

CT2) 발전용 대형 보일러에서 연소 제어에 의한 질소산화물 저감 NOx Reduction by Combustion Control in Power Plant Boiler

천성남·정진안·전병열·엄희문
한국전력공사 전력연구원 환경그룹

1. 서론

오존경보제가 시행된 이후 오존경보의 발령 횟수 및 발령 지역이 점차 증가하고 있다. 이에 따라 각 지방자치단체에서는 대도시 광화학 스모그 생성의 중요한 원인물질 중 하나로 알려진 질소산화물의 배출을 저감시키기 위해 배출허용기준을 강화하려는 움직임을 보이고 있다.

발전소에서 운영하는 대형 보일러는 고온의 연소영역에서 운전이 이루어지므로 Thermal NOx의 생성이 지배적인 것으로 알려져 있다. 우리공사에서는 발전소 운영에 의해 발생하는 질소산화물 배출량을 최소화하기 위해 Tangential firing, 저 NOx 버너의 채용, 이단 연소장치 및 배기가스 재순환 장치 설치 등과 같은 연소시설의 개선 작업을 통하여 질소산화물 배출농도를 현재 배출허용기준의 약 50% 수준에서 유지하고 있다.

도심에 위치한 서울화력발전소의 질소산화물 배출허용 규제치는 1999년까지는 현재의 대기환경정책법에서 정하고 있는 표준산소농도 4%에서의 배출허용기준인 400 ppm을 적용 받지만 2000년부터는 서울시 조례에 의해 동일 표준산소농도에서 120 ppm 그리고 2004년부터는 50 ppm 이하로 훨씬 강화된 배출허용기준을 적용 받게 된다.

본 고에서는 실제 운전중인 발전용 대형 보일러를 대상으로 연소 제어를 통해서 향후 강화될 질소산화물 배출규제를 만족시키기 위하여 최적운전조건을 도출하기 위한 실험결과를 보고하고자 하는 바, 본 결과는 실 규모의 보일러 운전으로부터 얻어진 현장 자료인 점에 의미가 있을 것으로 판단된다.

2. 연구 방법

본 연구의 대상 발전소인 서울화력발전소는 현재 설비용량 130 MW 의 4호기 와 250 MW 의 5호기가 운전 중으로 이들의 연소방식은 tangentially-fired type과 horizontally opposed wall-fired type이 각각 채용되고 있으며 오염물질배출을 최소화하기 위하여 LNG를 주 연료로 사용한다.

서울화력발전소에서 채용하고 있는 질소산화물 저감 설비로는 배기가스 재순환 장치, 이단 연소 장치, quenching용 steam sprayer등이 설치되어 있으며 본 실험에서는 이들 설비의 이용을 통한 연소제어로 질소산화물 배출허용기준 달성여부를 평가하고, 최적운전조건을 평가하였다.

본 실험에서 수행한 주요 실험내용은 다음과 같다.

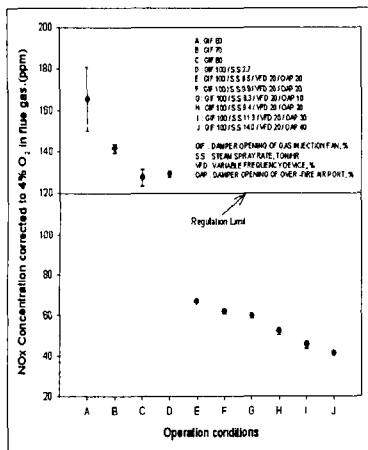
- 출력변화에 따른 질소산화물 배출농도 변화
- 연소 공기량 조정에 따른 질소산화물 농도 변화
- 배가스 재순환장치 개도변화에 따른 질소산화물 농도 변화
- 이단연소장치 운전에 따른 질소산화물 농도 변화
- 로내에 공급되는 steam spray 량에 따른 배기가스 중 질소산화물 농도 변화
- 연소용 공기의 온도 조절에 의한 질소산화물 제어
- 배출규제농도 달성을 위한 최적 운전조건 도출

위와 같은 조건으로 보일러를 운전하면서 공기 예열기 전단 혹은 후단에서 질소산화물 농도를 연속 측정 한 후 발전소 운전기록과 비교하여 보일러 연소상태가 안정된 것으로 판단되는 시간의 자료만을 분석대상자료로 취하였다.

3. 결과 및 고찰

본 실험을 통해 얻어진 중요한 결과는 다음과 같다.

- (1). 현재의 운전조건을 유지하면서 발전출력을 저감시킨 경우 배기가스 중 질소산화물의 농도는 출력감소에 따라 감소하였으며, 특히 배가스 재순환 fan의 damper 개도를 100%로 유지하고 출력을 Full Load의 1/2로 유지한 경우 출력의 감소만으로도 향후 강화될 배출허용기준을 만족시킬 수 있었다.
- (2). 배기가스중의 과잉 산소농도로 측정된 연소용 공기량의 증가에 따른 질소산화물 배출농도의 변화는 과잉산소농도가 증가할수록 증가하였으며, 출력이 높을수록 질소산화물 발생량 변화도 민감하게 영향받는 것으로 나타났다.
- (3). 배기가스 재순환 설비의 운전에 의한 질소산화물 생성 저감법은 보일러 화염안정을 위해 연소용 공기의 조절이 병행되는 현재의 운전방법에 의해서는 그 효과가 줄어드는 것으로 나타났다.
- (4). 공기예열기에서의 부식을 방지하고 연소용 공기를 가열할 목적으로 운전하는 Steam air heater의 가동을 중지시켜 얻게 되는 연소용 공기의 온도 저하는 약 4 °C ~ 8 °C 정도였으며, 이렇게 달성되는 배기가스 중 질소산화물 농도 저감은 3 ppm에서 5 ppm 정도에 그쳤다.
- (5). Quenching 효과에 의해 질소산화물을 저감시키는 steam spray 법으로 향후 강화될 배출규제기준을 만족시킬 수 있었는 바, 각 출력별로 구해진 적정 운전 조건을 그림 1의 (a)와 (b)에 각각 나타내었다.



(a)

(b)

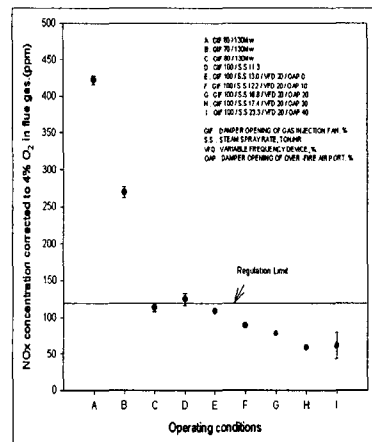


Fig. 1. Results of test to find optimal operating condition where emission concentration meets the NOx regulation limit at (a) 130.0 MW (b) 137.5 MW.