

배출가스 중 총탄화수소 -

2023

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

## 1.0 개요

### 1.1 목적

1.1.1 이 시험기준은 연소, 화학 반응 등에 의하여 굴뚝 등에서 배출되는 배출가스 중 총탄화수소를 분석하는 방법에 대하여 규정한다.

1.1.2 배출가스 중 총탄화수소를 여과지 등을 이용하여 먼지를 제거한 후 가열 채취관을 통과시키고 불꽃이온화검출기 (flame ionization detector)로 측정하여 총탄화수소를 정량한다.

### 1.2 적용범위

알케인류 (alkanes), 알켄류 (alkenes) 및 방향족 (aromatics) 등이 주성분인 증기의 총탄화수소 측정에 적용된다.

### 1.3 간섭물질

1.3.1 배출가스 중 이산화탄소 ( $\text{CO}_2$ ), 수분이 존재한다면 양의 오차를 가져올 수 있다. 다만 이산화탄소 ( $\text{CO}_2$ ), 수분의 퍼센트 (%) 농도의 곱이 100을 초과하지 않는다면 간섭은 없는 것으로 간주한다.

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

## 2.0 용어정의

### 2.1 시료채취부

시료유입, 운반 및 전처리에 필요한 부분을 말한다.

### 2.2 총탄화수소분석기

총탄화수소 농도를 감지하고, 농도에 비례하는 출력을 발생하는 부분을 말한다.

### 2.3 교정가스

측정기의 교정을 위하여 농도를 알고 있는 공인된 가스를 사용한다.

### 2.4 제로편차

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

### 2.5 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.

### 2.6 반응시간

오염물질 농도의 단계변화에 따라 최종 값의  $90\%$ 에 도달하는 시간으로 한다.

## 3.0 분석기기 및 기구

### 3.1 총탄화수소분석기

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

### 3.2 교정가스 주입장치

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

### 3.3 여과지

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

### 3.4 기록계

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

### 3.5 유량조절밸브

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

### 3.6 흡입펌프

흡입펌프는 오일을 사용하지 않는 펌프를 사용하여야 하며 가열 시 오염물질의 영향이 없도록 PTFE (polytetrafluoroethylene) 재질 또는 그 이상의 재질로 되어 있는 흡입펌프를 사용하여야 한다.

## 4.0 시약 및 표준용액

## 4.1 교정가스

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

## 4.2 연소가스

불꽃이온화검출기를 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 스펠 값의 0.1 % 이하인 고순도 공기를 사용한다.

## 5.0 시료채취 및 관리

### 5.1 시료채취위치

배출가스를 대표할 수 있는 측정점을 선정한다. 예를 들면 배출가스의 유속이 현저하게 변화하지 않고 먼지 등이 쌓이지 않으며 수분이 적은 곳으로 선정한다.

### 5.2 시료채취장치

그림 1의 예로 나타낸 것과 동일하거나 유사한 구성으로 다음의 조건을 갖추어야 한다.

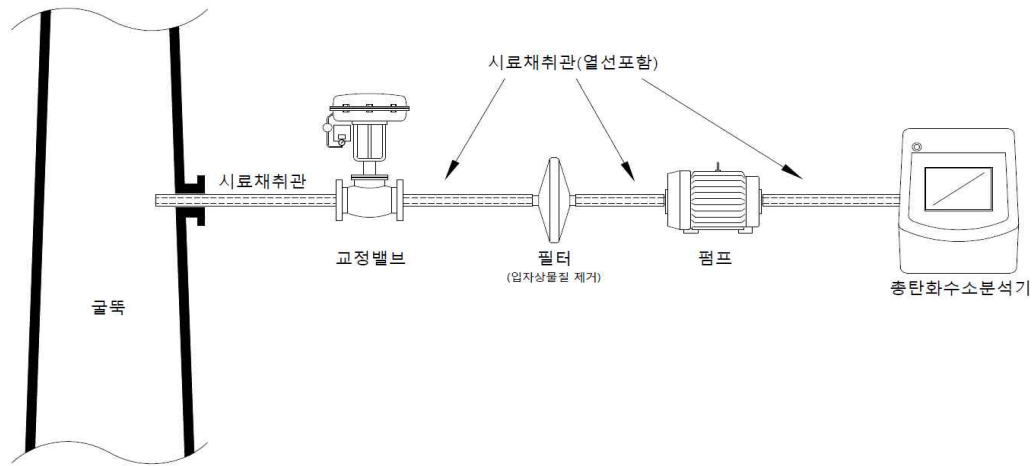


그림 1. 시료채취장치 (예)

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

**5.2.2** 수분응축 등 측정에 방해가 예상되는 경우에는 분석기로 이어지는 모든 샘플링 구성품은 안전상의 이유를 언급하지 않는 한 샘플링 시간 동안 110 °C 이상으로 가열되어야 한다. 총탄화수소는 폭발성이 높은 지점이나 장소에서 측정될 수 있으므로, 측정 장치 및 지점 선정 시 안전에 유의하여야 한다.

## 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 스펀가스 (측정범위의 70 % ~ 90 % 표준가스)를 도입하여 지시값을 기록한다. 이 과정을 5 회 이상 반복하여 다음 식에 따라 제로 및 스펀가스에 대한 반복성 표준편차를 각각 구하여 큰 값으로 한다. 반복성은 측정범위의  $\pm 2.0\%$  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 스펀가스 교정을 실시한다. 제로가스를 도입하여 측정값이 안정된 후 스펀가스를 도입하여 최종 지시 값의 90 %에 도달하기까지의 시간을 측정하고, 최종 지시 값이 안정된 후 제로가스를 도입하여 최종 지시 값의 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

총탄화수소의 측정은 공정이 정상상태에서 30 분간 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.

## 8.0 결과보고

### 8.1 농도계산

배출가스 중 총탄화수소 농도는 ppm (프로페인 또는 다른 교정가스)로 계산한다. 다만, 농도를 ppm (탄소)로 계산 할 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 (프로페인 또는 다른 교정가스))

K = 탄소 등가 교정계수 (교정가스에 대한 적절한 반응계수로 메테인 = 1, 에테인 = 2, 프로페인 = 3, 뷰테인 = 4 이다.)

### 8.2 결과표시

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

## 9.0 참고자료

9.1 EPA Method 25A “Determination of Total Gaseous Organic Concentration Using a Flame Ionization Analyzer”, 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

### 10.1 시험기준 요약표

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, 수분, 수분트랩 내부의 유기성 입자상 물질
시료채취	
방법:	해당 없음
흡수액:	해당 없음
흡입속도:	해당 없음
표준채취량:	30 분간 연속측정 (공정이나 작업 주기가 30 분 이하인 경우에는 작업시간 동안)
이동:	해당 없음
보관:	해당 없음
분석용 시료용액:	해당 없음
현장바탕 시료용액:	해당 없음
측정	
방법:	불꽃이온화검출기법
물질:	총탄화수소 (total hydrocarbon)
표준물질:	제로가스 및 스펠가스
검정곡선:	해당 없음
정도관리	
주기:	연 1 회 이상
반복성:	측정범위의 $\pm 2$ % 이하
응답시간:	5 분 이내