

PE16) 망간계 SCR 촉매의 SO₂에 의한 영향 및 조촉매 혼합비율에 의한 NO 제거 특성

Characteristics of NO Conversion of SCR Manganese Catalysts by Effect of SO₂ and Mixing Ratio of Cocatalysts

박영옥¹⁾ · 박현진^{1,2)} · 손종렬²⁾

¹⁾한국에너지기술연구원 청정화석연료연구센터, ²⁾고려대학교 보건과학대학

1. 서 론

화석연료의 연소로부터 배출되는 질소산화물은 황산화물과 함께 산성비의 원인으로 건축물의 부식, 토양과 수질의 오염을 야기하며 온실효과(N₂O)를 발생시키는 등 대기오염의 주 원인으로 알려져 있다. 소각로나 발전설비에서는 이러한 질소산화물과 입자상 오염물질이 동시에 발생하며 석탄, 중유화력 발전소의 황 함유연료 연소 시 SO₂의 배출은 필연적이고, 이러한 SO₂는 촉매의 피독·활성저하 및 장치를 부식 시키거나 막힘을 유발하여 촉매의 내구성에 문제를 가져온다. 또한 배가스 중에는 적게는 2~20%까지의 수분이 포함되어 있으며 저온영역에서의 활성의 저하는 수분에 의한 inhibition으로 알려져 있다. 이처럼 발전소에서 배출되는 대기유해물질 중 대표적인 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 미세먼지 등을 동시 제거하기 위해 일체형 연소배가스 처리장치를 설계하였다. 장치 전단에는 황산화물을 제거하기 위한 Turbo-FGD를 설계하고, 후단에는 질소산화물과 미세먼지의 동시처리가 가능한 DDN-system(De-NO_x, De-Dust)을 설계하였다. DDN-system은 망간계 촉매를 담지한 세라믹 필터를 사용함으로써 미세먼지와 질소산화물을 동시 제거하고, 질소산화물의 처리기술은 가장 널리 사용되고 있는 선택적 촉매환원법(Selective Catalytic Reduction, 이하 SCR이라 칭함)을 이용하였다.

이에 따라 본 연구에서는 망간계촉매를 이용하여 SO₂ 및 수분에 의한 영향을 조사하고, 조촉매를 비율별로 첨가하여 반응활성을 알아보았다.

2. 연구 방법

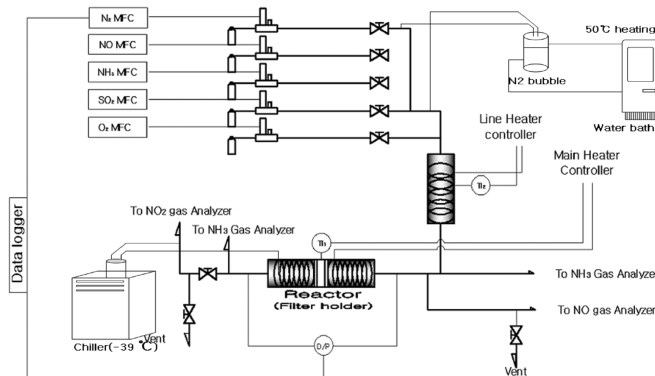


Fig. 1. Schematic diagram of catalytic filter test unit.

실험장치는 그림 1과 같이 NO, N₂, O₂, NH₃, SO₂의 각 실린더로부터 질량유량계(MFC)를 사용하여 유량을 조절하였다. 또한, 수분의 공급은 질소가 bubbler를 통하여 수분을 함유 반응기에 주입되도록 하였으며, 이 때 공급되는 양을 일정하게 하기 위하여 이중 jacket 형태의 bubbler 외부에 circulator를 이용

하여 일정온도(50℃)의 물을 순환시켰다. 반응물과 생성물의 농도를 측정하기 위하여 NO는 비분산 적외선 가스분석기(ULTRAMAT 23)를 사용하였으며, 분석기로 유입되기 전 Gas의 수분은 cold trap bath에서 제거시킨 후 유입하였다.

실험조건은 표 1에 나타냈으며, 촉매의 첨가 조성비는 표 2에 나타내었다.

Table 1. Experimental conditions.

| Conditions | Value |
|---------------------------------|-----------------------|
| Inlet NO conc. | 250ppm |
| O ₂ conc. | 5% |
| H ₂ O conc. | 6% |
| SO ₂ conc. | 150ppm |
| NH ₃ /NO molar ratio | 1 |
| Temperature | 300℃ |
| GHSV | 10,000h ⁻¹ |

Table 2. Catalyst Component Ratio.

| Catalyst NO. | (MnO ₂ Complex: V ₂ O ₅ / TiO ₂ Complex) Ratio |
|--------------|--|
| T-1 | 6 : 4 |
| T-2 | 7 : 3 |
| T-3 | 8 : 2 |
| T-4 | 5 : 5 |
| T-5 | 9 : 1 |
| T-7 | 4 : 6 |
| T-8 | 3 : 7 |
| T-9 | 2 : 8 |
| T-10 | 1 : 9 |
| A-1 | 0 : 100 |

실험은 먼저 NO, NH₃, O₂, N₂를 투입하여 정상상태에 도달 후 각각 SO₂와 H₂O를 투입하며, 이 후 생성물의 농도가 일정해 질 때까지 지속시키고 농도변화를 측정하였다. 촉매의 반응활성은 NO_x의 제거효율로 나타내었으며 다음과 같이 정의하였다.

$$\text{NO}_x(\text{con, \%}) = \frac{C_{\text{반응전 NO}_x} - C_{\text{반응후 NO}_x}}{C_{\text{반응전 NO}_x}} \times 100$$

3. 결과 및 고찰

망간계 촉매와 V₂O₅/TiO₂ 촉매의 합성 비율과 시간에 따른 NO 전환율을 그림 2에 나타내었다. 300℃ 온도조건에서 NO 전환율은 약 70~90%의 효율을 보이며, 시간이 지남에 활성이 줄어들음을 보이나 약 3시간 이후부터는 안정되었다. 촉매의 합성 비율에 따라 각각 효율의 차이를 보이며, 300℃ 온도기준에서 MnO₂의 비율이 높을수록 NO전환율도 비례하여 효율이 높음을 알 수 있었다.

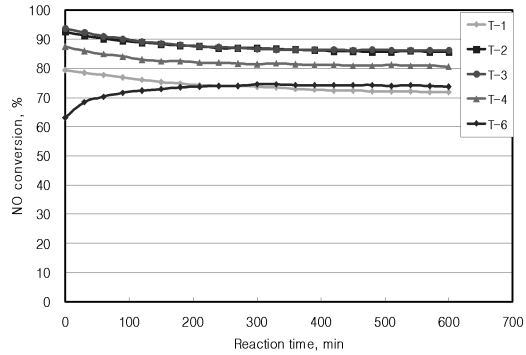


Fig. 2. NO conversion efficiency as a function of reaction time.

사 사

본 연구는 지식경제부의 2009년도 전력산업연구개발사업의 일환으로 지원되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

박영욱 등 (2009) 저비용 고효율 건식 배가스 처리용 One-touch형 촉매필터 및 일체형 촉매여과시스템 상용화 개발, 차세대 핵심환경기술개발사업 최종보고서, 환경부.