

## 배출가스 중 수분량 - 농축기법

2024

(Moisture content in Flue Gas - Moisture condenser Method)

### 1.0 개요

#### 1.1 목적

이 시험기준은 굴뚝 내 배출가스 중 수분량을 측정하기 위한 시험방법이다.

#### 1.2 적용범위

배출가스 중에 함유되어 있는 수분량을 측정하는데 사용되며 0.1 % 이상의 수분량을 측정하는데 사용된다.

### 2.0 용어정의

#### 2.1 배출가스

배출가스 (flue gas)란 연료, 기타의 것의 연소 합성 분해, 열원으로서의 전기의 사용 및 기계적 처리 등에 따라 발생하는 고체 입자를 함유하는 가스. 수분을 함유하지 않는 가스는 건조배출가스, 수분을 함유하는 가스는 습윤배출가스라 한다.

### 3.0 분석기기 및 기구

흡습관법에 따른 수분량 측정장치는 그림 1과 같이 흡입관, 농축기, 가스흡입 및 유량측정부 등으로 구성된다.

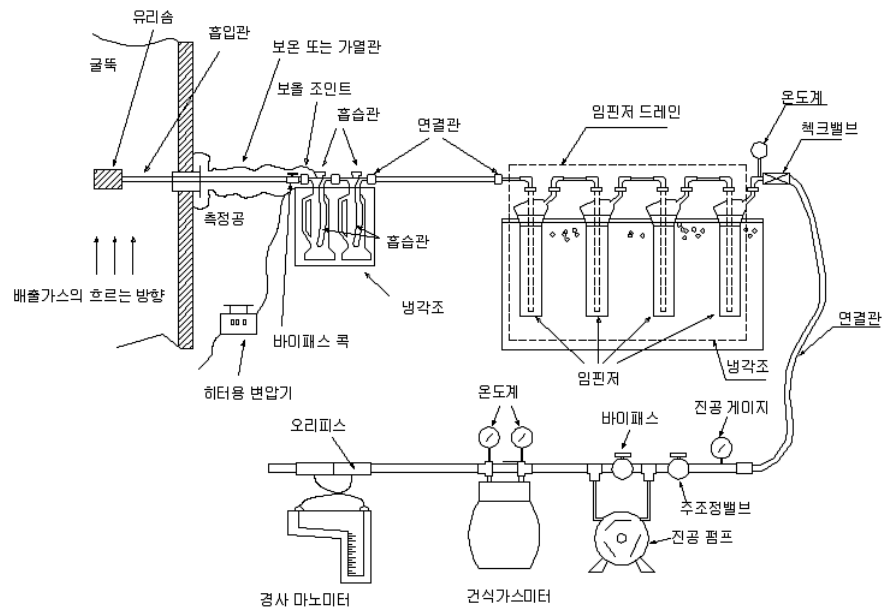


그림 1. 수분량 측정장치 (흡습관형) (예)

### 3.1 흡입관

수분농축 방지를 위해 시료가스 온도를  $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 로 유지할 수 있는 가열기를 갖춘 보로실리케이트 (borosilicate), 스테인리스강 재질 또는 석영 유리관을 사용한다.

### 3.2 농축기

그림 1의 흡습관 대신 그림 2에 표시한 것과 같은 농축기를 사용한다.

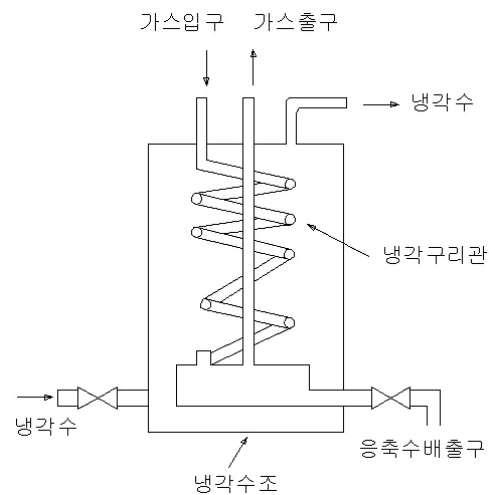


그림 2. 수분 농축기 (예)

### 3.3 임핀저 트레인 및 냉각상자

**3.3.1** 일렬로 연결된 4 개의 임핀저로 구성되며 접속부는 가스 누출이 없도록 갈아 맞춤 또는 실리콘관으로 연결한다.

**3.3.2** 첫 번째, 세 번째 및 네 번째 임핀저는 변형 그리인버그 스미드형 (임핀저 헤드가 직선관임)으로서 팁을 플라스크 바닥에서 1.3 cm (1/2 inch) 되는 지점까지 이르는 내경 1.3 cm (1/2 inch)의 유리관으로 대체한 것을 사용한다.

**3.3.3** 두 번째 임핀저는 표준팁이 그리인버그 스미드형을 사용한다.

**3.3.4** 임핀저에는 유해가스 흡수액을 넣고 배출가스가 통과할 때 유해가스를 흡수시켜 수분 및 유해가스로부터 기기를 보호한다.

### 3.4 가스흡입 및 유량측정부

진공게이지, 진공펌프, 온도계, 건식가스미터 등으로 구성되며 등속흡입유량을 유지하고 흡입 가스량을 측정할 수 있게 되어 있다.

### 3.5 간이용 저울

10 mg까지 무게를 달 수 있는 저울을 사용한다.

## 4.0 시약 및 표준용액

### 4.1 실리카겔

(6 ~ 16) 메쉬 (mesh) 크기의 변색 지시형 실리카겔을 사용하여 재사용 시에는 175 °C 에서 2 시간 건조시킨 후 사용한다.

## 5.0 시료채취 및 관리

## 5.1 측정위치의 선정

측정점은 ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 5.1 측정위치의 선정에서 규정한 위치를 참고하여 굴뚝 중심에 가까운 곳을 선정한다.

## 5.2 측정공 및 측정작업대

측정점은 ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 5.3 측정공 및 측정작업대를 따른다.

## 6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC) “내용 없음”

## 7.0 분석 절차

### 7.1 측정방법

7.1.1 먼지의 혼입을 방지하기 위하여 흡입관의 선단에 유리섬유 등의 여과재를 넣는다.

7.1.2 시료채취 장치에 농축기를 연결하고 배출가스의 흡입유량을 10 L/min ~ 30 L/min으로 하여 흡입한다. 흡입량은 농축기에 농축된 수분량이 20 mL 이상 되도록 한다.

7.1.3 가스흡입 중에 가스온도, 압력 및 유량을 측정한다. 필요한 배출가스를 흡입한 후 농축기에 농축된 물의 무게를 달고 계산식에 따라 계산한다.

7.1.4 간이용 저울은 10 mg 차이까지 읽을 수 있는 것을 사용한다.

## 8.0 결과 보고

### 8.1 수분량 계산

배출가스 중의 수분량은 습한 가스 중의 수증기의 부피백분율로 표시하고 다음 식에 의해 구한다.

$$X_w = \frac{V_m \times \frac{273}{273 + \theta_m} \times \frac{P_v}{760} + \frac{22.4}{18} m_c}{V_m \times \frac{273}{273 + \theta_m} \times \frac{P_a + P_m}{760} + \frac{22.4}{18} m_c} \quad (\text{식 1})$$

여기서,  $X_w$  = 배출가스 중의 수증기의 부피 백분율 (%)

$P_v$  =  $\theta_m$ 에서 포화 수증기압 (mmHg)

$P_a$  = 측정공 위치에서의 대기압 (mmHg)

$P_m$  = 가스미터의 가스게이지압 (mmHg)

$V_m$  = 흡입한 가스량 (가스미터에서 읽은 값) (L)

$\theta_m$  = 가스미터의 흡입 가스온도 (°C)

$m_c$  = 농축기에 농축된 수분의 무게

## 8.2 결과 표시

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

## 9.0 참고자료

9.1 한국산업표준 (KS), KS I ISO 4225, “공기의 질 - 일반사항 - 용어”, 산업표준심의회, (2014)

9.2 한국산업표준 (KS), KS I ISO 14164, “고정 오염원 - 연도 내의 가스 유량 측정 (자동화법)”, 산업표준심의회, (1999)

9.3 한국산업표준 (KS), KS I 2200, “연도가스의 오염물질 측정방법”, 산업표준심의회, (2014)

9.4 한국산업표준 (KS), KS I ISO 9096, “고정 오염원 - 입자상 물질의 질량 농도

수동 측정법”, 산업표준심의회, (2009)

**9.5** United States Environmental Protection Agency (USEPA) Method 1, "Sample and velocity traverses for stationary sources", USEPA, (2020)

**9.6** United States Environmental Protection Agency (USEPA) Method 2, "Determination of Stack Gas Velocity and Volumetric Flow Rate (Type S Pitot Tube)", USEPA, (2017)

**9.7** United States Environmental Protection Agency (USEPA) Method 4, "Determination of Moisture Content in Stack Gas", USEPA, (2017)

**9.8** United States Environmental Protection Agency (USEPA) Method 5, "Determination of particulate matter emissions from stationary sources", USEPA, (2019)

**9.9** United States Environmental Protection Agency (USEPA) Method 5L, "Determination of Low Level Particulate Matter Emissions From Stationary Sources", USEPA, (2019)

**9.10** United States Environmental Protection Agency (USEPA) Method 17, "Determination of particulate matter emissions from stationary sources", USEPA, (2017)

**9.11** United States Environmental Protection Agency (USEPA) Method 201A, "Determination of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> emissions form stationary sources (Constant sampling rate procedure)", USEPA, (2019)

**9.12** JIS Z 8808, "Methods of measuring dust concentration in flue gas", Japanese industrial standards committee, (2013)

10.0 부록

10.1 시험기준 요약표

표 1. 시험기준 요약표

배출가스 중 수분량 - 농축기법 (Moisture content in Flue Gas - Moisture condenser Method)	
분자식 및 특징: water vapor (H <sub>2</sub> O)	
정량범위: 0.1 % 이상	
간섭물질: 해당 없음	
시료채취	
방법: 농축기 채취법	
흡수액: 해당 없음	
흡입속도:	
표준채취량: 흡습된 수분량이 20 mL 이상이 되도록	
이동: 해당 없음	
보관: 해당 없음	
분석용 시료용액: 해당 없음	
Blank: 해당 없음	
측정	
방법: 중량법	
물질: 수분량	
표준물질: 해당 없음	
검정곡선: 해당 없음	
분석저울: 0.01 g까지 측정할 수 있는 저울	
정도관리	
주기: 해당 없음	
방법검출한계: 해당 없음	
정밀도: 해당 없음	
정확도: 해당 없음	
검정곡선: 해당 없음	
방법바탕시료: 해당 없음	