



한양대학교
HANYANG UNIVERSITY

KCA
한국경영컨설팅협회

배출량 산정(1) - 고정 및 이동연소-

한양대학교 일반대학원 경영컨설팅학과/
한국경영컨설팅협회



ecosian

[REVIEW] 키워드



활동자료

tCO₂
tCO₂eq

매개변수

GWP

배출활동

배출계수

총발열량

순발열량

Tier

CO₂
등가계수

산화계수

Scope

- 직접배출원(Scope1) 31개 분야, 간접배출원(Scope2) 2개 분야(기타간접배출(Scope3)는 제외)
- 활동자료: 사용량 계측값, 공정의 설계자료, 연료 등의 구매전표 등

고정연소(3)	고체연료연소, 기체연료연소, 액체연료연소	Scope1
이동연소(4)	항공, 도로수송, 철도수송, 선박	
탈루성(2)	석탄의 채굴 및 처리, 원유 및 천연가스 시스템 (2012년 1월1일 부터 적용)	
제품생산공정및 제품사용 (18)	시멘트 생산, 석회생산, 탄산염의 기타 공정사용, 암모니아 생산, 질산 생산, 아디프산 생산, 카바이드 생산, 소다회 생산, 석유정제활동, 석유화학제품 생산, 불소화합물 생산, 철강생산, 합금철생산, 아연생산, 납생산, 전자산업, 오존파괴물질(ODS)의 대체물질 사용, 기타 공정배출	
폐기물(4)	고형폐기물의 매립, 고형폐기물의 생물학적 처리, 하·폐수 처리 및 배출, 폐기물소각	
외부공급(2)	외부로부터 공급된 전기 사용 외부로부터 공급된 열 및 증기 사용	Scope2

Remark : 그린비즈니스컨설팅 3주차의 용어정리 '배출활동 및 보고대상 배출활동 참고



TABLE OF CONTENTS

5. 배출활동별 배출량 산정 방법론 및 배출량 산정

5A 고정연소

5A.1 배출활동 개요

5A.2 배출시설 종류

5A.3 배출량 산정식 및 매개변수 관리

5B 이동연소

5B.1 배출활동 개요

5B.2 배출시설 종류

5B.3 배출량 산정식 및 매개변수 관리



진행단계 확인 : Step5. 배출활동별 산정방법론 선택

- ‘온실가스·에너지 목표관리제 지침’상 5단계인 배출활동별 산정방법론 선택에 해당하며 배출량 산정방법론(계산기반 혹은 연속측정방법) 및 최소 산정 등급(Tier) 요구기준에 따라 배출활동별 산정방법론을 선택함

Step 1
조직경계 설정

Step 2
배출활동
확인·구분

Step 3
모니터링 유형
및 방법

Step 4
모니터링 체계 구축

Step 5
배출활동별
산정방법론 선택

배출활동별 최소산정 등급(Tier) 요구기준

배출활동	산정 방법론			활동자료						배출계수			산화계수		
	A	B	C	연료사용량			순발열량			A	B	C	A	B	C
시설규모				A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1. 고정연소															
① 고체연료	1	2	3	1	2	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3
② 기체연료	1	2	3	1	2	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3
③ 액체연료	1	2	3	1	2	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3

배출활동별 최소산정 등급(Tier)별 산정방법론

배출시설 규모에 따른 최소 산정
등급 확인 및 적용성 검토 → 선정

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

$E_{i,j}$: 연료(j)연소에 따른 온실가스(j)별 배출량(tCO₂eq)

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

$F_{eq,j}$: 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O)별 CO₂ 등가계수
(CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)

진행단계 확인 : Step6. 배출량 산정

- ‘온실가스·에너지 목표관리제 지침’상 6단계인 배출량 산정에 해당하며 산정방법에 따라 필요한 데이터를 수집하고, 세부 산정방법에 따라 온실가스 배출량 등을 산정계산법을 기본으로 하며, 규정된 특정 설비에 따라 일부 연속측정방법(Tier4)로 배출량을 산정

계산법에 의한 배출량 산정

산정 배출원	고정연소 배출량 산정
도시가스 사용에 의한 배출	CO ₂ 배출량 = 703,567Nm ³ × 5.7767E-05 TJ/Nm ³ × 63,100KgCO ₂ /TJ × 1 = 2564.56tCO ₂ e
	CH ₄ 배출량 = 703,567Nm ³ × 5.7767E-05 TJ/Nm ³ × 1KgCO ₂ /TJ × 25 = 1.02tCO ₂ e
	N ₂ O 배출량 = 703,567Nm ³ × 5.7767E-05 TJ/Nm ³ × 0.1KgCO ₂ /TJ × 298 = 1.21tCO ₂ e

연속측정방법에 의한 배출량 산정

<지침에서 규정하는 시설>

- ‘대기환경보전법’ 제32조에 따라 굴뚝자동측정기기(유량·유속계, 온도측정기 및 자료수집기를 포함)를 설치·운영하는 배출시설
- ‘환경분야 시험 및 검사에 관한 법률’ 제6조에 따른 환경오염시험기준 굴뚝자동측정기기 설치방법에 따라 배출가스·유량측정기기 및 자동전송기기가 설치된 배출시설
- ‘환경분야 시험 및 검사에 관한 법률’ 제11조에 따라 주기적인 정도검사를 받는 측정기기

Step 6
배출량 산정
(계산법 or 연속측정)

Step 7
명세서 작성

Step 8
배출량 등
제 3자 검증

Step 9
명세서 및 검증 보고서 제출



5A 고정연소

5B 이동 연소

학습 과제



5A 고정연소

1. 배출활동 개요

2. 배출시설 종류

3. 배출량산정식 및 매개변수 관리

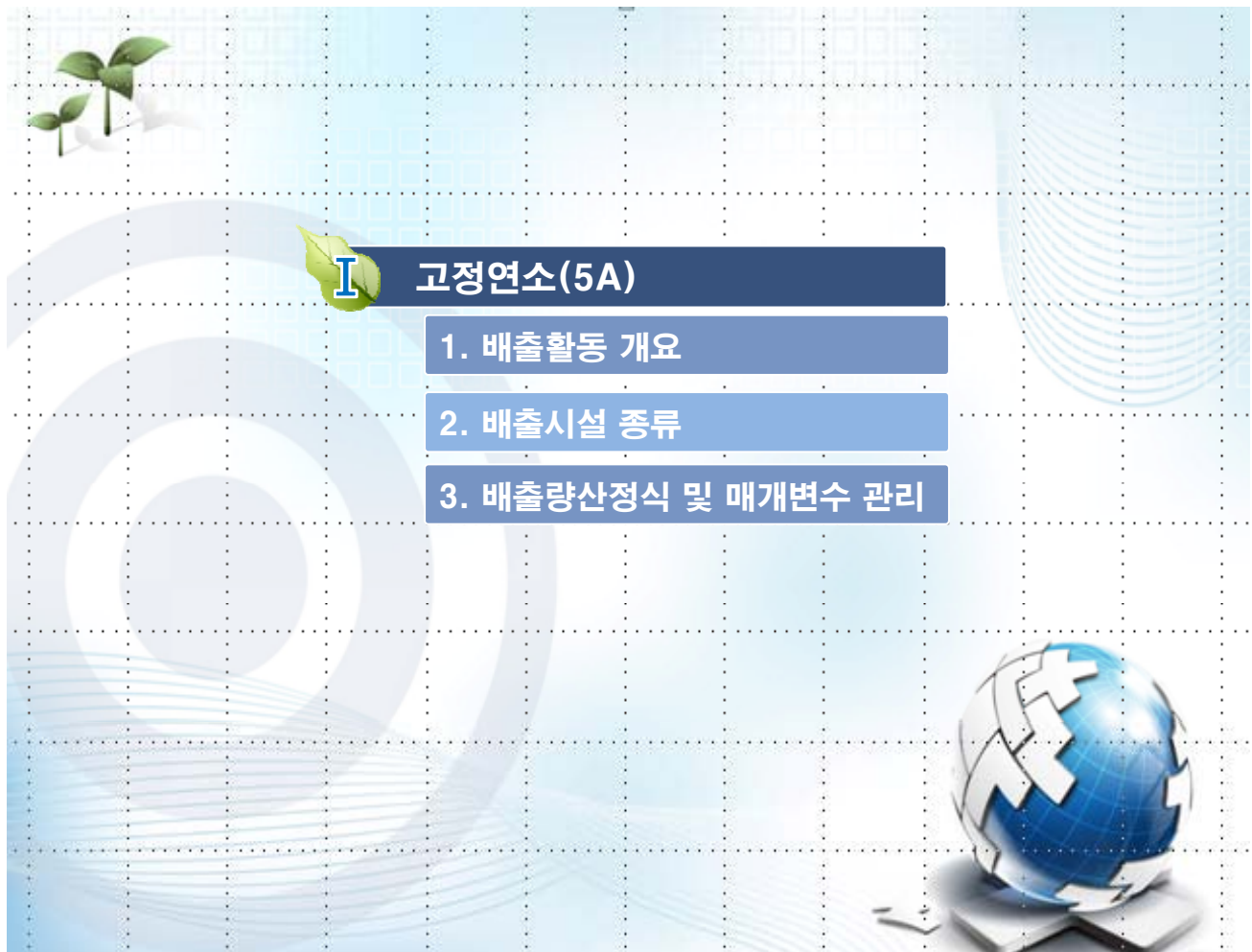


고정연소

- 고정연소로부터 발생하는 배출을 산정하기 위해 필요한 방법 및 자료기술
- 고정연소 배출이 보고 되어야 하는 부문들을 기술
- 아래의 내용에 기초하여 3가지 Tier로 부문별 접근을 위한 방법 제공

배출량 산정 방법론

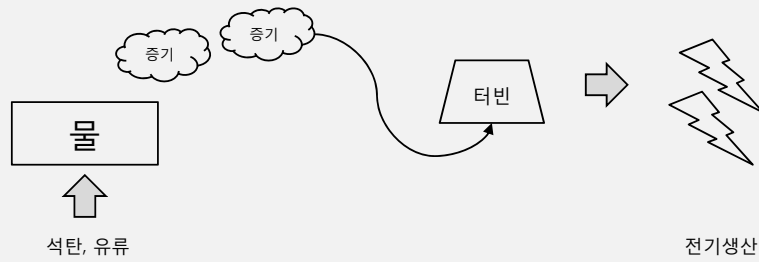
- Tier 1 : 국가 에너지 통계로부터 나온 연료소비량 및 기본 배출계수
- Tier 2 : 국가 에너지 통계로부터 나온 연료소비량 및 국가 연료 특성으로부터 도출된 국가 고유의 배출계수
- Tier 3 : 연료소비 및 저감기술에 적합한 배출계수와 함께 적용된 연소기술에 대한 자료 즉, 이용 가능한 경우에 모형 및 시설수준의 배출자료를 이용하는 것을 포함



I 고정연소(5A)

1. 배출활동 개요
2. 배출시설 종류
3. 배출량산정식 및 매개변수 관리

화력발전시설



- 화력발전시설은 석탄, 유류등을 연소시켜 발생된 열로 물을 끓이고 이때 발생된 증기를 압축시켜 터빈을 돌려 전기를 생산하는 시설임
- 터빈은 유체를 동익에 부딪히게 하여 그 운동에너지를 회전운동으로 바꾸어 동력을 얻게 하는 회전식 원동기를 말하며, 터빈에는 수력터빈, 증기터빈, 가스터빈 등이 있고 화력발전시설은 주로 증기터빈임

열병합 발전시설

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



발전용 내연기관

- 내연기관 중 도저히방용, 비상용 및 수송용은 제외한다.
- 실린더내에서 공기와 혼합된 연료를 폭발적으로 연소시켜 피스톤의 왕복운동에 의해 전기를 생산하는 시설(여기서 실린더란 유체를 밀폐한 원통형)
- 실린더를 여러 개 함께 묶어 하나의 몸으로 만드는 것을 실린더블록이라고 함

1

■ 도저히방용

- 섬, 산간벽지 등 전기의 공급이 불가능한 지역에서 자체적으로 설치되어 운용되는 내연용 발전시설

2

■ 비상용

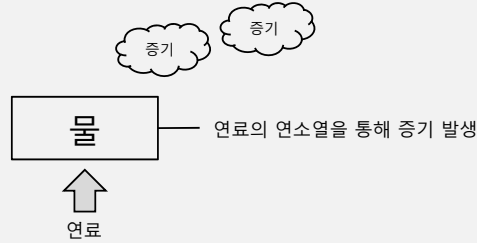
- 외부로부터 전기의 공급이 중단된 경우에 한하여 자체 사업용으로 가동하는 발전시설

3

■ 수송용

- 기차, 선박 등 수송차량 등에서 자체소비를 목적으로 전기를 생산하거나 트레일러 등에 발전시설이 설치되어 장소를 이동하면서 전기를 생산하는 시설

일반 보일러 시설



- 연소열을 물에 전달하여 증기를 발생시키는 시설을 말한다.
- 물 및 증기를 넣는 철재용기(보일러 본체)와 연료의 연소장치 및 연소실(화로)로 이루어져 있다.
- 본체의 구조형식에 따라 원통형보일러, 수관보일러, 주철형 보일러로 나눌 수 있다.

■ 원통형 보일러

- 구멍이 큰 원통을 본체로 한다.
- 내부에 논통화로, 연관 등을 설치한 시설이다.
- 구조가 간단하고 일반적으로 널리 쓰이고 있으나 고압용이나 대용량에는 적합하지 않다.
- 종류에는 입식보일러, 노통보일러, 연관보일러, 노통연관보일러 등이 있다.

■ 수관식 보일러

- 작은 직경의 드럼과 여러 개의 수관으로 나뉘어져 있는 시설이다.
- 수관내에서 증발이 일어나도록 되어있으며 고압, 대용량으로 적합하다.
- 종류에는 자연순환식, 강제순환식, 관류식 등이 있다.

■ 주철형 보일러

- 주물계의 Section을 몇 개의 전후로 짜 맞춘 보일러
- 하부는 연소실, 상부는 굴뚝으로 되어있으며 주로 난방용의 저압증기 발생용 또는 온수보일러로 사용되고 있다.

고정연소(5A)

1. 배출활동 개요

2. 배출시설 종류

3. 배출량산정식 및 매개변수 관리

배출활동 개요

- 고체연료 연소란 특정 시설에 열을 제공하고 이를 열 혹은 기계적인 일로 공정에 제공하거나 장치로부터 멀리 떨어져 사용하기 위해 설계된 장치
- 무연탄, 유연탄, 갈탄, 코크스와 같은 고체 화석연료의 의도적인 연소로부터 발생하는 온실가스 배출을 말함
- 활동에서는 CO₂, CH₄, N₂O가 발생

보고대상 배출시설

- 고체연료 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같음
- 화력발전시설
- 열병합발전시설
- 발전용 내연기관
- 일반보일러시설
- 공정연소시설
- 대기오염 방지시설

보고대상 온실가스

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

배출량 산정방법론

Tier 1~3

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

- E_{ij} : 연료(i)연소에 따른 온실가스(j)별 배출량(tCO₂eq)
- Q_i : 연료(i) 사용량(측정값, ton-연료)
- EC_i : 연료(i)별 열량계수(연료 순발열량, MJ / kg-연료)
- EF_{ij} : 연료(i)별 온실가스(j)의 배출계수(kg-GHG / TJ-연료)
- f_i : 연료(i)별 산화계수
- F_{eq,i} : 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O)별 CO₂ 등가계수
- (CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)

Tier 4

- 연소측정방식을 사용

매개변수 별 관리기준

활동자료

- Tier 1
 - 사업자 또는 연료 공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±7.5%이내의 연료사용량 자료를 활용
- Tier 2
 - 사업자 또는 연료 공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±5.0% 이내의 연료 사용량 자료를 활용
- Tier 3
 - 사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±2.5% 이내의 연료 사용량 자료를 활용
- Tier 4
 - 연속측정방식을 사용

매개변수 별 관리기준

■ 열량계수(순발열량)

- Tier 1
 - IPCC 가이드라인 기본 발열량 값을 사용
- Tier 2
 - 국가 고유 발열량 값을 사용
- Tier 3
 - 사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 발열량 값을 사용
- Tier 4
 - 연속측정방식을 사용

■ 배출계수

- Tier 1
 - IPCC 가이드라인 기본 배출계수 값을 사용
- Tier 2
 - 국가 고유 배출계수 값을 사용

매개변수 별 관리기준

- Tier 3
 - 사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 배출계수 값을 사용

* 배출계수는 다음 식에 따라 개발하여 사용

$$EF_{i,CO_2} = EF_{i,C} \times \frac{44}{12}$$

$$EF_{i,C} = \frac{C_{ar,i}}{100} \times \frac{1}{EC_i}$$

$$C_{ar,i} = \frac{C_{daf,i} \times (100 - M_{ar,i} - A_{ar,i})}{100}$$

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

EF_i : 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
 - 연속측정방식을 사용

5A.3. 고정연소 – 고체연료 배출량 산정방법론

매개변수 별 관리기준

■ 산화계수

➤ Tier 1

- 산화계수는 기본값인 0.1을 적용

➤ Tier 2

- 발전 부문은 산화계수 0.99를 적용하고, 기타부문은 0.98을 적용

➤ Tier 3

- 사업자가 자체 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 고유 산화계수를 사용

* 산화계수는 다음 식에 따라 개발함

$$f_i = 1 - \frac{C_{a,i} \times A_{a,i}}{(100 - C_{a,i}) \times C_{a,i}}$$

$C_{a,i}$: 재(灰) 중 탄소 함량(비산재와 바닥재의 가중 평균, 측정값, %)

$A_{a,i}$: 연료의 재(灰) 함량(인수식 또는 연소식, 측정 값, %)

$C_{a,i}$: 연료 중의 탄소 퍼센트(인수식 또는 연소식, 계산 값, %).

➤ Tier 4

- 연속측정방식을 사용

5A.3. 고정연소 – 기체연료 배출량 산정방법론

배출활동 개요

- 특정 시설에 열을 제공하고 이를 열 혹은 기계적인 일로 공정에 제공하거나 장치로부터 멀리 떨어져 이용하기 위해 설계된 장치 내에서 LNG, LPG, 프로판, 부탄 및 기타 부생가스 등 기체 연료의 의도적인 연소로부터 발생되는 온실가스 배출을 말함
- 활동에서는 CO₂, CH₄, N₂O가 발생

보고대상 배출시설

- 기체연료 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같음

- 화력발전시설
- 열병합발전시설
- 발전용 내연기관
- 일반보일러시설
- 공정연소시설
- 대기오염 방지시설

보고대상 온실가스

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

배출량 산정방법론

■ 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(CO₂-eq ton)

Q_i : 연료(i) 사용량(측정값, m³-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ / m³-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 CO₂ 등가계수(CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)

■ Tier 4

➤ 연소측정방식을 사용

매개변수 별 관리기준

■ 활동자료

➤ Tier 1

- 사업자 또는 연료 공급자에 의해 측정된 측정불확도 ± 7.5%이내의 연료사용량 자료를 활용

➤ Tier 2

- 사업자 또는 연료 공급자에 의해 측정된 측정불확도 ± 5.0% 이내의 연료 사용량 자료를 활용

➤ Tier 3

- 사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ± 2.5% 이내의 연료 사용량 자료를 활용

➤ Tier 4

- 연속측정방식을 사용

매개변수 별 관리기준

■ 열량계수(순발열량)

➤ Tier 1

- IPCC 가이드라인 기본 발열량 값을 사용한다.

➤ Tier 2

- 국가 고유 발열량 값을 사용한다.

➤ Tier 3

- 사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 발열량 값을 사용한다.

➤ Tier 4

- 연속측정방식을 사용한다.

■ 배출계수

➤ Tier 1

- IPCC 가이드라인 기본 배출계수 값을 사용한다.

➤ Tier 2

- 국가 고유 배출계수 값을 사용한다.

매개변수 별 관리기준

➤ Tier 3

- 사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 배출계수 값을 사용

* 배출계수는 다음 식에 따라 개발하여 사용

$$EF_{i,CO_2} = \frac{EF_{it}}{EC_i} \times D_i$$

$$EF_{it} = \sum_y \left[\left(\frac{moly\% \times \left(\frac{mw_y}{V} \right) \times 100}{d_{y,total}} \right) \times \left(\frac{44.010 \times N_y \times f_i}{mw_y \times 100} \right) \right]$$

EF_{i,CO2} : 연료(i) 별 CO₂ 배출계수(kg CO₂ / GJ)
 EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, GJ / 천m³-연료)
 EF_{it} : 연료(i)의 CO₂ 환산계수(kg CO₂ / kg-연료)
 D_i : 연료(i)의 밀도(kg-연료 / 천m³-연료) (=d_{y, total}/100)
 moly% : 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 m³)
 N_y : 연료(i)의 가스성분(y)의 탄소 원자수(개)
 f_i : 연료(i)의 산화계수(=0.995)
 D_{y, total} :

$$d_{y,total} = \sum_y \left\{ moly\% \times \left(\frac{mw_y}{V} \right) \right\}$$

➤ Tier 4

- 연속측정방식을 사용

매개변수 별 관리기준

▪ 산화계수

➤ Tier 1

산화계수는 기본값인 1.0을 적용한다.

➤ Tier 2

발전 부문은 산화계수 0.995를 적용한다.

➤ Tier 3

산화계수가 고유 배출계수 개발식에 포함되므로 별도로 적용하지 않는다.

➤ Tier 4

연속측정방식을 사용한다.

배출활동 개요

- 특정시설에 열을 제공하고 이를 열 혹은 기계적인 일로 공정에 제공하거나 장치로부터 멀리 떨어져 이용하기 위해 설계된 장치 내에서 원유, 휘발유, 등유, 경유, B-A/B-C와 같은 액체화석연료의 의도적인 연소로부터 발생하는 온실가스 배출을 말함
- 활동에서 CO₂, CH₄, N₂O가 발생

보고대상 배출시설

- 기체연료 연소의 보고대상 배출시설은 아래와 같음
- 화력발전시설
- 열병합발전시설
- 발전용 내연기관
- 일반보일러시설
- 공정연소시설
- 대기오염 방지시설

보고대상 온실가스

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

배출량 산정방법론

■ 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(CO₂-e ton)

Q_i : 연료(i)의 사용량(측정값, t-연료)

EC_i : 연료(i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ / t-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 CO₂ 등가계수(CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)

■ Tier 4

- 연소측정방식을 사용한다.

매개변수 별 관리기준

■ 활동자료

- Tier 1
사업자 또는 연료 공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±7.5%이내의 연료사용량 자료를 활용
- Tier 2
사업자 또는 연료 공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±5.0% 이내의 연료 사용량 자료를 활용
- Tier 3
사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 측정불확도 ±2.5% 이내의 연료 사용량 자료를 활용
- Tier 4
연소측정방식을 사용

매개변수 별 관리기준

■ 열량계수(순발열량)

- **Tier 1**
IPCC 가이드라인 기본 발열량 값을 사용
- **Tier 2**
국가 고유 발열량 값을 사용한다.
- **Tier 3**
사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 발열량 값을 사용
- **Tier 4**
연속측정방식을 사용

■ 배출계수

- **Tier 1**
IPCC 가이드라인 기본 배출계수 값을 사용
- **Tier 2**
국가 고유 배출계수 값을 사용

매개변수 별 관리기준

- **Tier 3**
사업자가 자체적으로 개발하거나 연료공급자가 분석하여 제공한 배출계수 값을 사용

* 배출계수는 다음 식에 따라 개발하여 사용

$$EF_{i,CO_2} = \frac{C_i}{100} \times \frac{D_i}{EC_i} \times \frac{44}{12}$$

EF_{i,CO₂} : 연료(i)의 CO₂ 배출계수(kg-CO₂ / 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**
연속측정방식을 사용

■ 산화계수

- **Tier 1**
산화계수는 기본값인 1.0을 적용
- **Tier 2**
발전 부문은 산화계수 0.99를 적용
- **Tier 3**
산화계수가 고유 배출계수 개발식에 포함되므로 별도로 적용하지 않음
- **Tier 4**
연속측정방식을 사용



5B 이동연소

1. 배출활동 개요

2. 배출시설 종류

3. 배출량산정식 및 매개변수 관리



5B.1. 이동연소 – 이동연소 개요



이동연소 개요

- 이동연소부문의 배출시설은 수송용 내연기관을 말함
- 기차, 선박, 항공기, 도로 등 수송 차량에서 자체소비를 목적으로 동력이나 전기를 생산하는 시설
- 유의사항 : 교통분야 관리업체가 소유·운영하는 개별 차량이나 기관차 별로 목표를 설정하는 것이 아니라 운송수단 별로 구분하여 배출량 합계치에 대해 목표를 설정·관리

배출량 산정 방법론

- Tier 1 : 국가 에너지 통계로부터 나온 연료소비량 및 기본 배출계수
- Tier 2 : 국가 에너지 통계로부터 나온 연료소비량 및 국가 연료 특성으로부터 도출된 국가 고유의 배출계수
- Tier 3 : 연료소비 및 저감기술에 적합한 배출계수와 함께 적용된 연소기술에 대한 자료 즉, 이용 가능한 경우에 모형 및 시설수준의 배출자료를 이용하는 것을 포함



5B 이동연소

1. 배출활동 개요

2. 배출시설 종류

3. 배출량산정식 및 매개변수 관리



5B.2. 이동연소 – 배출시설의 종류



항공

■ 민간항공

- 이착륙을 포함하는 국내 및 국제 민간 항공에 의한 배출
- 국제병커링/국내 항공은 비행기의 국적이 아닌 각 비행의 이착륙 지점으로 구분
- * 국제병커링(국제선 운항)에 따른 온실가스 배출량은 산정 및 보고에서 제외

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

■ 국내항공

- 이착륙을 같은 나라에서 하는 민간 국내 여객 및 화물항공기(상업수송기, 개인비행기, 농업용 비행기)로 부터의 배출
- 동일 국가 내의 상당히 멀리 떨어진 두 공항 사이의 비행 포함

■ 기타항공

- 다른 데서 지정되지 않은 모든 항공 이동원의 연소 배출 포함

도로

■ 도로차량의 종류는 다음 표와 같음

종류	경형	소형	중형	대형
승용 자동차	배기량이 1000cc 미만으로서 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 2,000cc 미만이거나 길이·너비·높이 중 어느 하나라도 소형을 초과하는 것	배기량이 2,000cc 이상이거나, 길이·너비·높이 모두 소형을 초과하여 길이가 9미터 이상인 것
승합 자동차	배기량이 1000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	승차정원이 15인 이하인 것으로서 길이 4.7미터·너비 1.7미터·높이 2.0미터 이하인 것	승차정원이 16인 이상 35인 이하이거나, 길이·너비·높이 중 어느 하나라도 소형을 초과하여 길이가 9미터 미만인 것	승차정원이 36인이상이거나, 길이·너비·높이 모두 소형을 초과하여 길이가 9미터 이상인 것
화물 자동차	배기량이 1000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	최대적재량이 1톤 이하인 것으로서, 총 중량이 3.5톤 이하인 것	최대적재량이 1톤 초과 5톤 미만이거나, 총 중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	최대적재량이 5톤 이상이거나, 총 중량이 10톤 이상인 것
특수 자동차	배기량이 1,000cc 미만으로서 길이 3.6미터·너비 1.6미터·높이 2.0미터 이하인 것	총중량이 3.5톤 이하인 것	총 중량이 3.5톤 초과 10톤 미만인 것	총중량이 10톤 이상인 것
이륜 자동차	-	배기량이 100cc 이하(정격출력 1킬로와트 이하)인 것으로서, 최대적재량(기타 형에 한한다)이 60킬로그램 이하인 것	배기량이 100cc 초과 260cc 이하(정격출력 1Kw 초과 1.5Kw 이하)인 것으로서, 최대적재량이 60킬로그램 초과 100킬로그램 이하인 것	배기량이 260cc(정격출력 1.5Kw)를 초과하는 것
비도로 기타	건설기계, 농기계 등 비 도로 차량 및 위에서 규정되지 않은 기타 차량			

철도

- 철도차량은 고속차량, 전기기관차, 전기동차, 디젤기관차, 디젤동차, 특수차량 등 6종류가 있음
- 디젤유를 사용하는 철도차량: 디젤기관차, 디젤동차, 특수차량
- 수행역할에 따라 일반(디젤)기관차, 입환 기관차, 장비차량으로 나뉘기도 함
- 발전소에서 생산된 전기를 동력원으로 하는 철도 차량 : 고속차량, 전기기관차, 전기동차
- 증기기관차의 경우 일반적으로 관광용 같은 국한된 용도로 사용되며 발생하는 온실가스는 상대적으로 적음

선박

■ 선박 부문에 대한 배출시설은 아래 표와 같음

배출원	적용범위
수상항해	수상 선박을 추진하기 위해 사용된 연료로부터의 모든 배출 호버크래프트(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 나라안에서 연료보급이 이루어진 모든 국적의 선박을 포함
기 타	다른 데서 지정되지 않은 모든 연료연소로부터의 수상 이동 배출



5B 이동연소

1. 배출활동 개요

2. 배출시설의 물질/에너지 수지

3. 배출량산정식 및 매개변수 관리



5B.3. 이동연소 – 항공 부문 배출량 산정 방법론



배출활동 개요

- 항공기 내연기관에서 제트연료나 항공 휘발유 등의 연소에 의해 온실가스가 발생하는 배출활동
- 항공기 연소가스는 대략 CO₂ 70%, H₂O 30%, 기타 대기오염 물질 1%미만으로 구성
- 온실가스 배출량은 항공기의 운항 횟수, 운전 조건, 엔진 효율, 비행거리, 비행단계별 운행시간, 연료 종류 및 배출고도에 영향 받음
- 항공기의 운항은 이륙단계(LTO)와 순항단계(Cruise)으로 구분
- 항공기에서 배출되는 오염물질의 약 10%는 공항 내에서의 운행과 이착륙중에 발생하며 90%가량 높은 고도에서 발생

보고 대상 배출시설

- 민간 항공기
- 국내 항공기
- 기타 항공기

보고 대상 온실가스

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

배출량 산정방법론

■ Tier 1

- 항공 휘발유를 사용하는 소형 비행기에 주로 적용
- 연료사용량을 활동자료로 하고 연료사용량은 국내/국제항공으로 구분

$$E_{ij} = \sum (Q_i \times EC_i \times EF_{ij} \times f_i \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

- E_{ij} : 연료 (i) 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO₂-e ton)
- Q_i : 연료 (i)의 사용량(측정값, ℓ-연료)
- EC_i : 연료 (i)의 열량계수(연료 순발열량, MJ / ℓ-연료)
- EF_{ij} : 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 CO₂ 등가계수
- (CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)

■ Tier 2

- 제트연료를 사용하는 항공기에 적용
- 이착륙과정(LTO모드)과 순항과정을 구분하여 산정
- 산정과정 : 총 연료소비량 산정 → 이착륙과정 연료소비량 산정 → 순항과정의 연료소비량 산정
→ 이착륙과 순항과정에서 온실가스 배출량 산정

$$E_{ij} = \sum ((E_{i,j,LTO} + E_{i,j,cruise}) \times F_{eq,j})$$

$$E_{i,j,cruise} = \sum ((Q_i - Q_{i,LTO}) \times EF_j)$$

배출량 산정방법론

$$E_{ij} = \sum ((E_{i,j,LTO} + E_{i,j,cruise}) \times F_{eq,j})$$

$$E_{i,j,cruise} = \sum ((Q_i - Q_{i,LTO}) \times EF_j)$$

- E_{ij} : 연료 (i) 사용에 따른 온실가스 (j) 배출량(CO₂-e ton)
- $E_{i,j,LTO}$: 연료 (i) 사용에 따른 온실가스 (j)의 LTO 배출량
- (= LTO 횟수 × LTO 배출계수)
- $E_{i,j,cruise}$: 연료 (i) 사용에 따른 온실가스 (j)의 순항과정 배출량
- Q_i : 연료 (i)의 사용량(측정값, ℓ-연료)
- $Q_{i,LTO}$: 연료 (i)의 LTO 사용량
- (= LTO 횟수 × (연료소비량/LTO), ℓ-연료)
- EF_{ij} : 연료 (i)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수(kg-GHG / TJ-연료)
- $F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO₂ 등가계수 (CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)

매개 변수별 관리기준

■ 활동자료

➢ Tier 1

- 측정불확도 ±7.5% 이내의 사업자 또는 연료공급자에 의해 측정된 연료사용량 자료를 사용

➢ Tier 2

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

매개 변수별 관리기준

- Tier 1 배출계수(EF, LTO 배출계수 등)
 - 아래 표의 연료별, 온실가스별 기본 배출계수를 사용

연료	기본 배출계수(kg/TJ)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
항공휘발유(Aviation Gasoline)	69,300	-	-
항공유(Jet Kerosene)	71,500	-	-
모든 연료	-	0.5	2

* 출처 : 2006IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

- Tier 2 배출계수(EF, LTO배출계수 등)
 - 기종별 이착륙(LTO) 당 배출계수는 아래 표의 값을 사용
 - 명시되지 않은 기종에 대한 계수는 2006 IPCC국가 온실가스 인벤토리 가이드라인을 참조
 - 순항모드에서의 배출계수는 국가별 고유계수를 개발하여 사용하며 국가별 고유계수가 없는 경우 아래 표와 같은 배출계수를 사용

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

매개 변수별 관리기준

- 항공기 기종별 이착륙(LTO)당 배출계수

항공기		LTO 배출계수(kg/LTO)			LTO 연료소비 (kg/LTO)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
단거리 제트기	DC-10	7290	0.24	0.2	2310
	DC8-50/60/70	5360	0.15	0.2	1700
	DC-9	2650	0.46	0.1	840
	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
	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

5B.3. 이동연소 – 항공 부문 배출량 산정 방법론

매개 변수별 관리기준

- 항공기 기종별 이착륙(LTO)당 배출계수(계속)

항공기		LTO 배출계수(kg/LTO)			LTO 연료소비 (kg/LTO)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
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

5B.3. 이동연소 – 도로 부문 배출량 산정 방법론

배출활동 개요

- 도로차량의 연료 사용으로부터 발생하는 모든 연소배출을 포함
- 자동차는 내연기관에서의 화석연료 연소에 의해 CO₂, CH₄, N₂O 등 온실가스 배출
- 건설기계, 농기계 등 비도로 차량에 의한 온실가스 배출 또한 별도의 구분 없이 배출량 산정

보고 대상 배출시설

- 승용 자동차
- 승합 자동차
- 화물 자동차
- 특수 자동차
- 이륜 자동차
- 비도로 및 기타 자동차

보고 대상 온실가스

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

배출량 산정방법론

■ Tier 1

- 연료 종류별 사용량을 활동자료로 함
- 기본 배출계수를 적용하여 배출량 산정

$$E_{i,j} = \sum (Q_i \times EC_i \times EF_{i,j} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

- $E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(kg)
- 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 CO₂ 등가계수(CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)
- i : 연료 종류

■ Tier 2

- 연료 종류별, 차종별, 제어기술별 연료사용량을 활동자료로 함
- 국가 고유 계수를 적용하여 배출량을 산정

$$E_{i,j} = \sum (Q_{i,k,l} \times EC_i \times EF_{i,k,l} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

- $E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO₂-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 CO₂ 등가계수(CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)
- i : 연료 종류
- k : 차량 종류
- l : 제어기술 종류

배출량 산정방법론

■ Tier 3

- 차량의 주행거리를 활동자료로 함
- 차종별, 연료별, 배출제어기술별 고유 배출계수를 개발·적용하여 산정
- 단, 이 산정법은 CH₄와 N₂O에 대해서만 유효

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

- E_{CH_4/N_2O} : CH₄ 또는 N₂O 배출량 (CO₂-e ton)
- $Distance_{j,k,l,m}$: 주행거리(km)
- $EF_{j,k,l,m}$: 배출계수(g/km)
- $F_{eq,j}$: 온실가스 (j)의 CO₂ 등가계수(CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)
- i : 연료 종류(예, 휘발유, 경유, LPG 등)
- j : 온실가스 종류(CH₄, N₂O)
- k : 차량 종류
- l : 배출제어기술(또는 차량 제작 연도)
- m : 운전조건(이동시 평균 차속)

매개 변수별 관리기준

■ 활동자료

➤ Tier 1

- 도로 또는 비도로 차량 운영을 위해 사용된 연료 종류별 사용량을 활동자료로 함
- 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정 불확도 $\pm 7.5\%$ 이내의 연료사용량을 활용

➤ Tier 2

- 도로 또는 비도로 차량 운영을 위해 사용된 연료 종류별 사용량을 활동자료로 함
- 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정 불확도 $\pm 5.0\%$ 이내의 연료사용량을 활용

➤ Tier 3

- 차량 종류, 사용 연료, 배출제어기술 등에 따른 각각의 운행거리(주행거리)활동자료로 함
- 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정 불확도 $\pm 2.5\%$ 이내의 연료사용량을 활용

■ 배출계수

➤ Tier 1

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

기후변화대응 온실가스감축 컨설팅 과정



매개 변수별 관리기준

■ 배출계수

➤ Tier 2

- 연료별, 온실가스별 국가 고유 배출계수 사용

➤ Tier 3

- 국내 차종별 CH₄, N₂O의 배출계수 사용

(자동차의 CH₄ 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	$y = 0.3267x^{-0.7956}$

5B.3. 이동연소 – 도로 부문 배출량 산정 방법론

매개 변수별 관리기준

승 합	경형	LPG	2006~2008년	$y = 0.0305x^{-0.5298}$
	소형	경유	2000~02.6년	$y = 0.0650x^{-0.8969}$
			2002.7~05년	$y = 0.1004x^{-1.0693}$
		LPG	2006~2008년	$y = 0.0248x^{-0.6378}$
			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 활용

* 출처 : 국립환경과학원

5B.3. 이동연소 – 도로 부문 배출량 산정 방법론

매개 변수별 관리기준

(자동차의 N₂O 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	$y = 0.191x^{-0.9666}$
택 시	LPG	2006~2008년	$y = 0.1162x^{-1.1582}$
		2006~2008년	$y = 0.1479x^{-0.9224}$
	경유	2006~2008년	$y = 0.1479x^{-0.9224}$
승 합	경형	LPG	2002.6년 이전 $y = 0.4397x^{-0.7735}$ 2002.7~05년 $y = 0.6240x^{-1.0010}$
		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 $y = 0.2808x^{-1.2565}$
			2006~2008년 $y = 0.2742x^{-0.5359}$
	중형	경유	2002.7~05년 $y = 0.2742x^{-0.5359}$
			2002.7~05년 $y = 0.2742x^{-0.5359}$
	전세 버스	경유	2000~02.6년 $y = 2.08x^{-0.8055}$ 2002.7~05년 $y = 1.2359x^{-0.785}$
			2002.7~05년 $y = 1.2359x^{-0.785}$
	시내 버스	경유	2002.7~05년 $y = 0.5268x^{-0.4932}$
			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	- $y = 0.0311x^{-0.8501}$

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

* 출처 : 국립환경과학원

배출활동 개요

- 철도부문은 일반적으로 디젤, 전기, 증기 세 가지 중 하나를 사용하여 구동하는 철도 기관차에서 배출되는 온실가스 배출량을 산정

보고 대상 배출시설

- 고속차량
- 전기기관차
- 전기동차
- 디젤기관차
- 디젤동차
- 특수차량

보고 대상 온실가스

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

배출량 산정방법론

- Tier 1**
 - 연료 종류별 사용량을 활동자료로 함
 - 기본 배출계수를 이용하여 배출량을 산정

$$E_{ij} = \sum (Q_i \times EC_i \times EF_{ij} \times F_{eqj} \times 10^{-9})$$

- E_{ij} : 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO₂-e ton)
- Q_i : 연료 종류 (i)의 연료소비량(ℓ)
- EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량(MJ /ℓ-연료)
- EF_{ij} : 연료 종류 (i)에 대한 온실가스 (j)의 배출계수(kg/TJ)
- F_{eqj} : 온실가스 (j)의 CO₂ 등가계수 (CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)
- i : 연료 종류

- Tier 2**
 - 기관차 종류, 연료 종류, 엔진 종류에 따른 연료 사용량을 활동자료로 함
 - 국가 고유 배출계수를 사용하여 배출량 산정

$$E_{ijkl} = \sum (Q_{i,k,l} \times EC_i \times EF_{i,k,l} \times F_{eqj} \times 10^{-9})$$

- E_{ijkl} : 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량 (CO₂-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)
- $EF_{i,k,l}$: 연료 종류 (i), 기관차 종류 (k), 엔진 종류 (l)의 배출계수(kg/TJ)
- F_{eqj} : 온실가스 (j)의 CO₂ 등가계수 (CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)
- i : 연료 종류
- k : 기관차 종류
- l : 엔진 종류

배출량 산정방법론

■ Tier 3

- CH₄와 N₂O배출량은 기관차 종류, 엔진종류, 부하율 등 다양한 인자에 의해 영향을 받음
- 보다 정확한 배출량 산정을 위해 이러한 인자를 고려
- 인자를 고려한 고유 배출계수 개발이 요구

$$E_{k,j} = \sum (N_k \times H_k \times P_k \times LF_k \times EF_k \times F_{eq,j} \times 10^{-6})$$

- E_k : CH₄ 또는 N₂O 배출량(kg)
- 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(kg/kWh)
- F_{eq,j} : 온실가스 (j)의 CO₂ 등가계수 (CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)

매개 변수별 관리기준

■ 활동자료

➤ Tier 1

- 연료 종류별 사용량을 활동자료로 함
- 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정 불확도 ±7.5%이내의 연료사용량을 활용

➤ Tier 2

- 연료 종류, 기관차 종류, 엔진 종류별 연료사용량을 활동 자료로 함
- 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정 불확도 ±5.0%이내의 연료사용량을 활용

➤ Tier 3

- 기관차 종류별 연간 사용시간, 정격출력, 부하율 등을 활동자료로 함
- 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정 불확도 ±2.5%이내의 연료사용량을 활용

■ 배출계수

➤ Tier 1

- 기본 배출계수 사용

구 분	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
디젤	74,000	4.15	28.6
아역청탄	96,100	2	1.5

* 출처 : 2006 IPCC 국가 인벤토리 작성을 위한 가이드라인

매개 변수별 관리기준

■ 배출계수

➤ Tier 2

- 국가 고유 배출계수 사용

➤ Tier 3

- 기관차 종류별 연간 사용시간, 정격출력, 부하율 등을 고려하여 고유 배출계수를 개발하여 사용

배출활동 개요

- 휴양용 선박에서 대형 화물 선박까지 주로 디젤 엔진 또는 증기나 가스터빈에 의해 운항되는 모든 수상교통(선박)에 의해 배출되는 온실가스 포함
- 선박의 운항에 의해 CO₂, CH₄, N₂O 등 온실가스와 기타 대기오염물질이 배출

보고 대상 배출시설

- 수상항해 선박
- 국내항해 선박
- 어선
- 기타 선박

보고 대상 온실가스

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

배출량 산정방법론

■ Tier 1

- 연료 종류별 사용량을 활동자료로 함
- 기본 배출계수를 이용하여 배출량을 산정

$$E_{i,j} = \sum (Q_{i,k} \times EC_i \times EF_{i,j} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

- $E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO₂-e ton)
- $Q_{i,k}$: 연료 종류 (i)의 연료 소비량(t)
- 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 CO₂ 등가계수 (CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310)

■ Tier 2

- 선박의 종류, 연료 종류, 엔진 종류에 따라 배출량을 산정
- 국가 고유 배출계수를 사용하여 배출량 산정

$$E_{i,j} = \sum (Q_{i,k,l} \times EC_i \times EF_{i,j,k,l} \times F_{eq,j} \times 10^{-9})$$

- $E_{i,j}$: 연료 종류 (i)의 사용에 따른 온실가스 (j)의 배출량(CO₂-e ton)
- $Q_{i,k,l}$: 연료 종류 (i), 선박종류 (k), 엔진종류 (l)의 연료소비량(t)
- EC_i : 연료 종류 (i)의 순발열량(MJ /ℓ-연료)
- $EF_{i,j,k,l}$: 연료 종류 (i), 선박종류 (k), 엔진 종류 (l)의 배출계수(kg/TJ)
- i : 연료 종류
- k : 선박 종류
- l : 엔진 종류

매개 변수별 관리기준

■ 활동자료

➢ Tier 1

- 국내 수상운송, 국제 수상 운송 및 어업으로 구분한 연료 종류별 사용량을 활동자료로 함
- 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정 불확도 ±7.5%이내의 연료사용량을 활용

➢ Tier 2

- 선박 운항에 따른 연료 종류, 선박 종류, 선박에 탑재된 엔진 종류별 연료 사용량을 활동자료로 함
- 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정 불확도 ±5.0%이내의 연료사용량을 활용

➢ Tier 3

- 선박 운항에 따른 연료 종류, 선박 종류, 선박에 탑재된 엔진 종류별 연료 사용량을 활동자료로 함
- 사업자 혹은 연료공급자에 의해 측정된 측정 불확도 ±2.5%이내의 연료사용량을 활용

배출량 산정방법론

■ 배출계수

➤ Tier 1

- 연료 종류 및 물질 별 IPCC가이드라인 기본 배출계수 사용

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 ₂ O(kg/TJ)
선 박	7	2

➤ Tier 2

- 연료 종류, 선박 종류, 엔진 종류별로 특성화된 국가 고유 배출계수를 사용

[부록] 실습과제

학습과제

1. 한국주식회사의 부평사업장의 LNG 사용량이 총 681,410,000(NM3)이라고 할 때, Tier 1수준에서의 tCO₂만의 배출량을 구하여라.
2. 한국주식회사의 부평 사업장에서의 법인 등록된 차량은 휘발유 차량 1대, 경유차량 3대가 있다. 휘발유를 사용하는 1대의 총 영수금액이 20만원, 경유를 사용한 차량 3대의 총 영수금액이 45만원이라 할 때, 이 사업장의 이동연소 tCO₂만의 배출량을 구하여라. (Hint : 연료단가- 휘발유 단가: 1600(원/L) 경유단가: 1397(원/L))
3. 구세계 백화점의 본점에는 버거킹, 소담칼국수, 스타벅스가 입점해 있다. 각 임대매장에서는 도시가스(LPG)를 각각 35,000kg, 27,000kg, 82,000kg을 사용하였다. 그리고, 비상발전기1대의 경유 사용량이 3,000kl 이며, 백화점 셔틀버스의 경유사용 영수증이 15만원이었다. (Hint : 연료단가이용- 경유단가: 1397(원/L))

1. 고정연소의 배출시설을 3가지만 설명하시오.
2. 대기오염 물질 방지시설의 종류에는 무엇이 있는가?
3. 고체연료 연소란 무엇인가?
4. 액체연료를 사용하는 배출시설 보고대상의 종류에는 무엇이 있는가?
5. 이동연소의 종류에는 무엇이 있는지 간략히 설명하시오
6. 이동연소의 철도부문에서 보고 해야하는 배출시설에는 무엇이 있는가?
7. 항공부문의 배출활동에 대해 간략히 설명하시오.