

3D1) 건축용 마감재 페인트의 성능평가에 관한 연구

A study of the paint characteristic evaluation for building complete materials

박민수·김선태·손찬웅·김한태·이백현
 대전대학교 환경공학과, *(주) 디오

1. 서론

최근 삶의 질이 향상은 건강에 대한 환경적 관심으로 연계되고 있다. 특히 현대인의 생활양식과 근무양식이 1일 실내 생활시간이 전체의 80%이상으로 변화함에 따라 실내공기질(Indoor Air Quality : 이하 IAQ)이 인간에게 직접적인 미치는 영향에 대해 높은 관심을 나타내고 있다.

실내공기는 일정수준의 외기 도입이 없는 경우, 한정된 공간을 오염된 공기가 계속 순환하면서 오염물질이 누적될 수 있다. 그러나 산업구조의 대형화로 인한 에너지 절감과 자동차 사용의 급증으로 대기오염도가 심화되면서 자연환기를 통한 외기의 도입 또한 어려운 실정이며 이에 따라 빌딩증후군 현상이 심화되고 있다.

이러한 문제점으로 인해 최근 재건축 및 리모델링 등에 IAQ를 반영하는 기회가 보다 폭넓게 자리잡고 있으며, 건설업체나 페인트 제조업체에서도 이에 대한 필요성을 실제 시공에 반영하려는 노력이 진행되고 있으나, 경제성에 밀려 활발한 적용이 이루어지지 않고 있는 실정이다. 현재 국내의 경우 전체 VOC 방출량의 약 60%정도가 페인트를 제조하거나 시공하는 과정에서 발생되고 있으며(2000년 현재), 정부에서도 이에 대한 규제나 지도를 통하여 이를 개선하기 위한 노력이 진행되고 있다.

본 연구에서는 실내공기질과 밀접한 관계가 있는 건축용 마감재 중 페인트에 대한 평가 시스템을 개발하고, 이를 시간가중 평균(TWA: Time Weighted Average)에 맞춘 각종 passive sampler를 활용하여 현재 국내에서 많이 사용되고 있는 일반 페인트 및 환경친화형 페인트에 대해 평가를 진행하였다.

2. 연구 방법

실내공기질은 실내에 위치한 가구, 도료, 벽지 등에 물질적인 요인과 온도, 습도, 환기량 등의 환경적인 요인에 밀접한 관계를 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 최근 유통되고 있는 분말형의 세라믹 페인트, 수성페인트, 천연페인트, 비닐페인트 각 1종에 대해 평가를 수행하였다.

평가방법은 아크릴로 제작된 chamber에 외부공기를 차단시킨 상태에서 0.5회/hr의 환기횟수에 입각하여 160 cc/min의 유량으로 고순도 질소(99.99%, N₂)를 공급하였다. chamber내부에는 Fan을 설치하여 페인트 표면에서 발산되는 물질을 균질 혼합되도록 하였으며, 평가항목으로는 다양한 건축용 마감재 평가항목이 존재하지만 인체에 직접적으로 피폭될 수 있는 암모니아, 포름알데히드, 이산화질소, VOCs에 대해 시간가중 평균(TWA: Time Weighted Average)의 개념이 적용되어진 passive sampler를 목적에 따라 1-3개를 설치하고 12시간동안 채취하여 분석하였다. 이 때 Sample량은 75 ml를 기준으로 하여 400 cm³의 동일한 단면적을 갖도록 dish를 제작하였으며, 측정 전, 후의 무게를 측정하여 단위면적, 단위부피당 발생하는 각 오염물의 양을 평가하였다.

Table 1. Analysis Item & Method

| Item | n/time | Source | Sampling time | Analysis method |
|-----------------|--------|--------|---------------|--------------------|
| VOCs | 1 | 3M | 12 hr | Gas Chromatography |
| HCHO | 1 | 3M | 12 hr | Spectrometer |
| NO ₂ | 2 | Envors | 12 hr | Colorimeter |
| NH ₄ | 3 | Envors | 12 hr | Colorimeter |

3. 결과 및 고찰

페인트 성능평가에 앞서 blank chamber test를 진행한 결과 온도는 22±2 °C, 습도는 30± 5%의 수준을 유지하였으며, sampler가 설치된 중앙부의 평균 유속은 약 0.14~0.16 m/s 수준을 유지하였다. 공급 가스가 질소인 관계로 NO₂ 성분이 검출되었으며, chamber의 재질이 아크릴이므로 특성상 톨루엔이 일부 검출되었다. 이를 바탕으로 시험결과로 활용하여 2회에 걸쳐 평가를 수행하였으며, 각 sampler의 분석방법에 입각하여 측정된 결과 분말형 세라믹 페인트의 경우 모든 항목에서 가장 낮거나 대상물질이 검출되지 않아 가장 뛰어난 성능을 나타내었다. 특히 톨루엔의 경우에는 blank값보다 낮은 값을 나타내기도 하였으며, 페인트 도장 후 냄새로 대표될 수 있는 암모니아에 대해서도 20 ppb 수준 이하의 상당히 낮은 값을 나타내었다.

반면 나머지 페인트에 대해서는 비닐페인트, 천연페인트, 수성페인트 순으로 농도값을 나타내고 있으나, 특히 수성페인트의 경우 암모니아 발생량은 기타 페인트 발생량의 평균에 비해 상당히 높은 결과를 나타내고 있어 아파트 단지의 도색 작업 후 느껴지는 암모니아 냄새에 주로 기인하고 있음을 확인할 수 있었다.

또한 비닐페인트의 경우 VOCs는 물론 포름알데히드 등 거의 모든 항목이 높게 검출되어, 만약 이 도료를 사용한 가구가 있다면 충분한 발생량 감소가 진행 된 후 입주가 필요하리라 예상되는 바이다. 일반적으로 친환경 페인트라고 알려지고 있는 천연페인트에 대해서는 중간적인 입장을 나타내고 있으나, 세라믹 페인트에 비해서는 높은 수준으로 확인되고 있다.

상기 결과에 대하여 각 항목에 대해 단위 면적(m²)당 발생량(mg)을 평가한 결과를 정리하면 다음 표 2와 같다. 그러나 본 실험에 참여한 페인트가 국내시장에 많이 유통은 되고 있으나, 각 종의 페인트를 대표하기에는 다소 무리가 있다고 보여지는 바이다. 그러므로 차후 보다 충분한 실험 및 여러 조건에서의 평가를 통해 사용목적에 맞는 적합한 페인트를 선정하는 방법이 필요할 것이다.

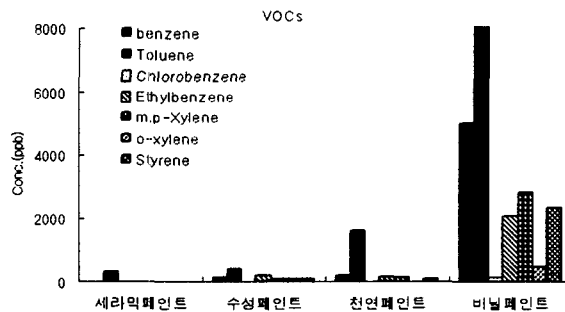


Fig. 1. VOC analysis result of each paint

Table 2. The contaminant discharge amount

(unit : mg/m³)

| Paint | Ammonia | Form-aldehyde | VOCs | | | | | | |
|--------|---------|---------------|---------|---------|----------------|---------------|------------|----------|---------|
| | | | Benzene | Toluene | Chloro-benzene | Ethyl-benzene | m,p-Xylene | O-Xylene | Styrene |
| 세라믹페인트 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 4.12 | - | - | - | - | - |
| 수성페인트 | 3.54 | 0.12 | 1.25 | 5.30 | - | 2.87 | 1.44 | 1.05 | 1.09 |
| 천연페인트 | 1.10 | 0.09 | 2.25 | 22.52 | - | 2.72 | 1.88 | 0.24 | 1.40 |
| 비닐페인트 | 0.69 | 0.32 | 58.55 | 318.87 | 1.55 | 33.45 | 45.17 | 7.34 | 36.99 |

참고 문헌

윤동원, '건축재료의 오염물질 방출특성과 공기질 관리방안', 21세기 실내공기환경의 질 세미나 발표집, 1998. 9

한국공기 청정협회, '건축자재 화학물질 방출강도', 품질인증 운영규정, 2002. 5.