

## 2B1) SCR반응에서 세라믹 폼 지지제를 이용한 NOx 제거 Removal of NOx by Selective Catalytic Reduction Using Ceramic Foam Supports

한요섭 · 김현중<sup>1)</sup> · 박재구

한양대학교 지구환경시스템공학과, <sup>1)</sup>(주)마이크로포어

### 1. 서 론

최근 자동차 수요증가 및 산업용 보일러 등 급증하는 추세이며 이로 인한 대도시 대기오염 문제는 위험수위에 도달해 있다. 이러한 산업용 보일러, 화력발전소등 고정배출원과 자동차에서 발생하는 배기가스에는 인체에 유해한 일산화탄소(CO), 질소산화물(NOx), 황산화물(SOx)등이 다량 함유되어 있다.

유독성 가스중 질소산화물(NOx) 저감방법에는 특히 선택적 촉매환원법(Selective Catalytic Reduction, SCR)이 가장 널리 적용되고 있다. SCR법은 촉매하에서 NH<sub>3</sub>, CO, 탄화수소(메탄, 에탄올, 프로판 등)의 환원제를 사용하여 NOx를 N<sub>2</sub>로 전환시키는데 기술이다. 이때 일반적으로 사용되는 촉매는 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub>이다. V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub>촉매는 SO<sub>2</sub>에 대해 높은 내구성을 가지고 있어, 화력발전소 복합가스에서의 NOx 저감방법으로 적용되고 있다.

본 연구에서는 3차원 망상형으로 이루어진 세라믹 폼 지지체를 SCR 반응의 지지체로 활용하기 위해 줄-겔법을 이용하여 이산화티탄을 코팅한 다음에 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 촉매를 다시 코팅하여 NOx 제거특성을 알아보았다.

### 2. 실험 방법

본 연구는 사용된 세라믹 폼 지지체는 실리카-카올린을 출발원료로하여 6:4비율로 섞은 후에 고농도 슬러리로 제조하여 음이온성 계면활성제인 SLS(Sodium Lauryl Sulfate)를 0.5wt%를 첨가하여 초기 슬러리에 대한 발포슬러리의 부피비를 4배로 조절하였다. 발포된 슬러리에 예폭시켜 겔화제를 1.2wt% 첨가·혼합한 후에 80℃에서 건조하고, 1200℃에서 2시간 동안 소성하였다.

소성된 세라믹 폼 지지체는 직경 30mm 높이 10mm로 디스크로 제작하였다. 제작된 세라믹 폼 지지체의 물성평가는 ASTM법을 이용하여 기공율을 측정하였다. 코팅은 줄-겔법을 이용하여 이산화티탄을 코팅하였으며, 80℃에서 건조하고, 300~1100℃에서 열처리하였다. TiO<sub>2</sub>가 코팅된 지지체는 SEM-EDS, XRD로 표면 특성 및 상전이 변화를 확인하였다. V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 Ammonium metavanadate를 옥살산을 첨가하여 서서히 녹인 후 이산화티탄이 코팅된 세라믹 폼 지지체를 30분간 감압담지한 후에 온도 60℃, 습도 60%에서 건조한 후 500℃에서 열처리하여 코팅된 세라믹 폼 지지체를 제조하였다.

이 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub> 촉매가 코팅된 세라믹 폼 지지체를 이용하여 SCR 반응에서의 반응온도, 공간속도 등에 따라 NOx 제거 특성을 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 실험을 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

첫째, 출발원료를 실리카-카올린을 사용한 세라믹 폼 지지체에 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub> 촉매를 균일하게 코팅할 수 있었다(Fig. 1.). 또한 촉매 코팅 후에 유량별, 차압별에 의해서 변화되는 투과율(K<sub>t</sub>)의 변화를 열처리 온도에 따라 확인하였다. 투과율은 770×10<sup>-13</sup>m<sup>2</sup>~363×10<sup>-13</sup>m<sup>2</sup> 변화폭이 크지 않는 것을 알 수 있었다.

둘째, Fig. 2.는 공간속도 10000hr<sup>-1</sup>, NO/NH<sub>3</sub> 몰 비율 1.0일 때 반응온도에 따른 NO 제거율을 나타내었다. V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub> 촉매 시에 문헌상과 마찬가지로 350℃에서 제거율이 96%의 최고였으며, 저온에서는 산화반응이 낮아졌으며, 고온에서는 암모니아가 스스로 산화하여 제거율이 떨어졌다고 판명된다.

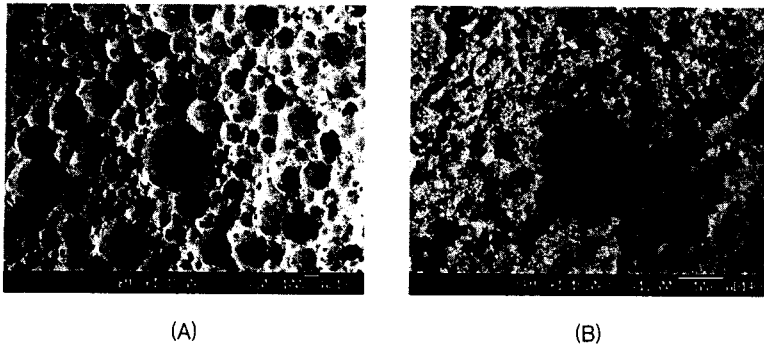


Fig. 1. SEM photograph of ceramic foam support ; (A) non-coating, (B)  $V_2O_5/TiO_2$  catalyst coating

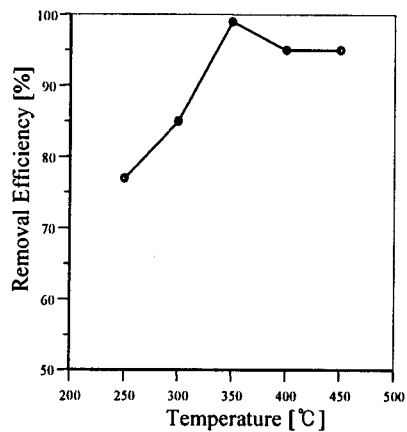


Fig. 2. Effect of reaction temperature on NO reduction

#### 참고 문헌

- Liuqing. T., Daiqi. Y and Hong L.(2002) Catalytic performance of a novel ceramic-supported vanadium oxide catalyst for NO reduction with  $NH_3$ , *Catalysis Today*, Vol. 2822, 1~12.
- Parvulescu, V. I., Grange, P. and Delmon, B.(1998) Catalytic removal of NO, *Catalysis Today*, Vol. 46, 233~316.
- Reddy B. M., Ganesh I. and Reddy V. R.(1998) Influence of  $V_2O_5$  and  $Nb_2O_5$  on thermal stability of  $TiO_2$ -anatase, *Journal of Material Science Letters*, Vol. 17, 1913~1915.