

B-4 Titanium Dioxide 유동층 반응기를 이용한 염료 분해

김지혜*, 이태경, 나영수, 김도한, 송승구
부산대학교 화학공학과

1. 서론

난분해성 및 유독성 폐수 방류는 계속해서 증가추세에 있으며 특히 염색공단, 염료와 안료 제조 공장 등에서 방류되는 산업폐수는 독성뿐만 아니라 미회수 염료와 부반응물로 인하여 방류수 색도까지 증가되고 있다. 이러한 폐수를 처리하기 위하여 다양한 공정이 연구되고 있는데, 그 중에서 새로운 수처리 기술로서 고도산화공정의 하나인 UV/TiO₂공정에 대한 연구가 활발히 진행중이다(Zheng Shourong *et.al.*, 1997).

반도체형 광촉매를 이용한 광화학 반응은 상온상압하에서 이루어지며, 산소 또는 과산화 수소 외에 다른 첨가물이 필요 없으므로 후처리 공정이 생략되는 등의 장점을 가지고 있다(Michael R. Hoffmann *et.al.*, 1995). 그러나 광촉매로 폐수를 처리한 경우, 일반적으로 그 처리수와 광촉매를 분리하기가 쉽지 않은 단점을 갖고 있는데, 본 연구에서는 이러한 단점을 보완하려는 시도로서 유동층 반응기에 적합한 광촉매 입자를 제조하여 광촉매 반응 조건을 고찰하고자 한다.

2. 재료 및 실험 방법

분해물질로는 순도가 95%인 시약용 Rhodamine B를 탈 이온화된 증류수에 용해시켜 일정한 농도로 희석한 후 사용하였다. 광촉매 분말 실험에 사용된 Titanium Dioxide 분말 시료는 Junsei Chemical Co., Ltd. 특급시약이며, UV 광원은 Sankyo Denki GL20을 사용하였다. 분석시 시료 속의 TiO₂ 분말을 제거하기 위하여 2500rpm에서 15분간 원심 분리한 후, Rhodamine B가 용해된 상등액을 취하여 UV/VIS spectrophotometer (Lambda 20 : PERKIN ELMER)를 이용하여 파장 550nm에서 흡광도를 측정하고, 염료 중량 검량선을 바탕으로 염료 농도를 구하였다. 유동층 반응 실험에서는, ceramic ball 형태의 support를 만든 후 그 표면에 TiO₂-sol을 도포하여 소성 시킨 Photomedia 제조하여, 내경 12cm와 높이 20cm의 PE (polyethylene)로 제작된 원통형 광촉매 반응기에 투입하여 실험을 행하였다. 사용된 광원은 수증용 8W(Sankyo Denki G8T5, Japan) UV lamp이며 농도구배에 의한 확산 속도가 매우 낮기 때문에 대류확산을 유도하고 반응 입자의 분산을 이루기 위해 하부에서 산기관을 통해 air를 공급하였다.

3. 결과 및 고찰

TiO₂ 분말의 분해 효과를 관찰하기 위해, 염료의 자연제거, UV에 의한 제거, 분말상의 TiO₂에 의한 제거, TiO₂ 분말과 UV에 의한 제거의 실험 결과, 공기 중 산화와 TiO₂를 첨가한 반응에서 염료 제거 효율은 10% 미만으로 낮게 나타났다. 그리고 UV를 조사한 시료는 18% 제거 효과를 나타낸 반면, UV와 TiO₂를 동시에 사용한 실험의 시료는 80%의 높은 제거효율을 보였다. 이것으로 보

아 Rhodamine B는 공기와 UV에 대하여 비교적 안정된 물질이나, TiO₂와 UV를 동시에 사용하면 분해 효율이 좋음을 알 수 있었다. 이를 기초로 하여 자체 제조한 유동입자 Photomedia 1g/L를 유동층 희분식 광촉매 반응기에 투입하고 Rhodamine B의 다양한 초기 농도에서 운전 시간에 따른 분해 실험을 하였다. 처리 효율을 측정한 결과, 전체 반응 시간 동안 평균 반응속도 상수 값은 20.25E-6 min⁻¹로서 TiO₂ 분말, 1g/L 의 27E-6min⁻¹ 보다 30 % 정도 작았다. 다음으로 광촉매 분해산물에 대한 독성을 평가하기 위해, 실험 전의 원시료와 처리된 Rhodamine B시료에 대한 EC₅₀을 측정하였다(Table 1). EC₅₀ 값이 작을 수록 독성이 강하다는 것을 의미한다. 원시료의 18.7%인 희석 농도 1.1E-3mM에서, 30분 후 사용된 미생물의 50%가 사멸되었지만 TiO₂와 UV 하에서 처리된 시료는 독성을 나타내지 않았다. 이것으로 보아 Rhodamine B의 분해를 위해 광촉매를 사용하였을 때 방류되는 처리수는 환경생태계에 독성을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

Table 1. The value of effective concentration 50 (EC₅₀)

Sample		EC ₅₀ %	Confidence Range
Influent	EC ₅₀ @30min	18.7(1.1E-3mM)	16.98-19.87
Effluent	EC ₅₀ @30min	Non-detectable	Non-detectable

4. 요약

공기중이나 UV 등의 광원에 비교적 안정적인 염료 Rhodamine B는 UV 조사아래 광촉매인 TiO₂의 첨가로 그 분해가 가능하였다. 유동층 반응기에 적합하도록 자체 제조된 광촉매 입자, Photomedia도 우수한 효율로 염료의 분해가 가능함을 보여주었다.

참고문헌

- Zheng Shourong *et.al.*, 1997, "A study on dye Photoremoval in TiO₂ suspension solution", J. Photochem. Photobiol. A : Chem., 108, 235~238
- Michael R. Hoffmann *et.al.*, 1995, "Environmental Applications of Semiconduct Photo catalysis", Chem. Rev., 95, 69~96
- Taixing Wu *et.al.*, 1998, "Photoassisted Degradation of Dye Pollutants. V. Self-Photosensitized Oxidative Transformation of Rhodamine B under Visible Light Irradiation in Aqueous TiO₂ Dispersions", J. Phys. Chem.B, 102, 5845~5851
- Ying Ma *et.al.*, 1998, "Photodegradation of Rhodamin B catalyzed by TiO₂ thin films", J. Photochem. Photobiol. A : Chem., 116, 167~170