

PG10)

소형방출챔버와 방출셀을 이용한 건축자재의 총휘발성유기화합물 방출량 비교 연구

The Comparative Study of TVOC Emission from Building Materials between Chamber and Cell Method

이영미 · 장성기 · 서수연 · 박현주

국립환경과학원 실내환경과

1. 서 론

최근 실내에서 사용되는 다양한 건축자재는 복합화합물질로 구성되어 있어 실내에서 오염물질을 방출하는 주 오염원으로 주목되고 있다. 실내 거주시간의 증가에 따라 실내 거주자들의 건강에 미치는 영향이 커지게 되었으며 특히 면역력이 약한 아동이나 노인에게는 더욱 많은 피해를 주고 있다. 이러한 건강 피해는 건물증후군(Sick building syndrome)이나 새집증후군(Sick house syndrome)등의 질환으로 나타나게 되었다. 이에 국내에서는 실내 거주자들의 건강증진과 유지를 위해 2004년부터 오염물질이 많이 방출되는 건축자재에 대하여 실내에서의 사용을 제한하고 있다. 국내에서는 건축자재 오염물질 방출시험을 위하여 세계적으로 많이 사용되고 있는 소형방출챔버법을 이용하고 있으며, 유럽에서 사용 및 연구되고 있는 방출셀법은 소형방출챔버법에 비해 시료채취가 용이하고 실험실뿐만 아니라 현장에서도 건물 구조체에서 발생하는 오염물질의 측정이 가능한 방법으로 소형방출챔버법을 대응할 수 있는 것으로 알려져 있다(Risholm-Sundman, 1999). 그러나 방출셀을 이용한 시험방법의 국내 적용 및 활용을 위해서는 기존에 사용되는 소형방출챔버법과의 비교 평가가 우선적으로 이루어 져야 할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 생산, 유통되는 액체 건축자재 12종과 고체 건축자재 7종에 대해 소형방출챔버와 방출셀을 이용하여 시험방법 간 총휘발성유기화합물 방출량의 상관성을 파악하고 이를 통해 시험 장비 간에 발생하는 차이를 줄이고자 한다.

2. 연구 방법 및 내용

본 연구는 페인트, 접착제 등 액체 건축자재 12종과 바닥재, 벽지 등 고체 건축자재 7종을 대상으로 소형방출챔버와 방출셀을 이용하여 7일간 방출시험을 진행하였다. 표 1에서 나타내듯이 연구에서 이용된 20L 소형방출챔버는 스테인리스강 재질로 제작되었으며 공기공급장치, 공기청정장치, 습도조절장치, 항온조, 소형방출챔버, 자동유량조절장치(MFC: Mass Flow Controller)로 구성되어 있고 챔버 내부의 온도와 습도는 $25\pm 1^\circ\text{C}$, $50\pm 5\%$ 로 유지하였다. 소형방출챔버 내 시료부하율은 페인트와 접착제, 퍼티의 경우 $0.4\text{m}^3/\text{m}^3$ 이며 고체 건축자재의 경우 $2.2\text{m}^3/\text{m}^3$ 이다. 챔버 내 환기횟수는 유입유량을 $167\text{mL}/\text{min}$ 로 조절하여 0.5 ± 0.05 회/h가 유지되도록 하였다.

방출셀은 순수 혼합 공기가 저장된 가스 저장용기와 활성탄 필터가 저장된 온·습도 조절장치, 자동유량조절장치(MFC: Mass Flow Controller)가 내장된 시료채취용 펌프로 구성되어 있다. 방출셀 내부는 항산성의 스테인리스강 재질로 제작되었으며 부피가 약 35cm^3 로 내부의 공급되는 공기는 소형방출챔버와 동일하게 온도 $25\pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $50\pm 5\%$ 로 유지하였다. 시료부하율은 페인트와 접착제, 고체 건축자재는 $506\text{m}^3/\text{m}^3$ 이며 퍼티의 경우 $103\text{m}^3/\text{m}^3$ 으로 노출되는 면적에 따라 다른 시료부하율이 적용되었다. 이때의 방출셀 내로 유입되는 공기의 유량을 $300\text{mL}/\text{min}$ 로 조절하여 514회/h의 환기횟수를 유지하였다.

시험편은 KS M ISO 16000-11에 따라 제작되었으며 시료채취는 소형챔버법과 방출셀법이 동일하게 7일 후에 Tenax-TA가 충전된 고체흡착관(Supelco, USA)을 이용하였고 포집된 시료는 열탈착장치(TD)와 가스크로마토그래프/질량분석기(GC/MSD)로 정성·정량분석하였다.

Table 1. Operating condition of emission chamber and cell system.

Parameter	Chamber		Cell	
Inner volume	20L		35cm ³	
Inner material	Stainless-steel(E.P.)		Stainless-steel(Acid-resistant, E.P.)	
Temp. & humidity	25±1℃, 50±5%		25±1℃, 50±5%	
Specimen area	Paints, Adhesives, Putty	82cm ²	Paints, Adhesives, Wallpaper, Flooring	177cm ²
	Wallpaper, Flooring	216cm ²	Putty	36cm ²
Loading factor	Paints, Adhesives, Putty	0.4m ² /m ³	Paints, Adhesives, Wallpaper, Flooring	506m ² /m ³
	Wallpaper, Flooring	2.2m ² /m ³	Putty	103m ² /m ³
Air exchange rate	0.5±0.05회/h		514회/h	

3. 결과 및 고찰

그림 1은 액체 건축자재 12종과 고체 건축자재 7종을 대상으로 소형방출챔버와 방출셀에서의 7일 방출량의 상관성을 비교한 결과이다. 액체 건축자재는 약 87% 이상, 고체 건축자재는 약 98% 이상의 높은 상관성을 보이고 있다. 이는 소형방출챔버와 방출셀을 이용하여 오염물질 방출량을 비교한 다른 연구결과에서도 두 시험방법 간의 상관성이 높게 나와 본 연구의 결과와 일치하는 것을 확인 할 수 있었다(Jann, O., Wilke, O. 2001; Funaki, R., Tanable, S. 2001). 이러한 연구 결과를 통하여 소형방출챔버와 방출셀을 이용하여 건축자재에서 방출되는 오염물질을 측정하였을 때 두 시험방법 간에 차이는 크게 없는 것으로 판단되므로 향후 건축자재 방출시험에서 방출셀 활용의 가능성이 높음을 시사하였다.

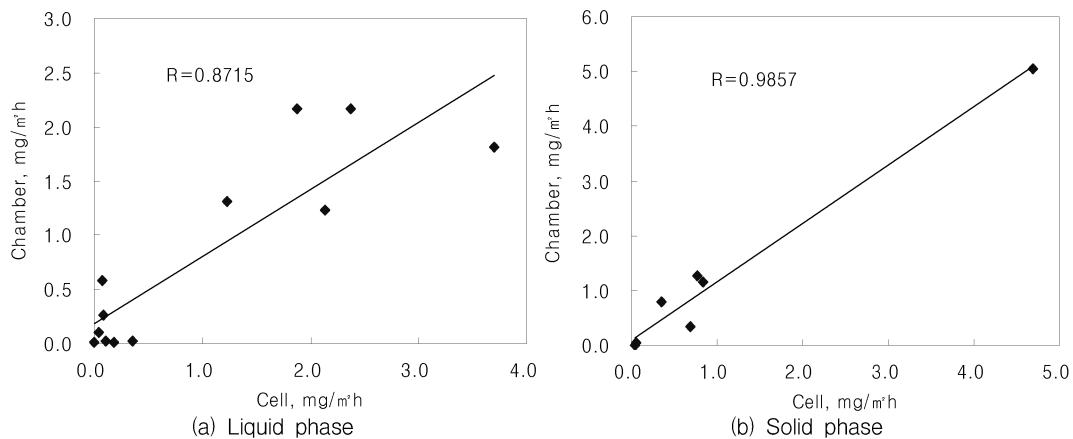


Fig. 1. Correlation of TVOC emission between chamber and cell method from building materials

참고 문헌

- Risholm-Sundman, M. (1999) Determination of formaldehyde emission with filed and laboratory emission cell(FLEC)-recovery and correlation to the chamber method, *Indoor Air*, 9, 268-272.
- 한국표준협회 (2004). KS M ISO 16000-11 실내공기-제11부: 휘발성 유기 화합물의 방출 측정법-시료채취, 보관 및 시험편 제작.

- Jann, O. and O. Wilk (2001) Comparison of FLEC with other climate chambers, German experiences. International FLEC symposium 2001, 18-27.
- Funaki, R. and S. Tanabe (2001) Measurements of emission rates from wall covering adhesives -comparing with FLEC and a small scale chamber ADPAC-. International FLEC symposium 2001, 65-70.