

## 굴뚝연속자동측정기기 먼지

2021

(Particulate Matter-Automated Measuring Method in stack)

## 1.0 적용범위

이 시험방법은 굴뚝배출가스 중 먼지를 연속적으로 자동 측정하는 방법에 관하여 규정한다.

## 2.0 용어정의

본 시험방법에서 사용되는 용어의 의미는 다음과 같으며, 이 이외의 것은 ES 01301.1 배출가스 중 먼지 - 반자동식 측정법에 따른다.

- (1) 먼지 : 굴뚝배출가스 중에 부유하는 입자상 물질
- (2) 먼지농도 : 표준상태 (0 °C, 760 mmHg)의 건조배출가스 1 m<sup>3</sup>안에 포함된 먼지의 무게로서 mg/Sm<sup>3</sup>의 단위를 갖는다.
- (3) 교정용 입자 : 실내에서 감도 및 교정오차를 구할 때 사용하는 균일계 단분산 입자로서 기하평균 입경이 (0.3 ~ 3) μm인 인공입자로 한다.
- (4) 균일계 단분산 입자 : 입자의 크기가 모두 같은 것으로 간주할 수 있는 시험용 입자로서 실험실에서 만들어진다.
- (5) 표준교정판 (또는 교정용 필름) : 연속자동측정기를 교정할 때 사용하는 일정한 지시치를 나타내는 표준판 (필름)을 말한다.
- (6) 검출한계 : 제로드리프트의 2 배에 해당하는 지시치가 갖는 교정용 입자의 먼지농도를 말한다.
- (7) 교정오차 : 실내에서 교정용 입자를 용기 안으로 분사하면서 연속자동측정기로 측정

한 먼지농도가 용기 안에서 시료채취법으로 구한 먼지농도와 얼마나 잘 일치하는가 하는 정도로서 그 수치가 작을수록 잘 일치하는 것이다.

(8) 상대정확도 : 굴뚝에서 연속자동측정기로 구한 먼지농도가 ES 01301.1c로 구한 먼지농도와 얼마나 잘 일치하는가 하는 정도로서, 그 수치가 작을수록 잘 일치하는 것이다.

(9) 제로드리프트 : 연속자동측정기가 정상적으로 가동되는 조건하에서 먼지를 포함하지 않는 공기를 일정시간 동안 측정한 후 발생한 출력신호가 변화하는 정도를 말한다.

(10) 교정판드리프트 : 표준교정판 (필름)을 사용하여 일정시간 동안 측정한 후 발생한 출력신호가 변화한 정도를 말한다.

(11) 응답시간 : 표준교정판 (필름)을 끼우고 측정을 시작했을 때 그 보정치의 95 %에 해당하는 지시치를 나타낼 때 까지 걸린 시간을 말한다.

(12) 시험가동시간 : 연속자동측정기를 정상적인 조건에서 운전할 때 예기치 않는 수리, 조정 및 부품 교환 없이 연속가동 할 수 있는 최소시간을 말한다.

### 3.0 측정방법의 종류

먼지의 연속자동측정법에는 광산란적분법과 베타( $\beta$ )선 흡수법, 광투과법이 있다.

#### 3.1 광산란적분법

##### 3.1.1 측정원리

먼지를 포함하는 굴뚝배출가스에 빛을 조사하면 먼지로부터 산란광이 발생한다. 산란광의 강도는 먼지의 성상, 크기, 상대굴절률 등에 따라 변화하지만, 이와 같은 조건이 동일하다면 먼지농도에 비례한다. 굴뚝에서 미리 구한 먼지농도와 산란도의 상관관계식에 측정한 산란도를 대입하여 먼지농도를 구한다.

##### 3.1.2 장치구성

###### 3.1.2.1 시료채취부

시료채취부는 동압관인 내관과 정압관인 외관의 2 중 구조로 되어 있다. 흡입펌프를 사용하는 대신에 굴뚝내의 동압을 이용하여 시료가스를 검출부의 측정점으로 흡입한다. 연

속적으로 검출부를 통과한 시료가스는 굴뚝 내에 위치하고 있는 정압구를 통하여 배출된다.

### 3.1.2.2 검출부

검출부는 광원부, 측정부 그리고 수광부로 이루어져 있으며, 측정부는 광원부를 비롯한 수광부와 단열재에 의해 차단되어 있다. 광원으로부터 빛이 측정부에 조사된 후 산란도는 광원의 90° 측면에 놓여있는 광전자증배관에 의해 측정된다.

### 3.1.2.3 앰프부

앰프부는 전원부, 증폭부 및 농도직독계와 원격출력부로 이루어져 있다. 원격출력부로부터 나온 신호는 유선을 통하여 2 km까지 전송된다.

### 3.1.2.4 수신부

앰프로부터의 전송출력을 수신하여 그 신호를 기록계 및 텔레메트리시스템(Telemetry System)에 전달하는 역할을 한다. 또한 측정범위를 단계별로 나누어 선택할 수 있는 스위치와 먼지농도를 직접 읽을 수 있는 지시계가 부착되어 있다.

## 3.2 베타( $\beta$ )선 흡수법

### 3.2.1 측정원리

시료가스를 등속흡입하여 굴뚝밖에 있는 자동연속측정기 내부의 여과지 위에 먼지시료를 채취한다. 이 여과지에 방사선 동위원소로부터 방출된  $\beta$ 선을 조사하고 먼지에 의해 흡수된  $\beta$ 선량을 구한다. 굴뚝에서 미리 구해놓은  $\beta$ 선 흡수량과 먼지농도사이의 관계식에 시료채취 전후의  $\beta$ 선 흡수량의 차를 대입하여 먼지농도를 구한다.

### 3.2.2 장치구성

#### 3.2.2.1 시료채취부

시료채취부는 등속흡입제어부와 정량희석제어부 그리고 여과부로 구성되어 있다. 흡입 노즐과 함께 피토판과 온도계를 측정점에 설치하고 흡입펌프를 이용하여 시료가스를 흡입하면서 유속을 측정하고 유량을 계산하여 등속흡입유량을 조절한다. 등속흡입에 의해 채취된 시료가스에 깨끗한 공기를 불어넣어 시료가스를 일정한 비율로 희석한다. 먼지는 원형 유리섬유 또는 실리카섬유여과지 위에 (15 ~ 60) 분간 직경 11 mm 또는 30 mm의 넓이로 채취된다.

### 3.2.2.2 검출부

검출부는 시료희석부와 흡입펌프 사이에 위치하고 있고, 방사선 동위원소로 되어 있는  $\beta$  선원과 신틸레이션 카운터 검출기로 이루어져 있다.

### 3.2.2.3 표시 및 기록부

표시부는 시각, 농도, 유량, 압력, 온도 및 희석비 등을 표시하도록 되어 있다. 또한 기록부에는 순간농도, 평균치, 최대치, 최소치 등이 기록된다.

### 3.2.2.4 수신부

검출기로부터의 신호를 수신하여 기록계 및 텔레메트리시스템에 전달하는 역할을 하며 적분농도치, 전원오프신호, 조정중 신호, 측정범위 신호들을 원격전송 할 수 있다.

## 3.3 광투과법

### 3.3.1 측정원리

이 방법은 먼지입자들에 의한 빛의 반사, 흡수, 분산으로 인한 감쇄현상에 기초를 둔다. 먼지를 포함하는 굴뚝배출가스에 일정한 광량을 투과하여 얻어진 투과된 광의 강도변화를 측정하여 굴뚝에서 미리 구한 먼지농도와 투과도의 상관관계식에 측정한 투과도를 대입하여 먼지의 상대농도를 연속적으로 측정하는 방법이다.

### 3.3.2 장치구성

### 3.3.2.1 시료채취부

광투과법에서는 굴뚝 내부를 측정셀로하여 광원을 조사하여 감쇄된 빛의 양을 검출기에서 측정한다.

### 3.3.2.2 검출 및 분석부

광원, 광원정전압회로, 검출기 연산제어기등으로 구성되며, 시료 중의 먼지농도를 연속적으로 측정할 수 있어야 한다.

광원부는 광축변동을 무시할 수 있는 경우를 제외하고는 광축조절 장치를 설치하여야 한다.

광원은 안정화 회로에 의하여 점등되고 텅스텐램프 (Tungsten lamp), 레이저 (Laser)광등을 사용한다.

### 3.3.2.3 농도지시부

측정된 값을 직접 지시하고 기록용 외부출력 단자를 갖추고 측정값을 외부로 출력한다.

### 3.3.2.4 데이터 처리부

데이터 처리부는 기록계 및 전송부로 이루어지며 측정기를 이용하여 얻은 데이터를 온라인으로 텔레메트리시스템 (Telemetry System)에 연결 전송한다.

### 3.3.2.5 교정장치

지시부의 오차를 용이하게 교정할 수 있는 장치다.

## 4.0 성능 및 성능시험방법

이들 두 종류의 먼지 연속자동측정기에 대한 성능 및 그 시험방법은 ES 01910.1와 같다.

## 5.0 측정조작

연속자동측정기의 사용설명서에 따라 설치 및 측정준비를 하고 먼지농도를 측정한다.

## 6.0 텔레메트리 시스템

연속자동측정기를 이용하여 얻은 데이터는 온라인으로 굴뚝자동감시체제 (Telemetry System)에 연결 전송할 수 있어야 한다. 이러한 굴뚝자동감시체제에 관한 구성은 ES 01914.1 와 같다.