

대기-9 광촉매 기법을 활용한 NO_x와 Perchloroethylene 제어

박건호*, 김진관, 이진우, 권기동, 조완근
경북대학교 환경공학과

1. 서론

주요한 대기오염물질 중의 하나인 질소산화물(NO_x)은 주로 자동차 등에서 배출되어 광화학반응을 통해 오존과 스모그를 생성시키는 등의 환경적인 위해성을 가지고 있는 물질이다. 국내 대부분 도시의 경우, 최근 대기 중 아황산가스 오염은 감소하는 반면에 이산화질소와 오존 오염도는 증가하고 있는 추세이다.

1980년대 이후 섬유 및 패션 산업의 발전과 더불어 의류 소비가 증대되고 이에 따라 드라이클리닝(dry cleaning) 횟수도 증가하고 있는 추세이다. 드라이클리닝 용제로서는 Perchloroethylene(PCE)이 세탁능력이 뛰어나기 때문에 세계적으로 가장 많이 이용되고 있다. 국내의 경우에도 대형세탁소에는 PCE를 월 4 내지 5 드럼까지 사용하는 것으로 알려져 있다. 그러나, PCE를 이용하여 드라이클리닝된 의류를 집안에 보관시 의류로부터 PCE가 서서히 휘발되어 실내공기를 오염시킨다는 연구가 최근 잇따라 보고되고 있다(Jo, W.K., and Kim S.H., 2001 and Materna, M.L, 1985).

광촉매 산화기법은 대표적인 가스상 오염물질의 제어기법인 활성탄 흡착법보다 경제적이고 안전하게 공기 중의 다양한 유해 오염물질을 무해물질로 분해시킬 수 있는 방법으로서(Henschel, D.B., 1998), 최근 이 방법의 활용에 대한 관심이 증가되고 있다. 그러나, 현재 광촉매 산화법에 대한 체계적인 연구는 극히 제한되어 있는 실정으므로, 실제 이 기법을 이용하여 가스상 오염물질을 처리하는 데에는 한계가 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 광촉매 산화법을 이용하여 NO_x와 PCE를 효과적으로 처리하기 위해 광촉매 산화법의 주요 운전 변수인 타일의 건조조건, 코팅재질, 코팅횟수, lamp 종류, 습도 및 주입 오염물질 농도 인자에 대한 평가를 수행하였다.

2. 연구방법

본 연구는 부피 208 L batch 형식의 스테인리스 스틸 재질 반응장치를 이용하여 반응장치 내부의 오염정도를 확인하는 바탕시험과 반응장치 내의 농도 평형상태 및 타일의 흡착 여부를 확인하는 실험, 그리고 광촉매 반응조의 주요 운전변수인 타일의 건조조건, 코팅재질, 코팅횟수, lamp 종류, 습도 및 주입 오염물질 농도에 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 흡착으로 인해 야기될 수 있는 농도의 변화 양상을 평가하기 위해 오염물질 주입 후 8시간 동안 장치내부의 농도 변화 양상을 각 시간대 별로(0, 0.5, 2, 4, 8 hr) 평가하였다. 광촉매 반응조의 주요 운전변수로서는 두 개의 타일건조조건(150℃ - 30min, 450℃ - 5min), 두 종류의 코팅재질(ST-K03, E-T Sol), 세 종류의 코팅횟수(1, 3, 5회 코팅), 두 종류의 lamp(fluorescent black light lamp, germicidal lamp), 상대습도(10 - 35% 및 35 - 70%), 그리고 두 조건의 오염물질 농도(NO_x: 1.5 및 5 ppm, PCE: 1 및 10 ppm)에 대한 평가를 실시하였다. 본 실험에 사용된 시료채취 유량은 10 ml가 적용되었고, 분석을 위해서 열탈착장치와 GC를 이용하였다.

3. 결과

오염물질 주입 후 8 시간 동안 주입 물질 농도의 안정성과 타일 흡착 여부를 평가한 결과에 근거할 때, 본 반응조로 주입된 오염물질은 8시간까지는 농도의 변화없이 안정하게 유지되는 것으로 평가되었고, 이는 타일의 흡착 영향이 거의 무시해도 되는 수준인 것으로 평가되었다. 본 연구결과에 근거할 때, 광촉매 기법을 이용하여 대상오염물질을 제어하기 위한 코팅 타일의 건조조건으로서는 NO_x의 경우 150℃에서 30min 동안 건조시키는 것이 450℃에서 5min 동안 건조시키는 것보다 효과적인 것으로 평가되었으나 PCE의 경우에는 450℃에서 5min 동안 건조시키는 것이 150℃에서 30min 동안 건조시키는 것보다는 효과적인 것으로 평가되었다. 이러한 결과는 실험인자로 사용된 타일의 건조조건이 대상오염물질의 종류에 따라 다르게 영향을 끼쳐 상이한 분해율을 나타낸 것으로 요약할 수 있는데, 이는 코팅횟수, 상대습도 및 유입오염물질 농도와 같은 실험 인자에서도 유사한 양상을 나타내었다. 반면, 본 연구에 사용된 코팅타일과 lamp를 이용하여 대상오염물질을 보다 효과적으로 제어하기 위해서는 NO_x와 PCE 모두 E-T Sol 재질의 타일보다는 ST-K03 타일을 이용하는 것이 효과적이고, fluorescent black light lamp보다는 germicidal lamp가 더 효과적인 것으로 나타나 다른 실험인자와는 다른 양상을 나타내었다.

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.
- Jo, W.K., and Kim S.H., 2001, Worker exposure to aromatic volatile organic compounds in dry cleaning stores, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 62, 4, 466-471.
- Materna, M.L, 1985, Occupational exposure to perchloroethylene in the dry cleaning industry, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 46, 268-273.