

광전자 촉매시스템(PECS)을 이용한 TiO₂ 코팅 비드의 광분해 효율

박성애, 하진욱, 도영웅, 유동식*, 이지호**

순천향대학교 에너지환경공학과

*경운대학교 안경광학과

** (주)유진텍21

e-mail: chejwh@sch.ac.kr

Photodegradation Efficiencies of TiO₂ - Coated Beads by Photoelectrocatalytic System(PECS)

Seong-Ae Park, Jin-Wook Ha, Young-Woong Do, Dong-Sik Yu*,
Ji-Ho Lee**

Energy Environmental Eng., Soonchunhyang University

*Dept. of Visual Optics, Kyungwoon University

**YU JIN TECH21 Co., Ltd.

요 약

본 연구는 광전자 촉매시스템을 이용해 TiO₂ 졸이 코팅된 구형 비드의 광분해 효율에 대해 고찰한 것이다. TiO₂ 졸이 코팅된 구형 비드인 알루미늄비드, 유리비드, 실리카비드 화이트겔(1·2·3형) 다섯 가지 비드를 사용하였고 실험은 산화환원지시약인 메틸렌블루 수용액이 광촉매의 산화환원반응을 통해 색상 및 흡광도 변화를 통해 환원 정도를 고찰할 목적으로 실행되었다. 소재별 실험 결과, 실험에 사용한 소재 중 실리카비드 화이트겔(1·2·3형)만이 반응성을 나타냈다. 이들 1·2·3형은 TiO₂의 함량을 달리한 비드들이며 1형이 가장 적은 함량을 가지며 3형이 가장 많은 함량을 가지고 있다. 실험 결과 3형이 반응성이 가장 좋은 것을 알 수 있으며, 이 실험에서는 코팅물의 함량과 고정물의 상태가 광촉매 반응에 영향을 주는 것을 알 수 있다.

1. 서론

전 세계적인 고도 산업 발전으로 인해 야기된 환경오염과 처리 부산물은 우리의 생활에 악영향을 끼치고 있다. 그 중 화학물질에 의한 오염의 심각성이 큰 사회문제로 대두되고 있다. 이러한 화학오염물질은 기존의 오염물질과는 달리 생화학적으로 분해가 어려운 난분해성 물질을 함유하고 있어서 이 문제를 해결하기 위한 새로운 처리방법이 필요하게 되었다. 이러한 난분해성 물질을 처리하는 방법으로는 다양한 방법들이 있다. 본 연구에서는 화학적 처리 방법

중의 하나인 광촉매를 이용한 고급산화 방법을 이용하여 TiO₂ 코팅 비드의 광분해 활성에 대해 연구하였다.

2. 실험

본 연구에서는 실험에 보다 적합한 광원으로 UV 램프 C형을 사용하여 채택하여 TiO₂ 코팅졸로 코팅된 비드의 광분해 활성을 관찰하였다.

2.1 메틸렌블루 수용액 제조

메틸렌블루는 수중에서 일어나는 산화환원반응을 측정하기 위한 척도로 많이 쓰이는 발색지시약으로 산화환원반응이 일어날 경우 환원되어 푸른 색상이 열어지는 성질을 가지고 있다. 실험에 쓰일 투입 용액의 제조법은 아래와 같다(그림 1).

메틸렌블루 : 증류수 = 0.1g :
1000ml 비율로 제조

↓

(100ppm 메틸렌블루 용액 완성)

100ppm 메틸렌블루 : 증류수 = 3 :
7 의 비율로 희석

그림 1. 메틸렌블루 수용액의 제조

실험의 정확성을 위하여 채취된 용액을 UV-VIS spectrophotometer(UV-2540, SHIMADZU)를 이용하여 농도를 측정하고 분해 정도를 수치화함으로써 비교 관찰을 더욱 정확히 하고자 한다. 메틸렌블루의 측정 범위는 650nm이다.

2.2 비드별 광분해 실험

총 다섯 가지 코팅된 비드를 사용하는 실험으로 금속면보다 넓은 접촉면을 가지고 있으며, 파우더 형태의 광촉매와 달리 청소와 회수가 유리한 장점이 있다. 비드의 형태는 구형을 하고 있으며, 외부 관으로의 유출을 막기 위해 정채된 실험을 하며, 순환모터를 통하는 유입부와 유출부의 입구에 방수장치를 설치한다.

알루미늄·유리·실리카비드(화이트겔 1형·화이트겔 2형·화이트겔 3형)로 나열된 다섯 가지의 비드를 동일한 실험 조건에서 비드의 교체만으로 유기물의 분해 성능을 확인하여 고찰하였다.

2.2.1 광분해 실험

실험에 사용할 UV 램프 C형을 광원부에 장착한다. 투입할 용액 100ppm 메틸렌블루 수용액 : 증류수 = 3 : 7로 만들어서 준비하며, 반응기 안에 비드 400g을 넣는다. 만들어진 메틸렌블루 수용액을 순환모터를 사용하여 반응기 안에 유입시킨다. 이때 반응기 덮개의 나사가 잘 조여져 있는지 확인한다. 미확인 시 투입된 용액이 내부 압력으로 인해 밖으로 새어 나오는 경우가 발생한다. 순환모터를 rpm 100

으로 맞추어서 반응기 내에 가득 채운다. rpm은 100을 유지한 채로 실험이 종료될 때까지 작동시킨다. 가득 채워진 것을 확인한 후 광원 덮개를 덮은 후, UV 램프를 작동시켜 30분마다 용액을 채취하였으며, 투입된 용액이 육안으로 보기에 메틸렌블루 수용액의 푸른 색상이 투명해질 때까지 계속하여 채취한다. 실험 종료 후 채취한 용액의 흡광도를 측정한다.

3. 결과 및 고찰

TiO₂ 졸을 일정함량 코팅한 지름 1mm의 원형 비드를 이용해 금속판에 비해 넓은 접촉면적을 통한 실험을 하였다. 비드의 양은 초기 30g에서 양을 늘려 400g까지 투입해본 결과, 3시간 정도의 분해시간을 갖기 위해 400g 정도의 투입량이 필요한 것으로 나타나 이를 기준으로 하여 데이터를 작성하였다.

3.1 알루미늄 비드 분해 효율

알루미늄 비드에서는 적절한 분해능이 나타나지 않았다. 처음의 투입 용액과 마지막에 채취한 용액의 차이는 육안으로 보아도 같은 색을 유지 하였으며, 농도의 측정에서도 차이가 없었다(그림 2).

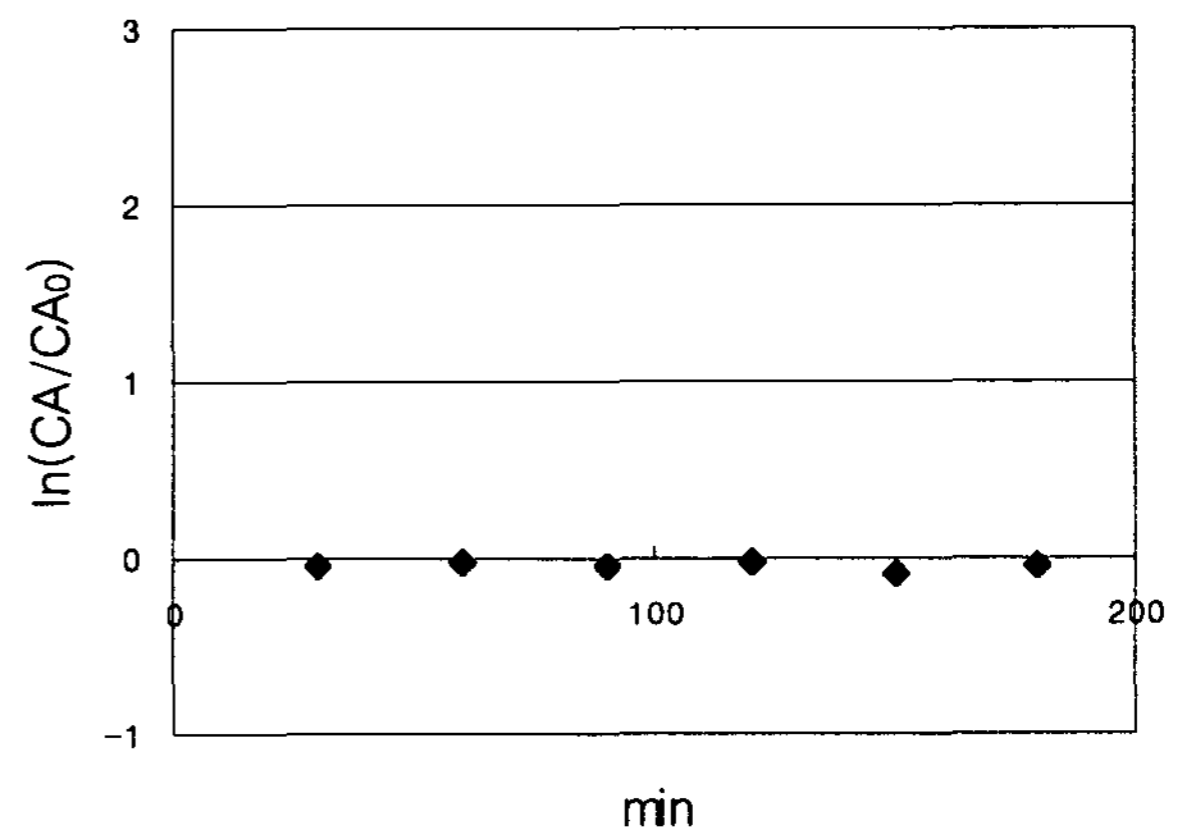


그림 2. 알루미늄 비드의 분해 효율

3.2 유리 비드 분해 효율

유리 비드에서도 적절한 분해능이 나타나지 않았다. 처음의 투입 용액과 마지막에 채취한 용액의 차이는 육안 관찰 시에도 같은 색을 유지 하였으며, 농도의 측정에서도 차이가 없었다(그림 3).

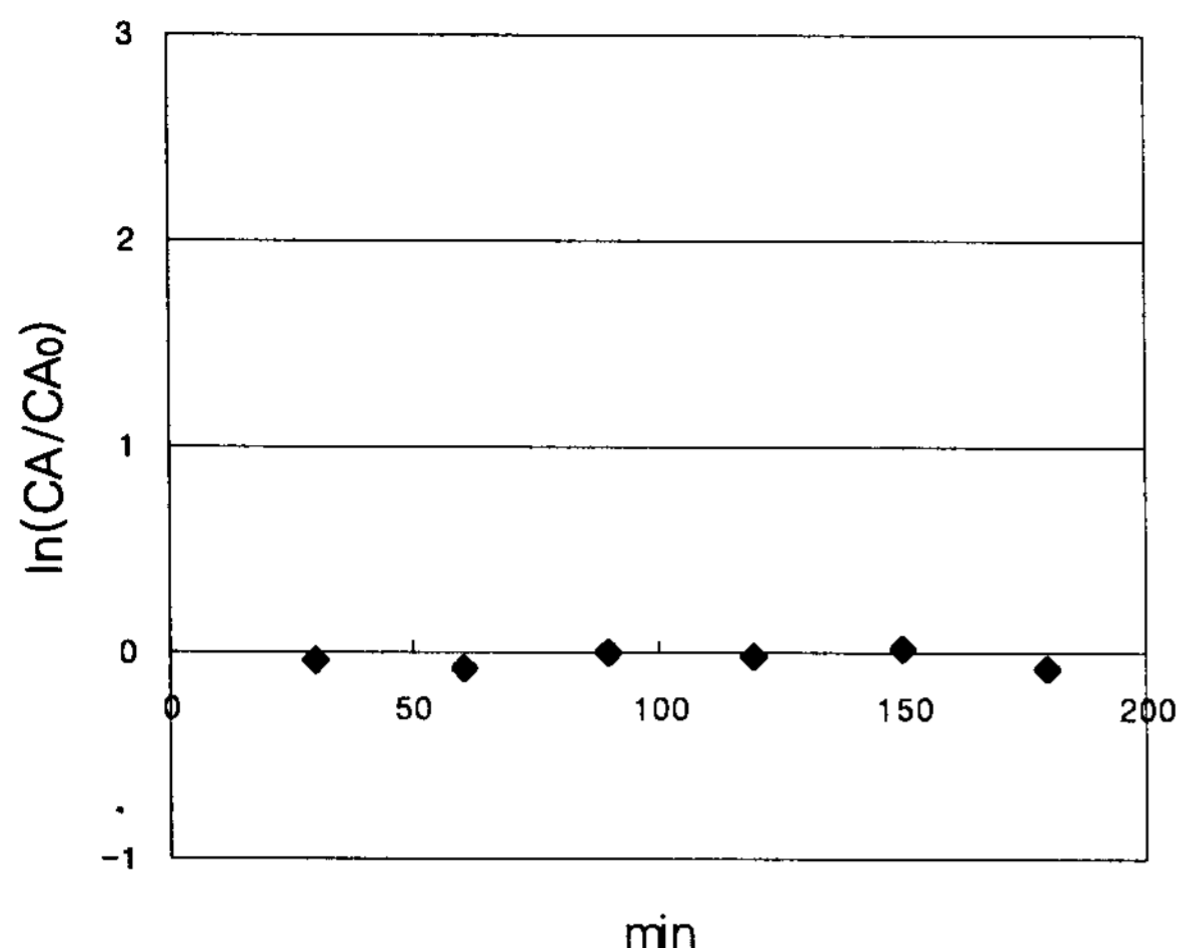


그림 3. 유리 비드의 분해 효율

3.3 실리카 비드의 분해 효율

실리카 비드에서는 다른 비드들과 달리 빠른 분해 능이 나타났으며, 비드에 TiO₂의 함량을 달리한 세 가지 비드를 사용하여 관찰하였다.

즉 화이트겔 1형이 함량이 가장 적으며 화이트겔 3형이 가장 많은 함량을 가지고 있다. 실험을 통해서 비드의 코팅함량과 고정물의 상태가 반응속도에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다(그림 4).

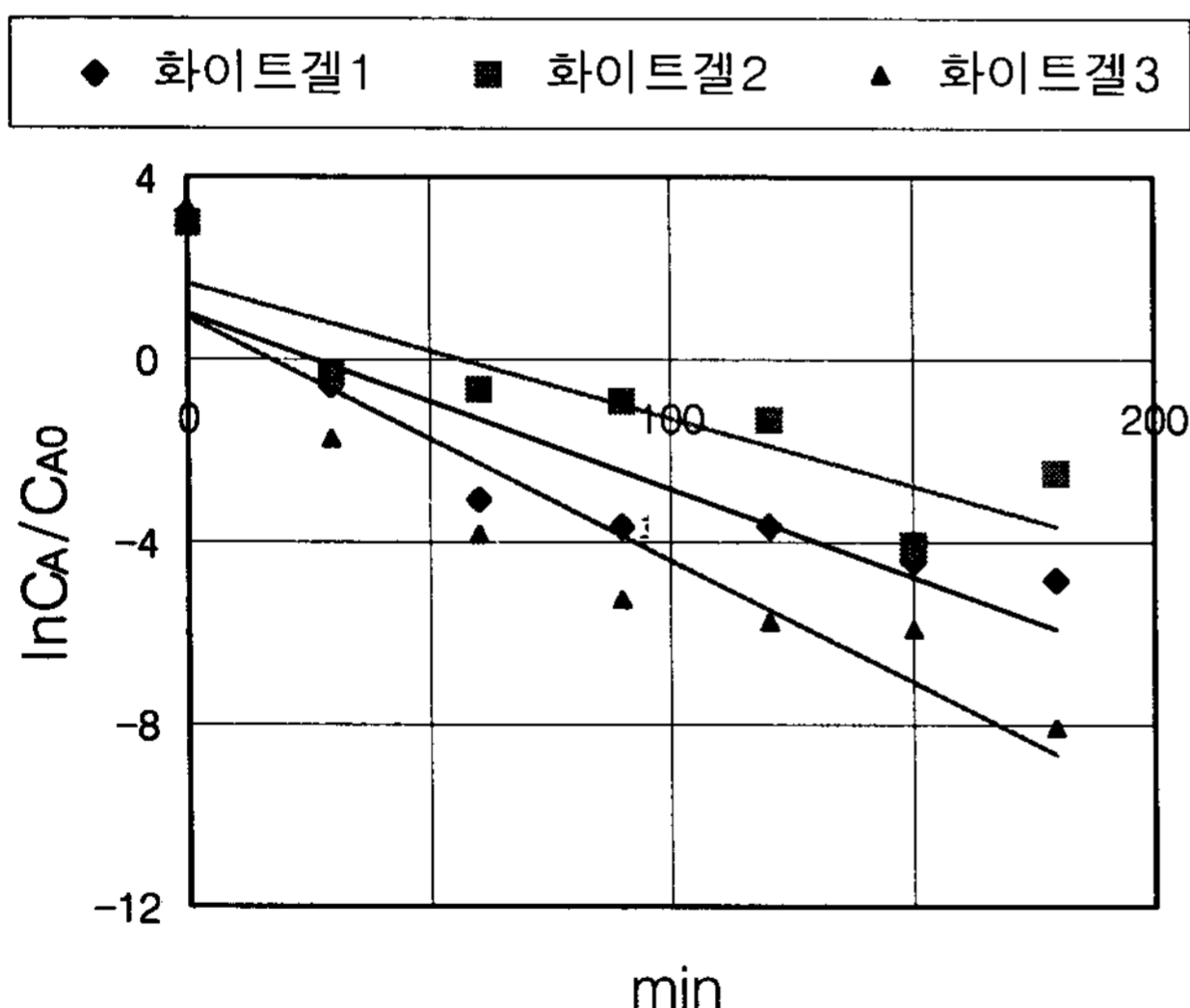


그림 4. 코팅함량에 따른 분해 효율 비교

4. 결론

본 연구에서는 직경 1mm의 구형 비드를 사용하여 실험하였으며, 이 비드는 금속판과 달리 넓은 접촉면을 가지고 있기에 실험에 효과적이라고 생각한

다. 비드의 종류에는 유리비드, 알루미늄비드, 실리카비드 화이트겔 1·2·3형을 사용하였다. 화이트겔 1·2·3형은 TiO₂의 함량을 달리한 비드들이며 1형이 가장 적은 함량을 가지고 있으며 3형이 가장 많은 함량을 가지고 있다.

이 세 가지 비드 중 알루미늄비드와 유리비드는 반응성이 전혀 나타나지 않았다. 이중 실리카비드에 코팅된 화이트겔 1·2·3형만이 반응성을 나타냈다. 코팅의 함량이 달리한 비드들이기에 실험한 결과 함량이 가장 많은 3형이 가장 좋은 반응성을 나타낸 것을 알 수 있었다.

이 실험들을 통해서 TiO₂ 코팅 함량과 고정물의 상태가 실험에 영향을 끼치는 것을 알 수 있었다.

참고 문헌

1. 국제환경문제연구소, 환경관계법규, 동화기술, pp. 10-1(1996).
2. J. Hermann, C. Guillard and P. Pichat, Catal. Today, 17, 7(1993).
3. M. R. Parairie, B.M. Stange, and L. R. Evans "TiO₂ Photocatalysis for the Destruction of Organic and Treatment of Water and Air" Elsevier Science Publisher B.V 410~415.
4. Borgarello. E., Kiwi. J., Pelizzetti. E., Visca. M, and Gratzel. M., "sustained Water Cleavage by Visible Light." *J. Am. Chem. Soc.*, 103. 6324~6329(1981).
5. 김승희, "TiO₂ 광촉매 산화시스템의 기술 소개 및 적용결과", 첨단 환경 기술, 3(8), 130~135(1995).
6. 박영서, 홍성화, 김강희, "광촉매의 국내외 산업동향 및 업체별 사업화 추진전략, 한국과학기술정보 연구원(2001).
7. 박기민, "TiO₂ 광촉매를 이용한 염색폐수 처리에 관한 연구" 대한 환경공학회 2003 추계학술연구 발표회 논문집 (2003.10.30).
8. 신인수, 최봉중, 이승욱 "UV/TiO₂ 광촉매반응에 의한 페놀의 분해특성" *Journal of Korean Society on Water Quality*, 20(5), No.5, pp.488-493(2004).