

2B3) A-type zeolite에 부착시킨 TiO₂ 박막을 이용한 VOCs 제거 특성

Removal efficiency of VOCs using TiO₂ thin film on A-type zeolite

김설국 · 김태경 · 나영수¹⁾ · 송승구
부산대학교 화학공학과, ¹⁾NewChem R&D Center

1. 서 론

휘발성 유기 화합물(Volatile organic compounds, VOCs)은 산업공정에서 유기 용제로 사용되며 수송, 저장 및 취급시 대기로 쉽게 방출된다. 또한 자동차 배출가스, 소각로, 쓰레기 매립장, 폐수 처리시설 및 일반 가정에서의 각종 연소 과정에서 유출된다. VOCs의 유출은 그 자체가 인체에 유해할 뿐 아니라, 대기 중에 배출되어 질소 산화물과 함께 광화학 반응을 일으킴으로서 오존 또는 알데히드와 같은 2차 오염물질을 생성시켜 오존층 파괴 및 지구 온난화, 산성비 등으로 지구 환경에 악영향을 초래하고 있다. 현재 TiO₂ 광촉매를 이용한 항균, 악취 제거, 대기오염 방지 등에 관해 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이 방법은 TiO₂가 화학적으로 안정하고 환경에 대해 무해하며 생물에 대해서도 무독성이라는 장점을 가지므로 널리 이용되고 있다. 또한 TiO₂에 의한 산화와 환원은 자연계에서의 자정 작용과 거의 유사한 것으로 추정되며, 2차 오염 물질을 발생시키지 않는다.

본 연구는 화학 기상 증착법(Chemical vapor Deposition, CVD)을 이용하여 A-type의 Zeolite에 TiO₂ 박막을 증착시켜 만든 광촉매 zeolite를 이용하여 VOCs 분해 실험을 수행하였으며, VOCs의 종류, 유입 농도, 체류 시간에 따른 분해능의 변화에 대해 고찰하였다.

2. 연구 방법

내경이 1cm이고 길이가 50cm인 수평 원통형 석영관에 광촉매 zeolite를 충전하여 실험을 수행하였다. 유입부의 기체는 air를 사용하였고, 유입되는 VOCs의 농도를 조절하기 위하여 by-pass line으로 구성하였으며, 각 경로에는 유량계를 설치하였다. 또한 VOCs의 유입부에 valve를 설치하여 농도를 미세하게 조절하였다. 실험은 광촉매 zeolite를 석영관 내에 충전시키고 유량을 일정하게 조절하여 공기와 혼합된 VOCs 기체를 반응기 내로 유입시킨 후 유입구와 유출구에서 시료를 취하여 FID detector를 내장하고 있는 기체 크로마토그래피(GC, HP 5890)을 사용하여 농도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1과 그림 2는 유입 농도를 100ppm과 300ppm으로 하였을 경우 체류 시간에 따른 톨루엔의 분해 효율을 나타낸 그림이다. 그림 1에서 유입 농도를 100ppm으로 하였을 경우 체류 시간 1분에서 80%의 분해 효율을 나타내었으며, 체류 시간 5분에서는 90% 이상의 분해 효율을 나타내었다. 또한 300ppm의 경우에도 체류 시간을 1분으로 하였을 경우 60% 내외의 톨루엔 분해 효율을 보였고, 체류시간을 2분으로 하였을 경우 70% 내외의 분해 효율을, 체류시간 3분과 5분에서는 80% 내외의 분해 효율을 나타내었다. 또한 100ppm의 유입 농도에서 체류시간을 달리한 경우 시간에 따른 제거량은 약 0.62 μ g/min이었으며, 300ppm의 경우에는 약 1.5 μ g/min의 시간에 따른 제거량을 보였다. 같은 유입 농도에서 체류 시간을 달리한 경우 시간에 따른 제거량의 차이는 거의 나타나지 않았다. 반면 시간당 유입량이 같은 경우 고농도에서 높은 제거량을 나타내었다. 즉 고농도의 경우 저농도보다 제거량에 있어 더 높은 값을 나타내었는데 이것은 광촉매 활성점 부근에서의 물질전달 현상에 기인하는 것으로 사료되었다. 또한 30mL/min 이하의 저속으로 톨루엔이 유입된 경우 유속보다는 농도가 물질 전달에 더 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 일반적으로 flow system에서 TiO₂ powder와 바인더를 이용하여 제조한 충전물로

200~300ppm의 VOCs 물질을 분해할 경우 체류 시간 30분에서 60~70%의 제거 효율을 나타내는 데 비 교하여 본 실험에 사용된 광촉매 media의 경우 체류 시간 3분에서 80%의 높은 제거 효율을 나타내었 다.

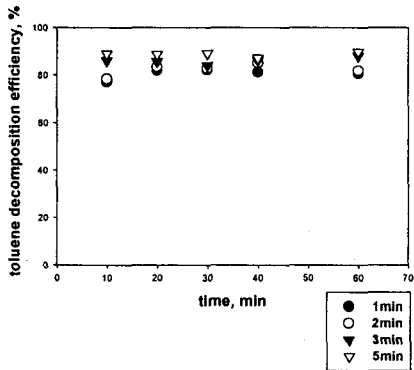


Fig. 1. Effects of retention time on toluene removal efficiency (100ppm)

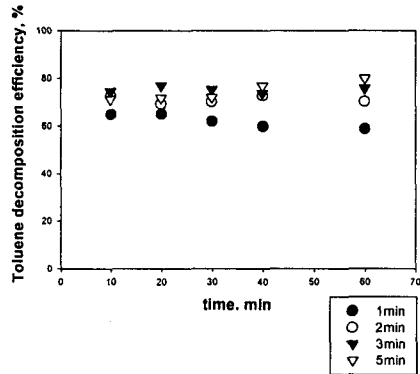


Fig. 2. Effects of retention time on toluene removal efficiency (300ppm)

참 고 문 헌

- d'Hennezel, O., Ollis, P. P. and Ollis, D. F.(1998), Benzene and toluene gas-phase photocatalytic degradation over H₂O and HCl pretreated TiO₂ : by-products and mechanisms, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 118, 197~204
- Kim, S. B., and Hong, S. C. (2002), Kinetic study for photocatalytic degradation of volatile organic compounds in air using thin film TiO₂ photocatalyst, *Applied Catalysis B : Environmental*, 35, 305~315
- Cao, L., Gao, Zi., Suib, S. L., Obee, T. N., Hay, S. O. and Freihaut, J. D. (2000), Photocatalytic Oxidation of Toluene on Nanoscale TiO₂ Catalysts: Studies of Deactivation and Regeneration, *Journal of Catalysis*, 196, 253-261
- Hurley, M. D., Chang, T. Y., Japar, S. M. and Wallington, T. J. (1998), Measurement of VOC Reactivities Using a Photochemical Flow Reactor, *Environ. Sci. Technol.*, 32, 1913-1919