

4C6) VOCs 처리를 위한 O₃/TiO₂/UV 시스템의 최적 운전조건 도출에 관한 실험적 연구

Study on Deducing the Optimized Operation Condition of O₃/TiO₂/UV System to Treat VOCs Gases

김경진·박옥현

부산대학교 환경공학과

1. 서론

보건 및 환경에 직접적으로 악영향을 미치는 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs) 제어를 위한 기술로써 광촉매 산화기술은 전망이 좋은 방법으로 인식되어 왔다. 그러나 TiO₂를 이용한 VOCs 처리기술은 광촉매 비활성화 문제로 제한적으로 사용되어 왔으며, 대부분 laboratory scale에서 연구가 수행되어 pilot scale의 연구 사례가 없어 현장적용에 제한을 받아왔다. 본 연구에서는 VOCs로 오염된 공기의 효율적 경제적 처리를 위해 광촉매산화장치에 강력한 산화제인 오존을 주입하여 VOCs 산화속도와 제거효율을 높이고, 광촉매 비활성화를 지연시키는 효과를 유발하며, 또한 반응기 단위 부피당 광촉매 표면적의 조절이 용이하도록 하여 scale-up에 유용한 장치를 개발할 수 있다는데 착안하여 O₃/TiO₂/UV 시스템을 구성하고 상대습도, 온도, 가스유량, O₃의 농도 등의 조건을 변화시키면서 이 시스템의 최적운전조건을 도출하였다. 동시에 O₃/UV 및 TiO₂/UV process와 O₃/TiO₂/UV process의 VOCs 제거성능을 비교 고찰하였다.

2. 연구 방법

10nm 입자의 anatase형 결정구조의 TiO₂ 광촉매를 사용하였고, TiO₂ sol 기체로써 자외선 투과면적과 효율이 큰 glass tube를 사용하였다. 광원으로는 TiO₂를 가장 효과적으로 활성화시키는 주파장 365nm을 가지는 12W UV lamp(일본 NEC 램프)를 사용하였다. 오존은 0-20ppm의 범위로 주입되었고, VOCs 샘플 가스로서 BTEX(Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and o-Xylene)를 선정하여 농도가 100ppm인 가스를 20L/min 유량으로 반응기에 유입하였다. 아크릴 재질로 된 사각형 단면의 단위장치를 여러 개 직렬로 배열한 광촉매 산화장치탑(그림 1(a))에 TiO₂가 코팅된 glass tube를 가스 흐름 방향에 수직으로, 수평하게, 등간격으로 각층별로 배열하되 glass tube 사이의 기류가 지그재그형이 되도록 설치하였고, UV lamp를 glass tube의 길이방향 축에 수직으로 수평하게 설치하였다(그림 1(b)). 유입 및 유출되는 BTEX의 농도를 측정하기 위해 GC/FID(Perkins-Elmer Autosystem XL)를 사용하였고, 유입 및 유출 가스 중의 오존농도는 오존측정기(O₃ tech, OZ-100D)로 측정되었다.

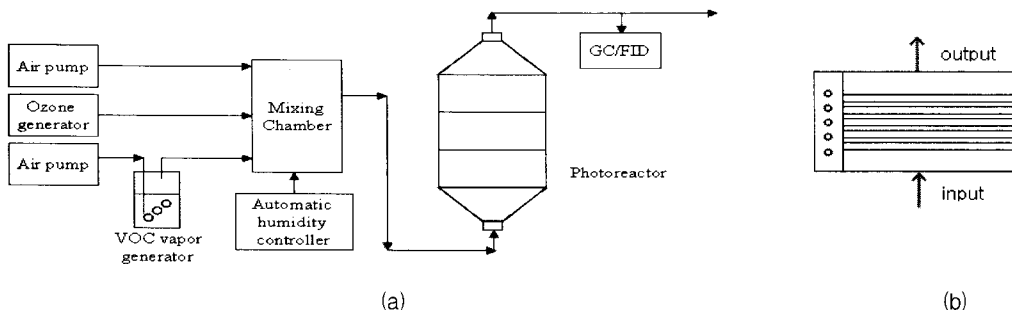


Fig. 1. Schematic diagram of (a) a photocatalytic reactor system, and (b) its front view.

3. 결과 및 고찰

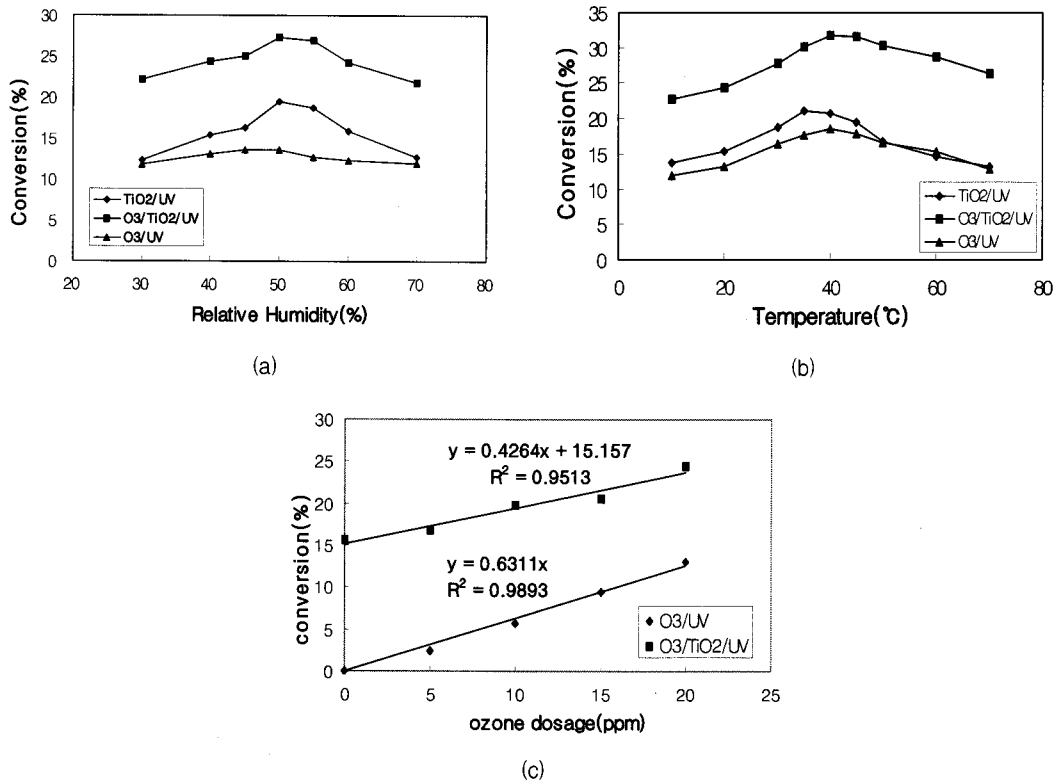


Fig. 2. Variation of BTEX removal efficiency with (a) gas humidity, (b) temperature, and (c) ozone dosage.

그림 2는 가스습도, 온도, 오존농도를 변화시켰을 때 O₃/UV, TiO₂/UV 및 O₃/TiO₂/UV 시스템에서의 BTEX 처리효율 변화를 나타낸 것이다. 각 시스템의 BTEX 처리 효율을 비교했을 때, O₃/TiO₂/UV system의 처리효율이 현저히 높음을 알 수 있다. 또한, O₃/TiO₂/UV system에서 BTEX의 처리 효율은 가스의 상대습도 50-55%, 온도 40-45°C 조건에서, 그리고 오존주입농도가 클 수록 BTEX 처리효율이 높아짐을 알 수 있다.

참고 문헌

- Ajay, K.R. and Antonie A.C.M. Beenackers (1998) Development of a new photocatalytic reactor for water purification, *Catalysis Today*, 40, 73-83.
- Cho, K.C. and H.G. Yeo (2006) Photocatalytic Decomposition of Gaseous Acetaldehyde by Metal Loaded TiO₂ with Ozonation, *J. of Korean Society for Atmospheric Environment*, 22(E1), 19-26.
- Zhang, P., F. Liang, G. Yu, Q. Chen, and W. Zhu (2003) A comparative study on decomposition of gaseous toluene by O₃/UV, TiO₂/UV and O₃/TiO₂/UV, *J. of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 156, 189-194.