

배출가스 중 총탄화수소 -

2021

불꽃이온화검출기법
(Total Hydrocarbon in Flue Gas -
Flame Ionization Detector Method)

1.0 개요

1.1 목적

이 시험기준은 배출가스 중 총탄화수소의 분석방법으로, 연료를 연소하는 배출원에서 채취된 시료를 여과지 등을 이용하여 먼지를 제거한 후 가열채취관을 통하여 불꽃이온화검출기 (flame ionization detector)로 유입한 후 분석한다.

1.2 적용범위

1.2.1 이 시험기준은 시멘트 소성로, 소각로, 연소시설, 도장시설 등에서 배출되는 배출가스 중의 총탄화수소 (THC)를 분석하는 방법으로써, 알케인류 (alkanes), 알켄류 (alkenes) 및 방향족 (aromatics) 등이 주성분인 증기의 총탄화수소를 측정하는데 적용된다. 결과 농도는 프로페인 또는 탄소등가농도로 환산하여 표시한다.

1.3 간섭물질

1.3.1 배출가스 중 이산화탄소 (CO_2), 수분이 존재한다면 양의 오차를 가져올 수 있다. 단, 이산화탄소 (CO_2), 수분의 퍼센트 (%) 농도의 곱이 100을 초과하지 않는다면 간섭은 없는 것으로 간주한다.

1.3.2 수분트랩 안에 유기성 입자상 물질이 존재한다면 양의 오차를 가져올 수 있다. 따라서 반드시 필터를 사용하여 샘플링을 해야 한다.

2.0 용어정의

2.1 측정시스템

2.1.1 시료채취부

시료유입, 운반 및 전처리에 필요한 부분을 말한다.

2.1.2 총탄화수소 분석기

총탄화수소 농도를 감지하고, 농도에 비례하는 출력을 발생하는 부분을 말한다.

2.2 교정가스

측정기의 교정을 위하여 농도를 알고 있는 공인된 가스를 사용한다.

2.3 제로편차

제로가스에 대해 기기가 반응하는 정도의 차이로서, 측정범위의 $\pm 3\%$ 이하인지 확인한다. 단, 시료가스 측정기간 동안에는 점검, 수리, 교정 등은 수행하지 않아야 한다.

2.4 교정편차

교정편차 점검용 교정가스 (측정기기 최대정량농도의 $45\% \sim 55\%$ 범위의 표준가스)에 대해 기기가 반응하는 정도의 차이로서, 측정범위의 $\pm 3\%$ 이하인지 확인한다. 단, 시료가스 측정기간 동안에는 점검, 수리, 교정 등은 수행하지 않아야 한다.

2.5 반응시간

오염물질 농도의 단계변화에 따라 최종값의 90% 에 도달하는 시간으로 한다.

3.0 분석기기 및 기구

3.1 측정장치 시스템

측정장치 시스템의 구성도 (예)는 그림 1과 같다. 단, 수분응축 등 측정에 방해가 예상되는 경우에는 분석기로 이어지는 모든 샘플링 구성품은 안전상의 이유를 언급하지 않는 한 샘플링 시간 동안 110 ℃ 이상으로 가열되어야 한다. 총탄화수소는 폭발성이 높은 지점이나 장소에서 측정될 수 있으므로, 측정장치 및 지점 선정 시 안전에 유의하여야 한다.

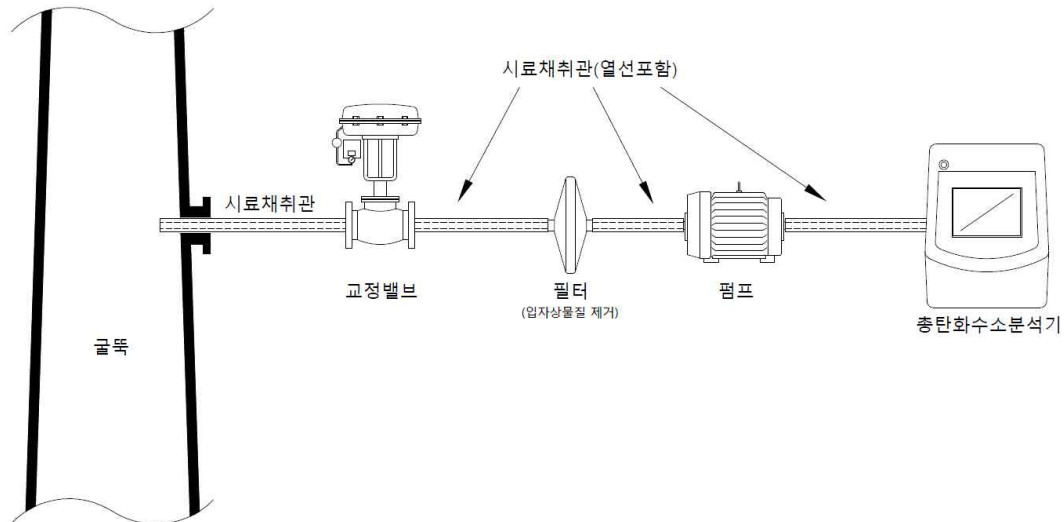


그림 1. 측정장치 시스템의 구성도 (예)

3.2 총탄화수소분석기

배출가스 중 총탄화수소를 분석하기 위한 배출가스 측정기로써 형식승인을 받은 분석기기를 사용한다.

3.3 교정가스 주입장치

제로 및 교정가스를 주입하기 위해서는 3방콕이나 순간연결장치 (quick connector)를

사용한다.

3.4 여과지

배출가스 중의 입자상물질을 제거하기 위하여 여과장치 등을 설치하고, 여과장치가 굴뚝 밖에 있는 경우에는 수분이 응축되지 않도록 한다.

3.5 기록계

기록계를 사용하는 경우에는 최소 4 회/min이 되는 기록계를 사용한다.

3.6 유량조절밸브

유량조절밸브는 0.5 L/min ~ 5 L/min의 유량제어가 있는 것으로 휘발성유기화합물의 흡착과 변질이 발생하지 않아야 한다.

3.7 펌프

펌프는 오일을 사용하지 않는 펌프를 사용하여야 하며 가열 시 오염물질의 영향이 없도록 테플론재질의 코팅이 되어 있는 또는 그 이상의 재질로 되어 있는 펌프를 사용하여야 한다.

4.0 시약 및 표준용액

4.1 교정가스

교정에 사용되는 가스는 공인된 가스를 사용한다. 공기 또는 질소로 충전된 프로페인 가스로 스펠값 범위 내의 농도 값을 사용한다. 프로페인 이외의 가스는 반응인자에 대한 보정을 하여 사용한다.

4.2 연소가스

불꽃이온화분석기를 사용하는 경우에는 수소 (40 %)/헬륨 (60 %), 수소 (40 %)/질소 (60 %) 가스, 또는 수소 (99.99 % 이상)을 사용한다. 공기는 고순도 공기를 사용한다.

4.3 제로가스

총탄화수소 농도 (프로페인 또는 탄소등가 농도)가 0.1 ppm 이하 또는 스펠값의 0.1 % 이하인 고순도 공기를 사용한다.

5.0 시료채취 및 관리

5.1 시료채취관

스테인리스강 또는 이와 동등한 재질의 것으로 휘발성유기화합물의 흡착과 변질이 없어야 하고 굴뚝 중심 부분의 10 % 범위 내에 위치할 정도의 길이의 것을 사용한다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

6.1 측정 전 준비

측정기는 전원을 켜 후 기기 설명서에 표시된 예비시간까지 가동하여 각 부분의 기능과 지시기록부를 안정시킨다.

6.2 교정방법

기기 설명서의 교정방법에 따라서 제로가스 및 스펠가스 교정을 수행한다. 교정주기는 원칙적으로 주 1 회 이상으로 한다.

6.3 내부정도관리 주기

내부정도관리 주기는 연 1 회 이상 측정하는 것을 원칙으로 하며, 측정조건의 변화 (장비 수리, 장비 부품 교체, 기기조건 변화, 측정자의 변경 등) 시에는 수시로 실시한다.

6.3.1 반복성

측정기를 충분히 안정화 시킨 후 제로가스를 도입하여 지시값을 기록하고 스펠가스 (측정범위의 70 % ~ 90 % 표준가스)를 도입하여 지시값을 기록한다. 이 과정을 5 회 이상 반복하여 다음 식에 따라 제로 및 스펠가스에 대한 반복성 표준편차를 각각 구하여 큰 값으로 한다. 반복성은 측정범위의 ± 2.0 % 이하이어야 한다.

$$\text{반복성}(\%) = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n C_i)^2}{n-1}}}{\text{측정범위}} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

여기서, C_i : i 번째 지시값

n : 시험회수

6.3.2 응답시간

측정기를 충분히 안정화 시킨 후 제로가스 및 스펠가스 교정을 실시한다. 제로가스를 도입하여 측정값이 안정된 후 스펠가스를 도입하여 최종 지시값의 90 %에 도달하기까지의 시간을 측정하고, 최종 지시값이 안정된 후 제로가스를 도입하여 최종 지시값의 10 %에 도달하기까지의 시간을 측정하여 큰 값을 응답시간으로 한다. 응답시간은 5 분 이하이어야 한다.

6.3.3 보수점검

정확한 오염도 측정을 위해 각 장치에 대한 정기점검을 실시하여야 한다.

7.0 측정방법

7.1 측정 전 점검

측정기는 전원을 켜 후 기기 설명서에 표시된 예비시간까지 가동하여 각 부분의 기능

과 지시기록부를 안정시킨다. 측정 전 측정기의 점검을 위하여 제로가스와 교정편차 점검용 교정가스 (측정범위의 45 % ~ 55 % 표준가스)를 사용하여 제로편차와 교정편차를 측정하고, 측정범위의 $\pm 3\%$ 이하인지 확인한다.

7.2 배출가스 측정방법

총탄화수소의 측정은 공정이 정상상태에서 30 분 동안 연속측정하고, 공정이나 작업 주기가 30 분 이하인 경우에는 작업시간 동안 측정한다. 측정시간 동안 측정결과를 저장하여 평균 측정결과를 나타내고 측정하는 동안에 필요한 사항과 공정중단이나 운전주기 등을 기록한다.

7.3 측정 후 점검

배출가스 측정 후, 제로가스와 교정편차 점검용 교정가스 (측정범위의 45 % ~ 55 % 표준가스)를 사용하여 제로편차와 교정편차를 측정하고, 측정범위의 $\pm 3\%$ 이하인지 확인한다. 위의 조건을 만족하지 못하는 경우, 측정기의 제로가스 및 스펀가스 교정단계부터 재수행하여야 한다.

8.0 결과보고

8.1 농도의 계산

총탄화수소 농도는 ppm (프로페인 또는 다른 교정가스)로 표시하고, 측정농도를 ppm (탄소)로 나타낼 경우에는 다음 식으로 계산한다.

$$C_C = K \times C_{\text{측정}} \quad (\text{식 2})$$

여기서, C_C : 총탄화수소 농도 (ppm (탄소))

$C_{\text{측정}}$: 측정한 총탄화수소 농도 (ppm)

K : 탄소 등가 교정계수

(다른 교정가스에 대한 적절한 반응계수로 메테인=1, 에테인=2, 프로페인=3, 뷰테인=4 이다.)

8.2 결과의 표시

측정결과는 ppm 단위의 소수점 둘째 자리까지 계산하고 소수점 첫째 자리로 표기한다.

9.0 참고자료

9.1 EPA Method 25 “Determination of Total Gaseous Nonmethane Organic Emissions as Carbon”, United States Environmental Protection Agency, (2017)

9.2 환경측정기기 정도검사 세부기준, QS 0201.1, “대기배출가스(이산화황, 질소산화물, 일산화탄소, 총탄화수소 및 산소)측정기 및 그 부속기기”, 국립환경과학원, (2014)

9.3 환경측정기기 정도검사 방법, QM 0201.1, “대기배출가스(이산화황, 질소산화물, 일산화탄소, 총탄화수소 및 산소)측정기 및 그 부속기기”, 국립환경과학원, (2014)

9.4 환경측정기기 구조·성능 세부기준, TS 0201.1, “대기배출가스(이산화황, 질소산화물, 일산화탄소, 총탄화수소 및 산소)측정기 및 그 부속기기”, 국립환경과학원, (2009)

10.0 부록

표 1. 시험기준 요약표

배출가스 중 총탄화수소 - 불꽃이온화검출기법 (Total Hydrocarbon in Flue Gas - Flame Ionization Detector Method)	
분자식 및 특징: 탄소와 수소로 이루어진 화합물의 총칭으로 메테인, 에테인, 석유, 벤젠, 나프탈렌 등 다양한 물질로 구성	
정량범위:	0.1 ppm 이상
간섭물질:	이산화탄소 (CO ₂), 수분이 존재한다면 양의 오차를 가져올 수 있다. 수분트랩 안에 유기성 입자상 물질이 존재한다면 양의 오차를 가져올 수 있음
시료채취	
방법:	해당 없음
흡수액:	해당 없음
흡입속도:	해당 없음
표준채취량:	30 분 동안 연속측정 (공정이나 작업 주기가 30 분 이하인 경우에는 작업시간 동안)
이동:	해당 없음
보관:	해당 없음
분석용 시료용액:	해당 없음
Blank:	해당 없음
측정	
방법:	불꽃이온화검출기법
물질:	총탄화수소 (THC)
표준물질:	제로가스 및 스펠가스
검정곡선:	해당 없음
정도관리	
주기:	연 1 회 이상
반복성:	측정범위의 ± 2 % 이하
응답시간:	5 분 이내