

## 1C6) 오존스크러버 유/무에 따른 건축자재 방출 포름알데히드 농도 평가

### The Assessment of Formaldehyde Concentration in Building Materials with and Without Ozone Scrubber Cartridge

고연정 · 장성기 · 이우석 · 임준호 · 이가영 · 배미진 · 김신도<sup>1)</sup>

국립환경연구원 실내환경과, <sup>1)</sup>서울시립대학교 환경공학부

#### 1. 서 론

Formaldehyde는 aldehydes 중 가장 많은 양을 차지하며, 인체에 호흡기 계통, 눈, 코 및 목의 통증을 유발시킬수 있으며 저농도에 노출되면 천식에 더 민감할 수 있다. 농약, 방부제, 섬유처리제, 요소-포름알데히드 및 페놀-알데히드 수지의 중간생성물로서 널리 사용되고 있으며, 실내오염원의 하나로 그 중요성이 부각되고 있는 원인물질이다. 실내가구의 칠, 실내의 가스스토브, 접착제, 담배 연기 등을 비롯하여 일반주택 및 공공주택에 많이 사용되는 우레아 폼(Urea Formaldehyde Form Lnsulation)과 화장용품 및 세제와 같은 상품에도 사용된다(Zhang junfeng, 1994).

US EPA는 2급 발암물질 또는 추정발암물질로 분류하고 있으며 국내의 경우 환경부에서 2004년 5월 다중이용시설 등의 실내공기질관리법을 시행하여 본 법 제11조에 의거 건축자재 오염물질 방출시험을 실시하여 기준치 이상의 총휘발성유기화합물(Total Volatile Organic Compounds, TVOC)과 포름알데히드(Formaldehyde, HCHO)를 방출하는 건축자재에 대해 실내 사용을 제한하고 있다(환경부, 2004).

이 중 DNPH cartridge를 이용한 공기중의 포름알데히드 분석방법은 DNPH 유도체가 감소하거나 오존과 DNPH가 반응하여 인위적인 불순물이 형성되어 오존의 농도가 높을수록 오존에 의한 방해 정도(%)가 높아지는 것을 막기 위해 오존스크러버카트리지(O<sub>3</sub> Scrubber Cartridge, 이하 오존스크러버)를 DNPH cartridge 앞단에 장착하여 시료를 채취하고 있다(Thomas J, 1999).

본 연구에서는 실내 주요건축자재인 페인트, 접착제, 벽지, 바닥재에서의 포름알데히드 방출특성을 파악하여, 건축자재방출시험 중 포름알데히드 시료채취에 이용되는 오존스크러버의 장착 유/무에 따른 포름알데히드 방출량을 비교하고, 오염이 최소화된 실험실 내에 항온·항습 및 청정공기가 공급되는 시험챔버에서의 오존스크러버의 필요성을 판단하고자 한다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 실내공기질공정시험방법에 준한 소형챔버법으로 측정된 건축자재 1,910종에 포름알데히드에 대한 방출특성을 확인하고, 오존스크러버의 장착 유무에 따른 방출특성을 비교하고자 농도별 표준물질 비교실험 및 실내에서 사용되는 건축자재를 농도별로 개별 선정하여 비교실험 하였다.

시료채취는 2,4-DNPH-Costed Silica(1mg/DNPH)를 충전된 Cartridge(Supelco, USA)에 오존의 간섭을 제거하기위해 고순도 KI(Potassium iodide)결정을 채운 오존스크러버를 앞단에 장착하여 자동유량조절장치(Mass Flow Controller, MFC)가 장착된 시료채취용 펌프로 130ml/min의 유량으로 80min간 시료채취 하였으며, 오존스크러버를 제거하고 같은 방법으로 반복채취 하였다.

채취된 포름알데히드는 DNPH cartridge를 SPE vacuum manifold(Supelco, USA)에 장착하여 아세트니트릴 5ml로 추출하여 고성능액체크로마토그래프(Waters, HPLC)로 분석하였으며, 검량선은 액상표준물질(CARB Carbonyl-DNPH Mixture 1, Supelco)을 사용하여 농도를 정량하였다. 시료채취 및 분석장 치평가를 위해 분석기기 재현성, 방법검출한계, 소형 챔버의 회수율평가 및 DNPH카트리지의 파과 실험을 수행하였다(장성기, 2007).

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 건축자재 오염물질 방출특성

실내에서 사용되는 건축자재 1,910종을 대상으로 수행한 포름알데히드의 방출시험 결과를 표 1로 나타내었다. 페인트, 벽지, 바닥재는 기준이내의 방출농도를 보였으며 접착제의 초과율은 0.63%로 포르말린을 사용하는 멜라민계 및 요소계수지에서 고농도의 방출특성을 나타내었으며, 그 외 대부분의 건축자재들은 낮은 방출농도를 나타내었다.

Table1. Emission factor of Formaldehyde in building materials.

(unit :  $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ )

	Paint	Adhesive	Wallpaper	Floor
N	915	633	192	170
Mean	0.019	0.089	0.044	0.005
SD.*	0.083	0.049	0.148	0.012
Max	1.243	12.062	1.094	0.094
Min	N.D.**	N.D.**	N.D.**	N.D.**

\* : Standard Deviation, \*\* : Not detected

#### 3.2 오존스크러버 유/무에 따른 포름알데히드 방출특성

오존스크러버의 장착 유/무에 따라 각 건축자재별 방출농도차를 알아보기 위해 시료를 채취하여 표 2에 나타내었다. 페인트, 벽지, 바닥재의 경우 매우 낮은 농도의 측정에서는 농도차이가 거의 없었으며 방출기준 초과하는 접착제의 경우에는 1~5%의 미량의 농도차이를 보였다.

Table 2. Formaldehyde concentration with and without O<sub>3</sub> scrubber cartridge.

(unit :  $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ )

NO	Item	분류	With Ozone scrubber	Without Ozone scrubber
1	접착제 A	멜라민계	10.356	10.481
2	접착제 B	요소계	10.367	10.814
3	접착제 C	요소계	10.288	10.927
4	페인트 A	수성	0.002	0.003
5	페인트 B	수성	0.006	0.009
6	페인트 C	수성	0.006	0.008
7	벽지 A	PVC실크벽지	N.D.**	N.D.**
8	벽지 B	PVC실크벽지	0.001	0.001
9	벽지 C	PVC실크벽지	0.003	0.003
10	바닥재 A	마루	N.D.**	N.D.**
11	바닥재 B	카펫타일	0.003	N.D.**
12	바닥재 C	카펫타일	0.005	0.006

\*\* : Not detected

### 참 고 문 헌

- 장성기 (2007) 접착제 및 실란트에서 발생하는 오염물질 방출 특성, 실내환경학회, 193-196.  
 환경부 (2004) 실내공기질공정시험방법, 환경부 공시 제2004-80호, 160-175.  
 Thomas J. Kelly and Deborah L. smith (1999) Environ. Sci. Technol., 33, 81-88.  
 Zhang junfeng and paul J. Liroy (1994) Environ. Sci. Technol., 28, 146-152.