

비분산적외선분광법 (Non Dispersive Infra-Red Spectroscopy)

2022

1.0 개요

1.1 목적

이 시험법은 적외선 영역에서 고유 파장 대역의 흡수 특성을 갖는 온실가스의 농도를 비분산적외선분광법으로 측정하는 방법에 대해 규정한다. 비분산적외선분광법을 이용한 대상물질 측정의 정확성과 통일성을 갖추도록 함을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

1.2.1 이 시험법은 적외선 영역에서 고유 파장 대역의 흡수 특성을 갖는 대상물질의 농도 측정에 적용한다.

1.2.2 비분산적외선분광기를 이용하여 시료 중 대상물질에 의한 적외선의 흡수량을 측정하여 시료 중에 들어있는 온실가스의 농도를 측정한다.

1.2.3 비분산적외선분광기의 검출한계는 분광기의 적외선 복사선이 시료 중을 통과하는 거리에 따라 다르며 복사선 통과 거리가 10 m ~ 16 m 일 때 분광기의 검출한계를 0.5 $\mu\text{mol/mol}$ 까지 낮출 수 있다.

1.3 간섭물질

1.3.1 입자상물질

환경대기 시료 및 배출가스 시료에 포함된 먼지 등의 입자상물질이 측정에 영향을 줄 수 있다. 이들 물질의 영향을 최소화하기 위하여 시료채취부 전단에 여과재 (0.3 μm 이하)를 설치하여야 한다. 여과재의 재질은 유리섬유, 셀룰로오스 섬유 또는 합성수지제 필터 등을 사용한다.

1.3.2 수분

수분은 비분산적외선분광기를 이용한 대상물질 측정에 영향을 주는 인자로 시료 중 수분 함량이 매우 중요하다. 비분산적외선분광기를 이용한 시료 채취시 전단에 수분제거장치를 연결하여 수분이 제거된 시료를 채취해야 한다. 만약, 수분이 제거되지 않았다면 수분 함량을 구하고 이를 보정 해주어야 한다.

2.0 용어 정의

이 시험조작에 있어 공통적인 용어는 ES 13000 총칙 2.9 관련 용어·단어에 따른다.

2.1 비분산

광원이 프리즘 (prism)이나 회절격자와 같은 분산소자에 의해 분산하지 않는 것을 의미한다.

3.0 분석기기 및 기구

3.1 비분산적외선분광기 (NDIR, non dispersive infra-red spectrometer)

비분산적외선분광기는 일반적인 측정방법인 복광속 비분산적외선분광기와 고농도의 시료 분석에 사용되는 단광속 비분산적외선분광기 및 간섭영향을 줄이고 저농도에서 검출능이 좋은 가스필터 상관 비분산적외선분광기 등으로 분류된다.

3.2 복광속 비분산적외선분광기 (dual beam NDIR)

복광속 비분산적외선분광기의 경우 시료 셀과 비교 셀이 분리되어 있으며 적외선 광원 (이하 “광원” 이라 한다)이 회전섹터 및 광학필터를 거쳐 시료 셀과 비교 셀을 통과하여 적외선 검출기 (이하 “검출기” 라 한다)에서 신호를 검출하여 증폭기를 거쳐 측정농도가 지시계로 지시된다. 구조도는 그림 1과 같다.



그림 1. 복광속 비분산적외선분광기의 구성 (예)

3.2.1 광원

3.2.1.1 광원은 원칙적으로 흑체 발광을 이용한다. 니크롬선 또는 탄화규소의 저항체에 전류를 흘려 가열한 것을 사용한다.

3.2.1.2 광원의 온도가 올라갈수록 발광되는 적외선의 세기가 커진다. 온도가 지나치게 높아지면 불필요한 가시광선의 발광이 심해져서 적외선분광기의 산란광으로 작용하여 분광기를 교란시킬 우려가 있다.

3.2.1.3 따라서 적외선 및 가시광선의 발광량을 고려하여 광원의 온도는 1 000 K ~ 1 300 K 정도가 적당하다.

3.2.2 회전섹터

회전섹터는 시료광속과 비교광속을 일정주기로 단속시켜 광학적으로 변조시키는 것이다. 측정 광신호의 증폭에 유효하고 잡신호 영향을 줄일 수 있다.

3.2.3 광학필터

광학필터는 시료 중에 간섭물질 가스의 흡수파장대역의 적외선을 흡수 및 제거하기 위하여 사용한다. 가스필터와 고체필터 중 측정 용도에 맞게 단독으로 사용하거나 적절히 조합하여 사용한다.

3.2.4 시료 셀

시료 셀은 시료가 흐르는 상태에서 양단의 창을 통해 시료 광원이 통과하는 구조를 갖는다.

3.2.5 비교 셀

비교 셀은 시료 셀과 동일한 모양을 가지며 아르곤 또는 질소 같은 불활성 가스를 봉입하여 사용한다.

3.2.6 검출기

검출기는 광원을 받아들여 시료 중 대상물질 농도에 대응하는 신호를 발생시키는 선택적 검출기 혹은 광학필터와 비선택적 검출기를 조합하여 사용한다.

3.3 단광속 비분산적외선분광기 (single beam NDIR)

단광속 비분산적외선분광기는 단일 시료 셀을 갖고 적외선 흡수도를 측정하는 적외선분광기이다. 단광속 비분산적외선분석기의 구조도는 다음 그림 2와 같다.

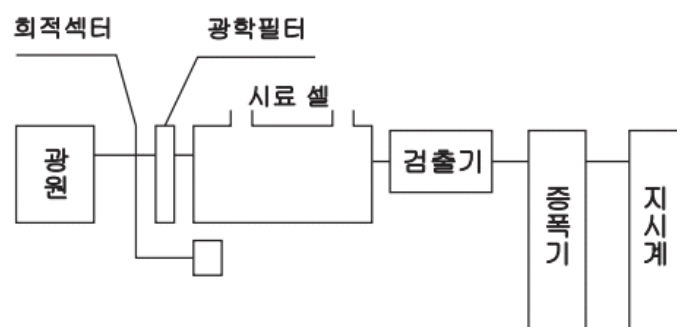


그림 2. 단광속 비분산적외선분광기의 구성 (예)

3.4 가스필터 상관 비분산적외선분광기 (gas filter correlation NDIR)

가스필터 상관 비분산적외선분광기는 적외선광원, 가스필터, 대역통과 (band pass) 광학필터, 적외선흡수 광학 셀, 반사 거울, 적외선 분광기 등으로 구성된다.

광원에서 방출되는 적외선 복사광은 회전하는 가스필터를 통과하게 되는데, 이 가스필터에는 질소가스가 충전되어있는 측정 셀 (measurement cell)과 기준가스가 충전되어 있는 기준 셀 (reference cell)로 나뉘어져 있고 광원이 이 셀을 번갈아 가며 통과하여 적외선흡수 셀 내로 들어가게 된다.

가스필터는 일정속도로 회전하며 기준파동와 측정파동을 발생시킨다. 기준파동이 나타나는 동안에는 기준 셀에 의해 해당 파장의 적외선 에너지의 광원을 흡수하며 측정파동이 나타나는 동안에는 측정 셀을 통과하여 흡수 셀 내의 시료 중에 포함된 측정 대상물질 농도를 측정한다.

적외선흡수 셀을 나온 광원은 광간섭 필터를 통해 측정 대상물질의 고유 흡수 파장 광원만 분광기에 들어가 전기적인 신호로 변환 증폭된다. 이 과정에서 시료의 온도, 유량, 압력 및 수분 함량 등이 측정되고 이 측정 자료는 시료농도 보정에 적용된다. 일반적인 구조는 그림 3과 같다.

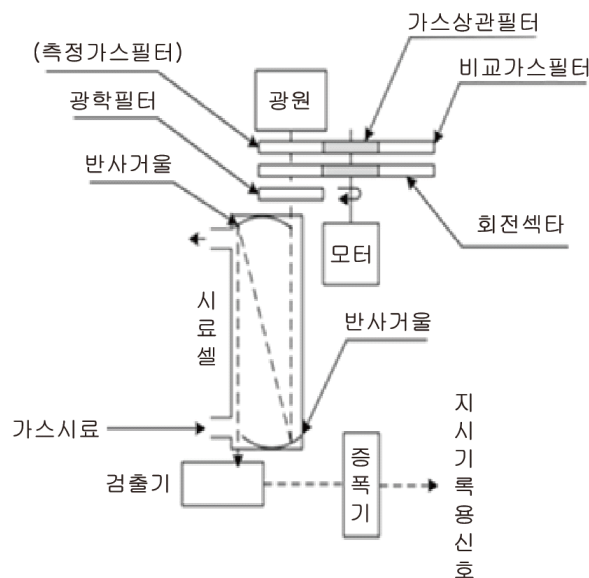


그림 3. 가스필터 상관 비분산적외선분광기 구성 (예)

3.4.1 적외선흡수 셀

3.4.1.1 적외선흡수 셀은 비분산적외선분광기에서 측정 대상물질의 유로를 형성하며 광원으로부터 복사된 적외선이 이 셀 내를 채운 시료에 의해 흡광이 일어나는 곳이다.

3.4.1.2 적외선흡수 셀 내의 양단에는 반사거울을 두어 입사된 복사선의 반복반사에 의해 통과거리를 늘려주도록 되어있으며 셀 내의 광 경로 통과거리는 10 m ~ 16 m이다. 셀 내에는 3 개의 구면 오목거울이 셀 양단에 설치되어 있으며, 열선이 장착되어 내부온도를 항온 (45 ℃ 정도)으로 유지시킨다.

3.4.2 가스필터

3.4.2.1 가스필터 (GFC, gas filter correlation)는 밀폐된 두 공간으로 나누어져 있다. 한쪽은 고농도의 기준가스를 충전시킨 기준 셀과 또 다른 한쪽은 질소 가스를 충전한 측정 셀로 구성된다.

3.4.2.2 광원에서 방출된 적외선 복사광이 일정속도로 회전하는 가스필터를 통과함으로써 기준 광과 측정 광을 순서적으로 발생시키고 이 두 광 신호를 비교하여 대상물질인 온실가스 농도를 측정함으로써 다른 방해성분에 의한 영향을 상관 (correlation) 효과로 제거할 수 있다.

3.4.3 적외선 검출기

적외선 흡수 파장영역 1.0 μm ~ 5.2 μm 대역에서 검출능이 좋은 PbSe 센서 등이 사용되며, 감응 특성을 좋게 하기 위하여 전자 냉각 장치가 장치되어 낮은 온도 (-25 ℃)에서 일정하게 유지되도록 한다.

3.4.4 셀 투과 창 (Cell window)

1.0 μm ~ 5.8 μm 적외선 파장 영역에서 우수한 투과특성을 갖는 대표적인 창 재료로는 NaCl, CaF₂, 사파이어 (sapphire) 등이 사용된다.

3.4.5 광원

3.4.5.1 광원은 흑체 발광을 이용한 것이다. 흑체 발광에 있어서 흑체의 온도가 올라갈수록 발광하는 적외선의 세기가 커진다.

3.4.5.2 온도가 지나치게 높아지면 불필요한 가시광선의 발광이 심해져서 적외선 분광기의 산란 광으로 작용하여 분광기를 교란시킬 우려가 있다.

3.4.5.3 따라서 적외선 및 가시광선의 발광량을 고려하여 광원의 온도는 1 000 K ~ 1 300 K 정도가 적당하다.

3.4.6 교정장치

지시부의 오차를 교정할 수 있는 장치가 있어야 하며 원격조절장치로 조작할 수 있어야 한다.

3.5 시료채취장치

시료의 연속적인 도입을 위하여 시료채취장치를 사용한다. 시료채취장치는 가스 채취구, 가스 흡입펌프, 여과재, 제습기, 트랩, 건조기, 압력계, 압력조절기, 유량계, 유량 조절기, 각종 배관·계통변환기 등을 시료의 종류와 상태에 따라 필요한 것을 조합하여 연결한 것이다.

측정가스의 유량과 온도 허용범위는 사용 목적에 따라 다르지만 일반적으로 유량은 0.2 L/min ~ 2.0 L/min이다. 허용 온도범위는 정해진 유량으로 가스를 도입할 때 원칙적으로 0 °C ~ 50 °C 사이로 한다.

시료채취장치는 측정을 방해하는 각종 고형 부유물이나 액체 부유물 등을 충분히 제거하여, 분광기의 성능을 유지할 수 있도록 만들어져야 한다.

3.5.1 시료 수집 및 처리 장치

3.5.1.1 시료 수집 및 처리 장치는 주로 여과재, 시료채취라인, 흡입펌프, 압력조절기, 온도 균형 장비, 제습 장치 등이 포함된다.

3.5.1.2 시료를 수집하고 온도 균형, 압력제어, 수분제거 및 건조를 수행한다.

3.5.1.3 시료는 흡입펌프에 의해 흡입되고, 여과재에 의해 여과되며, 대부분의 수분은 시료 제습 장치에 의해 제거된다.

3.5.1.4 이후 비분산적외선분광기의 압력 및 유량 제어 장치를 거쳐 시료 및 표준가스 선택장치로 들어간다.

3.5.2 펌프와 유량계측 시스템

유량계와 연결하여 10 L/min의 수준으로 시료를 채취할 수 있는 흡입펌프를 사용한다.

3.5.3 입자 필터

3.5.3.1 입자 필터는 유로의 막힘과 시료 셀의 오염에 의한 측정 오차의 발생 등, 분석기의 성능에 영향을 미칠 수 있는 시료 중에 함유되어있는 먼지 등 입자상 물질을 제거하기 위한 것으로서 유리섬유, 셀룰로오스 섬유 또는 합성수지제 필터 등을 사용한다.

3.5.3.2 입자 필터는 먼지 등의 입자상 물질의 부착량이 많아지면 대상물질 채취 손실, 시료 흡인 유량의 감소 원인이 되므로 정기적으로 교환한다.

3.6 성능 요구사항

3.6.1 시료 수집 및 처리 장치의 성능 요구사항

3.6.1.1 시료채취 유입구에서 비분산적외선분광기 본체까지 시료의 체류 시간은 5분을 초과하지 않아야 한다.

3.6.1.2 입자 필터는 입자 크기가 5 μm 이상인 입자를 제거할 수 있으며 스테인리스강 또는 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE, polytetrafluoroethylene) 필터 멤브레인을 사용하는 것이 좋다.

3.6.1.3 시료 및 표준가스는 장치에 들어가기 전에 온도 균형 및 압력 제어를 거쳐야

한다. 시료 및 표준가스 온도는 기본적으로 동일해야 하며 압력은 760 mmHg 수준이어야 한다.

3.6.1.4 제습 장치는 흡착이나 화학 반응이 없는 스테인리스강 또는 경질 유리를 사용하는 것이 좋다. 제습 장치의 수분 제거 효율은 99 % 이상이어야 한다.

3.6.1.5 시료채취 라인은 오염이나 흡착이 없어야 한다. 장시간 옥외에 두기 때문에 노화 및 부식에 강해야 한다.

3.6.1.6 시료채취 펌프는 폴리테트라플루오로에틸렌 재질이어야 하며, 오일을 사용하지 않는 다이어프램 펌프이어야 한다. 펌프의 유량은 5 L/min 이상이어야 한다. 시료채취 펌프 뒷면의 라인은 스테인리스강 등으로 만들어져야 한다.

3.6.2 시료 및 표준가스 선택장치

3.6.2.1 비분산적외선분광기에 들어가기 위해 시료 또는 표준가스를 설정하고 선택하는데 사용된다.

3.6.2.2 시료 및 표준가스 선택장치는 비분산적외선분광기의 측정 프로그램으로 조정 및 전환이 가능하여야 한다.

3.6.3 데이터 수집 및 처리장치

3.6.3.1 비분산적외선분광기 본체에는 기기의 내부 보정 정보에 따라 시료의 농도를 변환할 수 있는 자체 신호 수집, 저장, 변환 및 계산 기능이 있어야 한다.

3.6.3.2 신호 수집 장비는 시료의 이동, 비분산적외선분광기의 온도 및 기타 정보를 포함해야 한다.

3.6.3.3 비분산적외선분광기의 본체에는 일반적으로 검정곡선의 기울기 및 절편을 조정하여 측정값을 보정하고, 보정된 농도를 직접 출력할 수 있는 보정계수가 내장되어 있다.

3.6.3.4 외부 표준 방법을 사용하여 고농도 및 저농도 표준가스 (또는 보정된 농도)의 출력 농도를 표준값으로 지정하고, 이 농도들을 이용하여 검정곡선을 작성하여 기울기와 절편을 구해 기기의 측정값을 보정한다.

3.7 표시사항

측정기에는 다음 사항을 표시해야 한다. 단, 이들의 표시는 측정기에 분산하여 표시하여도 좋다.

3.7.1 제조업자명 또는 등록상표

3.7.2 제조업자가 부여한 측정기 모델명

3.7.3 제조번호

3.7.4 제조년월일

3.7.5 측정방법

3.7.6 측정범위

3.7.7 측정기 사용상 주의사항

3.7.8 전원의 종류, 전압 (V), 주파수 (Hz), 및 소요전력 (W) 또는 피상전력 (VA)

3.7.9 필요시 전송출력의 종류 및 사용서에 기재한 시험성적서를 첨부할 것

4.0 표준물질 (reference material)

4.1 표준가스 (reference gas)

분석할 때 표준이 되는 가스로 농도와 불확도가 확인이 되어있어야 한다. 농도에 대한 인증값의 소급성이 국가표준기관을 통하여 SI 단위로 표시된 가스를 의미한다. 교정 시에는 높은 농도 표준가스를 질소 또는 정제 공기로 일정비율 희석하여 사용할 수 있다.

4.2 제로가스 (zero gas)

측정하고자 하는 분석성분이 포함되어 있지 않은 기준 가스로서 측정·분석 방법 또

는 기기에 대하여 측정 범위의 바탕 시험값을 보정하기 위한 가스이다. 제로가스는 분광기 각 측정범위의 0 %인 가스를 의미한다.

4.3 스펠가스 (span gas)

교정에 사용되는 기준 가스로서 직선성이 양호한 측정·분석 방법 또는 기기에 대하여 검정곡선의 기울기 또는 감응인자를 교정하기 위한 가스를 뜻한다. 스펠가스는 분광기 각 측정범위의 80 % ~ 100 % 수준인 표준가스를 의미한다.

4.4 교정용 가스

4.4.1 분광기의 교정은 농도를 알고 있는 교정용 가스를 사용한다. 교정용 가스로는 제로가스 (zero gas) 와 스펠가스 (span gas)가 필요하다.

4.4.2 교정용 가스는 성분농도가 안정되어 있고, 교정치의 정확도가 확보되어 있으며 신뢰성이 있는 것이어야 한다. 특히 고압용기에 저장되어 있는 것은 충전압력이 떨어져 성분농도가 변하지 않는 것이어야 한다.

4.4.3 교정용 가스로는 목적 성분에 질소와 같은 다른 가스를 혼합한 두 성분 혼합가스가 많이 사용되지만, 분광기의 사용 목적에 따라서는 두 성분 혼합가스나 여러 성분 혼합가스를 사용할 수도 있다.

4.4.4 혼합가스를 조제할 때 목적 성분 가스의 농도가 0.1 % 이하일 때는 용기표면의 가스흡착 영향을 제거할 수 있는 방법을 충분히 검토해야 한다.

4.4.5 교정치의 결정에는 필요에 따라 각종 분석법에 병용하여 충분히 신뢰성이 있도록 한다.

5.0 시료채취 및 관리

5.1 시료채취 조작

시료채취 조작은 다음과 같이 한다.

5.1.1 여과재의 상태, 입력시간 및 날짜를 확인한다.

- 5.1.2 시료 측정 장소별로 고유번호를 부여하여 측정 시 기록 등을 구별한다.
- 5.1.3 시료 도입부에서 시료의 누출 여부와 측정기기의 유량과 압력을 확인한다.
- 5.1.4 전원을 넣어 분석물질 농도의 지시값이 안정될 때까지 충분히 예열한다.
- 5.1.5 측정기기의 여러 가동 수치를 빠르게 조절하기 위해 제조사의 취급 설명서를 따른다.
- 5.1.6 시료를 채취하여 기록장치로 농도를 기록한다.
- 5.1.7 시료채취 및 측정 중간에도 측정기기의 상태를 확인하여 고장 등 긴급한 상황 발생 시에는 신속한 조치를 취해야 한다.

5.2 장치의 설치

- 5.2.1 부식성 가스가 없고 먼지가 적은 곳이어야 한다.
- 5.2.2 측정 파수 범위에 흡수를 나타내는 가스가 적은 곳이어야 한다.
- 5.2.3 상대 습도는 60 % 이하이고 변화가 적은 곳이어야 한다.
- 5.2.4 실온은 15 ℃ ~ 30 ℃로서 온도 변화가 적은 곳이어야 한다.
- 5.2.5 직사광선이 닿지 않아야 한다.
- 5.2.6 진동이 적은 곳이어야 한다.
- 5.2.7 전원의 전압 및 주파수의 변동이 적은 곳이어야 한다.
- 5.2.8 전자 유도의 영향을 주는 장치가 근처에 없어야 한다.
- 5.2.9 전원에 고주파나 스파이크 상태의 잡음이 적은 곳이어야 한다.

5.3 측정조작

5.3.1 장치의 취급은 취급 설명서 등에 따른다. 장치를 사용할 때는 미리 정한 일정한 기준에 따라 장치 점검을 하고 이상이 없다는 것을 확인한 후 전원을 넣고 예비 운전하여 장치를 안정화한다.

5.3.2 표준가스를 주입하여 측정값의 정확도를 확인하고, 반복 정밀도 등이 정해진 값 범위 내에 있다는 것을 확인한다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

6.1 측정의 정도관리

6.1.1 측정품질요소 관리

측정품질요소는 매 측정 시에 얻어지는 것과 교정주기에 따라 주기적으로 관리되어야 하는 항목이 있다. 다음의 품질요소에 대하여 주기적인 실험을 실시하고 품질요소를 관리 기록한다. 측정품질요소는 다음과 같다.

6.1.1.1 시료 측정의 반복성

6.1.1.2 바탕시험 값 측정의 반복성

6.1.1.3 교정범위 값 측정의 반복성

6.1.1.4 측정기의 직선성

6.1.1.5 교정주기 내의 변동성

6.1.1.6 교정용 표준가스 농도 값의 불확실성

6.1.1.7 유량 안정성

6.1.2 측정기의 유지관리

비분산적외선분광기 측정기 내부의 중요한 부품의 성능을 조사하고 필요에 따라 교환한다. 점검 결과를 품질요소와 함께 기록한다. 유지관리에 요구되는 정도관리 요

소는 다음과 같다.

6.1.2.1 시료 입자 필터 교환 상태

6.1.2.2 시료 대기의 유량 점검

6.1.2.3 시료 온도, 압력 점검

6.1.2.4 자료수집장치 기록/전송상태 확인

6.1.2.5 검출기의 안정성 점검

6.1.2.6 교정용 표준가스에 의한 주기적인 측정기 교정

6.2 교정절차

측정기의 전체 부분을 점검한다. 특히 가스가 새는지 여부를 확인하고 순서에 따라 전원을 넣고 기기 매뉴얼에 따라서 시료대기 유량 및 기타 측정 조건을 조정한다. 측정기가 정상 상태에 도달하면 다음 방법에 의해 측정기를 교정한다.

6.2.1 제로가스를 설정 유량으로 도입해서 지시값 안정 후 영점 조정을 한다.

6.2.2 스펠가스를 설정 유량으로 도입해서 스펠 조정을 한다.

6.2.3 필요에 따라 제로 및 스펠 교정값이 각각 일치할 때까지 반복 수행한다.

6.2.4 교정주기는 원칙적으로 주 1 회 이상으로 한다.

6.2.5 교정용 가스는 제로가스로서 정제된 공기 또는 고순도 질소가스 (순도 99.999 %이상, 성분가스 함유량 0.2 nmol/mol 이하)를 사용하며, 스펠가스로서 표준가스와 제로가스의 회석가스로 최대 눈금의 80 % ~ 100 %의 농도의 것을 사용한다.

7.0 분석 절차

7.1 측정방법

7.1.1 일반적으로 분자는 적외선의 조사를 받으면 그 분자 고유의 진동 및 회전스펙트럼에 해당하는 고유 파장대의 전파에 의해 여기되어 그에 대응하는 스펙트럼선에 흡수된다.

7.1.2 비분산적외선분석법은 적외선 흡수파장대를 갖는 가스에 적외선을 투과하여 그 분자 고유의 적외선 흡수 에너지를 검출하여 가스의 농도를 측정하는 방법이다. 보통 사용되는 파장범위는 1 μm ~ 12 μm 영역이다.

7.1.3 각 가스농도에 따른 적외선 흡수 정도는 램버트-비어의 법칙을 만족하며 농도와 적외선 통과거리의 곱 및 그 가스 고유의 흡수계수에 의해 결정되고 지수함수적으로 변화하며 다음 (식 1)과 같은 관계식을 따른다.

$$I = I_0 e^{-acl} \quad (\text{식 1})$$

여기서, I = 측정 시료를 통과한 적외선 세기

I_0 = 기준 시료를 통과한 적외선 세기

a = 가스의 흡수계수

l = 광속 통과거리 (path length)

c = 농도

7.1.4 비분산적외선분광기의 검출 성능은 고에너지 광원의 사용, 고감도 검출 센서의 선택, 전자적인 신호의 증폭 및 S/N비의 확장방법 등이 고려될 수 있으나 가장 영향이 큰 요소는 적외선 복사선의 통과 거리이다.

7.1.5 비분산적외선 광학흡수 셀은 측정 대상가스의 유로를 형성하며 광원으로부터 복사된 적외선이 이 흡수 셀 내를 통과하며 시료에 의해 광흡수가 일어나도록 되어있다.

7.1.6 셀 내의 양단에 반사거울을 두어 입사된 복사선의 반복반사에 의해 복사선의 통과거리를 늘려 줌으로서 분광기의 검출 성능을 높일 수 있다. 흡수 셀의 복사선 통과 거리가 10 m ~ 16 m일 때 분광기의 검출한계를 0.5 $\mu\text{mol/mol}$ 까지 낮출 수 있다.

7.2 측정 대상 성분의 적외선 흡수 파장대역

비분산적외선분광기에서 측정 가능한 주요 성분 가스의 적외선 영역 고유 흡수 파장 대역은 다음 표 1과 같다.

표 1. 주요 오염물질의 적외선 영역 흡수 파장 대역 예시

| 측정 대상 성분 | 흡수 파장 대역 (μm) |
|------------------|---------------|
| CO ₂ | 4.25 |
| CH ₄ | 3.3 |
| N ₂ O | 4.5 |

7.3 측정절차

기기 사용설명서의 운전 절차에 따라 전원을 넣고 시료대기 유량 및 기타 측정 조건이 안정될 때까지 필요한 조정을 한다. 측정기가 정상 상태에 도달하면 다음 방법에 의해 측정절차에 들어간다.

7.3.1 분광기가 안정되면 제로가스와 스펠가스를 사용하여 최저 눈금값과 최고 눈금값을 교정한다.

7.3.2 시료를 도입하여 연속적으로 측정한다. 측정값을 지시 또는 기록되도록 한다.

8.0 참고 자료

8.1 ES 01204.a, 대기오염공정시험기준 “비분산적외선분광분석법”, 국립환경과학원 (2021)

8.2 EPA Environmental technology verification report, “Gas filter correlation Non disperse Infrared analyzer”, EPA (2001)