

PE10) 선택적 촉매 환원법 개선을 위한 화학적 첨가제를 이용한 NO의 산화특성

Oxidation Characteristics of NO Using Chemical Additive for Improvement of Selective Catalytic Reduction

이기만 · 고동준 · 신동남 · 김경태 · 변영철¹⁾ · 고경보¹⁾ · 조무현¹⁾ · 남궁원¹⁾ · 권오준²⁾
 포항산업과학연구원, ¹⁾포항공과대학교 환경공학과, ²⁾이레기술 주식회사

1. 서 론

질소산화물은 광화학작용에 의해 이차 오염물을 생성하는 도시 대기오염의 주요 물질 중 하나이다. 이러한 질소산화물을 제거하는 방법으로 널리 사용되어지는 기술로는 선택적 촉매 환원법(Selective Catalytic Reduction; SCR)이 있다(박현주, 2004). 기존의 연구 결과에 따르면 SCR 반응에 의한 NO_x (NO+NO₂)의 제거는 NO가 단독으로 존재할 때보다 NO와 NO₂가 같이 공존할 시 더욱 빠른 촉매 반응을 일으킨다고 보고 되고 있으며, 따라서 이번 연구에서는 SCR에 의한 NO_x 제거율 향상을 위하여 화학적 첨가제로서 NaClO₂를 이용한 NO의 NO₂로의 산화 반화에 관한 실험을 수행하였다. 그 결과 NaClO₂의 양에 의하여 공간속도가 50,000hr⁻¹에서 300,000hr⁻¹으로 변화함에 따라 주입되는 NO의 약 25%-63%가 NO₂로 산화되는 것을 확인하였다.

2. 실험재료 및 방법

그림 1은 이번 연구에 사용된 실험장치도를 보여준다. 실험 장치는 크게 가스 주입장치, 산화제 반응기, Condenser, 그리고 분석기로 구성되어 있다. NO의 산화를 위하여 사용된 NaClO₂ (JUNSEI: 10055-1250)는 지름 3.5cm, 길이 16cm의 SUS 반응지에 0.6g-3.6g으로 변화하며 채었으며, 전체 유량은 2.6slpm으로 고정하였다. 초기 NO의 농도는 200ppm 그리고 15%의 산소 농도를 유지하며 실험을 진행하였으며 모든 가스 라인과 반응기는 heating tape와 furnace를 이용하여 130℃의 온도로 일정하게 조절하였다. 가스가 분석기로 유입되기 전 수분만을 선택적으로 제거하기 위하여 condenser를 설치하였으며 NO_x 농도 정량화에 사용한 분석기는 FTIR(ABB Bomem, MB 104)과 MK2이고 이를 병행하여 비교분석 하였다.

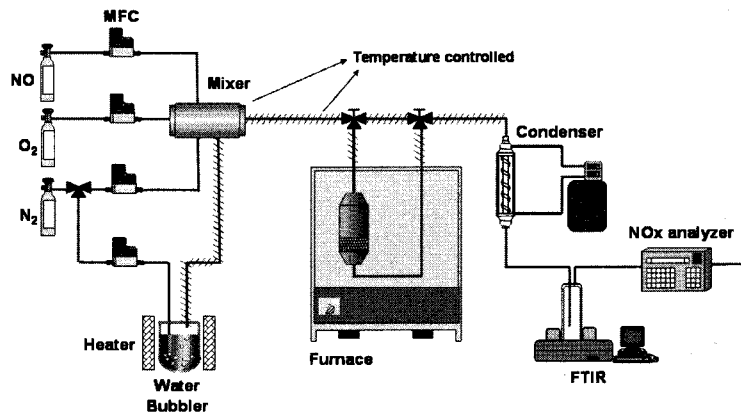
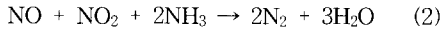
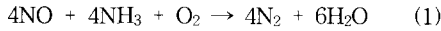


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

3. 결과 및 고찰

SCR 반응에 의하여 NO_x가 제거되는 전체적인 반응경로는 아래의 두 식과 같다(Mok, 2004).



위의 반응식에서 식(2)의 반응 속도는 식(1)의 반응속도보다 훨씬 빠르다고 알려져 있다. 하지만 실질적인 배가스에는 NO가 대부분을 차지하므로 효과적으로 NO를 NO₂로 전환한다면 이는 SCR 성능을 향상시킬 수 있는 방안이 될 것이다.

그림 2는 공간속도와 수분의 양에 따라 NaClO₂에 의한 NO 산화를 거친 후 NO, NO₂ 그리고 NO_x의 농도 변화를 나타낸 그래프이다. 실질적으로 반응시작 후 시간에 따라 NO의 산화율은 감소하였으며 그로 인하여 그림 2는 반응 시작 후 60분 뒤의 값을 취하여 그래프로 나타낸 것이다. 그림 2(a)는 130℃의 산화제 반응기에 200ppm의 NO를 주입하고 NaClO₂의 양을 변화시키며 공간속도를 조절하였다. 공간속도의 증가에 따라 NO의 산화율은 줄어드는 것을 확인하였으며 사용되어진 후의 시료를 XRD 분석을 통하여 확인해본 결과 NaClO₂는 NaCl과 NaClO₃로 전환되는 것을 알 수 있었다. 그림 2(b)는 50000hr⁻¹의 공간속도에서 5%~15%로의 수분양의 변화에 따른 NO의 산화를 나타내는 그래프이며 수분 양의 증가는 NO₂로의 NO 산화율은 줄이며 NO 농도 감소에는 기여하는 효과가 있음을 확인하였지만 그 효과는 미미한 것으로 확인되었다.

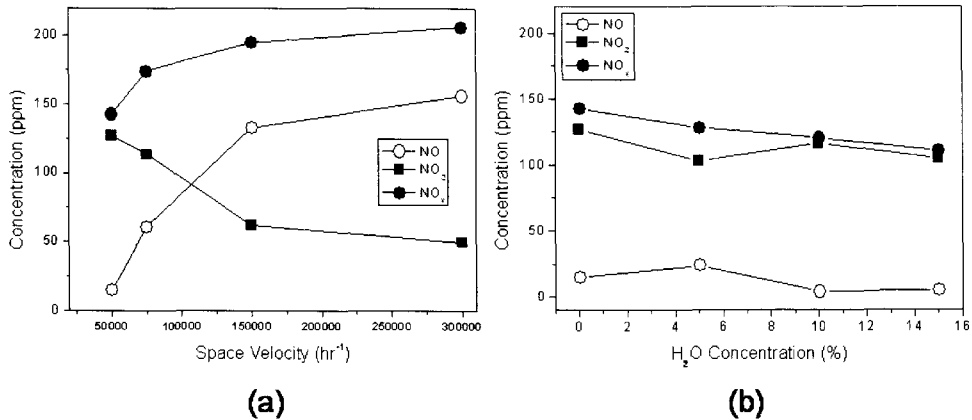


Fig. 2. (a) NO, NO₂, NO_x concentration as a function of space velocity (b) NO, NO₂, NO_x concentration as a function of H₂O concentration.

참고 문헌

- 박현주, 강보성, 박영권 (2004) 선택적 촉매 환원법을 통한 질소 산화물 저감 기술, DICER Techno Part 1, 3, 165-176.
- Mok, Y.S. (2004) Oxidation of NO to NO₂ using the ozonization method for the improvement of selective catalytic reduction, J. Chem. Eng. J., 37, 1337-1344.