

대기-4 SNCR/SCR Combined 시스템을 이용한 DeNOx 연구

최상기^{*}, 남창모¹, 박상원, 최성우

계명대학교 환경학부 환경과학전공,

¹포항산업과학연구원 대기환경연구팀

1. 서 론

산업시설 및 대형 발전설비에서 배출되는 고정원과 자동차, 선박 등의 이동원에서 배출되는 질소산화물(NOx)은 대기 중에 존재하는 탄화수소 유도체들과 반응하여 광화학스모그(photochemical smog)를 유발하거나, 오존(O₃)의 생성과 고갈, 산성비(acid rain) 출현 등으로 주변 농작물 및 대기환경에 직접적으로 악 영향을 끼칠 뿐만 아니라 지구 온난화(global warming)와 같은 기후변화에 크게 기여하는 것으로 보고되고 있다.

SCR(Selective Catalytic Reduction), SNCR(Selective Non-Catalytic Reduction)과 같은 단위기술은 NOx 저감을 위한 성공적인 공정임에도 불구하고, 향후 법 규제치 준수를 위해 더욱 고효율의 새로운 기술개발이 요구되며, 동시에 산업체 설치 및 운전비용의 저감이 요구된다. 따라서, 본 연구에서는 발전시설 뿐만 아니라, 도시 산업시설에서 배출되는 NOx를 저감하기 위하여 위에 언급한 SCR(Bosch and Janssen, 1988), SNCR(Lyon, 1975; Nam and Gibbs, 2000) 각 단위공정의 장점을 결합하여 새로운 개념의 combined system을 이용하여 NOx를 저감하고자 한다.

2. 실험방법

SNCR/SCR combined system에 도입한 모사가스는 N₂로 balance한 10% NO와 81.5% NH₃를 사용하였다. 총 유량은 N₂로 balance한 21% O₂ 및 5% O₂가스로 각각 실험조건에 따라 흘려 주었다. Air의 유량은 4 L/min으로 일정하게 유지하였다. SNCR/SCR combined system 및 SNCR, SCR 반응기 각각에 도입된 NOx의 농도는 500 ppm ± 30 ppm 이었다. 환원제로 사용된 NH₃는 SNCR 반응기에서 NSR (Normalized Stoichiometric Ratio)은 1, 1.5, 2의 비율로 변화시켰다.

SNCR 반응기의 온도는 800~1150°C 범위에서 50°C의 간격으로 운전특성을 살펴보았으며, SCR 반응기는 V₂O₅/TiO₂ 층매 46g(61.25 cm³)를 충진시키고, 반응기 온도를 150~450°C로 변화시키면서 반응특성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

SNCR/SCR combined 시스템은 SNCR 단위기술보다 30~50% 더 높은 NOx 저감효율을 보여 주었으며, 유효 온도범위 중 낮은 온도영역 (800~950°C) 이 더 효과적이었

다. 특히 몰비=2.0, $T_{SNCR}=850^{\circ}\text{C}$, $T_{SCR}=350^{\circ}\text{C}$ 반응조건에서는 약 93%의 NOx 저감효율을 보여주어 SNCR, SCR 단위기술보다 더 효과적이었다. 따라서, combined 시스템의 고효율성이 입증된바 향후 촉매층을 축소하는 비용절감 및 촉매수명 연장에 대한 활발한 연구가 기대된다.

4. 요 약

SNCR 기술을 이용한 NOx 저감은 반응온도 $850\sim1100^{\circ}\text{C}$ 에서 효과적이였으며, 몰비 (NH_3/NO_x), O_2 농도에 상당히 영향을 받고 있었다. 최적온도 950°C , 몰비 1.5에서 약 65%의 NOx 제거효율을 얻을 수 있으며, 온도구배가 없고 O_2 농도가 2~4%로 낮아질 경우 더 높은 제거효율이 기대된다.

SCR 기술에 의한 NOx 저감을 위해 $\text{V}_2\text{O}_5-\text{WO}_3/\text{TiO}_2$ 상용촉매를 사용하였으며, 반응온도는 $200\sim500^{\circ}\text{C}$ 범위로 확인되었으며, 약 84%의 NOx 제거효율이 몰비 1.5에서 얻어졌다. O_2 농도가 21%로 높아짐에 따라 상당히 효율이 떨어짐이 밝혀졌다.

SNCR/SCR combined 시스템은 몰비=2.0, $T_{SNCR}=850^{\circ}\text{C}$, $T_{SCR}=350^{\circ}\text{C}$ 반응조건에서는 약 93%의 NOx 저감효율을 보여주어 SNCR, SCR 단위기술보다 더 효과적이었다.

참 고 문 현

- Bosch, H and Janssen, 1988, F. J. J. G., *Catalysis Today*, 2, 369.
Lyon, R. K., 1975, "Method for the reduction of the concentration of NO in combustion effluents using ammonia", U.S. patent No. 3,900,554.
Nam, C. M. and B. M. Gibbs, 2000, "Selective noncatalytic reduction of NOx under diesel engine conditions", *Proceedings of the Combustion Institute*, 28, 1203-1209.