

환경대기 중 일산화탄소 자동측정법 -

2016

비분산적외선분석법 (Automated Measuring Method for Carbon Monoxide in Ambient Air - Non-dispersive Infrared Method)

1.0 개요

1.1 목적

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

1.2 적용범위

1.2.1 이 시험방법은 환경 대기 중의 일산화탄소의 농도를 연속적으로 측정하는 방법으로 비분산적외선분석법에 의한 자동계측기 (이하 계측기라 한다)에 대해 적용한다.

1.2.2 이 방법은 일산화탄소에 의한 적외선 흡수량의 변화를 선택성 검출기로 측정해서 환경 대기 중에 포함되어 있는 일산화탄소의 농도를 연속 측정하는 방법이다. 물질을 구성하고 있는 분자는 각각 고유의 원자간 진동을 가지고 있으며, 그 진동모드의 진동수에 따르는 파장의 빛을 흡수하며, 압력이 일정한 가스에서는 농도에 대응한 흡수를 나타낸다. 비분산적외선 흡수방식에 의한 일산화탄소분석계는 일산화탄소의 4.7 μm 부근에 있는 적외선흡수를 계측하는 것에 의해 그 성분농도를 측정하는 방법이다.

1.2.3 시료기체는 흡입방식 (extractive method)에 의해 채취한다.

1.2.4 이 시험방법의 측정범위는 원칙적으로 일산화탄소 0 ~ 5 $\mu\text{mol/mol}$ 또는 0 ~ 100 $\mu\text{mol/mol}$ 사이의 상한, 하한 사이의 적당한 범위를 선정한다. 이 측정범위는 공존

하는 이산화탄소의 영향을 무시할 수 있는 경우 또는 영향을 제거할 수 있는 경우에 적용한다. 최소검출한계는 최대 눈금값의 1 % 이하 이다.

1.3 간섭물질

1.3.1 시료기체 중의 이산화탄소는, 특히 수증기의 존재 하에서 영향을 줄 수 있다. 그 영향은 이산화탄소와 수증기의 함유량과 사용하는 분석기에 따라 달라진다. 측정자는 필요한 경우 시료기체에 유사한 양의 이산화탄소 또는 수분을 함유한 가스를 이용하여 교정하거나 제작사에 의해 제공되는 보정곡선용 표준물질에 의해 측정결과를 보정하여야 한다.

2.0 용어정의

2.1 시료가스

일산화탄소의 농도를 측정하기 위해 계측기에 도입하는 대기.

2.2 시료기체

일산화탄소의 농도를 측정하기 위해 계측기에 도입하는 가스로서 시료 가스로부터 먼지 필터에 의해 함유되어 있는 분진을 제거한 것.

2.3 비분산 (Nondispersive)

빛 (光束)을 프리즘 (prism)이나 회절격자 (回折格子)와 같은 분산소자 (分散素子)에 의해 분산하지 않는 것

2.4 제로 드리프트 (zero drift)

계측기의 최소눈금에 대한 지시값의 일정 기간 내의 변동

2.5 스패 드리프트 (span drift)

계측기의 눈금 스패에 대응하는 지시값의 일정 기간 내의 변동

2.6 제로가스 (zero gas)

계측기의 최소눈금을 교정하기 위해 사용하는 가스

2.7 스패가스 (span gas)

계측기의 최대눈금을 교정하기 위해 사용하는 가스

2.8 설정유량

계측기 등에서 정하여진 시료 가스, 교정용 가스 등의 유량

2.9 변환기

시료기체 중의 일산화탄소를 이산화탄소로 변환하는 장치

2.10 정필터형

측정성분이 흡수되는 적외선을 그 흡수파장에서 측정하는 방식

2.11 반복성

동일한 분석계를 이용하여 동일한 측정대상을 동일한 방법과 조건으로 비교적 단시간에 반복적으로 측정하는 경우로서 개개의 측정치가 일치하는 정도

2.12 비교가스

시료셀에서 적외선 흡수를 측정하는 경우 대조가스로 사용하는 것으로 적외선을 흡수하

지 않는 가스

2.13 시료셀 (Sample Cell)

시료기체를 넣는 용기

2.14 비교셀 (Reference Cell)

비교가스를 넣는 용기

2.15 시료광속 (試料光束)

시료셀을 통과하는 빛

2.16 비교광속 (光束)

비교셀을 통과하는 빛

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 운전상태에서 위험 요소가 없어야 하며 안전하고 원활하게 작동되어야 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 않는 구조이어야 한다.

3.2 계측기의 분류

적외선 가스 분석계는 다음의 2 종류로 분류한다.

3.2.1 고정형 분석계

일정 장소의 대기를 측정하기 위하여 그곳에 고정하여 장기적으로 연속측정을 목적으로 하는 측정기

3.2.2 이동형 분석계

임의 장소의 대기를 측정하기 위하여 이동시켜 비교적 단기간의 측정을 목적으로 하는 측정기

3.3 계측기의 구성

계측기는 그림 1의 구성 예에 나타난 바와 같이 시료채취부, 적외선가스분석계 등으로 구성한다.

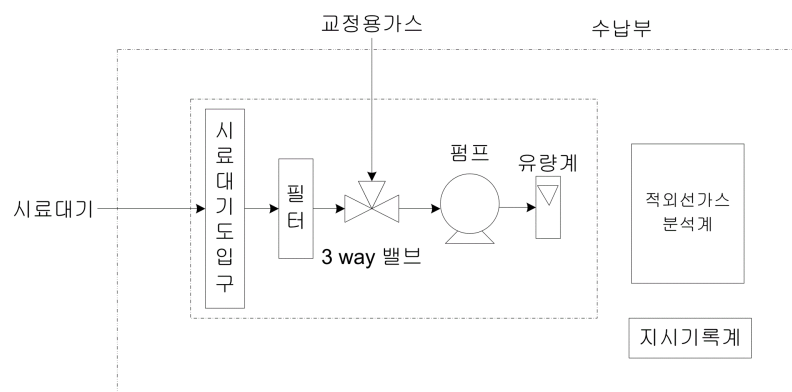


그림 1. 계측기의 구성 예

3.3.1 시료채취부

시료채취부는 대기중의 먼지를 제거하고 필요에 따라 수분도 완전 제거하든지 또한 일정 수준으로 유지할 수 있도록 하여 시료기체를 분석계에 일정유량으로 연속 공급하는 장치이다. 시료 채취장치는 시료가스 채취구, 여과지, 마이크로여과지, 펌프, 유량계, 냉각 제습기, 변환밸브, 제어밸브 등으로 구성된다.

3.3.1.1 시료가스 채취구

시료가스 채취구는 시료가스 채취관을 접속하는 부분으로 내경 6 ~ 8 mm의 채취관을 사용한다.

3.3.1.2 여과지

여과지는 원칙적으로 유리솜 여과지를 사용한다.

3.3.1.3 마이크로 여과지

마이크로 여과지는 원칙적으로 유리솜 또는 셀룰로오즈 섬유제의 원통여과지 또는 원판여과지를 사용하며 유효면적은 50 ~ 30 cm²로 한다.

3.3.1.4 펌프

펌프는 원칙적으로 다이어프램 (격막)펌프를 사용하고 유량의 흡입 능력은 1 ~ 3 L/min 정도라야 한다.

3.3.1.5 유량계

유량계는 원칙적으로 부자형 (float형) 순간 유량계를 사용한다.

3.3.1.6 냉각 제습기

냉각 제습기는 전자냉각식 또는 전기냉각식 제습기를 사용한다.

시료가스는 보통 1 ~ 3 °C로 냉각되며 응축수는 트랩을 사용하여 배출한다. 또 응축수가 빙결될 염려가 있을 경우는 빙결을 방지해야 한다.

3.3.1.7 가습기

시료중의 수분이 3 °C 이하에서 포화가 되는 경우는 냉각제습기 앞에 3 °C 이상을 유지시킬 수 있는 증류수를 넣은 가습기를 설치하여 시료가스를 이 속에 통과시켜 폭기(Bubbling)에 의해 3 °C 이상에서 포화수분을 포함하여야 하며, 가습수의 용량은 500 mL 정도이다. 또한 이 가습기를 설치했을 경우는 냉각제습기 출구로부터 시료셀까지의 도관온도는 3 °C 이상으로 유지되어야 한다.

3.3.1.8 변환밸브, 제어밸브

변환밸브는 교정용가스와 시료기체의 유로를 변환시키는 것이다. 제어밸브는 분석기계에 도입되는 유량을 적당히 조절하기 위한 것이다. 응답속도를 향상시키기 위하여 바이패스를 설치하는 경우도 있다.

[주 1] 포화수증기의 방해를 받지 않는 자외선 분석계를 사용하는 경우에는 가습기 및 냉각제습기를 생략할 수도 있다.

3.3.2 적외선가스분석계의 구성

적외선 가스분석계는 그림 2의 예에 나타난 바와 같이 광원 (이하 “광원”이라 한다), 회전섹터, 광학필터[1], 시료셀, 비교셀[2], 적외선 검출기 (이하 “검출기”라 한다), 증폭기 및 지시계로 구성된다.

[1] 시료기체의 구성에 따라서는 필요하지 않는 경우도 있다.

[2] 단광속 분석계에서는 필요하지 않다.

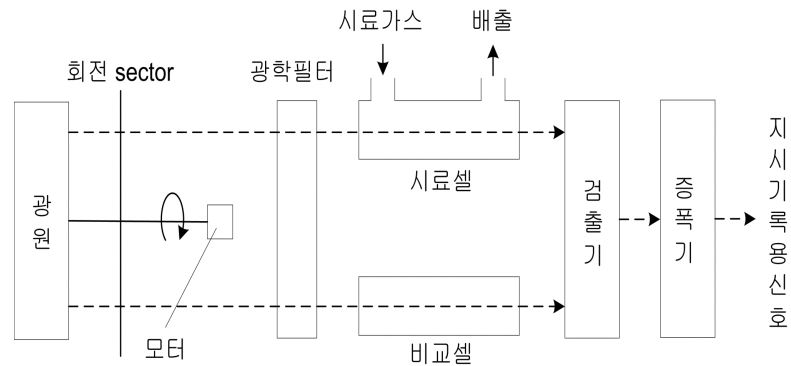


그림 2. 적외선 가스분석계의 구성 예

3.3.2.1 광원

광원은 원칙적으로 니크롬선 또는 탄화규소의 저항체에 전류를 흘려 가열한 것을 사용한다.

3.3.2.2 회전섹타

회전섹타는 시료셀을 통과하는 빛과 비교셀을 통과하는 빛을 일정주기로 단속 (斷續)시켜, 광학적으로 변조 (變調)시키는 것으로 단속주기가 1 ~ 60 Hz의 교환단속 방식과 동시단속 방식이 있다.

[주 2] 회전섹타에 의한 광학변조 대신에 시료셀과 비교셀의 각각에 시료기체 및 비교가스를 서로 번갈아가며 흘려보내는 유체 (流體)변조방식도 있다.

3.3.2.3 광학필터

광학필터는 시료기체 중에 포함되어 있는 간섭성분가스의 흡수과장역의 적외선을 흡수 제거하기 위하여 사용하며, 가스필터와 고체필터가 있으며, 이것은 단독 또는 조합한 것을 사용한다.

3.3.2.4 시료셀

시료셀은 시료기체가 흐르는 상태에서 양단의 창을 통해 적외선이 투과되는 것을 사용한다.

3.3.2.5 비교셀

비교셀은 시료셀과 동일한 모양을 갖으며 아르곤 또는 질소와 같은 불활성 가스를 봉입하여 사용한다.

3.3.2.6 검출기

검출기는 적외선의 흡수를 측정하여 시료기체 중 측정성분 농도에 대응하는 신호를 발생시키는 선택적 검출기^[3] 혹은 광학필터와 비선택적 검출기^[4]를 조합하여 사용한다. 간섭성분을 검출하는 주검출기와 특정 간섭성분을 검출하는 보상검출기를 조합하여 사용하는 경우가 있다.

3.3.2.7 증폭기

증폭기는 검출기로부터의 미소신호를 증폭하여 지시계를 작동시키거나, 또는 전송에 필요한 수준만큼 증폭시킬 수 있는 것으로서 증폭회로나 연산처리회로 등으로 구성된다.

3.3.3 차량법 적외선가스분석계

차량법 적외선가스분석계는 삼방향밸브 등에 의해 유로를 일정주기로 교환시켜 시료기체와 비교가스 (시료기체 중의 일산화탄소를 변환기에 의해 이산화탄소로 변환하여 일산화탄소 이외의 성분을 시료기체와 거의 동일한 농도로 한 제로가스 (zero gas))를 교대로 시료셀에 도입·측정하여 그 차이값을 측정값으로 하는 방식으로 다음과 같은 시료교환 또는 유체변조식이 있다.

3.3.3.1 시료교환식

시료교환식 분석계는 그림 3에 나타난 예와 같이 회전섹타에 의해 광학적으로 단속시

[3] 측정성분 또는 이를 대응할 수 있는 가스등을 적당한 분압으로 봉입한 콘덴서-마이크로폰 또는 열식 유량계

[4] 써미스터 (thermister), 볼로메타 (bolometer)*, 초전기형 (pyroelectricity) 등의 열검출소자 및 황화납 (PbS), 셀레늄화납 (PbSe) 등의 반도체형 검출소자

* 수광면의 온도변화에 따른 전기저항의 변화를 이용한 것으로, 저항의 온도계수가 큰 금속박 (金屬箔) 또는 반도체를 사용함.

킨 변조신호를 이용하며, 삼 방향 밸브 등에 의해 시료기체와 비교가스를 일정주기로 교대로 시료셀에 도입하여 측정하는 방식으로서 그 차이값을 측정값으로 한다.

그림 4에서는 두 개의 가스셀을 교대로 시료셀 및 비교셀로 사용한다.

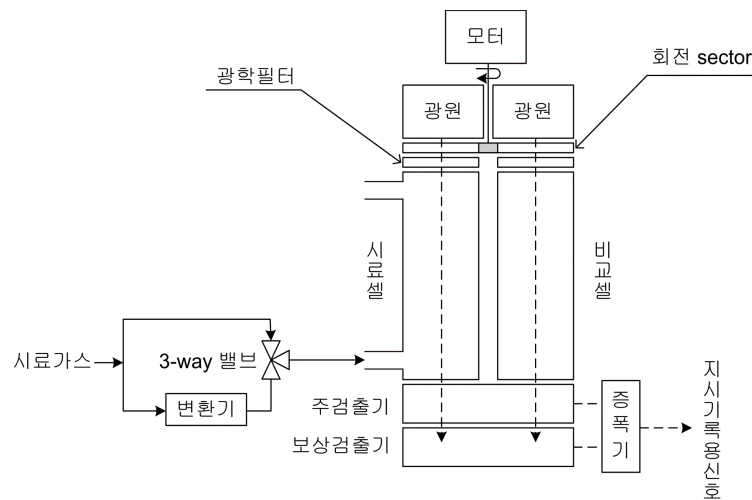


그림 3. 시료교환방식 분석계의 구성 예(1)

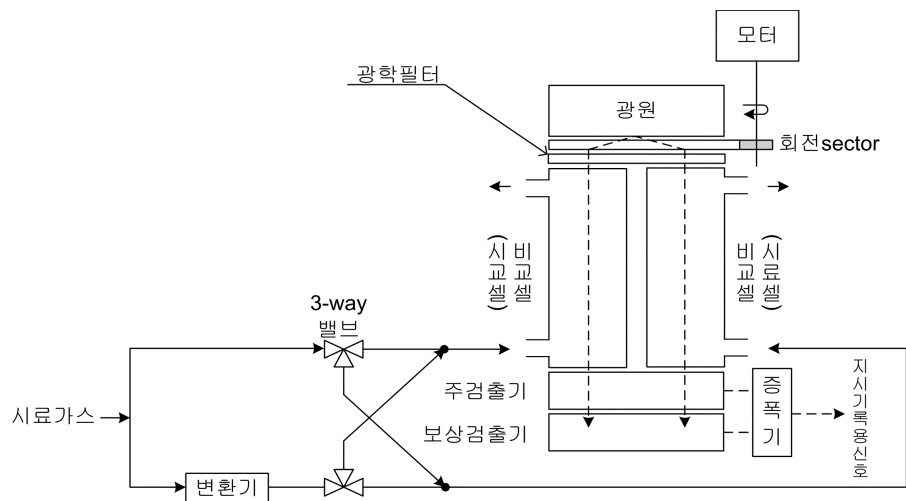


그림 4. 시료교환방식 분석계의 구성 예(2)

(1) 변환기: 시료기체 중의 일산화탄소를 제거하기 위한 것으로서 이산화망가니즈와 산화구리의 혼합물 또는 백금 등의 산화촉매로서 구성되며 필요에 따라 가열한 것을 사용한다.

(2) 삼 방향 밸브 (3-way valve): 시료기체와 변환기에서 처리된 비교가스를 수 초에서 수십 초 사이의 일정주기로 유로 교환조작을 실시하는 밸브로서 전자교환밸브를 사용한다.

3.3.3.2 유체변조식

유체변조식의 분석계는 **그림 5**의 예에 나타난 바와 같이 회전섹타를 사용하지 않고 삼 방향 밸브 등에 의해 시료기체와 비교가스를 일정주기로 교대로 시료셀에 도입·측정하는 방식으로서 가스 교환에 의해 얻어진 변조신호를 사용하여 그 차이값을 측정값으로 한다.

그림 6에서는 두 개의 가스셀을 교대로 시료셀 및 비교셀로 사용한다.

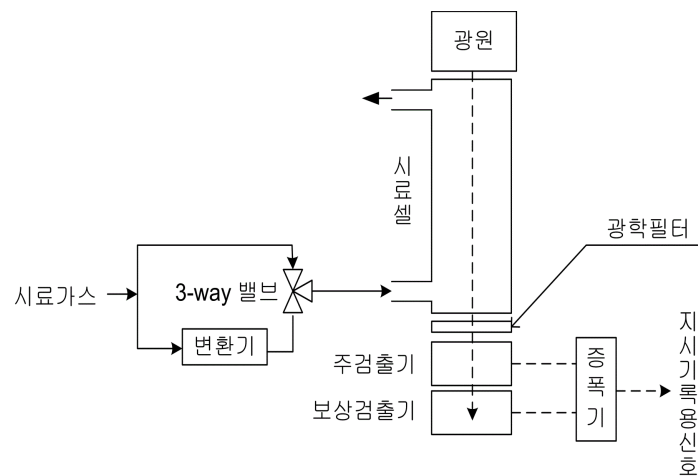


그림 5. 유체변조식 분석계의 구성 예(1)

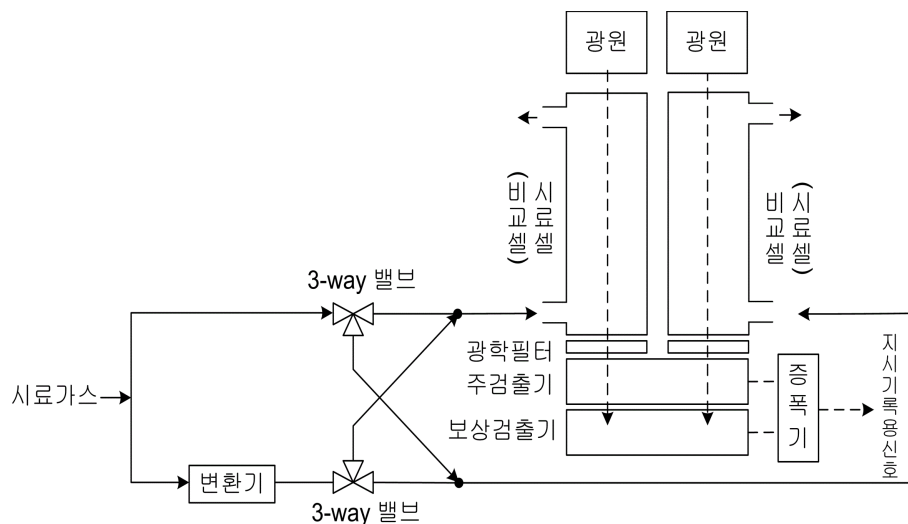


그림 6. 유체변조식 분석계의 구성 예(2)

(1) 삼 방향 밸브: 시료기체와 변환기에서 처리된 비교가스를 1 ~ 2 Hz의 일정주파수

로 유로교환조작을 실시하는 밸브로서 전자식교환밸브를 사용한다.

3.3.4 가스필터 상관법 적외선가스분석계

가스필터 상관법 적외선 가스분석계는 **그림 7**의 예에 나타난 예와 같이 시료기체를 시료셀에 도입하고 측정가스 (일산화탄소를 함유한 가스)와 비교가스 (제로가스(zero gas))를 봉입한 필터로 된 가스상관필터와 회전색타를 일정주기로 회전시켜 측정가스 필터와 비교가스필터에서 얻어진 신호차이를 이용하여 측정값을 구한다.

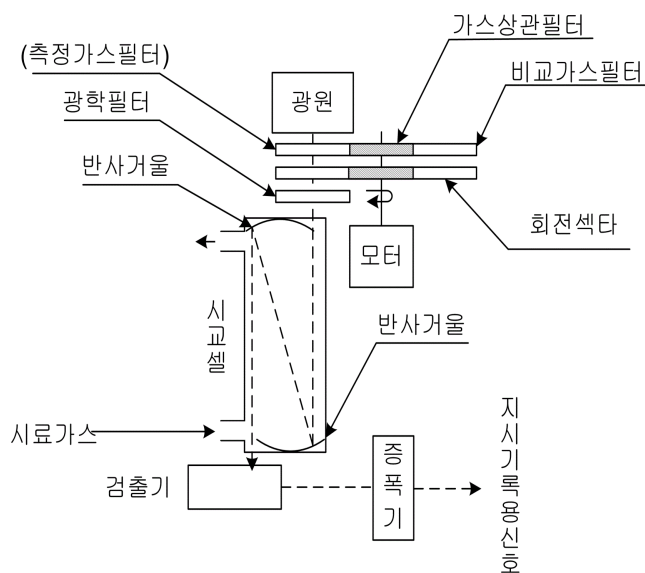


그림 7. 가스필터 상관법 분석계의 구성 예

3.3.4.1 가스상관필터

측정가스 (일산화탄소를 함유한 가스) 및 비교가스 (제로가스 (zero gas))를 봉입한 2 종류의 필터로 구성된 것을 이용한다.

3.3.4.2 반사거울

대기 중의 일산화탄소를 측정하기에 충분한 광로 길이를 갖도록 하기 위해 시료셀 내에서 빛을 여러 번 반사시키기 위한 것으로서 적외선 손실이 적은 재질로 된 것을 이용한다.

3.3.5 지시기록계

지시기록계는 일산화탄소 농도를 등분 눈금으로 지시 기록하는 것으로서 디지털 표시방식 장치는 측정단위가 표시될 수 있어야 한다.

3.3.6 기타 부속장치

필요에 따라 다음 장치를 부착할 수가 있다.

3.3.6.1 자동교정기

자동교정기는 적외선가스 분석계의 제로 및 스패의 교정을 일정 주기마다 자동적으로 행하는 것이다. 원칙적으로 교정은 24 시간에 1 회로 하고 소요시간은 10 분 이내로 한다.

3.3.6.1 평균값연산기

평균값연산기는 일정시간마다의 농도 평균치를 전기 신호로 해서 얻는 장치이다.

4.0 시약 및 표준용액

4.1 표준가스 및 시험용 가스

4.1.1 제로가스 (zero gas) 계측기 각 측정 범위의 0 %인 가스

4.1.2 스패가스 (span gas) 계측기 각 측정 범위의 80 ~ 100 % 수준인 표준가스

4.1.3 중간점 표준가스 계측기 각 측정 범위의 약 50 % 수준인 표준가스

4.1.4 제로 시험용 가스 계측기 각 측정 범위의 0 % 인 가스로서 표준가스에 의해 그 농도가 확인된 가스로 한다.

4.1.5 스패 시험용 가스 계측기 각 측정 범위의 80 ~ 95 % 수준인 가스로서 표준가

스에 의해 그 농도가 확인된 가스로 한다.

4.1.6 이산화탄소 영향 시험용 표준가스 (CO_2/N_2) 이산화탄소에 의한 간접성분의 영향을 시험하기 위한 것으로서 이산화탄소 $1000 \mu\text{mol/mol}$ 이 함유되도록 질소에 희석된 표준가스.

4.1.7 수분 영향 시험용 가스 수분이 약 2.5 % 함유된 가스로서 수분시험용 가스의 조제방법은 다음에 의한다.

4.1.7.1 수분영향 시험용 가스 조제장치 수분영향용 시험용가스 조제장치의 구성 예는 그림 8과 같다.

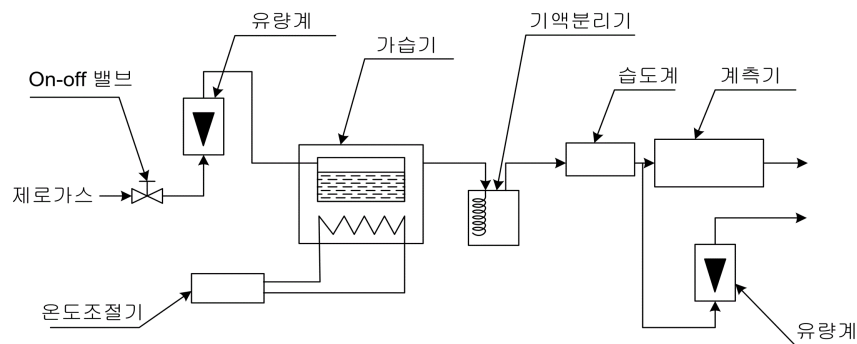


그림 8. 수분영향 시험용 가스 조제장치(예)

(1) 가습기: 유리관에 물을 넣고 시험용 가스가 액면에 접촉해서 흐르도록 하고 이를 항온조에 넣은 것으로서 가습온도를 조절할 수 있는 것으로 한다. 시험용 가스의 가습에 사용한다.

(2) 습도계: 계측기의 도입되는 시험용 가스의 습도를 측정하는 것으로서 건습구 습도계, 정전용량식 습도계 등을 사용한다.

4.1.7.2 수분영향 시험용 가스 조제 조작

조작은 다음에 따른다.

(1) 가습기에 물을 넣고 25 ~ 35 °C의 온도에서 안정화 시킨다.

(2) 제로가스 (zero gas)를 흘리고 시험용 계측기를 접속한 상태에서 over flow 유량

이 약 1 L/min이 되도록 밸브로서 조절한다.

(3) 가습기를 통과한 시험용 가스의 상대습도가 80 % 이상인가를 확인한다. 80 % 이하일 때는 가습기 온도를 조절하여 80 % 이상이 되도록 한다. 기액분리기 이후의 주위 온도는 20 °C 이상으로 한다.

5.0 시료채취 및 관리

시료가스 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 ~ 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 Ω이하의 접지점이 있는 것이어야 한다.

6.2 계측기의 성능 시험

6.2.1 계측기의 성능 시험조건

계측기의 성능 시험조건은 다음과 같다.

6.2.1.1 주위온도 (5 ~ 35) °C 사이의 임의 온도로서 변화폭이 ± 5 °C

6.2.1.2 습도 상대습도 85 % 이하

6.2.1.3 대기압 (95~106) kPa의 압력으로서 변화폭은 5 % 이하^[5]

6.2.1.4 전원 전압 정격전압

6.2.1.5 전원주파수 정격주파수

6.2.1.6 예열시간 취급설명서 (매뉴얼)에 기재되어 있는 시간

6.2.1.7 시험에 사용되는 표준가스 및 시험용 가스 4.1에 의한다.

6.2.2 계측기의 성능

계측기는 성능시험을 실시하여 다음 표 1의 성능을 만족시켜야 한다.

[5] 시험시작 시점의 기압으로부터 ± 0.5 kPa을 초과하는 경우에는 기압보정을 실시한다.

표 1. 계측기의 성능

항 목	성 능	시험방법
반복성	최대 눈금값의 $\pm 2 \%$	6.3.2.1
제로 드리프트(zero drift)	최대 눈금값의 $\pm 2 \%$	6.3.2.2
스팬 드리프트(span drift)	최대 눈금값의 $\pm 2 \%$	6.3.2.3
지시오차	최대 눈금값의 $\pm 4 \%$	6.3.2.4
최소검출한계	최대 눈금값의 1% 이하	6.3.2.5
응답시간	2 분 30초 이하	6.3.2.6
간섭성분의 영향	최대 눈금값의 $\pm 5 \%$ 다만 $0 \sim 5 \text{ umol/mol}$ 범위의 경우에는 0.3 umol/mol 이하	6.3.2.7
시료가스 유량의 변화에 대한 지시값의 안정성	최대 눈금값의 $\pm 2 \%$	6.3.2.8
전원전압변동에 대한 안정성	최대 눈금값의 $\pm 1 \%$	6.3.2.9
내전압	이상이 발생해서는 안 됨	6.3.2.10
절연저항	$5 \text{ M}\Omega$ 이상	6.3.2.11

6.2.2 계측기의 성능시험 방법

계측기의 성능시험은 다음에 따른다. 한편 지시오차, 내전압 및 절연저항 이외의 각 항목에 대해서는 그 계측기의 최소눈금범위에 있는 시험결과를 가지고 각 범위마다의 성능으로 하여도 좋다.

6.2.2.1 반복성 계측기에 제로 시험용 가스를 설정유량으로 도입하고 최종 지시값을 기록계 등으로 확인한 후 스펀 시험용 가스를 같은 방법으로 도입하여 최종 지시값을 확인한다. 이 조작을 3 회 반복하여 제로값, 스펀값 각각의 평균값을 산출하여 각 측정값과 평균값과의 차이의 최대눈금값에 대한 백분율을 구한다.

6.2.2.2 제로 드리프트 (zero drift) 제로시험용가스를 설정 유량으로 도입하고 필요한 경우 제로 지시값을 최대눈금값의 5% 정도로 설정하여 24 시간 연속 측정한다. 그 사이에 제로 지시값의 초기 지시값으로부터의 최대변동폭의 최대눈금에 대한 백분율을 제로 드리프트 (zero drift)로 한다.

6.2.2.3 스펀 드리프트 (span drift) 제로 드리프트 (zero drift) 시험에서 시험을 시작할 때, 시험을 종료할 때 (24시간 후) 및 중간시점에 2 회 이상[6] 제로 시험용가스

대신에 스펠 시험용가스를 도입하여 지시값을 기록한다. 이 사이에 있는 스펠 지시값의 초기 지시값으로부터의 최대변동폭의 최대 눈금에 대한 백분율을 스펠 드리프트 (span drift)로 한다.[7] 이때 제로 드리프트 (zero drift)의 영향이 나타날 때에는 스펠지시값으로부터 그 변동분을 보정한다.

6.2.2.4 지시오차 제로조정 및 스펠 교정을 실시한 후 중간 눈금 농도의 표준가스를 도입하여 지시값을 기록한다. 그 지시값과 중간점 가스 농도와의 차이의 최대눈금에 대한 백분율을 구한다.

6.2.2.5 최소검출한계 제로조정 및 스펠 교정을 실시한 후 제로 시험용 가스를 설정 유량으로 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 식에 의하여 구한다.

$$x = \frac{2S_{xo}}{F} \times 100$$

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

F : 최대눈금 ($\mu\text{mol/mol}$)

6.3.2.6 응답시간 설정유량으로 제로조정용 가스를 도입하고 지시값이 안정된 후 유로를 스펠교정용 가스로 바꾸어 준다. 그 때의 지시값을 기록하여 두고 스펠교정용 가스를 도입한 시점으로부터 최종지시값의 90 %에 도달하기까지의 시간을 측정하여 응답시간으로 한다.

[6] 각 스펠 측정점의 측정 시간 간격은 4 시간 이상 떨어져서는 안 된다.

[7] 대기압 변화에 대한 지시값에서의 영향을 자동 보정하는 기능이 없는 계측기에서 대기압의 영향이 나타날 때에는 다음 식을 사용하여 대기압의 변동분을 보정한 것을 스펠 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 : 스펠 드리프트 (span drift) (%)

C_s : 스펠지시값 ($\mu\text{mol/mol}$)

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

F : 최대눈금값 ($\mu\text{mol/mol}$)

P_i : 초기대기압 (kPa)

P_s : 스펠지시값을 나타낼 때의 대기압 (kPa)

6.2.2.7 간섭성분의 영향 제로교정 및 스펜 교정을 실시한 후 간섭성분 영향 시험용 가스를 도입하고 그 때의 지시값의 최대눈금값에 대한 백분율을 구한다. 0 ~ 5 $\mu\text{mol/mol}$ 범위인 경우는 그 지시값을 읽는다.

6.2.2.8 시료기체 유량변화에 대한 지시값의 안정성 설정유량으로 스펜 시험용가스를 도입하고 지시값이 안정화되었을 때의 값을 A로 한다. 그 다음 유량을 설정값으로부터 +5 %변화시켜 지시가 안정화되었을 때의 값을 B로 한다. 다시 유량을 설정값으로부터 -5 %변화시켜 지시가 안정화되었을 때의 값을 C로 한다. B-A, C-A의 측정범위의 최대 눈금에 백분율을 구한다.

6.2.2.9 전원 전압에 대한 지시값의 안정성 전원전압을 정격전압으로 하여 스펜조정용 가스를 도입하고 지시값이 안정화되었을 때의 값을 A로 한다. 그 다음 전원전압을 정격전압의 +10 %의 전압으로 변화시키고 지시가 안정화되었을 때의 값을 B로 한다. 다시 정격전압의 -10 %의 전압으로 변화시키고 지시가 안정화되었을 때의 값을 C로 한다. B-A, C-A의 측정범위의 최대 눈금에 백분율을 구한다.

6.2.2.10 내전압 계측기의 전원스위치를 닫은 상태에서 전원단자 한쪽과 외부상자(접지단자) 사이에 정격주파수의 교류 1 000 V를 1 분간 가한다. 그 후 계측기의 통전 상태에서 이상 유무를 조사한다.

6.2.2.11 절연저항 계측기의 전원스위치를 닫은 상태에서 전원단자 한쪽과 외부상자(접지단자) 사이에 절연저항을 직류 500 V 절연저항계에서 측정한다.

6.3 내부정도관리방법

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 시료가스 유량의 작동 상황의 점검

6.4.3 냉각 제습기의 작동 상황의 점검

6.4.4 응축수의 배출 상황의 점검

6.4.5 가습기 수량의 점검

6.4.6 기록지의 교환

6.4.7 기록잉크의 보급

6.4.8 기타 설정된 사항

6.5 계측기의 표시

계측기에는 다음 사항을 잘 보이는 장소에 지워지지 않도록 표시해야 한다.

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 종류, 전압 (V), 주파수 (Hz), 및 소요전력 (W) 또는 피상전력 (VA)****6.5.6 제조업체명****6.5.7 제조년월일****6.5.8 제조번호**

6.5.9 필요에 따라서는 전송출력의 종류 및 사용서에 기재한 시험성적을 첨부할 것
비고 이러한 표시는 1 개소 이상을 표시하여도 좋다.

6.6 취급설명서

취급설명서에는 적어도 다음 사항이 기재되어야 한다.

6.6.1 설치장소**6.6.2 시료기체의 온도, 유량, 먼지 농도 및 간섭성분 각각의 허용농도****6.6.3 시료기체의 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 측정전 준비

7.1.1 장치의 고정설치 여부 확인

7.1.1.1 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 나타낸 제로가스 (zero gas), 스패가스 (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.

7.2 측정

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

7.3 검정곡선의 작성

검정곡선의 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 검정곡선을 작성한다.

8.0 결과보고

8.1 시험보고서

계측시스템의 시험보고서에는 다음 항목이 포함되어야 한다.

8.1.1 이 규격에 관한 내용

8.1.2 시료에 관한 전체 내용의 확인

8.1.3 실시한 시험 내용 및 지역, 조건의 세부 사항

8.1.4 사용한 교정용가스의 품질 및 농도의 세부 사항

8.1.5 성능시험결과가 성능값 (표 1)을 만족하고 있는지 여부의 기술

8.1.6 시험 실시 일자

8.2 결과의 표시

일산화탄소 농도 측정 결과는 유효숫자 세 자리까지 구하고, 결과는 두 자리로 표시한다.

9.0 참고자료

9.1 JIS B 7951, “Automated measuring systems and analyzer for Carbon monoxide in ambient air”, 일본 규격협회, (2002 확인)

9.2 JIS K 0151, “Non-dispersive Infrared Gas Analyzer”, 일본규격협회, (2001 확인)

9.3 EPA Appendix C 40 CFR Part 50, “Measurement Principle and Calibration Procedure for Measurement of carbon monoxide in the Atmosphere (Non-dispersive Infrared Photometry), 1996.

9.4 EPA Method 0010, “Determination of carbon monoxide emissions from stationary sources (Instrumental analyzer procedure), 1996.

10.0 부록 “내용없음”