



본 책자의 표지는 환경친화적인 종이로 제작되었습니다.

산업체의 온실가스 에너지 목표관리를 위한

불확도 산정관리 가이드

2012.03



지식경제부
Ministry of Knowledge Economy



에너지관리공단
KOREA ENERGY MANAGEMENT CORPORATION

산업체의 온실가스 에너지 목표관리를 위한

불확도 산정관리 가이드

2012.03



산업체의 온실가스 에너지 목표관리를 위한

불확도 산정관리 가이드

I. 목표관리제의 개요

1. 제도의 배경과 목적	4
2. 제도시행 체계	5
3. 제도시행 주요 일정	6
4. 관리업체로서 이행사항	7
5. 온실가스·에너지 산정·보고·검증	7

II. 온실가스 배출량 및 에너지소비량의 산정·보고 및 관리

1. 원칙 및 절차	8
1.1 인벤토리 구축원칙	8
1.2 인벤토리 구축절차	8
2. 배출량 등의 산정	9
2.1 배출량 등의 산정 방법 및 매개변수 별 관리기준	9
2.2 배출계수	9

III. 온실가스 배출량
및 에너지사용량
측정·보고·
검증을 위한
불확도 산정
지침

1. 활동자료의 수집방법	10
1.1 모니터링 유형개요	10
1.2 연료 등 구매량 기반 모니터링 방법	10
1.3 연료 등의 직접계량에 따른 모니터링 방법	12
1.4 근사법에 따른 모니터링 방법	13
2. 불확도 산정절차	15
2.1 온실가스 배출량 산정을 위한 데이터 수집	16
2.2 측정장비 관리 시스템	16
2.3 측정장비 불확도 파악	17
2.4 기타 요인 불확도 파악	21
2.5 불확도 합성	22
2.6 불확도 보고	22
3. 배출량 산정을 위한 QA/QC절차	22
3.1 품질관리 및 품질보증	22
3.1.1 품질관리(QC) 활동	
3.1.2 품질보증(QA) 활동	
3.2 자료의 기록관리	25

I. 목표관리제의 개요

1. 제도의 배경과 목적

- 중기(2020년) 국가 온실가스감축을 실현하기 위한 핵심 수단으로서 다배출업체에 대한 온실가스·에너지 목표관리제를 시행
- 이를 통해 국가 경제성장과 온실가스·에너지의 탈동조화(Decoupling)를 구현



시행근거

저탄소 녹색성장 기본법 제42조

('10.1월 제정)와 시행령 제26~32조('10.04.14 제정)에 근거

- 온실가스 다배출 및 에너지 다소비 업체를 관리업체로 지정하고, 온실가스 및 화석에너지사용량 목표를 부과하여 연차별 명세서 검증 등 이행실적을 정부가 종합적으로 관리
- 관리업체는 매년 조사를 통해 최근 3년간 온실가스배출량 및 에너지소비량 평균값이 지정기준량을 동시에 충족하는 기업(법인) 또는 사업장을 대상으로 지정됨

〈 관리업체 지정 기준 〉

구 분	'11.12.31까지		'12.1.1부터		'14.1.1부터	
	업체기준	사업장 기준	업체기준	사업장기준	업체기준	사업장 기준
온실가스 배출량 (ton CO ₂ eq)	125,000	25,000	87,500	20,000	50,000	15,000
화석에너지소비량 (tera joules)	500	100	350	90	200	80

2. 제도시행 체계

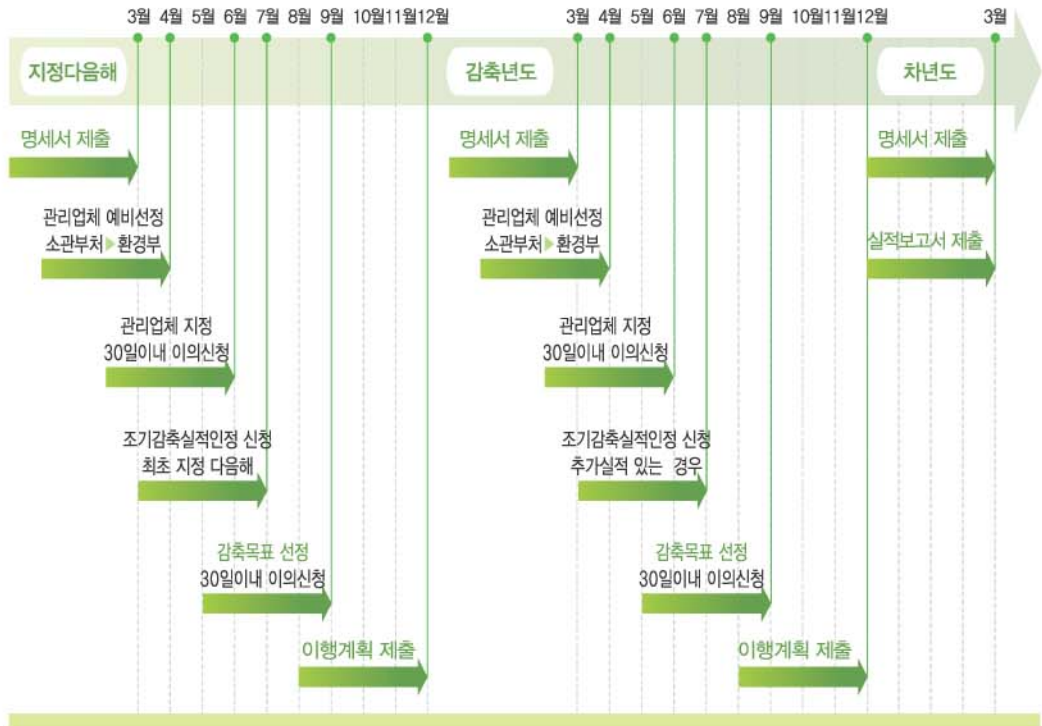
- 범정부 부처(4개)가 협력하여 소관부문별로 관리업체에 대한 목표설정, 이행지원, 실적평가 및 행정 처분 등의 업무를 수행(환경부에서 제도 총괄)



- “온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침”을 제정하여, 관리업체 지정, 온실가스 및 에너지의 MRV(측정·보고·검증), 목표 설정, 이행계획 및 실적평가 등 관리사항을 규정(환경부 고시, '11.03.16)
- (독립적인 제3자 검증) 지정된 민간 검증기관은 24개소 등록(환경부), 교과 이수를 통해 자격을 갖춘 검증심사원은 211명 배출(국립환경인력개발원, '12.01월 기준)
- (제도이행 불응시 벌칙) 관리업체 의무사항인 명세서, 이행계획서, 실적보고서의 세가지 중 한가지라도 미제출 또는 허위보고시에는 300~1,000만원의 과태료 부과

3. 제도시행 주요 일정

- 관리업체로 지정된 기업은 온실가스 및 에너지에 대한 명세서를 제출하고 차년도의 목표설정과 이행계획을 수립해야 하며, 이후 매년 목표이행 및 실적검증 등 관리체계를 통하여 목표이행을 평가하게 됨



4. 관리업체로서 이행사항

- 관리업체는 온실가스배출 및 에너지사용에 대해 측정·보고·검증이 가능한 방식으로 목표를 설정·관리
 - 온실가스·에너지에 대한 명세서, 목표이행계획서 및 실적보고서를 매년 정부에 제출하고 목표를 준수하기 위해 성실히 이행

① 명세서	② 목표이행계획서	③ 이행실적보고서
관리업체 및 사업장 정보, 사업장별 배출시설 및 배출량 현황, 생산품 및 공정별 원단위, 에너지판매실적, 온실가스 감축·흡수·제거 및 사용 실적, 사업장 고유계수 (Tier3) 개발실적 등	사업장별 온실가스 배출량 등 현황, 배출시설별 활동자료의 측정지점 및 모니터링 방법, 고유배출계수 등 개발계획, 배출활동별 산정등급 적용계획, 품질관리·품질보증 활동, 사업장별 연차별 목표, 기존 배출시설의 운영계획, 배출시설의 신·증설 계획, 배출시설별 온실가스 감축목표, 개선명령에 따른 이행계획 등	사업장별 온실가스 배출량 등 현황, 사업장별 연차별 목표 및 달성실적, 배출시설별 온실가스 감축목표 등의 이행실적 및 근거, 품질관리·품질보증 활동결과, 개선명령에 따른 이행실적 등

5. 온실가스·에너지 산정·보고·검증

- 산정·보고 대상 배출활동
 - 고정연소, 이동연소, 탈루성 배출('13년부터 산정·보고), 산업공정배출, 폐기물 처리, 간접배출 등 총 6개 분야, 33개 세부 배출활동
 - 법인, 사업장, 배출시설(공정) 단위로 보고하며, 보고대상 배출시설 중 연간 10tCO₂ 미만의 극소 배출원은 사업장 단위로만 보고
- 배출량 산정, 모니터링 및 검증을 위한 품질관리·보증 활동
 - 배출활동별, 시설규모별, 배출계수별로 산정등급(Tier 1~3) 관리체계 마련
 - *시설규모 : A그룹(연간 5만tCO₂ 미만), B그룹(5만~50만tCO₂), C그룹(50만tCO₂ 이상)
 - 활동자료의 불확도는 Tier에 따라 ±7.5%, ±5.0%, ±2.5% 차등관리
 - 배출계수는 Tier에 따라 IPCC기본계수, 국가고유계수, 시설고유계수로 구분하여 적용



①조직경계의 설정→②배출활동의 확인·구분→③모니터링 유형 및 방법의 설정→④배출량 산정 및 모니터링 체계의 구축→⑤배출활동별 배출량 산정방법론의 선택→⑥배출량 산정(계산법 혹은 연속측정방법)→⑦명세서의 작성→⑧배출량 등의 제3자 검증→⑨명세서 및 검증보고서의 제출

Ⅱ. 온실가스 배출량 및 에너지소비량의 산정·보고 및 관리

1. 원칙 및 절차

1.1 인벤토리 구축 원칙

- 온실가스 배출량 및 에너지 사용량은 다음과 같은 원칙을 적용하여 정확하게 산정하여야 함



1.2 인벤토리 구축 절차 ▶ 온실가스·에너지 목표관리의 운영지침 제39조

- 온실가스·에너지 목표관리제에서 배출량 산정·보고 절차는 다음과 같은 단계에 의해 이루어짐



2. 배출량 등의 산정

2.1 배출량 등의 산정 방법 및 매개변수 별 관리기준

- 관리업체는 배출시설의 규모 및 세부 배출활동의 종류에 따라 최소 산정등급(Tier)을 준수하여 배출량을 산정 보고
- 세부적인 온실가스 배출량 산정방법 및 매개변수는(배출활동 별 온실가스 배출량 세부산정 방법)을 따름

2.2 배출계수

2.2.1 산정등급에 따른 배출계수 적용원칙

1) 기본배출계수

- 관리업체가 Tier 1에 따라 배출량 등을 산정·보고할 경우 별표17의 기본 배출계수와 별표 18의 기본발열량을 활용(A그룹 경우 순 발열량은 국가고유계수사용)
다만 별표 17에 제시되지 않은 원료 등의 배출계수는 별표14의 각 배출활동 별 산정 방법론을 참조하여 사용자가 직접 개발하여 적용(예: 연료공급자로부터 배출계수 제공)

2) 국가배출계수

- 관리업체가 Tier 2에 따라 배출량 등을 산정·보고하는 경우 센터가 확인·검증하여 공표하는 국가 고유 배출계수등을 활용 다만, 연료별 국가 고유발열량 값은 별표 19를 우선적으로 활용

 온실가스·에너지
목표관리 운영지침
※부칙 제6조

제43조에 의해 산정등급2(Tier 2)에 따라 배출량 등을 산정·보고해야 하는 관리업체는 국가 고유 배출계수가 고시되지 않았을 경우에 한하여 산정등급 1(Tier 1)에 해당하는 배출계수를 적용(배출계수 적용 특례)

Ⅲ. 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 측정·보고·검증을 위한 불확도 산정 지침

1. 활동자료의 수집방법론

온실가스·에너지 목표관리 운영지침 별표15

- 관리업체는 다음 3가지의 모니터링 유형 중 당 업체의 배출시설에 적합한 모니터링 방법을 결정한 후 배출시설 별로 활동자료를 수집

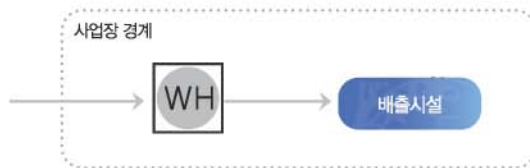
1.1 모니터링 유형개요

기호	유형	모니터링 기기 예시
	상거래 또는 증명에 사용하기 위한 목적으로 측정량을 결정하는 법정계량에 사용하는 모니터링기기로서 계량에 관한 법류 제2조에 따른 법정 계량기	가스미터, 오일미터, 주유기, LPG미터, 눈새김탱크, 눈새김탱크로리, 적산열량계, 전력량계 등 법정계량기
	국가표준기본법 제14조에 따른 시험기관, 교정기관, 검사기관이 주기적으로 정도관리를 실시하고 있는 사업자가 자체 설치한 계량기	가스미터, 오일미터, 주유기, LPG미터, 눈새김탱크, 눈새김탱크로리, 적산열량계, 전력량계 등 법정계량기 및 그 외 계량기
	사업자가 자체 설치한 계량기이나 주기적인 정도관리를 실시하지 않는 계량기	

1.2 연료 등 구매량 기반 모니터링 방법

■ 모니터링유형(A-1)

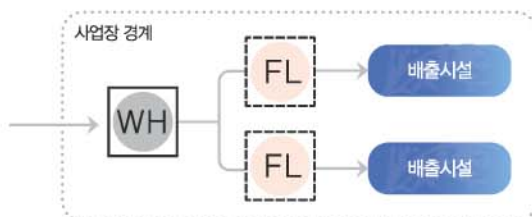
- 연료 및 원료 공급자가 설치·관리하는 모니터링장비 이용
- 적용유형 : 전력 및 열(증기), 도시가스·화석연료 구매하여 단일 배출시설에 공급하는 경우



해당항목	관련자료
구매전력	전력공급자(한국전력)가 발행한 전력요금청구서
구매 열 및 증기	열에너지 공급자가 발행하고 열에너지 사용량이 명시된 요금청구서, 열에너지 사용 증빙문서
도시가스	도시가스공급자(도시가스회사)가 발행하고 도시가스 사용량이 기입된 요금청구서
화석연료/원료 등	판매·공급자가 발행하고 구입량이 기입된 요금청구서 또는 Invoice

■ 모니터링유형(A-2)

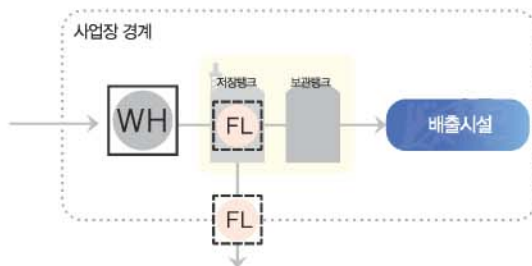
- 연료 및 원료 공급자가 설치·관리하는 기기와 정도 관리가 이루어지지 않는 내부 모니터링기기
- 배출시설 별 내부 모니터링 기기에서 계량된 비율로 배출시설 별 사용량 결정



해당항목	관련자료
구매전력	전력공급자(한국전력)가 발행한 전력요금청구서
구매 열 및 증기	열에너지 공급자가 발행하고 열에너지 사용량이 명시된 요금청구서, 열에너지 사용 증빙문서
도시가스	도시가스공급자(도시가스회사)가 발행하고 도시가스 사용량이 기입된 요금청구서
화석연료/원료 등	내부 모니터링 기기(계량계기 등)의 데이터 기록일지

■ 모니터링유형(A-3)

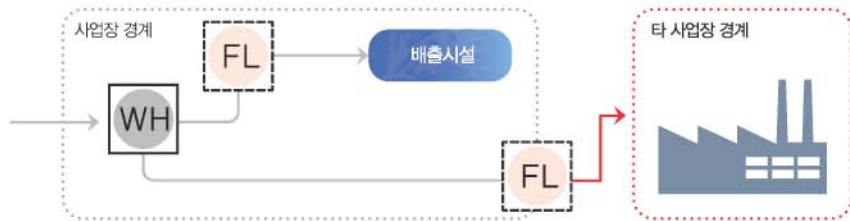
- 연료 및 원료 공급자가 설치·관리하는 기기와 정도관리실시하는 모니터링기기
- 적용유형 : 화석연료사용, 불소계 온실가스 구매 시 사용



해당항목	관련자료
액체 화석연료	연료공급자가 발행하고 구입량의 기입된 요금청구서 기타 연료공급자 및 사업자(구매자)가 합의하는 측정방식에 따른 계측
저장탱크의 재고량	정도 관리되는 모니터링 기기로 측정한 저장탱크의 수위 데이터
보관탱크 입고량	연료공급자가 발행한 구입량이 기입된 요금청구서(용기수량, 용기용량 등)
판매량	사업자가 연료의 판매목적으로 설치하여 정도관리하는 모니터링 기기의 측정값 기타, 사업자와 연료구매자가 합의하는 측정방식에 따른 계측값

■ 모니터링유형(A-4)

- 연료 및 연료 공급자가 설치·관리하는 기기와 주기적으로 정도관리를 실시하는 모니터링기기
- 타 사업자에게 판매한 양 제외, 에너지의 경우, 손실이 발생할 경우 손실분은 해당 사업장에서 에너지를 사용한 것으로 간주

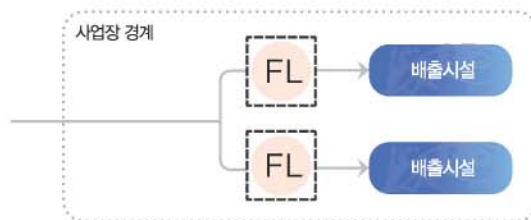


해당항목	관련자료
구매전력	전력공급자(한국전력)가 발행한 전력요금청구서
구매 열 및 증기	열에너지 공급자가 발행하고 열에너지 사용량이 명시된 요금청구서, 열에너지 사용 증빙문서
도시가스	도시가스공급자(도시가스회사)가 발행하고 도시가스 사용량이 기입된 요금청구서
판매량	사업자가 연료의 판매목적으로 설치하여 정도관리하는 모니터링 기기의 측정값 기타, 사업자와 연료구매자가 합의하는 측정방식에 따른 계측값

1.3 연료 등의 직접계량에 따른 모니터링 방법

■ 모니터링유형(B)

- 배출시설 별로 설치하여 주기적으로 정도관리되는 모니터링 기기사용
- 적용유형 : 배출시설 별로 관리필요성 있는 것

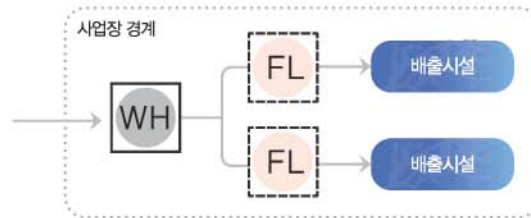


해당항목	관련자료
화석연료/원료 등	내부 모니터링 기기의 데이터 기록일지 log sheet : 모니터링 기기 운용과 관련된 상세 정보를 기록해 놓은 것. 예) 연료종류, 연료사용량 등

1.4 근사법에 따른 모니터링 방법

■ 모니터링유형(C-1)

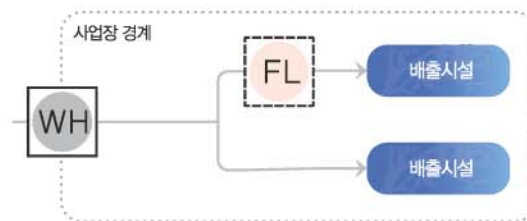
- 구매량 기준, 정도검사를 받지 않은 내부 측정기기사용
- 적용유형 : 저배출원, 이동연소 배출원, 기타 모니터링이 불가능한 경우



해당항목	관련자료
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 전력연료 청구서 및 측정값, 각 배출시설별 정도검사를 받지 않은 측정기의 전력 측정값, 운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등의 배출시설을 운전한 간접자료 등

■ 모니터링유형(C-2)

- 구매량기준, 측정기기가 설치되지 않았거나 일부시설에만 설치되어있는 경우
- 측정기기가 설치되어 있지 않았거나 검·교정 등 정도검사를 받지 않은 측정기기가 있는 경우



해당항목	관련자료
화석연료	운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등의 배출시설을 운전한 간접자료등
구매전력	운전기록일지, 물 사용량, 근무일지, 생산일지 등의 배출시설을 운전한 간접자료등

■ 모니터링유형(C-3)

- 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 방법

결측기간의 연료(또는 원료)사용량=

$$\frac{\text{정상기간 중 사용된 연료(또는 원료) 사용량(Q)}}{\text{정상기간 중 생산량(P)}} \times \text{결측기간 총 생산량(P)}$$

■ 모니터링유형(C-4)

- 사업장에서 운영하고 있는 차량 등의 이동연소 부문에 대하여 적용할 수 있는 방법
- 아래 식을 사용하여 연료사용량을 결정

$$\text{연료 사용량} = \sum \frac{\text{연료별 이동연소 배출원별 연료구매비용}}{\text{연료별 이동연소배출원별 구매단가}}$$

■ 모니터링유형(C-5)

- 사업장에서 운영하고 있는 차량 등의 이동연소 부문에 대하여 적용가능한 방법
- 차량 별 이동거리 자료를 자료와 연비 자료를 활용하여 계산에 따라 연료사용량을 결정하는 방식

$$\text{연료 사용량} = \sum \frac{\text{연료별 이동연소 배출원별 주행거리(km)}}{\text{연료별 이동연소배출원별 연비(km/L)}}$$

2. 불확도 산정절차



온실가스 에너지 목표관리 지침에 따르면 공인교정기관의 교정성적서 상의 불확도 또는 ISO 9000 등에 따른 관리체계의 근거 자료를 활용할 수 있도록 명시하고 있으나, 관리업체의 현실을 고려하여 유관법령 규정 사항 또는 유럽의 사례 검토를 통한 계측기의 권장 불확도 등을 활용할 수 있도록 추가하였다.

* 본 가이드라인에서는 온실가스에너지 목표지침의 불확도산정절차 및 방법[별표16]의 내용을 이해하기 쉽도록 재구성 하였음.

2.1 온실가스 배출량 산정을 위한 데이터 수집

배출규모 및 배출활동별로 온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침에 명시되어 있는 온실가스 배출량 산정 방법론을 결정한 후 온실가스 배출량 산정을 위한 활동자료(예, 연료 등)의 종류 및 불확도 기준을 파악

예시 1년간 온실가스 배출량이 2,500,000 tCO₂eq인 석탄 화력발전 시설
 연료의 종류 : 고체연료 산정방법론 : tier3 적용
 연료사용량 : tier3 적용 측정불확도 기준 : $\pm 2.5\%$ 이내

2.2 측정장비 관련 데이터 수집

온실가스 배출량 산정을 위해 활동자료(연료사용량 등)를 파악하기 위한 측정장비의 종류 및 측정장비 관리 체계에 대한 자료를 확보

2.2.1 측정장비의 종류

- 저울
- 유량계
- 전력량계
- 기타 측정장비

2.2.2 측정장비 관리 시스템

- 측정장비의 주기적인 검교정 여부 확인

① 국제공인교정기관(예, 국제표준^{주)}에 따라 인정받은 KOLAS 교정기관 또는 타국가 공인 교정기관 등)에 의한 교정

주) ISO/IEC17025 : 시험기관 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항

② 국가·국제 법규 또는 자체 규정 따라 제3자에 의한 검교정
 ③ 내부 측정 장비 관리 절차에 따라 자체적으로 실시한 검교정

- 해당 측정장비 검교정 실시에 따른 근거자료 확보

측정장비의 측정불확도, 오차범위, 보정값 등이 명시된 검교정 성적서 또는 보고서

2.3 측정장비 불확도 파악

측정장비에 대한 불확도는 하기의 6가지 사항(2.3.1~2.3.6)에 해당되는 지를 검토하여 적용방법을 파악

불확도는 백분율(%)로 나타내며, 만약 불확도를 산출하기 위한 근거자료의 데이터(교정성적서 불확도 또는 장비의 오차범위 등)가 측정단위(kg, m³ 등)와 동일하게 명시된 경우는 아래의 식을 적용하여 백분율로 표시

$$U(\%) = \frac{U_{origin}}{X} \times 100$$

$U(\%)$: 백분율로 표시된 불확도 U_{origin} : 측정단위의 불확도
 X : 측정결과

- 비고**
- 2.3.1~2.3.6 중 여러 가지의 조건이 해당하는 경우는 상위의 항목을 우선 적용하여 불확도를 산정
 - 교정성적서, 검교정보고서 또는 장비의 매뉴얼에 명시된 불확도 또는 오차범위가 측정량에 따라 다양하게 명시된 경우, 실제 측정량에 적합한 것을 적용하도록 하며, 실제 측정 범위를 한정하기 어려울 경우는 명시된 불확도 또는 오차범위 중 가장 큰 것을 적용

2.3.1 모니터링 포인트의 측정장비가 국제공인교정기관(예, KOLAS 교정기관 등)에서 교정 받은 경우

- 관리업체가 보유한 측정장비의 데이터를 활동자료로 활용하는 경우
: 관리업체 측정장비 교정성적서의 불확도를 적용
- 연료 공급자의 데이터를 활동자료로 활용하는 경우
: 연료공급자 측정장비 교정성적서의 불확도를 적용

2.3.2 측정장비에 대한 세부사항의 확인이 가능한 경우 측정장비 매뉴얼 또는 사양서 등에 명시된 정확도의 자료를 통해 불확도 추정

단, 측정장비 제조사가 요구하는 규정, 측정장비 매뉴얼 및 절차서에 따라 측정장비가 주기적으로 관리되며 유지보수 및 검교정 또는 오차보정 등이 이루어지는 경우에만 가능.

2.3.3 국내 법규에 의해 측정장비가 관리가 되는 경우(예, 전력량계 또는 주유기와 같은 법정계량기 등)관련 기술규정에서 정하고 있는 계측기의 허용오차를 활용하여 불확도 추정

예시

① 전력량계

계기등급*	0.5급	1.0급	2.0급
불확도	±0.5%	±1.0%	±2.0%

* 계기등급은 전력량계의 의무 표시 사항 중 하나이며, 전력량계에서 확인 가능

② 유량계(주유기, LPG 등)

	정확도 등급 ^{주3)}				
	0.3	0.5	1.0	1.5	2.5
A ^{주1)}	0.3 %	0.5 %	1.0 %	1.5 %	2.5 %
B ^{주2)}	0.2 %	0.3 %	0.6 %	1.0 %	1.5 %

주1) 형식승인은 받았으나, 유효기간이 만료된 경우

주2) 형식승인을 받았으며, 유효기간 내인 경우

주3) 정확도 등급은 아래 표로 구분한다.

등급	적용 분야
0.3	배관의 측정시스템
0.5	본 표에서 상이하게 표시되지 않은 모든 측정시스템, 특히 • 자동차용 주유기(LPG 주유기 외) • 낮은 점도의 액체에 대한 탱크로리의 측정시스템 • 선박용 탱크의 하역 및 철도 및 탱크로리에 대한 측정시스템 • 우유에 대한 측정시스템 • 선박 선적에 대한 측정시스템 • 항공기 급유에 대한 측정시스템
1.0	-10℃ 이상의 온도에서 측정된 압력하에서 액화가스의 측정시스템(LPG 주유기 외) 자동차용 LPG 미터 0.3 또는 0.5 등급으로 액체에 대해 사용되는 일반적인 측정시스템 • 액체 온도가 -10℃ 이하나 50℃이상, 또는 • 동적 점성이 1000mPa·s보다 큰 경우, 또는 • 최대체적유량이 20L/h보다 작은 경우
1.5	액화 이산화탄소에 대한 측정시스템 -10℃이하의 온도에서 측정된 압력하에서 액화가스에 대한 (LPG 주유기 외)측정시스템
2.5	-153℃이하 온도에서 액체의 측정시스템

2.3.4 일정한 절차에 따라 제3자 또는 자체적으로 측정장비를 관리하는 경우 측정장비 관리 절차의 타당성을 검토하여 적합하다고 판단되는 경우, 측정장비를 관리하는 최대 허용오차를 적용하여 불확도 추정

2.3.5 계량기가 내부 규정에 따라 주기적으로 유지보수가 이루어지는 경우 활동자료 수집을 위한 유량계(액체 또는 기체)에 대해 다음의 자료를 활용하여 불확도를 산출

계측기 종류		측정결과와 범위	불확도
Rotor meter	기체계량기	최대측정범위의 0%~20%	3%
		최대측정범위의 20%~100%	1.5%
	액체계량기	최대측정범위의 5%~100%	3%
Turbine meter	기체계량기	최대측정범위의 0%~20%	3%
		최대측정범위의 20%~100%	1.5%
	액체계량기	최대측정범위의 10%~100%	0.3%
Bellows meter	기체계량기	최대측정범위의 0%~20%	6%
		최대측정범위의 20%~100%	4%
Orifice meter	기체 및 액체유량계	최대측정범위의 30%~100%	1.5%
Venturi meter	기체 및 액체유량계	최대측정범위의 20%~100%	1.5%
Ultrasonic meter	기체 및 액체계량기	최대측정범위의 1%~100%	0.5%
Vortex meter	기체계량기	최대측정범위의 10%~100%	2%
	액체계량기	최대측정범위의 10%~100%	1.5%
Coriolis meter	기체 및 액체계량기	최대측정범위의 1%~100%	1%
Ovalrad meter	액체계량기	최대측정범위의 5%~100%	0.5%
Electronic Volume Conversion Instrument (EVCI)	기체계량기	0.95bar~11bar 및 -10℃~40℃인 경우	0.5%

출처 : How to assess the uncertainty of monitoring CO₂ emissions in EU ETS?(the Dutch Emission Authority and the Emissions Trading Technical Support Group, 2007)

2.3.6 측정데이터를 통한 불확도 추정

기존의 검교정성적서 및 장비 세부내역 등에서 불확도를 추정할 수 있는 자료 확보가 어려운 경우 KS Q 4001(측정 결과의 불확도 추정 및 표현을 위한 지침)*에 따라 활동자료의 불확도를 추정하며, 무게 측정 등 단순한 측정에 대해서는 다음과 같이 불확도를 산출

*해당 표준은 www.standard.go.kr에서 무료열람 가능하며, 구입은 한국표준협회로 문의

① 반복성에 대한 불확도

■ n회 반복측정 실시

$x_1, x_2, \dots, x_n$: 측정결과

■ 시험표준편차 s 계산

$$s = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

■ 불확도 산출

$$u_1 = \frac{\sqrt{s}}{n}$$

② 측정장비 분해능에 대한 불확도

■ 장비의 최소 눈금 또는 최소 측정 한계 확인

■ 불확도 산출

$$u_2 = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

a : 장비의 최소 눈금 또는 최소 측정 한계

③ 불확도 합성 및 측정 장비의 불확도 산정

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2}$$

$$v = \frac{u_c^4}{u_1^4 / (n-1)}$$

v : 자유도

ν (자유도)값을 이용하여 다음 표에서 k (포함인자)값을 찾는다.

단, ν (자유도)값이 소숫점을 포함하는 경우 소숫점 이하는 절삭하여 정수로 만든다.

ν (자유도)	k (포함인자)값
1	12.71
2	4.30
3	3.18
4	2.78
5	2.57
6	2.45
7	2.36
8	2.31
9	2.26
10	2.23
11이상	2.00

$$\text{측정 장비에 대한 불확도}(\%) = \frac{k \times u_c}{\bar{x}} \times 100$$

2.4 기타 요인 불확도 파악

활동자료에 대한 측정 시 온도 및 압력 등에 대한 보정이 필요한 경우, 온도계 또는 압력계 등의 요인을 고려하여 불확도 추정

예시 온도에 대한 보정이 필요한 경우

$$U_{temp}(\%) = \frac{\sqrt{u_{cal}^2 + \left(\frac{a}{\sqrt{3}}\right)^2}}{T} \times 100$$

$U_{temp}(\%)$: 온도계에 대한 불확도 U_{cal} : 온도계 교정성적서에 명시된 불확도(%)
 a : 온도계의 최소눈금 또는 최소 측정 한계 T : 온도 측정 결과

* 압력계에 대해서도 위와 같은 방법으로 압력계에 대한 불확도를 산출

2.5 불확도 합성

- 활동자료를 취합할 때 여러 가지 경로를 통해 취합되는 경우 또는 일별, 월별 데이터를 취합하는 경우 가중평균 등을 활용하여 불확도 합성
- 장비에 대한 불확도 및 기타 요인에 대한 불확도를 합성하는 경우 불확도 전파법칙에 의해 불확도 합성

예시 유량계로 연료를 측정하고, 그 결과를 압력과 온도에 대해 보정하여 최종 연료소비량을 산정하는 경우

$$U = \sqrt{U_{me}^2 + U_{temp}^2 + U_{pres}^2}$$

U_{me} : 장비에 대한 불확도(%) U_{temp} : 온도계에 대한 불확도(%)
 U_{pres} : 압력계에 대한 불확도(%)

2.6 불확도 보고

불확도를 최종적으로 백분율의 단위로 산정한 후 목표관리 운영지침의 불확도에 대한 최소 기준을 만족하는지 확인한 후 불확도를 보고

3. 배출량 산정을 위한 QA/QC절차

3.1 품질관리 및 품질보증 온실가스·에너지 목표관리 운영지침 제53조 및 별표26

- 관리업체는 온실가스 배출량 등의 산정에 대한 정확도 향상을 위해 활동자료 수집, 배출량 산정, 불확도 관리, 정보 보관 및 배출량 보고에 대한 품질관리 활동을 수행하여야 함
- 관리업체는 자료의 품질을 지속적으로 개선하는 체제를 갖추는 등 배출량 산정·보고의 품질보증 활동을 수행하여야 함

3.1.1 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·실시
 - 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 포함하여야 함
- 품질관리(QC) 활동에는 배출활동, 활동자료, 배출계수, 기타 산정 매개변수 및 방법론에 관한 기술적 검토를 포함하여야 함

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 관련정보의 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, 제외 사유를 기재) ② 공정 물질수지 등을 활용한 활동자료의 합(하위레벨)과 사업장 단위 활동자료(상위레벨)간 일치여부 등 완전성 확인 ③ 활동자료, 배출계수 등의 변경이 발생할 경우 각 자료의 변동사항 확인등 시계열적 일관성 확보에 관한 사항 ④ 기준연도부터 현재까지의 온실가스 배출량 산정에 활용된 기초자료 등의 기록, 관리, 보안 상태 확인 ⑤ 측정기기, 배출계수(필요시), 온실가스 배출량 등에 대한 불확도 산정결과의 적절성 확인, 불확도 관리기준에 미달시 측정기기 검·교정 등 개선활동의 실시여부 확인 ⑥ 배출량 산정결과에 대한 내부감사(internal audit) 실시 여부
보고의 적절성	① 조직경계 설정의 적절성, 정확성 확인 - 사업자 등록증 등 정부에 허가받거나 신고한 문서를 근거로 수립한 조직 경계와 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

3.1.2 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 의미 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 지원함

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 수행하고, 이를 위하여 온실가스 배출량 보고와 관련한 고유 위험, 통제 위험 및 오류·누락사항을 적시에 방지하거나 적발하지 못할 경우 발생할 수 있는 위험(risk)에 대한 자체평가 절차를 마련하여 문서화함

- 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 개선하여야 함

다. 품질보증 활동

구분	세부내용
내부감사 담당자, 책임자 지정	관리업체는 온실가스 배출량 산정 관련 내부감사활동을 담당할 책임자를 지정하고 이를 문서화. 내부감사 담당자는 온실가스 배출량 산정업무를 담당할 수 없도록 하는 등 상충되는 업무를 고려하여 업무분장이 이루어져야 함
품질관리	측정기기의 계측 정확성을 검·교정 절차를 통하여 주기적으로 확인, 국제적 측정 기준과 비교하며 관련 검·교정 내역을 문서화 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 함(정보화시스템의 통제로는 백업, 자료보완 등을 포함)
배출량 정보 자체 검증 (내부감사)	평가된 위험을 완화하기 위하여 관리업체는 온실가스 산정 근거자료에 대하여 자체검증을 수행하고 이를 문서화. 산정관련 서류검토, 현장점검 등을 포함한 자체검증계획을 수립. 검증결과와 발견된 오류 및 수정결과를 보고서형태로 작성
배출량 산정 업무 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 함
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 수행

3.2 자료의 기록관리 온실가스·에너지 목표관리 운영지침 제54조

- 관리업체는 온실가스 배출량 등의 산정·보고와 관련하여 다음 각 호의 자료를 문서화하여 최소 5년 이상 보관하여야 함
 1. 온실가스 배출시설, 공정, 배출활동 등의 목록
 2. 온실가스 배출량 등의 산정을 위해 사용된 자료들(계산방법, 측정방법)
 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



- UN지정 CDM 검인증기관
 - 온실가스 에너지 검증기관
 - 녹색교육기관
- 02-2164-0121~4(기후변화대응팀)
www.ktr.or.kr



- 온실가스 에너지 종합관리 컨설팅
 - 국내외 감축사업(CDM, KVER) 및 배출권거래분야 컨설팅
 - 녹색경영 및 제품 환경성 분야
 - 환경IT분야(온실가스에너지, LCA, CDM)
- 02-706-2456
www.greenpolaris.co.kr

감수

박갑동 국제적합성평가원 원장

유동우 한국계량측정협회 팀장

이은숙 한국표준품질선진화포럼 사무국장



이 자료집은 “한국화학융합시험연구원”과 “그린폴라리스”가
에너지관리공단에서 지원한 사업을 수행한 결과물이며
문의사항은 아래의 연락처로 연락바랍니다.



서울특별시 영등포구 영등포동 8가 88-2
TEL. 02.2164.0121~4 FAX. 02.2634.0040
www.ktr.or.kr



Smart Solutions for Carbon Management
서울특별시 강서구 가양동 449-21 강서한화비즈메트로2차 10층 1006호
TEL. 02.706.2456 FAX. 02.2659.2342
www.greenpolaris.com

