

OA3 중유화력발전소에서 NO_x 저감 연소기술의 적용 사례 연구

허철구¹, 이기호¹, 문성홍*

¹제주대학교 토목환경공학전공, 제주화력발전소 환경화학팀

1. 서 론

배기가스중의 질소산화물을 제어하는 배연탈질법에는 선택적촉매환원법, 비선택적촉매환원법 등이 개발되어 이용되고 있으나 초기시설비 및 운영비가 많이 소요되어 기존 배출시설이나 소규모 연소시설에는 이의 적용이 용이하지 못하다. 반면에 연소조절법은 연소시설의 설비를 개조하거나 연소기술을 개발하여 적절하게 조절 운영하면서 적은 비용으로 질소산화물 배출기준을 만족할 수 있는 효과를 볼 수 있어 소형 발전설비의 보일러나 산업용 보일러의 경우는 탈질설비를 설치하는 것보다 저 NO_x 연소설비의 설치와 연소조건 개선을 통하여 질소산화물을 저감시키는 것이 바람직하다.

본 연구는 저 NO_x 연소기술을 실제 연소설비에 적용하였을 때 얻을 수 있는 실용적 저감효율을 비교 평가하고 NO_x 저감을 위한 최적의 연소조건을 설정하는데 활용될 수 있는 자료를 얻기 위하여 제주화력발전소의 보일러 설비에 NO_x 저감 연소기술을 적용하여 질소산화물 발생에 영향을 주는 여러 가지 연소조건 등을 변경하면서 각 조건에서 질소산화물의 발생량과 저감효율을 비교 분석하였다.

2. 연구내용 및 방법

연구대상 설비의 저 NO_x 연소설비 및 연소방법은 다양하나 각각의 운전방법, 효과에 대해서는 정립이 되어있지 않다. 따라서 본 연구에서는

첫째, 부하를 변화시키면서 NO_x와 노내온도 변화를 측정하고

둘째, 일정한 부하에서 공기량의 변화에 따른 NO_x 배출특성을 파악하였으며

셋째, 배기가스 재순환에 의한 NO_x 저감효과를 측정하였다.

넷째, 이단연소에 의한 보조공기와 COFA 및 SOFA의 독립운전시 NO_x 농도변화, COFA와 SOFA 동시운전시 NO_x 발생량을 병행 조사하였다. 또한 COFA 및 SOFA를 동시운전 하면서 부하변동에 따른 NO_x 농도변화를 측정하였다.

배출가스 중의 NO_x, O₂, CO는 Testo-350 (Testo Gmbh & Co, 독일)와 연돌에 설치된 연속 자동측정기를 사용하여 보일러 출구와 연돌에서 각각 측정하였다. 그리고 노내 온도는 노 상부에 설치된 Flue Gas Temp. Monitoring System의 측정값을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 발전부하와 공기비에 따른 NOx 배출특성

발전부하가 증가하면 연소실내 열부하가 증가하고 이에 따라 노내온도가 상승하여 질소산화물의 배출농도는 증가하는 경향을 보였으며, 동일부하에서는 공기비가 작을수록 NOx 배출농도가 다소 감소하는 경향을 나타냈으나 NOx 저감효과가 크지 않을 뿐 아니라 특히, 실제 운전 공기비인 1.047이하 에서는 CO 배출농도가 크게 증가하므로 저과잉 공기 연소법의 적용은 제한적인 것으로 판단된다.

3.2. 배기가스 재순환에 의한 NOx 저감특성

배기가스 재순환법을 실제 적용한 결과 재순환율이 증가함에 따라 NOx 배출농도는 감소하는 경향을 보였으며 재순환율이 33%일 때 NOx 배출농도는 125ppm으로 재순환율이 없는 경우에 비하여 약 14% 정도의 NOx 저감효과를 얻을 수 있었다.

3.3. 다단연소에 의한 NOx 저감특성

연소용 공기를 주 연소공기와 보조공기로 나누어 주입하는 이단 연소법에서는 총 공급공기 량에 대한 보조공기 량의 비가 클 수록 NOx 배출농도는 감소하였으나 저감효과가 크지 않아 보조공기 량의 비가 0.12인 조건에서 NOx 저감효과는 약 7% 정도 되었다. 그리고 연소용 공기를 주 연소공기와 보조공기 공급 외에 COFA 또는 SOFA, COFA와 SOFA를 통해 연소용 공기를 분할 공급하는 다단 연소법에서는 COFA를 적용한 경우 총 공기량에 대한 COFA 공기량의 비가 0.12일 때 약 27%의 NOx 저감효과를 보였으며, SOFA를 적용한 경우에는 최대 35%, COFA와 SOFA를 동시에 적용했을 경우에는 최대 34% 정도의 NOx 저감효과를 얻을 수 있었다.

4. 요약

본 연구에서 적용한 저 NOx 연소법의 NOx 저감 효과를 비교해 보면 다단 연소법이 지연연소 효과와 국부적인 최고 화염온도 감소, 고온부에서의 산소농도 감소효과 등이 동시에 나타나 저 과잉공기 연소법, 배기가스 재순환법, 이단 연소법 보다 더 큰 NOx 저감효과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 다만, 총 공급공기 량에 대한 분할 공급공기 량의 비가 일정수준 이상으로 커지면 CO 발생량 증가로 효율저하 등의 문제점이 우려되므로 연소상태를 저하시키지 않는 공급비를 산정하는 것이 중요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

신규식, 최병선, 김재평, 김성철, 1986, 1987, 질소산화물 저감대책 연구, 한국전력공사 기술연구원

2001, 연소기술 교류회 기술세미나 자료집, 한국전력 발전연구실.

1999, 환경기술업무자료편람, 탈질교육 습득, 한국전력공사, pp. 13-19.

1994, 선박용 NOx 후처리 시스템 개발, (주) 제너럴시스템 통산산업부.

F.A. Bagwell, k.E. Rosenthal, D.P Reixeira, B.P. Breen, N. Bayare de Volvo, S. Kerho, 1971, Utility boiler operaring moods for reduced nitric oxide emissions, Journal of the Air Pollution Control Association, pp. 702-708.
NOx Control Training Combustion staging, 1997, Radian International LLC, pp. 5-24.