O_2$

$4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$

$4NH_3 + 6NO \rightarrow 5N_2 + 6H_2O$

부반응에서 다음의 N_2O의 발생을 야기하기도 한다.

$NH_3 + O_2 \rightarrow 0.5N_2O + 1.5H_2O$

$NH_3 + 4NO \rightarrow 2.5N_2O + 1.5H_2O$

$NH_3 + NO + 0.75O_2 \rightarrow N_2O + 1.5H_2O$

암모니아의 산화율에 영향을 주는 인자는 온도, 압력, 공기(O_2)와 암모니아의 혼합비, 촉매를 통과하는 가스의 유속 등이지만 특히 온도와 압력의 영향이 가장 크다. 다음 표는 암모니아 산화율의 온도, 압력 관계를 나타낸 것이다.

<표-20> 암모니아 산화에 미치는 온도와 압력>

압력(atm)	온도(℃)	산화율(%)
1	790~850	97~98
3.5	870	96~97
8	920	95~96
10.5	940	94~95

반응온도가 지나치게 상승하면 산화질소가 질소와 산소로 분해되는 부반응이 일어나 산화율이 낮아지고 촉매도 휘발하여 손실된다. 그러나 압력이 상승하면 최적 산화율을 얻는 반응온도가 상승함에 따라서 암모니아 산화공정에서 반응압력이 높으면 평형이 좌측으로 이동하여

산화율이 낮아지는데 이처럼 산화율은 반응온도 및 압력, 공기 및 암모니아 예열온도 및 과잉공기량에 의해 제어된다. 특히 암모니아와 산소의 혼합가스는 폭발성이 있기 때문에 $[O_2]/[NH_3]=2.2\sim2.3$이 되도록 주의하여야 한다.

촉매로는 금속산화물 또는 그 밖의 합금이 있지만 현재 백금(Pt)에 로듐(Rh)이나 팔라듐(Pd)를 첨가하여 만든 백금계 촉매가 일반적으로 사용된다. 촉매의 표준 조성은 90% Pt-10% Rh, 92.5% Pt-4% Rh-3.5% Pd이며, 촉매형상은 직경 0.02mm선으로 망을 떠서 사용한다. Rh은 가격이 비싸지만 강도, 촉매활성, 촉매 손실을 개선하는데 효과가 있다.

② 제2산화 공정

암모니아 산화 반응기를 나온 반응가스를 냉각하면 가스 중의 NO와 과잉 산소가 쉽게 반응하여 NO_2를 생성한다.

$NO(g) + 0.5O_2 \rightarrow NO_2(g) + 13.45\ kcal$

이 반응은 발열반응이지만 온도가 낮아지면 반응 속도가 증가하는 특성이 있다. 600℃ 정도에서 이산화질소가 생성되기 시작하여 150℃ 정도가 되면 대부분이 이산화질소가 된다. 이 이산화질소를 상온부근까지 냉각시키면 이산화질소 이분자가 중합하여 사산화질소가 된다.

$2NO_2 \leftrightarrow N_2O_4 + 13.8\ kcal$

순수한 사산화질소는 고체로만 존재하고, 기체, 액체에서는 이산화질소를 반드시 함유하고 있다.

③ 흡수 공정

이산화질소 또는 사산화질소를 함유한 가스가 물에 흡수되면 다음

반응에 따라 질산이 생성된다.

$3NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g) + 32.3\ kcal$

$3N_2O_4(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4HNO_3(aq) + 2NO(g) + 64.4\ kcal$

이 반응 평형은 온도를 낮추고 압력을 높혔을 때 질산의 생성율이 상승되며, 이렇게 얻어진 질산 농도는 보통 55~63wt % 정도의 묽은 질산이다.

④ 농축공정

흡수공정에서 얻어진 질산 농도는 대부분 68% 이하이다. 유기물의 니트로화등에는 진한 질산이 필요하므로 98~100%로 농축이 필요하다. 질산은 68%에서 최고 공비점(azeotropic point)을 가지므로, 68% 이하의 질산은 가열하여 68%까지 농축이 가능하나, 그 이상의 질산에서는 불가능함에 따라 증발농축으로 진한질산을 만들 때는 묽은 질산에 진한 황산을 가하여 증류하는 Pauling식이나, 탈수제로 $Mg(NO_3)_2$를 가하여 탈수 농축하는 Maggie 식 등이 이용되고 있다. Pauling 방식이 대체적으로 많이 사용하는 방법으로 Maggie 식에 비해 수율과 품질이 떨어지고 설비비용이 많이 필요하나, 운전비가 적게 드는 이점이 있다.

배출가스는 갈색의 NOx가 0.1~0.2% 정도로 포함됨에 따라 메탄이나 수소를 혼합시켜 700~1,000℃에서 백금이나 로듐계 촉매층을 통과시켜 NO_2를 N_2로 환원시켜 배출한다.(촉매환원법) 일부에서는 배출가스를 가성 소다로 세척하여 아질산나트륨으로 회수하여 염료용 등에 사용하기도 한다.(흡수법)

$$2NaOH + NO_2 + NO \rightarrow 2NaNO_2 + H_2O$$

그러나 방출되는 배출가스의 양은 암모니아 산화나 일산화질소 산화시 순수한 산소를 사용함에 따라 현저히 감수시킬 수 있으며, 이 경우 경제성은 하락한다.

2. 배출시설의 종류

① 질산제조시설 (‘기초 무기화합물 제조시설’ 중 질산제조시설을 말한다.)

질산제조 공정은 일반적으로 3단계로 이루어져 있는데, 극 각각은 몇개의 화학반응이 일어난다. 첫 번째로 1:9의 암모니아/공기 혼합물을 백금/토듐 촉매를 통과하면서 고온(1,380~1,470°C 또는 750~800°C에서 산화되는데, 그 반응은 다음과 같다.

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

공장내의 가스가 냉각기/응축기를 통과하면서 100°F(38°C) 이하로 냉각된 후에, 산화질소는 잔류산소와 반응하여 이산화질소가 형성된다.

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$$

생성된 이산화질소는 포종-판 흡수탑에 유입되어 물과 대향류로 접촉한다 일어나는 발열반응은 다음과 같다.

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

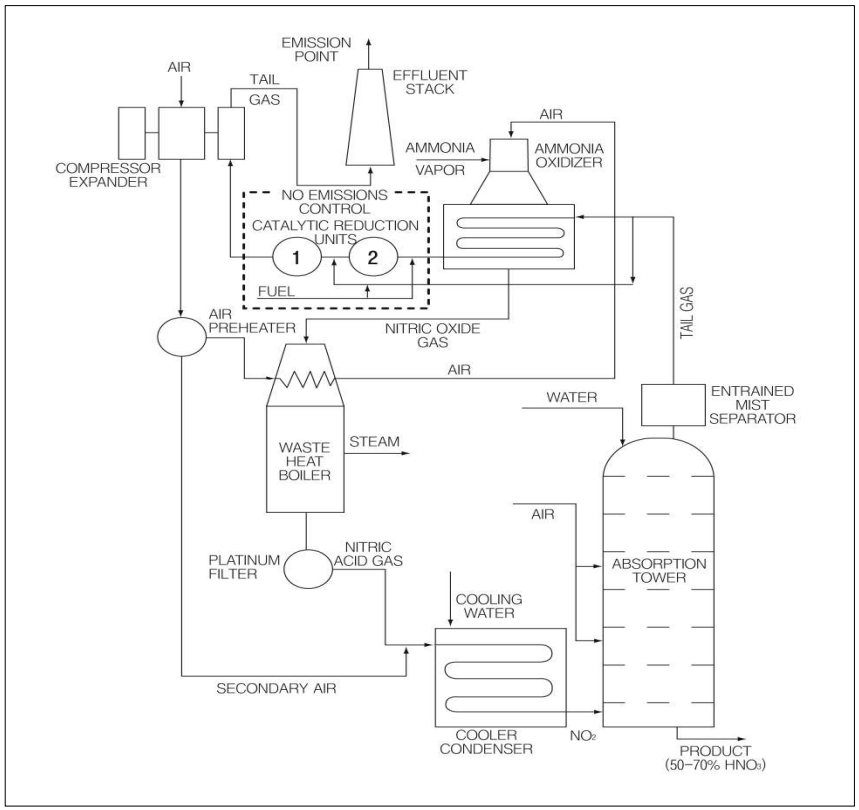
사용된 가스는 흡착탑 상부에서 산·연무제거를 분리기 입구까지 흐르면서 암모니아 가스에 의한 에너지흡수를 위한 열교환기를 통과하여 굴뚝으로 배출된다. 대개의 시설에서 배기가스는 대기중으로 배출되기 전에 잔류 질소산화물을 처리하여 제거한다.

질산의 농축은 탈수탑에서 일어나는데, 강황산과 50~70% 염산을 대기압으로 충전된 탈수탑의 상부에 주입하고, 산의 혼합물은 상승하는 증기와 대향류로 흐르게 된다. 농축된 질산은 질산의 해리로부터

생성된 약간의 NO2와 O2를 포함하는 98% 증기로 탑에서 배출된다. 농축된 산 증기는 탑에서 배출되어 강염산의 응축, 산소와 산화질소부산물의 분리에 영향을 주는 표백기와 향류 응축장치로 유입된다. 이후 산화질소와 공기가 혼합되어 NO2가 형성되는 흡수탑으로 유입되고 약한 질산으로써 회수된다. 반응하지 않은 가스는 흡수탑 상부에서 대기중으로 배출된다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질· 에너지 수지표

<표-21> 질산제조시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
암모니아	kg/t HNO_3		질산(100%)	kg/t HNO_3	1,000
에너지			**에너지**		
전력	kWh/tHNO_3		폐열	MJ/t HNO_3	
스팀	t/tHNO3				
기타 연료 및 원료			**온실가스배출**		
백금	kg/t HNO_3		N_2O	kg/t HNO_3	
냉각수	kg/t HNO_3		**기타 부산물**		
			NO_2	㎎/N㎥	
			NO	㎎/N㎥	
			O_2	% v/v	
			H_2O	% v/v	

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{질산제조시설의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{질산생산량}(tHNO_3)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission) 등을 모두 포함한다.

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

1 산화 촉매반응

촉매반응을 저해하는 원인은 아래와 같다

○ 대기오염으로 인한 독성 및 암모니아로부터의 오염

○ 암모니아-공기 혼합 부족

○ 촉매 부근의 가스 분포 부족

위와 같은 현상이 나타나면 NO의 수율은 10%까지 떨어지며, 버너에서 국지적으로 암모니아 초과현상이 나타나 공장의 안전을 위협한다. 또한 촉매거즈의 과열 원인이다. 이런 영향을 최소화하기 위하여 소수의 공장에서는 암모니아로부터 기인한 녹을 제거하기 위해 마그네틱 필터를 사용한다. 고효율 정적 혼합기와 부가적인 여과단계는 암모니아와 공기의 혼합에 이용하였다. 버너의 헤드는 구멍난 판과 하니콤브 격자를 부착하여 분사를 용이하게 하며, 촉매거즈 이상의 가스속도를 유지시키면 NO의 수율을 높이고 N_2O 배출량을 감소시킨다.

2 산화반응의 최적화

산화반응을 최적화하는 목적은 NO의 수율을 높이고 N2O의 발생을 억제하는데 있다. NO 생산은 암모니아와 공기비(NH3/air)가 9.5~10.5% 로 유지하고, 가능한 저압하에서 온도를 750~900℃로 유지시켜 최적화한다.

3 산화촉매의 대체

•개선된 백금촉매는 암모니아에서 NO로의 산화율을 높이고 역으로 N2O를 감소시킨다.

•질산공정에서 지난 30년간 코발트(Co_3O_4)촉매는 유용하였으며 첨가된 소재에 따라 효율(94~95%)을 높였다. 반면에 어떤 이들은 고압공정에서 88~92%의 효율을 주장한다. 일반적으로 현존하는 질산공장에서 NO수율은 대략 93~97% 이다. 공정장애로 인한 공정중지 및 압력저하 현상은 촉매의 수명을 연장시키며, 고온과 코발트 촉매의 환원현상은 촉매의 비활성화를 이끈다.

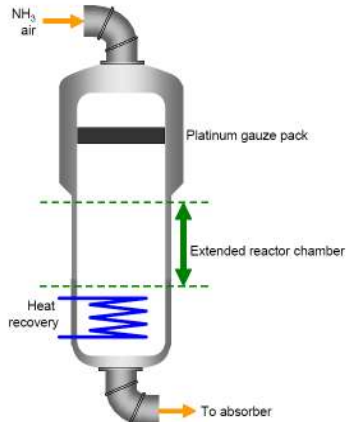
CIS국가에서 2단계 촉매는 광범위하게 사용한다. 첫 단계에서 하나 혹은 그 이상의 백금거즈가 이용되며, 비백금계 산화촉매는 두 번째 단계에서 사용한다.

4 흡수 단계의 최적화

NO의 NO2로의 산화와 HNO3을 위한 수용액 생산은 저온·고압, NOx와 O2, H2O 조합의 최적화 정도의 영향을 받으며, 저온에서 흡수율은 상승하나, 에너지 소모는 증가한다. H/H 시스템에서는 NO 흡수율이 증가하면 N2O가 상승한다.

5 반응챔버의 확장을 이용한 N2O 분해

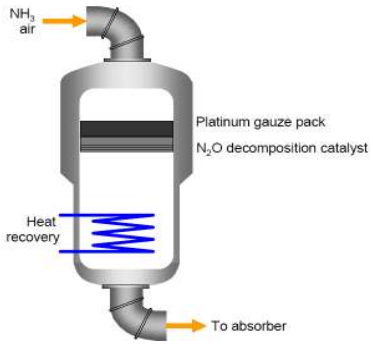
야라(Yara)는 반응기에서 고온(850~950℃)영역에서 체류시간을 증가시켜 N2O 생성을 줄이는 기술을 개발하고 특허를 가졌다. 이런 기술은 그림에서와 같이 반응챔버 내부에 백금촉매층과 1차 열교환기 사이에 약 3.5m의 여분의 공간을 갖추게 한다. 체류시간을 1~3초간 증가시켜 N2O 감소율을 70~85%로 향상시켰으며, 이때 N2O는 준안정상태로 N2 및 O2로 분해된다.



<그림-16>. 반응챔버 확장을 통한 N2O 분해

⑥ 산화반응기의 N_2O 분해 촉매

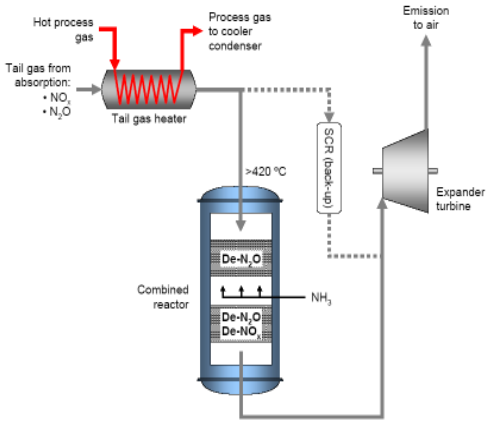
고온영역(800~950℃)에서 선택적 N2O분해 촉매에 의해 N2O가 형성되는 즉시 분해되며, 백금거즈 바로 아래 있는 촉매층에 의해 이루어진다. 대부분의 질산버너는 Rasching 고리로 충진된 바구니로 장착되어있으며, 이때 바구니의 수정된 변경은 없으며 거즈팩이 장착될 수 있다. 50~200 mm의 촉매층은 압력저하에 따른 분해율을 높일수 있으며, 산화압력의 증가와 함께 촉매층의 강하압력은 높아진다.



<그림-17>. 산화반응기에서 N2O 촉매분해

⑦ 배기가스에서 NOx와 N_2O 감소 장치의 조합

대략 420~480℃의 배기가스를 이용한 히터와 가스터빈 사이에 설치한 NOx 및 N2O 분해 반응기를 조합하여 공정을 구성하며, NOx 및 N2O 분해 반응기는 제올라이트와 같은 소재로 된 두개의 촉매층과 중간에 있는 암모니아 주입층으로 구성된다. 첫 번째 층에서는 N2O를 N2 및 O2로 분해하고 NOx가 생성되며, 두 번째 층은 암모니아를 주입하여 NOx를 제거하고 더 나아가 N2O를 분해한다.



<그림-18> NOx와 N2O 감소 장치의 조합

- N2O와 NOx의 동시제거
- N2O 제거효율을 98~99 %로 높임
- 질산생산에 따른 N2O 배출을 0.12~0.25kg N2O/tonne 100 % HNO3 수준으로 함

10. 아디프산 생산	IPCC 카테고리
	2B3

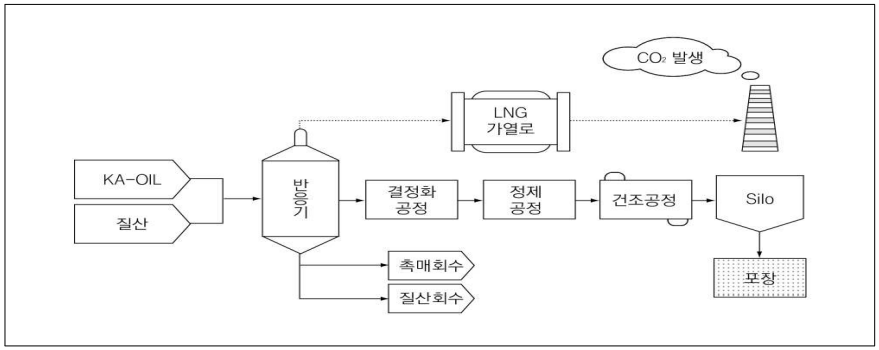
1. 아디프산 생산 공정 개요

아디프산은 유기산의 하나로 유화제, 안정제, pH 조정제, 항료 고정제로 사용되며 나일론, 폴리우레탄, 가소제 등 화학제품의 기초 원료이다. 아디프산은 ketone-Alcohol Oil (cyclohexanone : Cyclohexanol = 6:4)을 질산과 반응시킨 후 결정 및 정제, 건조 공정을 통해서 생산된다.

$(CH_2)_5CO$(사이클로헥세온)+$(CH_2)_5CHOH$(사이클로헥세인)+ωHNO_3

$\rightarrow HOOC(CH_2)_4COOH$(아디프산)+$xN_2O$+$yH_2O$

아디프산의 일반적인 공정은 다음과 같다.



<그림-19> 아디프산 제조공정 개요

○ **원료 투입** : KA oil (ketone-alcohol oil, 사이클로헥세온 60%, 사이클로헥세인 40% 혼합용액)과 질산을 투입

○ **반응 공정** : 산화반응기(Oxidation reactor)에서 KA Oil과 질산이 혼합되며 반응 개시

○ **결정화공정** : 반응공정의 생성물을 고체상의 결정으로 생산하는 공정

○ **정제공정** : 아디프산의 순도를 일정하게 관리하기 위해 정제하는 공정

○ **건조공정** : 조립공정에서 이송된 생산품을 고온으로 건조하는 공정

○ **Silo 및 포장공정** : 일정크기로 선별하여 저장하고 포장하는 공정

○ **가열로 공정** : 열분해(thermal destruction process) 과정을 통해 N_2O의 99% 이상을 배출

2. 배출시설의 종류

1 아디프산 생산시설 ('기초 무기화합물 제조시설' 중 반응시설(아디프산 생산시설)을 말한다.)

아디프산(HOOC(CH_2)$_4$COOH)은 합성섬유, 코팅, 플라스틱, 우레탄 포말, 합성윤활유의 생산에 사용되는 백색결정의 고체이다. 국내 생산되는 아디프산의 대부분은 나일론 6,6을 생산하는데 사용된다. 아디프산 생산에 사용되는 기초원료는 시클로헥산이나 다른 공정의 부산물인 시클로헥사논을 사용하는 경우도 있다.

아디프산 생산 원료인 시클로헥산과 시클로헥사논은 반응조에 옮겨져서 130~170°C에서 산화되어 시클로헥사놀과 시클로헥사논 혼합물을 형성하고 2차 반응조에 옮겨져서 질산과 촉매(질산동과 바나듐 암모니아염의 혼합물)로 70~100°C에서 산화되어서 아디프산을 형성한다.

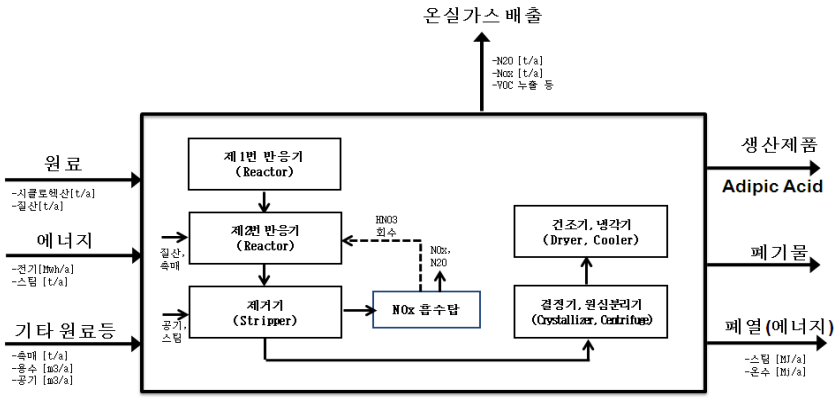
$(CH_2)_5C=O + (x)HNO_3 \rightarrow HOOC(CH_2)COOH + (y)NOx + (z)H_2O$

$(CH2)5CH(OH) + (x)HNO3 \rightarrow HOOC(CH_2)COOH + (y)NOx + (z)H_2O$

시클로헥산으로부터 아디프산을 합성하는 또다른 방법(Farbon 법)은 다음의 두가지 공기산화단계를 포함한다. 시클로헥산을 산화하여 시클로헥산올과 시클로헥사논을 만들고 시클로헥산올과 시클로헥사논을 다시 산화하여 아디프산을 만든다. 이 때 혼합된 초산 망산, 바듐을 촉매로써 사용한다. 제2반응기로부터의 생성물을 표백기로 들어가고 용존 NOx가스는 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. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질·에너지 수지표

<표-22> 아디프산 생산시설(반응시설)의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
시클로헥산	kg/t 아디프산		아디프산	kg/t 아디프산	1000.0
질산	kg/t 아디프산		**에너지(회수)**		
			스팀	MJ/t 아디프산	
에너지			**온실가스배출**		
전기	kWh/t 아디프산		N2O	kg/t 아디프산	270-300
스팀	MJ/t 아디프산				
기타 연료 및 원료			**기타 부산물**		
촉매	kg/t 아디프산		폐수	kg/t 아디프산	
용수	kg/t 아디프산		폐기물 등	kg/t 아디프산	
공기	m3/t 아디프산				

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{반응시설의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{아디프산생산량}(t\ adipic\ acid)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission) 등을 모두 포함한다.

4. 최적가용기술(BAT) 도출시 고려사항

아디프산공정에서 N_2O는 탈기컬럼(stripping column)과 크리스탈라이저(crystalliser)를 통해 배출되며, 이때 아디프산 1kg을 생산시 N_2O가스 는 약 300g 정도 배출된다.

1 N_2O 배출가스 재사용법

생성된 N_2O 배출가스는 아래 두 가지 방법에 의해 재 사용된다.

- 질산공정에서 발생하는 스팀에서 이루어지는 고온연소이며, 이때 N_2O 배출가스를 이용하여 질산생산시 발생하는 N_2O를 예방한다.
- 선택적으로 벤젠을 페놀로 산화시키는 공정에서 사용하며, 미국의 한 회사는 이때 기존 폐열처리 시스템을 대체한 비용효과는 20%로 보고하고 있다.

2 분해법

만약 위 두개의 재사용 법을 사용하지 않을 경우 가장 널리 쓰이는 2가지 기술은 촉매분해 및 열분해법이다.

- 촉매분해법은 MgO 촉매를 이용하여 N_2O가스를 질소(N_2) 및 산소(O_2)로 분해시키는 것이며, 발열반응에서 생성된 강력한 열은 스팀을 생산하는데 쓰여진다.
- 열분해법은 메탄이 존재하는 배출가스를 연소시키는 방법이며, 이때 N_2O가스는 산소원으로 쓰여 질소를 감소시키고 배출가스 중에는 NO 및 소량의 N_2O성분만이 존재하게 한다. 열분해시 발생하는 배출가스는 스팀을 생산하는 폐열로 이용된다.

<표-23> 유럽 아디프산공장에서 N2O 저감기술 적용시 효과

국가	공장	기술	2000년까지 효율	시작연도
영국	듀퐁(Du pon)	열분해	94%	1998
프랑스	로디아(Rhodia)	질산전환	98%	1998
독일	바이엘(Bayer)	열분해	96%	1994
독일	바스프(Basf)	촉매분해	95%	1997

11. 카바이드 생산	IPCC 카테고리
	2B5

1. 카바이드 생산 공정 개요

카바이드는 일반적으로 칼슘의 탄소화합물인 탄화칼슘(CaC_2)이라하며, 공업적으로 생석회나 코크스, 무연탄 등의 탄소를 전기로 속에서 가열하여 제조하며 아세틸렌의 원료로 사용된다. 탄화규소(SiC)는 중요한 인공연마제이며, 규사(차돌모래)와 석유코크스로부터 생산된다.

탄화칼슘(CaC2)은 탄산칼슘($CaCO_3$)에 열을 가한 후 석유코크스와 함께 CaO를 환원시키면서 생산되는데, 각각의 과정은 모두 CO_2를 배출한다. 석유코크스에 포함된 탄소의 약 67%는 생산물 속에 함유된다.

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

$$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO(+1/2\ O_2 \rightarrow CO_2$$

탄화규소(SiC)는 아래 반응식과 같이 규사와 석유코크스로부터 생산된다. 생산과정에서 규사와 탄소는 대략 1:3의 몰비율로 혼합되며, 약 35%의 탄소는 생산물 안에 함유되고 나머지는 여분의 산소와 결합하여 CO_2로 전환되어 공정 부산물로 대기 중에 배출된다. 이 공정에서 사용되는 석유코크스는 휘발성 화합물을 함유할 수 있는데, 이는 메탄(CH_4)을 생성시킨다.

$$SiO_2 + 2C \rightarrow Si + 2CO$$

$$Si + C \rightarrow SiC$$

$$SiO_2 + 3C \rightarrow SiC + 2CO(+O_2 \rightarrow 2CO_2)$$

2. 배출시설의 종류

1 칼슘카바이드(Calcium Carbide) 제조시설 (‘시멘트·석회·플라스터 및 그 제품 제조시설’ 중 칼슘카바이드 제조시설을 말한다.)

칼슘카바이드(CaC_2)는 전기아크로에서 200°C～2,100°C온도로 석회와 탄소혼합물을 가열해서 만들 수 있다. 이 온도에서 석회는 다음 반응식에 따라 일산화탄소(CO)와 칼슘카바이드(CaC_2)로 환원된다.

$$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$$

이 반응에 쓰이는 석회는 일반적으로 공장 부지(Plant site)가마에서 석회석을 환원하여 만든다. 또 탄소원료로는 석유코크스(Coke) 및 무연탄 등이 쓰인다. 로(furnace) 안에서 불순물은 CaC2 생성물 내에 남아있기 때문에 석회는 마그네슘 산화물, 알루미늄 산화물, 철 산화물을 각각 0.5% 이상 포함해서는 안되며, 인(P) 화합물을 0.004% 이상 포함해서는 안된다. 또 코크 변화는 재와 황에서 낮게 존재하여야 한다.

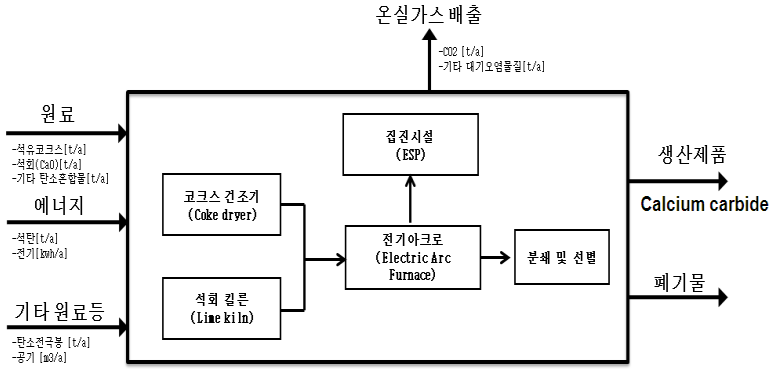
카바이드 제조시 석회석이 석회가마에서 석회로 바뀌는 동안 코크스 내 습기는 코크 건조기에서 제거된다. 코크스와 석회조각 들은 재순환되어 사용될 수 있으며 두 생성물은 전기아크로로 옮겨져 칼슘카바이드가 생성된다. 전기아크로는 여러 가지 유형이 있는데, 개방로(open furnace)에서는 과잉공기를 포함하고 있을 경우 CO를 CO2로 완전연소 시킨다. 또한 폐쇄로(Close furnace)에서 공기를 모아 다른 공정과 연소공정에 연료로 사용할 수 있다.

‘석탄타르핏치바인더(coal tar pitch binder)’의 전극가루 반죽화합물과 무연탄은 로로 도입되기 전에 전기아크로에 의해 열로 구워진 강

철 통안으로 연속적으로 들어간다. 구원진 전극은 로 벽 안쪽(meltem), 강철 통에서 나오고 CaC2 생성공정에서 소비된다. 녹은 CaC2는 '로'에서 냉장차 안으로 뽑아내져 식혀서 굳어진다. 그후 턱(jaw) 분쇄기에 의해 1차로 분쇄된 CaC2는 2차로 분쇄되어 크기 선별을 위해 체로 친다. 주위의 습기와 CaC2가 반응하여 발생되는 아세틸렌(acetylene)의 폭발을 방지하기 위해 부수는 작업과 체로 치는 작업은 CaC2가 완전히 냉각되었을 때 젖은 환경에서 실시되어야 한다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질· 에너지 수지표

<표-24> 칼슘카바이드 생산시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
석유코크스	kg/t CaC_2		칼슘카바이드	kg/t CaC_2	1000.0
석회(CaO)	kg/t CaC_2				
기타혼합물	kg/t CaC_2				
에너지			**온실가스배출**		
석탄	t/t CaC_2		CO2	kg/t CaC_2	
LNG 등	MJ/t CaC_2				
전기	kwh/t CaC_2				
기타 연료 및 원료			**기타 부산물**		
탄소전극봉	kg/t CaC_2		폐수	kg/t CaC_2	
공기	m3/t CaC_2		폐기물 등	kg/t CaC_2	

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{칼슘카바이드 제조시설의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{칼슘카바이드 생산량}(t\,CaC_2)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 소성시설, 전기아크로 등에서의 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission) 등을 포함한다.

12. 소다회 생산	IPCC 카테고리
	2B7

1. 소다회 생산 공정 개요

소다회는 일반적으로 소금을 원료로 하여 합성하는 합성 소다회와 천연에 존재하는 탄산소다염을 정제하여 얻는 천연 소다회 등이 있다.

소금을 원료로 하여 얻어지는 공업적 제법으로는 Leblanc법, 암모니아 소다법(Solvay법), 염안 소다법 등이 있다. 합성 소다회는 대부분 암모니아 소다법으로 생산되고 있지만, 소금 자원이 부족한 나라에서는 염안 소다법 등이 발달되어있다. 천연 소다회는 천연에 존재하는 탄산나트륨염을 주성분으로 하는 고체를 원료로 하여 제조한 것이다.

① 르블랑(Leblanc)법

Leblanc법은 다음과 같이 두 단계로 진행되는데 1단계에서는 소금과 진한 황산을 주철제 요기내에서 200℃로 반응시키면 고체 $NaHSO_4$만을 얻을 수 있다. 이때 소금을 처음부터 2몰 혼합하여 반응시키면 고체 NaCl의 1몰이 먼저 반응하고, 1몰은 남아서 $NaHSO_4$와 혼합되어 있다. 이 혼합물을 내화물로 만든 로에 옮겨 다시 800℃로 가열하면 무수 망초(Na_2SO_4)와 염화수소가스를 얻는다. 이때 800℃로 가열하는 이유는 망초의 융점을 고려한 것이며, 부생되는 염화수소가스는 물에 흡수시켜 염산을 제조한다.

$$NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$$

$$NaHSO_4 + NaCl \rightarrow Na_2SO_4 + HCl$$

다음 제2공정에서는 무수망초에 석회석과 코크스를 혼합하여 반사로 또는 회전로에서 900～1,000℃로 가열하여 융해한다.

$$Na_2SO_4 + 2C \rightarrow Na_2S + 2CO_2$$

$$Na_2S + CaCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CaS$$

여기서 얻어진 융해물은 탄산나트륨과 황화칼슘의 혼합물로 미반응 코크스 등을 포함하여 회흑색을 띠므로 이 생성물을 흑회(black ash)라고 하고 그 조성은 Na_2CO_3 45%, CaS 30%, CaO 10%, $CaCO_3$ 10%, 기타 5%로 되어 있다. 이 흑회를 약 35℃의 물에 침출시켜 탄산나트륨 용액 즉 녹액(green liquor)을 만들고 이것을 증발·농축해서 $Na_2CO_3 \cdot H_2O$를 석출시켜 분리하고, 반사로에서 융해하지 않을 정도의 온도로 구워서 탈수하면 소다회가 된다.

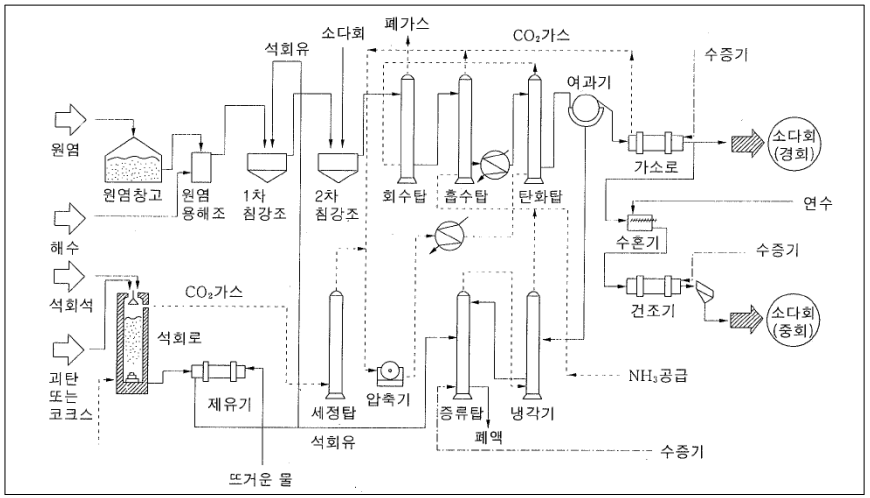
② 암모니아 소다법(Solvay)

암모니아 소다법은 우선 소금 수용액(함수)에 암모니아와 이산화탄소 가스를 순서대로 흡수시켜 다음과 같이 용해도가 작은 탄산수소나트륨(중탄산소다, 중조)을 침전시킨다.

$$NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$$

다음에 중조의 침전을 분리하고 200℃정도에서 하소하여 다음에 따라 제품탄산소다를 얻는다.

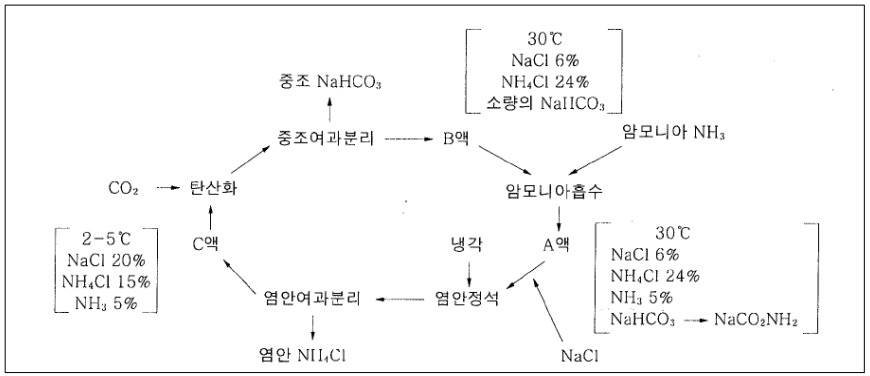
$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$



<그림-20> 암모니아 소다법 공정도

3 염안 소다법

암모니아 소다법에서 증조를 분리한 모액에는 NH4Cl과 미 반응의 식염이 함유되어있다. 이 모액에 남아 있는 나트륨의 이용률을 높이기 위하여 염안 소다법이 채용되기도 한다. 중조를 여과한 모액에서 염안(염화암모늄)결정을 분리하고, 여액은 순환시켜 재사용하여 식염의 이용률을 거의 100%에 가깝도록 개선한 방법이다. 중조를 분리한 여액에 우선 암모니아를 흡수시킨 후 식염을 더 용해시키면, 중조의 석출을 막고, 염안만을 석출시킬 수 있다. 염안 소다법은 암모니아 소다법과 비교할 때 석회로와 암모니아 증류탑이 필요 없고 대신에 염안 정출장치가 필요하다. 염안은 대부분 비료로 이용되고 있다.



<그림-21> 염안 소다법 공정도

4 천연 소다회 정제법

천연에 탄산염의 고체나 용액으로 존재하는 자원을 정제하여 탄산소다를 얻는 방법이다. 천연에 존재하는 탄산소다 관련 광물을 다음과 같다. 천연 소다회 광물로부터 소다회를 분리하는 정제법은 원광석중에 함유된 물에 불용성인 물질을 제거하기 위하여 먼저 소다회광물을 물에 용해한 후 불용성 성분을 분리 제거하고, 다음에 물에 가용성 불순물을 분리하는 순서로 정제한다.

<표-25> 탄산 소다 천연자원

광 물	조 성	Na_2CO_3 함유율(%)
Themonatrite	$Na_2CO_3 \cdot H_2O$	85.5
Torona	$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot H_2O$	70.4
Nahcolite	$NaHCO_3$	63.1
Bradleyite	$Na_3PO_4 \cdot MgCO_3$	47.1
Pirssonite	$Na_2CO_3 \cdot CaCO_3 \cdot H_2O$	43.8
Northupite	$Na_2CO_3 \cdot NaCl \cdot H_2O$	40.6
Tychite	$2MgCO_3 \cdot 2Na_2CO_3 \cdot H_2O$	42.6
Natron	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	37.1
Dawsonite	$NaAl(CO_3)(OH)$	36.8

Gaylussite	$Na_2CO_3 \cdot CaCO_3 \cdot 5H_2O$	35.8
Shorite	$Na_2CO_3 \cdot 2CaCO_3$	34.6
Burkeite	$Na_2CO_3 \cdot 2Na_2SO_4$	27.2
Hanksite	$2Na_2CO_3 \cdot 9Na_2SO_4 \cdot KCl$	13.6

2. 배출시설의 종류

① 암모니아 소다회 제조시설 (Solvay공정)

암모니아 소다법은 소금수용액(함수)에 암모니아와 이산화탄소가스를 순서대로 흡수시켜 다음과 같은 반응으로 용해도가 작은 탄산수소나트륨을 침전시킨다.

$$NaCl + NH_3 + CO_2 \rightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$$

다음에 중조의 침전을 분리하고 200°C 정도에서 하소하여 다음반응에 따라 제품탄산소다를 얻는다.

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

또한 중조를 여과한 모액에 석회유($Ca(OH)_2$)용액을 첨가하고 증류하여 암모니아를 회수하고 부산물로 $CaCl_2$를 얻는다. 실제 Solvay법에서 중요한 공정은 원염의 정제, NH_3의 흡수, 탄산화 및 NH_3 회수, 탄산가스의 제조공정 등이다.

암모니아 흡수공정에서는 흡수탑을 사용하여 정제된 함수에 NH_3가스를 흡수시켜 암모니아함수를 만든다. 흡수시킬 NH_3는 증류탑에서 다음 식과 같이 NH_3를 회수하여 순환시키지만 이것만으로는 부족하므로 부족한만큼 합성 NH_3로 보충한다.

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$$

증류탑에서 회수한 NH_3가스에는 반드시 CO_2가스와 수증기가 포함되어 있는데 이 CO_2가스가 암모니아흡수탑 내의 NH_3와 반응하여

$(NH_4)_2CO_3$로 되며 이것이 함수에 존재하는 Ca^{2+}와 Mg^{2+}염을 탄산염으로 침전시켜 정제하는 역할도 한다. 암모니아 흡수에는 직경 2.5m 높이 20m 정도의 포종탑이나 충전탑을 많이 사용한다. 암모니아를 흡수할 때 발열하므로 냉각하여야 하며 60°C 이상이 되지 않게해야 한다.

탄산화탑은 직경 2.5m, 높이 20～25m 정도의 주철제 원통을 쌓은 구조이다. 내부에 큰 접시를 거꾸로 매달은 것 같은 단(tray)이 설치되어 있다. 탄산화탑의 하부는 침전탑이며 침전반응에 의한 발열량이 크기 때문에 온도를 약 30°C정도로 유지하기 위해 냉각관을 각 단 사이에 설치한다. 암모니아함수는 중화탑의 상부에서 아래로 각 단을 통과하여 침전탑 하부에서 충조침전과 함께 유출한다. CO_2 가스는 탄산수소나트륨(중조)의 분해에서 얻은 CO_2는 진하므로 침전탑의 하부로, 석회로에서 공급되는 CO_2는 중화탑의 하부로 각각 분리하여 공급한다.

탄산화탑의 하부로 유출한 $NaHCO_3$의 결정을 함유한 용액은 Oliver식 회전원통형의 진공여과기에서 모액과 분리하고 소량의 물로 세척한다. NaCl에 대한 $NaHCO_3$의 수율은 약 75%인데 용해 평형관계 때문에 수율을 그 이상 높이기는 곤란하다. $NaHCO_3$의 하소에는 스팀튜브 건조기를 사용하며 노 내에서 발생한 CO_2는 탄산화탑의 침전반응에 사용하므로 공기가 혼입되지 않게 기밀상태로 조업된다.

중조를 분리한 모액에는 대량의 NH_4Cl이 용해되어 있으며 NaCl, $NH4HCO_3$ 및 $NaHCO_3$도 용해되어 있다. 이것을 가열하면 분해되어 NH3 가스로 회수할 수 있지만 NH4Cl은 석회유를 첨가한 후에 증류해야만 NH_3로 회수할 수 있다. 회수된 NH_3 가스는 CO_2와 수증기를 함유하고 있으며, 이 혼합가스를 암모니아 흡수탑으로 보내어 흡수시킨다.

⑵ 천연소다회 생산공정

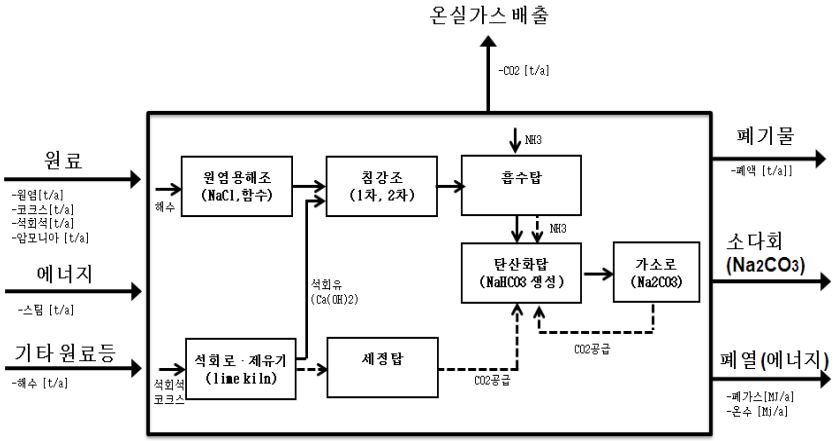
천연소다회 제조공정은 트로나(trona)광석(Na_2CO_3·Na_2HCO_2·$2H_2O$)의 자연추출물에서 또는 Na_2CO_3, 세스퀴탄산나트륨(Sodium Sesquicarbonate)를 함유한 소금물로부터 Na_2CO_3을 회수한다. 약 1세기 동안 거의 모든 탄산나트륨이 암모니아 소다회공정에 의해 생성되었으나 1960년대 중단 이후 자연적인 공정에 의해 대치되어 지금은 거의 쓰이지 않는다. 국내에서는 1개 회사가 Solvay법 사용하고 있었으나, 현재는 경제성 등의 사유로 운영되지 않고 있다.

트로나 광석은 86~95%의 세스퀴탄산나트륨과 5~12%의 맥석(점토나 불용성불순물)과 물로 이루어져 있다. 채광한 트로나 광물은 분쇄하고 체질하고, 하소하여 CO_2와 물을 날려보내고 조 Na_2CO_3 형태로 만든다. 대부분의 하소기는 회전식 가스연소식이나 신형 공장들은 석탄 연소 하소기를 사용한다. 조 Na_2CO_3는 용해시켜서 불용성 불순물을 분리한다. $Na_2CO_3H_2O$ 같은 것은 다중효용 증발기에 의해 순수한 액체로부터 결정체를 얻고, 다음에 건조하여 물과 기타 물질을 제거하면 최종생성물을 얻을 수 있다. Rotary Steam tube, 유동상 steam tube, rotary 가스연소 건조기등이 사용된다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

⑴ 암모니아 소다회 제조공정 (Solvay공정)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-26> 소다회 제조시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
원염	kg/tNa_2CO_3		소다회(Na_2CO_3)	kg/tNa_2CO_3	1,000
코크스	kg/tNa_2CO_3				
석회석	kg/tNa_2CO_3				
암모니아(NH3)	kg/tNa_2CO_3				
에너지			**온실가스배출**		
스팀	MJ/tNa_2CO_3		CO2	kg/tNa_2CO_3	
기타첨가제			**부산물(회수)**		
해수	kg/tNa_2CO_3		NH3	kg/tNa_2CO_3	
			CO2	kg/tNa_2CO_3	
			폐기물		
			폐액	kg/tNa_2CO_3	
			폐가스	m^3/tNa_2CO_3	

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가

스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

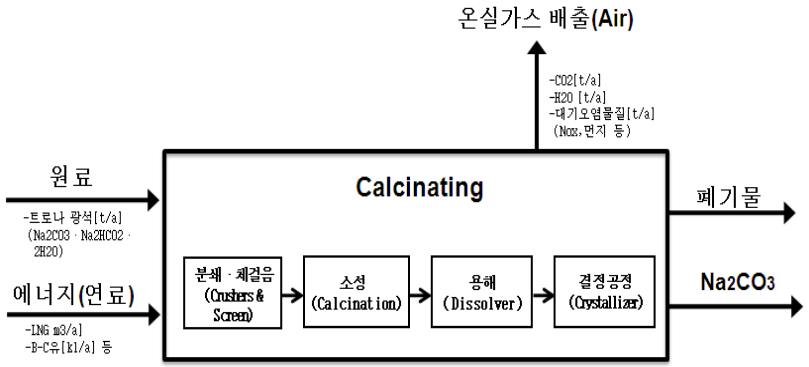
③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{소다회 생산시설의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{소다회 생산량}(tNa_2CO_3)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission) 등을 모두 포함한다.

2 천연소다회 제조공정

① 물질·에너지 수지 개요



② 물질·에너지수지표

<표-27> 천연소다회 제조시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
트로나 광석*	kg/tNa_2CO_3		소다회(Na_2CO_3)	kg/tNa_2CO_3	1,000
에너지					
LNG	m^3/tNa_2CO_3				
B-C유	kl/tNa_2CO_3				
기타첨가제			**온실가스배출**		
			CO2	kg/tNa_2CO_3	

주1) 트로나 광석 : Na_2CO_3·Na_2HCO_2·$2H_2O$

이 시설에서의 원료사용량, 연료사용량(에너지투입), 제품생산량, 온실가스 배출량 정보 등은 온실가스 목표관리 추진일정에 따라 '온실가스 배출량 산정 명세서'의 작성·제출 시 포함되어 센터의 등록부를 통한 전자적 방식으로 관장기관에 제출된다.

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{소다회 생산시설의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{소다회 생산량}(tNa_2CO_3)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission) 등을 모두 포함한다.

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

1 1차연료 에너지전환

소다회생산 솔베이공정은 다량의 스팀을 저압상태로 소비하는 공정

이며, 터보제너레이터에서 증기압을 줄여 전기를 생산할 수 있는 고효율의 열병합발전시스템을 이상적으로 적용시킬 수 있다. 열병합발전시스템은 소다회공정에서 에너지효율을 전반적으로 향상시킬 수 있는 방법이며, 아래 3가지는 소다회 공정에서 나타나는 주요 특징이다.

- 다양한 압력수위의 스팀수요량, 높은 증기응축, 열병합발전에 전략을 둔 전반적인 공정개념
- 소다회생산 공정규모와 적합한 열병합발전시스템의 이용
- 소다회 공정에서 높은 조업율을 성취하기 위해 현대적인 최신설비와 신뢰성 있는 열병합발전시스템 등의 설비투자를 하는 것이다.

② CO_2 점감을 위한 소다회 생산공정의 최적화

모든 공업활동은 지구대기에 CO_2 농도를 증가시키고 지구온난화에 역행할 수 없게 화석연료연소, 탄산염을 함유한 원료 등에 기여한 활동을 진행하고 있으며 솔베이공정을 적용한 소다회공장도 예외는 아니다.

아래는 CO_2배출을 줄여줄 수 있는 유럽의 예이다.

- 석회석을 연소시켜 CO_2를 배출시키는 공정은 소다회공장에서 가장 중요한 부분이다. 유럽에서는 소다회 1톤을 생산할 때 마다 CO_2가스를 415 kg배출하고 한해에 소다회생산으로 인한 CO_2 배출량은 총 3백만 톤이다.
- 소다회공장에서 대기중으로 배출하는 CO_2를 정제된 중탄산나트륨을 생산하는데 사용할 경우 유럽에서 연간 CO_2 170,000톤이 회수될 수 있으며, 참고로 유럽에서 탄산수소나트륨($NaHCO_3$)은 연간 생산용량은 65만톤이다.

③ 수직킬른(vertical kiln)에서 배출되는 CO_2 및 석회반응

소다회 생산공장에서 석회석분해는 석회소성로 킬른의 형태 및 설계에 많은 영향을 주는 요소이며 다음과 같은 종류를 나타낸다.

- 가능한 고농도의 CO_2(40% 이상)
- 에너지로부터 기원한 CO_2 배출량으로 탄산염생산에 필요한 스토이치오메트릭 이론량 이상을 충분하게 지속적으로 공급할 수 있어야 함
- 석회를 연소시키는 조작에서 중요한 변수 중의 하나는 반응석회의 높은 수율이며, 소베이공정의 전반적인 공정에서 가장 중요한 열쇠이다.
- 석회석 연소공정의 최대열효율
- 넓은 범위의 석회석 크기를 공정에 적용시킬 수 있게 하여 채석장에서 손실부분을 최소화 한다.
- 석회석의 처리량을 고려한 생산시설

소다회 생산공정에서 수직샤프트(vertical shaft), 로터리(rotary), 어뉼라(annular), 마에르즈킬른(Maerz kilns) 등과 같은 표준형 킬른 종류와 연소용 연료가 가장 적합한 형태는 수직형 샤프트킬른과 코크스가 연소 연료로 쓰이는 형태이다.

수직형 샤프트킬른은 아래과 같은 특징이 있다

- CO_2 배출가스농도는 36~42% 이며, 기타 다른 킬른은 25~32%이다.
- 소다회 생산공장과 정제된 탄산나트륨 생산공장에서 충분한 양의 CO_2를 공급하기 위해 코크스 연소에 의한 부수적인 CO_2 생산함.
- 반응석회의 높은 수율 성취는 데드번트석회(deadburnt lime)의 양을 줄이는 것이 주요 요소 중에 하나이다.

•석회석 입자크기에 상관없이 킬른의 사용범위를 광범위하게 해야 한다. 킬른의 종류에 따라 요구되는 석회석의 특정 입자크기와 보다 더 큰 등급의 석회석을 선택하기 위해 버려지는 석회석이 존재하며, 천연자원의 이용효율성을 떨어뜨린다.

•수직형샤프트킬른의 설계와 조작은 킬른의 공정제어에 손실없이 수시간의 비축가스를 제공하는 부수적인 장점을 가지며, CO_2가스를 위한 대용량의 버퍼저장시설이 필요 없고 지속적이고 유연성 있는 후속 소다회시설을 위해 매우 중요한 것이다

수직형샤프트킬른에서 킬른의 배출가스 높으면 소다회 생산공장에서는 석회석사용과 에너지효율성을 높게 유지시켜주며, 이때 공장의 제품생산도가 높아질수록 CO_2에 의한 대기환경은 완화된다. 높은 에너지 효율, 높은 CO_2농도, 보다 넓은 소다회 공정의 유연성은 지구환경에 장점을 가져다 준다.

④ 중탄산나트륨의 원심분리

에너지절약의 유용한 기술 중에 하나는 가공되지 않은 중탄산나트륨이 하소되기 전에 원심분리하여 수분함량을 줄여 중탄산나트륨의 분해에 요구되는 에너지량을 감소시켜준다.

탄산염화 공정에서 침전된 가공되지 않은 중탄산나트륨은 중탄산나트륨의 결정체(크리스탈)를 분리하기 위해 여과공정으로 보내진다. 탄산나트륨 결정의 서로 다른 특징(크기, 형태) 및 높은 생산볼륨은 소다회생산공정의 운전조작에 부정적인 요인이기 때문에 유럽의 소다회 생산 공장에서 로터리 혹은 중탄산 진공벨트 필터를 많이 사용한다. 필터 후에, 중탄산나트륨의 수분함량은 목표값 이하인 15~19% 사이의 값이 나타낸다. 필터케이크에서 수분함량이 높을 수록 전체적인 공

정효율은 낮아지고 탄산나트륨 하소공정에서 요구되는 에너지사용량은 높아진다.

분리된 중탄산염의 수분함량은 수분이 12~14% 전·후이며, 이때 수분은 원심분리 전에 중탄산염결정이 침전시스템의 적용과정에 따라 달라지며 탄산염의 수분감소는 실제적으로 원심분리 단계에서 이루어진다. 원심분리에 의한 중탄산염의 수분함량 감소는 하소기 후속시스템에서 필요한 에너지량을 감소시켜준다.

탄산염의 원심분리는 케이크의 수분함량(5~6%)이 감소하여 에너지를 절약하고, 아래의 사항은 원심분리에 따른 특징이다

•탄산염 결정체의 질은 벨트필터 혹은 드럼필터에서 행해지는 여과력(탄산염현탁액의 질은 시간에 따라 다름)보다 원심분리에서 이루어지는 여과력에서 더욱 중요성을 가진다.

•만약 원심분리단계가 2번째 단계에 있을 경우(드럼 또는 벨트필터 후) 결정체의 질은 보다 덜한 중요성을 가진다.

•원심분리의 설치 및 운영비는 비교적 높다

원심분리에 의한 에너지절약은 직접적으로 하소공정에서 중탄산나트륨의 건조를 위한 스팀 사용량을 감소시켜, 보일러와 전기발전과 관련된 에너지를 절약하여 CO_2, SO_x, NO_x의 배출량을 줄여준다.

13. 석유정제공정	IPCC 카테고리
	1A1b

1. 석유정제 공정 개요

정유공정은 크게 다음의 3단계로 구분한다

① 증류(Disttillation)

원유 중에 포함된 염분을 제거하는 탈염 장치등 전처리과정을 거친 후 가열된 원유를 상압증류탑에 투입하면 증류탑에서는 비등점 차이에 의해 가벼운 성분부터 상부로부터 분리된다.

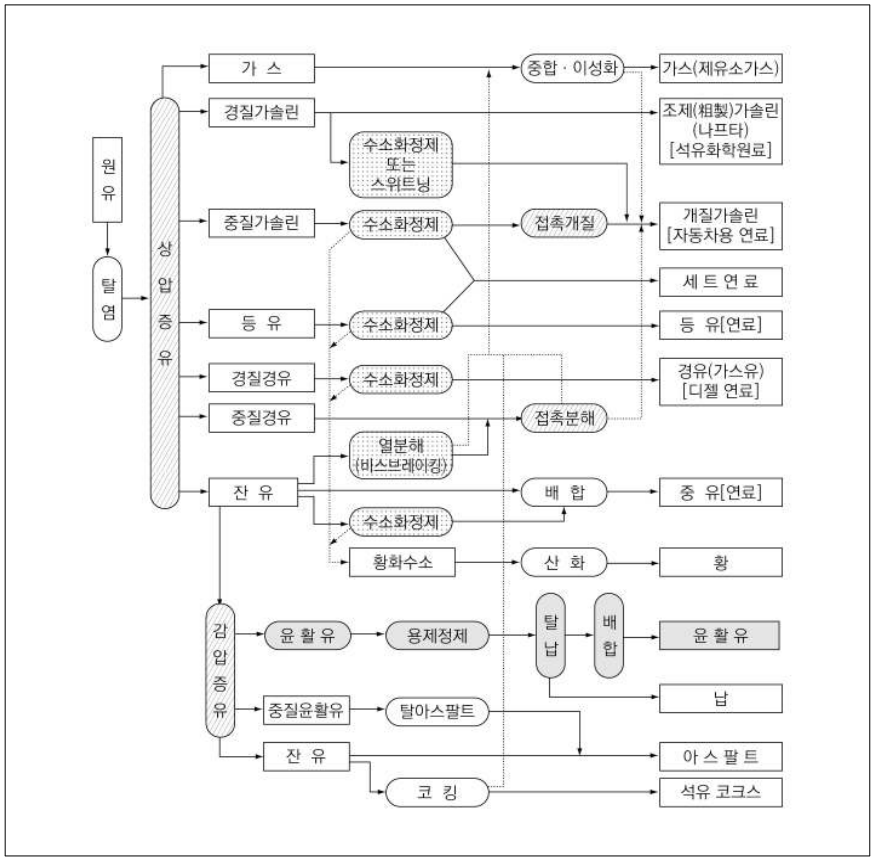
② 정제 (Purification)

증류탑으로부터 유출된 유분중의 불순물을 제거하고, 제품별 특성을 충족시키기 위하여 2차처리 공정을 거치게 함으로써 품질성상을 향상시킨다. 정제공정의 예로는 메록스 공정, 접촉개질공정, 수첨 탈황공정 등이 있다.

③ 배합 (Blending)

상압증류 공정이나 2차 처리공정에서 나오는 각종 유분을 각 제품별 규격에 맞게 적당한 비율로 혼합하거나 첨가제를 주입하여 배합한다. 배합공정에는 유황분 배합, 옥탄가배합, 증기압배합, 동점도 배합 등이 있다.

<그림-22> 석유정제(정유) 공정 개요도>

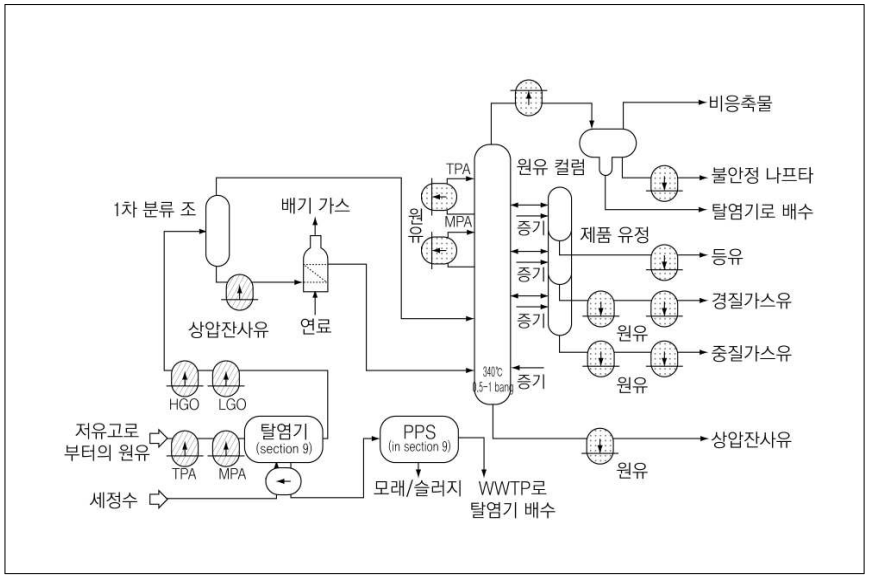


석유 정제 공정을 더욱 세분화하면 분리공정(Separation Process), 석유개질공정(Petroleum Conversion Process), 석유 처리공정(Petroleum Treating Process), 저장 및 제품 취급(Feedstock and product handling), 부대시설(Auxiliary facility)로 구분할 수 있다.

1 상압증류 공정 (Atmospheric Distillation Unit)

정유공정 중 가장 중요하고 기본이 되는 공정으로, 증류의 원리에 의해서 원유를 가열, 냉각 및 응축과 같은 물리적 변화과정을 통하여 일정한 범위의 비점을 가진 석유 유분을 분리시키는 공정이다.

<그림-23> 증류공정 흐름도



석유제품의 분류특성은 다음과 같다

<표-28> 석유제품의 분류 특성

유분	비점 (℃)	용도 (배합원료)
가스	~27	프로판, 부탄, 휘발유
직류가솔린(LSR)	27~69	휘발유, 석유화학 나프타
조나프타(Raw Naphtha)	69~157	휘발유, 석유화학 나프타
조등유(Raw Kerosene)	157~244	항공유 (JP-5, JP-8, Jet A-1) 실내등유, 보일러등유, 경유
경질가스유(LGO)	244~372	경유, 보일러등유, B-A
중질가스유(HGO)	372~384	B-A, LRFO, B-C, 경유
잔사유(Reduced Crude)	384~	B-C, LRFO, B-A, 아스팔트

2 메록스 공정 (Merox Unit)

상압증류공정에서 생성된 경질유분에 함유된 황화수소(H_2S)를 제거하고 악취가 심한 머캡탄(Mercaptan) 성분을 악취가 덜 나는 이황화물(Disulfide)로 전환 또는 제거하는 공정이다.

<표-29> 메록스 공정별 특성

세부공정	주요 특성
액화석유가스 메록스 (LPG Merox)	액화석유가스(LPG)중에 있는 유황성분 (H_2S 및 머캡탄) 을 제거하는 공정
직류가솔린 메록스 (LSR Merox)	LSR (Light Straight Run Naphtha) 유분중 유황성분을 제거하여 휘발유 배합 원료를 제조하는 공정
고정상 메록스 (Solid Bed Merox)	조등유중에 있는 H_2S를 제거하고 머캡탄을 전환하여 등유 및 항공유의 배합원료를 제조하는 공정.

3 가스회수공정 (GCU, Gas Concentration Unit)

상압증류공정 및 접촉개질공정(Plat forming Unit)에서 생성된 프로판-부탄 혼합가스로부터 90~95% 이상의 순수한 프로판과 부탄을 분리 회수하는 공정이다.

4 수첨 탈황 공정 (Hydro Desulfurization Unit)

상압증류공정에서 생성된 조나프타(Raw Naphtha), 조등유(Raw Kerosene), 경질가스유(LGO) 등을 촉매 하에서 수소를 첨가, 반응시킴으로써 유황분을 비롯한 질소 및 금속 유기화합물 등 각종 불순물을 제거하고 품질을 개선시키는 공정이다.

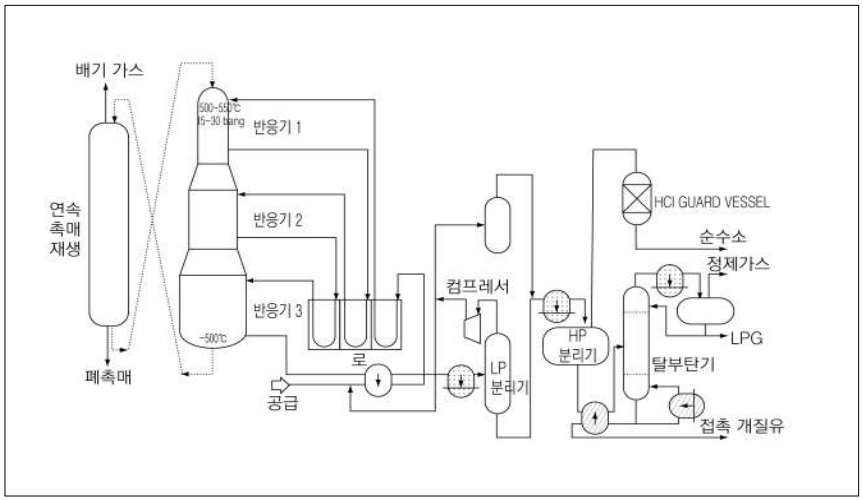
조나프타를 처리하여 용제를 생산함과 동시에 접촉개질공정의 원료유를 제조하는 나프타 수첨 탈황 공정(Unifining Unit), 조등유 또는 경질가스유를 처리하여 등유, 항공유, 경유 등을 생산하기 위한 등/경유 수첨탈황공정(MDU, Middle Distillate Hydro desulfurization Unit)이

있다.

⑤ 접촉 개질공정 (Plat forming Unit)

옥탄가가 낮은 경질유분의 탄화수소 구조를 바꾸어 옥탄가가 높은 유분으로 변환시키는 방법을 리포오밍(Reforming)이라고 한다. 리포오밍의 대표적인 방식이 접촉개질법이다.

접촉개질공정은 저옥탄가의 나프타를 백금계 촉매하에서 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.

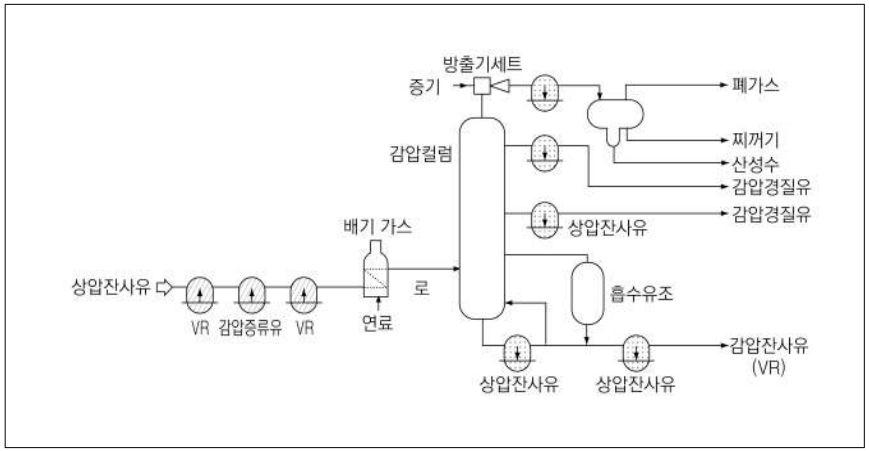


<그림-24> 연속적 촉매 개질 공정 흐름도

⑥ 감압증류공정 (VDU, Vacuum Distillation Unit)

고비점 유분을 고온에서 증류하면 열분해가 발생하여 품질 및 수율

저하와 가열관내 코크스 생성·부착에 따른 가열관 손상을 초래하게 되므로 열분해 방지를 위해서는 증류탑의 압력을 감압상태로 하여 유분의 비점을 저하시켜 증류시키는 것이 감압증류(Vacuum Distillation)이다. 어떠한 액체에 가해지는 압력을 낮추면 비점이 낮아진다는 물리적 원리를 이용하여, 상압증류탑에서 분리된 상압잔사유(AR, Atmospheric Residue)를 감압상태에서 증류하여 중질유 수첨분해공정의 원료로 사용되는 감압경질유분(VGO, Vacuum Gas Oil)과 중질유 수첨탈황공정 및 아스팔트산화공정의 원료로 사용되는 감압잔사유(VR, Vacuum Residue)를 생산하고 또한 직접 아스팔트도 생산한다.



<그림-25> 감압증류공정 흐름도

⑦ 아스팔트 산화공정 (AOU, Asphalt Oxidizing Unit)

감압증류공정에서 경질유분을 분리하고 남은 감압잔사유(Vacuum Residue)를 압축공기로 산화·중합시켜 아스팔트 제품을 생산하는 공정이다.

⑧ 중질유 수첨 분해공정 (UC, Unicracking Unit)

감압증류공정에서 생산된 감압경질유분(Vacuum Gas Oil)을 촉매 존재 하에 수소를 첨가하여 분해 및 탈황시켜 초저유황 등·경유 등의 경질석유제품으로 전환하는 공정이다. 전환되지 않은 미전환유(Unconverted Oil)는 윤활기유공정(Lube Base Oil Plant)의 원료로 사용된다.

⑨ 감압 잔사유 탈황공정 (VRDS, Vacuum Residue Desulfurization Unit)

감압증류공정에서 생산된 감압잔사유(Vacuum Residue)와 상압잔사유(Atmospheric Residue)를 원료로 촉매 존재 하에 수소를 첨가하여 탈황시켜 초저유황 B-C (유황함량 0.5 wt% 이하) 및 경유를 생산하는 공정이다.

⑩ 유황 회수 공정 (SRP, Sulfur Recovery Plant)

중질유 분해 및 탈황공정에서 생성된 H_2S 가스를 촉매존재하에 반응시켜(Claus 반응: H_2S 를 O_2와 반응시킴) 99.9% 의 순도를 지닌 용융황(Molten Sulfur)를 회수하는 공정이다.

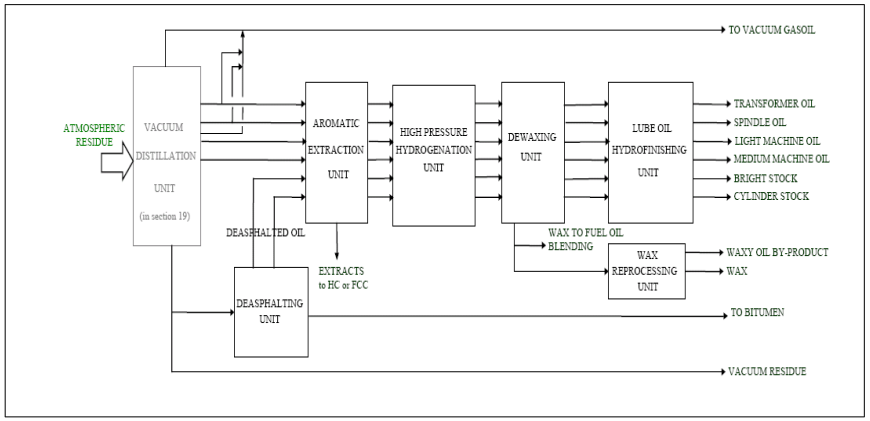
⑪ 수소제조공정 (HP, Hydrogen Plant)

경질나프타 또는 부탄을 촉매 존재 하에 수증기와 접촉반응(Steam Reforming)시켜 약 70% 순도의 수소를 제조하고 PSA(Pressure Swing Adsorption)공정을 거쳐 불순물을 제거하여 순도 99.9% 이상의 수소를 제조하는 공정이다. 생산된 수소는 중질유 수첨분해공정, 중질유 수첨탈황공정, 중질유 탈황공정, 중질유 유동상촉매 분해공정 및 윤활기유 제조시설 등에 공급된다.

⑫ 윤활기유 제조시설 (LBO, Lube Base Oil Plant)

중질유 수첨분해공정 미전환유(Unconverted Oil)를 촉매 존재 하에 수첨 처리하여 Wax성분을 제거한 뒤 방향족성분을 포화시켜, 윤활유의 원료인 고점도지수(Very High Viscosity Index) 윤활기유(Lube Base Oil)를 생산하는 시설이다.

<그림-26> 윤활유 제조 공정 흐름도



⑬ 중질유 탈황공정 (RHDS, Residue Hydro-Desulfurization Unit)

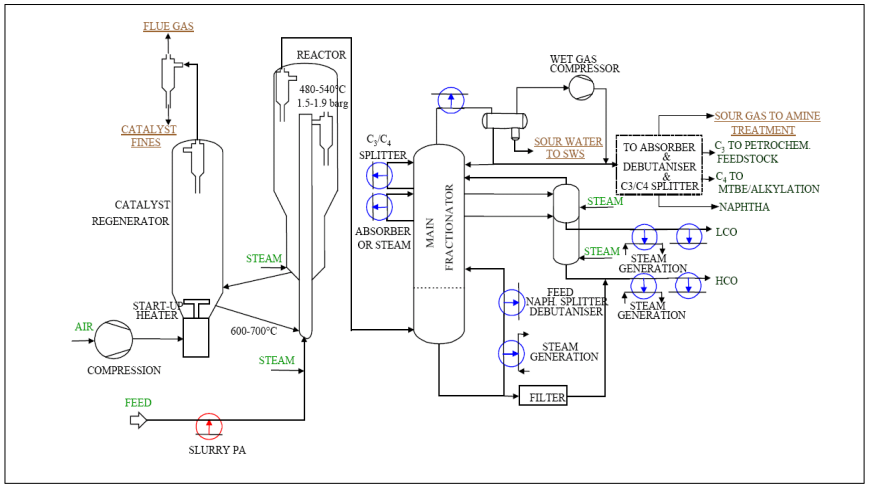
고유황 상압잔사유(H/S Atmospheric Residue)를 고온·고압 하에서 수소를 첨가 탈황하여 유동상촉매 분해공정의 원료가 되는 저유황 연료유(L/S Fuel Oil)와 경유 등을 생산하는 공정이다.

⑭ 중질유 유동상 촉매 분해공정 (RFCC)

중질유 탈황공정(Residue Hydro-Desulfurization Unit)에서 생산된 저

유황 연료유(L/S Fuel Oil)와 저유황 상압잔사유(L/S Atmospheric Residue)를 원료로 유동상 촉매분해를 통해 휘발유 원료 등을 생산하는 공정이며 이외 기타의 위성공정(Alkylation, MTBE, PRU) 등으로 구성되어 있다.

<그림-27> 촉매 열분해 공정의 흐름



① MTBE 공정 (Methyl Tertiary Butyl Ether Unit)

중질유 유동상촉매분해공정(RFCC)에서 생산된 C4 유분 중 iso-Butylene을 메탄올과 반응시켜 고옥탄 함산소 유분인 MTBE(Methyl Tertiary Butyl Ether)를 생산하는 공정이다.

② 알킬화 공정 (Alkylation Unit)

MTBE공정에서 생산되는 C4 Raffinate중 Butylene을 iso-Butane과 반응시켜 옥탄가가 높은 고청정 휘발유 배합유분인 Alkylate를 생산하는 공정이다.

③ 프로필렌 회수 공정 (PRU, Propylene Recovery Unit)

중질유 유동상촉매 분해공정(RFCC)에서 생산되는 Gas Stream 중 프로필렌(Propylene)을 회수하는 공정이다.

15 벤젠 회수 시설 (Benzene Recovery Unit)

접촉개질공정에서 생산된 접촉개질유(Reformate)를 촉매 존재 하에 분리 및 추출하여 벤젠을 회수하는 시설로 저벤젠 휘발유를 제조하는데 활용 된다.

16 코크스 제조공정

일반적으로 석유계 중질유를 약 500℃의 고온으로 열분해하여 가스나 분해유출유와 동시에 코크스를 생산하는 방법을 말한다. 반응기의 형식에 따라 지연코킹법(delayed coking)과 유체코킹법(fruid coking)으로 나뉜다. 지연코킹법은 반응을 코크스드럼에서 실시하는 것이고 유체코킹법은 생성된 코크스입자 자체를 열매체로 하여 유동상(流動床)에서 원료유의 열분해를 하는 것이다. 이러한 방법으로 생산된 석유코크스는 회분이 적어, 탄소전극·인조흑연 등의 원료가 된다. 또한 고킹법으로 얻은 그대로의 코크스는 휘발분이 많기 때문에(10% 정도) 생코크스(green coke)라고 한다. 이 휘발분은 생코크스를 높은 온도로 가열하면 제거된다. 이것을 하소코크스(calcined coke)라고 한다. 생코크스의 주요 용도는 공장연료, 연탄이나 카바이드 제조용 등이다. 또한 하소코크스의 주요 용도는 알루미늄 제련용 흑연전극, 용접용 탄소봉, 탄소 브러시, 원자로재(原子爐材)와 기타 탄소재료이다. 탄소재료

용 코크스는 화학조성·구조·물성(전기저항·내충격성·열팽창률 등)때문에 특별한 제법으로 제조한다. 그 밖에 코크스를 공기와 스팀으로 처리하고, 일산화탄소를 주체로 하는 저(低)칼로리가스로 전환하는 가스화반응기를 풀드코킹법에 부설한 플렉시코킹법(flexicoking)이 있다. 현재는 지연코킹법이 많이 쓰이고 있다.

2. 배출시설의 종류

'석유제품 제조시설' 중 반응시설, 흡수시설, 응축시설, 정제시설, 농축시설, 표백시설, 용융·용해시설, 소성시설, 가열시설, 건조시설, 회수시설, 연소시설(석유제품의 연소시설, 중질유 분해시설의 일산화탄소 소각시설 및 부산물 연소시설 등을 포함한다), 촉매재생시설, 탈황시설 등을 말한다.

1 수소제조시설 (Hydrogen Plant)

경질나프타, 부탄 또는 부생연료를 촉매 존재하에서 수증기와의 접촉반응에 의해서 약 70% 순도의 수소를 제조하고, PSA(Pressure Swing Adsorption) 공정을 거쳐 불순물을 제거함으로써 순도 99.9% 이상의 수소를 제조하는 공정이며, 이때 CO_2가 배출되고, 그 양은 원료 중의 수소와 탄소의 비율에 따라 달라진다. 반응식은 다음과 같다.

$$C_xH_{(2x+1)}+2X\bullet H_2O\rightarrow(3X+1)H_2+XCO_2$$

2 촉매재생시설 (Catalytic cracker regeneration)

원유정제 공정 중 개질(Reforming) 공정은 저옥탄가의 나프타를 백금계 촉매하에서 수소를 첨가, 반응시킴으로써 휘발유의 주성분인 고옥탄가의 접촉개질유(Reformate)를 생산하는 공정이다. 접촉개질유에

는 방향족화합물이 다량 함유되어 있으므로 벤젠, 톨루엔, 자일렌을 생산하기 위한 방향족 추출공정의 기본원료로도 사용된다.

그러나 촉매에 촉매독으로 작용하는 Coke이 축적되어 촉매활성도가 감소하게 되는데 이를 Coke를 제거하는 공정이 바로 촉매재생 공정인 것이다. 촉매 재생기에서 Coke 제거시 발생하는 CO_2의 배출량은 유입 공기, 점착된 Coke량, Coke 중 탄소비율, 등을 이용하여 산정한다.

3 코크스 제조시설 (Coking)

지연코킹법에서는 고정연소배출 외에 공정에서의 CO_2 배출은 없다. 유체코킹법과 플렉시코킹법에서는 코크스 버너에서 CO_2가 배출된다. 코크스 버너에 의한 CO_2 배출은 코크스에 함유된 탄소가 100% 산화되는 것으로 가정한다. 만약 코크스 버너의 배출가스가 CO_2 회수를 위해 보내지거나 발열량이 낮은 연료가스로 연소되는 경우에는 이를 차감해주어야 한다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

석유정제공장의 목표관리 방식으로는 CWT 접근법(CO_2 Weighted tonne approach)을 벤치마크 방법론으로 설정하여 정유공장 전체를 통합적으로 관리한다. 모든 석유정제공장은 원유를 판매가능한 석유제품으로 변환하고 그 과정에서 에너지를 소비한다. 모든 정제소는 개별 공정장치를 독특하고 복잡하게 결합하고 있으며, 이러한 복잡성을 설명하기 위한 지표가 요구된다. 이 지표는 시간의 경과에 따라 주어진 석유정제공장의 에너지효율을 모니터링 하고 서로 다른 정유공장의 상대적 온실가스효율을 평가한다.

해당 시설의 벤치마크 계수 산정방법

$$BM_{i,j,k} = \frac{\text{석유정제공장의 온실가스 배출량}(tCO_2eq)}{\text{석유정제공장의 } CWT(cwt)}$$

석유정제공정의 온실가스 배출량 및 CWT를 계산하는 세부적인 방법은 아래 방법을 따른다.

① 공정별 CWT(CO_2 Weighted Tonne) 산정

각 공정별 CWT 계수와 용량(throughput)을 곱하여 공정별 CWT를 구한다.

$$CWT_{process} = \sum_{i=1}^{N} CWT_{factor,\ i} \times Throughput$$

$CWT_{proceess}$ = 각 공정별 CWT 의 합

$CWT_{factor,\ i}$ = 공정 i의 CWT 계수

$Throughtput_{\ i}$ = 공정 i의 용량

N = 공정의 수

② CWT 계수(CWT factor) 산정

CWT 계수는 원유 증류 공정(Crude distillation)을 기준값으로 하여 각 공정별 상대 지수로써 나타내며, 각 공정별 CWT 계수는 평균 에너지효율로써 CO_2 배출 집약도를 표현한다. 정유 공정이 매우 복합적인 활동이기 때문에, CWT 계수를 정의하기 위해 표준 지표인 순에너지 사용량(net energy consumption)을 사용하며, 실제 배출량에서의 차이는 에너지 효율과 연료 배출계수에 의해 발생된다.

<표-30> 공정별 용량기준 및 CWT 계수(유럽 예시)

CWT process unit	Basis for throughput[1)]	CWT factor
Atmospheric Crude Distillation	F	1.00
Vacuum Distillation	F	0.85
Visbreaker	F	1.40
Delayed Coker	F	2.20
Fluid Coker	F	7.60
Flexicoker	F	16.6
Fluid Catalytic Cracking	F	5.50
Other Catalytic Cracking	F	4.10
Thermal Cracking	F	2.70
Distillate/Gas oil hydrocracker	F	2.85
Residual Hydrocracker	F	3.75
Naphtha Hydrotreater	F	1.10
Kerosene/Diesel Dydrotreater	F	0.90
Residual Hydrotreater	F	1.55
VGO Hydrotreater	F	0.90
Reformer(inc. AROMAX)	F	4.95
Solvent Deasphalter	F	2.45
Alky/Poly/Dimersol	P	7.25
C4 Isom	R	3.25
C5/C6 Isom	R	2.85
Coke Calcier	P	12.75
Hydrogen Production, Gas feed	P	296.00
Hydrogen production, liquid feed	P	348.00
Special fractionation for purchased NGL	F	1.00
Propylene	F	3.45
Asphalt	P	2.10
Polymer Modified Asphalt	P	0.55
Sulphur	P	18.6
Oxygenates	P	5.60

표 **. (계속)

CWT process unit	Basis for throughput[1)]	CWT factor
Aromatics		
Aromatic Solvent Extraction	F	5.25
Hydrodealkylation	F	2.45
TDP/TDA	F	1.85
Cyclohexane	P	3.00
Xylene Isom	F	1.85
Paraxylene	P	6.40
Ethylbenzene	P	1.55
Cumene	P	5.00
Lubricants		
Solvent Extraction	F	2.10
Solvent Dewaxing	F	4.55
Wax Isomerisation	F	1.60
Lube Hydrocracking	F	2.50
Wax Deoiling	P	12.00
Lub & Wax Hydrofining	F	1.15
Solvents		
Solvent Hydrotreating	F	1.25
Solvent Fractionation	F	0.90
Miscellaneous		
Treatment & Compression for P/L gas sales	kW	0.45
POX Syngas for Hyd and methanol	SG	44.00
POX Syngas for fuel	SG	8.20
Methanol	P	-36.20
Air Separation	P(kNm^3 O_2)	8.80
Desalination	P(km^3)	1.15

1) F(Fresh Feed), R(Reactor Feed), P(Product Feed)

※ 자료출처 : Europa & CONCAWE

③ 총 CWT 산정

총 CWT는 정유사의 공정 CWT에 off site와 non-crude feedstock을 더하고 전기사용량을 보정하여 얻어진다.

$$Total\ CWT = (CWT\ process + Corr_{offsite/NonCrude\ Feedstock}) \times CorrFac_{elec.}$$

$TotalCWT$ = 정유사의 최종 CWT 값

$Corr_{offsite/NonCrudeFeedstoc}$ = Off site와 non-crude feedstock을 보정하기 위해 더해지는 CWT 값

$CorrFac_{Elec.}$ = 전기 사용량을 보정하기 위한 계수

④ Off sites와 non-crude feedstock에 대한 보정

Off sites와 non-crude feedstock에 대한 보정계수는 총 CWT와 원유량에 대한 간단한 경험적 상관관계를 통해 산출한다.

⑤ 전기 사용에 대한 보정

$$CorrFac_{Elec.} = \frac{Em_{direct}}{Em_{direct} + Em_{Steamimport,deemed}}$$

$$= \frac{(Em_{Total,actual} - Em_{Elec.G,actual} + Em_{Steamimport,deemed})}{(Em_{Total,actual} - Em_{Elec.G,actual} + Em_{Steamimport,deemed} + Em_{GandC,deemed} + Em_{Elec.import,deemed})}$$

Em_{Direct} = 사업장 내 전기 생산과 구매 스팀에 의한 배출량

$Em_{Steamimport,deemed}$ = 구매 전력 생산에 따른 배출량

$Em_{Elec.Comsumed.deemed}$ = 직접 생산 또는 구매 전력 사용에 따른 배출량

$Em_{Elec.import,deemed}$ = 구매 전력 사용에 따른 배출량

$Em_{GandC,deemed}$ = 사업장내 직접 생산된 전기 사용에 따른 배출량

$Em_{Total,actual} - Em_{Elec.Generated.actual}$ = 사업장 총 배출량에서 사업장 내 전기 생산에 의한 배출량을 보정한 값

⑥ 온실가스 배출량 산정

사업장 총 온실가스 배출량 및 각 공정별 온실가스 배출량은 「온실가스 배출량 및 에너지소비량 산정·보고에 관한 지침」의 방법에 따라 산정한다.

⑦ Benchmark(t CO_2 / CWT) 산정

$$Benchmark = \frac{\text{총온실가스배출량}}{\text{총}CWT}$$

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

정유 공정은 수많은 단위 공정으로 이루어져 있고, 이러한 단위 공정 설비들이 복합적인 정유 공정에서 어떻게 설계 되어 있느냐에 따라 오염물질의 배출에 큰 영향을 준다. 최적가용기술(BAT) 결정에는 이러한 단일 공정과 전체 정유 공정의 영향을 함께 고려해야 한다. 전체 정유 공정과 각 공정별 오염물질 감소와 효율 개선을 위한 최적화 기술로는 아래와 같은 것들이 있다.

1 전체 정유 공정의 최적화

① 환경관리시스템(Environmental Management System) 운영

- 에너지 효율, 에너지 소비 활동, 대기배출, 폐수/폐기물 배출 등에 대한 연속적인 벤치마킹 실행
- 개선된 공정 제어시스템을 채용하고 설비의 가동 정지와 재시동을 최소화하여 이에 따른 시간을 줄이고 배출을 낮춤
- 연간 환경 성과 보고서 발행

- 환경 성과 이행 계획을 수립하고 관련자에서 정보 제공

② 대기로의 배출 저감

- 에너지 유지 기술 적용, 열생산/소비 최적화 및 열 집약도를 강화함으로써 에너지 효율을 높이고 전체 정유 공정의 회수율 개선
- 액체 연료가 사용될 경우 청정한 개질가솔린(RFG) 사용
- 에너지 시스템, coker, cracker에서 황산화물 저감을 위한 최적 기술 적용

2 공정/활동별 최적화 기술

① 에너지 관리시스템(Energy system)

- 정유공정의 에너지 효율을 증가시키기위해 다음과 같은 내용을 포함한 에너지 관리시스템 채용
  · 공정의 에너지 효율개선을 위한 계획 수립 및 보고
  · 에너비 소비 저감 계획 수립
  · 에너지 소비활동에 대한 벤치마킹 참여
- 에너지 효율 개선을 위한 다음과 같은 기술 적용
  · 가스 터빈, 열병합 발전(CHP), IGCC, 효율적으로 설계되고 운영되는 로와 보일러 등을 사용하고, 효율이 낮은 보열러와 히터 등을 교체
  · 전산화된 제어 시스템을 통한 열 생산과 소비 제어
  · stripping 공정에서 스팀의 사용 최적화
  · 에너지 최적화 분석을 통한 공정의 열 효율 강화
  · 정유 공정에서 열과 전력의 회수 강화
  · 스팀 생산을 위한 연료 소비 저감을 위한 폐열 보일러 사용

② 알킬화 공정(Alkylation)

- HF alkylation 또는 sulphuric alkylation을 이용

③ 기초 연료 생산(Base oil production)

- 디아스팔트, 추출, 디왁싱 공정의 용매 재생 부분에서 triple effect evaporation system을 이용
- 아로마틱 추출에서 N-methyl pyrrolidone(NMP)을 용매로 이용
- 최종 세정이 필요한 경우 base oil stream과 wax finishing의 세정에 hydrotreating을 이용
- 로의 수를 줄이기 위해서 용매 재생 시스템으로 common hot oil system의 적용 고려
- 용매 보관 용기로부터의 VOC 배출 방지를 위한 기술 적용하고 누출 방지를 위한 조치

④ 비투맨 공정(Bitumen production)

- 비투맨 혼합/채움 처리 또는 저장 중 배출되는 에너로졸의 액상 성분을 회수하거나, 800℃이상 또는 공정히터에서 연소시킴으로써 에어로졸과 VOC 배출 저감
- 폐기물 배출을 저감을 위한 누출 방지 적용
- 단일 비투맨 정제설비의 황 회수를 위해 최적기술(BAT) 적용

⑤ 촉매식 접촉 분해(Catalytic cracking)

- 부분 산화 조건에서 CO-furnace/boiler 포함
- 완전 연소 설비에서의 O2 농도를 2%로 조절함으로써 CO 배출농도 저감
- 축열기 가스에 expander를 적용하고 열분해기로부터 발생하는 부생가스의 에너지를 일부 회수하기 위한 폐열 보일러를 이용하

여 에너지 효율을 높임

⑥ 접촉 개질 공정(Catalytic reforming)

- 접촉 개질 공정 중 발생한 축열기 가스를 집진 시스템(scrubbing system)으로 순환
- 촉매 재생에서 염화조촉매(chlorinate promoter)의 양을 최적화 함
- 촉매 재생기로부터 배출되는 다이옥신 정량화

⑦ 코크스 공정(Coking processes)

- 코킹/하소 공정 중 발생한 열의 일부를 회수하기 위해 폐열 보일러 사용
- 정유 공정에서 연료가스의 생산을 최대화하고 열발생을 증가시키기 위해 플렉스코킹(fluide coking + gasification)의 사용 고려
- 유분 찌꺼지와 슬러지를 처리하기 위한 대체법으로 코커를 사용

⑧ 냉각시스템(Cooling system)

- 복합적인 방법과 열 최적화 분석을 통해 정유공정의 냉각 수요 저감
- 설계시 공기 냉각의 사용을 고려
- 냉각수 배출시 유류 손실의 최소화

⑨ 수소 생산 공정(Hydrogen production)

- 신규 설비에 gas-teated 스팀 개질 기술 적용의 고려
- 중유와 코크의 가스화 공정으로부터 수소 재생
- 수소 설비에 열병합 체계 적용
- 정제공정에서 연료가스로서 PSA 퍼지가스 사용

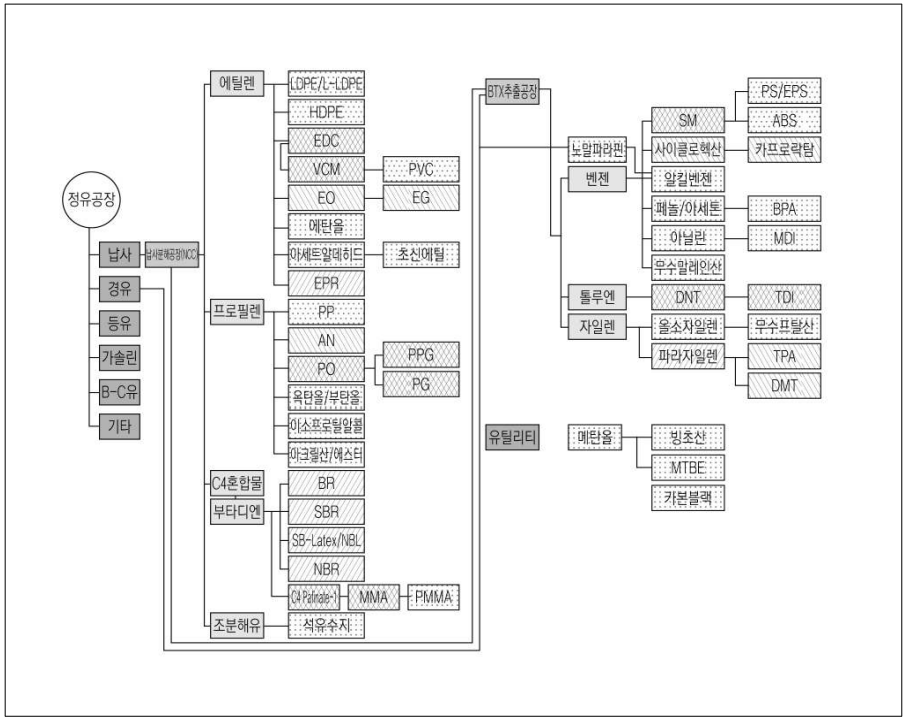
14. 석유화학제품 생산	IPCC 카테고리
	2B8

1. 석유화학제품 생산 공정 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.

NCC에서 생산되는 제품들의 구성비는 보통 에틸렌 31%, 프로필렌 16%, C4유분 10%(부타디엔 원료), RPG(벤젠, 톨루엔, 크실렌 원료) 14%, 메탄, 수소, LPG 등 기타 제품이 29% 가량 생산된다. 이때 에틸렌과 프로필렌은 바로 유도품 생산 공정으로 가고, C4 유분과 RPG는 추가로 추출·정제하는 공정을 거쳐 부타디엔과 벤젠, 톨루엔 등 기초 유분을 생산한다.

이러한 기초유분을 이용하여 최종 석유화학 제품을 생산하는데 폴리에틸렌과 폴리프로필렌과 같이 기초유분 하나만을 가지고 중합반응을 통해 만들어지기도 하고 스티렌모노머와 같이 기초 유분 2개(에틸렌과 벤젠)를 반응시켜 만들기도 한다. 또한 AN이나 PVC처럼 다른 화학제품과의 반응을 통해 만들어지기도 한다.



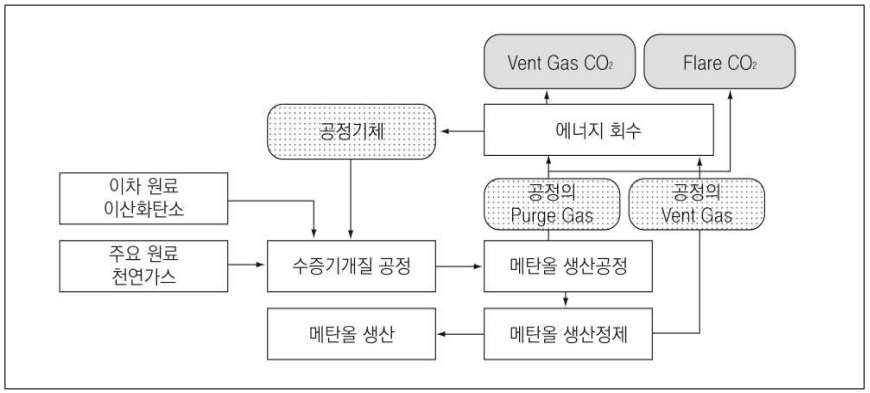
<그림-28> 석유화학산업 총괄 계통도

1 메탄올 생산(Methanol, CH_3OH)

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

아래의 반응식과 같이 천연가스를 증기 개질시켜 메탄올을 생산하며 증기개질 반응에서 온실가스가 배출된다.

증기개질반응	메탄올 생산반응
$2CH_4 + 3H_2O \rightarrow CO+CO_2 + 7H_2$	$CO + CO_2 + 7H_2 \rightarrow 2CH_3OH + 2H_2 + H_2O$



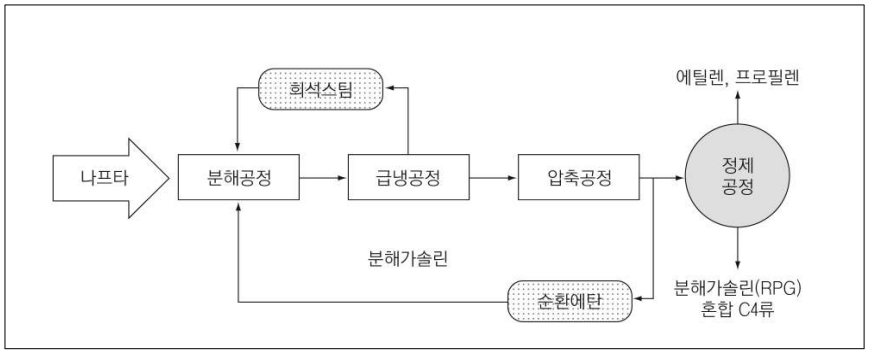
<그림-29> 일반적인 메탄올 생산 공정

2 에틸렌 생산(Ethylene, C_2H_2)

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.

나프타 분해 공정에서의 에틸렌 생성 반응식과 공정은 아래와 같다.

증기분해
$나프타 \rightarrow C_2H_4 + H_2$

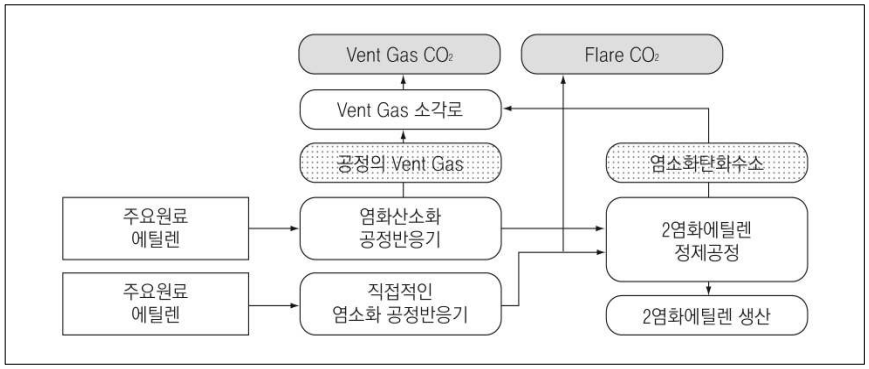


<그림-30> 일반적인 에틸렌 생산 공정

3 염화비닐 모노머 생산공정(EDC/VCM)

EDC를 생산하는 공정은 직접 염소화와 산화염소화 반응이 있으며 이 공정을 조합한 조화형 공정이 있다. 산화염소화 공정에서 에틸렌 산화 반응의 부산물로 CO_2가 발생된다. VCM 생산의 경우 EDC의 열분해에 의해 생산되는데 이때 CO_2는 배출되지 않는다.

직접적 염소화반응(EDC 생산)
$C_2H_4 + Cl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2$
산화염소화반응(EDC 생산)
$C_2H_4 + \frac{1}{2}O_2 + 2HCl \rightarrow C_2H_4Cl_2 + H_2O$
$[C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow \underline{2CO_2} + 2H_2O]$
VCM 생산 (EDC 열분해)
$2C_2H_4Cl_2 \rightarrow 2CH_2CHCl + 2HCl$



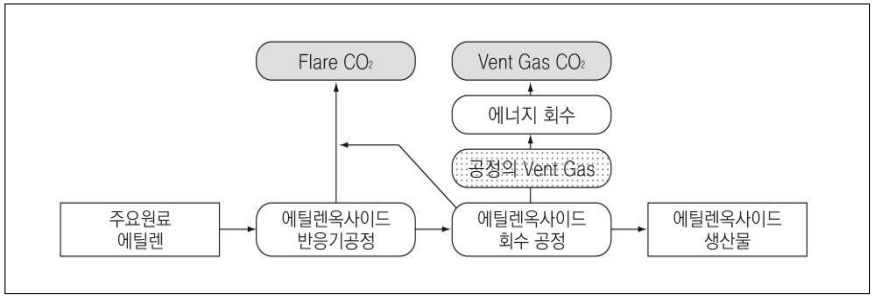
<그림-31> 일반적인 염화비닐 모노머 생산 공정

4 에틸렌 옥사이드 생산(C_2H_4O)

주된 고분자의 전구체가 아니면서 가장 중요한 에틸렌 기초 화합물이 산화에틸렌(ethylene oxide, C_2H_4O)이다. 산화에틸렌은 촉매 상에서

에틸렌과 산소의 직접 반응에 의해 제조된다. 이 반응은 발열반응이며, 동시에 에틸렌과 산화에틸렌으로부터 부산물인 이산화탄소와 물이 생성된다.

에틸렌과 산소의 촉매반응	에틸렌의 산화반응
$C_2H_4 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow C_2H_4O$	$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

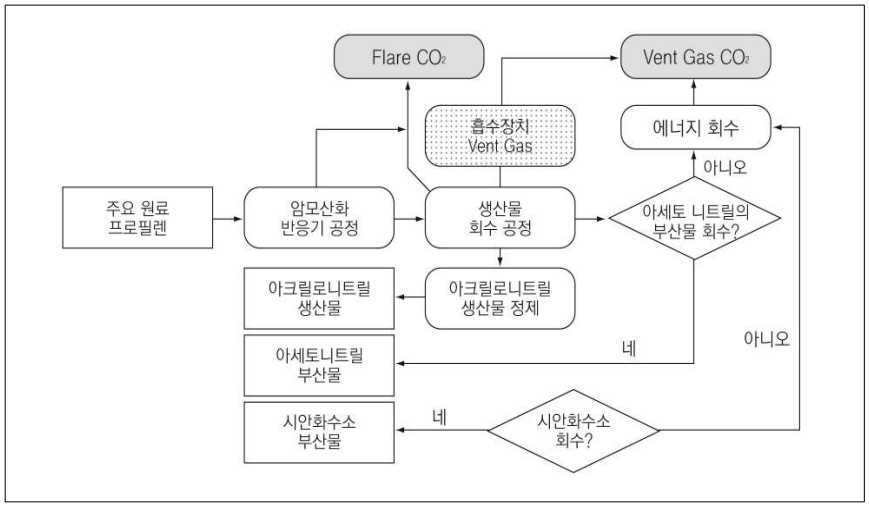


<그림-32> 일반적인 에틸렌 옥사이드 생산 공정

⑤ 아크릴로니트릴 생산(C_3H_3N)

프로필렌과 암모니아의 산화반응으로 아크릴로니트릴을 생산하는 과정에서 온실가스가 배출된다.

아크릴로니트릴 생산반응	프로필렌의 산화반응
$CH_2=CHCH_3 + 1.5O_2 + NH_3 \rightarrow CH_2=CHCN + 3H_2O$	$CH_2=CHCH_3 + 1.5O_2 + 1.5NH_3 \rightarrow 1.5CH_3CN + 3H_2O$



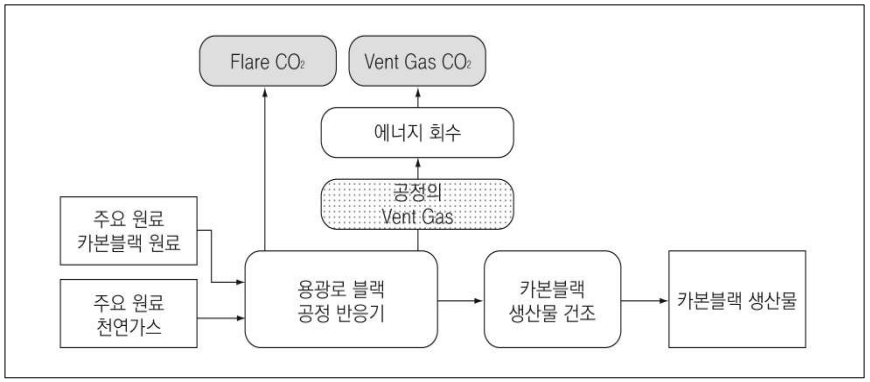
<그림-33> 일반적인 아크릴로니트릴 생산 공정

⑥ 카본블랙 생산(Carbon Black)

카본블랙은 1,300 ~ 1,500°C(2,400 ~ 2,800°F) 온도에서 한정된 연소공기의 공급으로 오일 또는 가스와 같은 탄화수소 연료의 반응에 의해 생성된다. 타지 않은 탄소는 10~500 nm 직경의 검은 미세하고 가벼운 입자로 모아진다.

최초의 카본블랙 제품은 채널(channel)공정에 의해 생산됐다. 천연가스를 공기가 부족한 상태에서 태우면 탄소가 생성되고, 생성된 탄소와 연소 가스는 반응기 말단 부위에 설치된 강철판에 충돌되어 검뎅이 된다. 생성된 검뎅은 천천히 움직이는 강철 채널에서 연속적으로 제거되어 카본블랙 제품으로 생성된다. 이 공정에 의해 생성된 카본블랙은 천연고무 강화제로 가장 많이 이용되었으며, 이후 고무시장에서 합성고무의 수요가 늘어남에 따라 채널공정은 점차 사라지게 되었다(CIS, 2001) 세계적으로 생산되고 있는 카본블랙의 대부분은 로(furnace)공정으로 제조되고 있다. 미국에서 사용되는 카본블랙의 제조

공정은 오일로(oil furnace) 공정과 열적(thermal) 공정이다. 오일로 공정으로의 생산은 약 90%이고, 열적 공정은 약 10% 정도이다(USEPA, 2001) 즉, 내화로내에서 연료유를 연소시킨 고온 열풍 속에 원료유를 분사, 연속적으로 열분해시키는 방법이 주로 사용되고 있다.



<그림-34> 일반적인 카본 블랙 생산 공정

2 배출시설의 종류

'기초 유기화합물 제조시설' 중 용융·용해시설, 가열시설, 반응시설 등을 말한다.

1 나프타 분해시설(NCC)

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.

2 EDC/VCM 생산시설

EDC를 생산하는 공정은 직접 염소화와 산화염소화 반응이 있으며 이 공정을 조합한 조화형 공정이 있다. 산화염소화 공정에서 에틸렌 산화 반응의 부산물로 CO_2가 발생된다. VCM 생산의 경우 EDC의 열분해에 의해 생산되는데 이때 CO_2는 배출되지 않는다.

3 에틸렌옥사이드(EO) 생산시설

주된 고분자의 전구체가 아니면서 가장 중요한 에틸렌 기초 화합물이 산화에틸렌(ethylene oxide, C_2H_4O)이다. 산화에틸렌은 촉매 상에서 에틸렌과 산소의 직접 반응에 의해 제조된다. 이 반응은 발열반응이며, 동시에 에틸렌과 산화에틸렌으로부터 부산물인 이산화탄소와 물이 생성된다.

4 아크릴로니트릴(AN) 생산시설

프로필렌과 암모니아의 산화반응을 통해 아크릴로니트릴을 생산하며 이 과정에서 온실가스가 배출된다.

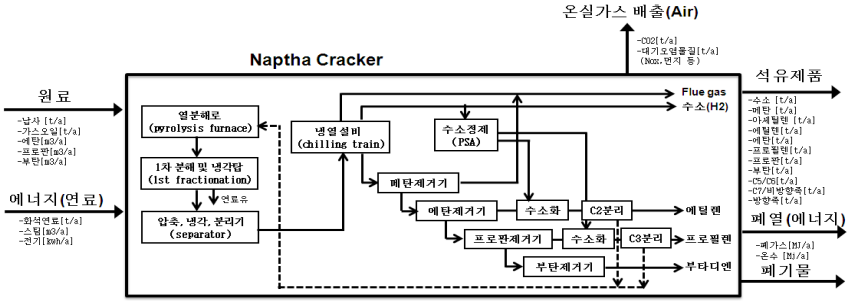
5 카본블랙 생산시설

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, 내화로내에서 연료유를 연소시킨 고온 열풍 속에 원료유를 분사, 연속적으로 열분해시키는 방법이 주로 사용되고 있다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 에틸렌(C2) 생산 공정 (납사크래커)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-31> 에틸렌 생산공정의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
납사	kg/t HVC		수소	kg/t HVC	
Gas-oil	kg/t HVC		메탄	kg/t HVC	
Ethane	kg/t HVC		아세틸렌	kg/t HVC	
Propane	kg/t HVC		에틸렌	kg/t HVC	
Butane	kg/t HVC		에탄	kg/t HVC	
			프로필렌	kg/t HVC	
			프로판	kg/t HVC	
			부탄	kg/t HVC	
에너지			C5/C6	kg/t HVC	
화석연료	GJ/t HVC		C7+비방향족	kg/t HVC	
스팀	GJ/t HVC		방향족	kg/t HVC	
전기	kwh/t HVC		총 제품생산(HVC)	kg/t HVC	1,000
			기타 부산물		
			폐수	m^3/t HVC	
			냉각수 증발	kg/t HVC	
			냉각수 B/D	kg/t HVC	
			에너지		
			steam	GJ/t HVC	

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
			온실가스배출		
			CO2	kg CO2/t HVC	

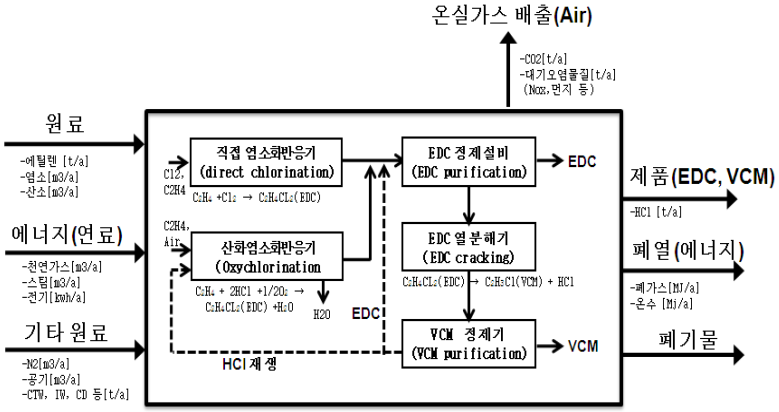
③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{납사분해공정의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{총석유화학제품생산량}(tHVC)}$$

여기에서 총 석유화학제품(High Volume Chemical, HVCs)은 납사 분해로 인해 생산되는 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔(C4), 방향족, 공정가스(crack gas) 등의 양을 모두 합한 것을 의미한다. 온실가스 배출량은 석유화학제품 생산과 관련한 공정배출과 기타 연소설비에서의 연소배출을 모두 포함한다.

2 EDC/VCM 제조 공정

① 물질· 에너지 수지 개요



* EDC($CH_2CH_2Cl_2$) : Ethylene di chloride

** VCM (CH_2CHCl) : Vinyl Chloride Monomer

② 물질· 에너지 수지표

<표-32> EDC/VCM 생산공정의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
에틸렌	kg/t EDC		EDC	kg/t EDC	1,000
염소	kg/t EDC		VCM	kg/t EDC	
산소	kg/t EDC		무수염화수소	kg/t EDC	
에너지					
전기	kg/t EDC		**에너지**		
천연가스	kg/t EDC		수증기	MJ/ EDC	
Steam	kg/t EDC		**온실가스배출**		
기타 원료 등			CO2	Nm^3/t EDC	
N2	m^3/t EDC		기타 부산물		
공기	m^3/t EDC		폐촉매	kg/t EDC	
C.T.W	kg/t EDC		중질물	kg/t EDC	
I.W	kg/t EDC		N2	Nm^3/t EDC	
CD	kg/t EDC		공기	Nm^3/t EDC	
			산소	Nm^3/t EDC	
			Cl2	ppm/t EDC	
			HCl	ppm/t EDC	

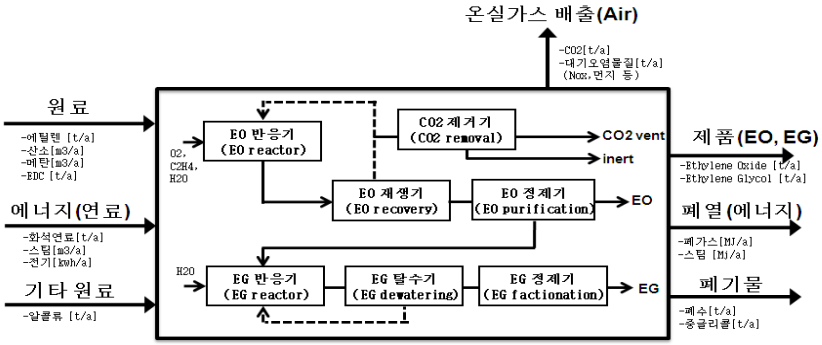
③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{EDC\text{생산공정의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{EDC\text{생산량}(tEDC)}$$

온실가스 배출량은 EDC 생산과 관련한 공정배출과 기타 연소설비에서의 연소배출을 포함한다.

3 에틸렌옥사이드(EO) 제조 공정

① 물질· 에너지 수지 개요



* EO(CH_2CH_2O) : Ethylene Oxide

** EG($HO-(C_2H_4)n-OH$) : Ethylene Glycol (MEG, DEG, TEG 혼합체)
MEG(mono ethylene glycol), DEG(di ethylene glycol), TEG (tri ethylene glycol)

② 물질· 에너지 수지표

<표-33> 에틸렌 옥사이드 생산공정의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
에틸렌	kg/t EO		EO	kg/t EO	1,000
산소	kg/t EO		EG	kg/t EO	
메탄	kg/t EO		에너지		
EDC	kg/t EO		스팀	MJ/t EO	
에너지					
스팀	MJ/t EO		**온실가스배출**		
화석연료	MJ/t EO		CO2	kg/t EO	
전기	kwh/t EO				
기타 연료및 원료			기타 부산물		
알콜류	kg/t EO		폐기물	kg/t EO	
촉매(Ag)	kg/t EO		폐수	m3/t EO	

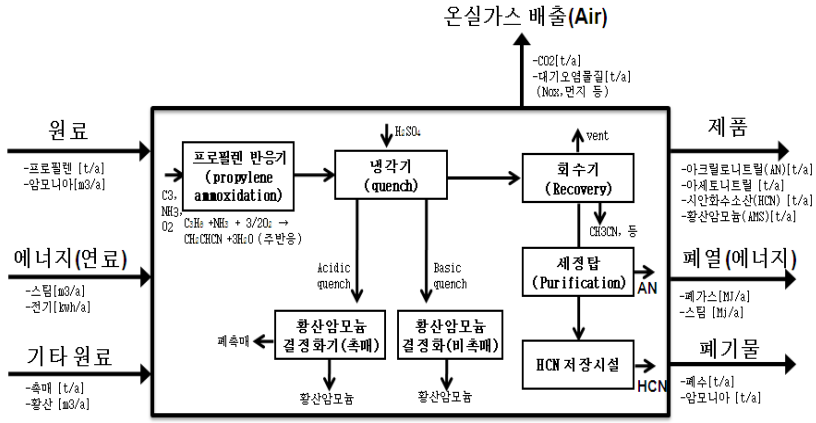
③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{EO\text{생산공정의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{EO\text{생산량}(tEO)}$$

온실가스 배출량은 EO 생산반응과 관련한 공정배출과 기타 연소설비에서의 연소배출을 포함한다.

4 아크릴로니트릴(AN) 제조 공정

① 물질·에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-34> 아크릴로니트릴 생산공정의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			제품		
프로필렌	kg/t AN		아크릴로니트릴(AN)	kg/t AN	1,000
암모니아	kg/t AN		아세토니트릴	kg/t AN	
			황산암모늄(AMS)	kg/t AN	
			에너지		
에너지			스팀	MJ/t AN	
스팀	MJ/t AN		온실가스배출		
전기	MJ/t AN		CO2	kg/t AN	
기타 원료 등			기타 부산물		
촉매	kg/t AN		암모니아	kg/t AN	
황산	kg/t AN		시안아수소산	kg/t AN	
			수소	kg/t AN	
			폐수	kg/t AN	

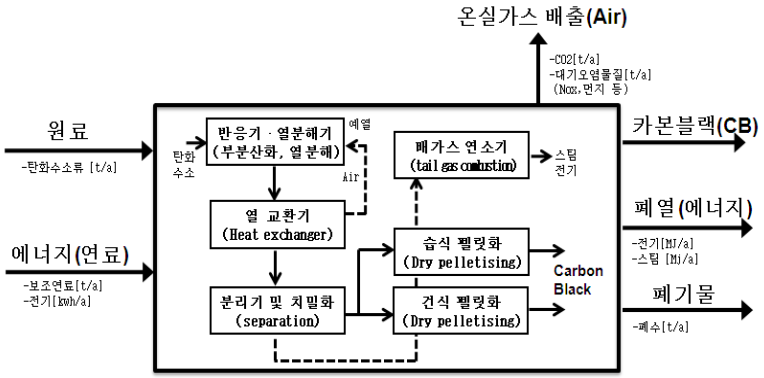
③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{AN\text{생산공정의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{AN\text{생산량}(tAN)}$$

온실가스 배출량은 아크릴로니트릴 생산과 관련한 공정배출과 기타 연소설비에서의 연소배출을 포함한다.

5 카본블랙 제조 공정

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-35> 카본블랙 생산공정의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
탄화수소류	GJ/t CB		카본블랙(CB)	kg/t CB	
			에너지		
			증기	MJ/t CB	
에너지			배기가스	MJ/t CB	
전력	GJ/t CB		기타	MJ/t CB	
보조연료	GJ/t CB		**온실가스배출**		
			CO2	kg/t CB	
			CH4	kg/t CB	
			기타 부산물		
			SO2	kg/t CB	
			NO2	kg/t CB	
			CO	kg/t CB	
			휘발유기탄소	kg/t CB	

주1) '탄화수소류'란 탄소가 함유된 오일이나 가스 등 모든 형태의 탄소화합물을 말하며 일반적으로 석유오일, 콜타르 오일, 천연가스, 아세틸렌 등이 사용된다.

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{CB\text{생산공정의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{CB\text{생산량}(tCB)}$$

온실가스 배출량은 카본블랙 생산과 관련한 공정배출과 기타 연소 설비에서의 연소배출을 포함한다.

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

1 에틸렌 생산 공정

○ 플랜트 설계에서의 최적기술
- 모든 장치와 파이프 시스템의 누출 최소화
- 배출가스의 안전한 처리를 위해 탄화수소 flare 포집 시스템 설치
- 에너지의 단계적 사용, 회수율 극대화, 에너지 소모량 감 소 등 매우 효율적인 에너지 재생 시스템 적용
- 플랜트 내에서 스팀의 재사용과 재처리에 의한 폐열을 최소화 하기 위한 기술 적요
- 플랜트의 안전한 운전 정지(shut down)를 위한 자동화 시스템 설치

○ 안전하고 고 효율의 운전조건을 유지하고 시스템 성능을 유지하기 위해 효과적인 공정 제어 시스템이 매우 중요

○ 대기 배출을 줄이기 위한 가장 중요한 방법은 재활용 또는 재사용 기술을 적용하는 것임

○ 수질 오염물질 배출을 줄이기 위해서는 폐수 재사용, 재생율 최대화 및 중앙 처리장치에서의 폐수 처리하는 것이 최적기술임

② EDC/VCM 제조 공정

○ EDC와 VCM 제조에서 최적기술은 에틸렌의 염소화를 통한 생산이며, 직접 염소화(Direct chlorination) 또는 옥시염소화(oxychlorination)에 의한 에틸렌의 염소화는 각각의 장점을 가짐

○ 배기시스템을 재생시스템 또는 배기가스 처리시스템과 연결

○ 염소화 부산물 생성을 줄이기 위해 EDC 분해 설비에서 생산된 HCl에 포함된 아세틸렌의 수소화하고 옥시염소화로 재순환하며, 원료의 완전 재순환 및 중간산물을 반응시킴

○ 열분해로의 열 재사용함으로써 주요 에너지 소비를 감소시킴

○ EDC, VCM 에틸렌 및 다른 염소화 유기물의 재생을 위해 공정으로 직접 재순환, 냉각 및 농축, 스트리핑 후의 용매 내 흡착 등을 이용

○ 효율적인 연소기술을 이용하여 off-gas 중 에틸렌과 염소화물의 농도를 낮추고 에너지를 스팀으로 재생

③ EO(Ethylene Oxide) 제조 공정

○ EO 제조 공정에서 순수 산소를 이용하여 에틸렌을 직접 산화함으로써 에틸렌 소비량을 줄이고 off-gas 생산을 낮추는 것이 최적기술임

○ 효과적인 산화촉매를 이용하여 공정의 선택성을 최대화 하고 공정의 파라미터들을 플랜트 디자인, 지역적 조건 등에 따라 최적화

○ EO와 EG 생산 설비에서 내부 또는 EO/EG 공장과 주변 외부 사업장에서의 열사용을 최적화

○ 원료소비와 에너지사용은 EO 촉매의 선택성에 좌우하기 때문에 높은 촉매 선택성이 원료 소비량을 줄임

④ AN 제조 공정

○ 유동층 반응기에 프로필렌의 가암모니아 산화반응과 이어지는 아크릴로니트릴의 회수가 최적공정임

○ 아크릴로니트릴의 시장 수요가 있을 때 회수 및 정제하거나 연소시켜서 열을 회수하는 것이 최적기술임

○ 과잉 암모니아의 중화에 의해 발생하는 황산암모늄은 결정화하여 비료 업계로 판매하거나 황산 재생 설비에서 처리

○ 정상 운전을 통해 배출되는 유기물 함유 배가스는 먼저 이동과 유입과정에서 가스상 평형을 유지하여 최소화하고, 다음으로 회수시스템 또는 배가스 처리시스템과 연결하여 처리

⑤ 카본블랙 제조 공정

○ 연평균 황함량이 0.5-1.5%로 낮은 원료를 사용

○ 에너지를 절약하기 위해 공정에서 사용되는 공기를 예열

○ 카본블랙 수집 시스템의 운전 조건을 최적으로 유지

○ tail-gas 의 에너지 재사용을 통해 전력, steam, 온수 등을 생산

○ 에너지 생산 시스템에서 tail-gas 연소에 의해 발생되는 flue-gas 중 NOx 제거를 위해 일차 deNOx 기술 적용

○ 기준 이하의 불량 제품을 공정에서 재사용

○ 제품의 품질에 영향이 없는 경우 공정의 세정수를 재순환하여 사용

15. 불소화합물 생산	IPCC 카테고리
	2B9

1. 불소화합물 생산 공정 개요

온실가스로 규정된 불소화합물들(HFCs, PFCs, SF_6)은 생산과정에서 일부 부산물로 생산되어 대기 중으로 배출된다. 주요 온실가스 배출원은 불소화합물을 생성시키는 반응시설이고, HCFC-22 생산 공정 중 극소량의 HFC-23이 반응시설에서 부수적으로 생성되어 배출 되며, 기타 불소화합물 생산에서는 CFC-11 및 CFC-12 생산공정, PFCs 물질의 할로겐 전환 공정, NF_3 제조 공정, 불소비료나 마취제용 불소화합물 생산 공정 공정들에서 불소화합물이 배출된다. '온실가스로 규정된 불소화합물들(HFCs, PFCs, SF_6)은 생산과정에서 일부 부산물로 생산되어 대기 중으로 배출된다.

1 HCFC-22 생산 공정

CFC 대체물질인 HCFC-22는 생산과정에서 HFC-23를 부산물 형태로 배출하며, HFC-23를 포함한 HFCs, PFCs, SF_6 등 불소화합물들은 액체세정공정에서 잘 제거되지 않고 대기 중으로 배출된다.

HCFC-22는 발포제, 냉매, 다양한 제품 생산의 원료로 사용된다. HCFC-22는 $SbCl_5$ 촉매의 존재시 불화수소(HF)와 클로로포름($CHCl_3$)의 반응에 의해 생산된다. $SbCl_5$ 촉매는 채류시간, 유기물의 농도와 조성, 온도에 따라 반응기 내에서 안정상태(steady-state) 농도를 유지해 준다. 이런 반응은 일반적으로 고압하의 연속흐름 반응조에서 일어나며 온도 범위는 45~200℃ 사이이다.

HCFC-22 생산 과정에서 배출되는 HFC-23의 양은 공정의 운영 방법과 최적화 정도에 따라 일부 관여한다. 예를 들어, 공정이 HFC-23의 발생을 억제하기 위해 완전히 최적화 되어 있지 않은 경우 배출량은 HCFC-22 생산량의 약 3~4%이다.

반응기 내에서 HFC-23의 생성에 영향을 주는 인자는 다양하며 온도, 압력, 원료 투입률, 촉매 농도 및 활성도 등이다. 일반적으로 촉매 농도가 높고 압력이 높으면 HFC-23 생산량이 증가한다.

2 기타 불소화합물 생산

불소화합물 생산 공정에서 배출되는 불소화합물 부산물들에는 SF_6, CF_4, C_2F_6, C_3F_8, C_4F_{10}, C_5F_{12}, C_6F_{14} 등이 있다. CF_4는 CFC-11, CFC-12의 생성과정에서는 배출되며, PFCs(C_2F_6, CF_4, HFC-134a, HFC-245fa)물질의 할로겐 전환 공정과 NF_3 제조 및 UF_6의 생산, 테트라플루오르에틸렌과 헥사플루오르프로필렌 같은 불소계열의 중합체 생산, 불소비료나 마취제용 불소화합물 생산 공정에서도 불소계 온실가스의 배출을 예상할 수 있다.

2. 배출시설의 종류

'화합물 및 화학제품 제조시설' 중 '기타 화학제품 제조시설' 중 반응시설을 말한다.

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

환기과정(Condenser vent)에서의 배출	HCFC-22 생산 공정 중주요 배출지점으로 HCFC-22에서 분리된 후 공기 중으로 배출되며, 생성된 HFC-23의 약 98~99%가 이 공정에서 배출

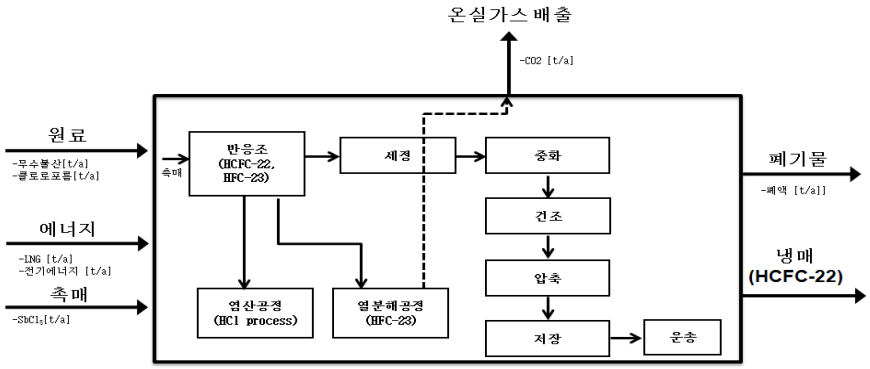
탈루배출(Fugitive emission)	컴프레서, 밸브, 플랜지 등을 통해 배출
습식스크러버로부터의 액상 세정	세정액에 포함된 HFC-23의 농도의 수 ppm 정도로 미량임
HCFC-22 생산물과 함께 제거	HFCF-22 생산 제품에 극소량의 HFC-23이 포함되어 배출됨
HFC-23 회수시 저장탱크로부터의 누출	고압 저온 하에서의 농축에 의해 누출됨

기타 불소화합물 생산에서는 아래와 같은 공정들에서 불소화합물이 배출된다.

- CFC-11, CFC-12 생산공정
- PFCs 물질의 할로겐 전환 공정
- NF_3 제조 공정
- 불소비료나 마취제용 불소화합물 생산 공정 등

3. 배출시설에 대한 에너지 수지 자료

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질· 에너지 수지표

<표-36> HCFC-22 생산공정의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
무수불산(HF)	kg/t HCFC22		HCFC-22	kg/t HCFC22	1000.0
클로로포름($CHCl_3$)	kg/t HCFC22				
에너지					
LNG	MJ/t HCFC22				
전기	MJ/t HCFC22				
			온실가스배출		
			HFC-23(처리전)	kg/t HCFC22	
			CO2(처리후)	kg/t HCFC22	
기타원료			*기타 부산물*		
촉매($SbCl_5$)			HCl	kg/t HCFC22	

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{HCFC22\ 생산공정의 온실가스배출량(tCO_2eq)}{HCFC22\ 생산량(tHCFC22)}$$

온실가스 배출량은 HCFC22 생산과 관련한 공정배출과 기타 연소설비에서의 연소배출을 포함한다.

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

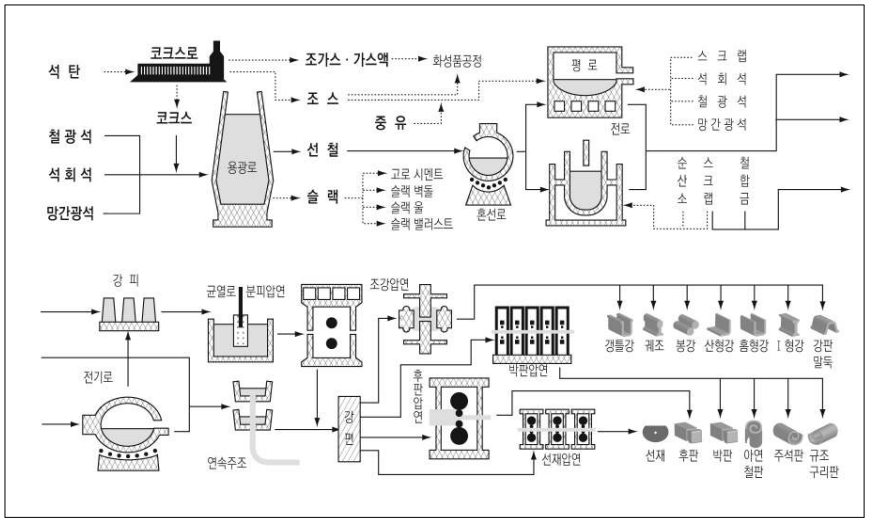
열분해공정

생산공정 중 반응기에서 생성된 부산물 HFC-23를 대기중으로 직접 배출하지 않고, 1,200℃이상의 고온에서 열분해하여 대기중으로 배출되는 HFC-23를 제거하는 공정을 적용할 경우 온실가스 배출을 줄일 수 있다.

16. 철강생산	IPCC 카테고리
	2C1

1. 철강 생산 공정 개요

철강 제조공정은 크게 제선 및 제강으로 구분하며 제선공정은 철광석에서 선철을 만드는 과정으로 원료 공정, 소결공정, 코크스 공정, 고로 공정으로 구분한다. 제강공정은 선철을 이용하여 강을 제조하는 전로공정과 철스크랩을 이용하여 강을 제조하는 전기로 공정으로 나눌 수 있다.



<그림-35> 철강제조공정 전체 흐름도

1 제선공정

① 원료 공정

철광석 및 석회석 하역 : 해안의 부두 하역설비에서 원료를 하역하여 원료장에 저장한다.

유연탄 : 유연탄은 원료로써 다음 3가지의 역할을 한다

○ 환원제

철광석 내의 산화철은 환원과정을 거쳐 철로 생산되므로 유연탄으로 코크스를 만들어 환원제로 사용한다.

직접 환원 반응 : $FeO + C(\text{코크스}) \rightarrow Fe + CO$
간접 환원 반응 : $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$

○ 열원으로서의 역할

코크스가 송풍기로부터 공급된 공기 중 산소를 이용하여 연소하면서 내는 연소열을 이용하여 철광석의 용융 및 환원에 필요한 열량을 공급한다.

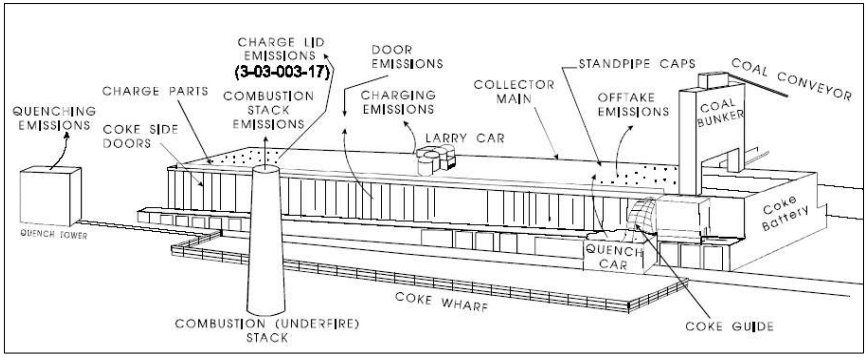
○ 통기성 및 통액성 확보

고로 내부 가스 흐름의 균일화와 원할함이 코크스의 입도와 강도에 의하여 결정되며(통기성), 고로 하부에서 액체상태의 장입물인 쇳물과 슬래그가 원활하게 노상으로 떨어질 수 있는 공간을 확보하는데 고체상태의 코크스가 중요한 역할을 한다(통액성)

② 코크스 공정

코크스는 원료탄을 코크스로(Cokes oven)에 넣어 1,000~1,300℃의 고온에서 구운 것으로 철과 산소의 화합물인 철광석을 환원시킴과 동시에 열원으로 이용된다. 공정구성은 다음과 같다.

○유연탄 저장 → 이송 → 예열 → 장입 → 코크스 오븐 → 인출 → 냉각 → 저장
○코크스 오븐 가스 → 정제 → 저장 → 연료로 이용



<그림-36> 코크스 제조 공정도

코크스는 석탄의 파괴 증류법으로 무산소 상태의 코크스 오븐 안에서 일어난다. 코크스 제조 챔버(Chamber)에는 석탄의 투입을 위해 상단에 투입구가 있다. 코크오븐 battery는 10개에서 100개의 코크스 오븐이 일렬로 연결되어 함께 가동된다. 양끝의 Offtake 굴뚝은 발생가스를 제거한다. 공정열은 코크스 챔버 사이에 가스의 연소에서 나온다 (일반적인 연료는 코크스 오븐가스)

코크스를 제조하기 위하여 석탄을 3.2mm 스크린을 통해서 80~90% 정도 통과할 수 있도록 분쇄하여 준비한다. 벽체의 온도는 1,100℃이상 유지되며 제조시간은 12~20 시간 정도 소요된다. 챔버 양측 문이 열리고 램(ram)이 코크스를 1분 안에 가이드를 지나 Quench car로 밀어내고 문은 청소된 후 다시 닫힌다. Quench car가 뜨거운 코크스를 배터리 트랙을 타고 냉각탑으로 이송해서 약 1,130 L/ton의 물이 뿌려지면 코크스의 온도가 1,100℃에서 80℃로 냉각되고 점화를 예방한다.

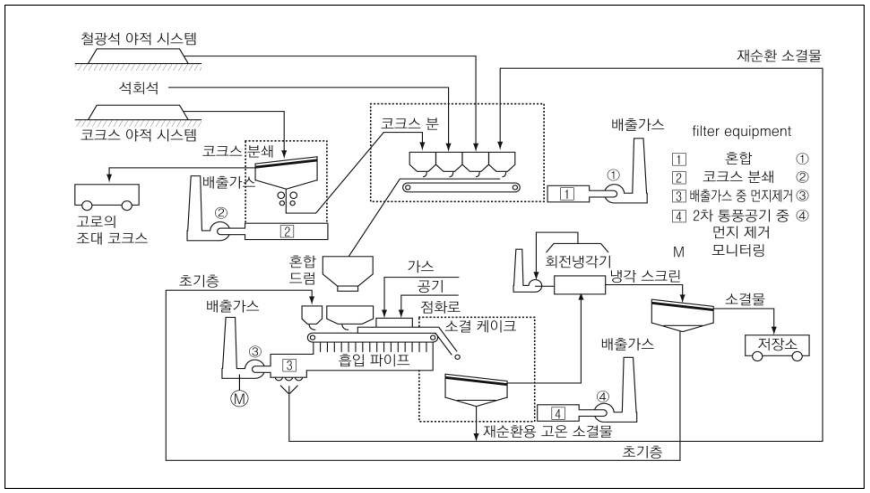
석탄의 약 35% 정도가 코크스로 회수되며, 양질의 코크스를 생산하기 위해 고온의 탄화 과정을 거치는데 약 900℃ 정도에서 기체로 화학변화를 일으킨다. 고열 탄화 과정에서 생기는 코크스 오븐 가스는

H_2, CH_4, C_2H_4, CO, CO_2, H_2S, NH_3 및 N_2로 이루어져 있다. 액체제품은 물, 타르 및 조경유를 포함한다. 코크스를 만드는 과정에서 석탄 1톤당 코크 오븐가스(COG)가 대략 338kl 가량 발생한다. 정제되지 않은 코크 오븐가스는 수증기, 타르, 경질유, 고체 입자상물질, 고분자 탄화수소 및 복잡한 탄소화합물을 포함하는데, 정제과정에서 약한 암모니아를 분무함으로써 타르 등의 응축가능한 물질을 배기가스에서 제거한다. 모은 석탄 타르는 저장탱크나 타르 증류기 또는 연료로 이용하고 잔여가스는 냉각되어 탈기장치에 의해 압축된다.

③ 소결공정(Sintering)

철광석은 보통 30~70%의 철분을 포함하고 있으며 좋은 철광성은 철분함량이 높고 황, 인 등과 같은 유해성분이 적으며 크기가 일정한 것이다. 철광석의 원산지에 따라 품질, 성분, 형상이 각기 다르다. 따라서 고로에 투입하기 전에 철광석 가루를 일정한 크기로 만드는 과정이 필요한데 이를 소결공정이라 한다. 철광석은 고로에 넣기 전에 10~30mm로 파쇄하고, 분광석은 소결고로 보내져 6~50mm의 소결광으로 만든다. 미분광은 조립기와 소성로에서 처리하여 10~30mm의 펠렛으로 만든다

철광석 및 석탄 → 이송 → 소결로 → 파쇄(Breaker) & 선별 → 냉각 → 저장 →고로 공정



<그림-37> 소결공정의 공정도

④ 고로 공정

고로의 외부는 철로, 내부는 특수 내화물로 이루어져 있다. 고로(높이 약 100m)의 상부를 통하여 철광석, 소결광, 코크스가 투입되고 하부에서 고온의 열풍(약 1,200℃)을 불어넣어 코크스를 연소시킨다. 이 때 코크스가 연소하며 발생하는 CO가 철광석과 환원반응을 일으키며 쇳물이 생산된다.

코크스가 연소하면서 고온이 형성되어 고로 내 투입된 연료가 녹으면서 환원되어 쇳물이 되며, 높은 비중에 의해 고로(용선로) 하부로 가라앉고 불순물은 상부에 뜬다. 고로가스는 상부로 배출되고 쇳물 및 슬래그는 순차적으로 하부로 배출된다. 이 때 생산된 쇳물을 용선이라 하며 탄소 및 유황 등의 불순물을 포함하고 있다.

소결광 + 코크스 + 석회석 → 이송 → 고로투입(상부) → 고로가스 배출(상부) →열풍로(연소가스 배출) → 열풍 고로투입(하부) → 쇳물 및 슬래그 배출(하부)

2 제강공정

제강공정은 전로(Converter) 제강공정과 전기로(Electric Arc Furnace) 제강공정으로 구분할 수 있다.

① 전로(Converter) 제강 공정

고로에서 생산된 쇳물(용선)은 탄소함량이 높고 인, 황과 같은 불순물을 포함하고 있다. 이 불순물을 줄이고 강도를 높이기 위해 재정련하는 과정이 필요하며 용선을 전로(Converter)에 넣는다. 전로 속에는 70~90%의 용선(Pig iron)과 10~30%의 철스크랩(Steel scrap)을 함께 넣은 후 산소를 불어넣는다. 이 과정을 통해 쇳물의 불순물인 탄소, 인, 황 등을 제거한다. 전로는 보통 용량이 300톤 정도 규모이며 고압의 순수산소를 불어넣는다. 이 과정에서 철의 불순물은 제거되고 용강이 된다.

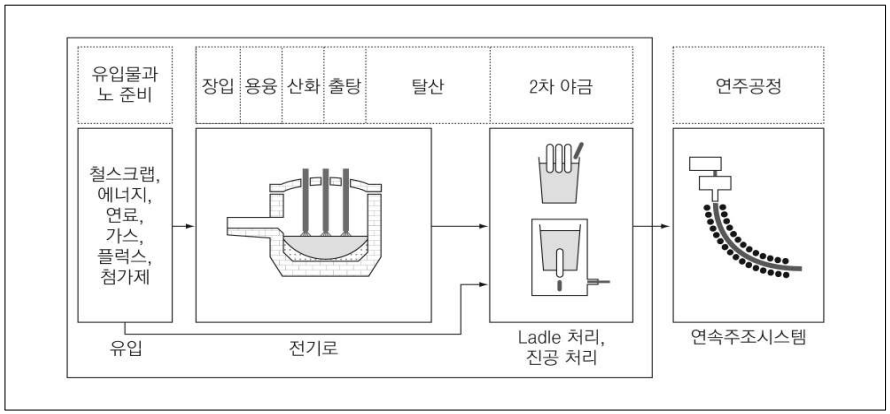
용선(쇳물) + 철스크랩(steel scrap) + 산소(100%) → 전로 → 용강 → 이송 → 2차 정련 → 연주 공정

② 전기로(Electric Arc Furnace) 제강공정

전기로는 전열을 이용하여 강을 제조하는 노(Furnace)로서, 전기양도체인 전극에 전류를 통하여 철스크랩(Steel scrap) 사이에 발생하는 아크(Arc) 열에 의하여 철스크랩(Steel scrap)을 녹이는 아크로와 도가니의 주위를 감은 코일에 전열을 통해서 유도전류에 의한 저항열로 정련하는 유도로의 2가지 방식이 있다. 따라서 전기로는 제강시, 특히 철스크랩(Steel scrap) 용해시 막대한 전력이 소요된다는 것이 특징이다.

전기로에서 용해된 쇳물은 커다란 그릇에 담겨 옮겨지며 이러한 그릇을 래들(Ladle) 이라 한다. 그릇에 담긴 쇳물은 LF(Ladle Furnace)

라는 설비에 옮겨진다. 이 설비는 쇳물의 화학성분을 더욱 세밀하게 조절해 주며 불순원소(유황, 가스)를 제거하여(정련) 고순도의 쇳물을 생산하기 위한 것이다.



<그림-38> 전기로 제강 및 연주 공정도

3 연주 공정(Continuous casting)

쇳물을 모양이 있는 틀 안에 넣고 물로 냉각시키면서 고체를 만드는 과정으로 이 과정에서 슬래브, 빌릿, 블룸, 빔 블랭크 등이 생산되는데, 빌릿은 철근과 작은 크기의 형강, 블룸은 중·대형 형강, 빔 블랭크는 H빔의 소재가 된다.

연주공정은 액체상태의 철이 고체가 되는 공정으로 액체 상태의 용강은 주형(mold)에 주입되고 연속주조기를 통과하면서 냉각, 응고되어 연속적으로 슬래브나 블룸, 빌릿 등 중간소재로 만들어진다.

용강 → 연속주조기 → 슬래브, 빌릿, 블룸

4 압연공정

압연이란 연속주조 공정에서 생산된 슬래브, 빌릿, 블룸 등을 압연하기 적당한 온도인 1,100~1,300℃로 가열한 후 회전하는 여러 개의 롤(roll) 사이를 통과시켜 연속힘을 가함으로써 늘리거나 얇게 만드는 과정을 말한다. 압연공정은 크게 열간압연과 냉간압연의 2가지 방법으로 구분한다.

열연 강판은 자동차, 건설, 조선, 파이프, 산업기계 등 산업전반의 주요한 소재로 사용되며 열연 제품이 그대로 판매되기도 하고, 일부는 냉연공장에서 가공되 다양한 제품을 생산한다.

슬래브 → 열간압연 → 열연 강판(판매 혹은 이송) → 냉연공장 → 냉연강판 블룸, 빌렛 → 열간압연 → 철근, 봉강, 형강, 선재

5 일관제철공정(Integrated Steel Works Process)

일관제철공정은 철광석으로부터 철을 제련하기 위한 기본 공정인 제선, 제강, 압연의 세 공정을 같이 보유하고 있는 종합공정을 의미한다. 일관제철공정은 많은 세부공정이 유기적으로 연계되어 있을 뿐만 아니라 COG, BFG, LDG, FOG 와 같은 부생가스와 유틸리티(전력, 스팀, 공기, 산소, 질소, 알곤, 수소, 정수 등)의 2·3차 변환에너지들이 사업장 내 대부분의 세부공정에 연료 및 에너지로 사용되기 때문에 세부공정의 배출책임에 대한 조직경계와 운영경계의 구분이 어렵다. 따라서 일관제철소에 대해서는 전체를 하나의 경계(boundary)로 설정한 일관제철공정으로 간주하고 물질수지(mass-balance) 방법을 적용하여 공정배출량을 산정할 수 있다.

2. 배출시설의 종류

'제1차 금속 제조시설' 중 일관제철시설, 코크스로, 전로, 제선로, 용광로, 소결로 등을 말한다.

1 코크스로

야금코크스는 부상된 코크스 오븐전지에서 석탄의 분해증류에 의해 제조된다. "Coking"이라 칭하는 증류는 무산소 상태의 일련의 오븐에서 진행된다. 휘발성 물질은 석탄에서 추출되고, 각각의 오븐에 모아지고 연소성 가스와 기타 석탄부산물의 회수를 위한 인접공정에서 진행된다.

코크스는 실리카성 벽돌로 된 슬롯형태의 오븐에서 생산된다. 한 벌의 코크스오븐은 10~100개의 일련의 오븐을 갖고 있으며, 이들의 오븐쌍 사이로 가열 연도가스(flue gas)가 흐른다. 오븐은 오븐 윗부분내의 배출구를 통해 각 벌의 위를 따라 궤적위로 larry car에 의해 빻은 석탄을 넣는다. 송기관내 버너에서의 가스 연소는 오븐사이의 프로세스를 위한 열을 제공한다. 부산물회수 공정으로부터 코크스 오븐 가스는 대부분 공정에서 가열된 오븐을 위한 일반연료이지만 통풍로 가스와 때때로 천연가스가 사용되기도 한다.

일반적으로 12~20시간의 "coking" 시간후 에 대부분의 모든 휘발성 물질은 석탄으로부터 추출되고 코크스화가 진행된다. 코크스중심에서의 최대온도는 일반적으로 1,100~1,150℃이다. 코킹 후 전지 끝부분 트랙위에 위치한 기계류는 각각의 오븐 끝부분, 수직문으로 들어가고 긴 램(자동양수기)이 코크스를 오븐에서 레일형 급냉차로 밀어내는데, 거기에서 급냉탕으로 가서 수천갤론의 물이 코크스위로 냉각시키기 위해 뿌려진다. 차는 다음에 코크스를 더 많은 냉각과 물의 배출을 위

해 장치를 따라 선창위로 코크스를 하역한다. 여기에서 코크스는 걸러지고 통풍로로 보내지거나 야외더미에 저장된다. 코킹과정동안 석탄으로부터 추출된 휘발성 물질은 오븐의 한쪽 혹은 양쪽 끝에 위치한 Offtake에 의해 수집된다. 여기에 코크스, 오븐가스는 분리되고 세정되며 오븐을 가열하기 위해 반송된다. 회수된 코크스 중 40%만이 가열에 충당되고 나머지는 제철공정에 사용된다. 다른 석탄부산물도 재사용, 판매, 혹은 처분을 위해 부산물 공정에서 회수된다.

2 소결로

분체를 융점 이하 또는 그 일부에서 액상이 생길 정도로 가열하여 구우면서 단단하게하여 어느 정도의 강도를 가진 고체로 만드는 로를 말한다. 여기에서는 주로 금속정련 특히 용광로에서 널리 사용되는 분광괴성법으로서 미세한 분 철광석을 부분 용융에 의하여 괴성광으로 만드는 데 사용되는 로를 말한다. 세계적으로 연속식인 DL이 많이 사용되고 있다. 그 과정은 철광석, 석회석, 코크스 등 각종 원료를 일정한 비율로 혼합기에서 혼합시켜 조립한 다음 이것을 로 내에 장입하고 점화로에서 그 표면에 착화시키면 원료중의 코크스가 연소되면서 1,300~1,480℃의 온도에서 소결이 진행되고 다시 냉각, 파쇄, 체질을 하여 용광로에 투입하기에 적당한 소결광으로 만들어 용광로에 보내진다. 연소용 공기는 공기 속에 포함된 각종 먼지 등 이물질을 제거시킨 후에 소결로 옆에 붙어 있는 Wind box를 통해 공급된다.

3 용선로 또는 제선로 (고로)

철광석을 용해하여 선철을 생산하는 로로서 일반적으로 고로 또는 용광로라고 한다. 본체는 원탑형으로 되어 있으며, 외체는 두꺼운 철판으로 되어 있고 내부는 내화벽돌로 두껍게 쌓여져 있다. 원료로는

철광석, 코크스, 석회석 등이 사용된다. 이들 원료는 운송장치에 의하여 자동으로 로상부에 운반되어 장입된다. 로내의 온도는 상부 200~300℃이고 하부로 내려갈수록 고온이 되어 송풍구 부분에서는 1,500~2,000℃에 달한다. 철광석은 하부에서 올라오는 고온의 코크스 연소가스에 의하여 가열되며, 가스중의 CO에 의해 간접 환원되면서 하강한다. 그 후에는 코크스의 탄소에 의하여 직접 환원되어 선철로 용해되면서 최하부의 탕류에 부분에 모이게 된다. 한편 장입원료 중 맥석 등 불순물은 대부분 용해되어 석회석과 화합하여 광재가 되고, 이것은 비중이 가벼우므로 탕류부분 용선의 상층으로 부상하게 된다.

④ 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 40분 이내에 급속히 정련시키므로 비교적 제강시간이 짧고 고철의 사용비가 적다. 또한 생산비가 낮으며, 품질은 양호한편으로 순산소 상취전로(LD로)가 전세계 조강생산의 약 60%이상을 점유하고 있다. 최근에는 BBM (Bottom Blowing Method) 또는 Q-BOP(Quicker Refining Basic Oxygen Process)라고 하는 저취전로가 가동되고 있기도 하다.

⑤ 전기로(전기아크로)

전기로는 크게 나누어 아크로(Arc Furance)와 유도로(Induction Furance)가 있으며, 아크로는 주로 대용량의 연강(Mild Steel) 및 고합금강의 제조에 사용되고 유도로는 주로 고급특수강이나 주물을 주조

하는데 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 하게 된다. 원료로는 선철이나 고철이 사용되며, 보통 1회에 2~3번의 원료투입(장입)이 이루어 지는데 원료 투입시에는 로상부의 선회식 뚜껑이 열리고 드롭보터믹 바켓(Dropbottom bucket)에 담겨진 고철 등을 기중기를 이용하여 로 상부에 투입한다. 로의 형식에 따라 고정식과 경동식이 있으며 고정식은 출강구를 통하여 경동식은 로자체를 일정한 기울기만큼 기울여 출강한다.

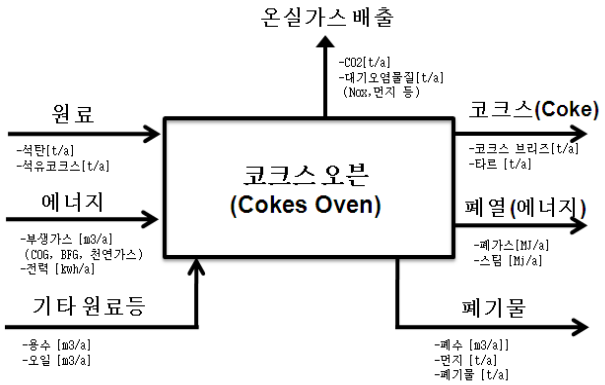
⑥ 평로

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. 제강용로중 비교적 규모가 큰편으로 대규모생산에 유리하나 단위생산성이 비교적 낮은 관계로 전세계적으로 감소추세에 있다. 로 바닥에는 백운석으로 채워져 있으며, 원료로는 선철 60% 그리고 편철류(Scrap) 약 40%로 구성된다. 원료투입시에는 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. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 코크스 오븐

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-37> 코크스 오븐의 물질수지표

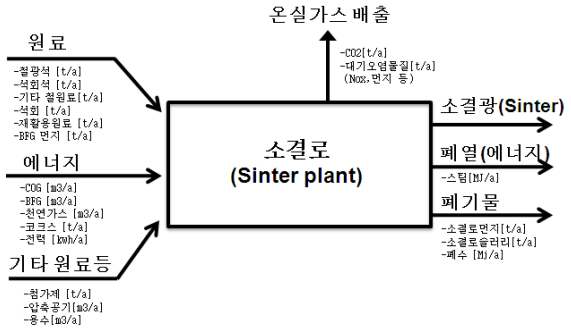
Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
석탄(dry)	kg/t coke		코크스(dry)	kg/t coke	1000
석유코크스	kg/t coke		코크스브리즈	kg/t coke	
			타르	kg/t coke	
에너지			**에너지**		
천연가스	m3/t coke		COG	MJ/t coke	175-200
COG	m3/t coke		폐가스	MJ/t coke	2500-3200
BFG	m3/t coke		스팀	MJ/t coke	3-90/500
전력	kWh/t coke				
스팀	MJ/t coke		**온실가스 배출**		
			CO2	kg/t coke	
기타 원료			기타 부산물		
공기	Nm3/t coke		폐수	m3/t coke	0.3-0.4
용수	Nm3/t coke				

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{코크스로에서의 온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{코크스 생산량}(tcoke)}$$

2 소결로

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-38> 소결로의 물질수지표

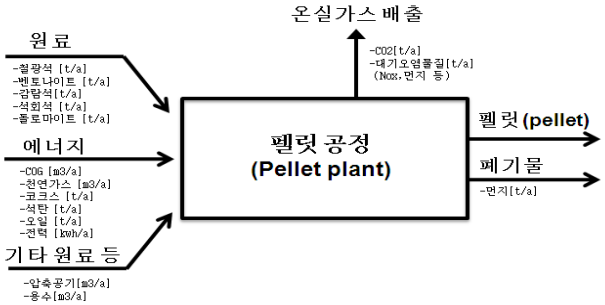
Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
철광석	kg/t sinter		소결광(sinter)	kg/t sinter	1,000
기타 철원료	kg/t sinter				
석회	kg/t sinter				
석회석	kg/t sinter				
BFG 먼지	kg/t sinter		**에너지**		
재활용원료	kg/t sinter		스팀	MJ/t sinter	
에너지			**온실가스배출**		
COG/.BFG/ 천연가스 등	MJ/t sinter		CO2	g/t sinter	
코크스	MJ/t sinter				
전력	MJ/t sinter				
기타			기타 부산물		
압축공기	Nm3/t sinter		먼지	kg/t sinter	
용수	m3/t sinter		슬러지	kg/t sinter	
첨가제	kg/t sinter		폐수	m3/t sinter	

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{소결로에서의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{소결광생산량}(t\sin ter)}$$

3 펠릿 제조시설

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-39> 펠릿 제조시설의 물질수지표

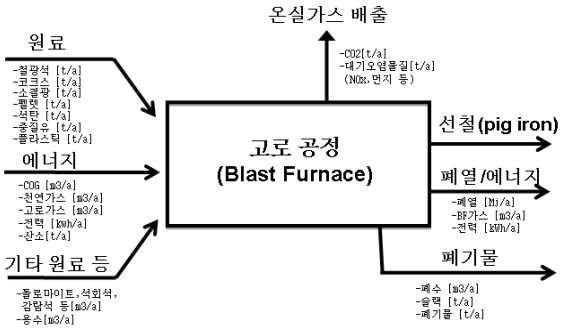
Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
철광석	kg/t pellet		펠렛	kg/t pellet	1000
벤토나이트	kg/t pellet				
감람석	kg/t pellet				
석회석	kg/t pellet				
돌로마이트	kg/t pellet				
에너지			**온실가스배출**		
COG	MJ/t pellet		CO2	kg/t pellet	
천연가스	MJ/t pellet				
코크스	MJ/t pellet				
석탄	MJ/t pellet				
오일	MJ/t pellet				
전력	MJ/t pellet				
기타			**기타 부산물**		
압축공기	Nm3/t pellet		먼지	kg/t pellet	-

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{펠릿제조시설에서의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{펠릿 생산량}(tpellet)}$$

4 고로공정 (Blast Furnace)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-40> 고로의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
소결광	kg/t 용선		용선(pig iron)	kg/t 용선	1000
철광석	kg/t 용선				
펠렛	kg/t 용선		**에너지**		
코크스	kg/t 용선		BF 가스	MJ/t 용선	
석탄	kg/t 용선		전력	MJ/t 용선	
중유	kg/t 용선		폐열	MJ/t 용선	
석회	kg/t 용선				
재순환물질	kg/t 용선				
플라스틱	kg/t 용선				
에너지			**온실가스배출**		
BF가스	MJ/t 용선		CO2	kg/t 용선	
COG	MJ/t 용선				
천연가스	MJ/t 용선				

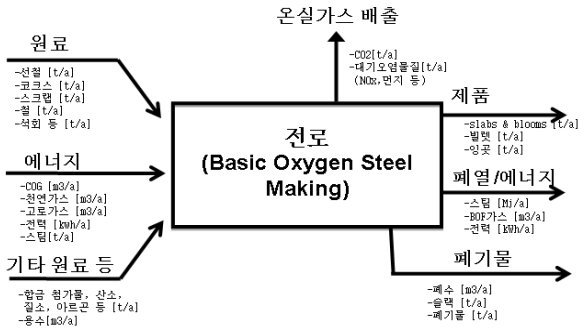
Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
전력	MJ/t 용선				
기타			**기타 부산물**		
압축공기	m3/t 용선		슬랙	kg/t 용선	
용수	m3/t 용선		폐수	m3/t 용선	
스팀	MJ/t 용선		폐기물	kg/t 용선	
산소	m3/t 용선				

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l}=\frac{\text{고로에서의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{용선생산량}(t\,p\,ig\,iron)}$$

5 전로 (Basic Oxygen Steel Making)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-41> 전로의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
선철	kg/t LS		용강(liquid steel)	kg/t LS	1,000
스크랩	kg/t LS				
철광석	kg/t LS				

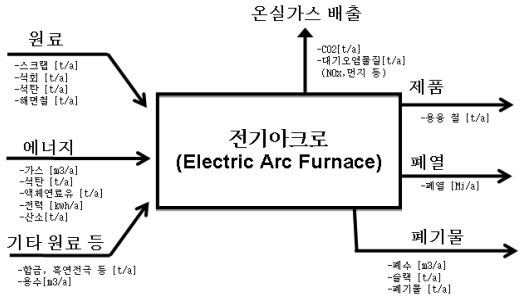
Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
기타 철 원료	kg/t LS				
코크스	kg/t LS				
석회	kg/t LS		**에너지**		
돌로마이트	kg/t LS		BOF 가스	MJ/t LS	
합금철	kg/t LS		스팀	MJ/t LS	
에너지			**온실가스배출**		
천연가스	MJ/t LS		CO2	kg/t LS	
전력	MJ/t LS				
기타			**기타 부산물**		
압축공기	Nm3/t LS		BOF 슬랙	kg/t LS	
용수	m3/t LS		폐수	m3/t LS	
스팀	MJ/t LS		폐기물	kg/t	
산소	m3/t LS				

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l}=\frac{\text{전로에서의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{용강생산량}(t\,LS)}$$

6 전기아크로 (Electric Arc Furnace)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-42> 전기아크로의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
선철	kg/t LS		액상철(LS)	kg/t LS	1000
스크랩	kg/t LS				
석회	kg/t LS				
석탄	kg/t LS				
흑연전극	kg/t LS				
라이닝(lining)	kg/t LS		**온실가스배출**		
고온 금속(액체)	kg/t LS		CO2		
직접환원철	kg/t LS				
에너지			**기타 부산물**		
총 에너지	MJ/t LS		노 슬랙	kg/t LS	
전력	MJ/t LS		래들 슬랙	kg/t LS	
			먼지	kg/t LS	
기타			폐수	m3/t LS	
산소	m3/t LS		폐기물	kg/t LS	

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{전기로에서의 온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{액상철 생산량}(tLS)}$$

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

1 코크스 오븐

○ 코크스 오븐에 대한 지속적인 유지관리를 통하여 COG 누출 최소화, 결과적으로 연료 소비량 절감

○ 코크스 건식 퀜칭(CDQ, Coke dry quenching) 공정은 습식 퀜칭 공정에 비해 에너지 회수의 이점을 갖고 있음

2 소결로

○ 소성 및 소결광 냉각과정에서의 열을 다음의 방법에 의해 회수하여 이용함으로써 에너지 절감

○ 배출가스중의 열을 열교환기를 이용하여 회수하거나 폐가스를 소결로 등으로 재순환

○ 소결광 냉각기의 뜨거운 공기를 폐열보일러를 이용한 스팀생산, 연소용공기의 예열 등에 사용

3 펠릿 제조시설

○ 경화 스트랜드(induration strand)의 가스흐름에서 열을 효율적으로 재사용함으로써 연료 소비량 절감

○ 1차 냉각부분에서 배출되는 뜨거운 공기를 화염부의 2차 연소용 공기로 사용하고, 배출되는 열을 경화 스트랜드의 건조부분에서 사용. 또한 2차 냉각부분의 열을 건조부분에서 사용

4 고로공정 (Blast Furnace)

○ 코크스의 일부를 중질연료유, 오일잔사, 입상 또는 분말 석탄, 천연가스 또는 폐플라스틱 등 탄화수소원으로 대체하여 환원제로서 노(furnace)의 송풍구 수준(tuyere level)에서 직접 주입함으로써 에너지 소비량 절감

○ 고로가스(BF gas)로부터 에너지 회수

– 고로의 상층 가스(top gas) 자체만으로는 에너지 함량이 낮으므로 고로가스를 가스탱크에 저장 후 코크스 오븐 가스 또는 천연가스와 혼합하여 연료로서 사용

○ 고압의 상층 고로가스는 가스정제시설 후단에 설치된 확장 터빈(expansion turbine)을 통하여 에너지를 회수

– 이때 얻어지는 에너지 회수 정도는 상층 가스의 양, 압력 경사,

유입온도의 영향을 받게되며, 고로가스 정제시설과 분배 네트워크에서 압력 강하가 낮아야 실행이 가능함

○ 다양한 방법을 통하여 핫스토브(hot stove)의 에너지 효율 최적화

- 핫스토브의 자동제어
- 냉각 송풍라인과 폐가스의 보온과 함께 연료의 예열
- 보다 적정한 버너를 사용하여 연소율 개선
- 신속한 산소농도 측정에 따른 연소조건 조절

⑤ 염기성 산소 제강공정 (Basic Oxygen Steel Making)

○ BOF 가스로부터 에너지 회수

- 1차 통풍시스템의 가스 덕트상에 공기를 유입시킴으로써 BOF 가스가 연소될 수 있으며 이로인해 1차 통풍시스템의 열과 총 가스 유량이 증가하게 되어 폐열보일러에서 보다 많은 스팀이 생산될 수 있음
- BOF 가스의 연소를 억제하여 저장탱크에 저장 후 사용

⑥ 전기아크로 (Electric Arc Furnace)

○ EAF 공정을 최적화 함으로써 생산성 향상 및 단위 에너지 소비량 절감

- 초고압의 로를 사용함으로써 생산성 향상, 단위 전극 소모량 감소, 단위 폐가스 발생량 감소
- 순산소 버너(oxy-fuel burner)와 산소창 절단(oxygen lancing)에 의한 추가 에너지 공급은 총 에너지 소요량을 감소시킴
- 로 내에서 거품형태의 슬랙(foamy slag)은 장입 물질에 열 전달 효율을 향상시켜 에너지 소비량, 전극 소모량 감소 및 생산성 향상

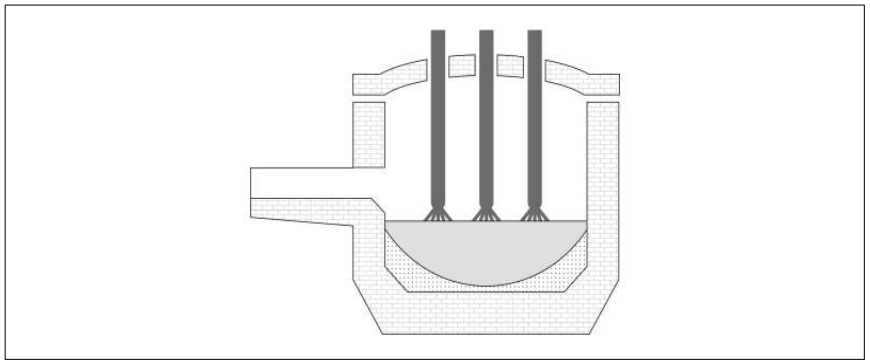
○ 배가스 중의 폐열을 이용하여 스크랩을 예열함으로써 전력 소비량 절감

17. 합금철 생산

IPCC 카테고리: 2C2

1. 합금철 생산 공정 개요

합금철은 철과 하나 이상의 금속(실리콘, 망간, 크롬, 몰리브덴, 바나듐, 텅스텐 등)이 농축된 합금을 말한다. 합금철은 철강 제련과정에서 용탕의 탈산 혹은 탈류 등 불순물을 제거하거나 철 이외의 성분원소 첨가를 목적으로 사용된다. 철강 제조에서 순철을 사용하지 않고 철과 합금한 합금철을 사용하는 가장 큰 이유는 순금속은 가격이 높으며, 합금철은 용융점이 낮아 저온에서 쉽게 녹고 용탕에 균일하게 분포하기 때문이다. 합금철은 후에 강에 첨가할 목적인데, 그때 상당히 희박해지기 때문에 탄소 및 불순물이 어느 정도 있어도 지장이 없으므로 순철과 고순도의 특수원소를 합금시켜 만드는 것이 아니라, 양쪽 산화물로 섞어서 함께 환원시키는 방법으로 제조한다. 합금철 생산에서의 온실가스 배출은 코크스와 같은 환원제의 야금환원(Metallurgical reduction) 과정 및 전극봉 사용에 의해서 발생한다.



<그림-39> 전기아크로(EAF) 모식도

합금철의 제조는 처음에는 대부분 고로에서 이루어졌으나, 고로에서는 생산가능한 품종 및 제품규격이 한정되어 있기 때문에 전기로가 개발된 이후 합금철은 거의 대부분 전기로에서 제조되고 있다. 합금철 생산공정은 전기로에서의 전기열로 인하여 제련되고 탄소봉 탄소의 산화로 온실가스(CO_2)가 배출된다.

$$FeO + C \rightarrow Fe + CO$$

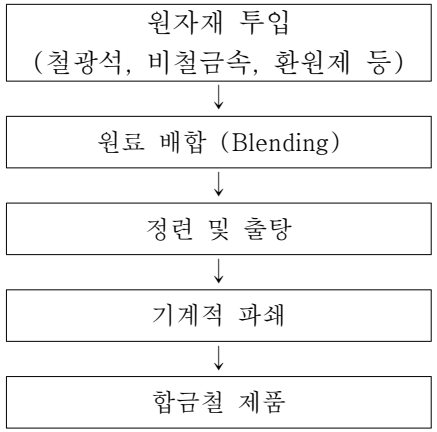
$$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$$

$$MnO_2 + 2C \rightarrow Mn + 2CO$$

합금철 생산시 환원과 제련공정을 위해 원료와 탄소성 환원재, 슬래그 등이 배합되어 높은 열로 가열된다. 탄소성 환원제는 보통 석탄과 코크스이며, 일부 목탄(charcoal)과 나무 등이 사용되기도 한다.

일반적인 합금철의 제조공정은 다음과 같다.

<표-43> 합금철 제조공정 개요



2. 배출시설의 종류

'제1차 금속제조시설' 중 전로, 전기로를 말한다

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 40분 이내에 급속히 정련시키므로 비교적 제강시간이 짧고 고철의 사용비가 적다. 또한 생산비가 낮으며, 품질은 양호한편으로 순산소 상취전로(LD로)가 전세계 조강생산의 약 60%이상을 점유하고 있다. 최근에는 BBM (Bottom Blowing Method) 또는 Q-BOP(Quicker Refining Basic Oxygen Process)라고 하는 저취전로가 가동되고 있기도 하다.

2 전기로(전기아크로)

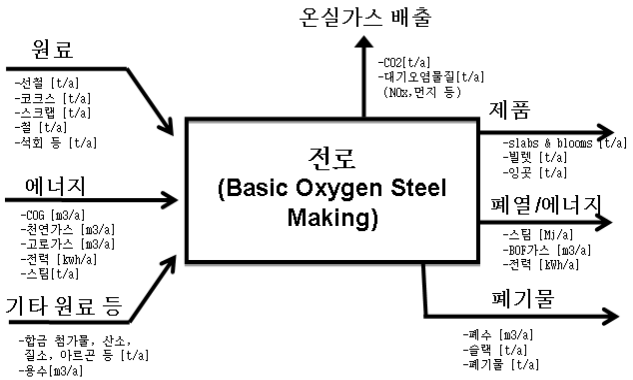
전기로는 크게 나누어 아크로(Arc Furance)와 유도로(Induction Furance)가 있으며, 아크로는 주로 대용량의 연강(Mild Steel) 및 고합금강의 제조에 사용되고 유도로는 주로 고급특수강이나 주물을 주조하는데 사용된다. 아크로는 전기양도체인 전극(탄소봉)에 전류를 통하여 고철과 전극사이에 발생하는 Arc열을 이용하여 고철 등 내용물을 산화·정련하며, 산화정련 후 환원성의 광재로 환원정련함으로서 탈산·탈황작업을 하게된다. 원료로는 선철이나 고철이 사용되며, 보통 1회에 2~3번의 원료투입(장입)이 이루어 지는데 원료투입시에는 로 상부의 선회식 뚜껑이 열리고 드롭보터믹 바켓(Dropbottom bucket)에

담겨진 고철 등을 기중기를 이용하여 로 상부에 투입한다. 로의 형식에 따라 고정식과 경동식이 있으며 고정식은 출강구를 통하여 경동식은 로자체를 일정한 기울기만큼 기울여 출강한다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 전로 (Basic Oxygen Steel Making)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-44> 전로의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output		값(value)
원료			**제품**		
선철	kg/t Alloy		슬래브(slabs)	kg/t Alloy	
스크랩	kg/t Alloy		블룸(Blooms)	kg/t Alloy	
철광석	kg/t Alloy		빌렛	kg/t Alloy	
기타 철 원료	kg/t Alloy		잉곳	kg/t Alloy	
코크스	kg/t Alloy		합금철	kg/t Alloy	1,000
석회	kg/t Alloy		**에너지**		
돌로마이트	kg/t Alloy		BOF 가스*1	MJ/t Alloy	
합금철	kg/t Alloy		스팀*2	MJ/t Alloy	
에너지			**온실가스배출**		

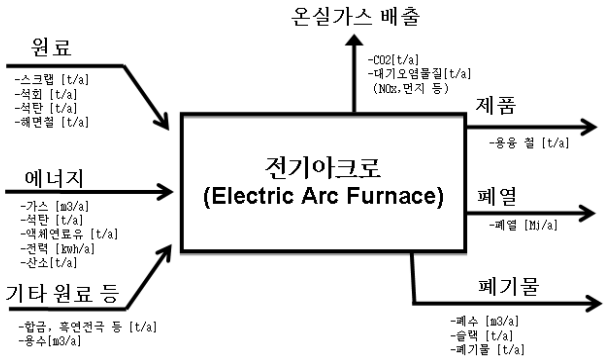
Input	단위	값(value)	Output		값(value)
천연가스	MJ/t Alloy		CO2	kg/t Alloy	
전력	MJ/t Alloy				
기타			**기타 부산물**		
압축공기	Nm3/t Alloy		BOF 슬랙	kg/t Alloy	
용수	m3/t Alloy		폐수	m3/t Alloy	-
스팀	MJ/t Alloy		폐기물	kg/t Alloy	
산소	m3/t Alloy				

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{전기로에서의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{합금철생산량}(t\,Alloy)}$$

2 전기아크로 (Electric Arc Furnace)

① 물질· 에너지 수지 개요



③ 물질· 에너지 수지표

<표-45> 전기아크로의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
선철	kg/t alloy		합금철	kg/t alloy	1000
스크랩	kg/t alloy				
석회	kg/t alloy				
석탄	kg/t alloy				
흑연전극	kg/t alloy				
라이닝(lining)	kg/t alloy		**온실가스배출**		
고온 금속(액체)	kg/t alloy		CO2		
직접환원철	kg/t alloy				
에너지			**기타 부산물**		
총 에너지	MJ/t alloy		노 슬랙	kg/t	
전력	MJ/t alloy		래들 슬랙	kg/t	
			먼지	kg/t	
기타			폐수		
산소	m3/t alloy		폐기물		

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{전기로에서의 온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{합금철 생산량}(t\,Alloy)}$$

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

1 전로 (Basic Oxygen Steel Making)

○ BOF 가스로부터 에너지 회수

– 1차 통풍시스템의 가스 덕트상에 공기를 유입시킴으로써 BOF 가스가 연소될 수 있으며 이로인해 1차 통풍시스템의 열과 총 가스 유량이 증가하게 되어 폐열보일러에서 보다 많은 스팀이 생산될 수 있음

– BOF 가스의 연소를 억제하여 저장탱크에 저장 후 사용

2 전기아크로 (Electric Arc Furnace)

○ EAF 공정을 최적화함으로써 생산성 향상 및 단위 에너지 소비량 절감

– 초고압의 로를 사용함으로써 생산성 향상, 단위 전극 소모량 감소, 단위 폐가스 발생량 감소

– 순산소 버너(oxy-fuel burner)와 산소창 절단(oxygen lancing)에 의한 추가 에너지 공급은 총 에너지 소요량을 감소시킴

– 로 내에서 거품형태의 슬랙(foamy slag)은 장입 물질에 열 전달 효율을 향상시켜 에너지 소비량, 전극 소모량 감소 및 생산성 향상

○ 배가스 중의 폐열을 이용하여 스크랩을 예열함으로써 전력 소비량 절감

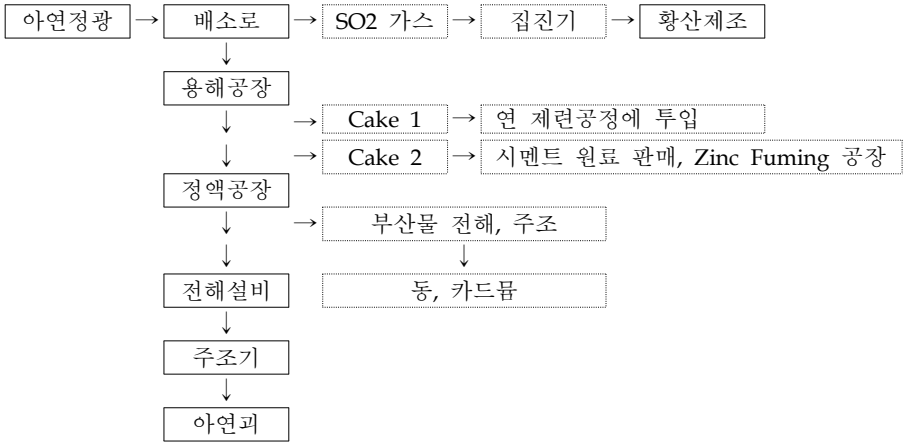
18. 아연 생산	IPCC 카테고리
	2C6

1. 아연 생산 공정 개요

아연(Zn)은 지각속에 널리 분포하는 중요한 비철금속으로 세계적으로 가장 많이 사용되는 금속 중의 하나이다. 아연은 유리된 금속으로는 존재하지 않고 화합물의 형태로 존재하게 되는데 제련에 주로(95%) 이용되는 광석은 황화광인 섬아연광(Sphalerite, ZnS)이다. 대부분의 아연광석은 노천광산이 아닌 지하광산에서 채굴된다. 섬아연광은 상당량의 철을 함유하고 있으며 Cu-Zn, Pb-Zn, Cu-Pb-Zn 등의 혼합광석으로 존재하는 경우가 많다. 아연광석의 아연 함량은 5~15% 가량으로 제련소에서 바로 처리하기 어려우며 예비처리 과정을 거치게 된다. 아연광석은 조분쇄, 미분쇄, 부유선광 등을 통하여 아연 품위가 50% 가량으로 농축되는데 이를 아연정광이라 하며 아연제련의 원료가 된다. 현재 국내에서 아연정광을 생산하는 곳은 없으며 전량 외국에서 수입하고 있다. 아연정광은 Zn 50%, S 30%, Fe 8% 및 20여 가지의 미량원소로 구성되어 있다.

아연제련 생산공정은 배소공정, 황산제조공정, 용해공정, 주조공정 등이 있다. 배소공정은 아연정광을 저광사로부터 컨베이어를 통과하여 배소로에 투입, 반응소광(ZnO)을 용해공정에 투입하기 전에 일시 Silo Bin에 저장하고 SO_2 가스가 세정 및 흡수과정을 거쳐 황산제조설비로 유입되는 공정이다. 황산제조공정은 배소로에서 발생된 SO2 가스가 세정 및 흡수과정을 거쳐 황산이 생산되는 공정이다. 용해공정은 배소공정 중 생산된 소광을 호아산으로 용해하여 아연중성액(ZnSO4)을 전

기분해하여 아연 캐소드(Cathod)를 생산하며, 주조공정에서는 아연 캐소드를 주조로에 주조하여 최종제품인 아연괴를 생산한다.



2. 공정 및 배출시설의 종류

'제1차 금속 제조시설'중 배소로, 용융·용해로, 전해로 등을 말한다

1 배소로

광석이 융해되지 않을 정도의 온도에서 광석과 산소, 수증기, 탄소, 염화물 또는 염소 등을 상호작용시켜서 다음 제련조작에서 처리하기 귀운 화합물로 변화시키거나 어떤 성분을 기화시켜 제거하는데 사용되는 로를 말한다. 목적물이 각각 산화물 , 황산염, 염화물인 경우 각각 산화배소, 황산화배소, 염화배소라고 부르며 산화물광석을 환원하는 환원배소, 물에 가용인 나트륨염으로 하는 소-다배소 등이 있다. 종류에

는 다단배소로, Rotary Kiln, 유동배소로 등이 있다.

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. 용융로로서 대표적인 것이 용광로, 단지(Pot)로 등이 있으며, 용해로로서는 도가니로, 반사로, 전로, 평로, 전기로, 용선로 등이 있다. 여기서는 배출시설(해당시설)에 규정되지 아니한 용융로, 정련로, 단지로 등 각종 용융·용해로를 말한다.

③ 전해로

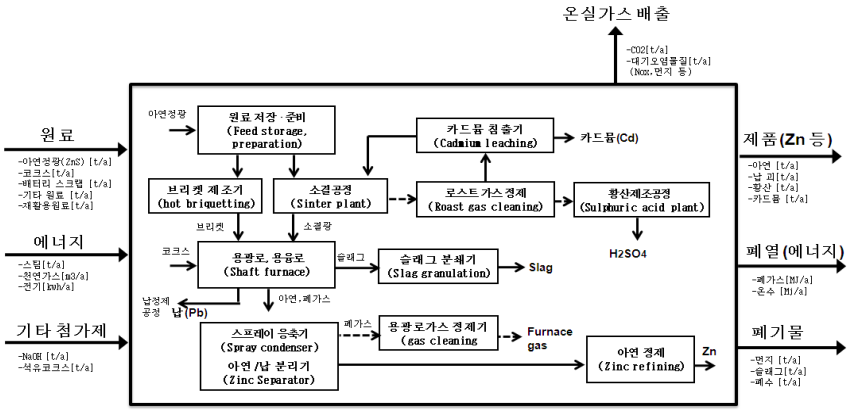
전해질용액이나 용융전해질등의 이온전도체에 전류를 통해서 화학변화를 일으키는 로를 말한다. 주로 비철금속 계통의 물질을 용융시키는데 이용되며 대표적인 것으로 알루미늄전해로가 있다. 알루미늄 전해로의 경우 빙정석이 사용되며 이는 원료인 알루미나에 대한 전해질의 역할과 로의 내면은 탄소로 입혀져 있으며 보통 직사각형의 구조를 가진 Shell 또는 Pot형으로 되어있고, 그 내부에 탄소전극봉이 꽂혀있다. 탄소전극봉에서는 양극을 제공하며 로의 내변에 코팅된 탄소는 음극을 제공함으로서 양극사이에 전류가 형성된다. 이때 용융된 빙정석은 전해질 역할을 하게되고 두극사이의 전류의 흐름으로 인해 발생되는 저항열 때문에 로내의 온도가 유지된다.

보통 로내 온도는 950~1,000℃정도이며, 알루미늄은 음극쪽으로 모이게 되어 욕조의 표면 바로밑에 용융된 상태로 존재한다. 탄소전극봉은 반응기간동안에 형성된 산소와 Cell은 사용되는 양극의 형태와 배열상

태에 따라 구분되며, Pot는 일반적으로 Prebakde(PB), Horizontal Stud Soderberg(HSS), Vertical Stud Soderberg(VSS)로 구분된다.

3. 배출시설에 대한 에너지 수지 자료

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-46> 아연 제련공정의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
아연정광(ZnS)	kg/t Zinc		아연(Zn)	kg/t Zinc	1000
배터리 스크랩	kg/t Zinc		납(Pb)	kg/t Zinc	
재활용 물질	kg/t Zinc		황산(H2SO4)	kg/t Zinc	
코크스	kg/t Zinc		카드뮴(Cd)	kg/t Zinc	
			온실가스배출		
			CO2	kg/t Zinc	
에너지			**기타 부산물**		
스팀	MJ/t Zinc		먼지	kg/t Zinc	
천연가스	MJ/t Zinc		슬래그	kg/t Zinc	
전기			폐수	m3/t Zinc	

기타					
NaOH	kg/t Zinc				
석유코크스	kg/t Zinc				

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{제련공정에서의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{아연생산량}(t\,Zinc)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 아연제련에 따른 공정배출(Process emission)과 연료연소배출(Combustion emission) 등을 포함한다.

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

1 1차 아연(Primary Zinc)

뉴저지 증류컬럼은 혼합농축 납과 아연을 용해하는 고로 중의 한 종류인 ISF(Imperial Smelting Furnace)와 결합되어 사용하는 건조야금술(pyro-metallurgical production)로 1차 아연을 생산하는 중요한 기술이다.

<표-47> 1차 아연 용광로의 특징

용광로의 종류	가스포집	장점	단점	비고
Zinc electrowinning. 105,000 ~ 235,000 t/a Zn	밀폐형 배소로	입증된 성능을 지님	철분 침전	-
Imperial Smelting Furnace 100,000 t/a Zn ~ 40,000 t/a Pb	밀폐형	견고한 야금술을 수행	-	LCV 가스이용
New Jersey Distillation Column 20,000 ~ 100,000 t/a Zn	밀폐형	입증된 아연생산과 통합 ISF 공정	Blockage problems	공정제어 및 진동감지 필요

아연생산에서 습식야금술은 매우 중요하며, 특정 공급원료는 최종공정선택에서 결정적인 역할을 한다. 침철석(Goethite) 공정은 침전에서 사용되는 생석회(calcine) 중의 철분함량이 낮아야 하며, 반면에 자로사이트(Jarosite)공정은 철분함량이 10% 까지 높아도 질좋은 아연을 제공한다. 양쪽 공정모두 침전된 철의 세척은 필요하다.

습식공정은 침출과 관련된 공정이기 때문에 침출물질과 전해된 물질을 적절히 처분해하는 전해단계가 필요하다. 반응기와 필터의 연결에서 에어로졸의 생성을 예방하기 위해 적절한 스크러버 및 디미스터를 장치하는 것도 필요하다. 자로사이트 및 고사이트 공정에서 생성된 잔류물질을 비활성시키기 위한 기술도 가능한 사용해야한다.

① 화학적 제련

화학적 처리에서 과망간산 칼륨과 같은 산화제를 사용하는 가스스크러버에 의해 아르소늄화합물(arsine)과 수소화안티몬(stibine)을 제거하는 기술을 공정에 결합한다.

② Electro-winning(전해채취)

전해채취공정은 셀 크기(셀의 간격 및 번호 등)를 최적화한 특징 및 알루미늄 음이온 블랭크를 사용한 기술이며, 자동화된 채취와 스트립핑뿐만 아니라 정교한 단락회로 감지기는 조작범위를 결정하는 중요한 요인이다. 전해채취 공정가스는 양극에서 발생되며, 산성미스트가 생성되어 포집되고 제거되거나 공정에서 재사용된다. 포집된 가스가 스크러빙되면 재사용을 못하고 폐수로 들어간다. 셀커버링은 미스트로 형성되는 양을 줄이는데 사용되며, 여기에 유기 및 플라스틱 비드층이 사용된다.

⑵ 2차 아연(Secondary Zinc)

Waelz 산화공정은 첫 단계에서 탄산나트륨을 사용하고 두 번째 단계는 염소, 불소, 나트륨, 칼륨, 황을 제거하기 위해 물을 사용하는 총 두 단계를 가진 공정이다. 정화된 최종 생산물은 건조되며, 아연 전기분해공정에서 제공되는 원료로 사용된다. 주요 환경적인 장점으로는 로내 슬래그의 고정 불순물 및 슬래그 처리에서의 에너지 비용절감효과를 들 수 있다. 2차 아연제조공정에서 주로 사용하는 시설은 바엘즈 킬른(Waelz)과 슬래그연무로(Waelz Kilns and slag fuming furnaces)를 들 수 있다.

19. 전자산업

IPCC 분류체계
2E

1. 전자 산업 공정 개요

여러 가지 고급 전자산업에서는 플라즈마 식각, 반응 챔버의 세정 및 온도 조절을 위해 불소화합물(Fluorinated Compounds, FCs)이 이용되며, 이런 전자 산업으로는 반도체, 박막 트랜지스터 평면 디스플레이(TFT-FPD), 광전지(PV) 제조업 등이 포함된다.

전자 산업에서는 실온에서 가스 상태인 CF_4, C_2F_6, C_3F_8, $c-C_4F_8$, $c-C_4F_8O$, C_4F_6, C_5F_8, CHF_3, CH_2F_2, NF_3, SF_6 등의 불소화합물이 사용되며 주로 실리콘 포함 물질의 플라즈마 식각, 실리콘이 침전되어 있던 화학증착(CVD) 기구의 내벽을 세정하는데 사용된다. 그리고 생산과정에서 사용되는 불소화합물들 중 일부분은 부산물인 CF_4, C_2F_6, CHF_3, C_3F_8로 전환되기도 한다.

실온에서 액체 상태인 불소화합물 중 일부 PFCs는 전자제품 제조과정에서 온도조절을 위한 열전도유체로 사용되며 TFT-FPD 세정 시에도 종종 사용된다. 전자부품을 회로보드에 납땜하는 과정 중에 대기중으로 유출되며, 공정 중에 특정 설비를 식힐 때와, 때때로 불량 브라운관을 재가공하여 완제품화 하기위해 브라운관 전 후면을 플루오르산과 질산으로 분리하여 세척하는 공정 중에도 외부로 유출된다.

반도체는 최초 웨이퍼 제작에서부터 최종완제품까지 크게 4가지 공

정으로 구별할수 있다. 즉 Silicon원석에서 웨이퍼를 제작하는 웨이퍼 제조공정, 제조된 웨이퍼를 이용하여 웨이퍼 표면에 집적회로를 형성하는웨이퍼 가공공정, 가공된 웨이퍼로 Chip을 제작하는 Package 조립공정 및 Package를 Module에 부착하여 완전한 기능을 하는 제품으로 제작하는 Module조립공정으로 나눌 수 있다.

1 웨이퍼 제조공정

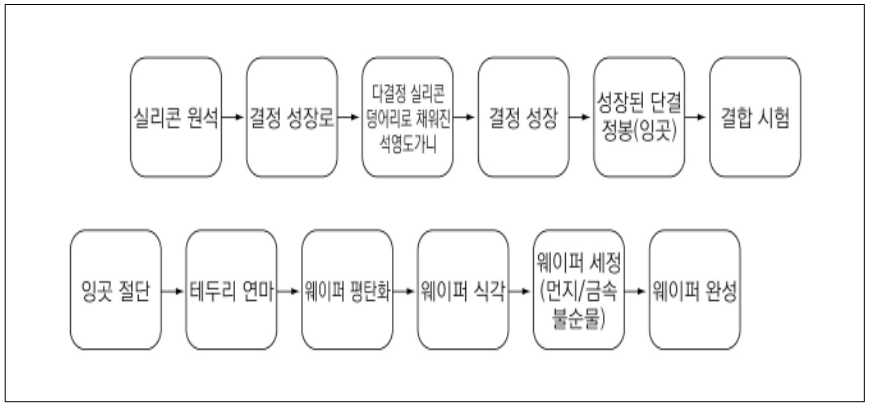
① 단결정 성장(Crystal Growing)

단결정 성장은 실리콘 웨이퍼 제조를 위한 첫번째 공정입니다. 고순도의 일정한 모양이 없는 폴리 실리콘이 고도로 자동화된 단결정 성장로 속에서 단결정봉으로 변형됩니다. 고진공 상태에서 섭씨 1400도 이상의 고온에 녹은 폴리 실리콘은 정밀하게 조절되는 조건하에서 큰 직경을 가진 단결정봉으로 성장합니다. 이와 같은 성장과정이 끝나면, 단결정봉은 실내온도로 식혀지고 각각의 단결정봉이 여러 조건에 부합되는지를 평가하게 되고, 단결정봉은 부분별로 가공되어 정확한 직경을 갖게 됩니다.

② 절단(Shaping)

절단에서는 실리콘 단결정봉을 웨이퍼, 즉 얇은 슬라이스로 변형시키는 공정입니다. 단결정조직이 정확하게 정렬되도록 단결정봉을 흑연빔에 놓은 다음 고도의 절삭 기술을 사용하여 실리콘 단결정봉을 웨이퍼로 바꾸게 됩니다. 절삭작업을 거치는 동안 웨이퍼의 가장자리부분은 매우 날카롭고 깨지기 쉽게 되므로 세척과정을 거친 후 정확한 모양과 치수로 가공해 손상에 영향을 덜 받게 합니다. 그 다음, 이 웨

이퍼들은 조연마 과정을 거쳐 표면이 평탄하고 두께가 일정하게 되어 표면의 질이 높아집니다.



<그림-40> 반도체 생산 중 웨이퍼 제조 공정

③ 경면연마(Polishing)

웨이퍼를 평탄하고 결함이 없도록 만드는 일은 고객에게 대단히 중요합니다. 이 목적을 이루기 위해 경면연마 공정에서 여러 가지 단계를 거치게 됩니다. 뿐만 아니라, 고객의 요구를 충족시키기 위해 웨이퍼의 특질을 높이는 다른 작업들이 바로 이 부분에서 이루어집니다. 조연마 과정을 거친 웨이퍼는 식각공정을 거치면서 추가적인 표면 손상을 제거하고, 공정을 정밀하게 통제하는 완전 자동화된 장비로 가장자리 부분과 표면이 경면연마 됩니다. 그 결과 얻어지는 웨이퍼들은 극도로 평탄하고 결함이 없는 상태입니다

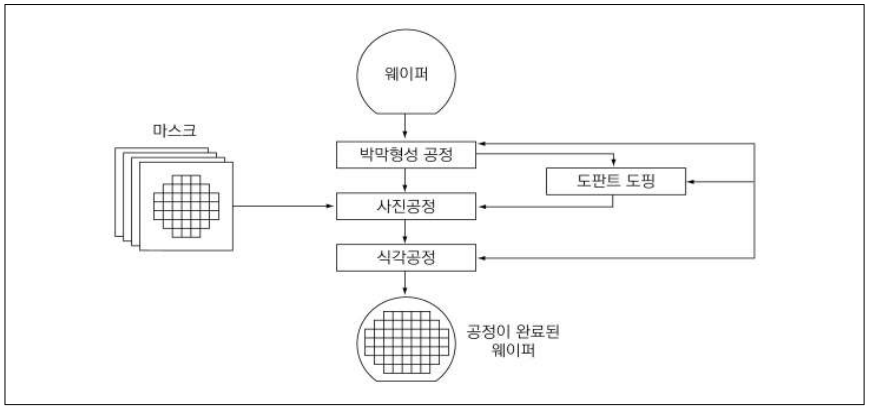
④ 세척과 검사 (Cleaning & Inspection)

세척부문에서는 경면연마 과정을 거친 웨이퍼의 표면에 있는 오염물을 제거합니다. 이 최신의 공정에서 웨이퍼에 있는 미립자 오염물,

금속, 유기 오염물질을 씻어냅니다. 이 공정은 미립자, 금속, 유기물에 대하여 대단히 엄격한 규정을 적용하는 청정실 환경에서 이루어집니다. 마지막 세척공정을 거친 웨이퍼들은 0.1㎛ 크기의 미립자까지 검출할 수 있는 레이저 검사 장치로 검사를 받습니다. 그리고, 최종 검사가 끝나는 대로 즉시 출하 포장되어 정해진 시간 안에 고객에게 전해집니다.

2 웨이퍼 가공공정

반도체 제조 회사라고 하면 일반적으로 웨이퍼 가공부터 시작하는 회사를 일컫는다. 웨이퍼 생산은 전문업체들의 몫이다. 웨이퍼 가공은 웨이퍼 표면에 반도체 소자난 IC를 형성하는 제조공정을 말한다.



<그림-41> 반도체 생산 중 웨이퍼 가공 공정

① 산화 (Oxidation) 공정

고온 (800~1200도) 에서 산소나 수증기를 실리콘 웨이퍼 표면에 뿌려 산화막을 형성시킨다. 산화막은 웨이퍼 위에 그려질 배선끼리 합선되지 않도록 서로를 구분해 준다. 배선간의 간격이 미세하기 띠문에

합선이 될 경우가 많다.

② 감광액 (Photoresist) 도포

감광액을 웨이퍼 표면에 고르게 바른다. 그 다음 이를 살짝 구워서 얼라이너 (Aligner)라고 불리는 사진 촬영장치로 보낸다. 이때부터 웨이퍼는 사진의 인화지 역할을 한다.

③ 노광 (Exposure)

포토 마스크를 웨이퍼 위에 얹은 다음, 조준을 맞추고 강한 자외선을 통과시킨다. 자외선 빛은 마스크 위의 회로 패턴을 웨이퍼에 그려준다

④ 현상 (Development)

일반 사진 현상과 동일하다. 현상액을 웨이퍼에 뿌리면 웨이퍼는 노광 과정에서 빛을 받은 부분과 받지 않은 부분으로 구분되는데, 빛을 받은 부분의 현상액은 날아가고 빛을 받지 않은 부분은 그대로 남는다.

⑤ 식각 (Etching)

웨이퍼에 회로 패턴을 만들어 주기 위해 화공약품 (습식) 이나 부식성가스 (건식) 을 이용해 필요 없는 부분을 선택적으로 없앤다. 현상액이 남아있는 부분을 남겨둔 채 나머지 부분은 부식시킨다. 식각이 끝나면 감광액도 황산용액으로 제거 한다. 이 과정은 동판화를 만드는 것과 다를 바 없다. 동판화 제작 과정을 보자. 동판 위에 파라핀을 바르고 (반도체의 감광액) 표면을 불로 그을린 뒤 (반도체의 산화 공정) 그 위에 날카로운 송곳 같은 것으로 그림을 그린다. 송곳이 지나간 자리에는 파라핀이 벗겨진다. 그 다음 부식시키는 화공약품을 처리한다

(반도체의 식각) 화공약품과 파라핀을 씻어내면 그림이 완성된다.

⑥ 이온 주입 (Ion Implantation)

회로까지 연결된 부분에 불순물을 미세한 가스 입자 형태로 뿌려 침투시킨다. 전기 소자의 특성을 만들어 준다.

⑦ 화학 기상 증착 (Chemical Vapor Deposition)

가스의 화학반응으로 형성된 입자들을 웨이퍼 표면에 수증기 형태로 쏘아 (증착) 절연막이나 전도성막을 형성시킨다. 일종의 보호막과도 같은 역할을 한다.

⑧ 금속배선 (Metalization)

웨이퍼 표면에 형성된 각각의 회로를 금, 은, 알루미늄 선으로 연결시키는 공정. 금속에 전기적 충격을 주면 금속이 물방울처럼 증발하는데 여기에 웨이퍼를 넣어 회로를 연결시킨다.

3 조립 및 검사

① 웨이퍼 자동 선별

칩들의 불량 여부를 컴퓨터로 검사하여 불량품을 골라낸다. 불량제품은 검은 잉크로 동그란 마크를 찍어 분류한다.

② 웨이퍼 절단

웨이퍼에 그려진 하나하나의 칩들을 떼어내기 위해 웨이퍼를 손톱만한 크기로 계속 잘라낸다. 절단에는 다이아몬드 톱이 사용된다.

③ 칩 접착

낱개로 분리된 칩 가운데 제대로 작동하는 것만을 골라내어 리드 프레임 위에 올려놓는다. 리드 프레임 (Lead Frame) 이란 반도체에서 지네발 처럼 튀어나온 다리 부분인데 반도체가 전자 제품에 연결되는 소켓의 구실을 한다. 불량으로 판정된 제품은 자동으로 제외된다.

④ 금 (金) 선 연결

칩의 외부 연결 단자와 리드 프레임을 가느다란 금선으로 연결해 준다. 머리카락보다 가는 순금을 사용한다. (동, 알루미늄선도 사용)

⑤ 성형 (Molding)

외형 만들기 작업이다. 이 과정을 거쳐 우리가 흔히 볼 수 있는 검은색지네발 모양이 된다. 칩과 연결 금선을 보호해 주기 위해 화학수지로 밀봉해 준다. 플라스틱이나 세라믹 같은 것으로 감싸준다. 그 다음 윗면에 제품명이나 고유 번호 , 제조회사의 마크 등을 인쇄한다.

⑥ 최종 검사

완성된 반도체의 전기적 특성이나 기능 등을 컴퓨터로 최종 검사한다. 강제로 높은 정전기를 흘린 다음 제품이 제대로 작동하는지, 높거나 낮은 습도에서, 높은 온도에서 잘 견디는지 등을 확인한다. 합격된 제품은 판매한다

2. 배출시설의 종류

'반도체 및 기타 전자부품 제조시설' 중 증착시설, 식각시설을 말한다.

1 식각시설

산이나 알카리용액에 어떤 제품을 표현처리하기 위하여 담구거나 원료 및 제품을 중화시키는 시설을 말한다. 대표적인 것으로서 전자산업에서의 화학약품을 사용하여 금속표면을 부분적 또는 전면적으로 용해제거하는 부식(식각)시설이 있다.

2 (화학기상)증착시설

반도체 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.

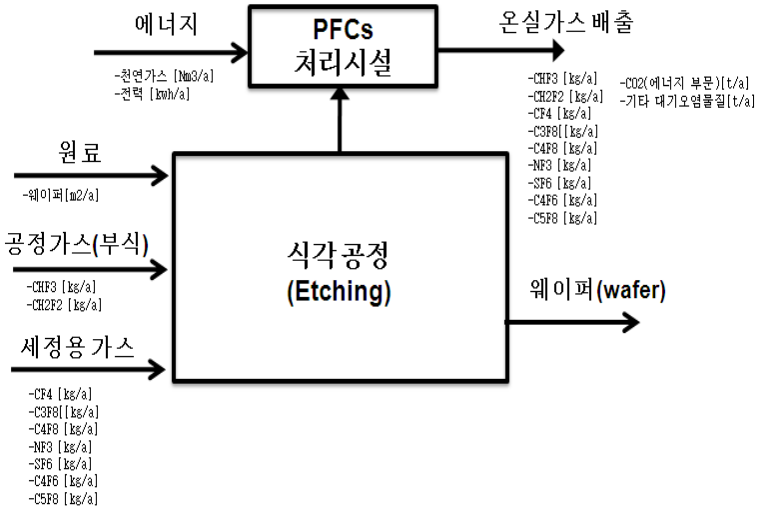
CVD법에 의한 화학반응의 종류로는 이종반응(heterogeneous reaction)이 대표적인데, 이것은 반응이 기판표면에서 일어나 양질의 박막을 얻기위한 필수적인 반응이다. 물질의 확산에 의해 기판으로 공급되는 반응물은 기판 표면에 흡착하게 되어 초기 핵형성(nucleation)이 진행되기 시작하며 핵의 크기가 임계크기 이상이 되는 조건에서 핵이 점차 성장하기 시작하여 박막이 형성되기 시작한다. 표면반응으로 인해 생길 수 있

는 부생성물은 기판 표면으로부터 탈착하여 경계층밖으로 확산이 되면서 제거된다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 식각시설(식각공정)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-48> 식각공정의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
웨이퍼	m^2/m^2 wafer	-	웨이퍼	m^2/m^2 wafer	1.0
공정가스(부식용)			**온실가스배출**		
CHF3	kg/m^2 wafer		CHF3	kg/m^2 wafer	
CH2F2	kg/m^2 wafer		CH2F2	kg/m^2 wafer	
			CF4	kg/m^2 wafer	
세정용가스			C3F8	kg/m^2 wafer	

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
CF4	kg/m^2 wafer		C4F8	kg/m^2 wafer	
C3F8	kg/m^2 wafer		NF3	kg/m^2 wafer	
C4F8	kg/m^2 wafer		SF6	kg/m^2 wafer	
NF3	kg/m^2 wafer		C4F6	kg/m^2 wafer	
SF6	kg/m^2 wafer		C5F8	kg/m^2 wafer	
C4F6	kg/m^2 wafer		CO2(에너지)	kg/m^2 wafer	
C5F8	kg/m^2 wafer				
에너지(처리시설 가동)			기타 부산물		
LNG	Nm^3/m^2 wafer		대기오염물질	kg/m^2 wafer	
전력	kwh/m^2 wafer		폐수	kg/m^2 wafer	

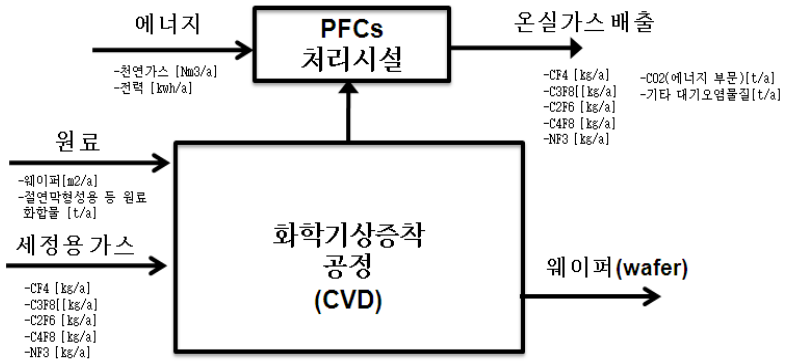
③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l}=\frac{\text{식각시설에서의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{웨이퍼처리량}(t\,wafer)}$$

온실가스 배출량은 식각 공정과 관련한 온실가스 공정배출과 기타 연소설비에서의 연소배출 등을 포함한다.

2 증착시설(증착공정)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-49> 화학기상증착공정의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
웨이퍼	m^2/m^2 wafer	-	웨이퍼	m^2/m^2 wafer	1.0
원료화합물	kg/m^2 wafer				
세정용가스			**온실가스배출**		
CF4	kg/m^2 wafer		CF4	kg/m^2 wafer	
C3F8	kg/m^2 wafer		C3F8	kg/m^2 wafer	
C2F6	kg/m^2 wafer		C2F6	kg/m^2 wafer	
C4F8	kg/m^2 wafer		C4F8	kg/m^2 wafer	
NF3	kg/m^2 wafer		NF3	kg/m^2 wafer	
			CO2(에너지)	kg/m^2 wafer	
에너지(처리시설 가동)			기타 부산물		
LNG	Nm^3/m^2 wafer		대기오염물질	kg/m^2 wafer	
전력	kwh/m^2 wafer		폐수	kg/m^2 wafer	

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l}=\frac{\text{화학기상증착시설에서의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{웨이퍼처리량}(t\,wafer)}$$

온실가스 배출량은 화학기상증착공정과 관련한 온실가스 공정배출과 기타 연소설비에서의 연소배출 등을 포함한다.

20. 고형폐기물의 매립	IPCC 카테고리 6A

1. 폐기물의 매립 개요

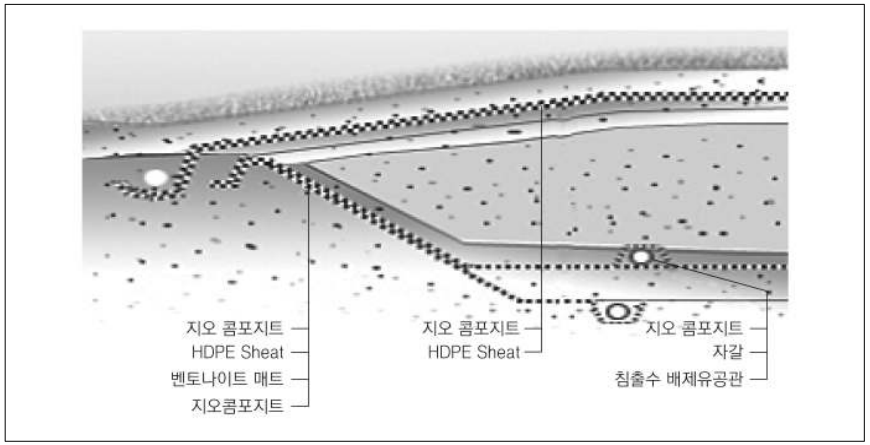
폐기물의 매립은 폐기물 처리과정중 처분 또는 최종처분과정에 속한다. 더 이상 사용할 수 없거나 재활용할 수 없는 물질 및 재활용품 회수시설에서 골라내고 남은 찌꺼기, 중간처리공정에서 생긴 물질, 에너지를 회수한 뒤 남은 잔재물 등을 육지매립이나 해역배출 등을 통하여 최종적으로 처분한다.

육지매립은 가장 일반적인 방법으로 폐기물을 지표 또는 지하에 묻는 방법이다. 매립은 폐기물의 처리를 위한 모든 노력을 다한 뒤에 취하는 마지막 수단이므로 폐기물종합관리체계의 최종단계에서 실행한다. 해역배출은 오염물질의 국가간 이동 문제 때문에 더욱 제한된 규정에 따라 처리하는 방법으로, 국내법뿐 아니라 해양관련 국제법의 규제를 받는다. 매립장소를 최종처분장이라 하고, 폐기물관리법에 그 구조 및 유지관리기준이 정해져 있다. 특히, 사업장폐기물에 대해서는 대상 폐기물의 종류에 따라 안정형·관리형·차단형의 3종류로 나누어 규제하고 있다.

1 매립장의 구성

폐기물 매립장의 일반적 구성은 바닥으로부터 지하수 배제 관로, 원지반, Soil-Bentonite 혼합 불투수층, HDPE sheet 차수층, Geo-Composite 보호 및 배수층으로 이루어지며, 사면에서는 Geo-Composite보층,

Bentoline-Mat 불투수층, HDPE차수층, Geo-Composite 보호 및 배수층 등으로 이루어진다.



<그림-42> 매립장 구조

2 매립장의 기능

매립지는 생활환경과 매립쓰레기를 안전하게 저류가능하고 차수성이 확보되어 침출수가 외부로 유출되어 주변을 오염시키지 않아야 하며 비산, 악취가 없어야 매립지의 기능은 대별하면 저류, 차수, 처리의 3기능으로 구분할 수 있다.

① 저류기능

매립구획에 따라 순차적으로 일정 기간동안 지장없이 진행되며, 그 구획에 매립이 종료된 후에 소정의 기간동안 안정하게 저류가능한 구조이어야 한다. 따라서 옹벽과 성토제방 등의 저류구조물, 혹은 계곡 등을 이용한다

② 차수기능

차수 기능은 폐기물이 함유한 물과 매립지에 유입된 우수 등이 지하수에 침출되어 오염물질을 매립지 외로 운반하여 공공의 수역 및 지하수를 오염시키는 것을 방지하기 위한 기능이다. 따라서 외부로부터 매립지로 물이 들어가지 않도록 차수를 해야 하며, 또한 매립지내부의 물은 반드시 침출수집배수시설, 처리시설을 통해 처리한 후 최종처분장의 밖으로 배출되도록 매립지의 저부와 주변부를 차수하는 것이 요구된다. 차수기능은 적어도 주변에 영향을 주지 않을 시점까지 기능을 유지하여야 한다.

③ 처리기능

매립지에서 발생하는 침출수와 유해가스 등이 생활환경과 주변자연환경에 지장을 주지 않도록 침출수처리시설과 발생가스 처리시설이 설치, 운영된다.

2. 배출시설의 종류

「폐기물 관리법 시행령」 제5조 별표 3(폐기물 처리시설의 종류)에 따른 매립시설 중 차단형 매립시설 및 관리형 매립시설(침출수 처리시설, 가스 소각·발전·연료화 처리시설 등 부대시설을 포함한다)을 말한다.

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

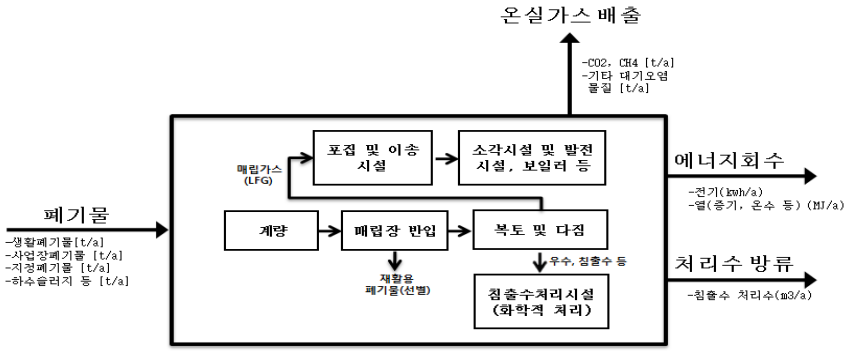
없는 무기성 폐기물만을 매립하여야 하며, 가능한 한 폐기물 내에 수분이 없도록 건조시킬 필요가 있다. 또한 차단형 매립시설은 폐기물 처리용량에 비하여 설치공사가 많이 소요되는 단점과 폐기물 발생량이 많은 경우에는 경제성이 결여되어 처리에 한계가 있으므로 무기성 폐기물로서 발생량이 적고 설치부지가 협소한 경우 등과 같은 특수한 경우가 아니면 설치하지 않는 것이 바람직하다.

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, 침출수처리시설, 매립가스처리시설 등이 있다.

3. 배출시설에 대한 에너지 수지 자료

1 물질· 에너지 수지 개요



⑵ 물질· 에너지 수지표

<표-50> 폐기물 매립시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**에너지회수**		
폐기물	t/t landfill	1.0	LFG 회수량	kg/t landfill	
			전기	kWh/t landfill	
			침출수		
			폐수(침출수)	m3/t landfill	
			온실가스배출		
			CO_2	kg/t landfill	
			CH_4	kg/t landfill	
			기타 오염물질		
			악취물질[1)]	mg/t landfill	

주1) NH_3, H_2S, VOCs 등

⑶ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{매립지에서의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{폐기물매립량}(t\,l\,a\,ndfill)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 미생물의 호흡에 의해 발생되는 이산화탄소(CO_2)를 제외한 메탄(CH_4)만 포함한다.

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

매립시설에서 온실가스 배출량을 줄이는 방법으로는 매립가스(LFG)를 포집하여 이용하는 방법과 소각하여 대기로 배출하는 방법이 있다. 먼저 매립가스를 이용하는 방법은 발전, 가스공급, 자동차 연료 등이 있고, 매립가스를 소각하여 배출하는 방법은 매립시설에서 배출되는

CO_2는 온실가스 배출량 산정 시 제외되는 점을 이용한 것이다. 최근 국내·외적으로 바이오에너지 및 친환경에너지에 대한 관심이 높아지고 있어 기존의 매립가스 소각보다는 이를 최대한 이용하려 하고 있다.

그러나, 최근 매립은 유기성 폐기물의 반입금지로 매립가스 배출량이 급감하고 있는 추세에 있고, 제도적 또는 기술적인 문제점이 아직도 산재해 있다.

⑴ 제도적 문제점 및 개선방안

① 발전차액 지원제도의 기준가격

매립가스는 매립 쓰레기 종류 및 기후조건에 따라 발생량 변동이 커서 최초의 발생량 추정치와 상이하며, 설비의 잦은 고장과 발전시스템 자체를 외국으로부터 수입하여 수리시 많은 비용과 시간이 소요되나 이러한 특성이 반영되지 않고 있다. 국내 평균 전기요금 수준과 비교하면 각각의 기준가격이 태양광발전은 약 960% 수준이고, 풍력은 144%로 평균 전기요금 수준을 상회하고 있으나 LFG 발전은 83%수준으로 사업기본계획 및 시장 변동여건을 고려하여 기준가격의 재검토 및 상향조정이 필요하다.

② 가스이용 관련법규 미비로 가스의 직접 이용 제한

대기환경보전법 상에 자동차 연료화 품질기준은 마련되었으나, 석유 및 대체연료 사업법에서 석유대체연료 품질기준이 마련되어 있지 않고, 도시가스 주입을 위한 품질기준도 마련되어야 한다. 따라서, 해외사례, 법규 내용 등의 자료를 확보하여 국내 적용 가능성 확인 후 가스이용 품질기준 마련 등 관련 법규 정비가 필요하다.

③ 국가 차원에서의 지원

경제성이 확보되지 않는 소규모 매립지에서는 매립가스 에너지화 사업이 추진되지 않고 있어 국고지원 등을 통한 매립가스 에너지화 사업의 활성화를 유도할 필요가 있다. 그리고, 매립가스의 수송용 연료화 활성화를 위해서 RPS(renewable, portfolio standard, 신재생공급의무제도)를 도입하여 바이오가스를 활용하는 수요자에 대한 인센티브 지급 등의 국가적인 지원이 필요할 것이다. 예를 들면, 스웨덴의 경우 온실가스를 저감하는 프로젝트를 지원하는 KLIMP라는 프로그램을 통해 투자비의 40%를 보조해주고, 바이오가스를 연료로 사용하는 차량에 대해서는 탄소세 면제, 혼잡세 면제, 무료 주차, 법인세 감면 등의 다양한 혜택을 주고 있다.

2 기술적 문제점 및 개선방안

① 가스 발생량의 정확한 예측 곤란

매립 폐기물의 성상, 매립량, 다짐 정도 등에 대한 축적된 자료가 부족하고, 매립장 관리상태(복토 두께, 침출수 수위 등)의 확인이 어려워 가스 발생량 예측이 곤란하다. 현재 많은 매립가스 발생량 추정 모델이 있으나 각 국의 법적기준과 현장데이터로 작성되었기 때문에 국내 폐기물 성상 등의 자료를 통한 모델의 보완이 필요한 실정이다.

② 매립가스 포집 및 정제기술의 후진성과 사업 제한적

매립가스 에너지화 시설의 매립가스 포집률을 현재 70~80%에서 80~90% 수준으로 높이기 위한 기술개발이 필요하다. 또한, 가스 포집 가능량이 일정규모 이상인 매립장은 단독으로 추진하고, 소규모 매립지의 경우에는 바이오리액터 등의 기술을 도입하여 소규모 매립지에서도 매립가스 에너지화 사업을 활성화하기 위한 방안 마련과 소규모 매립지에 적용 가능한 에너지화 기술 개발이 필요하다.

③ 매립가스 발생량 저하에 따른 경제성 확보방안 필요

2005년부터 음식물류 폐기물 매립이 금지되면서 매립되는 폐기물 중 유기물이 줄어들어 가스 발생량이 감소할 것으로 예상됨에 따라 발전규모 1MW이하는 CDM 사업을 동시 추진하여 경제성을 확보하도록 해야 한다.

④ 발전 후 잉여가스의 재활용

매립용량 100만톤 이하의 소규모 매립지는 경제성을 이유로 에너지화되지 못하고 있으며, 수도권매립지와 같은 대규모 매립지에서도 발전에 소요되고 남은 잉여가스가 소각처리 되고 있다. 따라서, 대규모 매립지의 경우 발전 후 남은 매립가스를 통해 CNG 생산 등의 사업을 동시에 추진할 필요가 있다.

⑤ 기술의 국산화 필요

중질가스의 직접 활용을 위한 1차 정제기술 등은 일부분 국산화되고 있으나, 기술수준은 외국기술에 비해 매우 떨어지고 있다. 또한 전기발전기의 경우 전량 수입에 의존하고, 유틸리티 설비 일부분만 국산화되고 있는 실정이므로 기술을 국산화하기 위해 노력해야 한다.

21. 고형폐기물의 생물학적 처리	IPCC 분류체계
	6B

1. 고형폐기물의 생물학적 처리 개요

폐기물의 생물학적 처리의 목적은 폐기물의 부피 감소, 폐기물의 안정화, 폐기물의 병원균 사멸, 에너지로 이용하기 위한 바이오 가스의 생산 등이 있으며 이러한 활동을 통해 CH4 및 N2O가 발생한다. 고형폐기물의 생물학적 처리는 크게 '퇴비화(composting)', '혐기성 소화(anaerobic digestion)' 및 'MB 처리(mechanical-biological treatment)'로 구분된다.

1 퇴비화(Composting)

퇴비화는 혐기성 과정이며, 폐기물 내 분해가능한 유기 탄소 비율의 상당량이 CO로 변하는 것을 뜻한다. CH_4는 퇴비화의 혐기성 영역에서 생성되지만, 퇴비화의 호기성 영역에서는 대부분 산화된다. 대기중으로 배출된 CH_4의 산정값은 물질 내 초기 탄소함량의 1% 미만부터 수%까지 해당한다. 또한 퇴비화 과정은 N_2O를 배출시킨다. 산정된 배출량의 범위는 물질의 초기 질소 함량의 0.5% 미만부터 5%까지 다양하다.

2 유기 폐기물의 혐기성 소화(anaerobic digestion of organic waste)

유기 폐기물의 혐기성 소화는 온도, 수분함량, pH를 최적값에 가깝게 유지함으로써 산소가 없는 상태에서 유기 물질의 자연적인 분해를 의미한다.

혐기성 소화과정에서 발생되는 CH4 배출량을 산정하며, 이 과정에서 N2O 배출은 매우 적기 때문에 산정시 제외한다.

3 폐기물의 기계-생물학적(MB) 처리(mechanical-biological treatment)

폐기물의 기계-생물학적(MB) 처리 과정은 폐기물의 최종 처리인 매립으로 인한 배출량을 줄이기 위해 폐기물을 안정화하고, 부피를 감소시키기 위한 목적으로 수행되는 활동으로, 기계적이고 생물학적인 작용을 거친다.

기계적인 작용은 물질의 분리(separation), 파편화(shredding), 압착(crushing)을 포함한다. 생물학적인 과정은 퇴비화와 혐기성 소화를 포함하여 이 과정에서 CH4 및 N2O가 발생한다.

2. 배출시설의 종류

「폐기물 관리법 시행령」 제5조 별표 3(폐기물 처리시설의 종류)에 따른 생물학적 처리시설 중 사료화·퇴비화·소멸화·부숙토생산 시설(1일 처리능력 100킬로그램 이상인 시설로 한정하며, 건조에 의한 사료화·퇴비화 시설을 포함한다) 및 호기성·혐기성 분해시설을 말한다.

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, 부숙토생산시설은 제품명 및 원료 등을 표시하고 제품의 제조에 관한 기록을 보존하여야 한다.

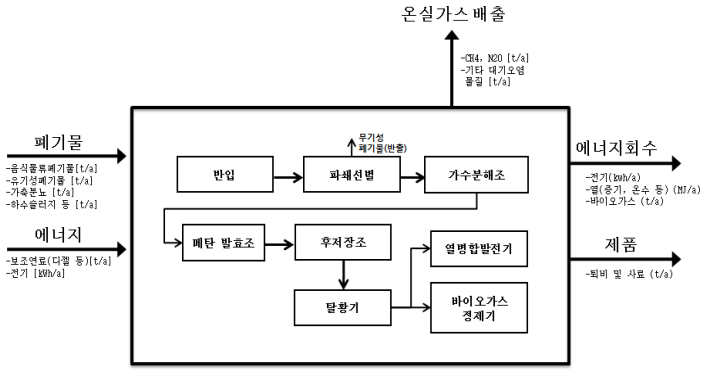
2 호기성·혐기성 분해시설

호기성·혐기성 분해시설은 미생물을 이용하여 생물학적으로 안정된 물질을 만드는 시설로 분해과정에서 발생하는 가스를 처리하는 시설을 갖추어야 한다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 혐기성 소화 (Biological Treatment)

① 물질· 에너지 수지 개요



② 물질· 에너지 수지표

<표-51> 폐기물의 생물학적처리시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
폐기물	t/t waste	1.0	비료	kg/t waste	
에너지			**에너지**		
전력	kwh/t waste		전력	kwh/t waste	
디젤	MJ/t waste		열	MJ/t waste	
보조물질			바이오가스	MJ//t waste	
물	m3/t waste		**온실가스배출**		
폴리아크릴아미드 파우더	kg/t waste		CO2	kg/t waste	
			CO2(호기성)	kg/t waste	
이온 염화액	kg/t waste		N2O	kg/t waste	
소포제	kg/t waste		CH4	kg/t waste	
			기타 오염물질		
			악취물질[1)]	kg/t waste	

주1) NH_3, H_2S, VOCs 등

③ 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{생물학적처리시설의온실가스배출량}(tCO_2-eq)}{\text{생물학적으로처리되는폐기물량}(t\,Waste)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 직접배출 및 간접배출을 모두 포함한다.

4. 최적실용화기술(BAT) 도출시 고려사항

고형폐기물의 생물학적 처리시설에서 온실가스 배출량을 줄이는 방법으로는 크게 바이오가스에 의한 발전, 가스이용 등이 있으나, 이의 활성화를 위해서는 아직 제도적 또는 기술적인 문제점이 아직도 산재해 있다.

① 제도적 문제점 및 개선방안

우선 폐기물 에너지화 사업을 활성화하기 위한 사회적 인식이 제고되어야 한다. 학계, 연구기관 등의 전문가 그룹의 연구 활동을 촉진하고 그 성과를 제시함으로써 폐기물 에너지화 사업에 대한 국가적 관심이 제고되어야 하고, 폐기물 에너지화 사업을 지구온난화 대응 대책의 하나로써 민간기업의 참여를 촉진시킬 필요가 있다.

국내 발전차액 지원금을 현실화시켜야 한다. 태양열, 풍력 발전(지식경제부가 직접 관리)에 비하여 구입가를 현저히 낮게 함으로써 지방자치단체의 폐기물 처리시설을 이용한 발전시설 설치를 저해하는 결과를 가져오고 있다. 예를 들면, 태양광은 677～711원/kWh, 연료전지는 234～283원/kWh인데 비해, 바이오가스는 73～86원/kWh에 불과하다는 점에서 재고해야 한다.

현재 환경부에서 주관하고 있는 지방자치단체의 폐기물 에너지화 시설에 대한 보급보조금 제도를 활성화하고, 범정부적 폐기물 에너지화 사업 추진 체계를 확립할 필요가 있다. 즉, 환경부가 주도적으로 추진하고 있는 폐기물 에너지화 사업에 대한 지식경제부 및 농림수산식품부의 적극적인 지원 체계를 구축해야 한다.

환경부에서 2008년부터 추진하고 있는 폐기물 에너지화 종합대책도 활성화할 필요가 있다. 이는 지방자치단체의 폐기물 에너지화 시설 설치 사업 여건 마련을 위한 국고지원의 우선순위를 부여하고 인센티브를 강화하는 동시에, 폐기물 에너지화 시설 설치를 위한 지방자치단체의 적극적인 검토가 이뤄지도록 하는 것이다.

그리고, 음식물류 폐기물 및 음폐수의 혐기성 소화 처리 후의 소화액을 액비로 활용할 수 있도록 제도 개선이 필요하다.

② 기술적인 문제점 및 개선방안

재생된 에너지 사용의 광역화를 위해 저장 및 이동이 간편한 기술의 개발이 필요하고, 고효율 가스엔진 개발 및 상용화가 시급한 실정이다. 또한, 폐기물 처리시설을 이용한 에너지 회수시설은 소형에 적합한 고속형의 시설이 필요하나, 국내 기술력의 부족으로 수입제품을 사용하여야 하는 경우가 많으므로, 소규모 열병합 발전용 엔진의 개발 및 상용화를 위해 정책적으로 개발, 공급하도록 국가가 노력할 필요가 있다.

바이오가스 정제 기술을 개발하여 고순도 메탄을 생산함으로써 발전효율을 향상시키고 차량의 연료로 활용할 수 있도록 해야 한다. 그리고, 바이오가스 생산 및 활용의 경제성 확보를 위한 유기성 폐기물 통합 소화에 대한 기술개발 또한 필요하다.

22. 하폐수 처리 및 배출	IPCC 카테고리
	6D

1. 하·폐수 처리 공정 개요

하수의 처리는 처리목적에 따라 1차처리, 2차처리, 고도처리로 구분한다. 1차 처리는 비교적 큰 입자성 부유물질의 제거를 목적으로 하며, 주로 침전 등의 물리학적 처리방법이 이용된다. 2차처리에서는 1차 처리후에 잔류하는 입자성 부유물질과 용존 유기물의 제거를 목적으로 하며, 주로 미생물을 이용한 생물학적 처리방법이 있다. 고도처리는 위의 방법 이상의 수질을 정화하는 것을 목적으로 행하여지는 모든 처리를 통칭하며, 주로 질소나 인과 같은 영양염류의 제거를 위해 실행된다.

1 1차 처리 (침전)

침전은 수중의 입자성 고형물을 중력에 의해 제거하는 고액분리공정을 말하여 이 기능을 침전지에서 담당한다.

2 2차 처리 (생물학적 처리)

1차 처리에 해당하는 침전공정을 통과한 하수는 2차처리 공정에서 생물학적으로 처리된다. 즉, 수중의 미생물이 2차처리공정으로 유입된 부유성 및 용존성 유기물을 분해하고 이러한 유기물을 기질로 섭취하여 미생물이 증식을 하게된다. 이러한 미생물의 증식을 위해서 부유미생물을 이용하는 활성슬러지법과 고정미생물을 이용하는 생물막법이 주로 이용된다.

① 활성슬러지법

유기물을 함유하고 있는 하수에 공기를 주입하면서 교반해주면 미생물이 번식하여 플럭을 형성한다. 이 플럭의 성분은 대부분이 유기물이며 이중 상당부분이 미생물로 이루어져 있다(활성슬러지) 활성슬러지법은 활성슬러지를 이용하여 하수중의 오탁물질을 정화하는 방법으로 현재 수행 중인 하수처리방식의 주류를 이룬다.

② 생물막법

자연수 중에 자갈 등을 장시간 침전 방치하면 표면에 점성질의 얇은 미생물 슬라임이 형성된다. 이를 생물막이라 하며 인위적으로 생물막을 증식시켜 하수처리에 이용하는 처리방식을 생물막법이라 한다. 생물막법은 대기, 하수 및 생물막의 상호접촉 방식에 따라 살수여상법, 접촉산화법, 회전원판법 및 호기성여상법으로 분류된다.

3 고도처리

고도처리는 활성슬러지법 등에 의한 2차처리를 행한 후 부가적으로 수행되는 처리과정으로서 질소와 인으로 대표되는 영양염류의 제거를 목적으로 한다. 질소와 인은 생물체의 단백질을 합성하는 필수영양소이나, 호수와 같이 폐쇄수역에 다량으로 존재하면 조류 등이 과잉번식하여 부영양화를 초래한다. 대표적인 처리방법으로 질소와 인의 생물학적 제거법이 있으며 호기성 미생물인 아질산균(nitrosomonas)와 질산균(nitrobactor)이 산소를 이용하여 질산화반응을 일으킨다.

산업폐수의 경우 그 성상에 따라 크게 유기성 폐수와 무기성 폐수

로 구분할 수 있다. 생물학적으로 분해가능한 유기성 산업폐수에 있어서도 수질인자는 그 폐수의 종류에 따라 여러 가지 다양한 성상을 띤다. 무기성 산업폐수의 경우 그 처리를 위해서 중화, 응집침전, 화학적 인제거, 중금속 처리, 이온교환, 화학적 산화 등의 화학적 처리를 실시한다.

2. 배출시설의 종류

하·폐수 처리시설은 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제24조에 의한 축산폐수공공처리시설, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제48조에 의한 폐수종말처리시설, 「하수도법」 제11조에 의한 공공하수처리시설과 제2조에 의한 분뇨처리시설을 말한다.

1 축산폐수공공처리시설

축산폐수공공처리시설은 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 폐수종말처리시설

폐수종말처리시설은 수질오염이 악화되어 환경기준의 유지가 곤란하거나 수질보전에 필요하다고 인정되는 지역 안의 각 사업장에서 배출되는 수질오염물질을 공동으로 처리하여 공공수역에 배출하게 하기 위하여 국가·지방자치단체 등이 설치하는 시설이다.

3 공공하수처리시설

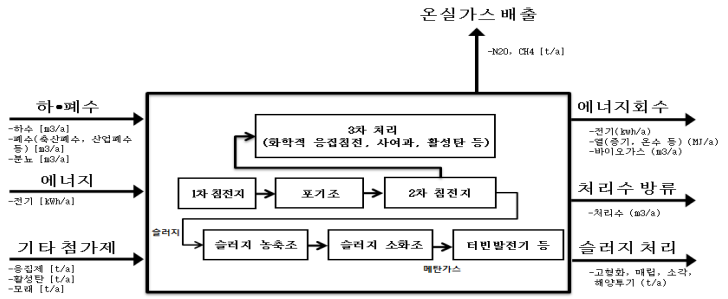
공공하수처리시설은 사람의 생활이나 경제활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞이어 오염된 물과 건물·도로 그 밖의 시설물의 부지로부터 하수도로 유입되는 빗물·지하수를 처리하여 하천·바다 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 처리시설과 이를 보완하는 시설을 말한다. 여기에는 기존에 처리용량($500m^3$/일) 기준으로 나누던 하수종말처리시설과 마을하수도가 포함된다.

4 분뇨처리시설

분뇨처리시설은 분뇨를 침전·분해 등의 방법으로 처리하는 시설을 말한다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질· 에너지 수지표

<표-52> 하·폐수 처리시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료			**제품**		
폐수	m3/m3	1.0	슬러지	kg/m3	
에너지			**에너지**		
전력	kwh/m3		바이오가스	kgCH4/m3	
			전기	kWh/m3	
보조물질			열	MJ/m3	
응집제	kg/m3				
종균제	kg/m3		**온실가스배출**		
탈황제	kg/m3		N2O	g/m3	
			CH4	g/m3	

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{하폐수처리시설의온실가스배출량}(tCO_2-eq)}{\text{하폐수처리시설의처리량}(m3)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 공정배출과 연소배출 등을 포함한다.

4. 최적가용기술(BAT) 도출시 고려사항

하·폐수 처리시설에서 온실가스 배출량을 줄이는 방법으로는 소화조에서 배출되는 소화가스의 회수 및 이용과 시설 개선에 의한 에너지 이용 효율을 높이는 방법 등이 있다.

1 혐기성소화조의 소화효율 문제점 및 개선방안

① 낮은 유기물 함량

우리나라의 1차와 잉여슬러지는 VSS/TSS 비가 미국 등과 비교해

매우 낮다는 특징이 있다. 즉 유기물의 함량이 낮아 충분한 산 생성 반응과 메탄 생성 반응이 일어나지 않는다. 이 문제를 해결하기 위해서는 주로 합류식으로 되어 있는 하수도를 분류식으로 교체하거나 최대한 개선하여 하수에 모래나 흙 등의 이물질이 들어가지 않도록 하고 하수 처리장에서는 슬러지를 농축하여 소화조로 유입시킨다. 슬러지를 소화시키기 전에 농축시키면 다음과 같은 장점이 있다.

- 가열에 필요한 에너지를 감소시킨다.
- 알칼리도의 농도가 높아져 소화과정이 보다 안정하다.
- 식종미생물의 유출을 감소시킨다.
- 혼합효과를 최대로 발휘하게 한다.
- 소화과정을 더 잘 조절할 수 있다.
- 상징수의 양을 감소시킨다.

② 소화조 내 온도 저하

소화조 내 정상적인 운전 온도는 35℃정도이다. 온도가 저하되면 미생물의 활성이 떨어져 소화 효율이 저하된다. 온도 저하의 원인은 농도가 낮은 슬러지를 대량으로 급속히 투입하게 되는 경우에 조내 온도가 급격히 저하된다. 따라서 슬러지 주입은 전체 슬러지 계통의 인발 및 주입 시간표를 작성하여 조금씩 나누어 여러 차례에 걸쳐 투입하여야 이러한 증상을 고칠 수 있고 슬러지 농도도 적정치로 유지할 수 있다. 또한 온도계의 작동 불량이거나 교반불량이 원인일 수도 있으므로 검사 후 수리한다. 그리고 슬러지가 온수 코일에 부착되어 두터운 절연층을 형성하여 열의 전도를 방해하는 경우도 있는데 필요시 청소하여 정상적인 가동이 되도록 한다.

③ 가스발생량의 저하

어떠한 이유로 메탄형성이 저조하고 산형성이 왕성하면 조 내 유기산이 축적되어 pH가 저하되게 되고 pH가 저하되면 메탄형성 미생물에 독성을 준다. 이 경우에는 투입횟수, 1회 투입량 등을 재검토하여 적정량의 슬러지가 균등하게 투입되도록 조정하여야 하며 또한 pH를 높이기 위해 알칼리(보통석회)를 투입하는 것도 필요하다.

④ 상등수 악화

상등수의 BOD, SS가 비정상적으로 높은 경우의 원인은 소화가스 발생량의 저하 원인과 마찬가지로 저농도 슬러지가 유입되거나, 소화슬러지 과잉배출, 조내 온도 저하, 과도한 산생성 등이 원인이 될 수 있다. 이 경우는 소화가스량 저하시 대책과 동일하다. 또 과다 교반이 원인인 경우에는 교반회수를 조정한다.

⑤ pH 저하

유기물의 과부하로 인한 소화의 불균형이 원인인 경우에는 유입 슬러지량을 조절하여 부하량을 줄이고, 온도 급 저하나 교반 부족이 원인인 경우는 온도 유지를 위한 점검/조절과 교반강도 및 교반회수를 조정한다. 또 독성물질이 유입되어 pH가 저하된 경우에는 배출원을 규제하고 소화슬러지 대체방법을 강구한다.

⑥ 알칼리도

우리나라 하수는 질산화시 알칼리도의 소비 등으로 인해 알칼리도가 부족한 경우가 많으며 이로 인해 소화에 문제가 나타나고 있다. 소화조 적정 알칼리도는 2,000～5,000mg/L 정도이다.

[2] 시설개선에 의한 에너지 효율화 방안

① 하수 펌프류 인버터 설치로 전력비 절감

인버터를 설치하여 직입 운전방식에서 인버터 가동방식으로 변경함으로서 인버터 기동시 소모전력의 절감으로 전력비를 절약하게 되고 탄력적 유량조절로 모터 과부하 및 밸브 내부마모로 인한 수명 단축을 예방할 수 있다.

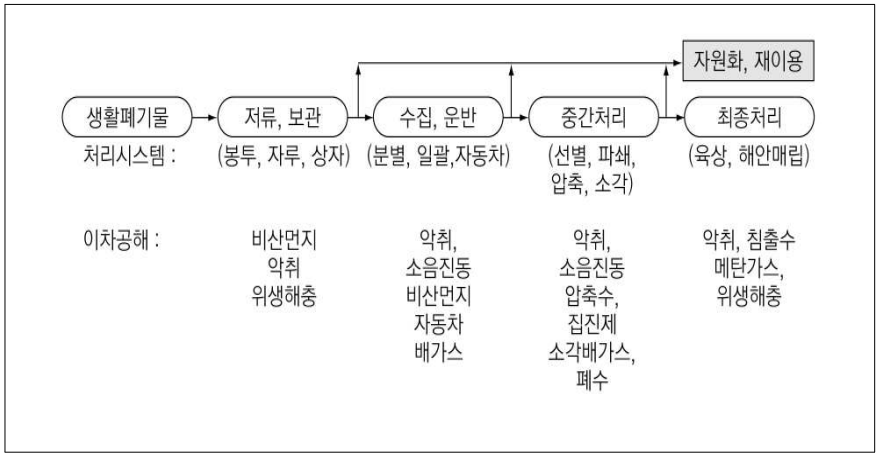
② 송풍기 모터풀리 교체 및 연동배관 설치를 통한 전력비 절감

반응조용 송풍기의 송풍량 조절이 어렵고 반응조와 저류조 교반용 송풍기의 개별 사용에 따른 전력비가 상승하는 단점이 있었으나, 송풍기의 모터풀리를 교체함으로서 적정 송풍량 조절을 통한 안정적인 생물반응조 운전이 가능하게 되었고, 송풍기 모터풀리 교체를 통해 전력비도 절감하는 효과도 보게된다. 또한 교반용 송풍기를 반응조 송풍기와 연동배관을 설치하여 남는 송풍량을 각 지로 활용하여 전력비 절감 및 고장 요소 발생시 예비설비로 활용할 수도 있다.

23. 폐기물의 소각	IPCC 카테고리
	4C

1. 폐기물 소각 처리 개요

폐기물처리는 기능적으로 ①발생억제, ②재활용, ③중간처리, ④최종처리의 4단계를 거치는데 그 중에서 중간처리는 파쇄·압축·고형화·여과·중화·소각·흡착·소화 등의 물리·화학·생물학적 공정을 말하며, 최종처리는 매립 또는 해역배출 등의 방법으로 폐기물을 처분하는 것을 일컫는다.

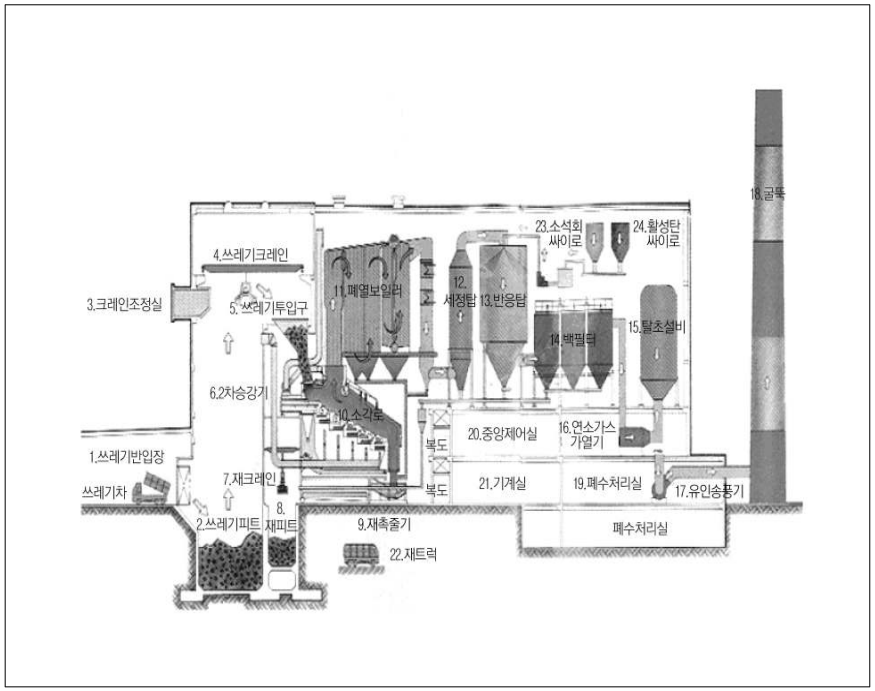


<그림-43> 생활폐기물 처리 및 처분

일반적인 화학적 처리방법은 소각으로 무게와 부피를 줄이기에 효과적일 뿐만 아니라 열의 형태로 에너지를 얻을 수도 있어 점차 사용비율이 증가하는 추세이다. 그러나 소각은 쓰레기 연소시 발생하는 유독가스의 후처리 미비시 2차 공해를 유발할 소지가 크다. 대표적인 예

는 유해가스(탄화수소, 다이옥신, 염화수소 및 NOx) 발생 문제이다.

소각시설의 공정은 크게 저장 및 투입설비, 소각설비, 오염방지설비 및 배출시설로 나누어지며, 개략적인 구성도는 다음과 같다.



<그림-44> 폐기물 소각공정 개요

1 폐기물 반입장

수거차량에 의해 반입된 폐기물은 계근대를 통과하여 반입량 확인 후, 반입장으로 들어가게 된다. 반입장에서는 반입된 폐기물에 대한 성상검사를 실시하여 가연성 생활폐기물만 지정된 투입문을 통해 폐기물 피트에 넣게 되며, 비가연성 폐기물은 반출시킨다. 폐기물을 저장하는 폐기물 피트는 생활폐기물의 경우 최소 3일 동안 소각할 수

있는 폐기물을 저장할 수 있다. 저장 숙성하는 동안에 폐기물이 잘 탈 수 있도록 크레인으로 교반작업을 하여 균질하게 혼합하고 크레인으로 소각로 상부로 투입하여 소각을 하게 된다.

⑵ 쓰레기 크레인

쓰레기를 소각로로 투입하는 설비

⑶ 소각시설(계단형 스토커식)

소각설비는 수거된 폐기물을 소각시키는 장치로서 폐기물 피트에서 균질하게 혼합 숙성된 폐기물은 크레인에 의해 소각로 투입구에 공급된다. 폐기물 급진장치에 의하여 화격자로 이송된 폐기물은 건조 연소 및 후연소의 과정을 거치면 재축출기에서 재가 배출되며 고온의 연소가스(850～1,100℃)는 폐열보일러로 유입된다. 또한 1차 및 2차 연소용 송풍기에 의해 폐기물 피트와 공장동 내부의 공기를 흡입하여 소각로 연소용 공기로 사용하므로 악취를 제거하게 된다.

⑷ 연소가스 냉각설비

소각로에서 발생되는 고온(850～1,100℃)의 연소가스를 이용하여 최대용량의 과열증기를 발생시키는 자연순환식 증기 발생장치로서 보일러는 복사 대류 전열 면으로 된 수개의 연소가스 설비로 이루어져 있다.

⑸ 폐열보일러

소각로에서 발생되는 고온의 연소가스를 회수하여 발전및 냉난방에 이용하는 설비, 증기터빈, 탈기기, 공기예열기, 복수기등으로 스팀을 공급

⑹ 터빈 발전기

폐기물 연소시 폐열보일러에서 발생되는 증기로 증기터빈을 구동하여 전력을 생산하고 발생된 전력은 소각장 내에서 소요되는 전력을 충당하는 설비

⑺ 폐열(여열) 공급설비

폐열 보일러에서 발생되는 증기를 집단에너지 공급시설용 열원설비로 보내 증기터빈(Steam Turbine)을 가동하여 전기를 생산하고, 배출되는 증기는 온수 열교환기를 거쳐 인근 주거지역의 지역난방용 온수로 공급된다.

⑻ 활성탄 주입설비

다이옥신을 흡착 제거를 위한 활성탄 공급 설비로 활성탄은 브로워 공기압으로 정량장치에 의해 반응탑에 균일하게 분사

⑼ 반건식 반응탑

소각로에서 배출되는 유해가스 중 먼지, HCl, Sox, NOx, Dioxin등을 제거하는 설비로서, 소석회가 작은 물방울 상태로 분사되어 그 속에 있는 $Ca(OH)_2$입자가 유해가스와 반응한다.

⑽ 선택적 촉매환원설비(SCR)

소각과정에서 발생된 질소산화물은 NO와 NO_2로 구성되어 있기 때문에 이 연소가스를 촉매탑을 통과시키면 암모니아와 반응하여 N_2와 H_2O의 환원 반응으로 NOx를 제거

⑪ 재반출 설비

연소과정이 완료된 소각재와 오염방지시설에서 집진된 분진은 재축출기로 이송되어, 재이송 콘베이어를 거쳐 재(ash)피트로 이송되며 모인 재는 재(ash)크레인에 의해 재반출 트럭에 적재되어 매립지로 운반된다.

⑫ 폐수 처리 설비

생물학적, 화학적처리 시설을 이용하여 자원회수시설에서 발생하는 각종 공정 폐수를 처리 후 하수처리장으로 보낸다.

2. 배출시설의 종류

① 소각보일러

폐기물 등을 소각시켜 발생되는 열을 회수하여 보일러는 가동하고 이때 생산되는 증기나 열을 작업공정이나 난방 등에 재이용할 목적으로 보일러 등 열회수장치가 설치된 소각시설을 말한다.

② 특정폐기물 소각시설

특별히 고안된 폐쇄구조에서 특정폐기물을 연소시켜 그 양을 감소하든지 재이용할 수 있게 하는 시설을 말한다. 소각시설 구조에 따라 크게 나누어 단실소각시설, 다실소각시설, 이동다실소각시설로 나누어진다.

- 단실소각시설은 점화, 연소, 연소찌꺼기의 제거 등이 모두 동일한 방에서 이루어지는 것을 말한다.

- 다실소각시설은 2개 이상의 내화벽돌로 설치된 연소실이 병렬로 연결된 형태로서 각 실은 내화벽으로 구분되어 있으며 연소가스 통로는 서로 연결되어 있고 폐기물의 연소효율을 최대로 하기 위한 모든 장치가 설치된 시설을 말한다. 이동다실소각시설은 연소실 내부의 화상을 가벼운 자재를 사용하고 바퀴가 있어 유동이 가능하게 만든시설로서 유동층 소각시설이라고도 한다.

이외에도 최근에는 소각물질을 직접 연소하지 아니하고 소각물질을 건류시키거나 소각물질에 포함된 유기화합물을 열분해 시킴으로서 발생되는 가스를 소각시키는 건류 또는 열분해소각시설이 개발되고 있다.

③ 일반폐기물 소각시설

특별히 고안된 폐쇄구조에서 일반폐기물을 연소시켜 그 양을 감소하든지 재이용할 수 있게 하는 시설을 말한다. 소각시설의 구조에 따라 크게 나누어 단실소각시설, 다실소각시설, 이동다실소각시설로 나누어진다.

- 단실소각시설은 2개 이상의 내화벽돌로 설치된 연소실이 병렬로 연결된 형태로서 각실은 내화벽으로 구분되어 있으며, 연소가스의 통로는 서로 연결되어 있고 폐기물 연소효율을 최대로 하기 위한 모든 장치가 설치된 시설을 말한다.
- 이동다실소각시설은 연소실내부의 화상을 가벼운 자재를 사용하고 바퀴가 있어 유동이 가능하게 만든시설로서 유동층 소각시설이라고도 한다. 이외에도 최근에는 소각물질을 직접 연소하지 아니하고 소각물질을 건류시키거나 소각물질에 포함된 유기화합물을 열분해시킴으로서 발생되는 가스를 소각시키는 건류 또는 열분해소각시설이 개발되고 있다.

4 폐가스 소각시설

제조공정 중에 발생되는 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 연회수장치들로 구성되어 있다. 가스는 연소실 상부에서 화염과 혼합되어 산화되며 연소실내의 연도를 따라 밖으로 배출된다. 연소실의 형태는 보통 원형이나 각형으로 되어있고 내부는 내화물질로 되어 있으며 외부는 강철로 되어 있다.

- 촉매산화연소시설은 주로 직접연소의 효율이 떨어지는 가스상물질을 촉매층을 통과시켜 연소하기 쉬운 물질로 만든 후에 산화시키는 시설이다.이것은 직접연소법에 비하여 비교적 내부온도가 낮은 상태에서도 산화가 잘 이루어질 수 있다. 예열연소장치와 촉매층이 부착된 연소실, 주연소시설, 온도조정장치, 안전장치, 그리고 열회수 장치로 이루어져 있다. 예열연소장치는 가스를 촉매층을 통과시키기전에 일정한 온도를 유지시켜 줌으로서 산화와 연소가 비교적 쉽게 일어나게 하기 위한 시설이다. 이외에 석유화학 계통에서 많이 설치되는 후레아 스택(Flare Stack)등이 있다.

5 적출물 소각시설

의료법 규정에 의한 병원 적출물(피, 고름이 묻은 탈지면, 붕대, 일회용주사기, 수액셋트 등)을 처리하기 위한 시설로서 다습성 적출물과 수지계적출물로 구분한다. 다습성 적출물은 수분함량이 높고 발열량이

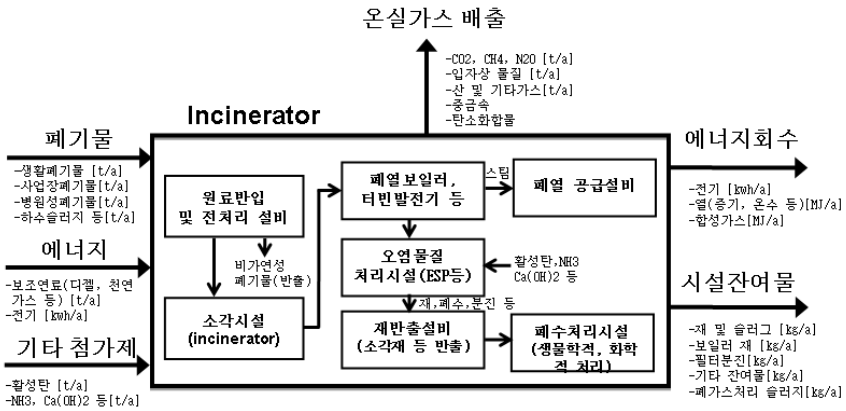
낮아 자체의 열량으로 연소가 불가하므로 보조열원(버너)를 사용하는 2단연소 소각로가 적합하며, 적출물중 일회용 주사기, 수액셋트 등의 수지계 적출물은 수분함량이 낮고 고분자화합물로서 다량의 대기오염물질이 배출될 가능성이 있으므로 건류식 또는 수냉식의 2단연소 소각로를 적용하는 것이 적합한 것으로 알려져 있다.

6 폐수소각시설

폐수 중에 휘발성 물질이나 농도가 높은 폐수를 소각처리하기 위한 시설을 말한다.

3. 배출시설의 물질 · 에너지 수지

1 물질· 에너지 수지 개요



2 물질· 에너지수지표

<표-53> 폐기물 소각시설의 물질수지표

Input	단위	값(value)	Output	단위	값(value)
원료(폐기물)			**시설잔여물**		
생활폐기물	t/t waste	1.0	재 및 슬래그	kg/t waste	
사업장폐기물	t/t waste		보일러 재	kg/t waste	
병원성폐기물	t/t waste		필터분진	kg/t waste	
하수슬러지	t/t waste		폐가스처리슬러지	kg/t waste	
에너지(보조연료)			**에너지회수(optional)**		
천연가스	m3/t waste		전기	MJ/t waste	
디젤	kl/t waste		열(스팀 등)	MJ/t waste	
전기 등	kwh/t waste		합성가스	MJ/t waste	
기타 첨가제			**온실가스배출**		
활성탄	kg/t waste		CO2	kg/t waste	
암모니아	kg/t waste		CH4	kg/t waste	
소석회 등	kg/t waste		N2O	kg/t waste	
			기타 오염물질		
			입자상물질	mg/m^3	
			산 및 기타가스[1)]	m^3/t waste	
			중금속[2)]	mg/t waste	
			탄소화합물[3)]	mg/t waste	
			시설 잔여물[4)]	mg/t waste	

주1) HCl, HF, HBr, HI, SO2, NOx, NH3 등

주2) Hg, Cd, Tl, As, Ni, Pb등

주3) CO, 탄화수소(VOCs), PCDD/F, PCBs 등

주4) 재 및 슬래그, 보일러 재, 필터분진, 배가스 세정으로부터 나오는 기타 잔여물(예, 염화칼슘, 염화나트륨), 폐수처리부터 나오는 슬러지 등

3 해당 시설의 벤치마크 계수 유형

$$BM_{i,j,k,l} = \frac{\text{폐기물소각시설의온실가스배출량}(tCO_2eq)}{\text{소각처리되는폐기물의양}(t\ waste)}$$

여기에서 온실가스 배출량은 직접배출을 말한다. 폐기물소각열 회수시설이 있는 소각시설은 제33조 규정에 따라 별표 9에 따른 목표설정 방법론을 적용하고 여기에서는 단순 폐기물 소각시설만을 대상으로 한다.

4. 최적가용기술(BAT) 도출시 고려사항

소각시설에서 온실가스(CO2, N2O) 배출량을 줄이는 방법으로는 크게 에너지회수 및 공급의 효율성을 증가시키는 방법과 배가스 처리를 통한 CO2 배출을 제어하는 방법이 있다.

1 에너지회수 및 공급의 효율성 증가

소각시설은 폐기물의 에너지값을 추출하여 전기, 증기 및 온수를 공급할 수 있다. 소각 설비의 위치는 발생하는 부산물의 사용과 공급을 최대화 시키는 장소로 하는 것이 폐기물의 에너지를 이용하기에 유리하다. 소각시설의 투입 에너지는 주로 폐기물의 발열량에 기인하며, 그 밖에 연소공정 지원을 위해 추가된 연료 및 (외부 수입) 전기 등이 있다.

소각시설에서 생성된 에너지 일부는 시설 내에서 이용할 수 있다. 일반적으로 에너지 회수형태는 전기, 열, 증기 등이 있으며 사용자의 필요성에 따라 달라진다 (예시, 산업 증기 사용 또는 대형 지역 난방 네트워크)

① 소각시설 설계시 고려요소

설비의 효율화는 전체 공정의 최적화로 구성된다. 이는 손실을 저감하고 공정 소비량을 제한하는 것을 포함한다. 최적의 에너지효율화 기술은 특정 위치 및 운전인자에 따라 다르며 최적의 에너지효율 결정하는데 필요한 인자들의 예는 다음과 같다.

- 위치 : 에너지에 대한 사용자/분배 네트워크가 있는지 또는 에너지를 제공할 수 있는지의 여부
- 회수되는 에너지에 대한 수요량 및 수요량의 변동성 : 여름과 겨울의 열 요구량은 다르며, 기본적으로 증기를 수출하는 설비는 연간 많은 공급량을 달성할 수 있기 때문에 회수된 열을 더 많이 수출하며 낮은 수요기간 동안에는 일부 열을 식힐 필요성이 있다.
- 생산되는 열과 전기에 대한 시장가격 : 열에 대한 낮은 가격은 전기 생산쪽으로 에너지회수 형태를 바꾸게 될 것이며 반대의 경우도 마찬가지 이다.
- 폐기물의 성상 : 고농도 부식성 물질(예, 염화물)은 부식 위험을 증가시켜 공정이 진행된다면 증기 파라미터를 제한한다(따라서 전기를 생산 가능)
- 폐기물의 가변성 : 성상의 빠르고 크게 변하는 폐기물을 처리할 경우 막힘현상과 부식문제를 일으켜 증기압을 제한함으로써 대신 전기를 생산할 수 있다.

에너지회수 기술의 최적화를 위해 에너지사용자의 요구량을 충족하기 위해 설계된 시설이 필요하다. 전기만 공급할 수 있는 설비는 열을 공급할 수 있거나 열병합 발전을 공급할 수 있는 설비와는 다르게 설계될 것이다.

○ 온수나 증기형태로 열만 회수 : 지역난방, 화학공장, 등 산업시설로 공급가능

○ 전기만 회수

○ 열병합발전 (보통 열 공급에 우선순위가 주어지지만, 판매 계약에 따라 전기공급에 우선순위를 둘 수도 있다)

기타, 에너지순환 설계 선택시 고려해야 할 요소로는 다음과 같다.

- 공급폐기물 : 양과질, 이용가능성, 가변성, 폐기물 분리 및 재활용 효과
- 에너지판매 가능성 : 공급처(지역난방, 민간 기업 등), 지리적 제약(운송 배관 타당성), 수요기간 및 공급 계약 기간, 국가 전력 계통망이나 산업 네트워크, 전기가격 등
- 열과 전력의 결합 : 계절에 따른 할당, 미래의 할당변화
- 기타 : 에너지생산량 증가, 투자비용 감소, 수용가능한 소음 수준, 이용가능한 공간, 건축상 제한 등

② 에너지회수를 개선하기 위한 적용 기술들

㉠ 폐기물 투입 전처리

에너지회수와 관련된 전처리 기술은 크게 두가지 주요범주로 나뉜다(균질화, 추출/분리).

폐기물투입의 **균질화**는 일정한 연소 품질을 가진 투입물을 공급하기 위해 주요한 물리적 기술(예, 벙커혼합 및 분쇄)을 사용하여 소각

로에 투입되는 폐기물들을 혼합하는 것이다. 이를 통해 달성할 수 있는 주요 편익은 공정 안정화의 개선으로서 이는 원활한 하위 공정 작업을 가능하게 한다. 보일러에서의 안정된 증기 매개변수는 전기 생산을 증가시킬 수 있다. 전체적인 에너지효율 편익은 제한될 수 있지만 비용 감소와 기타 운영 편익이 발생할 수 있다.

추출/분리는 폐기물이 연소실로 투입되기 전에 일정 성분을 제거해 주는 작업이다. 기술의 범위는 폐기물 고형연료(RDF) 생산 및 특정 품질기준을 충족하기 위한 액상 폐기물의 혼합으로부터, 콘크리트 블록이나 대형 금속 물체 같은 연소에 적합하지 않는 대형 물체의 크레인 운전자에 의한 발견과 제거까지 이른다. 달성되는 주요편익은 다음과 같다.

•특히 보다 정교한 전처리 작업이 사용되는 경우 균질성의 증가

•부피가 큰 물질 제거 : 폐색위험 및 예기치 못한 작동정지방지

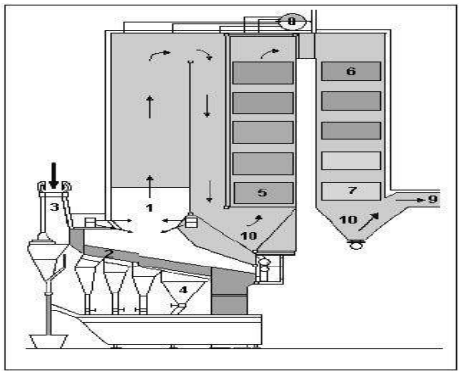
•연소효율을 개선할 수 있는 유동상이나 기타 연소기술의 사용 가능성

폐기물의 추출/분리와 균질화는 소각설비 자체의 에너지효율을 크게 개선시킬 수 있다. 이는 이런 공정들이 소각공정에 최종적으로 이송되는 폐기물의 특성을 크게 변화시킬 수 있고 그 결과 소각공정이 더 한정된 투입사양에 맞게 설계될 수 있고 최적화된(그러나 덜 유연한) 성능으로 유도될 수 있기 때문이다.

㉡ 보일러 및 열전달

관형 온수 보일러는 일반적으로 뜨거운 배가스의 잠재 에너지로부터 온수나 스팀을 발생시키기 위해 사용된다. 증기나 온수는 배가스 통로에 있는 관(tube) 다발에서 생산된다. 소각로의 덮개와 그 다음의 빈 통로, 증발기와 과열기 관 다발이 있는 공간은 일반적으로 수냉식

멤브레인 벽으로 설계되어 있다. 증기생성시 <그림-45>에서 보듯이 통상 3개의 가열 표면구역으로 구별할 수 있다.



<그림-45> 증기 발생기의 각 가열표면구역의 모식도

그림의 (7). 공급수의 예열(연료절약장치): 이 구역에서 보일러 공급수는 비등점에 가까운 온도까지 배가스에 의해 가열된다(다발로 묶인 가열표면으로 설계)

○ 증발 : 이 구역에서 연료절약장치로부터 오는 물은 포화증기 온도에 도달할 때까지 가열된다

○ 과열 : 이 구역에서, 증발리고부터 나오는 포화증기는 최종 온도까지 과열된다.(대체로 다발로 묶인 가열표면이나 격벽 가열표면을 사용) 다음과 같은 전통적인 증발시스템이 구별될 수 있다.

•자연순환 : 증발기 내의 물/증기 질량 흐름은 가열된 파이프와 가열되지 않는 파이프 내의 매질의 다른 밀도 때문에 유지된다. 물/

증기 혼합체는 드럼 안으로 흐른다. 여기에서 증기와 물은 분리되며 포화증기는 후단에 연결된 과열기에 도달한다.

- 강제순환 : 이 원리는 자연순환에 해당하지만 증발기 내에 순환을 지원하는 순환펌프에 의해 확장된 방식이다.
- 강제연속흐름 : 이 시스템에서 공급수는 연료절약장치, 증발기와 과열기를 통하여 연속적인 흐름으로 밀어 넣어진다.

스프레이 냉각기와 표면 냉각기는 필요한 증기 온도를 정확하게 유지하기 위하여 순환 보일러에서 사용된다. 증기 온도 변동의 균형을 맞추는 것이 냉각기의 기능이며 증기온도의 변동은 투입량 변화, 폐기물 품질, 과잉공기 및 가열표면의 오염에 따라 발생한다.

폐기물이 연소되는 보일러로부터 증기 파라미터를 결정할 때 절충안이 필요하다. 이것은 높은 온도 및 압력 선택 시, 폐기물 안에 포함된 에너지를 더 잘 활용하는 반면에 높은 증기 파라미터에 의해 특히 과열기 표면과 증발기에서 부식의 문제를 크게 증가시킬 수 있기 때문이다. 생활폐기물 소각로에서는 특히 전처리된 생활폐기물과 준비된 RDF를 이용하여 더 높은 온도 및 압력값이 사용되지만 전기 생산시 40bar 및 400℃를 사용하는 것이 일반적이다. 열 생산의 경우에 낮은 온도 및 압력조건이나 과열된 물을 가진 증기가 생산될 수 있다.

폐기물소각의 특성은 배가스 안에 먼지가 많다는 것이다. 비산회의 중력 분리에 의한 보일러 구역 안의 먼지제거는 열전달 효율을 높여주며 먼지제거 방법으로는 다음이 있다.

- 낮은 배가스 속도 / 가스 유동통로 안에서 회전

<보일러 부식>

부식(corrosioin)은 소각로에서 발생한 재와 배가스의 화학적 반응에 의해 발생한다. 수직적 마모를 통하여 표면 물질을 마모시키는 침식(erosion)은 주로 배가스 내에 존재하는 재 입자에 의하여 생긴다. 관마모(tube wear)는 부식과 마모의 결합으로 생긴다. 부식은 깨끗한 금속 표면에 나타난다. 부식 생성물이 파이프 표면(산화 층) 위에 박막으로서 침착물을 생성하면, 그 침착물은 보호층으로 작용하여 부식을 늦춘다. 이 보호층이 침식을 통하여 마모되고 금속의 표면이 다시 드러나면 전체 절차가 새롭게 시작된다.

현실적으로 열역학 관점에서 어느 정도의 부식은 피할 수 없다. 부식의 원인은 구조적이면서 운영상의 대책을 필요로 한다. 개선의 가능성은 증기 발생기에서 주로 발견된다. 낮은 증기 파라미터, 열 표면에 들어가기 전의 오랜 반응시간, 배가스 속도 감소 및 속도 변화 균등화가 모두 가능할 것이다. 또한 열 표면을 보호하기 위하여 보호 외피(protective shell), 세공(tooling), 형단조(stamping) 및 변류기(deflector)가 사용될 수 있다. 최상의 열전달(금속파이프 표면)과 최적의 부식 보호간의 보일러 세정(cleaning)의 강도를 결정하는 절충안을 찾아야 한다.

㉣ 연소공기 예열

연소공기의 예열은 수분함량이 높은 폐기물의 연소를 돕는다. 예열된 공기를 공급함으로써 폐기물을 건조시키고 점화를 촉진시킨다. 열교환 시스템에 의하여 폐기물 연소를 통해 공급되는 열을 얻을 수 있다. 1차 연소공기의 예열은 전기 생산 시 전반적인 에너지효율에 긍정적인 영향을 줄 수 있다.

㉣ 수냉식 화격자

화격자를 보호하기 위하여 물에 의한 화격자의 냉각이 사용된다. 연소되는 폐기물상으로부터 열을 포획하고 공정에서 열을 사용하기 위하여 냉각 매질로서 물이 사용된다. 제거되는 열은 연소공기(1차 또는 2차 공기)를 예열하기 위하여 또는 응축물질을 가열하기 위하여 다시 공정으로 공급되는 것이 일반적이다. 또 다른 옵션은 이 수냉장치를 직접 보일러 회로와 직접 통합하고 그것을 증발리로서 작동시키는 것이다. 이 화격자들은 폐기물의 저위발열량이 높을 때 대개는 10MJ/kg 이상일 때 적용된다. 낮은 발열량에서는 화격자의 적용이 더욱 제한된다.

㉤ 배가스 응축

연소시 배가스 내 수분은 연료에 있는 증발되는 자유수(free water), 수소의 산화로 발생하는 반응수(reaction water), 연소공기 내부의 수증기로 구분된다. 폐기물을 연소할 때 보일러와 연료절약장치 이후의 배가스 내 수분 함량은 용적의 10～20%의 수준을 보인다. 배가스의 수증기를 응축할 경우 추가적인 열 회수가 가능하다.

㉥ 배가스 재순환

배가스의 일부분(약 10～20%의 용적)은 연소실 안의 2차 공기연료를 대체하기 위하여 대개 사전 먼지제거 작업 후에 재순환된다. 이 기술은 배가스에서의 열 손실을 감소시키고 공정의 에너지효율을 약 0.75～2%까지 증가시키는 것과 1차 NOx를 저감하는 추가 편익도 알려져 있다.

㉦ 배가스처리(FGT) 장치 운전 온도로의 배가스 예열

일부 대기오염제어 장비는 효과적인 작동을 위하여 배가스 예열을 필요로 한다. 예를 들면 각각 250℃와 120℃ 근처의 온도를 필요로 하는 선택적 촉매환원(SCR) 시스템과 백 필터가 있다. 가스를 가열하기 위한 에너지는 외부로부터 공급받거나, 공정에서 발생하는 열이나 전력을 사용할 수 있다. 이 때 열 교환기의 사용은 외부 에너지 투입 필요량을 줄일 수 있다.

㉧ 증기-물 순환 개선

증기-물 순환의 선택은 대개 시스템의 각 요소들을 개선시키는 것보다 시설의 에너지효율에 훨씬 더 큰 영향을 주고, 따라서 폐기물 내 에너지사용을 증가시킬 기회가 더 많아진다.

⑵ 탄산나트륨 생산을 위한 배가스 내 CO_2 흡수

배가스가 가성소다(NaOH)와 반응하면 CO2와 수산화나트륨이 반응하여 탄산나트륨을 형성한다. 탄산나트륨은 무색 무취이며, 화학공장, 제지산업에서 원료로 사용될 수 있다.

이 공정에서 탄산염 생산을 위해 필요한 배가스는 세정 마지막 단계에서 CO2 흡수탑으로 보내진다. 흡수탑은 유리섬유 강화플라스틱으로 만들어진 것으로, 플라스틱이 충전된 것이다. 가성소다액이 탑 상단으로 주입되어 하단에서 불어오는 배가스와 접촉한다.

$$CO_2 + 2NaOH \rightarrow NaCO_3 + 2H_2O$$

배가스는 그 컬럼으로부터 수분제거기를 통하여 대기로 배출된다. 수분제거기는 요구에 따라 유량 조절기를 경유하여 공급되는 연수(담수)를 사용하여 세척된다. 탄산염 용액은 컬럼의 집수공으로 보내지고, 농도 조절장치를 경유한다. 탄산염 용액의 농도, NaOH, 수량, pH 값 등을 적절한 방법으로 측정한다. 이 과정에서 가성소다가 상당히 소비되고 소다의 생산공정에서 생성된 CO_2도 역시 고려하여야 한다.

[별표 8]

최적가용기술(BAT) 개발시 고려사항 (제32조제4항 관련)

가. 최적 또는 최고 수준과 관련한 고려요소

1) 실제 온실가스를 감축할 수 있다고 여겨지는 최고 수준의 공정, 시설 및 운전방법을 모두 포함한다.

2) 온실가스를 감축하거나 최소화할 수 있는 것 중 가장 효과적인 것을 의미한다. 따라서 다양한 기술이 존재할 수 있다.

3) 신뢰할 만한 과학적 지식을 근거로 그 기능이 시험되고 증명되어진 최선의 기술과 공정, 설비, 운전방법을 의미한다.

나. 이용가능성과 관련한 고려요소

1) 실제로 이용할 수 있는 기술이어야 한다. 이는 특정 기술이 일반적으로 사용되고 있는 기술이어야 함을 의미하는 것이 아니라 누구나 사용하고 접근할 수 있는 기술이어야 함을 뜻한다.

2) 파일롯(pilot) 규모로서 실증된 기술도 원칙적으로 최적가용기술의 범위에 포함된다. 다만, 이 경우 실제 양산단계에서 적용되지 못할 가능성을 고려하여야 한다.

3) 최적가용기술에는 국내 기술 뿐만 아니라 외국의 기술도 해당된다.

4) 새로운 기술의 성공사례가 있을 경우 최적가용기술의 범위에 포함할 수 있다. 다만, 새로운 기술에 대한 경제성 평가, 검증 등에 일정 기간이 필요한 점을 함께 고려하여야 한다.

5) 경제적으로 그리고 기술적으로 가능한 조건하에서 관련 산업에서 적용할 수 있는 규모 및 특성(내구성, 신뢰성 등)에 부합하도록 개발된 것을 의미하며, 합리적으로 획득할 수 있다면 그 기술이 국내에서 사용되었는지 외국에서 개발되었는지의 여부는 중요하지 않다.

다. 감축기술과 관련한 고려요소

1) 저감기술에 국한하지 않고 온실가스의 배출을 감축할 수 있다면 공정의 설계와 운전자의 자질 등도 기술의 범주에 포함한다.

2). 온실가스의 사후처리 기술(end of pipe technology) 뿐만 아니라 연료의 대체, 연소기술, 환경친화적인 공정과 운전방법 등 온실가스의 배출을 감축할 수 있는 일련의 기술군을 총칭한다.

라. 기타 최적가용기술(BAT) 개발시 고려요소

1) 환경피해를 방지함으로써 얻을 수 있는 이익이 최적가용기술(BAT)을 적용하는데 필요한 비용보다 커야 한다.

2) 기존 및 신규공장에 최적가용기술을 설치하는데 필요한 시간을 고려한다.

3) 폐기물의 발생을 적게하고 폐기물 회수와 재사용 등을 촉진할 수 있는지 여부를 고려하여야 한다.

4) 관련 법률에 따른 환경규제, 인·허가 등이 해당기술을 적용하는데 상당한 제약이 발생하는지 여부를 고려하여야 한다.

5) 기술의 진보와 과학의 발전을 고려한다.

6) 온실가스와 기타 오염물질의 통합감축을 촉진하여야 한다

[별표 9]

폐기물 소각시설 중 폐열이용 등에 대한 목표설정 특례

(제33조제2항 관련)

폐기물의 재활용 방법 중 에너지재활용(이하 “에너지회수”라 한다)은 법 제42조제1항의 온실가스 감축목표 및 신·재생에너지 보급 목표의 달성에 기여하는 중요한 영역이다. 이에 따라 온실가스 감축, 자연환경 보호, 에너지자립화 등을 촉진하기 위하여 폐기물 에너지회수시설 등에 대한 목표설정 방법 및 기준을 별도로 정할 필요가 있다.

1. 폐기물 소각시설 중 폐열이용 관련 특례 인정범위

<표-1> 폐기물소각시설 중 폐열이용 특례 인정범위

구분	세부 내용
대상 폐기물 또는 고형 연료	(1) 폐기물관리법 제18조제1항에 따른 자체 발생한 사업장 폐기물 (2) 폐기물관리법 제18조제5항에 따라 공동으로 수집·운반 또는 처리되는 사업장 폐기물 (3) 폐기물관리법 제46조에 따른 폐기물재활용신고에 의거한 사업장폐기물 중 저위발열량이 3,000kcal/kg 이상인 가연성 고형폐기물 또는 폐유 (4) 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」 제20조의 3 별표7의 품질·등급기준에 따른 고형연료제품
대상 시설	(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) 폐기물처리시설외의 시설 중 「폐기물관리법」 제46조에 따른 재활용신고를 한 시설 중 「폐기물관리법 시행규칙」 제3조의 에너지회수기준을 충족하는 경우 (3) 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」 제20조의 3 별표7의 품질·등급기준에 따른 고형연료제품(혼소는 제외한다) (4) 그 밖에 환경부장관이 인정하는 시설

비고

1. 「폐기물 관리법」 제46조에 따른 폐기물 재활용신고에 의거한 사업장폐기물 중 저위발열량이 3,000kcal/kg 이상인 가연성 고형폐기물은 「폐기물관리법 시행규칙」 제3조 규정에 적합한 폐기물을 말한다.
2. 폐기물관리법 제46조에 따른 폐기물 재활용 신고에 의거한 사업장 폐기물 중 저위발열량이 3,000kcal/kg 이상인 폐유는 「폐기물 관리법」 제46조에 따른 폐기물재활용 신고에 의거한 사업장폐기물 중 「폐기물관리법 시행규칙」 제10조에서 정하는 기준에 적합하고 「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」 제7조 규정에 의한 환경신기술 지정(환경기술 검증을 포함한다)을 받은 시설에서 사용하는 경우의 폐유를 말한다.
3. 국내에서 발생한 폐기물이 아닌 외국에서 수입된 폐기물 등은 적용에서 제외한다.
4. 대상시설이란 「폐기물관리법 시행령」 제5조의 별표 3의 시설 중 소각시설을 말하며, 「폐기물관리법 시행규칙」 별표 9에 따른 각각의 폐기물처리시설 설치기준을 만족하는 시설을 말한다.

2. 폐기물 소각시설에 대한 목표 설정 방법

기준연도 에너지회수효율은 제26조를 준용하여, 제1호 특례대상 시설에서 기준연도 기간의 에너지회수효율의 평균값을 말한다.

① 기존 시설인 경우

$$(1-Eff_inst_{i,j,k}) = (1-HE_Eff_{i,j,k}) \times Ratio_i + (1-BM_Eff_{i,j,k}) \times (1-Ratio_i)$$

$Eff_inst_{i,j,k}$: i업종, j업체, k소각시설의 에너지회수효율목표(%)

$HE_Eff_{i,j,k}$: i업종, j업체, k소각시설의 기준연도 에너지회수효율(%)

$BM_Eff_{i,j,k}$: i업종, j업체, k소각시설의 벤치마크 방식에 따른 최적 에너지회수효율(%) (제32조에 따라 개발된 값을 적용한다)

$Ratio_i$: i업종(해당 폐기물소각열 특례대상업종을 의미한다)의 기준연도 에너지회수효율의 인정계수(제32조의 규정에 따라 향후 고시한다)

② 신·증설 시설인 경우

$$Eff_inst_{i,j,k} = BM_Eff_{i,j,k}$$

$Eff_inst_{i,j,k}$: i업종, j업체, k소각시설의 에너지회수효율목표(%)

$BM_Eff_{i,j,k}$: i업종, j업체, k소각시설의 벤치마크 방식에 따른 최적 에너지회수효율(%) (제32조에 따라 개발된 값을 적용한다)

3. 에너지회수효율의 측정·검사 방법

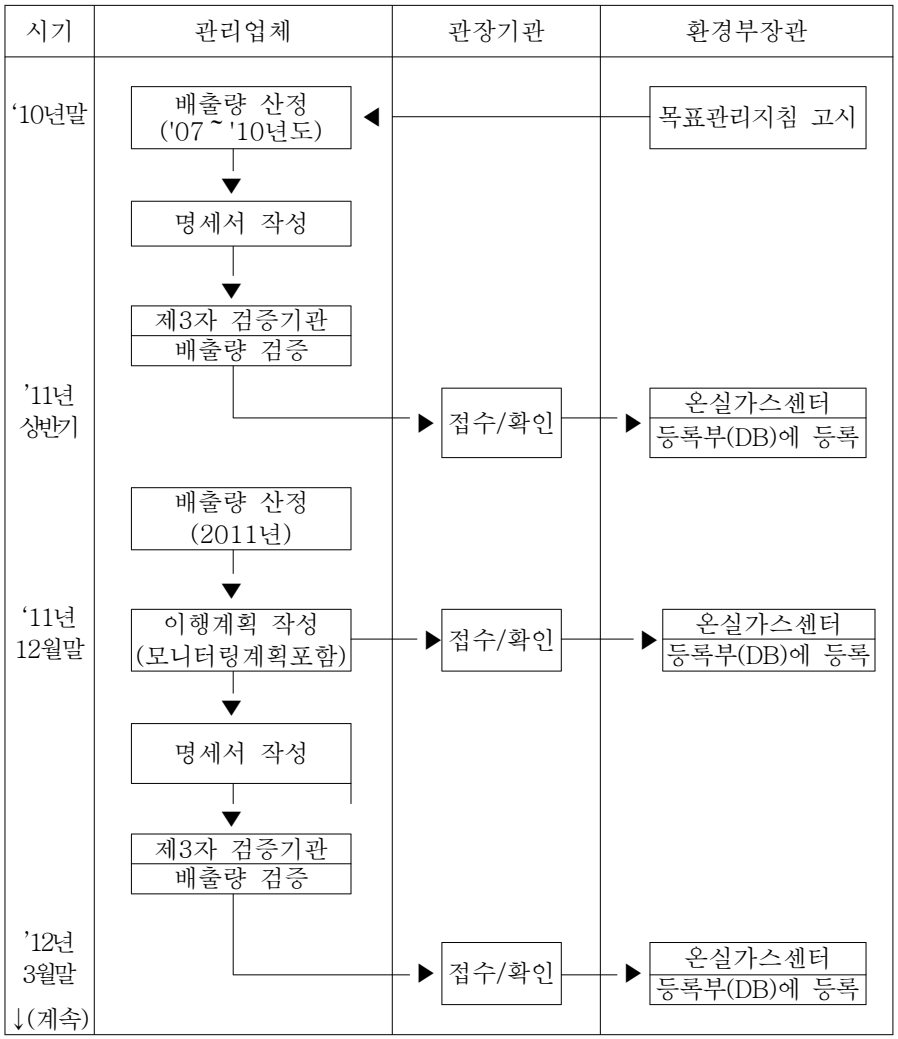
제1호 내지 제2호에서 폐기물로부터 「에너지법」 제2조제1호에 따른 에너지를 회수할 경우, 에너지회수효율에 대한 산정·측정 및 검사방법 등은 「에너지회수기준의 검사방법 및 절차 등에 관한 규정」(환경부 고시)에 따라 실시한다.

4. 최적가용기술(BAT) 개발시 고려사항

폐기물 소각분야의 에너지회수기술 부문을 참조한다.

[별표 10]

배출량 등의 산정·보고 체계(제40조제1항 관련)



[별표 11]

배출량 등의 산정·보고절차 (제40조제2항 관련)

1단계	조직 경계의 설정
「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」,「건축법」 등 관련법률에 따라 정부에 허가받거나 신고한 문서(사업자 등록증, 사업보고서 등)을 이용하여 사업장의 부지경계를 식별한다	

▼

2단계	배출활동의 확인·구분
별표 14에서 제시하는 배출량 산정방법론에 따라 사업장 내 온실가스 배출활동을 구분하여 식별하고 제41조제4항에 따른 소량배출원을 확인한다 보고대상 활동의 파악시 활용가능한 자료로는 공정의 설계자료, 설비의 목록, 연료 등의 구매전표 등이 있다.	

▼

3단계	모니터링 유형 및 방법의 설정
각 배출활동 및 배출시설에 대하여 별표 15를 참조하여 활동자료의 모니터링 유형을 선정한다. 모니터링 유형, 활동자료의 불확도 수준, 시료의 채취 및 분석 방법 및 빈도 등이 지침에서 요구하는 관리기준(Tier 구분 등)을 충족하는지 확인한다.	

▼

4단계	배출량 산정 및 모니터링 체계의 구축
사업장 내 온실가스 산정책임자(최고 책임자) 및 산정담당자와 모니터링 지점의 관리책임자·담당자 등을 정한다. 제53조(품질관리 및 품질보증)에 따라 「누가」, 「어떤 방법으로」 활동자료 혹은 배출가스 등을 감시하고 산정을 하는지, 세부적인 방법론, 역할 및 책임을 정한다.	

▼

5단계	배출활동별 배출량 산정방법론의 선택
배출량 산정방법론(계산법 혹은 연속측정방법) 및 별표13의 최소 산정등급(Tier) 요구기준에 따라 사업자는 배출활동별로 배출량 산정방법론을 선택한다. 별표 14 배출량 세부산정방법론에서 정하는 활동자료, 배출계수, 배출가스 농도, 유량 등 각 매개변수에 대하여 자료의 수집 방법을 정하고 자료를 모니터링 한다.	

▼

6단계	배출량 산정 (계산법 혹은 연속측정방법)
수집한 데이터를 이용하여 별표 14의 배출활동별 세부 산정방법에 따라 온실가스 배출량 등을 산정하고 배출량 산정보고서(명세서)를 작성한다.	

▼

7단계	명세서의 작성
제52조(명세서 작성 및 제출)에 따라 관리업체는 별지 제8호 서식에 따라 온실가스 배출량 등의 명세서를 작성한다. 제54조(자료의 기록관리 등)에 따라 배출량 등의 산정·보고와 관련된 자료 등은 차기년도 배출량의 산정과 검증단계에서 활용하기 위하여 내부적으로 기록·관리한다.	

▼

8단계	배출량 등의 제3자 검증
환경부장관이 지정·고시한 검증기관을 활용하여 관리업체가 작성한 명세서에 대한 제3자 검증을 실시한다.	

▼

9단계	명세서 및 검증보고서의 제출
관리업체는 제3자 검증 종료 후 매년 3월 31일까지 온실가스 배출량 등의 명세서와 검증보고서를 부문별 관장기관에게 전자적 방식으로 제출한다.	

[별표 12]

산정·보고 대상 온실가스 배출활동 (제41조제3항 관련)

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. 탈루성 온실가스 배출 (2013년 1월 1일부터 산정·보고한다.)

(1) 석탄의 채굴, 처리 및 저장

(2) 원유(석유) 및 천연가스 시스템

4. 제품 생산공정 및 제품사용 등에 따른 온실가스 배출

(1) 시멘트 생산

(2) 석회 생산

(3) 탄산염의 기타 공정사용

(4) 암모니아 생산

(5) 질산 생산

(6) 아디프산 생산

(7) 카바이드 생산

(8) 소다회 생산

(9) 석유정제활동

(10) 석유화학제품 생산

(11) 불소화합물 생산

(12) 철강 생산

(13) 합금철 생산

(14) 아연 생산

(15) 납 생산

(16) 전자산업

(17) 오존층파괴물질(ODS)의 대체물질 사용

(18) 기타 공정배출 (지구온난화물질 사용 등)

5. 폐기물 처리과정에서의 온실가스 배출

(1) 고형폐기물의 매립

(2) 고형폐기물의 생물학적 처리

(3) 하·폐수 처리 및 배출

(4) 폐기물의 소각

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

(1) 외부로부터 공급된 전기 사용

(2) 외부로부터 공급된 열 및 증기 사용

[별표 13]

배출활동별, 시설규모별 산정등급(Tier) 최소 적용기준

(제43조 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 2보다 더 높은 정확도를 갖는 활동자료, 사업장·배출시설 및 감축기술단위의 배출계수 등 상당부분 시험·분석을 통하여 개발한 매개변수 값을 활용하는 배출량 산정방법론

④ Tier 4 : 굴뚝자동측정기기 등 배출가스 연속측정방법을 활용한 배출량 산정방법론

2. 배출시설의 배출량 규모에 따른 산정등급(Tier) 분류 기준

① A 그룹 : 연간 5만톤 미만의 배출시설

② B 그룹 : 연간 5만톤 이상, 연간 50만톤 미만의 배출시설

③ C 그룹 : 연간 50만톤 이상의 배출시설

3. 배출활동별 및 시설규모별 산정등급(Tier) 최소 적용기준

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

1 연소시설에서 에너지이용에 따른 온실가스 배출

배출활동	산정 방법론			활동자료						배출계수			산화계수		
				연료사용량			순발열량								
시설규모	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

② 제품 생산공정 및 제품사용 등에 따른 온실가스 배출

배출활동	산정방법론			활동자료						배출계수		
				원료사용량/제품생산량			순발열량					
시설규모	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
3.광물산업												
①시멘트생산	1	2	3	1	2	3	–	–	–	1	2	3
②석회생산	1	2	2	1	2	2	–	–	–	1	2	2
③탄산염사용	1	2	2	1	2	2	–	–	–	1	2	2
4.석유정제활동												
①수소제조공정	1	2	3	1	2	3	–	–	–	1	2	3
②촉매재생공정	1	1	3	1	1	3	–	–	–	1	1	3
③코크스 제조공정	1	1	1	1	2	3	–	–	–	1	2	3
5.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
⑥석유화학제품생산	1	2	3	1	2	3	–	–	–	1	2	3
⑦불소화합물 생산	1	2	3	1	2	3	–	–	–	1	2	3
6.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
7.전자산업												
①반도체/LCD/PV	1	2	2	1	2	2	–	–	–	1	2	2
②열전도 유체	1	1	1	1	2	3	–	–	–	–	–	–

* 비고) 위 표의 산정등급 최소 적용기준은 온실가스 간접배출량을 제외한 직접배출량만을 기준으로 적용한다.

③ 오존층 파괴물질(ODS)의 대체물질 사용 등

배출활동	산정방법론			활동자료						배출계수		
				ODS 사용량			순발열량					
시설규모	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
8.오존층파괴물질의 대체물질 사용	1	1	1	1	1	1	–	–	–	1	1	1
9.기타온실가스 배출 및 사용	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

④ 폐기물 처리과정에서의 온실가스 배출

배출활동	산정방법론			활동자료						배출계수		
				폐기물처리량			순발열량					
시설규모	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
10.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	–	–	–	1	1	1
⑤폐수처리	1	1	1	1	1	1				1	1	1

⑤ 외부 전기 및 열(스팀) 사용에 따른 온실가스 간접배출

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

[별표 14]

배출활동별 온실가스 배출량 등의 세부산정방법 및 기준

(제43조 관련)

배출활동별 배출량 세부산정 중 측정 자료의 수치 맺음은 소수점 이하 셋째 자리까지 자료를 활용하여 소수점 이하 셋째 자리까지 계산하며 배출량은 정수로 산정한다(단 Tier 4에 해당하는 연속측정에 의한 배출량 산정에서의 수치맺음은 별표22에 따른다). 또한 배출계수의 자릿수는 해당분야 Tier 1에 해당하는 IPCC 기본배출계수와 동일한 자릿수로 개발한다.

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 지식경제부고시 「석유제품의 품질기술과 검사방법 및 수수료」 및 한국석유공사에서 발표된 자료를 인용하고 고시자료를 우선으로 인용한다.

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 이

용하기 위해 설계된 장치 내에서 무연탄, 유연탄, 갈탄, 코크스와 같은 고체 화석연료의 의도적인 연소로부터 발생되는 온실가스 배출을 말한다. 동 활동에서는 CO_2와 CH_4, N_2O가 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

고체연료 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 화력발전시설

② 열병합 발전시설

③ 발전용 내연기관

④ 일반보일러 시설

㉠ 원통형 보일러, ㉡ 수관식 보일러, ㉢ 주철형 보일러

⑤ 공정연소시설

㉠ 건조시설, ㉡ 가열시설, ㉢ 용융·용해시설, ㉣ 소둔로, ㉤ 기타로

⑥ 대기오염물질 방지시설

㉠ 배연탈황시설, ㉡ 배연탈질시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
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.

① *Tier 1~3*

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

$E_{i,j}$: 연료(i)연소에 따른 온실가스(j)별 배출량(tCO_2eq)

Q_i : 연료(i) 사용량(측정값, ton-연료)

EC_i : 연료(i)별 열량계수(연료 순발열량, MJ / kg-연료)

$EF_{i,j}$: 연료(i)별 온실가스(j)의 배출계수(kg-GHG / TJ-연료)

f_i : 연료(i)별 산화계수

$F_{eq,i}$: 온실가스(CO_2, CH_4, N_2O)별 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

② *Tier 4*

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료 (연료사용량, Q_i)

Tier 1

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±7.5% 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 2

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±5.0% 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 3

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±2.5% 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 열량계수 (순 발열량, EC_i)

Tier 1

별표 18에 따른 IPCC 가이드라인 기본 발열량 값을 사용한다.

Tier 2

별표 19에 따른 국가 고유 발열량 값을 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 발열량 값을 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

③ 배출계수($EF_{i,j}$)

Tier 1

별표 17에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 고유 배출계수를 사용한다.

배출계수는 다음 식에 따라 개발하여 사용한다.

$$EF_{i,CO_2} = EF_{i,C} \times \frac{44}{12}$$

$$EF_{i,C} = \frac{C_{ar,i}}{100} \times \frac{1}{EC_i} \times 1000$$

$$C_{ar,i} = \frac{C_{daf,i} \times (100 - M_{ar,i} - A_{ar,i})}{100}$$

EF_{i,CO_2} : 연료(i)에 대한 CO_2 배출계수 (kg-CO_2/GJ-연료)

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

$C_{ar,i}$: 연료(i) 중의 탄소 퍼센트(인수식 또는 연소식, 계산 값, %)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, GJ / ton-연료)

$C_{daf,i}$: 연료(i)의 무수무회 기준 탄소 함량(측정 값, dry ash-free, %)

$M_{ar,i}$: 연료(i)의 수분함량(인수식 또는 연소식, 측정 값, %)

$A_{ar,i}$: 연료(i)의 재(灰) 함량(인수식 또는 연소식, 측정 값, %)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

④ 산화계수 (f_i)

Tier 1

산화계수(f)는 기본값인 1.0을 적용한다.

Tier 2

발전 부문은 산화계수(f) 0.99를 적용하고, 기타부문은 0.98을 적용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 고유 산화계수를 사용한다.

산화계수(f_i)는 다음 식에 따라 개발하여 사용한다.

$$f_i = 1 - \frac{C_{a,i} \times A_{ar,i}}{(100 - C_{a,i}) \times C_{ar,i}}$$

$C_{a,i}$: 재(灰) 중 탄소 함량(비산재와 바닥재의 가중 평균, 측정값, %)

$A_{ar,i}$: 연료의 재(灰) 함량(인수식 또는 연소식, 측정 값, %)

$C_{ar,i}$: 연료 중의 탄소 퍼센트(인수식 또는 연소식, 계산 값, %)

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 발생되는 온실가스 배출을 말한다. 동 활동에서는 CO_2와 CH_4, N_2O가 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

기체연료 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 화력발전시설

② 열병합 발전시설

③ 발전용 내연기관

④ 일반보일러 시설

㉠ 원통형 보일러, ㉡ 수관식 보일러, ㉢ 주철형 보일러

⑤ 공정연소시설

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

⑥ 대기오염물질 방지시설

㉠ 배연탈황시설, ㉡ 배연탈질시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
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.

① *Tier 1~3*

$$E_{i,j} = Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times f_i \times F_{eq,j} \times 10^{-9}$$

$E_{i,j}$: 연료(i)연소에 따른 온실가스(j)별 배출량(CO_2-eq ton)

Q_i : 연료(i) 사용량(측정값, m^3-연료)

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

$EF_{i,j}$: 연료별(i) 온실가스(j) 배출계수(kg-GHG / TJ-연료)

f_i : 연료(i)의 산화계수

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)별 CO_2 등가계수(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

② *Tier 4*

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료 (연료사용량, Q_i)

Tier 1

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±7.5% 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 2

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±5.0% 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 3

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±2.5% 이내의 연료 사용량 자료를 활용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 적용한다.

② 열량계수 (순 발열량, EC_i)

Tier 1

별표 18에 따른 IPCC 가이드라인 기본 발열량 값을 사용한다.

Tier 2

별표 19에 따른 국가 고유 발열량 값을 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체적으로 개발하거나, 연료공급자가 분석하여 제공한 발열량 값을 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

③ 배출계수(EF_i)

Tier 1

별표 17의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 고유 배출계수를 사용한다.

배출계수는 다음 식에 따라 개발하여 사용한다.

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

$$EF_{i,t} = \sum_y \left[\left(\frac{mol_y\% \times \left(\frac{mw_y}{V} \right) \times 100}{d_{y,total}} \right) \times \left(\frac{44.010 \times N_y \times f_i}{mw_y \times 100} \right) \right]$$

$EF_{i,CO2}$: 연료(i)별 CO_2 배출계수(kg CO_2 / GJ)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, GJ / 천m^3-연료)

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

D_i : 연료(i)의 밀도(kg-연료 / 천m^3-연료) (=$d_{y,\ total}$/100)

$mol_y\%$: 연료(i) 1몰에 포함된 가스성분(y)별 함량(%)

mw_y : 연료(i)의 가스성분(y)의 분자량((kg / k-mol))

V : 표준상태하에서의 연료(i) 1 k-mol이 갖는 부피(= 22.4 m^3)

N_y : 연료(i)의 가스성분(y)의 탄소 원자수(개)

f_i : 연료(i)의 산화계수(=0.995)

$d_{y,\ total}$: $d_{y,total} = \sum_y \left\{ mol_y\% \times \left(\frac{mw_y}{V} \right) \right\}$

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.

Tier 3

산화계수가 고유 배출계수 개발식에 포함되므로 별도로 적용하지 아니한다.

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 발생되는 온실가스 배출을 말한다. 동 활동에서는 CO_2와 CH_4, N_2O가 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

기체연료 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

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_2O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정방법론

① *Tier 1~3*

$$E_{i,j} = Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times f_i \times F_{eq,j} \times 10^{-9}$$

$E_{i,j}$: 연료(i) 연소에 따른 온실가스(j)별 배출량(CO_2-e ton)

Q_i : 연료(i)의 사용량(측정값, L-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ / L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료(i)의 온실가스(j) 배출계수(kg-GHG / TJ-연료)

f_i : 연료(i)의 산화계수

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)별 CO_2 등가계수(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

② *Tier 4*

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료 (연료사용량, Q_i)

Tier 1

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

Tier 2

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±5.0% 이내의 연료사용량 자료를 활용한다.

Tier 3

사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±2.5% 이내의 연료사용량 자료를 활용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 열량계수 (순 발열량, EC_i)

Tier 1

별표 18에 따른 IPCC 가이드라인 기본 발열량 값을 사용한다.

Tier 2

별표 19에 따른 국가 고유 발열량 값을 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 발열량 값을 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

③ 배출계수(EF_i)

Tier 1

별표 17에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 고유 배출계수를 사용한다.

배출계수는 다음 식에 따라 개발하여 사용한다.

$$EF_{i,CO2} = \frac{C_i}{100} \times \frac{D_i}{EC_i} \times \frac{44}{12}$$

$EF_{i,CO2}$: 연료(i)의 CO_2 배출계수($kg-CO_2$ / GJ-연료)

C_i : 연료(i)의 탄소 함량(퍼센트, %)

D_i : 연료(i)의 밀도(kg-연료 / kl-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, GJ / kl-연료)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

④ 산화계수(f_i)

Tier 1

산화계수(f_i)는 기본값으로 1.0을 적용한다.

Tier 2

산화계수(f_i)는 0.99를 적용한다.

Tier 3

산화계수(f_i)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 CO_2 70%, H_2O 30% 이하, 기타 대기오염물질 1% 미만으로 구성되어 있다. 최신 기술이 적용된 항공기에서는 CH_4와 N_2O는 거의 배출되지 않는다.

온실가스 배출량은 항공기의 운항 횟수, 운전 조건, 엔진 효율, 비행거리, 비행단계별 운항시간, 연료 종류 및 배출 고도 등에 따라 달라진다. 항공기 운항은 이착륙단계(LTO, Landing/Take-off)와 순항단계(Cruise)로 구분되고, 항공기에서 배출되는 오염물질의 약 10%는 공항 내에서의 운행과 이착륙 중에 발생하고, 90%가량이 높은 고도에서 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

항공 부문의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다. 다만 여기에서 국제선 운항(국제벙커링)에 따른 온실가스 배출량 등은 산정·보고에서 제외한다.

① 민간 항공기

② 기타 항공기

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
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 활동자료로하고 연료사용량은 국내 항공과 국제 항공으로 구분한다. 배출계수는 기본값을 적용한다.

$$E_{i,j} = \sum (Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times f_i \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

$E_{i,j}$: 연료 (i) 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO_2-e ton)

Q_i : 연료 (i)의 사용량(측정값, L-연료)

EC_i : 연료 (i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ / L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료 (i)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수(kg-GHG / TJ-연료)

f_i : 연료 (i)의 산화계수 (= 1.0을 적용한다)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

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.

$$E_{i,j} = \sum((E_{i,j,LTO} + E_{i,j,cruise}) \times F_{eq,j})$$

$$E_{i,j,cruise} = \sum((Q_i - Q_{i,LTO}) \times EC_i \times EF_j) \times 10^{-9}$$

$E_{i,j}$: 연료 (i) 사용에 따른 온실가스 (j) 배출량(CO_2-e ton)

$E_{i,j,LTO}$: 연료 (i) 사용에 따른 온실가스 (j)의 LTO 배출량(ton)

(= LTO 횟수 × LTO 배출계수)

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

Q_i : 연료 (i)의 사용량(측정값, L-연료)

$Q_{i,LTO}$: 연료 (i)의 LTO 사용량(L-연료)

(= LTO 횟수×(연료소비량/LTO), L-연료)

EC_i : 연료 (i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ / L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료 (i)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수(kg-GHG / TJ-연료)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

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_2O
항공휘발유(Aviation Gasoline)	69,300	-	-
항공유(Jet Kerosene)	71,500	-	-
모든 연료	-	0.5	2

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

기종별 이착륙(LTO) 당 배출계수는 아래 <표-3>의 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 아래 <표-2>의 기본 배출계수를 사용한다.

<표-2> 항공 순항모드 배출계수(국내선 운항)

구 분	배출계수 (kg/t fuel)						
	CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	NMVOC	SO_2
순항모드 (Cruise)	3,150	0	0.1	11	7	0.7	1.0

<표-3> 항공 기종별 이착륙(LTO) 당 배출계수

항공기		LTO 배출계수(kg/LTO)			LTO 연료소비 (kg/LTO)
		CO_2	CH_4	N_2O	
대형 상업 항공기	A300	5450	0.12	0.2	1720
	A310	4760	0.63	0.2	1510
	A319	2310	0.06	0.1	730
	A320	2440	0.06	0.1	770
	A321	3020	0.14	0.1	960
	A330-200/300	7050	0.13	0.2	2230
	A340-200	5890	0.42	0.2	1860
	A340-300	6380	0.39	0.2	2020
	A340-500/600	10600	0.01	0.3	3370
	707	5890	9.75	0.2	1860
	717	2140	0.01	0.1	680
	727-100	3970	0.69	0.1	1260
	727-200	4610	0.81	0.1	460
	737-100/200	2740	0.45	0.1	870
	737- 300/400/500	2480	0.08	0.1	780
	737-600	2280	0.10	0.1	720
	737-700	2460	0.09	0.1	780
	737-800/900	2780	0.07	0.1	880
	747-100	10401	4.84	0.3	3210
	747-200	11370	1.82	0.1	3600
	747-300	11080	0.27	0.1	3510
	747-400	10240	0.22	0.3	3240
	757-200	4320	0.02	0.1	1370
	757-300	4630	0.01	0.1	1460
	767-200	4620	0.33	0.1	1460
	767-300	5610	0.12	0.2	1780
	767-400	5520	0.10	0.2	1750
	777-200/300	8100	0.07	0.3	2560
	DC-10	7290	0.24	0.2	2310

<표-3> 항공 기종별 이착륙(LTO) 당 배출계수(계속)

항공기		LTO 배출계수(kg/LTO)			LTO 연료소비 (kg/LTO)
		CO_2	CH_4	N_2O	
대형 상업 항공기	DC8-50/60/70	5360	0.15	0.2	1700
	DC-9	2650	0.46	0.1	840
	L-1011	7300	7.40	0.2	2310
	MD-11	7290	0.24	0.2	2310
	MD-80	3180	0.19	0.1	1010
	MD-90	2760	0.01	0.1	870
	TU-134	2930	1.80	0.1	930
	TU-154-M	5960	1.32	0.2	4890
	TU-154-B	7030	11.90	0.2	2230
단거리 제트기	RJ-RJ85	1910	0.13	0.1	600
	BAE 146	1800	0.14	0.1	570
	CRJ-100ER	1060	0.06	0.03	330
	ERJ-145	990	0.06	0.03	310
	Fokker 100/70/28	2390	0.14	0.1	760
	BAC111	2520	0.15	0.1	800
	Dornier 328 Jet	870	0.06	0.03	280
	Gulfstream IV	2160	0.14	0.1	680
	Gulfstream V	1890	0.03	0.1	600
	YAK-42M	2880	0.25	0.1	910
제트기	Cessna 525/560	1070	0.33	0.03	340
터보 프로펠러기	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

5. 이동연소 (도로)

IPCC 카테고리
1A3b

1. 배출활동 개요

도로차량의 연료 사용으로부터 발생하는 모든 연소 배출을 포함한다. 자동차는 내연기관에서의 화석연료 연소에 의해 CO_2, CH_4, N_2O 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 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 승용 자동차

② 승합 자동차

③ 화물 자동차

④ 특수 자동차

⑤ 이륜 자동차

⑥ 비도로 및 기타 자동차

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
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 적용하여 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{i,j} = \sum (Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

$E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO_2-e ton)

Q_i : 연료 종류 (i)의 연료소비량(L)

EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량(MJ /L -연료)

$EF_{i,j}$: 연료 종류 (i)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수(kg/TJ)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

i : 연료 종류

② *Tier 2*

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

$$E_{i,j} = \sum (Q_{ikl} \times EC_i \times EF_{ikl} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

$E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO_2-e ton)

$Q_{i,k,l}$: 연료 종류 (i), 차량종류 (k), 제어기술 종류 (l)의 연료소비량(L)

EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량(MJ /L-연료)

$EF_{i,k,l}$: 연료 종류 (i), 차종 (k), 제어기술 (l)의 배출계수(kg/TJ)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

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 CH_4, N_2O에 대해서 유효하다.

$$E_{CH4/N2O} = \sum_{i,j,k,l,m} (Distance_{i,k,l,m} \times EF_{i,j,k,l,m} \times F_{eq,j} \times 10^{-6})$$

$E_{CH4/N2O}$: CH_4 또는 N_2O 배출량 (CO_2-e ton)

$Distance_{i,j,k,l,m}$: 주행거리(km)

$EF_{i,j,k,l,m}$: 배출계수(g/km)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

i : 연료 종류(예, 휘발유, 경유, LPG 등)

j : 온실가스 종류(CH_4, N_2O)

k : 차량 종류

l : 배출제어기술(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_2O
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

제46조제2항에 따른 연료별, 온실가스별 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

아래 <표-5> 및 <표-6>에 제시된 국내 차종별 CH_4, N_2O의 배출계수를 사용한다.

<표-5>자동차의 CH_4 배출계수 산출식

차 종		연 료	연식구분	배출계수 산출식
승 용		휘발유	2000년 이전	$y = 0.3561x^{-0.7619}$
			2000~02.6년	$y = 0.2625x^{-0.817}$
			2002.7~05년	$y = 0.0859x^{-0.7655}$
			2006~2008년	$y = 0.0351x^{-0.7754}$
		LPG	2002.6년 이전	$y = 0.2324x^{-0.704}$
			2002.7~05년	$y = 0.1282x^{-0.7798}$
			2006~2008년	$y = 0.0913x^{-0.956}$
		경유	2006~2008년	$y = 0.052x^{-0.8767}$
택 시		LPG	2002.6년 이전	$y = 0.6813x^{-0.8049}$
			2002.7~05년	$y = 0.3267x^{-0.7956}$
승 합	경형	LPG	2006~2008년	$y = 0.0305x^{-0.5298}$
	소형	경유	2000~02.6년	$y = 0.0650x^{-0.8969}$
			2002.7~05년	$y = 0.1004x^{-1.0693}$
			2006~2008년	$y = 0.0248x^{-0.6378}$
		LPG	2000~02.6년	$y = 0.6372x^{-0.8366}$
			2002.7~05년	$y = 0.1794x^{-0.9135}$
	중형	경유	2002.7~05년	$y = 14.669x^{-1.9562}$
	전세 버스	경유	2000년 이전	$y = 0.173x^{-0.734}$
			2000~02.6년	$y = 2.9097x^{-1.3937}$
			2002.7~05년	$y = 1.34x^{-1.748}$
	시내 버스	경유	2002.7 이전	$y = 0.173x^{-0.734}$
			2002.7~05년	$y = 0.1744x^{-1.0596}$
		CNG	~2005년	$y = 46.139x^{-0.6851}$
			2006~2008년	$y = 117.64x^{-1.0596}$
화 물	소형	경유	2000~02.6년	$y = 0.0185x^{-0.3837}$
			2002.7~05년	$y = 0.0328x^{-0.5697}$
	중형	경유	-	$y = 0.4064x^{-0.6487}$
	대형	경유	-	$y = 0.402x^{-0.6197}$

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

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

* 출처 : 국립환경과학원

<표-6> 자동차의 N_2O 배출계수 산출식

차종		연료	연식구분	배출계수 산출식
승 용		휘발유	2000년 이전	$y = 0.6459x^{-0.741}$
			2000~02.6년	$y = 0.9191x^{-0.9485}$
			2002.7~05년	$y = 0.1262x^{-0.8382}$
			2006~2008년	$y = 0.0307x^{-0.8718}$
		LPG	2002.6년 이전	$y = 2.0024x^{-1.2053}$
			2002.7~05년	$y = 0.191x^{-0.9666}$
			2006~2008년	$y = 0.1162x^{-1.1582}$
		경유	2006~2008년	$y = 0.1479x^{-0.9224}$
택 시		LPG	2002.6년 이전	$y = 0.4397x^{-0.7735}$
			2002.7~05년	$y = 0.6240x^{-1.0010}$
승 합	경형	LPG	2006~2008년	$y = 0.12x^{-1.1688}$
	소형	경유	2000~02.6년	$y = 0.0991x^{-0.672}$
			2002.7~05년	$y = 0.1088x^{-0.8582}$
			2006~2008년	$y = 0.2225x^{-1.0293}$
		LPG	2000~02.6년	$y = 0.4366x^{-0.9723}$
			2002.7~05년	$y = 0.2808x^{-1.2565}$
	중형	경유	2002.7~05년	$y = 0.2742x^{-0.5359}$
	전세 버스	경유	2000~02.6년	$y = 2.08x^{-0.8055}$
			2002.7~05년	$y = 1.2359x^{-0.785}$
	시내 버스	경유	2002.7~05년	$y = 0.5268x^{-0.4932}$
		CNG	~2005년	$y = 0.5438x^{-0.556}$
			2006~2008년	$y = 0.1248x^{-0.5754}$
화 물	소형	경유	2002.7~05년	$y = 0.0984x^{-0.7969}$
	중형	경유	-	$y = 0.0522x^{-0.5206}$
	대형	경유	-	$y = 2.0311x^{-0.8501}$

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

* 출처 : 국립환경과학원

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 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 고속차량

② 전기기관차

③ 전기동차

④ 디젤기관차

⑤ 디젤동차

⑥ 특수차량

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
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.

$$E_{i,j} = \sum (Q_i \times EC_i \times EF_{ij} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

$E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO_2-e ton)

Q_i : 연료 종류 (i)의 연료소비량(L)

EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량(MJ /L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료 종류 (i)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수(kg/TJ)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

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.

$$E_{i,j} = \sum (Q_{i,k,l} \times EC_i \times EF_{i,j,k,l} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

$E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO_2-e ton)

$Q_{i,k,l}$: 연료 종류 (i), 기관차 종류 (k), 엔진 종류 (l)의 연료소비량(L)

EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량(MJ /L-연료)

$EF_{i,j,k,l}$: 연료 종류 (i), 기관차 종류 (k), 엔진 종류 (l)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수(kg/TJ)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

i : 연료 종류

k : 기관차 종류

l : 엔진 종류

③ *Tier 3*

CH_4와 N_2O 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.

$$E_{k,j} = \sum (N_k \times H_k \times P_k \times LF_k \times EF_k \times F_{eq,j} \times 10^{-6})$$

$E_{k,j}$: CH_4 또는 N_2O 배출량(CO_2-e ton)

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)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료

Tier 1

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

Tier 2

연료 종류, 기관차 종류, 엔진 종류별 연료 사용량을 활동자료로 하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±5.0% 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

기관차 종류별 연간 사용시간, 정격출력, 부하율 등을 활동자료로 하고 측정불확도 ±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_2O
디 젤	74,000	4.15	28.6
아역청탄	96,100	2	1.5

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

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 CO_2, CH_4, N_2O 등 온실가스와 기타 대기오염물질이 배출된다.

2. 보고 대상 배출시설

선박 부문의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다. 국제 수상 운송(국제 벙커링)에 의한 온실가스 배출량은 산정·보고에서 제외한다.

① 수상항해 선박

② 어선

③ 기타 선박

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1, 2	Tier 1, 2	Tier 1, 2

4. 배출량 산정방법론

① *Tier 1*

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

$$E_{i,j} = \sum (Q_{ik} \times EC_i \times EF_{ij} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

$E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO_2-e ton)

Q_i : 연료 종류 (i)의 연료 소비량(L)

EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량(MJ /L-연료)

$EF_{i,j}$: 연료 종류 (i)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수(kg/TJ)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

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.

$$E_{i,j} = \sum (Q_{i,k,l} \times EC_i \times EF_{i,j,k,l} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

$E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO_2-e ton)

$Q_{i,k,l}$: 연료 종류 (i), 선박종류 (k), 엔진종류 (l)의 연료소비량(L)

EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량(MJ /L-연료)

$EF_{i,k,l}$: 연료 종류 (i), 선박종류 (k), 엔진 종류 (l)에 대한 온실가스

(j)의 배출계수(kg/TJ)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수

(CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310)

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 ±7.5% 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 2

선박 운항에 따른 연료 종류, 선박 종류, 선박에 탑재된 엔진 종류별 연료 사용량을 활동자료로 사용하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±5.0% 이내의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

선박 운항에 따른 연료 종류, 선박 종류, 선박에 탑재된 엔진 종류별

연료 사용량을 활동자료로 사용하고 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±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
중질유		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_2O(kg/TJ)**
선 박	7	2

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제46조제2항에 따라 연료 종류, 선박 종류, 엔진 종류별로 특성화된 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제47조 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.

$$CaCO_3 + Heat \rightarrow CaO + CO_2$$

시멘트 공정에서의 CO_2 배출특성은 소성시설(kiln)의 생석회 생성량과 연료사용량 및 폐기물 소각량에 의하여 영향을 받으며 그 밖에 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 폐타이어 등 폐연료의 경우는 배출량 산정시 포함되어야 한다.

참고로, 소성로에서 발생되는 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 필요없으나 소성되지 못한 CKD를 고려하지 않을 경우 배출량이 과다 산정될 것이다.

시멘트는 수입된 클링커로부터 전적으로 생산(분쇄)될 수 있으며 이 경우 시멘트 생산공정(소성공정)에서의 CO_2 배출은 0이다. 벽돌용 시멘트(masonry cement) 생산과 관련하여서는, 벽돌용 시멘트를 생산하기 위하여 분쇄한 석회석을 포틀랜드 시멘트 혹은 클링커에 추가하여 생산

되는 경우 석회에 관련된 배출은 석회 생산에서 이미 고려되었으므로 추가적인 CO_2 배출은 없는 것으로 간주한다.

2. 보고 대상 배출시설

시멘트 생산의 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 소성시설(kiln)

3. 보고대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
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 CO_2 배출량(tCO_2)

EF_i : 클링커(i) 생산량 당 CO_2 배출계수 (tCO_2/t-clinker)

EF_{toc} : 투입원료(탄산염, 제강슬래그 등) 중 탄산염 성분이 아닌 기타 탄소성분에 기인하는 CO_2 배출계수

(기본값으로 0.010tCO2/t-clinker를 적용한다)

Q_i : 클링커(i) 생산량(ton)

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

F_{CKD} : 킬른에서 유실된 시멘트 킬른먼지(CKD)의 하소율(%)

② *Tier 3*

Tier 3 산정방법론은 활동자료의 수집 및 시료의 분석 방법 등에 따라 Tier 3A(클링커 생산량 기반 산정방법)과 Tier 3B(투입원료량 기반 산정방법)으로 구분한다.

㉠ *Tier 3A*

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

E_i : 클링커(i) 생산에 따른 CO_2 배출량(tCO_2)

Q_i : 클링커(i) 생산량(ton)

EF_i : 클링커(i) 생산량 당 CO_2 배출계수 (tCO_2/t-clinker)

Q_{CKD} : 시멘트 킬른먼지(CKD) 생산량(ton)

EF_{CKD} : 시멘트 킬른먼지(CKD) 배출계수(tCO_2/t-CKD)

Q_{toc} : 원료 투입량(ton)

EF_{toc} : 투입원료(탄산염, 제강슬래그 등) 중 탄산염 성분이 아닌 기타 탄소성분에 기인하는 CO_2 배출계수

(기본값으로 0.0073tCO_2/t-원료를 적용한다)

㉡ *Tier 3B*

$E_i = (Q_i \times EF_i \times F_i) - (Q_{CKD} \times EF_{CKD} \times (1 - F_{CKD})) + (Q_{toc} \times EF_{toc})$

E_i : 킬른에서 탄산염 원료(i)의 소성으로 인한 CO_2 배출량 (tCO_2)

Q_i : 킬른에 투입된 순수 탄산염(i)의 소비량(ton)

EF_i : 순수 탄산염 원료(i)의 소성에 따른 CO_2 배출계수(tCO_2/t-탄산염)

F_i : 킬른에서 순수 탄산염(i)의 하소율(%)

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

EF_{CKD} : 킬른에서 유실된 시멘트 킬른먼지(CKD)의 기본배출계수

F_{CKD} : 킬른에서 유실된 시멘트 킬른먼지(CKD)의 하소율(%)

Q_{toc} : 원료 투입량(ton)

EF_{toc} : 투입원료(탄산염, 제강슬래그 등) 중 탄산염 성분이 아닌 기타 탄소성분에 기인하는 CO_2 배출계수

(기본값으로 0.0073tCO_2/t-원료를 적용한다)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

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

Tier 2

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

Tier 3A

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

Tier 3B

측정불확도 ±2.5% 이내의 순수 탄산염(i) 원료 사용량 등 활동자료를 사용한다. 이 경우 제47조에 따라 원료 및 부원료에 대한 성분분석을 실시하여 순수 탄산염(i)에 대한 활동자료를 결정한다. 원료 물질 내 탄산염 성분이 아닌 탄소의 함량은 산업계 최적관행(best practice)에 따라 분석할 수 있다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

클링커 생산량 당 배출계수(EF_i)는 IPCC 가이드라인의 기본 배출계수를 사용한다. 시멘트킬른먼지(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

제46조제2항에 따른 클링커 생산량 당 국가 고유 배출계수를 적용한다. 다만, 동 자료가 없을 경우에는 사업자가 제47조 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 CaO 함량 (%)

F_{MgO} : 생산된 클링커(i) 중 MgO 함량 (%)

여기에서, 별표14의 「고정연소(고체연료)」 중 폐기물연료 연소에 따른 배출량을 산정할 때 시멘트 업종단위로 활용 중에 있는 아래 표의 Tier 2 수준 CSI 기본 배출계수를 활용할 수 있다. 다만 센터에서 해당하는 폐기물 연료의 국가 고유 배출계수를 개발하여 공표할 경우 이 값을 우선 적용하여야 한다.

<표-9> 순수 탄산염 성분에 따른 CO_2 배출계수

폐기물연료	값 (kgCO2/GJ)	폐기물연료	값 (kgCO2/GJ)
폐유(Waste oil)	74	폐용제(waste solvent)	74
폐타이어(Tyres)	85	톱밥(impregnated saw dust)	75
폐플라스틱(Plastics)	75	혼합된 산업폐기물 (mixed industrial waste)	83
기타화석연료 기원 폐기물	80		

* 출처 : WBCSD Cement Sustainability Initiative

Tier 3A

사업자가 제47조 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.

㉠ 클링커 배출계수(EF_i)

$$EF_i = (Cli_{CaO} - Cli_{nCaO}) \times 0.785 + (Cli_{MgO} - Cli_{nMgO}) \times 1.092$$

EF_i : 클링커(i) 생산량 당 배출계수($tCO_2/t-clinker$)

Cli_{CaO} : 생산된 클링커(i)에 함유된 CaO 함량 (wt%)

Cli_{nCaO} : 생산된 클링커(i)에 함유된 소성되지 않은 CaO 함량 (wt%)

(소성되지 않은 CaO는 $CaCO_3$ 형태로 클링커에 남아있는 CaO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 클링커에 있는 CaO를 의미한다)

Cli_{MgO} : 생산된 클링커(i)에 함유된 MgO 함량 (wt%)

$Clin_{MgO}$: 생산된 클링커(i)에 함유된 소성되지 않은 MgO 함량 (wt%)

(소성되지 않은 MgO는 $MgCO_3$ 형태로 클링커에 남아있는 MgO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 클링커에 있는 MgO를 의미한다)

㉡ 시멘트 킬른먼지 배출계수(EF_{CKD})

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

EF_{CKD} : 시멘트 킬른먼지(CKD) 배출계수($tCO_2/t-CKD$)

CKD_{CaO} : 킬른에 재활용되지 않는 CKD의 CaO 함량(wt%)

CKD_{nCaO} : 킬른에 재활용되지 않는 CKD의 소성되지 않은 CaO 함량(wt%)

(소성되지 않은 CaO는 $CaCO_3$ 형태로 CKD에 남아있는 CaO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 CKD에 있는 CaO를 의미한다)

CKD_{MgO} : 킬른에 재활용되지 않는 CKD의 MgO 함량(wt%)

CKD_{nMgO} : 킬른에 재활용되지 않는 CKD의 소성되지 않은 MgO 함량(wt%)

(소성되지 않은 MgO는 $MgCO_3$ 형태로 CKD에 남아있는 MgO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 CKD에 있는 MgO를 의미한다)

Tier 3B

사업자가 제47조 규정에 따라 원료 및 부원료의 성분을 분석하여 아래 식에 따라 순수 탄산염(i) 성분에 대한 CO_2 배출계수를 개발하여 사용한다.

순수탄산염(i)의 분자식이 $X_y(CO_3)_2$으로 구성될 경우, 배출계수는 화학양론에 따라 다음과 같이 결정한다.

㉠ 순수탄산염의 배출계수(EF_i)

$$EF_i = Mw_{CO_2} \div (Y \times Mw_X + Z \times Mw_{CO3^{-2}})$$

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

Mw_{CO2} : CO_2의 분자량 (44g/mol)

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

$Mw_{CO3^{-2}}$: CO_3^{-2}의 분자량 (60g/mol)

Y : X의 화학양론계수(알카리토금속류 "1", 알카리금속류 "2")

Z : CO_3^{-2}의 화학양론계수

<표-9> 순수 탄산염 성분에 따른 CO_2 배출계수

탄산염(i)	광물 이름	배출계수 (tCO_2/t탄산염)
$CaCO_3$	석회석	0.4397 ($tCO_2/tCaCO_3$)
$MgCO_3$	마그네사이트	0.5220 ($tCO_2/tMgCO_3$)
$CaMg·(CO_3)_2$	백운석	0.4773 ($tCO_2/tCaMg·(CO_3)_2$)
C	탄소	3.6640 (tCO_2/tC)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

㉡ 시멘트 킬른먼지 배출계수(EF_{CKD})

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

EF_{CKD} : 시멘트 킬른먼지(CKD) 배출계수($tCO_2/t-$CKD)

CKD_{CaO} : 킬른에 재활용되지 않는 CKD의 CaO 함량(wt%)

CKD_{nCaO} : 킬른에 재활용되지 않는 CKD의 소성되지 않은 CaO 함량(wt%)

(소성되지 않은 CaO는 $CaCO_3$ 형태로 CKD에 남아있는 CaO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 CKD에 있는 CaO를 의미한다)

CKD_{MgO} : 킬른에 재활용되지 않는 CKD의 MgO 함량(wt%)

CKD_{nMgO} : 킬른에 재활용되지 않는 CKD의 소성되지 않은 MgO 함량(wt%)

(소성되지 않은 MgO는 $MgCO_3$ 형태로 CKD에 남아있는 MgO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 CKD에 있는 MgO를 의미한다)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

9. 석회 생산

IPCC 카테고리
2A2

1. 배출활동 개요

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

$$CaCO_3 + heat \rightarrow CO_2 + CaO$$ 혹은

$$CaCO_3 \cdot MgCO_3 + heat \rightarrow 2CO_2 + CaO \cdot MgO$$

연수를 위한 소석회의 사용은 CO_2와 석회의 반응으로 탄산칼슘($CaCO_3$)를 재생성하여 대기중으로의 CO_2 순배출을 발생하지 않는다. 또한 석회의 생산 동안 석회 킬른 먼지(Lime kiln dust, LKD)가 생성될 것이다 이는 배출량 산정시 고려되어야 한다.

2. 보고 대상 배출시설

석회 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 소성시설(kiln)

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1~2*

$$E_i = Q_i \times EF_i$$

E_i : 석회(i) 생산으로 인한 CO_2 배출량 (tCO_2)

Q_i : 석회(i) 생산량(ton)

EF_i : 석회(i) 생산량 당 CO_2 배출계수(tCO_2/t-석회생산량)

② *Tier 3*

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

E_i : 석회 생산에서 탄산염(i)으로 인한 CO_2 배출량 (tCO_2)

Q_i : 소성시설에 투입된 순수 탄산염(i) 사용량(ton)

EF_i : 순수탄산염(i)의 하소에 따른 CO_2 배출계수(tCO_2/t-순수탄산염)

F_i : 석회 소성시설에 투입된 탄산염(i)의 하소율(%)

Q_{LKD} : 석회생산시 유실된 석회킬른먼지(LKD)의 양(ton)

EF_{LKD} : 석회생산시 유실된 석회킬른먼지(LKD)에 따른 CO_2 배출계수 (기본값으로 '0.440tCO_2/t-LKD'을 사용한다)

F_{LKD} : 석회킬른먼지(LKD)의 하소율(%)

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 순수 탄산염사용량(Q_i) 및 유실된 석회킬른 먼지(Q_{LKD}) 등 활동자료를 사용한다. 이 경우 제47조에 따라 원료 및 부원료에 대한 성분분석을 실시하여 순수 탄산염(i)에 대한 활동자료를 결정한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수 (EF_i)

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본계수(석회생산량 당 CO_2 배출량)를 사용한다

구 분	tCO_2/t－생석회
석회 생산량 당 CO_2 배출계수	0.750

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

다만 값이 없는 경우에는 사업자가 제47조에 따라 석회석의 성분을 분석하여 다음 식에 따른 고유 배출계수(EF_i)를 활용한다.

$$EF_i = F_i \times \frac{Mw_{CO2}}{Mw_{CaO}}$$

F_i : 석회의 순도분율(%)

Mw_{CO2} : CO_2의 분자량 (=44.01)

Mw_{CaO} : CaO의 분자량 (=56.08)

Tier 3

사업자가 제47조 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.

㉠ 순수탄산염(i)의 배출계수(EF_i)

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

* 가정 : 탄산염(i)의 분자식 = $X_y(CO_3)_z$

EF_i : 원료로 투입된 탄산염(i)의 CO_2 배출계수($tCO_2/t-$탄산염원료) (표-10 참조)

Mw_{CO2} : CO_2의 분자량 (44g/mol)

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

Mw_{CO3}^{-2} : CO_3^{-2}의 분자량 (60g/mol)

Y : X의 화학양론계수(알카리토금속류 "1", 알카리금속류 "2")

Z : CO_3^{-2}의 화학양론계수(1)

<표-10> 순수 탄산염 성분에 따른 CO_2 배출계수

탄산염(i)	광물 이름	배출계수 (tCO_2/t탄산염)
$CaCO_3$	석회석	0.4397 ($tCO_2/tCaCO_3$)
$MgCO_3$	마그네사이트	0.5220 ($tCO_2/tMgCO_3$)
$CaMg\cdot(CO_3)_2$	백운석	0.4773 ($tCO_2/tCaMg\cdot(CO_3)_2$)
C	탄소	3.6640 (tCO_2/tC)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

㉡ 석회생산시 유실된 석회킬른먼지의 배출계수(EF_{LKD})

$$EF_{LKD} = (LKD_{CaO} - LKD_{nCaO}) \times 0.785 + (LKD_{MgO} - LKD_{nMgO}) \times 1.092$$

EF_{LKD} : 석회생산시 유실된 석회킬른먼지(CKD)의 배출계수($tCO_2/t-$LKD)

LKD_{CaO} : 킬른에 재활용되지 않는 LKD의 CaO 함량(wt%)

LKD_{nCaO} : 킬른에 재활용되지 않는 LKD의 소성되지 않은 CaO 함량(wt%)

(소성되지 않은 CaO는 $CaCO_3$ 형태로 LKD에 남아있는 CaO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 LKD에 있는 CaO를 의미한다)

LKD_{MgO} : 킬른에 재활용되지 않는 LKD의 MgO 함량(wt%)

LKD_{nMgO} : 킬른에 재활용되지 않는 LKD의 소성되지 않은 MgO 함량(wt%)

(소성되지 않은 MgO는 $MgCO_3$ 형태로 LKD에 남아있는 MgO 및 비탄산염 종류로 킬른에 들어가서 LKD에 있는 MgO를 의미한다)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

10. 탄산염의 기타 공정사용

IPCC 카테고리
2A4

1. 배출활동 개요

탄산염은 시멘트 제조, 석회 제조 및 유리 제조 등 뿐만 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 및 유리생산과 같이 탄산염을 사용하는 공정 중 설명되지 않은 활동에서의 온실가스 배출량을 산정한다.(석회질 비료의 소비와 같이 농업활동에서의 탄산염 소비 등 보고 항목이 아닌 활동은 제외한다.)

2. 보고 대상 배출시설

탄산염의 기타 공정 사용의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① **소성시설** ('도자기·요업제품 제조시설' 중 소성시설을 말한다)

② **용융·용해시설** ('유리 및 유리제품 제조시설'의 용융·용해시설, '도자기·요업제품 제조시설' 중 용융·용해시설을 말한다)

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

④ **배연탈황시설**

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
1 석회석 및 백운석 사용 등	Tier 1, 2, 3, 4	-	-
2 유리 생산	Tier 1, 2, 3, 4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

1 석회석 및 백운석의 사용 등

① *Tier 1*

$$E_i = Q_i \times (0.85 \times EF_{ls} + 0.15 \times EF_d)$$

E_i : 탄산염(i)의 기타 공정 사용에 따른 CO_2 배출량(tCO_2)

Q_i : 해당 공정에서의 소비된 탄산염(i)의 질량(ton)

EF_{ls} : 소성과정에서 석회석(ls)의 CO_2 배출계수(tCO_2/t-석회석)

EF_d : 소성과정에서 백운석(d)의 CO_2 배출계수(tCO_2/t-백운석)

② *Tier 2*

$$E_i = (M_{ls} \times EF_{ls}) + (M_d \times EF_d)$$

E_i : 탄산염(i)의 기타 공정 사용에 따른 CO_2 배출량(tCO_2)

M_{ls} : 해당 공정에서의 소비된 석회석(ls)의 질량(ton)

M_d : 해당 공정에서의 소비된 백운석(d)의 질량(ton)

EF_{ls} : 소성과정에서 석회석(ls)의 CO_2 배출계수(tCO_2/t-석회석)

EF_d : 소성과정에서 백운석(d)의 CO_2 배출계수(tCO_2/t-백운석)

③ *Tier 3*

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

E_i : 탄산염(i)의 소비에 따른 CO_2 배출량(tCO_2)

Q_i : 소비된 탄산염(i)의 질량(ton)

EF_i : 탄산염(i) 사용량 당 CO_2 배출계수(tCO_2/t-탄산염)

F_i : 탄산염(i)의 기타 공정사용에서 소성비율(%)

2 유리 생산

① *Tier 1, 2*

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

E_i : 유리생산으로 인한 CO_2 배출량(tCO_2)

M_{gi} : 유리(i)의 생산량(ton) (예, 용기, 섬유유리 등)

EF_i : 유리(i)의 생산에 따른 CO_2 배출계수(tCO_2/t-유리생산량)

CR_i : 유리(i)의 유리 제조 공정에서의 컬릿 비율 (%)

② *Tier 3*

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

E_i : 유리생산으로 인한 CO_2 배출량(tCO_2)

M_i : 유리제조공정에 사용된 탄산염(i) 사용량(ton)

EF_i : 탄산염(i)에 대한 CO_2 배출계수(tCO_2/t-탄산염)

F_i: 탄산염(i)의 소성비율(%)

5. 매개변수별 관리기준

1 석회석 및 백운석의 사용

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 탄산염(i) 사용량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 탄산염(i) 성분이 포함된 원료사용량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 탄산염(i) 사용량 자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본계수(탄산염 사용량 당 CO_2 배출계수)를 사용한다.

탄산염(i)	광물 이름	배출계수 (tCO_2/t탄산염)
$CaCO_3$	석회석	0.4397 ($tCO_2/tCaCO_3$)
$CaMg{\cdot}(CO_3)_2$	백운석	0.4773 ($tCO_2/tCaMg{\cdot}(CO_3)_2$)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수(탄산염 사용량 당 CO_2 배출계수)를 사용한다.

Tier 3

사업자가 제47조 규정에 따라 원료 성분을 측정·분석하여 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-탄산염원료)

Mw_{CO_2} : CO_2의 분자량 (44g/mol)

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

$Mw_{CO_3^{-2}}$: CO_3^{-2}의 분자량 (60g/mol)

Y : X의 화학양론계수(알카리토금속류 "1", 알카리금속류 "2")

Z : CO_3^{-2}의 화학양론계수(1)

<표-11> 순수 탄산염 성분에 따른 CO_2 기본 배출계수

탄산염(i)	광물 이름	배출계수 (tCO_2/t탄산염)
$CaCO_3$	석회석	0.4397 ($tCO_2/tCaCO_3$)
$MgCO_3$	마그네사이트	0.5220 ($tCO_2/tMgCO_3$)
$CaMg{\cdot}(CO_3)_2$	백운석	0.4773 ($tCO_2/tCaMg{\cdot}(CO_3)_2$)
$FeCO_3$	능철광	0.3799 ($tCO_2/tFeCO_3$)
$Ca(Fe,Mg,Mn)(CO_3)_2$	철백운석	0.4082～0.4757 (tCO_2/t철백운석)
$MnCO_3$	망간광	0.3827 ($tCO_2/tMnCO_3$)
Na_2CO_3	소다회	0.4149 (tCO_2/tNa_2CO_3)
C	탄소	3.6640 (tCO_2/tC)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

** 위 표는 100% 소성을 가정한 CO2의 배출비율을 나타낸다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 유리 생산

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 유리종류(i)별 유리생산량 자료를 사용한다.

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

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 생산된 유리(i) 질량 등의 활동자료를 사용한다. 유리제조공정 중 컬릿비율(CR_i)은 측정값이 있을 경우 이를 적용하고, 값이 없으면 활용하지 않는다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 유리생산공정에 사용된 탄산염(i)의 양 등의 활동자료를 사용한다. 탄산염의 소성비율(F_i)은 측정값이 있을 경우 이를 적용하고 측정값이 없다면 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> 유리제품종류(i), 컬릿비율에 따른 CO_2 배출계수

유리제품종류(i)	CO_2 배출계수 (kg CO_2/kg 유리)	컬릿 비율(%)
Float	0.21	10 ~ 25
Container (Flint)	0.21	30 ~ 60
Container(Amber/Green)	0.21	30 ~ 80
Fiberglass (E-glass)	0.19	0 ~ 15
Fiberglass (Insulation)	0.25	10 ~ 50
Specialty (TV Panel)	0.18	20 ~ 75
Specialty (TV Funnel)	0.13	20 ~ 70
Specialty (Tableware)	0.10	20 ~ 60

Specialty (Lab/Pharma)	0.03	30 ~ 75
Specialty (Lighting)	0.20	40 ~ 70

Tier 2

제46조제2항에 따른 유리종류(i)별 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

사업자가 제47조 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 탄산염(i)의 CO_2 배출계수(tCO_2/t-탄산염원료)

Mw_{CO_2} : CO_2의 분자량 (44g/mol)

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

$Mw_{CO_3^{-2}}$: CO_3^{-2}의 분자량 (60g/mol)

Y : X의 화학양론계수(알카리토금속류 "1", 알카리금속류 "2")

Z : CO_3^{-2}의 화학양론계수(1)

<표-13> 순수 탄산염 성분에 따른 CO_2 기본 배출계수

탄산염(*i*)	광물 이름	배출계수 (tCO_2/t탄산염)
$CaCO_3$	석회석	0.4397 ($tCO_2/tCaCO_3$)
$MgCO_3$	마그네사이트	0.5220 ($tCO_2/tMgCO_3$)
$CaMg·(CO_3)_2$	백운석	0.4773 ($tCO_2/tCaMg·(CO_3)_2$)
$FeCO_3$	능철광	0.3799 ($tCO_2/tFeCO_3$)
$Ca(Fe,Mg,Mn)(CO_3)_2$	철백운석	0.4082~0.4757 (tCO_2/t철백운석)
$MnCO_3$	망간광	0.3827 ($tCO_2/tMnCO_3$)
Na_2CO_3	소다회	0.4149 (tCO_2/tNa_2CO_3)
C	탄소	3.6640 (tCO_2/tC)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

** 위 표는 100% 소성을 가정한 CO2의 배출비율을 나타낸다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

11. 석유정제활동

IPCC 카테고리 1A1b

1. 배출활동 개요

석유정제공정의 온실가스 배출은 원유 예열시설, 증류공정 등에 열을 공급하기 위한 고정연소배출과, 수소제조공정, 촉매재생공정 및 코크스 제조공정 등 공정배출원, 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 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 수소제조시설

② 촉매재생시설

③ 코크스 제조시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
1 수소제조공정	Tier 1, 2, 3, 4	-	-
2 촉매재생공정	Tier 1, 3, 4	-	-
3 코크스 제조공정	Tier 1	-	-

4. 배출량 산정 방법론

1 수소제조 공정

① *Tier 1*

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

$E_{i,CO2}$: 수소제조 공정에서의 CO_2 배출량(tCO_2)

FR_i : 경질나프타, 부탄, 부생연료 등 원료(i) 투입량(ton 또는 천 m^3)

EF_i : 원료(i)별 CO_2 배출계수

② *Tier 2*

$$E_{CO_2} = Q_{H2} \times \frac{x\,mole CO_2}{(3x+1)\,mole H_2} \times \frac{44}{22.4}$$

E_{CO2} : CO_2 배출량(tCO_2)

Q_{H2} : 수소생산량(천-m^3)

$\frac{x\,mole CO_2}{(3x+1)\,mole H_2}$: 반응식 「$C_xH_{(2x+2)}$ + 2x·H2O → (3x+1)H_2 + xCO_2」에 따른 수소 1몰 생산량 당 CO_2 발생 몰수

<예시 – 원료조성에 따른 CO_2 발생비 산정>

1ton의 원료 중 메탄이 85%, 에탄이 8%, 부탄이 3% 포함되어 있다고 가정할 경우, 아래 반응식에 따라 원료조성에 따른 CO_2 발생비율을 산정한다.

㉠ 메탄(CH_4) : $CH_4 + 2H_2O = 4H_2 + 1CO_2$

㉡ 에탄(C_2H_6) : $C_2H_6 + 4H_2O = 7H_2 + 2CO_2$

㉢ 부탄(C_4H_{10}) : $C_4H_{10} + 8H_2O = 13H_2 + 4CO_2$

성분	CO_2 몰수 ㉠	H_2 몰수 ㉡	함유비 (Mole 비) ㉢	Moles CO_2 (=㉠×㉢)	Moles H_2 (=㉡×㉢)
메탄(CH_4)	1	4	0.85	0.85	3.40
에탄(C_2H_6)	2	7	0.08	0.16	0.56
부탄(C_4H_{10})	4	13	0.03	0.12	0.39
				1.13	4.35

⇨ CO_2와 H_2의 비율이 각각 1.13, 4.35이므로 원료조성에 따른 CO_2발생비는 **0.26(=1.13/4.35)**임

③ *Tier 3*

$$E_{i,CO_2} = FR_i \times CF_i \times \frac{44}{12}$$

$E_{i,CO2}$: 수소제조 공정에서의 CO_2 배출량(tCO_2)

FR_i : 원료(i) 투입량(천-m^3)

CF_i : 투입원료(i)의 탄소함량비(ton-C/천 m^3), $CF_i = \sum_{j=1}^{n}(Wt_j \times WtC_j)$

Wt_j : 원료(i) 중 성분 (j)의 무게비, $Wt_j = Mole_j \times \frac{MW_j}{MW_{mean}}$

WtC_j : 원료(i) 중 성분 (j)의 탄소함량, $WtC_j = \frac{N_{jC} \times 12}{MW_j}$

$Mole_j$: 원료(i) 중 성분 (j)의 함유비(몰 비)

MW_j : 원료(i) 중 성분 (j)의 분자량

MW_{mean} : 투입 원료(i)의 평균 분자량

N_{iC} : 성분 (j)의 탄소 수

<예시 – 원료조성에 따른 탄소함유비 및 평균분자량 산정>

1m^3의 원료 중 메탄이 85%, 에탄이 8%, 부탄이 3% 포함되어 있다면, 아래

반응식을 이용하여 총 탄소 함유비 및 평균분자량을 산정할 수 있다.

㉠메탄(CH_4) : $CH_4 + 2H_2O = 4H_2 + 1CO_2$

㉡에탄(C_2H_6) : $C_2H_6 + 4H_2O = 7H_2 + 2CO_2$

㉢부탄(C_4H_{10}) : $C_4H_{10} + 8H_2O = 13H_2 + 4CO_2$

조성명칭	함유비 (*Mole 비*)	분자량 (*MW*)	무게비 (*Wt*)	탄소함량 (*WtC*)	탄소함량비 (*CF*)
메탄(CH_4)	0.85	16	0.77	0.75	0.578
에탄(C_2H_6)	0.08	30	0.13	0.80	0.104
부탄(C_4H_{10})	0.03	58	0.10	0.62	0.062
	1.00	17.74 (*MWmean*)	1.00		0.744

2 촉매재생공정

① *Tier 1*

점착된 Coke의 양을 파악할 수 없을 경우 Coke 제거를 위해 투입된 공기가 전량 연소하여 CO_2를 발생한다고 가정하여 다음과 같이 산정한다.

$$E_{CO_2} = AR \times CF \times \frac{44}{22.4}$$

E_{CO2} : CO_2 배출량(ton)

AR : 공기투입량(천 m^3)

CF : 투입공기 중 산소함량비(=0.21)

② *Tier 3*

점착된 Coke의 양을 파악할 수 있으며, Coke 중의 탄소가 모두 CO_2로 배출된다고 가정하여 산정한다.

$$E_{CO_2} = CC \times CF \times \frac{44}{12}$$

E_{CO2} : CO_2 배출량(ton)

CC : Coke 량(ton)

CF : Coke 중 탄소함량비(ton-C/ton-coke)

3 코크스 제조 공정

① *Tier 1*

버너에서 연소되는 Coke의 양을 파악할 수 있으며, Coke 중의 탄소가 모두 CO_2로 배출된다고 가정하여 배출량을 산정한다.

$$E_{CO_2} = CC \times CF \times \frac{44}{12}$$

E_{CO2} : CO_2 배출량(ton)

CC : Coke 량(ton)

CF : Coke 중 탄소함량비(ton-C/ton-coke)

5. 매개변수별 관리 기준

1 수소제조 공정

① 활동자료 (*FR 등*)

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 원료투입량(*FR*) 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 수소 발생량(Q_{H2})(ton 또는 천 m^3) 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 원료투입량*(FR)* 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)

활동자료(원료투입량) 종류	에탄 기준 배출계수 (tCO_2 / t-feed
무게(ton) 기준	2.9 tCO_2 / t-원료
부피(천m^3-원료) 기준	3.93 tCO_2 / 천m^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 발생되는 CO_2양의 비율(x/(3x+1))을 사용한다.

Tier 3

사업자가 제47조 규정에 아래 식에 따라 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

CF$_i$: 투입원료(*i*)의 탄소함량비(ton-C/천 m^3), $CF_i = \sum_{j=1}^{n}(Wt_j \times WtC_j)$

Wt$_j$: 원료(*i*) 중 성분 (*j*)의 무게비, $Wt_j = Mole_j \times \frac{MW_j}{MW_{mean}}$

WtC$_j$: 원료(*i*) 중 성분 (*j*)의 탄소함량, $WtC_j = \frac{N_{jC} \times 12}{MW_j}$

Mole$_j$: 원료(*i*) 중 성분 (*j*)의 함유비(몰 비)

MW$_j$: 원료(*i*) 중 성분 (*j*)의 분자량

MW$_{mean}$: 투입 원료(*i*)의 평균 분자량

N$_{iC}$: 성분 (*j*)의 탄소 수

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

2 촉매재생공정

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 공기투입량(천-m^3)자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 촉매에 붙어있는 Coke량을 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

기본 배출계수(투입공기중 산소함량비=0.21)를 사용한다.

Tier 3

사업자가 제47조 규정에 따라 Coke 중 탄소함량비(CF)를 측정·개발하여 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

3 코크스 제조 공정

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 Coke양 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 Coke양 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 Coke양 자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

별표 17에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다. (별표 17에서의 석유코크스에 대한 CO_2 배출계수와 별표 18의 기본발열량 값을 사용하여 탄소함량을 구하여 사용한다.)

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 개발한 석유코크스(Coke) 중 탄소함량비(*CF*) 자료를 사용한다.

12. 암모니아 생산

IPCC 분류체계
2B1

1. 배출활동 개요

암모니아 생산공정에서 수소 제조 공정과 변성공정에서 주로 CO_2가 발생함에 따라 암모니아를 생산하기 위하여 천연가스 또는 석유 대신에 수소를 사용하는 공장들은 암모니아 합성과정에서 CO_2를 배출하지 않는다. 천연가스 산출량이 적은 우리나라나 일본에서는 납사를 가장 많이 사용한다. 일부 공장들은 연료 또는 부분적 산화화정에서 수소 공급원으로써 석유계 연료를 사용하고 있다.

2. 보고 대상 배출시설

암모니아 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

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

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1, 2, 3, 4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1~3*

$$E_{CO_2} = \sum_i (\sum_j (AP_{ij} \times FR_{ij}) \times CCF_i \times COF_i \times \frac{44}{12}) - R_{CO_2}$$

E_{CO2} : 암모니아 생산량 당 CO_2의 배출량(ton-CO_2/ton-암모니아)

AP_{ij} : 공정(j)에서 연료(i)(CH_4 및 나프타 등) 사용에 따른 암모니아 생산량(ton)

FR_{ij} : 공정(j)에서 암모니아 생산량 당 연료(i) 사용량(TJ/t-NH_3)

CCF_i : 연료(i)의 탄소함량계수 (ton C/TJ)

COF_i : 연료(i)의 탄소산화계수 (%)

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

5. 매개변수별 관리 기준

① **활동자료**

Tier 1

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

암모니아 생산량 당 연료생산량(FR_{ij})은 다음 식에 따라 산정하여 사용한다.

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

EC_{ij} : 별표 18에 따른 IPCC 가이드라인 기본 발열량을 사용한다.

연료사용량/NH_3생산량 : 아래 <표-14>의 기본계수를 사용한다.

<표-14> 암모니아 생산량 당 필요한 연료량 기본계수

생산공정(*j*) 구분	NH_3 생산량당 연료사용량 ($GJ/t-NH_3$)	CO_2 배출계수 ($t-CO_2/t-NH_3$)
전통적 개질공정 (천연가스)	30.2	1.694
과잉 개질공정 (천연가스)	29.7	1.666
자열 개질공정 (천연가스)	30.2	1.694
부분산화	36	2.772

* 순발열량(Net Calorific Value) 기준

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 암모니아 생산량(AP_{ij}) 자료를 사용한다. 암모니아 생산량 당 연료사용량(FR_{ij})자료는 다음 식에 따라 자체 측정값을 사용한다.

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

EC_{ij} : 별표 19에 따른 연료별 국가 고유 발열량을 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 암모니아 생산량(AP_{ij}) 자료를 사용한다. 암모니아 생산량 당 연료사용량(FR_{ij})자료는 다음 식에 따라 자체 측정값을 사용한다.

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

EC_{ij} : 제47조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 연료별 고유 발열량을 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEMS)을 사용한다.

② 배출계수 (탄소함유계수(CCF_i), 탄소산화계수(COF_i))

Tier 1

아래 <표-15>에 따른 생산공정별 기본 탄소함량계수(CCF_i) 및 산화계수(COF_i)를 사용한다. 필요시 연료공급자로부터 탄소함량계수 및 산화계수와 관련된 자료를 제공받아 활용할 수 있다.

<표-15> 암모니아 생산량 당 필요한 연료량 기본계수

생산공정	탄소함량계수 (*CCF*) (kg/GJ)	탄소산화계수 (*COF*) (%)
전통적 개질공정 (천연가스)	15.3	1.0
과잉 개질공정 (천연가스)	15.3	1.0
자열 개질공정 (천연가스)	15.3	1.0
부분산화	21.0	1.0

* 순발열량(Net Calorific Value) 기준

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 연료별 탄소함량계수를 사용한다. 산화계수는 1.0을 적용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 연료별 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEMS)을 사용한다.

③ 회수량(R_{CO2})

Tier 1~4

요소 생산 등 부차적인 제품생산에 따른 CO_2 회수량(R_{CO2}, *측정값*)을 사용한다. 요소 생산 관련 자료가 없을 경우 회수량(R_{CO2})은 0을 적용한다.

13. 질산 생산

IPCC 카테고리: 2B2

1. 배출활동 개요

암모니아 공정에서 형성되는 N_2O의 양은 연소 조건, 촉매 구성물과 사용 기간, 연소기의 디자인에 달려있기 때문에, 연료의 투입과 N_2O 형성의 정확한 관계 도출에 어려움이 따른다. 또한 N_2O의 배출은 생산 공정에서 재생된 양과 그 후의 완화 공정에서 분해된 양에 따라 차이가 있다.

N_2O는 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_2O를 제거

○ 3차 저감 대책은 N_2O를 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_2O의 잠재적 배출원으로 고려되는 상황 하에서 발생되며, 질산 생산시 매개가 되는 NO는 NH_3를 30~50℃의 온도와 높은 압력하에서 N_2O와 NO_2로 분해하게 된다.

단위 공정	대상 시설	배출특성
산화공정	제1산화공정	NH_3의 촉매연소 과정에서 N_2O의 발생

2. 보고 대상 배출시설

질산 제조 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① **질산 제조 시설** (‘기초 무기화합물 제조시설’ 중 질산제소시설을 말한다)

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	-	-	Tier 1, 2, 3

4. 배출량 산정 방법론

① Tier 1~3

$$E_{N_2O} = \sum_{k,h}[EF_{N2O} \times NAP_k \times (1 - DF_h \times ASUF_h)] \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

E_{N2O} : N_2O 배출량(CO_2-e ton)

EF_{N2O} : 질산 1 ton 생산당 N_2O 배출량(kg-N_2O/ton-질산생산량)

NAP_k : 생산기술(k)별 질산생산량(ton-질산)

DF_h : 감축기술(h)별 감축계수 (%)

$ASUF_h$: 감축기술(h)별 감축 시스템 활용계수 (%)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수(N_2O=310)

5. 매개변수별 관리 기준

① **활동자료**(NAP_i)

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 질산 생산량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 질산 생산량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 질산 생산량 자료를 사용한다.

② **배출계수**(EF_{N2O}), **분해계수**(DF_h), **이용계수**($AUSF_h$)

Tier 1

배출계수(EF_{N2O})는 다음 <표-16>에 제시하는 기본 배출계수를 사용하되 저감시설이 별도로 없는 경우에는 가장 높은 배출계수를 사용한다.

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

<표-16> 질산생산기술(k)별 기본배출계수

생산공정(k) 구분	N_2O 배출계수 (100% Pure acid)
NSCR(비선택적 촉매환원법)을	2 kgN_2O/질산 ton

사용하는 공장(모든공정)	
통합공정이나 배출가스 N_2O 분해를 사용하는 공장	2.5 kgN_2O/질산 ton
대기압 공장(낮은 압력)	5 kgN_2O/질산 ton
중간 압력 연소 공장	7 kgN_2O/질산 ton
고압력 공장	9 kgN_2O/질산 ton

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수(EF_{N2O})를 활용한다.

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

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발한 질산생산량 당 N_2O 배출계수(EF_{N2O})를 사용한다.

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

14. 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_2O를 LNG 가열로에서 약 99% 이상을 분해하고 있으며 이 과정에서 CO_2가 발생한다(연료 연소) 일부 사업장에서는 KA 혼합공정으로 아디프산 1kg를 생산하는데 0.27kg의 N_2O가 배출되며 N_2O의 저감을 위해 가열시설을 운용하고 있다.

2. 보고 대상 배출시설

아디프산 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 아디프산 생산시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	-	-	Tier 1, 2, 3

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1~3*

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

E_{N2O} : N_2O 배출량(CO_2-e ton)

EF_k : 기술유형(k)에 따른 아디프산의 N_2O 배출계수 (kg-N_2O/ t-아디프산)

AAP_k : 기술유형(k)에 따른 아디프산 생산량(ton)

DF_h : 저감기술(h)별 분해계수(%)

$AUSF_h$: 저감기술(h)별 저감시스템 이용계수(%)

$F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO_2 등가계수(N_2O=310)

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 N_2O 배출계수(EF_k)를 사용한다.

<표-17> 아디프산 생산에 따른 IPCC 기본 배출계수

생산공정(k) 구분	N_2O 배출계수 (kgN_2O/t-아디프산)
질산 산화 공정	300 kg(저감기술 미 적용시)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

아래 <표-18>의 저감기술별 N_2O 기본 분해계수(DF_h) 및 기본 이용계수($AUSF_h$)를 적용한다.

<표-18> 저감기술별 IPCC 기본 분해계수 및 이용계수

저감 기술(h) 유형	분해 계수(DF_h)	이용 계수($AUSF_h$)
촉매 분해	92.5 %	89 %
열 분해	98.5 %	97 %
질산으로의 재활용	98.5 %	94 %
아디프산 원료로의 재활용	94.0 %	89 %

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 N_2O 배출계수를 사용한다.

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

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 개발한 고유 N_2O 배출계수를 사용한다.

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

15. 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_2의 배출이 발생한다. 생산공정에서 탄소함유원료를 사용하는 것은 CO_2와 CO의 배출을 발생시키고 수소함유휘발성 화합물과 석유코크스에 있는 황은 대기 중에 CH_4와 SO_2의 배출을 발생시킨다.

2. 보고 대상 배출시설

카바이드 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 칼슘카바이드 제조 시설

② 실리콘카바이드 제조 시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1,2	-

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1*

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

$E_{i,j}$: 카바이드 생산에 따른 온실가스(j) 배출량(CO_2-e ton)

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)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

<주의할 점>

탄화칼슘(칼슘 카바이드) 생산시, 탄산칼슘($CaCO_3$)을 원료로 사용할 경우, 탄산칼슘을 산화칼슘(CaO)으로 바꾸는 소성과정이 추가되므로, 이에 대한 배출량 산정은 <별표. 14 석회 생산>을 참고하여 위 식에 의한 배출량에 추가토록 하고, 산화칼슘(CaO)을 원료로 직접 사용하는 경우에는, 위 식에 의한 배출량만 산정토록 한다.

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 ±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) 생산시 활동자료(i)별 기본 배출계수

활동자료(i) 종류 / 공정 구분		카바이드 생산량(ton) 기준	원료(산화칼슘) 소비량(ton) 기준
탄화칼슘(CaC_2) 생산부문	CO_2	1.09 tCO_2/ton	1.70 tCO_2/ton
	CH_4	-	-

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

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

공정 구분 \ 활동자료(*i*) 종류		카바이드 생산량(ton) 기준	원료(산화규소) 소비량(ton) 기준
탄화규소(SiC) 생산부문	CO_2	2.62 tCO_2/ton	2.30 tCO_2/ton
	CH_4	11.6 $kgCH_4$/ton	10.2 $kgCH_4$/ton

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. (공정별, 활동자료(*i*)별, 온실가스(CO_2, CH_4)에 대한 고유 배출계수를 말한다)

Tier 3

제47조에 따라 아래 식을 이용하여 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다. (석유코크스 사용에 따른 CO_2 배출량 산정에 유효하다)

$$EF_{SiC} = 0.65 \times CCF_{SiC} \times COF_{SiC} \times \frac{44}{12}$$

EF_{SiC} : 탄화규소(SiC) 생산시 석유코크스의 배출계수(tCO_2/t)

CCF_{SiC} : 석유코크스의 탄소함량계수(kgC/GJ)

COF_{SiC} : 석유코크스의 산화계수 (%)

$$EF_{CaC2} = 0.33 \times CCF_{CaC2} \times COF_{CaC2} \times \frac{44}{12}$$

EF_{CaC2} : 탄화칼슘(CaC_2) 생산시 석유코크스의 배출계수(tCO_2/t)

CCF_{CaC2} : 석유코크스의 탄소함량계수(kgC/GJ)

COF_{CaC2} : 석유코크스의 산화계수 (%)

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

16. 소다회 생산	IPCC 분류체계
	2B7

1. 배출활동 개요

① 천연 소다회 생산

세계적인 생산량의 약 25%가 천연공정으로 언급되는 천연 나트륨 탄산염베어링(bearing)퇴적물을 통해 생산된다. 이 생산 공정 중에, 트로나(Trona)(천연 소다회를 만들어 내는 중요한 광석)는 로터리 킬른 속에서 소성되고, 화학적으로 천연 소다회로 변형된다. 이산화탄소와 물은 이 공정의 부산물로 생성된다. 이산화탄소 배출량은 다음 화학 반응에 기초한다.

$$2Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O(Trona) \rightarrow 3Na_2CO_3(SodaAsh) + 5H_2O + CO_2$$

② 솔베이법 합성공정

세계적인 소다회 생산의 약 75%가 염화나트륨을 통해 만들어진 합성회(ash)이다. 솔베이법에서, 염화나트륨 수용액, 석회석, 야금 코크스, 암모니아는 소다회의 생산을 유도하는 일련의 반응에 사용되는 원료이다. 그러나 암모니아는 재생되고, 아주 작은 양만 손실된다. 솔베이법과 관련된 일련 의 반응들은 다음과 같이 설명된다.

$$CaCO_3 + heat \rightarrow CaO + CO_2$$

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

$$2NaCl + 2H_2O + 2NH_3 + 2CO_2 \rightarrow 2NaHCO_3 + 2NH_4Cl$$

$$2NaHCO_3 + heat \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

$$Ca(OH)_2 + 2NH_4Cl \rightarrow CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O$$

위의 전체적 반응은 다음과 같이 요약될 수 있다

$$CaCO_3 + 2NaCl \rightarrow Na_2CO_3 + CaCl_2$$

2. 보고 대상 배출시설

소다회 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 암모니아 소다회 제조시설 (Solvay공정)

② 천연소다회 생산공정

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1*

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

E_{CO2} : 소다회 생산 공정에서의 CO_2배출량 (ton)

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

EF : 배출계수(tCO_2/t-Trona 투입량, tCO_2/t-소다회 생산량)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

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

Tier 2

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

Tier 3

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

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인의 기본 배출계수를 사용한다.

활동자료(*i*) 구분	CO_2 배출계수
트로나 광석 사용량	0.097 tCO_2/t-Trona
소다회 생산량	0.138 tCO_2/t-소다회생산량

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

17. 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 생산공정의 공정배출 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 메탄올 반응시설

② EDC/VCM 반응시설

③ 에틸렌옥사이드(EO) 반응시설

④ 아크릴로니트릴(AN) 반응시설

⑤ 카본블랙(CB) 반응시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1	-

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1*

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

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

E_{ij} : 석유화학제품(i)의 생산에 따른 온실가스(j) 배출량(CO_2-e ton)

(j = CO_2, CH_4)

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

PP_i : 연간 석유화학제품(i)의 생산량(ton)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

$$PP_i = FA_i \times SPP_i$$

FA_i : 석유화학제품(i) 생산을 위해 소비된 원료량(ton)

SPP_i : 석유화학제품(i) 생산계수(t-제품/t-원료)

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.

$$E_{iCO2} = \sum_{k}(FA_{i,k} \times FC_k) - [PP_i \times PC_i + \sum_{j}(SP_{ij} \times SC_{ij})] \times \frac{44}{12}$$

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_{iCO2} : 석유화학제품(i) 생산으로부터의 CO_2 배출량(tCO2)

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

FC_k : 원료(k)의 탄소함량(tC/t-원료)

PP_i : 1차 석유화학제품(i) 생산량(ton)

PC_i : 1차 석유화학제품(i)의 탄소함량(tC/t-제품(i))

SC_j : 2차 석유화학제품(j)의 탄소함량(tC/t-제품(j))

$SP_{i,j}$: 1차 석유화학제품(i)의 생산공정에서 생산된 2차 석유화학제품(j)의 생산량(ton/yr)

1차 석유화학제품 생산공정에서 부 반응으로 생산된 2차 석유화학제품의 생산량($SP_{i,j}$)는 아래식에 따라 산정한다. 다만, 해당 공정에서 2차제품의 생산량이 없는 경우 $SP_{i,j}$는 "0"을 적용한다.

$$SP_{ij} = \sum_{k}(FA_k \times SPP_{jk})$$

SP_{ij} : 아크릴로니트릴(i) 등 공정에서 생산된 이차 생산제품(j)의 생산량(ton)

FA_k : 아크릴로니트릴(i) 등 1차 제품 생산을 위한 원료(k)의 연간 소비량(ton)

$SSP_{j,k}$: 원료(k)에 대한 2차 제품생산물(j)의 생산계수(ton j/ton k)

③ *Tier 4*

연속측정방식(CEMS)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

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

Tier 2

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

Tier 3

측정불확도 ±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.

석유화학제품(i)	CO_2 배출계수(EF_{ij}) (tCO_2/t-제품(i))	CH_4 배출계수(EF_{ij}) ($kgCH_4$/t-제품(i))
메탄올	0.67	2.3
EDC	0.196[1)]	-
VCM	0.294[2)]	-
EDC/VCM 통합공정	-	0.0226
에틸렌옥사이드(EO)	0.863	1.79
아크릴로니트릴(AN)	1.00	0.18
카본블랙	2.62	0.06

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

1) EDC의 배출계수에는 연소배출량이 포함되어 있으며, 해당 제품 생산에 따른 연소배출량을 별도로 산정하여 연소배출에 포함시켜 보고하는 경우, 공정배출량 산정에는 1톤당 0.0057tCO_2 적용

2) VCM의 배출계수에는 연소배출량이 포함되어 있으며, 해당 제품 생산에 따른 연소배출량을 별도로 산정하여 연소배출에 포함시켜 보고하는 경우, 공정배출량 산정에는 1톤당 0.0086tCO_2 적용

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

다만 해당되는 국가 고유 배출계수가 고시되지 않았을 경우에는 아래 표에 제시된 석유화학원료(k) 및 생산물(i,j)의 탄소함량 값을 사용한다.

제 품	탄소함량 (PC_i 또는 SC_i) (tC/t-원료(k) 또는 생산제품(i,j)
아세토니트릴	0.5852
아크릴로니트릴	0.6664
부타디엔	0.888
카본 블랙	0.970
카본 블랙 원료	0.900
에탄	0.856
에틸렌다이클로라이드	0.245
에틸렌글리콜	0.387
에틸렌옥사이드	0.545
시안화수소	0.4444
메탄올	0.375
메탄	0.749
프로판	0.817
프로필렌	0.8563
염화비닐 모노머	0.384

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 각각의 석유화학원료(k) 및 생산물(i,j) 등에 대하여 탄소함량 값을 분석하여 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

18. 불소화합물 생산

IPCC 분류체계
2B9

1. 배출활동 개요

온실가스로 규정된 불소화합물들(HFCs, PFCs, SF_6)은 생산과정에서 일부 부산물로 생산되어 대기 중으로 배출된다. 주요 온실가스 배출원은 불소화합물을 생성시키는 반응시설이고, HCFC-22 생산 공정 중 극소량의 HFC-23이 반응시설에서 부수적으로 생성되어 배출 되며, 기타 불소화합물 생산에서는 CFC-11 및 CFC-12 생산공정, PFCs 물질의 할로겐 전환 공정, NF_3 제조 공정, 불소비료나 마취제용 불소화합물 생산 공정들에서 불소화합물이 배출된다. 온실가스로 규정된 불소화합물들(HFCs, PFCs, SF_6)은 생산과정에서 일부 부산물로 생산되어 대기 중으로 배출된다.

2. 보고 대상 배출시설

불소화합물 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① HCFC-22 생산시설

② 기타 불소화합물 생산시설

㉠ CFC-11 생산시설

㉡ CFC-12 생산시설

㉢ PFCs 물질의 할로겐 전환시설

㉣ 불소비료 및 마취제용 화합물 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 기본 배출계수를 이용하여 산정하는 방법이다. 여기에서 발생된 HFC-23은 전량 대기로 배출되는 것으로 가정하기 때문에 불확도가 상당히 높다고 한다.

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

E_{HFC-23} : HFC-23배출량 (CO_2-e ton)

$EF_{default}$: HFC-23 기본 배출계수 (kg HFC-23 배출량/kg HCFC- 생산량)

$P_{HCFC-22}$: 전체 HCFC-22 생산량(kg)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(HFC-23=11,700)

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.

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

E_{HFC-23} : HFC−23배출량 (CO_2−e ton)

$EF_{calculated}$: 계산된 HFC−23 배출계수(HFC−23 kg/HCFC−22 kg)

$P_{HCFC-22}$: 전체 HCFC−22 생산량(kg)

$F_{released}$: 처리되지 않은 채 대기로 연간 방출되는 비율(%)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 등가계수(HFC−23=11,700)

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>*

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

E_{HFC-23} : HFC−23배출량(CO_2−e ton)

C : 실제발생하는 HFC−23의 농도 (HFC−23 kg/gas−kg)

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

t : 각 변수들이 측정된 시간(hour)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(HFC−23=11,700)

㉡ *Tier 3B <프록시법>*

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

E_{HFC-23} : HFC−23배출량 (CO_2−e ton)

S : 시험운전시 배출가스 중 HFC−23의 표준 배출량(kg/unit)

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

C : 시험운전시 배출가스 중 HFC−23의 농도(HFC−23 kg/gas−kg)

R : 시험운전시 배출가스 유량(kg/hour)

P : 시험운전시 공정 가동율

F : 공정 가동율에 따른 배출율(시험운전시 배출율에 대한 상수)

P : 가동시간 중 공정 가동율(%)

t : 공정 가동 시간

R : 회수되거나 파괴되는 HFC−23의 양(kg)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(HFC−23=11,700)

㉢ *Tier 3C <공정 내 측정법>*

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

E_{HFC-23} : HFC−23배출량 (CO_2−e ton)

C : 반응조 안의 HFC−23 농도 (HFC−23 kg/HCFC−22 생산량 kg)

P : HCFC−22 생산량(kg)

t : HFC-23이 실제로 배기되는 시간 분율

R : 회수한 HFC-23의 양(kg)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(HFC-23=11,700)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 사업장별 HCFC-22 생산량을 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 사업장별 HCFC-22 생산량을 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±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 기본 배출계수를 적용한다.

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

물질 구분		배출계수 (배출량 kg/생산량 kg)
HFCs, PFCs		0.005
SF6	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

$$EF_{carbon_balance} = \frac{(100 - CBE)}{100} \times F_{efficiency\ loss} \times FCC$$

$EF_{carbon-balance}$: 탄소수지에 의한 HFC-23 배출계수(HFC-23 kg /HCFC-22 kg)

CBE : 탄소수지 효율(%)(사업장 고유 자료)

$F_{efficiency\ loss}$: HFC-23의 효율손실 계수(분율)(사업장 고유 자료)

FCC : 탄소함량 계수(= 0.81)(HFC-23 kg/HCFC-22 kg)

㉡ 불소수지 효율에 의한 배출계수 계산

$$EF_{fluorine_balance} = \frac{(100 - FBE)}{100} \times F_{efficiency\ loss} \times FCC$$

$EF_{cfluorine-balance}$: 불소수지 계산에 의한 HFC-23 배출계수(HFC-23 kg /HCFC-22 kg)

FBE : 불소수지 효율(%)(사업장 고유 자료)

$F_{efficiency\ loss}$: HFC-23의 효율손실 계수(분율)(사업장 고유 자료)

FCC : 불소함량 계수(= 0.54)(HFC-23 kg/HCFC-22 kg)

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 계수를 사용한다.

19. 철강생산

IPCC 카테고리 2C1

1. 배출활동 개요

철강공정에서의 주요 배출원은 코크스로, 소결로 및 석회 소성로에서 원료 중 탄소성분에 의해 발생되는 CO_2로 구분할 수 있다. 이들 배출원에서 생산된 제품은 고로에 원료로써 재투입 되며 연소에 의해 다시 대기중으로 배출된다. 특히 일관제철 공정 중 코크스로, 고로 및 전로에서 발생되는 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 연료로써 재 공급된다. 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 CO_2 배출보다는 이들 공정 부생가스에 의한 배출특성이 주로 나타난다.

2. 보고 대상 배출시설

철강 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 일관제철시설

② 코크스로

③ 소결로

④ 용선로 또는 제선로(고로)

⑤ 전로

⑥ 전기아크로

⑦ 평로

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1	-

4. 배출량 산정 방법론

1 일관제철공정

① Tier 3 <물질수지법>

$$E_j = \frac{44}{12} \times [[\Sigma(CCF_i \times Q_i) - \Sigma(CCF_p \times A_p) - \Sigma(CCF_e \times Y_e)] - [\Sigma(CCFi \times \Delta S_{qi}) + \Sigma(CCF_p \times \Delta S_{qp}) + \Sigma(CCF_e \times \Delta S_{qe})]]$$

E_j : 일관제철공정에서의 온실가스(j) 배출량(tCO_2)

CCF_i : 공정에 투입되는 각 연료 및 원료(i)의 탄소함량 (tC/unit-물질)

Q_i : 공정에 투입되는 각 연료 및 원료(i)사용량(unit : t, m^3, KNm^3)

CCF_p : 공정에서 생산되는 각 제품(p)의 탄소함량 (tC/unit-제품)

A_p : 공정에서 생산되는 각 제품(p) 생산량(unit; t, m^3)

CCF_e : 공정에서 생산되어 외부로 나가는 각각의 부산물(e)의 탄소함량 (tC/unit-부산물)

Y_e : 공정에서 생산되어 외부로 나가는 각각의 부산물(e)의 양 (unit; t, Gcal) (콜타르, 조경유, 부생가스 등을 포함한다)

ΔS_{qi} : 일관제철공정 경계 내에 보관되는 연료 및 원료(i) 재고의 순(net) 증가량(unit : t, m^3, KNm^3)

ΔS_{ap} : 일관제철공정 경계 내에서 보관되는 제품(p) 재고의 순(net) 증가량(unit : t, m^3, KNm^3)

ΔS_{qe} : 일관제철공정 경계 내에서 보관되는 부산물(e) 재고의 순(net) 증가량(unit : t, m^3, KNm^3)

2 코크스로

사업장 내에서 발생한 부생가스가 타 공정의 연료로 사용될 경우에는 고정연소 배출활동에서 보고되어야 한다.

① *Tier 1*

Tier 1 산정방법은 코크스 생산량을 기준으로 한 CO_2, CH_4 배출량 산정방법이다.

$$E_{Coke} = Q_{Coke} \times EF_{Coke} \times F_{eq,j}$$

E_{Coke} : 코크스로에서의 온실가스(CO_2, CH_4) 배출량(CO_2-e ton)

Q_{Coke} : 코크스 생산량(ton)

EF_{Coke} : 온실가스(CO_2, CH_4) 배출계수(tCO_2/ton, tCH_4/ton)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

② *Tier 2~3*

Tier 2 산정방법은 코크스로에 사용된 원료 및 연료 사용량과 코크스 생산량을 활용하여 CO_2 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{Coke} = \frac{44}{12} \times [CC \times C_{CC} + \sum(PM \times C_{PM}) - CO \times C_{CO} - COG \times C_{COG} - \sum(COB \times C_{COB})]$$

E_{Coke} : 코크스로부터 연간 CO_2 배출량(ton)

44/12 : CO_2/C 분자량 비율

CC : 원료탄 사용량(ton)

PM : 원료탄 이외의 원료사용량(ton)

CO : 코크스 생산량(ton)

COG : 코크스오븐가스 발생량(m^3)

COB : 코크스오븐 부산물 발생량(ton)

C_X : X 물질 중 탄소함량(ton-C/ton, ton-C/m^3)

3 소결로(Sinter)

사업장 내에서 발생한 부생가스가 타 공정의 연료로 사용될 경우에는 고정연소 배출활동에서 보고되어야 한다.

① *Tier 1*

Tier 1 산정방법은 소결물 생산량을 기준으로 CO_2, CH_4 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{SI} = SI \times EF_{SI} \times F_{eq,j}$$

E_{SI} : 소결로에서의 연간 CO_2 및 CH_4 배출량(CO_2-e ton)

SI : 소결물 생산량(ton)

EF_{SI} : CO_2 및 CH_4 배출계수(tCO_2/ton, tCH_4/ton)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

② *Tier 2~3*

Tier 2 산정방법은 소결물 생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 소결물 생산량, 소결가스 발생량 값을 기준으로 CO_2 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{SI} = \frac{44}{12} \times [CBR \times C_{CBR} + \sum(PM \times C_{PM}) - SOG \times C_{SOG}]$$

E_{SI} : 소결로에서의 연간 CO_2 배출량(tCO_2)

44/12 : CO_2/C 분자량 비율

CBR : 코크브리즈 사용량(ton)

PM : 원료탄 이외의 원료사용량(ton)

SOG : 소결로 가스 발생량(ton)

C_X : 물질 X 중 탄소함량(tC/ton, tC/m^3)

4 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 CO_2, CH_4 배출량의산정방법이다.

$$E_{BF} = Q_{BF} \times EF_{BF} \times F_{eq,j}$$

E_{BF} : 고로에서의 CO_2 및 CH_4 배출량(CO_2-e ton)

Q_{BF} : 고로의 용선(pig iron) 생산량(ton)

EF_{BF} : 고로의 CO_2 및 CH_4 기본 배출계수(tCO_2/ton, tCH_4/ton)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

② *Tier 2~3*

Tier 2,3 산정방법은 용선생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 용선생산량 등을 기준으로 한 CO_2 산정방법이다.

$$E_{BF} = \frac{44}{12} \times [CC \times C_{CC} + \sum(COB \times C_{COB}) + \sum(PCI \times C_{PCI})$$

$$+ Car \times C_{car} + \sum(O \times C_O) - PI \times C_{PI} - BFG \times C_{BFG}]$$

E_{BF} : 고로에서의 선철생산에 따른 CO_2 배출량(tCO_2)

44/12 : CO_2/C 분자량 비율

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(Nm^3)

C_X : X 물질 중 탄소함량(ton-C/ton, ton-C/Nm^3)

5 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 CO_2, CH_4 배출량의산정방법이다.

$$E_{BOF} = Q_{BOF} \times EF_{BOF} \times F_{eq,j}$$

E_{BOF} : 전로에서의 CO_2 및 CH_4 배출량(CO_2-e ton)

Q_{BOF} : 전로의 조강 생산량(ton)

EF_{BOF} : 전로의 CO_2 및 CH_4 기본 배출계수(tCO_2/ton, tCH_4/ton)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

② *Tier 2*

Tier 2 산정방법은 조강생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 조강생산량 등을 기준으로 한 CO_2 산정방법이다.

$$E_{BOF} = \frac{44}{12} \times [(PI \times C_{PI}) + (Car \times C_{Car}) + \sum(O \times C_O) - (S \times C_S) - (LDG \times C_{LDG})]$$

E_{BOF} : 전로에서 조강생산에 따른 CO_2 배출량

44/12 : CO_2/C 분자량 비율

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(Nm^3)

C_X : X 물질 중 탄소함량(ton-C/ton, ton-C/Nm^3)

③ *Tier 3*

Tier 3 산정방법은 조강생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 조강생산량 등을 기준으로 한 CO2 산정방법이다.

$$E_{BOF} = \frac{44}{12} \times [(PI \times C_{PI}) + (Car \times C_{Car}) + (Scrap \times C_{Scrap}) + (Carbon \times C_{Carbon}) - (S \times C_S) - (LDG \times C_{LDG}) - (Slag \times C_{Slag}) - (R \times C_R)]$$

E_{BOF} : 전로에서 조강생산에 따른 CO_2 배출량

44/12 : CO_2/C 분자량 비율

PI : 전로에 투입된 용선(pig iron)의 양(ton)

Car : 전로에 투입된 탄산염물질의 양(ton)

Scrap : 전로에 투입된 철스크랩(steel scrap)의 양(ton)

Carbon : 전로에 투입된 탄소물질(석탄, 코크스 등)의 양(ton)

S : 전로의 조강생산량(ton)

LDG : 전로의 LDG 발생량(Nm^3)

Slag : 전로의 슬래그 발생량(ton)

R : 대기오염물질 방지시설의 잔류물질 양(ton)

C_X : X 물질 중 탄소함량(ton-C/ton, ton-C/Nm^3)

6 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 CO_2, CH_4 배출량의산정방법이다.

$$E_{EAF} = Q_{EAF} \times EF_{EAF} \times F_{eq,j}$$

E_{EAF} : 전기로에서의 CO_2 및 CH_4 배출량(CO_2-e ton)

Q_{EAF} : 전기로의 조강 생산량(ton)

EF_{EAF} : 전기로의 CO_2 및 CH_4 기본 배출계수(tCO_2/ton, tCH_4/ton)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

② *Tier 2*

Tier 2 산정방법은 조강생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 조강생산량 등을 기준으로 한 CO_2 산정방법이다.

$$E_{EAF} = \frac{44}{12} \times [(CE \times C_{CE}) + (CA \times C_{CA}) + \sum (O \times C_O)]$$

E_{EAF} : 전기로에서 조강생산에 따른 CO_2 배출량

44/12 : CO_2/C 분자량 비율

CE : 전기로에서 사용된 탄소전극봉의 양(ton)

CA : 전기로에 투입된 가탄제 양(ton)

O : 전로에 투입된 기타 공정물질(소결물, 폐플라스틱 등)의 양(ton)

C_X : X 물질 중 탄소함량(ton-C/ton, ton-C/Nm^3)

③ *Tier 3*

Tier 3 산정방법은 조강생산을 위해 사용된 원료 및 연료 사용량, 조강생산량 등을 기준으로 한 CO_2 산정방법이다.

$$E_{EAF} = \frac{44}{12} \times [(PI \times C_{PI}) + (Car \times C_{Car}) + (Scrap \times C_{Scrap}) + (Carbon \times C_{Carbon}) + (Electrode \times C_{Electrode}) - (S \times C_S) - (Slag \times C_{Slag}) - (R \times C_R)]$$

E_{EAF} : 전기로에서 조강생산에 따른 CO_2 배출량

44/12 : CO_2/C 분자량 비율

PI : 전기로에 투입된 용선(pig iron)의 양(ton)

Car : 전기로에 투입된 탄산염물질의 양(ton)

Scrap : 전기로에 투입된 철스크랩(steel scrap)의 양(ton)

Carbon : 전기로에 투입된 탄소물질(석탄, 코크스 등)의 양(ton)

Electrode : 탄소전극봉의 소비량(ton)

S : 전기로에서의 조강생산량(ton)

Slag : 전기로의 슬래그 발생량(ton)

R : 대기오염물질 방지시설의 잔류물질 양(ton)

C_X : X 물질 중 탄소함량(ton-C/ton, ton-C/Nm^3)

⑦ 직접환원로(Direct Reduction Furnace)

① *Tier 1*

Tier 1 산정방법은 직접환원철 생산량을 기준으로 한 CO_2, CH_4 배출량 산정방법이다.

$$E_{DRI} = DRI \times EF_{DRI} \times F_{eq,j}$$

E_{DRI} : 직접산화철 생산에 따른 CO_2, CH_4 배출량(CO_2-e ton)

DRI : 직접환원철 생산량(ton)

EF_{DRI} : CO_2 및 CH_4 배출계수(tCO_2/ton, tCH_4/ton)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

② *Tier 2*

Tier 2 산정방법은 직접환원철 생산에 사용된 원료 및 연료 사용량, 탄소함량 등을 기준으로 CO_2 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{DRI} = \frac{44}{12} \times (DRI_{NG} \times C_{NG} + DRI_{BZ} \times C_{BZ} + DRI_{CK} \times C_{CK})$$

E_{DRI} : 직접환원철 생산에 따른 CO_2 배출량(ton)

44/12 : CO_2/C 분자량 비율

DRI_{NG} : 직접환원철 생산에 사용된 천연가스량(GJ)

C_{NG} : 천연가스의 탄소함량(ton-C/GJ)

DRI_{BZ} : 직접환원철 생산에 사용된 코크브리즈량(GJ)

C_{BZ} : 코크브리즈의 탄소함량(ton-C/GJ)

DRI_{CK} : 직접환원철 생산에 사용된 야금코크스량(GJ)

C_{CK} : 야금코크스의 탄소함량(ton-C/GJ)

③ *Tier 3*

Tier 3 산정방법은 직접환원철 생산에 사용된 원료 및 연료 사용량, 철 생산량, 방지시설에 포집된 잔류물질의 탄소분석 값을 기준으로 CO_2 배출량을 산정하는 방법이다.

$$E_{DRI} = \frac{44}{12} \times (F_g \times C_{gf} \times \frac{MW}{MVC} \times 0.001 + Ore \times C_{Ore} + Carbon \times C_{Carbon} + Other \times C_{Other} - Iron \times C_{Iron} - NM \times C_{NM} - R \times C_R)$$

E_{DRI} : 직접환원로(direct reduction furnace)로부터 CO_2 배출량(tCO_2)

44/12 : CO_2/C 분자량 비율

Fg : 가스 연료의 연소량(ton)

MW : 가스연료의 분자량(kg/kg-mole)

MVC : 몰부피전환계수(22.4 m^3/kg-mole)

0.001 : kg을 ton으로의 전환계수

Ore : 직접환원로에 투입된 철광석(iron ore) 또는 철광석 Pellets량(ton)

Carbon : 직접환원로에서 탄소 물질(석탄, 코크스)의 연간 충전량(ton)

Other : 직접환원로에 충전된 기타 물질의 양(ton)

Iron : 연간 철 생산량(ton)

NM : 직접환원로에서 비금속 물질의 연간 생산량(ton)

R : 대기오염물질 방지시설의 잔류물질의 양(ton)

C_X : X 물질 중 탄소함량(ton-C/ton, ton-C/m^3)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 투입연료 및 원료, 제품생산량, 공정외부로 나가는 부산물의 양, 각각의 순 재고증가량 등 활동자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 투입연료 및 원료, 제품생산량, 공정외부로 나가는 부산물의 양, 각각의 순 재고증가량 등 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 투입연료 및 원료, 제품생산량, 공정외부로 나가는 부산물의 양, 각각의 순 재고증가량 등 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEMS)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-19>의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-19> 코크스 생산과 철과 강 생산에서의 CO_2 배출계수

공정 과정	배출계수 (tCO_2/t-생산물)
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
전로(BOF)	0.11
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

* 비고 : 이 표에 있는 EAF 강 주조 CO_2 배출계수는 스크랩 철 생산량을 기본으로 하였고, 그러므로 EAF 배출계수는 고로 철 주조에서 나오는 CO_2 배출량과는 관련이 없다. 따라서 이 표에 있는 EAFs Tier 1 CO_2 배출계수는 선철을 원료로 사용 하는 EAFs에는 적합하지 않다.

<표-20> 코크스 생산, 철과 강 생산에서의 CH_4 배출계수

공정과정	CH_4 배출계수 값
코크스생산	생산된 코크스 1톤당 0.1g
소결물생산	생산된 소결물 1톤당 0.07g
직접환원철(DRI) 생산	1kg/TJ (총 열량 기준)

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<표-21> 코크스, 철(steel)과 강(iron) 생산에서 재료별 탄소 함량 계수

공정재료들	탄소 함량 계수 (kg-C/kg)
고로가스(BFG)	0.17
석탄[1]	0.67

콜타르	0.62
코크스	0.83
코크스오븐가스(COG)	0.47
원료탄	0.73
직접환원철(DRI)	0.02
돌로마이트	0.13
EAF 탄소 전극[2]	0.82
EAF 충진 탄소[3]	0.83
화석연료[4]	0.86
가스코크스	0.83
열간성형철(HBI)	0.02
석회석	0.12
천연가스	0.73(또는 0.549kgC/Gcal)
전로가스(LDG)	0.35
석유코크스	0.87
냉선(Purchased Pig iron 또는 Cold iron)	0.04
스크랩선(Scrap iron)	0.04
강	0.01

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

* 비고 : 1) 다른 역청탄 가정
2) 80%는 석유 코크스 그리고 20%는 콜타르
3) 고로가스 가정
4) 가스/디젤 연료 가정

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발한 각각의 연료 및 원료, 제품, 부산물 등에 대한 탄소함량 등 고유 배출계수를 사용한다.

다만, 전기로에서 주원료인 철스크랩(steel scrap)의 탄소함량은 별도로 분석하지 아니하고 생산되는 강의 탄소함량과 동일한 값을 적용한다.[2)]

Tier 4

연속측정방식(CEMS)을 사용한다.

2) 전기로의 주원료는 재활용되는 철 스크랩(recycled steel scrap)이며, 전기로의 역할이 고로(BF) 및 전로(BOF)와 같이 생산되는 강(iron)의 탄소함량 조절이 아닌 철 스크랩을 전기를 사용하여 용융시키는 것에 있음 (출처: IPPC 가이드라인 Vol3. 4.12), 철 스크랩의 탄소함량은 생산되는 강의 탄소함량과 평균적으로 동일하다고 가정

20. 합금철 생산

IPCC 분류체계
2C2

1. 배출활동 개요

합금철 제조공정에서의 CO_2 배출은 코크스 같은 환원제의 야금환원(metallurgical reduction) 과정 및 전극봉 사용에 의해서 발생한다.

전기아크로는 전기양도체인 전극(탄소봉)에 전류를 통하여 충진된 물질(철 스크랩 등)과 전극사이에 발생하는 아크열을 이용하여 충진된 내용물을 산화 정련하며, 산화정련 후 환원성의 광재로 환원정련함으로써 탈산·탈황작업을 하게 된다. 보통 1회에 2～3번의 원료투입(장입)이 이루어지는데 원료투입시에는 로 상부의 선회식 뚜껑이 열리고 드롭보팀식 바켓(Dropbottom bucket)에 담겨진 충진물질 등을 기중기를 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 CO_2가 발생하며, 실리콘(Si)계 합금철(ferrosilicon)을 생산 할 경우에는 CH_4가 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

합금철 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 전로

② 전기아크로

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1,2,3,4	Tier 1,2	-

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1*

$$E_{i,j} = Q_i \times EF_{i,j} \times F_{eq,j}$$

$E_{i,j}$: 각 합금철(i) 생산에 따른 CO_2 및 CH_4 배출량(CO_2-e ton)

Q_i : 합금철 제조공정에 생산된 각 합금철(i)의 양(ton)

$EF_{i,j}$: 합금철(i) 생산량 당 배출계수(tCO_2/t-합금철,tCH_4/t-합금철)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

② *Tier 2*

$$E_{CO2} = \sum(M_{ra} \times EF_{ra}) + \sum(M_{ore} \times CC_{ore}) \times \frac{44}{12} + \sum(M_{sfm} \times CC_{sfm}) \times \frac{44}{12} - \sum(M_p \times CC_p) \times \frac{44}{12} - \sum(M_{npos} \times CC_{npos}) \times \frac{44}{12}$$

E_{CO2} : 합금철 생산에 따른 CO_2 배출량(ton)

M_{ra} : 환원제(reducing agent)의 무게(ton)

EF_{ra} : 환원제의 배출계수(CO_2-ton/환원제-ton)

M_{ore} : 원석(ore)의 무게(ton)

CC_{ore} : 원석(ore)의 탄소함량(tC/ton-원석)

M_{sfm} : 슬래그 형성물질(slag forming material)의 양(ton)

CC_{sfm} : 슬래그 형성물질 내 탄소함량(tC/t-슬래그형성물질)

M_p : 생산제품(product)의 무게(ton)

CC_p : 생산제품 내 탄소함량(tC/t-제품)

M_{npos} : 비제품 외부 반출량(non-product outgoing stream)(ton)

CC_{npos} : 외부 반출된 비제품 중 탄소함량(ton-C/t-비제품)

$$E_{CH4} = Q \times EF_{CH4} \times F_{eq,j}$$

E_{CH4} : 각 합금철(i) 생산에 따른 CH_4 배출량(CO_2-e ton)

Q : 합금철 제조공정에 생산된 각 합금철(i)의 양(ton)

EF_{CH4} : 합금철 생산량 당 배출계수(t-CH_4/t-합금철)

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO_2, CH_4)의 CO_2 등가계수 (CO_2=1, CH_4=21)

③ *Tier 3*

$$E_{CO2} = \sum(M_{ra} \times CC_{ra}) \times \frac{44}{12} + \sum(M_{ore} \times CC_{ore}) \times \frac{44}{12} + \sum(M_{sfm} \times CC_{sfm}) \times \frac{44}{12} - \sum(M_p \times CC_p) \times \frac{44}{12} - \sum(M_{npos} \times CC_{npos}) \times \frac{44}{12}$$

E_{CO2} : 합금철 생산에 따른 CO_2 배출량(ton)

M_{ra} : 환원제(reducing agent)의 무게(ton)

CC_{ra} : 환원제의 탄소함량(ton-C/t-환원제)

M_{ore} : 원석(ore)의 무게(ton)

CC_{ore} : 원석의 탄소함량(ton-C/t-원석)

M_{sfm} : 슬래그 형성물질(slag forming material)의 양(ton)

CC_{sfm} : 슬래그 형성물질내 탄소함량(tC/t-슬래그형성물질)

M_p : 생산제품(product)의 무게(ton)

CC_p : 생산제품 내 탄소함량(tC/t-제품)

M_{npos} : 비제품 외부 반출량(non-product outgoing stream)(ton)

CC_{npos} : 외부 반출된 비제품 중 탄소함량(tC/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 환원제, 원석 등의 원료사용량 및 제품생산량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-22>에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-22> 합금철 생산량 당 CO_2 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

<표-23> 합금철 생산량 당 CH_4 기본 배출계수

합금철 종류	전기로(EAF) 작동 방식		
	회차 충진 방식 (Batch charging)	흩뿌림 충진 방식 (Sprinkle charging)	흩뿌림 충진, 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

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다. 다만 국가 고유 배출계수가 고시되지 않아 활용하지 못할 경우 아래 <표-24>의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-24> 환원제별 CO_2 기본 배출계수

환원제의 종류	배출계수(t-CO_2/t-합금철)
석탄	3.1
코크스	3.2~3.4
Prebaked	3.54
전극페이스트	3.4
석유코크스	3.5

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 환원제별 탄소함량을 분석하여 다음 식에 따라 고유 배출계수를 개발하여 사용한다.

$$CC_{ra} = F_{FixC} + F_{volatiles} \times C_v$$

CC_{ra} : 환원제(reducing agent)의 탄소함량(tC/ton-환원제)

F_{FixC} : 환원제 중 고정탄소(FixC)의 질량비(t/t-환원제)

$FixC(\%)$ = 100% - % Ash - % Volatile

$F_{volatile}$: 환원제 중 휘발성물질의 질량비(t-휘발성물질/t-환원제)

C_v : 휘발성물질의 탄소함량(tC/t-휘발성물질)

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

21. 아연 생산	IPCC 카테고리
	2C6

1. 배출활동 개요

1차 아연 생산 공정은 3가지로 구분되는데 첫 번째는 전기-열(electro-thermic) 증류법으로 이는 배소된 광석과 2차 아연 생산물을 융합하여 sinter feed를 생성해내기 위한 과정이다. 이렇게 생성된 결정을 산화시키기 위하여 환원제가 사용되는데, 이 환원제의 사용으로 인해 CO_2가 배출된다. 두 번째 방법으로는 ISF(Imperial Smelting Furnace)를 사용하는 건식 야금 과정으로 지속적인 납과 아연을 생산하는 과정에서 CO_2가 발생한다. 세 번째는 전해법으로 습식 제련기술이 사용되어 CO_2가 발생하지 않는다. 이중계산을 하지 않고 배출량을 계산하기 위해서는, 이 과정에서 사용된 야금 코크/석탄의 환원제가 납과 아연 생산량에 배당되어야 한다.

$$ZnO(s) + C(s) = Zn(g) + CO(g)$$

2차 아연 생산 공정에서 소결, 제련, 정제 공정 등은 1차 아연 생산공정과 동일한 기술이 사용되는 경우가 대부분이며, 이에 따라 1차 아연 생산공정과 동일하게 사용되는 환원제의 종류 및 아연을 광물로부터 증류시키는 과정에서 CO_2가 발생한다.

2. 보고 대상 배출시설

아연 생산 공정의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다. 이 배출활동에서 습식 아연 제련법을 사용하는 경우 CO_2 배출이 발생하지 않으므로 보고대상에 포함되지 않는다.

① 배소로

② 용융·융해로

③ 전해로

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1a,1b,2,3,4	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1A*

$$E_{CO2} = Zn \times EF_{default}$$

E_{CO2} : 아연 생산으로 인한 CO_2 배출량(tCO_2)

Z_n : 생산된 아연의 양(t)

$EF_{default}$: 아연 생산량 당 배출계수 (tCO_2/t-생산된 아연)

② *Tier 1B, 2*

$$E_{CO2} = ET \times EF_{ET} + PM \times EF_{PM} + WK \times EF_{WK}$$

E_{CO2} : 아연 생산으로 인한 CO_2 배출량(tCO_2)

ET : 전기 열 증류법에 의해 생산된 아연의 양(ton)

EF_{ET} : 전기 열 증류법에 대한 CO_2 배출계수(tCO_2/t-생산된 아연)

PM : 건식 야금과정에 의해 생산된 아연의 양(ton)

EF_{PM} : 건식 야금과정에 대한 배출계수(tCO_2/t-생산된 아연)

WK : Waelz Kiln 과정에 의해 생산된 아연의 양(ton)

EF_{WK} : Waelz Kiln 과정에 대한 배출계수(tCO_2/t-생산된 아연)

③ *Tier 3*

$$E_{K,CO2} = [(Z_k \times C_{zk}) + (F_k \times C_{Fk}) + (E_k \times C_{Ek}) + (C_k \times C_{Ck})] \times \frac{44}{12}$$

$E_{K,CO2}$: Waelz Kiln 또는 전기용광로에서 배출되는 CO_2 양(tCO_2)

Z_k : Kiln 또는 용광로에 충진한 아연함유물질량(ton)

$C_{z,k}$: 아연함유물질의 탄소함량(wt%)

F_k : 석회석, 백운석과 같은 Flux materials 충진량(ton)

$C_{F,k}$: Flux materials의 탄소함량(wt%)

E_k : 탄소전극 소비량(ton)

$C_{E,k}$: 탄소전극의 탄소함량(wt%)

C_k : 탄소계 물질(킬른이나 로 등에 투입되는 석탄코크스 등을 의미한다) 충진량(ton)

$C_{C,k}$: 탄소계 물질(킬른이나 로 등에 투입되는 석탄코크스 등을 의미한다)의 탄소함량(wt%)

$$E_{F,CO2} = [(Z_f \times C_{zf}) + (R_f \times C_{Rk}) + (C_f \times C_{Cf}) + (O_f \times C_{Of})] \times \frac{44}{12}$$

$E_{F,CO2}$: Fuming 공정에서 배출되는 CO_2 양(tCO_2)

Z_f : Residue 투입량(ton)

$C_{z,f}$: Residue의 탄소함량(wt%)

R_f : 환원제 사용량(ton)

$C_{R,f}$: 환원제의 탄소함량(wt%)

C_f : 탄산염류 사용량(ton)

$C_{C,f}$: 탄산염류의 탄소함량(wt%)

O_f : 기타 부원료 사용량(ton)

$C_{O,f}$: 기타 부원료의 탄소함량(wt%)

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 아연함유물질량, 석회석·백운석 등 환원제, 탄소전극 소비량, 탄소계 물질 충진량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1A, 1B

아래 <표-25>에 따른 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

여기에서 아연생산공정 구분이 안될 경우 Tier 1A의 기본계수를 사용하고, 공정별 배출계수(Tier 1B)를 적용한다.

<표-25> 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

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체적으로 분석한 아연함유물질, Flux Material, 탄소전극 및 탄소계물질 등의 탄소함량 값을 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

22. 납 생산

IPCC 카테고리
2C5

1. 배출활동 개요

1차 생산 공정

연정광으로부터 미가공 조연(Bullion)을 생산하는 1차 생산공정은 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(SO_2)을 배출하고 납을 가열하는 천연가스로부터 에너지관련 이산화탄소(CO_2)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 CO_2가 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 플래시 용련(flash smelting)에 사용된다. 석탄, 야금 코크, 천연가스 등 다양한 물질들이 공정 중 환원제로 사용되는데 로의 타입에 따라 그 사용량이 달라지며 CO_2의 배출수준이 달라진다.

2차 생산 공정

정제납의 2차 생산은 재활용납을 재사용하기 위한 준비과정이다. 대부분의 재활용납은 버려진 납산배터리 스크랩으로부터 얻는다. 납산배터리는 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 CO_2는 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 소결로

② 용융·융해로

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1, 2, 3	-	-

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1*

$$E_{CO2} = Pb \times EF_{default}$$

E_{CO2} : 납 생산으로 인한 CO_2 배출량(tCO_2)

Pb : 생산된 납의 양(t)

$EF_{default}$: 납 생산량 당 배출계수 (tCO_2/t-생산된 납)

② *Tier 2*

$$E_{CO2} = DS \times EF_{DS} + ISF \times EF_{ISF} + S \times EF_{S}$$

E_{CO2} : 납 생산으로 인한 CO_2 배출량(tCO_2)

DS : 직접제련에 의해 생산된 납의 양(ton)

EF_{DS} : 직접제련에 대한 배출계수(tCO_2/t-생산된 납)

ISF : ISF(Imperial Smelt Furnace)에서 생산된 납의 양(ton)

EF_{ISF} : ISF에 대한 배출계수(tCO_2/t-생산된 납)

S : 2차 생산 공정에서의 납 생산량(ton)

EF_S : 2차 생산 공정에 대한 배출계수(tCO_2/t-생산된 납)

③ *Tier 3*

$$E_{CO2} = [(P_k \times C_{P,k}) + (S_k \times C_{S,k}) + (R_k \times C_{R,k}) + (C_k \times C_{C,k})] \times \frac{44}{12}$$

E_{CO2} : 연제련 공정에서 CO_2 양(tCO_2)

P_k : 연정광 투입량(ton)

$C_{p,k}$: 연정광의 탄소함량(wt%)

S_k : Residue 또는 Cake 등의 투입량(ton)

$C_{s,k}$: Residue 또는 Cake 등의 탄소함량(wt%)

R_k : 환원제 사용량(ton)

$R_{E,k}$: 환원제의 탄소함량(wt%)

C_k : 탄산염류 사용량(ton)

$C_{C,k}$: 탄산염류의 탄소함량(wt%)

④ *Tier 4*

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

5. 매개변수별 관리 기준

① **활동자료**

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 납 생산량 자료를 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 납 생산량 자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 납함유물질량, 환원제 사용량, 탄소계 물질 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 4

연속측정방식(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본 배출계수인 0.52(tCO_2/t-생산된 납)을 사용한다.

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 활용한다. 국가 고유계수가 없는 경우 아래의 IPCC 기본 배출계수를 사용한다.

< 납제련 공정에서 IPCC 기본 배출계수 >

공정 구분	배출계수 (tCO_2/t-생산된 납)
IPF 공정	0.59
DS 공정	0.25
2차 생산 공정	0.2

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체적으로 분석한 납함유물질, 환원제, 탄산염류 탄소함량 값을 사용한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

23. 전자산업

IPCC 카테고리
2E

1. 배출활동 개요

전자 산업에서는 실온에서 가스 상태인 CF_4, C_2F_6, C_3F_8, $c-C_4F_8$, $c-C_4F_8O$, C_4F_6, C_5F_8, CHF_3, CH_2F_2, NF_3, SF_6 등의 불소화합물이 사용되며 주로 실리콘 포함 물질의 플라즈마 식각, 실리콘이 침전되어 있던 화학증착(CVD) 기구의 내벽을 세정하는데 사용된다. 그리고 생산과정에서 사용되는 불소화합물들 중 일부분은 부산물인 CF_4, C_2F_6, CHF_3, C_3F_8로 전환되기도 한다.

2. 보고 대상 배출시설

전자산업의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 식각시설

② 증착시설(CVD 등)

3. 보고 대상 온실가스

구분	불소화합물(FCs)
1 반도체/LCD/PV 생산부문	Tier 1, 2a, 2b, 3
2 열전도 유체 부문	Tier 2

4. 배출량 산정 방법론

1 반도체/LCD/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 세트로 구성하여 산정한다. 따라서 전체 공정 배출량을 산정할 때는 모든 종류의 FC 가스의 배출량을 계산하여 합산한다.

$$FC_{gas} = Q_i \times EF_{FC} \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

FC_{gas} : FC 가스(j)의 배출량(CO_2-e ton/yr)

Q_i : 제품생산 실적 (m^2/yr)

EF_{FC} : 배출계수, 제품생산실적 m^2당 사용되는 가스량(kg/m^2)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(GWP)

② *Tier 2a*

Tier 2a는 가스소비량과 배출제어기술 등의 사업장별 데이터를 기반으로 사용된 각각의 FC 배출량을 계산하는 방법이다. 적용되는 변수들에는 반도체나 TFT-FPD 제조 공정에서 사용된 가스량, 사용 후에 가스 Bombe에 잔류하는 가스량 등이며 제어기술이 적용된 경우 저감효율을 고려한다. 또한 공정 중에 CF_4, C_2F_6, CHF_3와 C_3F_8 등으로 전

환되어 생산 공정 중에서 부생가스로 발생하는 가스의 양까지 합산한다. Tier 2a 방법에서는 공정의 종류(식각 또는 세정)는 구별하지 않는다.

㉠ 반도체/LCD/PV 생산 부문 산정식 – Tier 2a

$$FC_{gas} = (1-h) \times FC_j \times (1-U_j) \times (1-a_j \times d_j) \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

FC_{gas} : FC 가스 j의 배출량(CO_2-e ton/yr)

FC_j : 가스 j의 소비량(kg)

h : 가스 Bombe 내의 잔류비율, 비율(기본값은 0.10)

U_j : 가스 j의 사용비율, 비율(공정 중 파기되거나 변환된 비율)

a_j : 배출제어기술이 있는 공정 중의 가스 j의 부피 분율, 비율

d_j : 배출제어기술에 의한 가스 j의 저감효율, 비율

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(GWP)

㉡ 부생가스 배출량 산정식 – Tier 2a

$$BPE_{CF_4,j} = (1-h) \times B_{CF_4,j} \times FC_j \times \left(1-a_j \times d_{CF_4}\right) \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

$BPE_{CF4,j}$: FC 가스 j 사용에 따른 부생가스 CF_4의 배출량(CO_2-e ton)

h : 가스 Bombe 내의 가스 j의 잔류비율, 비율

$B_{CF4,j}$: 배출계수, CF_4 발생량(kg)/가스 j의 사용량(kg)

a_j : 배출제어기술이 있는 공정 중의 가스 j의 부피 분율, 비율

d_{CF4} : 배출제어기술에 의한 CF_4 의 저감효율, 비율

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(CF_4=21)

* C_2F_6, CHF_3, C_3F_8도 동일한 방법을 적용하고 합산하여 총 부생가스의 양을 산출한다.

② *Tier 2b*

Tier 2b는 공정별 계수를 적용하는 방법으로 각각의 세부공정은 구분하지 않고 크게 식각과 CVD 세정 공정으로만 구분하여 계수를 사용한다. 배출제어기술에 따른 공정별 가스 제거 비율을 적용한다. 배출제어기술이 설치되지 않은 공정에서는 0을 적용 한다.

㉠ 반도체/LCD/PV 생산 부문 산정식 – Tier 2b

$$FC_{gas} = (1-h) \times \sum [FC_{j,p} \times (1-U_{j,p}) \times (1-a_{j,p} \times d_{j,p})] \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

FC_{gas} : FC 가스 j의 배출량(CO_2-e ton)

p : 공정 종류(식각 또는 CVD 세척)

$FC_{j,p}$: 공정 p에 주입되는 가스 j의 질량(kg)

h : 가스 Bombe 내의 가스 j의 잔류비율, 비율

$U_{j,p}$: 공정 p에서의 각 가스 j의 사용비율, 비율

$a_{j,p}$: 배출제어기술이 있는 공정 p에서의 가스 j의 부피 분율, 비율

$d_{j,p}$: 배출제어기술에 의한 공정 p에서의 가스 j의 저감효율, 비율

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(GWP)

* 제어기술이 하나 이상일 때에는 제어기술들에 의한 평균 저감 효율 이용

㉡ 부생가스 배출량 산정식 – Tier 2b

$$BPE_{CF_4,j} = (1-h) \times \sum_{p} \left[B_{CF_4,j,p} \times FC_{j,p} \times \left(1 - a_{j,p} \times d_{CF_4,p}\right) \right] \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

$BPE_{CF4,j}$: FC 가스(j) 사용에 따른 부생가스 CF_4의 배출량(CO_2-e ton)

h : 가스 Bombe 내의 가스(j)의 잔류비율, 비율

$B_{CF4,j,p}$: 배출계수, 공정(p)에서 가스(j) 사용에 따른 부산물 CF_4의 배출량, CF_4 생산량(kg)/가스(j)의 사용량(kg)

$FC_{j,p}$: 공정(p)에 주입되는 가스(j)의 질량(kg)

$a_{j,p}$: 배출제어기술이 있는 공정(p) 중의 가스(j)의 부피 분율, 비율

$d_{CF4,p}$: 공정(p)에서 배출제어기술에 의한 CF_4의 파괴율, 비율

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(CF_4=21)

* C_2F_6, CHF_3, C_3F_8도 동일한 방법을 적용하고 합산하여 총 부생가스의 양을 산출한다.

③ *Tier 3*

Tier 3도 Tier 2b와 마찬가지로 공정별 고유 계수를 이용하는 방법이나 공장이나 시설의 고유값을 사용한다는 점에서 Tier 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 1*

열전도 유체로 쓰이는 불소계 온실가스의 배출량을 산정하는 Tier 2 방법은 연간 액체 불소화합물의 사용량을 이용하여 산정한다. 사업장별 자료가 이용 가능할 때 적용된다.

$$FC_j = \rho_j \times \lfloor I_{j,t-1}(l) + P_{j,t}(l) - N_{j,t}(l) + R_{j,t}(l) - I_{j,t}(l) - D_{j,t}(l) \rfloor \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

FC_j : FC_j j의 배출량(CO_2-e ton)

ρ_j : 액체 FC_j의 밀도(kg/L)

$I_{j,t-1}(l)$: 산정기간 전 액체 FC_j의 인벤토리 총량(L)

$P_{j,t}(l)$: 산정기간 중 액체 FC_j의 구매량과 회수량의 총합(L)

$N_{j,t}(l)$: 산정기간 중 신설된 설비의 총 충진량(L)

$R_{j,t}(l)$: 산정기간 중 퇴출된 설비와 판매된 설비 충진량의 총합 (L)

$I_{j,t}(l)$: 산정기간 말 액체 FC_j의 인벤토리 총량(L)

$D_{j,t}(l)$: 산정기간 중 퇴출된 설비잔류로 인해 방출된 FC_j 총량

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(GWP)

5. 매개변수별 관리 기준

1 반도체/LCD/PV 생산 부문

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 사업장별 제품 생산량 등 활동자료를 사용한다.

Tier 2a, 2b

측정불확도 ±5.0% 이내의 사업장별 FC 가스 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 사업장별 FC 가스 사용량 등의 활동자료를 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

전자산업	배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)					
	CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	C_3F_8 (PFC-218)	SF_6	C_6F_{14} (PFC-51-14)
반도체, kg/m^2	0.9	1.0	0.04	0.05	0.2	NA
TFT-FPDs, g/m^2	0.5	NA	NA	NA	4.0	NA
PV-cells, g/m^2	5	0.2	NA	NA	NA	NA

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2a

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수(FC가스 사용비율, 부생가스 배출계수 등)을 사용한다. 다만 국가 고유 계수를 사용하지 못할 경우에는 아래의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<반도체 제조 공정의 Tier 2a IPCC 가이드라인 기본 배출계수>

전자산업		배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
		CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	c-C_4F_8 (PFC-318)	SF_6
1-Ui		0.9	0.6	0.4	0.1	0.4	0.1	0.2
부생가스 배출계수	CF_4	NA	0.2	0.07	0.08	0.1	0.1	NA
	C_2F_6	NA	NA	NA	NA	NA	0.1	NA
	C_3F_8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<LCD 제조 공정의 Tier 2a 배출계수>

전자산업		배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
		CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	c-C_4F_8 (PFC-318)	SF_6
1-Ui		0.6	NA	0.2	NA	NA	0.1	0.6
부생가스 배출계수	CF_4	NA	NA	0.07	NA	NA	0.009	NA
	C_2F_6	NA	NA	0.05	NA	NA	0.02	NA
	C_3F_8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<PV 제조 공정의 Tier 2a 배출계수>

전자산업		배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
		CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
1-Ui		0.7	0.4	0.4	NA	NA	0.2	0.4
부생가스 배출계수	CF_4	NA	0.2	NA	NA	0.2	0.1	NA
	C_2F_6	NA	NA	NA	NA	NA	0.1	NA
	C_3F_8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

배출제어기술 적용에 따른 FC가스 저감효율은 아래 기본 계수를 이용한다.

배출제어기술	CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
분해(Destruction)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
회수/재생 (Capture/Recovery)	0.75	0.9	0.9	NT	NT	0.9

NT : Not Tested

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2b

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수(FC가스 사용비율, 부생가스 배출계수 등)을 사용한다. 다만 국가 고유 계수를 사용하지 못할 경우에는 아래의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<반도체 제조 공정의 Tier 2b 배출계수 >

전자산업			배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
			CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
식각 공정	1-Ui		0.7	0.4	0.4	0.06	NA	0.2	0.2
	부생가스 배출계수	CF_4	NA	0.4	0.07	0.08	NA	0.2	NA
		C_2F_6	NA	NA	NA	NA	NA	0.2	NA
		C_3F_8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
증착 공정 (CVD)	FC 가스 사용 비율		0.9	0.6	NA	NA	0.4	0.1	NA
	부생가스 배출계수	CF_4	NA	0.1	NA	NA	0.1	0.1	NA
		C_2F_6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		C_3F_8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<LCD 제조 공정의 Tier 2b 배출계수>

전자산업			배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
			CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	$c-C_4F_8$ (PFC-318)	SF_6
식각 공정	1-Ui		0.6	NA	0.2	NA	NA	0.1	0.3
	부생가스 배출계수	CF_4	NA	NA	0.07	NA	NA	0.009	NA
		CHF_3	NA	NA	NA	NA	NA	0.2	NA
		C_2F_6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
증착 공정 (CVD)	1-Ui		NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.9
	부생가스 배출계수	CF_4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		C_2F_6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		C_3F_8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<PV 제조 공정의 Tier 2b 배출계수>

전자산업			배출계수 (기판의 단위면적 당 질량)						
			CF_4 (PFC-14)	C_2F_6 (PFC-116)	CHF_3 (HFC-23)	CH_2F_2 (HFC-33)	C_3F_8 (PFC-218)	c-C_4F_8 (PFC-318)	SF_6
식각 공정	1-Ui		0.7	0.4	0.4	NA	NA	0.2	0.4
	부생가스 배출계수	CF_4	NA	0.2	NA	NA	NA	0.1	NA
		C_2F_6	NA	NA	NA	NA	NA	0.2	NA
증착 공정 (CVD)	1-Ui		NA	0.6	NA	NA	0.1	0.1	0.4
	부생가스 배출계수	CF_4	NA	0.2	NA	NA	0.2	0.1	NA
		C_2F_6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		C_3F_8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA : Not Applicable

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수(공정별 FC가스 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

열전도 유체의 증발로 발생하는 배출량 산정식의 Tier 2 방법에 해당하는 배출계수는 존재하지 아니한다.

24. 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 충진물 등 다양한 용도로 소비되기도 한다. 이 장에서 정의하는 오존대체물질은 제품 제작단계에서 주입 또는 사용되는 양을 별도 보고 대상으로 하며, 전기 설비를 제외한 사용단계에서의 탈루성 배출은 보고대상으로 하지 않는다.

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. 가장 흔히 쓰는 용매는 HFC-43-10mee이다. PFCs는 비활성이며 GWP가 높고 기름을 용해하는 능력이 거의 없어서 세척용으로는 거의 사용되지 않는다. 용매는 제품 안에 충진하여 사용하게 되므로 제품의 수명과 배출이 밀접한 관계가 있다.

2 에어로졸

에어로졸은 추진제와 용매로 사용되며 즉각 배출로 간주되는데 초기 충진량이 제조 후 1-2년 안에 모두 배출되며 대부분은 판매 후 6개월 안에 모두 배출되기 때문이다. 그러므로 배출량 산정을 위해서는 에어로졸의 초기 충진량을 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-26> 발포산업에서 사용되는 HFCs 종류

Cell Type	Sub-application	HFC Foam Blowing Agent Alternatives			
		HFC-134a	HFC-152a	HFC-245fa	HFC-365mfc (+HFC-227ea)
OPEN	PU Flexible Foam				
	PU Flexible Moulded Foam				
	Pu Integral Skin Foam	√		√	
	PU One Component Foam	√	√		
CLOSED	PU continuous Panel	√		√	√
	PU Discontinuous Panel	√		√	√
	PU Appliance Foam	√		√	√
	PU Injected Foam	√		√	√
	PU Continuous Block			√	√
	PU Discontinuous Block			√	√
	PU Continuous Laminate			√	√
	PU Spray Foam			√	√
	PU Pipe-in-Pipe	√		√	√
	Extruded Polystyrene	√	√		
	Phenolic Block			√	√
	Phenolic Laminate			√	√

*PU는 Polyurethane의 약자

④ 냉동 및 냉방

기존에 냉장고와 에어컨의 생산 공정 시 냉매 충진물로 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

㉡ 자동판매기로부터 슈퍼마켓의 중앙 냉동 장치에 이르는 다양한 유형의 설비를 포함하는 공업용 냉동장치

㉢ 냉각 장치와 냉동 저장, 식품에 사용되는 산업 열펌프, 석유화학 및 기타 산업을 포함하는 산업공정

㉣ 냉동 트럭과 저장고, 대형냉장차, 트럭에 사용되는 설비와 시스템을 포함하는 산업공정

㉤ 건설 및 거주 용도에 대한 공기 대 공기시스템, 열펌프, 그리고 냉각 장치를 포함하는 고정 냉방장치

㉥ 승객용 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-410A등 HFC 혼합물이 기존의 HCFC-22를 대체하여 사용되고 있다. 상업용 냉각시스템에서도 R-404A, R-507A, R-502와 같은 냉매혼합물이 HCFC-22를 대체하고 있다. 참고로 냉매 혼합물의 구성은 아래 <표-27>와 같다.

<표-27> 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)
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)
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.

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 충진물로도 사용되며, 발생되는 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 SF_6와 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 SF_6 소비량에만 국한되지 않고 생산 공정과 생산품 유지 관리, 폐기까지 즉각 배출에서 bank까지 고려하여 산정해야 한다. 그리고 불소계 온실가스가 절연체로서 설비 안에 충진 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 전년도의 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 충진량의 100%가 제품을 사용하기 시작한 후 1-2년 내에 모두 배출되므로 즉각 배출로 간주한다. 용매를 충진하는 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 판매량을 알아야 배출량을 산정할 수 있다.

$$Emissions_t = S_t \times EF + S_{t-1} \times (1 - EF) - D_{t-1}$$

$Emissions_i$: t년도에 배출된 양(kg)

S_t : t년도에 판매된 용매의 양(kg)

S_{t-1} : t-1년도에 판매된 용매의 양(kg)

EF : 배출 계수(사용한 첫 해의 배출율 = 0.5)

D_{t-1} : t-1년도에 폐기된 용매의 양(kg)

<유의사항>

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당 항목을 별지 제8호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 관리업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

2 에어로졸

① Tier 1

에어로졸 제품의 수명이 2년 이하로 가정되기 때문에 초기 충진량의 50%를 기본 배출계수로 사용한다. 그러나 판매 시점을 정의하는데 유의해야 한다. 그리고 에어로졸은 용매와 달리 제품 사용 시점을 최종 사용자에게 공급되는 시기로 정의하지 않으므로 회수나 재활용, 파기 등을 고려하지 않는다.

$$Emissions_t = S_t \times EF + S_{t-1} \times (1 - EF)$$

$Emissions_t$: 연간 배출량 (kg)

S_t : t년도에 판매된 에어로졸 제품에 포함된 HFC와 PFC의 양(kg)

S_{t-1} : t−1년도에 판매된 에어로졸 제품에 포함된 HFC와 PFC의 양(kg)

EF : 배출계수 (사용한 첫 해의 배출율 = 0.5)

<유의사항>

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당 항목을 별지 제8호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 관리업체의 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(비율)

$Bank_t$: closed-cell 발포제 생산과정에서 t−n과 t년 사이의 HFC 몰입량 (kg)

EF_{AL} : 연간 손실 배출계수(비율)

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 해당항목을 별지 제8호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 관리업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

<표-28> 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(*FYL*)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)

<유의사항>

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당항목을 별지 제8호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 관리업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

④ 냉동 및 냉방

① *Tier 1*

Tier 2a 방법은 배출계수법으로서 하위용도별 냉동설비의 수명과 전형적인 충진량을 규정해야하고 냉매 충진 시, 설비 사용 시와 보수 시에 그리고 수명이 다한 시점에 배출계수를 각각 적용해야한다.

$$E_{total,t} = E_{containers,t} + E_{charge,t} + E_{lifetime,t} + E_{end-of-life,t}$$

$E_{total,t}$: t년도의 냉동 및 냉방 부문의 총 배출량(kg)

$$E_{containers,t} = RM_t \times \frac{c}{100}$$

$E_{containers,t}$: t년도의 HFC 용기에서의 총 배출량(kg)

RM_t : t년도의 냉동 사용 부문에 대한 HFC 시장 규모(kg)

c : 현재 냉동 시장의 HFC 용기에 대한 배출계수(%)

$$E_{charge,t} = M_t \times \frac{k}{100}$$

$E_{charge,t}$: t년도의 시스템 제조 공정에서의 배출량(kg)

M_t : t년도의 새 설비에 충진하는 HFC의 양(kg)

k : t년도의 새 설비를 생산할 때 손실되는 HFC에 대한 배출계수(%)

$$E_{lifetime,t} = B_t \times \frac{x}{100}$$

$E_{lifetime,t}$: t년도의 시스템 운전 시의 HFC 배출량(kg)

B_t : t년도의 시스템 안에 존재하는 HFC의 bank양(kg)

x : t년도의 설비를 운전하거나 유지 보수 시 손실 또는 누출되는 HFC의 연간 배출율(%)

$$E_{end-of-life} = M_{t-d} \times \frac{p}{100} \times (1 - \frac{\eta_{rec,d}}{100})$$

$E_{end-of-life}$: t년도의 시스템 폐기 시의 HFC 배출량(kg)

M_{t-d} : t−d년도에 새 시스템 설치 시 처음 충전한 HFC의 양(kg)

p : 충전 총량 대비 폐기 시 설비 안에 남은 HFC의 양의 비율(%)

$\eta_{rec,d}$: 폐기 시 회수 효율 (%)

<유의사항>

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당항목을 별지 제8호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 관리업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

<표−29> 냉동 및 냉방 시스템의 충진량, 수명, 배출계수 추정치

하위 용도	충진량 (kg)	수명 (years)	배출계수 (초기충진율%/year)		수명이 다한 후 최종배출량 (%)	
식의 계수	(M)	(d)	(k)	(x)	(ηrec,d)	(p)
			최초 배출량	운전 중 배출량	회수효율	초기 충진 잔량
가정용 냉장고	0.05≤M≤0.5	12≤d≤20	0.2≤k≤1	0.1≤x≤0.5	0<ηrec,d<70	0<p<80
상업용 독립형	0.2≤M≤6	10≤d≤15	0.5≤k≤3	1≤x≤15	0<ηrec,d<70	0<p<80
상업용 중대형 냉장고	50≤M≤2,000	7≤d≤15	0.5≤k≤3	10≤x≤35	0<ηrec,d<70	50<p<100
수송용 냉장고	3≤M≤8	6≤d≤9	0.2≤k≤1	15≤x≤50	0<ηrec,d<70	0<p<50
식품가공 및 보관용 산업 냉장고	10≤M≤10,000	15≤d≤30	0.5≤k≤3	7≤x≤25	0<ηrec,d<90	50<p<100
냉각장치	10≤M≤2,000	15≤d≤30	0.2≤k≤1	2≤x≤15	0<ηrec,d<95	80<p<100
주거 및 상업용 에어컨(열펌프 포함)	0.5≤M≤100	10≤d≤20	0.2≤k≤1	1≤x≤10	0<ηrec,d<80	0<p<80
차량용 에어컨	0.5≤M≤1.5	9≤d≤16	0.2≤k≤0.5	10≤x≤20	0<ηrec,d<50	0<p<50

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

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 (사용중지하거나 폐기한 설비에서의 배출 제외(단위 없음)

RRL_t : 회수, 재활용, 폐기시의 배출량(kg)

$Production_t$: t년간 소방 설비 생산을 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 제8호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 관리업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

⑥ 전기 설비

〈배출량 산정 방법론〉

① *Tier 1~2*

설비의 정격용량에 따른 SF_6와 PFCs의 소비량을 추정하여 기본배출계수를 적용한다. 설치 시의 배출량이 설비 제조나 사용 중에 발생한다고 가정하면 식을 간단히 할 수 있다.

$$Emissions_{total} = Emissions_{menufacturing} + Emissions_{installation}$$
$$+ Emissions_{use} + Emissions_{disposal}$$

$Emissions_{total}$: 전기 설비 부문에서 발생하는 총 배출량(kg)

$Emissions_{manufacturing}$: 생산 배출계수 × 설비 생산 시 소비되는 총 온실가스(SF_6 또는 PFCs) 양(kg)

$Emissions_{installation}$: 설치 배출계수 × 지역 내 새로 설치된 설비의 충진 용량(kg)

$Emissions_{use}$: 사용 배출계수 × 설치된 설비의 충진 용량(kg)

$Emissions_{disposal}$: 폐기되는 설비의 충진 용량 × 폐기 시 온실가스(SF_6 또는 PFCs)의 잔류 비율(kg)

② *Tier 3*

설비 사용단계의 Tier3 배출량 산정 방법은 아래와 같이 물질수지 접근법을 이용한다.

$$Emissions_{use} = F_{gas,recharge} - F_{gas,recovery}$$

$Emission_{use}$: 설비 사용단계에서 배출되는 온실가스(SF_6 또는 PFCs)의 총량(kg)

$F_{gas,\ recharge}$: 사용중인 설비의 온실가스(SF_6 또는 PFCs) 재충전량(kg)

$F_{gas,\ recovery}$: 사용중인 설비의 온실가스(SF_6 또는 PFCs) 회수량(kg)

* CO_2 등가량으로 보고할 경우 온실가스별 CO_2 등가계수(GWP)를 적용하여 환산한다.

〈매개변수별 관리 기준〉

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 설비별 충진용량을 활동자료로 사용한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 설비별 충진용량을 활동자료로 사용한다.

Tier 3

측정불확도는 ±2.5% 이내의 재충전량과 회수량을 활동자료로 사용한다.

③ 배출계수

Tier 1

아래의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-30> SF_6가 들어있는 밀폐 압력 전기 설비(MV개폐기)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 충진물 잔류율[b)]
일본	0.29	0.007	Not reported	0.95

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<표-31> SF_6가 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 충진물 잔류율[a)]
일본	0.29	0.007	Not reported	0.95

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<표-32> SF_6가 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 충진물 잔류율[b)]
일본	0.29[b)]	0.007	Not reported	0.95

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

<유의사항>

제품(전기설비) 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당항목을 별지 제8호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 관리업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

제품(전기설비) 사용자는 위 배출량 산정식 중 사용에 따른 배출량 ($Emission_{use}$)을 계산하여 총 배출량에 포함, 보고하여야 한다.

7 기타 사용

① *Tier 1*

$$Emissions_t = S_t \times EF \times S_{t-1} \times (1 - EF)$$

$Emissions_t$ = t년도의 에어로졸 사용에 따른 배출량(kg)

S_t = t년도에 판매된 HFC와 PFC의 양(kg)

S_{t-1} = t−1년도에 판매된 HFC와 PFC의 양(kg)

EF = 제조 후 첫 해에 배출된 불소계 온실가스의 비율(비율)

ODS = 오존 파괴 물질의 대체물

<유의사항>

제품 제작자는 위 배출량 산정식에서의 보고항목 중 해당항목을 별지 제8호 서식에 따라 보고한다. 단 여기에서 보고되는 항목은 관리업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

25. 기타 온실가스 배출 및 사용

IPCC 분류체계
2G

1 기타 온실가스 배출

자동차 생산공정의 용접설비에 의한 CO_2 배출(CO_2 용접, 에틸렌 절단, 아세틸렌 용접 등), 용해공정에서의 산화방지제 사용에 따른 PFCs 배출, 연 제련의 TSL 및 GSL 공정, 아연생산 중 Fuming 공정에서의 환원제 사용, 동제련 공정 중 환원제, 전극봉, 석회석 등의 사용으로 인한 공정배출 등 이 지침에서 산정방법 등이 제시되지 않은 기타 온실가스 배출에 대해서는 관리업체가 산정방법론을 스스로 제시하여 검증기관의 검증을 거쳐 배출량 등의 산정·보고에 활용하여야 한다(매스밸런스 방식 활용 가능). 환경부장관은 이 지침에 제시되지 않은 기타 온실가스 배출활동의 세부 산정방법론 및 매개변수별 관리기준 등을 고시한다.

2 기타 온실가스 사용

「오존층파괴물질(ODS)의 대체물질의 사용」 부문의 산정방법론과 매개변수 관리기준에 따라 제품의 제작단계에서 보고되는 오존층파괴물질(ODS) 대체물질을 제외한, 온실가스의 기타 사용량은 이 배출활동에서 보고되어야 한다. 예를 들면 냉각·냉동설비 및 소화설비에서의 냉매나 소화제의 충진량(기기 사용에 따른 재충진량을 포함한다, 이하 같다), 치환용 CO_2 구입양 등을 명세서에 포함하여 별도로 보고하여야 한다. 세부적인 명세서의 보고양식은 「별지 제8호 서식」을 따른다. 단 여기에서의 보고되는 항목은 관리업체의 온실가스 총 배출량에는 합산하지 않는다.

26. 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 수십년에 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 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 차단형 매립시설

② 관리형 매립시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	-	Tier 1	-

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1*

$$CH_4Emissions_T = [\sum_x CH_4generated_{x,T} - R_T] \times (1 - OX) \times F_{eq,j}$$

$$CH_4generated_{x,T} = DDOCm,decomp_T \times F \times \frac{16}{12}$$

$$DDOCm,decomp_T = DDOCma_{T-1} \times (1 - e^{-k})$$

$$DDOCma_{T-1} = DDOCmd_{T-1} + (DDOCma_{T-2} \times e^{-k})$$

$$DDOCmd_{T-1} = W_{T-1} \times DOC \times DOC_f \times MCF$$

$CH_4Emissions_T$: T년도 메탄 배출량(CO_2-e ton/yr)

$CH_4generated_T$: T년도 발생 가능한 최대 메탄배출량(tCH_4/yr)

R_T : T년도에 회수된 메탄량(tCH_4/yr)

OX : 매립지 표면에서의 산화율

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(CH_4=21)

$DDOCm,decomp_T$: T년도에 혐기적으로 분해된 유기탄소(tC/yr)

F : 발생 매립가스에 대한 메탄 부피비

$DDOCma_{T-1}$: T-1년도 말까지 누적된 유기탄소(tC/yr)

k : 메탄 발생 속도상수

$DDOCmd_{T-1}$: T-1년도에 매립된 혐기적 분해가능한 유기탄소(tC/yr)

W : 폐기물 매립량(tWaste/yr)

DOC : 분해 가능한 유기탄소 비율(tC/tWaste)

DOC_f : 메탄으로 전환 가능한 DOC 비율

MCF : 호기성 분해에 대한 메탄 보정계수

T : 산정년도

x : 폐기물 성상

다만.

㉠ $\frac{R_T(\text{회수량})}{CH_4generated_T(\text{발생량})} \leq 0.75$ 인 경우에는 위 식에 따라 발생량 및 배출량을 산정한다.

㉡ $\frac{R_T(\text{회수량})}{CH_4generated_T(\text{발생량})} > 0.75$ 인 경우에는 배출량은 위 식에 따라 산정하되, 다음과 같이 변경하여 적용한다.

$CH_4generated_T = \gamma \times \text{회수량} \times (1/0.75)$

γ : 표준 조건에서 m^3과 CO2eq의 환산계수 ($\gamma = 6.784\times10^{-4}\times21$)

(단, 무게 단위일 경우 $\gamma = 1.0$)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료 (폐기물성상별 매립양, W)

활동자료는 1981년 1월 1일 이후 매립된 폐기물에 대해서만 수집한다.

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 활동자료(반입폐기물의 양)를 사용한다.

폐기물 성상분석을 위한 시료의 채취, 전처리, 시료 분석 방법 등은 「폐기물관리법」 제12조에 따른 「폐기물공정시험기준(환경부 고시 제2009-132호)」에 따라 분기별 1회(각 3, 6, 9, 12월) 이상 실시한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 활동자료(반입폐기물의 양)를 사용한다.

폐기물 성상분석을 위한 시료의 채취, 전처리, 시료 분석 방법 등은 「폐기물관리법」 제12조에 따른 「폐기물공정시험기준(환경부 고시 제2009-132호)」에 따라 분기별 1회(각 3, 6, 9, 12월) 이상 실시한다.

㉠ 과거 매립실적자료 추정방법

과거 매립실적자료를 보유하고 있지 않은 생활폐기물 매립장은 다음 3가지 방법 중 시설의 조건 및 매립 이력 등을 기준으로 가장 적합한 방법을 해당 관장기관과 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 보유 자료 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 보유 자료 중 가장 오래된 년도의 매립비율을 추정년도와 동일하다고 가정

3) 해당 매립지의 이용 가능한 기간의 자료를 근거로 평균 매립 량을 산출하여 추정년도에 매년 동일하게 적용한다. (예, 최초 매립에서 매립자료를 이용할 수 없는 최근년도까지의 연간 매립 량을 동일하게 적용)

$$WAR = \frac{LFG}{(YrData - YrOpen + 1)}$$

WAR : 연평균 폐기물 매립 량 (톤/년)

LFG : 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 매립 량의 경우, 혼합 폐기물에 관련된 입력변수 (DOC, k값 등)를 사용하고, 자료 보유년도는 성상별 입력변수 및 활동자료를 사용하여 배출량을 산정하도록 한다.

② 활동자료 (메탄 회수량, R_T)

Tier 1

측정불확도 ±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_T는 0으로 처리한다.

③ 배출계수 (분해가능한 유기탄소 비율, *DOC*)

Tier 1

아래 <표-33>의 폐기물 종류 및 성상별 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다.

<표-33> 폐기물 종류 및 성상별 기본 배출계수

생활폐기물		사업장 폐기물	
폐기물 성상	DOC 기본값	폐기물 성상	DOC 기본값
혼합 폐기물(bulk)	0.14	혼합 폐기물(bulk)	0.15
종이/판지	0.40	음식, 음료 및 담배	0.15
섬유	0.24	섬유	0.24
음식물	0.15	나무 및 목제품	0.43
목재	0.43	제지	0.40
정원 및 공원 폐기물	0.20	석유제품, 용매, 플라스틱	0.00
기저귀	0.24	고무	0.39
고무 및 가죽	0.39	건설 및 파쇄 잔재물	0.04
플라스틱	0.00	기타	0.01
금속	0.00	하수 슬러지	0.05
유리	0.00	폐수 슬러지	0.09
기타, 비활성(불연성)	0.00	-	-

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

*비고) '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.

④ 배출계수 (메탄으로 전환가능한 DOC 비율, DOC_f)

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본값인 0.5를 적용한다.

⑤ 배출계수 (메탄 보정계수, *MCF*)

Tier 1

아래 <표-34>의 IPCC 가이드라인 기본값을 적용한다.

<표-34> 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

⑥ 배출계수(산화율, *OX*)

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본계수를 사용한다.

<표-35> 매립시설 유형별 산화계수

매립시설 유형	OX
토양, 퇴비 등으로 복토되는 매립지	0.1
기타	0

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

⑦ 배출계수(메탄 부피비, *F*)

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본값인 0.5를 적용한다.

⑧ 배출계수 (메탄 발생 속도상수, *k*)

Tier 1

아래 <표-36>의 IPCC 가이드라인 기본값을 적용한다.

<표-36> 폐기물 성상별 메탄 발생 속도상수

분해 속도	폐기물 성상	k
느림	종이/직물(섬유)	0.06
	목재/짚	0.03
보통	종이, 직물(섬유), 목재, 짚, 음식물, 슬러지를 제외한 폐기물 성상	0.10
빠름	음식물/슬러지	0.185
혼합 폐기물(bulk)		0.09

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

27. 고형폐기물의 생물학적 처리

IPCC 분류체계: 6B

1. 배출활동 개요

폐기물의 부피감소, 폐기물의 안정화, 폐기물의 병원균 사멸, 바이오가스 생산 등을 목적으로 이루어지는 유기 고형폐기물의 생물학적 처리에 의해 온실가스가 발생하는 활동을 말한다.

2. 보고 대상 배출시설

고형폐기물의 생물학적처리의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 사료화·퇴비화·소멸화·부숙토생산 시설

② 호기성·혐기성 분해시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	-	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정 방법론

① *Tier 1*

$$CH_4 Emissions = [\sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R)] \times F_{eq,j}$$

$CH_4Emissions$: 고형폐기물의 생물학적처리 과정에서 배출되는 온실가스(CO_2-e ton/yr)

M_i : 생물학적 처리 유형 i에 의해 처리된 유기폐기물량(tWast/yr)

EF_i : 처리유형 i에 대한 배출계수(gCH_4/kgWast)

i : 퇴비화, 혐기성 소화 등 처리유형

R : 메탄 회수량(tCH_4/yr)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수(CH_4=21)

다만,

㉠ $\frac{R_T(\text{회수량})}{M_i \times EF_i \times 10^{-3}(\text{발생량})} \leq 0.75$ 인 경우에는 위 식에 따라 발생량 및 배출량을 산정한다.

㉡ $\frac{R_T(\text{회수량})}{M_i \times EF_i \times 10^{-3}(\text{발생량})} > 0.75$ 인 경우에는 배출량은 위 식에 따라 산정하되, 다음과 같이 변경하여 적용한다.

$$CH_4 \text{ 발생량} = \gamma \times \text{회수량} \times (1/0.75)$$

γ : 표준 조건에서 m^3과 CO_2eq의 환산계수 ($\gamma = 6.784\times10^{-4}\times21$)

(단, 무게 단위일 경우 $\gamma = 1.0$)

$$N_2OEmissions = \sum_i (M_i \times EF_i) \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

N_2O $Emissions$: 고형폐기물의 생물학적처리 과정에서 배출되는 온실가스(CO_2-e ton/yr)

M_i : 생물학적 처리 유형 i에 의해 처리된 유기폐기물량(tWaste/yr)

EF_i : 처리유형 i에 대한 배출계수(gCH_4/kgWaste)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수 (N_2O=310)

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.

② 활동자료 (메탄 회수량, R)

Tier 1

측정불확도 ±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_T는 0으로 처리한다.

③ 배출계수 (EF_i)

Tier 1

아래 <표-37>에 따른 처리유형별 IPCC 기본 배출계수를 사용한다.

<표-37> 생물학적 처리유형에 따른 CH_4, N_2O 기본 배출계수

생물학적 처리 유형(i)	CH_4 ($g-CH_4/kg-waste$)		N_2O ($g-N_2O/kg-waste$)	
	건량 기준	습량 기준	건량 기준	습량 기준
퇴비화	10	4	0.6	0.3
혐기성 소화	2	1	0	0

28. 하·폐수 처리

IPCC 카테고리: 6D

1. 배출활동 개요

하·폐수는 현장에서 처리되거나, 중앙 집중화된 시설을 통해 처리되며, 처리 과정에서 CH_4 및 N_2O를 배출한다. 하·폐수로부터 배출되는 CO_2는 생물 기원으로 배출량 산정시 제외하도록 한다. 하·폐수 처리에서의 CH_4는 유기물이 혐기적으로 분해되는 과정에서 배출되며, 기본적으로 폐수내의 분해 가능한 유기물질, 온도, 처리시스템의 유형에 따라 배출량이 변한다. N_2O의 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 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 축산폐수공공처리시설

② 폐수종말처리시설

③ 공공하수처리시설

④ 분뇨처리시설

⑤ 기타 하·폐수처리시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
1 하수처리	-	Tier 1	Tier 1
2 폐수처리	-	Tier 1	-

4. 배출량 산정 방법론

1 하수 처리 (하수 및 폐수 동시처리를 포함한다)

① *Tier 1*

$$CH_4Emissions = [(BOD_{in} - BOD_{out}) \times 10^{-3} \times Q_{in} \times EF - R] \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

$CH_4Emissions$: 하수처리에서 배출되는 CH_4배출량(CO_2-e ton/yr)

BOD_{in} : 유입 하수의 BOD_5농도, (mgBOD/L)

BOD_{out} : 유출 하수의 BOD_5농도, (mgBOD/L)

Q_{in} : 유입하수량(m^3/yr)

EF : 배출계수($kgCH_4$/kgBOD)

R : 메탄 회수량($kgCH_4$/yr)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수 (CH_4=21)

다만.

㉠ $\frac{R(\text{회수량})}{(BOD_{in} - BOD_{out}) \times 10^{-3} \times Q_{in} \times EF_i(\text{발생량})} \leq 0.75$ 인 경우에는 위 식에 따라 발생량 및 배출량을 산정한다.

㉡ $\frac{R(\text{회수량})}{(BOD_{in} - BOD_{out}) \times 10^{-3} \times Q_{in} \times EF_i(\text{발생량})} > 0.75$ 인 경우에는

배출량은 위 식에 따라 산정하되, 다음과 같이 변경하여 적용한다.

CH_4 발생량 = γ × 회수량 × (1/0.75)

γ : 표준 조건에서 m^3과 CO_2eq의 환산계수 ($\gamma = 6.784 \times 10^{-4} \times 21$)

(단, 무게 단위일 경우 γ = 1.0)

$$N_2OEmissions = [(TN_{in} - TN_{out}) \times 10^{-3} \times Q_{in} \times EF \times \frac{44}{28}] \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

$N_2OEmissions$: 하수처리에서 배출되는 N_2O배출량(CO_2-e ton/yr)

TN_{in} : 유입 하수의 총 질소농도, (mgN/L)

TN_{out} : 유출 하수의 총 질소농도, (mgN/L)

Q_{in} : 유입하수량(m^3/yr)

EF : 아산화질소 배출계수(kgN_2O-N/kgN)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수 (N_2O=310)

2 폐수 처리

① *Tier 1*

$$CH_4Emissions = [(COD_{in} - COD_{out}) \times Q_{in} \times EF \times 10^{-6} - R] \times F_{eq,j}$$

$CH_4Emissions$: 폐수처리에서 배출되는 온실가스(CO_2-e ton)

COD_{in} : 유입 폐수의 COD_{Mn} 농도, ($mgCOD_{Mn}$/L)

COD_{out} : 유출 폐수의 COD_{Mn} 농도, ($mgCOD_{Mn}$/L)

Q_{in} : 유입폐수량 (m^3/yr)

EF : 배출계수 ($tCH_4/tCOD$)

R : 메탄 회수량 (tCH_4)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수 (CH_4=21)

다만.

㉠ $\frac{R(\text{회수량})}{(COD_{in}-COD_{out})\times Q_{in}\times EF_i(\text{발생량})\times 10^{-6}} \le 0.75$ 인 경우에는 위 식에 따라 발생량 및 배출량을 산정한다.

㉡ $\frac{R(\text{회수량})}{(COD_{in}-COD_{out})\times Q_{in}\times EF_i(\text{발생량})\times 10^{-6}} > 0.75$ 인 경우에는 배출량은 위 식에 따라 산정하되, 다음과 같이 변경하여 적용한다.

$$CH_4 \text{ 발생량} = \gamma \times \text{회수량} \times (1/0.75)$$

γ : 표준 조건에서 m^3과 CO_2eq의 환산계수 ($\gamma = 6.784\times10^{-4}\times21$)
(단, 무게 단위일 경우 $\gamma = 1.0$)

5. 매개변수별 관리 기준

1 하수 처리

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 유입 하수량 자료를 사용한다.

측정불확도 ±5.0% 이내의 메탄 회수량 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 R=0으로 처리한다.

유입 하수의 유입 하수의 BOD_5농도(BOD_{in}), 유출 하수의 BOD_5농도(BOD_{out}), 유입 하수의 총 질소농도(N_{in}) 및 유출 하수의 총 질소농도(N_{out}) 등의 활동자료는 「환경분야 시험·검사에 관한 법률」 제6조에 따른 「수질오염공정시험기준」에 따라 측정하여 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인 등 기본 배출계수를 사용한다.

CH_4 배출계수 ('02, 환경부)	N_2O 배출계수 (IPCC 가이드라인)
0.01532 $kgCH_4/kgBOD$	0.005 kgN_2O/kgN

2 폐수 처리

① 활동자료

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 유입 폐수량 자료를 사용한다.

측정불확도 ±5.0% 이내의 메탄 회수량 자료를 사용한다. 다만, 회수된 메탄가스가 외부 공급/판매, 자체 연료 사용 및 Flaring 등으로 처리되기 위한 별도의 측정이 없을 경우는 R=0으로 처리한다.

유입 폐수의 COD(COD_{in}), 유출 폐수의 COD(COD_{out})는 「환경분야 시험·검사에 관한 법률」 제6조에 따른 「수질오염공정시험기준」에 따라 측정하여 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-38>의 IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 적용한다.

<표-38> 처리유형별 폐수처리 분야 CH4 배출계수

처리 유형	EF (tCH4/tCOD)
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

29. 폐기물의 소각

IPCC 분류체계: 6C

1. 배출활동 개요

폐기물 소각시설에서는 고형 및 액상폐기물의 연소로 인해 CO_2, CH_4 및 N_2O가 배출되며, 소각되는 폐기물 유형은 도시고형폐기물, 사업장폐기물, 지정폐기물, 하수 슬러지 등이다. 단, 바이오매스 폐기물(음식물, 목재 등)의 소각으로 인한 CO_2배출은 생물학적 배출량이므로 배출량 산정시 제외되어야 하며, 화석연료로 인한 폐기물(플라스틱, 합성 섬유, 폐유 등)의 소각으로 인한 CO_2만 배출량에 포함되어야 한다. 이러한 이유로 폐기물 소각으로 인한 CO_2배출은 mass-balance 방법에 따라 폐기물의 화석탄소함량을 기준으로 산정되며, 그 밖의 non-CO_2(CH_4 및 N_2O)의 경우에는 측정을 통하여 배출량을 산정한다.

2. 보고 대상 배출시설

폐기물 소각의 보고대상 배출시설은 아래와 같으며, 세부내용은 별표 7의 배출활동별 배출시설 개요를 참조한다.

① 소각보일러

② 특정폐기물 소각시설

③ 일반폐기물 소각시설

④ 폐가스소각시설

⑤ 적출물 소각시설

⑥ 폐수소각시설

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1, 4	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정 방법론

1 폐기물 소각분야 CO_2 배출

① Tier 1

㉠ 고상 폐기물

$$CO_2 Emissions = \sum_i (SW_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \times \frac{44}{12}$$

CO_2 Emissions : 폐기물 소각에서 발생되는 온실가스 양(tCO_2/yr)

SW_i : 폐기물 성상(i)별 소각량(tWaste/yr)

dm_i : 폐기물 성상(i)별 건조물질 함량(%)

CF_i : 폐기물 성상(i)별 탄소 함량(tC/t-Waste)

FCF_i : 화석탄소 함유율(%)

OF_i : 산화계수(소각효율)

㉡ 액상 폐기물

$$CO_2 Emissions = \sum_i (AL_i \times CL_i \times OF_i) \times \frac{44}{12}$$

CO_2 Emissions : 폐기물 소각에서 발생되는 온실가스 양(tCO_2/yr)

AL_i : 액상폐기물의 성상(i)별 소각량(tWaste/yr)

CL_i : 폐기물 성상(i)별 탄소 함량(tC/t-Waste)

OF_i : 산화계수(소각효율)

㉢ 기상 폐기물

기상 폐기물(폐가스 소각 등) 소각에 따른 배출량 산정방법 및 배출계수 등은 향후 고시한다.

2 폐기물 소각분야 CH_4, N_2O 배출

① Tier 1

$$CH_4 Emissions = IW \times EF \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

$$N_2O Emissions = IW \times EF \times F_{eq,j} \times 10^{-3}$$

CH_4Emissions : 폐기물 소각에서의 CH_4 배출량(CO_2-e ton/yr)

N_2OEmissions : 폐기물 소각에서의 N_2O 배출량(CO_2-e ton/yr)

IW : 총 폐기물 소각량(t/yr)

EF : 배출계수($kgCH_4$,/t-waste, kgN_2O/t-waste)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수 (CH_4=21, N_2O=310)

5. 매개변수별 관리 기준

① 활동자료 (폐기물 성상별 소각량, SW_i)

Tier 1

측정불확도 ±7.5% 이내의 폐기물성상별 소각량 등의 활동자료를 사용한다. 폐기물 성상분석을 위한 시료채취, 전처리, 시료의 분석은 매월 1회 이상 실시한다.

Tier 2

측정불확도 ±5.0% 이내의 폐기물성상별 소각량 등의 활동자료를 사용한다. 폐기물 성상분석을 위한 시료채취, 전처리, 시료의 분석은 매월 1회 이상 실시한다.

Tier 3

측정불확도 ±2.5% 이내의 폐기물성상별 소각량 등의 활동자료를 사용한다. 폐기물 성상분석을 위한 시료채취, 전처리, 시료의 분석은 매월 1회 이상 실시한다.

Tier 4

연속측정방법(CEM)을 사용한다.

② 배출계수

Tier 1

IPCC 가이드라인 기본 배출계수를 사용한다. 산화계수는 1.0을 적용한다.

<표-39> 폐기물소각 분야 CO_2 기본 배출계수 (dm, CF, FCF)

생활폐기물				사업장 폐기물			
폐기물 성상	*dm*	*CF*	*FCF*	폐기물 성상	*dm*	*CF*	*FCF*
종이/판지	0.9	0.46	0.01	음식, 음료 및 담배	0.4	0.15	0
섬유	0.8	0.5	0.2	섬유	0.8	0.4	0.16
음식물	0.4	0.38	0	나무 및 목제품	0.85	0.43	0
목재	0.85	0.5	0	제지	0.9	0.41	0.01
정원 및 공원 폐기물	0.4	0.49	0	석유제품, 용매, 플라스틱	1	0.8	0.8
기저귀	0.4	0.7	0.1	고무	0.84	0.56	0.17
고무 및 가죽	0.84	0.67	0.1	건설 및 파쇄 잔재물	1	0.24	0.2
플라스틱	1	0.75	1	기타	0.9	0.04	0.03
금속	1	-	-	하수 슬러지	0.1	0.45	0
유리	1	-	-	폐수 슬러지	0.35	0.45	0
기타 비활성(불연성)	0.9	0.03	1	병원성폐기물	0.65	0.4	0.25
				액상 폐기물	-	0.8	1.0

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

<표-40> 폐기물소각 분야 기본 CH_4 배출계수

소각 기술		CH_4 배출계수 ($kgCH_4/tWaste$)
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

<표-41> 폐기물소각 분야 기본 N_2O 배출계수

폐기물 형태	N_2O 배출계수($gN_2O/tWaste$)
생활폐기물	39.8
사업장폐기물(슬러지 제외)	113.19
사업장폐기물(슬러지)	408.41
건설폐기물	109.57
지정폐기물(슬러지 제외)	83.52
지정폐기물(슬러지)	408.41

* 출처 : 환경부문의 온실가스 배출량 조사 및 통계구축, 환경부, 2002

Tier 2

제46조제2항에 따른 국가 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 3

제47조에 따라 사업자가 자체 개발한 고유 배출계수를 사용한다.

Tier 4

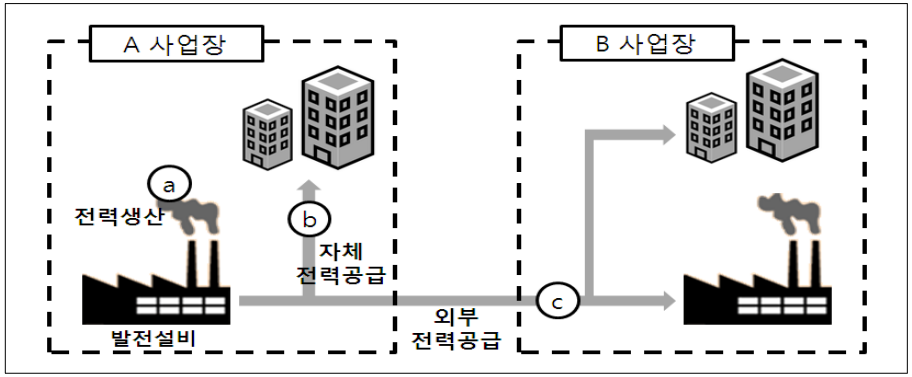
연속측정방법(CEM)을 적용한다.

30. 외부에서 공급된 전기 사용

IPCC 분류체계
–

1. 배출활동 개요

관리업체가 소유 및 통제하는 설비와 사업활동에 의한 전력사용으로 인해 발생하는 간접적 온실가스 배출은 연료연소, 원료사용 등으로 인한 직접적 온실가스 배출과 함께 관리업체의 온실가스 배출량에 포함되어야 한다. 대부분의 관리업체에 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, 관리업체의 조직경계 내에 발전설비가 위치하여 생산된 전력을 자체적으로 사용할 경우에는 간접적 온실가스 배출량 산정에서 제외하도록 한다. 이는 발전설비에서 전력 생산으로 인해 배출된 직접적 온실가스가 해당 관리업체의 배출량으로 이미 산정되었기 때문이며, 자체 생산한 전력의 자체 사용에 따른 간접적 온실가스 배출량을 포함할 경우 직접적 온실가스 배출량과 함께 중복산정을 초래하기 때문이다.



ⓐ : 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

<그림-39> 전력 사용에 따른 간접 온실가스 배출경로

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 전기아크로에 대해서는 전기사용량과 이에 따른 간접배출량을 구분하여 산정·보고하여야 한다. 기타 전력량계(법정계량기 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.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정방법론

① *Tier 1*

$$CO_2eq\ Emissions = \sum_j (Q \times EF_j \times F_{eq,j})$$

$CO_2eq\ Emissions$: 전력사용에 따른 온실가스 배출량(tCO_2eq)

Q : 외부에서 공급받은 전력 사용량(MWh)

EF_j : 전력 간접배출계수(tGHG/MWh)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수 (CH_4=21, N_2O=310)

j : 배출 온실가스 종류

5. 매개변수별 관리기준

① 활동자료

Tier 1

적력량계 등 법정계량기로 측정된 사업장별 총량 단위의 전력 사용량을 활용한다.

② 배출계수

Tier 2

전력간접배출계수는 아래 <표-42>에서 제시된 기준연도에 해당하는 2개년도('07~'08년) 평균값을 적용한다. 배출계수는 3년간 고정하여 적용하며, 향후 한국전력거래소에서 제공하는 전력간접배출계수를 센터에서 확인·공표하면 그 값을 적용한다(이 경우 과거 제출한 명

세서는 제52조에 따라 새로운 전력간접배출계수를 적용하여 해당부문을 재산정한 후 전자적 방식으로 제출한다).

<표-42> 국가 고유 전력배출계수('07~'08년 평균)

구 분	CO_2 (tCO_2/MWh)	CH_4 ($kgCH_4/MWh$)	N_2O (kgN_2O/MWh)
2개년 평균('07~'08)	0.4653	0.0054	0.0027

31. 외부에서 공급된 열(스팀)의 사용

IPCC 카테고리
–

1. 배출활동 개요

관리업체가 소유 및 통제하는 설비와 사업활동에 의한 열(스팀)사용으로 인해 발생하는 간접적 온실가스 배출은 연료연소, 원료사용 등으로 인한 직접적 온실가스 배출과 함께 관리업체의 온실가스 배출량에 포함되어야 한다. 열(스팀)은 열(스팀) 생산을 목적으로 하는 시설을 통하여 공급될 수도 있으나, 열병합 발전설비 또는 폐기물 소각시설 등에서의 열(스팀) 회수를 통하여 공급될 수도 있다. 열병합 발전설비를 통하여 열(스팀)을 공급받을 경우에는 '별표 24'에 따라 전력간접배출과 구분하여 열(스팀)간접배출계수를 개발하여 사용해야 하며, 폐기물 소각시설에서의 열회수를 통하여 열(스팀)을 공급받을 경우에는 '별표 25'에 따라 열(스팀)간접배출계수를 개발하여 사용해야 한다. 다만 열(스팀)을 생산하여 외부로 공급하는 업체가 자체적으로 열(스팀) 간접배출계수를 제공할 수 없는 경우에는 센터가 검증·공표하는 국가 고유의 열(스팀) 간접배출계수 등을 활용할 수 있다.

2. 보고 대상 배출시설

외부에서 공급된 열(스팀) 사용에 대한 간접배출량의 산정·보고범위는 관리업체의 배출시설 단위로 정한다. 보고대상 배출시설은 이 지침 별표14에서 제시하는 「1. 고정연소(고체연료)」부터 「28. 폐기물의 소각」분야의 각 배출시설 중 외부에서 공급받아 열(스팀)을 사용하는 배출시설로 한다.

3. 보고 대상 온실가스

구분	CO_2	CH_4	N_2O
산정방법론	Tier 1	Tier 1	Tier 1

4. 배출량 산정방법론

① *Tier 1*

$$CO_2eq\ Emissions = \sum_j (Q \times EF_j \times F_{eq,j})$$

$CO_2eq\ Emissions$: 열(스팀)사용에 따른 온실가스 배출량(tCO_2eq)

Q : 외부에서 공급받은 열(스팀) 사용량(GJ)

EF_j : 열(스팀) 간접배출계수(tGHG/GJ)

$F_{eq,j}$: 온실가스(j)의 CO_2 등가계수 (CH_4=21, N_2O=310)

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 3

열(스팀) 공급자가 개발하여 제공한 열(스팀)간접배출계수를 사용한다.

열(스팀) 공급자가 간접배출계수 또는 이와 관련된 자료를 관리업체에게 제공할 수 없는 경우에는 제46조제2항에 따라 센터가 고시하는 간접배출계수를 사용할 수 있다.

[별표 15]

활동자료의 수집방법론 (제44조 관련)

1. 모니터링 유형 개요

관리업체는 다음 2항 내지 4항에서 제시하는 모니터링 유형에 따라 배출시설별로 활동자료를 수집·결정할 수 있다. 측정기기의 기호, 종류 등은 <표-43>과 같다.

<표-43> 측정기기의 기호 및 종류

기호	세부 내용	측정기기 예시
WH	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
FL	관리업체가 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 그외 계량기
FL	관리업체가 자체적으로 설치한 계량기이나, 주기적인 정도검사를 실시하지 않는 측정기기	

* 비고) 관리업체가 자체적으로 설치한 측정기기 중 시험·교정기관 등으로부터 주기적인 정도검사를 받지 않았을 경우 해당 측정기기에 대한 정도검사 일정 등을 제37조에 따른 이행계획에 포함하여 전자적 방식으로 제출하여야 한다.

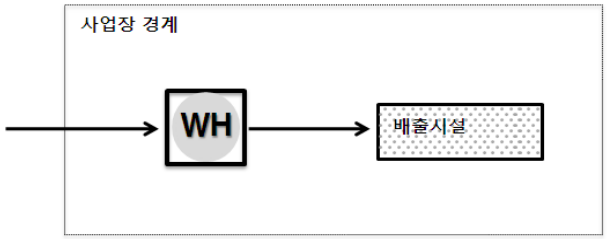
2. 연료 등 구매량 기반 모니터링 방법

이 방법은 연료 및 원료의 공급자가 상거래 등의 목적으로 설치·관리하는 측정기기를 이용하여 활동자료의 양을 수집하는 방법이다.

1 모니터링 유형 (A-1)

A-1 유형은 연료 및 원료 공급자가 상거래 등을 목적으로 설치·관리하는 측정기기(WH)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)



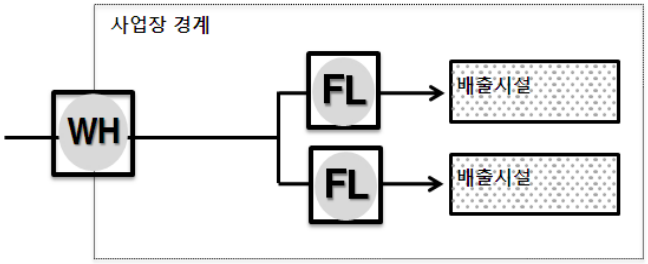
<표-44> 모니터링 유형 A-1에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
구매전력	전력공급자(한국전력)가 발행한 전력요금청구서
구매 열 및 증기	열에너지 공급자가 발행하고 열에너지 사용량이 명시된 요금청구서, 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. 이 경우 각 배출시설에 설치된 내부 측정기기의 측정값을 기준으로 배출시설별 활동자료를 결정한다. 다만, 상거래를 목적으로 연료나 원료공급자가 설치·관리하는 측정기기의 계측자료는 참고자료로 활용할 수 있다.

(유형 A-2)



<표-45> 모니터링 유형 A-2에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

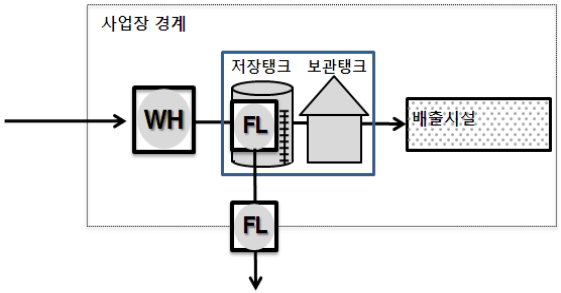
해당 항목	관련 자료
구매전력	전력공급자(한국전력)가 발행한 전력요금청구서
구매 열 및 증기	열에너지 공급자가 발행하고 열에너지 사용량이 명시된 요금청구서, 열에너지 사용 증빙문서
도시가스	도시가스 공급자(도시가스 회사)가 발행하고 도시가스 사용량이 기입된 요금청구서
화석연료/원료 등	내부 모니터링 기기(계량기 등)의 데이터 기록일지

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 사용하며 저장탱크에서 연료나 원료가 일부 저장되어 있거나, 그 일부를 판매 등 기타 목적으로 외부로 이송하는 경우, 배출시설의 활동자료를 결정하는 방법이다. 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·이송 등) 사용량

(유형 A-3)



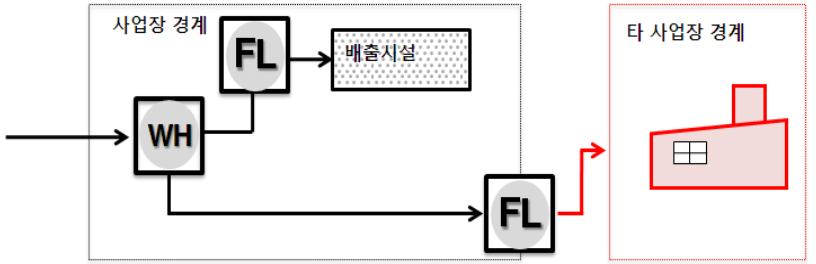
<표-46> 모니터링 유형 A-3에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

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. 사업장에 공급된 화석연료 사용량에서 외부 사업장 혹은 배출시설에 판매하거나 공급한 양을 제외하여 배출시설의 활동자료를 결정한다. 만약 열(스팀), 전기 등 에너지의 경우, 외부 사업장에 공급하는 과정에서 손실이 발생할 경우 손실분은 해당 사업장에서 에너지를 사용한 것으로 간주한다.

(유형 A-4)



<표-47> 모니터링 유형 A-4에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

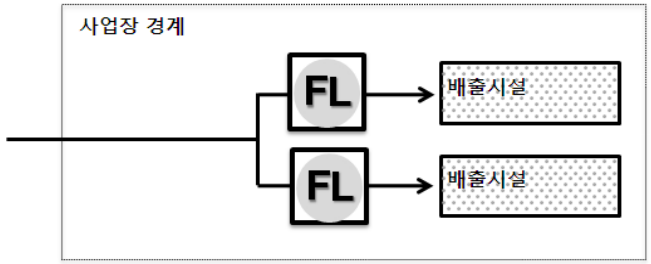
해당 항목	관련 자료
구매전력	전력공급자(한국전력)가 발행한 전력요금청구서
구매 열 및 증기	열에너지 공급자가 발행하고 열에너지 사용량이 명시된 요금청구서, 열에너지 사용 증빙문서
도시가스	도시가스 공급자(도시가스 회사)가 발행하고 도시가스 사용량이 기입된 요금청구서
판매량	사업자가 연료의 판매목적으로 설치하여 정도관리하는 모니터링 기기의 측정값 기타, 사업자와 연료구매자가 합의하는 측정방식에 따른 계측값

3. 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 이 지침에서 가장 권장하고 있는 활동자료의 결정방법이며, 주기적인 정도검사를 받지 않을 경우 정확한 활동자료 결정을 위하여 시설별로 정도검사/정도관리를 실시하는 등 품질관리를 할 필요성이 있다. 이 유형은 배출시설별로 연료 및 원료(부생가스 등을 포함한다). 폐기물 처리량, 제품생산량, 불소계 온실가스 사용량 등의 활동자료 결정과정에 광범위하게 사용된다.

(유형 B)



<표-48> 모니터링 유형 B에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
화석연료/원료 등	내부 모니터링 기기의 데이터 기록일지 log sheet : 모니터링 기기 운용과 관련된 상세 정보를 기록해 놓은 것. 예)연료종류, 연료사용량 등

4. 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 관리업체는 근사법을 사용할 수밖에 없는 합당한 이유, 배출시설단위로 측정기기의 신규설치 및 정도검사/관리 일정 등의 사항을 이행계획에 포함하여 관장기관에게 전자적 방식으로 제출하여야 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)

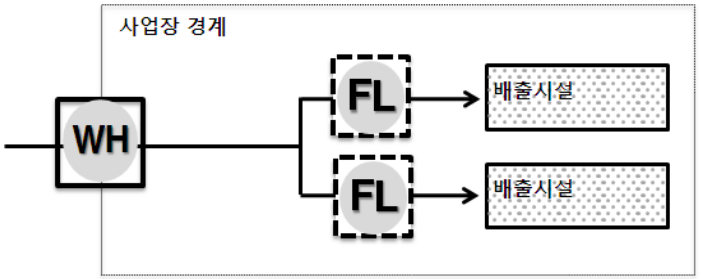
③ 타 사업장 또는 법인과의 수급계약서에 명시된 근거를 이용하여 활동자료를 배출시설별로 구분하는 경우

④ 기타 모니터링이 불가능하다고 관장기관이 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 배출시설별로는 정도검사를 받지 않은 내부 측정기기의 측정값을 이용하여 활동자료를 분배·결정하는 방법이다. 가능하다면, 이때 아래 예시와 같은 유형으로 산출한 활동자료값과 비교하여 큰 차이가 없어야 바람직함.

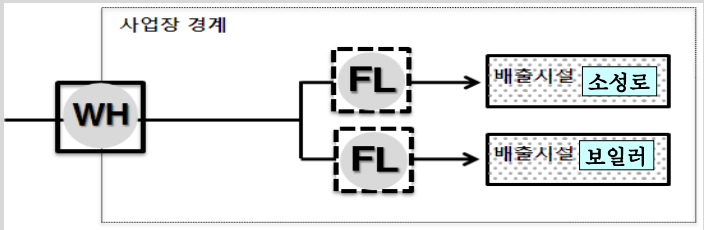
(유형 C-1)



<표-49> 모니터링 유형 C-2에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
화석연료	구매한 총 화석연료 청구서 및 측정값, 각 배출시설별 정도검사를 받지 않은 측정기의 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

<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
보일러 급수량(전량이 스팀으로 생산됨을 가정)	-	680,000 톤
보일러 설계효율에 따른 중유 사용량과 스팀생산량		2톤-스팀/중유 ℓ

- 보일러의 급수량이 전부 생산된 스팀량으로 전환된다고 가정하면 보일러에서 연간 스팀 680,000톤을 생산하였고 이때 중유사용량은 보일러 설계효율 2톤-스팀/중유 ℓ에 의하여 340,000 ℓ(340톤)가 소비되었다.

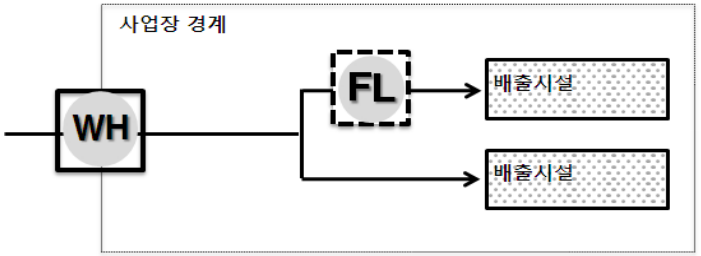
2 모니터링 유형 (C-2)

C-2 유형은 구매한 연료 및 원료, 전력 및 열 에너지를 측정기기가 설치되지 않았거나 일부 시설에만 설치되어 있는 배출시설로 공급하는 경우 배출시설별 활동자료를 결정할 수 있는 근사법이다.

관리업체는 배출시설별로 측정기기가 설치되지 않았거나 검·교정 등 정도검사를 받지 않은 측정기기가 있을 경우 이때 총 사용량은 공급업체에

서 제공된 연료 및 원료량을 바탕으로 하되 각 배출시설별로는 배출시설 및 공정상의 운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등을 활용하여 활동자료를 분배·결정하는 방법이다.

(유형 C-2)



<표-49> 모니터링 유형 C-1에서 활동자료를 결정하기 위한 자료

해당 항목	관련 자료
화석연료	운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등의 배출시설을 운전한 간접자료 등
구매전력	운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등의 배출시설을 운전한 간접자료 등

3 모니터링 유형 (C-3)

C-3 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 생길 경우 등 각각의 누락데이터에 대한 대체 데이터를 활용·추산하여 활동자료를 결정하는 방법이다. 예를 들어 고장난 계측기의 유량측정값은 유용하지 않고, 계측기의 질량 및 유량측정은 제품생산량으로 추정해야 한다. 즉

이전의 제품생산량 대비 연료 유량값과 질량값을 추정한다.

$$\text{결측기간의 연료(또는 원료)사용량} = \frac{\text{정상기간 중 사용된 연료(또는 원료)사용량}(Q)}{\text{정상기간 중 생산량}(P)} \times \text{결측기간 총 생산량}(P)$$

4 모니터링 유형 (C-4)

C-4 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.

$$\text{연료사용량} = \sum \frac{\text{연료별 이동연소 배출원별 연료구매비용}}{\text{연료별 이동연소 배출원별 구매단가}}$$

5 모니터링 유형 (C-5)

C-5 유형은 사업장에서 운행하고 있는 차량 등의 이동연소 부문에 대하여 적용가능한 방법으로 차량별 이동거리 자료를 자료와 연비 자료를 활용하여 계산에 따라 연료사용량을 결정하는 방식이다.

$$\text{연료사용량} = \sum \frac{\text{연료별 이동연소 배출원별 주행거리}(km)}{\text{연료별 이동연소 배출원별 연비}(km/l)}$$

[별표 16]

불확도 산정 절차 및 방법 (제45조제2항 관련)

1. 일반사항

1) 불확도의 개념

불확도(Uncertainty)란, 측정값들의 범위와 상대적 분포가능성을 기술할 수 있는, 진실한 값에 대한 상대적인 측정오차를 의미하며 측정량을 합리적으로 추정한 분산특성을 나타내는 파라미터이다. 불확도의 산정은 완전한 온실가스 인벤토리 산정의 본질적인 요소이며 불확도 분석을 통하여 인벤토리의 정확도를 향상시키기 위한 실질적인 품질관리 활동을 실시하는데 기여한다.

2) 불확도 관리 중요성

관리업체 목표관리 측면에서는, 인벤토리 결과에 따라 인센티브와 페널티가 부과되므로 그 정확성을 확보하여야 하며, 관리업체간 인벤토리를 비교가능하도록 규정하고 형평성을 확보하기 위하여 불확도의 관리기준과 절차를 규정하는 것이 필수적이다.

3) 불확도의 유형

온실가스 배출량 등의 산정과 관련된 불확도의 유형으로는 크게 모형 불확도(Model Uncertainty)와 매개변수 불확도(Parameter Uncertainty)로 구분할 수 있다.

(가) 모형 불확도

배출량을 산정하기 위한 산정방법론(모형)이 복잡성이 큰 현실 시스템을 정확하게 반영하지 못하여 발생하는 오류이다(모형은 현실시스템의 단순화이므로 일반적으로 불확도를 내포). 이 경우 부적절한 배출량 산정식이 활용되었거나 산정식의 입력변수가 부적절하게 정의된 경우에 발생한다. 일반적으로 모형불확도를 감소시키기 위한 활동은 사업자의 관리범위를 넘어선다.

(나) 매개변수 불확도

배출량을 산정하기 위한 활동자료, 배출계수 등 매개변수의 측정 및 정량화와 관련한 불확도이다. 자료가 대표성이 없거나 통계적인 표본추출 오차가 발생한 경우, 측정기기의 오차, 이용가능한 자료가 없는 경우에 발생한다. 매개변수 불확도는 사업자의 인벤토리 품질관리 활동에 주요 대상이 되는 부분이다.

이 지침에서는 매개변수 중 활동자료에 대한 불확도를 Tier별로 관리하며, 관리업체는 아래 온실가스 측정불확도 산정절차 중 2단계까지의 불확도를 산정하여 보고한다.

2. 불확도 산정절차

일반적인 온실가스 배출량의 측정불확도 산정절차는 다음과 같다.

<표-50> 온실가스 측정불확도 산정절차

1단계 (사전검토)	→	2단계 (표준불확도 추정)	→	3단계 (불확도조합-승산법)	→	4단계 (불확도조합-가감법)
•매개변수 분류 및 검토 •불확도 원인 규명(전문가 검토 등)		•측정횟수에 따른 확률분포값 결정 •측정값에 대한 표준편차, 평균, 표준불확도 추정		•활동자료, 배출계수 등 표준불확도를 활용하여 배출량의 불확도를 계산		•개별시설 배출량의 불확도를 합산하여 사업장 총 배출량 불확도를 계산

1) 사전검토 (1단계)

관리업체 내 배출시설 및 배출활동에 대하여 배출량 산정과 관련한 매개변수의 종류, 측정이 필요한 자료, 불확도를 발생시키는 요인 등을 파악하고 규명하는 단계이다. 예를 들면 실측법을 활용하여 산정할 경우 농도, 배출가스 유량 등이 불확도와 연관되는 자료이며, 계산법을 적용할 경우 활동자료와 발열량, 배출계수, 산화계수 등 각각의 변수들이 온실가스의 측정 불확도와 연관된 변수들이다. 불확도 추정을 위한 사전검토 단계에서 관련분야의 전문가 판단 및 검토 등을 통해 불확도와 관련된 다양한 변수들과 발생원인 등을 규명할 수 있다.

2) 각 매개변수의 표준불확도 추정

매개변수의 불확도는 보통 통계학적 방법으로 샘플링 구간(interval), 샘플값 차이, 기기 교정값 등을 통하여 신뢰구간과 오차범위 형태로 제시된다. 일반적으로 온실가스 배출량 산정과 관련한 불확도의 추정에서는 표본채취에 대한 확률분포가 정규분포를 따른다는 가정 하에 95%의 신뢰구간에서 불확도를 추정하는 것을 요구한다. (WRI/WBCSD)

특정 매개변수와 관련된 불확도의 추정절차는 다음과 같다.

① 활동자료 측정횟수에 따른 확률분포값을 계산

아래 제시된 [참고자료]-'표본횟수(n)에 따른 표준정규분포표'를 활용하여 활동자료 등의 측정횟수(표본횟수)에 따른 확률분포값(t)를 결정한다. 확률밀도함수가 정규분포를 따른다는 가정에 따라 표본의 측정값이 특정 신뢰구간에 존재할 때의 확률분포값(t)를 표본횟수(n)에 따라 구한다.

② 측정값에 대한 평균 및 표준편차 계산

「식-1, 2」에 따라 표본측정값에 대한 평균($\bar{x}$)과 표준편차(s)를 구한다.

$$\bar{x}=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}x_k, \qquad (식-1)$$

$$s=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{k=1}^{n}(x_k-\bar{x})^2} \qquad (식-2)$$

$\bar{x}$: 표본측정값의 평균

n : 표본채취(샘플링) 횟수

x_k : 측정된 표본값

s : 표본측정값의 표준편차

③ 각 매개변수에 대한 표준불확도(U_i) 계산

표본이 95% 신뢰구간으로 존재할 확률분포값(t)와 표본횟수(n), 표

준편차(s)를 이용하여 「식-3」에 따라 매개변수의 표준불확도(U_i)를 구한다

$$U_i = \frac{s_i \times t_i}{\sqrt{n}} \times \frac{1}{\bar{x}} \times 100(\%) \qquad (식-3)$$

U_i : 매개변수 i의 표준불확도(%)

s_i : 매개변수 i의 표준편차

t_i : 매개변수 i의 95% 신뢰구간에 존재할 확률분포값

n : 표본 측정횟수

$\bar{x}$: 표본측정값의 평균

참고로, 매개변수의 불확도를 산정하는 방법으로는 제47조 제1항과 같이 측정기기의 정밀도에 대하여 공인된 시험 및 교정기관의 검사·교정·시험을 받는 방법이 있으며, 이 경우 시험성적서에 측정기기의 불확도가 제시되므로 이를 활용할 수 있다. 또한, ISO 9000 등의 공인된 인증을 획득한 사업장의 관리절차에 따라 관리하는 측정기기는 관련 근거서류 등을 활용할 수 있다.

3) 불확도의 조합 - 승산법

계산법에서 배출량은 활동자료와 배출계수를 곱하여 산정하므로 「식-4」의 불확도의 승산법에 따라 각 매개변수의 표준불확도를 조합하여 배출량의 불확도를 결정한다. 이 경우 매개변수가 서로 독립적이어서 불확도가 정규분포를 따르고, 개별 매개변수의 불확도가 60%를 초과하지 않는 범위에서 유효하다.

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \qquad (식-4)$$

c : 배출량(C)이 활동자료(A)와 배출계수(B)의 곱으로 산정될 경우 배출량(C)의 불확도

a : 활동자료(A)의 불확도

b : 배출계수(B)의 불확도

4) 불확도의 조합 - 가감법

「식-4」에 따라 개별 배출원 혹은 배출시설별 온실가스 배출량에 대한 불확도를 산정한 이후, 사업장 혹은 관리업체의 총 배출량에 대한 불확도를 계산할 때에는 「식-5」에 제시되는 불확도 가감법에 따라 총 배출량의 불확도를 계산한다.

$$f = \frac{\sqrt{(C \times c)^2 + (D \times d)^2}}{F} \qquad (식-5)$$

F : 사업장의 총 배출량(ton)

f : 사업장 총 배출량(F)의 불확도 (%)

C : 사업장 내 특정 배출시설의 배출량(ton)

c : 배출시설(C)의 불확도(%)

D : 사업장 내 특정 배출시설의 배출량(ton)

d : 배출시설(D)의 불확도(%)

[참고자료]

표본횟수(n)에 따른 확률분포(t)를 구하기 위한 표준정규분포표

<표-51> 신뢰구간 및 측정횟수에 표준정규분포표

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 17]

2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 기본 배출계수
(제46조제1항 관련)

(단위 : kgGHG/TJ)

연료명		국내에너지원 기준	CO_2	CH_4				N_2O	
				에너지 산업	제조업 건설업	상업 공공	가정 기타	에너지 산업 제조업 건설업	상업 공공 가정 기타
Ⅰ. 액체연료									
원유		원유	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6
오리멀젼		-	77,000	3	3	10	10	0.6	0.6
천연가스액		-	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	JP-8	70,000	3	3	10	10	0.6	0.6
제트용 등유		JET A-1	71,500	3	3	10	10	0.6	0.6
기타 등유		실내 등유 보일러 등유	71,900	3	3	10	10	0.6	0.6
혈암유		-	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6
가스/디젤 오일		경유, B-A	74,100	3	3	10	10	0.6	0.6
잔여 연료유		B-B, B-C	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
석유 코크스		석유코크	97,500	3	3	10	10	0.6	0.6
정유공장 원료		정제연료 (반제품)	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6

연료명		국내에너지원 기준	CO_2	CH_4				N_2O	
				에너지 산업	제조업 건설업	상업 공공	가정 기타	에너지 산업 제조업 건설업	상업 공공 가정 기타
기타 오일	정유가스	정제가스	57,600	1	1	5	5	0.1	0.1
	접착제(파라핀왁스)	파라핀왁스	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6
	백유	용제	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6
	기타석유제품	기타	73,300	3	3	10	10	0.6	0.6
Ⅱ. 고체연료									
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	107,000	1	10	10	300	1.5	1.5
	가스 코크스	–	107,000	1	1	5	5	0.1	0.1
콜타르		–	80,700	1	10	10	300	1.5	1.5
Ⅲ. 기체연료									
부생 가스	가스공장 가스	–	44,400	1	1	5	5	0.1	0.1
	코크스로 가스	코크스가스	44,400	1	1	5	5	0.1	0.1
	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

연료명		국내에너지원 기준	CO_2	CH_4				N_2O	
				에너지 산업	제조업 건설업	상업 공공	가정 기타	에너지 산업 제조업 건설업	상업 공공 가정 기타
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	3	30	300	300	4	4
	목탄	–	112,000	3	200	200	200	4	1
액체 바이오 연료	바이오 가솔린	–	70,800	1	3	10	10	0.6	0.6
	바이오 디젤	–	70,800	1	3	10	10	0.6	0.6
	기타 액체바이오연료	–	79,600	1	3	10	10	0.6	0.6
기체 바이오 매스	매립지 가스	–	54,600	30	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 바~~화석~~연료	도시 폐기물 (바이오매스부분)	–	100,000	30	30	300	300	4	4

* 주) “에너지산업”이란 연료 추출 또는 전력생산, 열병합 발전, 열 공장(heat plant), 석유 정제산업, 고체연료의 제조(코크스, 갈탄 등) 등의 산업을 의미한다.

[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, 직접태우거나 석유제품으로 정제되는 것을 포함한다.

③ 천연가스액(Natural Gas Liquids) : 천연가스액(NGLs)은 천연가스의 제조, 정제, 안정화에서 생산되는 액체 내지 액화 탄화수소이다. 분리기(separator), 가스처리 공장(gas processing plants)에서 액체로 재생되는 천연가스 부분이다. 천연가스액은 에탄(ethane), 프로판(propane), 부탄(butane), 펜탄(pentane), 천연 가솔린(natural gasoline)의 응축액(condensate)을 포함한다.

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)

1. 가스오일(Gas oil) : 등유와 중유의 중간유분으로 비중은 0.84～0.90이다. 석유의 원유를 증류하여 200～350℃의 끓는점의 유분을 채취

하여 황산 및 수산화나트륨으로 세정하고 정제하여 제품으로 하며, 용도는 대체로 등유와 유사하다.

2. 디젤 오일(Diesel oil) : 디젤엔진의 연료로 경유(Light Oil) 및 중유(Heavy Oil) 등으로 구분된다. 경유는 끓는점이 250～350℃ 사이의 탄화수소로, 원유의 증류과정 중 등유 다음으로 유출된다. 경유에는 유황분이 함유되어 연소시 황산화물을 배출하게 된다. 중유는 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 A중유, B중유, C중유로 구분된다.

⑥ 잔여 연료유 (Residual Fuel Oil) : 이는 혼합에 의해 얻어지는 오일을 포함한, 모든 잔여 연료유로 구성된다. 동적 점성도(kinematic viscosity)는 80℃에서 0.1cm^2 (10 cSt) 이상이다. 인화점은 항상 50℃ 이상이고 농도는 0.90 kg/l 이상이다.

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 정유공장 원료 (Refinery Feedstocks) : 정유공장 원료는 원유로부터 파생된 제품 혹은 제품들의 혼합물을 통칭적으로 일컫는 용어이다.

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℃ 이며 무색, 무취, 반투명하다

※ 백유 (White Spirit) : 백유는 석유를 135~200℃에서 증류하여 만든 휘발성 투명 액체로, 30℃ 이상의 인화점을 가지며 주로 용제나 페인트 희석제로 사용된다. 및 SBP는 나프타/등유 범위에서 증류되는 정제된 증류 중간생성물을 의미한다. 이 연료는 다음과 같이 구분한다.

⑬ 무연탄 (Anthracite) : 무연탄은 산업 및 주거용으로 이용되는 높은 등급의 석탄이다. 이는 일반적으로 10% 이하의 휘발물(volatile matter)과 높은 탄소 함유량 (약 90%의 고정된 탄소)을 가진다

⑭ 점결탄(Coking Coal) : 석탄을 건류 ·연소할 때 석탄입자가 연화용융

하여 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.

⑮ 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.

⑯ 하위 역청탄 (Sub-Bituminous Coal) : 건조하고 광물질이 없는 상태에서 17,435 kJ/kg (4,165 kcal/kg)과 23,865 kJ/kg (5,700 kcal/kg) 사이의 총열량을 가지고 31% 이상의 휘발물을 포함하는 덩어리 형태가 아닌 석탄을 의미한다.

⑰ 갈탄(Lignite) : 석탄중에서 가장 탄화도가 낮은 석탄으로(약 70%), 흑갈색을 띄며 원목의 형상, 나이테, 줄기 등의 조직이 육안으로 보인다. 다른 석탄에 비해 수분 및 휘발분이 높으며, 공극이 많아 여러 종류의 기체를 흡착하는 성질이 강하다.

⑱ 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.

⑲ 역청암(Tar Sands) : 종종 역청(bitumen)으로 불리는 점성이 있는 형태의 무거운 원유와 자연적으로 혼합된 모래 (내지 다공성 탄산염암석)를 말한다.

⑳ 갈탄 연탄 (Brown Coal Briquettes) : 고압하에서 굳혀서 생산되는, 갈탄으로부터 제조된 혼합연료(composition fuels)이다. 이 형태는 건조된 갈탄 미립자와 재를 포함한다.

㉑ 특허연료 (Patent Fuel) : 접착제를 추가하여 무연탄(hard coal) 분말로부터 제조된 혼합연료이다. 그러므로, 생산되는 특허연료의 양은 전환공정에서 소비된 석탄의 실제량보다 약간 높다.

㉒ 코크스로 코크스(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.

㉓ 가스 코크스(Gas Coke) : 가스 코크스는 가스공장에서 도시가스의 생산을 위해 이용된 무연탄 (hard coal)의 부산물이다. 가스 코크스는 가열을 위해 이용된다.

㉔ 콜타르(Coal Tar) : 역청탄(bituminous coal)의 분해 증류 결과. 콜타르는 코크스로(coke oven) 공정에서 코크스를 만들기 위한 석탄 증

류의 액체 부산물이다. 콜타르는 석유화학 산업의 원료(feedstock)로 일반적으로 언급되는 여러가지 다른 유기 제품(예, 벤젠, 톨루엔, 나프탈렌)으로 추가적으로 증류될 수 있다.

㉕ 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.

㉖ 코크스로 가스(Coke Oven Gas) : 철강의 생산을 위한 코크스로 코크스(coke oven coke) 제조시 발생하는 부생가스이다.

㉗ 고로 가스(Blast Furnace Gas) : 철강 산업에서 용광로에서의 코크스의 연소시 생산되는 부생가스이다.

㉘ 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.

㉙ 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.

㉚ 산업 폐기물 (Industrial Wastes) : 일반적으로 사업장 등 산업분야에서 열 전기 등을 생산하기 위하여 직접 연소되는 고체 및 액체 상

태의 폐기물을 의미한다. (바이오매스 부문을 제외한다)

폐유(Waste Oil) : 모래, 금속, 물, 촉매, 계면활성제 등 여러 불순물이 포함된 폐유를 재생공정을 통하여 연소 방해물질 및 환경오염 물질을 제거한 재생 연료유를 말한다.

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.

목재/목재 폐기물(Wood/Wood Waste) : 에너지용으로 직접 연소되는 목재 및 목재 폐기물(목재 칩·펠릿·브리켓)을 포함한다

아황산염 잿물(Sulphite Lyes) : 아황산염 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.

기타 고체바이오매스 : 기타 고체 바이오매스는 목재/목재 폐기물 내

지 아황산염 잿물에 포함되지 않는 연료로 직접 이용되는 식물 재료(plant matter), 식물성 폐기물(vegetal waste), 동물성 재료/폐기물 등을 말한다.

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.

바이오가솔린(Biogasoline) : 해조류와 같은 바이오매스를 사용하여 생산하는 가솔린으로 분자당 6~12의 탄소를 포함한다. 바이오부탄올, 바이오에탄올이 알콜기인 것에 반해 바이오가솔린은 탄화수소로서 화학적으로 차이가 난다.

바이오디젤(Biodiesel) : 쌀겨 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.

매립가스(Landfill gas) : 매립지의 바이오매스 및 고체 폐기물의 혐기성 발효(anaerobic fermentation)로부터 발생하는 가스를 말하며, 주로 열 및 전력을 생산하는데 사용된다.

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.

- 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 18]

2006 IPCC 국가 인벤토리 가이드라인 연료별 기본 발열량

(제46조제1항 관련)

연료명		국내에너지원 기준	단위	순발열량
Ⅰ. 액체연료				
원유		원유	TJ/Gg	42.3
오리멀젼		-	TJ/Gg	27.5
천연가스액		-	TJ/Gg	44.2
가솔린	자동차용 가솔린	휘발유	TJ/Gg	44.3
	항공용 가솔린	-	TJ/Gg	44.3
	제트용 가솔린	JP-8	TJ/Gg	44.3
제트용 등유		JET A-1	TJ/Gg	44.1
기타 등유		실내 등유 보일러 등유	TJ/Gg	43.8
혈암유		-	TJ/Gg	38.1
가스/디젤 오일		경유, B-A	TJ/Gg	43.0
잔여 연료유		B-B, B-C	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
정유공장 원료		정제연료(반제품)	TJ/Gg	43
기타 오일	정유가스	정제가스	TJ/Gg	49.5
	접착제(파라핀왁스)	파라핀왁스	TJ/Gg	40.2
	백유	용제	TJ/Gg	40.2
	기타석유제품	기타	TJ/Gg	40.2
Ⅱ. 고체연료				
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

연료명		국내에너지원 기준	단위	순발열량
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. 기체연료				
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 바이오연료	목재/목재 폐기물	-	TJ/Gg	15.6
	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

[별표 19]

연료별 국가 고유 발열량(에너지법 시행규칙 별표)

(제46조제2항 관련)

연료명	단 위		총발열량	순발열량
	에너지법 시행규칙 상	TJ로 환산시		
원유	MJ/kg	TJ/Gg	45.0	42.3
휘발유	MJ/L	TJ/1000㎥	33.5	31.0
실내등유	MJ/L	TJ/1000㎥	36.8	34.3
보일러등유	MJ/L	TJ/1000㎥	37.5	35.0
경유	MJ/L	TJ/1000㎥	37.9	35.4
B-A유	MJ/L	TJ/1000㎥	38.9	36.6
B-B유	MJ/L	TJ/1000㎥	40.4	38.1
B-C유	MJ/L	TJ/1000㎥	41.4	39.1
프로판	MJ/kg	TJ/Gg	50.4	46.3
부탄	MJ/kg	TJ/Gg	49.6	45.7
나프타	MJ/L	TJ/1000㎥	33.7	31.2
용제	MJ/L	TJ/1000㎥	33.3	30.8
항공유	MJ/L	TJ/1000㎥	36.6	34.3
아스팔트	MJ/kg	TJ/Gg	41.4	39.1
윤활유	MJ/L	TJ/1000㎥	38.7	36.2
석유코크	MJ/kg	TJ/Gg	33.9	32.9
부생연료1호[1)]	MJ/L	TJ/1000㎥	37.0	35.0
부생연료2호[2)]	MJ/L	TJ/1000㎥	40.6	38.5
천연가스(LNG)	MJ/kg	TJ/Gg	54.5	49.2
도시가스(LNG)	MJ/Nm³	TJ/1,000,000Nm³	44.2	40.0
도시가스(LPG)	MJ/Nm³	TJ/1,000,000Nm³	62.8	57.8
국내무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	19.5	19.3
수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	27.4	26.8
유연탄(연료용)	MJ/kg	TJ/Gg	26.0	24.9
유연탄(원료용)	MJ/kg	TJ/Gg	29.3	28.3
아역청탄	MJ/kg	TJ/Gg	22.4	20.9
코크스	MJ/kg	TJ/Gg	29.5	29.3
전 력	MJ/kWh	TJ/GWh	9.0	9.0

비고) 1. "총발열량"이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말한다.

2. 온실가스 배출량 산정시 순발열량을 사용하며, 에너지사용량을 집계할 경우 총 발열량을 사용한다.
3. MJ = 10^6 J 로 한다.
4. Nm^3은 0℃, 1기압 상태의 체적을 말한다.

[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.

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.

※ 자료출처 : 국제표준규격에 따른 석유류 발열량 분석연구, 에너지관리공단

[별표 20]

시료 채취 및 분석의 최소 주기 등 (제47조제1항 관련)

연료 및 원료		분석 항목	최소 분석 주기
고체 화석연료		탄소함량, 발열량, 수분, 회(Ash) 함량	월 1회 또는 연료 입하시 (더욱 짧은 주기마다 분석한다. 다만 트럭 및 기차 등으로 고체 화석연료가 수시로 반입될 경우 월1회마다 분석한다)
액체 화석연료		탄소함량, 발열량 등	분기 1회 또는 연료 입하시 (더욱 짧은 주기마다 분석한다)
기체 화석 연료	천연가스, 도시가스	가스성분, 발열량 등	반기 1회
	공정 부생가스	가스성분, 발열량 등	월 1회
폐기물 연료	고체	화석연료함량, 폐기물 성상, 발열량, 수분함량, 회(Ash)함량, 바이오매스 등	월 1회 또는 폐기물 연료 매 5천톤 입하시 (더욱 짧은 주기마다 분석한다)
	액체, 기체		월 1회 또는 폐기물 연료 매 1만톤 입하시 (더욱 짧은 주기마다 분석한다)
탄산염 원료		광석 중 탄산염 성분, 탄소함량 등	월 1회 또는 원료 매 5만톤 입하시 (더욱 짧은 주기마다 분석한다)
기타 원료		탄소함량 등	월 1회 또는 매 2만톤 입하시 (더욱 짧은 주기마다 분석한다)

* 비고) 해당 배출시설에서 「석유제품의 품질기준과 검사방법 및 검사수수료에 관한 고시」(지경부 고시)에 따른 품질기준이 일정한 석유제품을 사용할 경우, 연료공급자로부터 제공받은 석유제품의 성분분석자료를 위 표의 시료분석결과로 대체할 수 있다.

[별표 21]

시료 채취 및 성분분석·시험 기준 (제47조제2항 관련)

1. 고체연료와 관련된 시료채취 및 분석 기준

(가) 발열량 분석

- KS E 3707 : 2001-12-31 (석탄류 및 코크스류의 발열량 측정방법)

(나) 탄소함량 분석

- KS E 3709 : 1999-11-18 (석탄류 및 코크스류의 샘플링, 분석 및 시험방법 통칙)
- 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)

(다) 수분함량 분석

- KS E 3709 : 1999-11-18 (석탄류 및 코크스류의 샘플링, 분석 및 시험방법 통칙)
- 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)

(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)

(마) 시료채취 방법

- KS E 3709 : 1999-11-18 (석탄류 및 코크스류의 샘플링, 분석 및 시험방법 통칙)

2. 액체연료와 관련된 시료채취 및 분석 기준

(가) 발열량 분석

- KS M 2057 (원유 및 석유제품 발열량 시험방법 및 계산에 의한 추정방법)

(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)

(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)

(라) 시료 채취방법

• KS M 2001 (원유 및 석유 제품 시료 채취 방법)

• KS M ISO 3171 (석유 액체 - 파이프라인으로부터의 자동 시료채취)

• KS M ISO 8943 (냉각 경질 탄화수소유-액화천연가스 시료채취-연속법)

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)

(나) 시료 채취방법

• KS I ISO 10715 (천연가스-샘플링 지침서)

• KS I ISO 16017-1부 (실내, 대기 및 작업장 공기-흡착 튜브/열탈착/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)

4. 기타 원료의 시료채취 방법

- 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 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 ISO 3082 (철광석-샘플링 및 샘플 준비과정)
- KS E ISO 4296 1부, 2부 (망간 광석-샘플링)
- 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)

[별표 22]

연속측정방법의 배출량 산정방법 및 측정기기의 설치·관리 기준 등

(제48조제2항 관련)

1. 연속측정에 따른 배출량 산정방법

가. 굴뚝연속자동측정기에 의한 배출량 산정방법

측정에 기반한 온실가스 배출량 산정은 다음의 일반식을 따른다.

$$E_{CO_2} = K \times C_{CO_2 d} \times Q_{sd}$$

E_{CO2} : CO_2배출량 (kg CO_2/30분)

C_{CO2d} : 30분 CO_2 평균농도 % (건 가스(dry basis)기준, 부피농도)

Q_{sd} : 30분 적산 유량 (Sm^3) (건 가스 기준)

K : 변환계수(1.964×10^{-2}, 표준상태에서 1kmol이 갖는 공기부피와 이산화탄소 분자량 사이의 변환계수)

나. 굴뚝연속자동측정기와 배출가스유량계 측정 자료의 수치 맺음 및 배출량 산정 기준

1) 측정 자료의 수치 맺음은 한국산업규격 KS Q 5002(데이터의 통계해석방법)에 따라서 계산한다. 이 경우 소수점 이하는 셋째 자리에서 반올림하여 산정한다(유량은 정수로 산정한다).

2) 자동측정 자료의 배출량 산정기준

가) 30분 배출량은 g 단위로 계산하고, 정수로 산정한다.

나) 월 배출량은 kg 단위의 30분 배출량을 월 단위로 합산하고, 소수점 이하는 버림 처리하여 정수로 산정한다.

3) 측정 자료의 무효처리 및 대체 자료 생성기준

가) 무효자료 선별기준

구분	선별기준	무효화 처리기간
(1) 정도검사 검사 불합격 또는 미수검	「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제9조 및 제11조에 따라 실시한 형식승인 및 정도검사에서 부적합판정을 받거나 수검을 받지 아니한 측정기기	①불합격된 정도검사시험 시작일 0시부터 차후 합격한 정도검사 시작일 또는 교체 및 개선 등으로 정상가동이 확인된 날의 해당시간까지 ②정도검사 미수검 측정기기는 정도검사 유효기간 만료일부터 차후 수검하여 합격한 직전일 까지
(2) 비정상 측정자료	측정 자료에서 오동작 측정값으로 판단한 자료	측정기기 및 전송기가 오동작한 기간
(3) 장비점검 기간	정도검사·장비점검·테스트실시를 위해 사전에 설정하는 경우	정도검사·장비점검 등을 실시한 기간
(4) 상태표시 자료	측정기기(교정중, 동작불량, 전원단절, 보수중) 및 전송기기(비정상, 전	상태표시가 나타난 시간의 자료

구분	선별기준	무효화 처리기간
	원단절) 등의 상태가 표시된 자료	
(5) 비정상 환산·보정	환산 또는 보정식에 관계하는 온도·산소·수분 등의 측정값이 위 무효자료 선별기준에 따라 무효화 처리되어 온실가스외 기타항목의 측정 자료도 무효화되는 경우	환산 또는 보정하는 측정값이 무효화 처리된 기간
(6) 배출시설 가동중지 기간	배출시설이 가동중지 되어도 측정자료가 생성되는 경우	가동중지기간
(7) 그 밖에 무효자료 인정 기간	관리업체 등에서 부득이한 사유로 측정기기의 정상 측정이 중단된 경우	천재지변 등

나) 대체자료 생성기준

결측자료	대체자료
(1) 정도검사 기간, 정도검사 및 교정검사 불합격	정상 마감된 전월의 최근 1개월간의 30분 평균자료
(2) 비정상 측정자료	정상 자료 중 최근 30분 평균자료
(3) 장비점검	정상 자료 중 최근 30분 평균자료
(4) 상태표시 발생 기간	정상 자료 중 최근 30분 평균자료
(5) 가동중지 기간	해당기간의 자료는 0으로 처리
(6) 미수신 자료	정상 자료 중 최근 30분 평균자료

비고: 1. “정상마감 자료”란 월간자료 전체를 대체자료로 생성하지 아니한 자료를 말한다.

2. 배출가스 온도 측정 자료만 무효 처리된 경우 유량자료에 한하여 정상 자료 중 최근 30분 평균자료로 대체한다.

2. 굴뚝연속자동측정방법에 따른 배출량 제출방법

가. 관리업체는 매월 10일까지 제1호 나목「굴뚝연속자동측정기와 배출가스 유량계 측정 자료의 수치 맺음 및 배출량 선정기준」에 따라 전월의 월간 배출량을 산정한 결과와 전월의 월간 CO_2 배출량의 근거가 되는 실시간 측정자료 및 관련 자료를 「별지 제8호 서식」의 제11번 서식에 따라 전자적 방식으로 해당 관장기관에게 제출한다.

나. 가목에서 실시간 측정자료라 함은 CO_2 농도, 배출가스 유량, 배출구 온도 및 산소 농도로써 해당 항목의 5분 및 30분 데이터이며, 제출되는 자료의 형식은 대기오염공정시험기준의 통신규격에서 정한 측정자료 형식에 의해 생성된 자료이어야 한다.

다. 가목에서 관련 자료라 함은 30분단위의 CO_2 배출량, 대체자료 생성기준에 의해 생성된 대체값, 대체자료를 생성에 적용된 근거자료 등을 말한다.

3. 측정기기의 설치 및 관리 기준

가. 굴뚝연속자동측정기, 배출가스 유량계 및 그 부대장비

1) 관리업체는 측정기기의 구조 및 성능이 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항에 따른 환경오염공정시험기준에 부합되도록 유지하여야 한다.

2) 관리업체는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제9조에 따른 형식승인을 얻은 측정기기(같은 조 제1항 단서에 해당하는 굴뚝연속자동측정기를 포함한다)를 설치하고, 같은 법 제11조에 따른 정도검사를 받아야 하며, 정도검사 결과를 해당 검증기관 등에서 확인할 수 있도록 보관하여야 한다.

3) 관리업체는 굴뚝배출가스 온도측정기를 신규로 설치하거나 교체하는 경우에는 「국가표준기본법」 제14조제3항에 따른 국가교정업무전담기관의 교정을 받아야 하며 그 기록을 측정기기 가동기간 동안 보존하여야 한다.

나. 측정기기의 설치시 운영관리를 위한 시험

1) 시험 목적

굴뚝연속자동측정기 및 배출가스유량계의 신규부착 또는 개선(교체 및 보완)하는 경우에 측정기기의 적정 설치확인 및 측정기기와 데이터수집기간의 데이터 전송적합성 등에 대한 시험을 실시하여 연속측정시스템의 안정적인 운영관리와 관리업체의 온실가스 배출량 자료의 신뢰성을 확보하여야 한다

2) 관련 시험

(1) 통합시험

관리업체의 측정기기 또는 데이터수집기간의 통신상태 및 대기분야 환경오염공정시험기준에 적합한지 여부를 확인하는 시험

(2) 정도확인시험

굴뚝연속자동측정기기 및 배출가스유량계에서 생산된 측정자료와 데이터 수집기로 전송되는 측정자료의 신뢰성 확인을 위하여 실시하는 상대정확도 시험과 확인검사를 말함

(가) 상대정확도 시험

굴뚝연속자동측정기기 및 배출가스유량계에서 생산되는 측정자료의 상대정확도 시험방법에 따라 측정한 자료간의 오차율을 비교하여 정확성을 확인하는 시험으로 대기분야 환경오염공정시험기준에 따라 적합한지 여부를 확인하는 시험

(나) 확인검사

측정기기의 설치위치, 환경조건, 기능, 성능 등이 대기분야 환경오염공정시험기준에 적합한지의 여부를 확인하는 것

3) 대상

(1) 측정기기 및 전송기기 분야

구 분	대상기기
측정기기 분야	굴뚝연속자동측정기기(CO_2, 배출가스유량 및 온도) 및 시스템
전송기기 분야	자료수집기(D/L), 중간자료수집기(FEP) 및 네트워크

(2) 통합시험·정도확인시험 대상기준

구분		자체개선사안	검사기준			비고
			통합시험	정도확인시험	검사안함	
D/L 및 측정기기	탈착 및 부착	·형식/모델 등의 전면적인 교체 (신규설치 포함)	○	○		
		·프로그램 업그레이드	○	○		
		·동일기기의 설치위치 이동	○	○		
		·동일모델/별개일련번호의 측정기	○	○		
		·수리, 보관 등의 사유로 탈·부착	○	○		정도검사를 위한 탈·부착은 제외
	수리 및 교체	·윈도우(렌즈, 창) 클리닝			○	〃
		·브로워, Signal, 전원 라인 수리/교체		○		〃
		·샘플링타입 샘플도관교체 및 수리		○		〃
		·측정Cell의 수리/교체		○		가스상측정기 및 일반적인 경우에 한함
		·전처리 설비 수리/교체		○		〃
		·펌프, Signal, 전원 라인 수리/교체		○		〃

구분		자체개선사안	검사기준			비고
			통합 시험	정도 확인 시험	검사 안함	
		·프로브/도관에 관련한 부품 수리/교체			○	〃
		·센서(피토우튜브, 열선센서, 온도 등)의 수리/교체 ·드레인 라인 수리 및 교체		○	○	유속계 및 일반적인 경우에 한함 산소측정기 및 일반적인 경우에 한함
		·온도센서 등의 수리/교체			○	온도계 및 일반적인 경우에 한함
		·프로세스 보드의 수리/교체		○		일반적인 경우에 한함
		·퍼지라인이상에 대한 수리/교체			○	〃
		·히팅에 관련된 부품 수리/교체			○	〃
		·공정에어와 관련되는 사항			○	〃
		·측정기 외에 부품을 부착할 때			○	〃
		·D/L 및 측정기기와 관련된 기타 수리사항 등	–	–	–	배출량 변동에 영향을 주는 경우에 한해 관리업체 담당자 결정
	기타	·1개월 이상 측정기 휴지 이후 재측정 개시	○	○		

※ 자료수집기(D/L) Upgrade(AI, AO, DI, DO 카드교체 포함) 시

4) 통합 및 정도확인시험 주요내용

점검분야	점검대상	중점 점검내용
일반 설치 자료	○ 사업장 일반현황 및 굴뚝 자동측정기기 관련시설 전반	○ 사업장 일반현황 ○ 측정기, 배출공정 및 방지시설 ○ 굴뚝 자동측정기기 설치제원(굴뚝, 측정지점 등) ○ 기타 굴뚝 자동측정기기 관련 부대사항
측정 시스템	○ 측정기 설치 및 환경 조건 ○ 시료채취부, 전처리 시스템 ○ 측정기기 성능 및 기능 ○ 유지관리 및 운영실태	○ 설치 환경의 적정 여부 ○ 굴뚝환경에 대한 측정조건 확인 ○ 상태표시, 측정범위 등 ○ 측정 및 출력값의 정확도 ○ 각종 보정식 설정 적정여부
	○ 상대정확도 시험 등	○ 신규, 교체, 개선완료, 오작동 및 결측이 빈번한 측정기
전송 시스템	○ 자료수집기	○ 하드웨어 및 소프트웨어의 구성 ○ 자료의 생성방식 및 상태표시 ○ 자료의 형식 및 송수신절차 ○ 측정값과의 일치성 ○ 자료의 신뢰성 등
	○ 중간자료수집기	○ 자료 송수신 방법 및 절차의 적합성
	○ 네트워크	○ 네트워크 구성의 적절성 ○ 보안성, 안정성
	○ 환경조건	○ 전송시스템의 설치환경(온습도, 분진 등) ○ 무정전전원공급장치의 설치 등

5) 상대정확도 시험기준

측정 항목	상대정확도 기준
CO_2, 산소	○ 주시험법, 기기분석 방법의 10% 이하, 단 측정농도가 5% 미만인 경우에는 측정오차 1% 이하
배출가스 유량	○ 주시험법의 20% 이하

[별표 23]

바이오매스로 취급되는 항목 (제49조제1항 관련)

1. 바이오매스

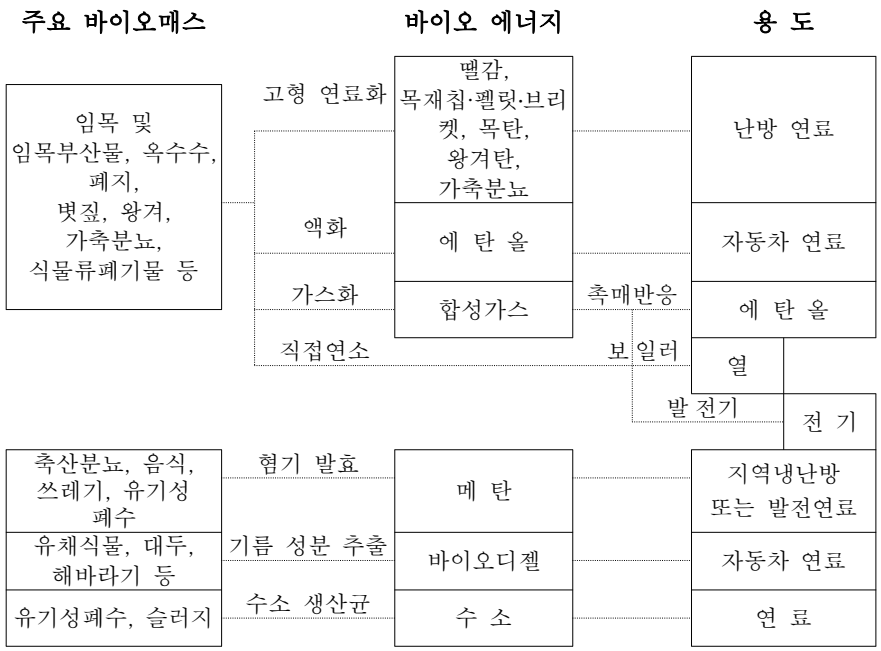
바이오매스는 농업 작물, 농임산 부산물, 또는 유기성 폐기물 등으로 생물 또는 생물 기원의 모든 유기체 및 유기물을 포함한다. 바이오매스는 바이오에너지를 생산하기 위한 원료로 사용되기도 하며, 매립시설 및 소각시설 등을 통하여 폐기물로서 처리되기도 한다.

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, 흑액, 동/식물성 기름, 음식물 쓰레기, 축산 분뇨, 하수슬러지, 식물류폐기물 등
기 타	해조류, 조류, 수생식물 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 별표1』을 따른다. 단, 석유제품 등과 혼합된 경우에는 제1호에서 정의한 바이오매스를 통하여 생산된 부분만을 바이오 에너지로 보며, 구분이 불가능할 경우에는 전체를 바이오매스에서 제외한다.

<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 등
고체 연료	땔감, 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 별표1』을 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	RDF, RPF, 폐기물 유화/가스화 등

[별표 24]

열병합 발전에서 스팀의 외부공급시 간접배출계수 개발 방법

(제50조제1항 관련)

1. 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출량 산출

$$E_H = \left\{ \frac{H}{H + P \times R_{eff}} \right\} \times E_T \ , \ R_{eff} = \frac{e_H}{e_P}$$

E_H : 열 생산에 따른 온실가스 배출량 (tCO_2-eq/y)

E_T : 열병합 발전 설비(CHP)의 총 온실가스 배출량(tCO_2-eq/y)

H : 열 생산량 (GJ/y)

P : 전기 생산량 (GJ/y)

R_{eff} : 열생산 효율과 전력생산 효율의 비율 (ratio)

e_H : 열 생산효율 (자체데이터를 활용, 자료가 없는 경우 기본값 0.8)

e_P : 전기 생산효율 (자체데이터를 활용, 자료가 없는 경우 기본값 0.35)

2. 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 배출계수 산출

$$EF_H = \frac{GHG_{emission}}{H}$$

EF_H : 열(스팀) 생산에 따른 온실가스 간접배출계수(tCO_2-eq/GJ)

$GHG_{Emission}$: 열(스팀)생산에 따른 온실가스 배출량(tCO_2-eq/yr)

H : 열 생산량(GJ/yr)

[별표 25]

폐기물 소각에서 열회수를 통한 외부 열공급시 간접배출계수 개발방법 (제51조제1항 관련)

$$EF_H = \frac{CO_{2Emission} + CH_{4Emission} \times 21 + N_2O_{Emission} \times 310}{H}$$

EF_H : 열(스팀) 간접배출계수(tCO_2-eq/GJ)

$CO_{2Emission}$: 「별표 15 - 폐기물 소각 및 처리 부문」 산정방법에 따라 산정된 이산화탄소 배출량(tCO_2/yr)

$CH_{4Emission}$: 「별표 15 - 폐기물 소각 및 처리 부문」에 따라 산정된 메탄 배출량(tCH_4/yr)

$N_2O_{Emission}$: 「별표 15 - 폐기물 소각 및 처리 부문」에 따라 산정된 아산화질소 배출량(tN_2O/yr)

H : 열 회수량(GJ/yr)

[별표 26]

품질관리(QC) 및 품질보증 활동(QA) (제53조제3항 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 검사의 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 검사와, 배출량 감축량의 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 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(상위레벨)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

구분	세부내용
	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 – 사업자 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

모니터링 계획에 근거하여 산정된 관리업체의 온실가스 배출량 명세서가 중요성의 관점에서 허위나 오류, 누락 없이 작성되기 위하여, 관리업체는 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·누락 사항을 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, 관리업체는 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	관리업체는 온실가스 배출량 산정 관련 내부감사활동을 담당할 책임자를 지정하고 이를 문서화한다. 내부감사 담당자는 온실가스 배출량 산정업무를 담당할 수 없도록 하는

구분	세부내용
	등 상충되는 업무를 고려하여 업무분장이 이루어져야 한다.
품질감리	측정기기의 계측 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 관리업체는 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	관리업체가 온실가스 배출량 산정업무를 외부기관에 위탁할 경우, 관리업체는 온실가스 산정·보고 위험과 관련한 위험평가 결과에 따라 외부기관에 위탁한 산정업무에 대한 품질보증 활동을 수행하여야 한다.
수정 및 보완 절차	관리업체가 수행하는 품질보증 절차의 설계 및 운영상 미비점이 자체 평가 또는 제3자 검증 절차에 의하여 발견될 경우, 관리업체는 즉시 이에 대한 수정 및 보완절차를 수행하고 관련 결과를 문서화하여야 한다. 또한 발견된 미비점의 근본원인에 대하여 파악하고 관리업체의 품질보증 시스템에 따른 산출물의 유효성을 평가하여 미비점에 대해서는 보완하는 보정절차를 수행한다.

[별표 27]

온실가스 배출량 등의 검증절차 (제61조제3항 관련)

	절 차	개 요	수행주체
1단계	검증개요 파악	•피검증자 현황 파악 •검증범위 확인 •현장검증 일정 협의 •배출량 산정기준 •데이터관리시스템 확인	검증팀 + 피검증자
2단계	문서검토	•이행계획 및 명세서/이행실적 검토 •배출량 산정기준에 따른 온실가스 배출량 등의 적합성 평가 •중요성이 있는 데이터와 정보평가 •데이터 관리·보고시스템 평가 •전년 대비 변경사항 확인 •문서검토 결과 시정 조치 요구	검증팀 + 피검증자
	리스크 분석	•중요한 오류 가능성 및 이행계획 준수와 관련된 오류의 리스크를 평가	검증팀
	데이터 샘플링 계획 수립	•리스크를 반영한 중요한 샘플링 대상 데이터 및 방법론 등	검증팀
	검증계획 수립	•검증 수행대상 및 방법 •인터뷰대상 및 검증 일정 등	검증팀
3단계	현장검증	•데이터 및 정보 검증 •측정기기 검교정 관리 •데이터 및 정보시스템 관리상태 확인 •이전 검증결과 및 변경사항 확인 등	검증팀 + 피검증자
	검증결과 정리 및 평가	•문서검토 및 현장검증 결과 정리 •오류의 평가 •조치 요구 사항 결정 및 시정조치 요구 •시정조치 결과 타당성 확인 심사	검증팀

[별표 28]

검증절차별 세부 방법 (제61조제3항 관련)

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 측정창치 현황 및 위치 등

2) 검증범위의 확인

- ○ 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법에 따른 부지경계 식별 여부

- ○ 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법에 따른 배출활동(직접·간접) 분류 및 파악 여부
- ○ 산정 기간 중 관리업체 부지 및 설비의 변경이 발생한 경우 온실가스 배출량 등의 산정·보고 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 관리 시스템 파악 및 기존 관리시스템(ERP 등)과의 연계현황 파악
- ○ 데이터시스템을 운영·유지하는 조직구조 파악 등

다. 현장검증 등 세부일정 협의

1) 파악된 조직구조 및 배출원을 바탕으로 피검증자의 주관부서장과 협의하여 현장검증 실시 일정 및 검증대상 항목을 협의한다.

2) 단, 문서검토 결과 및 리스크 분석 결과에 따라 추후에 조정 가능하다.

2. 문서검토

가. 개 요

1) 개요파악 과정에서 확인된 배출활동 관련 정보, 피검증자의 온실가스 산정기준 및 명세서/이행실적과 이행계획에 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. 온실가스 산정기준 평가

1) 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법의 기준 이행 여부 및 이행계획 준수 여부를 확인한다.

2) 동 과정에서 발견된 특이사항 및 부적합 사항에 대하여 검증 체크리스트에 기록하고, 검증계획 수립시 반영하여야 한다.

3) 관련 확인 항목

- 배출활동별 운영경계 분류 상태
- 배출량 산정방법
- 적절한 매개변수 사용 여부
- 데이터 관리시스템
- 이행계획에 따른 관련 데이터 모니터링 실시 여부
- 데이터 품질관리 방안 등

다. 명세서/이행실적 평가 및 주요 배출원 파악

1) 검증팀은 피검증자가 작성한 명세서 등에 대하여 다음 사항을 파악하여야 한다.

- 온실가스 배출시설 및 흡수원 파악
- 온실가스 산정기준과의 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 구분관리한다. 주요배출시설의 경우 검증계획 수립 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 검증계획 수립시 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 검증계획에 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 확인 되지 않은 사항은 검증계획 수립 시 반영하여 현장검증을 통해 확인할 수 있도록 하여야 한다.

3. 리스크 분석

가. 목 적

1) 문서검토 결과를 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.

나. 리스크의 분류

1) 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

2) 검증팀의 검증 과정에서 발생하는 리스크

○ 검출리스크 : 검증팀이 검증을 통해 오류를 적발하지 못할 리스크

다. 리스크 평가

1) 명세서 등의 중요한 오류 가능성 및 이행계획 준수와 관련된 부적합 리스크를 평가하기 위하여 다음의 사항 등을 고려하여야 한다.

2) 리스크 평가시 고려 사항

- ○ 배출량의 적절성 및 배출시설에서 발생하는 온실가스 비율
- ○ 경영시스템 및 운영 상의 복잡성
- ○ 데이터 흐름, 관리시스템 및 데이터 관리환경의 적절성
- ○ 이행계획 제출시 첨부된 모니터링 계획
- ○ 이전 검증 활동으로부터의 관련 증거

3) 검증팀장은 리스크 평가 결과를 검증 체크리스트에 기록하고, 그 사항을 현장 검증시 중점적으로 확인하거나, 객관적 자료를 확보하여 중요한 오류가 발생하지 않음을 확인하여야 한다.

4. 데이터 샘플링[3] 계획의 수립

가. 개 요

- ○ 현장검증을 실시하기 전에 검증 의견을 도출하기 위하여 현장에서 확인해야 할 데이터(활동자료, 매개변수 산정에 사용된 자료 및 방문해야 할 사업장 등)의 종류, 데이터 샘플링 방법 및 검증 방법에 대한 계획(“데이터 샘플링 계획”)을 수립하여야 한다.

3) 검증기간의 제한 및 자료의 방대함으로 인해 전체 자료를 확인하기 어려운 경우, 각 자료들의 모집단을 충분히 대표할 수 있도록 표본을 추출하는 것을 말한다.

나. 데이터 샘플링 계획을 수립하기 위한 방법론 – 리스크 기반 접근법

피검증자의 특성, 규모 및 복잡성에 대한 이해

↓

주요 보고 리스크 식별

- ○ **(불완전성)** 주요 배출원의 배제, 부정확하게 정의된 경계, 누출 영향 등
- ○ **(부정확성)** 부적절한 배출계수 사용, 주요 데이터 전송 오류 및 산출 중복 등
- ○ **(비일관성)** 전년도와 비교시 배출량 산정방법 변경에 대한 기록 부재(不在) 등
- ○ **(데이터 관리 및 통제 약점)** 내부감사 또는 검토 절차 미실시, 일관되지 않은 모니터링, 측정 결과에 대한 교정 및 관리 미실시, 원위치와 산정용 데이터 기록부 사이에서 발생한 데이터 수기 변경에 대한 불충분한 검토 등

↓

리스크관리를 위한 관리 시스템의 이해

- ○ 데이터 전송에 대한 점검 불충분
- ○ 내부감사 절차의 부족
- ○ 일관되지 않은 모니터링
- ○ 계측기 검·교정 및 유지 실패

↓

잔여 리스크 영역의 식별

↓

검증을 위한 샘플링 계획에 잔여리스크 영역을 포함

다. 데이터 샘플링 계획 수립시 고려사항

1) 보증수준

- ○ 이 지침에 따라 검증기관은 “합리적 보증수준”이 가능하도록 데이터 샘플링 계획을 수립하여야 한다.

2) 검증범위 및 검증기준

- ○ 기업 전체 배출량의 5% 미만이며, 유사한 공정 및 배출시설을

가진 사업장을 다수 보유한 경우, 전체 사업장 수에 제곱근을 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.

3) 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.

4) 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.

5. 검증계획의 수립

가. 개 요

1) 검증팀장은 문서검토 및 리스크 분석결과를 바탕으로 현장에서 확인할 데이터와 검증대상, 적용할 검증기법, 실시 기간 및 데이터 샘플링 계획을 결정하여야 한다.

2) 검증팀장은 수립된 검증계획을 최소 1주일 전에 피검증자에 통보함으로써 효율적인 검토 및 현장검증이 실시될 수 있도록 해야 한다.

3) 검증팀장은 업무의 진척 상황 및 새로운 사실의 발견 등 검증의 실시과정에서 최초의 상황과 변경된 경우 검증계획을 수정할 수 있다.

나. 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) 검증대상과 검증초점

검증대상	초점	개 요
배출원	적절성	온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법에서 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
	완전성	모든 활동자료의 포함 여부
계 수	적절성	해당 산정식 및 Tier에 적절한 계수 적용 여부
계 산	정확성	계산의 정확성 여부

3) 검증 기법

기 법	개 요
열 람	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 원시데이터의 발생부터 배출량 산정까지의 흐름을 근거자료로써 추적

4) 모니터링 실시 현황의 평가

○ 검증팀은 피검증자가 이행계획에 적합하게 모니터링 및 불확도 관리를 실시하고 있는 지 여부를 확인하여야 한다.

6. 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. 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

○ 이행계획과 명세서/이행실적 상의 계수 일치 여부

○ 명세서/이행실적에 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	•신뢰할 수 있는 원장 데이터의 근거 •데이터 처리의 정확성 •데이터 측정방법 및 출처의 변경 •데이터 수집기간과 산정기간의 일치 여부 •재고량의 변화 등
실측기준	•계측기의 검교정 상태 •모니터링 계획과 동일한 측정방법의 사용 여부 •기록의 정확성/단위 조작의 적절성/ 유효숫자의 처리 등
근 사 법	•모니터링 계획과 동일한 계산방법 사용 •기초 데이터의 적절성, 합리성 등

다. 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

라. 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

마. 이전 검증결과 및 변경사항 확인

1) 검증팀은 이전년도 명세서/이행실적 및 검증보고서 자료를 참고

하여 중요한 배출시설 변화요인, 온실가스 배출량 등의 변화상태 및 기타 확인이 필요한 변경사항을 확인하고 이에 따른 배출량 등의 변화가 타당하게 반영되어 있는지 확인하여야 한다.

7. 검증결과의 정리 및 평가

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	•기록카운트 시험 •유효 특성 시험 •소실데이터 시험	•한계 및 타당성 시험 •오류 재보고 관리
변 환	•백지시험 •일관성 시험	•한계 및 타당성 시험 •마스터파일 관리
결 과	•결과분산 관리	•입/출력 시험

2) 측정기기의 불확도와 관련하여 다음과 같은 사항이 발견된 경우

에는 배출량 산정에 끼치는 영향을 종합적으로 평가하여 검증보고서 상에 반영하여야 한다.

○ 불확도 관리가 되지 않은 계량기를 사용한 경우

○ 이행계획과 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 허용가능한 수준으로 낮아질 때까지 점검을 통해 수정을 요구한다.

다. 중요성 평가

1) 중요성의 양적 기준치는 관리업체 CO_2eq 총 배출량의 5%로 한다.

2) 단, 총 배출량이 50만 tCO_2eq 이상인 관리업체에서는 2.5%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 배출량 내지 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

1) 온실가스 배출량 내지 에너지 소비량, 그리고 이들의 산정에 영향을 미치는 오류로서 온실가스 총 배출량 산정에 직접적인 영향을 끼치는 '조치요구 사항'을 검증 대상에 즉시 통보하여 수정조치를 요구하여야 한다

2) 개선 권고사항은 온실가스·에너지 산출 및 관리방안 개선을 위한 제언사항이므로 시정조치를 할 의무는 없다.

[별표 29]

조기 감축실적 인정 가능 대상사업의 유형 (제75조 관련)

1. 지식경제부 "온실가스 감축실적 등록사업"
2. 지식경제부 "에너지 목표관리 시범사업"
3. 국토해양부 "에너지 목표관리 시범사업"
4. 환경부 "온실가스 배출권 거래제 시범사업"

[별표 30]

검증기관 지정요건 (제96조제1항 관련)

1. 일반사항

가. 검증기관은 법인이어야 한다. 법인 정관이나 등기부상의 사업내용에 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따른 검증 업무가 명시되어 있어야 한다.

나. 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 상근 검증심사원을 5명 이상 갖추어야 한다.

나. 검증기관은 소속 검증심사원이 보유한 전문분야에 한하여 검증 업무를 수행할 수 있다. 다만 상근심사원이 전문분야를 중복하여 보유하고 있을 경우에는 이를 같이 인정한다.

다. 검증기관의 조직은 검증업무가 공평하고 독립적으로 수행될 수 있도록 검증을 담당하는 조직과 행정적으로 지원하는 조직이 명확히 구분되어야 한다.

3. 검증업무의 운영체계

가. 법인의 최고 책임자는 검증업무의 공평성과 독립성이 훼손되지 않도록 필요한 조치를 하여야 한다.

나. 검증기관은 적격성 유지, 검증업무의 향상과 이해상충 예방을 위해 관련 업무의 평가, 모니터링 등을 통한 환류기능 및 역량 강화 매뉴얼을 구비하여야 한다.

다. 검증기관은 본 지침에서 규정한 검증절차에 필요한 세부 운영 매뉴얼을 구비하여야 한다.

라. 검증기관은 업무 수행과정에서 피검증자의 의견수렴 및 이의제기에 따른 해소방안 절차 등을 구비하여야 한다.

마. 검증업무 수행과정에서 취득한 정보의 타 용도 사용 및 외부유출 방지를 위한 시설 및 내부 관리절차를 구비하여야 한다.

바. 검증기관은 검증업무의 공평성과 독립성 보장 등을 위한 내부 처리규정 및 역할 분담 등이 명확히 구분되어 있어야 한다.

사. 검증기관 운영체계와 관련한 모든 절차와 매뉴얼 등은 법인의 최고책임자의 결재를 받아 문서형태로 작성되어야 한다.

[별표 31]

검증심사원보의 자격 요건 (제102조제1항 관련)

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. 중앙행정기관 등에서 환경관련 또는 에너지 진단관련 업무에서 7년 이상 종사한 경우

라. 기술사법·국가기술자격법에 의한 산업기사 이상 자격 소지자로서 3년 이상 실무경력을 보유한 자

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 방지시설업 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 환경분야 품질인증 업무 또는 제16조의 녹색경영인증업무에 종사한 경우

차. 배출권거래제시범사업 및 온실가스 감축실적 등록사업의 타당성 평가 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. 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)

[별표 32]

업무정지 및 지정(등록)해지 기준 (제123조제1항 관련)

1. 일반 기준

가. 위반행위가 둘 이상인 경우로서 그에 해당하는 각각의 업무정지 및 지정(등록)해지 기준이 다른 경우에는 그 중 무거운 기준을 따른다.

나. 다만, 검증심사원(이하 검증심사원보를 포함한다)의 경우 둘 이상의 업무정지 및 등록해지기준이 동일하다면, 각 기준을 합산한 기간을 넘지 아니하는 범위에서 무거운 기준의 2분의 1 범위에서 가중할 수 있다.

다. 위반행위의 횟수에 따른 업무정지 및 지정(등록)해지 기준은 최근 1년간 같은 위반행위가 있은 경우에 적용한다.

라. 같은 위반행위는 최초로 업무정지 또는 지정(등록)이 해지된 날을 기준일로 한다.

2. 검증기관의 업무정지 및 지정해지 기준

위반 사항	구 분			
	1차	2차	3차	4차
가. 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 지정 받은 경우	지정 해지			
나. 지정받지 않은 부문에 대하여 검증을 수행한 경우	지정 해지			

위반 사항	구 분			
	1차	2차	3차	4차
다. 지정서를 대여하였거나, 업무정지기간 중 검증업무를 한 경우	지정해지			
라. 해당 전문분야에 적격성 없는 검증팀으로 검증 업무를 수행한 경우	지정해지			
마. 검증기관의 지정결격사유(임원의 신원결격, 법원의 벌칙판결)에 해당되게 된 경우	지정해지			
바. 검증보고서를 허위로 작성하거나 고의나 중과실로 중요한 발견사항을 누락시킨 경우	지정해지			
사. 검증기관이 지정요건을 만족시키지 못하는 경우				
1) 부문별 검증심사원이 5명 미만인 경우	지정해지			
2) 기타 요건을 준수하지 않은 경우	업무정지 1개월	업무정지 3개월	지정해지	
아. 제97조의 변경신고를 하지 않은 경우				
1) 제1항 제1호(소재지 변경) 내지 제2호(법인 및 대표자 변경신고) 그리고 제4호 중 검증심사원의 변경을 신고하지 않은 경우	1차 경고	2차 경고	업무정지 1개월	업무정지 3개월
2) 제1항 제3호(검증관련 내부 규정 변경) 내지 제5호의 신고(검증분야의 변경)	업무정지 1개월	업무정지 3개월	지정해지	
자. 제99조제2항을 준수하지 않은 경우(관리업체가 제출한 자료와 검증 수행과정에서 취득한 자료를 외부로 유출하거나 다른 용도로 사용한 경우)	지정해지			
차. 제99조제1항, 제3항 내지 제5항을 준수하지 않은 경우	업무정지 1개월	업무정지 3개월	지정해지	
카. 환경부장관이 실시하는 조사를 정당한 이유없이 거부하거나 방해하는 경우	경고	업무정지 1개월	업무정지 3개월	지정해지
타. 공평성 위반여부를 조사하지 않거나, 부적합 결과에도 불구하고 검증을 수행한 경우	지정해지			
파. 보유하지 않은 전문분야의 검증 업무를 수행한 경우	지정해지			

※ 비고: 라목과 사목의1)의 지정해지기준은 사유가 발생한 날로부터 30일 이상 상태가 계속 지속된 경우에 한한다.

3. 검증심사원의 업무정지 및 등록해지 기준

위반 사항	구 분			
	1차	2차	3차	4차
가. 거짓 또는 그 밖의 부정한 방법으로 검증심사원(이하 검증심사원보를 포함한다)으로 등록한 경우	등록해지			
나. 검증보고서를 허위로 작성하거나 고의나 중과실로 중요한 발견사항을 누락시킨 경우	등록해지			
다. 제102조제6항의 결격사유에 해당하는 경우	등록해지			
라. 검증심사와 관련한 업무 등을 다른 사람에게 대행하게 한 경우	등록해지			
마. 검증심사원가 동일기간 중 둘 이상의 검증기관에 고용된 경우	등록해지			
바. 적격성이 없는 검증팀이나 심의팀에 속하여 검증업무를 수행한 경우	업무정지 6개월	등록해지		
사. 정당한 사유 없이 기한 내에 검증심사원 보수교육을 이수하지 않은 경우(검증심사원에게만 해당된다)	업무정지 (교육이수시까지)			

[별지 제1호 서식]

관리업체 지정 활동자료 조사표(제10조제3항 관련)

1. 총괄표

일반 현황	법인명		법인등록번호			
	대표자		전 화 번 호			
	업 종					
	주 소					
	담당부서		담당자		전화번호	
사업장 목록						
일련 번호	사업장명	사업자 등록번호	대표자	업종	소재지	

210mm×297mm[일반용지 60g/㎡(재활용품)]

2. 사업장 일반정보

사 업 장 명		본 사 명	
		법인번호	
사업자등록번호		전화번호	
소 재 지			
업 종			
규 모	직 원 수		
	가 동 시 간		
	제 품 원 료		
	주력 제품명		
작 성 자 정 보	이 름		
	부 서		
	전화번호		
	팩스		
	이메일		

※ 주 : 자료 입력시 단위환산이 어려울 경우 원데이터의 단위와 값을 함께 기입

3. 에너지 사용량 및 첨가제 사용량

연 료 명	단 위	조 사 대 상 연 도[1]		
		(자정연도-1)	(자정연도-2)	(자정연도-3)
무연탄(국내)	ton			
무연탄(수입)	ton			
유연탄	ton			
코크스	ton			
석유코크스	ton			
휘발유	kL			
실내등유	kL			
보일러등유	kL			
경유	kL			
경질중유(B-A)	kL			
중유(B-B)	kL			
중질중유(B-C)	kL			
납사	kL			
부생연료 1호	kL			
부생연료 2호	kL			
프로판	kL			
부탄	kL			
도시가스	m^3			
천연가스	m^3			
석회석 사용량	ton			
백운석 사용량	ton			
기타 연료				
기타보고사항				

1) 조사 대상연도는 직전 3년으로 하며, 지정연도를 기준으로 해당연도를 숫자로 표기한다.
(예시 : 2010년 지정시 2009, 2008, 2007로 표기한다)

4. 공정배출

1) 광물산업

업 종	구 분		단위	조 사 대 상 연 도[1]		
				(자정연도-1)	(자정연도-2)	(자정연도-3)
시멘트	클링커 생산량		ton			
석회	고칼슘석회 생산량		ton			
	고토석회 생산량		ton			
	수경성석회 생산량		ton			
유리	제품 유형별 생산량	Float	ton			
		Container(Flint)				
		Container(Amber/Green)				
		Fiberglass(E-glass)				
		Fiberglass(Insulation)				
		Specialty(TV Panel)				
		Specialty(TV Funnel)				
		Specialty(Tableware)				
		Specialty(Lab/Pharma)				
		Specialty(Lighting)				
	재활용 유리 사용 비율		%			
기타보고사항						

1) 조사 대상연도는 직전 3년으로 하며, 지정연도를 기준으로 해당연도를 숫자로 표기한다.
(예시 : 2010년 지정시 2009, 2008, 2007로 표기한다)

2) 화학산업

업종	구분			단위	조 사 대 상 연 도[1]		
					(지정 연도-1)	(지정 연도-2)	(지정 연도-3)
암모니아 (NH_3)	암모니아 생산량			ton			
	재활용된 CO_2 량			ton			
	공정 형식	Modern plants	Conventional reforming(LNG)	–			
			Excess air reforming(LNG)	–			
			Autothermal reforming(LNG)	–			
			Partial oxidation	–			
		Mix of modern and older plants	Derived from European average values for specific energy consumption(LNG)	–			
			Partial oxidation	–			
질산 (HNO_3)	질산 생산량			ton			
	공정 형식	Plant with NSCR		–			
		Plant process-integrated or tailgas N_2O destruction		–			
		Atmospheric pressure plants(low pressure)		–			
		High pressure plants		–			
		Medium pressure combustion plants		–			
아디프산	아디프산 생산량			ton			
카바이드	카바이드 생산량			ton			
카프로락탐	카프로락탐 생산량			ton			

1) 조사 대상연도는 직전 3년으로 하며, 지정연도를 기준으로 해당연도를 숫자로 표기한다.
(예시 : 2010년 지정시 2009, 2008, 2007로 표기한다)

(계속)

업종	구분		단위	조 사 대 상 연 도[1]		
				(지정 연도-1)	(지정 연도-2)	(지정 연도-3)
이산화티타늄(TiO_2)	합성루틸 생산량		ton			
	루틸형 TiO_2 생산량		ton			
소다회	소다회 생산량		ton			
	트로나 투입량		ton			
에틸렌	에틸렌 생산량		ton			
염화에틸렌(EDC)/염화비닐모노머(VCM)	염화에틸렌 생산량		ton			
	염화비닐모노머 생산량		ton			
	공정 형식	Direct chlorination process	–			
		Oxychlorination process	–			
		Balnaced process	–			
에틸렌옥사이드	에틸렌옥사이드 생산량		ton			
	공정 형식	Air process	–			
		Oxygen process	–			
아크릴로니트릴	아크릴로니트릴 생산량		ton			
	공정 형식	Secondary products burned for energy recovery/flared	–			
		Acetonitrile burned for energy recovery/flared	–			
		Acetonitrile and hydrogen cyanide recovered as product	–			
카본블랙	카본블랙 생산량		ton			
	공정 형식	Funace black process	–			
		Thermal black process	–			
		Acetylene black process	–			
기타보고사항						

1) 조사 대상연도는 직전 3년으로 하며, 지정연도를 기준으로 해당연도를 숫자로 표기한다.
(예시 : 2010년 지정시 2009, 2008, 2007로 표기한다)

3) 금속산업

업 종	구 분			단위	조 사 대 상 연 도[1]		
					(지정 연도-1)	(지정 연도-2)	(지정 연도-3)
철강	제품	소결물 생산량		ton			
		조강 생산량	전로	ton			
			전기로	ton			
			소계	ton			
		펠렛 생산량		ton			
		DRI 생산량		TJ			
	코크스 생산량			ton			
	코크스 소비량			ton			
	코크스로 가스생산량			ton			
	코크스로 가스사용량			m^3			
합금철	생산량	합금철 (Si 함량 45%)		ton			
		합금철 (Si 함량 65%)		ton			
		합금철 (Si 함량 75%)		ton			
		합금철 (Si 함량 90%)		ton			
		망간철 (C 함량 7 %)		ton			
		망간철 (C 함량 1 %)		ton			
		Silico 망간		ton			
		실리콘 메탈		ton			
		크롬철		ton			
	환원제 사용량	석탄		ton			
		코크스		ton			
		Prebaked 전극		ton			
		전극 페이스트		ton			
		석유 코크스		ton			

1) 조사 대상연도는 직전 3년으로 하며, 지정연도를 기준으로 해당연도를 숫자로 표기한다.
(예시 : 2010년 지정시 2009, 2008, 2007로 표기한다)

(계속)

업종	구분		단위	조 사 대 상 연 도[1]		
				(지정 연도-1)	(지정 연도-2)	(지정 연도-3)
알루미늄	알루미늄 생산량		ton			
	생산 공정	Prebake	-			
		Soderberg	-			
	생산 기술	CWPB, SWPB, VSS, BSS 중 선택	-			
마그네슘	마그네슘 생산량		ton			
	원료	돌로마이트	ton			
		마그네사이트	ton			
납	직접제련 생산량		ton			
	제련용 용광로에서의 생산량		ton			
	2차 원료물질에 의한 생산량		ton			
아연	아연 생산량		ton			
	생산 공정	Waelz Kiln	-			
		Pyrometeallurgical	-			
		기본 공정	-			
기타보고사항						

1) 조사 대상연도는 직전 3년으로 하며, 지정연도를 기준으로 해당연도를 숫자로 표기한다.
(예시 : 2010년 지정시 2009, 2008, 2007로 표기한다)

4) 전자산업

업 종	구 분	단위	조 사 대 상 연 도[2]		
			(지정연도-1)	(지정연도-2)	(지정연도-3)
불소화합물 생산	HCFCs-22 생산량	ton			
	기타 불소화합물 생산량[1]	ton			
전자산업	반도체	m^2			
	TFT-FPD	m^2			
	PV-cell	m^2			
기타보고사항					

1) 생산되는 기타 불소화합물의 종류 명시

2) 조사 대상연도는 직전 3년으로 하며, 지정연도를 기준으로 해당연도를 숫자로 표기한다.
(예시 : 2010년 지정시 2009, 2008, 2007로 표기한다)

5. 간접배출

배 출 원	단위	조 사 대 상 연 도[1]		
		(지정연도-1)	(지정연도-2)	(지정연도-3)
구매 전력	MWh			
구매 스팀/열	Gcal			
기타보고사항				

1) 조사 대상연도는 직전 3년으로 하며, 지정연도를 기준으로 해당연도를 숫자로 표기한다.
(예시 : 2010년 지정시 2009, 2008, 2007로 표기한다)

[별지 제2호 서식]

관리업체 지정대상 목록(제16조제1항 관련)

일련번호	구분	사업장/업체명	대표자	소재지	업종	온실가스 배출량 (kilotonnes CO_2-eq)	에너지 소비량 (terajoules)
	업체			업체 본사주소			
				사업장 주소			
				…			
	사업장						

210mm×297mm[일반용지 60g/㎡(재활용품)]

<작성요령>

1. 구분은 관리업체, 관리사업장으로 나누어 작성한다.
2. 사업장명 또는 업체명은 법인등기부 등본 또는 사업자등록증 등에 기재된 명칭을 기준으로 한다.
3. 업체의 경우에는 법인명을 기재하고 관리업체 내 사업장의 온실가스 배출량과 에너지 소비량 모두를 기재한다.
4. 업종은 사업자등록시 등록한 업종을 기재한다.

[별지 제3호 서식]

관리업체 지정 산정근거

일련번호	

일반현황					
	① 법인명		② 법인등록번호		
	③ 대표자		④ 전 화 번 호		
	⑤ 업 종				
	⑥ 주 소				
	⑦ 담당부서		⑧담당자		⑨전화번호	

⑩산정결과	온실가스 배출량 (kilotonnes CO_2-eq)				에너지 소비량 (terajoules)			
	평균	(지정연도-1)	(지정연도-2)	(지정연도-3)	평균	(지정연도-1)	(지정연도-2)	(지정연도-3)

⑪ 사업장별 세부현황

사업장명	소재지	대표자	업종	사업자등록번호	온실가스 배출량 (kilotonnes CO_2-eq)				에너지 소비량 (terajoules)			
					평균	(지정연도-1)	(지정연도-2)	(지정연도-3)	평균	(지정연도-1)	(지정연도-2)	(지정연도-3)

210mm×297mm[일반용지 60g/㎡(재활용품)]

1) 조사 대상연도는 직전 3년으로 하며, 지정연도를 기준으로 해당연도를 숫자로 표기한다.
(예시 : 2010년 지정시 2009, 2008, 2007로 표기한다)

[별지 제4호 서식] (앞 쪽)

관리업체 지정에 대한 이의신청서

처리기간
30일

신청자	① 업체명		② 법인등록번호	
	③ 대표자		④ 전 화 번 호	
	⑤ 주 소			
	⑥ 사업장 현황			
이의신청	⑦ 관리업체 지정내역			
	⑧ 이의신청 사유			

「저탄소 녹색성장기본법」 제42조와 같은법 시행령 제29조제4항에 따라 위와 같이 관리업체 지정에 대하여 이의를 신청합니다.

년 월 일

신청인 (서명 또는 인)

농림수산식품부 장관
지식경제부 장관
환경부장관
국토해양부 장관 귀하

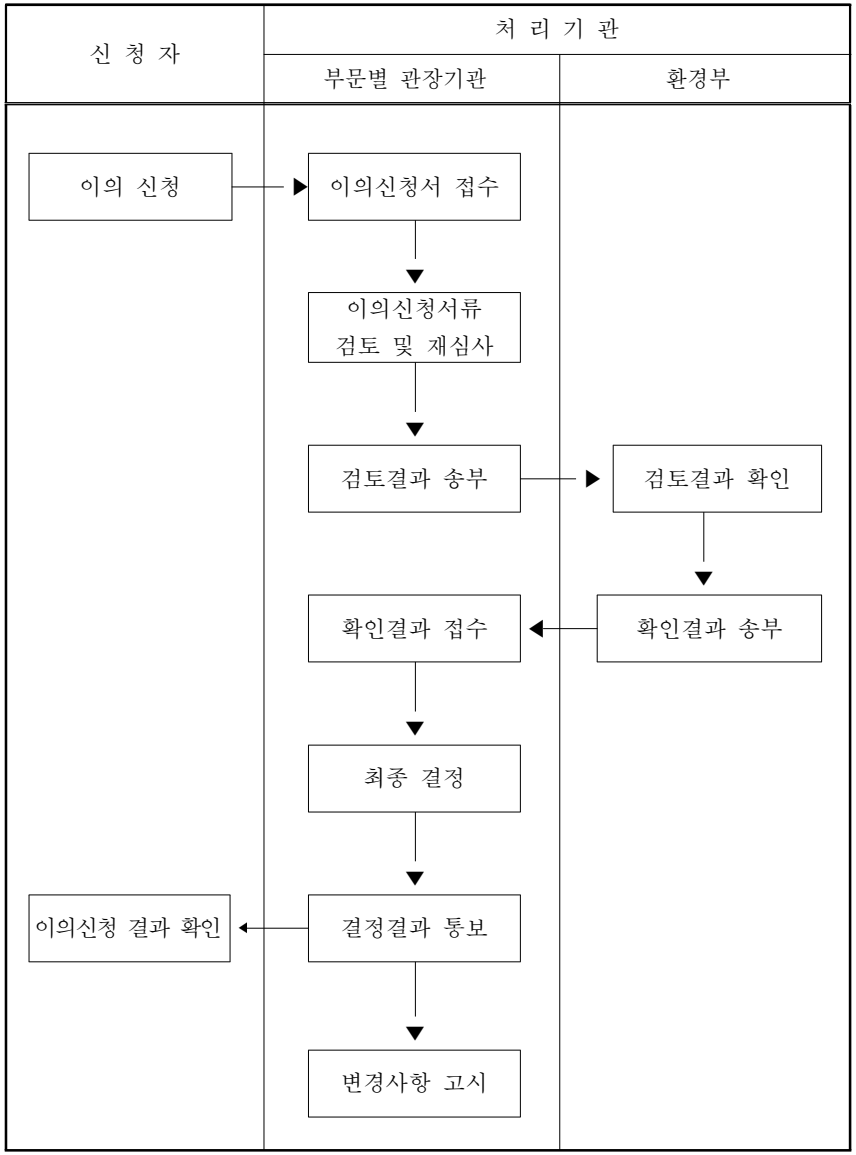
※ 구비서류

1. 소명자료

210mm×297mm[일반용지 60g/㎡(재활용품)]

(뒤 쪽)

이 신청서는 아래와 같이 처리됩니다.



[별지 제5호 서식]

검토기관	① 부문별 관장기관						
	② 검토자	소속		직위 (직급)		성명	(인)
	③ 확인자	소속		직위 (직급)		성명	(인)
이의신청	④ 업체명			법인등기번호 (사업장등록번호)			
	⑤ 이의신청 내역						
검토결과	⑥ 검토 결과						
	⑦ 결정 사유						

「저탄소 녹색성장기본법」 제42조와 같은법 시행령 제29조제5항에 따라 위와 같이 이의신청서 검토결과보고서를 제출합니다.

년 월 일

관 장 기 관 장 (직인)

환경부장관 귀하

※ 붙임 : 세부 검토내역

[별지 제6호 서식]

이의신청 심사결과 통보서

이의신청	① 업체명		②법인등기번호 (사업장등록번호)	
	③ 제출일자		④제출인	
	⑤이의신청 내역			
검토결과	⑥ 검토 결과			
	⑦ 결정 사유			

「저탄소 녹색성장기본법」 제42조와 같은법 시행령 제29조제5항에 따라 귀 사에서 제출한 이의신청에 대하여 위와 같이 검토 결과를 알려드립니다.

년 월 일

관 장 기 관 장 (직인)

귀하

[별지 제7호 서식]

온실가스 감축 및 에너지 절약 등의 목표 이행계획서

(제37조제3항관련)

온실가스 감축목표 등의 이행계획서

「저탄소녹색성장기본법 시행령」 제30조제3항에 따라 당사(사업장)의 온실가스 감축목표 등의 이행계획을 아래와 같이 보고합니다.

년 월 일

보고인 (서명 또는 인)

농수산식품부 장관
지식경제부 장관
환경부장관
국토해양부 장관 귀하

1 관리업체 총괄 정보

1. 업체(법인)에 대한 일반정보

(1)	법 인 명		(2)	대표자		(3)	대상년도	2010
(4)	법인등록번호	-		(5)	대표업종			
(6)	법인 소재지			(7)	법인 전화번호			
(8)	법인담당부서		(9)	법인 담당자		(10)	직 급	
(11)	담 당 자 전화번호		(12)	담당자 휴대폰		(13)	담당자 이메일	
(14)	주요 생산제품 또는 처리물질		(15)	연간 생산량 또는 처리량		(16)	상 시 종업원수	
(17)	당해연도 매 출 액		(18)	당해연도 에너지비용		(19)	자본금	
(20)	중소기업여부							

1-1. 사업장 목록

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
사업장 일련번호	사업장명	사업자등록번호	사업장 대표자	사업장 업종	사업장 소재지	소량배출사업장 여부
사업장 01	사업장명					
사업장 02						

※ 사업장기준으로 관리업체로 지정된 경우, 1-1을 생략할 수 있다.

1. 관리업체에 대한 일반정보 작성요령

(1)	관리업체 법인명	: 관리업체 본사 법인명을 기재 정식명칭 기재
(2)	대표자	: 관리업체 법인의 대표자명을 기재
(3)	대상년도	: 보고대상연도 기재
(4)	법인등록번호	: 당해 법인의 사업자등록번호를 기재
(5)	대표업종	: 표준산업분류에 의한 당해법인의 대표업종 기재
(6)	법인 소재지	: 법인의 본사 소재지를 기재. 본사가 별도로 없을 시, 업체 명세서를 제출하는 대표사업장의 주소를 기재
(7)	법인 전화번호	: 법인의 본사 대표전화번호를 기재
(8)	법인 담당부서	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 부서명 기재
(9)	법인 담당자	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자 기재
(10)	법인 담당자 직급	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 직급 기재
(11)	법인 담당자 전화번호	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 사무실 전화번호 기재
(12)	법인 담당자 휴대전화	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 휴대전화번호 기재
(13)	법인 담당자 이메일	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 이메일 주소 기재
(14)	주요생산제품 또는 처리물질	: 사업장 업종분류에 따른 주요 생산제품을 기재 단, 폐기물부문은 표준산업분류의 세세분류 항목을 기재
(15)	연간 생산량	: 주 생산제품의 연간 생산량을 기재 단, 폐기물부문은 처리량을 기재
(16)	상시 종업원수	: 사업장 내 상시종업원 수 기재
(17)	당해연도 매출액	: 해당 법인의 배출량산정 조직경계에 해당하는 사업장을 모두 합산한 명세서 보고 당해연도 매출액(개별재무제표를 따른다.) 기재
(18)	당해연도 에너지비용	: 해당 법인의 배출량산정 조직경계에 해당하는 사업장을 모두 합산한 명세서 보고 당해연도의 에너지비(원료구입비는 제외)를 기재
(19)	자본금	: 사업장의 당해연도 자본금 기재
(20)	중소기업여부	: "중소기업기본법" 제2조에 의한 중소기업이면 1, 중소기업이 아니면 0을 기재

1-1. 사업장 목록 일반정보 작성요령

(1)	사업장일련번호	: 사업장별 일련번호 기재
(2)	사업장명	: 법인 내 사업장명 기재
(3)	사업자등록번호	: 세무서에서 신고 된 당해 사업장의 사업자등록번호를 기재
(4)	사업장대표자	: 해당사업장의 대표자명을 기재
(5)	업종	: 표준산업분류에 의한 업종
(6)	소재지	: 사업장소재지를 기재하되 반드시 번지 이하까지 기입
(7)	소량배출사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 1~3번 항목만을 기재할 수 있다)

2 사업장 일반정보

2. 사업장에 대한 일반정보

(1)	사업장명		(2)	대표자		(3)	사업장 일련번호	
(4)	사업자등록번호		(5)	구분 번호		(6)	업 종	
(7)	사업장 소재지		(8)	사업장 전화번호				
(9)	사업장담당부서		(10)	사업장 담당자		(11)	직 급	
(12)	담 당 자 전화번호		(13)	담당자 휴대폰		(14)	담당자 이메일	
(15)	주요 생산제품 또는 처리물질		(16)	연간생산량 또는처리량		(17)	상 시 종업원수	
(18)	당해년도매출액		(19)	당해연도 에너지비용		(20)	자본금	

※ 관리업체 내 사업장 수만큼 이후 양식을 작성

2. 사업장에 대한 일반정보 작성요령

(1)	사업장명	: 해당사업장의 정식명칭을 기재. (예) (주)한국기업, Philips LCD(주) 안산공장 등
(2)	대표자	: 해당사업장의 대표자명을 기재
(3)	사업장일련번호	: 1-1번 양식의 사업장별 일련번호 기재
(4)	사업자등록번호	: 세무서에서 신고 된 당해 사업장의 사업자등록번호를 기재
(5)	구분번호	: 사업자번호는 같고, 공장이 나눠있을 경우 1공장은 "1", 2공장은 "2"로 기재 : 그 외에 공장이 한개 일 경우 "1"로 기재
(6)	업종	: 표준산업분류에 의한 업종
(7)	소재지	: 사업장소재지 기재하되 반드시 번지 이하까지 기입
(8)	전화번호	: 사업장 전화번호 지역번호와 함께 기재
(9)	사업장 담당부서	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 부서명 기재
(10)	사업장 담당자	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 부서명 기재
(11)	사업장 담당자 직급	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 직급 기재
(12)	사업장 담당자 전화번호	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 사무실 전화번호 기재
(13)	사업장 담당자 휴대전화	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 휴대전화번호 기재
(14)	사업장 담당자 이메일	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 이메일 주소 기재
(15)	주요생산제품 또는 처리물질	: 사업장 업종분류에 따른 주요 생산제품을 기재. 단, 폐기물부문은 표준산업분류의 세세분류 항목을 기재
(16)	연간 생산량 또는 처리량	: 주 생산제품의 연간 생산량을 기재. 단, 폐기물부문은 처리량을 기재
(17)	상시 종업원수	: 사업장 내 상시종업원 수 기재
(18)	당해연도 매출액	: 당해 사업장의 당해연도 매출액(개별재무제표를 따른다.) 기재
(19)	당해연도 에너지비용	: 당해 사업장의 에너지비(원료구입비는 제외)를 기재
(20)	자본금	: 사업장의 당해연도 자본금 기재

3. 사업장 조직경계 입력		
(21)	조직경계 관련 서류 구분	

3. 사업장 조직경계 관련 서류 입력 방법

(21) 조직경계 관련 서류 구분 : 사업장 조직경계를 확인·증빙할 수 있도록 사업장의 약도, 사진, 시설배치도, 공정도의 4가지로 분류하여 제시

3 사업장별 온실가스 배출량 등 현황

(1)	(2)	(3)	(4) 기준연도별 온실가스 배출량(tCO_2eq) 및 에너지사용량(TJ)												(5)			
일련번호	사업장명	소량배출사업장 여부	관리업체 최초지정연도-3 (년)				관리업체 최초지정연도-2 (년)				관리업체 최초지정연도-1 (년)				기준연도 배출량(tCO_2eq) [기준연도 평균]			
			온실가스 배출량			에너지 사용량 (TJ)	온실가스 배출량			에너지 사용량 (TJ)	온실가스 배출량			에너지 사용량 (TJ)	온실가스 배출량			에너지 사용량 (TJ)
			직접 배출	간접 배출	합계		직접 배출	간접 배출	합계		직접 배출	간접 배출	합계		직접 배출	간접 배출	합계	
관리업체 합계 (사업장 배출량 합계)																		
01																		
02																		
03																		
:																		

(6)	관리업체의 온실가스 감축목표 등		(9) 일부 배출시설의 기타 목표 [해당될 경우에만 기재]					
	(7)	(8)	해당 배출활동		해당 배출시설		기타 목표 [단위 입력]	
목표 이행연도	온실가스 배출허용량 (tCO_2eq)	에너지 소비허용량 (TJ)	코드 [참고1]	배 출 활동명	코드 [참고2]	배 출 시설명	(10) 기준연도	(11) 이행연도
2012	*1,000,000 tCO_2*							

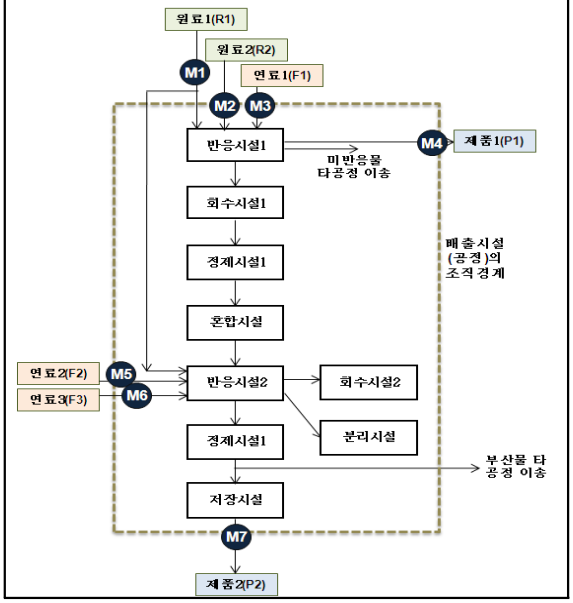
3. 사업장별 기준연도 온실가스 배출량 현황 등 작성방법

(1),(2)	일련번호, 사업장명	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(3)	소량배출 사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 1~3번 항목만을 기재할 수 있다) : 소량배출사업장에 해당하는 경우 "√"으로 표기
(4),(5)	기준연도 온실가스 배출량 및 에너지 소비량	: 관리업체의 기준연도별 총 배출량 및 3개년도 평균을 사업장별로 구분하여 기재
(6)	목표 이행연도	: 제28조에 따른 목표 이행연도를 기재
(7)	온실가스 배출허용량(tCO2)	: 제30조(또는 제31조)에 따라 설정된 관리업체의 감축목표에 따른 배출허용량을 기재
(8)	에너지 소비허용량(TJ)	: 제34조(또는 제31조)에 따라 설정된 관리업체의 에너지절약목표에 따른 에너지소비허용량을 기재
(9)	일부 배출시설에 대한 기타 목표	: 제33조에 따라 다른방식의 목표를 설정할 경우 해당되는 배출시설과 배출활동을 기재
(10),(11)	기타 목표	: (9)와 관련하여, 기타 목표유형에 해당하는 기준연도 실적과 이행연도의 목표값을 기재 (단위포함)

4 배출시설별 활동자료의 측정지점 등

(1) 사업장정보			(2) 배출시설정보		
일련번호	사업장명	사업자등록번호	코드	배출시설명	일련번호

(3) 배출시설의 공정도 *(작성 예시)*



(4) 배출활동		배출시설에 대한 모니터링 포인트					
		(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
코드	배출활동명	일련번호	세부시설 및 장치 (unit)	온실가스 배출 지점 및 설명	세부장치별 연료·원료 등 활동자료 흐름	해당 활동자료의 측정위치	모니터링 유형
	해당 배출활동 기재	*unit 4*	*반응시설1*	*굴뚝으로 전량 배출*	*원료1(R1)*	*M1*	*A-1*
					원료2(R2)	*M2*	*B*
					연료1(F1)	*M3*	*C-1*
					제품1(P1)	*M4*	*...*
	–	*unit 2*	*정제시설1*	–	–	–	–
	–	*unit 3*	*혼합시설*	–	–	–	–
	해당 배출활동 기재	*unit 4*	*반응시설2*	*굴뚝으로 일부 배출, 일부 비산*	*원료1(R1)*	*M5*	
					연료2(F2)	*M6*	
					연료3(F3)	*M7*	
					제품2(P2)	*M8*	
	–	*unit 5*	*저장시설*	–	–	–	–
	–	*unit 6*	*회수시설2*	–	–	–	–
	–	*unit 7*	*분리시설*	–	–	–	–

4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등 작성방법

(1)	사업장 정보	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2)	배출시설 정보	: 해당 배출시설의 코드[참고2]와 배출시설명, 배출시설 일련번호를 기재 ※ 배출시설 일련번호는 같은 배출시설이라 하더라도 이를 구분하기 위하여 부여, (1부터 순차적으로 부여)
(3)	공정도	: 해당 배출시설에 대한 공정도(Block Diagram 등 활용)를 기재(각 배출시설별로 작성) - 배출시설(공정)의 경계(boundary), 원료 및 연료, 제품의 흐름, 세부시설의 명칭, 활동자료에 대한 측정지점(모니터링 포인트)의 위치와 기호 등을 표시하여야 한다 / (6)~(9)에 해당하는 사항을 기호 등으로 표현한다
(4)	배출활동	: 배출활동 코드[참고1]와 배출활동명을 기재
(5)	일련번호	: 세부시설 및 장치(unit)에 대한 일련번호를 부여 (일련번호는 unit 1, unit 2 순으로 기재한다)
(6)	세부시설 및 장치 (unit)	: 해당 배출시설(공정)의 경계 내에 있는 세부 장치·기계·설비(unit)에 대한 리스트를 기재
(7)	온실가스 배출지점	: 해당 세부 장치·기계(unit)에서 온실가스가 실제 대기중으로 배출되는 배출구(굴뚝)과 배출형태를 간략하게 서술
(8)	세부시설별 연료·원료 등 활동자료 흐름의 종류	: 각 세부장치(unit)별로 연료·원료·제품 등 활동자료 흐름(activity stream)를 구분하여 그 종류와 기호를 부여 비고1) 천연가스(F1), 경유(F2) 등 실제 투입되는 연료명칭을 세부적으로 기재 비고2) 기호는 연료의 경우 "F"(fuel), 원료의 경우 "R"(Raw material), 제품의 경우 "P"(product)로 구분한다
(9)	해당 활동자료의 측정지점	: 각 세부시설별, 활동자료 흐름(⑪)별 활동자료에 대한 측정지점을 기재한다 비고1) 측정지점(Monitoring Point)의 기호는 "M"으로 구분한다
(10)	모니터링 유형	: 지침 별표15(활동자료의 수집방법론)에 제시된 모니터링 유형을 (9)의 각 측정지점(모니터링 포인트)별로 구분하여 해당 유형의 기호를 기재 ; 예시 A-1, A-2, A-3, B, C-1, C-2, C-3, C-4 등

5 활동자료의 모니터링(측정) 방법

5-1. 활동자료의 모니터링 방법 개요

(1) 사업장 정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 배출시설 정보	일련번호	시설코드	배출시설명	시설규모
								C

(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)				(9)	(10)
	측정기기 현황				측정기기의 검사 등					
활동자료 흐름 종류	측정지점 기호	모니터링 유형	측정기기 이름	측정기기 고유번호	형식승인 유무	정도검사 유무	최근 정도검사일 (정도검사 주기)	최근 일반시험 등 실시일	불확도 (+/- %)	측정값의 표준상태 보정여부 (온도, 압력 등)
천연가스(F1)	M1	A-1			□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오
경유(F2)	M2	B			□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오
부생가스(F3)	M3	C-1	미 설치		□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오
					□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오
					□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오
					□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오
					□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오
					□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오
					□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오
					□예 / □아니오	□예 / □아니오				□예 / □아니오

5-1. 활동자료의 모니터링 방법 작성요령

(1)	사업장 정보	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2)	배출시설 정보	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등"에 기재한 배출시설 정보와 일련번호를 기재 비고) 시설규모는 지침 별표 13에서 제시한 배출시설별 온실가스 배출량 규모(A,B,C)에 해당되는 등급을 기재한다
(3)	활동자료 흐름 종류	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등"의 (8)에 기재된 각 활동자료 흐름의 종류와 해당기호를 기재
(4)	측정지점 기호	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등"의 (9)에 기재한 측정지점의 기호를 기재한다.
(5)	모니터링 유형	: 지침 별표15(활동자료의 수집방법론)에 제시된 모니터링 유형을 (9)의 각 측정지점(모니터링 포인트)별로 구분하여 해당 유형의 기호를 기재 ; 예시 A-1, A-2, A-3, B, C-1, C-2, C-3, C-4 등
(6)	측정기기 이름	: (4)의 측정지점 기호에 따라 해당 활동자료를 측정하는 측정기기 이름을 기재한다. 측정기기가 설치되어 있지 않을 경우 "미설치"라 기재한다 비고) 측정기기의 이름 및 종류는「계량에 관한 법률 시행령」의 계량기 종류 등을 참조한다)
(7)	측정기기 고유번호	: (5)의 측정기기별로 제품 일련번호, 자체 관리번호 등 고유번호를 기재한다, 측정기기가 설치되어 있지 않을 경우 작성하지 않음
(8)	측정기기 검사	: 측정기기에 대한 형식승인 여부, 정도검사 여부, 최근 정도검사 실시일, 일반시험 실시일 등을 기재, 측정기기가 설치되어 있지 않을 경우 작성하지 않음 비고) 최근 정도검사 실시일에 정도검사 주기를 괄호로 기재 예시) (연 1회) 등
(9)	불확도	: 정도검사 등을 통하여 확인한 측정기기의 불확도를 기재(95% 신뢰수준으로 한다) 비고) 정도검사 등을 실시하지 않았을 경우 불확도를 직접계산(별표 16을 참조)하거나 계산하지 못할 경우에는 "불가"로 기재한다
(10)	표준상태 보정여부	: 측정기기의 표준상태(273.15K, 1기압) 보정여부를 체크 비고) 기체연료 및 액체연료 등은 특히 활동자료의 측정에 있어서 표준상태 보정이 필수적임

5-2. 정도검사 미 실시 측정기기의 실시계획 등 (해당할 경우에만 작성)

(1) 사업장 정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 배출시설 정보	일련번호	시설코드	배출시설명	시설규모
								C

(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)		(9)	(9)
활동자료 흐름 종류	측정기기 현황				측정기기의 정도검사 등 관리계획			
	측정지점 기호	모니터링 유형	측정기기 이름	측정기기 고유번호	측정기기의 신규 설치 계획	소요액(천원)	기 설치된 측정기기의 정도검사 실시계획	소요액(천원)
부생가스(F3)		*C-1*						

5-2. 활동자료의 모니터링 방법 작성요령 (해당할 경우에만 작성)

(1)	사업장 정보	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2)	배출시설 정보	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등"에 기재한 배출시설 정보와 일련번호를 기재 비고) 시설규모는 지침 별표 13에서 제시한 배출시설별 온실가스 배출량 규모(A,B,C)에 해당되는 등급을 기재한다
(3)	활동자료 흐름 종류	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등"의 (8)에 기재된 각 활동자료 흐름의 종류와 해당기호를 기재
(4)	측정지점 기호	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등"의 (9)에 기재한 측정지점의 기호를 기재한다.
(5)	모니터링 유형	: 지침 별표15(활동자료의 수집방법론)에 제시된 모니터링 유형을 (9)의 각 측정지점(모니터링 포인트)별로 구분하여 해당 유형의 기호를 기재 ; 예시 A-1, A-2, A-3, B, C-1, C-2, C-3, C-4 등
(6)	측정기기 이름	: (4)의 측정지점 기호에 따라 해당 활동자료를 측정하는 측정기기 이름을 기재한다. 측정기기가 설치되어 있지 않을 경우 "미설치"라 기재한다 비고) 측정기기의 이름 및 종류는 「계량에 관한 법률 시행령」의 계량기 종류 등을 참조한다)
(7)	측정기기 고유번호	: (5)의 측정기기별로 제품 일련번호, 자체 관리번호 등 고유번호를 기재한다, 측정기기가 설치되어 있지 않을 경우 작성하지 않음
(8)	측정기기의 신규 설치계획	: 해당 측정지점에 대한 측정기기가 설치되어 있지 않을 경우 신규설치예정일, 측정기기의 이름·종류과 소요액(천원)을 기재 (복수의 측정기기일 경우 해당 내용을 포함)
(9)	기 설치 측정기기의 정도검사 일정	: 해당 측정지점에 설치된 측정기기의 정도검사 등 실시계획, 소요액(천원)을 기재

6 고유 배출계수 등 개발계획 (해당될 경우만 작성)

(1) 사업장정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 배출시설 정보	일련번호	시설코드	배출시설명	시설규모	(3) 배출활동 정보	코드	배출활동명
			- -					C			

번호	(4) 계수의 종류		(5) 분석 항목	(6) 시험·분석방법	(7) 시험·분석장비	(8) 시험분석 주기 및 횟수	(9) 계수 산정식	(10) 시험·분석기관 (공인여부)	(11) 분석 값	(12) 단위	(13) 불확도 (+/-%)
	연료/원료	계수이름									
1	유연탄	$EF_{i,c}$	탄소함량								
			재함량								
			수분함량								
			…								
2	…										
3	…										

※ 사업장 고유 계수 개발을 위한 시험분석결과 및 관련 자료를 첨부하여야 함

6. 시설단위 고유 배출계수 등 개발계획 작성 요령

(1)	사업장 정보	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2)	배출시설 정보	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등"에 기재한 배출시설 정보와 일련번호를 기재 비고) 시설규모는 지침 별표 13에서 제시한 배출시설별 온실가스 배출량 규모(A,B,C)에 해당되는 등급을 기재한다
(3)	배출활동 정보	: 해당 배출시설의 배출활동 이름과 코드[참고1]를 기재
(4)	계수 종류	: Tier3 계산법 적용을 위해 개발된 계수의 종류(명칭) 기재, 계수의 이름은 별표14의 각 산정방법론에 제시되는 배출계수 등을 기재 (배출계수 뿐만 아니라, 연료나 원료 등의 발열량, 탄소함량 분석항목도 포함하여 기재)
(5)	분석 항목	: 계수 개발을 위해 분석이 필요한 항목 기재
(6)	시험 방법	: 지침 별표21를 참고하여 계수 항목별 시험·분석 방법을 기재
(7)	분석장비	: 성분분석에 활용된 샘플링 및 분석기기(장비)에 대한 세부 이름 기재
(8)	시험분석 횟수	: 지침 별표20을 참고하여 계수 항목별 시료채취 및 분석 주기 및 횟수를 기재
(9)	계수 산정식	: 계수 항목별 산정식을 기재 (탄소 성분 분석 등 단일 항목을 분석할 경우 이를 생략한다)
(10)	시험·분석기관	: 성분분석을 실시한 시험기관의 이름을 기재 (괄호안에는 KS, ISO 17025 등 공인 여부 및 해당되는 표준명칭을 기재)
(11)	분석 값	: 성분분석 값 기재 (이행계획 작성연도의 개발실적을 기재)
(12)	단위	: 계수 항목별 분석값(10)에 대한 단위 기재
(13)	불확도	: 지침 별표 16을 참고하여 개발된 계수 항목별 불확도를 산정 기재

7 배출활동별 산정등급 적용계획

7-1. 산정등급 적용 계획 총괄

(1) 사업장정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 배출시설 정보	일련번호	시설코드	배출시설명	시설규모
								C

(3)		(4)	(5)	(6)	(7)	(8)			(9)	(10)	(11)
배출활동 정보		활동자료 흐름 정보	해당 배출활동에 적용예정인 산정등급(Tier) 현황						예상 배출량 (tCO2eq)	배출시설 총 배출량 중 차지비중(%)	최상위 Tier 적용여부
코드	배출활동명		활동자료 불확도	순발열량	산화계수	배출계수 1	배출계수 2	배출계수 N			
	기체연료연소	천연가스(F1)	2	2	2	3	n/a	n/a	105,000	77.8%	□ 예 / □ 아니오
	액체연료연소	B-C유(F2)	3	3	3	3	n/a	n/a	30,000	22.2%	□ 예 / □ 아니오

7-1. 산정등급 적용 계획 총괄

(1)	사업장 정보	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2)	배출시설 정보	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등"에 기재한 배출시설 정보와 일련번호를 기재 비고) 시설규모는 지침 별표 13에서 제시한 배출시설별 온실가스 배출량 규모(A,B,C)에 해당되는 등급을 기재한다
(3)	배출활동 정보	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등" (4)에 기재한 배출시설별, 활동자료 흐름별 배출활동 이름과 코드[참고1]을 기재
(4)	활동자료 흐름 정보	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등" (8)에 기재한 배출시설에 대한 세부 장치·기계(unit) 별 활동자료 흐름을 기재
(5)	활동자료	: 해당 연료 또는 원료 등에 대하여 적용 예정인 불확도 관리기준에 따른 산정등급(Tier)을 기재 [별표 13, 별표 14 참조]
(6)	순발열량	: 해당 연료 또는 원료 등에 대하여 적용 예정인 발열량의 산정등급(Tier)을 기재 [별표 13, 별표 14 참조]
(7)	산화계수	: 해당 연료 또는 원료 등에 대하여 적용 예정인 산화계수의 산정등급(Tier)을 기재 [별표 13, 별표 14 참조]
(8)	배출계수	: 해당 연료 또는 원료 등에 대하여 적용 예정인 배출계수의 산정등급(Tier)을 기재 [별표 13, 별표 14 참조] - 배출량 산정방법론에 따라 배출계수가 복수인 경우 "배출계수2~배출계수 N"까지 기재한다 (원료 등 탄소함량 분석항목도 포함)
(9)	예상배출량	: 해당 활동자료에 대한 예상 배출량을 기재한다 - 배출량을 예상할 수 없을 경우 최근연도 과거 배출량을 기재한다. (최근 과거 배출량을 기재할 경우 배출량 뒤에 괄호로 연도를 표시한다) (예시) 105,000 (2010)
(10)	비중(%)	: 해당 활동자료에 기인한 예상 배출량이 배출시설 총 배출량에서 차지하는 비중(%)을 기재한다 - 배출량을 예상할 수 없을 경우 최근연도 과거 배출량을 기재한다. (최근 과거 배출량을 기재할 경우 배출량 뒤에 괄호로 연도를 표시한다)
(11)	최상위 Tier 적용여부	: 별표14의 각 산정방법론에서 제시하는 최상위 산정등급(Tier) 적용여부를 체크한다.
(12)	매개변수	: (5)~(8)에서의 각 매개변수(활동자료 불확도, 산화계수, 순발열량, 배출계수 등)의 항목 리스트를 자동적으로 표시
(13)	적용예정인 Tier	: (5)~(8)에서 사업자가 기재한 각 매개변수 항목별 적용 예정인 Tier를 자동적으로 표시
(14)	지침의 최소산정등급	: 별표 13과 별표14에 따른 배출활동별 각 매개변수의 최소산정등급(Tier) 적용 기준 - (5)~(8)에서 사업자가 기재한 적용 예정인 산정등급이 최소 산정등급(지침 별표 13, 별표 14)의 기준을 충족하지 못하는 항목을 표시
(15)	최소 산정등급 미 적용 사유	: (13)과 (14)에서 지침의 최소산정등급 적용 기준을 충족하지 못하는 이유 등을 서술(산정등급 적용기준 미달시에만 작성한다) ※ 세부 내용(예시) ① 지침 부칙 제5조 제1항의 중소기업에 대한 불확도 관리기준 적용 특례에 해당된다면 이를 서술 ② 해당 활동자료의 측정기기의 미설치, 주기적 정도검사 미실시 등의 사유를 서술 (이를 보완하기 위한 일정, 방법 등 서술) ③ 산정등급 적용에 관하여, 비 합리적인 비용의 증가, 기술적으로 불가능 한 점 등이 있을 경우 이를 서술

7-2. 최소 산정등급 미 충족 사유 등 (해당할 경우에만 작성)

(1) 사업장정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 배출시설 정보	일련번호	시설코드	배출시설명	시설규모
								C

(3) 배출활동 정보		(4)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
코드	배출활동명	활동자료 흐름 정보	매개변수	적용예정인 Tier	최소 산정등급	최소 산정등급(Tier) 미 충족사유	최소산정 등급 이상 적용사유 (가능한 경우에만 작성)
	기체연료연소	천연가스(F1)	활동자료	2	3		
	액체연료연소	B-C유(F2)	배출계수	1	2		

7-2. 시설단위 고유 배출계수 등 개발계획 작성 요령

(1)	사업장 정보	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2)	배출시설 정보	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등"에 기재한 배출시설 정보와 일련번호를 기재 비고) 시설규모는 지침 별표 13에서 제시한 배출시설별 온실가스 배출량 규모(A,B,C)에 해당되는 등급을 기재한다
(3)	배출활동 정보	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등" (4)에 기재한 배출시설별, 활동자료 흐름별 배출활동 이름과 코드[참고1]을 기재
(4)	활동자료 흐름 정보	: "4. 배출시설별 활동자료의 측정지점 등" (8)에 기재한 배출시설에 대한 세부 장치·기계(unit) 별 활동자료 흐름을 기재
(13)	적용예정인 Tier	: "7-1 산정등급 적용계획 총괄" (5)~(8)에서 각 활동자료 흐름별 매개변수별로 기재한 적용 예정인 산정등급(Tier) 현황
(14)	최소산정등급	: 지침 별표 13~별표14에 따른 배출활동별 각 매개변수의 최소산정등급(Tier) 적용 기준
(15)	최소 산정등급 미 적용 사유	: (13)과 (14)를 비교하여 지침의 최소산정등급 적용 기준을 충족하지 못하는 이유를 서술(산정등급 적용기준 미달시에만 작성한다) ※ 세부 내용(예시) ① 지침 부칙 제5조 제1항의 중소기업에 대한 불확도 관리기준 적용 특례에 해당된다면 이를 서술 ② 해당 활동자료의 측정기기의 미설치, 주기적 정도검사 미실시 등의 사유를 서술 (이를 보완하기 위한 일정, 방법 등 서술) ③ 산정등급 적용에 관하여, 비 합리적인 비용의 증가, 기술적으로 불가능 한 점 등이 있을 경우 이를 서술
(16)	최소 산정등급 이상 적용사유	: (13)과 (14)를 비교하여, 지침의 최소산정등급 이상을 적용하는 이유를 서술 (가능한 경우에만 작성)

8 품질관리/품질보증(QA/QC) 활동

8-1. 해당 조직의 경영시스템 인증현황

(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	
일련번호	사업장 명	소량 배출 사업장 여부	품질경영시스템 (Quality Management System) 인정 여부	인정받은 규격의 이름 (ISO 9001 등)	환경경영시스템 (Environment Management System) 인정 여부	인정받은 규격의 이름 (EMAS, ISO 14001 등)
관리업체 합계(법인)			□예 / □아니오		□예 / □아니오	
01		Yes/No	□예 / □아니오		□예 / □아니오	
02			□예 / □아니오		□예 / □아니오	
03			□예 / □아니오		□예 / □아니오	
…			□예 / □아니오		□예 / □아니오	
			□예 / □아니오		□예 / □아니오	

8-1. 해당 조직의 경영시스템 인증 여부 작성요령

(1),(2)	일련번호, 사업장명	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(3)	소량배출 사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 1~3번 항목만을 기재할 수 있다) : 소량배출사업장에 해당하는 경우 "√"으로 표기
(4)	품질경영시스템 인정여부	: 해당 조직(사업장 또는 관리업체 전체)의 품질경영시스템 인정여부를 표시 (가능하다면 인정받은 규격 이름을 기재, ISO9001 등)
(5)	환경경영시스템 인정여부	: 해당 조직(사업장 또는 관리업체 전체)의 환경경영시스템 인정여부를 표시 (가능하다면 인정받은 규격 이름을 기재, ISO14001 등)

8-2. 해당 조직의 배출량 산정·보고 등 담당자 현황

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
일련 번호	사업장 명	소량 배출 사업장 여부	소속 부서	담당자 (직책)	담당자별 역할	문서화된 근거 자료
관리업체 총괄(법인)			총괄책임			
01		Yes/No	총괄			
02			총괄			
…			총괄			

8-2. 해당 조직의 배출량 산정·보고 등 담당자 현황 작성요령

(1),(2) 일련번호, 사업장명	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(3) 소량배출 사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 1~3번 항목만을 기재할 수 있다) : 소량배출사업장에 해당하는 경우 "√"으로 표기
(4)~(5) 소속부서, 담당자	: 배출량 산정·보고 담당자 이름(직책)과 소속부서를 기재 (관리업체는 총괄 책임자, 사업장 수준에서는 각 사업장 담당자를 기재)
(6) 담당자별 역할	: 배출량 산정·보고 담당자별 세부 역할을 자유롭게 서술 ※ 세부역할은 지침의 별표26의 품질관리/품질보증(QC/QA) 업무의 세부 항목을 참고하여 기재할 수 있다. (가능할 경우 별표 26 각 항목에 대한 하위레벨의 세부 항목을 자유롭게 서술) ① 기초자료의 수집 및 정리 담당자 ② 배출량 산정과정의 적절성 확인 담당자 ③ 배출량 산정결과의 적절성 확인 담당자 ④ 배출량 보고의 적절성 확인 담당자 ⑤ 내부 감사(internal audit) 담당자 ⑥ 배출량 산정업무을 위탁한 경우 이에 대한 관리·감독 업무 담당자 (정보화시스템 등을 포함한다) ⑦ 품질보증 절차시 발견된 문제점, 리스크 등에 대한 수정 및 보완 업무 담당자 ⑧ 배출량 산정·보고 관련 자료의 기록관리 업무 담당자
(7) 비고(기타 정보)	: 해당 업무와 관련하여 이를 증빙할 수 있는 문서화된 자료명을 기재하고, 이행계획 제출시 이를 전자적 방식으로 제출한다

8-3. 품질관리(QC)/품질보증(QA) 업무 실시 계획

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
일련번호	사업장 명	소량 배출 사업장 여부	품질관리(QC) 활동	품질보증(QA) 활동
관리업체 합계(법인)				
01		Yes/No		
02				
03				
…				

8-3. 품질관리(QC)/품질보증(QA) 업무 실시 계획

(1),(2)	일련번호, 사업장명	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(3)	소량배출 사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 1~3번 항목만을 기재할 수 있다) : 소량배출사업장에 해당하는 경우 "√"으로 표기
(4)	품질관리 실시 계획	: 지침 별표 26에 해당하는 품질관리(QC) 업무 실시 계획을 간략하게 기재 (해당 월/분기 등)
(5)	품질보증 실시 계획	: 지침 별표 26에 해당하는 품질보증(QA) 업무 실시 계획을 간략하게 기재 (해당 월/분기 등)

9 사업장별 연차별 목표

(1)	(2)	(3)		(4)					(5)					(6)				
일련번호	사업장명	기준연도		온실가스 감축목표(tCO_2eq)					에너지절약목표(TJ)					기타 목표				
		온실가스(tCO_2eq)	에너지(TJ)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
관리업체(대표법인) 감축 및 절약 목표																		
01																		
02																		
03																		
:																		

9. 사업장별 연차별 목표 작성방법

(1)~(2)	일련번호 및 사업장명	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(3)	기준연도 배출량 등	: "4. 사업장별 온실가스 배출량 등 현황" (5)의 기준연도 온실가스 배출량 및 에너지소비량을 기재
(4),(5)	온실가스 감축목표량 및 에너지 절약목표량	: 관리업체의 연차별 온실가스감축목표(지침 제30조 제31조 규정에 따른 배출허용량을 기재) 및 에너지절약목표(지침 제34조 규정에 따른 에너지소비허용량을 기재)를 사업장별로 구분하여 기재 ※ 2차연도 이후의 목표는 관리업체의 자체 예상 값을 기재
(6)	기타 목표	: 제33조 제1항(다른 방식의 목표설정) 및 제3항(폐기물 에너지회수효율 목표)에 따라 기타 목표를 설정할 경우 해당하는 목표의 유형(단위) 및 목표값을 기재 ※ (참고) 에너지회수효율(%) = (에너지회수총량 / 투입에너지총량), 에너지이용효율(%) = 각종 제품생산 및 서비스제공 활동 단위 당 에너지사용량(제품원단위, 건물면적원단위, 매출원단위 등)

10 기존 배출시설의 가동률 등의 운영계획 등

(1) 사업장정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 업종 정보	표준산업 분류코드	해당 사업장의 부문 또는 업종	해당 부문·업종 감축계수(*CFi*)

(3)			(4)	(5)						
배출시설 코드	배출시설명	배출시설 규모	성장률 지표 (업종별 해당 지표만 선택)	기준연도(평균) 현황	(목표 이행연도-1)	증감 (%)	(목표 이행연도)	증감 (%)	(목표이행연도+1)	증감 (%)
		C	㉠ 가동률							
			㉡ 제품생산량							
			㉢ 기타 지표(직접 입력)							
			㉠ 가동률							
			㉡ 제품생산량							
			㉢ 기타 지표(직접입력)							
	...	...								

10. 배출시설별 가동률 등의 운영 계획 등

(1)	사업장명 및 일련번호	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(2)	업종정보	: 지침 제30조 규정에 따른 목표설정시 분류된 부문 또는 업종이름, 표준산업분류코드 및 해당 부문·업종의 감축계수를 기재 - 지침 제31조 규정을 적용받은 배출시설 또는 업종에 해당할 경우 인정계수($Ratio_i$)를 기재
(3)	배출시설명 등	: 해당 배출시설이름과 배출시설코드[참고2], 지침 별표 13에 따라 분류된 배출시설 규모 (A,B,C)를 기재
(4)	성장률 지표	: 지침 제30조(또는 제31조) 규정에 따라 목표협의·설정시 분류된 해당 업종단위의 성장률 지표 (예상값) 등을 기재 (세부 근거 자료 등이 있을 경우 관련자료 첨부가능) ※ 용어 설명 및 단위 등 ㉠ 가동률(%) : 해당 배출시설(공정) 수준에서 연간 작업가능시간 대비 당해 연도 실제 작업시간 또는 연간 생산가능량 (capacity) 대비 당해 연도 실제 생산량을 의미한다. ㉡ 제품생산량(천t) : 해당 배출시설의 연간 제품생산량 ㉢ 기타 지표 : 목표설정시 관장기관과 협의·설정한 기타 지표와 단위 등을 직접 입력
(5)	기준연도 및 목표이행연도 등	: 해당 업종단위의 성장률 지표(4)를 기준연도 평균(과거실적)과 목표이행년도-1, 목표이행연도, 목표이행연도+1에 해당하는 예상값을 기재 (세부 근거 등이 있을 경우 관련자료를 첨부가능) - "증감(%)"란에는 기준연도 대비 해당 연도의 증감율(%)을 기재

11 배출시설의 신설 및 증설 계획

(1) 사업장 정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 업종 정보	표준산업 분류코드	해당 사업장의 부문 또는 업종	해당 부문·업종 감축계수(*CF*)

(3)			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)			(10)				(11)
배출시설 코드	신·증설 예정인 배출시설명	배출시설 규모	가동개시 예정일	배출시설 용량 (단위 기재)	세부 시설용량 (단위 기재)	일일 최대 가동시간 (hr/day)	목표이행 연도 가동일수 (days)	방지시설 (선택)			투입량 및 생산량 정보				배출구 (굴뚝) 번호
								대상 가스	시설이름	처리 효율 (%)	연료 및 원료	제품명	소각 물질	단위 [참고6]	

11. 배출시설의 신·증설 계획 등

(1)	사업장명 및 일련번호	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(2)	업종정보	: 지침 제30조 규정에 따른 목표설정시 분류된 부문 또는 업종이름, 표준산업분류코드 및 해당 부문·업종의 감축계수를 기재 - 지침 제31조 규정을 적용받은 배출시설 또는 업종에 해당할 경우 인정계수($Ratio_i$)를 기재
(3)	배출시설명 등	: 해당 배출시설이름과 배출시설코드[참고2], 지침 별표 13에 따라 분류된 배출시설 규모 (A,B,C)를 기재
(4)	가동개시 예정일	: 해당 신·증설 시설의 가동개시 예정일을 기재 (배출시설 설치허가 등을 참조)
(5)	배출시설의 용량	: 연료의 최대 투입량, 발전용량, 제품생산용량 등 배출시설 설치 허가증 등 설계된 시설용량을 기재, 단 매립은 매립용량을 기재 (단위 포함)
(6)	세부 시설용량	: 연료명(코크스, 무연탄 등) 배출시설 설치 허가증 등에 기재된 추가적인 시설용량정보를 기재 (선택사항)
(7)	일일 최대 가동시간	: 신·증설 예정인 배출시설의 설계상 일일 최대 가동시간을 기재
(8)	목표이행연도 가동일수	: 해당 신증설 시설의 목표이행연도에 연말까지 운영예정인 연간 가동일수를 기재
(9)	방지시설 정보(선택)	: 해당 신증설 시설에 방지시설을 설치할 경우 처리하는 온실가스의 종류(CO_2, CH_4, N_2O, [참고3]의 불소계 온실가스 명을 기재), 세부방지시설 이름과 처리효율(%)을 기재
(10)	투입량 및 생산량 정보	: 해당 신증설 시설의 주요 투입원료 및 연료, 주요생산제품, 소각물질(해당할 경우)를 기재, 단위는 [참고5]를 참조
(11)	배출구(굴뚝) 정보	: Tier 4(연속측정방법)을 이용하여 배출량을 산정하는 경우 신증설 배출시설과 연결된 배출구(굴뚝) 번호를 기재

12 배출시설별 온실가스 감축목표 등의 이행계획

① 사업장정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	② 업종 정보	표준산업 분류코드	해당 사업장의 부문 또는 업종	해당 부문·업종 감축계수(*CF*)

(3)			(4)		(5)		(6)			(7)		
배출시설 코드	배출시설명	배출시설 규모	기준연도 현황		목표 이행연도의 감축계획		목표 이행연도 기대효과(예상)			목표 이행연도 투자계획		
			온실가스 (tCO_2eq)	에너지소비 (TJ)	코드 [참고7]	세부 감축조치 명	온실가스 감축효과 (tCO_2eq)	에너지 절약효과 (TJ)	에너지 비용절감액 (백만원)	자체 투자 (백만원)	정부 지원 (백만원)	합계 (백만원)
		B										

12. 배출시설별 온실가스 감축목표 등의 이행계획 작성방법

(1)	사업장명 및 일련번호	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(2)	업종정보	: 지침 제30조 규정에 따른 목표설정시 분류된 부문 또는 업종이름, 표준산업분류코드 및 해당 부문·업종의 감축계수를 기재 - 지침 제31조 규정을 적용받은 배출시설 또는 업종에 해당할 경우 인정계수($Ratio_i$)를 기재
(3)	배출시설명 등	: 해당 배출시설이름과 배출시설코드[참고2], 지침 별표 13에 따라 분류된 배출시설 규모 (A,B,C)를 기재
(4)	기준연도 현황	: "3.사업장별 온실가스 배출량 등 현황" (5)에서 작성한 기준연도 배출량 등을 기재
(5)	목표 이행연도의 감축계획	: [참고7]의 감축수단 코드를 참고하여, 목표이행연도에 해당 배출시설(공정)에서 실시 계획인 감축조치 이름을 기재, (참고7에 코드가 없는 경우일 경우 직접기재)
(6)	목표 이행연도의 기대효과	: (5)의 해당 감축수단별로 해당 배출시설(공정)에서의 목표이행연도의 예상 감축량 (온실가스 및 에너지)과 에너지비용절감 예상액을 기재 (감축수단별로 기대효과를 예상하지 못할 경우 해당 배출시설 합계로 작성 가능)
(7)	목표 이행연도의 투자계획	: (5)의 해당 감축수단별로 투자금액을 기재 (자체 투자, 정부지원금(융자 포함)을 구분하여 작성)

13 개선명령에 따른 이행계획

(1) 개선명령	(2) 조치계획

13. 개선명령에 따른 이행계획 작성방법

①	개선명령	: 이행계획 작성 전년도의 이행실적에 대해 관장기관에서 내린 개선명령 기재 (첨부가능)
②	이행계획	: 개선명령에 대한 조치계획 기재(개선계획, 구체적인 일정, 소요 비용 등 포함)

이행계획서 작성 참고자료

[참고1] 배출활동 코드

코드	배출활동명	코드	배출활동명	코드	배출활동명
1001	고체연료연소	4001	시멘트 생산	5001	고형폐기물의 매립
1002	기체연료연소	4002	석회 생산	5002	고형폐기물의 생물학적처리
1003	액체연료연소	4003	탄산염의 기타 공정사용	5003	하·폐수 처리 및 배출
		4011	석유정제활동	5004	폐기물의 소각
2001	이동연소(항공)	4012	암모니아 생산		
2002	이동연소(도로)	4013	질산 생산	6001	간접배출(외부전기사용)
2003	이동연소(철도)	4014	아디프산 생산	6002	간접배출(외부 열사용)
2004	이동연소(선박)	4015	카바이드 생산		
3001	석탄의 채굴 및 처리	4016	이산화티탄 생산	7001	기타
3002	원유 및 천연가스 시스템	4017	소다회 생산		
		4018	석유화학제품생산(메탄올)		
		4019	석유화학제품생산(에틸렌)		
		4020	석유화학제품생산(EDC)		
		4021	석유화학제품생산(VCM)		
		4022	석유화학제품생산(EO)		
		4023	석유화학제품생산(AN)		
		4031	석유화학제품생산(카본블랙)		
		4041	불소화합물생산(HCFC-22 생산)		
		4042	철강생산		
		4043	합금철 생산		
		4044	아연생산		
		4051	납생산		
		4052	전자산업(반도체)		
		4053	전자산업(디스플레이)		
		4061	전자산업(광전지)		
		4062	오존층파괴물질의 대체물질 사용		
		4063	오존층파괴물질의 대체물질 사용(전기설비)		

[참고2] 배출시설 코드

코드	배출시설명	코드	배출시설명	코드	배출시설명
0001	개질공정	0031	소각보일러	0061	전로
0002	건축물	0032	소결로	0062	전해로
0003	고속차량(철도)	0033	소성시설(kiln)	0063	절연제 사용 시설
0004	공공하수처리시설	0034	소화약제 사용 시설	0064	증착시설
0005	공정 연소시설	0035	수상항해 선박(국내 운항)	0065	질산 제조 시설
0006	관리형매립시설	0036	수소제조 공정	0066	차단형 매립시설
0007	기타	0037	승용 자동차	0067	천연 소다회 생산 공정
0008	기타로	0038	승합 자동차	0068	측매재생공정
0009	기타 불소화합물 생산 공정	0039	식각시설	0069	축산폐수공공처리시설
0010	기타 선박	0040	아디프산 생산 시설	0070	카본블랙 생산 시설
0011	기타 자동차(비도로)	0041	아연제련공정	0071	칼슘 카바이드 제조 시설
0012	기타 항공기	0042	아크릴로니트릴 생산 공정	0072	코크스 제조 공정
0013	기타 하·폐수 처리시설	0043	암모니아 소다회 제조시설	0073	코크스로
0014	냉동 및 냉방용 냉매 사용 시설	0044	약품회수시설	0074	특수 자동차
0015	대기오염물질 방지시설	0045	어선	0075	특수차량
0016	디젤기관차	0046	에어오졸 용매사용 시설	0076	특정폐기물 소각시설
0017	디젤동차	0047	에틸렌 옥사이드 생산 공정	0077	평로
0018	메탄올 생산 공정	0048	열병합 발전시설	0078	폐가스소각시설
0019	메탄화 공정	0049	염화비닐 모노머 생산 공정	0079	폐수소각시설
0020	민간항공기(국내 운항)	0050	온실가스 기타 사용 시설	0080	폐수종말처리시설
0021	발전용 내연기관	0051	용선로 또는 제선로	0081	호기성·혐기성 분해시설
0022	발포제 사용 시설	0052	용융·용해시설	0082	화력 발전시설
0023	배소로	0053	이륜 자동차	0083	화물 자동차
0024	배연탈황시설	0054	일관제철 공정	0084	CO2 제거 및 회수공정
0025	변성공정	0055	일반 보일러시설	0085	HCFC-22 생산 공정
0026	분뇨처리시설	0056	일반폐기물 소각시설		
0027	비닐 클로라이드 모노머 생산 공정	0057	적출물 소각시설	0091	소규모배출시설
0028	비도로 및 기타 자동차	0058	전기기관차		
0029	비에어로졸 용매사용 시설	0059	전기동차		
0030	사료화·퇴비화·소멸화·부숙토생산시설	0060	전기로(전기아크로)		

[참고3] 온실가스 (지구온난화지수)

코드	온실가스 명	화학식	GWP	코드	온실가스 명	화학식	GWP
01	이산화탄소	CO_2	1	13	HFC-143a	$C_2H_3F_3$	3,800
02	메탄	CH_4	21	14	HFC-227ea	C_3HF_7	2,900
03	아산화질소	N_2O	310	15	HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	6,300
04	HFC-23	CHF_3	11,700	16	HFC-245ca	$C_3H_3F_5$	560
05	HFC-32	CH_2F_2	650	17	PFC-14	CF_4	6,500
06	HFC-41	CH_3F	150	18	PFC-116	C_2F_6	9,200
07	HCF-43-10mee	$C_5H_2F_{10}$	1,300	19	PFC-218	C_3F_8	7,000
08	HFC-125	C_2HF_5	2,800	20	PFC-318	$c-C_4F_8$	7,000
09	HFC-134	$C_2H_2F_4$	1,000	21	PFC-31-10	C_4F_{10}	8,700
10	HFC-134a	CH_2FCF_3	1,300	22	PFC-41-12	C_5F_{12}	7,500
11	HFC-152a	$C_2H_4F_2$	140	23	PFC-51-14	C_6F_{14}	7,400
12	HFC-143	$C_2H_3F_3$	300	24	육불화황	SF6	23,900

* GWP(Global Warming Potential) : 지구온난화지수, * 출처: IPCC 2차 평가보고서

[참고4]연료코드

코드	연료명	코드	연료명	코드	연료명	코드	연료명
11	원유	31	백유(용제)	51	천연가스(LNG)	71	수피
12	오리멀젼	32	B-A유	52	코크스가스	72	유기성폐기물 형태
13	천연가스액	33	B-B유	53	고로가스	73	폐목재
14	휘발유	34	B-C유	54	전로가스	74	펄프 및 제지
15	항공유	35	프로판	55	도시가스(LNG)	75	동/식물성 기름
16	제트용 가솔린(JP-8)	36	부탄	56	도시가스(LPG)	76	음식물쓰레기
17	제트용 등유 (JET A-1)	37	기타석유제품(기타)	57	부생연료 1호	77	축산분뇨
18	실내 등유	38	기타액체연료	58	부생연료 2호	78	하수슬러지 등
19	혈암유	39	국내무연탄	59	기타 기체연료	79	해조류, 조류
20	가스/디젤 오일(경유)	40	수입무연탄			80	수생식물 등
21	보일러 등유	41	원료용 유연탄	61	전기	81	바이오에너지
22	액화석유가스(LPG)	42	연료용 유연탄	62	스팀	82	생물유기체 변환형태
23	에탄	43	하위 역청탄(아역청탄)	63	기타연료	83	바이오가스
24	나프타(납사)	44	갈탄	64	바이오매스	84	바이오에탄올
25	역청(아스팔트)	45	코크스	65	농업작물(유채, 옥수수 등) 형태	85	바이오액화유 및 합성가스
26	윤활유	46	기타 고체연료	66	농임산부산물 형태	86	매립지가스(LFG)
27	석유 코크스(석유코크)			67	간벌목	87	바이오디젤
28	정유공장 원료(정제연료)			68	볏집	88	땔감
29	정유가스(정제가스)			69	왕겨	89	우드칩
30	접착제(파라핀왁스)			70	건초	90	목탄
						91	폐기물에너지 중 바이오매스 부문
						92	RDF
						93	RPF
						94	폐기물 유화/가스화 등

[참고5]연료, 원료, 제품 및 소각물질 단위코드

코드	단위	연 료 명	코드	단위	연 료 명	코드	단위	연 료 명
02	kℓ	원유	02	kℓ	윤활유	10	톤	무연탄
		오리멀젼			석유 코크스(석유코크)			원료용 유연탄
		천연가스액			정유공장 원료(정제연료)			연료용 유연탄
		자동차용 가솔린(휘발유)			정유가스(정제가스)			하위 역청탄(아역청탄)
		항공용 가솔린			접착제(파라핀왁스)			갈탄
		제트용 가솔린(JP-8)			백유(용제)			코크스
		제트용 등유 (JET A-1)			기타석유제품(기타)			기타
		기타 등유(실내 등유, 보일러 등유)			원료량, 제품량			소각물질
		혈암유	05	천㎥	천연가스(LNG)			원료량, 제품량
		가스/디젤 오일(경유, B-A)			코크스가스	16	㎞	원료량, 제품량
		잔여 연료유(B-B, B-C)			고로가스	19	천개	원료량, 제품량
		액화석유가스(LPG)			전로가스	22	㎢	원료량, 제품량
					원료량, 제품량	24	KWh	전기
						해당코드		기타(상기미포함연료)

[참고6] 저감수단 코드

구분	대분류	중분류	세부개선내용	코드
건물/조명/공조	공기조화	환 기	환기를 위한 외기 도입 사용 최소화	6252
			가열, 환기, 공조용 공기 재순환	6253
			환기량 감소	6254
			최소 안전수준까지 환기량 감소	6255
			배기팬 제어를 중앙집중관리 또는 수동조작을 스케줄링함	6256
		기 타	천장을 낮춰 공조 공간 축소	6291
			계측설비 보강을 통한 제어 능력 개선	6292
			기타 공기조화 개선	6299
	빌딩외면	태양열 부하	빌딩의 유리창 면적 감축	6311
			창문을 착색시켜 열 흡수 축소	6312
			지붕에 색을 입혀 태양열 부하 축소	6313
		단 열 및 기밀유지	출하문 주위에 에어실링	6321
			창이나 문의 틈새 기밀유지	6322
			지붕이나 벽의 개구부를 제어하는 센서 사용	6323
			고속 차단문/에어커튼 문 설치	6324
			유리창, 벽, 천장, 지붕 단열	6325
			건물 외벽 적정 두께 단열 사용	6326
			2~3중창을 사용하여 상대습도 유지 및 열손실 방지	6327
			회전문 설치	6328
		기 타	칸막이 설치로 공조 공간 축소	6391
			기타 건물 열차단 개선	6399
대체에너지 사 용	대체에너지	태양에너지	보충공기를 가열하기 위하여 태양열 이용	7111
			물을 가열하기 위하여 태양열 이용	7112
			난방을 위하여 태양열 이용	7113
			태양전지를 이용한 전력생산	7114
		풍 력	풍력을 이용한 발전기 설치	7121
		수 소	폐수소를 활용한 연료전지 설치	7131
		바이오	유기체 발효 메탄가스를 에너지로 활용	7141
		기 타	RDF 등 폐기물 이용설비 도입	7191
			기타 대체에너지 활용	7199
공정개선	공정개선	조업공정개선	조업개선	9111
			생산성 향상	9112
			공정개선	9113
			공법개선	9114
			관리방법개선	9115
		기 타	기타 주요 생산공정 개선	9199

구분	대분류	중분류	세부개선내용	코드
연소설비	보일러	설비개선	급기팬 인버터 적용	1228
			노후수관, 연관 교체 및 보완	1229
		기 타	보일러 튜브 청결 유지(세관 및 청결제)	1291
			기타 보일러 개선	1299
	에너지원 전 환	전력-화석 연료간 전환	전력설비를 유류연료사용 설비로 대체	1311
			전력설비를 가스연료사용 설비로 대체	1312
			화석연료사용설비를 전기사용설비로 대체	1313
			가스흡수식 냉방기를 전기 냉방기로 대체	1314
		화석연료간 연료대체	보다 저렴한 연료 연소	1321
			유류연료를 가스연료로 전환	1322
			유류연료를 고체연료로 전환	1323
			가스연료를 유류연료로 전환	1324
			가스연료를 고체연료로 전환	1325
			유류연료를 목재연료로 전환	1326
			유류연료를 폐기물 연소로 전환	1327
			온실가스 발생이 적은 친환경 연료로 전환	1328
			부생가스/부생연료유 활용	1329
		증기 대체	구입증기를 전기 가열로 대체	1331
			구입증기를 다른 에너지원으로 대체	1332
			직스팀사용을 간접가열방식으로 전환	1333
			진공용 증기 이젝터를 전기구동 진공펌프로 교체	1334
		기 타	폐연료 회수이용을 위한 설비 설치	1391
			기타 에너지원 전환	1399
증기시스템	증기시스템	트랩류	증기트랩 설치	2111
			적정크기 트랩 사용	2112
			트랩 수리 및 교체	2113
			미 사용시에 증기트랩 차단	2114
			배관말단 자동 Air Vent장치 설치로 손실저감	2115
		응축수	응축수 회수량 증대	2121
			응축수라인 단열 및 보수	2122
			급수탱크 단열	2123
			응축수 회수라인에 탈기기를 설치	2124
			대기압 이하에서 복수(Surface Condenser)	2125
			응축기(증기) 작동압력 적정화	2126
			재증발증기 회수 활용 또는 저압증기 생산	2127
			증기응축수로 공정용 온수 공급	2128
			증기압을 이용한 응축수 회수(전력절감)	2129

구분	대분류	중분류	세부개선내용	코드
증기시스템	증기시스템	증류 등 증기설비	증류탑의 효율적 운전	2131
			증류설비 개체	2132
			초지설비 개선	2133
			염색설비 개선	2134
			농축설비 개선	2135
			가온 탱크류 개선	2136
			MVR 설치로 탑정증기 활용개선	2137
			탑정스팀을 Reboiler 열원으로 활용	2138
			기타 증기사용설비 개선	2139
		운전방법 개선	다단 진공 steam 이젝터 운전 최적화	2141
			과도한 추기 지양	2142
			최소 증기 운전 압력 사용	2143
			연료 분무에 증기 대신 압축공기를 사용	2144
			증기 대신 열매체로 대체	2145
			계측설비 보강을 통한 제어 능력 개선	2146
			Tracing 관리 체계화로 손실 저감	2147
			Drive Steam Turbine 도입으로 감압방법 개선	2148
		유지보수	공정 탱크의 증기코일 청소	2151
			불필요한 증기라인 폐쇄	2152
			증기 및 온수라인 단열	2153
			증기 누설 제거	2154
			적정구경 배관교체를 통한 손실 최소화	2155
			밸브, Flange 등 커버형 보온재 설치	2156
		기 타	개방형 탱크 Vent 증기 열회수	2191
			기타 증기시스템 개선	2199
열사용 (냉/온)설비	가열 및 열처리	가열설비	최적온도 이용	3111
			안전범위 내 최소환기	3112
			액체히터를 수중 가열방식으로 전환	3113
			온도 제어 차단에 있어 민감도 향상	3114
			계측설비 보강을 통한 제어 능력 개선	3115
			설비 통폐합을 통한 부하율 개선	3116
			노후설비 교체를 통한 효율 제고	3117
		열처리 개선	설계사양 또는 기준에 요구되는 부품만 열처리	3121
			중요치 않은 자재의 열처리 최소화	3122
			열처리 오븐을 보다 효율적인 장치로 대체	3123
		기 타	반응기 투입 공기를 순산소로 대체	3191
			기타 가열방식 개선	3199

구분	대분류	중분류	세부개선내용	코드
열사용 (냉/온)설비	열 회 수	배기가스 열 회 수	배기가스 폐열을 이용하여 연소공기 예열	3211
			배기가스 열을 이용하여 보일러 급수 예열	3212
			고온 배기가스열을 이용하여 Incinerator 폐기물 예열	3213
			폐열보일러 설치로 증기 또는 동력 생산	3214
			고온 배기가스로부터 폐열을 이용하여 증기 발생	3125
			배기가스열을 이용하여 제품이나 원료 예열	3126
			배기가스열을 이용하여 공정수 등 예열	3127
			배기가스로부터 폐열을 회수하여 공조용 공기 가열	3128
			난방 및 오븐 등의 방열기에 배기가스 이용	3219
		특정설비 열 회 수	변압기 열회수 공정활용	3221
			오븐/킬른 배출가스 열회수 활용	3222
			엔진 배출가스 열회수 활용	3223
			공기압축기 열회수 활용	3224
			압축공기 Dryer 열회수 활용	3225
			냉동 응축기 열회수 활용	3226
			건조기의 열회수 활용	3227
		공정여열 회 수	공정 폐열로 보일러 보충수 예열	3231
			폐열로 연소용 공기 예열	3232
			가열 또는 냉각 공정 배출공기 재이용	3233
			공정폐열 및 고온 공정 Stream을 이용하여 Feed 예열	3234
			배증기 열 회수 재이용	3235
			열교환기를 통한 고온폐수 열 회수	3236
			고온자재 냉각에 사용한 냉각공기 이용 난방	3237
			Heat Pump 설치를 통한 폐수열 회수	3238
		기 타	계측설비 보강을 통한 제어 능력 개선	3291
			열교환기 세관을 통한 효율향상	3292
			노후설비 교체를 통한 효율 제고	3293
			전열면적 확대를 통한 열전달 효율 증대	3294
			기타 열회수	3299
	보 온 및 열차단	보온단열	미보온 설비의 보온	3311
			단열두께 증대	3312
			경제적인 최적 두께로 보온 보완	3313
			공조구역 가열방지를 위한 증기배관 단열	3314
			가열 또는 냉각 설비 단열	3315
		기밀유지	장입구 최소화 또는 탈착식 덧문 설치	3321
			폭발위험 방지 위한 최소공기량만 사용	3322
		기 타	기타 열차단 개선	3399

구분	대분류	중분류	세부개선내용	코드
열사용 (냉/온)설비	냉동, 냉각	냉각탑	냉각탑 출구 온도 적정화	3411
			냉수(냉동기) 대신 냉각수(냉각탑)를 이용	3412
			냉각수 수처리 강화 및 비산수 억제	3413
			콘덴서 튜브 청소	3414
			노후설비 개체를 통한 효율 제고	3415
			냉각수 온도제어용 바이패스 밸브 설치	3416
		냉동시스템	냉동 시스템(응축)을 낮은 압력에서 운전	3421
			기존 냉동기를 고효율 모델로 대체	3422
			응축기 냉각수 온도를 최소화	3423
			가능한 범위 내 냉수 최고 온도로 사용	3424
			증발기 성에 형성(frost formation) 방지	3425
			다중효용(multiple-effect) 증발기 이용	3426
			흡수식 냉온수기 도입	3427
			흡수식 냉온수기 공기비 조정으로 연소개선	3428
			노후설비 교체를 통한 효율 제고	3429
		외부열원활동	동절기 냉각공정에 외기사용 가능시 냉각수 차단	3431
			외부의 차가운 수원을 이용하여 냉각수 대체	3432
			폐증기(Waste heat)를 이용하여 흡수식 냉동	3433
			냉 폐수를 이용하여 냉동기 급수 예냉	3434
		기 타	과냉각을 막기 위해 추운기간 동안 다단계 재순환 이용	3491
			계측설비 보강을 통한 제어 능력 개선	3492
			적정구경 배관교체를 통한 손실 최소화	3493
			냉매 수분 및 응축가스 제거로 효율제고	3494
			기타 보다 효율적인 냉각방법 활용	3499
	건 조	건조일반	공조공기(Conditional Air) 대신에 외기를 사용하여 건조	3511
			유동층 건조방식 도입	3512
			건조기의 배기 부분 재순환	3513
			진공압력에서 건조하도록 개선	3514
			건조 전처리 설비로 농축기/탈수기 등 투입원료 수분 최소화	3515
		기 타	기타 건조 및 농축방식 개선	3599
전력시스템	수요관리	열에너지 저 장	피크시간을 피하여 물을 가열·저장하고 나중에 사용	4111
			피크수요 기간동안 사용에 대비하여 온수/냉수 저장(수축열)	4112
			피크시간을 피하여 얼음 제조 후 냉각용으로 사용(빙축열)	4113
		공 정 Scheduling	피크를 피하기 위한 Demand Control 또는 가동스케줄 조정	4121
			오프피크 사간대에 전력 사용	4122
			1~2교대 대신 3~4교대 근무운영을 도입	4123
			주간근무를 야간근무로 전환	4124

구분	대분류	중분류	세부개선내용	코드
전력시스템	수요관리	역 률	역률제어기 사용	4131
			진상용 콘덴서 설치를 통한 역률 개선	4132
			공장 역률 최적화 조정	4133
		기 타	심야전기 도입을 통한 피크부하 관리	4191
			가스흡수식 냉방기 및 GHP 등 가스냉방을 통한 전력 피크부하 관리	4192
			기타 전력수요관리 개선	4199
	발 전	발전일반	직류설비를 교류설비로 대체	4211
			효율적인 정류기 설치	4212
			고효율 터빈으로 교체	4213
			증기 감압을 이용해 전력 생산	4214
			기존의 댐을 이용해 전력 생산	4215
			부생가스 등을 활용한 자체발전설비 도입	4216
			과도한 추기 지양	4217
		열병합발전	전기모터를 Drive터빈으로 대체하고, 배증기 활용	4221
			폐열로 스팀터빈 발전기 구동하기 위한 증기생산	4222
			화석연료 연소를 이용 스팀터빈 발전기 구동 및 배증기 활용	4223
			폐기물 연소를 이용 스팀터빈 발전기 구동 및 배증기 활용	4224
			화석연료 연소를 이용 스팀엔진 발전기 구동 및 배증기 활용	4225
			가스터빈 배기에 연결된 폐열 보일러에서 복합발전	4226
			Closed Cycle 가스터빈 발전기에 폐열 이용	4227
			증기터빈 복수기 잠열회수 활용	4228
		기 타	기타 발전개선	4299
	수변전	수변전일반	변압기 과용량 축소(초기부하 및 부하증대 고려)	4311
			방열손실 저감을 위한 전선의 부하 경감	4312
			배전손실을 감소시키기 위해 전선 사이즈 증대	4313
			변압기 조정 및 절전기 설치를 통한 공급전압조정	4314
			설비 통폐합을 통한 부하율 개선	4315
			노후 변압기 교체를 통한 효율 제고(몰드, 아몰퍼스)	4316
			다단강압을 직강압으로 대체하여 변압기 손실 최소화	4317
		기 타	기타 수변전 개선	4399
모터시스템	모 터	운전방법개선	효율적인 벨트와 개선된 메커니즘 등을 사용	5111
			구동방해요소를 제거하기 위해 Soft-Start 설치	5112
			부하율이 낮은 모터에 전압 제어기 설치	5113
		설비개선	과용량 모터와 펌프를 최적용량으로 교체	5121
			peak 운전효율에 맞는 전기 모터 도입	5122
			고효율의 전동기로 교체	5123

구분	대분류	중분류	세부개선내용	코드
모터시스템	모 터	설비개선	전기모터를 화석연료 또는 증기 구동으로 대체	5124
			인버터를 사용하여 펌프, 블로어, 압축기 부하변화에 대응	5125
			모터 전기 설치	5126
			에너지절약형 유체커플링 도입	5127
		기 타	기타 모터설비 개선	5199
	공기압축기	운전방법개선	압축공기 압력을 최소 필요 압력으로 감압	5211
			압축공기가 불필요한 라인은 폐쇄하거나 제거	5212
			압축공기라인이나 밸브의 leak 제거	5213
			압축공기이용 냉각 방식을 물이나 공기 냉각 방식으로 대체	5214
		설비개선	흡입공기를 냉각하거나 흡입구를 서늘한 곳으로 이동	5221
			공기라인에 적정한 Dryer를 설치하여 블로우다운 제거	5222
			안전관련시스템에는 압축공기 대신 직접작동기기를 설치	5223
			압축기 제어방식 개선	5224
			공통 Header 설치	5225
			최적용량의 압축기 사용	5226
			압축기 공기 필터 사용	5227
			노후설비 교체를 통한 효율 제고	5228
		기 타	적정구경 배관교체를 통한 손실 최소화	5291
			기타 공기압축기 개선	5299
	모터구동 설 비	운전방법개선	기계적 에너지 회수	5311
			필요 최소압력으로 운전	5312
			적정양정에 맞도록 토출량 제어하여 과다양정 지양	5313
		설비개선	노후 설비 Upgrade	5321
			효율적인 대용품 사용 및 대체	5322
			크기와 용량이 최적인 설비 사용	5323
			수력/공기 설비를 전기 설비로 대체	5324
			컨베이어 설비 보완	5325
			모터 절전기 설치	5326
			인버터 설치를 통한 회전수 제어 도입	5327
			간헐 저부하에 역률개선장치 채용	5328
			임펠러 외경가공 또는 교체 및 풀리교체 등으로 적정용량화	5329
		기 타	기타 모터구동설비 개선	5399
건물/조명 /공조	조 명	조명 관리	최소 안전 수준까지 조도 감소	6111
			인공조명 대신에 자연채광 이용	6112
			조명회로 분리를 통한 구역별 점등	6113
		설비개선	천장이 높을 경우 조명설비 낮추기	6121
			고효율 조명기기 사용	6122

구분	대분류	중분류	세부개선내용	코드
건물/조명 /공조	조 명	설비개선	절전형 전자식 안정기로 교체	6123
			보다 효율적인 조명원 이용	6124
			고조도반사갓 설치로 전구수를 감축	6125
		제어 및 소등	구역 조명 스위치 추가	6131
			거의 사용하지 않는 구역의 조명에 타임 스위치 설치	6132
			근접 센서 또는 자연광 센서 설치	6133
			관리계획 수립을 통한 불필요개소 소등	6134
		기 타	기타 조명개선	6199
	공기조화	운전방법개선	동절기는 온도를 낮추고 하절기는 온도를 올림	6211
			사용공간 및 최소필요 공간만 냉난방	6212
			작업시간 외에는 냉난방 감축	6213
			warm-up/cool-down 주기에는 외부 공기 댐퍼 차단	6214
			컴퓨터 프로그램을 이용하여 공조 성능 최적화	6215
			공기조화 열교환기에 냉수 대신 냉각수 사용	6216
			고온다습한 오염 공기의 공조시스템 유입을 방지	6217
			계측설비 보강을 통한 제어 능력 개선	6218
		설비개선 -냉난방	국부 난방에는 복사가열기(Radiant Heater) 사용	6221
			기존 공조설비를 고효율설비로 대체	6222
			적절한 용량으로 설계된 공조설비 사용	6223
			냉난방에 Heat Pump 이용 공조	6224
			보충외기 가열에 직화 설비 설치	6225
			지붕에 물을 증발시켜 공조부하 감소	6226
			전기 가열기를 Heat Pipe로 대체	6227
			냉매 수분 및 응축가스 제거로 효율 제고	6228
		설비개선 -공 조	공조 설비에 외기댐퍼 또는 급수예열기 설치	6231
			변풍량유니트에서 Zone별 재열코일 설치	6232
			공기순환흐름을 개선	6233
			배연설비 정화방법 개선	6234
			전열교환기 등을 이용하여 빌딩 배출공기와 보충공기 열교환	6235
			난방부하 감소를 위한 스프링클러 설비 적정화	6236
			공조 시스템 보온재 설치 및 강화	6237
		제어개선	타이머 또는 자동온도조절장치 설치	6241
			공조/난방시스템에서 공기조화 제어 분리	6242
			공기냉각 시스템 변경으로 압축기 압력 강하	6243
			난방시스템과 공조시스템 연동으로 동시 운전 방지	6244
			건조용 습도 제어 시스템 설치	6245
			층별 난방분배기 분리 운영	6246

구분	대분류	중분류	세부개선내용	코드
건물/조명/공조	공기조화	제어개선	냉각수 온도제어용 바이패스 밸브 설치	6247
		환 기	방을 사용치 않을 때는 환기 시스템 차단	6251
			환기를 위한 외기 도입 사용 최소화	6252
			가열, 환기, 공조용 공기 재순환	6253
			환기량 감소	6254
			최소 안전수준까지 환기량 감소	6255
			배기팬 제어를 중앙집중관리 또는 수동조작을 스케줄링함	6256
		기 타	천장을 낮춰 공조 공간 축소	6291
			계측설비 보강을 통한 제어 능력 개선	6292
			기타 공기조화 개선	6299
	빌딩외면	태양열 부하	빌딩의 유리창 면적 감축	6311
			창문을 착색시켜 열 흡수 축소	6312
			지붕에 색을 입혀 태양열 부하 축소	6313
		단 열 및 기밀유지	출하문 주위에 에어실링	6321
			창이나 문의 틈새 기밀유지	6322
			지붕이나 벽의 개구부를 제어하는 센서 사용	6323
			고속 차단문/에어커튼 문 설치	6324
			유리창, 벽, 천장, 지붕 단열	6325
			건물 외벽 적정 두께 단열 사용	6326
			2~3중창을 사용하여 상대습도 유지 및 열손실 방지	6327
			회전문 설치	6328
		기 타	칸막이 설치로 공조 공간 축소	6391
			기타 건물 열차단 개선	6399
대체에너지 사 용	대체에너지	태양에너지	보충공기를 가열하기 위하여 태양열 이용	7111
			물을 가열하기 위하여 태양열 이용	7112
			난방을 위하여 태양열 이용	7113
			태양전지를 이용한 전력생산	7114
		풍 력	풍력을 이용한 발전기 설치	7121
		수 소	폐수소를 활용한 연료전지 설치	7131
		바이오	유기체 발효 메탄가스를 에너지로 활용	7141
		기 타	RDF 등 폐기물 이용설비 도입	7191
			기타 대체에너지 활용	7199
공정개선	공정개선	조업공정개선	조업개선	9111
			생산성 향상	9112
			공정개선	9113
			공법개선	9114
			관리방법개선	9115
		기 타	기타 주요 생산공정 개선	9199

[참고7] 시료 채취 및 분석의 최소주기 코드

최소주기	코 드	최소주기	코 드	최소주기	코 드
연속적	01	분기별	04	폐기물연료_5천톤 입하시	07
매 일	02	반기별	05	폐기물연료_1만톤 입하시	08
매 월	03	연료입하시	06	원료_2만톤 입하시	09
				원료_5만톤 입하시	10

[참고8] 시료 채취 및 성분분석 · 시험 분류 코드

구 분	분석내용	시험방법	코드
고체연료와 관련된 시료채취 및 분석 기준	발열량분석	KS E 3707 : 2001-12-31 (석탄류 및 코크스류의 발열량 측정방법)	1101
		기타 국제규격	1199
	탄소함량 분석	KS E 3709 : 1999-11-18 (석탄류 및 코크스류의 샘플링, 분석 및 시험방법 통칙)	1201
		KS E ISO 609 (고체 광물 연료-탄소 및 수소함량 결정-고온 연소법)	1202
		KS E ISO 625 (고체 광물 연료-탄소 및 수소함량 결정-리비히법)	1203
		기타 국제규격	1299
	수분함량 분석	KS E 3709 : 1999-11-18 (석탄류 및 코크스류의 샘플링, 분석 및 시험방법 통칙)	1301
		KS E ISO 331 (석탄-샘플의 수분함량 측정-직접중량법)	1302
		KS E ISO 5068 (갈탄 및 아탄의 수분함량 측정-간접중량법)	1303
		KS E ISO 579 (코크스-총 수분함량 측정)	1304
		KS E ISO 589 (무연탄-총 수분함량 측정)	1305
		KS E ISO 687 (코크스-샘플의 수분함량 측정)	1306
		기타 국제규격	1399
	연료의 회(Ash) 성분분석	KS E 3716 (석탄회 및 코크스회 분석방법)	1401
		KS E 1171 (고체광물연료 회분량 정량법)	1402
		KS E ISO 540 (고체광물연료-회분의 가용도 측정-고온튜브법)	1403
		기타 국제규격	1499
	시료채취 방법	KS E 3709 : 1999-11-18 (석탄류 및 코크스류의 샘플링, 분석 및 시험방법 통칙)	1501
		기타 국제규격	1599

구 분	분석내용	시험방법	코드
액체연료와 관련된 시료채취 및 분석 기준	발열량분석	KS M 2057 (원유 및 석유제품 발열량 시험방법 및 계산에 의한 추정방법)	2101
		기타 국제규격	2199
	탄소함량 분석	KS M ISO 7941 (상업용 프로판 및 부탄-가스크로마토그래피에 의한 조성분석)	2201
		KS M 2418 (석유제품 및 윤활유의 탄소, 수소 및 질소의 기기분석 시험방법)	2202
		KS M 2077 (액화 석유가스의 탄화수소 성분시험방법-가스크로마토그래피법)	2203
		기타 국제규격	2299
	밀도측정	KS M 2002 (석유계 원유 및 액체 석유 제품 밀도 또는 상대밀도 측정방법-하이드로미터법)	2601
		KS M 3993 (액화 석유가스 및 경질 탄화수소-밀도 또는 상대밀도 시험방법-하이드로미터법)	2602
		KS M ISO 8973 (액화 석유가스-밀도와 증기압의 계산방법)	2603
		기타 국제규격	2699
	시료채취 방법	KS M 2001 (원유 및 석유 제품 시료 채최 방법)	2501
		KS M ISO 3171 (석유 액체-파이프라인으로부터의 자동시료 채취)	2502
		KS M ISO 8943 (냉각 경질 탄화수소유-액화천연가스 시료채취-연속법)	2503
		기타 국제규격	2599
기체연료와 관련된 시료채취 및 분석 기준	발열량 및 성분분석	KS I ISO 6974 1부~6부 (천연가스-가스크로마토그래피법 의한 정의된 불확도와 조성의 분석)	3101
		KS I ISO 6976 (천연가스-가스 조성을 이용한 발열량, 밀도, 상대밀도 및 웨버지수의 계산)	3102
		KS I ISO 15971 (천연가스-특성치의 측정-발열량 및 웨버지수)	3103
		KS I ISO 6570 (천연가스-존재가능한 액화탄화수소의 함량측정-중량법)	3104
		KS M 2077 (액화석유가스의 탄화수소 성분 시험방법)	3105
		KS M 2085 1부 (액화석유제품-탄화수소분 시험방법-가스크로마토그래피)	3106
		기타 국제규격	3199
	시료채취 방법	KS I ISO 10715 (천연가스-샘플링 지침서)	3501
		KS I ISO 16017 1부 (실내, 대기 및 작업장 공기-흡착 튜브/열탈착/모세관 가스 크로마토그래피에 의한 휘발성 유기화합물의 샘플링과 분석)	3502
		KS I ISO 16200 1부 (작업장 공기-용매 탈착/기체 크로마토그래피에 의한 휘발성 유기화합물의 채취 및 분석)	3503
		KS M ISO 8943 (냉각 경질 탄화수소유-액화 천연가스 시료채취-연속법)	3504
		기타 국제규격	3599

구 분	분석내용	시험방법	코드
기타 원료 관련된 시료채취 방법	시료채취 방법	KS E 3047 (규조토 니켈 광석의 샘플링 방법 및 수분결정방법)	4501
		KS E 3605 (분괴 혼합물의 샘플링 방법 통칙)	4502
		KS E 3908 (비철금속 광석의 샘플링 시료 조제 및 수분결정방법)	4503
		KS E ISO 12743 (구리, 납, 아연 및 니켈 정광-금속과 수분량의 정량을 위한 샘플링 절차)	4504
		KS E ISO 13909 (하드콜 및 코크스-기계식 샘플링)	4505
		KS E ISO 1988 (무연탄-샘플링)	4506
		KS E ISO 3082 (철광석-샘플링 및 샘플 준비과정)	4507
		KS E ISO 4296 1~2부 (망간 광석-샘플링)	4508
		KS E ISO 6140 (알루미늄 광석-샘플의 준비)	4509
		KS E ISO 6153 (크롬광석-증분샘플링)	4510
		KS E ISO 6154 (크롬광석-샘플의 준비)	4511
		KS E ISO 8685 (알루미늄 광석-샘플링 과정)	4512
		기타 국제규격	4599

[별지 제8호 서식]

온실가스 배출량 등 명세서 양식(제52조제1항 관련)

온실가스 배출량 및 에너지 사용량 명세서

「저탄소녹색성장기본법」 제44조제1항 및 같은 법 시행령 제34조에 따라 당사(사업장)의 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 등을 아래와 같이 보고합니다.

년 월 일

보고인 (서명 또는 인)

농수산식품부 장관
지식경제부 장관
환경부장관
국토해양부 장관 귀하

1 관리업체 총괄 정보

1. 업체(법인)에 대한 일반정보

(1)	법 인 명		(2)	대표자		(3)	대상년도	2010
(4)	법인등록번호	-		(5)	대표업종			
(6)	법인 소재지			(7)	법인 전화번호			
(8)	법인담당부서		(9)	법인 담당자		(10)	직 급	
(11)	담 당 자 전화번호		(12)	담당자 휴대폰		(13)	담당자 이메일	
(14)	주요 생산제품 또는 처리물질		(15)	연간 생산량 또는 처리량		(16)	상 시 종업원수	
(17)	당해연도 매 출 액		(18)	당해연도 에너지비용		(19)	자본금	
(20)	중소기업여부							

1-1. 사업장 목록

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
사업장 일련번호	사업장명	사업자등록번호	사업장 대표자	사업장 업종	사업장 소재지	소량배출사업장 여부
사업장 01	사업장명					
사업장 02						

※ 사업장기준으로 관리업체로 지정된 경우, 1-1을 생략할 수 있다.

1. 관리업체에 대한 일반정보 작성요령

(1)	관리업체 법인명	: 관리업체 본사 법인명을 기재 정식명칭 기재
(2)	대표자	: 관리업체 법인의 대표자명을 기재
(3)	대상년도	: 보고대상연도 기재
(4)	법인등록번호	: 당해 법인의 사업자등록번호를 기재
(5)	대표업종	: 표준산업분류에 의한 당해법인의 대표업종 기재
(6)	법인 소재지	: 법인의 본사 소재지를 기재. 본사가 별도로 없을 시, 업체 명세서를 제출하는 대표사업장의 주소를 기재
(7)	법인 전화번호	: 법인의 본사 대표전화번호를 기재
(8)	법인 담당부서	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 부서명 기재
(9)	법인 담당자	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자 기재
(10)	법인 담당자 직급	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 직급 기재
(11)	법인 담당자 전화번호	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 사무실 전화번호 기재
(12)	법인 담당자 휴대전화	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 휴대전화번호 기재
(13)	법인 담당자 이메일	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 이메일 주소 기재
(14)	주요생산제품 또는 처리물질	: 사업장 업종분류에 따른 주요 생산제품을 기재 단, 폐기물부문은 표준산업분류의 세세분류 항목을 기재
(15)	연간 생산량	: 주 생산제품의 연간 생산량을 기재 단, 폐기물부문은 처리량을 기재
(16)	상시 종업원수	: 사업장 내 상시종업원 수 기재
(17)	당해연도 매출액	: 해당 법인의 배출량산정 조직경계에 해당하는 사업장을 모두 합산한 명세서 보고 당해연도 매출액(개별재무제표를 따른다.) 기재
(18)	당해연도 에너지비용	: 해당 법인의 배출량산정 조직경계에 해당하는 사업장을 모두 합산한 명세서 보고 당해연도의 에너지비(원료구입비는 제외)를 기재
(19)	자본금	: 사업장의 당해연도 자본금 기재
(20)	중소기업여부	: "중소기업기본법" 제2조에 의한 중소기업이면 1, 중소기업이 아니면 0을 기재

1-1. 사업장 목록 일반정보 작성요령

(1)	사업장일련번호	: 사업장별 일련번호 기재
(2)	사업장명	: 법인 내 사업장명 기재
(3)	사업자등록번호	: 세무서에서 신고 된 당해 사업장의 사업자등록번호를 기재
(4)	사업장대표자	: 해당사업장의 대표자명을 기재
(5)	업종	: 표준산업분류에 의한 업종
(6)	소재지	: 사업장소재지를 기재하되 반드시 번지 이하까지 기입
(7)	소량배출사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 1~3번 항목만을 기재할 수 있다)

2. 업체(법인)의 온실가스배출량 및 에너지사용량 총괄

(1)	(2)	(3)			(4)				(6)
사업장 일련번호	사업장명	연간 온실가스배출량 (tCO_2e)			연간 에너지사용량 (TJ)				소량배출 사업장여부
		직접배출 (Scope1)	간접배출 (Scope2)	총 량	연 료 사용량	전 기 사용량	스 팀 사용량	총 량	
사업장 01	사업장명								
사업장 02									
사업장 03									
(5)	관리업체 합계								

2. 온실가스배출량 및 에너지사용량 작성요령

(1)	사업장일련번호	: 1-1번에서 기재한 사업장별 일련번호 기재
(2)	사업장명	: 법인 내 사업장명 기재
(3)	연간 온실가스배출량	: 사업장별 온실가스배출량을 기재
(4)	연간 에너지사용량	: 사업장별 에너지사용량을 기재
(5)	관리업체 합계	: 사업장별 온실가스배출량 또는 에너지사용량을 모두 합하여 기재
(6)	소량배출사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 본 서식의 1~3번 항목만을 기재할 수 있다)

2 사업장 일반정보

3. 사업장에 대한 일반정보

(1)	사업장명		(2)	대표자		(3)	사업장 일련번호	
(4)	사업자등록번호		(5)	구분 번호		(6)	업 종	
(7)	사업장 소재지		(8)	사업장 전화번호				
(9)	사업장담당부서		(10)	사업장 담당자		(11)	직 급	
(12)	담 당 자 전화번호		(13)	담당자 휴대폰		(14)	담당자 이메일	
(15)	주요 생산제품 또는 처리물질		(16)	연간생산량 또는처리량		(17)	상 시 종업원수	
(18)	당해년도매출액		(19)	당해연도 에너지비용		(20)	자본금	

※ 관리업체 내 사업장 수만큼 이후 양식을 작성

3. 사업장에 대한 일반정보 작성요령

(1)	사업장명	: 해당사업장의 정식명칭을 기재. (예) (주)한국기업, Philips LCD(주) 안산공장 등
(2)	대표자	: 해당사업장의 대표자명을 기재
(3)	사업장일련번호	: 1-1번 양식의 사업장별 일련번호 기재
(4)	사업자등록번호	: 세무서에서 신고 된 당해 사업장의 사업자등록번호를 기재
(5)	구분번호	: 사업자번호는 같고, 공장이 나눠있을 경우 1공장은 "1", 2공장은 "2"로 기재 : 그 외에 공장이 한개 일 경우 "1"로 기재
(6)	업종	: 표준산업분류에 의한 업종
(7)	소재지	: 사업장소재지 기재하되 반드시 번지 이하까지 기입
(8)	전화번호	: 사업장 전화번호 지역번호와 함께 기재
(9)	사업장 담당부서	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 부서명 기재
(10)	사업장 담당자	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 부서명 기재
(11)	사업장 담당자 직급	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 직급 기재
(12)	사업장 담당자 전화번호	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 사무실 전화번호 기재
(13)	사업장 담당자 휴대전화	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 휴대전화번호 기재
(14)	사업장 담당자 이메일	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 이메일 주소 기재
(15)	주요생산제품 또는 처리물질	: 사업장 업종분류에 따른 주요 생산제품을 기재. 단, 폐기물부문은 표준산업분류의 세세분류 항목을 기재
(16)	연간 생산량 또는 처리량	: 주 생산제품의 연간 생산량을 기재. 단, 폐기물부문은 처리량을 기재
(17)	상시 종업원수	: 사업장 내 상시종업원 수 기재
(18)	당해연도 매출액	: 당해 사업장의 당해연도 매출액(개별재무제표를 따른다.) 기재
(19)	당해연도 에너지비	: 당해 사업장의 에너지비(원료구입비는 제외)를 기재
(20)	자본금	: 사업장의 당해연도 자본금 기재

4. 사업장 조직경계 입력

(21)	조직경계 관련 서류 구분	

4. 사업장 조직경계 관련 서류 입력 방법

(21)	조직경계 관련 서류 구분	: 사업장 조직경계를 확인·증빙할 수 있도록 사업장의 약도, 사진, 시설배치도, 공정도의 4가지로 분류하여 제시

3 사업장별 배출시설 현황

5. 배출시설정보 등

(1)	일련번호	사업장명	사업자 등록번호

(2)	(3)		(4)	(5)	(6)	(7)	(8)			(9)	(10)			
배출시설 일련번호	배출시설		시설용량 (단위)	세부시설 용량 (단위)	일일평균 가동시간 (hr/day)	연간가동 일수 (day/yr)	방지시설(선택)			배출구 (굴뚝) 번호	투입량 및 생산량 정보			
	코드 [참고2]	배출시설명					대상 가스	방지시설 이름	처리 효율 (%)		연료 및 원료	제품명	소각물질	단위 [참고6]
01														

※ 제11조 및 별표 제4호에 의한 소량배출사업장은 (2)~(8) 및 (9)를 생략하며, (10)에 대해서는 사업장내 배출시설이 아니라 해당 사업장 전체를 기준으로 작성
※ 제41조에 의한 소규모배출시설의 현황은 5-1 서식으로 작성

5. 배출시설정보 및 사용량 정보 작성 요령

(1) 사업장 정보	: 1-1. 사업장 목록에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2) 배출시설일련번호	: 배출시설 일련번호 기재
(3) 배출시설	: [참고2]의 배출시설 해당코드 및 명칭 기재
(4) 시설용량	: 연료 최대 투입량, 발전용량 등 배출시설 설치 허가증 등을 참고하여 시설용량을 기재. 단, 매립은 총 매립용량을 기재 (단위포함)
(5) 세부시설용량	: 연료명(코크스, 무연탄 등) 등 배출시설 설치 허가증 상에 기재된 추가적인 시설용량정보를 기재 (선택사항)
(6) 일일 평균 가동시간	: 배출시설의 실제 일 평균 가동시간을 기재.
(7) 연간 가동일수	: 배출시설의 실제 연간 가동 일수를 기재
(8) 방지시설	: 해당 신증설 시설에 방지시설을 설치할 경우 처리하는 온실가스의 종류(CO2, CH4, N2O, [참고3]의 불소계 온실가스 명을 기재), 세부방지시설 이름과 처리효율(%)을 기재
(9) 배출구(굴뚝)번호	: Tier4(연속측정법)을 이용하여 배출량을 산정하는 경우 배출시설과 연결된 배출구(굴뚝)번호를 기재
(10) 투입량 및 생산량 정보	: 해당 배출시설의 주요 투입원료 및 연료, 주요생산제품, 소각물질(해당할 경우)를 기재, 단위는 [참고6]를 참조

5-1. 소규모배출시설 정보

(1)	일련번호	사업장명	사업자 등록번호

(2)	(3)	(4)	(5)			
소규모배출시설 일련번호	배출시설	대수(Unit 수)	투입량 및 생산량 정보			
			연료 및 원료	제품명	소각물질	단위 [참고6]
01	(ex) 비상용 발전기					
02						
03						

※ 제41조에 의한 소규모배출시설에 해당하는 시설의 목록 작성

5-1. 소규모배출시설 정보 작성 요령

(1) 사업장 정보	: 1-1. 사업장 목록에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2) 소규모배출시설 일련번호	: 소규모배출시설 종류별 일련번호 기재
(3) 배출시설	: 소규모배출시설로써 보고된 시설 종류 기재
(4) 대수(Unit수)	: 소규모배출시설 종류별 대수 또는 Unit수 기재
(5) 투입량 및 생산량 정보	: 해당 배출시설의 주요 투입원료 및 연료, 주요생산제품, 소각물질(해당할 경우)를 기재, 단위는 [참고6]를 참조

4 사업장 배출량 현황(총괄)

6. 사업장 온실가스 배출량 총괄 현황

(1) 일련번호	사업장명	사업자 등록번호

(2) 배출활동 [참고1]			(3) 배출시설 [참고2]			(4) 온실가스 배출량						(5) 소계 (tCO_2eq)		(6) 합계 (tCO_2eq)	(8) 에너지 사용량 (MJ)			(9) 합계 (TJ)
배출활동 코드		배출활동명	일련번호	배출시설 코드		배출시설명	CO_2 (ton)	CH_4 (kg)	N_2O (kg)	HFCs (kg)	PFCs (kg)	SF_6 (kg)	Scope1	Scope2		에너지	전력	스팀	
							(7) 사업장 총 온실가스 배출량 (tCO_2eq)									(10) 사업장 총에너지 사용량 (TJ)			

6. 배출시설정보 및 사용량 정보 작성 요령

(1)	사업장 정보	: 1-1. 사업장 목록에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2)	배출활동	: [참고1]의 배출활동 및 해당 코드 기재
(3)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(4)	온실가스 배출량	: 해당 배출시설의 배출활동별 온실가스 배출량 기재
(5)	소계(tCO_2eq)	: 배출시설의 배출활동별 온실가스 배출량을 직접배출량(Scope1)과 간접배출량(Scope2)로 구분하여 합한 값을 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)
(6)	합계(tCO_2eq)	: 배출시설의 배출활동별 온실가스 배출량 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)
(7)	사업장 총 온실가스 배출량(tCO_2eq)	: 사업장의 총 온실가스 배출량 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)
(8)	에너지사용량	: 배출시설의 배출활동별 에너지 사용량 기재
(9)	합계(TJ)	: 배출시설의 배출활동별 에너지 사용량 합계 기재
(10)	사업장 총 에너지 사용량	: 사업장의 총 에너지 사용량 기재

7. 바이오매스 사용 등에 따른 배출량 (해당할 경우만 작성)

(1) 일련번호	사업장명	사업자 등록번호

(2) 배출활동 [참고1]		(3) 배출시설 [참고2]			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		
					바이오매스 사용에 따른 배출량(Scope 1)					공정폐열	외부에서 공급받은 폐기물소각열(Scope2)		
코드	배출활동명	일련번호	코드	배출시설명	코드	바이오매스 종류 [참고7]	바이오매스 순발열량 (TJ)	바이오매스 배출계수 (tCO_2/TJ)	바이오매스 사용에 따른 배출량 (tCO_2)	Tier4 적용시 배출량 (tCO_2)	에너지 사용량 (MJ)	에너지 사용량 (MJ)	배출계수 (tCO_2eq/TJ)	온실가스 배출량 (tCO_2)
				(11) 사업장 합계										

7. 바이오매스 사용 등에 따른 배출량 현황 작성요령

(1)	사업장 정보	: 1-1. 사업장 목록에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명, 사업자등록번호를 기재
(2)	배출활동	: [참고1]의 배출활동이름과 코드를 기재
(3)	배출시설 정보	: 해당 배출시설의 코드[참고2]와 배출시설명, 배출시설 일련번호를 기재 ※ 배출시설 일련번호는 같은 배출시설이라 하더라도 이를 구분하기 위하여 부여, (1부터 순차적으로 부여)
(4)	바이오매스 종류	: [참고7]의 바이오매스 종류와 해당 코드 기재
(5)	바이오매스 순발열량	: 해당 바이오매스의 순발열량을 기재 (지침 별표 18을 참고하거나, 자체 분석값을 활용가능)
(6)	바이오매스 배출계수	: 해당 바이오매스의 배출계수를 기재 (지침 별표 18을 참고하거나, 자체 분석값을 활용가능)
(7)	바이오매스 사용에 따른 배출량	: (5)와(6)을 활용하여 바이오매스 사용에 따른 배출량을 기재 (총 배출량에서 제외할 목적)
(8)	실측(Tier 4) 적용시 배출량	: 실측(Tier 4)을 적용할 경우 해당 배출활동의 온실가스 배출량을 기재 (TMS 설치시설의 경우에 한하여 참고용으로 기입)
(9)	공정폐열 / 에너지사용량	: 공정폐열을 이용할 경우 에너지사용량을 기재
(10)	외부에서 공급받은 폐기물소각열	: 외부로부터 공급받은 폐기물소각열을 사용할 경우 에너지사용량, 간접 열 배출계수, 온실가스 배출량(Scope2)을 기재 (총 배출량에서 제외할 목적)
(11)	사업장 합계	: (7)(9)(10) 항목의 사업장 합계를 기재

8. 배출시설 및 배출량 산정방법 변동현황 (해당할 경우에만 작성)

(1) 사업장 정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 배출시설 정보	일련번호	시설코드	배출시설명

(3)		(4)	(5)	(6)	(7)
변경항목		당초(이행계획 상)	변경후(명세서 작성시)	변경 시점	세부내용(변경 사유 등)
배출시설	시설 용량				
	가동시간				
	투입 원료 및 연료				
	방지시설 설치				
	…				
배출량 산정방법	산정 방법론(Tier)				
	활동자료 수집방법(모니터링 유형)				
	배출계수(발열량 등)				
	…				

8. 배출시설 및 배출량 산정방법 변동현황 작성 요령

(1)	사업장 정보	: 배출시설의 변동이 발생한 사업장이름, 일련번호, 사업자 등록번호 등을 기재
(2)	배출시설 정보	: 배출시설 등의 변동이 발생한 배출시설이름, 일련번호 등을 기재
(3)	변경항목	: 배출시설 및 배출량산정방법의 변경 사항이 있는 경우 그 변경항목을 기입
(2)	당초	: 이행계획에 작성하여 제출한, 변경전의 내용을 간략하게 서술 (세부적인 항목은 각 이행계획과 명세서에서 확인 가능하므로 간략히 서술)
(3)	변경후	: 명세서 작성시 반영된, 변경후의 주요내용을 간략하게 서술 (세부적인 항목은 각 이행계획과 명세서에서 확인 가능하므로 간략히 서술)
(4)	변경시점	: 변경 사항이 발생 시점 또는 변경 사항을 적용한 시점 기재
(5)	세부내용	: 변경 사유 등 변경과 관련한 세부 내용을 상세히 기술하고 필요시 관련 증빙 서류 첨부

5 배출활동별 배출량 현황(세부)

9. 배출활동별 배출량 현황 (고정 연소 분야)

(1)	배출활동[참고1]	코드		배출활동명							
(2)	배출시설[참고2]	일련번호		배출시설명		(3)	배출구(굴뚝) 번호		(4)	굴뚝자체번호	

계산법 (Tier 1 ☐ Tier 2 ☐ Tier 3 ☐)

(5) 연료코드 [참고3]	(6) 혼합연료 정보		(7) 입력항목		(8) 단위	(9) 값	(10) 적용 Tier	(11) 불확도 (%)	(12) 배출량 CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	HFCs [kg]	PFCs [kg]	SF_6 [kg]	(13) 소계 CO_2-eq [ton]
	☐ 자체분석 ☐ 시험기관		연료사용량		[t, ㎘, Nm^3]										
			순발열량		[TJ/t,TJ/㎘TJ/Nm^3]										
연료명 1	구분	성분(%)	배출계수	CO_2	[tCO_2/TJ]										
				CH_4	[tCH_4/TJ]										
				N_2O	[tN_2O/TJ]										
				기타											
			산화율		-										
	☐ 자체분석 ☐ 시험기관		연료사용량		[t, ㎘, Nm^3]										
			순발열량		[TJ/t,TJ/㎘TJ/Nm^3]										
연료명 2	구분	성분(%)	배출계수	CO_2	[tCO_2/TJ]										
				CH_4	[tCH_4/TJ]										
				N_2O	[tN_2O/TJ]										
				기타											
			산화율		-										
			(14) 합계 (CO_2-eq ton)												

연속측정법 (Tier 4 ☐)

(15) 측정항목	(16) 월별 배출량/활동자료 1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
활동자료 (단위)												
CO_2[ton]												
활동자료 (단위)												
CO_2[ton]												
(17) 합계 (ton)												

9. 배출활동별 배출량 현황표 (고정 연소 분야) 작성 요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(3)	배출구(굴뚝) 번호	: Tier 4를 적용하는 경우 배출구(굴뚝)의 번호를 기재 (CleanSys 혹은 수도권대기환경개선에 관한 특별법 상 배출구(굴뚝)번호를 기재)
(4)	굴뚝 자체관리번호	: Tier 4를 적용하는 경우 굴뚝(배출구)의 사업장 내 자체 관리번호를 기재
(5)	연료코드 및 연료명	: [참고3]에 해당하는 연료코드와 명칭을 기재
(6)	혼합연료 정보	: 부생가스 등 혼합연료를 사용할 경우 분석형태(자체분석, 시험기관 분석) 및 부생가스의 조성(CH4, C2H6 등)과 성분비율을 기재
(7)	입력항목	: 계산법 선택시 사용되는 활동자료, 순발열량, 배출계수, 산화율 정보를 기재하고, 총 배출량 산정값을 기재
(8)(9)	단위, 사용값	: 각 매개변수(배출계수, 활동도, 산화계수 등)의 단위를 입력하고 사용된 자료값을 기입
(10)	적용 Tier	: 별표14에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(11)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(12)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(13)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO2-eq 단위로 기재
(14)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO2-eq 단위로 기재)
(15)	측정항목	: 연속측정법을 이용하여 배출량을 산정할 경우의 측정 항목으로 배출활동을 대표할 수 있는 활동자료 및 CO2 배출량을 월별로 기재
(16)	월별배출량	: 연속측정법을 이용하여 배출량을 산정할 경우의 월별배출량을 톤 단위로 기재
(17)	합계	: 연속측정법에 의해 산정된 온실가스의 합계 기재

10. 배출활동별 배출량 현황 (이동 연소 분야 - 항공)

(1)	배출활동[참고1]	코드						(2) 배출활동명	
(3)	배출시설[참고2]	일련번호						(4) 배출시설명	

(5)	(6)	(7)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)												
항공기종류	연료종류 [참고3]	혼합연료 정보	(8) 입력항목		(9) 단위	(10) 값	(11) 적용Tier	(12) 불확도 (%)	(13) 배출량						(14) 소계
									CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	HFCs [kg]	PFCs [kg]	SF_6 [kg]	CO_2-eq [ton]
		□ 자체분석 □ 시험기관	배출계수	CO_2	[tCO_2/TJ]										
				CH_4	[tCH_4/TJ]										
				N_2O	[tN_2O/TJ]										
				CO_2 LTO 배출계수	[kg/LTO]										
				CH_4 LTO 배출계수	[kg/LTO]										
				N_2O LTO 배출계수	[kg/LTO]										
				CO_2 순항 배출계수	[kg/t fuel]										
				CH_4 순항 배출계수	[kg/t fuel]										
				N_2O 순항 배출계수	[kg/t fuel]										
				순발열량	[TJ/t,TJ/kℓTJ/Nm^3]										
				산화율	-										
				기 타	-										
			활동자료	총 연료사용량	[t, kℓ, Nm^3]										
				LTO 연료사용량	[t, kℓ, Nm^3]										
				순항 연료사용량	[t, kℓ, Nm^3]										
				LTO 회수	회										
				항공기 대수	대										
				주행거리	km/대										
				기 타	-										
	연료명 1	구분 / 성분(%)	(15) 합계(CO_2-eq ton)												

10. 배출활동별 배출량 현황표 (이동 연소 분야 - 항공) 작성 요령

(1)	배출활동코드	: [참고1]배출활동 해당 코드 기재
(2)	배출활동명	: [참고1] 해당 배출활동명 기재
(3)	배출시설 일련번호	: 5번 양식에서 해당 배출시설의 일련번호 기재
(4)	배출시설명	: [참고2]의 해당 배출시설명 기재
(5)	항공기 종류	: 항공기 종류(기종) 기재
(6)	연료코드 및 연료명	: [참고3]에 해당하는 연료코드와 명칭을 기재
(7)	혼합연료 정보	: 부생가스 등 혼합연료를 사용할 경우 분석형태(자체분석, 시험기관 분석) 및 부생가스의 조성(CH4, C2H6 등)과 성분비율을 기재
(8)	입력항목	: 배출량 산정시 사용되는 활동자료 및 배출계수 정보를 모두 입력
(9)	단위	: 각 매개변수(배출계수, 활동자료, 산화계수 등)의 단위를 입력
(10)	값	: 각 매개변수(배출계수, 활동자료, 산화계수 등)의 사용된 자료값을 기입
(11)	적용 Tier	: 별표14에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(12)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(13)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(14)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(15)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO2-eq 단위로 기재)

11. 배출활동별 배출량 현황 (이동 연소 분야 - 도로 및 비도로)

(1)	배출활동[참고1]	코드					(2) 배출활동명	
(3)	배출시설[참고2]	일련번호					(4) 배출시설명	

(5)	(6)	(7)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)													
			(8)		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)						(14)	
차량종류	연료종류 [참고3]	혼합연료 정보	입력항목		단위	값	적용Tier	불확도 (%)	배출량						소계	
									CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	HFCs [kg]	PFCs [kg]	SF_6 [kg]	CO_2-eq [ton]	
		□ 자체분석 □ 시험기관	배출계수	CO_2	[tCO_2/TJ],[kg/m]											
				CH_4	[tCH_4/TJ],[kg/m]											
				N_2O	[tN_2O/TJ],[kg/m]											
				순발열량	[TJ/t,TJ/kℓTJ/Nm^3]											
	연료명 1	구분 / 성분(%)		산화율	-											
				기 타	-											
			활동자료	연료사용량	[t, kℓ, Nm^3]											
				차량대수	대											
				주행거리	km/대											
				기 타	-											
			(15) 합계(CO_2-eq ton)													

11. 배출활동별 배출량 현황표 (이동 연소 분야 - 도로 및 비도로) 작성 요령

(1)	배출활동코드	: [참고1]배출활동 해당 코드 기재
(2)	배출활동명	: [참고1]의 배출활동명 기재
(3)	배출시설 일련번호	: 5번 양식에서 해당 배출시설의 일련번호 기재
(4)	배출시설명	: [참고2]의 해당 배출시설명 기재
(5)	차량 종류	: 자동차의 종류 기재
(6)	연료코드 및 연료명	: [참고3]에 해당하는 연료코드와 명칭을 기재
(7)	혼합연료 정보	: 부생가스 등 혼합연료를 사용할 경우 분석형태(자체분석, 시험기관 분석) 및 부생가스의 조성(CH4, C2H6 등)과 성분비율을 기재
(8)	입력항목	: 배출량 산정시 사용되는 활동자료 및 배출계수 정보를 모두 입력
(9)	단위	: 각 매개변수(배출계수, 활동자료, 산화계수 등)의 단위를 입력
(10)	값	: 각 매개변수(배출계수, 활동자료, 산화계수 등)의 사용된 자료값을 기입
(11)	적용 Tier	: 별표14에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(12)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(13)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(14)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO2-eq 단위로 기재
(15)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO2-eq 단위로 기재)

12. 배출활동별 배출량 현황 (이동 연소 분야 - 철도)

(1)	배출활동[참고1]	코드					(3) 배출활동명	
(2)	배출시설[참고2]	일련번호					(4) 배출시설명	

(5)	(6)	(7)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)												
			(8)		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)						(14)
기관차종류	연료종류 [참고3]	혼합연료 정보	입력항목		단위	값	적용Tier	불확도 (%)	배출량						소계
									CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	HFCs [kg]	PFCs [kg]	SF_6 [kg]	CO_2-eq [ton]
		□ 자체분석 □ 시험기관	배출계수	CO_2	[tCO_2/TJ],[kg/kWh]										
				CH_4	[tCH_4/TJ],[kg/kWh]										
				N_2O	[tN_2O/TJ],[kg/kWh]										
	연료명 1	구분 / 성분(%)		산화율	-										
				기 타	-										
			활동자료	연료사용량	[t, kℓ, Nm^3]										
				순발열량	[TJ/t,TJ/kℓTJ/Nm^3]										
				연간 운행시간	시간(h)										
				기관차대수	대										
				평균 정격 출력	kW										
				부하율	0 ~ 1 사이										
				주행거리	km/대										
				기 타	-										
			(15) 합계(CO_2-eq ton)												

12. 배출활동별 배출량 현황표 (이동 연소 분야 - 철도) 작성 요령

(1)	배출활동코드	: [참고1]배출활동 해당 코드 기재
(2)	배출활동명	: [참고1]의 배출활동명 기재
(3)	배출시설 일련번호	: 5번 양식에서 해당 배출시설의 일련번호 기재
(4)	배출시설명	: [참고2]의 해당 배출시설명 기재
(5)	기관차 종류	: 기관차의 종류 기재
(6)	연료코드 및 연료명	: [참고3]에 해당하는 연료코드와 명칭을 기재
(7)	혼합연료 정보	: 부생가스 등 혼합연료를 사용할 경우 분석형태(자체분석, 시험기관 분석) 및 부생가스의 조성(CH_4, C_2H_6 등)과 성분비율을 기재
(8)	입력항목	: 배출량 산정시 사용되는 활동자료 및 배출계수 정보를 모두 입력
(9)	단위	: 각 매개변수(배출계수, 활동자료, 산화계수 등)의 단위를 입력
(10)	값	: 각 매개변수(배출계수, 활동자료, 산화계수 등)의 사용된 자료값을 기입
(11)	적용 Tier	: 별표14에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(12)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(13)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(14)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(15)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)

13. 배출활동별 배출량 현황 (이동 연소 분야 - 선박)

(1)	배출활동[참고1]	코드					(3) 배출활동명	
(2)	배출시설[참고2]	일련번호					(4) 배출시설명	

(5)	(6)	(7)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)												
			(8)		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)						(14)
선박종류	연료종류 [참고3]	혼합연료 정보	입력항목		단위	값	적용Tier	불확도 (%)	배출량						소계
									CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	HFCs [kg]	PFCs [kg]	SF_6 [kg]	CO_2-eq [ton]
		□ 자체분석 □ 시험기관	배출계수	CO_2	[tCO_2/TJ],[kg/kWh]										
				CH_4	[tCH_4/TJ],[kg/kWh]										
				N_2O	[tN_2O/TJ],[kg/kWh]										
	연료명 1	구분 / 성분(%)		산화율	-										
				기 타	-										
			활동자료	연료사용량	[t, kℓ, Nm^3]										
				순발열량	[TJ/t,TJ/kℓTJ/Nm^3]										
				연간 운행시간	시간(h)										
				선박대수	대										
				주행거리	km/대										
				기 타	-										
			(15) 합계(CO_2-eq ton)												

13. 배출활동별 배출량 현황표 (이동 연소 분야 - 선박) 작성 요령

(1)	배출활동코드	: [참고1]배출활동 해당 코드 기재
(2)	배출활동명	: [참고1]의 배출활동명 기재
(3)	배출시설 일련번호	: 5번 양식에서 해당 배출시설의 일련번호 기재
(4)	배출시설명	: [참고2]의 해당 배출시설명 기재
(5)	선박 종류	: 선박의 종류 기재
(6)	연료코드 및 연료명	: [참고3]에 해당하는 연료코드와 명칭을 기재
(7)	혼합연료 정보	: 부생가스 등 혼합연료를 사용할 경우 분석형태(자체분석, 시험기관 분석) 및 부생가스의 조성(CH_4, C_2H_6 등)과 성분비율을 기재
(8)	입력항목	: 배출량 산정시 사용되는 활동자료 및 배출계수 정보를 모두 입력
(9)	단위	: 각 매개변수(배출계수, 활동자료, 산화계수 등)의 단위를 입력
(10)	값	: 각 매개변수(배출계수, 활동자료, 산화계수 등)의 사용된 자료값을 기입
(11)	적용 Tier	: 별표14에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(12)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(13)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(14)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(15)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)

14. 배출활동별 배출량 현황 (공정 배출 분야)

(1)	배출활동[참고1]	코드					배출활동명																	
(2)	배출시설[참고2]	일련번호					배출시설명																	
(3)	배출구(굴뚝) 번호						(4)	굴뚝자체번호																

(5)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)												연속측정법 (Tier 4 □)												
	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)							(12)	(14)	(15)										
원료명/제품명	입력항목	단위	값	적용 Tier	불확도 (%)	배출량							소계	측정항목	월별 배출량/활동자료										
						CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	HFCs [kg]	PFCs [kg]	SF_6 [kg]		CO_2-eq [ton]		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
	활동자료1	[t, ㎘, Nm^3]												활동자료 (단위)											
	배출계수1	[TJ/t, TJ/㎘ TJ/Nm^3]																							
	활동자료2	[t, ㎘, Nm^3]																							
	배출계수2	[TJ/t, TJ/㎘ TJ/Nm^3]																							
	기타인자1													CO_2[ton]											
	활동자료1	[t, ㎘, Nm^3]												활동자료 (단위)											
	배출계수1	[TJ/t, TJ/㎘ TJ/Nm^3]																							
	활동자료2	[t, ㎘, Nm^3]																							
	배출계수2	[TJ/t, TJ/㎘ TJ/Nm^3]																							
	기타인자1													CO_2[ton]											
	(13) 합계(CO_2-eq ton)													(16) 합계 (ton)											

14. 배출활동별 배출량 현황표 (공정 배출 분야) 작성 요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(3)	배출구(굴뚝) 번호	: Tier 4를 적용하는 경우 배출구(굴뚝)의 번호를 기재 (CleanSys 혹은 수도권대기환경개선에 관한 특별법 상 배출구(굴뚝)번호를 기재)
(4)	굴뚝 자체관리번호	: Tier 4를 적용하는 경우 굴뚝(배출구)의 사업장 내 자체 관리번호를 기재
(5)	원료명/제품명	: 해당 공정배출, 폐기물 처리 등의 온실가스 배출량 산정에 필요한 주요 원료명 또는 제품명을 기재
(6)	입력항목	: 계산법 선택시 사용되는 활동자료, 순발열량, 배출계수, 산화율 정보를 기재하고, 총 배출량 산정값을 기재
(7)(8)	단위, 사용값	: 각 매개변수(배출계수, 활동도, 산화계수 등)의 단위를 입력하고 사용된 자료값을 기입
(9)	적용 Tier	: 별표14에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(10)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(11)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(12)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(13)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)
(14)	측정항목	: 연속측정법을 이용하여 배출량을 산정할 경우의 측정 항목 배출활동을 대표할 수 있는 활동자료 및 CO_2 배출량을 월별로 기재
(15)	월별배출량	: 연속측정법을 이용하여 배출량을 산정할 경우의 월별배출량을 톤 단위로 기재
(16)	합계	: 연속측정법에 의해 산정된 온실가스의 합계 기재

15. 배출활동별 배출량 현황 (폐기물 분야 - 고형폐기물 매립)

(1)	배출활동[참고1]	코드		배출활동명	
(2)	배출시설[참고2]	일련번호		배출시설명	
(3)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)				

처리대상 물질

(4) 입력항목	(5) 입력 값	(6) 적용 Tier	(7) 불확도 (%)
DOC_f (메탄으로 전환가능한 DOC 비율)			
MCF (메탄 보정계수)			
OX (산화율)			
F (메탄부피비)			

(8) 년도 및 입력항목		적용 Tier	불확도 (%)	(9) 폐기물 성상									(10) 메탄 회수량 [tCH_4]	(11) 배출량			(12) 소계
				총 폐기물	종이류	섬유류	음식물류	..						CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	CO_2-eq [ton]
k (메탄발생속도상수)																	
DOC (분해가능한 유기탄소 비율)	D-1																
	D-2																
	D-3																
	D-4																
	D-5																
	D-6																
	...																
매립량 [ton]	D-1																
	D-2																
	D-3																
	D-4																
	D-5																
	D-6																
	...																
(13) 합계(CO_2-eq ton)																	

15. 배출활동별 배출량 현황표 (폐기물 분야 - 고형폐기물의 매립) 작성 요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(3)	처리대상물질	: [참고5]의 처리대상물질로 고형폐기물의 매립된 폐기물에 해당하는 표를 찾아 기재. 단, 생활과 사업장이 혼재되어 있는 폐기물의 경우, 각각의 표에 작성.
(4)	입력항목	: DOC_f(메탄으로 전환가능한 DOC 비율), MCF(메탄 보정계수), OX(산화율), F(메탄부피비) 등
(5)	입력 값	: 각 입력항목에 자료 값을 기입. 단, 매립시설 고유 자료 및 국가자료를 사용하지 않을 경우 「별표14 27.고형폐기물의 매립」의 기본값 기입
(6)	적용 Tier	: 「별표14 27.고형폐기물의 매립」에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(7)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(8)	년도 및 입력항목	: 매립시설에 반입된 매립량을 매립 시작년도부터 최근까지 기재하고, k(메탄발생속도상수)는 폐기물 성상별로 기재. 또한, DOC(분해가능한 유기탄소 비율)가 년도별로 자료가 다를 경우 해당년도를 기재하나, 자료가 같을 경우에는 최근년도만 기재
(9)	폐기물 성상	: 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」 및 「지정폐기물 발생 및 처리현황」의 폐기물에 근거하여 기재
(10)	메탄 회수량	: 매립시설에서 LFG회수 시스템에 부착된 유량계로 측정된 값이나, 플래어링(flaring)된 메탄량(또는 LFG)을 유량계로 계측하였을 경우만 인정 (별도 관련자료 제시 요망)
(11)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(12)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(13)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)

16. 배출활동별 배출량 현황 (폐기물 분야 - 고형폐기물의 생물학적 처리)

(1)	배출활동[참고1]	코드		배출활동명	
(2)	배출시설[참고2]	일련번호		배출시설명	
(3)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)				

처리유형	(4) 입력항목	(5) 단위	(6) 값	(6) 건·습기준 구분 (건/습)	(7) 적용Tier	(8) 불확도 (%)	(9) 배출량 CO_2 [ton]	(9) 배출량 CH_4 [kg]	(9) 배출량 N_2O [kg]	(10) 소계 CO_2-eq [ton]
퇴비화	활동자료 1	[t]								
	배출계수 1-1	[gCH_4/kg]								
	배출계수 1-2	[gN_2O/kg]								
혐기성 소화	활동자료 1	[t]								
	배출계수 1	[gCH_4/kg]								
	(11) 합계(CO_2-eq ton)									

16. 배출활동별 배출량 현황표 (폐기물 분야 - 고형폐기물의 생물학적 처리) 작성 요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(3)	처리유형	: 퇴비화 및 혐기성소화 외에 다른 처리 유형이 있을 경우 변경 가능. (예, 폐기물전처리시설(MBT) 등)
(4)	입력항목	: 계산법 선택시 사용되는 활동자료, 배출계수, 메탄 회수량 정보를 기재. 단, 시설에서 처리하는 성상과 미리 기재된 성상이 다를 경우 변경 가능
(5),(6)	단위, 입력 값	: 활동자료의 경우 건기준 또는 습기준을 구분하여 기재하고, 배출계수는 활동자료 기준에 따라 해당되는 배출계수를 적용 (지침 별표14의 28. 고형폐기물의 생물학적 처리 참조).
(7)	적용 Tier	: 「별표14 28.고형폐기물의 생물학적 처리」에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(8)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(9)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(10)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(11)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)

17. 배출활동별 배출량 현황 (폐기물 분야 - 하·폐수 처리)

(1)	배출활동[참고1]	코드		배출활동명	
(2)	배출시설[참고2]	일련번호		배출시설명	
(3)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)				

처리유형	(4) 입력항목	(5) 단위	(6) 값	(7) 적용Tier	(8) 불확도 (%)	(9) 배출량 CO_2 [ton]	(9) 배출량 CH_4 [kg]	(9) 배출량 N_2O [kg]	(10) 소계 CO_2-eq [ton]
하수처리	BOD_{in} (유입 하수의 BOD 농도)	mgBOD/L							
	BOD_{out} (유출 하수의 BOD 농도)	mgBOD/L							
	Q_{in} (유입하수량)	m^3							
	배출계수(CH_4)	$kgCH_4/kgBOD$							
	메탄 회수량	$kgCH_4$							
	N_{in} (유입 하수의 질소농도)	mgN/L							
	N_{out} (유출 하수의 질소농도)	mgN/L							
	배출계수(N_2O)	kgN_2O-N/kgN							
폐수 처리***	COD_{in} (유입 폐수의 COD 농도)	mgCOD/L							
	COD_{out} (유출 폐수의 COD 농도)	mgCOD/L							
	Q_{in} (유입폐수량)	m^3							
	배출계수(CH_4)	$tCH_4/tCOD$							
	메탄 회수량	$kgCH_4$							
	(11) 합계(CO_2-eq ton)								

17. 배출활동별 배출량 현황표 (폐기물 분야_ 하·폐수) 작성 요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(3)	처리유형	: 하수처리 및 폐수처리 외에 다른 처리 유형이 있을 경우 변경 가능. (예, 분뇨처리, 축산폐수처리 등)
(4)	입력항목	: 계산법 선택시 사용되는 활동자료, 배출계수, 메탄 회수량 정보를 기재.
(5),(6)	단위, 입력 값	: 각 매개변수(활동자료, 배출계수, 메탄회수량 등)의 단위가 시설자료와 다를 경우 변경 가능하고, 각 입력항목에 자료 값을 기입.
(7)	적용 Tier	: 「별표14 29.하·폐수 처리 및 배출」에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(8)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(9)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(10)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(11)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)

18. 배출활동별 배출량 현황 (폐기물 분야 - 폐기물의 소각)

(1)	배출활동[참고1]	코드		배출활동명						
(2)	배출시설[참고2]	일련번호		배출시설명		(3)	배출구(굴뚝) 번호		(4)	굴뚝자체 번호	

(5)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)										연속측정법 (Tier 4 □)							
처리대상물질	(6)	(7)	(8)		(9)	(10)	(11)			(12)	(14)		(15)	(16)	(17)	(18)			(19)
	입력항목	단위	값	총량중 비중 (%)	적용Tier	불확도 (%)	배출량			소계	측정항목		단위	측정값	불확도 (%)	배출량			소계
							CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	CO_2-eq [ton]						CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	CO_2-eq [ton]
	활동자료1	[t]									배출가스 농도	CO_2	[%]						
	배출계수1	[tCO_2/t]										CH_4	[ppm]						
	활동자료2	[t]										N_2O	[ppm]						
	배출계수2	[tCO_2/t]										O_2	[%]						
	활동자료3	[t]										기타 가스							
	배출계수3	[tCO_2/t]										온도	[℃]						
		[t]									배출가스 유량		[m^3]						
		[tCO_2/t]																	
		[t]																	
		[tCO_2/t]																	
		[t]																	
		[$kgCH_4$/t]																	
		[gN_2O/t]																	
	(13) 합계(CO_2-eq ton)										(20) 합계(CO_2-eq ton)								

주) 성상별(종이류, 섬유류, 고무피혁류, 플라스틱류, 기타가연성 등) CO_2 배출계수(tCO_2/t) = 성상별 건조물질함량(dm) × 성상별 탄소함량(CF) × 성상별 화석탄소함량(FCF) × 성상별 산화계수(OX) × 44/12

18. 배출활동별 배출량 현황표 (폐기물 분야_ 폐기물의 소각) 작성 요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(3)	배출구(굴뚝) 번호	: Tier 4의 경우 배출구(굴뚝)의 번호를 기재 (CleanSys 혹은 수도권대기환경개선에 관한 특별법 상 배출구(굴뚝)번호를 기재)
(4)	굴뚝 자체관리번호	: 굴뚝(배출구)의 사업장 내 자체 관리번호를 기재
(5)	처리대상물질	: [참고5]의 처리대상물질로 소각된 폐기물에 해당하는 표를 찾아 기재. 단, 생활과 사업장이 혼재되어 있는 폐기물의 경우, 각각의 표에 작성.
(6)	입력항목	: 계산법 선택시 사용되는 활동자료, 배출계수 등을 기재. 단, 시설에서 소각하는 폐기물 성상과 미리 기재된 성상이 다를 경우 변경 가능하고, 변경된 배출계수를 제시해야 함.
(7)(8)	단위, 사용값, 총량 중 비중	: 각 매개변수(배출계수, 활동자료 등)의 단위를 입력하고 사용된 자료값을 기입. 또한, 활동자료의 경우 폐기물 총량 중 성상별 비중을 기재
(9)	적용 Tier	: 「별표14 30. 폐기물의 소각」 에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(10)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(11)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(12)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(13)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)
(14)	측정항목	: 연속측정법을 이용하여 배출량을 산정할 경우의 측정 항목
(15)(16)	단위, 측정값	: 연속측정법을 이용하여 배출량을 산정할 경우의 측정 항목별 단위를 입력하고 측정값 기재
(17)	불확도	: 각 측정항목별 측정 불확도 기재
(18)	배출량	: 연속측정법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(19)	소계	: 연속측정법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(20)	합계	: 연속측정법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)

19. 배출활동별 배출량 현황 (간접배출 - 외부 전기 사용)

(1)	배출활동[참고1]	코드					배출활동명							
계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)														
(2)			(3)	(4)	(5)	(6)			(7)			(8)		
배출시설[참고2]			전기사용량 (kWh)	적용Tier	불확도 (%)	배출계수			배출량			소계		
일련번호	배출시설명					CO_2 (tCO_2/MWh)	CH_4 ($kgCH_4$/MWh)	N_2O (kgN_2O/MWh)	CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	CO_2-eq [ton]		
(9) 전기사용량 합계(kWh)						(10) 배출량 합계(CO_2-eq ton)								

※ 전기사용량은 법정계량기가 부착된 최소 단위까지 작성

19. 배출활동별 배출량 현황표 (간접배출 - 외부 전기 사용) 작성 요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재. 단 계량기 부착 단위가 5번 양식의 배출시설 일련번호 및 [참고2]의 배출시설명과 일치하지 않을 경우 계량기가 부착 된 시설, 공정 및 건물 등을 기재
(3)	전기사용량	: 계량기가 설치된 각 시설의 연간 전기사용량 기재
(4)	적용 Tier	: 「별표14 31.외부에서 공급된 전력 사용」에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(5)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(6)	배출계수	: 계산에 사용된 각 물질별 배출계수 값을 기재
(7)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 값을 합계 기재
(8)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(9)	전기사용량 합계	: 배출시설별 전기사용량을 합한 사업장 총 전기사용량 기재
(10)	배출량 합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)

20. 배출활동별 배출량 현황 (간접배출 - 외부 열 사용)

(1)	배출활동[참고1]	코드					배출활동명							
계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)														
(2)			(3)	(4)	(5)	(6)			(7)					
배출시설[참고2]			열사용량 (GJ)	적용Tier	불확도 (%)	배출계수			배출량			소계		
일련번호	배출시설명					CO_2 (tCO_2/GJ)	CH_4 ($kgCH_4$/GJ)	N_2O (kgN_2O/GJ)	CO_2 [ton]	CH_4 [kg]	N_2O [kg]	CO_2-eq [ton]		
(8) 열사용량 합계(GJ)						(9) 배출량 합계(CO_2-eq ton)								

20. 배출활동별 배출량 현황표 (간접배출 - 외부 열사용) 작성 요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재. 단 계량기 부착 단위가 5번 양식의 배출시설 일련번호 및 [참고2]의 배출시설명과 일치하지 않을 경우 계량기가 부착 된 시설, 공정 및 건물 등을 기재
(3)	열사용량	: 계량기가 설치된 각 시설의 연간 열사용량 기재
(4)	적용 Tier	: 「별표14 31.외부에서 공급된 전력 사용」에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(5)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(6)	배출계수	: 계산에 사용된 각 물질별 배출계수 값을 기재
(7)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 값을 합계 기재
(8)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(9)	열사용량 합계	: 배출시설별 열사용량을 합한 사업장 총 열사용량 기재
(10)	배출량 합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)

6 생산품 및 공정별 원단위

21. 생산품 및 공정별 원단위

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	
공정/생산품명	배출활동	사용연료	에너지사용량 (TJ)	온실가스배출량 (tCO_2-eq)	연간생산량		원단위	
					생산량	단위	에너지원단위 (TJ/생산단위)	온실가스원단위 (tCO_2-eq/생산단위)

21. 생산품 및 공정별 원단위 작성 요령

(1)	공정/생산품명	: 원단위를 산출한 공정 및 생산품명 또는 원재료명을 기재 (단일 배출시설에서 다양한 종류의 제품을 생산할 경우 원재료 투입량을 입력)
(2)	배출활동	: [참고1]에 해당하는 코드와 활동명을 기재(특정 배출활동을 기준으로 배출시설별, 연료별 배출량 등을 기입)
(3)	사용연료	: (2)에서 연료연소가 기재된 경우 해당 연료 기재
(4)	에너지사용량	: (3)에 기재한 연료의 연간 사용량을 TJ 단위로 기재
(5)	온실가스배출량	: 각 배출활동별 온실가스배출량 기재
(6)	연간생산량	: 해당 제품 생산량(또는 원재료 투입량) 및 해당공정에 의한 생산품의 생산량(또는 원재료 투입량)과 단위 기재
(7)	원단위	: (4)및 (5)를 (6)으로 나눈 원단위 기재

* 비고, (1)과 (6)에서 원재료 투입량을 기입할 수 있는 경우로는, 단일 배출시설에서 다양한 제품을 생산하고 일부제품은 중간재로서 다른 제품의 원료로 사용되어 등 복잡한 생산구조를 갖고, 제품의 계량이 현실적으로 어려운(비용부담을 포함한다) 경우에 해당하는 업종 및 배출시설로 한정한다.

7 에너지판매실적

22. 에너지판매실적

(1)	(2)	(3)	(4)
판매에너지 종류	대상사업자명	연간판매량	배출계수 또는 관련 정보
전력			
열/증기			

22. 생산품 및 공정별 원단위 작성 요령

(1)	판매에너지 종류	: 전력, 열/증기 중 당해 사업장에서 생산, 조직경계 외부로 판매하는 에너지원 기재
(2)	대상사업자명	: 당해 사업장에서 생산한 에너지를 공급받는 사업자명 기재
(3)	연간판매량	: 연간 판매 총량 기재
(4)	배출계수 또는 관련 정보	열(스팀) 제공자는 지침 제52조제1항 및 별표 25에 따라 개발된 배출계수 또는 관련 자료를 사용자에 제공

8 온실가스 감축, 흡수, 제거 실적

23. 온실가스 감축, 흡수, 제거 실적

번호	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	유형 분류 [감축, 흡수, 제거]	실적 명칭	세부 내용	온실가스 저감량 [tCO_2-eq]	에너지 저감량 [TJ]
1					
2					
3					
4					
…					
합 계					

23. 온실가스 감축, 흡수, 제거 실적 현황 작성 요령

(1)	유형 분류	: 감축, 흡수, 제거 실적 중 해당 사항을 선택하여 기재
(2)	실적명칭	: 감축, 흡수, 제거 실적의 명칭을 별지7 [참고6], 별지8 [참고2]를 참조하여 기재
(3)	세부내용	: 감축, 흡수, 제거 실적의 세부 내용을 별지7 [참고6], 별지8 [참고2]를 참조하여 기재
(4)	온실가스 저감량	: 감축, 흡수, 제거를 통한 온실가스 저감량 기재
(5)	에너지 저감량	: 감축, 흡수, 제거를 통한 에너지 저감량 기재

9 온실가스 사용 실적 (오존파괴물질(ODS)의 대체물질 포함)

24. 온실가스 사용 실적

번호	(1)	(2)	사용량		회수량	
	온실가스 종류	사용 목적	(3) 제품당 주입량 또는 재충전량 (kg/제품)	(4) 총 사용량 (kg/yr)	(5) 제품당회수량 (kg/yr)	(6) 총회수량 (kg/yr)
1	CO_2					
2	N_2O					
3	SF_6					
4	PFCs					
…	…					

※ 제품 생산단계 또는 사용 단계에서의 온실가스 사용량, 재충전량 및 회수량을 기재한다(단, 전기설비를 제외한 제품 사용단계에서의 탈루에 의한 배출량은 보고하지 않는다)
이 항목에서 보고되는 온실가스 사용량은 사업장의 배출 총량에 합산하지 않는다.

24. 온실가스 사용 실적 작성 요령

(1)	온실가스 종류	: 사용되는 온실가스의 종류를 기재(오존대체물질은 발포제, 에어로졸 및 비에어로졸 용매, 냉장고와 에어컨의 냉매, 화재 방재용 설비 충진제 등으로 사용되는 불소계 온실가스)
(2)	사용 목적	: (1)에 언급된 목적을 기재
(3)	제품당 주입량 또는 재충전량	: 제품 생산시 단위 제품당 주입량 또는 사용시 재충전량 등 사용량 기재
(4)	총 사용량	: 제품 생산시 또는 재충전시 사용되는 연간 총 사용량 기재
(5)	제품당 회수량	: 단위 제품당 회수량 기재
(6)	총 회수량	: 총 회수량 기재

25. 전기 설비 사용에 따른 SF_6 및 PFCs 배출량

(1)	배출활동[참고1]	코드		배출활동명	
(2)	배출시설[참고2]	일련번호		배출시설명	

(3)	계산법 (Tier 1 □ Tier 2 □ Tier 3 □)							
세부 시설 종류	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)		(10)
	입력항목	단위	값	적용Tier	불확도 (%)	배출량		소계
						PFCs [kg]	SF_6 [kg]	CO_2-eq [ton]
	활동자료1	kg						
	배출계수1							
	활동자료2	kg						
	배출계수2							
	기타인자1							
	(11) 합계(CO_2-eq ton)							

※ 전기설비 사용에 따른 SF_6와 PFCs 배출량을 별표14에 따라 산정하여 기재하고 총 배출량에 합산한다.

25. 전기 설비 사용에 따른 SF_6 및 PFCs 배출량

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(3)	세부 시설 종류	: 절연 개폐기, 변압기 등 세부 설비 유형 기재
(4)	입력항목	: 계산법 선택시 사용되는 활동자료, 순발열량, 배출계수, 산화율 정보를 기재하고, 총 배출량 산정값을 기재
(5)	단위	: 각 매개변수(배출계수, 활동도, 산화계수 등)의 단위를 기입
(6)	값	: 각 매개변수(배출계수, 활동도, 산화계수 등)의 사용된 자료값을 기입
(7)	적용 Tier	: 별표14에 제시된 세부 배출활동별 산정방법론에 적용된 Tier 값(1~3)을 기재
(8)	불확도	: 각 매개변수의 측정불확도 결과(교정시험검사의 성적서 등을 활용 가능)를 기재 (활동도의 불확도는 필수, 기타변수는 선택사항)
(9)	배출량	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량 기재
(10)	소계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 배출량의 합을 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재
(11)	합계	: 계산법에 의해 산정된 온실가스 각 물질별 합계 기재 (CO_2 이외의 온실가스의 경우 [참고8]의 지구온난화지수(GWP)를 곱하여 tCO_2-eq 단위로 기재)

10 사업장 고유 배출계수(Tier 3) 개발 실적

26. 사업장 고유 배출계수(Tier 3) 개발 실적

(1)	배출활동[참고1]	코드		배출활동명	
(2)	배출시설[참고2]	일련번호		배출시설명	

번호	(5)		(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	계수의 종류		분석 항목	시험분석방법	분석장비	시험분석횟수 (시료채취횟수)	계수 산정식	계수 값	단위	불확도(%)
	연료/원료	계수								
1	석탄	CO_2 배출계수	탄소함량							
			재함량							
			수분함량							
			…							
2	…									
3	…									

※ 사업장 고유 계수 개발을 위한 시험분석결과 및 관련 자료를 첨부하여야 함

26. 사업장 고유 배출계수 개발실적 작성요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(3)	배출구(굴뚝) 번호	: Tier 4의 경우 배출구(굴뚝)의 번호를 기재 (CleanSys 혹은 수도권대기환경개선에 관한 특별법 상 배출구(굴뚝)번호를 기재)
(4)	굴뚝 자체관리번호	: 굴뚝(배출구)의 사업장 내 자체 관리번호를 기재
(5)	계수 종류	: Tier3 계산법 적용을 위해 개발된 계수의 종류(명칭) 기재
(6)	분석 항목	: 계수 개발을 위해 분석이 필요한 항목 기재
(7)	시험 방법	: 지침 별표21를 참고하여 계수 항목별 시험 방법을 기재
(8)	시험분석 횟수	: 지침 별표20을 참고하여 계수 항목별 시료채취 및 분석 횟수를 기재
(9)	계수 산정식	: 계수 항목별 산정식을 기재
(10)	계수 값	: 개발된 최종 계수 값 기재
(11)	단위	: 계수 항목별 단위 기재
(12)	불확도	: 지침 별표 16을 참고하여 개발된 계수 항목별 불확도를 산정 기재

11 굴뚝연속자동측정기에 의한 월간 온실가스 배출량 정보 현황

27. 굴뚝연속자동측정기에 의한 온실가스 배출량 정보 현황

(1)	배출활동[참고1]	코드					배출활동명								
(2)	배출시설[참고2]	일련번호					배출시설명		(3)	배출구(굴뚝) 번호		(4)	굴뚝자체 번호		

시각 (5)		CO_2			유량값			배출량 (kg)(9)	비고 (10)	연료코드 [참고3](11)	월 사용량 합계 (12)
		측정값(6)	대체코드(7)	대체값(8)	측정값(6)	대체코드(7)	대체값(8)				
1일	00:00										[t, kℓ, Nm^3]
	00:30									연료명 1	
	01:00										
	01:00										
										연료명 2	[t, kℓ, Nm^3]
31일	23:30										
월 배출량(ton) (13)											

27. 굴뚝연속자동측정기에 의한 월간 온실가스 배출량 정보 현황작성 요령

(1)	배출활동	: [참고1]의 배출활동명 및 해당 코드 기재
(2)	배출시설	: 5번 양식의 배출시설 일련번호, [참고2]의 배출시설코드 및 배출시설명 기재
(3)	배출구(굴뚝) 번호	: Tier 4를 적용하는 경우 배출구(굴뚝)의 번호를 기재 (CleanSys 혹은 수도권대기환경개선에 관한 특별법 상 배출구(굴뚝)번호를 기재)
(4)	굴뚝 자체관리번호	: Tier 4를 적용하는 경우 굴뚝(배출구)의 사업장 내 자체 관리번호를 기재
(5)	시각	: 연속자동측정기에 의해 측정된 30분 데이터의 일자 및 시각
(6)	측정값	: 연속자동측정기에 의해 측정된 30분 데이터
(7)	대체코드	: 지침에 수록된 대체자료 생성기준에 의한 결측자료의 종류 (1 ~ 6)
(8)	대체값	: 지침에 수록된 대체자료 생성기준에 의한 대체값
(9)	배출량	: 지침에 수록된 배출량 산정공식에 의한 해당 시각의 배출량(단위 : Kg)
(10)	비고	: 지침에 수록된 무효자료 선별기준에 근거가 되는 첨부자료의 파일명
(11)	연료코드 및 연료명	: [참고3]에 해당하는 연료코드와 명칭을 기재
(12)	월 사용량 합계	: 배출시설이 고정연소시설일 경우 사용 월 연료량을 기재
(13)	합계	: 연속측정법에 의해 산정된 온실가스의 합계 기재

※ 연속측정에 의한 실시간 측정자료 및 관련자료는 자료량이 방대하여 위 형식에 따라 마이크로소프트 엑셀 파일로 제출

※ (비고)의 근거가 되는 자료는 파일로 첨부

12 명세서 작성관련 기타 참고 사항

28. 명세서 작성관련 기타 참고 사항	(1)	일련번호	사업장명	사업자 등록번호

번호	(2) 해당 명세서 서식명	(3) 항 목	(4) 세부 내용
1	(예시) 9. 배출활동별 배출량 현황 (고정연소 분야)	(예시) 바이오매스 사용에 따른 에너지 사용량 산정을 위한 총 발열량관련	(조치 예시1) 바이오매스별 총 발열량이 제시되지 않았으므로 순발열량을 이용하여 에너지 사용량을 산정하였음 ex) 목탄 : 29.5 TJ/Gg (조치 예시2) 바이오매스별 총 발열량이 제시되지 않았으므로 바이오매스의 수분함량, 수소함량, 산소함량을 분석하여 아래의 식을 이용하여 총발열량으로 환산하였음 순발열량 = 총발열량 - 0.212H - 0.0245M - 0.008Y M : 수분 비율, H : 수소 비율, Y : 산소 비율
2			
3			

28. 명세서 작성관련 기타 참고사항 작성 요령

(1)	사업장명, 일련번호	: 1-1번 양식의 사업장이름, 사업자 등록번호, 사업장일련번호를 기재
(2)	해당 명세서 서식명	: 기타 내용의 해당 명세서 서식번호와 명칭을 기재
(3)	항 목	: 명세서 작성시 기타 사항 참고 사항 항목 기재
(4)	세부 내용	: 명세서 작성시 기타 사항에 대한 조치결과를 구체적으로 기재

[참고]

명세서 작성 참고자료

[참고1] 배출활동 코드

코드	배출활동명	코드	배출활동명	코드	배출활동명
1001	고체연료연소	4001	시멘트 생산	5001	고형폐기물의 매립
1002	기체연료연소	4002	석회 생산	5002	고형폐기물의 생물학적처리
1003	액체연료연소	4003	탄산염의 기타 공정사용	5003	하·폐수 처리 및 배출
		4011	석유정제활동	5004	폐기물의 소각
2001	이동연소(항공)	4012	암모니아 생산		
2002	이동연소(도로)	4013	질산 생산	6001	간접배출(외부전기사용)
2003	이동연소(철도)	4014	아디프산 생산	6002	간접배출(외부 열사용)
2004	이동연소(선박)	4015	카바이드 생산		
3001	석탄의 채굴 및 처리	4016	이산화티탄 생산	7001	기타
3002	원유 및 천연가스 시스템	4017	소다회 생산		
		4018	석유화학제품생산(메탄올)		
		4019	석유화학제품생산(에틸렌)		
		4020	석유화학제품생산(EDC)		
		4021	석유화학제품생산(VCM)		
		4022	석유화학제품생산(EO)		
		4023	석유화학제품생산(AN)		
		4031	석유화학제품생산(카본블랙)		
		4041	불소화합물생산(HCFC-22 생산)		
		4042	철강생산		
		4043	합금철 생산		
		4044	아연생산		
		4051	납생산		
		4052	전자산업(반도체)		
		4053	전자산업(디스플레이)		
		4061	전자산업(광전지)		
		4062	오존층파괴물질의 대체물질 사용		
		4063	오존층파괴물질의 대체물질 사용(전기설비)		

[참고2] 배출시설 코드

코드	배출시설명	코드	배출시설명	코드	배출시설명
0001	개질공정	0031	소각보일러	0061	전로
0002	건축물	0032	소결로	0062	전해로
0003	고속차량(철도)	0033	소성시설(kiln)	0063	절연제 사용 시설
0004	공공하수처리시설	0034	소화약제 사용 시설	0064	증착시설
0005	공정 연소시설	0035	수상항해 선박(국내 운항)	0065	질산 제조 시설
0006	관리형매립시설	0036	수소제조 공정	0066	차단형 매립시설
0007	기타	0037	승용 자동차	0067	천연 소다회 생산 공정
0008	기타로	0038	승합 자동차	0068	촉매재생공정
0009	기타 불소화합물 생산 공정	0039	식각시설	0069	축산폐수공공처리시설
0010	기타 선박	0040	아디프산 생산 시설	0070	카본블랙 생산 시설
0011	기타 자동차(비도로)	0041	아연제련공정	0071	칼슘 카바이드 제조 시설
0012	기타 항공기	0042	아크릴로니트릴 생산 공정	0072	코크스 제조 공정
0013	기타 하·폐수 처리시설	0043	암모니아 소다회 제조시설	0073	코크스로
0014	냉동 및 냉방용 냉매 사용 시설	0044	약품회수시설	0074	특수 자동차
0015	대기오염물질 방지시설	0045	어선	0075	특수차량
0016	디젤기관차	0046	에어오졸 용매사용 시설	0076	특정폐기물 소각시설
0017	디젤동차	0047	에틸렌 옥사이드 생산 공정	0077	평로
0018	메탄올 생산 공정	0048	열병합 발전시설	0078	폐가스소각시설
0019	메탄화 공정	0049	염화비닐 모노머 생산 공정	0079	폐수소각시설
0020	민간항공기(국내 운항)	0050	온실가스 기타 사용 시설	0080	폐수종말처리시설
0021	발전용 내연기관	0051	용선로 또는 제선로	0081	호기성·혐기성 분해시설
0022	발포제 사용 시설	0052	용융·용해시설	0082	화력 발전시설
0023	배소로	0053	이륜 자동차	0083	화물 자동차
0024	배연탈황시설	0054	일관제철 공정	0084	CO2 제거 및 회수공정
0025	변성공정	0055	일반 보일러시설	0085	HCFC-22 생산 공정
0026	분뇨처리시설	0056	일반폐기물 소각시설		
0027	비닐 클로라이드 모노머 생산 공정	0057	적출물 소각시설	0091	소규모배출시설
0028	비도로 및 기타 자동차	0058	전기기관차		
0029	비에어로졸 용매사용 시설	0059	전기동차		
0030	사료화·팀비화·소멸화·부숙토생산시설	0060	전기로(전기아크로)		

[참고3] 연료코드

코드	연료명	코드	연료명	코드	연료명	코드	연료명
11	원유	31	백유(용제)	51	천연가스(LNG)	71	수피
12	오리멀젼	32	B-A유	52	코크스가스	72	유기성폐기물 형태
13	천연가스액	33	B-B유	53	고로가스	73	폐목재
14	휘발유	34	B-C유	54	전로가스	74	펄프 및 제지
15	항공유	35	프로판	55	도시가스(LNG)	75	동/식물성 기름
16	제트용 가솔린(JP-8)	36	부탄	56	도시가스(LPG)	76	음식물쓰레기
17	제트용 등유 (JET A-1)	37	기타석유제품(기타)	57	부생연료 1호	77	축산분뇨
18	실내 등유	38	기타액체연료	58	부생연료 2호	78	하수슬러지 등
19	혈암유	39	국내무연탄	59	기타 기체연료	79	해조류, 조류
20	가스/디젤 오일(경유)	40	수입무연탄	60		80	수생식물 등
21	보일러 등유	41	원료용 유연탄	61	전기	81	바이오에너지
22	액화석유가스(LPG)	42	연료용 유연탄	62	스팀	82	생물유기체 변환형태
23	에탄	43	하위 역청탄(아역청탄)	63	기타연료	83	바이오가스
24	나프타(납사)	44	갈탄	64	바이오매스	84	바이오에탄올
25	역청(아스팔트)	45	코크스	65	농업작물(유채, 옥수수 등) 형태	85	바이오액화유 및 합성가스
26	윤활유	46	기타 고체연료	66	농임산부산물 형태	86	매립지가스(LFG)
27	석유 코크스(석유코크)	47		67	간벌목	87	바이오디젤
28	정유공장 원료(정제연료)	48		68	볏집	88	땔감
29	정유가스(정제가스)	49		69	왕겨	89	우드칩
30	접착제(파라핀왁스)	50		70	건초	90	목탄
						91	폐기물에너지 중 바이오매스 부문
						92	RDF
						93	RPF
						94	폐기물 유화/가스화 등

[참고4] 연료단위코드

코드	단위	연 료 명	코드	단위	연 료 명	코드	단위	연 료 명
02	㎘	원유	02	㎘	에탄	10	톤	무연탄
		오리멀젼			나프타(납사)			원료용 유연탄
		천연가스액			역청(아스팔트)			연료용 유연탄
		자동차용 가솔린(휘발유)			윤활유			하위 역청탄(아역청탄)
		항공용 가솔린			석유 코크스(석유코크)			갈탄
		제트용 가솔린(JP-8)			정유공장 원료(정제연료)			코크스
		제트용 등유 (JET A-1)			정유가스(정제가스)			기타
		기타 등유(실내 등유, 보일러 등유)			접착제(파라핀왁스)	05	천㎥	천연가스(LNG)
		혈암유			정유가스(정제가스)			코크스가스
		가스/디젤 오일(경유, B-A)			접착제(파라핀왁스)			고로가스
		잔여 연료유(B-B, B-C)			백유(용제)			전로가스
		액화석유가스(LPG)			기타석유제품(기타)	24	KWh	전기
						해당코드		기타(상기미포함연료)

[참고5] 소각물질코드

소 각 물 질 코 드	소 각 물 질 명
01	생활폐기물
02	일반사업장폐기물
03	지정폐기물
04	고형 폐기물 연료 (RDF 등)

[참고6] 원료, 제품, 소각물질 단위코드

코 드	단 위	항 목	코 드	단 위	항 목
02	㎘	원료량, 제품량	10	톤	소각물질
05	천㎥				
10	톤				
16	㎞				
19	천개				
22	㎢				

[참고7] 바이오매스 취급물질

코드	바이오매스 종류	코드	바이오매스 종류	코드	바이오매스 종류
1000	바이오매스	1303	동/식물성 기름	2201	매립지가스(LFG)
1101	농업작물(유채, 옥수수 등) 형태	1304	음식물쓰레기	2301	바이오디젤
1200	농임산부산물 형태	1305	축산분뇨	2302	땔감
1201	간벌목	1306	하수슬러지 등	2303	우드칩
1202	볏집	1401	해조류, 조류	2304	목탄
1203	왕겨	1402	수생식물 등	3000	폐기물에너지 중 바이오매스 부문
1204	건초	2000	바이오에너지	3001	RDF
1205	수피	2100	생물유기체 변환형태	3002	RPF
1300	유기성폐기물 형태	2101	바이오가스	3003	폐기물 유화/가스화 등
1301	폐목재	2102	바이오에탄올		
1302	펄프 및 제지	2103	바이오액화유 및 합성가스		

[참고8] 온실가스 (지구온난화지수)

코드	온실가스 명	화학식	GWP	코드	온실가스 명	화학식	GWP
01	이산화탄소	CO_2	1	13	HFC-143a	$C_2H_3F_3$	3,800
02	메탄	CH_4	21	14	HFC-227ea	C_3HF_7	2,900
03	아산화질소	N_2O	310	15	HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	6,300
04	HFC-23	CHF_3	11,700	16	HFC-245ca	$C_3H_3F_5$	560
05	HFC-32	CH_2F_2	650	17	PFC-14	CF_4	6,500
06	HFC-41	CH_3F	150	18	PFC-116	C_2F_6	9,200
07	HCF-43-10mee	$C_5H_2F_{10}$	1,300	19	PFC-218	C_3F_8	7,000
08	HFC-125	C_2HF_5	2,800	20	PFC-318	$c-C_4F_8$	7,000
09	HFC-134	$C_2H_2F_4$	1,000	21	PFC-31-10	C_4F_{10}	8,700
10	HFC-134a	CH_2FCF_3	1,300	22	PFC-41-12	C_5F_{12}	7,500
11	HFC-152a	$C_2H_4F_2$	140	23	PFC-51-14	C_6F_{14}	7,400
12	HFC-143	$C_2H_3F_3$	300	24	육불화황	SF6	23,900

* GWP(Global Warming Potential) : 지구온난화지수, * 출처: IPCC 2차 평가보고서

[별지 제9호 서식]

공평성 위반 여부 자가진단표(제61조제2항 관련)

조사대상				
	피검증자명		사업자(법인)등록번호	
	소 재 지		담당자/연락처	
	업 종		조 사 일	

항목	세 부 항 목	조사 내용
경영·재무의 공평성	· 검증기관과 피검증자는 다른 법인인지?	
	· 최근 2년간 검증기관과 피검증자 상호간에는 동업관계 또는 회계기록 및 재무재표작성 대행, 재무정보체제 구축 운영, 내부감사, 보험·자금 대부 등과 관련된 관계가 있었는지?	
	· 검증기관의 등기이사(감사 포함) 중 피검증자의 등기이사(감사 포함)가 있거나 최근 2년간 검증대상 업체에서 근무한 경우가 있었는지?	
검증의 공평성	· 검증기관(소속 검증심사원 내지 검증심사원보에게도 해당된다)이 최근 2년간 피검증자에 대해 온실가스 또는 에너지와 관련한 인벤토리, 감축 프로젝트와 관련된 업무수행 또는 자문을 수행하였거나 진행 중인 사항이 있는지?	
	· 검증팀이나 내부심의팀에 속한 검증심사원 중 최근 2년간 검증 대상 업체에서 근무하였거나 등기이사(감사포함)가 포함되어 있는지?	
	· 검증기관 또는 검증팀이나 내부심의팀에 속한 검증심사원은 최근 2년간 검증 대상 업체에 소속되어 온실가스 배출활동에 대한 연구·개발 업무를 수행하였거나, 최근 2년간 온실가스 배출시설에 대한 설치운영관리 업무 내지 자문을 실시하지 않았는지?	
외부감축 및 조기행동	· 검증대상인 온실가스 외부감축 내지 조기행동에 속하는 사업의 타당성 평가와 검증을 동시에 수행하고 있지 않은지?	
조사자 의견	□ 적합 □ 부적합 ※ 모든 항목이 적합한 경우 적합으로 판정	
특기 사항		

년 월 일

조사자(검증심사원) 직위 : 성명 : (서명)

210㎜×297㎜[신문용지 54g/㎡(재활용품)]

[별지 제10호 서식]

온실가스 배출량 검증 체크리스트(제61조제4항 관련)

1. 검증 개요

검증대상 업체명		
사업장명		
검증대상년도		
검증일자		문서검토 : 년 월 일 ~ 년 월 일
		현장검증 : 년 월 일 ~ 년 월 일
담당자	성 명	
	전화/휴대폰	
	FAX	
	E-mail	
검증팀		팀장 :
		팀원 :
		외부 기술전문가 :

2. 문서검토 및 리스크 분석

2.1 현장 검증 전 확인 문서

자료명	확보여부	검증심사원 의견
1. 운영경계(Scope 1, 2, 3)		
2. 모니터링 및 보고 방법		
3. 사업장 온실가스 데이터 관리시스템		
4. 사업장 공정흐름현황		
5. 에너지 흐름도 및 배출시설에 대한 도면		
6. 온실가스 배출량 계산방법		
7. 이전 배출량 정보		
8. 기 타		

※ *참고사항이며, 현장에서 확인 가능*

2.2 조직현황 파악

1. 조직경계 및 운영경계의 적절한 적용여부를 파악하고, 배출활동 및 배출시설, 특이사항 등에 대한 일반적인 내용을 기록한다.(운영경계, 조직현황, 배출활동, 배출시설, 특이사항, 주요담당자, 데이터 관리시스템 등)
2. 적용된 Scope을 벗어나는 배출활동이 있는지 확인

2.3 온실가스 모니터링 및 보고계획 검토

1. 모니터링 및 보고 절차에 대해 기록(온실가스 관리절차, 책임권한 확인)
2. 피검증자의 모니터링 및 보고절차에 따른 준수사항 점검·기록

2.4 데이터 관리시스템과 조직환경 파악

1. 온실가스 관련 데이터 및 정보의 수집·평가·분석·관리체계에 대한 확인 및 기록
2. 확인된 데이터 관리체계의 품질확보에 방해가 되는 예상 요인 기록
3. 데이터 관리의 책임권한 및 제3자 보증관리체계 확인

2.5 리스크 평가

1. 온실가스 데이터의 불일치, 오류의 적절한 리스크 수준을 평가하기 위한 사전리스크 분석결과를 기록
2. 주요배출원 중심으로 리스크관리에 초점을 맞출 것
3. 데이터의 중요성과 관련하여 리스크 수준을 평가·기록, 리스크가 높은 분야는 테스트 결과를 포함하여 검증팀의 이론적 설명 기재

2.6 검증계획 수립

1. 검증대상, 방법 등을 서술한 전략분석결과와 사전리스크 분석결과를 바탕으로 검증계획을 수립 *2. 검증계획은 다음을 포함하여야 한다.* *•데이터 샘플링 계획* *•현장검증 일정 및 개별 온실가스 배출시설 문서 및 데이터에 대한 평가* *•정확하고 투명하게 방법론에 따라 진행되었음을 보증하는 문서* *•배출계수가 올바르게 적용되었음을 보증할 수 있는 데이터* *•데이터수집에 대한 측정형태(측정장비의 승인 여부, 모니터링 계획에의 적합성, 유효한 검교정 관리 등)*

3. 현장검증 체크리스트

체크항목	검증팀 의견	지적 일자	지적사항 목록참조
1. 온실가스 산정기준 대비 체크			
현장검증 실시			
배출시설의 숫자, 위치, 서술이 명세서와 일치하는지 여부			
연료 및 원자재의 이송흐름이 보고서와 일치하는지 여부			
모든 측정장비 관련 정보가 보고서와 일치하는지 여부			
모니터링 및 측정시스템의 불확도 관리상태 확인			
모니터링 및 측정장비의 불확도 관리상태 확인			
모니터링 및 측정장비의 검교정관리상태 확인			
분석실험기관의 성적서를 활용한 경우, ISO17025 승인을 득한 실험실인지 여부			
표준 온도와 압력 하에서 교정이 이루어졌는지 여부			
측정장비 고장 및 관리실패시 대응방안 여부			
가스비 사용 청구서 관리상태 확인			
고체연료 및 액체 연료 관리상태, 재고관리 및 기록여부			
공정배출시설의 관리상태			

체크항목	검증팀 의견	지적 일자	지적사항 목록참조
2. 활동자료의 정확성에 대한 체크			
배출량 산정에 사용된 연료 사용량의 근거데이터 검증			
누락된 데이터 여부			
열량계수의 일치 여부			
배출량 산정상 오류 여부			
데이터 소스의 누락 여부			
3. 배출계수의 정확성			
온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법에 명시된 배출계수 사용 여부			
해당 연도 배출계수의 변경 여부			
산화계수가 적절히 적용되고 있는지 여부			
4. 데이터 관리시스템 및 Q&A			
책임권한 명시 여부			
데이터 관리 절차의 수립·유지 여부			
온실가스 관리시스템에 대한 내부심사 운영 여부			
이전 데이터와의 비교검토 관리 여부			
시정조치에 대한 설치 운영 여부			
환경경영시스템과 연계된 관리 상태 확인			
문서 및 기록관리 상태 확인			

[별지 제11호 서식]

배출량 검증결과 조치 요구사항 목록(제62조제2항 관련)

세부정보	
피검증자명	
사업장명	
주소	
검증팀	
검증일시	

No.	DATE	조치 요구사항	시정내용	시정조치의 효과성 검증	검증심사원

※ 동 서식을 토대로 수정 가능

[별지 제12호 서식]

온실가스 배출량 검증 보고서(제64조제1항 관련)

온실가스 배출량 및 에너지 소비량 명세서에 대한 검증보고서

20XX. X. XX.

검증대상업체	업 체 명			
	법인등록번호		대표자	
	소재지			
	담당자 부 서 명		성 명	
	담당자 연락처	Tel. , Fax.		
	담당자 E-mail			
검증기관	기 관 명		검증분야	
	등록번호			
	대 표 자			
	소 재 지			
검증팀	검증심사원	*OOO(보유전문분야), OOO(보유전문분야), ...*		
	검증심사원보			
	기술전문가	*OOO(전문분야), OOO(전문분야), ...*		

※ 1. 다수의 사업장을 관리하는 업체의 경우 대표법인 및 대표담당자를 기재할 것
2. 다수의 검증기관이 컨소시움을 구성하여 검증을 수행할 경우, "검증기관 및 검증팀"란은 검증보고서에 대한 최종 책임을 지는 대표 검증기관을 기재할 것

0 참여 검증기관 정보(해당되는 경우만 작성)

일련번호	검증기관명	등록번호	대표자	심사원	분야	심사원보	분야	비 고 (담당사업장 일련번호)
	대표검증기관							
	검증기관1							
	⋮							
⋮								

※ 다수의 검증기관이 컨소시움을 구성하여 참여한 경우에만 작성

1 사업장별 정보

일련번호	사업장명	사업장정보					검증정보				
		소재지	대표자	담당자정보			검증방식		검증기간	수행 검증기관	수행검증 심사원 (전문분야)
				부서명	성 명	연락처	문서 검토	현장 검증	XX.X.X ~ X.X		
⋮											

2 세부 검증내용

□ 부지 경계 및 배출원

일련번호	사업장명	사업장 정보				배출원정보					
		사무실	발전 설비	생산 설비	폐기물 처리 시설	연료 연소	공정 배출	탈루 배출	폐기물 소각	이동 연소	간접 에너지
⋮											

※ 모든 사업장에 대하여 해당사항이 있는 칸에 O을 check한다.

온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법에 따라 부지 경계 및 배출원이 식별·파악되었는지에 대해 평가하고 그 결과를 기술한다.
보고 대상 기간 중 변경사항(부지, 설비 등)에 대해 기술한다.

일련번호	사업장명	세부내용	심사원

※ 부지경계 파악 오류 또는 보고 대상 기간 중 변경이 발생한 사업장에 대해서만 해당 사업장명과 일련번호를 기재하고 내용을 기술한다. 이하 같다.
※ 적정한 사업장에 대하여는 사업장명에 "나머지"로 표기하고 해당사항 기재란에 "적정하게 식별·파악 되었음"을 기재한다. 이하 같다.

□ 산정 대상 범위

배출량 보고 대상에서 제외된 배출시설 및 사업장에 대해 그 합리성을 평가하고 그 결과를 기술한다.
온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법 및 「온실가스 관리업체 지정 및 관리 지침」에 따라 극소배출원 또는 소량배출사업장으로 판단되었는지, 그 근거가 합리적으로 받아들일 수 있는지가 포함될 수 있다.

일련번호	사업장명	세부내용	심사원

□ 발열량, 배출계수 및 전환계수 등 매개변수

배출량 산정에 적용된 발열량, 배출계수 등이 적절한지에 대해 판단하고, 그 결과를 기술한다. 제출한 「이행계획」에서 제시한 배출계수를 사용하고 있는지, 피검증자가 「이행계획」에 제시된 연료 등을 실제 사용하고 있는지 등이 포함될 수 있다.

일련번호	사업장명	세부내용	심사원

□ 활동자료 및 배출량 산정

활동자료가 적절하게 수집되었는지, 배출량 산정방법은 적절한지를 판단하고 그 결과를 기술한다(사용된 연료, 에너지원, 공정배출 물질 등을 기재).
「이행계획」 및 온실가스 배출량 등의 산정·보고 방법에 따라 활동자료 수집 및 배출량 산정이 이루어졌는지가 포함될 수 있다.

일련번호	사업장명	세부내용	심사원

□ 기타「이행계획」 및 「산정·보고 지침」 준수 여부

활동자료에 대한 모니터링, QA/QC 및 사업장 고유 배출계수 개발의 적정성 등 기타 「이행계획」 준수여부 및 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」에 따라 명세서가 작성되었는지 여부 등을 판단하고 그 결과를 기술한다.

일련번호	사업장명	세부내용	심사원

3 발견사항

□ 조치 요구사항

일련번호	사업장정보		조치 요구사항	시정내용	시정조치 내용 평가 (배출량 변경내용 등)	비 고 (심사원)
	일련번호	사업장명				

※ 검증을 실시하면서 수정조치를 요구한 사항에 대해 기재하고, 그에 따른 시정내용과 적정성에 대해 기재한다.

□ 권고사항

해당사항이 있을 경우, 향후 모니터링 또는 배출량·소비량 산정·보고시 개선을 위한 권고사항에 대해 기재한다.

일련번호	사업장명	세부내용

4 검증결론

□ 검증 전 온실가스 배출량 및 에너지 소비량

일련번호	사업장명	연간 온실가스 배출량 (ton CO_2_eq)			연간 에너지 소비량 (TJ)			
		직접배출 (scope1)	간접배출 (scope2)	총 량	연 료 사용량	전 기 사용량	스 팀 사용량	총 량
⋮								
관리업체 총계								

※ 명세서에 기재된 사업장별 온실가스 배출량 및 에너지 소비량을 기재

□ 검증 후 확정 온실가스 배출량 및 에너지 소비량

일련번호	사업장명	연간 온실가스 배출량 (ton CO_2_eq)			연간 에너지 소비량 (TJ)			
		직접배출 (scope1)	간접배출 (scope2)	총 량	연 료 사용량	전 기 사용량	스 팀 사용량	총 량
⋮								
관리업체 총계								

※ 명세서 상의 사업장 일련번호에 따라 기재할 것

☐ 검증 전 온실가스 종류별 배출량

운영경계		CO_2 (tCO_2eq)	CH_4 (tCO_2eq)	N_2O (tCO_2eq)	$PFCs$ (tCO_2eq)	$HFCs$ (tCO_2eq)	SF_6 (tCO_2eq)	총배출량 (tCO_2eq)
직접배출	소 계							
	고정연소							
	이동연소							
	공정배출							
	탈루배출							
	기타(폐기물)							
간접배출	소 계							
	전 기							
	스 팀(열)							
계								

☐ 검증 후 확정 온실가스 종류별 배출량

운영경계		CO_2 (tCO_2eq)	CH_4 (tCO_2eq)	N_2O (tCO_2eq)	$PFCs$ (tCO_2eq)	$HFCs$ (tCO_2eq)	SF_6 (tCO_2eq)	총배출량 (tCO_2eq)
직접배출	소 계							
	고정연소							
	이동연소							
	공정배출							
	탈루배출							
	기타(폐기물)							
간접배출	소 계							
	전 기							
	스 팀(열)							
계								

첨부파일(Upload)
사업장별 검증체크리스트 및 기타 관련 첨부 자료

5 검증의견

검증 대상, 검증기준, 검증절차, 검증의 한계, 발견된 중요한 예외사항, 검증의견(적정, 조건부 적정, 부적정) 및 종합적인 의견 등 검증기관이 필요하다고 판단되는 내용에 대해 간단명료하게 기술한다.

20XX년 X월 XX일

검증기관 :

대 표 : (인)

6 내부심의 과정 및 결과[검증기관 내부보관용]

구 분	사업장정보		심의의견	사 유
	일련번호	사업장명		
검증계획				
산정방법검토				
활동자료 등 정보확인				
검증의견				
기타				

내부심의를 수행한 검증심사원(팀 장)

성 명 : (인)

7 기타 검증과 관련된 사항[검증기관 내부보관용]

☐ 인터뷰 명단

사업장정보		면담자정보			면담일시	인터뷰 내용
일련번호	사업장명	성 명	부서	직위		

☐ 검증자료

사업장정보		담당자정보			문서 / 자료명
일련번호	사업장명	성 명	부서	직위	

[별지 제13호 서식]

온실가스 감축 및 에너지 절약이용효율 목표 이행실적 보고 양식

(제67조제2항 관련)

온실가스 감축목표 등의 이행실적 보고서

「저탄소녹색성장기본법」 제42조제6항 및 같은 법 시행령 제30조제4항에 따라 당사(사업장)의 온실가스 감축목표 등의 이행실적을 아래와 같이 보고합니다.

년 월 일

보고인 (서명 또는 인)

농수산식품부 장관
지식경제부 장관
환경부장관
국토해양부 장관 귀하

1 관리업체 총괄 정보

1. 업체(법인)에 대한 일반정보

(1)	법 인 명		(2)	대표자		(3)	대상년도	2010
(4)	법인등록번호	-		(5)	대표업종			
(6)	법인 소재지			(7)	법인 전화번호			
(8)	법인담당부서		(9)	법인 담당자		(10)	직 급	
(11)	담 당 자 전화번호		(12)	담당자 휴대폰		(13)	담당자 이메일	
(14)	주요 생산제품 또는 처리물질		(15)	연간 생산량 또는 처리량		(16)	상 시 종업원수	
(17)	당해연도 매 출 액		(18)	당해연도 에너지비용		(19)	자본금	
(20)	중소기업여부							

1-1. 사업장 목록

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
사업장 일련번호	사업장명	사업자등록번호	사업장 대표자	사업장 업종	사업장 소재지	소량배출사업장 여부
사업장 01	사업장명					
사업장 02						

※ 사업장기준으로 관리업체로 지정된 경우, 1-1을 생략할 수 있다.

1. 관리업체에 대한 일반정보 작성요령

(1)	관리업체 법인명	: 관리업체 본사 법인명을 기재 정식명칭 기재
(2)	대표자	: 관리업체 법인의 대표자명을 기재
(3)	대상년도	: 보고대상연도 기재
(4)	법인등록번호	: 당해 법인의 사업자등록번호를 기재
(5)	대표업종	: 표준산업분류에 의한 당해법인의 대표업종 기재
(6)	법인 소재지	: 법인의 본사 소재지를 기재. 본사가 별도로 없을 시, 업체 명세서를 제출하는 대표사업장의 주소를 기재
(7)	법인 전화번호	: 법인의 본사 대표전화번호를 기재
(8)	법인 담당부서	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 부서명 기재
(9)	법인 담당자	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자 기재
(10)	법인 담당자 직급	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 직급 기재
(11)	법인 담당자 전화번호	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 사무실 전화번호 기재
(12)	법인 담당자 휴대전화	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 휴대전화번호 기재
(13)	법인 담당자 이메일	: 법인의 총 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 이메일 주소 기재
(14)	주요생산제품 또는 처리물질	: 사업장 업종분류에 따른 주요 생산제품을 기재 단, 폐기물부문은 표준산업분류의 세세분류 항목을 기재
(15)	연간 생산량	: 주 생산제품의 연간 생산량을 기재 단, 폐기물부문은 처리량을 기재
(16)	상시 종업원수	: 사업장 내 상시종업원 수 기재
(17)	당해연도 매출액	: 해당 법인의 배출량산정 조직경계에 해당하는 사업장을 모두 합산한 명세서 보고 당해연도 매출액(개별재무제표를 따른다.) 기재
(18)	당해연도 에너지비용	: 해당 법인의 배출량산정 조직경계에 해당하는 사업장을 모두 합산한 명세서 보고 당해연도의 에너지비(원료구입비는 제외)를 기재
(19)	자본금	: 사업장의 당해연도 자본금 기재
(20)	중소기업여부	: "중소기업기본법" 제2조에 의한 중소기업이면 1, 중소기업이 아니면 0을 기재

1-1. 사업장 목록 일반정보 작성요령

(1)	사업장일련번호	: 사업장별 일련번호 기재
(2)	사업장명	: 법인 내 사업장명 기재
(3)	사업자등록번호	: 세무서에서 신고 된 당해 사업장의 사업자등록번호를 기재
(4)	사업장대표자	: 해당사업장의 대표자명을 기재
(5)	업종	: 표준산업분류에 의한 업종
(6)	소재지	: 사업장소재지를 기재하되 반드시 번지 이하까지 기입
(7)	소량배출사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 1~3번 항목만을 기재할 수 있다)

2. 업체(법인)의 온실가스배출량 및 에너지사용량 총괄

(1)	(2)	(3)			(4)				(6)
사업장 일련번호	사업장명	연간 온실가스배출량 (tCO2e)		총 량 (tCO2e)	연간 에너지사용량 (MJ)			총 량 (TJ)	소량배출 사업장여부
		직접배출 (Scope1)	간접배출 (Scope2)		연 료 사용량	전 기 사용량	스 팀 사용량		
사업장 01	사업장명								
사업장 02									
사업장 03									
(5)	관리업체 합계								

2. 온실가스배출량 및 에너지사용량 작성요령

(1)	사업장일련번호	: 1-1번에서 기재한 사업장별 일련번호 기재
(2)	사업장명	: 법인 내 사업장명 기재
(3)	연간 온실가스배출량	: 사업장별 온실가스배출량을 기재
(4)	연간 에너지사용량	: 사업장별 에너지사용량을 기재
(5)	관리업체 합계	: 사업장별 온실가스배출량 또는 에너지사용량을 모두 합하여 기재
(6)	소량배출사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 1~3번 항목만을 기재할 수 있다)

2 사업장 일반정보

3. 사업장에 대한 일반정보

(1)	사업장명		(2)	대표자		(3)	사업장 일련번호	
(4)	사업자등록번호		(5)	구분 번호		(6)	업 종	
(7)	사업장 소재지		(8)	사업장 전화번호				
(9)	사업장담당부서		(10)	사업장 담당자		(11)	직 급	
(12)	담 당 자 전화번호		(13)	담당자 휴대폰		(14)	담당자 이메일	
(15)	주요 생산제품 또는 처리물질		(16)	연간생산량 또는처리량		(17)	상 시 종업원수	
(18)	당해년도매출액		(19)	당해연도 에너지비용		(20)	자본금	

※ 관리업체 내 사업장 수만큼 이후 양식을 작성

3. 사업장에 대한 일반정보 작성요령

(1)	사업장명	: 해당사업장의 정식명칭을 기재. (예) (주)한국기업, Philips LCD(주) 안산공장 등
(2)	대표자	: 해당사업장의 대표자명을 기재
(3)	사업장일련번호	: 1-1번 양식의 사업장별 일련번호 기재
(4)	사업자등록번호	: 세무서에서 신고 된 당해 사업장의 사업자등록번호를 기재
(5)	구분번호	: 사업자번호는 같고, 공장이 나눠있을 경우 1공장은 “1”, 2공장은 “2”로 기재 : 그 외에 공장이 한개 일 경우 “1”로 기재
(6)	업종	: 표준산업분류에 의한 업종
(7)	소재지	: 사업장소재지 기재하되 반드시 번지 이하까지 기입
(8)	전화번호	: 사업장 전화번호 지역번호와 함께 기재
(9)	사업장 담당부서	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 부서명 기재
(10)	사업장 담당자	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 부서명 기재
(11)	사업장 담당자 직급	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 직급 기재
(12)	사업장 담당자 전화번호	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 사무실 전화번호 기재
(13)	사업장 담당자 휴대전화	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 휴대전화번호 기재
(14)	사업장 담당자 이메일	: 사업장의 온실가스배출량 및 에너지사용량을 관리하는 담당자의 연락가능한 이메일 주소 기재
(15)	주요생산제품 또는 처리물질	: 사업장 업종분류에 따른 주요 생산제품을 기재. 단, 폐기물부문은 표준산업분류의 세세분류 항목을 기재
(16)	연간 생산량 또는 처리량	: 주 생산제품의 연간 생산량을 기재. 단, 폐기물부문은 처리량을 기재
(17)	상시 종업원수	: 사업장 내 상시종업원 수 기재
(18)	당해연도 매출액	: 당해 사업장의 당해연도 매출액(개별재무제표를 따른다.) 기재
(19)	당해연도 에너지비	: 당해 사업장의 에너지비(원료구입비는 제외)를 기재
(20)	자본금	: 사업장의 당해연도 자본금 기재

4. 사업장 조직경계 입력

(21)	조직경계 관련 서류 구분	

4. 사업장 조직경계 관련 서류 입력 방법

(21)	조직경계 관련 서류 구분	: 사업장 조직경계를 확인·증빙할 수 있도록 사업장의 약도, 사진, 시설배치도, 공정도의 4가지로 분류하여 제시

3 사업장별 온실가스 배출량 등 현황

(1)	(2)	(3)	(4) 기준연도별 온실가스 배출량(tCO_2eq) 및 에너지사용량(TJ)												(5)			
일련번호	사업장명	소량배출사업장 여부	관리업체 최초지정연도-3 (년)				관리업체 최초지정연도-2 (년)				관리업체 최초지정연도-1 (년)				기준연도 배출량(tCO_2eq) [기준연도 평균]			
			온실가스 배출량(tCO2)			에너지 사용량 (TJ)	온실가스 배출량(tCO2)			에너지 사용량 (TJ)	온실가스 배출량(tCO2)			에너지 사용량 (TJ)	온실가스 배출량(tCO2)			에너지 사용량 (TJ)
			직접 배출	간접 배출	합계 (tCO2)		직접 배출	간접 배출	합계 (tCO2)		직접 배출	간접 배출	합계 (tCO2)		직접 배출	간접 배출	합계 (tCO2)	
관리업체 합계 (사업장 배출량 합계)																		
01																		
02																		
03																		
:																		

(6)	관리업체의 온실가스 감축목표 등		(9) 일부 배출시설의 기타 목표 [해당될 경우에만 기재]					
	(7)	(8)	해당 배출활동		해당 배출시설		기타 목표 [단위 입력]	
목표 이행연도	온실가스 배출허용량 (tCO2)	에너지 소비허용량 (TJ)	코드 [참고1]	배 출 활동명	코드 [참고2]	배 출 시설명	(10) 기준연도	(11) 이행연도
2012	*1,000,000 tCO2*							

3. 사업장별 기준연도 온실가스 배출량 현황 등 작성방법

(1),(2)	일련번호, 사업장명	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(3)	소량배출 사업장 여부	: 제11조 및 별표4호에 의한 소량배출 사업장 여부 기재(해당 사업장에 대해서는 1~3번 항목만을 기재할 수 있다) : 소량배출사업장에 해당하는 경우 "√"으로 표기
(4),(5)	기준연도 온실가스 배출량 및 에너지 소비량	: 관리업체의 기준연도별 총 배출량 및 3개년도 평균을 사업장별로 구분하여 기재
(6)	목표 이행연도	: 제28조에 따른 목표 이행연도를 기재
(7)	온실가스 배출허용량(tCO2)	: 제30조(또는 제31조)에 따라 설정된 관리업체의 감축목표에 따른 배출허용량을 기재
(8)	에너지 소비허용량(TJ)	: 제34조(또는 제31조)에 따라 설정된 관리업체의 에너지절약목표에 따른 에너지소비허용량을 기재
(9)	일부 배출시설에 대한 기타 목표	: 제33조에 따라 다른방식의 목표를 설정할 경우 해당되는 배출시설과 배출활동을 기재
(10),(11)	기타 목표	: (9)와 관련하여, 기타 목표유형에 해당하는 기준연도 실적과 이행연도의 목표값을 기재 (단위포함)

4 사업장별 연차별 목표 및 달성실적

(1)	(2)	(3)		(4)			(5)			(6)		
일련번호	사업장명	기준연도		온실가스 감축목표(배출허용량, tCO2eq)			에너지절약목표(에너지소비허용량, TJ)			기타 목표		
		온실가스 (tCO2eq)	에너지 (TJ)	이행연도 계획 (tCO2eq)	이행연도 실적 (tCO2eq)	달성률 (%)	이행연도 계획 (TJ)	이행연도 실적 (TJ)	달성률 (%)	목표이행연도	이행연도 실적	달성률 (%)
관리업체(대표법인) 감축 및 절약 목표												
01												
02								,				
03												
:												

4. 사업장별 연차별 목표 작성방법

(1)~(2)	일련번호 및 사업장명	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(3)	기준연도 배출량 등	: "4. 사업장별 온실가스 배출량 등 현황" (5)의 기준연도 온실가스 배출량 및 에너지소비량을 기재
(4),(5)	온실가스 감축목표량 및 에너지 절약목표량	: 관리업체의 목표이행연도의 온실가스감축목표(지침 제30조 제31조 규정에 따른 배출허용량을 기재) 및 에너지절약목표(지침 제34조 규정에 따른 에너지소비허용량을 기재)를 사업장별로 구분하여 기재 : 이행연도 실적은 목표이행 실적(별지 제8호 서식 관련 자료를 활용)을 기재 / 명세서 중 바이오매스 사용에 따른 배출량(Scope1), 외부에서 공급받은 폐기물소각열의 사용에 따른 간접배출량(Scope 2)은 제외 : 달성률(%)은 (이행연도 실적/목표이행연도)를 기재
(6)	기타 목표	: 제33조 제1항(다른 방식의 목표설정) 및 제3항(폐기물 에너지회수효율 목표)에 따라 기타 목표를 설정할 경우 해당하는 목표의 유형(단위) 및 목표값과 이행실적, 달성률을 기재 ※ (참고) 에너지회수효율(%) = (에너지회수총량 / 투입에너지총량), 에너지이용효율(%) = 각종 제품생산 및 서비스제공 활동 단위 당 에너지사용량(제품원단위, 건물면적원단위, 매출원단위 등)

5 배출시설별 온실가스 감축목표 등의 이행실적

(1) 사업장정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 업종 정보	표준산업 분류코드	해당 사업장의 부문 또는 업종	해당 부문·업종 감축계수(*CFi*)

(3)			(4)		(5)		(6)			(7)		
			기준연도 현황		목표 이행연도의 감축실적		목표 이행연도 감축실적			목표 이행연도 투자실적		
배출시설 코드	배출시설명	배출시설 규모	온실가스 (tCO2eq)	에너지소비 (TJ)	코드 [참고7]	세부 감축조치 명 (조기 감축실적 인정량 포함)	온실가스 감축효과 (tCO2eq)	에너지 절약효과 (TJ)	에너지 비용절감액 (백만원)	자체 투자 (백만원)	정부 지원 (백만원)	합계 (백만원)
		B										

5. 배출시설별 온실가스 감축목표 등의 이행실적 작성방법

(1)	사업장명 및 일련번호	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(2)	업종정보	: 지침 제30조 규정에 따른 목표설정시 분류된 부문 또는 업종이름, 표준산업분류코드 및 해당 부문·업종의 감축계수를 기재 - 지침 제31조 규정을 적용받은 배출시설 또는 업종에 해당할 경우 인정계수($Ratio_i$)를 기재
(3)	배출시설명 등	: 해당 배출시설이름과 배출시설코드[참고2], 지침 별표 13에 따라 분류된 배출시설 규모 (A,B,C)를 기재
(4)	기준연도 현황	: "3.사업장별 온실가스 배출량 등 현황" (5)에서 작성한 기준연도 배출량 등을 기재
(5)	목표 이행연도의 감축실적	: "별지 제7호 서식(이행계획)"의 [참고7]의 감축수단 코드를 참고하여, 목표이행연도에 해당 배출시설(공정)에서 실시한 감축조치 이름을 기재 (참고7에 코드가 없는 경우일 경우 직접기재) 지침 제81조 규정에 따라 부문별 관장기관으로부터 조기감축실적을 인정받았을 경우 해당 감축사업의 이름, 감축실적 등을 작성하고 세부 근거자료 등은 "5, 배출시설별 온실가스 감축목표 등의 이행실적 근거"에 작성한다.
(6)	목표 이행연도의 감축효과 등	: (5)의 해당 감축수단별로 해당 배출시설(공정)에서의 목표이행연도의 실제 감축량(온실가스 및 에너지)과 에너지비용절감액(실적)을 기재 (감축수단별로 기대효과를 예상하지 못할 경우 해당 배출시설 합계로 작성 가능)
(7)	목표 이행연도의 투자결과	: (5)의 해당 감축수단별로 실제 투자액을 기재 (자체 투자, 정부지원금(융자 포함)을 구분하여 작성)

6 배출시설별 온실가스 감축목표 등의 이행실적 근거

(1) 사업장정보	일련번호	사업장명	사업자등록번호	(2) 이행연도 감축실적	코드	세부 감축조치 명

(3)	사업개요	

(4) 개선 활동 전	(5) 개선 활동 이후
(도식 등 활용)	*(도식 등 활용)*

연간 개선 효과	(6) 사업 추진 단계	(7) 시행 시기	(8) 투지금액(백만원)
	1단계 : 품의		
	2단계 : 공사완료, 시운전		
	3단계 : 정상가동		
	합계		
	(9) 온실가스 감축효과(tCO_2)	(10) 에너지소비량 절감효과(TJ)	(11) 절감 금액 (백만원)

6. 배출시설별 온실가스 감축목표 등의 이행실적 근거자료 작성방법

(1)	사업장명 및 일련번호	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(2)	이행연도 감축실적	: "4. 배출시설별 온실가스 감축목표 등의 이행실적"에 기재한 세부 감축조치 이름과 코드를 기재
(3)	사업개요	: (2)에 해당하는 감축조치 이름에 대한 세부 내용을 서술 (개선내용, 개선목적 등을 기재) (온실가스 감축사업의 경우에 이 항목에서 사업주체, 참여자, 개선활동 등을 포함하여 서술) - 세부적인 사항은 관련근거자료 등을 첨부하여 제출한다.
(4)	개선활동 전	: (2)에 해당하는 감축조치의 시행 전 상황 (diagram 또는 공정도 등을 첨부)을 기재, 서술
(5)	개선활동 이후	: (2)에 해당하는 감축조치의 시행 이후의 상황 (diagram 또는 공정도 등을 첨부)을 기재, 서술
(6)	사업추진단계	: (2)의 감축조치에 대한 사업 추진 단계를 기재 (1년 이상 소요되었을 경우 전년도 추진실적도 포함) (예시) 설계, 시공, 품의, 시운전, 정상가동
(7)	시행시기	: (6)의 각 사업추진단계별 시행시기를 기재 (연, 월 등)
(8)	투자금액	: (6)의 각 사업추진단계별 투자금액을 기재 (각 단계별로 구분이 어려울 경우 합계를 기재)
(9)	온실가스 감축효과	: (2)에 해당하는 감축조치의 온실가스 감축실적을 기재
(10)	에너지소비량 절감효과	: (2)에 해당하는 감축조치의 에너지소비량 절감효과를 기재
(11)	절감금액 (백만원)	: (2)에 해당하는 절감금액 (화석연료 등 대체효과에 따른 에너지비용 절감액 등)

7 품질관리/품질보증(QA/QC) 활동 실시 결과

7-1. 해당 조직의 배출량 산정·보고 등 담당자 현황

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
일련번호	사업장 명	소량 배출 사업장 여부	소속 부서	담당자 (직책)	담당자별 역할	문서화된 근거 자료
관리업체 총괄(법인)			총괄책임			
01		Yes/No	총괄			
02			총괄			
...			총괄			

7-1. 해당 조직의 배출량 산정·보고 등 담당자 현황 작성요령

(1)~(3) 사업장 명 등	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(4)~(5) 소속부서, 담당자	: 배출량 산정·보고 담당자 이름(직책)과 소속부서를 기재 (관리업체는 총괄 책임자, 사업장 수준에서는 각 사업장 담당자를 기재)
(6) 담당자별 역할	: 배출량 산정·보고 담당자별 세부 역할을 자유롭게 서술 ※ 세부역할은 지침의 별표26의 품질관리/품질보증(QC/QA) 업무의 세부 항목을 참고하여 기재할 수 있다. (가능할 경우 별표 26 각 항목에 대한 하위레벨의 세부 항목을 자유롭게 서술) ① 기초자료의 수집 및 정리 담당자 ② 배출량 산정과정의 적절성 확인 담당자 ③ 배출량 산정결과의 적절성 확인 담당자 ④ 배출량 보고의 적절성 확인 담당자 ⑤ 내부 감사(internal audit) 담당자 ⑥ 배출량 산정업무을 위탁한 경우 이에 대한 관리·감독 업무 담당자 (정보화시스템 등을 포함한다) ⑦ 품질보증 절차시 발견된 문제점, 리스크 등에 대한 수정 및 보완 업무 담당자 ⑧ 배출량 산정·보고 관련 자료의 기록관리 업무 담당자
(7) 비고(기타 정보)	: 해당 업무와 관련하여 이를 증빙할 수 있는 문서화된 자료명을 기재하고, 명세서 제출시 전자적 방식으로 제출한다

7-2. 품질관리(QC)/품질보증(QA) 업무 실시결과

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
일련번호	사업장 명	소량 배출 사업장 여부	품질관리(QC) 활동 실시 결과	품질보증(QA) 활동 실시 결과
관리업체 합계(법인)				
01		Yes/No		
02				
03				
…				

7-2. 해당 조직의 배출량 산정·보고 등 담당자 현황 작성요령

(1)~(3) 사업장 명 등	: "1-1. 사업장 목록"에서의 사업장별 일련번호와 이에 따른 사업장명을 기재
(4) 품질관리 실시 결과	: 지침 별표 26에 해당하는 품질관리(QC) 업무 실시 결과를 간략하게 기재 (일시, 장소 등) (문서화된 근거자료가 있을 경우 첨부한다)
(5) 품질보증 실시 결과	: 지침 별표 26에 해당하는 품질보증(QA) 업무 실시 결과를 간략하게 기재 (일시, 장소 등) (문서화된 근거자료가 있을 경우 첨부한다)

8 개선명령에 따른 이행실적

(1) 개선명령	(2) 이행실적

8. 개선명령에 따른 이행계획 작성방법

①	개선명령	: 해당연도의 이행계획 작성 전년도의 이행실적에 대해 관장기관에서 내린 개선명령 기재 (세부 자료 첨부가능)
②	이행계획	: 해당 개선명령에 대한 조치 및 이행실적을 기재(개선계획, 구체적인 일정, 소요 비용 등 포함, 세부자료 첨부가능)

[별지 제14호 서식]

(앞 쪽)

조기감축실적 인정 신청서

신청자	관리업체명		법인등록번호 (사업자등록번호)	
	대표자		전 화 번 호	
	주 소			
신청내역	감축사업명			
	감축사업대상유형	□ □ □ □		
	감축형태	□ 사업장 단위 □ 사업 단위		
	기준선	tCO^2e		
	감축실적	tCO^2e		
	신청량	tCO^2e		
	감축사업 기간	~		
	투자액 총액	백만원		
	투자액 자체투자금액	백만원		
	투자액 정부지원액	백만원		
	정부구매액 (정부구매량)	백만원 tCO^2e		

「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 제78조에 따라 조기감축 실적에 대한 인정을 위와 같이 신청합니다.

년 월 일

신청인 (서명 또는 인)

부문별 관장기관장 귀하

※ 구비서류

1. 조기감축실적에 대한 과거 인증서류
2. 조기감축실적에 대한 검증결과보고서
3. 추가성에 대한 자체 확인·평가서

210㎜×297㎜[신문용지 54g/㎡(재활용품)

[별지 제15호 서식]

조기 감축실적 인정 신청서 평가결과(제79조제5항 관련)

관리업체명	감축 사업명	신청분 (tCO_2e)	적합평가분 (tCO_2e)
관장기관 합계			

※ 첨부 : 감축사업별 평가 관련 근거자료

210㎜×297㎜[신문용지 54g/㎡(재활용품)

[별지 제16호 서식]

조기감축실적 인정서

관리업체명 :

대표자명 :

주 소 :

감축사업명 :

감축사업기간 :

감축유형 : □ 사업장 단위 □ 사업 단위

최종인정분 :

귀사에서 인정 신청한 위 사업이 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」(환경부고시 제 호) 제81조에 따라 온실가스 조기감축실적으로 인정되었음을 확인합니다.

년 월 일

○ ○ ○ ○부 장관

210㎜×297㎜[신문용지 54g/㎡(재활용품)

[별지 제17호 서식]

온실가스 및 에너지 정보 비공개 신청 항목 및 사유서

(제91조제1항 관련)

신청인	이름		연락처	
	주소			

행정구역		관장기관		대상년도	201○
사업자 등록번호		구분번호		업종	
사업장명 (관리업체 법인)					
소 재 지	사업장: (관리업체 법인) :			(전화:)	

「저탄소 녹색성장 기본법」 제44조제3항에 따라 해당 관리업체의 “온실가스 배출량 및 에너지 사용량” 명세서 중 다음의 주요 정보에 대하여 비공개를 요청합니다.

년 월 일

신청자 법인명 직위 성명 (인)

○○○○○○ 귀하

비공개 요청 불가 항목
■ 1. 관리업체의 상호·명칭 및 업종 ■ 2. 관리업체 지정연도 및 소관 관장기관 ■ 3. 관리업체의 명세서 검증수행기관
비공개 요청 항목
□ 1. 관리업체의 본점 및 사업장 소재지 □ 2. 관리업체의 규모 □ 3. 관리업체 및 업체 내 사업장에서 배출하는 온실가스의 종류 및 배출량, 사용 에너지의 종류 및 사용량 □ 4. 관리업체 내에서의 온실가스 감축·흡수·제거실적
비공개 요청 사유

※ 필요시 별지를 이용하여 기술하고, 관련 증빙 자료를 첨부합니다.

[별지 제18호 서식]

온실가스·에너지 검증기관 □ 신규지정 □ 변경지정 신청서				처리 기한	
				신규	변경
				45일	15일

신청인				
	① 법 인 명		② 법인등록번호	
	③ 대표이사명		④ 담 당 자 (연 락 처)	
	⑤ 소 재 지	(전화번호 :)		

⑥ 검증심사원 명수	상근 인원	분야별 상근 검증심사원							검증 심사원보
		광물	화학	철강 금속	전기 전자	폐기물	농축산 임업	공통	
	(명)	(명)	(명)	(명)	(명)	(명)	(명)	(명)	(명)

⑦ 변경내역	

「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조 및 같은 법 시행령 제32조 내지 제34조에 의한 온실가스·에너지 검증기관으로 □ 지정 받고자 □ 변경지정 받고자 위와 같이 신청합니다.

20 년 월 일

신청인 (서명 또는 인)

국립환경과학원장 **귀하**

⑧ 신청 시 첨부서류 (1~6호: 부문별 신규지정, 9~10: 변경지정)	담당공무원 확인사항 (부동의시 해당 서류 제출)	수수료
1. 검증 사업계획서 1부 2. 분야별 검증심사원 명단 및 고용증빙 자료 각 1부 3. 검증업무 매뉴얼 1부 4. 검증 이외 업무의 종류 및 개요 1부 5. 책임보험증서 사본 1부 6. 임원의 신원조회자료 각 1부 7. 건물등기부등본 또는 임대차계약서 8. 검증기관 준수사항 서약서 9. 지정서 원본 10. 변경사항 증빙 서류 1부	1. 법인등기부등본 1부 2. 임원의 신원조회결과 각 1부.	없 음

본인은 이 서류의 처리와 관련하여 「전자정부법」 제21조제1항에 따른 행정정보공동이용을 통해 담당공무원이 위의 담당공무원 확인사항을 확인하는 것에 동의합니다.

신청인 (서명 또는 인)

210㎜×297㎜[신문용지 54g/㎡(재활용품)]

[뒤 쪽]

<작성요령>

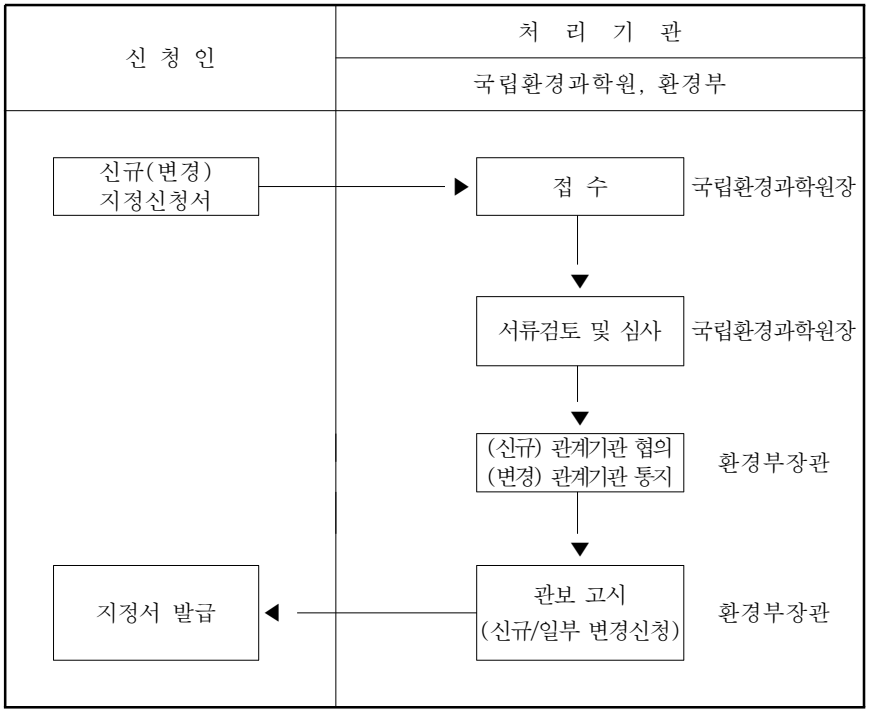
④ 담당자/연락처 : 신청서를 작성한 담당자의 성명, 연락처를 기재합니다.

⑦ 변경 내역 : 다음과 같은 온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침 제97조제1항의 변경신고사항 내용을 기재합니다.

1. 검증기관 사무실 소재지의 변경
2. 법인 또는 법인의 대표자가 변경된 경우
3. 검증 내지 타당성평가의 전문분야 변경
4. 검증심사원의 변경
5. 검증기관의 전문분야 변경

⑧ 첨부서류 중 6: 각 임원의 신원조회결과조회를 위해 필요한 주민등록번호와 등록기준지 또는 가족관계증명서를 제출합니다.

※ 이 신청서는 아래와 같이 처리 됩니다



210㎜×297㎜[신문용지 54g/㎡(재활용품)]

[별지 제19호 서식]

(앞 쪽)

지정 번호 *지정연도-* **호**	**온실가스·에너지 검증기관 지정서**
① 검증기관명	
② 법인등록번호	
③ 대표이사명	
④ 소 재 지	(전화번호:)
⑤ 지정 조건	

귀 기관을 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조 및 같은 법 시행령 제32조 내지 제34조에 의한 온실가스·에너지 검증기관으로 지정합니다.

년 월 일

환 경 부 장 관 직인

210㎜×297㎜[신문용지 54g/㎡(재활용품)]

(뒤 쪽)

<변경사항>

일자	내용	확인

<처분사항>

일자	내용	확인

<참고사항 >

일 자	내 용	확인

[별지 제20호 서식]

검증내역 관리대장

(실적기간 : ~)

1. 검증기관 현황(보유인력은 상근인력을 기준으로 작성합니다.)

가. 현황

지정번호	기관명	소재지 (연락처)	대표자	법인번호	실 적 건 수	처분내역 (사유,일자)	상근인력	
							검 증 심사원보	검 증 심사원
							(명)	(명)

나. 분야별 검증심사원 *※ 해당 없는 분야는 해당 없음을 기재*

구분	광물	화학	철강 금속	전기 전자	폐기물	농축산 임업	공통
검 증 심사원	(명)	(명)	(명)	(명)	(명)	(명)	(명)

2. 업무 실적

가. 전문분야별 실적 *※ 업무구분 : 목표관리 검증, 외부감축 및 조기행동 검증 중 택 1*

전문 분야	업무 구분	실적 (건수)	이의처리 (건수)	심사원)	심사원보 (명수)	비 고 처분내역
…	…	…	…	…	…	…

나. 업체별 실적 *※ 수행기간 : 검증 등의 업무를 수행한 기간*

전 문 분 야	업 무 구 분	대 상 업체명	대 상 소재지	공평성 조사자	검 증 (팀장, 팀원)	심의팀 (팀장, 팀원)	수행 기간	최종 의견	이의 처리
…	…	…	…	…	…	…		…	

※ 관리업체별 검증보고서(사본) 첨부

3. 검증심사원의 실적 *※ 계약직 검증심사원도 기재*

보 유 전문분야	업 무 구 분	성명	등록 번호	연락처	실적 (건수)	보임일	퇴직일	최근 교육
…	…	…	…	…	…	…	…	…

4. 검증심사원보 실적 *※ 계약직 검증심사원보와 해당분야를 보유하지 않은 검증심사원도 기재*

수 행 전문분야	업 무 구 분	성명	등록 번호	연락처	실적 (건수)	보임일	퇴직일	최근 교육
…	…	…	…	…	…	…	…	…

[별지 제21호 서식]

(앞 쪽)

지정번호	온실가스에너지 검증기관 ☐ 휴업 ☐ 폐업 ☐ 재개업 신고서	처리기간
제 - 호		(휴폐업)10일 (재개) 7일

신고인				
	① 검증기관명		② 법인등록번호	
	③ 대표이사명		④ 담당자명 및 연락처	
	⑤ 주소(사업장)	(전화번호:)		
⑥ 폐업·재개업일	년 월 일	⑦휴업기간	년 월 일부터 년 월 일까지	
⑧ 사유				

「온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 제101조에 따라 온실가스·에너지 검증기관의 ☐ 휴 업 ☐ 폐 업 ☐ 재개업 을 신고합니다..

년 월 일

신고인 (서명 또는 인)

국립환경과학원장 귀하

※ 첨부서류	수수료
지정서 원본	없음

210㎜×297㎜[신문용지 54g/㎡(재활용품)]

[별지 제22호 서식]

온실가스 검증심사원 등록 신청서

처리기한
7일

사진부착 : 반명함(첨부사진과 동일)	① 성 명			
	② 주민등록번호			
	③ 주소			
	④ 양성교육	교육기관명	교육수료번호	수료일자

⑤ 전문분야등록(별지사용가능)

구 분	전문분야명	소속검증기관	근무기간	실적(건수)

「온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 제102조에 따라

온실가스 검증심사원 등록을 신청합니다.

20 년 월 일

신청인 (서명 또는 인)

국립환경과학원장 **귀하**

첨부 서류첨부	담당공무원 확인사항 (부동의시 해당 서류 제출)	수수료
1. 검증실적증빙자료 1부. 2. 신분증 사본(여권, 주민등록증, 운전면허증 중 택 1) 1부 3.사진(6개월 이내에 촬영한 탈모 정면 상반신 반명함판) 1매 4 신원조회자료(주민등록번호, 등록기준지) 1부.	신원조회결과	없 음

본인은 이 서류의 처리와 관련하여 「전자정부법」 제21조제1항에 따른 행정정보공동이용을 통해 담당공무원이 위의 담당공무원 확인사항을 확인하는 것에 동의합니다.

신청인 (서명 또는 인)

[뒤 쪽]

<작성요령>

④ 양성교육 : 검증심사원보 양성교육사항을 기재합니다.

⑤ 전문분야등록 : 검증심사원으로 신규등록하거나 등록된 검증심사원이 전문분야를 추가하고자 할 경우 기재합니다.

가. 광물산업 분야(시멘트·석회 생산, 유리 생산 등 탄산염의 기타 공정사용 등)

나. 화학분야(암모니아·질산·아디프산·카바이드·이산화티탄·소다회·석유화학제품·불소화합물 생산 등)

다. 철강·금속분야(철강·합금철·아연 생산, 산업기계 등)

라. 전기·전자분야(전자·전기산업, 오존층파괴물질(ODS)의 대체물질 사용 등)

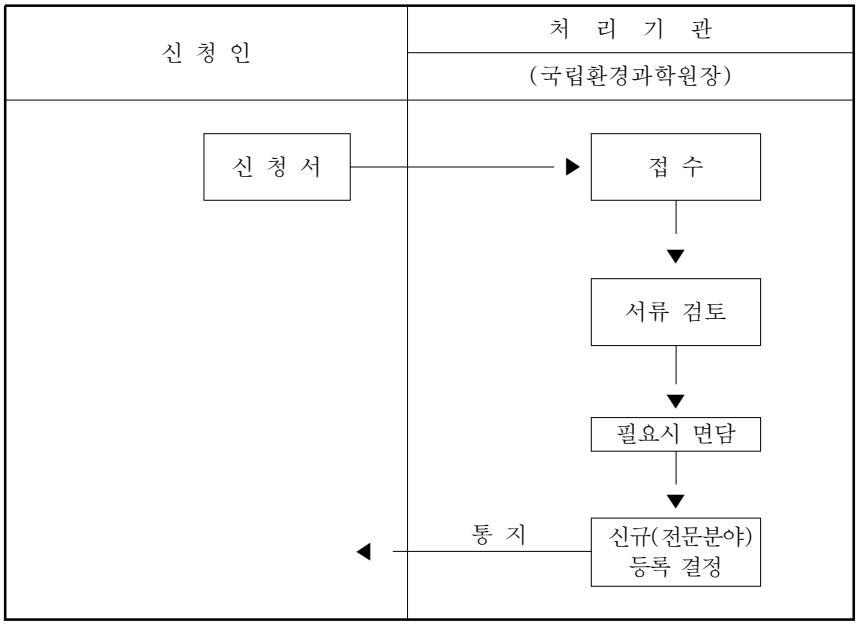
마. 폐기물 분야(폐기물, 하·폐수처리, 바이오매스 등)

바. 농축산 및 임업분야(농업, 축산, 조림 및 재조림 등)

사. 공통 분야(연소 , 탈루성 배출, 수송 등)

<작성 요령>.

※ 이 등록심사는 아래와 같이 처리됩니다.



210㎜×297㎜[신문용지 54g/㎡(재활용품)]

[별지 제23호 서식]

검증 심사원 등록증

등 록 번 호 : 제 호

사 진

3.5cm×4.5cm

성 명 :

주민등록번호:

위 사람은 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 제102조에 따른 아래의 해당분야에 대한 전문성을 갖추었기에 온실가스·에너지 검증심사원으로 등록되었음을 증명합니다.

보유전문분야	등록일	등록조건

년 월 일

국립환경과학원장 [인]

210mm×297mm

(인쇄용지(특급) 120g/㎡)

(뒤 쪽)

<변경사항>

일자	내용	확인

<교육 및 경력 사항>

일자	내용	확인

<업무정지 내역 또는 기타 사항>

확인일자	내용	확인

[별지 제24호 서식]

검증심사원(보) 등록·관리대장(제102조제5항 관련)

① 등록 번호	② 성명	③ 주민 번호	④ 주 소 (연락처)	⑤ 자격사항		⑥ 검증심사원 교육		⑦ 분야별 등록 및 실적						⑧ 처분 내역
				자격증	학력	양성 교육 번호	보수 교육 일자	분야	등록일	소속 업체	입사일	퇴사일	분야별 실적(건)	
								...	...	...	...	...	...	

210㎜×297㎜(신문용지 54g/㎡)

* 작성 요령

⑥ 검증심사원 교육

⑦ 분야별 등록 및 실적 : 등록일은 해당 분야의 전문검증심사원으로 등록된 경우만 기재

[별지 제25호 서식]

점검·평가결과 조치요구에 대한 조치결과(제122조제1항 관련)

기관명: 통보일자: 20 . .

조치요구 일자	조치요구사항	처리내용	조치일자

210㎜×297㎜(신문용지 54g/㎡(재활용품))

[별지 제26호 서식]

점검·평가결과 조치요구 관리대장(제122조제2항 관련)

번호	조치요구 일자	관리업체명	소관 관장기관	조치요구사항	조치일자 (또는 예정일자)	조치내용 (또는 예정된 조치내용)	비고
		`					

297mm × 210mm(A4 횡)
(신문용지 54g/㎡)l