

실내 공기 중 이산화탄소 측정방법 -

2017

비분산적외선법

(determination of carbon dioxide in indoor by
non-dispersive infrared spectrometer)

1.0 개요

1.1 목적

1.1.1 이 시험기준은 실내 공기 중의 이산화탄소 농도 측정 방법을 규정한다.

1.1.2 이산화탄소의 특정 파장의 적외선을 흡수하는 특성을 이용하여 실내 공기 중 이산화탄소 농도를 연속자동 측정하는 방법이다.

1.2 적용범위

1.2.1 이 시험기준은 실내 공기 중 이산화탄소 농도를 측정하기 위한 주 시험방법이다.

1.2.2 이 시험기준의 측정범위는 약 0 ~ 5,000 ppm이다.

1.3 간섭 물질

1.3.1 입자상 물질

시료 도입부에서 여과지에 의해 제거되지 않는 경우 시료 배관과 분석부에 축적되어 이산화탄소 측정에 대해 무시할 수 없는 영향을 미칠 수 있다.

2.0 용어정의

2.1 비분산적외선(NDIR, non dispersive infrared)

적외선을 프리즘 회절격자와 같은 분산소자에 의해 분산하지 않는 것

2.2 측정기기 교정가스

측정기기 교정에 사용하는 가스로서 제로가스, 스펠가스 등 눈금 교정용 가스의 총칭

2.3 제로가스(zero gas)

측정기기의 제로값을 교정하는데 사용하는 가스

2.4 스펠가스(span gas)

측정기기의 스펠값을 교정하는데 사용하는 가스

2.5 제로 드리프트(zero drift)

어느 일정기간동안 측정기기의 영점에 대한 지시값의 변동

2.6 스펠 드리프트(span drift)

어느 일정기간동안 측정기기의 스펠에 대한 지시값의 변동

3.0 분석기기 및 기구

3.1 이산화탄소 측정장치

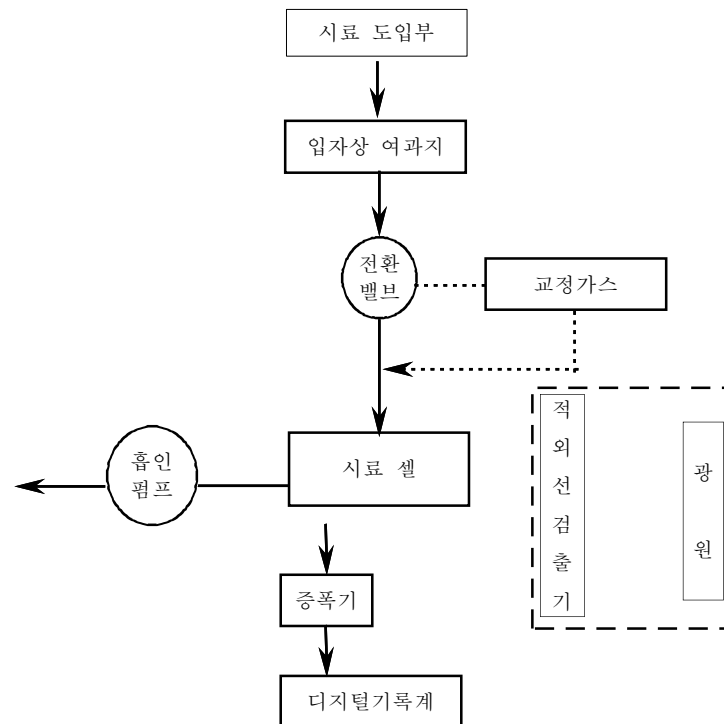


그림 1. 전형적인 이산화탄소 측정장치 구성도

3.1.1 시료 도입부

3.1.1.1 시료 채취구 및 배관

- (1) 채취구 끝의 모양은 먼지, 빗물 등의 혼입이 적은 구조로 한다.
- (2) 구조와 크기는 유량, 기계적 강도, 펌프의 능력, 청소의 용이함 등을 고려한다.
- (3) 재질은 이산화탄소에 대해 비활성 물질로 만든 것을 사용한다.
- (4) 먼지 등의 혼입 방지를 위하여 채취관의 적당한 위치에 여과지를 넣는다.
- (5) 배관을 청소하거나 교체 시에는 배관 안쪽의 응축을 막기 위해 주위 조건과 평형을 유지하기 위한 시간이 필요하다.

3.1.1.2 입자상 여과지(inlet particulate filter)

여과지는 유로의 막힘과 시료 셀의 오염에 의한 측정 오차의 발생 등, 분석기의 성능에 영향을 미칠 수 있는 모든 입자상 물질을 제거하기 위해 필요하다. 유리솜 여과지, PTFE(polytetrafluoroethylene)수지 또는 셀룰로오스 섬유제의 원통 및 원판 여과지를 사용한다.

3.1.1.3 유량 및 압력 조절기(orifice)

분석부로 들어가는 시료공기의 유량 및 압력을 일정하게 조절하고 유지하기 위한 것으로서, 시료에 접촉하는 부분에는 이산화탄소에 대해 비활성 물질로 만든 것을 사용한다.

3.1.1.4 흡인펌프(pump)

시료 셀을 통해 필요한 시료 흐름을 흡입하기 위한 것으로 여과지에 분진이 부착되어 통기 저항이 증가하여도 측정기기에 알맞은 유량이 유지되도록 흡인력에 여유가 있는 펌프를 사용한다.

3.1.2 시료 분석부

3.1.2.1 시료 셀(absorption cell)

시료공기 중의 이산화탄소에 의해서 하나의 특정 파장에서의 적외선만을 흡수시키기 위한 셀이다. 이산화탄소에 대한 비활성 물질로 구성된 것이어야 한다. 셀 안의 공기 온도와 압력 및 유량을 측정할 수 있도록 만들어야 한다.

3.1.2.2 적외선 광원

광원은 원칙적으로 니크롬선, 탄화규소 등 저항체에 전류를 흘려 가열한 것을 사용한다.

3.1.2.3 적외선 검출기(detector)

검출기는 적외선을 흡수하고 시료공기 중의 이산화탄소 성분 농도에 대응하는 신호를

발생한다.

3.1.2.4 증폭기

증폭기는 검출기로부터의 아주 작은 신호를 증폭하는 것으로서, 지시계를 동작시키고 또는 전송에 필요한 레벨까지 증폭할 수 있는 것이어야 한다.

3.1.2.5 디지털기록계

디지털기록계는 분석된 이산화탄소 농도를 디지털로 표시 및 저장한다.

3.1.2.6 성능

비분산적외선 분석기는 이산화탄소 분석을 위한 다음의 최소 성능 사양에 적합해야 한다.

- (1) 측정범위 : 0 ~ 5,000 ppm 이하
- (2) 분해능 : 1 ppm 이하
- (3) 재현성(반복성) : 최대 눈금값의 $\pm 2\%$ 이내
- (4) 제로 드리프트 : 최대 눈금값의 $\pm 2\%$ 이내
- (5) 스펜 드리프트 : 최대 눈금값의 $\pm 2\%$ 이내
- (6) 직선성(지시오차) : 최대 눈금값의 $\pm 5\%$ 이내
- (7) 측정기기의 응답시간 : 30초 이하
- (8) 온도변화의 안정성 : 최대 눈금값의 $\pm 2\%$ 이내
- (9) 전압변동에 대한 안정성 : 최대 눈금값의 $\pm 1\%$ 이내

- (10) 유량변화에 대한 안정성 : 최대 눈금값의 $\pm 2 \%$ 이내
- (11) 내전압은 이상이 없어야 한다. 단, 전지내장형의 경우에는 적용하지 않는다.
- (12) 절연저항은 $2M\Omega$ 이상이어야 한다. 단, 전지내장형의 경우에는 적용하지 않는다.

3.2 교정 장치

제로가스 및 스펀가스를 이용하여 측정기기의 교정이 가능하여야 하며, 지시부의 오차를 교정할 수 있어야 한다.

3.2.1 방향전환 밸브(three-way valve)

시료 공기의 유로를 혼합 챔버로 변환시키는 밸브로서, 전자 전환 밸브 등을 사용한다.

3.2.2 혼합 챔버

혼합 챔버는 이산화탄소 표준가스를 희석하여 교정 농도를 만드는 경우에 필요하다.

3.2.3 유량 조절기

유량 조절기는 교정가스로부터의 유량을 조정하고 조절할 수 있는 어떤 장치 (밸브)라도 상관없다. 교정하는 데 희석 방법을 사용하고자 한다면 두 개의 장치가 필요하다. 희석하는 데 쓰이는 조절기는 $\pm 1 \%$ 안에서 조절할 수 있어야 한다.

4.0 표준가스

4.1 측정기기 교정가스(calibration gases)

표시농도의 $\pm 2 \%$ 범위의 정확도를 가져야 하며, 검사대행자를 통해 검증을 받아 합격한 것이어야 한다.

4.1.1 제로가스(zero gas)

질소 또는 공기 중의 이산화탄소 함유량 0.2 ppm 이하의 것을 사용한다.

4.1.2 스펠가스(span gas)

고순도 이산화탄소 표준 가스로서, 측정기기 최대 눈금값의 80 ~ 90 % 농도를 사용한다.

5.0 시료채취 및 관리

시료채취조작은 다음과 같이 한다.

- (1) 여과지의 상태, 입력시간 및 날짜를 확인한다.
- (2) 측정지점이 여러 곳일 경우에는 미리 장소별로 고유번호를 부여하여 측정 시 기록 등을 구별한다.
- (3) 시료 도입부에서 시료공기의 누출 여부와 측정기기의 유량과 압력을 확인한다.
- (4) 시료 공기의 온도와 압력을 기록한다.
- (5) 전원을 넣어 이산화탄소 농도의 지시값이 안정될 때까지 충분히 예열한다.
- (6) 측정기기의 여러 가동 수치를 바르게 조절하기 위해 제조사의 취급 설명서를 따른다.
- (7) 시료 공기를 채취하여 적당한 기록장치(차트, 데이터 다운로드 등)로 농도를 기록한다.
- (8) 시료채취 및 측정 중간에도 측정기기의 상태를 확인하여 고장 등 긴급한 상황 발생 시에는 신속한 조치를 취해야 한다.

6.0 정도보증/정도관리(QA/QC)

6.1 환경조건

- (1) 주위 온도는 5 ~ 35 °C 사이의 임의 온도로서 변화폭은 5 °C 이내일 것
- (2) 습도는 상대 습도 65 % ± 20 % 이내일 것
- (3) 대기압은 95 ~ 106 kPa의 압력으로서 변화폭은 ± 0.5 % 이내일 것
- (4) 전원 전압은 정격 전압의 ± 10 %로 한다.
- (5) 예열 시간은 각 측정기기의 취급 설명서를 따른다.

6.2 측정기기 교정방법

측정기기 교정은 측정기기의 안정성 등 모든 변화를 감지하기 위해 필요하다.

- (1) 측정기기 및 교정 장치의 전원을 넣어 이산화탄소 농도의 지시값이 안정될 때까지 충분히 예열한다.
- (2) 제로가스를 설정 유량으로 흐르게 하고, 농도의 지시값이 안정되는 것을 확인한 후, 측정기기의 제로 조정을 한다.
- (3) 스펠가스를 설정 유량으로 흐르게 하고, 농도의 지시값이 안정되는 것을 확인한 후, 측정기기의 스펠 조정을 한다.

6.2.1 교정 주기

- (1) 분석기를 처음 구매했을 때
- (2) 감응 특성에 영향을 주는 유지 보수를 했을 때

(3) 각 시료 채취의 전과 후 또는 분석기를 연속적으로 사용하는 경우에는 정기적으로 제로와 스펜 교정을 수행

(4) 제로드리프트와 스펜드리프트가 허용범위를 초과할 때

6.3 측정기기 성능평가방법

6.3.1 제로 드리프트(zero drift)

측정기기에 제로가스를 설정유량으로 도입하여 8시간 연속 측정한다. 그 사이에 눈금값과 제로가스 초기 지시값과의 최대 변동폭을 구하고 다음 식에 따라 제로 드리프트를 구한다.

$$\text{제로드리프트(\%)} = \frac{|\bar{d}|}{\text{제로가스 초기지시값}} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

여기서, d = 제로가스 초기 지시값으로부터 최대 편차

6.3.2 스펜 드리프트(span drift)

측정기기에 스펜가스를 설정유량으로 도입하여 8시간 내에 1시간 이상 간격으로 3회 이상 측정한다. 그 사이에 눈금값과 스펜가스 초기 지시값과의 최대 변동폭을 구하고 다음 식에 따라 스펜 드리프트를 구한다.

$$\text{스팬드리프트(\%)} = \frac{|\bar{d}|}{\text{스팬가스 초기지시값}} \times 100 \quad (\text{식 2})$$

여기서, d = 스펜가스 초기 지시값으로부터 최대 편차

6.3.3 재현성(reproducibility)

측정기기에 동일한 제로가스와 스펜가스를 설정 유량으로 도입하여 각각 최종값을 기

록한다. 위 조작을 3회 반복하여 제로값 및 스펠값에 대한 편차를 구한다. 이 사이에서 초기 지시값과의 변동폭으로 재현성을 구한다.

6.3.4 직선성(linearity)

제로교정, 스펠교정을 실시한 후 기지농도의 중간점 가스를 도입하여 지시 기록한다. 이 지시값과 표준가스의 농도 표시값과의 변동폭으로 직선성을 구한다.

6.3.5 응답시간(response time)

측정기기에 제로가스를 설정유량으로 도입하여 지시값이 안정된 후, 유로를 스펠가스로 바꾼다. 이때의 지시기록에 있어서 스펠가스의 도입시점으로부터 최종 지시값의 90 % 값에 도달하기까지의 시간을 측정하여 응답시간으로 한다.

6.4 보수 점검

정확한 오염도 측정을 위한 정도를 유지하기 위하여 각 장치에 대해 각 정기점검을 실시하여야 한다.

6.4.1 입자상 여과지

여과지 위의 과도한 입자상 축적은 유량 이상 또는 시료공기로부터 이산화탄소 손실을 일으킬 수 있기 때문에 약 1주일 단위로 점검, 교체해야 한다.

6.4.2 아날로그 기록 시스템

차트 속도 설정, 게인(gain) 조절 설정, 잉크 공급, 종이 공급, 과도한 잡음, 분석기의 작동 상태 등의 스트립 차트 기록기(strip chart recorder)를 점검한다.

6.4.3 디지털 기록계

사용 설명서에 나온 대로 점검을 수행한다.

7.0 시약 및 표준용액

“내용 없음”

8.0 결과보고

8.1 유효숫자 자릿수 표기

부피농도(vol ppm)의 경우 일의 자리까지 구하여 표기한다.

(단, 측정기기의 분해능이 그 이상이면 소수점 이하 첫째 자리에서 반올림하여 표기한다.)

※ 단위 환산

CO₂ : 1 ppm = 1.80 mg/m³(25 °C, 1 atm)

8.2 측정결과 기록

측정일, 측정기기명, 측정성분, 측정기기의 조작조건, 측정자명, 기타 필요한 사항 등을 기록한다.

9.0 참고자료

9.1 KS I 2208, “대기 중의 이산화탄소 측정 방법”, 산업표준심의회, (2014)

10.0 부록

“내용 없음”