

대한민국 탄소포럼 2024

CBAM 산정 이슈와 해결방안

한국기후변화연구원 이다은 팀장

2024.11.27 (수)

01 고유내재배출량 산정 절차 요약

고유내재배출량은 생산공정의 온실가스 배출 집약도 혹은 온실가스 배출 효율을 의미
CBAM 기준에 따라 제품의 고유내재배출량 산정을 위해 사업자는 8단계 수행해야함

제품 식별, 생산공정 정의 및 계획수립

[1단계] CBAM 대상 상품 식별

사업장 내에서 생산되는 CBAM 대상 상품을 식별

[2단계] 시설군 및 생산공정 정의

CBAM 상품 생산과 관련된 시설군 및 생산공정 경계 정의

[3단계] 모니터링 계획 수립

시설군 및 생산공정 온실가스 모니터링을 위한 방법론 결정

데이터 수집, 배출량 산정

[4단계] 시설군 직접배출량 결정

시설군의 연료연소, 공정반응, 열/냉각에너지 소비로 인한 배출량 산정

[5단계] 시설군 간접배출량 결정

시설군의 전력 소비에 따른 배출량 산정

[6단계] 생산공정 기여배출량 결정

시설군의 배출량 중 생산공정이 기여하는 배출량 결정, 생산공정 간 에너지와 물질 이동에 따른 배출량 결정

[7단계] 전구물질 고유내재배출량 결정

생산공정에서 소비되는 전구물질에 내재된 배출량 결정

[8단계] 제품 고유내재배출량 결정

생산공정 기여배출량과 전구물질로 인한 배출량을 합산 후, 제품 생산량으로 나누어 제품의 고유내재배출량 결정

※ CBAM 원단위 산정식

전구물질
배출량

+

업체의
직접 배출량

+

업체의
간접 배출량

+

외주업체의
직접 배출량

+

외주업체의
간접 배출량

제품의 총
생산량

유의사항

- ✓ 업체에서 생산하는 제품이 무엇인가? ▶ **CN코드 확인**
- ✓ 업체에서 생산하는 제품의 원료 및 부자재는 무엇인가? 얼마가 투입되는가? ▶ **전구물질 배출량 산정**
- ✓ 업체에서 제품 생산에 있어 화석연료를 무엇을 사용하는가? 얼마나 사용하는가? ▶ **직접 배출량 산정**
- ✓ 업체에서 제품 생산에 있어 전기를 얼마나 사용하는가? 신재생에너지로 생산된 전력이 얼마나 포함되어 있는가? ▶ **간접 배출량 산정**
- ✓ 업체에서 외주를 준다면, 외주업체에서 어떤 화석연료를 사용하는가? 얼마나 사용하는가? 우리 업체의 비중이 확인되는가? ▶ **외주 직접 배출량 산정**
- ✓ 업체에서 외주를 준다면, 외주업체에서 전력을 얼마나 사용하는가? 신재생에너지로 생산된 전력이 얼마나 포함되어 있는가? 우리 업체의 비중이 확인되는가? ▶ **외주 간접 배출량 산정**
- ✓ 업체에서 생산하는 제품의 총 무게는 얼마인가? ▶ **원단위 산정**

01 1단계 CBAM 대상 상품 식별

사업장 내에서 생산되는 제품 중 CBAM과 관련된 제품이 무엇인지 파악하고 목록화하는 단계
CBAM 대상 상품별 CN코드 일람표를 참조하여 CBAM 대상 상품 식별 필요

CBAM 관련 제품 유형

- 제3국 사업자가 유럽으로 직접 수출하는 상품
- 제3국 사업자가 생산한 제품을 고객사가 구매·가공하여 유럽으로 수출하는 상품
- 유럽 역내에서 생산된 반제품을 제3국에서 가공하여 다시 유럽으로 수출하는 역외 가공(outward processing) 제품
- 제3국 사업자가 생산한 반제품을 유럽 역내에서 가공하여 수출하는 역내 가공(inward processing) 제품

배출계수 기본값은 CN 코드 별로 적용가능함

- CN 코드가 4자릿수로 주어진 기본값(첫 4 자릿수 뒤 숫자오는 무관)은 해당 4자리 CN 코드 범주에 속하는 모든 제품에 적용 가능
- CN 코드가 6자릿수로 주어진 기본값은 해당 6자리 CN 코드 범주에 속하는 모든 제품에 적용 가능
- CN 코드가 8자릿수인 기본값은 해당 특정 8자릿수의 CN 코드 제품에만 적용(※8자릿수 코드는 서로 다른 다양한 생산경로와 합금성분이 있는 철강업계에서 주로 사용)

유의사항

- ✓ 역내 가공의 경우, 유럽 내 통관 시 부여되는 CN코드가 CBAM 상품의 CN코드 목록에 속하지 않더라도 배출량 보고 대상에 해당하므로 유의해야함
- ✓ EU CBAM 대상 제품을 수출하더라도 150유로 이하의 소형 품목(샘플용 제품 등) 또는 군사용 물품은 면제
- ✓ 확정기간부터 CBAM 적용 회피를 위하여 분할 선적을 하거나, HS코드를 변경시 EU 집행위 모니터링 통해 불이익을 받을 수 있음

※ CN코드 일람표

부문	CN 코드 (CN code)	품목 (Goods)	품목군 (Aggregated Goods Category)	온실가스 종류 (Greenhouse gas)
시멘트	2507 00 80	기타 고령 토질의 점토	소성 점토	CO ₂
	2523 10 00	시멘트 클링커	시멘트 클링커	
	2523 21 00	백시멘트(인공적으로 착색한 것인지의 여부를 불문한다)	시멘트	
	2523 29 00	기타 포틀랜드 시멘트		
	2523 90 00	기타 수경성 시멘트		
	2523 30 00	알루미나 시멘트	알루미나 시멘트	
전기	2716 00 00	전기 에너지	전기	CO ₂
비료	2808 00 00	질산과 황질산	질산	CO ₂ , N ₂ O
	3102 10	요소(수용액의 것인지의 여부를 불문한다)	요소	
	2814	무수암모니아 또는 암모니아수	암모니아	
철강	2601 12 00	응결한 철광과 그 정광(배소한 황화철광 제외)	소결광	CO ₂
	7201	선철과 스피그라이즌(피그, 블록 또는 기타 일차형상의 것에 한한다)	선철	
	7207	철 또는 비합금강의 반제품	조강	
알루미늄	7601	알루미늄의 괴	알루미늄괴	CO ₂ , PFC
	7603	알루미늄의 분과 플레이크	알루미늄 제품	
	7609 00 00	알루미늄제의 관연결구류 (예: 커플링, 엘보, 슬리브)		
	7613 00 00	알루미늄제의 용기 (압축 또는 액화가스용인 것에 한한다)		
화학물질	2804 10 00	수소	수소	CO ₂

※ CN코드 정의 및 사례

CN코드

CBAM 대상이 되는 제품은 유럽연합 무역거래 상품 분류코드인 복합품목 분류표(CN: Combined Nomenclature) 코드 정의방식에 따라 부여된 8자리 코드로 판별함. CN코드는 국내에서 사용하는 세번부호, 즉, HS코드(HS: Harmonized Commodity Description and Coding System)와 유사하며, CN코드의 6자리까지는 HS코드에 의거한 국제 분류기호이고 7번째 자리와 8번째 자리의 숫자는 유럽연합의 독자적인 세부 분류로 구성

※ 수출신고필증 내 '35. 세번부호' 를 통해 CBAM 대상 여부 1차 확인 가능하며, 기업 내부에서 대상여부 확인이 어려운 경우, 한국생산기술연구원 국제환경규제 기업지원센터(02-2183-1515)에 문의

CASE1

CBAM 대상 물질(예. 알루미늄)과 CBAM 비 대상 물질(예, 플라스틱)이 혼합되어 있는 상품인 경우

▶ 해당 CN코드의 품목군이 알루미늄 제품에 속한다면 **알루미늄 제품의 고유내재배출량 산정 방법에 따라 배출량을 결정**

CASE2

CBAM 대상 물질(예. 알루미늄과 철)이 혼합된 상품인 경우

▶ 해당 상품의 CN코드를 기준으로 배출량을 결정, 만일 해당 상품의 CN코드가 알루미늄 제품에 속한다면 알루미늄 제품을 기준으로, 철강제품에 속한다면 철강 제품을 기준으로 고유내재배출량을 산정

※ 수출신고필증, 품목별 원산지 인증수출자 인증서

● 품명·규격 (란번호/총란수 : 001/011)					
⑦ 품 명 ⑧ 거래품명			⑨ 상표명		
⑩ 모델·규격		⑪ 성분	⑫ 수량(단위)	⑬ 단가(EUR)	⑭ 금액(EUR)
		1 란 을 지	계 속		
⑮ 세번부호	7412.20-0000	⑯ 순증량		⑰ 수량	0 0
				⑱ 신고가격(FOB)	

● 품명·규격 (란번호/총란수 : 001/001)					
⑦ 품 명 ⑧ 거래품명			⑨ 상		
⑩ 모델·규격		⑪ 성분			
⑮ 세번부호	8708.99-9000	⑯ 순증량		⑰ 수량	

품목별 원산지인증수출자 인증서

CERTIFICATE OF PRODUCT-SPECIFIC APPROVED EXPORTER

○ 상 호 : (Name of Company) [Redacted]

○ 주 소 : (Address) [Redacted]

○ 대 표 자 : (Representative) [Redacted]

○ 인 증 번 호 (Cus [Redacted]

원산지인증 물품내역(List of Certified Products)

품목번호(4단위) [HS No.(4-digit)]	자유무역협정 명 (Name of FTA)	인증유효기간 (Validity Period)
7616	한-EU	23-11-06~28-11-05

① 완제품의 경우, 철과 알루미늄 제품이 모두 포함 될때?

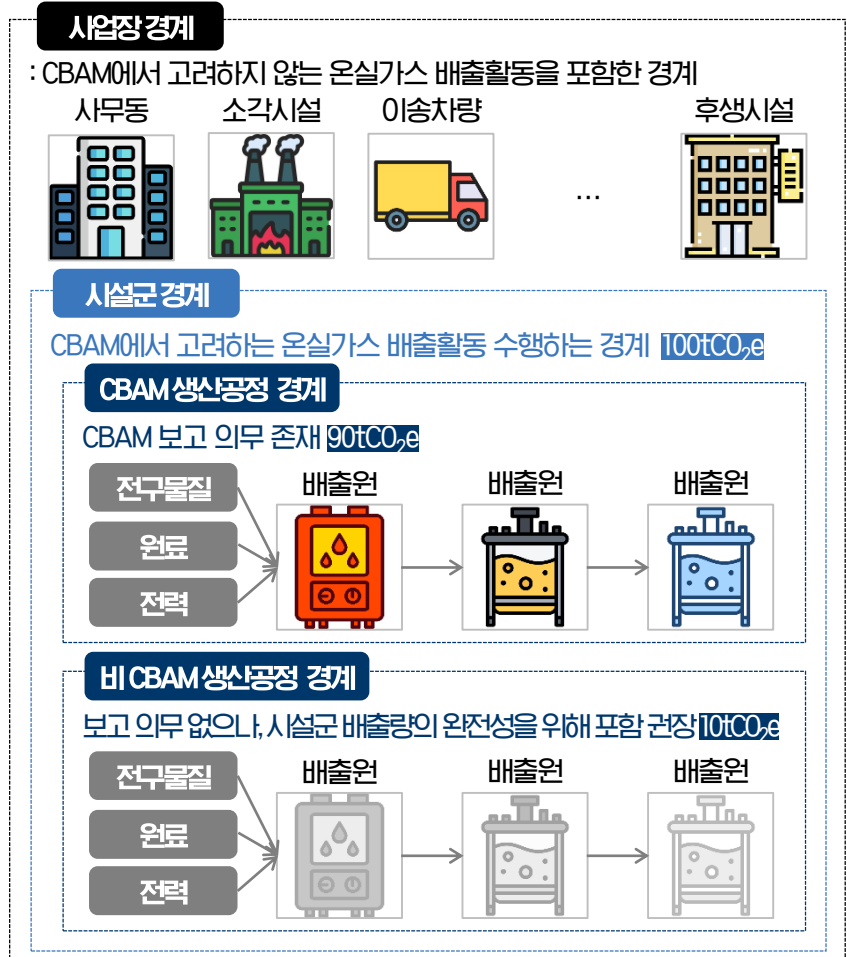


10 2단계 시설군 및 제품별 생산공정 정의

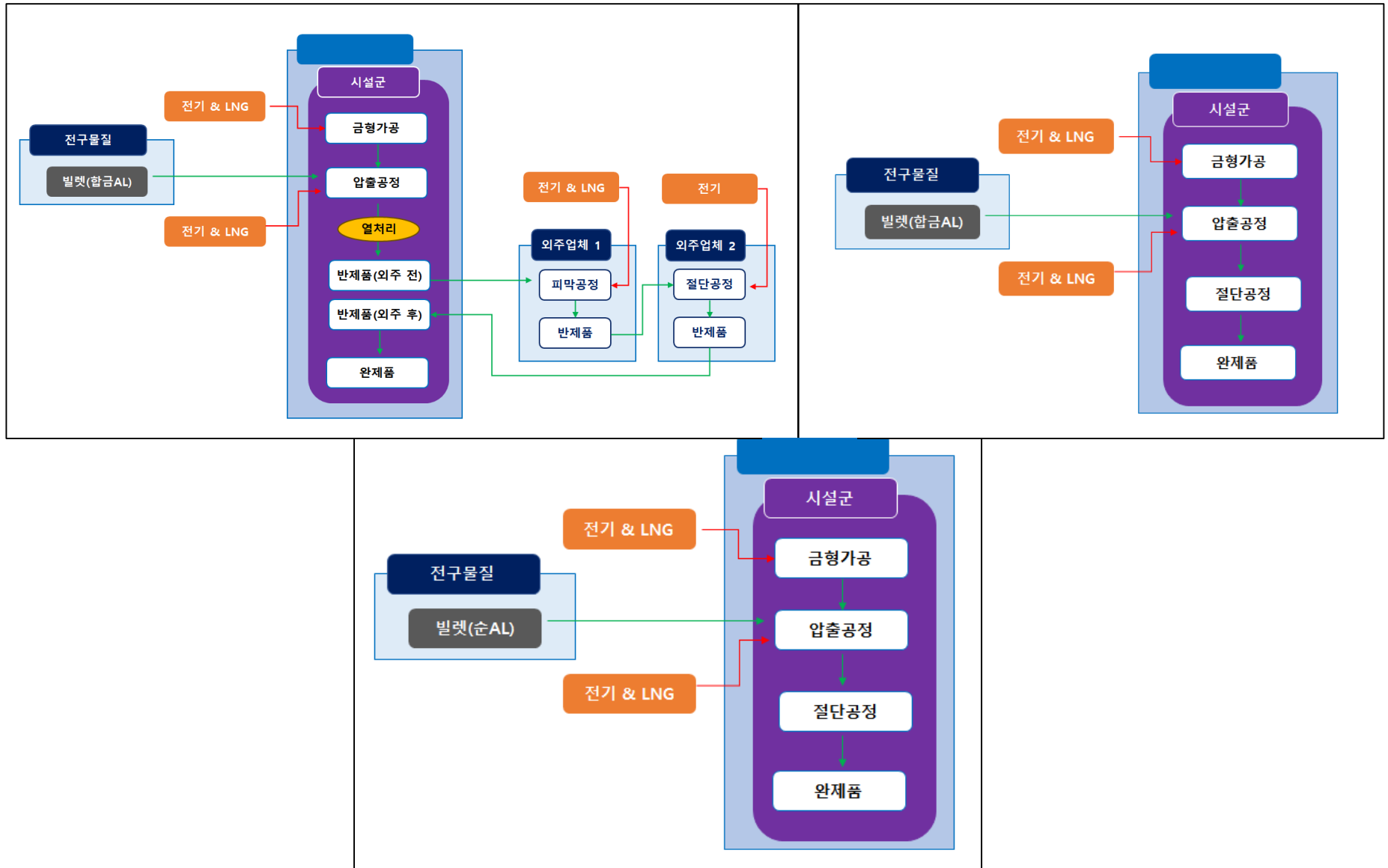
CBAM 대상 제품이 생산되는 공정 범위를 실제(물리적) 또는 가상으로 구분·식별하는 단계 관련 용어에 대한 정확한 이해 필요하며, 내재배출량 산정시 누락/중복되지 않도록 경계설정 필요

■ 시설군 및 제품별 생산공정 구분을 위한 용어 정의

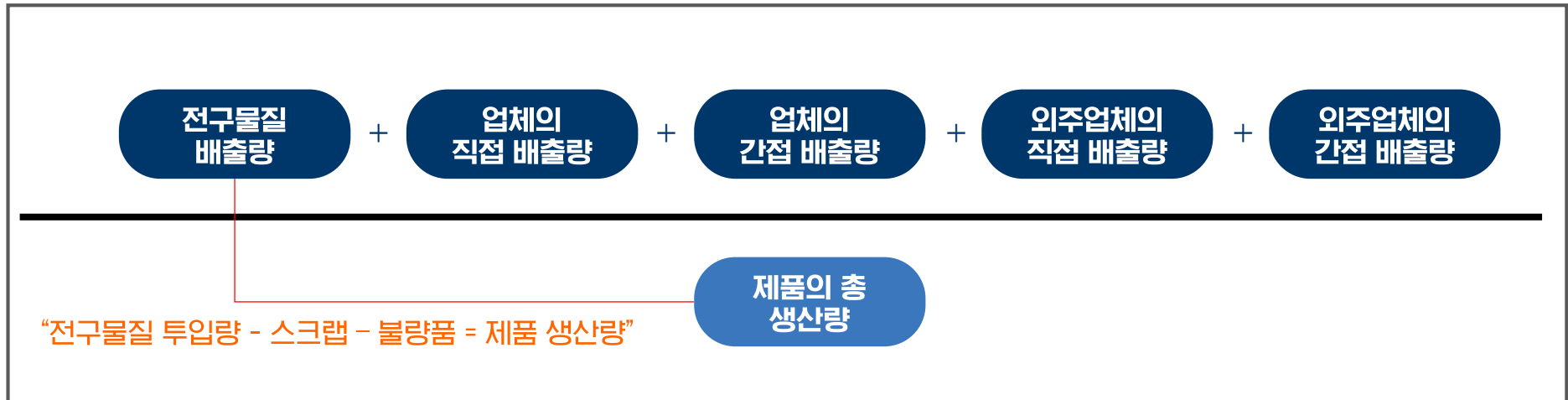
용어	정의	예시
사업장	사업이 수행되는 지리적 장소	123-45번지
시설군 (Installation)	CBAM 대상 제품을 생산하는 사업장 내 배출시설(=배출원)의 집합 ※ 제품과 관련되지 않은 배출시설(건물 등) 제외	일관제철공정 (소결, 고로 등)
생산공정 (Production process)	제품을 생산하기 위해 화학적 또는 물리적 프로세스가 수행되는 배출시설과 물질 및 에너지의 투입, 산출 흐름, 그리고 관련된 온실가스 배출을 규정짓는 가정의 시스템 경계 ※ 1개의 생산공정은 일반적으로 1개의 품목군과 매칭	조강 생산공정
생산 경로 (Production route)	제품을 생산하기 위해 생산 공정에서 사용되는 특정 기술 옵션을 말함 ※ 품목군 내 품목(CN코드)의 생산공정을 생산경로	'조강' 품목군의 품목별 생산공정
배출원 (Emission source)	온실가스 배출이 발생하는 설비 단일 온실가스 배출시설을 의미함. 온실가스 배출 유량, 농도, 압력 등을 분석하여 배출량을 연속 측정할 수 있는 지점	보일러, 로(爐), 반응기(reactor)
소스 스트림 (Source stream)	시설군 내에 유입되거나 유출되며 온실가스 배출을 유발하는 물질의 흐름 ※ 연료, 공정투입물, 공정산출물을 모두 포함	LNG, 경우



② 한 공장에서 제품별로 생산공정이 다를 경우에는?



③ 업체가 일부 제품을 전혀 생산하지 않으면서, 외주 줄 때



- ✓ 제품 중 일부를 물량을 맞추기 위해, 외주업체가 전구물질을 구매하고 모든 생산을 해서, 우리 업체 이름으로 수출 될 때? ▶ 외주업체의 원단위를 요청해서 받는 것이 원칙, 동일한 제품이지만 생산업체가 다를 경우, 다른 원단위를 가질 수 있기 때문임
- ✓ 외주업체에게 전구물질을 우리 업체가 구매해서 전해주면서 생산만 하고, 우리 업체 이름으로 수출될 때? ▶ 외주업체에서 해당 제품을 가공할때 사용한 직접/간접 배출량을 우리 업체 배출량에 포함하여 산정
- ✓ 우리 업체에서 INPUT과 OUTPUT을 모두 무게단위로 기록 해야하며, 산정경계에서 외주업체를 누락해서는 안됨

10 3단계 모니터링 계획 수립

시설군 및 제품 생산공정별 온실가스 배출량을 모니터링하기 위한 방법론을 결정하는 단계
7가지 온실가스 모니터리 원칙을 준수하여 모니터링 계획 수립 필요

온실가스 모니터링 원칙

완전성	CBAM 대상 제품의 고유내재배출량을 결정하는데 필요한 모든 파라미터를 포함하여 모니터링 계획을 수립하며, 이중계산이나 누락이 발생하지 않도록 함
일관성 및 비교가능성	모니터링과 보고는 시간이 지나도 일관되고 비교가능하여야 함. 이를 위하여 사업자는 모니터링 방법론 문서(Monitoring Methodology Documentation, MMD)를 마련하여, 가능한 일관된 방법론을 적용될 수 있도록 함.
투명성	공인된 검증기관과 같은 독립적인 제3자가 배출량 산정과정을 재현할수 있도록 투명한 방식으로 모니터링 데이터를 수집, 기록, 가공, 분석 및 문서화해야함. 필요한 증빙서류를 포함하여 관련 기록은 보고기간 이후 최소 4년 이상 보관해야함. 이러한 기록은 보고 신고인에게 공개될 수 있음
정확성	체계적, 의도적인 불확실성이 발생하지 않도록 모니터링 방법을 선택하고, 모든 불확도 요인을 파악하고 가능한 최소화하여, 높은 수준의 정확도를 유지할 수 있도록 노력해야함. 데이터 누락 등 불가피한 상황일 경우 보수적으로 추정함.
방법론의 무결성	보고 대상 배출량 데이터의 무결성을 합리적인 수준에서 보증할 수 있는 방법론을 선택함. 보고된 배출량 데이터는 어떠한 중대한 허위진술도 없어야 하며, 정보의 선택 및 진술에 있어서 편향을 지양하고, 제품의 내재 배출량에 대해 신뢰성있게 설명할 수 있어야 함.
비용효율성	모니터링 방법 선정 시, 정확도와 비용 간 균형을 고려함. 기술적으로 실현가능하지 않거나 불합리한 비용을 수반하지 않은 한, 달성 가능한 가장 높은 수준의 정확도를 목표로 해야 함.
지속적 개선	모니터링 방법의 개선 가능성에 대해 정기적으로 검토해야 함. 배출량 데이터에 대한 검증이 실시된 경우, 검증 보고서 내 포함된 개선 권고사항은 불합리한 비용을 초래하거나 기술적으로 실현 가능하지 않은 한 합리적인 기한 내에 이행해야함.

10 3단계 모니터링 계획 수립

고유내재배출량을 결정하는 방법은 4가지가 존재함
가장 정확하고 신뢰할 수 있는 모니터링 방법론을 선택하여, 서로 다른 방법론을 조합하여 사용 가능

■ 온실가스 모니터링 방법론 4가지

- 내재배출량 산정방법은 전환기간 이행규정 제4~5조에 제시

구분	EU방법	Non-EU방법	기본값 사용 방법	추정값 사용 방법
근거	이행규정(EU) 2023/117 제 4조 제1항	이행규정(EU) 2023/117 제 4조 제2항	이행규정(EU) 2023/117 제 4조 제3항	이행규정(EU) 2023/117 제 5조
기한	계속	~ '24.12.31	~ '24.7.31	전환기간 동안만 (종료기간 미정)
방식	<p>측정 데이터 기반하여 온실가스 배출량 산정</p> <p>① 산정기반 접근법 : 측정 데이터로부터 매개변수 도출하여 배출량 결정</p> <p>② 측정기반 접근법 : 배기가스 내 온실가스 농도 및 유량 측정을 통해 배출량 결정</p>	<p>EU방법과 유사한 적용범위 및 정확도를 지닌 배출량 데이터를 제공할 수 있는 경우* 온실가스 배출량 산정</p> <p>* 사업장 위치한 지역/국가가 ① 탄소가격제 ② 의무 배출량 모니터링 제도 ③ 인증된 검증기관의 검증이 가능한 배출량 모니터링 제도를 운영할 경우에 해당</p>	<p>온실가스 배출량 산정에 대한 정보 부족시 사용하도록 EU집행위에서 제공하는 값*으로 배출량 산정</p> <p>* EU CBAM 홈페이지에 “Guidance document on CBAM implementation for importers of goods into the EU” 업로드 됨</p>	<p>복합상품의 총 내재배출량이 20% 이하의 경우 사업장의 추정치 사용하여 배출량 산정</p>
참고	<p>- 향후에는 EU방법만을 사용할 수 있음</p>	<p>- <u>K-ETS 및 목표관리제 적용 사업장 활용 가능</u></p> <p>- EU와 우리나라의 산정범위 및 배출계수의 차이 존재하여, 2025년부터 이에 대한 조정 반드시 필요</p>	<p>- 상품에 대한 <u>CN코드별로 직접 고유 배출량 및 간접 고유 배출량, 총 배출량 값 명시됨</u></p> <p>- 단위는 tCO₂e/상품t</p>	<p>- 제공된 기본값 활용</p>

③ 사무동의 전력사용량이 별도로 계측되지 않을 때는?

사업장경계

: CBAM에서 고려하지 않는 온실가스 배출활동을 포함한 경계

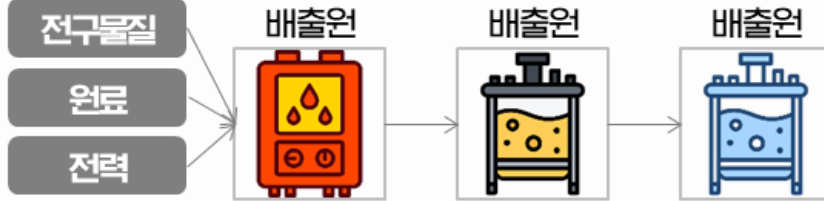


시설군경계

CBAM에서 고려하는 온실가스 배출활동 수행하는 경계 100tCO₂e

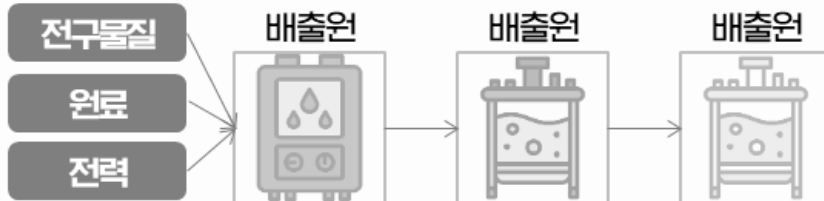
CBAM생산공정 경계

CBAM 보고 의무 존재 90tCO₂e



비CBAM생산공정 경계

보고 의무 없으나, 시설군배출량의 완전성을 위해 포함 권장 10tCO₂e



- ✓ 현재 CBAM 컨설팅 대상 업체의 경우 사무동의 냉난방 포함하여 산정되는 경우가 대다수임 ▶ 생산동에 제품생산과 상관없는 냉난방 기기와 조명 등의 전력사용량이 포함되어 있으나, 설비별로 에너지 사용량을 계측하는 것은 불가능하기에 사무동을 분리계측 하는 것을 권고
- ✓ CBAM 생산공정과 비CBAM 생산공정을 나누어서 계측하는 것은 현재 불가능 ▶ 업체에서 생산되는 제품이 EU 혹은 EU가 아닌 곳으로 수출되기에 사업장에서 CBAM 대상 제품이 아닌 비CBAM 대상 제품을 생산하는 경우를 제외하고는 사업장 경계 모두가 포함됨

10 4단계 시설군 직접배출량 결정

CBAM 대상 제품의 고유내재배출량과 함께 ‘시설군’(installation)의 배출량을 보고해야함
 시설군 수준의 배출량을 결정하고 이를 각 생산공정에 할당하여 생산공정의 배출량을 정함

■ 시설군 직접배출량 수식

$$Em_{Inst} = \sum_{i=1}^n Em_{calc,i} + \sum_{j=1}^m Em_{meas,j} + \sum_{k=1}^l Em_{other,k}$$

인자	설명
Em_{Inst}	시설군 직접배출량
$Em_{calc,i}$	계산기반 방법으로 결정된 소스스트림 (i)의 온실가스 배출량
$Em_{meas,j}$	측정기반 방법으로 결정된 배출원 (j)의 온실가스 배출량
$Em_{other,k}$	기타 온실가스 모니터링 방법론(k)로 결정된 온실가스 배출량
i	소스스트림
j	시설군 내 온실가스 배출원
k	기타 온실가스 모니터링 방법론

10 4단계 시설군 직접배출량 결정

직접배출량은 연료연소(폐가스 연소 포함), 공정반응, 열/냉각에너지 소비로 발생하는 배출량을 의미
직접배출량을 결정 위해 연료 투입량, 공정반응 투입량 또는 산출량, 열 소비량에 대한 데이터를 수집

■ 시설군 직접배출량 모니터링 방법 분류

- 계산기반 방법과 측정기반 방법 2가지로 분류됨

구분	직접배출량 모니터링 방법		특징
1	계산기반 방법	표준 방법	연소 배출 <ul style="list-style-type: none"> 연료량(활동자료)과 연료배출계수(산정계수)의 곱으로 배출량 결정
		공정 배출	<ul style="list-style-type: none"> 공정 투입량 또는 산출량(활동자료)과 배출계수(산정계수)의 곱으로 배출량 결정
	물질수지법	<ul style="list-style-type: none"> 연소반응과 공정반응 투입물을 구분하지 않고 시설군 경계에 유출입되는 물질의 탄소량을 비교하여 배출량 결정 물질의 탄소량은 물질량(활동자료)과 물질의 탄소함량(산정계수)의 곱으로 계산 	
2	측정기반 방법		<ul style="list-style-type: none"> 온실가스의 유량과 농도를 연속 측정하여 배출량 결정

- (참고) 탈황, 탈질, 플레어링 등 연도가스 처리 장치의 경우 연소시설 부대시설의 배출량을 따름
- (참고) 알루미늄 1차 제련공정에서 발생하는 PFC는 측정 기반 방법으로 결정하여야 하며, 본 절 4.2. 과불화탄소(PFC) 배출량을 따름
- (참고) 시멘트 클링커를 생산하는 시설군에서 표준방법을 사용하는 경우 배출계수는 시멘트 클링커 생산시설의 분진에 따른 공정배출을 따름
- (참고) 질산생산공정에서 배출되는 이산화질소는 측정기반 방법으로 결정하여야 함

※ 1-1-1계산기반 방법-표준방법-연소배출-열량기반

■ 표준방법(연소배출, 열량 기반) 수식

- 산화계수는 일반적으로 실험 분석값을 사용하나, 모니터링 간소화를 위하여 보수적으로 1을 적용가능
- 연료 배출계수는 기본값 또는 직접 모니터링한 값을 사용할 수 있음
- 배출계수를 연료의 탄소함량 및 순발열량 분석을 통해 결정하는 경우, 다음과 같이 이산화탄소 변환계수는 3.664를 적용

$Em_i = AD_i \times EF_i \times OF_i$		
인자	설명	단위
Em_i	연료 (i)의 배출량	tCO _{2e}
AD_i	연료 (i)의 활동 자료 $AD_i = FQ_i \times NCV_i$ FQ_i : 소비된 연료 (i)의 양 (t, m ³) NCV_i : 연료 (i)의 순 발열량 (TJ/t, TJ/m ³)	TJ
EF_i	연료 (i)의 배출계수	tCO ₂ /TJ
OF_i	연료 (i)의 산화계수 $OF = 1 - C_{ash} / C_{total}$ C_{ash} : 재 중 탄소의 질량 분율 C_{total} : 연료 중 탄소의 질량 분율	-
i	연료	-

※ 1-1-1계산기반 방법-표준방법-연소배출-연료 소비량기반

■ 표준방법(연소배출, 연료소비량 기반) 수식

- 연료의 활동자료를 열량(TJ) 단위로 모니터링하는 대신 연료소비량(t 또는 m³) 단위로 모니터링할 수 있음. 즉, 다음 식과 같이 순 발열량을 생략할 수 있으나, 이 방법이 발열량 단위의 활동자료보다 더 정확하다고 간주되어야 함
- 연료 소비량 기반 계산 방법을 적용하는 경우에도 생산공정의 에너지효율을 일관되게 모니터링할 수 있도록 발열량을 별도로 보고할 것이 권고함

$$Em_i = AD_i \times EF_i \times OF_i$$

인자	설명	단위
Em_i	연료 (i)의 배출량	tCO _{2e}
AD_i	연료 (i)의 활동 자료	t, m ³
EF_i	연료 (i)의 배출계수	tCO ₂ /t, tCO ₂ /m ³
OF_i	연료 (i)의 산화계수 $OF = 1 - C_{ash} / C_{total}$ C_{ash} : 재 중 탄소의 질량 분율(연도 가스 스크러빙에 사용되는 연료의 연소로 발생하는 재 포함) C_{total} : 연료 중 탄소의 질량 분율	-
i	연료	-

※ 1-1-2계산기반 방법-표준방법-공정배출

■ 표준방법(공정배출) 수식

- 물질의 활동자료는 공정에 투입되는 물질을 기준으로 계산하거나(방법 A) 공정에서 산출되는 물질을 기준으로 계산(방법 B)할 수 있음
- 탄산염을 제외한 모든 CO₂ 공정배출은 투입물 기준 방법(방법 A)을 사용
- 방법 B를 적용하는 대표적인 경우는 탈황공정에서 발생하는 공정배출량을 산정하는 경우임
- 혼합 물질에 바이오매스 함량이 있을 경우, 바이오매스에 대한 CO₂ 배출량을 0으로 간주할 수 있음

표준방법(공정배출 - 방법A: 투입물기반)

$$Em_k = AD_{input,k} \times EF_k \times CF_k$$

인자	설명	단위
Em_k	공정 투입물질 (k)에 따른 배출량	tCO _{2e}
AD_k	물질 (k)의 공정 투입량	t
EF_k	투입물질 (k)의 이산화탄소 배출계수	tCO ₂ /t
CF_k	투입물질 (k)의 이산화탄소 전환계수	-

표준방법(공정배출 - 방법B: 산출물기반)

$$Em_l = AD_{output,l} \times EF_l$$

인자	설명	단위
Em_l	공정 산출물 (l)에 따른 배출량	tCO _{2e}
AD_l	공정에서 산출된 물질(l)의 산출량	t
EF_l	산출물 (l)의 이산화탄소 배출계수	tCO ₂ /t

※ 1-2계산기반 방법-물질수지법

■ 물질의 흐름과 관련된 배출량(물질수지법) 수식

- 물질수지법은 투입 물질별로 배출량을 산정하기 어려운 복잡한 공정이 있는 시설군(예. 일관제철소)의 직접배출량을 산정하기 위한 방법
- 표준방법을 적용하기 위해서는 같은 물질이라도 연료로 활용되는 양과 공정 투입물로 활용되는 양을 구분하여 각각 모니터링 해야하나, 물질수지법은 이를 구분하지 않고 생산공정의 시스템경계를 기준으로 물질의 흐름을 통해 탄소의 유출입을 비교하여 배출량을 계산하는 방법
- 표준 방법과 마찬가지로 기준을 충족하는 바이오매스 함량에 대해서는 CO₂ 배출량을 0으로 간주할 수 있음

$Em_k = f \times AD_k \times CC_k$		
인자	설명	단위
Em_k	물질 (k)의 흐름과 관련된 배출량	tCO _{2e}
f	3.664 (CO ₂ 의 분자량/C의 원자량 = 44.010/12.011)	tCO ₂ /tC
AD_k	물질 (k)의 활동자료, 물질 (k)가 산출물(output)일 경우 음의 값임.	t
CC_k	물질 (k)의 탄소 함량	tC/t
k	물질	-

※ 2 측정기반 방법

■ 측정 기반 방법에 따른 온실가스 배출량 수식

- N₂O 배출량은 반드시 측정 기반 방법으로 모니터링하여야 하며, CO₂ 배출량은 계산 기반 방법보다 더 정확한 데이터를 얻을 수 있는 경우만 측정 기반 방법을 사용
- 측정 기반 방법으로 CO₂ 배출량을 결정하는 경우, 동일한 배출원 및 소스스트림에 대해 계산 기반 방법을 적용하여 산정한 온실가스별 연간 배출량과 비교하여 검증
- 일산화탄소(CO) 배출량은 일산화탄소와 이산화탄소의 몰비(3.664)를 적용하여 보수적으로 모두 CO₂배출량으로 환산
- 보고기간 총 배출량은 시간당 온실가스 농도와 연도가스 유량 측정값을 곱하여 산정
- 시설군 내 배출원이 여러 개일 경우, 각 배출원별로 측정한 배출량을 합산
- 가능한 모든 측정지점 값의 평균으로 시간당 평균값을 계산하며, 측정은 후속 공정 이전 지점에서 이루어져야함
- 추가적인 모니터링 비용을 들이지 않고, 1시간보다 더 짧은 주기로 측정이 가능한 경우 해당 값을 사용
- 측정 데이터의 불확도 기준은 계산 기반 방법의 활동자료 결정 방법과 동일한 기준을 적용하여, 전체 불확도 기간 동안 최소 불확도 수준은 7.5%여야 하며, 배출규모가 미미하거나 예외적인 상황에서는 불확도 수준 10%가 허용될 수 있음. 보고 기간 동안 100,000tCO₂e 이상의 화석연료를 통해 온실가스를 배출하는 배출원에 대해서는 최소 2.5%의 불확도 수준이 권장

$$GHG\ EM_{total}[t] = \sum_{i=1}^{Hours\ Op} (GHG\ conc_{hourly,i} \cdot V_{hourly,i}) \cdot 10^{-6}[t/g]$$

인자	설명	단위
$GHG\ EM_{total}$	연간 총 온실가스 배출량	tCO ₂ e
$GHG\ conc_{hourly,i}$	연도가스 내 시간당(hourly) 평균 온실가스 농도	g/Nm ³
$V_{hourly,i}$	가스 (i)의 시간당(hourly) 평균 연도가스 유량(부피)	Nm ³
$Hours\ Op$	측정 시간	h
i	가스의 종류	-

④ 용접은 직접배출량에 포함될까?

구매 견적 의뢰서 [v] 발주				결	담당	차장	부서장	상무	대표이사
				재					
거래선	㈜장유종합가스	발주일	2023년 4월 1일	납기일	2023년 4월 30일				
NO	품명	규격	수량	단가	금액	비고			
1	CO2(탄산)	20KG	1 EA						
2	Ar(알곤)	47L	7 EA						
3	O2(산소)	40L	1 EA						

② 배출계수

Tier 1

아래 <표-50>의 기본 배출계수를 사용한다.

<표-50> 용접 및 절단 설비 사용에 따른 CO₂의 기본 배출계수

탄화수소(i)	반응식	CO ₂ n몰 당 질량	탄화수소(i) 1몰 분자량	EF _{ij} (tCO ₂ /탄화수소(i))
에틸렌 (C ₂ H ₄)	C ₂ H ₄ + 3O ₂ → 2CO ₂ + 2H ₂ O	88.020	28.054	3.1375
프로판 (C ₃ H ₈)	C ₃ H ₈ + 5O ₂ → 3CO ₂ + 4H ₂ O	132.030	44.097	2.9941
아세틸렌 (C ₂ H ₂)	C ₂ H ₂ + 5O ₂ → 2CO ₂ + H ₂ O	88.020	26.038	3.3804

② 용접 및 절단 설비 사용에 따른 온실가스 배출

① Tier 1~3

$$E_{CO_2} = Q_i \times r_i \times EF_i$$

E_{CO_2} : 탄화수소(i)의 반응에 따른 CO₂의 배출량(tCO₂)

Q_i : 탄화수소(i)의 사용량(ton-탄화수소)

r_i : 탄화수소(i)의 순도(0에서 1사이의 소수)

EF_i : 탄화수소(i)에 따른 CO₂의 배출계수(tCO₂/t-탄화수소)

10 5단계 시설군 간접배출량 결정

시설군에서 소비된 유효전력을 모니터링하여 간접배출량을 산정하는 단계임
 간접배출량 계산을 위한 전력배출계수는 원칙적으로 EU집행위가 제공하는 기본값을 적용함

예외사항 특정 조건 하에서는 다른 적절한 전력배출계수 적용 가능

Case 1. 시설군과 특정 발전시설이 직접적으로 연결되어 있는 경우

▶ 시설군과 직접 연결된 발전시설에서 소비된 연료믹스 데이터를 이용하여 배출계수를 산정하며, 연료믹스 데이터는 반드시 발전시설 운영자가 제공해야함

Case 2. 특정 전력배출계수를 가지는 전력량에 대해 전력구매계약(PPA, Power Purchase Agreement)을 체결한 경우

▶ 발전시설 운영자가 이행규정 부속서 IV에 따라 전력배출계수에 대한 정보를 제공하고 CBAM의 온실가스 모니터링 방법에 따라 배출계수를 산정하는 경우 해당 값을 적용

Case 3. 자체 생산한 전력과 전력계통을 통해 구매한 전력 등 여러 경로로 전력을 공급받아 소비하는 경우

▶ 각각의 전력배출계수를 가중평균하여 생산공정의 전력배출계수를 결정할 수 있음. 전력배출계수는 연료 내 포함된 탄소를 기준으로 계산되기 때문에, 태양광, 수력 등 전력 생산공정의 시스템경계 내에서 탄소를 배출하지 않는 재생에너지는 전력배출계수가 “0”임

※ 전력배출계수 산정

구분		전력배출계수 산정방식
시설군 내부에서 전력을 생산하는 경우	열병합 외 발전설비의 전력배출계수	<ul style="list-style-type: none"> 연료 연소에 따른 배출량과 연도가스 처리에 따른 배출량을 발전량으로 나누어 전력배출계수를 산정 연료에 폐가스가 포함된 경우, 폐가스의 배출계수가 천연가스의 표준 배출계수(부록 5)보다 크다면 폐가스 배출계수 대신 천연가스의 표준 배출계수
	열병합 발전설비의 전력배출계수	<ul style="list-style-type: none"> 열병합 발전설비에서 생산된 전력의 배출계수는 아래와 같이 열병합 설비의 온실가스 배출량 중 전력 생산에 대한 배출량을 구하고, 이를 열병합설비의 전력 생산량으로 나누어 산정
외부에서 생산된 전력을 사용하는 경우		<ul style="list-style-type: none"> 시설군 내부에서 전력을 생산하는 경우'와 동일한 방법으로 전력배출계수를 산정 전력구매계약(PPA)을 통해 제 3자에게 전기를 받아 사용하는 경우, 사업자가 CBAM 모니터링 요구사항에 따라 측정하고 산정한 전력배출계수를 적용
계통전력을 사용하는 경우		<ul style="list-style-type: none"> CBAM 전환 등록부(CBAM Transitional Registry)에 제시된 국가별 기본계수 혹은 해당 국가의 전력배출계수를 적용 국가 전력배출계수의 경우 공개된 데이터를 사용하며, 평균 배출계수(제품 생산에 사용된 전력 배출 원단위, tCO₂e) 혹은 CO₂ 배출계수(해당 지역의 화석 연료로부터 생산된 전력의 배출원단위 가중평균값, tCO₂ /MWh)를 의미함 추가로 국내 배출권거래제에서 사용하는 전력배출계수 또한 출처를 명기한다는 조건 하에 전환기 동안 사용가능

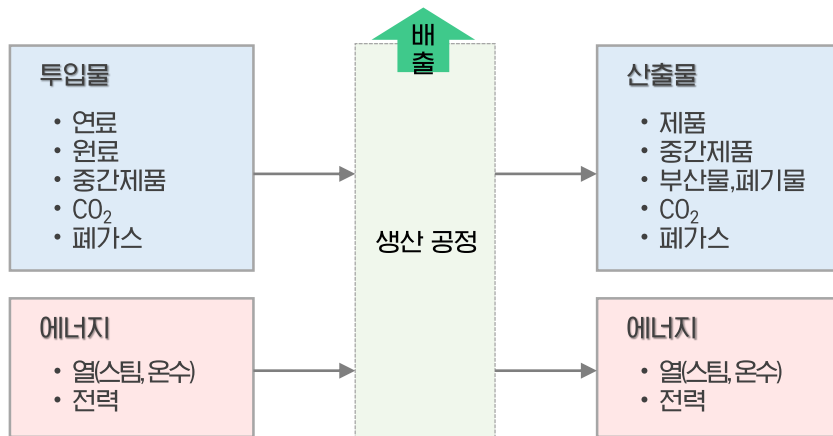
유의사항

- ✓ CBAM은 재생에너지 인증서를 구매하는 시장 기반 방법(Market-based)을 허용하지 않음. 단, 전력구매계약(PPA)을 체결한 경우, 해당 발전 설비와 직접 연결되어 있지 않더라도 해당 설비의 배출계수를 사용할 수 있음

10 6단계 생산공정 기여배출량 결정

여러 생산공정이 존재하는 경우, 시설군 수준의 배출량을 개별 제품의 배출량에 할당하는 단계
누락/중복산정 없이 시설군의 배출량을 100% 생산공정에 할당시키기 위해, 비 CBAM 생산공정도 고려 필요

생산공정 시스템 경계(system boundary)



- 관련된 모든 생산공정 및 CBAM 대상 제품을 생산하는데 사용된 배출시설
- 생산공정에 유출입되는 모든 연료, 에너지(전력, 열, 폐가스), 물질
- 생산공정에서 직접적으로 배출되는 온실가스의 배출원에 해당이 되는 경우, 에너지 및 전구물질 생산 시 배출되는 온실가스의 배출원

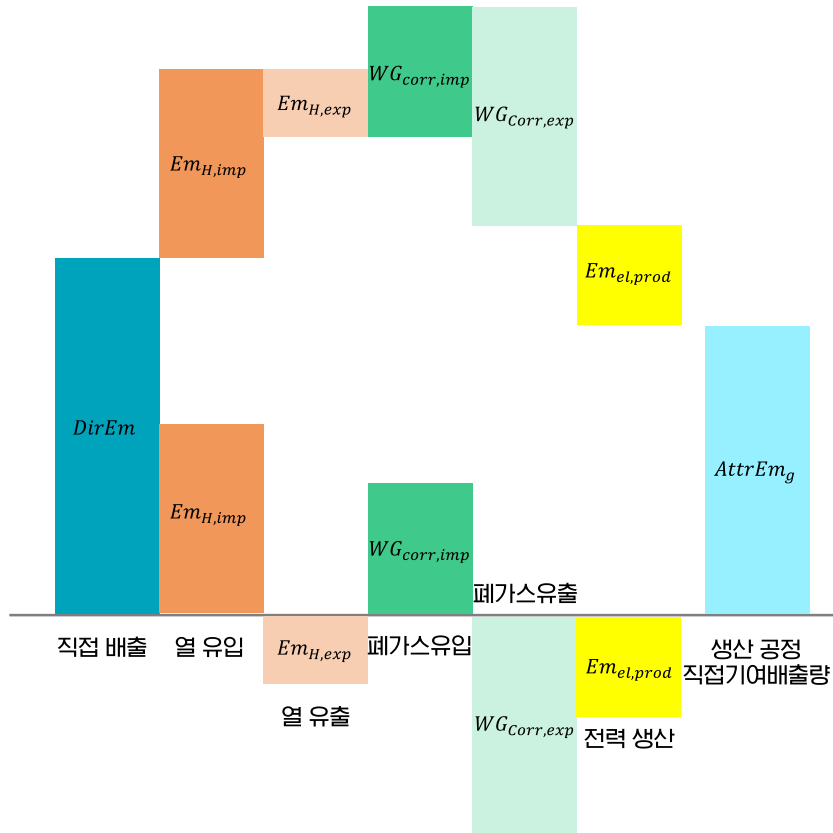
- (참고) 시설군의 배출량을 각 생산공정에 할당하기 위해서는 시설군 수준의 배출량을 결정하는 단계에 비해 투입물, 산출물, 에너지를 결정하기 위한 추가적인 매개변수가 요구됨. 생산공정 배출량을 결정하기 위한 추가 데이터를 수집하는데 있어, 발생하는 어려움 ① 각 생산공정별 배출량을 모니터링하기 위한 보조계량기가 부족한 경우 ② 개별 배출시설(예. 보일러, 킬른 등)이 두 개 이상의 생산공정에 기여하는 경우 ③ 하나의 생산공정에서 서로 다른 품목군이 동시 생산되는 경우)에 대한 대응 전략이 각각 명시되어 있어 이를 참고하여 시설군의 배출량을 생산공정에 할당하는 것이 중요함

※ 직접 기여배출량 산정식

■ 생산공정 직접 기여배출량 산정식

- 최종적으로 생산공정의 직접기여배출량은 생산공정의 연료연소, 공정반응 등으로 인한 직접배출량과 열 이동, 폐가스 이동, 전력 생산량을 각각 차감한 순 배출량으로 계산

$$AttrEm_{Dir} = DirEm + Em_{H,imp} - Em_{H,exp} + WG_{corr,imp} - WG_{corr,exp} - Em_{el,prod}$$



$AttrEm_{Dir} = ① DirEm + ② Em_{H,imp} - ③ Em_{H,exp} + ④ WG_{corr,imp} - ⑤ WG_{corr,exp} - ⑥ Em_{el,prod}$		
인자	설명	단위
$AttrEm_{Dir}$	직접 기여배출량	tCO _{2e}
① $DirEm$	생산공정 직접배출량	tCO _{2e}
② $Em_{H,imp}$	생산공정으로 유입된 열에 따른 배출량* (* 생산공정 내에서 생산되고, 모두 소비되는 열 제외)	tCO _{2e}
③ $Em_{H,exp}$	생산공정에서 외부로 내보낸 열에 따른 배출량	tCO _{2e}
④ $WG_{corr,imp}$	생산공정으로 유입된 폐가스에 따른 배출량	tCO _{2e}
⑤ $WG_{corr,exp}$	생산공정에서 외부로 내보낸 폐가스에 따른 배출량	tCO _{2e}
⑥ $Em_{el,prod}$	생산공정 시스템 경계 내 발전에 따른 배출량** (**전력 소비 위치와 상관없이 생산공정에서 생산된 전력에 따른 배출)	tCO _{2e}
H_{imp}	유입된 열	-
H_{exp}	외부로 내보낸 열	-
$corr_{imp}$	유입된 폐가스	-
$corr_{exp}$	외부로 내보낸 폐가스	-
el_{prod}	생산된 전력	-

10 7~8단계 전구물질 및 제품 고유내재배출량 결정

생산공정에서 소비되는 전구물질에 내재된 배출량을 결정하고 생산공정 기여배출량과 합산한 후 제품 생산량으로 나누어 제품의 고유내재배출량 결정함

전구물질 (Precursor material)

- 내재배출량이 0이 아닌 단순 또는 복합 재화를 의미하며, 복합 재화의 내재배출량 계산을 위한 시스템 경계내에 있는 것
- 가공을 거친 원료가 무조건 전구물질이 되는 것은 아니며, CBAM에서 규정한 물질만 전구물질에 해당
- 전구물질은 CBAM 대상 제품중 하나로 생산과정에서 연료, 원료, 전력 등 사용에 따라 직접 및 간접배출이 발생

내재배출량 (Embedded emissions)

- 수입 제품에 내재된 총 배출량(tCO_2e)을 의미하며, 제품 고유내재배출량에 제품생산량을 곱하여 계산함
- 직접내재배출량은 제품 직접고유내재배출량에 제품 생산량을 곱하여 산정하며, 간접내재배출량은 제품 간접고유내재배출량에 제품생산량을 곱하여 산정함
- EU집행위가 제공하는 Excel 기반 보고 템플릿에서 직접내재배출량은 EmbEm (direct), 간접배출량은 EmbEm (indirect), 직접과 간접을 합한 총 내재배출량은 EmbEm (total)로 표기됨

고유내재배출량 (Specific embedded emissions)

- 제품 생산 단계에서 유발된 온실가스 배출량을 제품 생산량으로 나눈 것으로 제품 1톤당 tCO_2e 배출량으로 표기함.

유의사항

- ✓ 전구물질 그 자체로 복합물질인 경우, 더 이상 전구물질이 없을 때까지 본 과정을 계속해서 반복
- ✓ 보고를 위한 내재 배출량 데이터의 경우, 보고 기간에 걸친 CO_2e 톤을 정수로 반올림
- ✓ 보고된 내재 배출량 계산 시 활용되는 매개변수도 최대 소수점 5자리의 유효 자릿수로 나타낼 수 있도록 반올림

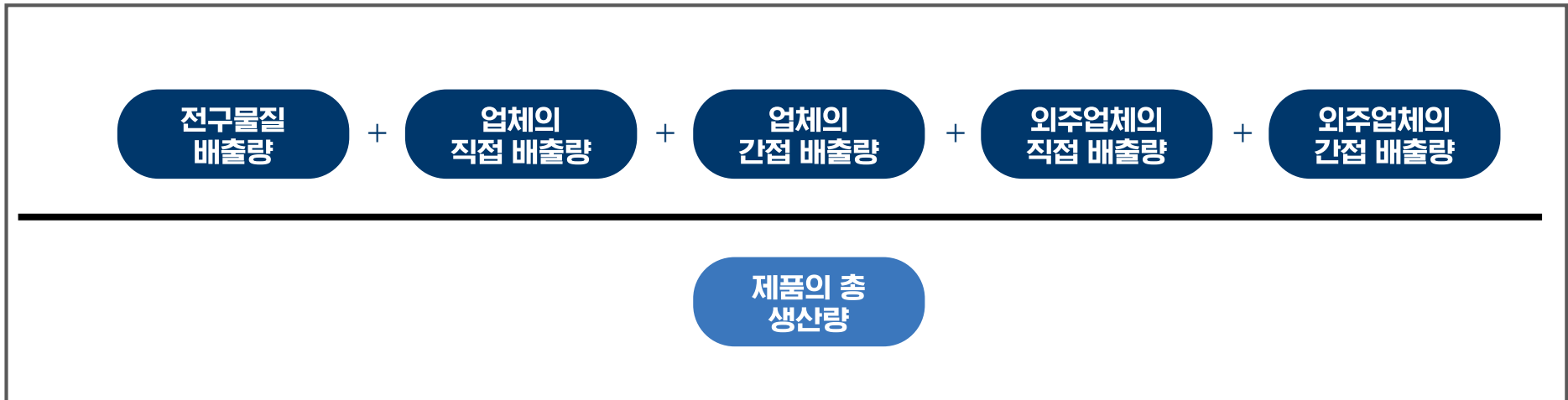
※ 단순상품과 복합상품

단순상품과 복합상품은 전구물질(Precursor)의 내재배출량이 “0”여부로 구분함
 고유내재배출량은 단순상품/복합상품 여부에 따라 다르게 배출량 산정됨

산정방법 단순상품은 상품의 고유내재배출량만 산정, 복합상품은 투입원료의 고유내재배출량 포함 산정

구분	단순상품	복합상품
<p>공정도</p>		
<p>관련인자</p>	<p>SEE_g 제품 g의 고유 내재배출량(tCO₂e/ton)</p> <p>$AttrEm_g$ 제품 g의 기여배출량(tCO₂e)</p> <p>AL_g 보고 기간 제품 g의 생산량(ton)</p>	<p>$EE_{InputMat}$ 생산 공정 투입 물질의 내재배출량(tCO₂e)</p> <p>M_i 생산공정 투입물질 i의 양(ton)</p> <p>SEE_i 생산공정 투입물질 i의 내재배출량 (tCO₂e/ton)</p>
<p>전구물질 내재배출량</p>	0	$EE_{InputMat} = \sum M_i \times SEE_i$
<p>상품g 고유 내재배출량</p>	$SEE_g = \frac{AttrEm_g}{AL_g}$	$SEE_g = \frac{AttrEm_g + EE_{InputMat}}{AL_g}$

⑤ 전구물질 투입량/제품 생산량은 어떻게 구하는가?



- ✓ 전구물질의 구매량은 투입량이 될 수 없음 ▶ 전구물질이 저렴하여 대량으로 구매한 시점과 실제 제품 생산에 투입된 시점이 다를 수 있기 때문임
- ✓ 제품생산량은 제품 출고량이 될 수 없음 ▶ 2022년 다량 생산하였다가, 재고로 남겨두었다가 2023년 출고되었을 경우에 제품 출고량을 제품 생산량으로 한 경우, 원단위에 오류가 생김
- ✓ 구매량이 투입량이 되기 위해서는 기초,기말 재고량이 함께 증빙되어야함
- ✓ 제품 생산량은 출고량보다는 전구물질 투입량에서 그 해 스크랩 등의 반출량을 제외하여 산정하는 편이 원단위에 오류가 없음
- ✓ 업체의 경우, 제품별로 전구물질 투입량과 생산량이 모니터링 되어야함

11 법률 및 가이드نس

EU 공식 사이트를 통해 CBAM 관련 법률 및 가이드نس 확인 가능

“EU 탄소국경조정제도 전환기간 이행 가이드라인”과 “EU 탄소국경조정제도 법률 번역서” 참고

■ EU CBAM 관련 법률

구분	원문명	적용 및 활용 기간	주요 내용	날짜
(법 성격) CBAM 규정	CBAM regulation in the Official Journal of the EU	CBAM 전체기간(전환+확정)	• CBAM 전체기간의 적용 범위, 역할, 규칙 등을 설정	‘23.5.17
(시행령 성격) CBAM 전환기간 이행규정	CBAM Implementing Regulation for the transitional phase	CBAM 전환기간	• CBAM 전환기간의 보고 의무 이행을 위한 구체적 내용을 제시	‘23.8.17

■ EU CBAM 관련 가이드نس

구분	원문명	적용 및 활용 기간	주요 내용	날짜
EU 역내 수입업체용 가이드نس	Guidance document on CBAM implementation for importers of goods into the EU	CBAM 전환기간	• EU에서 CBAM 대상 품목을 수입하는 업체를 대상으로 제도 이행을 위한 요구사항 설명	‘24.5.30
EU 역외 수출업체용 가이드نس	Guidance document on CBAM implementation for installation operators outside the EU		• EU 외부에서 CBAM 대상 품목을 생산하는 업체를 대상으로 제도 이행을 위한 요구사항 설명	‘23.12.22
커뮤니케이션 템플릿	CBAM communication template for installations – Final Draft		• EU 역외 수출업자-역내 수입업자 간 정보 교류를 위한 엑셀 형식의 양식	‘24.6.7
전환기간 기본값	Default values transitional period		• CBAM이 적용되는 수입상품(전기 제외)에 포함된 배출량 결정시 활용할 수 있는 기본값	‘23.12.22
CBAM Q&A	Questions and Answers: Carbon Border Adjustment Mechanism		CBAM 전체기간(전환+확정)	• CBAM에 대해 자주 묻는 질문 모음이며, 지속적으로 업데이트 됨

※ CBAM 중소기업 대응 이슈 및 대응방안

Q.1

Fittings, Valves, Connect, Tube, Hose 등을 생산하는 업체이며, CN코드는 1개인데 제품코드가 약 5,000개 정도일때 배출량 산정을 어떻게 하는가?

A.1

원칙적으로, 제품코드별 원단위가 나오는 것을 권고하나, 동일/유사 공정으로 생산되며 배출량 데이터 모니터링 및 할당에 대한 비용이 합리적이지 않을 경우 CN코드별에 따라 모든 제품을 묶는 것을 EU에서 권장함. 위 업체는 CN코드가 1개이므로 1개의 원단위를 보고함

Q.2

Fittings, Valves, Connect, Tube, Hose 등을 생산하는 업체이며, 제품 생산량이 EA단위로 현재 모니터링 되고 있음. 무게단위로 데이터 제공이 어려울 때 어떻게 하는가?

A.2

① 제품 코드별 중량단위를 계측하여, 생산량 개수를 곱하여 제품 생산량을 모니터링 하는 방법 ,
 ② 제품 생산시 투입된 모든 원재료, 부재료의 무게 합으로 mass balance를 적용하여 산정하는 방법을 적용할 수 있음. 이때 계측에 사용된 저울/계측기/계근대 등에 대한 검교정 여부도 제공해야 함 ③ 제품 설계도에 작성된 최종 제품 무게를 활용 할 수도 있음

※ CBAM 중소기업 대응 이슈 및 대응방안

Q.3

전구물질에 대한 타업체의 협조가 어려운 상황이다. 이때 우리는 어떻게 대응 해야 하는가?

A.3

현재, EU는 전체 배출량의 20% 미만인 경우에 한해서 EU 기본값을 적용할 수 있도록 되어 있으나 현실적으로 모든 데이터를 확보하는 것이 어렵다는 것을 인지하고, 전구물질 판매업체로부터 정보 제공을 받지 못했지만, 최선의 노력을 다했다는 증빙을 포함해야 한다는 내용을 추가 해야함. 따라서 업체는 공문 및 메일로 요청한 증빙자료를 확보해야함

Q.4

제품 생산시 일부 공정에 대해서 외주를 주는데 외주업체가 영세하여, 연간 제품 생산량 데이터가 확보되지 않으며, 우리가 외주에 준 양도 확인이 되지 않는다. 이때 우리는 어떻게 대응 해야 하는가?

A.4

외주업체로부터 받아야 하는 데이터는 원칙적으로 ① 연간 생산량(ton) ② 연간 에너지 사용량 (예:전력고지서, 도시가스 고지서 등) ③ 외주업체가 생산한 우리 제품량(ton)이며, 이를 활용하여 외부업체 제품의 원단위를 산정함. 다만 불가능할 경우 ② 항목은 확보하여, 외주업체를 우리 업체의 사업경계에 포함하여 산정하는 방법이 있음