

철강공장의 아크로와 연결된

2021

개방형 여과집진시설의 먼지
(Particulate Matter from Arc Furnace
of Steel Production Facilities)

1.0 개요

배출가스 중에 함유되어 있는 액체 또는 고체인 입자상 물질을 측정된 먼지로서, 먼지 농도 표시는 표준상태 (0 °C, 760 mmHg)의 건조 배출가스 1 m³ 중에 함유된 먼지의 질량농도를 측정하는데 사용된다 [참고자료 US EPA Method 5; ASTM D3685, D 6831; KS I 2200].

1.1 간섭물질

1.1.1 습도

1.1.1.1 채취시료의 습도에 의한 영향은 피할 수 없으나, 여과지 평형화 과정은 여과지 매질의 습도 영향을 최소화할 수 있으며 낮은 습도 조건은 먼지 간의 정전력을 증가시킬 수 있다.

1.1.1.2 습도에 의한 오차를 줄이기 위해 먼지의 질량을 측정하기 전 여과지 홀더 또는 여과지를 건조기에서 일반 대기압에서 (20 ± 5.6) °C로 적어도 24 시간 이상 건조시키며 6 시간의 간격을 두고 먼지 질량의 차이가 0.1 mg일 때까지 측정한다. 또 다른 방법으로, 여과지 홀더 또는 여과지를 105 °C에 2 시간 이상 충분히 건조시키는 방법이 있다. 질량측정의 정확성을 향상시키기 위하여 여과지는 상대습도가 50 % 이상인 질량 측정 실험실에서 2 분 이상 노출되어서는 안 된다 [참고자료 US EPA Method 5].

1.1.2 부산물에 의한 측정오차

1.1.2.1 시료채취 여과지 위에서 가스상 물질들의 반응 등에 의해 먼지의 질량농도 측정량이 증가 또는 감소되는 오차가 일어날 수 있다.

1.1.2.2 시료채취과정에서 이산화황과 질산이 여과지 위에 머무르면 황산염과 질산염으로 산화되는 화학반응을 통하여 생성되므로 질량농도 증가와 시료 중에 생성된 염류가 성장과 이동과정에서 기압과 대기온도에 따라 해리과정을 거쳐 다시 가스상으로 변환되므로 질량농도가 감소되는 경우가 초래될 수 있다.

1.1.3 질량농도

측정대상이 되는 배출가스 중 먼지의 질량 농도는 먼지의 질량, 측정시간, 그리고 유량에 의해서 결정된다. 누출 공기 확인을 통해 정확한 유속과 유량측정이 필요하며 보정된 정교한 저울을 사용하여 최대한의 오차를 줄여 실제 값에 가까운 무게 농도를 측정하여야 한다.

2.0 용어정의

2.1 배출가스 중 먼지

측정대상이 되는 배출가스 중에 부유하는 고체 및 액체의 입자상 물질로서 수분을 제거한 것이며 결합 수분 등 시험법에 근거하여 측정하여 칭량된 것은 먼지로 본다 [참고자료 US EPA Method 5; ASTM D3685, D6831; JIS Z 8808].

2.2 배출가스

연료, 기타의 것의 연소 합성 분해, 열원으로서의 전기의 사용 및 기계적 처리 등에 따라 발생하는 고체 입자를 함유하는 가스. 수분을 함유하지 않는 가스는 건조 배출가스, 수분을 함유하는 가스는 습윤 배출가스라 한다 [참고자료 ASTM D1356; JIS Z 8808; 대기환경학회].

2.3 등속흡입

먼지시료를 채취하기 위해 흡입노즐을 이용하여 배출가스를 흡입할 때, 흡입노즐을 배출가스의 흐름방향으로 하고, 배출가스와 같은 유속으로 가스를 흡입하는 것이다 [참고자료 US EPA Method 5; ASTM D1356; JIS Z 8808].

2.4 먼지 농도

표준상태 (0 °C, 760 mmHg)의 건조 배출가스 1 m³ 중에 함유된 먼지의 무게단위를 말한다 [참고자료 JIS Z 8808].

2.5 아크로

가열하고자 하는 물질 (보통 금속)의 표면 위에서 탄소전극들 사이의 아크에 의해 강한 빛과 열을 발생시키는 전기를 열원으로 이용하는 가열로를 말한다.

3.0 분석기기 및 기구

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 3.0을 따른다.

4.0 시약 및 표준용액

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 4.0을 따른다.

5.0 시료채취 및 관리

5.1 측정위치의 선정

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 5.1을 따르며 일부 내용을 다음과 같이 보완한다.

5.1.1 개방형 여과집진시설 먼지 측정위치

백을 걸어 놓는 지지대와 백 하우스 지붕 사이의 공간에서 시료를 채취하며 배출가스

가 희석되는 것을 방지하고 그 흐름을 일정하게 유지하기 위하여 그림 1과 같은 보조틀을 설치한다.

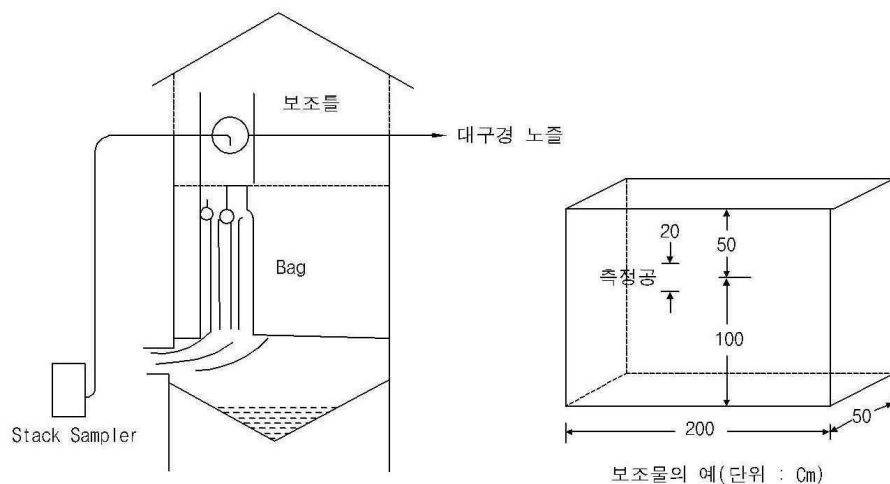


그림 1. 개방형 여과집진시설 먼지 농도

5.2 측정공의 선정

측정공은 그림 2와 같이 백하우스 단면을 이등분한 한쪽의 대략적인 중앙부에 보조틀 상의 측정공과 수평을 이루도록 설치한다.

5.3 측정점의 선정

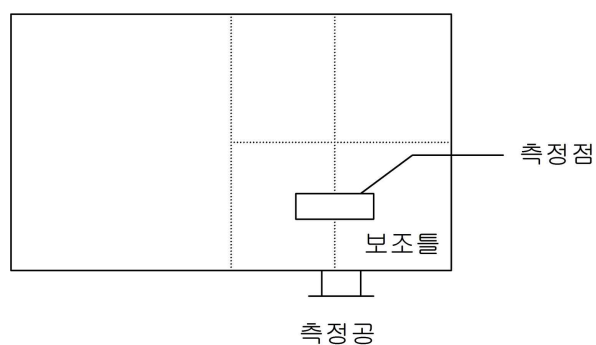


그림 2. 측정공 및 측정점 위치

그림 2와 같이 측정공으로부터 여과집진시설의 반대면을 향하여 1/4 되는 위치에 보조틀을 설치하고 그 중앙부분을 대표점으로 하여 1 점만 측정한다. 이 때 측정자는 보조

틀이 설치된 위치로 유입되는 덕트의 댐퍼가 정상적으로 개방되어 있는지를 확인하는 등 측정점의 대표성을 판단하여야 한다.

5.4 시료채취

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 5.5를 따르나 등속흡입할 필요가 없으며 채취관은 대구경 흡입노즐 (보통 10 mm 정도)이 연결된 흡입관을 측정공을 통하여 측정점까지 밀어 넣고 출강에서 다음 출강 개시 전까지를 먼지 배출상태 및 공정을 고려하여 적당한 시간간격으로 나누어 시료를 채취한다. 이렇게 하여 구한 먼지 농도를 출강에서 다음 출강 개시 전까지의 평균 먼지 농도로 간주한다. 시료채취 시 측정공을 형겼 등으로 밀폐할 필요는 없으며 건옥백하우스의 경우는 장입 및 출강시는 (20 ± 5) L/min, 용해정련기에는 (10 ± 3) L/min 그리고 직인백하우스의 경우는 장입 및 출강시가 (10 ± 3) L/min 용해정련기는 (20 ± 5) L/min의 유속으로 배출가스를 흡입한다. 이때 한 개의 원통형 여과지에 채취된 1 회 먼지채취량은 2 mg 이상 20 mg 이하로 함을 원칙으로 한다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

6.1 여과지 취급

시료 채취 전과 후의 무게 측정에 있어 질량을 측정할 수 있는 습도와 온도가 유지된 실험실에서 여과지를 취급하여 오차 발생을 최소화한다.

6.2 유량측정

시료채취장치의 유속의 변화는 시료 채취장치 도입부의 입자 크기 분리 특성을 변경시킬 수 있다. 정확한 유속과 유량이 측정되어야 하며 정확한 유량조절 장치 및 유량 측정 장치로 오차를 최소화한다.

6.3 분석 저울

분석 저울은 여과지의 형태와 무게를 측정하는데 적절해야 하며 측정표준 소급성이

유지된 표준기에 의해 교정되어야 하며 0.01 mg까지 측정할 수 있는 저울을 사용하여야 한다.

7.0 분석절차

7.1 전처리

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 7.1을 따른다.

7.2 측정법

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 7.2을 따르며 일부내용을 다음과 같이 보완한다.

7.3 배출가스 유량 산정방법

사업자가 설치해 놓은 유량 연속 측정장치를 이용하여 건옥 집진시설 덕트와 직인집진시설 덕트에서 각각 출장에서 다음 출장 개시 전까지 전 공정에 걸쳐 배출된 배출가스의 총 유량을 구한다.

8.0 결과보고

8.1 농도의 계산

시험을 받는 전기아크로에 두 개 이상의 방지시설이 연결되어 있을 때는 다음 식을 이용하여 먼지 농도를 구하며 방지시설이 한 개인 경우에는 그 방지시설 출구에서 측정한 먼지 농도가 구하는 먼지 농도가 된다. 먼지 농도는 표준상태 (0 °C, 760 mmHg)로 환산한 건조 배출가스 1 m³ 중에 포함되어있는 먼지의 무게로 표시하며 소수점 둘째 자리까지 계산하고 소수점 첫째 자리로 표기한다.

$$C = \frac{\sum_{n=1}^N (CsQs)n}{\sum_{n=1}^N (Qs)n} \quad (\text{식 1})$$

여기서, C = 구하는 평균 먼지 농도 (mg/Sm^3)

N = 시험을 받는 전체 방지시설 수

Qs = 7.3에서 구한 출강에서 다음 출강 개시 전까지 배출된 배출가스의 총유량 (Sm^3)

$CsQs$ = 시험을 받는 각각의 방지시설에 대한 출강에서 다음 출강 개시 전까지의 평균 먼지 농도에 각각의 방지시설에 대응하는 총 유량을 곱한 값

9.0 참고자료

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

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

9.3 한국산업표준 (KS), KS A 0079, “부유 분진 농도 측정 방법 통칙”, 산업표준심의회. (1982)

9.4 United States Environmental Protection Agency (US EPA) Method 1, “Sample and velocity traverses for stationary sources”, US EPA, (2020)

9.5 United States Environmental Protection Agency (US EPA) Method 5, “Determination of particulate matter emissions from stationary sources”, US EPA, (2019)

9.6 United States Environmental Protection Agency (US EPA) Method 5I, “Determination of Low Level Particulate Matter Emissions From Stationary Sources”, US EPA, (2019)

9.7 United States Environmental Protection Agency (US EPA) Method 17,

"Determination of particulate matter emissions from stationary sources", US EPA, (2017)

9.8 United States Environmental Protection Agency (US EPA) Method 201A, "Determination of PM10 and PM2.5 Emissions from stationary sources (Constant sampling rate procedure)", US EPA, (2020)

9.9 United States Environmental Protection Agency (US EPA) Method 315, "Determination of particulate and methylene chloride extractable matter (MCEM) from selected sources at primary aluminum production facilities", US EPA, (2017)

9.10 American National Standard Institute (ANSI)/American Society for Testing and Materials (ASTM) D3154:00(2006), "Standard Test Method for Average Velocity in a Duct (Pitot Tube Method)", Annual book of ASTM, (2014)

9.11 American National Standard Institute (ANSI)/American Society for Testing and Materials (ASTM) D 4096, "Standard Test Method for Determination of Total Suspended Particulate Matter in the Atmosphere (High Volume Sampler Method)", Annual book of ASTM, (2017)

9.12 Deutsches Institut für Normung (DIN) EN 12341, "Air quality - Determination of the PM10 fraction of suspended particulate matter - Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods", (1999)

10.0 부록

표 1. 시험기준 요약표

철강공장의 아크로와 연결된 개방형 여과집진시설의 먼지 (Particulate Matter from Arc Furnace of Steel Production Facilities)	
분자식 및 특징:	해당 없음, 배출가스 중에 부유하는 고체 및 액체의 입자상 물질로서 수분을 제거한 것
정량범위:	0.1 mg/Sm ³ 이상
간섭물질:	습도, 부산물에 의한 측정오차, 질량농도 (등속흡입 및 보정된 정교한저울 사용 등)
시료채취	
방법:	여과지 채취법
흡입노즐:	대구경 흡입노즐 (보통 10 mm)
흡입속도:	건옥백하우스 - 장입 및 출강 시 (20 ± 5) L/min, 용해정련기 (10 ± 3) L/min 직인백하우스 - 장입 및 출강 시 (10 ± 5) L/min, 용해정련기 (20 ± 5) L/min
표준채취량:	2 mg 이상 20 mg 이하
이동:	해당 없음
보관:	해당 없음
분석용 시료용액:	해당 없음
Blank:	해당 없음
측정	
방법:	중량법
물질:	먼지
표준물질:	해당 없음
검정곡선:	해당 없음
분석저울:	0.1 mg까지 측정할 수 있는 저울
정도관리	
주기:	해당 없음
방법검출한계:	해당 없음
정밀도:	해당 없음
정확도:	해당 없음
검정곡선:	해당 없음
방법바탕시료:	해당 없음