

배출가스 중 먼지 - 자동식 측정법

(Particulate Matter in Flue Gas - Automatic Method)

2021

1.0 개요

1.1 목적

이 시험기준은 물질의 파쇄, 선별, 퇴적, 이적 기타 기계적 처리 또는 연소, 합성분해 시 굴뚝에서 배출되는 입자상 물질의 농도를 측정하기 위한 시험방법이다.

1.2 적용범위

배출가스 중에 함유되어 있는 액체 또는 고체인 입자상 물질을 등속흡입하여 측정한 먼지로서, 먼지농도 표시는 표준상태 (0 °C, 760 mmHg)의 건조 배출가스 1 Sm³ 중에 함유된 먼지의 질량농도를 측정하는데 사용된다.

1.3 간섭 물질

1.3.1 습도

1.3.1.1 채취시료의 습도에 의한 영향은 피할 수 없으나, 여과지 평형화 과정은 여과지 매질의 습도 효과를 최소화 할 수 있으며 적은 습도 조건은 먼지간의 정전력을 증가시킬 수 있다.

1.3.1.2 습도에 의한 오차를 줄이기 위해 먼지의 질량을 측정하기 전 여과지홀더 또는 여과지를 건조기에서 일반 대기압 하에서 20 °C ± 5.6 °C로 적어도 24 시간 이상 건조시키며 6 시간의 간격을 두고 먼지 질량의 차이가 0.1 mg일 때 까지 측정한다. 또 다른 방법으로, 여과지홀더 또는 여과지를 105 °C에 2 시간 이상 충분히 건조시키는 방법이 있다. 질량측정의 정확성을 향상시키기 위하여 여과지는 상대습도가 50 % 이

상인 질량 측정 실험실에서 2 분 이상 노출되어서는 안 된다.

1.3.2 부산물에 의한 측정오차

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

1.3.2.2 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.

1.3.3 질량농도

측정대상이 되는 배출가스 중 먼지의 질량농도는 먼지의 질량, 측정시간, 그리고 유량에 의해서 결정된다. 등속흡입과 누출공기 확인을 통해 정확한 유속과 유량 측정이 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 무게를 잴 것을 먼지로 본다.

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.

2.3 등속흡입

먼지시료를 채취하기 위해 흡입노즐을 이용하여 배출가스를 흡입할 때, 흡입노즐을 배출가스의 흐름방향으로 하고, 배출가스와 같은 유속으로 가스를 흡입하는 것을 말한다.

2.4 먼지농도

표준상태 (0 ℃, 760 mmHg)의 건조 배출가스 1 Sm³ 중에 함유된 먼지의 무게단위를 말한다.

3.0 분석기기 및 기구

자동식 시료채취기는 흡입노즐, 흡입관, 피토관, 차압게이지, 여과지홀더, 임핀저 트레인, 자동등속흡입 제어부, 유량자동제어밸브, 산소농도계, 온도측정부, 측정데이터 기록부 등으로 구성되어 있으며 시료채취장치의 모든 접속부분에 가스 누출이 있어서는 안 되며 구성 내용은 그림 1과 같다.

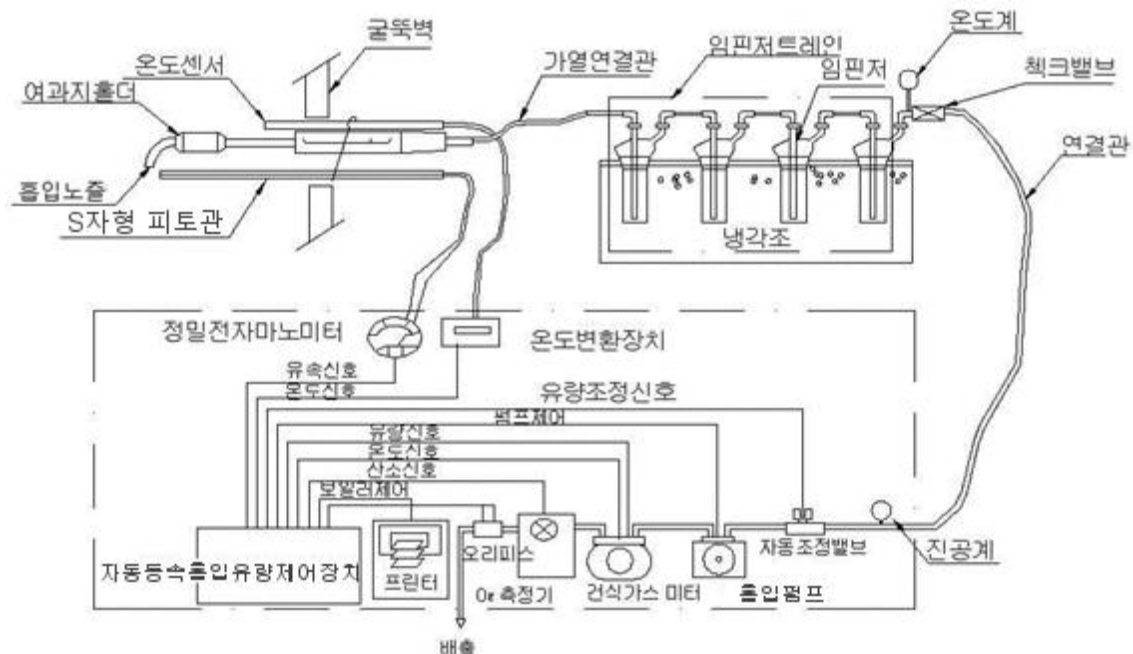


그림 1. 자동식 먼지시료채취장치

3.1 흡입노즐

3.1.1 흡입노즐은 스테인리스강 재질, 경질유리, 또는 석영 유리체로 만들어진 것으로 다음과 같은 조건을 만족시키는 것이어야 한다.

3.1.2 흡입노즐의 안과 밖의 가스 흐름이 흐트러지지 않도록 흡입노즐 안지름 (d)은 3 mm 이상으로 한다. 흡입노즐의 안지름 (d)은 정확히 측정하여 0.1 mm 단위까지 구하여 둔다.

3.1.3 흡입노즐의 꼭지점은 그림 2와 같이 30° 이하의 예각이 되도록 하고 매끈한 반구모양으로 한다.

3.1.4 흡입노즐 내외면은 매끄럽게 되어야 하며 흡입노즐에서 먼지 채취부까지의 흡입관은 내부면이 매끄럽고 급격한 단면의 변화와 굴곡이 없어야 한다.

3.1.5 측정점에서 배출가스 유속을 측정하지 않고 그 유속과 흡입가스의 유속이 일치되도록 한 것으로서 이 노즐은 측정점의 정압 또는 동압과 흡입노즐 내의 정압 또는 동압^[1]과 일치하도록 가스를 흡입할 경우에 측정점의 배출가스 유속과 가스의 흡입속도가 같게 되도록 한 구조와 기능을 갖는 것이다.

3.1.6 평형형 흡입노즐의 구조 및 구성 예를 그림 2에 나타내었다.

[1] 이 동압은 흡입가스의 유속을 측정하기 위한 조임기구를 사용할 때는 조임 전후의 평균 차압으로 한다.

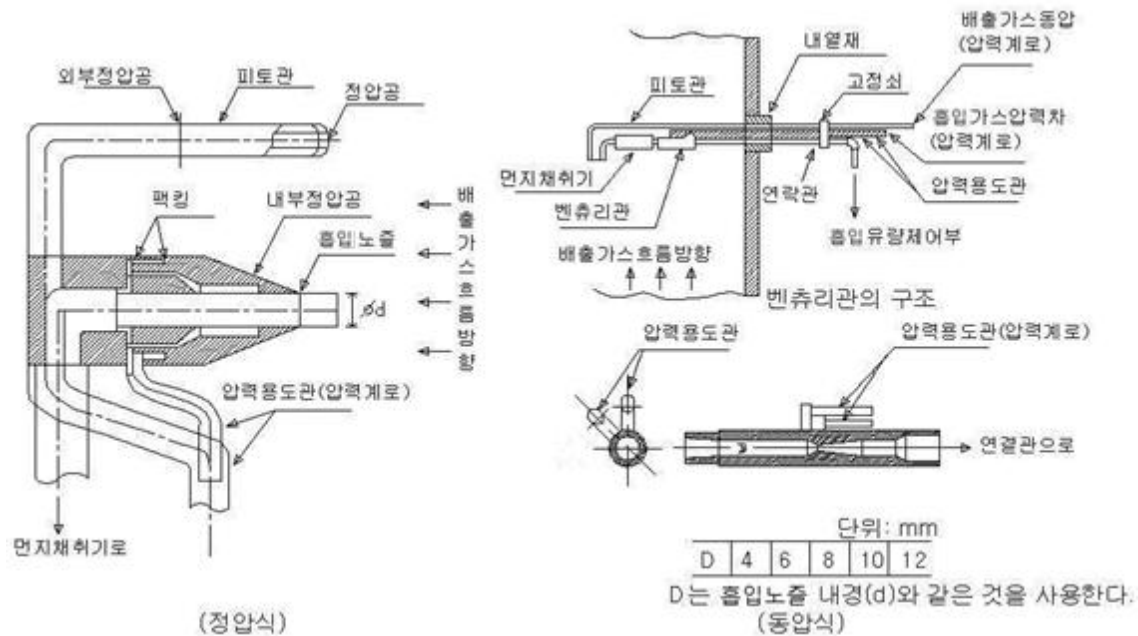


그림 2. 평형형 흡입노즐

3.2 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), 스테인레스강 재질 또는 석영 유리관을 사용한다.

3.3 피토관

피토관 계수가 정해진 L형 피토관 (C: 1.0 전후) 또는 S형 (웨스턴형 C: 0.84) 피토관으로서 배출가스 유속의 지속적인 측정을 위해 흡입관에 부착하여 사용한다.

3.4 차압게이지

차압게이지는 최소 단위 $0.1\text{ mmH}_2\text{O} \sim 0.5\text{ mmH}_2\text{O}$ 까지 측정하여 출력 신호를 발생 할 수 있는 정밀 전자 마노미터를 사용한다.

3.5 여과지홀더

3.5.1 여과지홀더는 원통형 또는 원형의 먼지채취 여과지를 지지해주는 장치를 말한다.

3.5.2 이 장치는 유리제 또는 스테인리스강 재질 등으로 만들어진 것으로 내식성이 강하고 여과지 탈착이 쉬워야 한다.

3.5.3 여과지를 끼운 곳에서 공기가 새지 않아야 한다.

3.6 임핀저 트레인

3.6.1 일렬로 연결된 4 개의 임핀저로 구성되며 접속부는 가스 누출이 없도록 갈아맞춤 또는 실리콘관으로 연결한다.

3.6.2 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.

3.6.3 두 번째 임핀저는 표준팁이 그리인버그 스미드형을 사용한다.

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

3.7 자동등속흡입 제어부

자동등속흡입 제어부는 배출가스 유속, 흡입노즐의 안지름, 가스미터 및 배출가스 온도, 수증기 부피 백분율 등을 측정 및 압력을 받아 전용 프로세서로 계산하여 등속흡입 유량 신호로 유량자동밸브를 제어한다.

3.8 유량자동제어밸브

유량자동제어밸브는 자동등속흡입 제어부로부터 환산된 신호에 의해서 지시 유량을 자동제어 할 수 있는 것을 사용한다.

3.9 산소농도계

산소농도계는 공기비 계수를 자동 보정하기 위하여 영점 및 교정편차가 0.4 % 이내의 것을 사용한다. 단, 기타의 방법으로 측정할 수 있으면 생략할 수 있다.

3.10 온도측정부

온도측정부는 배출가스 온도 및 가스미터 온도를 0.1 °C까지 측정 및 출력할 수 있는 열전도 온도계 등을 사용한다.

3.11 측정데이터 기록부

측정데이터 기록부는 측정일시, 측정번호, 피토평관계수, 기온, 기압, 수분량, 흡입노즐 직경, 배출가스정압, 시료채취시간, 배출가스 온도, 산소농도, 굴뚝직경 등을 자동 저장 및 기록할 수 있어야 하며, 20 회분 이상의 측정자료를 자동보관하여 필요시 출력할 수 있도록 한다. 단, 기타의 방법으로 기록할 수 있으면 생략할 수 있다.

3.12 시험용 기구 및 기기

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 3.9.1와 3.9.2항을 따른다.

3.13 분석용 저울

0.1 mg까지 정확하게 측정할 수 있는 저울을 사용하여야 하며 측정표준 소급성이 유지된 표준기에 의해 교정되어야 한다.

3.14 건조용기

시료채취 여과지의 수분평형을 유지하기 위한 용기로서 20 °C ± 5.6 °C 대기압력에서 적어도 24 시간을 건조시킬 수 있어야 한다. 또는, 여과지를 105 °C에서 적어도 2 시간동안 건조시킬 수 있어야 한다.

3.15 시료채취 여과지 보관용기

여과지손상이나 채취된 입자들의 손실을 막기 위해 여과지의 취급에 주의하여야 하며 여과지 카트리지가나 보관용기는 이러한 손상에 의한 측정 오차를 줄일 수 있다.

3.16 일회용 장갑

손으로 인한 오염 방지 및 정확한 입자의 질량을 측정하기 위하여 분말이 없는 (powder-free latex) 일회용 장갑을 사용한다.

4.0 시약 및 표준용액

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

5.0 시료채취 및 관리

5.1 측정위치 선정

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 5.1항을 따른다.

5.2 굴뚝 직경환산

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 5.2항을 따른다.

5.3 측정공 및 측정작업대의 선정

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 5.3항을 따른다.

5.4 측정점의 선정

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 5.4항을 따른다.

5.5 시료채취

5.5.1 직접 채취법

측정점마다 1 개의 먼지 채취기를 사용하여 시료를 채취한다.

5.5.2 이동 채취법

1 개의 먼지채취기를 사용하여 측정점을 이동하면서 각각 같은 흡입시간으로 먼지시료를 채취한다.

5.5.3 대표점 채취법

5.4의 규정에 따라 정해진 대표점에서 1 개 또는 수개의 먼지 채취기를 사용하여 먼지시료를 채취한다.

5.5.4 흡입가스량

흡입가스량은 원칙적으로 채취량이 원형여과지일 때 채취면적 1 cm² 당 1 mg 정도, 원통형여과지일 때는 전체채취량이 5 mg 이상 되도록 한다. 단, 동 채취량을 얻기 곤란한 경우에는 흡입가스량을 400 L 이상 또는 흡입 시간을 40 분 이상으로 한다.

5.6 시료채취절차

5.6.1 시료채취는 ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 5.4와 같이 측정점수를 선정하여 시료채취부의 노즐을 상부 방향으로 측정점에 도달시킨 후 측정과 동시 노즐을 하부방향으로 하여 최소 2 분에 1 회씩 측정점을 이동하면 등속흡입은 자동으로 이루어지며 그때 시료채취량 및 흡입조건이 자동으로 제어 및 저장된다.

5.6.2 등속흡입 계수가 90 % ~ 110 % 범위에 동작할 수 있도록 등속흡입 유량 자동시간을 설정한다.

5.7 시료회수

5.7.1 시료채취장치 1형을 사용하는 경우

5.7.1.1 시료채취가 끝나면 흡입관을 빼내어 방치하여 냉각한 후 노즐 주변의 먼지

를 닦아낸다. 흡입관과 여과지홀더를 분리하고 먼지가 채취된 여과지는 시료보관병에 넣는다.

5.7.1.2 첫 번째와 두 번째 및 세 번째 임핀저에 들어 있는 물의 부피를 측정한 후 버린다. 네 번째 임핀저에 들어 있는 실리카젤은 10 mg까지 무게를 단다. 채취 전후의 실리카젤 무게차와 임핀저 내의 물부피 차의 합이 채취된 물의 총량이다.

[주 1] 임핀저와 실리카젤에 채취된 물의 총량을 구하기가 어려울 경우 다음 식에 의해 계산하여도 된다.

$$V_{ic} = V_s \times \left(\frac{X_w}{100 - X_w} \right) \times \frac{18}{22.4} \quad (\text{식 1})$$

여기서, V_{ic} = 임핀저와 실리카젤에 채취된 물의 총량 (mL)

V_s = 건식가스미터에서 읽은 가스시료채취량 (L)

X_w = 습윤 배출가스 중의 수증기 부피 백분율 (%)

5.7.2 시료채취장치 2형을 사용할 경우

5.7.2.1 시료채취가 모두 끝나면 흡입관을 굴뚝 내에서 빼내 방치하여 냉각한 후 노즐 주변에 붙은 먼지를 닦아내고 마개를 하여 시료채취부 (여과부 + 임핀저트레인)를 분리한다.

5.7.2.2 시료채취부를 깨끗하고 바람이 불지 않는 장소로 옮겨 여과지홀더와 임핀저트레인을 분리한다.

5.7.2.3 첫 번째, 두 번째 및 세 번째 임핀저에 들어 있는 물의 부피를 측정한 후 버린다. 다음과 같이 각 시료보관 용기에 시료를 넣는다.

5.7.2.3.1 용기 No. 1

여과지홀더에서 조심스럽게 여과지를 분리하여 페트리 접시용기에 넣는다.

5.7.2.3.2 용기 No. 2

흡입노즐, 흡입관, 접속부, 여과지홀더 등의 내부에 붙은 먼지를 아세톤으로 세척하여 그 세척액을 이 용기에 넣는다 (현장바탕시험을 위해 아세톤의 일부를 남겨둔다.).

5.7.2.3.3 용기 No. 3

네 번째 임편저에 들어 있는 실리카겔을 이 용기에 옮겨 넣고 마개를 한다.

6.0 정도보증/정도관리(QA/QC)

6.1 여과지 취급

시료채취 전과 후의 무게 측정에 있어 질량을 측정할 수 있는 습도와 온도가 유지된 실험실에서 여과지를 취급하여 오차 발생을 최소화 한다.

6.2 유량측정

시료채취기의 유속의 변화는 시료채취기 도입부의 입자 크기 분리 특성을 변경시킬 수 있다. 정확한 유속과 유량이 측정되어야 하며 정확한 유량 조절 장치 및 유량 측정 장치로 오차를 최소화 한다.

6.3 분석 저울

분석 저울은 여과지의 형태와 무게를 측정하는데 적절해야 하며 측정표준 소급성이 유지된 표준기에 의해 교정되어야 하며 0.1 mg까지 측정할 수 있는 저울을 사용하여야 한다.

7.0 분석절차

7.1 전처리

7.1.1 시료채취장치 1형을 사용하는 경우

7.1.1.1 원통형 여과지를 $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 에서 충분히 (1 시간 ~ 3 시간) 건조하고 데시케이터 내에서 실온까지 냉각하여 무게를 0.1 mg까지 측정한 후 여과지홀더에 끼운다.

7.1.1.2 임핀저 트레이인 중 첫 번째와 두 번째 임핀저에 각각 100 g의 물 (또는 과산화수소)을 넣고 네 번째 임핀저에는 미리 무게를 단 (200 ~ 300) g의 실리카겔을 넣는다.

7.1.2 시료채취장치 2형을 사용하는 경우

7.1.2.1 원형 여과지를 $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 에서 충분히 건조하고 데시케이터 내에서 실온까지 냉각하여 무게를 0.1 mg까지 측정한 후 여과지홀더에 끼운다.

7.1.2.2 먼지 채취량이 100 mg을 초과할 것으로 예상되는 경우에는 흡입관과 여과지홀더 사이에 유리제 사이클론을 연결하여 사용한다.

7.1.2.3 임핀저 트레이인 중 첫 번째 및 두 번째 임핀저에 각각 100 g의 물을 넣고 세 번째 임핀저는 비워두며 네 번째 임핀저에는 미리 무게를 단 약 200 g ~ 300 g의 실리카겔을 넣는다.

7.1.2.4 임핀저 주위에는 잘게 부순 얼음을 채워 넣는다.

7.1.2.5 임핀저 트레이인은 배출가스의 냉각 ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이하), 수분제거 및 채취된 물의 총량결정, 유해 가스 제거 등을 위해 사용한다.

7.1.2.6 임핀저 트레이인에 흡입관을 연결한 후 흡입관 출구에서 시료가스의 온도가 $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 가열기를 조정하고 여과부 가열장치를 작동하여 여과지홀더 주위를 $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 로 유지한다.

7.2 측정법

굴뚝에서 배출되는 먼지시료를 자동식 채취기를 이용 배출가스의 유속과 같은 속도로 시료가스를 흡입 (이하 등속흡입이라 한다.)하여 일정온도로 유지되는 실리카 섬유제

여과지에 먼지를 채취한 후 먼지가 채취된 여과지를 7.2.1과 동일한 방법으로 조작한다.

7.2.1 배출가스 온도측정

측정점은 5.3의 규정에 따라 선정한다. 단, 측정점 수는 줄여도 무방하다. 측정기구는 0.1 ℃까지 측정이 가능하고 출력할 수 있는 열전도 온도계 등을 사용한다. 측정기구를 측정공에 끼워놓고 측정점에서 자동으로 온도 측정 후 기록한다.

7.2.1.1 수분량 측정

수분량 측정은 ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 7.2.2항에 따른다. 가스흡입 유량조절은 자동 수분측정 모드 (1 L/min ~ 2 L/min)에 의한다.

7.3 시료분석절차

7.3.1 시료채취장치 1형을 사용할 경우

7.3.1.1 시료를 110 ℃ ± 5 ℃ (배출가스 온도가 115 ℃ 이상일 경우 배출가스 온도와 동일하게 건조)로 충분히 건조하고 데시케이터 내에서 실온까지 냉각하여 가능한 무게를 0.1 mg까지 측정한다.

7.3.1.2 현장바탕시험용 여과지도 시료와 동일한 조건에서 무게를 단다.

7.3.1.3 채취된 먼지량은 다음과 같이 구한다.

채취된 먼지량 = 먼지 채취 전후의 여과지 무게 차 ± 현장바탕시험에 사용된 여과지 무게 차

7.3.2 시료채취장치 2형을 사용하는 경우

7.3.2.1 용기 No. 1의 시료를 평량접시에 옮긴 다음 110 ℃ ± 5 ℃ (배출가스 온도가 115 ℃ 이상일 경우 배출가스 온도와 동일하게 건조)에서 충분히 건조하고 데시케

이더 내에서 실온까지 냉각하여 무게를 0.1 mg까지 측정한다.

7.3.2.2 용기 No. 2의 세척액을 비커에 옮기고 방치하여 아세톤을 증발시킨 다음, 데시케이터 내에서 24 시간 동안 건조시켜 무게를 0.1 mg까지 측정한다. 현장바탕시험은 세척에 사용된 양과 같은 양의 아세톤을 사용하여 위와 같이 행한다.

7.3.2.3 채취된 먼지량을 다음과 같이 구한다.

채취된 먼지량 = 용기 No. 1의 먼지시료 무게 (채취전후의 여과지 무게차) + 용기 No. 2의 먼지시료 무게 - 현장바탕시험시의 불순물 무게

7.3.2.4 용기 No. 3의 실리카겔은 0.5 g까지 무게를 단다. 채취 전후의 실리카겔 무게 차와 임핀저 내의 물 부피 차의 합이 채취된 물의 총량이 된다.

8.0 결과 보고

8.1 먼지 농도 계산방법

먼지 농도 계산은 ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 8.1항과 동일하게 계산한다.

8.2 결과의 기록

이상의 방법에 의하여 측정 또는 계산하여 얻은 결과는 다음과 같이 정리하여 기록해 두어야 한다.

8.2.1 측정일시

8.2.2 측정대상의 조건

- 발생원의 종류
- 발생원의 사용 상황
- 측정위치

- 굴뚝의 형상 위치 및 대략 치수
- 측정점의 수 및 위치

8.2.3 배출가스의 조건

- 배출가스의 온도 (θ_s)
- 배출가스 수분량 (X_w)
- 배출가스 정압 (P_s)
- 배출가스 유속 (V)
- 습한 배출가스의 유량 (V_m)
- 건조가스의 유량 (V'_m)

8.2.4 먼지시료의 채취조건

- 먼지 채취기의 종류, 재질, 치수
- 먼지농도 측정방법 (채취방법, 흡입노즐, 먼지채취부의 배치, 먼지의 건조조건)
- 등속흡입 유량 (q_m)
- 흡입시간 (t)
- 흡입가스량 (V_m)
- 흡입 채취먼지량 (m_d)

8.2.5 먼지농도 (C_n)

8.2.6 측정자 성명

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

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

9.7 United States Environmental Protection Agency (USEPA) Method 2, “Determination of Stack Gas Velocity and Volumetric Flow Rate (Type S Pitot Tube)”, US EPA, (2017)

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

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

9.10 United States Environmental Protection Agency (US EPA) Method 17, “Determination of particulate matter emissions from stationary sources”, US EPA, (2017)

9.11 United States Environmental Protection Agency (US EPA) Method 201A, “Determination of PM₁₀ and PM_{2.5} emissions form stationary sources (Constant sampling rate procedure)”, US EPA, (2019)

9.12 United States Environmental Protection Agency (US EPA) Compendium Method IO-3.1, "Selection, preparation, extraction of filter material", US EPA, (1999)

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

9.14 American National Standard Institute (ANSI)/American Society for Testing and Materials (ASTM) D3685/D3685M, "Standard Test Methods for Sampling and Determination of Particulate Matter in Stack Gases", Annual book of ASTM, (2013)

9.15 American National Standard Institute (ANSI)/American Society for Testing and Materials (ASTM) D4096, "Standard Test Method for Determination of Total Suspended Particulate Matter in the Atmosphere (High Volume Sampler Method)", Annual book of ASTM, (2017)

9.16 DIN EN 12341, "Ambient air - Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM₁₀ or PM_{2.5} mass concentration of suspended particulate matter", (2014)

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

10.0 부록

10.1 물의 포화수증기압

ES 01301.1c 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법 10.1 물의 포화수증기압을 참조한다.

10.2 시험기준 요약표

표 1. 시험기준 요약표

배출가스 중 먼지 - 자동식 측정법 (Particulate Matter in Flue Gas - Automatic Method)	
분자식 및 특징: 해당 없음, 고체 및 액체의 입자상 물질로서 수분을 제거한 것	
정량범위: 0.1 mg/Sm ³ 이상	
간섭물질: 습도 및 이산화황과 질산 등 기체상 물질의 반응	
시료채취	
방법: 여과지 채취법	
흡수액: 해당 없음	
흡입속도: 등속흡입	
표준채취량: 400 L 이상 또는 40 분 이상	
이동: 상온	
보관: 상온	
분석용 시료용액: 해당 없음	
Blank: 현장바탕시험용 여과지	
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	