

## 대기-3 광촉매 코팅 건축자재의 VOCs 분해능 평가

박건호\*, 박정훈, 김진관, 이진우, 전희동<sup>1</sup>, 조완근  
경북대학교 환경공학과, <sup>1</sup>포항 산업 과학 연구원

### 1. 서론

새로 지은 건물의 실내 거주자들과 장시간 동안 실내에서 업무를 처리하는 사람들에게서 빈번히 발생하는 두통, 피로감, 눈 따가움, 숨가쁨, 현기증 등의 현상은 건물증후군(sick building syndrome)으로 대변된다. 건물증후군의 빈번한 발생은 건물실내의 한정된 희석용량과 건물의 밀폐화 및 환기율의 저하로 인해 높아질 수 밖에 없는 실내공기오염의 중요성을 크게 인식시키는 계기가 되었다(Sextro R.G. and Layton D. W., 1997).

실내공기를 오염시키는 대표적인 물질로는 각종 페인트, 가구, 실내용품 등에서 휘발되어 실내에 존재하는 벤젠(benzene), 톨루엔(toluene), 에틸벤젠(ethyl-benzene), 자일렌(xylene)과 같은 휘발성유기화합물질(Volatile Organic Compounds, VOCs)이 있다. VOCs는 낮은 농도에 노출 될 경우에도 인체내에서 쉽게 배출되지 않으므로 장기간 노출시 중추신경계, 내장기관 등에 영향을 미치고 심할 경우 발암성의 가능성도 있는 물질이다(Ryun Yu and Clifford P. Weisel, 1996).

최근 티타늄 디옥사이드( $TiO_2$ )를 이용한 광촉매 산화법이 실내공기 기체오염물질을 처리하는 방법으로 많은 관심을 받고 있다.  $TiO_2$  광촉매 산화법은 기존 실내공기 정화기법인 활성탄 흡착법보다 경제적이면서 다양한 가스오염물질을 제어할 수 있는 것으로 평가되고 있다(Henschel, D.B., 1998). 그러나  $TiO_2$  광촉매 산화법에 대한 체계적인 연구는 극히 제한되어 있는 실정이므로 이 기법을 이용한 실내공기 정화장치의 현실적인 사용이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 광촉매 산화법을 이용해 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠 및 자일렌을 처리하는데 있어 주요 운전 변수인 UV 강도, 습도, 코팅 재질 및 코팅횟수, 그리고 오염농도 인자에 대한 평가를 수행하였다.

### 2. 연구방법

본 연구는 부피 208 L batch 형식의 스테인레스 스틸 재질 반응장치를 이용하여 반응장치 내부의 오염정도를 확인하는 바탕시험과 반응장치 내의 농도 평형상태 및 타일의 흡착 여부를 확인하는 실험, 그리고 광촉매 반응조의 주요 운전변수인 UV 강도, 습도, 코팅 재질 및 코팅횟수, 그리고 오염농도에 대한 분해능을 평가하는 실험으로 구성되었다. 바탕시험에서는 비교적 오염도가 낮은 일반 대기 공기 5 L/min을 반응장치 내부로 12시간 이상 흘려보내면서 정화시킨 후 반응조 내부 공기 10 ml를 흡착 트랩(trap)에 흡착시켜 오염정도를 확인하였다. 다음 단계의 실험에서는 반응장치 내부로 주입된 대상물질들이 농도 변화 없이 안정하게 유지되는지 여부와 장치 내부에 장착한 타일의 흡착으

로 인해 야기될 수 있는 농도의 변화 양상을 평가하기 위해 오염물질 주입 후 25시간 동안 장치내부의 농도 변화 양상을 각 시간대 별로(0, 0.5, 2, 5, 8, 20.5, 25 hr) 평가하였다. 광촉매 반응조의 주요 운전변수로서는 두 개의 UV강도(높은 UV강도: 최대  $3.7 \text{ mW/cm}^2$  및 최소  $1.1 \text{ mW/cm}^2$ , 낮은 UV강도: 최대  $1.4 \text{ mW/cm}^2$  및 최소  $0.9 \text{ mW/cm}^2$ ), 습도(30 - 35% 및 45 - 50%), 세 종류의 코팅재질(ST-K03, P&T-Re, #5(5:10)) 및 세 종류의 코팅 횟수(1, 3, 5회 코팅), 그리고 두 조건(1 ppm 및 10 ppm)의 오염물질 농도에 대한 평가를 실시하였다. 본 실험에 사용된 시료채취 유량은 10 ml가 적용되었고, 분석을 위해서 열탈착장치와 GC를 이용하였다.

### 3. 결과

오염물질 주입 후 25 시간 동안 주입 물질 농도의 안정성과 타일 흡착 여부를 평가한 결과에 근거할 때 본 반응조로 한번 주입된 오염물질은 8시간까지 농도의 변화없이 안정하게 유지되는 것으로 평가되었다. 따라서 VOCs 분해능 실험에서는 8 시간 이내에 시료채취가 이루어져야 할 것으로 평가되었고, 또한 이 기간 동안 타일의 흡착 영향은 무시해도 될 것으로 평가되었다. UV 강도와 습도에 의한 VOCs 분해능 실험에 결과할 때 높은 VOCs 분해효율을 얻기 위해서는 높은 UV 강도 조건에서 높은 습도가 유지될 필요가 있는 것으로 평가되었다. 코팅 재질 시험에서는 세 종류의 코팅 재질 중 ST-K03이 가장 높은 VOCs 분해능을 나타내었고, #5(5:10)은 작지만 VOCs 분해능이 있는 것으로 평가된 반면, P&T-Re는 VOCs 분해능이 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 코팅 재질 ST-K03의 경우 UV 조사시간 0.5 시간 이후에는 VOCs를 분해시키는 것으로 나타났으나 코팅재질 #5(5:10)의 경우에는 UV 조사시간 5 시간 후에 VOCs를 분해시키는 것으로 나타났다. 코팅 횟수에 의해서는 세 종류의 코팅 재질 모두에 있어서 VOCs 분해효율이 크게 영향을 받지 않는 것으로 평가되었다. VOCs의 광촉매 분해능에 대한 오염물질의 유입농도 영향을 확인하는 실험에서, 본 실험 조건에서의 VOCs 분해효율은 오염물질 유입농도가 1 ppm 일 때 보다 10 ppm 일 때 다소 높은 것으로 평가되었다.

### 참 고 문 헌

- Henschel, D.B., 1998, Cost analysis of activated carbon versus photocatalytic oxidation for removing organic compounds from indoor air, J. Air & Waste Management Assoc., 48, 985-994.
- Ryun Yu and Clifford P. Weisel, 1996, Measurement of benzene in human breath associated with an environmental exposure, J. of Expos. Anal. and Env. Epi. Vol. 6, 3: 261-277.
- Sextro, R.G. and Layton, D.W., 1997, Indoor exposures to aerosol contaminants, Annual Meeting of International Society of Exposure Analysis, New Orleans, December 8-12.