대기오염공정시험기준 ES 01526.1

플레어가스 발열량 - 질량분석법

2022

(Heating value in flare stack Gas - Mass Spectrometry)

1.0 개요

1.1 목적

이 시험 기준은 석유 정제시설, 석유화학 제조, 철강 제조시설 등의 플레어스택으로 유입되는 폐가스 (이하 플레어가스, flare stack gas)를 질량분석기를 이용하여 플레어가스의 총 발열량 및 성분 조성을 측정하는 방법에 관하여 규정한다.

1.2 적용 범위

이 시험 기준은 플레어가스의 총 발열량을 연속적으로 자동 측정하는 방법이며, 적용범위는 0 kcal/Sm^3 ~ 15 000 kcal/Sm^3 (0 BTU/Sft^3 ~ 1 700 BTU/Sft^3)로 한다.

측정대상 플레어가스 조성은 표 1에 나타나 있으며, 대상 시설에서 발생 되는 주요 플레어가스 조성이 표 1과 다를 경우에는 실제 배출되는 플레어가스 조성을 확인하여 적용하여야 한다.

표 1. 측정대상 가스 조성(예)

성분	질량 Mol. Wt.	총 농도 발열량 (GCV) BTU/Sft^3	총 농도 발열량 (GCV) kcal/Sm^3	시험 표준 가스 조성 (volume %)
아세틸렌(C_2H_2)	26.04	1,404	12,502.76	2.5
벤젠(C_6H_6)	78.11	3,591	31,978.22	1.3
1,2-뷰타다디엔(C_4H_6)	54.09	2,794	24,880.86	2.0
1,3-뷰타다디엔(C_4H_6)	54.09	2,690	23,954.73	2.0
i-뷰테인(C_4H_{10})	58.12	2,957	26,332.39	1.8
n-뷰테인(C_4H_{10})	58.12	2,968	26,430.34	1.8
cis-뷰테인(C_4H_{10})	56.11	2,830	25,201.44	1.6
i-뷰틸렌(C_4H_8)	56.11	2,928	26,074.14	1.8
trans-뷰틸렌(C_4H_8)	56.11	2,826	25,165.82	1.7
이산화탄소(CO_2)	44.01	0	0	10
일산화탄소(CO)	28.01	316	2,814.01	12.5
시클로로프로판(C_3H_6)	42.08	2,185	19,457.65	2.4
에탄(C_2H_6)	30.07	1,595	14,203.64	3.0
에틸렌(C_2H_4)	28.05	1,477	13,152.84	2.7
수소(H_2)	2.02	1,212	10,792.98	4.0
황화수소(H_2S)	34.08	587	5,227.295	4.0
메테인(CH_4)	16.04	896	7,978.97	5.0
메틸아세틸렌(C_3H_4)	40.06	2,088	18,593.85	1.7
질소(N_2)	28.01	0	0	10
산소(O_2)	32.00	0	0	1
펜탄(C5+)(C_5H_{12})	72.15	3,655	32,548.15	1.4
프로파디엔(C_3H_4)	40.06	2,066	18,397.94	2.16
프로페인(C_3H_8)	44.10	2,281	20,312.54	2.1
프로필렌(C_3H_6)	42.08	2,150	19,145.97	2.4
수분(H_2O)	18.02	0	0	1
황화카르보닐(COS)	60.08	58.46	520.59	0.01
이황화탄소(CS_2)	75.14	117.78	1,048.84	0.01
톨루엔(C_7H_8)	92.14	420.96	3,748.69	0.01
자일렌(C_8H_{10})	106.17	490.1	4,364.39	0.01

2.0 용어 정의

2.1 순발열량 (NCV, net calorific value)

순발열량이란 측정 대상 가스를 모두 연소시킨 발열량에서 열로써 이용할 수 있는 수분의 증발 잠열을 뺀 유효 발열량을 말한다.

2.2 총발열량 (GCV, gross calorific value)

총발열량이란 측정 대상 가스가 연소 후 온도가 100 ℃ 이하로 낮아지면서 연소 가스 중 수증기가 응축되어 방출된 잠열을 포함한 발열량이다.

총발열량 = 순발열량 + 수증기 잠열

2.3 실제 발열량 (AHV, actual heating value)

실제 발열량이란 측정 대상 가스가 완전 연소할 때 생성되는 열량을 말한다.
표준 상태에서 단위 부피 (1 Nm^3)를 기준으로 연소할 때 발생하는 열량을 kcal 또는 BTU로 각각 표기한다.

실제발열량 = 이상발열량 / 압축인자

2.4 이상발열량 (ideal calorific value)

이상발열량은 이상기체법칙(Ideal Gas Law)에 따라 계산되는 표준 발열량이며 표. 1과 같이 표준 발열량 값이 정해지며 온도에 따라 달라진다.
표 1은 개별 가스에 대한 표준 발열량이며 온도 25 ℃ 연소 기준이다.

2.5 압축 인자 (compressibility factor)

압축 인자는 단위 부피의 기체에 760 mmHg의 압력을 가했을 때 생기는 수축률이며 압축 정도에 따라 물질의 부피가 변화하기 쉬운 정도를 나타내는 수치이다.

2.6 교정가스 (calibration gas)

공인기관의 보정치가 제시되어 있는 표준가스로 플레어 가스 성분과 유사하게 혼합된 교정가스와 단일 성분으로 이루어진 교정가스를 사용한다.

2.7 응답시간 (response time)

시료채취부를 통하지 않고 표준 저농도 시료인 헬륨(He:99.999%)을 도입한 후, 혼합 교정가스를 도입하여 최종 지시값이 90 %에 도달하기까지의 시간을 응답시간으로 한다.

3.0 분석기기 및 기구

분석시스템의 구성은 그림 1과 같이 시료 채취관, 시료 이송관, 시료 전처리장치, 질량 분석기, 데이터 처리 장치 등으로 이루어져 있으며, 분석시스템의 설치 예를 그림 2에 나타냈다.

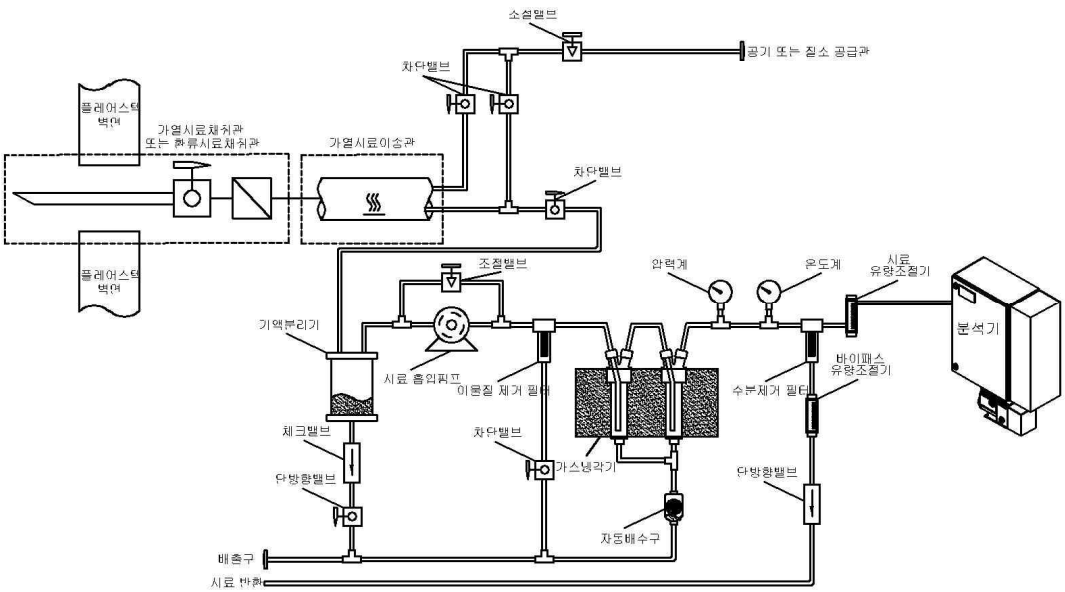

그림 1. 분석시스템의 구성

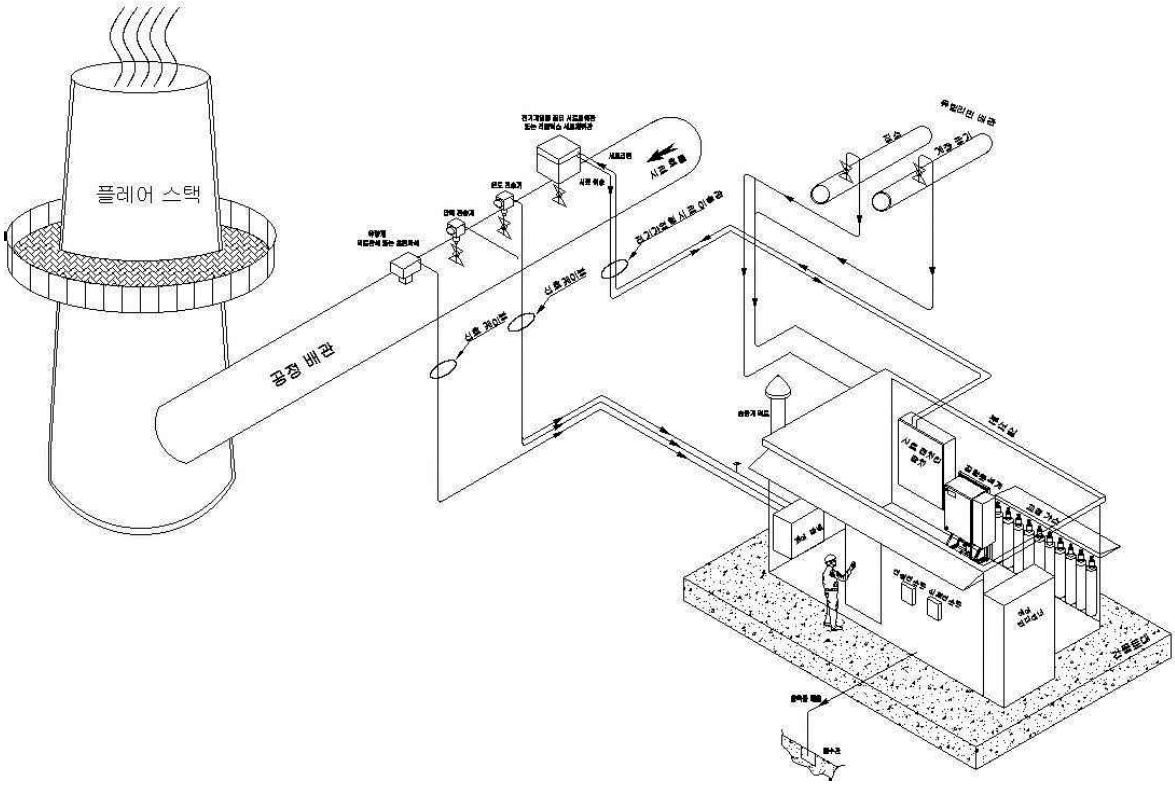

그림 2. 분석시스템의 설치 예시

3.1 시료 채취관

플레어가스 시료 채취는 개방형 시료 채취관 (open sample probe), 가열형 필터 시료 채취관 (heated sample probe with filter), 환류 시료 채취관 (reflux sampler) 등을 사용해 시료를 채취한다.

3.1.1 시료 채취관의 종류

3.1.1.1 개방형 시료 채취관

개방형 시료 채취관 (open sample probe)은 일반적으로 플레어가스의 시료를 채취할 때 사용하며, 이물질 및 미립자 등이 적고 비교적 깨끗한 시료를 채취할 때 사용한다. 공정 설비의 배관 및 플레어가스의 시료 성질과 유속, 온도, 압력 등 조건에 따라 재질이 선택되며, 부식성 성분이 있는 곳에 사용한다.

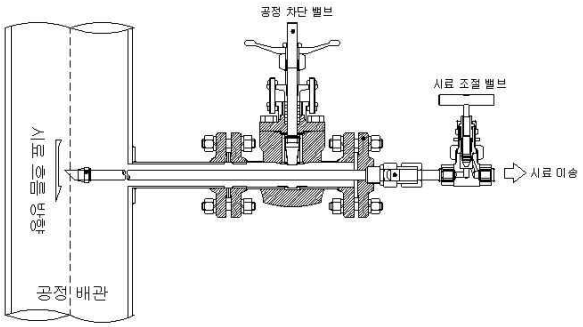

그림 3. 개방형 시료 채취관

3.1.1.2 가열형 필터 시료 채취관

가열형 필터 시료 채취관 (heated sample probe with filter)은 수분이 많고 미립자 및 이물질이 많은 곳에 사용된다. 공정 설비의 배관 및 플레어가스의 유속, 온도, 압력 등 조건에 따라 재질이 선택되며, 넓은 여과면적의 다공성 필터 (porous filter)가 장착되어야 한다. 필터에 사용되는 재질은 다양하다. 일반적으로 스테인리스강 및 세라믹, 탄소 등의 분말체를 소결 처리한 형태를 많이 사용하며 다공 크기는 5 ㎛ ~ 15 ㎛ 이다.

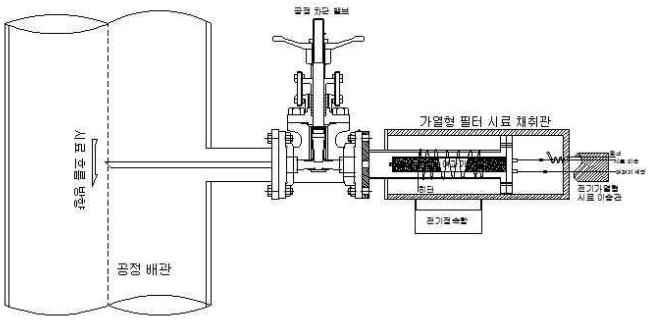

그림 4. 가열형 필터 시료 채취관

3.1.1.3 환류 시료 채취관

환류 시료 채취관 (reflux sampler)은 시료 성상이 탁하고 끈적거리며 젖은 시료를 채

취할 때 많이 사용한다. 시료의 10 % ~ 15 %는 기기에 주입되고, 시료 분석에 필요하지 않은 성분은 환류 관 (reflux tube)을 통해 공정 설비의 배관 및 플레어스택 안으로 되돌려진다.

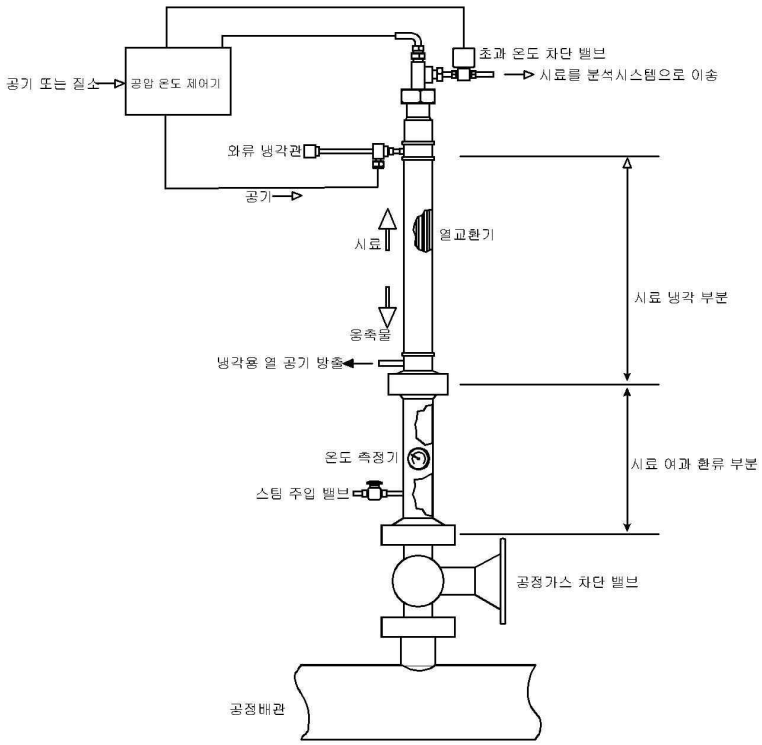

그림 5. 환류 시료 채취관

3.2 시료 이송관

3.2.1 시료 이송관의 크기와 길이

시료 이송관의 길이는 시료의 이송 시간 지연을 최소화할 수 있도록 가능한 한 이송 길이가 짧게 하는 것이 좋다. 대부분의 시료 이송관의 외부 직경은 6.35 mm (0.25 inch) ~ 12.7 mm (0.5 inch)의 관 (tube)을 많이 사용하며 관의 두께는 보통 0.89 mm (0.035 inch)이다.

3.2.2 시료 이송관의 재질

시료 이송관의 재질은 스테인리스강관 사용을 원칙으로 하며, 플레어가스 성분에 따라 반응이 이루어지지 않는 재질을 사용한다(예, SUS304 또는 SUS316). 테플론 계열, 특수합금 및 플라스틱 재질은 기체의 압력, 온도 상태와 공정 유체가 재질의 허용 범위

내에 있을 때 사용할 수 있다.

3.2.3 시료 이송관의 가열

가열 (heat tracing)은 시료 이송관의 단열재 내부에 스팀, 뜨거운 물 또는 전기 가열 열선 등을 열전도 매개체로 하며, 하나 또는 두 개 이상의 관 (tube)을 포함한다. 이것을 시료 묶음관 (sample bundle line)이라고도 한다. 시료 조건에 따라 시료 이송관의 온도는 100 ℃ ~ 150 ℃로 설정한다.

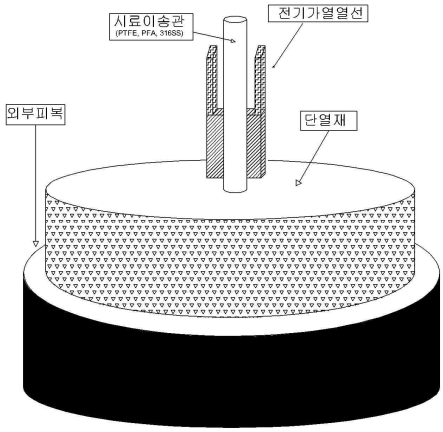

그림 6. 전기 가열 시료 이송관

3.3 시료 전처리장치

3.3.1 시료 주입 조건

일반적으로 측정기기는 적정한 온도 (0 ℃ ~ 50 ℃)와 압력 (0 kg_f/cm^2 ~ 2 kg_f/cm^2)에서 단일 상 (single phase)으로 구성된 시료를 분석하기에 적합하다. 따라서, 공정 설비의 배관에서 채취되는 거의 모든 시료는 측정기기 투입 전에 적절한 시료 전처리 장치 (SCS, sample conditioning system)가 필요하다.

3.3.2 시료 전처리장치의 기능

전처리장치는 다음과 같은 기능이 요구된다.

3.3.2.1 측정기기에서 요구, 충족되는 조건으로 온도, 압력 그리고 유량 등이 제어된

최적의 시료를 측정기기로 보내야 한다.

3.3.2.2 분진 (dust)과 미립자 (particle), 작은 물방울, 증기, 오염물질을 제거할 수 있어야 한다.

3.3.2.3 분석된 시료와 그 밖의 다른 폐기물 등을 안전하게 처리해야 한다.

3.4 측정기기 (질량분석기)

3.4.1 기본 구성과 원리

질량분석기는 시료 가스를 이온화 시키는 이온화원 (ion source), 이온들을 분리시키는 질량 필터 (mass filter), 측정값을 도출하는 검출기 (detector)로 구성된다.
시료 가스는 이온화원 (ion source)에서 전자이온화 (EI, electron ionization) 또는 화학이온화 (CI, chemical ionization) 등의 과정을 통해 다양한 분자 (molecule), 조각 (fragment) 및 원자 (atom) 이온들로 대전 (양이온화)되고, 자기장 세기 (magnet field) 또는 전기장 세기 (electric field)에 의해 질량 대 전하 비 (m/z)로 분리되며 검출기로 이동해 일련의 피크 (peak)로 측정된다.
이온들의 질량 대 전하 비를 200 이하로 분석하고, 각 성분당 측정 시간은 0.1 초~1 초 이내이며, 측정 질량 범위 (scan range)는 1 amu ~ 200 amu이다.

3.4.2 이온화원 (ion source)

시료가스를 이온화시키는 방법에는 전자이온화 (El, electron ionization)와 화학 이온화 (chemical ionization)가 있다.

3.4.2.1 전자 이온화 (EI, electron ionization)

시료가스에 이온화원 (ion source)내 필라멜트에서 발생된 전자(electron)를 가해 주고 시료가스 내 분자에서 전자를 떼어내어 이온화시키는 방법이다. 45 eV ~ 70 eV의 높은 에너지가 사용되며 다양한 조각이온 (fragment ion)이 형성된다.

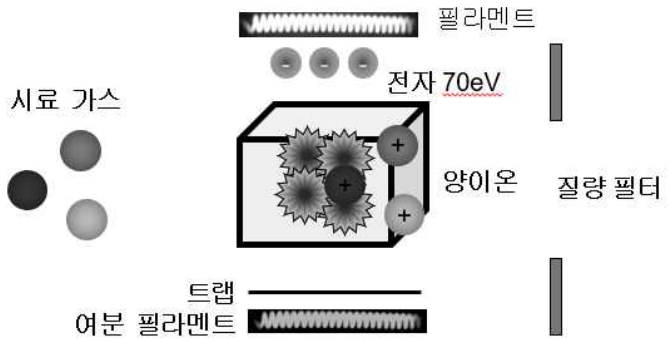

그림 7. 전자 이온화 (EI, electron ionization)

3.4.2.2 화학 이온화 (chemical ionization)

시료가스내 분자가 이온화원 (ion source)내 시약 기체에서 발생된 이온과 화학적으로 반응하여 이온화되는 방법이다. 전자 이온화보다 적은 에너지를 사용하며 시료가스로는 메탄이 사용된다.

3.4.3 질량 필터 (mass filter)

이온화된 시료가스를 질량 대 전하 비 (m/z)로 분리시키는 방법에는 자기 섹터 (magnetic sector)와 사중극자 (quadrupole)가 있다.

3.4.3.1 자기 섹터 (magnetic sector)

시료가스에서 이온화된 이온들이 자기장 영역을 통과할 때 이온의 질량 대 전하 비 (m/z)에 따라 부채꼴 모양의 고유한 이동 궤적을 형성한다. 이온의 질량 대 전하 비가 작을수록 자기장에 의해 휘어지는 정도가 커지고 이온의 질량 대 전하 비가 클수록 휘어지는 정도가 작아진다. 자기섹터는 자기장의 세기를 가변시켜 이온들을 분리하는 방법이다.

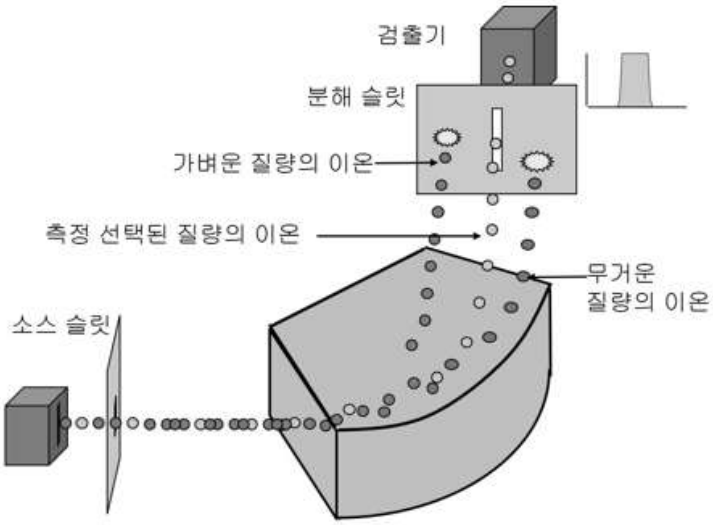

그림 8. 자기 섹터 (magnetic sector)

3.4.3.2 사중극자 (quadrupole)

평행한 막대 4개로 구성된 사중극자를 가진 전기장을 형성하여 특정한 질량 대 전하 비 (m/z)를 가진 선택된 이온만이 사중극자를 통과하고 다른 이온들은 사중극자와 충돌한다. 자기섹터와 달리 직류와 교류 전압을 변화시켜 질량 대 전하 비에 따라 이온들을 분리하는 방법이다.

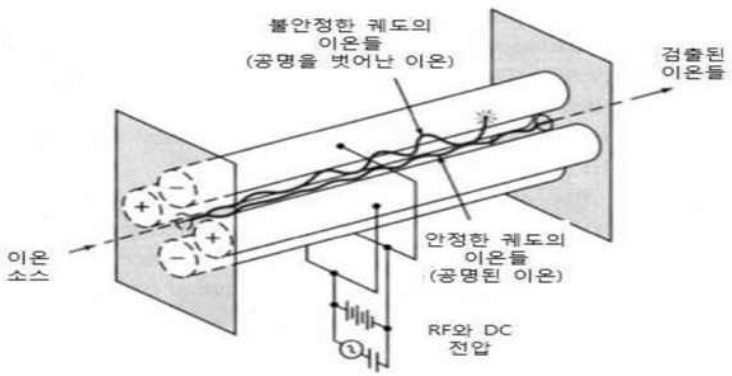

그림 9. 사중극자 (Quadrupole)

3.4.4 검출기 (detector)

질량 필터를 통과한 선택된 이온들은 검출기 (detector)에서 질량 스펙트럼으로 (mass

spectrum) 변환된다. 검출기 종류로는 수십 ppm에서 100 % 까지 검출이 가능한 패러데이 컵 (faraday cup)과 수 ppb에서 수천 ppm 까지 검출이 가능한 전자 증배관 (electron multiplier)이 있다.

3.4.5 데이터 처리 시스템

질량 대 전하 비 (m/z)로 분리된 각 가스 성분 이온빔들은 이온 검출기에 의해 일련의 피크 (peak) 강도가 전류 형태로 검출되며 이를 증폭하여 전압으로 변환한 후 디지털 신호로 변환하여 내부에 장착된 중앙처리시스템에 의해 기록, 저장되며 이를 통신 전용 언어를 적용하여 데이터를 처리한다.

4.0 시약 및 표준용액

4.1 표준 시료 (혼합가스)

표준 시료는 측정대상 성분이 측정범위 이내로 혼합된 가스를 의미한다. 경우에 따라서는 대체되는 성분을 이용할 수도 있다.

5.0 시료 채취 및 관리

5.1 시료 채취관

5.1.1 시료 채취 위치 선정

시료 채취관의 설치 장소는 관련 장치 설치와 유지보수를 위해 사용자의 접근이 쉬운 곳이어야 하며, 설치 위치를 잘못 선정하면 시료 채취는 대표성을 지니지 못하고 시료 이송의 시간 지연과 막힘 (plugging)의 원인이 된다.

5.1.2 시료 채취관 설치 시 주의사항

공정 배관 및 플레어스택 상에서 청결하고 대표성을 지닌 시료를 채취하기 위해서 다음 사항을 고려한다.

5.1.2.1 여러 개의 시료를 채취하는 다중 상 (multi-phase) 시료 채취는 되도록 피한다.

5.1.2.2 두 개 이상의 공정 시설 배관이 합쳐지는 지점에 근접한 시료 채취관은 완전히 혼합되지 않은 시료를 채취할 우려가 있으므로 피한다.

5.1.2.3 압력감소 밸브 (pressure reducing valve)와 다운스트림 (downstream)[1] 사이는 혼합된 상 (mixed-phase)의 문제가 발생할 수 있으므로 피한다.

5.1.2.4 시료의 채취는 거품 (bubble)이나 분진 (dust) 등이 최소화된 공정 시설의 배관 부근에서 이루어져야 한다.

5.1.2.5 가스나 증기 시료 채취는 먼지와 액체의 주입을 최소화하기 위해 시료 채취관이 공정 배관의 상부에 위치해야 한다.

5.1.2.6 시료 채취관은 배관 안쪽 표면의 축적된 물질에 따른 오염을 방지하기 위해 배관 안쪽 표면으로부터 떨어진 곳에서 시료를 채취해야 한다.

5.1.2.7 시료 채취 시 시료채취 관의 위치는 시료 배관 라인의 지름 (덕트 지름) 1/3 ~ 1/2 지점에서 채취한다.

5.1.2.8 공정 시설의 배관이 굽어 와류가 형성되는 위치는 피한다.

5.1.2.9 공정 시설의 배관이 주변 시설로부터 진동의 영향을 받는 위치는 피한다.

5.1.2.10 공정 처리 중에 발생하는 수분 및 이물질 (타르, 황, 오일, 분진 등)을 제거하는 냉각기, 집진기, 이물질 처리 장치의 전단을 피한다.

---

[1] 다운스트림 (downstream): 제품을 생산하기 위해 여러 단계를 거치는 공정.

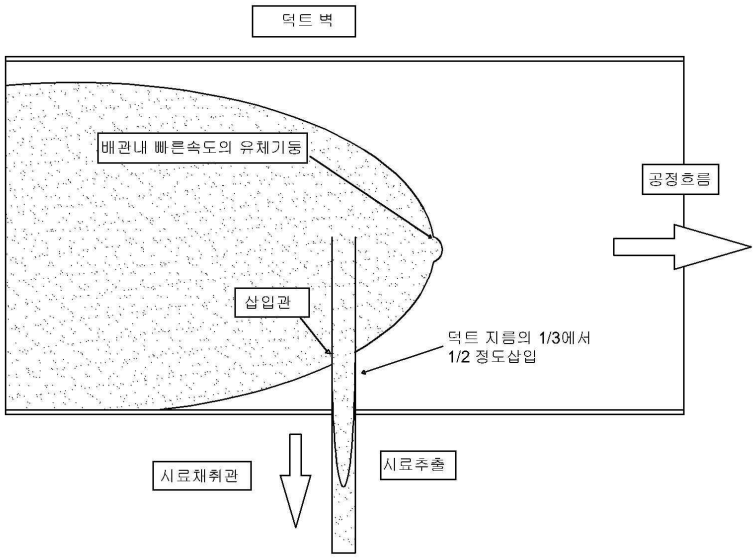

그림 10. 시료 채취 시 채취관의 위치

5.1.3 빠른 시료채취관 사용

빠른 시료채취관의 사용은 실시간으로 변화하는 시료에 대응하여 시료의 이송시간을 단축시키고 측정기기가 시료 변화를 신속히 분석하는데 목적이 있다.
분석기와 연결되는 시료 전처리장치가 시료 채취관에서 먼 거리에 위치하면 시료 이송관이 길어지게 되고 시료 운송지연 (lag time)을 초래한다.
이러한 운송지연을 최소화하기 위한 최적의 방법은 측정기기의 주입구로 유입되는 유량을 충분히 확보한 후 분석에 필요한 시료량을 제외하고 공정 배관의 저압력 지점으로 되돌리는 빠른 시료채취관 (fast loop)을 사용하는 것이다. 빠른 시료채취관의 유량은 측정기기 요구 유량보다 훨씬 크게 설정되며 사용자의 요구와 공정 변화도에 따라 응답시간을 고려해 정확히 계산하여 결정한다.

5.1.3.1 빠른 시료채취관 일반적인 사용 조건

빠른 시료채취관 배관의 구성은 시료가 잘 순환되도록 공급 배관의 압력보다 회수배관의 압력이 낮아야 한다. 시료펌프 (sample pump)를 사용해 시료를 흡입하고 시료펌프의 토출 압력으로 회수배관으로 돌려져야 한다. 회수배관의 압력이 공급 배관의 압력과 같거나 높으면 승압펌프와 배출기 (ejector)를 사용해 시료를 회수 배관으로 넣어 시료의 순환이 원활하게 이뤄지도록 해야 한다.

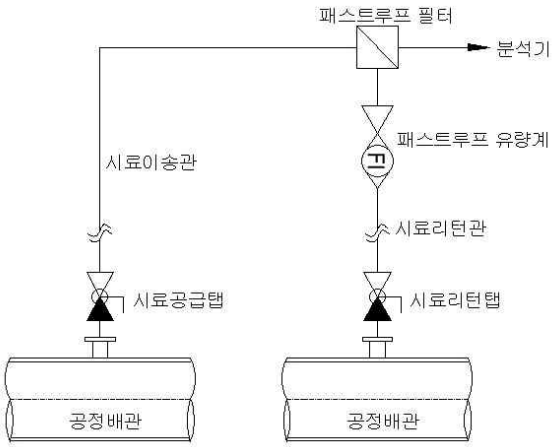

그림 11. 기본적인 빠른 시료채취관 구성

5.2 시료 이송관

5.2.1 시료 이송관의 설치 시 유의사항

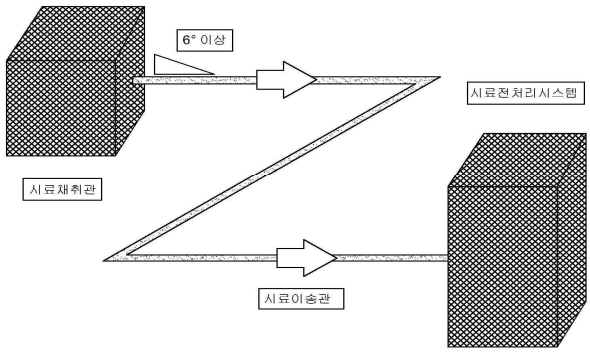

그림 12. 시료 이송관 설치

5.2.1.1 시료 이송관 (sample transfer line)은 관의 양쪽 끝이 대기에 노출되었을 때 양쪽에서 모두 시료가 배출될 수 있도록 설치해야 한다.

5.2.1.2 시료 이송관은 모든 지점에서 아래로 향하는 경사각 (slope)이 6° 이상 기울어지게 설치하는 것이 바람직하다.

5.2.1.3 시료 이송관의 끝 (낮은) 지점에 경사도가 없으면 응축액이 고여 측정기기의 작동 오류 및 부식과 결빙 문제가 발생할 수 있다.

5.2.1.4 시료 이송관에서 연속적 또는 간헐적인 액체의 응축으로 끝 (낮은) 지점에 미치는 영향을 최소화하기 위한 수단은 수동 또는 자동으로 배수되는 응축물 수집기 (knock-out pot)를 설치하며, 항상 시료의 이슬점 이상의 온도를 유지하기 위해 시료 이송관에 가열 장치를 설치한다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

6.1 분석 전 준비

분석시스템의 전원을 켠 후 각 부분의 기능과 지시 기록부를 안정시킨다.

6.1.1 장치 준비

측정기기를 시험하기 전 하루 정도 장비를 동작시켜 시스템이 안정된 상태가 되도록 한다.

6.1.1.1 측정기기가 완전히 안정화된 후 기준이 되는 표준에 따라 점검을 실행하여 분석기의 반복성을 도출한다.

6.1.1.2 측정기기는 시험 전 교정하는 것을 권장한다.

6.2 표준 시료 및 장치 준비

6.2.1 표준 시료 (혼합가스) 준비

표준 시료는 측정대상 성분이 측정범위 이내로 혼합된 가스를 의미한다. 경우에 따라서는 대체되는 성분을 이용할 수도 있다.

6.2.1.1 표준 시료 용기는 상온 (15 ~ 25) ℃ 에서 취급되어야 한다.

6.2.1.2 점성과 끈적거리는 성분 (예: 황 성분)은 낮은 온도에서 실린더 내에서 흡착되어 제조된 농도의 실제 값이 측정되기까지 상당한 시간이 걸릴 수 있다.

6.2.1.3 표준 시료 용기에서 장치 입구까지는 스테인리스강 또는 테플론 (PTFE) 재질의 튜브를 연결하여야 한다.

6.3 교정방법

교정은 측정 전에 수행하고, 교정주기는 원칙적으로 월 1 회로 하며, 아래 같은 경우에도 교정을 실시한다.

6.3.1 분석시스템을 처음 구매했을 때

6.3.2 감응 특성에 영향을 주는 유지보수를 했을 때

6.3.3 각 시료 채취의 전과 후 또는 분석시스템을 연속적으로 사용하는 경우에는 정기적으로 교정을 수행

6.4 내부정도관리 주기

내부정도관리의 반복성 측정 주기는 분석 시스템 설치 후 연 1 회 이상 측정하는 것을 원칙으로 하며, 분석 장비의 수리나 주요 변동 사항이 발생한 경우에는 수시로 수행한다. 단, 장비를 청소하거나 측정 장비의 감도가 의심될 때에는 언제든지 측정, 확인해야 한다.

6.5 반복성

분석 시스템을 충분히 안정화 시킨 후 측정기기 교정을 실시한다. 표준 혼합가스를 도입하여 지시값을 기록하고, 이 과정을 5 회 이상 반복하여 다음 식에 따라 표준 혼합가스에 대한 반복성 표준편차를 각각 구하여 큰 값으로 한다.

$$\text{반복성}(\%) = \frac{\sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(C_i)^2 - \dfrac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n}C_i)^2}{n-1}}}{\text{분석한농도}} \times 100 \qquad \text{(식 1)}$$

여기서, C_i : i 번째 지시값

n : 시험회수

6.6 정도 관리 시험 방법

측정기기의 교정 주입구에 적합한 시료 이송관을 연결하고 표준 가스 시료를 사용해 누출 여부를 확인하고, 표준 시료 용기 (standard gas cylinder)의 주 밸브를 열고 압력 조절계로 2차 압력을 1 kg_f/cm^2 ~ 2 kg_f/cm^2 정도로 조절한다. 측정기기 운용 소프트웨어에서 표준 가스 시료가 연결된 교정 주입구를 열고 측정기기로 들어가는 표준 가스 시료의 유량이 200 mL/min ~ 500 mL/min로 주입되고 있는지 확인한다. 분석을 시작해 표준 가스 시료 유량의 흐름이 일정한지 확인하고 1시간 동안 표준 가스 시료를 측정한다.

7.0 "내용 없음"

8.0 결과보고

8.1 측정 결과 값 계산

각 성분의 데이터 수집 시간에 따른 측정결과를 바탕으로 결과를 도출한다. 발열량 결과값은 소수점 첫째 자리까지 표기한다.

8.1.1 질량분석법에서 발열량 계산 방법

아래 계산식은 질량분석법에서 계산되는 방식이며 참고자료 9.4 ISO 6976 표준 규격을 참조한다.

압축인자 (compressibility factor) =

$$1-(0.01\times(X_1\times\sqrt{b_1}+X_2\times\sqrt{b_2}+X_3\times\sqrt{b_3}+X_n\times\sqrt{b_n}))^2 \quad \text{(식 2)}$$

총발열량 (GCV, gross calorific value) ($kcal/Nm^3$) =

$$\frac{0.01\times(X_1\times GCV_1+X_2\times GCV_2+X_3\times GCV_3+X_n\times GCV_n)}{compressibility\,factor} \quad \text{(식 3)}$$

순발열량 (NCV, net calorific value) (kcal/Nm^3) =

$$\frac{0.01 \times (X_1 \times NCV_1 + X_2 \times NCV_2 + X_3 \times NCV_3 + X_n \times NCV_n)}{compressibility\,factor} \quad \text{(식 4)}$$

단, Xn : %mol 농도, n=X_1, X_2, X_3 -------
bn : 이상기체법칙 편차계수

9.0 참고자료

9.1 ISO_IEC_17025_2017(E): General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

9.2 40 CFR PART 60 SUBPART JA

9.3 40 CFR Part 63: National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Area Source Standards for Nine Metal Fabrication and Finishing Source Categories; Final Rule

9.4 ISO_6976 : Natural gas - Calculation of calorific values, density, relative density and wobbe index from composition

10.0 "내용 없음"