

KACAKACA
KACAKAC
KACAKA
KACAK
KACA
KAC
KA

SPS KACA0020-1867

기능성 건축자재의 흡착성능 시험방법
SPS KACA0020-1867

2010년 65월 10일 제정

목 차

1	적용범위	1
2	인용표준	1
3	기호 및 용어의 정의.....	1
	3.1 기호와 단위	1
	3.2 용어와 정의	2
4	원리.....	5
5	기구.....	5
	5.1 흡착시험챔버	5
	5.2 시험편의 실링재	6
	5.3 교반기	6
	5.4 공기의 공급장치.....	6
	5.5 온도, 습도 조절장치	6
	5.6 적산유량계.....	7
	5.7 오븐.....	7
	5.8 공기시료채취장치	7
	5.9 흡착제	7
	5.10시료채취관.....	7
	5.11분석장치	7
6	시험조건	8
	6.1 온도 및 상대습도.....	8
	6.2 공급공기질과 배경농도	8
	6.3 물질전달율과 기류속도.....	8
	6.4 단위면적당 환기량과 환기회수	8
7	시험조건의 검증.....	8
	7.1 시험조건의 모니터링	8
	7.2 챔버의 기밀성	9
	7.3 챔버의 기류속도.....	9
	7.4 챔버 내의 환기회수	9
	7.5 챔버 내의 공기 혼합률.....	9
	7.6 회수율	9
8	제품의 채취방법과 시료의 보관 및 운반.....	9
	8.1 제품의 채취방법.....	10
	8.2 시료의 보관 및 운반	10
	8.3 시료의 라벨표시.....	10
	8.4 시험을 개시하기까지의 시료의 보관	10
9	챔버의 준비	10
10	시험편의 준비	11
	10.1롤 형태 제품의 시험편.....	11
	10.2판, 패널과 보드 등 제품의 시험편.....	11
	10.3고정공정	13
11	시험방법	13
	11.1배경농도와 공시료농도	13
	11.2표준가스 공급 후 안정화.....	13
	11.3챔버 내의 시험편의 위치	13
	11.4챔버 농도를 측정하는 시간.....	14

11.5공기시료 채취	14
12 분석방법	15
12.1열탈착	15
12.2온도 프로그램	15
12.3VOCs 분석	15
12.4알데하이드 분석.....	15
13 결과의 산출 및 표현방법	16
14 시험보고서	16
부속서 A.....	18
A.1 일반.....	18
A.2 시험조건 및 개요.....	19
A.3 시험방법	20

기능성 건축자재의 흡착성능 시험방법

Evaluation method for adsorption characteristics of functional construction materials

1 적용범위

이 표준은 건축물 실내 공기 중의 톨루엔과 폼알데하이드를 흡착·분해 등의 과정을 통해서 오염물질을 저감하는 성능을 가진 건축재료의 흡착성능 측정방법에 대하여 규정한다.

또한 이 표준은 건축용 보드류, 벽지, 바닥재 등에 적용한다. 단 자외선 및 가시광선의 존재 하에서 분해하는 촉매 작용을 가진 재료와 액상자재는 적용범위 외로 한다.

2 인용표준

이 표준의 적용을 위해 필수적인 참조표준은 다음과 같다. 일자가 명시된 참조의 경우, 인용된 판만 적용된다. 일자가 명시되지 않은 참조의 경우 참조문서의 최신판(수정판 포함)이 적용된다.

SPS-KACA008-0138:2010, 친환경건축자재 단체품질인증 시험방법

ISO 16000-23:2009, Indoor air - Part 23 : Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials

ISO 16000-24:2009, Indoor air - Part 24 : Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compounds and carbonyl compounds without formaldehyde concentrations by sorptive building materials

JIS A 1905-1:2007, Performance test of sorptive building materials of reducing indoor air pollution with small chamber - Part1: Measurement of adsorption flux with supplying constant concentration of Formaldehyde

JIS A 1906:2008, Performance test of sorptive building materials of reducing indoor air pollution with small chamber - Measurement of adsorption flux with supplying constant concentration of contaminant air of VOC and aldehydes without formaldehyde

3 기호 및 용어의 정의

3.1 기호와 단위

A : 시험편의 표면적 (m^2)

$C_{out,t}$: t 시간(일)에서 흡착시험챔버 출구농도 ($\mu g/m^3$)

$C_{in,t}$: t 시간(일)에서 시험 대상물질의 공급공기농도 ($\mu g/m^3$)

C_1 : 채취관의 파과 확인시의 앞 채취관 분석농도 ($\mu g/m^3$)

C_2 : 채취관의 파과 확인시의 뒤 채취관 분석농도 ($\mu g/m^3$)

C_s : 파과시험 시 공급 시험 대상물질농도 ($\mu g/m^3$)

F : 단위 시간, 단위 면적당 흡착속도 [$\mu g/(m^2 \cdot h)$]

L	: 시료부하율 (m^2/m^3)
M	: 파괴시험 시 시료의 질량 (g)
Q_c	: 흡착시험챔버의 환기량 (m^3/h)
Q_{ads}	: 환기량 환산값 [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]
Q_s	: 파괴시험 시 시험 대상물질 가스유량 (L/min)
R_a	: 흡착율 (%)
S_c	: 단위 면적당 적산흡착량 ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)
S_s	: 파괴시험 시 흡착량 ($\mu\text{g}/\text{g}$)
T_b	: 파괴시험 시 공급공기농도에 대하여 0.5 % 농도의 파괴가 얻어진 시간 (min)
T_e	: 경과시간 (시간 또는 일수)
V	: 흡착시험챔버의 용적 (m^3)

3.2 용어와 정의

3.2.1 건축자재 (building materials)

건축물의 내부에 쓰이는 자재

3.2.2 경과시간 (시간, 일) (elapsed time)

시작부터 시료채취시점까지의 시간(일)

3.2.3 공급공기농도 (supply Air Concentration)

흡착시험챔버로 공급하는 시험 공기의 농도.

폼알데하이드와 톨루엔의 표준 가스, 가스 발생 장치를 이용하여 발생시킨 표준가스로 공급

3.2.4 공기 (air)

시험에 이용하는 공기. 대기의 조성과 같은 것을 사용한다.

3.2.5 공시료 농도 (travel blank concentration)

채취관 자체의 오염과 개폐·운반에 의한 오염을 고려하기 위해 공기채취를 하지 않고 모든 조작을 한 채취관의 대상물질의 양

비고 흡착시험챔버 농도 및 배경농도는 각각 공시료 농도를 차감하여 산출

3.2.6 기능성 건축자재 (functional construction materials)

건축자재 고유 역할 이외에 실내공기 개선효과 등 긍정적인 부가기능을 가지는 건축자재

3.2.7 기준값 (guideline concentration)

다중이용시설 등의 실내공기질관리법 중 신축공동주택에 적용되는 대상물질의 기준값

보기 실내공기질 공정시험기준 (환경부고시 제2010-24호)

톨루엔 $1\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, 폼알데하이드 $210\ \mu\text{g}/\text{m}^3$

단, 시험목적에 따라 공급공기농도는 달라질 수 있으며, 이를 시험보고서에 명기한다.

3.2.8 기류속도 (air velocity)

시험편의 표면을 흐르는 공기의 속도

3.2.9 단위 면적당 환기량 (area specific ventilation rate)

시험편의 단위면적당 환기량

3.2.10 물질전달율 (mass transfer coefficient)

시험편의 표면을 흐르는 공기와 대상물질의 농도 차에 따라 생기는 물질 이동의 계수

3.2.11 배경농도 (background concentration)

청정한 공기를 공급하고 시험편을 넣지 않은 상태에서 측정된 흡착시험챔버 농도

3.2.12 시료 (sample)

시험재료의 일부 또는 작은 조각으로 모집단에서 그 특성을 조사하는 목적으로 확보한 물질.

3.2.13 시료부하율 (product loading factor)

시험편의 노출 표면적과 흡착시험챔버 부피간의 비

3.2.14 시료채취시간 (sampling period)

채취관 등을 이용하여 흡착시험챔버 출구에서의 공기를 채취하는 시간

3.2.15 시험재료 (testing material)

대상물질의 오염 농도를 저감하는 성능을 가진 측정 대상 건축재료 또는 제품

3.2.16 시험개시 (test start)

흡착시험챔버 내부에 시험편을 설치한 시점

3.2.17 시험편 (test specimen)

시험재료의 흡착 및 분해 특성에 대하여 흡착시험챔버에서 시험을 실시하기 위하여 특별히 준비된 시료의 일부.

3.2.18 적산흡착량 (total amount of adsorption)

시험 개시 시점에서 규정된 시간 동안 단위 면적당 흡착되는 대상물질의 질량

3.2.19 주거 환경 (living environment)

시험재료 및 제품의 설치가 예상되는 공간 또는 장소의 주변환경

3.2.20 환기량 (ventilation rate)

단위 시간당 흡착시험챔버에 공급되는 공기의 체적

3.2.21 환기회수 (air exchange rate)

한 시간당 흡착시험챔버에 공급되는 공기의 체적(환기량)을 흡착시험챔버 용적으로 나눈 값

3.2.22 회수율(recovery)

주어진 기간 동안 흡착시험챔버로부터 배출된 공기 중의 대상물질 농도를 측정하여 같은 기간 동안 흡착시험챔버에 가해진 대상물질 농도로 나눈 값 (단위 %)

비고 회수율은 이 시험방법에 따라 실시한 시험의 정밀도에 관한 정보가 된다.

3.2.23 흡착속도 (Adsorption Flux)

시험개시 시점부터 규정된 시간동안 단위시간당 흡착된 대상물질의 질량

3.2.24 흡착시험챔버(Adsorption Test Chamber)

건축자재에 의해 흡착·분해되는 대상물질을 측정하기 위한 조건이 제어 가능한 용기.

3.2.25 흡착시험챔버의 농도 (Adsorption Test Chamber Concentration)

흡착시험챔버 (이하 '챔버'로 지칭)의 출구에서 측정된 대상물질 양을 시료채취량으로 나눈 값

3.2.26 환기량 환산값 (Equivalent Ventilation Rate)

건축재료의 농도 저감 효과를 청정 공기의 도입에 따른 환기량의 증대에 따라 달성되는 효과로 나타낸 값

3.2.27 흡착량 (saturation amount)

파괴시험을 통해 측정한 대상물질을 제거할 수 있는 최대량.

4 원리

이 시험방법은 대상물질을 일정한 농도로 공급된 공기가 열린 출구를 가진 챔버 내의 공기농도, 통과한 공기유량 및 시험편의 표면적을 구하여 흡착속도, 흡착율, 적산흡착량 등을 평가하는 방법이다. 일정한 온도, 상대습도, 공급공기농도, 환기량 및 열린 배출구의 조건을 가진 챔버 내에서 공기를 완전하게 혼합시키고, 주입하여 출구에서 채취된 공기의 챔버 내부의 공기농도, 배경농도 및 환기량을 파악하여, 특정시간 t에 대한 대상물질의 흡착속도, 흡착율, 적산흡착량을 산출한다.

5 기구

- 흡착시험챔버 시스템
- 교반기
- 시험편의 실링재
- 청정한 공기 공급장치
- 온도, 습도, 유속모니터링 및 조절장치
- 흡착시험챔버 시스템 열세척용 오븐
- 공기채취장치
- 분석장치

5.1 흡착시험챔버

이 표준의 챔버에 적용한 일반사양 및 요구사항은 5 ~ 7 항에 따른다. 흡착시험챔버 시스템의 구성은 <그림 1>과 같다.

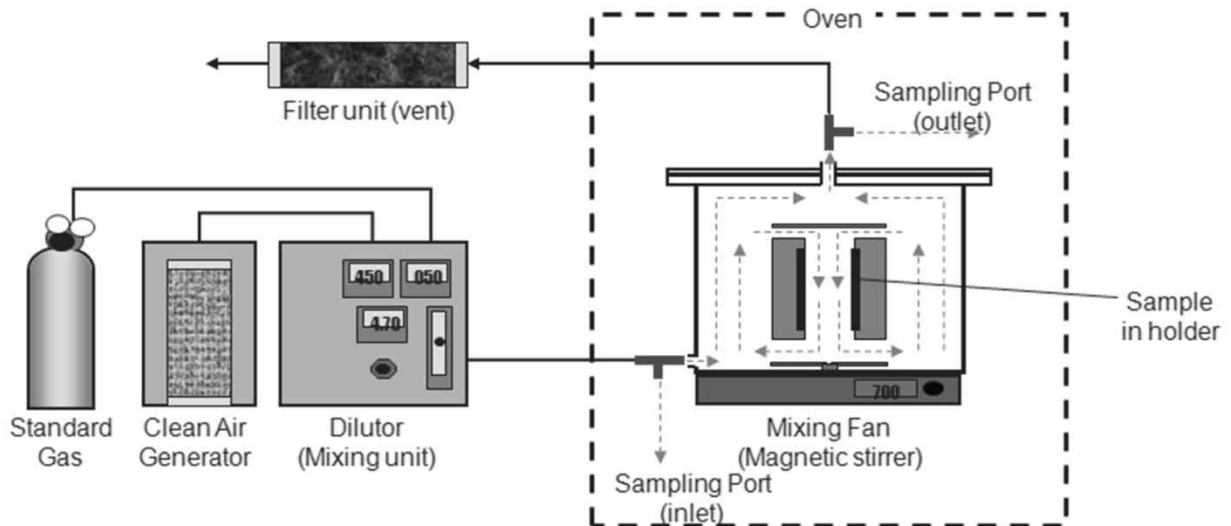


그림 1 - 흡착시험챔버 시스템의 구성

5.1.1 형태

챔버의 대상물질에 접하는 부분은 표면이 전해·연마된 스테인레스로 만든 것으로 용적은 $20 \text{ L} \pm 5 \%$ 의 것으로 한다. 챔버는 내부의 공기가 완벽하게 혼합될 수 있도록 설계된 것으로 원칙적으로는 전체에서 부품의 분리가 가능하고, 세정, 가열처리가 용이한 챔버를 사용한다.

챔버 시험편의 고정틀과 송풍기 등의 혼합장치를 사용하는 경우에는 저방출성 및 저흡착성의 것으로 배경농도에 영향을 주지 않는 것이 챔버시험을 통해 인증된 것을 사용한다.

5.1.2 기밀성

챔버는 제어되지 않은 외기가 유입되지 않도록 하기 위하여 기밀상태를 유지하여야 한다. 챔버 내부는 대기압보다 다소 높은 기압으로 조작하고 시험장소에 따라 영향을 저감할 수 있어야 한다. 챔버는 아래의 조건 중 어느 것으로든 만족하면 충분한 기밀성이 있는 것으로 본다.

- 대기압보다 초과압력 1000 Pa 에서 분당 공기가 새는 양이 챔버 용적의 0.5% 미만인 것.
- 공기가 새는 것이 급기량의 5% 미만인 것.

5.2 시험편의 실링재

시험편의 표면에서만 흡착, 분해된 화학물질을 측정할 경우, 끝부분 및 이면을 알루미늄박 등으로 실링한다.

5.3 교반기

챔버 내 충분한 물질전달율($15 \pm 3 \text{ m/h}$)을 확보할 수 있도록 기류속도를 ($0.25 \pm 0.05 \text{ m/s}$)로 조절해야 한다. 이 때 적절한 사양의 교반기를 챔버 아래에 설치하고, 챔버 내 팬의 회전 수를 조절함으로써 기류속도를 제어한다.

5.4 공기의 공급장치

대상물질을 함유한 표준가스를 공급하기 전의 공기는 가능한 한 청정한 공기를 이용한다. 배경농도의 상승에 의한 시험에의 영향을 제어하기 위하여 공기청정장치를 구비하거나 또는 청정한 실린더 공기를 이용한다.

챔버에 공급하는 대상물질을 포함하는 공기는 표준가스 등을 이용하여 안정된 농도를 지속적으로 발생시키는 것이 바람직하다. 표준가스가 없는 경우는 동등의 것을 이용한다. 또한, 원칙적으로 단일물질의 표준가스를 이용하는 것이 바람직하다.

환기회수를 연속적으로 일정한 수치(정밀도 $\pm 5 \%$ 이내)로 조절 가능한 유량제어장치(예를 들면 전기 제어형 Mass Flow Meter, MFC 등)을 갖추어야 한다.

5.5 온도, 습도 조절장치

온도의 조절은 챔버를 필요 온도로 조절된 항온조 내에 설치하여 시험하는 방법, 또는 챔버 내부에서 필요 온도를 유지하는 방법을 사용한다. 상대습도 조절은 공급공기농도를 필요 습도로 유지하는 방법을 원칙으로 한다. 온도와 상대습도는 온도·습도 조절 시스템과는 독립적으로 연속적으로 모니터링 할 수 있어야 한다.

5.6 적산유량계

챔버 출구에 적산유량계를 설치하여 챔버 안의 정확한 환기량을 측정한다. 적산유량계와 동등 이상의 성능을 가진 장치를 이용해도 된다.

5.7 오븐

시험이 끝난 챔버 내 오염물질을 제거하기 위하여 챔버를 넣을 수 있는 260 °C 이상에서 15분간 연속가열이 가능한 오븐을 사용한다.

5.8 공기시료채취장치

공기시료채취는 챔버 출구로 배기되는 공기와 챔버 입구로 들어가기 전의 공급공기를 이용한다. 채취에 사용되는 모든 튜빙은 테플론 튜빙을 사용한다. 공기채취용 분기관을 이용할 경우 챔버의 입구 및 출구에서 직접 채취한다. 챔버의 배기는 시험 장소 외부로 확실히 배출시킨다.

5.9 흡착제

입자크기 0.18 mm ~ 0.25 mm(60 mesh ~ 80 mesh)인 Tenax TA 를 사용한다. Tenax TA 는 2,6-Diphenyl Oxide 의 다공성 중합체이다. 생산된 Tenax-TA 에는 다량의 불순물이 함유되어 있으므로, VOC 를 채취하기 전 이를 제거해야한다. 순수한 운반가스를 흘려주면서 Tenax TA 를 열 안정화시켜 세척한다. 세척 조건은 중합체 분해가 일어나지 않도록 선택하는데, 예를 들면 Tenax TA 가 채워진 시료 채취관에 유속이 50 mL/min 인 운반가스를 이용해 최소 2 시간 동안 330 °C 의 온도를 유지한다. 미리 세척한 Tenax TA 를 단단히 밀봉한 시료채취관에 채우고 새지 않는 밀폐용기에 저장한다. 세척과정의 성공여부는 세척된 흡착제를 분석해서 확인한다.

5.10 시료채취관

최소한 200 mg의 Tenax TA 흡착제가 충전된 스테인레스강 또는 유리로 제작된 외경 6 mm, 내경 5 mm 및 길이 90 mm의 흡착관이 범용적으로 시판되고 있는 열탈착장치에 이용되고 있다.

5.11 분석장치

톨루엔 분석은 기체크로마토그래프의 캐필러리 컬럼으로 분리하며 불꽃 이온 검출기(FID)나 질량 분석계(MS)를 이용해 검출한다.

MS 의 튜닝은 PFTBA (Perfluorotributylamine)을 사용할 경우 기준봉우리 $m/z = 69$ 의 100 %에 대하여 $m/z = 219$ 는 (40 ~ 60) %, $m/z = 512$ 는 2 %이상의 강도를 나타내도록 튜닝하여 사용한다. 튜닝은 매일 실시하여 검증한다.

폼알데하이드 분석은 고속액체 크로마토그래프(HPLC)를 사용한다.

6 시험조건

6.1 온도 및 상대습도

챔버 내의 온도 및 상대습도(25 °C, 50 % R.H.)를 유지한다. 챔버는 아래의 조건범위에서 제어가 가능하여야 한다.

온도 : (25 ± 1) °C, 상대습도 : (50 ± 3) % R.H.

비고 시험장소의 공기와 챔버 내의 온도 및 상대습도가 다를 경우, 시험편을 설치할 때 챔버 내의 환경에 초기변화가 관측되는 경우가 있기 때문에 이들 변동 사항을 기록한다.

6.2 공급공기질과 배경농도

표준가스를 공급하기 전 챔버 내로 공급되는 공급공기의 배경농도는 시험 전과정에 영향을 미치지 않을 정도로 낮아야 한다. 단, TVOCs 배경농도는 20 µg/m³ 이하, 단일 VOCs 의 농도는 2 µg/m³ 이하, 폼알데하이드는 5 µg/m³ 이하를 원칙으로 한다. 또한 가습에 사용하는 물은 농도에 영향을 미칠 수 있는 VOCs 및 알데하이드류가 포함되어 있어서는 안된다.

6.3 물질전달율과 기류속도

시험편의 위를 흐르는 기류속도는 (0.1 ~ 0.3) m/s 범위이어야 한다. 시험에 적절한 물질전달율을 확보하기 위하여 교반기로 기류속도를 (0.25 ± 0.05) m/s 로 제어하여야 한다.

6.4 단위면적당 환기량과 환기회수

정상상태에서 챔버 농도는 흡착시험 조건을 설정한 인자(파라미터)로서 선택되는 단위면적당 환기량에 좌우된다.

환기회수는 원칙적으로 (0.5 ± 0.015) 회/h 로 제어가 가능하도록 한다.

비고 다른 챔버로부터 얻은 결과를 비교할 경우에는 환기회수 및 시료부하율을 동일 조건으로 한다.

7 시험조건의 검증

7.1 시험조건의 모니터링

온도, 상대습도, 환기량 및 기류속도는 아래의 정확도로서 연속적으로 모니터링하여 기록한다.

- 온도 ± 1.0 °C
- 상대습도 ± 3 %
- 환기회수 ± 3 %

7.2 챔버의 기밀성

챔버의 기밀성은 압력강하 측정 또는 입구 및 출구 유량 동시 비교측정 혹은 압력강하법에 의해 확인 검증되어야 한다.

7.3 챔버의 기류속도

챔버 내의 기류속도는 1 개소 이상에서 측정한다. 측정은 시험편의 중앙에서 시험편의 표면으로부터 약 10 mm 떨어진 위치에서 실시한다. 시험편의 크기에 따라 적절한 측정점을 선정해도 좋다.

7.4 챔버 내의 환기회수

챔버 출구에 적산유량계를 설치하고 측정한 환기량(Q_c)을 챔버의 용적(V)으로 나눈 것을 환기회수 n 으로 한다.

원칙적으로 추적가스를 이용한 환기회수의 확인과 체크는 연 1 회 이상의 빈도로 실시한다.

비고 적산유량계를 사용하여 출구에서 시험을 할 경우에는 그 장치에 의한 부압 때문에 챔버에서 흘러나온 유량이 떨어질 가능성이 있으므로 주의한다.

7.5 챔버 내의 공기 혼합률

공기혼합률을 측정하기 위한 시험은 챔버 내에 시험편 또는 시험편과 동일한 크기의 불활성 재료(예를 들면 유리판 또는 스테인레스 판)를 넣어서 사용한다.

일정농도 및 유량에서 추적가스를 혼합시키면서 챔버 출구에서 농도의 시간변화를 측정한다. (Step up 법)경시변화로부터 챔버 내에 공기혼합율을 산출하여 공기혼합율을 90 % 이상으로 하여야한다. 또는 챔버 내의 추적가스를 송풍기 등에 의해 완전 혼합시킨 후 청정한 공기를 공급하여 챔버 출구에서 농도의 경시변화를 측정해도 좋다. 그 경시변화로부터 챔버 내의 공기혼합률을 산출한다. (Step down 법)

7.6 회수율

톨루엔과 폼알데하이드에 대하여 각 80 % 이상의 평균회수율을 확보할 수 있어야 한다.

비고 흡착손실 효과가 있는 경우, 누출이 있는 경우, 교정 정도가 낮은 경우는 시험에서 요구하는 최저수준을 만족하기가 어렵다.

8 제품의 채취방법과 시료의 보관 및 운반

챔버를 이용한 건축재료의 흡착성능시험을 수행하는 경우, 시험결과의 영향을 주지 않도록 열, 습기 등에 대한 보호를 해야 한다. 이 시험방법은 새로 제조하거나 시공 전의 건축재료에 한하여 적용된다. 시험대상 제품의 채취방법, 운반방법, 운반조건 및 시험편의 구비 방법은 다음과 같다.

8.1 제품의 채취방법

시험대상이 되는 제품은 일반적인 수순에 의해 제조되고 포장 및 취급하여야 한다. 시료를 채취할 건축재료는 즉시 포장하여 가능한 신속히 시험기관에 보낸다.

8.2 시료의 보관 및 운반

시료는 화학물질에 의한 오염, 또는 열과 습기 등에 영향을 받지 않도록 보호한다. 각 시료는 알루미늄 재질의 포장재로 포장하고 밀폐용기 또는 비닐백을 이용하여 밀봉하는 것을 원칙으로 한다.

비고 채취한 시료는 운반상황에 의해 그 재료의 흡착특성에 영향을 미칠 가능성이 있다. 특히 온도에 의한 영향의 가능성을 고려해야 한다.

8.2.1 롤 상태 제품의 시료

- 롤의 2m 안쪽의 위치에서 시료를 채취한다.
- 시료는 제품의 중앙부분에서 채취한다.
- 시료 채취 후, 알루미늄 재질의 포장재로 싸고 VOC 방출이 적은 폴리에틸렌, 폴리프로필렌이나 테플론 등의 재질로 된 밀폐용기 또는 비닐백을 이용하여 하나의 백에 대해 1개의 시료를 넣는 것을 원칙으로 한다.

8.2.2 판, 판넬 및 보드 등 제품의 시료

- 원칙적으로 개봉하지 않은 제품을 시료로 한다. 또한 시험기관에서 시험편을 직접 처리하기 어려운 경우는 <표 1>에 따라서 제작된 시험편을 시험기관에 송부해도 좋다.
- 원칙적으로 각 시료마다 알루미늄박으로 싸고, 시료를 1개씩 개의 밀폐용기 또는 비닐백에 넣어서 밀봉한다.

8.3 시료의 라벨표시

시료를 넣은 종이봉투에 제품의 종류, 제조일 및 제조번호 등을 기재한 라벨을 표시한다. 이러한 종이봉투와 라벨의 표시에 의하여 시료에 영향이 없도록 주의한다.

8.4 시험을 개시하기까지의 시료의 보관

제품의 흡착성능시험은 시험기관에 도착한 즉시 시작하는 것을 원칙으로 한다. 단, 측정의 시작시점까지 시험기관에서 시료를 보관하는 경우 제품의 노화를 방지하기 위해 시료를 보존하는 기간 중 (최대 4 주)상기의 포장재료로 밀봉한 상태에서 시험과 동일한 온·습도에서 보관하는 것을 원칙으로 한다.

9 챔버의 준비

시험을 개시하기 전 챔버를 해체·세정한다. 해체한 챔버를 물로 세정하고 잔존하고 있는 화학물질을 휘발시키기 위해 오븐에서 가열처리 (260 °C 이상) 한다. 챔버가 오븐 내에 들어가지 않는 경우는 챔버 내의 온도를 260 °C 이상까지 가열하는 것도 좋다. 가열처리가 종료한 후 챔버를 측정 가능한 온도까지 냉각한다.

10 시험편의 준비

흡착성능시험 준비가 된 시점에서 시료를 운반용 포장에서 꺼내서 시험편을 준비한다. 시험편을 챔버 안에 설치한 시점에서 흡착성능시험이 개시된 것으로 본다. 시료부하율은 2 개의 시험편을 넣어, $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^3 \pm 10 \%$ 으로 한다.

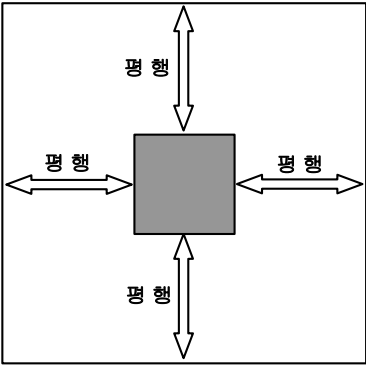
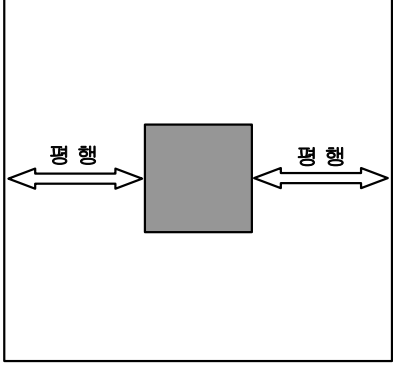
10.1 를 형태 제품의 시험편

를 형태의 재료는 포장재에서 꺼내서 짧은 쪽 끝으로부터 2 m 이상 안쪽 위치의 적절한 부분을 선택한다. 이때 시험편의 한쪽이 시료의 긴 방향에 평행하게 하고 무늬를 구성하는 색들이 많이 포함되도록 시험편을 채취한다.

10.2 판, 패널과 보드 등 제품의 시험편

시험편의 자르는 위치는 패널과 보드 등의 길이 방향과 평행이 되도록 중앙부를 선택한다. 또, 절개면은 표면과 직각이 되도록 절개한다.

표 1 - 시험편의 준비

과정	내용	
시료의 준비	<ul style="list-style-type: none"> - 시험대상이 되는 자재는 일반적인 수순에 의해 제조되고 포장 및 취급되어야 한다. 대상 자재는 제품으로써 출하를 하기 직전까지의(포장 등) 모든 공정을 마친 상태에서 준비함을 원칙으로 한다. - (165×165) mm(단, 두께는 6 mm ~ 300 mm 이하)의 크기로 자재당 1 set(1set는 2개의 틀로 구성)의 샘플을 준비하는데 각 set는 동일한 자재의 다른 포장에서 채취한다. 	
시료의 선택	<p style="text-align: center;">① 판, 판넬, 보드 등</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자재의 포장을 벗기고 중앙부분에 서그립과 같이 시험편을 크기대로 절단 한다. 절단면은 표면과 직각이 되어야 하며, 절단면이 절단기구와의 마찰 등에 의해 타지 않도록 주의한다. 표면에 도안이 있을 경우, 무늬를 구성하는 색이 잘 포함되도록 한다. 	<p style="text-align: center;">② 롤형태</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자재의 포장을 벗기고 롤의 끝으로부터 2 m 안쪽의 위치에서(자재의 총길이가 2 m 미만일 경우는 중앙 부분에서) 그림과 같이 샘플의 길이 방향과 평행이 되도록 하며, 표면에 도안이 있을 경우 무늬를 구성하는 색이 잘 포함되도록 중앙 부분에서 크기대로 채취하고 절단면은 표면과 직각이 되도록 한다.
	 <p style="text-align: center;">절 단 위 치</p>	 <p style="text-align: center;">절 단 위 치</p>
시료의 포장 및 운반	<ul style="list-style-type: none"> - 시료는 화학물질에 의한 오염, 또는 열과 습기, 빛, 태양광선 등에 영향을 받지 않도록 보호하여야 한다. 각 샘플은 알루미늄 호일로(빛나는 면 을 바깥으로 하여) 포장하여 투명한 테플론 백(Teflon Bag)에 넣어 밀봉한다. - 시료의 준비에서 테플론 백에 넣는 시간은 1 시간 이내로 한다. - 원칙적으로 한 개의 테플론 백에 대하여 샘플을 1 개씩 넣고 동일 set 는 시료가 파손되지 않도록 보호하여 종이봉투에 넣고 봉투 표면에 시료의 정보를 기재한다. - 시료의 포장이 끝나면 시험기관에 즉시 송부한다. - 자재의 생산일로부터 시험기관까지의 도착 기간은 3 일 이내로 한다. 	

10.3 고정공정

- a) 고정공정을 하지 않는 경우 : 제품특유의 톨루엔과 폼알데하이드의 흡착성능을 측정할 때는, 시료의 끝단과 양면을 밀폐하지 않는다.
- b) 고정공정을 하는 경우 : 시험편의 표면에서 흡착되는 톨루엔과 폼알데하이드를 측정하는 경우는 끝단과 양면을 밀폐하거나 또는 고정틀을 사용하여 고정 한다.

11 시험방법

11.1 배경농도와 공시료농도

시험을 시작하기 전에 빈 챔버의 배경농도를 측정한다.

- a) 배경농도(C_b) : 시험편을 챔버에 설치하기 전에 온도와 습도가 조절된 깨끗한 공기를 24 시간 이상 공급하여 안정된 상태에서 Tenax TA 채취관과 DNPH 카트리지를 사용하여 각각 톨루엔과 폼알데하이드를 채취하여 분석하여 6.2에서 규정한 값 이하인 것을 확인한다. 6.2에서 규정한 값 이상의 배경농도를 나타낼 때에는 원인을 찾아 배경농도를 낮추거나 다른 챔버를 사용하여 시험을 진행한다.
- b) VOCs 공시료 : 공시료는 VOCs 시료채취에 사용된 것과 동일한 Tenax TA 채취관이어야한다. 이들 채취관은 실제 공기시료 채취하는 것을 제외하고는 시험과정에서 시료채취관과 동일한 취급절차에 따른다. 공시료를 표시하고 실제 공기시료를 채취한 채취관과 같이 보관을 하며 실제시료 채취관과 연이어 같이 분석한다. 각 시료 채취군마다 하나의 공시료를 측정하여야한다. 그리고 다수의 측정 시 채취한 시료의 약 10 %는 공시료를 위한 시료이어야한다.
- c) 알데하이드 공시료 : 각 시료 채취군마다 하나의 공시료를 측정하여야한다. 특히 흡착시험시스템과 측정장소 및 실험실의 오염상태를 확인하기 위해서도 필요하다. 그리고 사용한 제품의 제조사에서 제시한 바탕값도 기록한다.

11.2 표준가스 공급 후 안정화

챔버의 배경농도까지 모두 확인한 후, 표준가스를 챔버로 일정한 농도조건에서 공급하기 시작하며 최소 5 회 환기 이상 흘러주어 표준가스의 안정화를 진행 한 후 흡착성능시험을 시작한다.

11.3 챔버 내의 시험편의 위치

시험편은 챔버의 중앙에 놓고 공기가 시험편의 표면 위에 균일하게 흐르도록 한다.

- a) 고정 공정을 하지 않는 경우의 시험편 측정 : 시험편을 챔버의 중앙에 매단다.
- b) 고정 공정을 하는 경우의 시험편 측정 : 고정틀을 챔버의 중앙에 세운다.

11.4 챔버 농도를 측정하는 시간

흡착성능시험을 시작한 후에 사전에 설정된 시간에 따라 11.5 항에 의한 공기채취를 한다.

챔버를 흐르는 적산 공기유량과 공기의 누출을 확인하고 1 일, 3 일, 5 일, 7 일 경과 후에 채취한다. 이때, 공기채취 시 챔버의 출구공기를 채취하고 뒤이어 챔버로 공급되는 공급공기를 채취한다. 흡착성능시험이 마무리 된 후 표준가스의 공급을 멈추고 청정한 공기를 공급하여 1 일 경과 후 채취하며, 이를 재방출로 한다.

비고 장기시험자료가 필요할 경우, 공기채취는 시험개시일로부터 14일, 28일 또는 그 이상 채취해도 좋다.

11.5 공기시료 채취

채취관으로서 톨루엔 채취에는 Tenax-TA 시료채취관을, 폼알데하이드 채취에는 DNPH Cartridge 를 사용한다.

톨루엔 분석에 사용하는 Tenax-TA 시료채취관은 5.10 항에서 규정된 것을 사용하며, 사용하기 전에 열세척하여 열탈착/저온농축-GC 로 바탕값 농도를 확인하여 통과한 것을 사용하고 모든 시료의 분석 시 사용한 채취관의 바탕값을 같이 명시하는 것을 원칙으로 한다.

비고 시료채취관의 바탕값은 공시료와는 달리 Tenax-TA 시료채취관을 새로 구입하거나 혹은 제작하거나 사용한 것을 재사용할 경우 열세척한 후 열탈착/저온농축-GC로 측정하여 톨루엔 등가농도로 환산하여 시료관의 이력에 표기한다.

11.5.1 배경농도 측정

청정한 공기를 주입하여 24 시간 이상 경과 후 챔버 내의 온도와 상대습도가 정상상태인 것을 확인한 후, 채취관을 연결하여 배경농도 측정용 시료를 시료채취관에 채취한다. 이때 채취유량은 챔버로 공급되는 유량의 80 % 이하를 채취한다.

11.5.2 결과 측정 - 흡착성능

배경농도를 확인한 후 공급공기를 흘려주며 규정한 시간이 경과된 후 배경농도 측정과 같은 방법으로 채취한다.

11.5.3 결과 측정 - 재방출

흡착성능시험 채취가 마무리된 후 측정대상 오염물질의 공급을 중단하고 챔버 내로 청정한 공기를 공급한다. 1 일이 경과된 후 배경농도 측정과 같은 방법으로 채취한다.

비고 사전에 챔버 내의 농도를 예측하기 어려운 경우, 파과 등의 대응을 위해 2개 직렬로 한다. 채취관의 파과여부는 식 (1)에 의해 판단한다. 구한 값이 95 % 이상의 경우는 VOCs 와 알데하이드류는 실질적으로 앞의 채취관에만 채취되고 파과가 일어나지 않은 것으로 판단할 수 있다.

$$\frac{C_1}{C_1 + C_2} \times 100 \geq 95 (\%) \quad (1)$$

C_1	앞 채취관의 분석농도
C_2	뒤 채취관의 분석농도

12 분석방법

12.1 열탈착

탈착시간과 온도 및 탈착 기체유속은 Octadecane 의 탈착 효율이 95 % 이상이 되도록 조정하여야 한다. 저온농축 트랩과 Tenax TA 가 채워진 시료채취관을 이용한 VOC 분석시의 일반적 탈착조건은 다음과 같다.

보기 탈착조건 예

탈착온도	260 ℃ ~ 280 ℃
탈착시간	5 min ~ 15 min
탈착기체유속	30 mL/min ~ 50 mL/min
농축 트랩 농축온도	-30 ℃ 이하
농축 트랩 탈착온도	280 ℃
이송관 온도	220 ℃
분할비	시료채취관과 농축트랩, 농축트랩과 기체크로마토그래프 주입구 사이의 2 단계 분할비의 곱이 10:1 정도를 권장한다. 시료의 농도가 높을 것으로 예상되는 경우는 농축트랩과 기체크로마토그래프 분석 컬럼 사이의 분할비를 높여서 기체크로마토그래프에 주입되는 시료의 양을 조절한다.

12.2 온도 프로그램

분석할 혼합물이 끓는 점과 극성에서 큰 차이를 보이는 경우, 최소 기간 안에 좋은 분해능을 얻기 위해서는 적절한 분석 컬럼의 온도 프로그램이 필요하다.

12.3 VOCs 분석

VOCs 시료를 되도록 시료채취지점으로부터 4 주 이내에 분석한다. 공시료 및 적합한 표준용액을 시료에 연이어 분석한다. FID 또는 MS 크로마토그래프로 정량한다.

12.4 알데하이드 분석

DNPH 카트리지 내의 카르보닐화합물 DNPH 수용체는 아세토니트릴을 사용하여 추출한다. 추출한 용액은 고속액체 크로마토그래프(HPLC)를 사용하여 정량한다.

13 결과의 산출 및 표현방법

시험편을 챔버에 넣은 후 측정을 시작하는 t 에서 흡착강도(식 2), 환기량환산값(식 5), 흡착율(식 4) 등을 산정한다.

$$F = (C_{in,t} - C_{out,t}) \times Q_c/A \quad (2)$$

$$S_c = \sum_i (F_i \times \Delta T_{e,i}) \quad (3)$$

$$\Delta T_{e,i} = T_{e,i} - T_{e,i-1}$$

$$R_a = \{(C_{in,t} - C_{out,t})/C_{in,t}\} \times 100 \quad (4)$$

$$Q_{ads} = (C_{in,t}/C_{out,t} - 1) \times Q_c/A \quad (5)$$

$$ER_r = (C_{out,t} - C_{in,t}) \times Q_c/A \quad (6)$$

F	흡착속도 ($\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)
$C_{in,t}$	t 시간에서 대상물질 공급공기농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
$C_{out,t}$	t 시간에서 챔버 농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Q_c	챔버의 환기량(m^3/h)
A	시험편의 표면적 (m^2)
S_c	단위 면적당 적산흡착량($\mu\text{g}/\text{m}^2$)
Q_{ads}	환기량 환산값 ($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)
R_a	흡착율 (%)
ER_r	재방출속도 ($\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)

14 시험보고서

시험 보고서에는 다음의 내용을 기록한다.

a) 시험기관

- 시험기관의 명칭과 소재지
- 시험책임자 명

b) 제품의 종류

- 제품의 종류(가능한 경우는 상품명)
- 시료의 선택 및 채취방법 등
- 시험제품의 이력과 경위(제조일, 배치번호, 시험기관도착일, 포장에서 꺼낸 일시와 시험편으로 준비한 일시)

SPS KACA000-000

c) 결과

- 시료채취시간에서 대상물질에 대한 시험결과를 기록한다.

d) 분석자료의 첨부

- n-C₆와 n-C₁₆의 머무름시간을 확인할 수 있는 크로마토그램, 배경농도, 공시료 농도, 시료의 흡착속도의 크로마토그램과 봉우리 면적을 확인할 수 있는 자료, 검량선 등 시험의 객관성을 확보하는 데 필요한 자료들을 첨부한다.

e) 시험조건

- 챔버의 조건(온도, 상대습도, 환기회수)
- 시험편의 면적과 시료부하율
- 대상 VOCs 와 알데하이드류의 공기채취에 관한 정보(사용한 채취관, 공기채취량, 챔버에 넣을 때부터 공기채취를 채취할 때까지의 경과시간 등)

f) 측정기기

- 사용한 기구와 방법에 관한 정보(챔버, 고정방법, 고정틀, 공기정화장치, 온도.습도 측정장비, 적산유량계, 오븐, 공기채취장비, 분석장비 등)

부속서 A (참고)

파과시험을 통한 지속성능 평가

분쇄한 시료를 충전한 튜브에 농도를 조정된 시험 대상물질 가스를 통과시켜 흡착·파과하였을 때의 흡착량을 측정하여 저감효과의 지속성을 산정한다.

A.1 일반

흡착량의 측정에 필요한 장치 및 기구는 주로 다음과 같다. 흡착량 측정장치의 예를 <그림 2>에 나타낸다.

- 시료 튜브 (유리관 등에 분쇄한 시료를 채우는 것)
- 시험공기 공급장치
- 온도·습도 제어장치
- 적산유량계
- 채취관
- 항온조

A.1.1 시료튜브

장치 또는 시료에 맞는 것을 선정한다. 시료 튜브는 종 방향으로 설치한다.

A.1.2 시험공기 공급장치

표준가스 이외에 각 시험 대상물질의 시약을 이용한 발생법이어도 된다. 그 경우는 공급이 안정하다는 것을 확인한다.

A.1.3 온도·습도 제어장치

5.5 항에 따른다.

A.1.4 적산유량계

시료 튜브 전단 또는 가장 하류에 설치하여 정확한 시험 대상물질 가스 유량을 측정한다. 적산유량계와 동등 이상의 성능을 가진 장치를 이용해도 된다.

A.1.5 검출부 또는 채취관

시료 튜브 출구에 설치하여 공급공기농도에 대하여 0.5 % 농도의 시험 대상물질을 검출 가능한 것. 시험 대상물질 가스 검출 장치, 질량 검출기 등을 사용한다. 센서의 경우는 시험 대상물질 농도 및

센서의 응답의 교정을 실시하여 이용한다. 또 시료 튜브 출구에 채취관을 설치하여 시간마다 채취한 것을 분석해도 된다.

A.1.6 항온조

시험 온도 ± 1.0 °C로 조절 가능한 것.

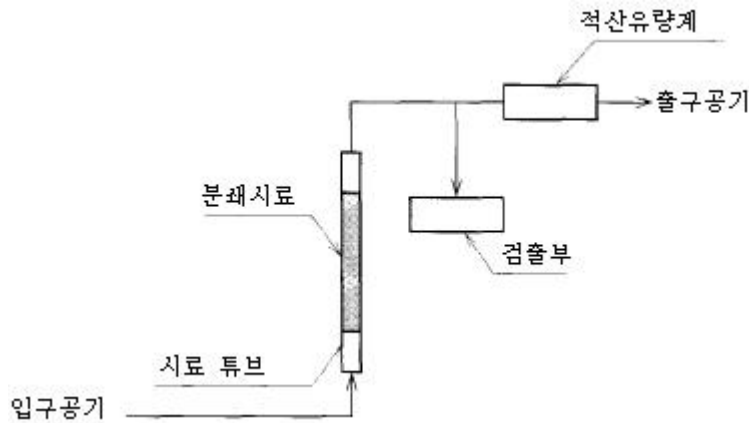


그림 2 - 흡착량 측정 장치의 예

A.2 시험조건 및 개요

A.2.1 흡착량의 측정

흡착량에 관해서는 시료 튜브에 농도를 조정한 시험 대상물질을 함유하는 공기를 흘려 조정 농도에 대하여 0.5 %의 농도로 파과가 얻어진 시간을 구하여 그 농도에서 흡착량을 산정한다. 시험 대상물질의 공급공기농도는 기준값에서의 측정이 바람직하지만 어려울 경우 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 등의 고농도에서 복수 농도로 측정하여 각각의 농도와 흡착량과의 관계를 직선 또는 곡선으로 이어서 기준값(예, 폼알데하이드 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 톨루엔 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)로의 흡착량을 추정한다.

시험 대상물질의 공급공기농도가 저 농도인 경우 파과에 시간을 요하여 흡착 등온선을 얻기 위하여 장기간 걸릴 가능성이 있기 때문에 고농도에서의 측정을 실시하여 추정한다. 이 경우 너무 고농도에서 실시하면 복수 점 농도에서의 측정 결과 회귀 곡선의 신뢰성이 낮아지므로 주의한다.

A.2.2 온도

시험 온도는 통상 (25 ± 1.0) °C로 한다. 일반적으로 물리 흡착의 경우 저감화 성능에 의존하기 위하여 (25 ± 1.0) °C, (23 ± 1.0) °C 및 (18 ± 1.0) °C의 3 단계로 시험하는 것이 바람직하다.

시험 대상물질을 함유하는 공급공기의 습도는 임의 설정하지만 시험 결과는 습도의 영향을 받기 쉬우므로 되도록 건조 공기로 조정하거나 공급공기의 습도를 기록한다.

A.3 시험방법

A.3.1 시료의 전처리

시료는 시료 튜브에 들어가도록 분쇄한다. 단 2 차 구조가 파괴되지 않는 정도의 분쇄하여 미세분은 제거한다. 분쇄한 시료는 적절한 건조제를 넣은 데시케이터 안에서 1 일 양생을 실시한다. 시료의 종류에 따라서는 가열한 후, 데시케이터로 이동하여 양생할 수도 있다.

보기 세공의 10 배 정도의 반경이면 2차 구조는 변하지 않는다.

A.3.2 시료 튜브의 제작

분쇄한 시료를 무게를 잰 후 튜브에 넣어 시료가 떨어지지 않도록 석영 울, 금속 메쉬 등으로 유지한다. 튜브 지름이 커질 경우, 가스를 균일하게 확산시키기 위해 입구 측에 메쉬 서포트를 둔다.

A.3.3 조정 농도의 결정

시료 튜브를 접속하기 전에 라인에 검출기를 접속하여 시험 대상물질 공급공기농도를 측정한다.

A.3.4 흡착량의 측정

시료 튜브를 접속하여 시험 대상물질 농도를 조정한 시험공기를 공급하여 흡착 시켜 공급공기농도에 대하여 0.5 %의 농도의 파파가 얻어진 시간을 기록한다.

A.3.5 흡착량의 산정

식 (7)에 따라서 흡착량을 구한다.

$$S_s = \frac{C_s \times Q_s \times T_b}{1000 \times M} \quad (7)$$

S_s	대상물질 흡착량 ($\mu\text{g/g}$)
C_s	공급공기 농도 ($\mu\text{g/m}^3$)
Q_s	유량 (L/min)
T_b	공급공기농도에 대하여 0.5 %의 농도의 파파가 얻어진 시간 (min)
M	시료의 질량 (g)

A.3.6 흡착등온선의 측정

공급하는 시험 대상물질 농도를 몇 단계로 바꿔서 시험을 반복하면 그 시험 온도에서 흡착 등온선이 얻어진다. 이 흡착 등온선을 활용하여 기준값의 흡착량을 직선 또는 곡선으로 근사한다.

