

부록 2 무기가스상-굴뚝배출가스에서

2025

연속자동측정 방법

(Inorganic Gas-Automated Measuring Method in Flue Gas)

1.0 성능규격

1.1 이산화황, 질소산화물, 염화수소, 플루오린화수소, 암모니아, 일산화탄소

표 1. 이산화황, 질소산화물, 염화수소, 플루오린화수소, 암모니아, 일산화탄소 연속 자동측정기기의 성능규격

항목	성능	비 고
교정오차 상대정확도	5 % 이하 주시험방법, 기기분석 방법의 20 % 이하, 단 측정값이 해당 배출허용기준 ^{주)} 의 50 % 이하인 경우에는 배출허용기준의 15 %이하	주) 통합관리사업장 의 경우 “허가배출 기준” 으로 적용함
응답시간	최대 5 분 이하 (단, 이온전극법일 경우 10 분 이내)	
재현성	최대눈금치의 2 % 이하	
배출가스 유량에 대한 안전성	최대눈금치의 2 % 이하	
편향시험	5 % 이하	
원격검색	±5 % 이내	

1.2 산소

ES 01314.1 배출가스 중 산소측정방법의 연속자동측정기에 대한 성능은 표 2와 같이 규정한다.

표 2. 산소 연속자동측정기기의 성능규격

항 목	성 능	비 고
교정오차 상대정확도	5 % 이하 주시험법, 기기분석 방법의 10 %이하 (단 측정농도가 5.0 % 미만인 경우에는 절대측정오차 (d) 평균값이 1.0 %이하)	
응답시간	5 분 이하	
재현성	최대눈금치의 2 % 이하	
배출가스 유량에 대한 안전성	최대눈금치의 2 % 이하	
원격검색	±5 % 이내	

1.3 일산화탄소

일산화탄소 연속자동측정기기의 성능 규격은 ES 01204 비분산적외선분광분석법에 명시된 성능을 유지하여야 한다.

2.0 성능규격 시험방법

2.1 교정오차

연속자동측정기기에 제로가스와 스펠가스를 주입하여 영점조절과 스펠조절을 한다.
50 % 교정가스를 주입하여 보정치와 오차를 구한다. 같은 방법으로 5 개 이상의 지시값을 구하고 (식 1)에 따라 교정오차를 계산한다.

$$\text{교정오차(\%)} = \frac{|\bar{d}| + C.I._{95}}{\text{교정가스의농도보정치}} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

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

여기서, $|\bar{d}|$: 측정오차(보정치 - 연속자동측정기기로 구한 농도) 평균의 절대값

C.I.₉₅ : 95 % 신뢰구간

di : 각 측정치의 오차(보정치 - 연속자동측정기기에 의한 측정값)

n : 측정횟수

$t_{.975}$: 측정값이 참값의 95 % 이내에 존재할 확률에 대한 t 값

2.2 상대정확도(Relative accuracy)

2.2.1 주시험방법 (ES 01111 배출가스 중 가스상 물질 시료채취방법)에 의한 방법

ES 01111 배출가스 중 가스상 물질 시료채취방법에 따라 시료채취관이 연속자동측정기기의 시료채취부 (또는 광로)와 동일선상에 오도록 설치한다. 연속자동측정기기로 가스상 오염물질의 농도를 측정하면서 동시에 ES 01111 배출가스 중 가스상 물질 시료채취방법의 흡수병 또는 채취병을 쓰는 방법 (이하 채취방법)에 따라 시료를 채취한 후 주시험방법으로 가스상 오염물질의 농도를 구한다. 이때 연속자동측정기기에 의한 측정결과는 채취방법으로 시료를 채취한 시간과 동일한 시간의 평균치로 산출한다. 같은 방법으로 5 회 이상 측정치를 구하고 (식 3)에 따라 상대정확도를 계산한다.

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

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

$C.I._{95}$: (식 2)와 같다

2.2.2 기기분석법에 의한 방법

상대정확도를 측정하기 위하여 자동측정기기를 사용할 경우에는 형식승인을 받은 측정기기를 선정하여야 한다. 측정기기의 시료채취관은 연속자동측정기기의 시료채취부 (또는 광로)와 동일선상에 위치하도록 설치한다. 이때 기준측정기기에 의한 측정결과 (5분 데이터)는 연속자동측정기기로 시료를 채취한 시간과 동일한 시간의 평균값으로 산출한다. 같은 방법으로 9회의 측정치를 구하고 (식 4)에 따라 상대정확도를 계산한다.

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

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

C.I.₉₅ : (식 2)와 같다

2.2.3 배출허용기준에 의한 방법

시료측정값을 얻는 방법은 주시험방법 및 기기분석방법에 의한 방법과 동일하며, 상대정확도는 (식 5)에 따라 구한다.

$$\text{상대정확도}(\%) = \frac{|\bar{d}| + C.I._{95}}{\text{배출허용기준}} \times 100 \quad (\text{식 } 5)$$

여기서, $|\bar{d}|$: 측정오차(주시험법 및 기기분석법에 의한 측정값-연속자동측정기기에 의한 측정값)평균의 절대값

C.I.₉₅ : (식 2)와 같다

2.3 응답시간 (response time)

제로가스를 주입하여 영점조절을 한 후 스펠가스를 주입한다. 스펠가스 보정치의 95 % 값을 출력하는데 소요되는 시간을 기록한다. 같은 방법으로 3 회의 측정값을 얻고 그 평균을 구한다.

2.4 재현성 (reproducibility)

정상조건하에서 제로가스와 스펠가스를 번갈아 5 회 이상 측정하여 연속자동측정기기의 지시값을 얻으며, 각각의 측정값에 대한 편차를 구하고, 재현성을 (식 6)에 따라 구한다.

$$\text{재현성}(\%) = \frac{|\bar{d}| + C.I._{95}}{\text{최대눈금치}} \times 100 \quad (\text{식 } 6)$$

여기서, $|\bar{d}|$: 각 영점편차 및 교정편차의 평균치의 절대값

C.I.₉₅ : (식 2)와 같다

2.5 배출가스 유량에 대한 안정성

설정 유량 내에서 스펠가스를 주입하고 지시값이 안정되는 것을 확인하고 그 값을 A로 한다. 다음에 설정 유량을 +5 % 변화시킨 후, 지시값이 안정된 때의 값을 B라 한다. 다음에 설정유량을 -5 % 변화시킨 후, 지시값이 안정된 때의 값을 C라 한다. B-A, C-A를 3회 이상 반복 측정하여 연속자동측정기기의 지시값을 얻으며, 배출가스 유량에 대한 안정성을 (식 7)에 따라 구한다.

$$\text{배출가스유량에 대한 안정성(\%)} = \frac{\overline{|d|}}{\text{최대눈금치}} \times 100 \quad (\text{식 7})$$

여기서, $\overline{|d|}$: 각 B-A, C-A의 스펠가스농도의 평균치

2.6 편향시험

측정항목의 표준가스를 측정기기에 주입하여 측정한 값(A)과 시료채취점에서 가장 근접 지점에 표준가스를 주입시켜 측정한 값(B)에 대하여 (식 8)로 오차율을 구한다.

$$\text{오차율(\%)} = \frac{| \text{측정값}(A) - \text{측정값}(B) |}{\text{측정값}(A)} \times 100 \quad (\text{식 8})$$

2.7 원격검색

관제센터에서 자료수집장치의 디지털출력 포트(DO Port)에서 설정된 제로교정, 스펠교정, 퍼지시간에 맞추어 표준가스 및 시료 가스를 측정부로 주입한다. 이때 5 분 및 30 분 평균값에 교정 중 상태표시 (status)가 반영되도록 구성되어야 하며 ES 01911.1 부록2 무기가스상-굴뚝배출가스에서 연속자동측정방법의 성능규격 및 ES 01912.1 부록3 굴뚝 원격감시체계의 구성의 3.4.3의 규정에 따라 원격검색에 의한 측정기기의 검색오차는 (식 9)에 따라 구한다.

$$\text{검색오차(\%)} = \frac{\overline{|d|}}{\text{설정측정범위}} \times 100 \quad (\text{식 9})$$

여기서, $\overline{|d|}$: 측정오차 (연속자동측정기기의 지시값 - 표준가스농도값)

2.8 시료채취 도관의 누출시험

시료채취 도관의 누출이 의심되는 경우 공기압축기 등을 활용하여 누출 여부를 확인하고 누출 시 조치하여야 한다.