

배출가스 중 가스상 물질 시료채취방법

2025

(Sampling Method of Gaseous Contaminants in Flue Gas)

1.0 개요

1.1 목적

이 시험기준은 굴뚝을 통하여 대기 중으로 배출되는 가스상 물질을 분석하기 위한 시료의 채취방법에 대하여 규정한다. 단, 이 시험기준에서 표시하는 가스상 물질의 시료채취량은 표준상태 (0 °C, 760 mmHg)로 환산한 건조시료 가스량을 말한다.

1.2 적용범위

배출가스 중 가스상 물질 시료채취는 측정공에서의 시료채취와 지상에서의 시료채취 방법으로 구분하여 적용한다.

2.0 측정공에서의 시료채취

2.1 장치의 구성

흡수병, 채취병 등을 쓰는 시료채취장치는 다음의 각 요소로 구성된다.

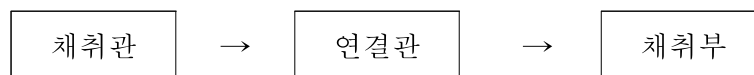


그림 1. 시료채취장치

2.2 채취관

2.2.1 재질

채취관, 충전 및 여과재의 재질은 배출가스의 조성, 온도 등을 고려해서 분석물질 및 공존가스 등에 따라 다음의 조건을 만족시키는 것을 선택한다.

2.2.1.1 화학반응이나 흡착작용 등으로 배출가스의 분석결과에 영향을 주지 않는 것

2.2.1.2 배출가스 중의 부식성 성분에 의하여 잘 부식되지 않는 것

2.2.1.3 배출가스의 온도, 유속 등에 견딜 수 있는 충분한 기계적 강도를 갖는 것

표 1. 분석물질의 종류별 채취관 및 연결관 등의 재질 (예)

분석물질, 공존가스	채취관, 연결관의 재질	여과재	비고
암모니아	①②③④⑤⑥	① ② ③	① 경질유리
일산화탄소	①②③④⑤⑥⑦	① ② ③	② 석영
염화수소	①② ⑤⑥⑦	① ② ③	③ 보통강철
염소	①② ⑤⑥⑦	① ② ③	④ 스테인리스강 재질
황산화물	①② ④⑤⑥⑦	① ② ③	⑤ 세라믹
질소산화물	①② ④⑤⑥	① ② ③	⑥ 플루오로수지
이황화탄소	①② ⑥	① ②	⑦ 염화바이닐수지
알데하이드류	①② ⑥	① ②	⑧ 실리콘수지
황화수소	①② ④⑤⑥⑦	① ② ③	⑨ 네오프렌
플루오린화합물	④ ⑥	③	
사이안화수소	①② ④⑤⑥⑦	① ② ③	
브로민화합물	①② ⑥	① ②	① 알칼리 성분이 없는 유리섬
휘발성유기화합물	①② ⑥	① ②	또는 실리카섬
페놀화합물	①② ④ ⑥	① ②	② 소결유리
비소화합물	①② ④⑤⑥⑦	① ② ③	③ 카보런덤

2.2.2 규격

2.2.2.1 채취관은 흡입가스의 유량, 채취관의 기계적 강도, 청소의 용이성 등을 고려해서 안지름 6 mm ~ 25 mm 정도의 것을 쓴다.

2.2.2.2 채취관의 길이는 그림 2의 채취관의 보기와 같이 ES 01301.1 먼지-반자동식 측정법 5.4 규정에 따라 선정된 측정점까지 끼워 넣을 수 있는 것이어야 한다.

2.2.2.3 배출가스의 온도가 높을 때에는 관이 구부러지는 것을 막기 위한 조치를 해두는 것이 필요하다.

2.2.2.4 먼지가 섞여 들어오는 것을 줄이기 위해서 채취관의 앞 끝의 모양은 직접 먼지가 들어오기 어려운 구조의 것이 좋다.

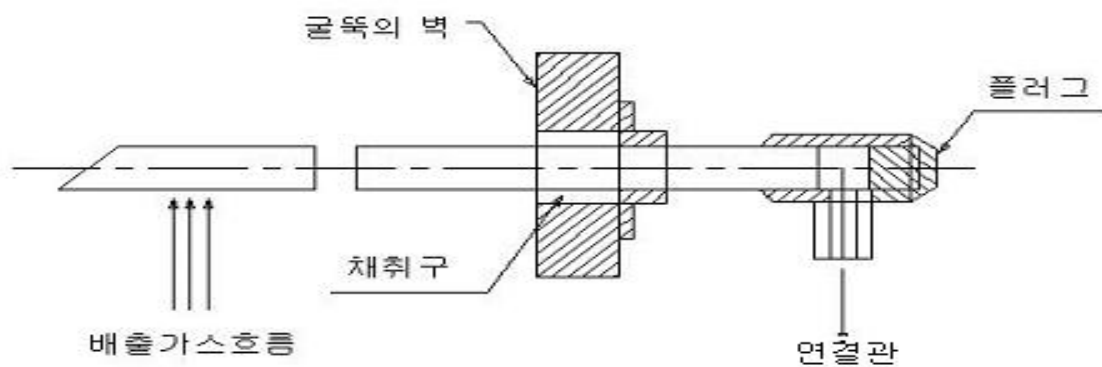


그림 2. 채취관 (예)

2.2.3 여과재

2.2.3.1 시료 중에 먼지 등이 섞여 들어오는 것을 막기 위하여 필요에 따라서 그림 3과 같이 채취관의 적당한 위치에 여과재를 넣는다.

2.2.3.2 여과재는 먼지의 제거율이 좋고 압력손실이 적으며 흡착, 분해 작용 및 화학반응 등이 일어나지 않는 것을 쓴다.

2.2.3.3 여과재를 끼우는 부분은 교환이 쉬운 구조의 것으로 한다. 여과지를 채취관 앞쪽에 넣는 경우 입자에 의해 채취관이 막히지 않도록 적절한 조치를 취한다.

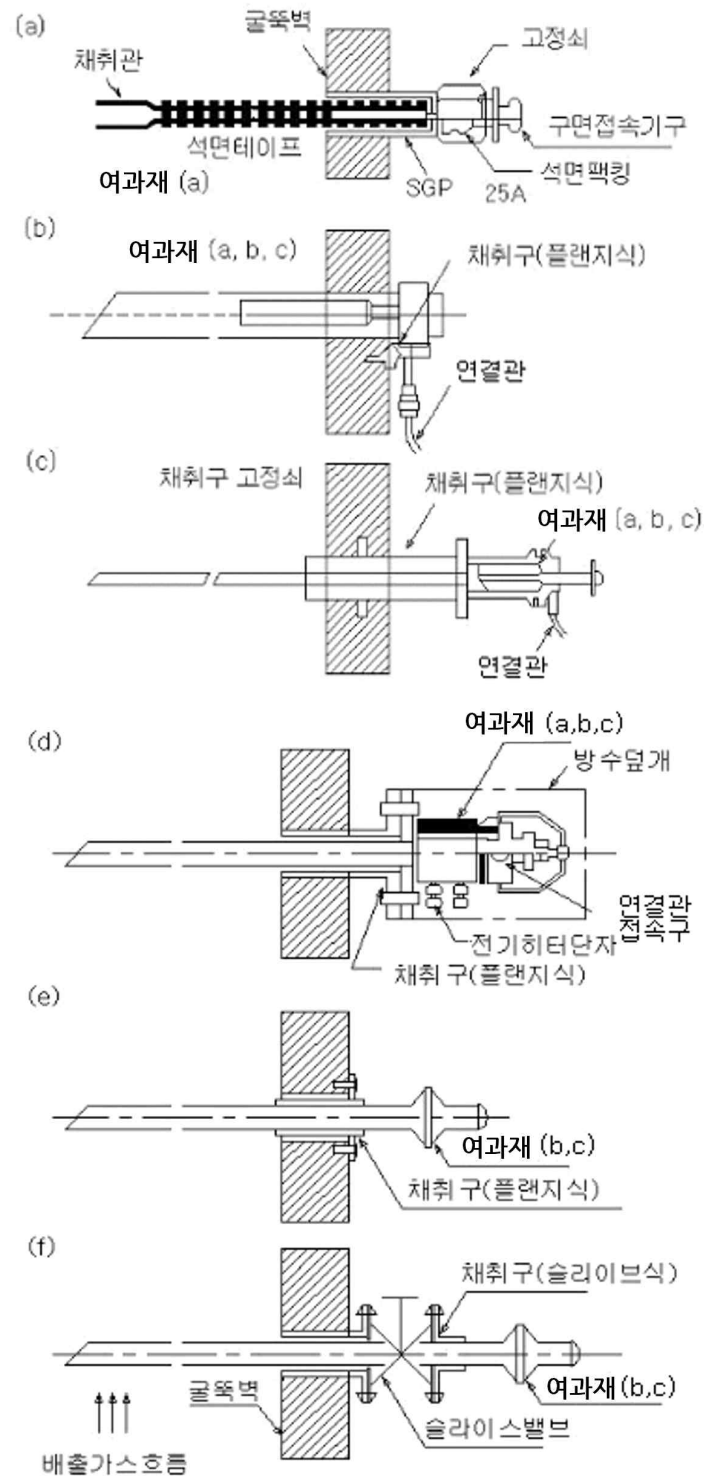


그림 3. 채취구 및 여과재의 설치 (예)

2.2.4 채취관의 고정용 기구

그림 3과 같이 채취구와 채취관의 고정에는 여러 방법이 있다. 재료로서는 보통 강철

또는 스테인리스강 재질을 쓴다.

2.2.5 보온 및 가열

2.2.5.1 배출가스 중의 수분 또는 이슬점이 높은 기체성분이 응축해서 채취관이 부식될 염려가 있는 경우, 여과재가 막힐 염려가 있는 경우, 분석물질이 응축수에 용해되어 오차가 생길 염려가 있는 경우에는 채취관을 보온 또는 가열한다.

2.2.5.2 보온 재료는 암면, 유리섬유제 등을 쓰고 가열은 전기가열, 수증기 가열 등의 방법을 쓴다. 전기가열 채취관을 쓰는 경우에는 가열용 히터를 보호관으로 보호하는 것이 좋다.

2.2.5.3 보호관이 붙은 전기가열 채취관의 보기는 그림 4와 같다. 보호관의 재질은 표 1에 나타난 것 중에서 적당한 것을 선정한다.

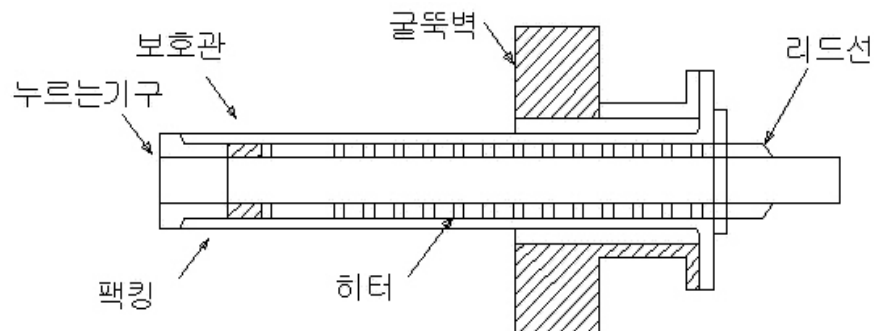


그림 4. 보호관이 붙은 전기가열 채취관 (예)

2.3 연결관

2.3.1 재질

2.3.1.1 연결관의 재질은 사용하는 채취관의 종류에 따라 적당한 것을 쓴다. 이온 부분이나 충전 등 연결관의 일부에 부득이 흡착성이 있는 재질을 쓰는 경우에는 가스와의 접촉면적을 최소화한다.

2.3.1.2 연결관^[1], 충전 등의 재질에는 일반적으로 분석물질, 공존가스, 사용온도 등에

따라서 표 1에 나타난 것 중에서 선정한다.

[주 1] 일반적으로 사용되는 플루오로수지 연결관 (녹는점 260 °C)은 250 °C 이상에서는 사용할 수 없다.

2.3.2 연결관의 규격

2.3.2.1 연결관의 안지름은 연결관의 길이, 흡입가스의 유량, 응축수에 의한 막힘 또는 흡입펌프의 능력 등을 고려해서 4 mm ~ 25 mm로 한다.

2.3.2.2 가열 연결관은 시료연결관, 퍼지라인 (purge line), 교정가스관, 열원 (선), 열전대 등으로 구성되어야 하며 **그림 5**에 그 보기를 나타내었다.

2.3.2.3 연결관의 길이는 되도록 짧게 하고, 부득이 길게 해서 쓰는 경우에는 이음매가 없는 배관을 써서 접속 부분을 적게 하고 받침 기구로 고정해서 사용해야 한다.

2.3.2.4 연결관은 가능한 한 수직으로 연결해야 하고 부득이 구부러진 관을 쓸 경우에는 응축수가 흘러나오기 쉽도록 경사지게 (5° 이상)하고 시료가스는 아래로 향하게 한다.

2.3.2.5 연결관은 새지 않는 구조이어야 하며, 분석계에서의 배출가스 및 바이패스 (by-pass) 배출가스의 연결관은 배후 압력의 변동이 적은 장소에 설치한다.

2.3.2.6 하나의 연결관으로 여러 개의 측정기를 사용할 경우 각 측정기 앞에서 연결관을 병렬로 연결하여 사용한다.

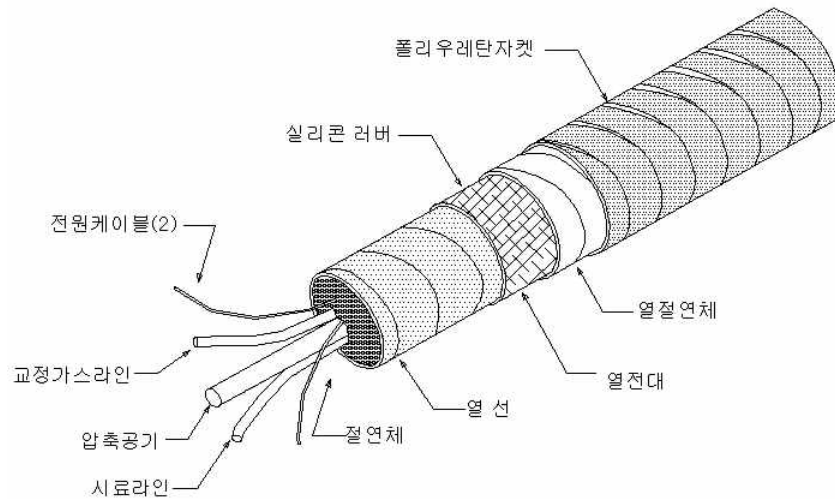


그림 5. 가열연결관의 구성 (예)

2.3.3 연결관의 보온 및 가열

입자가 제거된 고온의 습한 배출가스가 유입되는 측정시스템이나 전처리 장치가 측정기 앞부분에 있는 경우에는 시료중의 수분 및 이슬점이 높은 가스 성분이 연결관 속에서 응축되는 것을 막기 위하여 보온 또는 가열한다. 전처리 시설이 시료채취관에 있는 측정시스템의 경우에는 연결관을 보온 또는 가열할 필요가 없다.

2.4 채취부

그림 6에 나타난 바와 같이 가스 흡수병, 바이패스용 세척병, 펌프, 가스미터 등으로 조립한다. 접속에는 갈아맞춤 (직접접속), 실리콘 고무, 플루오로 고무 또는 연질 염화 바이닐관을 쓴다. 소량의 시료채취를 위해서는 그림 7 및 표 2에 나타난 각종 채취병을 쓴다.

2.4.1 흡수병

유리로 만든 것으로 분석대상 가스에 따라서 그림 8 (a) ~ (g) 및 표 2에 나타내는 것을 쓴다.

2.4.2 수은 마노미터

대기와 압력차가 100 mmHg 이상인 것을 쓴다.

2.4.3 가스 건조탑

유리로 만든 가스건조탑을 쓴다. 이것은 펌프를 보호하기 위해서 쓰는 것이며 건조제로서는 입자상태의 실리카겔, 염화칼슘 등을 쓴다.

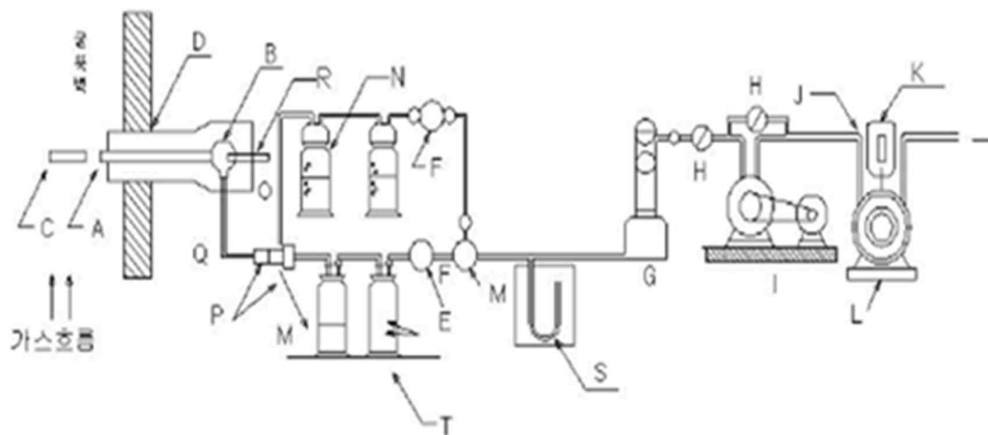
2.4.4 펌프

배기능력 0.5 L/min ~ 5 L/min인 밀폐형인 것을 쓴다.

2.4.5 가스미터

일회전 1 L의 습식 또는 건식 가스미터로 온도계와 압력계가 붙어 있는 것을 쓴다.

(a) 흡수병을 쓰는 경우 (시료 채취량 10 L ~ 20 L의 경우)

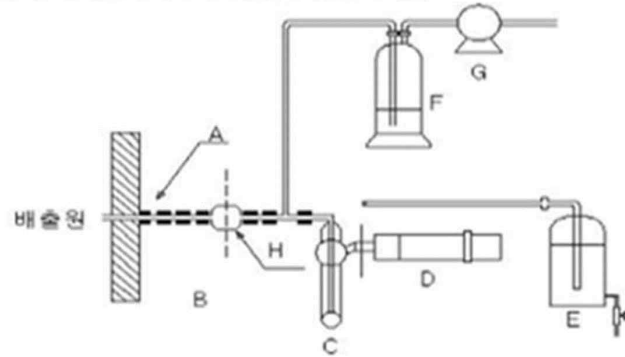


- A : 시료 채취관
B : 연결관
C : 여과재
D : 보온재
E : 흡수병
F : 유리여과지

- G : 가스 건조탑
H : 유량 조절 콕
I : 밀폐식 흡인펌프
J : 온도계
K : 압력계
L : 습식가스 미터
M : 3방 콕

- N : 바이패스용 세척병 (E와 같은 것)
O : 실리콘 고무판
P : 구멍 갈아 맞춤 이용관
Q : 히터
R : 온도계
S : 수은 마노미터
T : 조절대

(b) : 흡수병을 쓰는 경우 (시료 채취량 100 ~ 1000 mL의 경우)

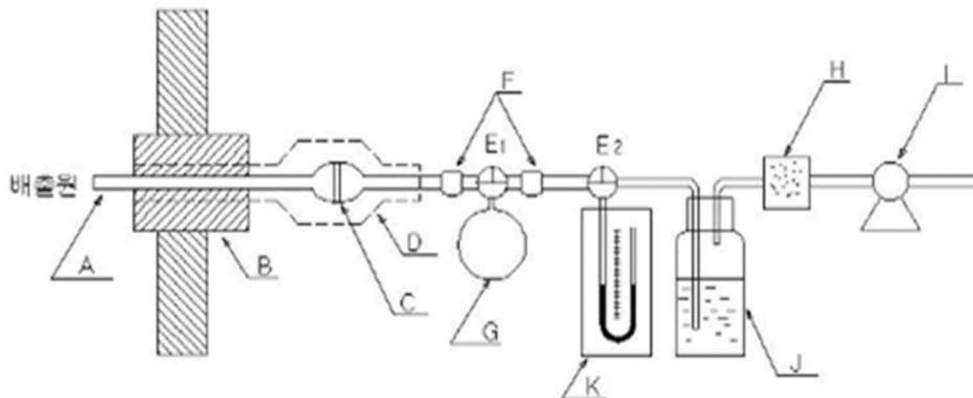


A : 시료 채취관
B : 여과재
C : 흡수병
D : 주사통

E : 흡인병
F : 세척병
G : 흡인펌프 또는 고무구
H : 히터

비고 : E를 쓰는 경우에는 C와 E를 접속한다.

(c) 채취병을 쓰는 경우 (시료가스 채취량이 적은 경우)



A : 시료가스 채취관
B : 보온재
C : 여과재
D : 히터
E : 3방 콕 (E1, E2)
F : 실리콘 고무판

G : 채취병
H : 건조제
I : 흡인 펌프
J : 세척병
K : 진공 마노미터

(d) 채취병을 쓰는 경우 (시료채취량이 적은 경우)

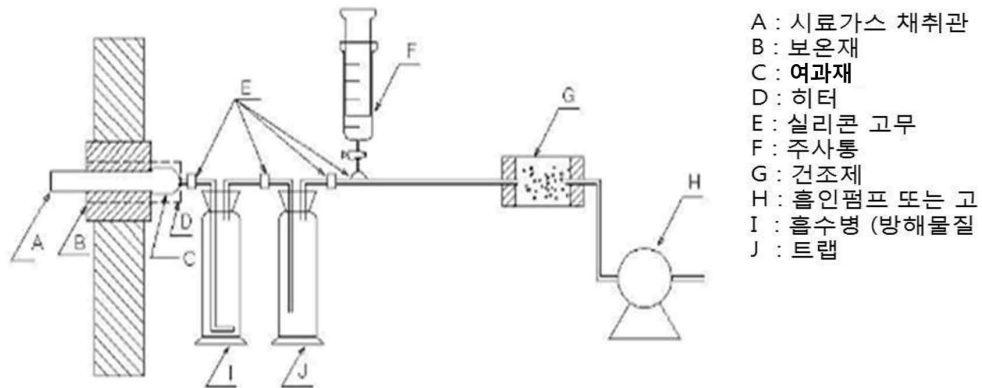


그림 6. 채취부의 구성 (예)

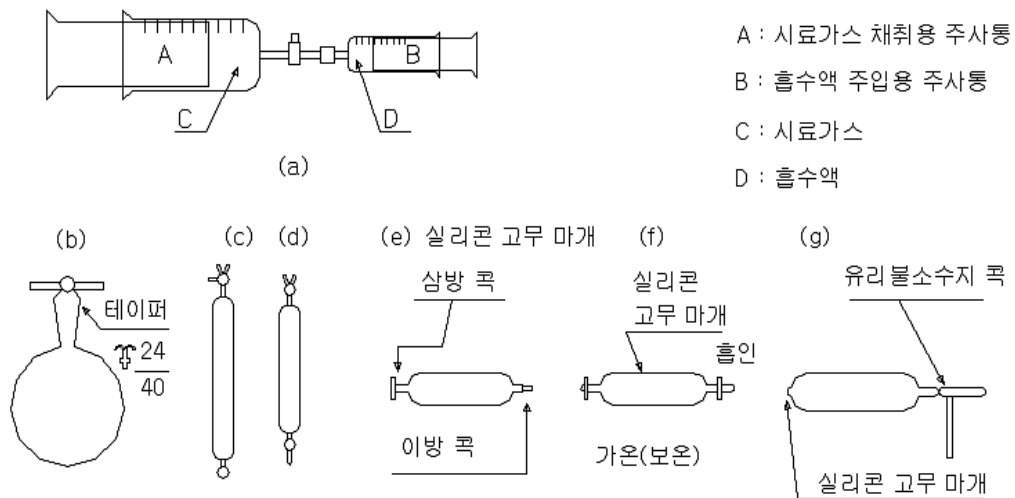


그림 7. 채취병의 보기

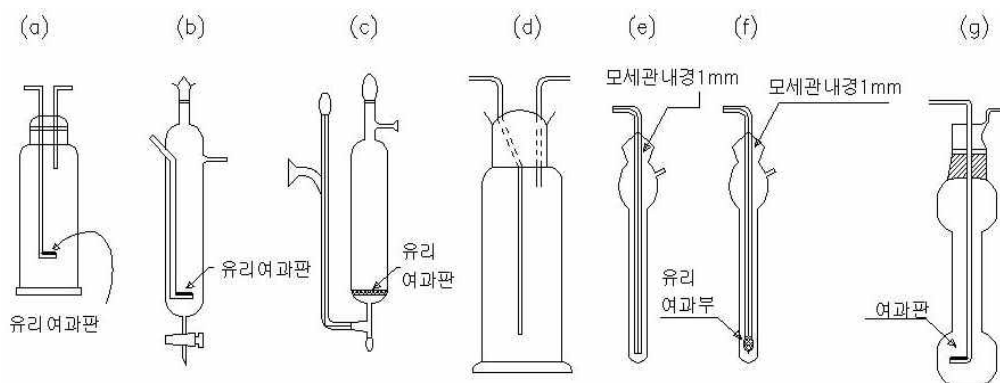


그림 8. 흡수병의 보기

표 2. 분석대상 가스의 종류별 흡수병 및 채취병 (예)

분석물질	흡수병 및 채취병	
	모양 (그림번호)	부피 (mL)
암모니아	8 (a)(g)	250
염화수소	8 (a)(b)(c)(d)(g)	100 ~ 250
염소	8 (e)(f)	40
황산화물	8 (a)(b)(c)(g)	150 ~ 250
질소산화물	7 (a)	100, 40
	7 (b)	1 000
이황화탄소	8 (a)(g)	150 ~ 250
포알데하이드	8 (e)(f)	40
황화수소	8 (d)(e)	40
플루오린화합물	8 (a)(b)(c)(g)	250
사이안화수소	8 (e)	40
	8 (a)(g)	200
브로민화합물	8 (d)	100
페놀화합물	7 (e)(f)(g)	1 000
	8 (a)(b)(c)(g)	150 ~ 200
비소화합물	8 (a)(b)(c)(g)	200

3.0 조립

3.1 흡수병을 사용할 때

3.1.1 부착

3.1.1.1 채취관

3.1.1.1.1 채취관은 배출가스의 흐름에 따라서 직각이 되도록 연결한다.

3.1.1.1.2 채취관은 채취구에 고정쇠 등을 써서 고정한다.

3.1.1.1.3 채취관에 유리솜을 채워서 여과재로 쓰는 경우에는, 그 채우는 길이는 50 mm ~ 150 mm 정도로 한다. 굴뚝가스의 압력이 부압일 때는 기체의 흐름속으로, 또 흡입속도가 너무 클 때는 연결관 쪽으로 각각 여과재가 빨려 들어가는 경우가 있으므로 주의할 필요가 있다.

3.1.1.2 연결관

3.1.1.2.1 연결관은 되도록 짧은 것이 좋으나, 부득이 길게 할 때에는 받침 기구를 써서 고정한다.

3.1.1.2.2 채취관과 연결관, 연결관과 채취부 등의 접속은 구면 또는 테이퍼 접속기를 쓴다.

3.1.1.3 채취부

3.1.1.3.1 분석용 흡수병은 1 개 이상 준비하고 각각에 규정량의 흡수액을 넣는다. 분석대상 가스별 분석방법 및 흡수액은 표 3에 나타내었다.

3.1.1.3.2 바이패스용 세척병은 1 개 이상 준비하고 분석물질이 산성일 때는 질량분율 20 % 수산화소듐 용액 (sodium hydroxide, NaOH, 40.00, 특급, 1310-73-2)을, 알칼리성일 때는 질량분율 25 % 황산 (sulfuric acid, H₂SO₄, 98.08, 98 %, 7664-93-9)을 각각 50 mL 씩 넣는다.

3.1.1.3.3 흡수계 및 바이패스계의 세척병 입구측, 출구측은 각각 3 방콕으로 연결한다.

3.1.1.3.4 흡수병 등의 접속에는 구면 갈아맞춤 (직접접속) 또는 실리콘 고무판 등을 쓴다.

3.1.1.3.5 흡수병^[2]은 되도록 채취위치 가까이에 놓고 필요에 따라서 냉각 중탕에 넣어서 냉각한다.

[주 2] 흡수병을 나무상자 등에 고정해 두면 들고 다니는데 편리하다.

표 3. 분석물질별 분석방법 및 흡수액

분석 물질	분석 방법	흡수액
암모니아	• 인도페놀법	• 붕산 용액 (5 g/L)
염화수소	• 이온크로마토그래피 • 싸이오사이안산제이수은법	• 정제수 • 수산화소듐 용액 (0.1 mol/L)
염소	• 오토톨리딘법 • 자외선/가시선분광법	• 오르토톨리딘 염산 용액 (0.1 g/L) • p-톨루엔설포아마이드 용액 (1 g/L)
황산화물	• 침전적정법	• 과산화수소수 용액 (1 + 9)
질소산화물	• 아연환원나프틸에틸렌다이아민법	• 황산 용액 (0.005 mol/L)
이황화탄소	• 자외선/가시선분광법	• 다이에틸아민구리 용액
폼알데하이드	• 고성능액체크로마토그래피 • 크로모트로핀산법 • 아세틸아세톤법	• DNPH 용액 (2 g/L) • 아황산수소소듐 용액 (10 g/L) • 정제수
황화수소	• 자외선/가시선분광법	• 아연아민착염 용액
플루오린화합물	• 자외선/가시선분광법 • 이온크로마토그래피 • 이온선택전극법 • 연속흐름법	• 수산화소듐 용액 (0.1 mol/L)
사이안화수소	• 자외선/가시선분광법 • 연속흐름법	• 수산화소듐 용액 (0.5 mol/L)
브로민화합물	• 자외선/가시선분광법 • 적정법 • 이온크로마토그래피	• 수산화소듐 용액 (0.1 mol/L)
페놀화합물	• 자외선/가시선분광법 • 가스크로마토그래피	• 수산화소듐 용액 (0.1 mol/L)
비소화합물	• 원자흡수분광광도법 • 유도결합플라즈마 분광법	• 수산화소듐 용액 (0.1 mol/L)

3.1.2 조립

3.1.2.1 조립의 보기

3.1.2.1.1 그림 6 (a)는 배출가스 중의 황산화물을 분석할 때의 조립의 보기로서 그 기본형은 황산화물 이외에 플루오린화합물, 염화수소, 사이안화수소, 황화수소, 암모니아 등의 분석에 있어서 시료채취량이 10 L ~ 20 L인 경우에 쓴다.

3.1.2.1.2 그림 6 (b)는 배출가스 중의 질소산화물 등을 분석할 때의 조립의 보기로서 시료의 채취량이 100 mL ~ 1 000 mL인 경우에 쓴다.

3.1.2.2 채취관에서 흡수병에 이르는 사이는 직선이 되게 조립한다. 직선으로 조립할 수가 없는 경우에는 L 자형 연결관 등을 써서 조작이 쉽도록 조립한다.

3.1.2.3 채취관 또는 연결관의 접속부와 흡수병 접속부의 위치가 일치하도록 흡수병의 높이를 조절한다.

3.1.2.4 흡수병 뒤에 수은마노미터, 건조탑, 흡입펌프 및 가스미터를 배치한다. 그 배관은 연질 염화바이닐관, 고무관 등을 쓴다.

3.2 채취병을 사용 할 때

3.2.1 부착

3.2.1.1 채취관

3.1.1.1과 같다.

3.2.1.2 연결관

3.1.1.2와 같다.

3.2.1.3 채취부

3.2.1.3.1 채취병은 미리 새는 곳이 없는가를 시험하여 새지 않는 것으로 준비한다.

3.2.1.3.2 바이패스용 세척병은 1 개 이상 준비하고 분석물질이 산성일 때는 질량분율 20 % 수산화소듐 용액 (sodium hydroxide, NaOH, 40.00, 특급, 1310-73-2)을, 알칼리성일 때는 질량분율 25 % 황산 (sulfuric acid, H₂SO₄, 98.08, 98 %, 7664-93-9)을 각각 50 mL 씩 넣는다.

3.2.1.3.3 채취병의 접속에는 구면 접속기구 또는 실리콘 고무관을 쓴다.

3.2.1.3.4 채취병은 가급적 채취위치 가까이에 접속한다.

3.2.2 조립

3.2.2.1 그림 6 (c) 및 (d)는 배출가스 중의 질소산화물을 분석하는 경우의 조립의 보기로서 시료채취량이 적을 때 쓴다.

3.2.2.2 3.1.2.2에 따라서 조립한다.

4.0 시료채취장치의 취급

4.1 흡수병을 사용 할 때 누출 확인 시험

4.1.1 미리 소정의 흡입유량에 있어서 장치안의 부압 (대기압과 압차)을 수은 마노미터로 측정한다.

4.1.2 채취관 쪽의 3 방콕을 닫고 펌프 쪽의 3 방콕을 연 다음 펌프의 유량조절 콕을 조작하여 분석용 흡수병을 부압 (소정의 흡입유량에 있어서의 장치안의 부압의 2 배 정도)으로 하고 펌프 바로 앞의 콕을 닫는다.

4.1.3 흡수병에 거품이 생기면 그 앞의 부분에 공기가 새는 것으로 본다. 또 펌프의 3 방콕을 닫았을 때의 수은 마노미터의 압차가 적어지면, 펌프 바로 앞부분까지 새는 곳이 있는 것으로 본다.

4.1.4 새는 부분은 장치를 다시 조립해서 새는 곳이 없는가 다시 확인한다. 흡수병의 갈아 맞춤 부분에 약간의 먼지가 붙어 있을 때에는 깨끗이 닦고, 갈아 맞춤부분을 정제수 1 방울 ~ 2 방울로 적셔서 차폐한다. 공기가 새는 것을 막고 필요한 때는 실리콘 윤활유 등을 발라서 새는 것을 막는다.

4.1.5 바이패스용 세척병도 4.1.1 ~ 4.1.4와 같이 조작한다.

4.2 흡수병을 사용할 때 취급법

4.2.1 흡수병에 시료를 보내기 전에 바이패스 등을 써서 배관속을 시료로 충분히 바꾸어 놓는다.

4.2.2 시료의 흡입유량은 최고 2 L/min 정도 (염화수소 등과 같이 완전히 흡수되는 것이 확실한 경우에는 4 L/min)로 한다. 채취하는 시료량은 시료 중의 분석대상 성분의 농도에 따라서 증감한다.

4.2.3 시료를 채취할 때는 시료의 부피를 측정하는 위치에서 동시에 가스미터상의 온도, 압력 및 대기압을 측정해 둔다.

4.2.4 건조시료가스 채취량 (L)은 다음 식에 따라 계산한다.

4.2.4.1 습식가스 미터를 사용할 시

$$V_s = V \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{P_a + P_m - P_v}{760} \quad (\text{식 1})$$

4.2.4.2 건식가스 미터를 사용할 시

$$V_s = V \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{P_a + P_m}{760} \quad (\text{식 2})$$

여기서,

V : 가스미터로 측정한 흡입가스량 (L)

V_s : 건조시료가스 채취량 (L)

t : 가스미터의 온도 (°C)

P_a : 대기압 (mmHg)

P_m : 가스미터의 게이지압 (mmHg)

P_v : t °C에서의 포화수증기압 (mmHg)

4.3 채취병 사용할 때 누출 확인 시험

4.3.1 채취병

4.3.1.1 주사통 (그림 7 (a))은 내부를 정제수로 적신 다음 눈금의 1/4 정도까지 공기를 넣고 코를 닫은 다음 안통을 잡아 당겼다 놓았다 하는 조작을 수회 반복해서 안통이 매회 먼저 위치에 되돌아가면 새지 않는 것으로 본다.

4.3.1.2 그림 7 (b)에 나타낸 감압 채취병은 채취병에 진공 마노미터를 접속한 다음 절대 압력 10 mmHg 정도까지 감압하고 1 시간 방치하여 내압의 증가가 20 mmHg 이내이면 새지 않는 것으로 본다.

4.3.2 채취부

4.3.2.1 새는 곳을 시험하기 전에 채취관의 뒤끝에 코를, 세척병의 앞 또는 뒤에 수은 마노미터를 접속한다.

4.3.2.2 유량 0.1 L/min ~ 5 L/min으로 가스를 흡입하고, 장치 내의 부압 (대기압과의 압차)을 수은마노미터로 측정한다.

4.3.2.3 이하 4.1에 따라 새는지의 여부를 시험한다.

4.3.3 취급법

4.3.3.1 채취병에 시료를 채취하기 전에 배관 속을 시료로 충분히 바꾸어 놓는다.

4.3.3.2 시료의 유량은 0.1 L/min ~ 5 L/min 정도로 한다.

4.3.3.3 시료를 채취할 때에는 채취병의 주위에서 온도와 대기압을 측정해 둔다.

4.3.3.4 건조시료가스 채취량 (L)은 다음 식에 따라 계산한다.

4.3.3.4.1 주사통을 사용할 시

$$V_s = V_a \times \frac{273}{273 + T_f} \times \frac{P_a - P_{nf}}{760} \quad (\text{식 3})$$

4.3.3.4.2 감압 채취병을 이용할 시

$$V_s = V_a \times \frac{273}{760} \left(\frac{P_f - P_{nf}}{273 + T_f} - \frac{P_i - P_{ni}}{273 + T_i} \right) \quad (\text{식 4})$$

여기서,

V_s : 건조시료가스 채취량 (L)

V_a : 채취병의 부피 (L)

P_a : 대기압 (mmHg)

P_i : 시료를 채취하기 전의 채취병 내의 압력 (mmHg)

P_f : 시료를 채취하고 방치후의 채취병 내의 압력 (mmHg)

P_{ni} : T_i °C에 있어서의 포화수증기압 (mmHg)

P_{nf} : T_f °C에 있어서의 포화수증기압 (mmHg)

T_i : P_i 를 측정하였을 때의 온도 (°C)

T_f : P_f 를 측정하였을 때의 온도 (°C)

채취병으로 주사통을 쓰는 경우 채취병의 부피는 눈금으로 읽으며, 채취병 내에 흡수액이 들어있을 경우 그 액량을 채취병의 부피에서 뺀다.

5.0 지상에서의 시료채취

지상에서의 시료채취는 굴뚝 측정공에 상시 설치되어 굴뚝 내부의 가스상 물질을 지상으로 이송시켜 시료채취하는 방법을 의미하며, 지상시료채취가 가능한 물질은 표 4와 같다. 또한, 지상에서의 시료채취를 위하여 측정공은 여분을 포함하여 2개 이상을 확보하여야 한다.

표 4. 지상시료채취가 가능한 물질

가. 황산화물	자. 1,3-뷰타다이엔
나. 질소산화물	차. 아크릴로나이트릴
다. 일산화탄소	카. 1,2-다이클로로에테인
라. 암모니아	타. 클로로폼
마. 염화수소	파. 테트라클로로에틸렌
바. 염화바이닐	하. 에틸벤젠
사. 다이클로로메테인	거. 사염화탄소
아. 트라이클로로에틸렌	너. 스타이렌
	더. 폼알데하이드
	러. 벤젠
	머. 아세트알데히드

5.1 측정 위치, 측정공 및 측정점 선정

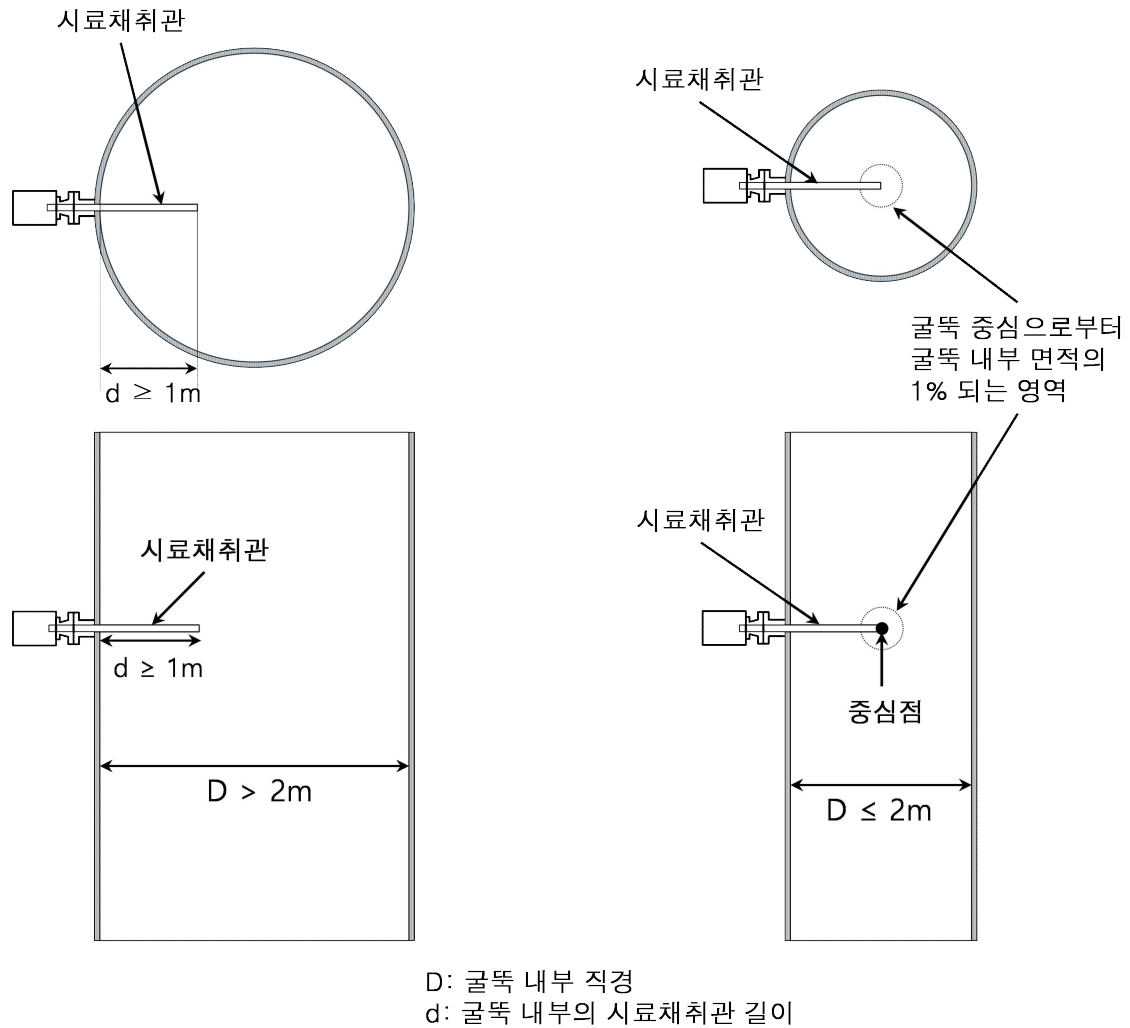
5.1.1 측정 위치 및 측정공

5.1.1.1 측정 위치와 측정공의 규격 등은 ES 01114.c 배출가스 중 굴뚝 배출 시료채취 방법 2.0에 따른다.

5.1.2 측정점 선정

5.1.2.1 굴뚝 내경이 2 m를 초과할 때에는, 그림 9 (a)와 같이 굴뚝벽면으로부터 1 m 이상 떨어진 지점에 채취관을 설치하여야 한다.

5.1.2.2 굴뚝 내경이 2 m 이하일 때에는, 그림 9 (b)와 같이 중심영역 (굴뚝 중심으로 부터 단면적 1 % 이하의 범위)에 채취관을 설치하여야 한다.



(a) 굴뚝 내경이 2 m 초과

(b) 굴뚝 내경이 2 m 이하

그림 9. 지상에서의 시료채취를 위한 굴뚝 측정점 선정

5.2 장치의 구성

5.2.1 지상 시료채취장치는 그림 10과 같이 채취관, 가열연결관, 지상시료채취 제어부, 채취부 순으로 구성한다.

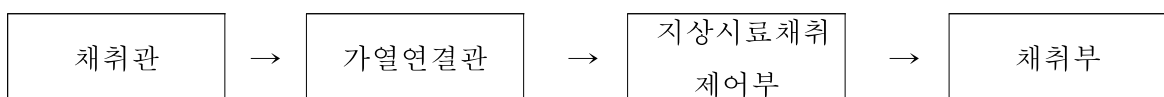


그림 10. 지상 시료채취장치 구성

5.2.2 지상 시료채취장치 설치는 그림 11과 같이 구성하여 설치할 수 있다.

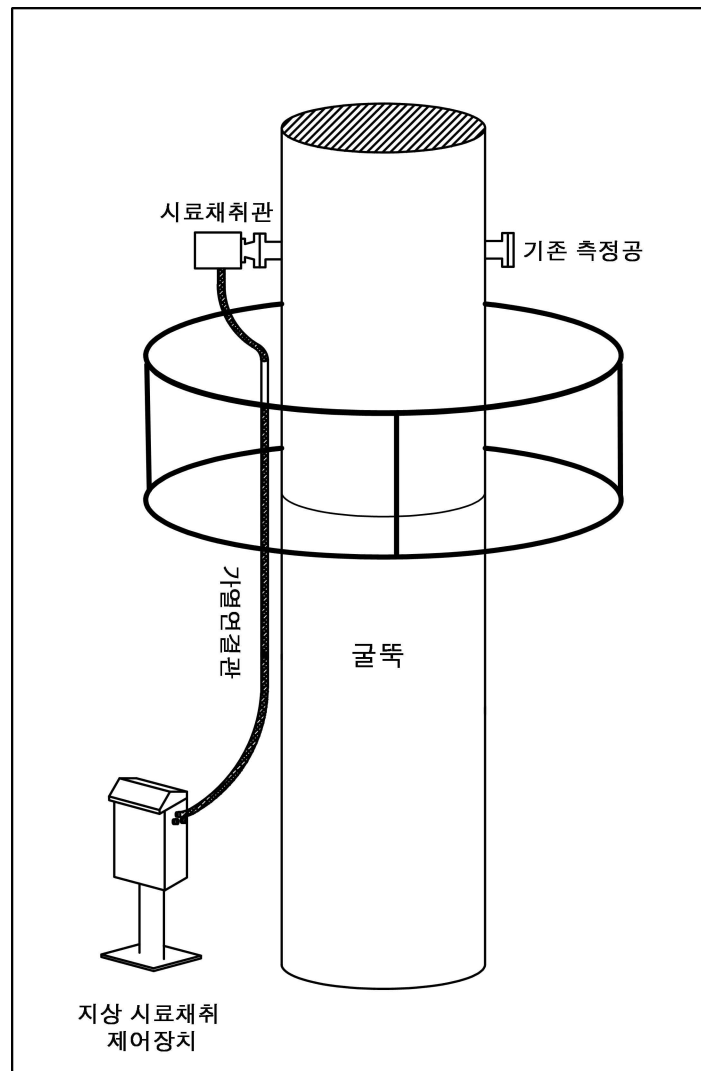


그림 11. 지상 시료채취장치 설치 구성 (예)

5.3 채취관

5.3.1 재질

재질에 대한 사항은 2.2.1에 따른다.

5.3.2 규격

규격에 대한 사항은 2.2.2에 따르며, 채취관의 길이는 5.1의 측정점 기준을 만족해야 한다.

5.3.3 여과재

여과재에 대한 사항은 2.2.3에 따른다.

5.3.4 채취관의 고정용 기구

채취관의 고정용 기구에 대한 사항은 2.2.4에 따른다.

5.3.5 보온 및 가열

채취관은 수분 응축을 방지하기 위해 상시 가열 (180 ℃ 이상) 하여야 한다.

5.4 가열연결관

5.4.1 가열연결관에 대한 사항은 2.3에 따른다.

5.4.2 가열연결관의 설정온도는 수용성 물질 (HCl, NH₃, HF 등)의 손실 및 가열연결관 부식 방지를 위해 180 ℃ 이상으로 가열하여야 한다.

5.5 지상 시료채취 제어부

지상 시료채취 제어장치의 구성은 그림 12와 같이 가열박스, 여과지 홀더, 펌프, 온도조절기, 채취부 연결 조인트, 퍼지가스 공급라인 등으로 구성한다.

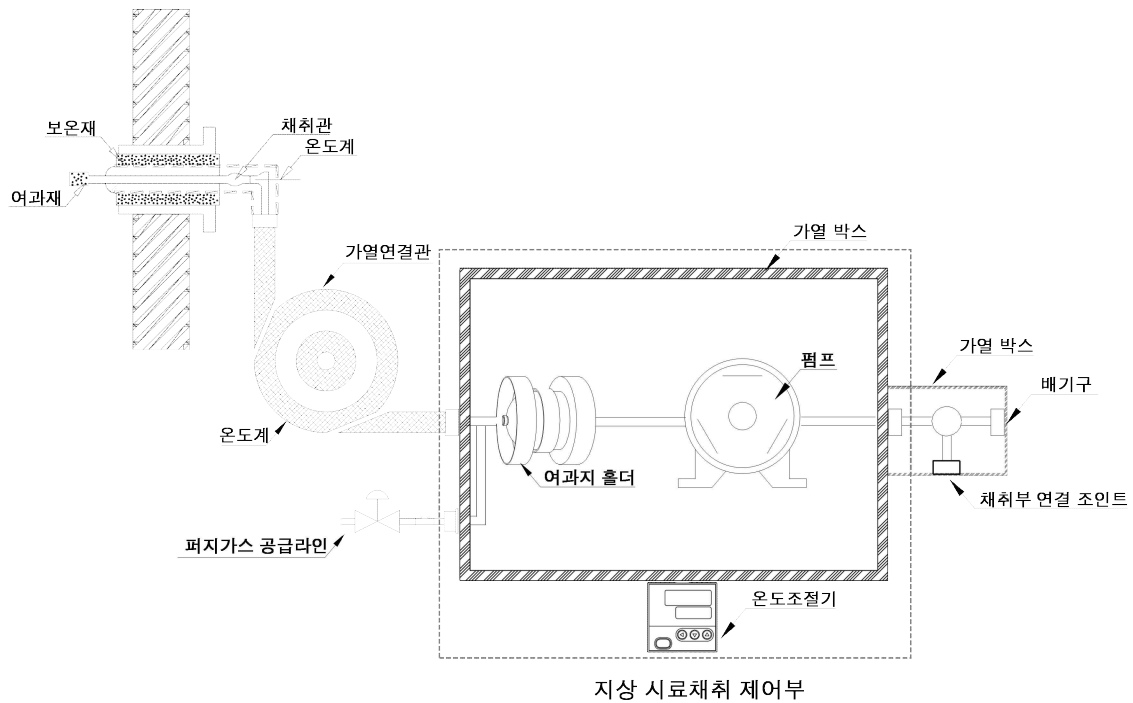


그림 12 지상 시료채취 제어장치 구성 (예)

5.5.1 가열박스

가열박스는 지상시료채취 제어부와 채취부 연결 조인트의 온도를 180 °C 이상으로 가열하여야 한다.

5.5.2 여과지 홀더

여과재에 대한 사항은 2.2.3에 따르며, 여과지 홀더의 재질은 스테인리스강이어야 한다.

5.5.3 펌프

5.5.3.1 펌프는 굴뚝내 가스를 지상 시료채취 제어부까지 운반하는데 사용되며, 공기가 새거나 윤활유 유입으로 인한 오염이 없는 다이어프램 펌프를 사용한다. 흡입유량은 4 L/min ~ 10 L/min 정도로 대상 물질에 따라 시료채취가 가능하도록 충분한 유량으로 조절할 수 있어야 한다.

5.5.3.2 다이어프램 펌프는 네오프렌, 폴리테트라플루오로에틸렌 또는 플루오로고무 등의 재질로 된 것을 사용하며, 고온상태 (180 ℃)에서 작동할 수 있는 제품을 사용해야 한다.

5.5.4 온도조절기

5.5.4.1 온도조절기는 지상 시료채취 과정에서 채취관, 가열 연결관, 가열박스의 온도를 일정하게 유지하는 역할을 한다.

5.5.4.2 온도조절기는 채취관, 가열연결관, 가열박스, 채취부 연결 조인트의 온도 설정을 개별적으로 설정할 수 있어야 하며, 설정온도의 이상 유무를 확인할 수 있어야 한다.

5.5.5 채취부 연결 조인트

채취부 연결 조인트는 채취부를 연결하는 장치로 펌프에서 배출되는 시료가스 중 일부를 채취부로 분할하는 역할을 하며, 길이를 최대한 짧게 한다.

5.5.6 퍼지가스 공급라인

퍼지가스 공급라인은 압축공기 또는 수분 및 먼지가 제거된 외부공기를 가열연결관을 통해 시료 이송 방향의 반대 방향으로 일정량 (0.5 L/min ~ 1 L/min) 공급해 주어야 한다.

5.6 채취부

채취부는 채취부 연결 조인트에 연결하며, 채취부에 대한 일반사항은 2.4에 따른다.

5.7 조립 방법

5.7.1 채취관

5.7.1.1 채취관은 배출가스 흐름에 대해 수직이 되도록 연결한다.

5.7.1.2 채취관은 그림 3에 나타내는 것과 같이 채취구에 플랜지식 등의 고정 장치를 써서 고정한다.

5.7.1.3 채취관은 굴뚝연속자동측정기기 및 측정장치 등의 운영에 영향이 없도록 설치한다.

5.7.2 가열연결관

5.7.2.1 가열연결관은 이음매가 없는 배관을 써서 접속부분을 적게 하고 받침기구로 고정한다.

5.7.2.2 가열연결관은 수직으로 연결한다. 부득이 구부러진 관을 쓰는 경우에는 응축수가 빨리 흘러나오기 쉽도록 경사지게 하고 시료가스는 아래로 흐르도록 한다.

5.7.2.3 가열연결관의 접속에는 링조인트, 플레야조인트, 플랜지식 또는 구면접속기구 등을 쓰고, 접속부분은 조립한 다음 새는 일이 없도록 재차 단단하게 조인다.

5.7.2.4 가열연결관의 가열에 전열을 쓰는 경우에는 방수되는 구조로 하고 전기적으로 충분히 절연한다.

5.7.3 지상 시료채취 제어부

5.7.3.1 가열연결관과 지상 시료채취 제어부 접속 및 지상 시료채취 제어부 안의 장치를 연결할 때는 구면 또는 테이퍼 접속기구를 사용하여 새는 일이 없도록 한다.

5.7.3.2 시료채취나 유지관리가 가능하도록 접근이 쉬운 곳에 설치한다.

5.7.3.3 지상 시료채취장치에 대해 절연, 접지, 방수, 방진 등의 안전조치가 이루어져야 한다.

5.7.4 채취부

채취부의 조립에 대한 사항은 3.0에 따른다.

6.0 지상 시료채취장치의 취급

6.1 취급방법

6.1.1 작동순서

6.1.1.1 채취관, 가열연결관, 지상시료채취 제어부, 가열박스, 채취부 연결 조인트를 온도조절기로 설정온도 (180 ℃)까지 가열하여 안정화를 한 이후 펌프를 작동시킨다.

6.1.1.2 유량계를 이용하여 펌프의 설정 유량과 맞는지 확인하고, 그 외 진동 및 이상음 발생 등의 정상여부를 확인한다.

6.1.2 지상 시료채취장치 안정화

지상 시료채취장치 (채취관, 가열연결관, 가열박스 등) 설정온도와 펌프의 설정유량이 정상 범위에 도달하였는지를 확인한 후 시료가스를 최소 30분 이상 흘려준 후 채취부를 연결하여 시료채취를 시작한다.

6.2 보수와 관리

6.2.1 지상시료채취 장치의 정상작동을 확인하기 위해서, 다음의 보수 및 점검을 연 1회 실시하되, 점검주기는 보수 및 점검결과에 따라 변경할 수 있다.

6.2.1.1 채취관, 연결관, 제어부 등 가열부의 온도조절이 양호한지의 여부를 점검한다.

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

6.2.2 외부 환경에 노출되어 있는 연결관들은 오염방지를 위하여 미사용 시 마개 등으로 보호하여야 한다.

6.2.3 시료가스에 다량의 수분 및 먼지가 포함된 경우에는 시료채취 및 측정을 실시하지 아니하는 경우에도 퍼지가스 (압축공기 또는 수분 및 먼지가 제거된 외부공기)를 시료 이송 방향의 반대 방향으로 일정량 흘려주어야 한다.

6.2.4 연결관의 청소 및 세척

6.2.4.1 가열 연결관은 시료가스 내 잔류물, 수분 및 먼지 등에 의해 측정 결과에 오차가 발생하지 않도록 정기적으로 세척하여야 한다.

6.2.4.2 세척은 불활성 가스 (예: 질소) 또는 압축공기 또는 수분 및 먼지가 제거된 외부 공기를 이용한 역류 퍼지 방식으로 수행할 수 있으며, 필요 시 가열 증기를 사용하여 내부를 세정한 후 잔류 응축수가 남지 않도록 충분히 퍼지·건조하고, 세척 후에는 수분이 측정에 영향을 미치지 않도록 관리하여야 한다.

6.2.4.3 세척 주기는 시료가스의 성상 및 사용 빈도에 따라 조정되며, 최소한 시료채취 작업 전후에는 반드시 실시하여야 한다.

6.2.4.4 시료채취 연결관 및 부속기기는 사용 전에 반드시 오염 여부를 확인하여야 하며, 내부에 잔류 시료, 응축수, 먼지 등이 존재하는 경우에는 세척 후 사용하여야 한다.

7.0 주의사항

ES 01114 배출가스 중 굴뚝 배출 시료채취방법에 따른다.

8.0 참고자료

8.1 한국산업표준 (KS), KS I 2200, “연도가스의 오염물질 측정방법”, 산업표준심의회 (2024)

8.2 EPA, method 1, “sample and velocity traverses for stationary sources” , United States Environmental Protection Agency

8.3 EPA, QUALITY ASSURANCE HANDBOOK VOLUME III, “test method descriptions and data sheets”, United States Environmental Protection Agency

8.4 EPA METHOD CTM-027, "procedure for collection and analysis of ammonia in stationary sources", United States Environmental Protection Agency