

## 부록 1 먼지 - 굴뚝배출가스에서

2025

## 연속자동측정방법

(Particulate Matter - Automated Measuring Method in Flue Gas)

## 1.0 성능규격

표 1. 먼지 연속자동측정기기의 성능규격

항목	성능	비고
교정오차	10 % 이하	
상대정확도	주시험법의 20 %이하 단 측정값이 해당 배출허용기준 <sup>주)</sup> 의 50 % 이하인 경우에는 배출허용기준의 15 %이하	주) 통합관리사 업장의 경우 “허가배출기준”
응답시간	최대 2 분 (단, 베타선흡수법은 15 분 이내)	으로 적용함
재현성	최대눈금치의 2 % 이하	

## 2.0 성능 시험방법

## 2.1 교정오차 (calibration error)

2.1.1 굴뚝연속자동측정기기의 영점을 조절한 후 최대눈금치의 약 1/4, 1/2 및 3/4 정도  
의 지시 값을 나타내도록 어느 한 입경의 교정용입자를 각각 발생시켜 용기에 도입하면  
서 지시 값을 기록한다.

2.1.2 별도로 시료채취기를 이용하여 구한 교정용 입자의 먼지농도와 지시 값 사이의  
관계식을 구한 뒤 관계식을 구한 측정범위 내에서 교정용입자를 분사하면서 5 개 이상의  
서로 다른 먼지농도를 시료채취법과 연속자동측정법으로 측정하고 (식 1)에 따라 교정오  
차를 구한다.

[주 1] 다만, 연속자동측정기기의 구조에 따라 교정입자 대신 교정용 필터 (필름)를 사용할 수 있다.

$$\text{교정오차(\%)} = \frac{|\bar{d}| + CI_{95}}{\text{교정용 입자의 평균농도}(\bar{X})} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

$$CI_{95} = \frac{t_{.975}}{n\sqrt{(n-1)}} \sqrt{n(\sum di^2) - (\sum di)^2} \quad (\text{식 2})$$

여기서,  $\bar{X}$  = 시료채취법으로 구한 교정용 입자의 평균농도 (또는 교정용 필터 (필름)의 농도)

$|\bar{d}|$  = 측정오차(시료채취법(교정용 필름(필터)으로 구한 먼지농도) - 연속자동측정기기로 구한 먼지농도) 평균의 절대값

$CI_{95}$  = 95 % 신뢰구간

$di$  = 각 측정치의 오차 (시료채취법(교정용 필름(필터)에 의한 값) - 연속자동측정기기에 의한 측정값)

$n$  = 측정횟수

$t_{.975}$  = 측정 값이 참 값의 95 %이내에 존재할 확률에 대한 t 값으로 다음과 같다.

표 2. 측정횟수 (n)에 따른  $t_{.975}$

n	$t_{.975}$	n	$t_{.975}$
3	4.303	8	2.365
4	3.182	9	2.306
5	2.776	10	2.262
6	2.571	11	2.228
7	2.447	12	2.201

## 2.2 상대정확도 (relative accuracy)

### 2.2.1 주시험방법 (ES 01301 배출가스 중 먼지)에 의한 방법

주시험방법에 따라 먼지채취기의 흡입노즐이 연속자동측정기기의 시료채취부와 동일선상의 지점에 오도록 설치한다. 연속자동측정기로 먼지의 농도를 측정하면서 동시에 주시험방법에 따라 먼지시료를 채취한다. 이때 연속자동측정기기에 의한 측정결과는 주시험

방법으로 시료를 채취한 시간과 동일한 시간의 평균 값으로 산출하며, 같은 방법으로 5 개 이상의 측정치를 얻는다. 각 회의 측정 값을 얻기 위하여 소요되는 시간은 1 시간 이내로 한다. 상대정확도는 (식 3)에 따라 구한다.

$$\text{상대정확도(\%)} = \frac{|\bar{d}| + C.I._{95}}{\text{주시험법으로구한평균면지농도}} \times 100 \quad (\text{식 } 3)$$

여기서,  $|\bar{d}|$  = 측정오차 (주시험법에 의한 측정값-연속자동측정기기에 의한 측정값)의 평균의 절대값

$C.I._{95}$  = (식 2)와 같다

### 2.2.2 배출허용기준에 의한 방법

시료 측정 값을 얻는 방법은 위의 주시험방법 (ES 01301 배출가스 중 먼지)에 의한 방법과 동일하며, 상대정확도는 (식 4)에 따라 구한다.

$$\text{상대정확도(\%)} = \frac{|\bar{d}| + C.I._{95}}{\text{배출허용기준}} \times 100 \quad (\text{식 } 4)$$

여기서,  $|\bar{d}|$  = 측정오차 (주시험법에 의한 측정값-연속자동측정기기에 의한 측정값)의 평균의 절대값

$C.I._{95}$  = (식 2)와 같다

## 2.3 응답시간 (response time)

정상가동 조건하에서 영점 조절 후 연속자동측정기기에 표준교정판 (또는 필름)을 끼운다. 연속자동측정기기를 다시 작동시킨 뒤 끼워진 표준교정판 (또는 필름) 보정치의 95 % 값을 출력하는데 소요되는 시간을 기록한다. 같은 방법으로 3 회의 평균 값을 얻고 그 평균을 구한다.

## 2.4 재현성 (reproducibility)

정상조건하에서 공기 (제로 필름)와 교정판 (또는 필름)을 번갈아 5 회 이상 측정하여 연속자동측정기기의 지시값을 얻으며, 재현성을 (식 5)에 따라 구한다.

$$\text{재현성}(\%) = \frac{|\bar{d}| + CI_{95}}{\text{최대눈금치}} \times 100 \quad (\text{식 } 5)$$

여기서,  $|\bar{d}|$  = 측정오차 (주시험법에 의한 측정값-연속자동측정기기에 의한 측정값)  
평균의 절대값

$CI_{95}$  = (식 2)와 같다