

환경대기 중 질소산화물 자동측정법 -

2021

공동감쇠분광법

(Automated Measuring Method for Nitrogen Oxides

in Ambient Air - Cavity-Attenuated Phase-Shift Method)

1.0 개요

1.1 목적

이 시험방법은 환경 대기 중의 질소산화물 농도를 연속적으로 측정하는 자동계측기에 대해 규정함으로써 대기 환경오염물질을 감시하고자 하는데 그 목적이 있다.

1.2 적용범위

1.2.1 이 시험방법은 공동감쇠분광법에 의하여 시료 대기 중에 포함되어있는 이산화 질소(NO_2) 및 질소산화물(NO_x)을 연속 측정하는 방법에 적용한다.

1.2.2 모든 형태의 기체분자는 분자 고유의 흡수스펙트럼을 가지고 있다. 공동감쇠분광법(Cavity Attenuated Phase-Shift Method, CAPS)은 광학흡수분광법으로 질소산화물기체가 가시광선영역인 450 nm(혹은 405 nm)의 중심파장에서 비어-램버트(Beer-Lambert) 법칙에 따라 농도에 비례한 빛의 흡수량을 가지는 원리를 이용한 것이다. 이때 빛의 세기는 질소산화물 함량에 비례하게 되고 이를 이용하여 시료대기 중에 포함되는 질소산화물 농도를 연속적으로 측정하는 방법이다.

1.2.3 이 시험방법의 측정범위는 질소산화물 0.001 $\mu\text{mol/mol}$ ~ 1.0 $\mu\text{mol/mol}$ 이다. 검출한계는 측정범위 최대농도의 1 % 이하 이어야 한다.

1.3 간섭물질

1.3.1 시료 기체 중 공존하는 질소산화물과 흡수 스펙트럼이 겹치는 기체 (수증기)의 간섭 영향을 받을 수 있으나 시료 기체를 건조튜브를 통과시켜 수분을 제거함으로써 간섭 영향을 제거할 수 있다.

2.0 용어정의

2.1 시료 대기

이산화질소 또는 질소산화물의 농도를 측정하기 위해 계측기에 도입하는 환경 대기로부터 채취되는 시료

2.2 시료 기체

이산화질소 또는 질소산화물의 농도를 측정하기 위해 계측기에 도입하는 기체로서 대기 시료로부터 먼지 필터에 의해 함유되어있는 먼지를 제거한 시료

2.3 제로 드리프트 (zero drift)

계측기의 최소눈금에 대한 지시값의 일정 기간 내의 변동

2.4 스패 드리프트 (span drift)

계측기의 눈금 스패에 대응하는 지시값의 일정 기간 내의 변동

2.5 제로가스 (zero gas)

계측기의 최소눈금을 교정하기 위해 사용하는 가스

2.6 스패가스 (span gas)

계측기의 최대눈금을 교정하기 위해 사용하는 가스

2.7 제로 시험용 가스

계측기의 성능시험 (반복성, 제로 드리프트 (zero drift), 안정성 등)에 사용되는 가스로서 표준가스에 의해 그 농도가 확인된 것

2.8 스펀 시험용 가스

계측기의 성능시험 (반복성, 스펀 드리프트 (span drift), 안정성 등)에 사용되는 가스로서 공기 중의 일산화질소 농도가 표준가스에 의해 확인된 것

2.9 교정용가스

계측기의 눈금을 맞추는데 사용하는 가스. 제로가스 (zero gas), 스펀가스 (span gas), 중간점 가스 등의 총칭

2.10 설정유량

계측기 등에서 정하여진 시료 대기, 교정용 가스 등의 유량

2.11 질소산화물(NO_x)

이산화질소와 일산화질소의 합량

2.12 자동계측기

시료대기 중의 측정대상성분의 농도를 연속적으로 측정, 기록하는 계측기

2.13 교정

측정에 앞서 교정용가스 등을 사용하여 측정기의 눈금을 인증농도에 맞추는 절차

2.14 교정곡선

교정용가스의 농도와 분석계의 지시값의 관계를 나타내는 곡선

2.15 비교법

성능이 확인된 자동계측시스템, 또는 화학분석법에 의해 대상이 되는 현장에 설치한 계측기와 비교하는 방법

2.16 질량농도

질량농도 단위로서 mg/m^3 으로 표현되는 시료대기 중의 물질의 농도단위

2.17 부피농도

부피농도단위로서 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 으로 표현되는 시료대기 중의 물질의 농도단위.

한편 273 K, 101.3 kPa의 조건에서 부피농도 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 과 질량농도 mg/m^3 의 환산은 다음과 같다.

$$\text{NO} \quad 1 \mu\text{mol}/\text{mol} = 1.34 \text{ mg}/\text{m}^3$$

$$\text{NO}_2 \quad 1 \mu\text{mol}/\text{mol} = 2.05 \text{ mg}/\text{m}^3$$

농도는 표준대기조건 (압력 101.3 kPa, 온도 273 K) 및 건조가스 조건으로 환산되어야 한다.

3.0 분석기기 및 기구

3.1 계측기의 구조 일반

계측기의 구조는 다음 각 항목에 적합한 것이어야 한다.

3.1.1 형상에 손상이 없고 조립상태가 견고하여야 한다.

3.1.2 통상적인 운전 상태에서 위험 요소가 없어야 하며 안전하고 원활하게 작동되어

야 한다.

3.1.3 각 부분은 기계적, 전기적 고장이 생기지 않아야 하며, 위험 요소가 없어야 한다.

3.1.4 결로 등에 의해 계측기 작동이 지장을 받지 않는 구조이어야 한다.

3.1.5 광원, 가열기 등의 발열부와 접촉하는 부위는 열에 의한 변형 및 기능 변화가 일어나지 않는 구조이어야 한다.

3.1.6 보수, 점검할 때 작업이 용이해야 하며 위험하지 않은 구조이어야 한다.

3.2 계측기의 구성

3.2.1 공동감쇠분광법 측정원리

공동감쇠분광법은 광원으로 청색 발광 다이오드, 광학 반사창이 있는 시료셀, 진공 광다이오드 검출기로 구성된다. 광원에서 발생된 빛이 흡수셀을 통과하면, 첫 번째 반사 거울에 입력되며, 빛은 초기에 비해 위상차가 변화하는 특징을 갖는 왜곡된 파형으로 나타난다. 이때 발생한 위상편이(phase shift)의 양을 측정하여 이산화질소의 농도를 결정한다.

3.2.2 공동감쇠분광법 분석계

공동감쇠분광법 분석계는 그림 1에 나타난 바와 같이 시료대기 도입구, 먼지필터, 제습기, 3 방향(way) 밸브, 유량제어부, 시료오븐(광원, 시료셀, 검출기), 연산증폭기-기록계, 시료대기 흡입펌프 등으로 구성된다. 먼지필터, 제습기, VOCs 제거 필터, 오존발생기를 구비하는 경우 NO 측정이 가능하다.

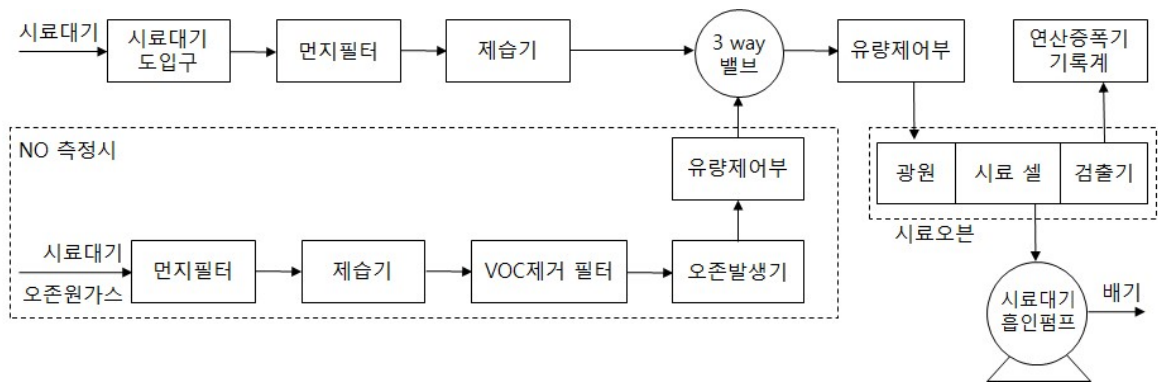


그림 1. 공동감쇠분광계측기의 구성 예

3.2.3 시료대기 도입구

시료대기 도입관이 접속되는 부분으로서 시료대기 도입관은 질소산화물의 흡착이 적은 재질, 예를 들면, 불소수지체로 된 것을 이용한다. 시료 도입관의 전체 길이는 가능한 짧게 하고 결로가 염려되는 경우에는 약간 가열하여도 좋다.

3.2.4 먼지필터

시료대기 중에 함유되어있는 분진을 제거하기 위한 것으로서 질소산화물 흡착이 적은 재질, 예를 들면, 불소수지체로 된 것을 이용한다. 먼지필터는 분진 부착량이 많아지면 질소산화물의 손실, 시료 흡입유량의 감소 원인이 되므로 정기적으로 교환한다. 오존 발생에 대한 영향을 없애기 위해 오존발생기에 공급하는 오존원가스의 먼지제거에 이용한다.

3.2.5 제습기

수분에 의한 간섭영향을 줄이기 위해 시료가스 등을 제습 또는 수분을 조절하는 것으로서 투과막식 제습기, 전자냉각 등을 이용한다. 오존발생에 대한 영향을 없애기 위해 오존발생기에 공급하는 오존원가스의 제습에 이용한다.

3.2.6 VOCs 제거 필터

오존발생기에서 오존을 발생시키기 위해 공급하는 공기 중의 휘발성유기화합물을 제거하기 위한 목적으로 사용한다. 활성탄 필터는 휘발성유기화합물의 부착량이 많아지

면 포집효율이 감소되어 오존발생기의 성능 저하의 원인이 되므로 정기적으로 교환한다.

3.2.7 유량 제어부

시료대기 및 오존원가스의 유량을 제어하는 것으로서 저항관, 압력교정기, 니들밸브, 압력계, 부상형(float) 면적유량계 등으로 구성된다.

3.2.8 오존 발생기

공급되는 오존원가스 중의 산소를 오존으로 변환하는 것으로서 들뜸에너지원으로서는 통상 무성(無聲) 방전 또는 자외선램프 등을 이용한다. 오존원가스는 발생기에 도입하기 전 충분히 제습되어야 한다. 발생 오존 농도는 측정하는 질소산화물 농도보다 높아야 하며 발생기에 공급되는 오존원가스의 농도는 일정해야 한다.

3.2.9 시료대기 흡입펌프

시료대기를 도입하는 펌프로써 감압형 화학발광방식의 진공펌프 등을 사용하며, 또는 상압형화학발광방식의 경우는 다이어프램 (격막) 펌프 등을 이용한다.

3.2.10 시료오븐

시료가스가 유입되어 빛을 흡수하여 공동감쇠가 일어나는 부분으로 광원부, 시료 셀, 검출부로 구성된다. 응축을 방지하고 지시를 안정하게 유지하기 위해 통상 일정 온도로 가열시키는 것으로 한다.

3.2.11 광원부

광원은 청색 발광 다이오드로 구성되며 외부환경에 영향이 없는 구조로 시료오븐에 위치한다. 광원은 검출부와 일직선상에 자리하고 400 nm ~ 550 nm 파장 중 일정 부분 빛을 조사한다. 조사속도는 검출부와 시간적으로 동기화되어 있는 구성을 가진다.

3.2.12 검출부

시료가스중의 이산화질소가 광원에서 조사된 빛을 흡수하여 공동감쇠 위상전이를 발생하며 그 세기에 비례한 수준의 전기신호로 변환하는 부분으로 진공으로 밀봉된 광다이오드 방식을 이용한다. 바탕신호잡음 및 온도변화의 영향을 줄이기 위해 일정온도로 유지한다.

3.2.13 시료 셀

시료 셀은 시료가스가 유입되어 일정한 체류시간을 가지며, 이산화질소의 공동감쇠가 발생하는 부분으로, 시료의 유입부와 유출구가 있고, 흡인펌프에서 시료를 채취할 때 발생하는 압력을 견딜 수 있는 내압용기로 구성된다. 외부환경과 차단되고 항상 일정한 온도로 가열시키는 것으로 한다.

3.2.14 연산증폭기

이산화질소 측정값, 일산화질소 측정값(일산화질소와 오존을 반응시켜 발생된 이산화질소 측정값)을 더하여 질소산화물을 산출하거나, 한 시간 평균값 등을 얻기 위해 사용한다.

4.0 시약 및 표준용액

4.1 표준가스

4.1.1 표준가스는 고농도 가스를 공기로 희석한 것으로서 측정결과의 소급성 체계가 확립되어있는 검사기관 또는 교정 사업자가 농도를 확인한 것을 사용한다.

4.1.2 제로가스 (zero gas)

측정기의 최소눈금을 교정하기 위한 공기로서 일산화질소의 농도가 0.01 nmol/mol 이하인 것

4.1.3 스패가스 (span gas)

계측기 최대 눈금값을 교정하기 위한 것으로서 공기에 일산화질소가 각 측정범위의 80 % ~ 100 % 수준 함유되도록 조제된 표준가스

4.1.4 중간점 표준가스

일산화질소의 농도가 계측기 각 측정범위의 약 40 % ~ 60 % 수준인 표준가스

4.1.5 제로시험용 가스

일산화질소의 농도가 0.01 nmol/mol 이하인 공기로서 표준가스에 의해 그 농도가 확인된 것을 사용한다.

4.1.6 스펠시험용 가스

일산화질소의 농도가 계측기 각 측정범위의 80 % ~ 100 % 수준인 가스로서 표준가스에 의해 그 농도가 확인된 것을 사용한다.

5.0 시료채취 및 관리

시료대기 채취방법은 ES 01115 환경대기 시료채취방법을 따른다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

6.1 계측기의 설치조건

6.1.1 설치장소

설치장소는 진동이 없고 분석에 사용되는 유해물질을 안전하게 처리할 수 있으며 부식가스나 먼지가 적고, 실온 5 °C ~ 35 °C, 상대습도 85 % 이하로서 직사광선이 쏘이지 않는 곳으로 한다.

6.1.2 전기관계

전기관계는 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

6.1.2.1 공급전원은 지정된 전력용량 및 주파수이어야 하고, 전원변동은 지정전압의 10 % 이내로서 주파수의 변동이 없는 것이어야 한다.

6.1.2.2 전자기유도는 대형변압기, 고주파가열로와 같은 것으로부터 전자기의 유도를 받지 않는 것이어야 한다.

6.1.2.3 접지저항 10 Ω 이하의 접지점이 있는 것이어야 한다.

6.2 계측기의 성능 시험

6.2.1 계측기의 성능

계측기는 성능시험을 실시하여 다음 표 1의 성능을 만족시켜야 한다.

표 1. 계측기의 성능

항 목	성능	시험방법
반복성	최대 눈금의 $\pm 2 \%$	6.2.3.1
제로 드리프트(zero drift)	최대 눈금의 $\pm 2 \%$	6.2.3.2
스팬 드리프트(span drift)	최대 눈금의 $\pm 2 \%$	6.2.3.3
지시오차	최대 눈금의 $\pm 2 \%$	6.2.3.4
최소검출한계	최대 눈금의 1 % 이하	6.2.3.5
응답시간	90 초 이하	6.2.3.6
간섭물질 (수분)의 영향	$\pm 4 \%$	6.2.3.7
주변온도변화에 대한 안정성	5 °C 변화에 대해 제로, 스패 드리프트 (span drift)의 성능범위 내	6.2.3.8
전원전압변동에 대한 안정성	최대 눈금의 $\pm 1 \%$	6.2.3.9
내전압	이상이 발생해서는 안 됨	6.2.3.10
절연저항	5 MΩ 이상	6.2.3.11

6.2.2 계측기의 성능 시험조건

계측기의 성능 시험조건은 다음과 같다.

6.2.2.1 주위온도 5 °C ~ 35 °C 사이의 임의 온도로서 변화폭이 ± 5 °C

6.2.2.2 습도 상대습도 85 % 이하

6.2.2.3 대기압 95 kPa ~ 106 kPa의 압력으로서 변화폭은 5 % 이하

6.2.2.4 전원 전압 정격전압

6.2.2.5 전원주파수 정격주파수

6.2.2.6 예열시간 취급설명서(매뉴얼)에 기재되어 있는 시간

6.2.2.7 시험에 사용되는 가스 4.1의 표준가스

6.2.3 계측기의 성능 시험방법

성능시험 방법은 이산화질소 계측기에 대하여 다음과 같이 실시한다. 다만 지시오차, 내전압 및 절연저항 이외의 각 항목에 대해서는 그 계측기의 최소눈금범위에 있는 시험결과를 가지고 각 범위마다의 성능으로 하여도 좋다.

6.2.3.1 반복성

계측기에 제로시험용 가스를 설정 유량으로 도입하고 최종 지시값을 확인한 후 다시 스펠시험용 가스를 도입하여 최종 지시값을 확인한다. 이 조작을 3회 반복하여 제로 지시값, 스펠 지시값의 각각의 평균값을 산출하고 각 측정값과 평균값과의 차이의 최대 눈금값에 대한 백분율을 구한다.

6.2.3.2 제로 드리프트 (zero drift)

제로시험용 가스를 설정 유량으로 도입하고 24 시간 연속 측정한다. 그 사이의 제로 지시값의 초기 지시값으로부터 최대변동폭의 최대눈금에 대한 백분율을 제로 드리프트 (zero drift)로 한다.

6.2.3.3 스패 드리프트 (span drift)

제로 드리프트 (zero drift) 시험에 있어서 시험을 시작할 때, 시험을 종료할 때 (24 시간 후) 및 중간시점에 2 회 이상[1] 제로시험용 가스 대신에 스패시험용 가스를 도입하여 지시값을 기록한다. 이 사이에 있는 스패지시값의 초기 지시값으로부터 최대변동폭의 최대 눈금에 대한 백분율을 스패 드리프트 (span drift)로 한다.[2]

한편 제로 드리프트 (zero drift)의 영향이 나타날 때에는 스패지시값으로부터 그 변동분을 보장한다.

6.2.3.4 지시오차

제로교정 및 스패 교정을 실시한 후 중간 눈금 농도의 표준가스를 도입하여 지시값을 기록한다. 그 지시값과 중간점 가스 농도와의 차이의 최대눈금에 대한 백분율을 구한다.

6.2.3.5 최소검출한계

제로교정 및 스패 교정을 실시한 후 제로시험용 가스를 설정유량으로 도입하여 지시값을 기록한다. 2 분 간격으로 25 점 이상의 지시값을 읽고 표준편차 (S_{xo})를 구한다. 그 표준편차의 2 배의 최대눈금값에 대한 백분율을 최소검출한계 (x)로 하여 다음 (식 1)에 의하여 구한다.

[1] 각 스패 측정점의 측정 시간 간격은 4 시간 이상 떨어져서는 안 된다.

[2] 대기압 변화에 대한 지시값에서의 영향을 자동 보정하는 기능이 없는 계측기에서 대기압의 영향이 나타날 때에는 다음 식을 사용하여 대기압의 변동분을 보정한 것을 스패 드리프트 (span drift)로 한다. 다만 계측기에 대기압 변화에 대한 지시값에서의 영향량이 나타내어지는 경우에는 그 값을 사용하여 보정한다.

$$D_s = \frac{C_s \times \frac{P_i}{P_s} - C_{si}}{F} \times 100$$

여기서, D_s : 스패 드리프트(span drift) (%)

C_s : 스패지시값 ($\mu\text{mol/mol}$)

C_{si} : 초기스패지시값 ($\mu\text{mol/mol}$)

F : 최대눈금값 ($\mu\text{mol/mol}$)

P_i : 초기대기압 (kPa)

P_s : 스패지시값을 나타낼 때의 대기압 (kPa)

$$x = \frac{2S_{x0}}{F} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

여기서, S_{xo} : 제로시험용 가스에 의한 지시값의 표준편차 ($\mu\text{mol/mol}$)

F : 최대눈금값 ($\mu\text{mol/mol}$)

6.2.3.6 응답시간

설정유량으로 제로교정용 가스를 도입하고 지시값이 안정된 후 유로를 스펠교정용 가스로 바꾸어 준다. 그 때의 지시값을 기록하여 두고 스펠교정용 가스를 도입한 시점으로부터 최종 지시값의 90 %에 도달하기까지의 시간을 측정하여 응답시간으로 한다.

6.2.3.7 간섭성분 (수분)의 영향

간섭물질 (수분) 영향의 시험방법은 ES 01603.1 환경대기 중 질소산화물 자동측정법 - 화학발광법 부록 2에 의한다.

6.2.3.8 주위온도 변화에 대한 안정성

제로 드리프트 (zero drift) 및 스펠 드리프트 (span drift) 시험 중에 주위온도를 기록하여 5 °C ~ 35 °C 내의 5 °C의 온도변화에 대한 제로 드리프트 (zero drift) 및 스펠 드리프트 (span drift)를 측정한다.

6.2.3.9 전원 전압변동에 대한 안정성

스펠교정용 가스를 도입하고 지시값이 안정화된 것을 확인하고 그 값을 A 로 한다. 그 다음 전원전압을 정격전압의 +10 %의 전압으로 변화시켜 지시가 안정화되었을 때의 값을 B 로 한다. 다시 정격전압의 -10 %의 전압으로 변화시켜 지시가 안정화되었을 때의 값을 C 로 한다. $B-A$, $C-A$ 의 측정범위의 최대 눈금에 백분율을 구한다.

6.2.3.10 내전압

계측기의 전원스위치를 넣은 상태에서 전원단자 한쪽과 외부상자 사이에 정격주파수

의 교류 1000 V를 1 분간 가한다. 그 후 계측기의 통전상태에서 이상 유무를 조사한다. 이 시험은 계측기의 작동 정지 상태에서 실시한다.

6.2.3.11 절연저항

계측기의 전원스위치를 넣은 상태에서 전원단자 한쪽과 외부상자 사이에 절연저항을 직류 500 V 절연저항계에서 측정한다. 이 시험은 계측기의 작동 정지 상태에서 실시한다.

6.3 내부정도관리 방법

6.3.1 계측기 정도검사 주기

계측기 정도검사 (성능검사) 주기는 년 1 회 이상 실시하는 것을 원칙으로 하며 분석 장비의 주요부품 교체, 수리 분석자의 변경 시 등 수시로 한다.

6.3.2 계측기 교정 주기

계측기 교정은 매일 실시하는 것을 원칙으로 하며 분석 장비의 주요부품 교체, 수리 분석자의 변경 시 등 수시로 한다.

6.3.3 정도관리 결과 보관

내부정도관리 측정결과 산출된 측정결과와 측정 시 얻어진 기본자료 (raw data)는 정도 관리철에 같이 보관하여야 한다. (보관기간 5 년)

6.4 보수점검

필요에 따라 정기적으로 다음 사항을 보수 점검한다.

6.4.1 여과지 교환

6.4.2 감압펌프의 성능 및 펌프유의 확인 (감압법의 경우)

6.5 계측기의 표시

계측기에는 다음 사항을 잘 보이는 장소에 지워지지 않도록 표시해야 한다. 이러한 표시는 1 개소 이상을 표시하여도 좋다.

6.5.1 명칭 및 제조자가 지정한 형명

6.5.2 측정대상성분

6.5.3 측정 농도 범위

6.5.4 사용온도 범위

6.5.5 전원 종별 및 용량

6.5.6 제조 업체명

6.5.7 제조년월

6.5.8 제조번호

6.6 취급설명서

취급설명서에는 적어도 다음 사항이 기재되어야 한다.

6.6.1 설치장소

6.6.2 시료가스의 온도, 유량, 먼지 농도 및 간섭물질 각각의 허용농도

6.6.3 시료가스의 전처리 방법

6.6.4 배관 및 배선

6.6.5 안정화 (warm up) 시간

6.6.6 사용방법

- 측정의 준비 및 교정
- 측정 조작
- 측정 정지시의 조치

6.6.7 보수점검

- 보수점검의 지침
- 정기점검의 지침
- 유로 계통의 청소
- 고장시의 대책

7.0 분석절차

7.1 측정 전 준비

7.1.1 장치의 고정설치 여부 확인

7.1.1.1 연속자동측정기 사용설명서에 따라 장치를 설치하고 가스류의 배관을 한 다음, 가스의 누출이 없는가를 확인한다. 이때 가스통은 화기가 없는 실외의 그늘진 곳에 넘어지지 않도록 고정하여 설치한다.

7.1.1.2 장치에 전원을 배선하고 접지점에 접지선을 연결한다. 또 필요한 부분의 배선을 확인한다.

7.1.2 계측기의 교정

계측기의 교정은 안정화 종료 후 4.1에 나타난 제로가스 (zero gas), 스펠가스 (span gas)를 사용하여 다음 방법으로 실시한다.

7.1.2.1 제로 교정

제로가스 (zero gas)를 설정 유량으로 계측기에 도입하고 지시값이 안정화된 시점에서 제로 교정을 실시한다.

7.1.2.2 스펠 교정

스펠가스(span gas)를 설정 유량으로 계측기에 도입하고 지시값이 안정화된 시점에서 스펠 교정을 실시한다.

7.1.2.3 필요에 따라서 7.1.2.1 및 7.1.2.2의 교정을 반복하여 제로 및 스펠값이 각각 일치할 때까지 실시한다.

7.1.2.4 교정회수는 원칙적으로 1 일 1 회로 한다. 분석 장비의 주요부품 교체, 수리 분석자의 변경 시 등 수시로 한다.

[주 1] 교정은 일산화질소 측정계, 질소산화물 측정계 (변환기를 통과해서 측정하는 유로)에 대해서 실시한다.

7.2 측정

연속자동측정기 사용설명서에 따라 측정기를 설치하고 측정준비를 한 다음 스펠가스 (span gas)의 도입을 중지하고 시료대기의 설정 유량으로 도입해서 질소산화물 농도를 연속 측정을 한다.

7.3 교정곡선의 작성

교정곡선의 작성은 필요에 따라 다음과 같이 한다.

7.3.1 7.1.2에 따라 측정기를 교정한다.

7.3.2 측정범위의 1/4, 2/4 및 3/4 부근의 농도의 교정용 가스를 설정 유량으로 순차적으로 도입하여 측정값을 기록한다.

7.3.3 각 교정용 가스의 농도와 지시값과의 관계로부터 교정곡선을 작성한다.

8.0 결과보고

8.1 시험보고서

시험보고서에는 다음 항목이 포함되어야 한다.

8.1.1 이 규격에 관한 내용

8.1.2 계측기의 종류와 측정범위 및 표 1 중 필요한 사항

8.1.3 실시한 시험 내용 및 지역, 조건의 세부 사항

8.1.4 사용한 교정용가스의 품질 및 농도의 세부 사항

8.1.5 성능시험결과와 결과가 성능값 (표 1)을 만족하고 있는지 여부의 기술

8.1.6 시험 실시 일자

8.1.7 기타 특기사항

8.2 결과의 표시

질소산화물 농도측정 결과는 유효숫자 세 자리까지 구하고, 결과는 두 자리로 표시한다.

9.0 참고자료

9.1 대기오염공정시험기준, ES 01603 환경대기중의 질소산화물 측정방법, 국립환경과학원, (2016)

9.2 Nitrogen dioxide measurement by cavity attenuated phase shift spectroscopy

(CAPS) and implications in ozone production efficiency and nitrate formation in Beijing, China, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH: ATMOSPHERES, VOL. 118, 9499 - 9509, doi:10.1002/jgrd.50757, (2013)

9.3 JIS B 7953 , “Continuous analyzers for oxides of nitrogen in ambient air”, Japanese Standards Association, (2004)

9.4 US EPA, Integrated Science Assessment (ISA) for Oxides of Nitrogen–Health Criteria(Final Report, Jan 2016). (2016)

9.5 Dunlea, E. J.; Herndon, S. C.; Nelson, D. D.; Volkamer, R. M.; San Martini, F.; Sheehy, P. M.; Zahniser, M. S.; Shorter, J. H.; Wormhoudt, J. C.; Lamb, B. K.; Allwine, E. J.; Gaffney, J. S.; Marley, N. A.; Grutter, M.; Marquez, C.; Blanco, S.; Cardenas, B.; Retama, A.; Villegas, C. R. R.; Kolb, C. E.; Molina, L. T.; Molina, M. J., Evaluation of nitrogen dioxide chemiluminescence monitors in a polluted urban environment. Atmos. Chem. Phys. 2007, 7 (10), 2691–2704., (2007)

9.6 US EPA, Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Nitrogen Dioxide in the Atmosphere (Gas Phase Chemiluminescence). Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 50, Appendix F, Vol. 40 CFR Part 50, Appendix F.

9.7 Winer, A. M.; Peters, J. W.; Smith, J. P.; Pitts, J. N., Response of commercial chemiluminescent NO–NO₂ analyzers to other nitrogen-containing compounds. Environ. Sci. Technol. 1974, 8 (13), 1118–1121. (1974)

9.8 Beaver, M., K. Kronmiller, R. Duvall, S. Kaushik, T. Morphy, P. King, AND R. Long. Direct and Indirect Methods for the Measurement of Ambient Nitrogen Dioxide. Presented at AWMA Measurement Technologies meeting, Sacramento, CA, November 19 – 21, (2013)

9.9 Paul L. Kebabian, Scott C. Herndon, and Andrew Freedman, Detection of Nitrogen Dioxide by Cavity Attenuated Phase Shift Spectroscopy, Anal. Chem., 77, 724–728, (2005)

10.0 “내용 없음”