

배출가스 중 폼알데하이드 및 알데하이드류 -

2021

고성능액체크로마토그래피
(Formaldehyde or Aldehyde in Flue Gas -
High Performance Liquid Chromatography)

1.0 개요

이 시험기준은 소각로, 보일러 등 연소시설의 굴뚝 등에서 배출되는 배출가스 중에 포함되어 있는 폼알데하이드 및 알데하이드류 화합물의 분석방법에 대하여 규정한다.

1.1 목적

배출가스 중의 알데하이드류를 흡수액 2,4-다이나이트로페닐하이드라진 (DNPH, dinitrophenylhydrazine)과 반응하여 하이드라존 유도체 (hydrazone derivative)를 생성하게 되고 이를 액체크로마토그래프로 분석하여 정량한다. 하이드라존 (hydrazone)은 UV 영역, 특히 350 nm ~ 380 nm에서 최대 흡광도를 나타낸다.

1.2 적용범위

이 방법은 시료채취량이 2 L ~ 10 L 일 경우, 배출가스 중 알데하이드 화합물을 0.010 ppm ~ 100 ppm 범위까지 측정할 수 있으며, 시료채취량은 알데하이드의 농도에 따라 적절히 증감해도 된다. 알데하이드 화합물의 방법검출한계는 0.003 ppm이다.

1.3 간섭물질

시료 중 표 1 굴뚝 배출가스 중 알데하이드 화합물 목표성분 외의 알데하이드나 케톤 화합물이 공존할 수 있다. 만일 이 화합물의 컬럼 머무름시간이 비슷하여 고성능액체크로마토그래프 (HPLC) 컬럼에서 분리가 일어나지 않을 경우 분석결과에 영향을 줄 수 있다.

표 1. 굴뚝 배출가스 중 알데하이드 화합물 목표 성분

Compound	분자량	DNPH유도체 분자량
formaldehyde	30.03	210.15
acetaldehyde	44.05	224.17
acrolein	56.06	236.18
acetone	58.08	238.20
propionaldehyde	58.08	238.20
crotonaldehyde	70.09	250.21
butyraldehyde	72.11	252.23
benzaldehyde	106.12	286.24
isovaleraldehyde	86.13	266.25
valeraldehyde	86.13	266.25
<i>o</i> -tolualdehyde	120.15	300.27
<i>m</i> -tolualdehyde	120.15	300.27
<i>p</i> -tolualdehyde	120.15	300.27
hexaldehyde	100.16	280.28
2,5-dimethylbenzaldehyde	134.18	314.30

2.0 용어정의

2.1 다이나이트로페닐하이드라진 유도체 반응식

바로 아래 그림 1이 알데하이드와 케톤을 포함하는 유기카보닐 화합물과 다이나이트로페닐하이드라진 (DNPH, dinitrophenylhydrazine)이 반응하여 DNPH 유도체가 생성되는 반응식이다.



그림 1. 다이나이트로페닐하이드라진 (DNPH) 유도체 반응식

2.2 표준원액

정확한 농도를 알고 있는 비교적 고농도의 용액으로, 고순도 1차 표준물질 시약을 이용하여 정확하게 조제하거나, 소급성이 명시된 인증표준물질을 구입하여 사용한다.

2.3 표준용액

검정곡선 작성에 사용되며, 용도에 따라 표준원액을 적당한 농도 범위로 묽혀 조제한다. 표준용액은 가능한 한 시료의 매질과 동일한 조성을 갖도록 조제해야 한다.

2.4 현장바탕 시험용액

현장바탕시험은 현장에서의 채취 과정, 시료의 운송, 보관 및 분석 과정에서 생기는 문제점을 찾는 데 사용되는 시험으로, 시료와 동일한 절차를 거쳐 얻어진 용액을 말하며, 시료용액의 결과 보정에 사용된다.

3.0 분석기기 및 기구

3.1 시료분석장치

3.1.1 전처리 기구

3.1.1.1 시료추출장치

스탠드, 클램프, 마이크로 피펫 (1 mL), 피펫 팁 (1 mL), 스포이드, 갈색 바이알 (5 mL), 농축 바이알 (10 mL), 루어형 (Luer type) 주사기 (10 mL), 디스펜서 (10 mL)

3.1.2 분석기기

시료분석에 필요한 액체크로마토그래프 (HPLC)는 그림 2와 같이 구성되어 있고 다음의 조건을 구비하고 있는 장치이어야 한다.

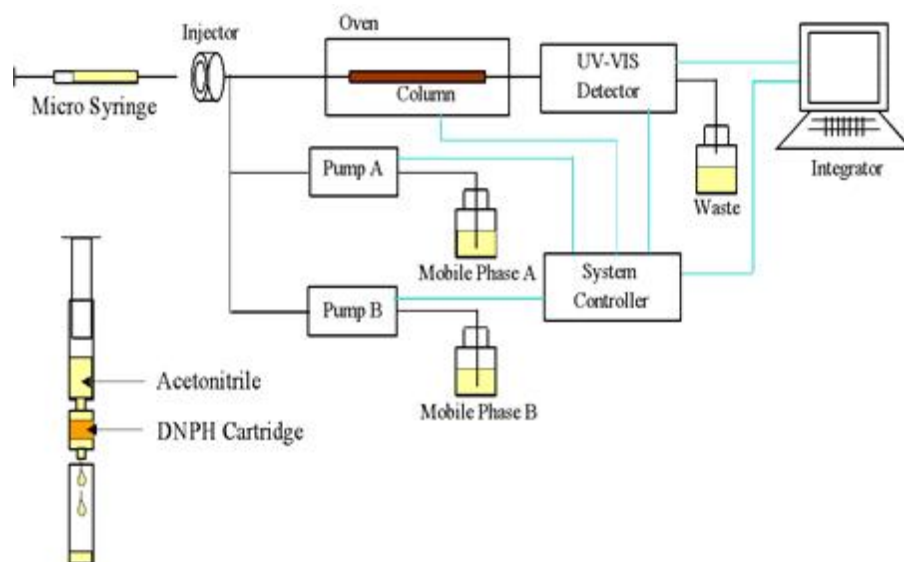


그림 2. 액체크로마토그래피 장치의 구성

장치의 구성은 시료주입장치, 펌프, 오븐, 컬럼 및 검출기 (자외선 검출기)로 이루어져야 한다. 컬럼은 비극성 흡착제가 코팅된 역상 컬럼 (ODS 계통 컬럼) 또는 이와 동등한 분리성능을 가진 것을 사용한다.

3.1.2.1 초음파 세척기, 이동상 탈기장치 (아스피레이터)

이동상 기포제거용

3.1.2.2 눈금실린더 (1 L), 갈색 병 (1 L, 4 L)

이동상 준비 및 보관용

3.1.2.3 마이크로 피펫 (25 μ L, 250 μ L), 피펫 팁 (25 μ L, 250 μ L)

표준물질 및 현장 시료 희석용

3.1.2.4 주사기 (100 μ L)

시료 주입용

3.1.2.5 유리병 (4 L)

분석 후 발생하는 이동상 폐수보관용

3.1.2.6 유리병 (350 mL)

시료주입용 주사기 세척 및 폐수용

3.1.2.7 이동상 불순물 여과용 필터

스테인리스강 필터

4.0 시약 및 표준용액

4.1 시약

4.1.1 아세토나이트릴 (CH_3CN , acetonitrile, 분자량 41.05)

시료 추출 및 HPLC 이동상 용매, 액체크로마토그래피 (HPLC) 등급

4.1.2 테트라하이드로퓨란 ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, tetrahydrofuran, 분자량 72.11)

HPLC 이동상 용매, HPLC 등급. 알데하이드와 케톤류의 HPLC 분리능 향상에 도움을 주므로 사용을 권장한다.

4.1.3 정제수

HPLC 이동상 용매, HPLC 등급

4.1.4 2,4-다이나트로페닐하이드라진 ($(\text{O}_2\text{N})_2\text{C}_6\text{H}_3\text{NHNH}_2$, 2,4-dinitrophenylhydrazine, 분자량 198.14)

순도 97 % 시약을 사용한다.

4.1.5 알데하이드-다이나이트로페닐하이드라진 (DNPH, dinitrophenylhydrazine) 유도체

순도 99 % 시약을 사용한다.

4.1.6 임핀저 흡수액

DNPH 흡수액 (DNPH 2 g/L)의 조제는 다음과 같다. 이 조작용 공기 중에 알데하이드가 없는 조건에서 진행한다.

4.1.6.1 염산 (2 mol/L) 1 L를 용기에 넣고, 용기 내 공기를 고순도 질소로 치환한 후, DNPH 2 g을 녹인다.

4.1.6.2 약 3 시간 정도 정치한 후에, 1 000 mL 분액깔때기에 흡수액 200 mL를 취한다.

4.1.6.3 여기에 헥세인 200 mL를 넣고 5 분간 심하게 흔든 후 정치한다. 이 흡수액을 다른 분액깔때기에 옮기고 다시 헥세인 200 mL를 넣고 5 분간 심하게 흔든 후 정치한다.

4.1.6.4 이 흡수액 200 mL를 별도의 용기에 옮기고, 40 mL를 분취 후 공시험을 실시하여 방법검출한계 미만을 확인한 후 시료채취용 흡수액으로 사용한다.

4.1.7 다이나이트로페닐하이드라진 (DNPH) 카트리지

폴리프로필렌튜브에 DNPH-실리카가 충전된 카트리지로서 상용화된 카트리지는 아래 조건에 준하거나 그 이상의 성능을 갖추어야 한다. 이때 카트리지의 DNPH 충전량은 사전 예비실험을 통하여 고농도 시료의 경우 파과 (breakthrough)가 일어나지 않도록 충분한 양이 충전된 카트리지를 사용하여야 한다. DNPH는 알데하이드뿐만 아니라 아세톤과 같은 케톤류 화합물과도 쉽게 반응하므로 시료 중 카보닐 화합물의 총량이 사용한 카트리지의 허용 범위를 초과하지 않도록 시료채취 유량과 시간을 적절히 조절하여야 한다.

표 2. 시료채취용 DNPH 카트리지의 조건

조건	시료 중 카보닐 화합물의 허용 총량			
	75 µg 이하	225 µg 이하	640 µg 이하	6400 µg 이하
입자크기	150 µm ~ 250 µm	좌동	좌동	좌동
카트리지 당 DNPH 충전량	1 mg	3 mg	8.6 mg	86 mg
베드 (bed) 무게	약 350 mg	좌동	약 1 g	약 10 g
바탕 오염도	0.1 µg 이하	좌동	좌동	좌동

채취된 시료는 알루미늄포일로 포장하여 외부공기와 차단할 수 있는 비닐봉지 (예시: 지퍼백)에 이중으로 밀봉하여 저온, 차광, 밀봉 상태로 보관 (10 °C 이하)하여 운반하며 용매로 추출하기 전까지 냉장 (4 °C 이하) 보관한다. 시료가 저장되는 냉장고는 실험에 사용되는 시약이나 기타 오염물질에서의 오염의 영향이 없는 곳이어야 한다.

4.2 표준용액

4.2.1 표준원액의 제조

각 DNPH 유도체 일정량을 아세토나이트릴에 녹여 100 mL가 되게 하거나 소금성이 명시된 인증표준물질을 구입하여 사용한다.

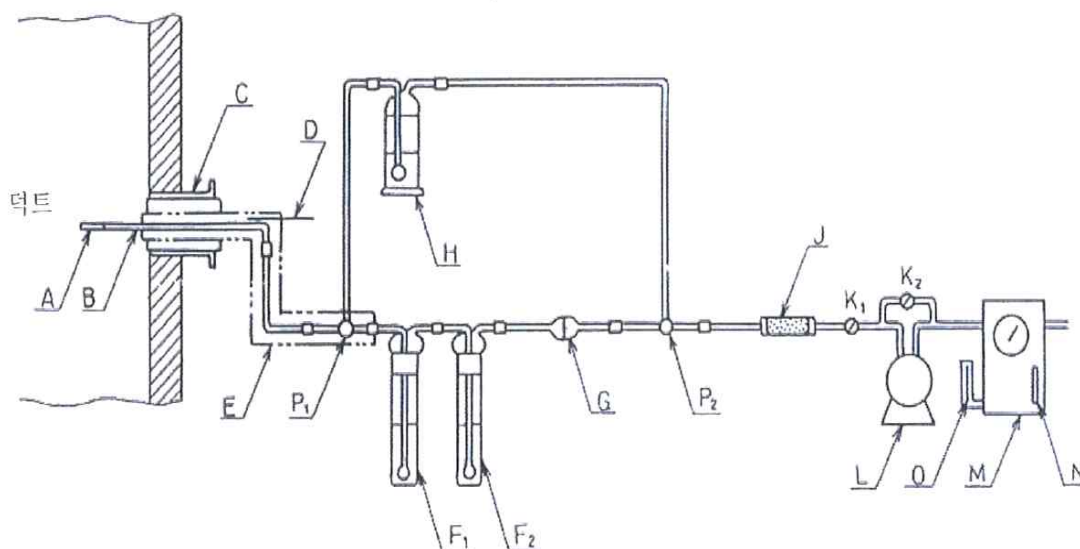
5.0 시료채취 및 관리

5.1 시료채취위치

시료가스의 채취위치는 대표할 수 있는 기체가 채취될 수 있는 점, 즉 기체의 유속이 현저하게 변화하지 않고 먼지 등이 쌓이지 않으며 수분이 적은 곳을 선택하여야 한다.

5.2 시료채취장치

시료채취장치로서 다음 조건을 갖춘 것을 사용한다.



A: 여과재

B: 시료가스 채취관

C: 보온재

D: 온도계

E: 히터

F₁, F₂: 흡수병 (용량 100 mL)

또는 시료채취용 카트리지

G: 유리필터

H: 세척병 (용량 100 mL)

J: 건조관

K₁, K₂: 유량 조절 콕

L: 흡입펌프

M: 가스미터

N: 온도계

O: 마노미터

P₁, P₂: 유로 변환 3방 콕

그림 2. 시료채취장치 (예)

5.2.1 여과재

배출가스 내에 먼지 등이 혼입되는 것을 막기 위해 시료가스 채취관의 끝 또는 후단에 적절한 여과재를 사용한다. 여과재로서 배기가스 중 성분과 화학반응이 발생하지 않는 재질의 것, 예를 들어 실리카겔, 무알칼리유리울을 사용한다..

5.2.2 시료가스 채취관

배출가스 중의 부식성 가스에 내성이 있고, 폼알데하이드 및 알데하이드류 등을 흡착하지 않는 유리관이나 석영유리관 및 플루오로수지관 등을 이용한다. 채취관은 가능한 짧게 하고, 수분이 응축될 수 있는 경우에는 시료가스 채취관에서 가스채취 흡수병 또는 카트리지 사이를 약 120 °C 정도로 가열한다.

5.2.3 세척병

폼알데하이드의 채취에 앞서 배관 내의 가스를 치환하기 위해서 부식성 가스 등을 제거하는 가스 세척병 (H)을 갖춘 바이패스 유로를 설치한다. 세척병에는 일반적으로 흡수액 40 mL를 넣는다. 단, 가스 채취관에서 가스 채취기구까지의 거리가 짧은 경우, 바이패스 유로를 설치하지 않아도 된다.

5.2.4 가스채취기구

시료 가스 채취 장치에서 채취기구로서 흡수병 또는 시료 채취용 카트리지를 이용한다.

5.2.4.1 흡수병은 흡수액으로 폼알데하이드를 채취하기 위한 내용적 100 mL 정도의 병으로, 기액 접촉을 좋게 하는 유리볼 필터 (세공 크기 (40 ~ 120) μm), 또는 유리 필터 (세공 크기 (40 ~ 50) μm)를 갖춘 것이 있다.

5.2.4.2 시료 채취용 카트리지는 채취제로 폼알데하이드를 채취하기 위한 카트리지로 실리카겔의 세립에 채취제를 함침시킨 것을 충전해서 이용한다. 폼알데하이드의 채취제로서는 DNPH 또는 CEBHA가 있다.

5.3 시료채취방법

5.3.1 배출가스 시료채취 조작은 다음을 따르며, 흡수병 및 시료 채취용 카트리지의 두 가지 가스채취기구에 동일하게 사용한다.

5.3.2 유로변환 삼방콧을 이용하여 배출가스가 시료채취관을 통과하게 한다.

5.3.3 유로눈금이 표시된 100 mL 임핀저에 각각 DNPH 흡수액을 40 mL씩 넣은 후 흡입펌프를 가동시키고, 배출가스의 유량을 약 1 L/min으로 조절하여 가스채취기구에 통과시킨다. 배출가스를 2 L ~ 10 L 채취한 후에 흡입펌프를 정지한다. 흡수병 대신에 시료 채취용 카트리지를 사용할 수도 있다. 단, 시료가스의 채취량은 폼알데하이드의 농도에 따라 적절히 증감해도 된다.

6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

6.1 내부정도관리방법

6.1.1 방법검출한계 및 정량한계

방법검출한계 및 정량한계는 ES 01001 정도보증/정도관리의 4.0 검출한계에 따라 측정한다. 측정한 방법검출한계는 시험방법에서 제시한 값 이하이어야 한다.

6.1.2 현장바탕시료의 평가

동일한 흡수액 혹은 DNPH 카트리지가 이동과정에서 오염이 일어나지 않음을 확인하기 위해서 현장바탕시료 (field blank)를 평가한다. 현장바탕시료는 실제 공기에 노출되지 않는다는 점 이외에는 시료의 운송과 저장 및 분석과정에서 실제시료와 항상 동일하게 취급한다.

6.1.3 정밀도

동일한 시간 동안 동일한 조건에서 4 회 이상 반복 분석하여 크로마토그램의 적분면적과 봉우리 (peak)의 머무름시간 (RT, retention time)의 정밀도를 확인한다. 모든 분석 과정을 통한 측정·분석의 정밀도는 4 회 이상 반복 분석의 상대표준편차 (%RSD)로서 구하고 이 값은 10 % 이내로 한다.

$$\text{정밀도}(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \quad (\text{식 2})$$

여기서, s : 표준편차

\bar{x} : 측정 평균값

6.1.4 정확도

분석시스템을 이용한 정확도 실험에서는 표준물질을 4 회 이상 반복 분석하여 알고 있는 표준물질의 농도에 대한 측정 평균값의 상대백분율 (recovery)로 구한다. 이와 같이 측정했을 때 정확도는 75 % ~ 125 % 이내이어야 한다.

$$\text{정확도}(\%) = \frac{\bar{x}}{X_i} \times 100 \quad (\text{식 } 3)$$

여기서, X_i : 알고 있는 농도

\bar{x} : 측정 평균값

6.1.5 정도관리 주기

방법 검출한계 및 정밀도·정확도의 측정은 연 1 회 이상 측정하는 것을 원칙으로 하며 검정곡선의 검증 및 방법바탕시료의 측정은 시료군 당 1 회를 실시하도록 한다. 분석자의 교체, 분석장비의 교체, 시험방법 변경 등이 발생한 경우에도 수시로 실시한다.

6.1.6 정도관리 결과 보관

내부정도관리 측정 결과 산출된 측정결과와 측정 시 얻어진 기본자료 (raw data)는 정도관리철에 같이 보관하여야 한다.

7.0 분석절차

7.1 전처리

7.1.1 시료채취가 완료되면 흡수병을 실험실로 가져와서, 200 mL 비커에 옮기고 소량의 정제수로 흡수병을 세척하여 합한다.

7.1.2 이 흡수액을 분액깔때기로 옮기고 클로로폼 10 mL를 넣고 5 min 이상 흔들어 섞은 후 정치한다. 분액깔때기의 클로로폼층을 분리하여 감압농축하고, 이 용액이 소량 남아 있을 때 아세트나이트릴 5 mL를 가한 후에 용매를 아세트나이트릴로 교환하여 다시 감압농축한다. 농축된 아세트나이트릴을 5 mL 부피플라스크 옮기고 아세트나이트릴을 가하여 표선까지 채우고, 이 용액을 분석용 시료용액으로 한다.

7.1.3 시료채취 시 DNPH-카트리지를 사용했을 경우 마개를 제거하고 5 mL 부피플라스크에 아세트나이트릴로 추출해 낸 후 아세트나이트릴을 가해 최종 5 mL로 한다. 이 용액을 분석용 시료용액으로 한다.

7.1.4 시료를 즉시 분석할 수 없는 경우에는 시료를 4 ℃ 이하로 보관한다.

7.2 측정법

7.2.1 분석조건의 설정

7.2.1.1 표준용액, 현장바탕시료 용액, 시료용액을 차례로 다음 조건의 HPLC에 주입하여 분석한다. 단, 분해능, 정확도 및 정밀도가 이 방법과 동등 이상이라고 증명될 경우 다른 분석조건 및 컬럼도 사용가능하다.

표 3. HPLC 분석조건 (예)

분석기기	HPLC
분석 컬럼	C18 (300 mm × 3.9 mm × 4 μm)
컬럼 온도	20 ℃
검출기	자외선 검출기 (검출파장 360 nm)
자료 계산 및 저장	컴퓨터 데이터 시스템
이동상	이동상 A: 정제수/아세트나이트릴/테트라하이드로퓨란 40/55/5 (%) 이동상 B: 아세트나이트릴 100 (%)
이동상 조성 프로그램	0 분 ~ 10.5 분: 용매 B 100 % 10.5 분 ~ 30 분: 용매 A (0 %에서 100 %로 증가), 용매 B (100 %에서 0 %로 감소)
이동상 용매 유속	1.3 mL/min
시료 주입량	10 μL

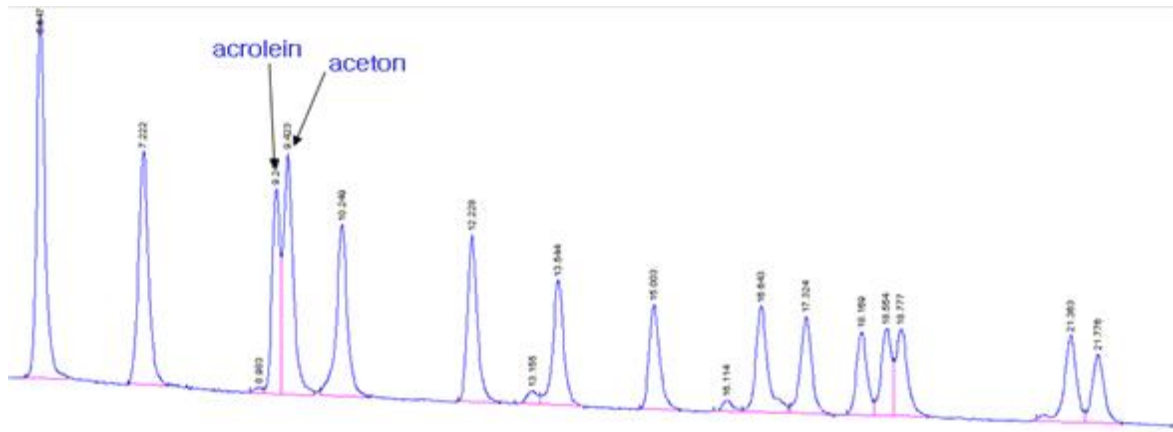


그림 4. 알데하이드 및 케톤 화합물-DNPH 표준 혼합용액의 HPLC 크로마토그램

7.2.2 검정곡선 작성

7.2.2.1 알데하이드-DNPH 표준물질을 0.2 $\mu\text{g/mL}$ ~ 24.0 $\mu\text{g/mL}$ 범위 내에 3 개 ~ 5 개의 다른 농도 수준으로 희석하여 (아세트나이트릴 사용) 검정곡선을 작성한다.

7.2.2.2 희석배율은 실제 시료의 농도 예상 범위에 따라 변경할 수 있다. 이 때 미지시료의 농도가 포함될 수 있는 범위로 설정한다.

7.2.2.3 주입된 표준물질의 농도에 따라 크로마토그램에 검출된 봉우리 면적을 이용하여 최소자승법으로 검정곡선을 작성한다.

7.2.2.4 검정곡선 작성 시 y-축은 표준물질의 봉우리면적을 나타내며, x-축은 표준용액의 농도 ($\mu\text{g/mL}$)를 나타낸다. 만약, 바탕시료에 측정대상물질이 검출되면 그 양만큼 실제 시료에 대해서 이를 보정한다.

7.2.2.5 검정곡선을 작성한 후 연속하여 시료를 분석하여야 한다. 최고농도를 벗어나는 시료에 대해서는 희석하여 재측정한다.

8.0 결과보고

8.1 농도의 계산

8.1.1 채취된 시료가스의 부피계산

표준상태 환산 건조가스량 (V_m)의 부피는 표준상태 (0 °C, 760 mmHg)에서 다음 식들에 의해서 계산될 수 있다.

8.1.1.1 습식가스미터를 사용한 경우

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

여기서, V_m : 건조가스량 (L)

V : 가스미터에 의해서 측정된 기체의 부피 (L)

t : 가스미터의 온도 (°C)

P_a : 대기압력 (mmHg)

P_m : 가스미터에 게이지 압력 (mmHg)

(일반적으로 이것은 무시할 수도 있다.)

P_v : t °C에 포화된 수증기압 (mmHg)

8.1.1.2 건식가스미터를 사용한 경우

$$V_m = V \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P_a + P_m}{760} \quad (\text{식 3})$$

여기서, V_m : 건조가스량 (L)

V : 가스미터에 의해서 측정된 기체의 부피 (L)

t : 가스미터의 온도 (°C)

P_a : 대기압력 (mmHg)

P_m : 가스미터에 게이지 압력 (mmHg)

(일반적으로 이것은 무시할 수도 있다.)

8.1.1.3 유속 측정방법을 사용한 경우

평균 유속 계산은 다음 식에 따라 계산한다.

$$Q_A = \frac{Q_1 + Q_2 \cdots Q_N}{N} \quad (\text{식 4})$$

여기서, Q_A : 평균 유속 (mL/min)

Q_1, Q_2, \dots, Q_N : 시료채취동안 시작, 끝에 측정된 유속

N : 유속 측정 수

총 유량 계산은 다음 식을 이용하여 계산한다.

$$V_m = \frac{(T_2 - T_1) \times Q_A}{10^6} \times \frac{273}{273 + T_a} \times \frac{P_a}{760} \quad (\text{식 5})$$

여기서, V_m : 측정된 온도와 압력에서 총 시료 부피 (m^3)

T_2 : 종료 시간 (min)

T_1 : 시작 시간 (min)

$T_2 - T_1$: 총 시료채취 시간 (min)

Q_A : 평균 유량 (mL/min)

T_a : 시료채취 시 온도 ($^{\circ}\text{C}$)

P_a : 시료채취 시 압력 (mmHg)

8.1.1.4 알데하이드류의 농도는 다음 식을 이용하여 계산한다 (0 $^{\circ}\text{C}$, 760 mmHg 기준).

$$C = \frac{(A_a - A_b) \times V}{V_m} \times \frac{22.4}{MW_a} \times B \quad (\text{식 6})$$

여기서, C : 알데하이드류의 농도 (ppm 또는 $\mu\text{mol/mol}$)

A_a : 시료 중 알데하이드류 유도체 a의 농도 ($\mu\text{g/mL}$)

A_b : 현장바탕시료 중 알데하이드류 유도체 a의 농도 ($\mu\text{g/mL}$)

V_m : 표준상태 (0 $^{\circ}\text{C}$, 760 mmHg)로 환산한 시료채취량 (L)

V : 분석용 시료용액 양 (mL)

MW_a : 알데하이드류 a의 분자량

B : 카보닐-DNPH 유도체에 대한 화합물의 분자량 비

각 카보닐 화합물에 대한 B값은 표 6과 같다.

표 4. 각 카보닐 화합물에 대한 B값

compound	B
formaldehyde-2,4-DNPH	0.142 9
acetaldehyde-2,4-DNPH	0.196 5
acrolein-2,4-DNPH	0.237 4
acetone-2,4-DNPH	0.243 8
propionaldehyde-2,4-DNPH	0.243 8
crotonaldehyde-2,4-DNPH	0.280 1
butyraldehyde-2,4-DNPH	0.285 9
benzaldehyde-2,4-DNPH	0.370 7
isovaleraldehyde-2,4-DNPH	0.323 5
valeraldehyde-2,4-DNPH	0.323 5
o-tolualdehyde-2,4-DNPH	0.400 1
m-tolualdehyde-2,4-DNPH	0.400 1
p-tolualdehyde-2,4-DNPH	0.400 1
hexaldehyde-2,4-DNPH	0.357 4
2,5-dimethylbenzaldehyde-2,4-DNPH	0.426 9

8.2 결과의 표시

측정결과는 ppm 단위로 소수점 넷째 자리까지 계산하고, 결과 표시는 소수점 셋째 자리로 표기한다.

9.0 참고자료

9.1 국립환경과학원고시 제 2019-17호, “악취공정시험기준”, 국립환경과학원 (2019)

9.2 JIS K 0091, “Methods for determination of carbon disulfide in flue gas”, Japanese industrial standards committee, (1998)

9.3 JIS K 0303, “Methods for determination of formaldehyde in flue gas”, Japanese industrial standards committee, (2012)

10.0 부록

표 5. 시험기준 요약표

배출가스 중 폼알데하이드 및 알데하이드류 - 고성능액체크로마토그래피 (Formaldehyde or Aldehyde in Flue Gas - High Performance Liquid Chromatography)	
분자식 및 특징: HCHO, 특유의 자극적인 냄새가 나며 상온에서 강한 휘발성을 띠는 기체	
정량범위:	(0.01 ~ 100) ppm
간섭물질:	시료 중 목표성분 외 알데하이드나 케톤 화합물이 공존할 수 있으며, 이 때 컬럼 머무름시간이 비슷하여 HPLC 컬럼에서 분리가 일어나지 않을 경우 분석결과에 영향을 줄 수 있음
시료채취	
방법:	임핀저법 또는 DNPH가 코팅된 카트리지법
흡수액:	DNPH 2 g/L 40 mL × 흡수병 2 개 또는 DNPH가 코팅된 카트리지
흡입속도:	1 L/min ~ 10 L/min
표준채취량:	(2 ~ 10) L
이동:	알루미늄포일로 포장하여 외부공기와 차단할 수 있는 비닐봉지 에 이중으로 밀봉하여 저온, 차광, 밀봉 상태로 보관 (10 °C 이하)하여 운반
보관:	4 °C 이하 냉장 보관 30 일
분석용 시료용액:	아세트나이트릴추출액 5 mL
Blank:	흡수액 또는 사용하지 않은 DNPH카트리지
측정	
방법:	고성능액체크로마토그래프법
물질:	Formaldehyde (HCHO)
표준물질:	각 DNPH 유도체 일정량을 아세트나이트릴에 녹여 제조
검정곡선:	표준물질 0.2 µg/mL ~ 24.0 µg/mL 범위 내에 3 개 ~ 5 개의 농도 수준으로 희석하여 작성
컬럼:	C18 (300 mm × 3.9 mm × 4 µm)
컬럼온도:	20 °C
억제기:	이동상 A: 정제수/아세트나이트릴/테트라하이드로퓨란 40/55/5 (%) 이동상 B: 아세트나이트릴 100 (%)
이동상 조성 프로그램	0 분 ~ 10.5 분: 용매 B 100 % 10.5 분 ~ 30 분: 용매 A (0 %에서 100 %로 증가), 용매 B (100 %에서 0 %로 감소)
용매 유속:	1.3 mL/min
시료 주입량:	10 µL
검출기:	자외선 검출기 (검출파장 360 nm)
정도관리	
주기:	연 1 회 이상
방법검출한계:	0.003 ppm
정밀도:	10 % 이내
정확도:	(75 ~ 125) %
검정곡선:	결정계수가 0.98 이상 또는 감응인자의 상대표준편차가 20 % 이내
방법바탕시료:	방법검출한계 이하