

1D4) 실내 도료의 오염물질 배출평가에 관한 연구

The Study on the Estimation of Indoor Air Pollutants Emission from the Painting materials

손찬웅 · 김선태 · 박민수
 대전대학교 환경공학과,

1. 서 론

생활수준이 향상됨에 따라 환경질에 대한 일반인의 관심이 증가하게 되었으며, 이러한 관심의 영역은 공공재로서의 환경질로부터 점차 환경질과 건강상태와의 상관관계를 파악하고자 하는 보건학적 영역으로 확대되어 가고 있다. 특히, 직업의 특성상 외근을 주로 하게 되는 일부를 제외하고는 대부분의 현대인이 하루 중 실내환경에서 보내는 시간이 80% 이상을 차지하게 되어 실내공기질(Indoor Air Quality)에 직·간접적으로 건강에 미치는 영향에 대한 관심이 매우 커지게 되었다.

이에 본 연구에서는 실내공기질과 밀접한 관련이 있는 건축용 마감재 중 페인트에서 발생하는 실내공기 오염물질의 수준을 판단할 수 있는 평가 시스템을 구축하고, 이를 시간가중평균(TWA: Time Weighted Average) 개념으로 평가할 수 있는 다양한 passive sampler를 활용하여 현재 국내에서 일반적으로 사용되고 있는 수성 페인트와 새롭게 개발된 환경친화형 페인트를 대상으로 실내공기 오염물질 발생수준에 대한 평가작업을 진행하였다.

2. 연구 방법

본 평가를 위해 제작된 chamber는 원통형으로 외경 38cm에 약 40cm의 높이를 갖는 아크릴을 사용하였으며, chamber 내부에 Fan을 장착하여 페인트 표면에서 발산되는 물질이 chamber 내부에 균일하게 혼합될 수 있도록 강제적인 순환을 유도하였다. 외부공기 유입은 시간당 0.5회의 환기횟수를 고려하여 160ml/min의 유량으로 고순도 질소(99.99%, N₂)를 이용하여 외부에서 유입될 수 있는 VOCs나 기타물질에 의한 영향을 최소화 할 수 있도록 하였다. 또한, Sampler가 설치된 앞면에 온·습도 및 풍속의 변화를 실시간으로 측정할 수 있도록 센서를 설치하여 시간별 내부환경의 변화추이를 지속적으로 확인하였으며, chamber를 구성하고 있는 아크릴에 의해 발산될 수 있는 VOCs의 영향을 최소화 하기 위하여 사전에 충분한 세척과 함께 항목별 blank test를 수행 실시하여 참고자료로 활용할 수 있도록 하였다.

본 연구에 사용된 대상 페인트는 세라믹 페인트, 수성페인트, 식물성 천연페인트(수입제품), 비닐페인트의 4종을 대상으로 하였으며, 측정항목은 VOCs, HCHO, NH₃로 하였고, 측정방법은 각 항목별 passive sampler를 활용하여 8시간 동안 측정하였다.

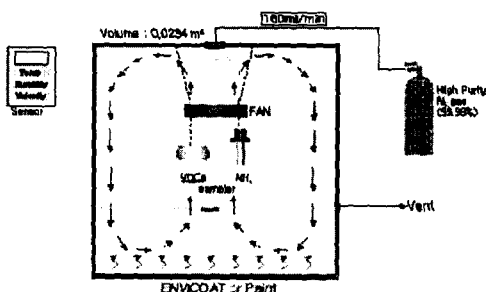


Fig. 1. Diagram of the test chamber system

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 사용된 암모니아 passive sampler의 재현성 평가에서는 대상 페인트별로 표준편차 0.00~

0.07, %RSD 2.06~4.38%로 측정되어 sampler 간의 재현성은 아주 우수한 것으로 나타났으며, 평가 대상 제품 중 세라믹 페인트에서 0.155ppm으로 가장 낮게 평가되었고, 수성페인트에서 2.927ppm으로 가장 높게 평가되었다.

Table 1. Concentration of Ammonia Unit : ppm

제품종류	1	2	3	mean	SD	%RSD
세라믹페인트	0.158	0.157	0.150	0.155	0.00	2.98
수성페인트	2.871	2.990	2.921	2.927	0.06	2.06
천연페인트	2.234	2.099	2.131	2.155	0.07	3.27
비닐페인트	1.583	1.724	1.687	1.665	0.07	4.38

sampler를 통해 측정된 농도의 표현은 단위면적당 시간에 따른 발생량으로 표현하였으며, 식 1과 같은 방법으로 측정된 농도를 발생량(mg/m²·hr)으로 전환하였다.

$$W = \frac{(C \times Q \times MW)}{(A \times MV)} \times \frac{60}{1,000,000} \dots \dots \dots (1)$$

W=발생량(mg/m²·hr) C=측정된 물질농도(ppm)
 Q=환기유량(160ml/min) MW=분자량(g)
 A=시료접시단면적(0.04m²) MV=물부피(L)

각각의 페인트 별로 오염물질 배출량을 평가한 결과 VOCs의 측정값 중 TVOC의 발생량은 세라믹페인트의 경우 L.O.D로 평가되었고, 천연페인트에서 가장 높은 발생량을 나타내었다. 전체 페인트에서 chlorobenzene은 검출되지 않았으며, 세라믹 페인트의 경우 벤젠, 톨루엔은 L.O.D로 나타났고, 나머지 측정항목에 대해서는 검출되지 않았다. 암모니아의 발생량이 가장 적은 페인트는 세라믹페인트로 평가되었고, 수성페인트에서 가장 높은 발생량을 나타내었다. 포름알데히드의 경우 세라믹, 수성, 천연페인트에서는 L.O.D로 나타났고 비닐페인트에서만 0.011mg/m²·hr 정도 검출되었다.

실내공기오염 물질의 평가를 위해 설계된 chamber system은 페인트에 대한 평가뿐만 아니라 다른 물질에 대한 평가에도 광범위하게 활용될 수 있고, chamber system과 함께 사용된 passive sampler 또한 다양한 물질을 효과적으로 측정할 수 있어 chamber system의 성능을 더 향상시켜주는 효과를 얻을 수 있었다. Chamber system과 더불어 passive sampler의 활용은 그 편리성과 효율성을 바탕으로 광범위한 분야에서 지속적인 효용성을 거둘 수 있을 것으로 평가된다.

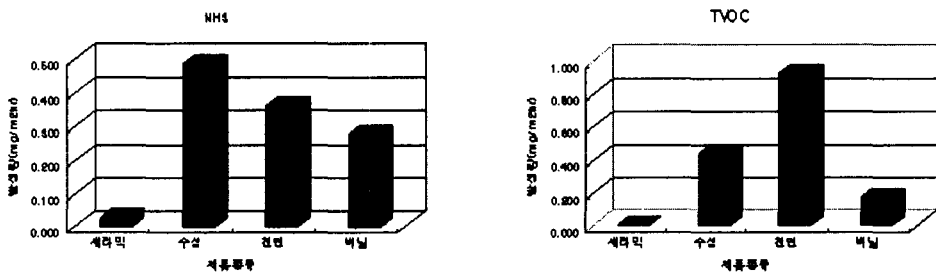


Fig. 2. Emission rate of NH₃ & TVOC

참 고 문 헌

한국공기청정협회 (2002. 5) 품질인증 운영규정 “ 건축자재 화학물질 방출강도 ”
 인치경 (2002, 2) “ 대기질 평가를 위한 Passive sampler의 개발 및 현장적용 ”, 대전대학교 박사학위 논문