

4C2) 대형챔버법에 의한 가구, 가전제품 등 생활용품에서 방출되는 오염물질 방출특성 평가

Evaluation Method for the Chemicals Emitted from Furnitures and Electronic Products using Full Scale Test Chamber

윤 동 원

경원대학교 친환경시스템연구센터

1. 서 론

실내공기질에 대한 관심과 국민들의 웰빙(Well-Being) 개념의 확산과 함께 실내오염에 의한 새집증후군이 사회적인 큰 관심을 모으고 있다. 건축자재로부터 발생하는 유해화학물질이 인체에 매우 유해하고 거주자의 쾌적성과 건강에 영향을 주는 것으로 알려지면서 특히 신축건물이나 리모델링 건물에서 새집증후군에 의한 피해 사례가 증가하는 것으로 나타나고 있다.

실내의 오염물질의 발생원은 건축자재 만이 아니라 각종 생활용품에서도 다량의 화학물질이 방출하는 것으로 보고되고 있다. 부엌가구, 불박이장, 침대, 책상 등의 가구류와 컴퓨터, 프린터, 복사기, TV 등 가전제품 및 전기전자제품, 침구류나 스프레이 방향제, 청소용품 등 다양한 용도의 생활용품에서도 휘발성유기화학물질과 알데히드류 등 화학물질을 방출하며 실내환경을 오염시킨다.

실내에서 사용되는 각종 생활용품의 오염물질의 방출 특성을 정량, 정성적으로 분석하여 각종 제품에서 방출되는 유해화학물질의 특성을 이해하고 실내 공기환경개선을 위한 대책을 수립하는 것이 중요하다. 건축자재의 방출시험 방법은 일반적으로 소형챔버 방법을 이용하여 단위면적당 방출성능으로 제품의 특성을 평가할 수 있지만 가구나 컴퓨터, TV 등의 완제품은 제품 자체에서 방출하는 특성을 평가하여야 하므로 대형챔버의 시험방법이 요구된다.

본 고에서는 실내에서 사용되는 가구류나 가전제품 등의 생활용품에서 방출하는 오염물질의 특성을 측정 분석할 수 있는 대형챔버(full scale test chamber method)에 의한 시험방법을 고찰하고 대형챔버에 의한 각종 제품군의 화학물질 방출 특성을 규명하여 실내공기질 개선을 위한 기초 자료를 소개하고자 한다. 실내의 공기질을 향상시키고 건강하고 쾌적한 실내환경을 유지하기 위해서는 다양한 제품군의 생활용품에 대한 환경성능을 평가하는 시험방법의 표준화와 더불어 친환경 인증제도의 도입, 친환경 제품의 개발을 유도하고 제품의 국제경쟁력을 확보할 수 있는 정책방안이 필요하다고 생각된다.

2. 대형챔버에 의한 방출시험 방법

실내에서 미량으로 지속적으로 방출되는 휘발성유기화합물 및 포름알데히드와 같은 오염물질을 측정하

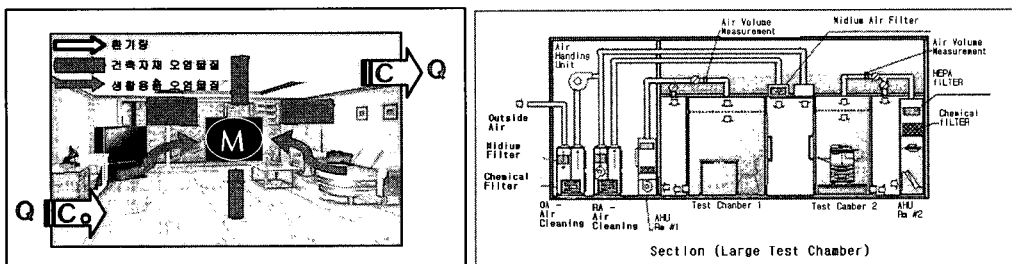


Fig. 1. 실내오염물질과 대형챔버에 의한 오염물질 평가.

(본 연구는 2004년도 차세대환경기술사업(환경부 환경기술진흥원)의 지원에 의하여 수행되었음.)

기 위한 시험방법의 정립이 필요하며, 각종 제품에 대한 오염물질 발생특성(source detection)을 알아내고 이에 대한 대책이 마련의 요구에 따라 거주 공간에 적용되는 가구류나 사무용기기 등에서 방출되는 화학물질의 농도의 측정기술 및 방법이 규격화되고 있다. 국제규격(ISO)은 ISO/TC 146/SC6, ISO/TC 205/WG4, ISO TC89 등을 중심으로 표준화가 진행 중에 있으며, 미국 ASTM, 유럽연합 CEN, 일본 JIS 에서 오염물질 방출량 측정 및 분석방법을 표준화가 마련되었다.

Table 1. 대형챔버법 관련 주요 규격

규격	규격 및 기준
ISO 16000-9/FDIS 단계 (2005.10)	Determination of VOC emission: emission test chamber/test cell method, procedure for sampling, storage of samples and preparation of test specimens
EPA-2001	Large Chamber Test Protocol For Measuring Emission Of VOCs And Aldehydes (EPA Cooperative Agreement No. CR 822870-01)
ASTM D5116	Standard guide for small-scale environmental chamber determinations of organic emissions from indoor materials / products
ASTM D6670	Standard Practice for Full-Scale Chamber Determination of Volatile Organic Emissions from Indoor Materials/Products
ASTM D6177-97 (2003)	Standard Practice for Determining Emission Profiles of Volatile Organic Chemicals Emitted from Bedding Sets
ASTM D6178-97 (2003)	Standard Practice for Estimation of Short-Term Inhalation Exposure to Volatile Organic Chemicals Emitted from Bedding Sets
Green Guard (2005)	Office Furniture Test Requirement Specification For The GreenGuard Indoor Air Quality Certification Program, 2005
ENV 13419-1 유럽연합(CEN)	Building products, determination of the emission of volatile organic compounds-Part1: Emission test chamber method
RAL-UZ85: BAM(독일)-2005	The Method For The Determination Of Emission From Hardcopy Devices, 2005 (BAM)
ECMA (2001)	Standard ECMA-328: Detection And Measurement Of Chemical Emission From Electronic Equipment
JIS A Draft (2005)	建築材料の揮性有機化合物(VOC)、ホルムアルデヒド及びバカルボニル化合物放散量測定方法- 大形チャンバ法, Chamber Size : 1 m ³ , 14 m ³ , 24 m ³

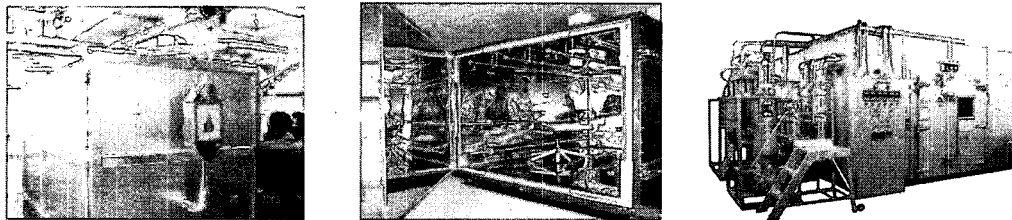
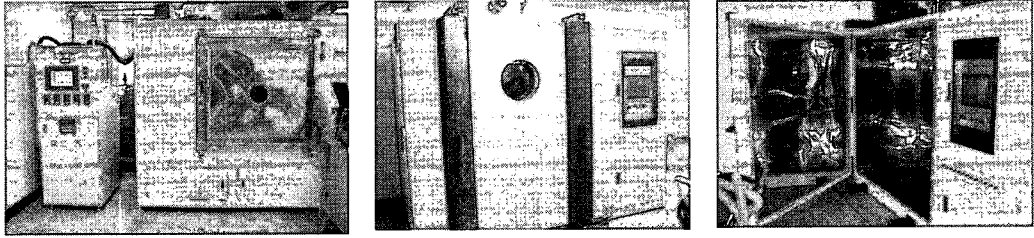


Fig. 2. 외국의 다양한 대형챔버 시스템 모습.

미국의 규격현황: ASTM D 5116 small-scale environmental chamber
 ASTM D 6670 Full-Scale Chamber
 EPA-RTI: 1999 Large Chamber test method
 Green Guard: 2005. Certification Program for the Product

챔버의 크기 및 적용범위 규정(Green Guard, USA)

건축자재 실험 : 0.05m³~1.0 m³ 사무기기 실험 : 1.0 m³~5.0 m³
 소형의자 및 사무가구 : 5.0 m³~6.0 m³ 대형가구 및 Work Station : 20 m³~35 m³



3. 방출시험 결과

Table 2. 우리나라 대형챔버의 사양

구 분		경원대학교 친환경시스템연구센터	
용 적		1m ³	5m ³
온도조절 범위	측정 시	20~120℃ ± 1℃	20~70℃ ± 1℃
	Bake-out	~120℃	~120℃
습도조절 범위		40~80%RH ± 5%	40~80%RH ± 5%
유량조절 범위		16.6~66.6 ℓ/min (환기회수 1~4회/h)	41.7~417 ℓ/min (환기회수 0.5~5회/h)

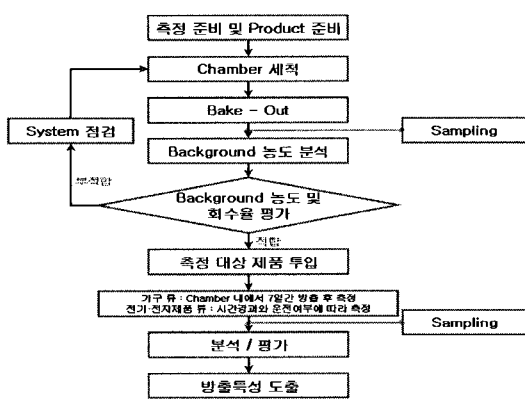


Fig. 3. 방출시험 순서 및 흐름도.

가구와 같은 생활용품의 방출시험은 완제품에 대한 측정이어서 제품의 표면적이거나 부피를 정확하게 측정하기가 쉽지 않다. 제품의 특성을 평가하기 위하여 한 unit당 방출되는 화학물질 농도를 측정, 평가하는 것이 바람직하다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 제품별로 1unit에서 방출되는 화학물질 농도를 측정하여 시간당 방출되는 농도로 표현하였다. 이에 단위체적의 방출시험 챔버인 1m³ 크기의 챔버를 이용하였으며, 환기회수 1회/h 로 시험하였다. 측정 대상제품을 방출시험 챔버에 장치시킨 후 측정을 시작하는 시간 t에서 오염 물질 방출을 EFa는 식(2)이 된다.

$$EFa = \frac{(C_t - C_{tb,t}) \times Q}{L \text{ or } A \text{ or } M} = \frac{(C_t - C_{tb,t}) \times nV}{L \text{ or } A \text{ or } M} \dots \dots \dots \text{식(1)}$$

$$EFa[\text{mg/h} \cdot \text{unit}] = \frac{(C_t - C_{tb,t}) \times Q}{1 \text{ unit}} = \frac{(C_t - C_{tb,t}) \times nV}{1 \text{ unit}} \dots \dots \dots \text{식(2)}$$

- L : 측정대상물의 길이(m)
- A : 측정대상물의 면적(m²)
- M : 측정대상물의 부피(m³)
- n : 환기회수(회/h)
- Q : 방출시험챔버의 환기량(m³/h)
- V : 방출시험챔버의 용적(m³)
- Ct : 시간 t에서의 방출시험 챔버내 VOCs와 알데히드류의 농도(mg/m³)
- Ctb,t : 시간 t에서의 블랭크(비어있는 챔버) 농도(mg/m³)

4. 결 론

대형챔버는 거주공간에서 사용되는 각종 제품군의 화학물질 방출량을 측정 평가하기 위한 것으로 기본적으로 실내공간의 사양과 동일한 조건의 Mock-Up을 구성하고 각종 생활제품에서 방출되는 화학물질의 농도를 평가할 수 있는 실험 장비이다. 대형챔버의 내부 배경농도를 정해진 수준 이하로 유지하며, 온도, 습도, 환기량(기류속도)을 일정하게 조절한 상태에서 장시간 연속적으로 실험을 진행하는 초청정 공간으로 화학물질 제어용 실험시설이라 할 수 있다. 따라서 초청정 클린룸의 요구수준을 확보하고 화학물질을 효과적으로 제어할 수 있는 기술이 필요하며, 각각의 요구조건에 적합한 고성능 실험이 가능한 대용량 챔버의 설계, 제작기술이 확보되어야 한다.

실내 공기질의 중요성이 인식되면서 실내 공기에 대한 각종 오염원의 종류와 특성, 오염원의 제어방안과 환경오염 방지대책에 관한 관심이 증가하고 있다. 실내환경의 개선방안으로 지금까지는 건축자재에 대한 저오염 방출 성능에만 관심이 집중되었으나 주방가구나 생활가구, TV, 컴퓨터 등 우리의 생활 주변의 다양한 제품들에서도 매우 높은 유해성분의 화학물질이 방출되는 것으로 확인되었으며 이러한 제품군에서 방출되는 오염물질은 건축자재의 경우보다도 더욱 심각하게 인체의 건강에 영향을 미칠 것으로 우려되고 있다.

실내공기질을 쾌적하고 건강한 환경으로 개선하기 위해서는 건물의 계획 및 시공에 따른 적절한 친환경 건축자재의 선정과 더불어 가구류, 가전제품, 사무용품 등 생활용품에 대하여서도 친환경 성능을 지닌 제품을 선정하는 것이 바람직하다고 판단된다. 이러한 생활용품 들의 오염물질의 방출 특성을 평가하고 이에 대한 데이터베이스의 구축이 필요하며, 축적된 DB를 활용하여 유해화학물질을 저방출 제품을 선정할 수 있는 관리방안의 확립이 시급하다고 판단된다.

따라서 실내환경의 오염문제는 그동안 관심이 높았던 건축자재나 집착제, 페인트 등만이 아니라 가구류, 가전제품 등에 의한 기여도가 매우 클 것으로 판단된다. 이러한 제품의 오염물질 방출 특성을 측정 분석할 수 있는 시험챔버와 평가기법의 효율적인 시스템을 구축하여 친환경 생활용품 인증제도의 도입 등을 적극적으로 추진하여야 하며, 이를 위한 각종 생활용품의 분류체계 구축과 친환경 성능의 평가 및 시험방법의 표준화 구축을 요구된다. 이를 통하여 친환경 제품의 개발을 촉진시킬 수 있는 노력과 더불어 우리나라 관련제품의 국제경쟁력을 향상시키고 환경성능을 선진화할 수 있는 대책이 시급하다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. ISO 16000-9/FDIS, ISO TC 146/SC6, Determination of VOC emission: emission test chamber/test cell method, procedure for sampling, storage of samples and preparation of test specimens (2005).
2. EPA-TRI, Large Chamber Test Protocol For Measuring Emission Of VOCs And Aldehydes (EPA Cooperative Agreement No. CR 822870-01, (2001).
3. ASTM D6670, Standard Practice for Full-Scale Chamber Determination of Volatile Organic Emissions from Indoor Materials/Products.
4. ASTM D6177-97, Standard Practice for Determining Emission Profiles of Volatile Organic Chemicals Emitted from Bedding Sets (2003).
5. RAL-UZ85, The Method For The Determination Of Emission From Hardcopy Devices, 2005 (BAM-2005).
7. ECMA, Standard ECMA-328: Detection And Measurement Of Chemical Emission From Electronic Equipment (2001).
8. 윤동원 외, 실내오염물질 규명을 위한 중/대형챔버 개발 연구, 환경기술진흥원, 차세대환경기술사업 보고서, 2004, 2005.
9. 윤동원, 생활용품에서 방출되는 유해화학물질 특성, 국회환경포럼공청회, 2005.