

## 배출가스 중 휘발성유기화합물 (VOCs)

2021

## 시료채취방법

(Sampling Method of Volatile Organic Compounds in Flue Gas)

## 1.0 개요

이 시험기준은 산업시설 등에서 덕트 또는 굴뚝 등으로 배출되는 배출가스 중 휘발성 유기화합물 (volatile organic compounds, VOCs)의 시료채취에 적용하며, 실내 공기나 배출원에서 일시적으로 배출되는 미량 휘발성유기화합물의 채취 및 누출 확인, 굴뚝 환경이나 기기의 분석조건 하에서 매우 낮은 증기압을 갖는 휘발성유기화합물의 측정에는 적용하지 않는다. 또한, 알데하이드류 화합물질에 대해서도 적용하지 않는다.

## 2.0 시료채취장치 및 방법

### 2.1 시료채취 위치

ES 01112 배출가스 중 입자상 물질 시료채취방법 5.0을 따른다.

### 2.2 시료채취장치

#### 2.2.1 흡착관법

휘발성유기화합물 시료채취장치 (VOST, volatile organic sampling train)는 시료채취관, 밸브, 응축기 (2 세트), 흡착관 (2 세트), 응축수 트랩 (2 세트), 건조제 (실리카겔), 유량계, 진공펌프 및 진공게이지와 건식가스미터로 구성되며, 각 장치의 모든 연결부위는 진공용 윤활유를 사용하지 않고 플루오로수지 재질의 관을 사용하여 연결한다. 장치의 구성은 그림 1과 같다.

##### 2.2.1.1 채취관

채취관 재질은 유리, 석영, 플루오로수지 등으로, 120 °C 이상까지 가열이 가능한 것이어야 한다.

#### 2.2.1.2 밸브

플루오로수지, 유리 및 석영재질로 밀봉 윤활유 (sealing grease)를 사용하지 않고 기체의 누출이 없는 구조이어야 한다.

#### 2.2.1.3 응축기 및 응축수 트랩

응축기 및 응축수 트랩은 유리재질이어야 하며, 응축기는 기체가 앞쪽 흡착관을 통과하기 전 기체를 20 °C 이하로 낮출 수 있는 부피가 되어야 하고 상단 연결부는 밀봉 윤활유를 사용하지 않고도 누출이 없도록 연결해야 한다.

#### 2.2.1.4 흡착관

**2.2.1.4.1** 흡착관은 스테인리스강 재질 (예: 5 mm × 89 mm) 또는 파이렉스 (pyrex) 유리 (예: 5 mm × 89 mm)로 된 관에 측정대상 성분에 따라 흡착제를 선택하여 각 흡착제의 파과부피 (breakthrough volume)를 고려하여 일정량 이상 (예: 200 mg)으로 충전한 후에 사용한다. 흡착관은 시판되고 있는 별도규격 제품을 사용할 수 있다.

**2.2.1.4.2** 각 흡착제는 반드시 지정된 최고 온도범위와 기체유량을 고려하여 사용해야 하며, 흡착관은 사용하기 전에 반드시 안정화 (컨디셔닝) 단계를 거쳐야 한다.

**2.2.1.4.3** 보통 350 °C (흡착제의 종류에 따라 조절가능)에서 99.99 % 이상의 헬륨기체 또는 질소기체 50 mL/min ~ 100 mL/min으로 적어도 2 시간 동안 안정화 (시판된 제품은 최소 30 분 이상)시키고, 흡착관은 양쪽 끝단을 테플론 재질의 마개를 이용하여 밀봉하거나, 불활성 재질의 필름을 사용하여 밀봉한 후 마개가 달린 용기 등에 넣어 이중 밀봉하여 보관한다.

**2.2.1.4.4** 흡착관은 24 시간 이내에 사용하지 않을 경우 4 °C의 냉암소에 보관하고, 반드시 시료채취 방향을 표시해주고 고유번호를 적도록 한다.

### 2.2.1.5 유량 측정부

**2.2.1.5.1** 흡착관법의 유량 측정부는 진공게이지, 진공펌프, 건식가스미터 및 이와 관련된 밸브와 장비들로 구성된다. 앞쪽의 응축기와 흡착관사이의 기체온도를 앞쪽응축기 바깥표면에 연결된 열전기쌍 (thermocouple)을 이용하여 측정하되 이 지점의 온도는 20 °C 이하가 되어야 하고, 만약 그렇지 않다면 다른 응축기를 사용하여야 한다.

**2.2.1.5.2** 기기의 온도 및 압력 측정이 가능해야 하며, 최소 100 mL/min의 유량으로 시료채취가 가능해야 한다.

### 2.2.1.6 시료채취 연결관

시료채취관에서 응축기 및 기타부분의 연결관은 가능한 짧게 하고, 밀봉윤활유 등을 사용하지 않고 누출이 없어야 하며, 플루오로수지 재질의 것을 사용한다.

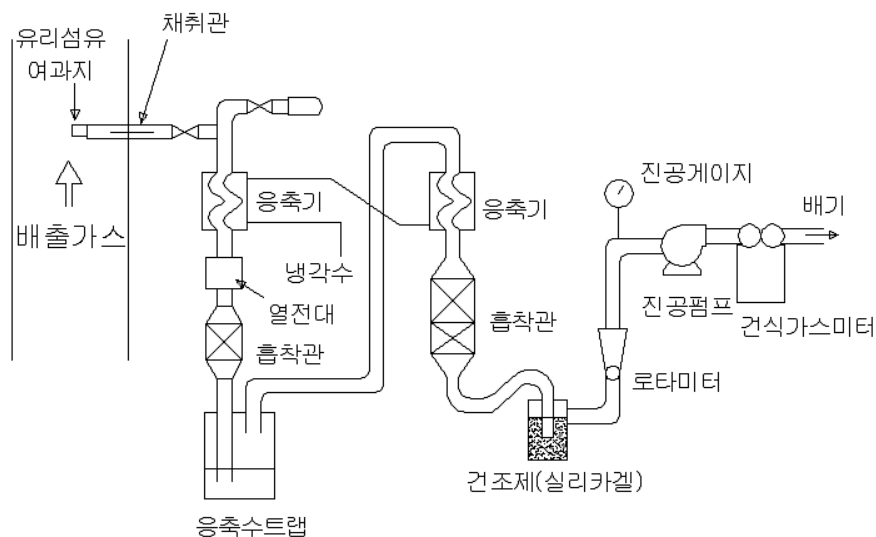


그림 1. 시료채취장치 (흡착관법, VOST)

### 2.2.2 시료채취 주머니 방법

2.2.2.1 시료채취관, 응축기, 응축수 트랩, 진공흡입 상자, 진공펌프로 구성되며, 각 장치의 모든 연결부위는 플루오로수지 재질의 관을 사용하여 연결한다 (그림 2).

2.2.2.2 시료채취 주머니는 시료채취 동안이나 채취 후 보관 시 반드시 직사광선을 받지 않도록 하여 시료성분이 시료채취 주머니 안에서 흡착, 투과 또는 서로간의 반응에 의하여 손실 또는 변질되지 않아야 한다.

2.2.2.3 진공흡입상자 (링샘플러)를 사용하여 시료를 채취하는 것이 가장 안전하다. 이러한 시료채취 시스템의 원리는 통 내부의 공기를 진공펌프로 빨아들여 진공상태로 만든 뒤 외부의 시료를 시료채취 주머니 내부로 서서히 유입시키는 방법으로서 간단히 제작하여 쓸 수 있다.

2.2.2.4 시료채취의 입구는 되도록 유리섬유 (유리솜)와 같은 여과재를 채워 먼지의 유입을 막아야 한다. 또한 기존의 복잡한 진공흡입장치를 현장에서 간편하게 휴대하여 사용할 수 있도록 휴대용 케이스 형태로 제작하여 사용하기도 한다 (그림 3).

2.2.2.5 배출가스의 온도가 100 ℃ 미만으로 시료채취 주머니 내에 수분응축의 우려가 없는 경우 응축기 및 응축수 트랩을 사용하지 않아도 무방하다.



그림 2. 시료채취장치 (시료채취 주머니)

2.2.2.6 채취관

2.2.1.1의 규정에 따른다.

### 2.2.2.7 응축기 및 응축수 트랩

2.2.1.3의 규정에 따른다.

### 2.2.2.8 진공용기

진공용기는 1 L ~ 10 L 시료채취 주머니를 담을 수 있어야 하며, 용기가 완전진공이 되도록 밀폐된 구조의 것을 사용하여야 한다.

### 2.2.2.9 진공펌프

시료채취펌프는 흡입유량이 1 L/min ~ 10 L/min의 용량과 격막펌프로 휘발성유기화합물의 흡착성이 낮은 재질 (테플론 재질)로 된 것을 사용한다.



그림 3. 휴대용 시료채취 주머니 시료채취장치

## 2.3 시료채취방법

### 2.3.1 흡착관법

**2.3.1.1** 흡착관[주 1]은 2.2.1.4에 규정한 것과 같이 사용하기 전에 적절한 방법으로 안정화한 후 흡착관을 그림 1의 시료채취장치에 연결한다.

[주 1] 단, 흡착관은 물과의 친화력에 따라 응축기 뒤쪽 또는 응축수 트랩 뒤쪽에 각각 연결할 수 있다.

**2.3.1.2** 누출시험을 실시한 후 시료를 도입하기 전에 가열한 시료채취관 및 연결관을 시료로 충분히 치환한다.

**2.3.1.3** 시료흡입속도는 100 mL/min ~ 250 mL/min 정도로 하며, 시료채취량은 1 L ~ 5 L 정도가 되도록 하되 시료의 농도에 따라 적절히 증감할 수 있다.

**2.3.1.4** 시료가스미터의 유량, 온도 및 압력을 측정한다.

**2.3.1.5** 시료를 채취한 흡착관은 양쪽 끝단을 테플론 재질의 마개를 이용하여 단단히 막고 불활성 재질의 필름 등으로 밀봉하거나 마개가 달린 용기 등에 넣어 이중으로 외부 공기와의 접촉을 차단하여 분석하기 전까지 4 ℃ 이하에서 냉장 보관하여 가능한 빠른 시일 내에 분석한다.

## **2.3.2 시료채취 주머니 방법**

시료채취 주머니는 새 것을 사용하는 것을 원칙으로 하되 만일 재사용 시에는 제로기체와 동등 이상의 순도를 가진 질소나 헬륨기체를 채운 후 24 시간 혹은 그 이상동안 시료채취 주머니를 놓아둔 후 퍼지 (purge)시키는 조작을 반복하고, 시료채취 주머니 내부의 기체를 채취하여 기체크로마토그래프를 이용하여 사용 전에 오염여부를 확인하고 오염되지 않은 것을 사용한다.

**2.3.2.1** 누출시험을 실시한 후 시료를 채취하기 전에 가열한 시료채취관 및 도관을 통해 시료로 충분히 치환한다.

**2.3.2.2** 시료채취 주머니를 2.2.2에서처럼 시료채취장치에 연결한다.

**2.3.2.3** 1 L ~ 10 L 규격의 시료채취주머니를 사용하여 1 L/min ~ 2 L/min 정도로

시료를 흡입한다.

**2.3.2.4** 시료채취 주머니는 빛이 들어가지 않도록 차단하고 시료채취 이후 24 시간 이내에 분석이 이루어지도록 한다. 시료채취 전에는 시료채취 주머니의 바탕시료 확인 후 시료채취에 임하도록 한다.

### 3.0 참고자료

**3.1** 한국산업표준 (KS), KS I 2200, “연도가스의 오염물질 측정방법”, 산업표준심의회 (2014)

**3.2** EPA performance specification 8A “specifications and test procedures for total hydrocarbon continuous monitoring systems in stationary source”, United States Environmental Protection Agency