

실내공기질 측정기술

-SVOC 측정방법-

이 윤 규 | 한국건설기술연구원 건축연구부
수석연구원

E-Mail : yglee@kict.re.kr

1. 서론

최근 실내공기오염의 주된 원인이 실내 건축자재에서 방산되는 휘발성유기화합물(VOCs)인 것으로 알려지고 있다.

따라서 건축자재에서 발생하는 VOCs 물질을 정확히 측정·평가하는 것은 실내공기오염의 메커니즘 규명과 함께 발생원의 원천적인 차단을 위해 매우 중요한 요소 중 하나이다.

현재 WHO에서는 휘발성유기화합물을 비점에 따라 VOC(<240~260℃), SVOC (240~260℃~380~400℃), POM 등으로 정의하고 있다. 한편 건축자재로부터의 VOC 발생량 평가법으로는 소형챔버법이 국내·외적으로 널리 이용되고 있다.

그러나 이 평가방법은 측정조건이 온도 25℃, 습도 50%에서 이루어지기 때문에 포름알데히드와 저비점 VOC에 대한 평가가 가능하지만, 반휘발성유기화합물(SVOC)의 평가에 있어서는 비점을 고려했을 때 정확한 발생량 평가가 불가능하다.

즉, SVOC 성분이 챔버내에 흡착(잔류)할 가능성이 있기 때문에 이러한 특성을 고려한 적절한 SVOC 측정·평가방법의 개발이 시급히 필요할 것으로 판단된다.

따라서, 본 고에서는 이러한 SVOC 측정법에 대해 소개하고자 한다.

2. 시료샘플의 형태

유기가스를 발생시키는 대다수의 건축자재(가스상 샘플은 제외)가 대상이 된다. 형태로는 다음에 나타낸 바와 같이, 주로 유기물 흡착량이 한정된 샘플(평면기판)과 재료자체가 유기물 혹은 코팅되어 있어서, 어느 정도의 시간 일정 비율로 유기물이 발생하는 폴리머 함유샘플로 나눌 수 있다.

1) 평면기판 (액정기판, 웨이퍼(wafer), 석영기판 등)
표면이 재질 자체인 경우가 많고, 부착되는 유기물량이 미량으로 고비점 성분 (250℃ 이상)인 경우가 대부분으로, 특히 전체 유기물에 대한 회수율이 중요하다.

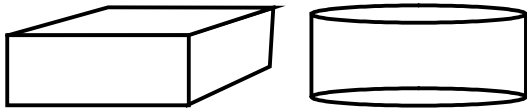
측정온도는 고온 (200~250℃ 이상)으로, 회수율을 높이기 위해 선택적으로 단면만을 측정하는 챔버 구조가 요구되는 경우도 있다.



2) 고체 폴리머(구성재료, 소재, 가공제, 코팅제, 실링제, 접착제 등)

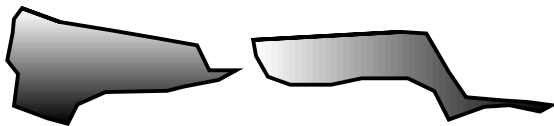
재표표면의 유기물을 주대상으로 하며, 장시간에 걸쳐서 일정농도로 발생하는 경우가 많고, 따라서

일정시간 동안 발생하는 유기물 농도의 조절이 중요하다. 저온에서 측정을 하더라도 저비점 성분이 다량으로 검출되므로, 고비점 성분의 채취량을 올리기 위해 고온으로 가열하는 경우에는 다량의 저비점 성분이 발생하는 취급상의 문제가 있다. 또한 저온가열에서의 고비점 성분의 측정도 중요하며, 채취조건은 물론이고, 사용하는 흡착제 및 검출기로의 도입방법 등에 대한 고려가 필요하다.



3) 액체 또는 액상의 폴리머(코팅제, 실링제, 접착제, 기름 등)

고체 폴리머의 측정조건에다 원액(용매, 물) 등도 직접 채취되기 때문에 이의 조절이 중요하다. 이 경우 전술한 채취조건은 물론이고, 사용하는 흡착제 및 검출기로의 도입방법에도 고려가 필요하다.



4) 분말상 폴리머

고체 폴리머와 동일한 측정 조건과 더불어 특히 샘플의 챔버내에서의 오염 등에 충분히 주의할 필요가 있다.



3. 샘플링 조건검토

샘플링에 있어서 이하의 조건을 검토할 필요가 있다.

- 1) 샘플링 가열온도
 - 2) 채취시간
 - 3) 채취량 (방산면적)
 - 4) 채취유량 (공급가스량, 퍼지유량)
- 유기물의 발생면에서 고려하는 수치를 증가시키기에 따라, 각각의 요인은 이하와 같은 특징이 있다. 따라서 고비점 영역을 측정하는 경우는 온도를

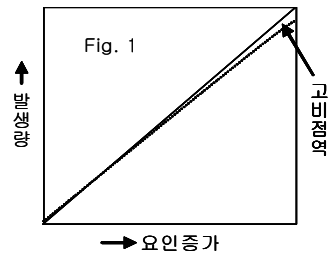


Fig. 1. 1차식의 직선적으로 발생량 증가, 고비점 영역은 극미량증가

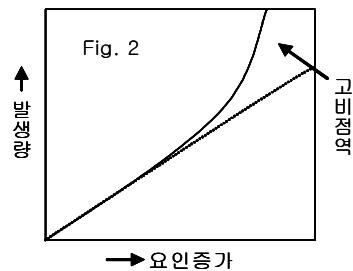


Fig. 2. 지수적으로 증가하고, 고비점 영역도 증가

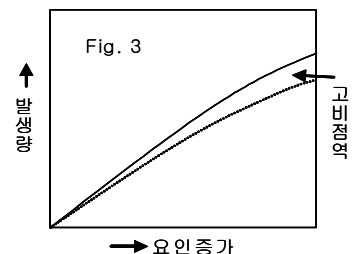


Fig. 3. 증가경향이 있지만 발생량과 균형이 어렵고, 조건전체의 변경이 필요

증가시킬 필요가 있다. 또한 온도를 높임으로써 챔버내에서의 유기물 흡착, 특히 고비점역의 물질도 막을 수가 있다. 그렇지만, 온도를 높여 채취하는 경우는 여러 가지 문제가 발생한다. 예를 들어, 유기물의 흡착제상의 과포화, 챔버 및 장치내 샘플라인에서의 블랭크 잔류 등이 있다.

또한 유기물량 전체를 선형(1차식)으로 증가시키기 위해서는 채취시간과 샘플량을 조절해야 한다. 고비점 성분을 중요시하는 경우는 온도를 조절한다. 다만 어떤 요인에서도 한계가 있고, 여의치 않을 경우에는 채취량을 변경하도록 한다.

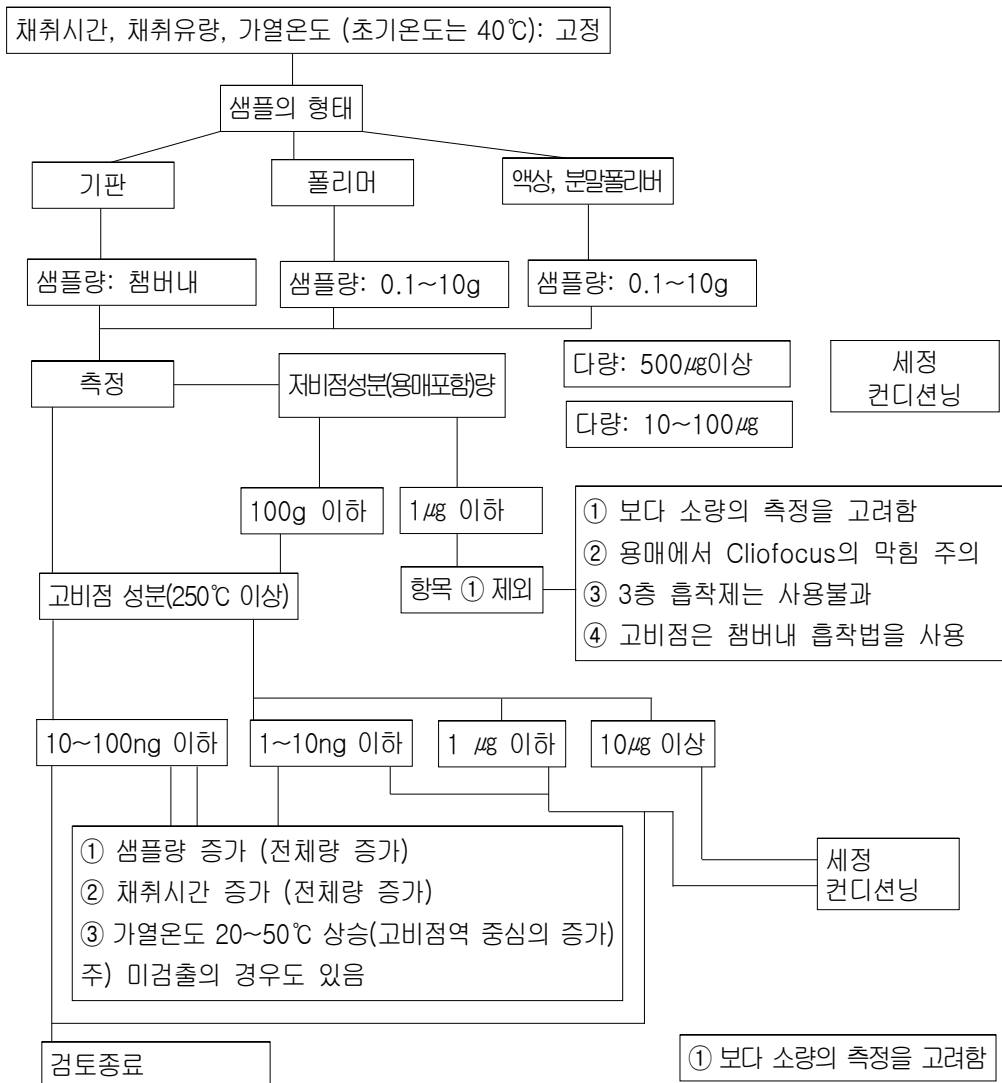


그림 1. SVOC 측정을 위한 조건검토방법

4. 챔버 가열 및 샘플링 방법

유기가스를 샘플로부터 발생시킬 수 있는 온도에 있어서, 해당 가스의 증기압 및 샘플중 농도, 챔버 내 흡착, 퍼지가스 유량, 회수율 등의 요소가 관여 되지만, 대략적으로 고려하는 경우에는 그 유기성분의 비점 (추정도 포함)에 대해 적어도 -150~200℃ 정도의 낮은 온도에서 가열할 필요가 있다. 예를 들어 50℃에서 가열하면 200~250℃ 정도의 유기성분은 측정가능하다.

게다가 샘플의 형태 및 가열온도에도 의존하지만, 20~30℃가열온도를 올리면 전체 유기물량은 2 배 정도 증가하여 보다 고비점 성분이 검출되도록 하는 것도 고려될 수 있다. 챔버내의 가열은 보통 서서히 증가시킨다. 따라서 어느 단계에서 유기가스를 채취하는가가 중요하다. 물론 샘플을 설치하기 위해 챔버를 분리할 때, 외기의 영향을 받기 때문에 공급가스로 퍼지할 필요가 있다.

4.1 챔버 퍼지 (외기가스 치환) 및 채취

챔버의 가열을 위해 보통 오븐을 이용하기 때문에 오븐내 설정온도에 대한 챔버의 실측치는 조금

늦게 상승한다는 것을 고려하여 측정을 실시한다.

① 지점은 경과시간 0.1분의 지점으로, 대부분의 경우에는 표준시료액 첨가시에 사용한다. 그 이유로서는 샘플의 확산을 막기 위해서이다. ② 지점은 챔버 퍼지시간 3-5분(챔버내 용적과 공기가스 유량에 의해 결정)으로 유기물 부착량이 정해진 샘플에서 채취를 시작한다. 폴리머 함유 샘플에서의 비교 또는 개략적 값으로 측정하는 경우도 있다. 또한 가열온도 (60℃ 정도)를 더 이상 올리지 않는다면 채취시간에도 의존하지만 ④의 지점에서의 측정과 그 이상 큰 차이는 없을 것으로 생각된다.

③ 지점은 측정 시작으로 거의 사용되지 않는다. 폴리머 함유 샘플은 ④ 지점에서부터 채취를 시작하는 경우가 많다.

4.2 저온가열측정 (30~100℃)

다량으로 유기가스가 발생하는 샘플로서, 100~200℃의 비점을 가진 성분을 주로 채취하는 경우에 사용

* 측정 후에도 고비점 성분이 잔존하고 있는 경우가 있기 때문에, 측정 후 챔버의 컨디셔닝을 실시할 필요가 있다.

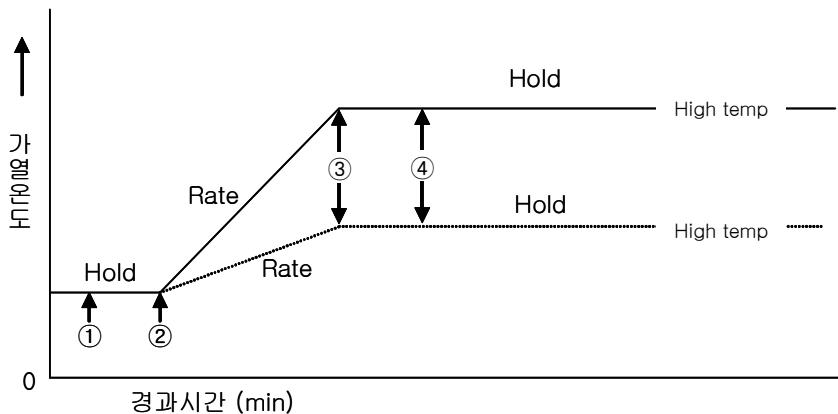


그림 2. 챔버 가열온도와 경과 시간의 관계

* 샘플의 종류를 바꿀 경우에도 챔버의 컨디셔닝을 실시할 필요가 있다.

* 동계열의 샘플이라면 그대로 측정을 연속으로 실시해도 좋은 경우가 있다.

4.3 고온가열측정 (200℃ 이상)

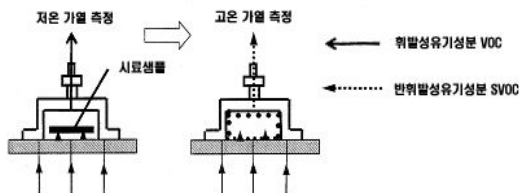
저비점 성분에서 고비점에 이르기까지 특히 고비점 성분을 효율 좋고, 단시간에 안정적으로 실시할 경우에 사용한다.(유기물 발생량에 주의하도록 한다.)

4.4 단계별 (저온→고온) 가열측정

샘플을 챔버내에 설치한 채 저온(40℃)에서 고온(250℃)으로 수십씩(20~50℃) 올라가면서 으로 측정하는 경우에 사용한다. 미지 샘플, 액상 샘플, 냄새물질 샘플 등에 반드시 적용되어야 할 것이다.

4.5 저온가열/고온탈착 측정 (챔버내 흡착가열탈착 측정)

저온가열을 실시한 샘플에서도 고비점 성분이 발생하는 경우가 있다. 그러한 성분은 챔버내벽에 흡착하고 있기 때문에, 고온으로 탈착시켜 채취하는 경우에 사용한다. 저온가열측정 (30~100℃)을 실시하고, 샘플을 제거한 후, 고온가열측정 (200℃ 이상)을 실시하여 그 합을 측정결과로 한다. 대략 DOP는 80℃에서도 발생하여 챔버내에 흡착한다. 이것을 최저 150℃이상(회수율을 고려한다면 250℃ 이상)에서 탈착시킨다.



5. 측정용 챔버

5.1 내부구조 및 구성

챔버의 가공성과 균일성, 가스유로를 고려할 경우, 기본적으로는 원주형(또는 돔형)으로 제작한다. 실온상태에서 측정하여 흡착 및 분해의 영향이 없고, 동시에 저비점 영역의 샘플을 채취측정하는 경우는 내부구조가 밀폐식이고, 재질이 금속 챔버에서도 가능하다.

5.2 챔버의 재질

- 1) 신뢰성: 온도에 의한 형상변화와 뒤틀림, 고비점성분과 분해성성분의 성분흡착
- 2) 정밀도: 블랭크, 정성, 정량, 챔버간 호환성
- 3) 내구성: 산성 가스, 알칼리 가스, 세정에 의한 재생을 고려한 경우는 일반적으로 다음과 같은 순서가 된다.

석영 ≥ 파이렉스 ≥ 금속(불활성코팅 有)
≥ 금속(불활성코팅 無)

5.3 가스유로

어떤 재질이라도 가열온도(고온)에서 완전밀폐 구조를 유지하는 것은 어렵다. 압력에 의한 파손, 가열에 의한 장(단)시간 사용의 경시변화에 따른 누출의 가능성이 있기 때문에, 퍼지를 따로 공급하면서 채취를 실시하는 방식을 채용하고 있다.

5.4 조치 및 취급

보통 측정을 실시하는 경우는 별 문제가 없지만, 다음과 같은 상황의 경우는 바로 측정을 실시할 수 없으며 조치가 필요하게 된다.

- 가스는 흐르고 있지만 장시간 그대로 방치한 경우
- 실제 샘플 분석 후, 챔버내에 오염이 남는 경우

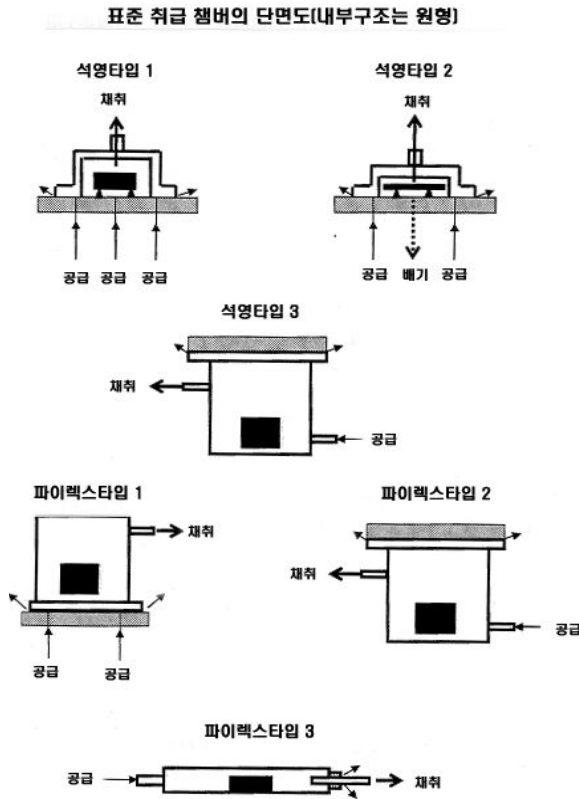


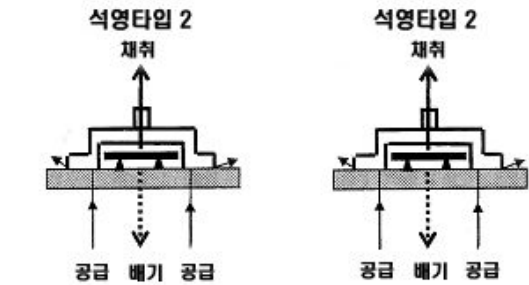
그림 3. 표준적인 챔버의 단면도

- 장치를 공급가스도 멈춘 채 장시간 가동시키는 않은 경우
- 새로운 챔버를 교환하여 사용한 경우
- 사용하지 않는 챔버의 경우

5.5 형태에 따른 챔버의 선택

5.5.1 평면기판(액정기판, 웨이퍼, 석영기판 등)

Dead volume을 작게 하기 위해 높이는 되도록 낮추는 방향으로 샘플에 맞춘다. 단편만을 채취하는 경우가 많다. 또한 부착하는 유기물량이 미량인 경우가 많아 회수율이 중요하다. 따라서 고온가열



에서의 측정에 대응하기 위해서는 보통 석영챔버를 사용한다.

양면을 채취하는 경우는 챔버내 높이 공간을 크게 하여, O링(석영 등)을 넣은 후, 그 위에 기판을 설치하는 것에 의해 양면에서의 회수율이 좋아진다.

5.5.2. 고체 폴리머(구성부재, 소재, 가공재, 코팅재 실링제, 접착제 등)

여러 가지 재료가 있지만, 폴리머를 챔버내에 직접 설치하지 않고, 또한 접촉하지 않도록 하는 것이 중요하다. 따라서 샤알레나 유리판을 두고 샘플을 챔버내에 설치한다. 설치하는 도구의 취급과 보존은 석영챔버와 동일하게 실시한다. 발생하는 유기물량도 많기 때문에 회수율을 위해서는 적절한 온도를 유지시켜 발생량을 조절하는 것이 중요하다. 보통 고온에서 측정하는 경우는 적고, 어느 챔버에서도 사용가능하지만, 챔버내 흡탈착 분석방법을 사용하는 경우는 내면의 불활성과 고온에서의 내구성과 내면정도를 고려하는 경우에는 석영 챔버가 바람직하다. 표준적 석영 및 파이렉스 챔버에서 몇 가지 항목에 대한 적정도는 표 1과 같다.

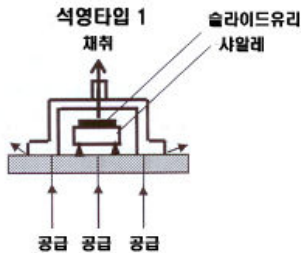
5.5.3 분말상 폴리머

전술한 바와 같이 샤알레를 이용한다. 샤알레의 교환횟수도 적게 하기 위해서 그 위에 일회용 슬라이드 글래스 등을 사용한다.

표 1. 각 챔버의 특징

챔버 타입	정밀도	혼입 블랭크	샘플사이즈	내열성	취급성	가격	SVOC
석영 1	◎	○	○	◎	◎	△	◎
석영 2	◎	◎	△	◎	◎	△	◎
석영 3	○	△	◎	◎	◎	△	○
파이렉스 1	△	○	○	○	◎	○	△
파이렉스 2	△	△	◎	△	△	◎	△
파이렉스 3	△	○	△	△	△	◎	○

△: 적합, ○: 양호, ◎: 우수



6. 흡착제

흡착제로 이용하는 경우는 일반적으로 1개층으로 구성되는 Tenax TA mesh 20/35 mg나 3개층으로 구성되는 Tenax 50mg/Carbotrap 50mg/CarbocieveS-III 50mg 이 있다. 고비점 성분의 효율 좋은 탈착을 일으키기 위해 보통 가스 포비방향과 탈착 방향은 역으로 한다. 채취시간은 10분-60

분이며, 총채취유량은 1-10L(주로 2L 전후)

3개층으로 구성된 흡착제의 주된 대상성분은 다음과 같다.

- 1층: C6(Hexane) - C30(Tricosane) → 수분, 저비점 용매의 영향이 적음
- 3층: C4(Butane)- C30(Tricosan) → 수분 저비점 용매의 영향을 받음

두개 모두 산, 알칼리성 가스 및 잔류수분과 산소의 영향을 크게 받아 블랭크가 검출될 가능성이 있다. 분해 성분으로는 주로 고비점 영역이 많다. 한편 챔버에 불활성 가스(헬륨, 질소)를 사용하는 경우는 샘플가스로부터의 영향을 무시한다면 거의 검출되지 않는다.

저비점 알콜과 저비점 알데히드, 이온계 아민 등에서는 흡착제의 포집 및 가열탈착 분석에는 적합하지 않다. 따라서 저비점 알데히드 등은 DNPH-

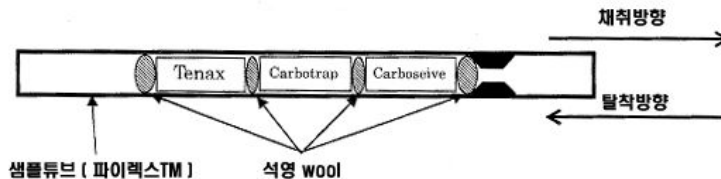


그림 4. 흡착제의 예

카트리지에 포집하여, 유도체화한 후에 LC에서 측정을 실시한다. 이온계 아민은 임핀져 등에서 물로 포집하여 이온크로마토그래프 등에서 측정한다.

흡착제에서 분석 컬럼으로의 도입방법에 있어서 전량 도입 혹은 일부 도입 방법이 있고, 각각에 있어서 Clifocus도입 (액체질소 등의 냉매에서 냉각 응축)이라고 하는 재농축과 가열탈착도입 방법이 있다. 일반적으로는 전량도입/Clifocus도입 등의 방법이 주로 사용되고 있다.

7. 샘플의 취급

샘플은 손으로 만지지 말고, 핀셋 등을 사용하며, 포장하거나 방치할 경우는 유기물 부착이 적고, 취급하기 쉬운 알루미늄 호일과 유리판, 샤알레를 활용한다.

7.1 평면기판

이동 및 운송의 경우, 유기물 부착과 탈리, 샘플끼리의 유기물 이동이 일어나지 않도록 하기 위한 방법 요구되고, 경시변화에도 주의하도록 한다. 효과적인 방법으로는 금속(알루미늄) 케이스로 실링하기도 하고, 유리케이스에 넣어 알루미늄 호일로 싸는 방법도 있다. 단면만의 측정의 경우, 보다 효과적인 방법으로서 동일한 유기물량이 부착된, 같은 사이즈의 2매의 샘플을 측정면쪽으로 끼어서 알루미늄 호일 등으로 밀폐하는 방법도 있다.

7.2 고체 폴리머, 액체 혹은 액상(겔)의 폴리머, 분말상 폴리머

이동 및 운송하는 경우에 유기물의 흡착과 탈착, 샘플끼리의 유기물 이동이 일어나지 않도록 하는 방법이 필요하다. 효과적인 방법으로는 금속(알루미늄)의 케이스에 넣어 밀폐시키거나, 유리 케이

스 혹은 유리병에 넣어 알루미늄 호일로 싸는 것도 효과적이다.

7.3 표준시료

농도를 맞춘 시약을 장시간 보관하는 경우는 샘플 병에 넣어 냉암 혹은 냉장하여 보관한다. 보통의 바이알의 경우 대상성분에 따라 다르지만 1주일 정도의 보관이 가능하고, 4℃에서 냉장보관이 필요하다.

8. 측정

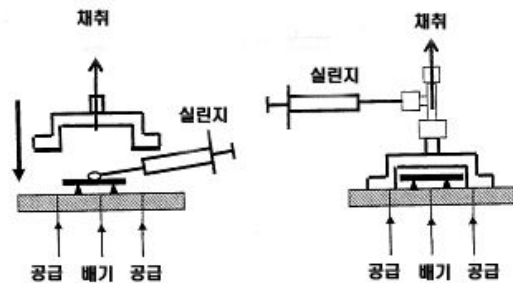
8.1 표준시료 측정

표준시료는 가스상 혹은 액상으로서 보통 희석하여 사용한다. 비점이 낮은 성분(크실렌 정도 까지)은 휘발성이 높기 때문에 진공포집병 등으로 표준시료를 가스상으로 만들고, 가스 주입용 실린지에 의해 주입한다. 비점이 높은 성분(C16 정도부터)은 용매에 함유시켜 직접 챔버내에 도입한다.

8.2. 미지시료 측정

8.2.1 평면기판

표면의 코팅이 없는 경우는 그대로 챔버내에 넣고, 고온 (200℃ 이상)에서 측정을 실시한다. 만약 코팅된 것이라면 고체 폴리머와 동일하게 취급한다.



표준시료 고비점성분 첨가 표준시료 저비점성분 첨가

그림 5. 석영챔버의 단면도

8.2.2 고체 폴리머, 액체 혹은 액상(겔)의 폴리머, 분말상 폴리머

챔버의 내면이 직접 오염되지 않도록 유리판과 샤알레를 넣고, 그 위에 샘플을 놓은 다음, 우선 저온(40~60℃ 정도)에서부터 가열한다. 냄새 성분이 있는 경우는 샘플량을 많이 줄이고, 실온(30℃)에서 실시한다. 이 후 검량선에 의해 정량해보고 샘플량의 증감, 혹은 가열온도 증가(보통은 +50℃전후에서 올려감) 등을 고려한다. 저비점 성분의 방산량이 많은 경우와 샘플의 실제 조건상 고온으로 할 수 없는 경우로서 고비점 성분을 검출이 요구되지 않는 경우는 챔버내 흡착가열탈착 측정방법을 이용한다.

8.3 실제 샘플의 측정

8.3.1 평면기판

1) 중요 포인트

- 부착유기물량은 미량이기 때문에 회수율이 주의
- 보통 고온가열을 실시하지만, 부착양이 많은 경우도 있기 때문에 샘플의 경위는 충분히 조사해 둔다(육안 확인도 중요).
- 챔버 크기 및 dead volume도 고려
- 샘플에 대하여 각 항목 참고
- 250℃이상의 가열이 요구되기 때문에 석영챔버 등을 사용한다.

2) 준비사항

검량선용 표준용액 (가스), 표준시료용 실린지, 표준시료 첨가용 유리판 (샤알레, 샘플판도 가능), 알루미늄 호일, 핀셋, 실린지, 아세톤, 메탄올, 실험용 티슈, 자, 전자저울, 칼 (사전에 블랭크의 부착이 없도록 잘라 놓는다), 비닐 장갑 등

3) 검량선

- 표준시료용 유리판을 아세톤으로 세정하고 실험용 티슈로 닦는다. 그 후 메탄올로 세정하고 나서

핀셋 등으로 석영챔버에 넣고 컨디션닝(250-300℃, 1-3시간)을 실시한 후, 블랭크 측정을 한다. 검량선용 표준용액(가스)을 표준시료용 실린지로 첨가하고, 가열온도 250-300℃에서 측정을 실시한다.

- 표준시료로 사용하는 성분으로서는 n-hexadecane, n-Eicosane, DOP, DBP 등 고비점 성분이 중심이다.

- 포집구에서의 불순물 혼입을 막기 위해 먼저 샤알레와 유리판 등을 챔버내에 설치하고 나서 실시하면 안전하다.

4) 조건 검토 유량 및 시간은 일정하게 하고, 가열온도는 250-300℃로 유지한다. 고비점 성분의 잔류 및 회수율이 충분하지 않은 경우(확인하고 싶은 경우)는 가열온도 혹은 가열시간을 변화시켜 측정한다. 유량조건을 변경하는 경우도 있다.

5) 사전준비 조절

샘플의 유기물을 우선 제거하고 싶은 경우는 석영챔버내에 넣어 컨디션닝을 해 둔다. 한편 샘플을 특정한 곳에 방치할 경우는 알루미늄 호일 등을 아래에 깔도록 한다. 또한 샘플의 커팅의 경우는 우선 칼을 세정한 후에 실시한다. 이때 샘플은 측정 후에도 상관없지만, 자나 전자저울로 중량과 표면적을 계측해 둔다.

6) 블랭크 측정

장치의 블랭크뿐만 아니라, 챔버의 개폐에 의한 외기로부터의 부착 및 저비점 성분의 블랭크도 확인해 둘 필요가 있다. 블랭크가 1 μ g(C16환산) 이상의 양으로 검출된 경우는 잔류 블랭크를 실시할 필요가 있다. 10 μ g을 넘는 (고비점이라면 1 μ g 이상)다면, 챔버의 컨디션닝을 실시하여야 하고, 수십 μ g (고비점이라면 10 μ g 이상)을 넘는다면 챔버의 세정을 실시해야 한다. 상기한 처리를 해도, 블랭크가 개선되지 않는 경우는 샘플라인의 교환이 필요하다. 챔버내의 가장 가까운 라인이 오염되어 있을 가

능성이 높기 때문이다.

7) 측정

검량선 측정과 동일한 조건에서 측정을 실시한다. 핀셋 등으로 작업시 챔버내에 블랭크가 혼입되지 않도록 주의한다. 핀셋 및 기타 도구에 대해 유기물이 부착하지 않도록 알루미늄호일 등으로 포장해 둘 필요가 있다.

8) 측정후

보통, 블랭크는 대부분 잔류하지 않기 때문에 다음의 샘플을 연속해서 측정해도 문제가 없지만, 조건을 변경해도 잔류하는 경우(특히 고비점 물질)는 샘플링 중간에 블랭크 측정을 실시할 필요가 있다.

8.3.2 고체 폴리머, 액체 혹은 액상(겔)의 폴리머, 분말상 폴리머

1) 중요포인트

- 부착유기물량이 다량이기 때문에 발생량에 주의한다.

- 보통 저온가열 (60~100℃ 이상)에서 실시하지만, 예상 이상으로 부착량이 많은 경우도 있기 때문에 조건 검토시 샘플량(수 mg)을 적게 하고, 냄새가 나는 경우는 실온 (40℃ 이하)에서 측정한 경우가 좋다. 물론 미지시료에서도 동일하게 적용한다.

- 챔버 크기와 dead volume도 고려한다.

- 고비점 성분을 효율 좋게 측정하고 싶은 경우는 챔버내 흡착가열탈착법을 적용하기 때문에 가열온도를 고려하여 석영챔버를 사용하는 것이 안전하다.

- 용매의 영향도 고려되기 때문에 흡착제는 일반적으로 Tenax TA가 주로 사용되고, 이때 저비점 물질을 측정하고 싶은 경우는 용매의 영향을 고려해 흡착제의 도입방법에 주의할 필요가 있다.

- Clifocus의 용매 막힘이 발생하는 것은 0.5ul (≒0.5mg) 정도의 용매가 도입된 경우이다.

- 액상의 경우는 용매의 휘발에 가장 주의할 것.

또한 최급상 샤알레 등의 유리판 위에 또 한 개의 유리판을 얹은 후 시료를 놓아 측정하도록 한다. 측정 후 유리판은 가열온도에 따라 다소 상황이 다르지만 폐기하는 것이 안전하다. 보통 폴리머에서도 고온가열하는 경우는 유리표면에 부착하여 떨어지지 않을 우려가 있기 때문에 폐기하도록 하는 것이 좋다.

2) 준비사항

검량선용 표준액 (가스), 표준시료용 실린지, 샘플도입용 샤알레 (표준시료 첨가 검용, 유리판을 얹는 것이 좋음), 알루미늄 호일, 핀셋, 실린지, 아세톤, 메탄올, 실험용 티슈, 자, 전자저울, 칼, 비닐장갑 등

3) 검량선

- 표준시료 첨가용 유리판 (샘플판도 가능)을 아세톤으로 세정한 후, 실험용 티슈로 닦고, 다시 메탄올로 세정한다. 그 후 핀셋 등으로 석영챔버에 넣어 컨디션닝 (250-300℃, 1-3시간)을 실시한 후 블랭크 측정을 한다. 검량선용 표준액(가스)을 표준시료용 실린지로 투입한 후, 가열온도 250-300℃에서 측정을 실시한다. 만일 측정 후 필요 없을 경우에는 알루미늄 호일 등으로 포장하여 보관해 둔다.

- 표준시료로 사용하는 성분으로서는 n-hexadecane, n-Eicosane, DOP, DBP 등 고비점 성분이 중심이다. 톨루엔 등 저비점의 경우는 라인의 도중에서 가스타이트 실린지로 도입하는 것이 바람직하다.

- 포집구로의 불순물의 혼입을 막기 위해서는 샤알레와 유리판을 먼저 챔버내에 설치하여 두면 안전하다.

4) 조건검토

유량 및 시간 조건을 일정하게 유지하고, 가열온도는 40-60℃로 한다. 데이터의 결과에 따라 가열온도 혹은 가열시간을 변경하여 측정하도록 한다. 경우에 따라서는 유량조건을 변경하는 경우도 있다.

5) 사전준비 조절

가공용 알루미늄 호일 등을 아래에 깔면 안전하다. 컷팅하는 경우는 칼을 세정한 후 실시하도록 한다. 샘플은 자나 전자저울로 중량과 표면적치를 계측해 둔다.

6) 블랭크 측정

장치의 블랭크뿐만 아니라, 챔버의 개폐에 따라 외기로부터 부착되는 저비점 성분의 블랭크도 확인해 둘 필요가 있다. 블랭크가 1 μ g(C16환산) 이상의 양으로 검출되는 경우는 잔류 블랭크를 실시할 필요가 있다. 10 μ g을 넘는 (고비점이라면 1 μ g 이상) 것 같으면, 챔버의 컨디션닝을 실시하고, 수십 μ g (고비점이라면 10 μ g 이상)을 넘는다면 챔버 세정을 실시한다. 상기의 처리를 해도 블랭크가 개선되지 않는 경우는 샘플라인의 교환이 필요하다. 챔버내 가장 가까운 라인이 오염되어 있는 가능성이 높기 때문이다.

7) 측정

핀셋 등으로 작업시 챔버내에 블랭크가 혼입되지 않도록 주의한다. 핀셋과 기타 도구에 대해 유기물이 부착하지 않도록 알루미늄 호일 등으로 포장해 둘 필요가 있다. 포집구로의 불순물 혼입을 막기 위해 샤알레와 유리판 등을 먼저 챔버내에 설치해 둘 필요가 있다.

8) 측정후

보통 고비점 물질의 블랭크가 남아 있는 경우가 거의 대부분이기 때문에 샘플을 꺼내 고온가열을 실시하여 블랭크의 측정 및 컨디션닝을 실시한다. 동일 샘플의 재현성 확인 실험의 경우나 고비점 성분은 조사하지 않는 경우는 그대로 다음의 샘플을 넣어서 연속 측정해도 상관없지만, 최종적으로는 블랭크를 측정할 필요가 있다. 블랭크 측정을 챔버내 흡착 가열탈착법으로 실시하고자 하는 경우는 내열성을 고려하여 석영 챔버를 이용하도록 한다.

9. 측정시 소모품과 도구의 세정, 컨디션닝 및 보관

9.1 알루미늄 호일, 유리보관함, 금속보관함

9.1.1 알루미늄 호일

극미량의 지방족 탄화수소를 제외하면 대부분의 유기물의 블랭크는 검출되지 않는 소재이고, 보다 블랭크를 줄이기 위해서는 100~150 $^{\circ}$ C 이상에서 컨디션닝을 1시간 정도 실시한다.

9.1.2 유리기구 및 금속 보관함 (초기상태 혹은 심하게 오염된 상태인 경우)

초기 소재에서부터 다량의 고비점 유기물이 부착되어 있는 가능성이 있기 때문에 아세톤 용매로 세정하고, 실험용 티슈로 닦아 낸다. 다시 메탄올 용매로 세정한 후, 실험용 티슈로 닦아 낸다. 그리고 최종적으로 메탄올로 세정한 후, 메탄올이 약간 잔류한 상태로 (초순수가 있으면 초순수로도 세정) 그대로 100~150 $^{\circ}$ C 이상에서 컨디션닝을 2시간 이상 실시한다. 마지막으로 알루미늄 호일로 포장하여 보관한다.

9.1.3 유리기구 및 금속 보관함 (재사용 혹은 그다지 오염되지 않은 경우)

그대로 100-150 $^{\circ}$ C 이상에서 컨디션닝을 1시간 정도 실시한다. 그리고 알루미늄 호일로 싸서 보관한다.

9.2 유리, 파이렉스 샤알레, 슬라이드 글래스, 핀셋

9.2.1 핀셋

초기 소재에서부터 다량의 고비점 유기물이 부착되어 있는 가능성이 있기 때문에 아세톤 용매로 세정하고, 실험용 티슈로 닦아 낸다. 다시 메탄올 용매로 세정한 후, 실험용 티슈로 닦아 낸다. 그리고 최종적으로 메탄올로 세정한 후 메탄올이 약간 잔

류한 상태로 (초순수가 있으면 초순수로도 세정) 그대로 100~150℃ 이상에서 컨디션닝을 2시간 이상 실시한다. 마지막으로 알루미늄 호일로 포장하여 보관한다.

9.2.2 유리, 파이렉스 샤알레, 슬라이드 글래스 초기 소재에서부터 다량의 고비점 유기물이 부착되어 있는 가능성이 있기 때문에 아세톤 용매로 세정하고, 실험용 티슈로 닦아 낸다. 다시 메탄올 용매로 세정한 후, 실험용 티슈로 닦아 낸다. 그리고 최종적으로 메탄올로 세정한 후 메탄올이 약간 잔류한 상태로 (초순수가 있으면 초순수로도 세정) 그대로 100~150℃ 이상에서 컨디션닝을 2시간 이상 실시한다. 마지막으로 알루미늄 호일로 포장하여 보관한다. 챔버내에서 사용할 경우는 약 1시간 정도 컨디션닝을 실시한다. 챔버에서 단시간 넣고 빼는 작업중에는 큰 영향을 받지 않기 때문에 그대로 측정을 실시해도 무리가 없다.

9.3 샘플 가공도구(가위, 칼 등)

초기 소재에서부터 다량의 고비점 유기물이 부착되어 있는 가능성이 있기 때문에 아세톤 용매로 세정하고, 실험용 티슈로 닦아 낸다. 다시 메탄올 용매로 세정한 후, 실험용 티슈로 닦아 낸다. 그리고 사용 후에도 아세톤 용매로 세정하고, 실험용 티슈로 닦아 낸다. 다시 메탄올 용매로 세정한 후, 실험용 티슈로 닦아 내고, 알루미늄 호일로 포장하여 보관한다.

9.4 흡착제

발생가스 포집용으로 사용하는 트랩으로 사용한다.

9.4.1 보관기간

- 수 ng 정도의 대기중에 존재한 벤젠부터 비점

이 낮은 성분은 제외한다.

- 레벨 1(1일-2일 유지): 밀폐용 마개로 봉합한 채 보관한다.

- 레벨 2(1일-3일 유지): 밀폐용 마개로 봉합하여 알루미늄 호일로 포장하고 암조건에서 냉장 보관한다.

- 레벨 3(1일-7일 유지): 밀폐용 마개로 봉합하여 알루미늄 호일로 싸서 냉장고(4℃)에서 보관한다.

9.4.2 컨디션닝

- 장시간 방치 및 신품으로서 컨디션닝이 실시되지 않는 경우 : 실온(30~40℃)에서 30~50ml/min의 불활성가스(헬륨 또는 질소)를 실온에서 10분 정도 흘린 후, 최종 온도 270~380℃(가급적 승온하면서)에서 6-12시간 정도 컨디션닝을 실시한다.

- 컨디션닝제용 튜브를 구입하여 재 컨디션닝을 실시할 경우 : 개방하고 나서 1~3시간 방치

- 사용 후 컨디션닝제의 뚜껑을 닫고, 3일 이상 방치한 경우 또는 깨끗한 냉장고에 알루미늄 호일로 싸서 냉장보관하고 있지만, 7일 이상 방치한 경우 : 실온(30~40℃)에서 30~50ml/min의 불활성가스(헬륨 또는 질소)로 실온에서 1-3시간 정도 컨디션닝을 실시한다.

9.4.3 흡착제 교환 혹은 트랩관 폐기

- 트랩관 내부가 노화되어 갈색으로 변색한 경우
- 1년 이상 계속 사용한 경우
- 트랩관이 파손 혹은 양단이 손상된 경우
- 원인이 불분명한 채 노화되어 고비점 물질이 검출되지 않고, 고비점 영역에 블랭크가 발생한 경우

9.5 흡착제 뚜껑

트랩관이 외기에 의해 오염되지 않도록 막는 부분으로, 조인트부, 넛트부, 휘털(테프론)은 메탄올

로 세정한 후 80~100℃에서 1~2시간 정도 컨디션닝하고, 조인트부 및 너트부는 알루미늄 호일로 싸서 보관한다. 그리고 웨털부는 그대로 방치해도 무방하다.

9.6 TF 웨털 (테프론제)

트랩관에 주로 실링용으로 사용하는 것으로, 장기 사용의 경우 웨털 내면에 그라파이트 웨털이 부착하기 때문에 정기적으로 실험용 티슈와 메탄올로 세정하고, 심한 상처가 있으면 폐기한다.

9.7 O 링(바이톤 제)

샘플링시 트랩관의 접속에 사용하며, 초순수 등으로 세정한 후 60~100℃에서 30분 정도 건조시킨다. 손으로 만진 경우는 메탄올로 가볍게 닦아낸다. 알루미늄 호일로 싸서 실온에서 보관한다.

9.8 그라파이트 베스페르 웨털(그라파이트 30%, 폴리이미도 70%)

트랩관, 챔버 및 샘플라인 접속용으로 사용하며, 사용하기 전에 비이커와 알루미늄 호일로 싸서 250℃이상에서 1시간 정도 컨디션닝을 실시한다. 보관은 데이케이터 혹은 그대로 알루미늄 호일로 싸서 보관한다.

9.9 그라파이트 웨털(그라파이트 100%)

챔버, 샘플라인 접속용으로 사용하고, 사용하기 전에 비이커나 알루미늄 호일로 싸서 250℃이상에서 1시간 정도 컨디션닝한다. 보관은 데이케이터

혹은 그대로 알루미늄 호일로 싸서 보관한다.

9.10 기타 검토 항목

- 1) 컬럼 선택
- 2) 데이터 분석
- 3) 법적 규제 등과의 연관성
- 4) 이론치와의 상관성 검토
- 5) 해외의 재료분석 방법과의 관련성 및 현상

10. 결론

현재 국내에서는 건축자재에서 방출되는 SVOC 측정 및 평가에 대한 연구가 거의 전무한 실정이다.

주요 선진국 및 일본의 경우, 수년전부터 반도체 제조공장(일명 클린룸)을 대상으로 내부 구성재료에서 방산되는 SVOC에 대한 측정·평가가 활발히 이루어져 왔다. 특히 일본에서는 일반 실내 건축자재에서 발생하는 SVOC에 대한 평가가 일부 연구자를 중심으로 매우 활발히 검토되고 있고, 2006년도에 JIS안이 완성될 예정이다.

이러한 SVOC 측정기술의 개발은 건축자재 관련 업계의 친환경 건축자재로의 개발을 유도할 뿐만 아니라, 세계적 수준의 환경제품의 평가 및 측정 설비, 기술의 확보·차원에서 매우 중요하다. 따라서 SVOC를 포함해 건축자재에서 발생하는 휘발성 유기화합물의 종합적 데이터베이스 구축하기 위해서는 국내에서도 SVOC 측정법의 규격화가 시급히 진행되어야 할 것으로 판단된다.