

## 플레어가스 발열량 - 기체크로마토그래피

2022

(Heating value in flare stack Gas -  
Gas Chromatography)

## 1.0 개요

### 1.1 목적

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

### 1.2 적용범위

이 시험 기준은 플레어가스의 총 발열량을 연속적으로 자동 측정하는 방법이며, 적용 범위는  $0 \text{ kcal/Sm}^3 \sim 15\,000 \text{ kcal/Sm}^3$  ( $0 \text{ BTU/Sft}^3 \sim 1\,700 \text{ BTU/Sft}^3$ )로 한다.

측정대상 플레어 가스 조성은 ES 01526.1 플레어가스 중 발열량 - 질량분석법 표 1을 참조한다.

## 2.0 용어 정의

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 2.0 항 용어 정의를 따른다.

## 3.0 분석기기 및 기구

분석시스템의 구성은 시료 채취관, 시료 이송관, 시료 전처리장치, 시료주입시스템 및 분리관을 포함한 기체크로마토그래피 (GC), 데이터 처리 장치 등으로 이루어져 있다.

### 3.1 시료 채취관

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 3.1항 시료 채취관을 따른다.

### 3.2 시료 이송관

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 3.2항 시료 이송관을 따른다.

### 3.3 시료 전처리장치

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 3.3항 시료 전처리 장치를 따른다.

### 3.4 시료 주입 시스템

시료 주입 시스템은 실린더 밸브에서 GC 컬럼 입구까지의 온도 ( $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ )와 압력 ( $0\text{ kgf/cm}^2 \sim 2\text{ kgf/cm}^2$ )이 일정하게 유지되어야 한다. 또한 분석 컬럼 앞에 고정된 시료채취관에 들어있는 기체상 시료가 운반가스에 유입될 수 있도록 공급되어야 한다. 고정 시료채취관은 빈공간 (dead space)을 포함한 총 부피가 보통 760 mmHg, 0.5 mL를 넘지 않아야 한다. 진공 시료 주입을 위한 장치는 그림 1과 같다.

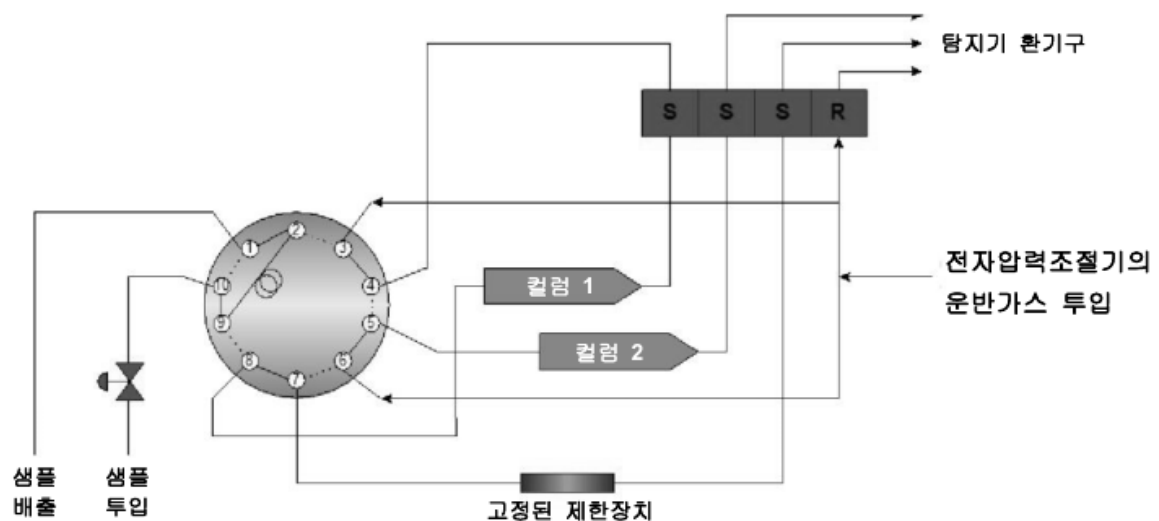


그림 1. 진공 시료 주입을 위한 장치 배열

### 3.5 분리관

분리관 (column)은 시료의 구성요소와 관련하여 비활성 및 비흡수성 물질로 구성되어야 하며 추천하는 재질은 스테인리스강이다. 또한, 구리 및 구리 베어링 합금은 재질로서 추천되지 않는다. 분리관의 형태는 흡착형과 충전형을 선택하여 사용할 수 있다.

흡착형 분리관은 내부에 코팅된 물질의 반응을 통해 해당 성분을 완전히 분리할 수 있어야 한다. 충전형 분리관은 내부에 주입된 충전물을 이용하여 해당 성분을 완전히 분리할 수 있어야 한다. 이밖에 분리하고자 하는 성분들을 만족스럽게 분리하기 위해 기타 분리관을 사용할 수 있다.

### 3.6 검출기 (detector)

분리관에서 분리된 시료는 연결된 검출기로 전달되며, 검출기는 시료의 성상 및 농도 범위에 맞게 선택하여 분석하고, 이를 전기 신호로 변환한다. 기체크로마토그래피는 최대 3개의 검출기를 포함할 수 있다. 검출기 하나당 여러 개의 검출기 센서 요소를 가질 수 있다. 열전도도(TCD, thermal conductivity detector), 불꽃이온화(FID, flame ionization detector), 불꽃광도(FPD, flame photometric detector) 등 다양한 검출기를 사용할 수 있다. (단, 컬럼 간 검출기 (ITC, inter column detector)를 사용하여 초기 시운전 시 밸브 작동시기를 시행착오 없이 정확히 조절할 수 있으며, 유지보수 시에도 많은 시간을 줄일 수 있다.)

### 3.7 기체크로마토그래피

기체크로마토그래피는 분리관, 검출기 등을 아래 그림 2와 같이 병렬로 구성하는 것이 유리하다. 병렬 크로마토그래피를 구성할 경우, 분석에 소요되는 시간을 줄일 수 있으며 문제 발생 시 원인 파악이 쉬워서 유지보수에도 유리하다. 반대로 그림 3과 같이 직렬 크로마토그래피로 구성하는 경우 분석 시간이 길어지고 문제 발생시 원인 파악이 어려워져서 유지보수에 불리하다.

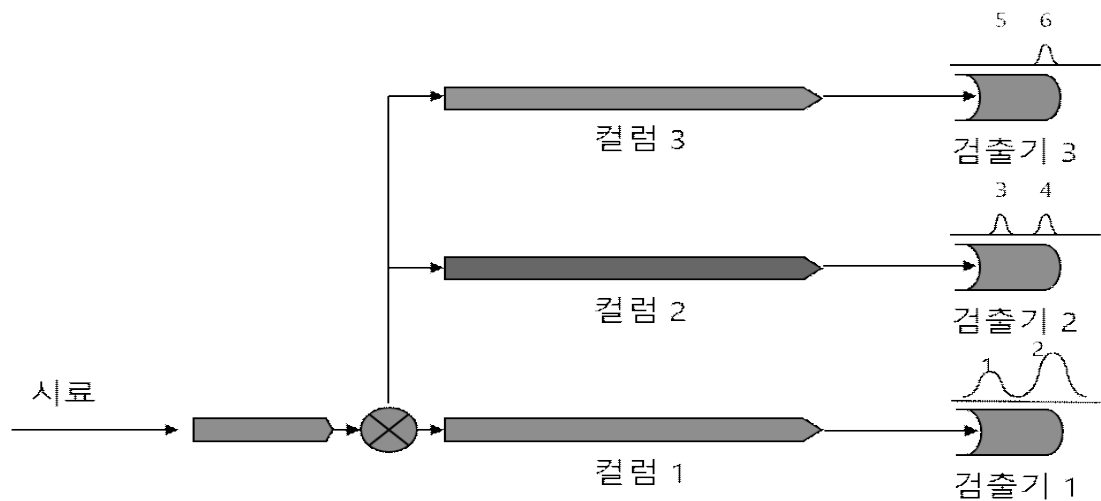


그림 2. 병렬 크로마토그래피



그림 3. 직렬 크로마토그래피

### 3.8 데이터 처리 시스템

분리관을 통하여 분리된 가스 성분들이 각각의 검출기에서 일련의 피크 형태로 검출된다. 이를 디지털신호로 바꿔 내부에 장착된 중앙처리시스템에서 기록, 저장하며 여기에 통신 전용 언어를 적용해 데이터를 처리한다.

## 4.0 시약 및 표준용액

### 4.1 표준 시료(혼합가스)

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 4.1 항 정의를 따른다.

## 5.0 시료 채취 및 관리

## 5.1 시료 채취관

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 5.1항 시료 채취관을 따른다.

## 5.2 시료 이송관

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 5.2항 시료 이송관을 따른다.

## 6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

### 6.1 분석 전 준비

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 6.1항 분석 전 준비를 따른다.

### 6.2 표준 시료 및 장치 준비

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 6.2항 표준 시료 및 장치 준비를 따른다.

### 6.3 교정방법

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 6.3항 교정방법을 따른다.

### 6.4 내부정도관리 주기

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 6.4항 내부정도관리주기를 따른다.

### 6.5 반복성

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 6.5항 반복성 확인을 따른다.

### 6.6 정도 관리 시험 방법

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 6.6항 분석기 정도 관리 시험방법을 따른다.

## 7.0 "내용 없음"

## 8.0 결과보고

### 8.1 측정 결과 값 계산

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

#### 8.1.1 기체크로마토그래피에서 발열량 계산 방법

ES 01526.1 플레어가스 발열량 - 질량분석법 8.1.1항 질량분석법에서 발열량 계산 방법을 따른다.

## 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 wobble index from composition

10.0 "내용 없음"