

배출가스 중 수분량 - 임핀저법
(Moisture content in Flue Gas - Impinger Method)

2024

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

임핀저법에 따른 수분량 측정장치는 그림 1과 같이 흡입관, 임핀저, 가스흡입 및 유량측정부 등으로 구성된다.

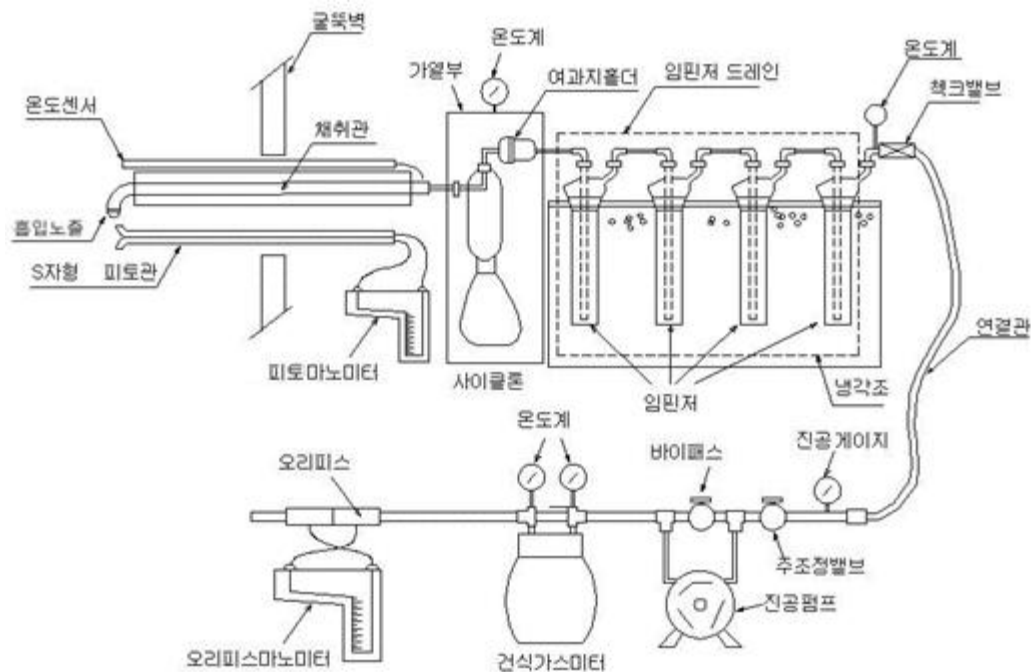


그림 1. 수분량 측정장치 (임핀저형) (예)

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 임핀저 트레인 및 냉각상자

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

3.2.2 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.

3.2.3 두 번째 임핀저는 표준팁이 그리인버그 스미드형을 사용한다.

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

3.3 가스흡입 및 유량측정부

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

3.4 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 ℃ 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 측정장업대를 따른다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC) “내용 없음”

7.0 분석 절차

7.1 측정방법

7.1.1 임핀저 트레인 중에 첫번째와 두번째 임핀저에 100 g의 물을 정확히 달아 넣고 네번째 임핀저에 $200 \text{ g} \pm 0.5 \text{ g}$ 의 실리카젤을 10 mg까지 정확히 달아 넣고 총무게를 m_{a1} 이라 한다.

7.1.2 임핀저 주위에 얼음조각을 채워넣고 각 연결부를 연결한다. 흡입관과 여과부가 열장치가 $120 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 가열한 후 흡입한다.

7.1.3 가스흡입 중에 가스미터 온도, 압력 및 유량을 측정한다. 필요한 배출가스를 흡입하고 임핀저 트레인을 분리한다.

7.1.4 임핀저 트레인 중에 첫 번째와 두 번째 임핀저에 들어 있는 물을 $\pm 1 \text{ mL}$ 까지 측정하거나 혹은 저울을 이용해 $\pm 0.5 \text{ g}$ 이내까지 정확히 측정하고 네 번째 들어 있는 실리카젤을 10 mg까지 정확히 달아 총 무게를 m_{a2} 라 한다.

8.0 결과 보고

8.1 수분량 계산

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

$$X_w = \frac{\frac{22.4}{18}m_a}{V_m \times \frac{273}{273+\theta_m} \times \frac{P_a+P_m}{760} + \frac{22.4}{18}m_a} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

여기서, X_w = 배출가스 중의 수증기의 부피 백분율 (%)

m_a = 흡습 수분의 질량 ($m_{a2}-m_{a1}$) (g)

V_m = 흡입한 건조 가스량 (건식가스미터에서 읽은 값) (L)

θ_m = 가스미터에서의 흡입 가스온도 (°C)

P_a = 측정공에서의 대기압 (mmHg)

P_m = 가스미터에서의 가스의 게이지압 (mmHg)

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 5I, "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 PM₁₀ and PM_{2.5} 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 - 임핀저법 (Moisture content in Flue Gas - Impinger Method)	
분자식 및 특징: water vapor (H ₂ O)	
정량범위: 0.1 % 이상	
간섭물질: 해당 없음	
시료채취	
방법: 임핀저 채취법	
흡수액: 해당 없음	
흡입속도:	
표준채취량:	
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	