

PG3) 페인트에서 발생하는 VOCs 방출강도 특성 Characteristics of VOCs Emission Factor from Coating Materials

김정호 · 박진수 · 김신도
 서울시립대학교 환경공학과

1. 서론

건축자재에서 발생하는 유해화학물질 중에서 VOCs는 오랜 시간 서서히 실내공기로 방출되며 그 종류도 매우 다양하다.(참고문헌) 그러나, 건물의 시공에 수많은 종류의 건축자재가 시공되고 실내에서의 VOCs가 실외에 비해 매우 높은 농도를 보이는 결과를 나타내고 있으나 우리나라에서 개별 건축자재에 대한 오염물질의 방출정보는 몇몇 연구를 제외하고는 거의 전무한 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 건축자재에서 방출되는 VOCs를 평가하고자, 건축자재를 건자재(wet material)와 습자재(wet material)로 구분하였을 때, 습자재인 도료(coating material)에서 발생하는 오염물질의 방출강도 특성을 파악하였다. 여러 가지 페인트에서 방출되는 오염물질의 특성은 페인트의 시공 후 장기간에 걸쳐 배출되는 오염물질의 영향을 산정하는데 이용될 수 있다.

2. 연구 방법

실내에서 발생하는 VOCs는 건축자재, 전자제품, 난방, 취사, 재실자의 흡연 등에 의해 발생되고 건축자재에서 오염물질의 방출강도는 자재의 종류, 온도, 습도, 환기량 등에 의해 영향을 받는 것으로 조사되고 있다. 이와 같은 유기화학물질의 방출특성을 파악하기 위하여 본 연구에서는 소형 챔버(Small Test Chamber Method)를 이용하였다.

2. 1 실험장치의 구성

소형 챔버실험은 챔버를 이용하여 건축자재에서 발생하는 오염물질의 농도를 측정하는 방법으로 도료에서 방출되는 오염물질을 측정하기 위해 다음과 같이 1) 공기정화장치와 유입부, 2) 방출시험챔버와 항온조, 3) 시료포집장치등으로 구성되어 있다(그림 1).

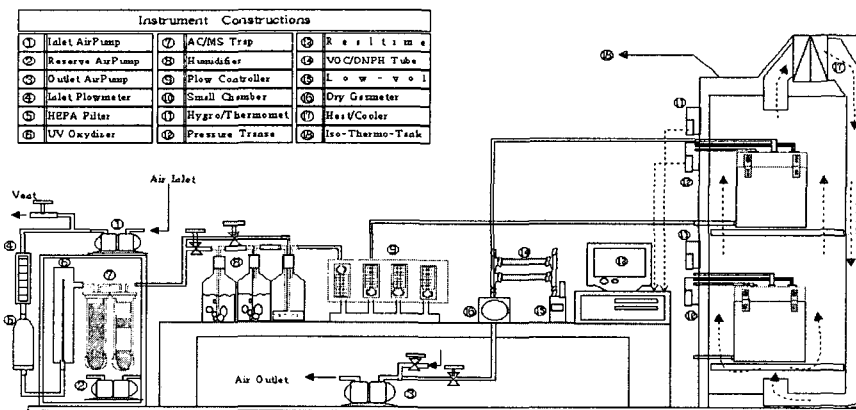


Fig. 1. Schematic view of small chamber test system.

2. 2 측정 및 분석방법

소형 챔버 시험장치에서 공기의 흐름은 다음과 같다. 5l/min으로 공기청정장치에 유입된 공기는 Dry Heater를 통해 수분이 제거되고, HEPA필터를 거치며 입자상 오염물질이 포집된다. 그리고 UV 산화기

에서 유기화합물질들을 분해하고, Activated Carbon, Molecular Sieve 트랩에 포집되어 청정하게 된다. 그리고 두 갈래로 나누어진 유로는 각각 건조공기 라인이 습윤공기 라인으로 습윤공기 라인에는 버블미터(용량 20)가 직렬로 2대 연결되어 있으며, 건조공기 라인과 습윤공기 라인의 길이는 동일하게 유지하였다. 또한 건조공기와 습윤공기의 유량을 조절하여 혼합조에 유입시키고 혼합된 공기를 챔버에 유입시켜 습도조건을 $50 \pm 5\%$ 로 유지시켰다. 총 8개의 소형챔버를 이용하였으며, 이중 1개의 챔버는 Blank 챔버로 사용하였다. 각각의 챔버에 공급되는 환기량은 400 ml/min 이고 최초 시험편을 챔버에 고정시킨 후 24시간 48시간, 72시간, 96시간, 144시간에 VOCs를 포집하였다. 포집된 VOCs 흡착튜브는 열탈착기(ATD-400, Perkin-Elmer, UK)와 GC-FID(Perkin-Elmer, UK)를 이용하여 분석하였다.

2. 3 방출강도평가

VOCs의 방출강도(Emission factor)를 평가하기 위한 방법으로 Individual concentration data point와 Time-concentration profile 방법이 있다. 또한, 시간의 경과에 따라 발생하는 VOCs와 HCHO의 방출농도를 예측하기 위하여 Explicit chamber model이 주로 사용되고 있으며, 이외에 많은 경험식들이 이용되고 있으며, 본 연구에서는 Individual concentration data point 방법을 사용하였다.

3. 연구 결과

3. 1 실험장치의 온습도 조건

도료 시험편에서 방출되는 오염물질을 정량 및 정성하기 위해 소형챔버실험장치의 운전조건을 최적으로 유지하는 것은 매우 중요하다. 소형챔버의 용적이 0.4 m^3 으로 환기량은 $0.024 \text{ m}^3/\text{hr}$, 환기회수는 시간당 0.6회로 유지하였다. 도료 시험편의 크기는 0.0648 m^2 으로 면적대비 용적의 부하율(Loadng Factor)은 $1.62 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 이다. 온도와 상대습도는 $25.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$, $48 \pm 3\%$ 를 유지하였다.

3. 2 도료에서 방출되는 VOCs 농도

TVOCs 농도는 1일이 경과한 지점에서 가장 높게 나타났으며, 시간의 경과에 따라 감소하는 형태를 취하고 있다. 따라서 시공하고 24시간 이내에 최대농도로 상승한 후 다시 하강하는 것으로 추정된다. TVOCs 평균농도의 그래프는 비교적 완만한 기울기를 보이며 점차 방출량이 줄어들고 있음을 알 수 있다. 측정된 TVOCs 농도의 표준편차를 통해 각각의 도료에서 방출되는 오염물질의 방출농도 범위를 살펴보면, 2일차 방출농도의 편차가 가장 크게 나타났고, 시간이 지날수록 편차는 작아지고 있었다. 이를 종합적으로 살펴보면, 도료에서 방출되는 TVOCs의 농도는 초기에 비교적 높고 시간의 경과에 따라 급격히 저하되어 약 3일이 지난 후부터는 지체를 보이면서 서서히 감소하고 있다.

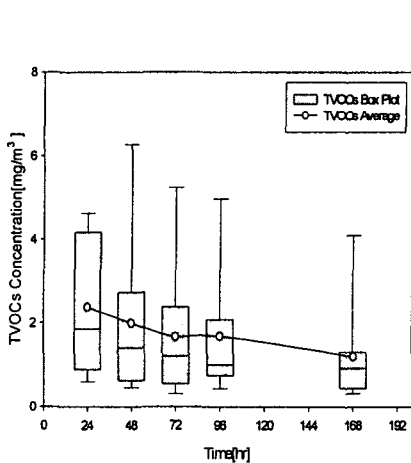


Fig. 2. TVOCs Emission Concentration.

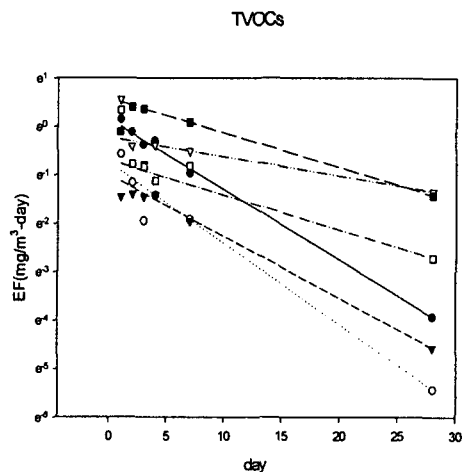


Fig. 3. Estimated TVOCs Emission Factor.