

PE12) Duct Injection 공정에서 SO₂ 흡수와 NO의 부분산화에 관한 연구

Study on the Removal of SO_x and the Partial Oxidation of NO in an Experimental Duct Injection Process

최원길 · 조항대 · 이형근 · 이기한¹⁾ · 장두훈¹⁾

한국에너지기술연구원, ¹⁾(주) 제이텍

1. 서 론

대기환경 개선을 위한 규제의 일환으로 배출농도 규제, 대형배출시설들에 대한 TMS의 설치, 총량규제 등 다양한 규제가 적용되고 있을 뿐만 아니라 청정연료 사용이 의무화되어 있는 지역들이 증가하고 있는 가운데 산업계에서는 향후 청정연료의 고갈에 대비하기 위한 대응책들이 강구되고 있다. 다양한 연료의 사용과 그에 따른 대기배출허용기준 만족을 위한 청정기술 개발이 그것이다. 산업계에서 석탄과 같은 연료를 도입하는 경우 대기오염물질들에 대한 배출 저감이 이루어져야 하는데 기존의 배출저감방법들을 동시에 적용한다면 전체 공정의 거대화화 설치비용 및 운전비용의 상승을 회피할 수 없다. 근래 다양한 동치처리 공정들에 대한 연구가 이루어지고 있으며 일체화 공정을 통해 SO_x, NO_x 분진 및 수은까지도 처리하고자 하는 기술 개발이 이루어지고 있다(이형근, 2003).

본 연구는 이와 같은 일체화 공정에서 SCR 기술을 적용한 NO_x 처리단계의 진단에 설치하여 SO_x를 처리하고 SCR에서의 NO_x 처리를 원활히 하기 위한 부분산화를 동시에 이루기 위한 시도이다. 이를 위해 Duct Injection 공정에서 Ca 흡수제를 이용하여 SO_x를 처리하고 NaClO₂와 같은 산화제를 이용하여 NO의 부분산화를 하고자 하였다.

본 연구에서는 역U자형 모양의 10 Nm³/hr 규모의 실험용 Duct Injection 공정을 설치하였으며 운전실험을 통해 고도의 SO₂ 처리와 NO 부분산화를 최적으로 할 수 있는 조건들을 확립하여 일체화 처리 시스템의 설계자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 방법

10 Nm³/hr 규모의 역U자형 모양의 실험용 Duct Injection 공정은 그림 1과 같이 연소배가스를 생성하여 실험조건에 맞도록 성분을 첨가하는 배가스 공급 및 가열장치, SO₂의 흡수 및 NO의 부분산화가 이루어지는 역U자형 Duct 반응부, 반응생성물 및 미반응 고형 반응제 포집을 위한 백필터, 실험장치 제어 및 계측 장치 등으로 구성되어 있다.

배가스 생성 장치로는 Oil(등유)를 연료로 하는 소형 스팀보일러를 이용하였으며 생성된 배가스에는 실험조건을 만족시킬 만한 유해가스 성분이 포함되지 않을 것이기 때문에 SO₂와 NO 등 유해가스 성분을 첨가한 모사 배가스를 만들어 공급한다. 스팀보일러에서 생성된 스팀의 일부는 Duct 반응기에서 SO₂와 흡수제와의 반응을 활성화 하기 위한 가습용(humidification)으로 이용된다.

Duct 반응기입구의 SO₂ 및 NO 농도와 반응과정에서의 가스의 SO₂ 및 NO 농도를 연속적으로 측정하게 되며 채취된 배가스 sample은 가스 sample conditioner에서 가열 및 냉각과정을 통한 전처리 과정을 거친 후 분석시스템으로 보내 분석하게 된다. 가스채취구마다 설치된 열전대를 이용하여 반응기 내부의 가스 온도 분포를 측정하게 된다.

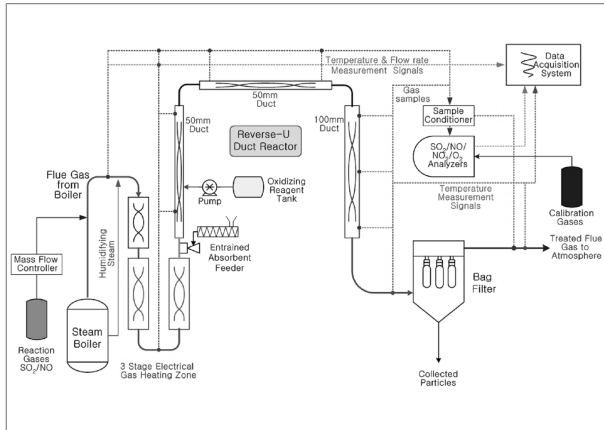


Fig. 1. A schematic diagram of the experimental duct injection process.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 가스온도 250℃ 조건에서 덕트반응기내에서의 체류시간에 따른 SO₂ 제거율의 변화를 나타낸 것으로 체류시간이 4초에 이르면 더 이상의 SO₂ 제거효율 변화는 크지 않음으로 실제 공정에서는 4초 정도의 체류시간을 부여할 수 있도록 설계가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

그림 3은 Ca/S 몰비에 따른 SO₂ 제거효율을 비교한 것으로 Ca/S 몰비에 비례함을 알 수 있었고 가스체류시간에 따라서는 SO₂ 제거효율이 큰 변화가 없음을 알 수 있다. 참고로 백필터 영역에서는 백에 형성되는 흡수제의 케이크층의 영향으로 SO₂ 제거효율이 현격히 증가함을 알 수 있다. 본 연구의 결과는 일체형 시스템의 일부에 적용하기 위한 것이므로 백필터에서의 탈황효과에 큰 의미를 부여할 수는 없으나 건식 Duct injection 공정이 독립적으로 활용되는 경우 백필터는 필수적인 장치이면서 SO₂ 제거효과도 추가할 수 있게 된다.

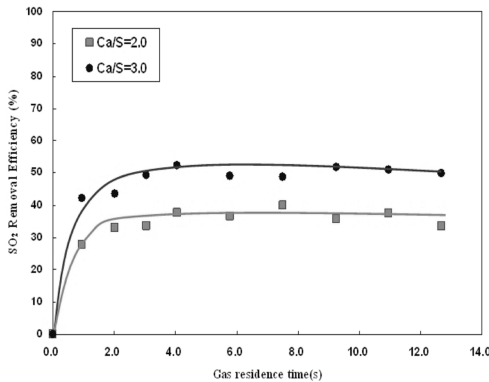


Fig. 2. Effect of gas residence time on SO₂ removal efficiency.

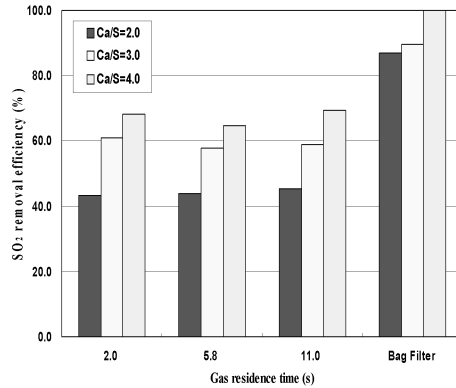


Fig. 3. Effect of Ca/S ratio SO₂ removal efficiency.

참고 문헌

- 이형근 (2003) Fly ash를 이용한 흡수제의 SO₂/NO_x 동시제거-화학공학회, 41(3), 403-409.
 Lee, H.-K. et al. (2006), Simultaneous removal of SO₂ and NO by wet scrubbing using aqueous chlorine-dioxide solution, Journal of Hazardous Materials, B135, 412-417.