

## 굴뚝연속자동측정기기 설치방법

2021

(Installation Method of Automated Measuring Instrument)

## 1.0 굴뚝 유형별 설치방법

굴뚝 유형별 측정기기의 설치 방법은 다음과 같으며, 불가피하게 외부공기가 유입되는 경우에 측정기기는 외부공기 유입 전에 설치하여야 하고, 표준산소농도를 적용받는 시설의 가스상 오염물질 측정기기는 산소측정기기의 측정 시료와 동일한 시료로 측정할 수 있도록 하여야 한다.

## 1.1 병합 굴뚝 (common stack)

2 개 이상의 배출시설이 1개의 굴뚝을 통하여 오염물질을 배출 시, 배출허용기준이 같은 경우에는 측정기기 및 유량계를 오염물질이 합쳐진 후 지점 (①의 경우) 또는 합쳐지기 전 지점 (②의 경우)에 설치하여야 하고, 배출허용기준이 다른 경우에는 합쳐지기 전 각각의 지점에 설치하여야 한다.

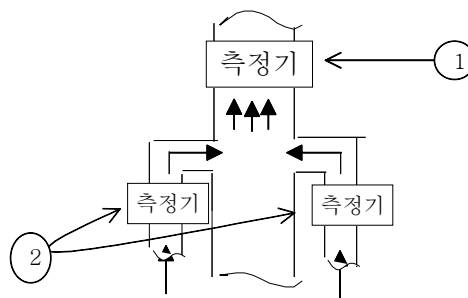


그림 1. 병합 굴뚝 (덕트)에서 측정기기 설치 (예)

## 1.2 분산 굴뚝 (multiple stack)

1 개 배출시설에서 2 개 이상의 굴뚝으로 오염물질이 나뉘어서 배출되는 경우에 측정기는 나뉘기 전 굴뚝 (①의 경우)에 설치하거나, 나뉜 각각의 굴뚝 (②의 경우)에 설치하여야 한다.

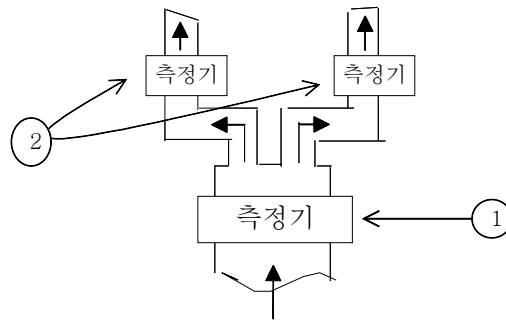


그림 2. 분산 굴뚝 (덕트)에서 측정기기 설치 (예)

### 1.3 우회 굴뚝 (bypass stack)

측정기기를 ①, ③의 위치에 설치하여야 되나, 설치환경 부적합 또는 기타 이유로 굴뚝배출가스가 우회되는 경우 ②의 위치에 설치하되 대표성이 있는 시료가 채취되어 측정될 수 있어야 한다. (단, ②의 지점에 먼지측정기기를 설치할 경우 다른 항목의 측정기는 ①의 지점에 설치해야 한다)

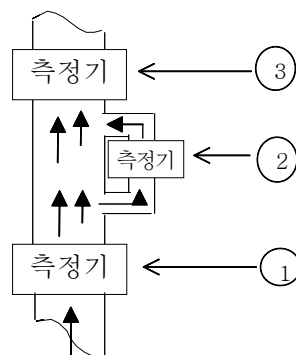


그림 3. 우회 굴뚝 (덕트)에서 측정기기 설치 (예)

## 2.0 설치환경

## 2.1 시료채취형

측정기기는 주변 환경에 의한 영향을 받지 않는 적절한 장소에 설치되어야 한다. 외기 온도, 수분, 먼지, 전원전압 불안정, 주파수 변동, 전자파의 영향 등으로 인하여 측정기가 오작동되거나 가동중단 될 우려가 있는 경우에는 항온·제습 장치, 방진 장치, 정전압 장치, 접지 설치, 무정전 전원공급 장치, 유선통신 장치 등의 시설을 설치하여야 한다.

## 2.2 굴뚝부착형

2.2.1 시료채취형에 따라 설치하며 다음사항에 대해 고려한다.

2.2.2 태양·열원 등 고온으로 인하여 측정기기의 가동중단·오작동 등이 우려되는 곳에는 설치하지 말아야 한다. 설치가 불가피한 경우에는 이에 대한 대책을 마련하여야 한다.

2.2.3 바람·진동으로 인하여 광학 장치 및 기타 다른 부품들의 조임상태 불량이나 분실되지 않도록 하여야 한다.

2.2.4 부식성가스 또는 액체로부터 광학장치와 전기시설을 보호하기 위해 내식성 재질로 된 덮개로 기기를 견고히 봉인하여야 한다.

2.2.5 광선의 영향을 받는 측정기기 설치시 주위 광선의 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

2.2.6 경로를 이용한 먼지 측정의 경우 가급적 수분의 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

## 3.0 측정 및 측정공 위치

### 3.1 공통사항

3.1.1 오염물질 농도를 대표할 수 있는 곳으로 굴뚝의 굴곡부분이나 단면 모양이 급격히 변하는 부분을 피하여 배출 흐름이 안정한 곳이어야 한다.

**3.1.2** 측정이나 유지보수가 가능하도록 접근이 쉬운 곳이어야 한다.

**3.1.3** 모든 방지시설의 후단이어야 하나, 필요에 따라서는 전단에 설치할 수도 있다.

**3.1.4** 측정기기가 부착된 측정공 이외에 상대정확도를 구하기 위하여 같은 높이 (또는 수직선상)로 여분의 측정공을 2 개 이상 설치하여야 한다.

**3.1.5** 응축된 수증기가 존재하지 않는 곳에 설치한다.

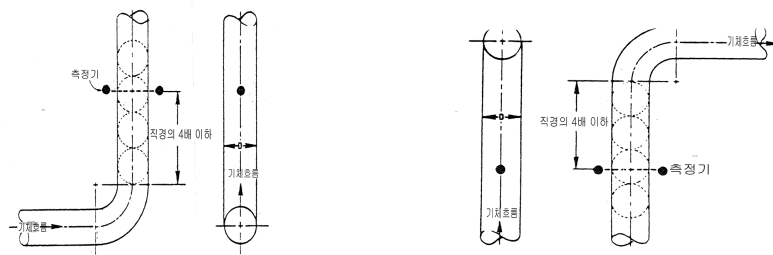
## **3.2 먼지 측정기**

3.1에 따라 측정공을 설치하며 난류의 영향을 고려하여 수직굴뚝에 설치하는 것이 원칙이지만, 불가피한 경우에는 수평굴뚝에도 측정공을 설치할 수 있다.

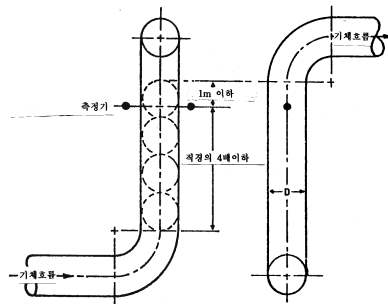
### **3.2.1 수직 굴뚝**

**3.2.1.1** 먼지를 측정하는 측정기기의 측정위치는 ES 01301.1 배출가스 중 먼지의 5.1에 따라 선정한다. 굴뚝 단면 형상에 따른 굴뚝직경 환산 방법은 ES 01301.1 배출가스 중 먼지의 5.2에 따른다.

**3.2.1.2** 광투과법과 같이 경로를 이용한 측정기의 측정위치가 직경의 4 배 이하인 경우는 그림 4와 같은 측정위치를 선정한다. 만약, 선정위치가 굴뚝이나 덕트의 수직부로서 곡관부로부터 하류로 직경의 4배 이하인 곳에 위치 한다면 경로는 상류 곡관부에 의해서 정의된 평면 (상류곡관부와 수평인 위치)을 사용하고, 선정위치가 굴뚝이나 덕트의 수직부로서 곡관부로부터 하류로 직경의 4 배 이하인 곳에 위치한다면 경로는 하류 곡관부에 의해서 정의된 평면 (하류곡관부와 수평인 위치)을 사용한다. 또한 선정위치가 굴뚝이나 덕트의 수직부로서 곡관부로부터 하류로 직경의 4 배 이하이고 곡관부로부터 상류로 1 m이하인 곳에 위치 한다면 경로는 상류 곡관부에 의해서 정의된 평면 (상류곡관부와 수평인 위치)을 사용한다.



(a) 굴곡이 아래쪽에 있는 경우      (b) 굴곡이 위쪽에 있는 경우

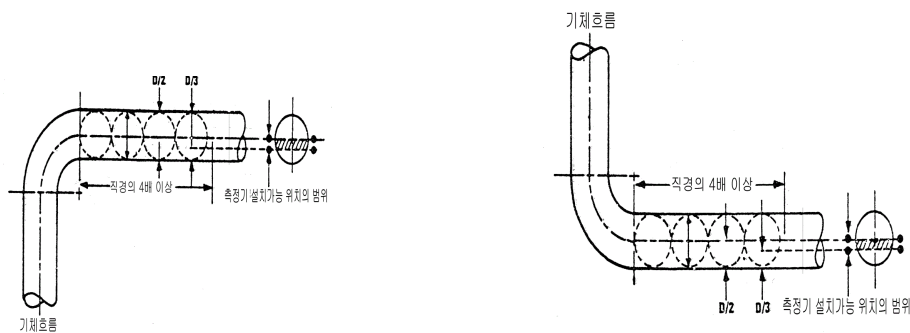


(C) 굴곡이 위, 아래쪽에 있는 경우 (1 m 이내)

그림 4. 수직굴뚝에서의 측정 위치

### 3.2.2 수평 굴뚝 (덕트 등)

측정위치는 하부 직경의 4 배 이상인 곳으로 하고, 시료를 채취하는 측정기기의 채취지 점은 굴뚝바닥으로부터 굴뚝 내경의 1/3과 1/2사이의 단면 위에 위치하도록 한다. 배출 가스의 흐름방향에 따라 그림 5와 같이 구분한다.

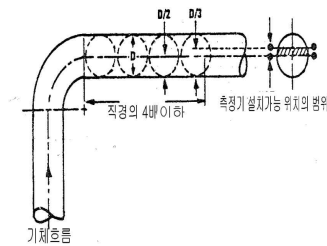


(a) 상향흐름인 경우

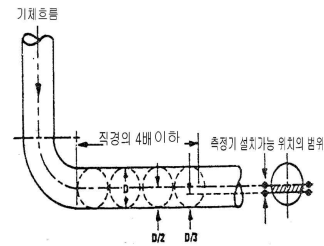
(b) 하향흐름인 경우

그림 5. 수평굴뚝에서의 측정위치

다만, 경로를 이용한 측정기기는 그림 6과 같이 하부 직경의 4 배 이하인 지점에 설치할 수 있다. 측정위치는 상향 흐름인 경우에는 굴뚝 바닥으로부터 굴뚝 내경의 1/2과 2/3사이의 단면 위에 위치하여야 하고, 하향 흐름인 경우에는 굴뚝 바닥으로부터 굴뚝 내경의 1/3과 1/2 사이의 단면 위에 위치하여야 한다.



(a) 상향흐름인 경우



(b) 하향흐름인 경우

그림 6. 경로를 이용한 측정기기의 수평굴뚝에서의 측정위치

### 3.3 가스상 물질 측정기기

#### 3.3.1 수직굴뚝

3.1에 따라 설치하며 측정위치는 굴뚝 하부 끝에서 위를 향하여 굴뚝내경의 2 배 이상이 되고, 상부 끝단으로부터 아래를 향하여 굴뚝 상부 내경의 1/2배 이상이 되는 지점으로 한다.

#### 3.3.2 수평굴뚝

3.1에 따라 설치하며 측정위치는 외부공기가 새어들지 않고 굴뚝에 요철부분이 없는 곳으로서 굴뚝의 방향이 바뀌는 지점으로부터 굴뚝내경의 2 배 이상 떨어진 곳을 선정한다.

**3.4** 먼지와 가스상 물질을 모두 측정하는 경우 측정위치는 먼지를 따른다.

## 4.0 측정공 및 측정 작업대 설치

측정공 및 측정 작업대의 설치 규격 등은 ES 01301.1 배출가스 중 먼지의 5.3에 따른다.

## 5.0 측정경로 및 측정점 위치

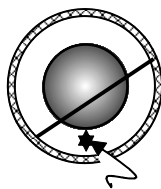
### 5.1 먼지 측정기기

#### 5.1.1 측정점 위치

1 개의 지점에서 먼지 측정시, 측정기기의 채취관은 ES 01301.1c 배출가스 중 먼지의 3.3에서 규정한 지점 중 굴뚝 먼지농도를 대표할 수 있는 지점에 위치하여야 하며, 동지점은 다음의 6.0 대표점 판단의 규정에서 정한 방법에 따라 대표성 적정여부에 대한 검증 후 확정하여야 한다.

#### 5.1.2 측정경로

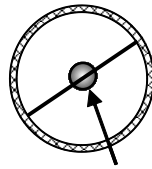
경로를 이용한 먼지 측정시, 그림 7(a)와 같이 측정경로는 굴뚝 벽면으로부터 1 m 떨어져 형성된 내부영역을 통과하거나, 그림 7(b)와 같이 굴뚝 중심점으로부터 형성된 단면적의 50 % 범위내의 영역을 통과하여야 하고, 경로 길이의 70 % 이상이 측정영역 내에 있도록 하거나 또는 그림 7(c)와 같이 중심영역 (굴뚝 중심으로부터 단면적 1 % 이하의 범위)을 통과하여 먼지를 측정할 수 있어야 한다.



(a)벽면으로부터 1 m 이상 떨어짐



(b)경로길이의 70 %이상



◎굴뚝단면으로부터 단면적 1 % 이하의 영역

그림 7. 경로를 이용한 먼지 측정 시 측정점

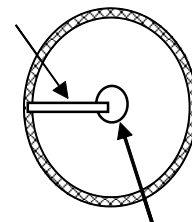
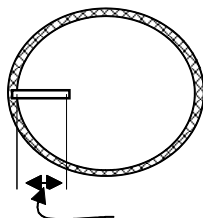
## 5.2 가스상 물질 측정기기

### 5.2.1 측정점 위치 (1 개 지점에서 오염물질을 측정하는 경우)

5.2.1.1 굴뚝 내경이 2 m를 초과할 때에는, 그림 8(a)와 같이 굴뚝벽면으로부터 1 m 이상 떨어진 지점에서 대표성을 확인한 후 채취관을 설치하여야 한다.

5.2.1.2 굴뚝 내경이 2 m 이하일 때에는, 그림 8(b)와 같이 중심영역 (굴뚝 중심으로 부터 단면적 1 % 이하의 범위)에 채취관을 설치하여야 한다.

시료채취관



(a)굴뚝벽면으로부터 1 m 이상 떨어진 (b)굴뚝중심으로부터 단면적 1 % 이하의 영역

그림 8. 가스상 오염물질 측정기기의 측정점

### 5.2.2 측정경로

경로를 이용하여 가스상 오염물질을 측정하는 경우에는 5.1.2에 따른다.

## 6.0 대표점 판단



## 6.1 판단방법

일정점에서 대표점 적합 여부의 판단은 다음의 공식을 이용하여 판단하며, 산출된 결과 값이  $\pm 10\%$  범위 내에 존재하는 지점을 대표점으로 선정하여야 한다.

$$i\text{점에서의 대표비율} = \frac{(c_i - c_{\text{평균}})}{c_{\text{평균}}} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

여기서,  $C_i$  :  $i$  지점에서의 오염물질 농도 ( $\text{mg}/\text{Sm}^3$ )

$C_{\text{평균}}$  : 오염물질 평균 농도 ( $\text{mg}/\text{Sm}^3$ )

## 6.2 농도 산출방법

ES 01301.1 배출가스 중 먼지 5.4의 방법에 따라 평균농도 ( $C_{\text{평균}}$ )를 구하고, 각 지점에서의 농도 ( $C_i$ )를 6.1의 식 1에 따라 대표지점을 선정한다.

## 7.0 시료채취장치

### 7.1 가스상 장치의 구성

가스상 장치의 구성은 채취관, 도관, 연속자동측정기기 순으로 이루어지며 기체-액체 분리관, 응축수 트랩 등을 갖추어야 한다.

### 7.2 채취관

#### 7.2.1 재질

ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 2.2.1에 따른다.

#### 7.2.2 치수 (규격)

ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 2.2.2에 따른다.

### 7.2.3 여과재

ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 2.2.3에 따른다.

### 7.2.4 채취관의 고정용 기구

ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 2.2.4에 따른다.

### 7.2.5 보온 및 가열

ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 2.2.5에 따른다.

## 7.3 도관

### 7.3.1 재질

ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 2.3.1에 따른다.

### 7.3.2 치수 (규격)

ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 2.3.2에 따른다.

### 7.3.3 보온 및 가열

ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 2.3.3에 따른다.

### 7.3.4 습기제거와 기체-액체 분리

7.3.4.1 측정기기에 따라서는 습기제거와 기체-액체 분리가 필요한 것이 있다.

#### 7.3.4.2 습기제거

7.3.4.2.1 측정시스템 내부의 배관 및 기타장치에 응축수가 생기지 않도록 습기를 제거하기 위하여 주위의 조건이나 시료의 상태에 따라서 자연공냉식, 강제공냉식 또는 수냉식을 사용하며, 그림 9(a)~(d)에 보기를 나타내었다.

7.3.4.2.2 수분의 방해를 받는 측정기의 경우에는 시료가스 중 수분이 얼지 않을 정도의 온도 ( $1.5^{\circ}\text{C}$ 이하는 안 됨)를 유지하고, 수분을 냉각 응축시켜서 습기를 제거하는 냉각 습기제거 도관방법과 침투 건조기를 이용하여 습기를 제거한다.

7.3.4.2.3 냉각 습기제거 도관방법에는 공기의 냉각 중탕방식, 물냉각 중탕방식 또는 펠티에 소자를 쓴 직접냉각 방식 등을 있다. 그림 9(e)~(g)에 그 보기를 나타내었다. 냉각 습기제거 도관방법은 응축 시 수용성 오염물질 ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ )이 흡수되므로 사용할 때 주의하고, 기온과 수온을 유지하기 위하여 온도계를 부착하거나 온도조절을 나타내는 표시등을 부착하여야 한다.

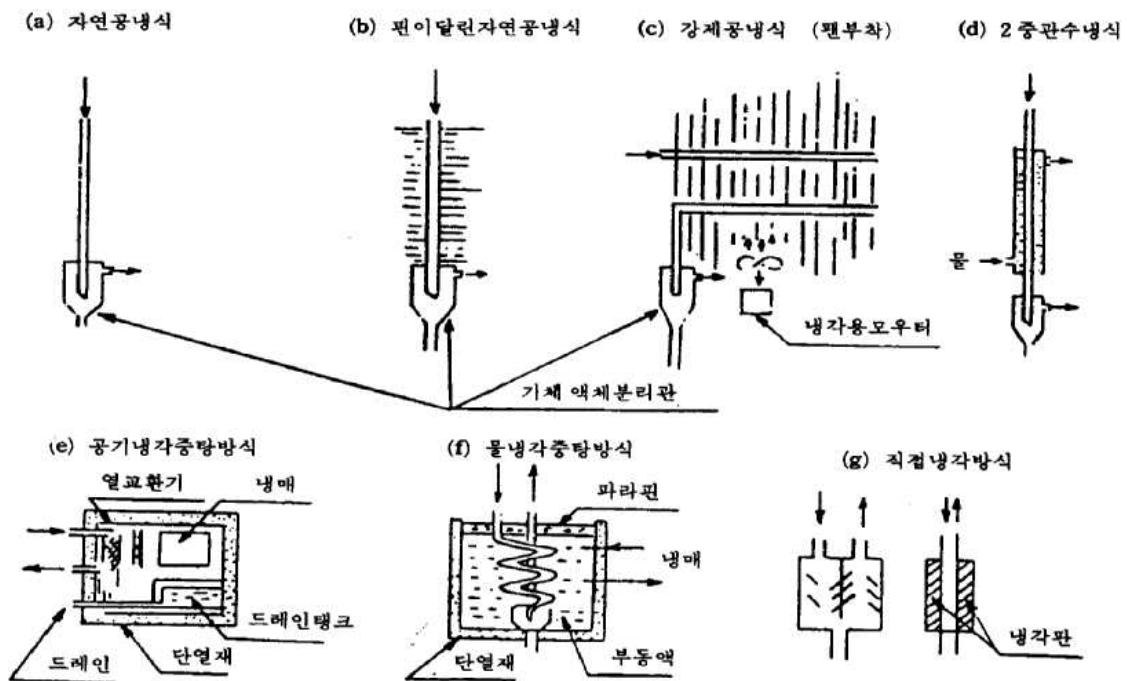


그림 9. 냉각 습기 제거 도관

#### 7.3.4.3 기체-액체 분리

냉각으로 습기를 제거하는 경우에는 시료가스에서 응축수를 분리하기 위해서 반드시 그림 10(a), (b)에 나타난 것과 같은 구조의 기체-액체 분리관을 냉각도관과 응축수 트랩

사이에 놓는다.

#### 7.3.4.4 응축수 트랩

응축수를 배출시키기 위해서 그림 10(a), (b)에 나타난 것과 같은 트랩을 사용한다. 트랩 속에 물과 시료가스와의 접촉면적과 접촉시간을 가급적 적게 한다. 트랩 속의 물이 기체 액체 분리관까지 올라오지 않도록 L1을 봉한 물이 터지지 않도록 L2를 충분히 크게 할 필요가 있다. 또한 응축수의 원활한 배출을 위하여 배출관의 굵기는 6 mm 이상으로 하는 것이 좋다. 응축수 트랩은 도관의 길이, 도관의 설치 조건, 응축수의 양 등을 고려하여 수량 및 접촉면적을 최소화하여야 한다.

[주 1] 응축수 트랩 대신에 기체, 액체 분리관 아래쪽에 드레인 펌프를 써도 좋다. 이때 드레인이 역류하지 않도록 주의하여야 한다.

[주 2] 액면을 감시할 수 있게 한다.

#### 7.3.4.5 안전트랩

응축수 트랩의 물이 분석계에 들어가지 않도록 필요에 따라서 그림 10(c)의 안전 트랩을 사용한다. 안전 트랩을 사용할 경우에 공기가 빨려 들어가지 않도록 L3을 충분히 크게 할 필요가 있다. 이때 L1은 L3보다 길어야 한다. 그림 10(a)의 자동배출식 트랩을 쓰는 경우에는 안전트랩을 같이 써야 한다. 단, 트랩부분의 시료가스가 정압일 때에는 그렇게 할 필요가 없다.

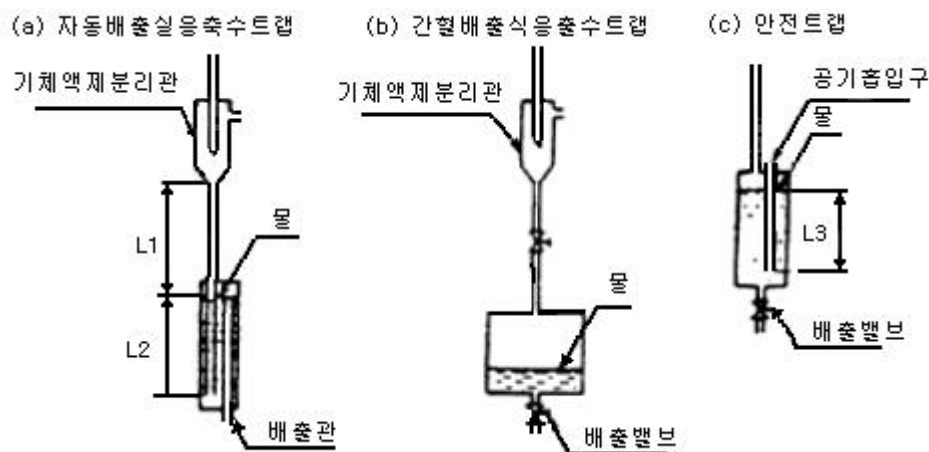


그림 10. 기체-액체 분리관 및 트랩

## 7.4 채취부

ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 2.4에 따른다.

## 7.5 측정기기에 쓰이는 기타 부품

### 7.5.1 미세여과지

필요에 따라 펌프, 유량계, 분석계 등을 보호하기 위해서 여과지 또는 마이크로 유리 스크럼 등의 미세여과지를 쓴다. 이 여과지는 먼지 외 미스트 제거에도 유용하다.

### 7.5.2 건조제 및 흡착제

분석계가 시료 중의 수분, 기타의 방해성분에 의해서 측정오차가 생기는 경우에는 냉각도관을 쓰는 경우 이외에도 건조제, 흡착제 등을 쓰는 경우가 있으나, 건조제를 주기적으로 교체해야 하는 등 불필요한 유지보수 작업이 요구되기 때문에 연속 자동 측정기기에 사용하는 것은 가급적 피해야 한다.

### 7.5.3 펌프

**7.5.3.1** 펌프는 굴뚝으로부터 분석계까지 시료를 운반하는데 사용된다. 연속자동측정기에 사용되는 펌프는 공기가 새거나 윤활유 유입으로 인한 오염이 없는 다이어프램 펌프나 배출 펌프 (배기 펌프)를 사용한다. 흡입유량은 (0.2 ~ 10) L/min 정도로 분석계의 종류, 도관의 굵기, 길이 등에 따라서 적절한 것을 선정하여야 한다. 또한 필요에 따라서는 바이패스를 쓰고 분석계에는 소요유량으로 시료를 도입한다.

**7.5.3.2** 분석계는 보통 대기압에 가까운 일정압력의 시료를 유입하도록 되어 있으므로 분석계의 입구쪽에서 시료가 필요 이상으로 가압되지 않도록 하고, 또한 출구쪽에서는 대기압 상태로 배출되도록 한다.

**7.5.3.3** 다이어프램 펌프는 네오프렌, 폴리테트라플루오로에틸렌 또는 플루오로고무 등의 재질로 된 것을 사용하며, 전처리 장치 전단에 설치하여 고온상태에서 작동해도 무방하나 시료 가스가 적절하게 여과되지 않거나 펌프가 적당하게 가열되지 않는다면

전처리 장치 후단에 설치하여야 한다.

**7.5.3.4** 배출 펌프는 시료채취장치를 통해 진공을 거는 베르누이 효과를 이용한다. 배출펌프는 일반적으로 여과된 플랜트 공기나 압축 실린더 가스를 사용하여 시료를 흡입한다.

#### 7.5.4 기타

여러 곳에서 채취한 시료, 교정용 가스를 자동 또는 수동으로 바꾸어서 분석계에 도입하는 경우에는 변환밸브를 사용한다. 변환밸브에는 수동식, 전자식, 공기식 등이 있으며 모두 2방향 밸브, 3방향 밸브 등으로 구분하고, 유량조절에 사용한다. 유량계는 일반적으로 플로우트(float)형을 사용한다.

## 8.0 조립 및 취급방법

### 8.1 조립방법

#### 8.1.1 준비사항 (부착)

##### 8.1.1.1 채취관

**8.1.1.1.1** 채취구는 측정기기까지의 도관길이가 가급적 짧게 되는 위치에, 또한 채취관이 배출가스의 흐름에 대해서 수직이 되도록 연결한다.

**8.1.1.1.2** 채취구에는 굴뚝외벽으로부터의 길이가 (100 ~ 200) mm, 바깥지름 (22 ~ 60) mm 정도의 보통 강철관 또는 스테인레스강관 등을 써서 굴뚝외벽에 설치한다.

**8.1.1.1.3** 채취관은 ES 01111 배출가스 중 가스상물질 시료채취방법의 그림2에 나타내는 것과 같이 채취구에 슬리브식 또는 플랜지식 등의 고정쇠를 써서 고정한다.

##### 8.1.1.2 도관

**8.1.1.2.1** 도관은 가능한 짧은 것이 좋으나 부득이 길게 해서 쓰는 경우에는 이음매가 없는 배관을 써서 접속부분을 적게 하고 받침기구로 고정한다.

**8.1.1.2.2** 냉각도관은 될 수 있는 대로 수직으로 연결한다. 부득이 구부러진 관을 쓰는 경우에는 응축수가 빨리 흘러나오기 쉽도록 경사지게하고 시료가스는 아래로 흐르도록 한다.

**8.1.1.2.3** 냉각 도관 부분에는 반드시 기체-액체 분리관과 그 아랫쪽에 응축수 트랩을 연결한다.

**8.1.1.2.4** 기체-액체 분리관은 도관의 부착위치 중 가장 낮은 부분 또는 최저 온도의 부분에 부착하여 응축수를 급속히 냉각시키고 배관계의 밖으로 빨리 방출시킨다.

**8.1.1.2.5** 응축수의 배출에 쓰는 펌프는 충분히 내구성이 있는 것을 쓴다. 이 때 응축수 트랩은 사용하지 않아도 좋다.

**8.1.1.2.6** 그림 9(e) ~ (g)와 같은 냉각방식을 쓰는 경우에는 기온과 수온을 감시하기 위하여 온도계를 부착하거나 온도조절을 나타내는 표시 등을 부착한다.

**8.1.1.2.7** 분석계에서의 배출가스 및 바이패스 배출가스의 도관은 배후 압력의 변동이 적은 장소에 배관한다.

**[주 3]** 이들 배출가스는 흡수탑 등에서 처리한 다음 대기 중으로 방출하거나 굴뚝에 되돌려 보낸다.

### 8.1.1.3 측정기기

측정기는 가능한 한 채취구에 가까이 놓아서 도관내의 가스흐름이 지연되지 않도록 하며, 보수가 쉽고 안전한 장소에 설치한다.

## 8.1.2 조립

**8.1.2.1** 도관의 접속에는 링조인트, 플레아조인트, 플랜지식 또는 구면접속기구 등을 쓰고, 접속부분은 조립한 다음 새는 일이 없도록 재차 단단하게 조인다.

**8.1.2.2** 수분이 응축할 염려가 있을 때에는 응축·분리하는 앞부분에 수평이 되는 부분이 없도록 한다. 부득이 수평부분이 생기게 될 때에는 수평부분에 수분이 응축하지 않도록 가열 또는 보온을 한다.

**8.1.2.3** 응축수 트랩은 도관의 길이 및 설치조건, 응축수 양 등에 의해서 필요에 따라 2개 이상을 연결한다.

**8.1.2.4** 간헐배출식 응축수 트랩은 응축수가 고이는 시간과 양을 미리 조사하고, 자동배출식 응축수 트랩 및 안전트랩에는 미리 물을 넣어둔다.

**8.1.2.5** 외기온도가 0℃ 이하가 되는 곳에 시료 채취장치를 설치하는 경우에는 응축수가 얼지 않도록 가열기 등을 써서 보온 또는 가열을 한다.

**8.1.2.6** 냉각관의 냉각 능력이 적은 경우에는 그림 9에 나타내는 방식을 2 개 이상 결합할 수 있다. 특히 건조제를 쓰는 경우에는 냉각도관 뒤에 설치한다.

**8.1.2.7** 건조제를 쓰는 경우에는 건조제의 분말이 날려서 분석계에 들어가지 않도록 건조탑의 출구 쪽에 미세 필터를 붙인다.

**[주 4]** 건조제를 쓰는 경우에는 건조능력이 저하되는 한계시간과 유량을 미리 조사한다.

**8.1.2.8** 도관의 가열에 전열을 쓰는 경우에는 방수되는 구조로 하고 전기적으로 충분히 절연한다.

**8.1.2.9** 도관을 조립한 다음에는 배관계 전체에 대해서 새는 곳이 없는지 시험을 한다.

### 8.1.3 조립의 예

**8.1.3.1** 그림 11(a)는 배출가스 중의 이산화황, 일산화탄소, 일산화질소, 암모니아 등을 적외선 분석계를 써서 분석할 때 조립 예이다.



8.1.3.2 그림 11(b)는 배출가스 중의 이산화황, 염소, 염화수소, 암모니아, 질소산화물 등을 용액전도율법 또는 흡광광도법 등의 분석계를 써서 분석할 때 조립 예이다.

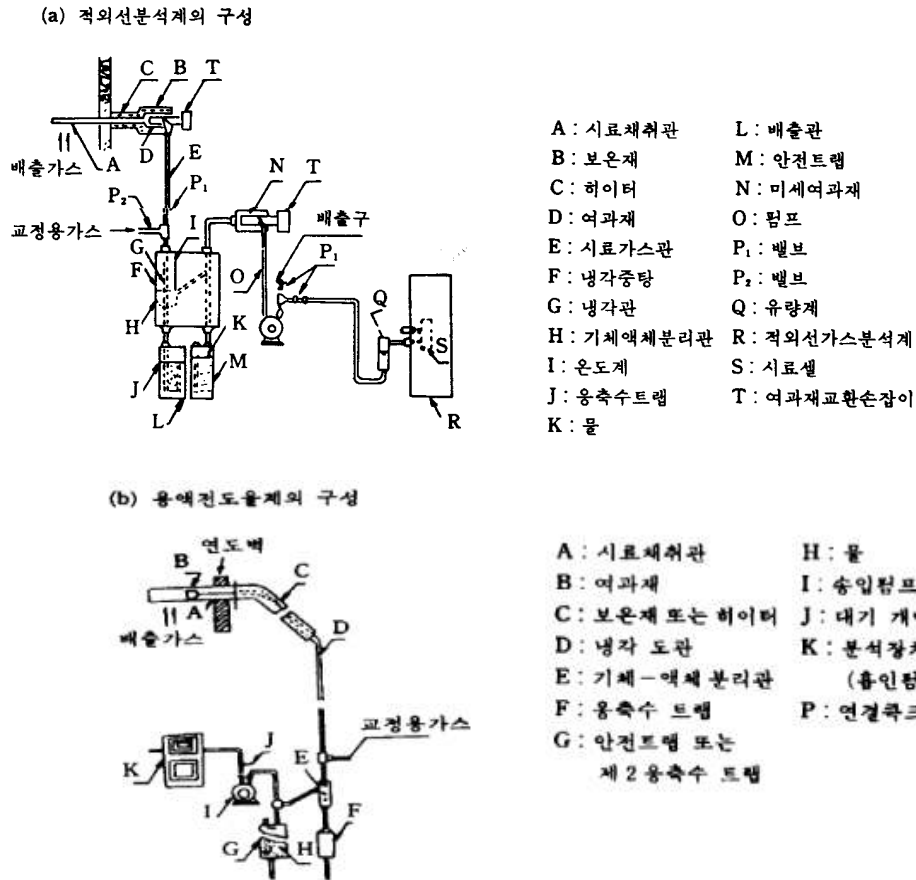


그림 11. 분석계 조립 (예)

#### 8.1.4 누출 확인시험

8.1.4.1 배관계의 밸브를 닫고 밀폐하며, 밸브가 없는 경우에는 배관 접속부분에 플러그를 붙여서 밀폐한다. 이 밀폐 부분을 순차적으로 가압 또는 감압하여 일정 시간 뒤 압력의 변화를 측정해서 새는지 여부를 조사한다.

8.1.4.2 새서 생기는 오차를 0.1 %이하로 낮추기 위해서는 압력의 변화가 다음 조건을 만족시키면 된다.

$$\Delta P < 10 \times \frac{Q}{V} \times t \quad (\text{식 2})$$

여기서,  $\Delta P$  : 압력변화 (mmH<sub>2</sub>O)

$Q$  : 시료의 채취유량 (L/min)

$V$  : 배관계의 전체부피 (L)

$t$  : 시험시간 (min)

**8.1.4.3** 가압 또는 감압은 보통 200 mmH<sub>2</sub>O 정도로 한다. 이때, 도관이 긴 경우에는 이보다 큰 압력차로 시험하는 것이 좋다. 이런 경우에는 배관계의 각 부품의 내압에 주의한다.

[주 5] 다이어프램 펌프의 다이어프램, 트랩, 유리로 만든 부분에 주의한다.

**8.1.4.4** 배관계를 가압상태로 하여 비눗물 등을 써서 새는지의 여부를 시험한다.

[주 6] 많이 셀 때는 거품이 깨어져서 도리어 확인이 안 되는 경우가 있으므로 충분한 주의가 필요하다.

## 8.2 취급방법(조작)

### 8.2.1 작동순서

채취관, 도관부의 가열, 냉각 도관부의 가동, 분석계의 작동, 펌프의 작동 순으로 작동시킨다.

[주 7] 각 부분이 충분히 안정된 다음에 한다.

### 8.2.2 조정과 작동 확인

**8.2.2.1** 원하는 유량이 되었는지 유량계 또는 압력계로 확인하고 니들밸브 (needle valve) 또는 정류량 트랩으로 조절한다.

**8.2.2.2** 가열기의 동작을 확인한다.

**8.2.2.3** 냉각도관의 동작을 확인한다.

**8.2.2.4** 응축수의 방출량을 확인한다.

8.2.2.5 펌프의 동작을 확인한다. (유량의 감소, 진동 및 이상음 등)

8.2.2.6 분석계의 영점 및 스패를 조정한다.

8.2.2.7 계산값 또는 화학분석 값과 측정기에 의한 분석값 사이에 큰 차이가 있는 경우에는 분석계의 점검과 동시에 채취관, 도관 등의 부착상태와 새는지의 여부를 점검한다.

### 8.3 보수와 점검

8.3.1 시료채취 장치의 정상작동을 확인하기 위해서, 다음의 보수 및 점검을 정기적으로 한다.

8.3.2 필요에 따라서 교정용 가스를 습기제거용 도관의 앞부분에서 도입하여 분석계의 영점 및 스패를 교정한다.

8.3.3 가열 및 냉각부의 온도조절이 양호한지의 여부를 점검한다.

8.3.4 응축수를 배출시키고 건조제를 교환한다.

8.3.5 유량이 극도로 저하된 경우에는 여과재의 막힘 여부 또는 펌프의 이상 유무를 점검한다.

8.3.6 표시량이 급격히 내려가고 안전트랩에서 공기가 빨리 들어가는 경우에는 여과재의 막힘 여부 또는 밸브가 제대로 열려 있는지를 점검한다.

8.3.7 접속부분을 필요에 따라 다시 조인다.

[주 8] 보수, 점검을 한 경우에는 필요에 따라서 아래 사항을 보수 점검부에 기록한다.

- 일시, 기온, 기압, 일기
- 작업자 이름
- 분석계의 지시 또는 기록의 상태
- 응축수의 배수상황, 안전트랩의 물의 양
- 가열 및 냉각부의 온도 조절의 작동상황

- 도관부의 오염
- 여과재, 건조제의 교환
- 펌프의 작동상황
- 유량계 또는 압력계의 점검
- 접속부분의 점검
- 교정용 가스의 잔류량 (또는 압력)
- 시료채취점 주위의 배출가스 온도, 압력 및 유량
- 배출가스 발생원 설비의 조업상태
- 기타 고장이 난 부분의 수리 상황
- 기타의 분석 방법을 병용했을 때의 분석 값

## 8.4 주의사항

**8.4.1** 측정기기를 쓰는 경우에는 필요에 따라서 화학분석용의 채취구를 가까운 곳에 만든다.

**8.4.2** 채취관 및 여과지의 보수가 쉽고 안전하게 취급할 수 있는 발판을 만든다.

**8.4.3** 응축수 트랩으로부터의 응축수 배출상황, 안전 트랩의 물량, 습기제거장치의 작동상황 (냉각온도의 확인)을 배출가스의 성상에 따라서 정기적으로 점검한다.

**8.4.4** 배출가스의 성상에 따라서 간헐배출식의 응축수 트랩이나 건조제는 정기적으로 배수 · 교환을 한다.

**8.4.5** 응축수로 인한 분석계의 고장 또는 지시눈금의 오차가 생기는 것을 피하기 위해서 채취관 및 도관부의 가열이나 냉각도관의 냉각이 안정된 다음에 펌프를 시동한다.

**8.4.6** 분석계의 설치장소에 진동이 커서 측정에 오차가 생기는 경우에는 진동 방지용 고무등을 써서 진동을 흡수시킨다.

**8.4.7** 지시값에 이상이 생기는 경우에는 그 원인이 시료 채취구 쪽에 있는지 또는 분석계 쪽에 있는지를 판별하기 위해서 분석계의 입구에 직접 교정용 가스를 장시간 도입하여 그 지시값을 조사한다.