

PE4) DTF를 이용한 탈황 및 질소산화물 부분산화 반응에 관한 연구

Study on the Effect of Absorbent on Desulfurization and Partial Oxidation of Nitrogen Oxide Using DTF

서정학 · 안영모 · 조항대 · 박영성¹⁾ · 이형근
한국에너지기술연구원, ¹⁾대전대학교 환경공학과

1. 서 론

각종 산업체와 중·소형소각로에서 배출되는 유해 배가스에는 SO₂, NO_x, HCl, VOCs 등 다양한 종류의 대기오염물질이 함유되어 있어 단일 설비나 단일 기술로는 이들을 점점 강화되는 규제에 맞추어 효과적으로 제어하기에는 어렵다. 따라서 최근에는 흡수제 개발이나 기존 시스템들의 결합을 통해 다양한 종류의 대기오염물질을 동시에 처리하기 위한 노력이 활발히 진행되고 있다(이형근, 2003). 이런 방법 중 하나는 복합흡수제를 이용하여 유입되는 가스 중의 SO₂를 제거하며 NO의 일부를 산화시켜 Selective Catalytic Reduction(SCR) 반응을 용이하게 하는 것이다. SCR 반응은 환원제와 반응을 하는 NOx 중에 NO₂의 양에 따라 세 가지 다른 반응으로 분류할 수 있는데, fast SCR 반응은 NO:NO₂의 비가 1:1 인 경우에 일어나며 Standard SCR 반응보다 반응온도가 낮고 촉매 반응기의 공간속도가 큰 조건에서도 높은 탈황율을 보인다(홍성호, 2007).

본 연구에서는 기존 탈황공정에서 NO를 일부 산화시키기 위해 흡수제 단위부피당 큰 표면적을 제공하는 다공성 지지체를 기반으로 하여 알칼리도와 산화특성을 부여한 “NO 산화촉진 복합흡수제”를 제조하였고 이를 이용하여 150~300℃ 공정조건에서 NO의 부분산화와 탈황에 관한 연구를 하였다.

2. 연구 방법

사용된 실험장치는 그림 1에 나타난 바와 같이 가스 예열기, 석회석 공급장치, DTF, 가스 공급장치, 반응물 포집 및 가스 분석장치, 데이터 수집장치로 구성되었다. 내부 반응기 튜브는 내열성을 지닌 고순도 Alumina로 만들어 졌으며, 내경과 길이는 각각 50mm, 1200mm이고 두께는 5mm이다. 석회석 분말 공급장치(화인테크닉스, Model: ROVO Feeder)를 이용하여 분말 상태의 석회석을 반응기 내부로 공급하였으며, 공급장치에서 토출된 석회석 분말은 운반가스(Carrier gas)를 이용하여 DTF 상부의 중심부분을 통하여 내부로 공급된다. 운반가스는 반응가스의 주요 성분인 CO₂ 가스를 이용하였다. CO₂, O₂, SO₂ 가스를 MFC(Mass Flow Controller, Model: 5850E)를 이용하여 실험 조건에 맞는 가스 농도를 설정하여 반응기 내부로 공급하였고, 각 기체는 Gas Mixing Zone에서 혼합된 후 가스 예열기를 거쳐 반응기 튜브의 상부로 공급된다. 고체 금속필터를 이용하여 반응에 의해 생성된 입상물질들은 제거하였으며, 반응가스는 Sample conditioner(우리환경기술, Model: We-GSC 4P)에서 반응기체의 수분과 분진이 제거된 후 분석 장치로 보내어 졌으며, 각 가스의 농도는 가스 분석기(Siemens, Model: Ultramat 23)를 이용하여 실시간으로 연속적으로 측정되었다.

본 연구의 실험조건은 가스 유량은 10L/min, 반응기 온도는 150~300℃, Ca/S는 2~3, 석회석 공급속도는 0.07~0.122g/min이었으며, 석회석 평균입도는 45 μ m이다. CO₂, O₂, SO₂ 가스 농도는 각각 12%, 6%, 1000ppm이었다.

3. 결과 및 고찰

그림 2와 그림 3에서 수분농도가 증가 할수록 SO₂ 제거효율은 증가하였으며, 이는 SO₂는 용해도가 큰 기체이므로 유입가스 내 수분이 존재하면 일차적으로 수분에 흡수된 후, 흡수제와 반응을 하므로 SO₂ 제거효율이 증가하게 된다(Lee, 2006).

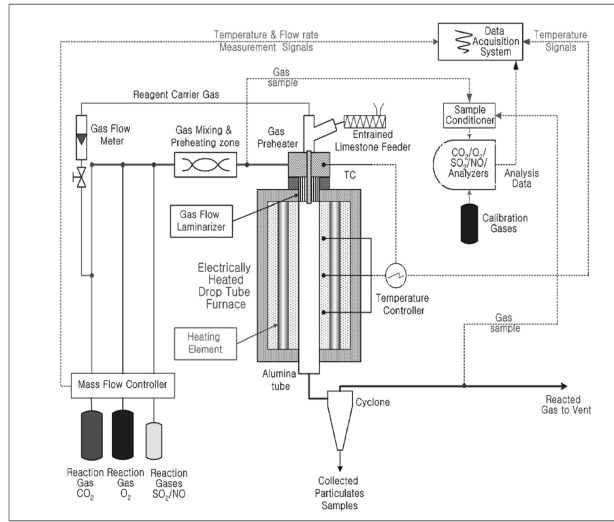


Fig. 1. Schematic diagram of oxy-fuel combustion for desulfurization.

그림 2은 반응온도 150℃에서 수분의 농도에 따른 SO₂ 제거효율을 나타낸 것으로 수분농도가 증가함에 따라 SO₂ 제거효율은 증가하였으며, Ca/S=3.0인 경우에 수분농도가 5%에서 20%로 증가한 경우에 제거효율은 34% 증가하였다. 그림 3은 그림 2와 동일한 조건에서 반응온도 300℃인 조건에서 실험한 결과로서 그림 2와 비슷한 경향을 보였으나 Ca/S ratio에 관계없이 반응온도 150℃인 조건에 비해 SO₂ 제거효율의 증가율은 감소하였다.

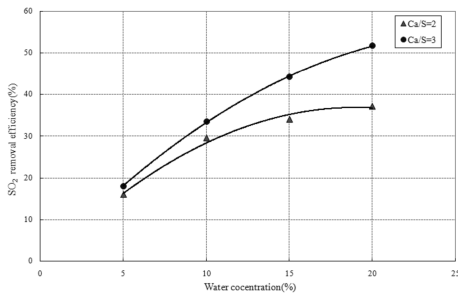


Fig. 2. Effect of Ca/S and water Concentration on SO₂ removal efficiency(Qg=10L/min, O₂=6%, CO₂=12%, SO₂=1000ppm, Temp.=150℃).

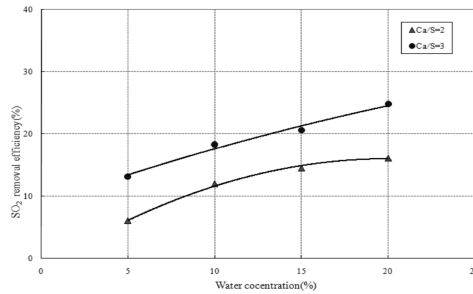


Fig. 3. Effect of Ca/S and water Concentration on SO₂ removal efficiency(Qg=10L/min, O₂=6%, CO₂=12%, SO₂=1000 ppm, Temp.=300℃).

참고 문헌

- 이형근 (2003) Fly ash를 이용한 흡수제의 SO₂/NO_x 동시제거, 화학공학회, 41(3), 403-409.
 홍성호 (2007) 배기가스 탈질기술(CSR)의 연구동향과 나노촉매, 한국과학기술정보연구원 Nano Weekly, 243, 1-5.
 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.