

AB4) 가구에서 발생하는 VOCs와 Formaldehyde의 방출특성에 관한 연구

A Study on Volatile Organic Compounds(VOCs) and Formaldehyde(HCHO) Emission Characteristics from Furniture.

김신도 · 서병량 · 윤중섭¹⁾

서울시립대학교 환경공학과, ¹⁾서울시보건환경연구원

1. 서 론

휘발성유기화합물(VOCs)과 포름알데히드(HCHO)의 발생원은 매우 다양할 뿐만아니라 주변환경과 인체에 미치는 영향이 매우 크다. VOCs와 포름알데히드의 발생원으로는 크게 인위적인 발생원, 자연적인 발생원, 실내에서의 발생원으로 구분할 수 있다. 현대인들의 하루생활 중 80% 이상이 실내에서 이루어지고 있어 실내에서의 발생하는 오염물질에 대한 특성파악과 적절한 제어방안이 요구된다. VOCs와 포름알데히드의 발생원중에서 실내에서의 발생원으로는 여러 가지가 있으나, 신축건물과 리모델링에 사용되는 건축자재에서의 방출은 매우 크다고 할 수 있다.

최근 기술의 발달과 한정된 국토의 효율적인 활용방안으로 건축물의 형태는 고밀도화와 기밀화가 진행되고 있으며, 이러한 기술의 발달은 신소재 개발에 많은 영향을 주었다. 또한, 현재에는 과거에 모르던 오염물질들이 발생되고 있어 재실자들의 건강과 생활에 많은 문제를 야기하고 있다. 최근 건축물의 내장재는 과거와는 달리 매우 복잡 다양하고 대부분이 복합화합물질로 구성되어 있으며, 에너지 절약을 위하여 단열화와 기밀화에 편중되어 있는 실정이다. 또한, 현장에서는 시공상 작업의 편의를 위하여 필요 이상의 접착제 사용으로 더 많은 실내오염을 유발하고 있다.

외국의 경우는 이러한 건축자재에서의 VOCs와 포름알데히드의 방출특성에 대한 많은 연구가 진행되고 있으나, 국내에서는 일부 재료에 대한 그리고 일부 연구자들에 한정되어 연구가 진행되고 있으며, 측정과 분석방법이 서로 달라 결과의 해석상에 많은 차이를 보이고 있다.

본 연구에서는 이처럼 이분화 되어있는 측정 및 분석방법의 확립과 건축자재에서 발생하는 오염물질의 특성을 파악하고자 여러 실험조건에서 시간의 경과에 따라 가구에서 발생하는 VOCs와 포름알데히드의 방출특성을 파악하였다.

2. 연구방법

가구에서 발생하는 오염물질의 방출특성을 파악하기 위하여 온도와 습도조건을 고려하여 시간의 경과에 따라 VOCs와 포름알데히드의 방출특성을 챔버실험을 통해 살펴보았다. 챔버의 규격은 40ℓ로 재질은 스테인레스(Stainless Steel)를 사용하였고, 테프론 재질로 외부공기의 유입을 막기위해 실링하였다. 2개의 활성탄 필터를 통과한 공기를 400ml/min으로 챔버에 공급하였으며, 측정은 6시간, 12시간, 24시간 간격으로 각각 4회씩, 48시간 간격으로 3회씩 측정하여 하나의 Sample에 대해 2주동안 4가지 조건에서 각각 15회씩 측정하였다.

측정과 분석방법으로 유량의 변화가 적은 미량펌프(Gilian, U.S.A)를 이용하였다. VOCs는 흡착튜브(Tenax-TA)를 이용하여 측정하였고 ATD-400(Perkinelmer, U.S.A)으로 열탈착 시킨 후 GC/MSD로 분석하였다. 포름알데히드는 2,4-DNPH Cartridge(Supelco, U.S.A)를 사용하였으며 측정시 방해물질인 오존의 영향을 막기위해 카트리지가 전단부에 KI가 채워진 오존스크루버(Waters, U.S.A)를 사용하였고 HPLC-grade Acetonitrile 5ml로 추출한후 HPLC로 분석하였다. 분석시 고정상으로는 Nova-Pak® C18(3.9×150mm, Waters, U.S.A)을 사용하였고 이동상으로는 HPL-grade Acetonitrile과 Water의 비율 55:45로 자외선검출기(UV-Detector)를 이용하여 360nm의 파장에서 분석하였다. 측정유량은 초기시간때

에 발생되는 VOCs와 포름알데히드의 농도가 상대적으로 높을것으로 예상하여 초기 24시간까지 VOCs의 경우 50ml/min으로 30분간 총 1.5ℓ를 포집하였고, 36시간부터는 60분간 총 3ℓ를 포집하였다. 포름알데히드는 초기 24시간까지 250ml/min으로 30분간 총 7.5ℓ를 포집하였고, 36시간부터는 60분간 총 15ℓ를 포집하였다. 표 1은 챔버 실험조건을 나타내고 있다.

Table 1. Experiment condition of chamber test

List	Experiment Condition	List	Experiment Condition
Chamber Material	Stainless Steel	Loading Factor(m ³ /m ³)	1.7m ³ /m ³
Chamber Volume(m ³)	0.04±0.0001m ³	Temperature · Humidity Condition (°C, %)	Type 1 : 20°C, 35%
Sample Size(m ³)	0.0324m ³		Type 2 : 25°C, 50%
Air Flow Rate(m ³ /hr)	0.21m ³ /hr		Type 3 : 40°C, 9%
Air Exchange Rate(회/hr)	0.5회/hr		Type 4 : 60°C, 4%

3. 결과 및 고찰

그림1과 그림2는 온도 60°C와 상대습도 4%에서 시간의 경과에 따른 가구재료에서 TVOCs(Total Volatile Organic Compounds)와 알데히드류의 실험결과를 나타내고 있다. 가구에서 발생되는 TVOCs와 포름알데히드의 농도는 온도와 습도조건에 많은 영향을 받으며, 대부분의 조건에서 실험초기에 농도가 가장 높았고 시간의 경과에 따라 점점 감소하는 경향을 나타내었다. 특히, TVOCs의 경우는 온도와 습도조건에 따라 방출되는 양상이 다르게 나타났으며, 상대적으로 온도가 높은 40°C와 60°C에서 TVOCs와 포름알데히드의 방출이 많이 되는 것으로 나타났다.

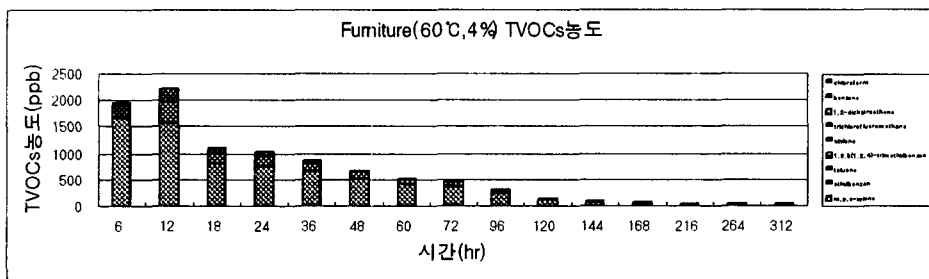


Fig 1. TVOCs Concentration of Furniture material(60°C, 4%)

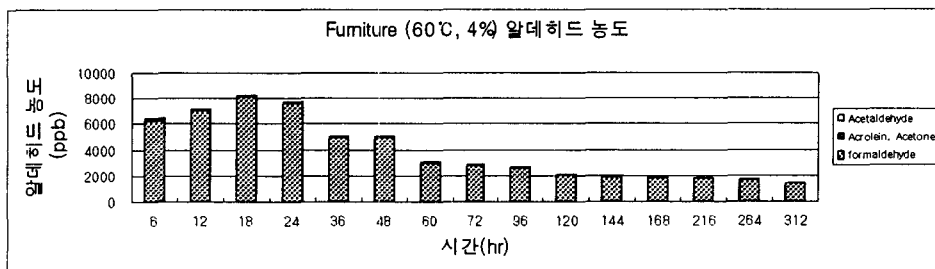


Fig 2. Aldehydes Concentration of Furniture material(60°C, 4%)

참고 문헌

壁構材料協會(2000) 放散試験チャンバー一法, 建築材料の揮發性有機化合物(VOC)及 ビアルデヒド類放散測定
S.K.Brown (1999) Chamber assessment of formaldehyde and VOC emissions from wood-based panels, Indoor Air, (9) 209-215.