

PS55 (IN 4) 미분탄 연소에서 배기가스 재순환에 의한 질소산화물 제어 NOx Control by Flue Gas Recirculation in Pulverized Coal Combustion

장길홍 · 장인갑 · 선철영 · 천무환 · 양관모

한국중공업(주) 기술연구원 환경기술연구소

1. 서론

일반적으로 NOx배출은 연소과정에 의해 강력하게 지배되고 있으며, NOx 저감 기술은 1970년대 후반 부터 많은 연구들이 수행되어, 그 이론들이 확립되고 있다. 석탄 연소시스템에서는 공기 다단(air staging, OFA), 연료다단(fuel staging, reburning) 및 배기가스 재순환(FGR) 등이 대표적인 NOx 저감 기술이며 [1~4], 그 중 배기가스 재순환법은 저산소 배기가스를 연소용 공기에 재혼입시키므로써 NO의 생성속도를 저하시켜 NOx를 저감시키는 기법이다.

본 연구에서는 저NOx연소시스템 개발을 위한 최적조건을 도출할 목적으로 한국중공업(주)의 1.0MW_{th} 석탄 실험연소로에서 미분탄 연소에 대한 NOx배출과 연소특성을 연구수행 중에 있으며, 본 논문에서는 각 조건에 대해 배기가스를 재순환시켰을 경우의 NOx 배출과 연소율을 고찰하였다.

2. 실험장치 및 방법

한국중공업(주)의 1MW_{th} 석탄 실험연소로는 석탄이송장치, 연소용공기 공급장치, 배기가스처리 설비, 냉각수 공급장치 및 연소로로 구성되어 있다. 버너의 형식은 Core, 1차, 2차공기 및 석탄은 켄(quarl) 내에서 공급되고, 3차공기는 켄 외부에서 4개의 덕트를 통해 공급되는 EASB (externally air-staging burner)형식이다. 배기가스는 2차 및 3차공기 라인에 혼합되어 버너로 공급되며, 재순환 배기가스량은 전체 공기량의 최대 30%까지 공급할 수 있게 설계되어 있다.

실험조건은 Core공기는 공급하지 않고, 2차 및 3차 공기만 조절하여 설정하였으며, 2차공기가 100%인 조건(Mode I)과 2차 : 3차 공기의 비율이 6 : 4인 조건(Mode II)과 4 : 6인 조건(Mode III)으로 하였다. 실험에 사용된 석탄은 호주산 Blair Athol탄으로 공급되는 입자의 크기는 80 μ m 이하의 크기를 가지는 입자가 83.4%로 발전소의 미분탄 입자(역청탄의 경우)는 75 μ m이하가 75%가 되는 탄을 사용하는 것과 거의 유사하다. NOx측정은 화학발광식 분석기(chemiluminescence analyzer, Thermo Environment사 Model 42)를 사용하였다.

3. FGR에 따른 NOx 배출 및 Burnout

Fig.1은 2절에서 설명된 Mode I, II, III에 대해 배기가스 재순환에 따른 NOx배출과 연소율을 나타낸 것이다. 배기가스를 재순환 시키지 않았을 때에는 Mode II가 NOx배출이 가장 높았으며, Mode III가 가장 낮았다. 이것은 3차 공기가 다단공기로 공급되어 NOx발생을 저감시켰기 때문이다. 배기가스 재순환 실험은 각 Mode에 재순환되는 배기가스를 전체 연소공기의 0~30%까지 변화시켰을 때 NOx배출과 연소율의 변화를 고찰하였다.

Mode I은 배기가스 재순환이 NOx저감과 연소율 증대에 큰 영향을 주지 못하고 있으며, NOx 발생이 가장 낮았던 Mode III의 경우에는 연소율과 함께 NOx배출을 증가시키고 있다. 그러나 NOx를 가장 많이 배출했던 Mode II는 연소율 및 NOx배출이 감소되었으며, 특히 배기가스 재순환량이 30%인 경우에는 420ppm으로 낮게 나타났다.

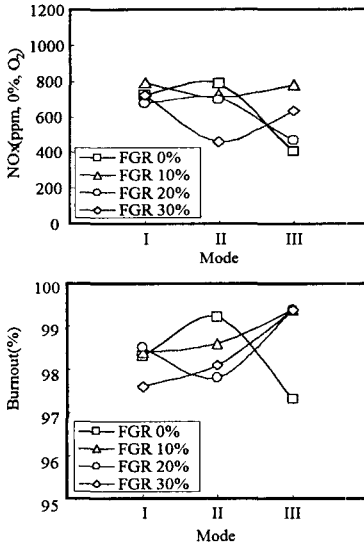


Fig. 1 Effect of FGR on NOx emission and burnout of each operating mode.

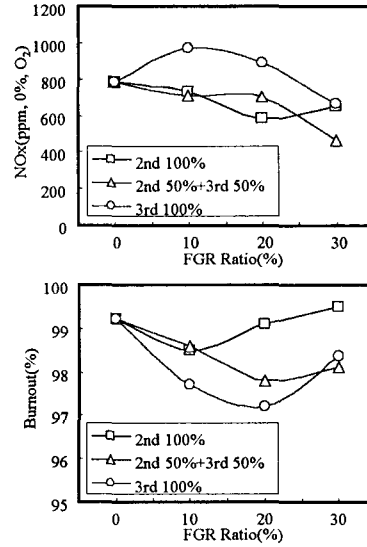


Fig. 2 Effect of recirculated flue gas distribution on NOx emission and burnout of mode II.

Fig.2는 배기가스 재순환에 의해 NOx저감효과가 가장 큰 Mode II에 대해 2차 및 3차 공기에 배기가스의 배분량을 달리 했을 경우의 NOx배출 및 연소율을 나타낸 것이다. 배기가스 재순환량을 3차 공기에만 100% 공급한 조건에서는 NOx저감에 효과를 얻지 못했지만, 2차 및 3차 공기에 균등하게 배분했을 경우에 NOx저감 및 연소율 증대 효과가 큰 것으로 나타났다. 본 연구 결과에서는 배기가스 재순환량이 30%이고, 2차 및 3차 공기에 균등하게 배분한 조건에서 최대 42%정도의 NOx 저감효과를 얻었다.

4. 결론

1.0MW_{th} 실험연소로에서 미분탄 연소시 배기가스를 재순환시켜 NOx배출 변화를 고찰한 결과, 공기다단 등에 의해 최대한 NOx배출이 제어된 조건에서는 배기가스 재순환의 효과를 얻지 못했지만, 상대적으로 NOx배출량이 많았던 조건에서는 최대 42%까지 NOx가 저감되었다.

참고문헌

- 1) H.Maier, H.Splithoff, A.Kicherer, A.Fingerle and K.R.G.Hein (1994) 「Effect of Coal Blending and Particle size on NOx Emission and Burnout」 Fuel, Vol.73 No.9
- 2) U.Schnell, M.Kaess, H.Brodbek (1993) 「Experimental and Numerical Investigation of NOx Formation and its Basic Inter dependency on Pulverized Coal flame characteristic」 Combust. Sci. and Tech., Vol. 93
- 3) 장길홍, 장인갑, 정석용, 선철영, 천무환 (1999) 「미분탄 연소의 NOx저감에 대한 실험적 연구」 대한기계학회 99년도 춘계학술대회(B)
- 4) R.Weber, J.P.Smart and W.J.Phelan (1987) 「NOx Reduction with coal Firing by Application of both Internal Air-staging and Fuel Rich Precombustors」 IFRF Doc. No. F037/a/16