

8차시. 배출량 산정 방법 및 산정실습 (폐기물, 간접, 기타배출)

Review Question

답안지

1. 폐기물 매립 배출시설의 2 가지 종류는 무엇인가 ?

「폐기물 관리법 시행령」 제 5 조 별표 3 에 따른 매립시설 중 차단형 매립시설 및 관리형 매립시설을 말한다.

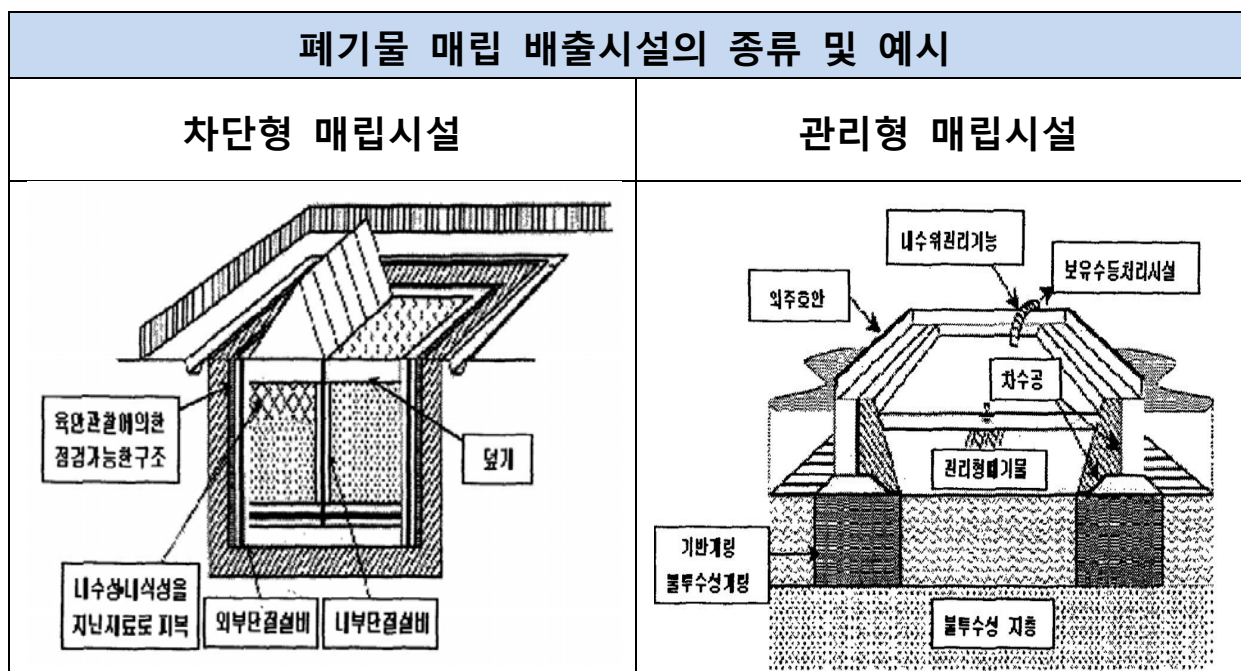
① 차단형 매립시설

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, 우수 집배수시설, 침출수집배수시설, 침출수처리시설, 매립가스처리시설 등이 있다.



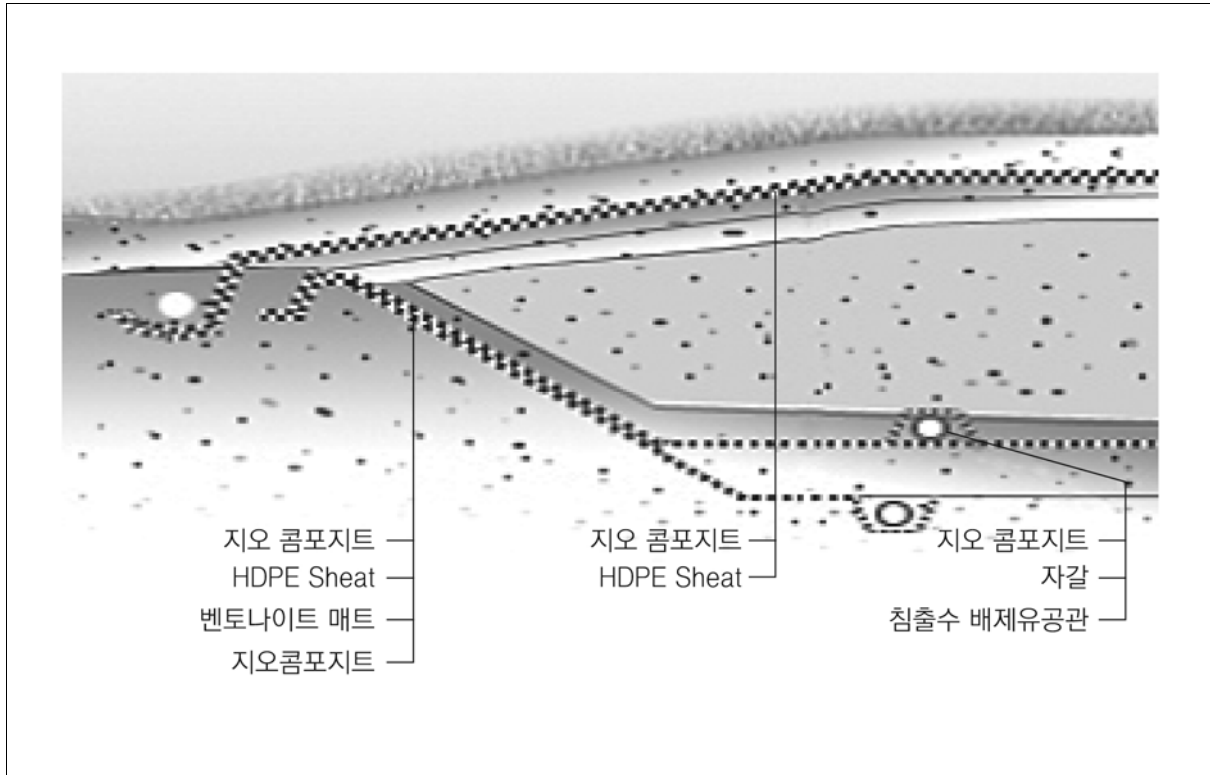
2. 매립장은 어떻게 구성되어 있는가 ?

폐기물 매립 개요

폐기물의 매립은 폐기물 처리과정 중 처분 또는 최종처분과정에 속한다. 더 이상 사용할 수 없거나 재활용할 수 없는 물질 및 재활용품 회수시설에서 골라내고 남은 찌꺼기, 중간처리과정에서 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 3 종류로 나누어 규제하고 있다.

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-Composite 보층, Bentoline-Mat 불투수층, HDPE 차수층, Geo-Composite 보호 및 배수층 등으로 이루어진다.



<그림> 매립장 구조

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 3 기능으로 구분할 수 있다.

① 저류기능

매립구획에 따라 순차적으로 일정기간 동안 지장 없이 진행되며, 그 구획에 매립이 종료된 후에 소정의 기간 동안 안정하게 저류 가능한 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 침출수 집배수시설, 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 침출수 처리시설과 발생가스 처리시설이 설치, 운영된다.

3. 혐기성 분해의 뜻은 무엇인가 ?

혐기성 분해라고도 한다. 무산소성균이 슬러지 중의 유기물을 섭취하여 환원 분해하고, 무용한 무기화합물을 방출하는 것을 말한다. 이 분해과정에는 산성 발효기, 산성 감량기, 알칼리성 발효기의 3 단계가 있다. 산성 발효기에서는 무산소성균의 작용에 의해 주로 탄화수소가 분해되고, 산성 감량기에서는 유기산이나 질소화합물 등이 분해된다. 최종적으로 알칼리성 발효기에서는 남아 있는 대부분의 유기물이 분해되어 탄산가스나 메테인가스가 발생하고 슬러지는 안정된다. 이상의 과정은 신선한 슬러지가 분해되는 경우인데 실제로는 우량종에 의해서 산성 감량기를 거치지 않고 급속적인 소화를 행하여 분해시간을 단축시키고 있다.

4. 생활, 사업장 및 기타 고형 폐기물의 매립에서는 어떤 온실가스가 배출 되는가 ?

생활, 사업장 및 기타 고형 폐기물의 매립은 상당량의 메탄이 발생한다. 메탄의 분자식은 CH_4 이다. 메탄의 생성 과정은 매립된 폐기물 중 분해 가능한 유기탄소가 수십 년에 걸쳐서 서서히 혐기성 분해 되며 발생한다.

5. 고형폐기물의 생물학적 처리의 과정은 어떤 과정이 있는가 ?

폐기물의 생물학적 처리의 목적은 폐기물의 부피 감소, 폐기물의 안정화, 폐기물의 병원균 사멸, 에너지로 이용하기 위한 바이오 가스의 생산 등이 있으며 이러한 활동을 통해 CH_4 및 N_2O 가 발생한다. 고형폐기물의 생물학적 처리는 크게 '퇴비화(composting)', '혐기성 소화(anaerobic digestion)' 및 'MB 처리(mechanical-biological treatment)'로 구분된다.

생물학적 처리 과정

① 퇴비화(Composting)

퇴비화는 혐기성 과정이며, 폐기물 내 분해 가능한 유기 탄소 비율의 상당량이 CO 로 변하는 것을 뜻한다. CH₄ 는 퇴비화의 혐기성 영역에서 생성되지만, 퇴비화의 호기성 영역에서는 대부분 산화된다. 대기 중으로 배출된 CH₄ 의 산정값은 물질 내 초기 탄소함량의 1% 미만부터 수%까지 해당한다. 또한 퇴비화 과정은 N₂O 를 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, pH 를 최적값에 가깝게 유지함으로써 산소가 없는 상태에서 유기 물질의 자연적인 분해를 의미한다.

혐기성 소화과정에서 발생하는 CH₄ 배출량을 산정하며, 이 과정에서 N₂O 배출은 매우 적기 때문에 산정 시 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 N₂O 가 발생한다.

6. 하 · 폐수처리 과정을 설명하시오.

하 · 폐수처리의 개요

하수의 처리는 처리목적에 따라 1 차 처리, 2 차 처리, 고도 처리로 구분한다. 1 차 처리는 비교적 큰 입자성 부유물질의 제거를 목적으로 하며, 주로 침전 등의 물리학적 처리방법이 이용된다. 2 차 처리에서는 1 차 처리 후에 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.

하 · 폐수처리 과정

① 1 차 처리 (침전)

침전은 수중의 입자성 고형물을 중력에 의해 제거하는 고액분리공정을 말하여 이 기능을 침전지에서 담당한다.

② 2 차 처리 (생물학적 처리)

1 차 처리에 해당하는 침전공정을 통과한 하수는 2 차 처리 공정에서 생물학적으로 처리된다. 즉, 수중의 미생물이 2 차 처리공정으로 유입된 부유성 및 용존성 유기물을 분해하고 이러한 유기물을 기질로 섭취하여 미생물이 증식을 하게 된다. 이러한 미생물의 증식을 위해서 부유미생물을 이용하는 활성슬러지법과 고정미생물을 이용하는 생물막법이 주로 이용된다.

i 활성슬러지법

유기물을 함유하고 있는 하수에 공기를 주입하면서 교반해주면 미생물이 번식하여 플락을 형성한다. 이 플락의 성분은 대부분이 유기물이며 이중 상당부분이 미생물로 이루어져 있다.(활성슬러지) 활성슬러지법은 활성슬러지를 이용하여 하수중의 오탁물질을 정화하는 방법으로 현재 수행 중인 하수처리방식의 주류를 이룬다.

ii 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 2 차 처리를 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 과잉 번식하여 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 폐수로 구분할 수 있다. 생물학적으로 분해 가능한 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.

7. 하수처리, 폐수처리시 배출되는 온실가스의 종류는 무엇인가?

하수 폐수 처리시에 배출되는 온실가스는 아주 다양할 수 있지만 보고대상의 온실가스는 하수에서는 메탄(CH_4)과 아산화질소(N_2O)를 보고하고 폐수처리 과정에서는 메탄(CH_4)만 반영한다. 이산화탄소(CO_2)를 반영하지 않기 때문에 $\text{CO}_2\text{-eq}$ 로 변환하는 과정에서 모두 비례상수를 곱해주어야 한다.

8. 폐기물 소각처리 과정에 대해 설명하시오

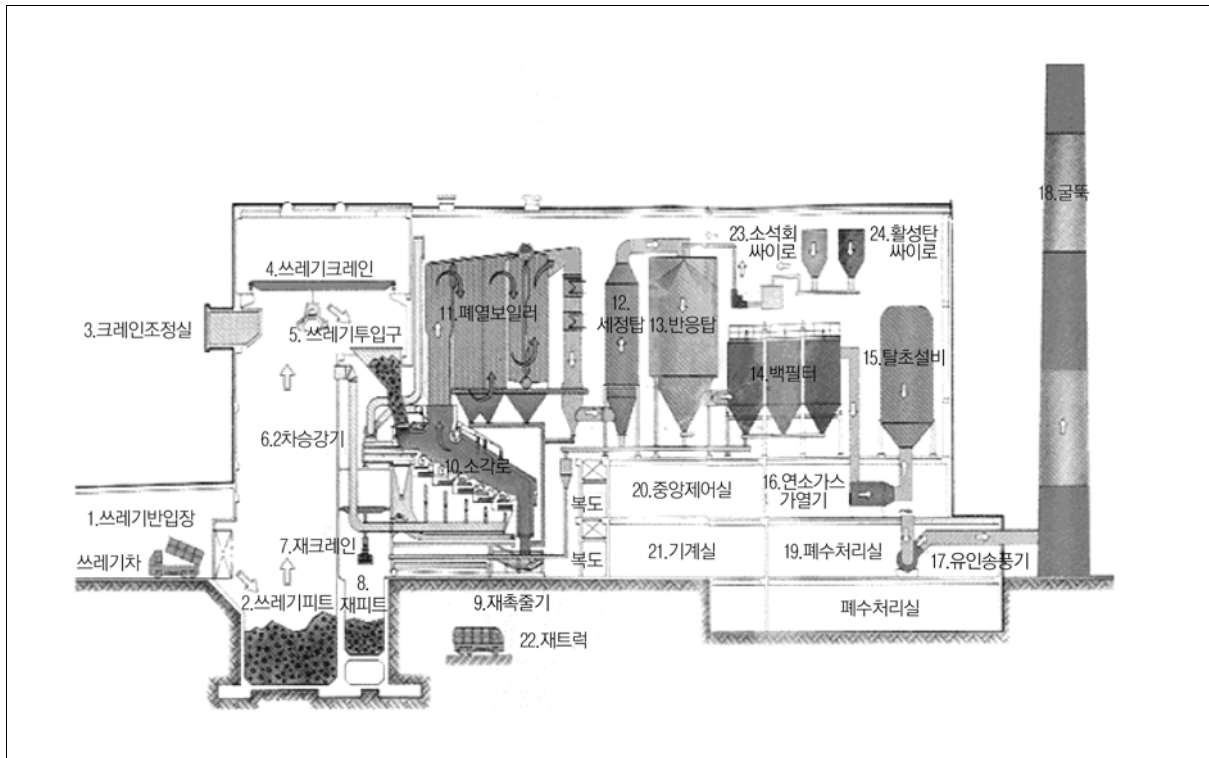
폐기물 소각처리

폐기물처리는 기능적으로 ①발생억제, ②재활용, ③중간처리, ④최종처리의 4 단계를 거치는데 그 중에서 중간처리는 파쇄·압축·고형화·여과·중화·소각·흡착·소화 등의 물리·화학·생물학적 공정을 말하며, 최종처리는 매립 또는 해양배출 등의 방법으로 폐기물을 처분하는 것을 일컫는다.

일반적인 화학적 처리방법은 소각으로 무게와 부피를 줄이기에 효과적일 뿐만 아니라 열의 형태로 에너지를 얻을 수도 있어 점차 사용비율이 증가하는 추세이다. 그러나 소각은 쓰레기 연소 시 발생하는 유독가스의 후처리 미비 시 2 차 공해를 유발할 소지가 크다. 대표적인 예는 유해가스(탄화수소, 다이옥신, 염화수소 및 NO_x) 발생 문제이다.

폐기물 소각 처리 과정

소각시설의 공정은 크게 저장 및 투입설비, 소각설비, 오염방지설비 및 배출시설로 나누어지며, 개략적인 구성도는 다음과 같다.



<그림. 폐기물 소각공정>

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 3 일 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.

② 쓰레기 크레인

쓰레기를 소각로로 투입하는 설비

③ 소각시설(계단형 스토킨식)

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 1 차 및 2 차 연소용 송풍기에 의해 폐기물 피트와 공장동 내부의 공기를 흡입하여 소각로 연소용 공기로 사용하므로 악취를 제거하게 된다.

④ 연소가스 냉각설비

소각로에서 발생하는 고온(850 ~ 1,100℃)의 연소가스를 이용하여 최대용량의 과열증기를 발생시키는 자연순환식 증기 발생장치로서 보일러는 복사 대류 전열 면으로 된 수개의 연소가스 설비로 이루어져 있다.

⑤ 폐열보일러

소각로에서 발생하는 고온의 연소가스를 회수하여 발전 및 냉난방에 이용하는 설비, 증기터빈, 탈기기, 공기에열기, 복수기등으로 스팀을 공급

⑥ 터빈 발전기

폐기물 연소시 폐열보일러에서 발생하는 증기로 증기터빈을 구동하여 전력을 생산하고 발생한 전력은 소각장 내에서 소요되는 전력을 충당하는 설비

⑦ 폐열(여열) 공급설비

폐열 보일러에서 발생하는 증기를 집단에너지 공급시설용 열원설비로 보내 증기터빈(Steam Turbine)을 가동하여 전기를 생산하고, 배출되는 증기는 온수 열교환기를 거쳐 인근 주거지역의 지역난방용 온수로 공급된다.

⑧ 활성탄 주입설비

다이옥신을 흡착 제거를 위한 활성탄 공급 설비로 활성탄은 브로워 공기압으로 정량장치에 의해 반응탑에 균일하게 분사

⑨ 반건식 반응탑

소각로에서 배출되는 유해가스 중 먼지, HCl, Sox, NOx, Dioxin 등을 제거하는 설비로서, 소석회가 작은 물방울 상태로 분사되어 그 속에 있는 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 입자가 유해가스와 반응한다.

⑩ 선택적 촉매환원설비(SCR)

소각과정에서 발생한 질소산화물은 NO 와 NO_2 로 구성되어 있기 때문에 이 연소가스를 촉매탑을 통과시키면 암모니아와 반응하여 N_2 와 H_2O 의 환원 반응으로 NOx 를 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.

9. 폐기물 소각 시 어떤 온실가스가 배출되는가?

폐기물을 소각할 시에는 여러 가스들이 발생한다. 그러나 온실가스 지침에 보고해야 할 보고대상 온실가스는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O)가 있다. 이산화탄소는 Tier 1, 4 의 방법으로 산정하며 메탄은 Tier1, 아산화질소는 Tier 1 으로 산정한다.

10. 온실가스 간접배출에는 어떤 것들이 있는가?

간접배출에는 크게 구매전력과 구매스팀이 있다.

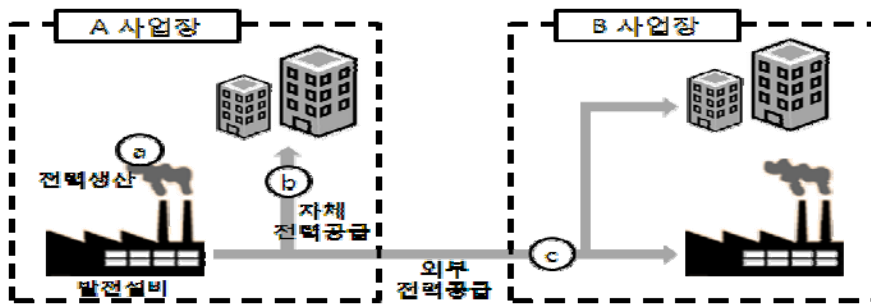
구매전력

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.

구매스팀

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 26'(지침서 2010. 11 월 안)에 따라 전력간접배출과 구분하여 열(스팀)간접배출계수를 개발하여 사용해야 하며, 폐기물 소각시설에서의 열회수를 통하여 열(스팀)을 공급받을 경우에는 '별표 27'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. 관리업체의 조직경계 내에 열(스팀) 생산설비가 위치하여 생산된 열(스팀)을 자체적으로 사용할 경우에는 간접적 온실가스 배출량 산정에서 제외하도록 한다. 이는 열(스팀) 생산설비에서 열(스팀) 생산으로 인해 배출된 직접적 온실가스가 해당 관리업체의 배출량으로 이미 산정되었기 때문이며, 자체 생산한 열(스팀)의 자체 사용에 따른 간접적 온실가스 배출량을 포함할 경우 직접적 온실가스 배출량과 함께 중복산정을 초래하기 때문이다.

11.



위의 그림은 전력사용에 따른 배출경로를 표기한 그림이다.
(a),(b),(c)의 경우 온실가스 배출량을 보고 할 시 어떻게 보고해야 하는가?

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 발생하며 다른 배출활동에서 규정하는 온실가스 배출시설에 대해서는 온실가스 간접배출도 해당 배출시설의 배출량에 포함하여 보고하되 이를 제외한 장치·설비(unit) 등의 온실가스 간접배출은 사업장 단위로 보고할 수 있다.

위의 경우 (a)는 A 사업장 내에 위치한 직접 발전설비에서의 전력생산에 따라 직접적인 온실가스를 배출하는 설비이므로 A 사업장의 직접적 온실가스 배출량으로 보고한다. (b)는 A 사업장의 발전설비에서 생산한 전력을 A 사업장에 있는 일개 건물로 자체적 공급을 한 경우이다. 이 경우 전력사용에 따른 간접적 온실가스 배출량 산정에서 제외한다. (c)의 경우에는 A 사업장 안의 발전설비에서 생산한 전력을 B 사업장에 공급한 경우로써 B 사업장의 간접적 온실가스 배출량으로써 보고해야 한다.

12. ODS 는 무엇이며 ODS 대체물질 배출시설에는 어떤 것들이 있는가 ?

ODS 대체물질

오존파괴물질(ODS: Ozone Depleting Substances)

불소계 온실가스는 화학 산업이나 전자 산업 등에서 제품 생산 공정 중에 사용되기도 하지만 생산된 설비의 충전물 등 다양한 용도로 소비되기도 한다. 이 장에서 정의하는 오존대체물질은 제품 제작단계에서 주입 또는 사용되는 양을 별도 보고 대상으로 하며, 제품 사용단계에서의 탈루성 배출은 보고대상으로 하지 않는다.

ODS 대체물질 배출시설

① 비에어로졸 용매

불소계 온실가스 중에서 HFCs 가 몬트리올 의정서에 의해 규제물질로 지정된 CFC-113 을 대체하여 용매로 사용되고 있으며 정밀세척, 전자세척, 금속세척, 탈착 시에 주로 사용된다. 가장 흔히 쓰는 용매는 HFC-43-10mee 이다. PFCs 는 비활성이며 GWP 가 높고 기름을 용해하는 능력이 거의 없어서 세척용으로는 거의 사용되지 않는다. 용매는 제품 안에 충전하여 사용하게 되므로 제품의 수명과 배출이 밀접한 관계가 있다.

② 에어로졸

에어로졸은 추진제와 용매로 사용되며 즉각 배출로 간주되는데 초기 충전량이 제조 후 1-2 년 안에 모두 배출되며 대부분은 판매 후 6 개월 안에 모두 배출되기 때문이다. 그러므로 배출량 산정을 위해서는 에어로졸의 초기 충전량을 알아야 한다. 에어로졸 중 추진제로 사용되는 물질은 HFC-134a, HFC-227ea, HFC-152 등이 있고 HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-43-10mee 는 용매로 사용된다.

③ 발포제

기존에는 발포제로 대부분 CFCs 를 사용해왔으나 몬트리올 의정서에 의해 CFCs 가 규제된 이후 현재는 대체물로 주로 HFCs 가 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 HFCs 가 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 HFCs 는 아래와 같다.

<표. 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			√	√

*PU 는 Polyurethane 의 약자

④ 냉동 및 냉방

기존에 냉장고와 에어컨의 생산 공정 시 냉매 충전물로 사용되어 오던 CFCs 와 HCFCs 를 대체하여 현재는 주로 HFCs 가 사용되고 있다. 냉동과 냉방 시스템은 아래와 같이 세부적으로 6 개의 하위용도 영역으로 분류된다.

<표. 냉동 및 냉방 부문의 하위 용도>

No.	용도
1	가정용(즉, 가계용) 냉동장치
2	자동판매기로부터 슈퍼마켓의 중앙 냉동 장치에 이르는 다양한 유형의 설비를 포함하는 공업용 냉동장치
3	냉각 장치와 냉동 저장, 식품에 사용되는 산업 열펌프, 석유화학 및 기타 산업을 포함하는 산업공정
4	냉동 트럭과 저장고, 대형냉장차, 트럭에 사용되는 설비와 시스템을 포함하는 산업공정
5	건설 및 거주 용도에 대한 공기 대 공기시스템, 열펌프, 그리고 냉각 장치를 포함하는 고정 냉방장치
6	승객용 자동차와 트럭, 버스, 기차에 사용되는 이동식 냉방장치

냉각, 고압 냉각장치와 자동차의 에어컨시스템은 기존에 사용되던 CFC-12 를 대체하여 HFC-134a 가 사용되고 있으며 고정식 에어컨은 R-407, R-410A 등 HFC 혼합물이 기존의 HCFC-22 를 대체하여 사용되고 있다. 상업용 냉각시스템에서도 R-404A, R-507A, R-502 와 같은 냉매혼합물이 HCFC-22 를 대체하고 있다. 참고로 냉매 혼합물의 구성은 아래 표와 같다.

<표. 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-	(51.0/28.5/4.0/16.5)

혼합물	혼합물 구성물	구성비율(%)
	142b	
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-400 은 다양한 구성비를 가지고 있으므로 따로 표시해야 함.

⑤ 소방부문

소방 부문에서는 할론에 대한 부분적인 대체물로 HFCs 와 PFCs 가 사용되며 이동식 설비와 고정식 설비가 있다. 이 부문에서 불소계 온실가스는 전기의 공급원에서 공기조절 시 화재발생원을 관리하기 위해서도 사용되고 실질적인 화재 방재용 설비의 충전물로도 사용되며, 발생하는 온실가스의 종류는 지역적 국가적으로 또는 시기적으로 다르다. 왜냐하면 화재 지압시의 실제 배출량은 상당히 소량일 것으로 예측하는 반면 비상용 소방 설비의 사용이 증가함에 따라 미래의 잠재적 배출에 대한 뱅크가 축적되기 때문이다. 따라서 소방 부문에서의 온실가스 배출량은 사용된 온실가스의 종류를 확인한 후 사용 및 보관에 따른 배출량도 고려하여 산정해야 한다.

⑥ 전기 설비

전기 설비에는 주로 SF₆ 와 PFCs 가 사용되며 송전과 배전 중 전기 설비에서 전기 절연체와 전류 차단제로 사용된다. 전기 설비 부문의 불소계 온실가스는 생산, 설치, 사용, 유지관리, 폐기의 전 공정에 걸쳐서 배출되므로 배출량 산정 시에는 설비 설치나 SF₆ 소비량에만 국한되지 않고 생산 공정과 생산품 유지 관리, 폐기까지 즉각 배출에서 bank 까지 고려하여 산정해야 한다. 그리고 불소계 온실가스가 절연체로서 설비 안에 충전 되기 때문에 전기 설비의 수출입에 따라 지역 및 국가 간 이동이 빈번하므로 배출량 산정 경계를 명확히 해야 할 필요가 있다.

⑦ 기타 사용

이외에도 기타 오존파괴물질 대체물(ODS)로 사용되는 HFCs, PFCs 들이 많은데 이러한 부문의 불소계 온실가스 배출은 현재와 전년도에 불소계 온실가스의 판매량을 이용하여 산정하며 정의에 따라 2 년 이상의 배출량은 100%가 되어야 한다.