

TiB₂ 광촉매를 이용한 NO_x 제거

이용환¹ · 최인호²

전남도립대학 토목환경과¹ · 서일대학 토목과²

Removal of NO_x by using of TiB₂ Photocatalysis

Yong-hwan Lee¹ · Im-ho Choi²

¹Department of Civil & Environmental Engineering, Namdo Provincial College

²Department of Civil Engineering, Seoil University

Abstract

This research was performed to purify water quality through removing T-N, and T-P and to estimating rate of NO_x by the response of photocatalyst using ceramics. The ceramics was a mixtures of Titanium Diboride(TiB₂) which is used to develop armored cars with excellent protective power and lightness, Olivine, and Hwangto with water and was furnaced for an hour at 1160°C.

Hwangto and Olivine used in the study are produced at Haenam-gun, Jeonnam, and Andong-city, Gyeongsangbuk-do, respectively. The ground Hwangto and Olivine were seived through PR 100x200, and TiB₂ was a product of SIGMA ALDRICH.

The experiment was performed under the sunlight, Mass flow controller was used for constant flow to pass through the pyrex reactor which was fully charged with furnaced ceramics. The concentration of NO₂ gas passed through the pyrex reactor was measured by Multi Gas Monitor.

The reaction took for 60 minutes, The material was exposed to sunlight for 40 minutes. The sunlight was interrupted before and after the exposure for 10 minutes.

The result showed that the concentration of NO₂ gas of the ceramics with TiB₂ and without TiB₂ became reduced and then maintained the same concentration under the sunlight, and became increased when the sunlight is interrupted.

The NO₂ removing efficiency of the ceramics mixed with TiB₂ was 14~43% higher than that of the ceramics without TiB₂ under the sunlight. The study showed that the removing rate of NO₂ was 80% when the mixture rate of Hwangto, Olivine, and TiB₂ was 68%,30% and 2%.

keywords: Titanium Diboride(TiB₂), Olivine, photocatalyst ceramics,NO_x

I. 서론

티타늄 원소는 18세기에 발견되었으나, 티타늄제품의 생산체계가 갖춰진 것은 50여년에 불과하다. 그러나 티타늄은 항공우주, 화학공업분야뿐만 아니라, 안경, 시계, 골프 용구 등 생활에 밀접한 분야에 다양하게 사용되어 일반인들에게 잘 알려지게 되었다¹⁾.

또한 TiO₂는 토목·환경 분야에서 모르타르의 강도를 높이는 첨가제로 사용되고²⁾, NO_x 제거³⁾, 유기물제거^{4,5)}, 및 E-coli 살균⁶⁾ 등 강도 및 수질개선 목적으로 광범위하게 사용되고 있다.

그러나 TiO₂의 결정구조는 소성온도 750°C에서 anatase에서 rutile상으로 상전이되어 결정성 및 입도가 증가하고, 입도와 반비례하여 비표면적이 감소하므로 광촉매의 활성이 저하하는 특성⁷⁾이 있기 때문에 고강도를 요하는 세라믹 블록이나 담체와 같이 오랜 시간동안 물속에서 분해되어서는 안 되는 제품에는 부적합하다.

이와 같은 TiO₂의 단점을 보완하기 위하여 티타늄 디보라이드(titanium diboride, TiB₂, 이하 'TiB₂')가 사용되고 있으며 최근 수질정화⁸⁾ 및 방호력과 경량성이 우수한 장갑차 개발⁹⁾ 등에 사용되고 있다.

본 연구에서는 TiB₂를 황토 및 감람석과 혼합하여 일정 온도에서 소성하여 소성세라믹을 제조하고, 소성세라믹을 사용하여 NO_x 제거효율을 조사하였다.

II. 재료 및 실험

2.1. 재료

소성세라믹의 재료는 황토, 감람석 및 TiB₂를 사용하였다. 황토와 감람석은 각각 전라남도 해남군 및 경상북도 안동시에서

산출된 것을 분쇄하여 사용하고, PR 100~200과 TiB₂는 SIGMA ALDRICH사의 분말제품을 사용하였다.

황토, 감람석 및 TiB₂의 혼합비율은 4가지로 변화시켜 합성하였다. 즉 A 소성세라믹의 혼합비율은 황토: 감람석: TiB₂ = 70: 30: 0, A-N 소성세라믹의 혼합비율은 황토: 감람석: TiB₂ = 100: 0: 0, I 소성세라믹의 혼합비율은 황토: 감람석: TiB₂ = 68: 30: 2, 및 I-N 소성세라믹의 혼합비율은 황토: 감람석: TiB₂ = 98: 0: 2이다.

혼합물을 3차 증류수와 혼합한 후 성형, 건조하고, 700°C에서 1시간 동안 소성하였다.

Table 1. Mixed Ratio of three materials

Symbols	Mixed Ratio(w/w%)		
	Hwangto	Olivine	TiB ₂
A	70	30	0
A-N	100	0	0
I	68	30	2
I-N	98	0	2

2.2. NO_x 제거실험장치

Fig 1에 NO₂ 제거실험장치를 나타내었다. 장치는 NO₂통, 반응기 및 측정기로 구성하였다. 장치를 광주과학기술원 창업기술사업화센터 건물 옥상에 설치 한 후 5mg/L의 NO₂ 가스를 KNH사에서 제작된 Mass flow controller(MFC)를 통하여 400ml/min의 일정 유량으로 반응기에 유입시켰다. 반응기의 재료는 pyrex로 제작하였으며, 반응기를 통과한 NO₂가스 농도는 Multi Gas Monitor(V Rae사)를 사용하여 측정하였다.

반응시간은 1시간이며, 실험 전후 각 10

분석은 태양광을 차단하여 태양광조사에 따른 NO₂가스 제거효율을 분석하였다.

풍향 및 풍속: 동풍, 0~2m/sec

III. 결과 및 고찰

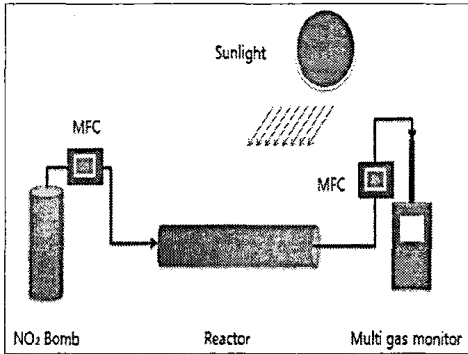


Fig. 1. NO₂ experimental equipment.

Fig. 2에 반응시간 60분 동안 반응기를 통과한 NO₂가스의 농도변화를 도시하였다. 반응개시 후 0~10분에서는 태양광을 차단하고, 10~50분에서는 태양광을 조사하였으며, 50~60분에서는 다시 태양광을 차단하고, 지속적으로 NO₂가스의 농도를 측정하였다.

소성세라믹들은 네 가지 경우 모두 태양광이 차단된 초기 10분 동안에는 NO₂농도가 높게 검출되고, 태양광이 조사되는 시간(10~50분)에는 NO₂농도가 낮아졌으며, 다시 태양광이 차단된 시간(50~60분)에는 NO₂농도가 높게 검출되는 경향을 나타내었다.

2.3. 기상조건

날씨: 맑음

자외선 지수: 2.6

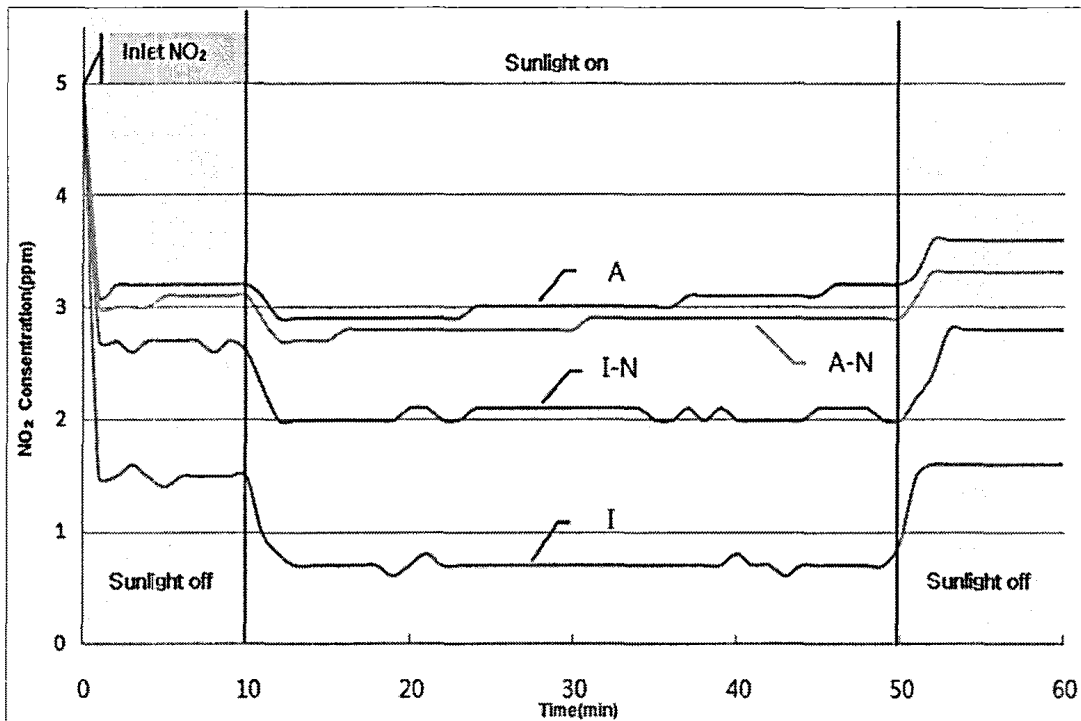


Fig. 2. Variation of NO₂ concentration during 60minutes.

Fig. 3에 NO₂가스의 실험시간 동안 평균 제거효율을 나타내었다. NO₂제거효율이 가장 높은 것은 I 소성세라믹이고(80.73%), 다음은 I-N(55.12%), A-N(41.02), A 소성세라믹(37.23)의 순으로 높게 나타났다. 소성세라믹의 NO₂제거효율은 TiB₂가 혼입된 것이 혼입되지 않은 것보다 14~43% 높게 나타났다.

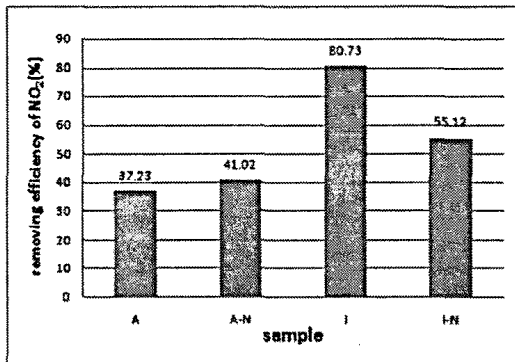


Fig. 3. Mean of removing efficiency for NO₂.

IV. 결론

TiB₂, 황토 및 감람석을 혼합, 건조, 소성하여 소성세라믹을 제조하고, 소성세라믹을 사용하여 NO_x제거효율을 조사한 결과 얻은 결론은 다음과 같다.

1. NO₂제거효율이 가장 높은 것은 I 소성세라믹이고(80.73%), 다음은 I-N(55.12%), A-N(41.02), A 소성세라믹(37.23)의 순으로 높게 나타났다.
2. NO₂ 제거를 위한 TiB₂의 광촉매 효과는 14~43%로 분석되었다.
3. 황토만으로 제작한 세라믹의 NO₂ 제거효율은 41.02%로서 황토와 감람석을 혼합한 세라믹의 제거효율 37.23%보다 약 4% 더 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 서일대학 학술연구비의 지원으로 진행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 이용태, 이종형 공역(2002) 티나눔 가공 기술, 청문각,(사)일본티나눔협회편.
2. 라더관,이경동, 정상철,김영규(2003.12) TiO₂ 첨가 모르타르의 강도 특성 및 광촉매 활성평가, 대한환경공학회 논문집, 대한환경공학회, 제25권, 12호, pp.1499~1503.
3. 한삼화(2003.12) 광촉매작용을 하는 점토벽돌의 제조방법, 발명특허 10~0414149.
4. 정효준, 조일형, 이홍근 (2002) 인공신경망을 이용한 TiO₂ 및 H₂O₂의 유기물 제거효율 평가, 대한환경공학회 논문집, 대한환경공학회, 제24권, 제10호, pp.1785~1795.
5. 강준원, 박훈수, 최공호(1995) 이산화티타늄 광촉매에서의 광분해반응에 의한 유기 물질 제거에 관한 연구, 대한환경공학회 논문집, 대한환경공학회지, 제17권, 제3호, pp.283~294.
6. 조일형, 문일영, 이홍근, 조정덕(2001) TiO₂/UV 및 TiO₂/태양광 시스템에서 E.colli의 광촉매 살균, 대한환경공학회 논문집, 대한환경공학회, 제23권, 제7호, pp.1219~1229.
7. 김승민, 윤태관, 홍대일, 김성국, 박상원 (2005) 다양한 조건에서 제조된 TiO₂ 광촉매 특성 및 활성에 관한 연구, 대한환경공학회 논문집, 대한환경공학회, 제27권, 제9호, pp.932~938.
8. 이용환·최인호(2008) 수질정화기능을 갖는 황토세라믹 개발, 한국환경관리학회 논문집, 대한환경공학회, pp.161~167.
9. 정우균(2009.8), 전투차량용 세라믹 복합장갑개발에 관한 제언-세라믹 복합장갑 개발추세에 대한 고찰, 국방과 기술, pp.50~61.