

## PE13) 일체형 연소배가스 처리장치의 순환형탈황장치에서 황산화물의 제거성능 특성

### Removal Characteristics of the Sulfur Oxides in Turbo FGD

박 영 옥 · 노 학 재

한국에너지기술연구원 청정화석연료연구센터

#### 1. 서 론

화력발전소에서 배출되는 대기유해물질 중 대표적으로 황산화물(SO<sub>x</sub>)과 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 미세먼지 등을 선택할 수 있다. 이를 제거하기 위해 현재 대부분 화력발전소의 후단에 설치된 대기오염 방지설비로는 황산화물을 제거하기 위한 배연탈황공정(FGD), 질소산화물을 제거하기 위한 선택적촉매환원공정(SCR), 미세먼지를 제거하기 위한 전기집진장치(ESP)가 있다. 그러나 유해물질들을 제거하기 위해 설치된 각각의 공정으로부터 넓은 장치면적의 소요 및 동력의 소비가 발생하는 문제점이 있다. 이러한 현공정의 문제점을 해결하기 위해 장치 전단에 황산화물을 제거하기 위한 순환형 배연탈황장치(Turbo-FGD)를 설치하고 후단에는 원심여과원리와 여과집진원리를 하나의 장치로 융합시켜 질소산화물과 미세먼지를 동시처리가 가능한 DDN-system(De-NO<sub>x</sub>, De-Dust)를 설치하여 기존의 장치를 융합한 일체형 연소배가스 처리장치를 제작하였다. 일체형 연소배가스 처리장치의 원리는 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, 미세먼지가 동시에 유입되면 전단에 설치된 Turbo-FGD에서 장치 후단에 설치된 DDN-system내에 설치된 저밀도 다공성 세라믹필터에 담지된 촉매의 피독을 방지하기 위해 흡수제와의 반응을 통해 일차적으로 SO<sub>2</sub>를 제거한다. 유입된 흡수제는 Turbo-FGD후단에 이형싸이크론에 일부가 포집되어 Turbo-FGD로 재순환하며, 일부의 미반응 흡수제와 미세먼지는 촉매담지 다공성 저밀도 세라믹필터 표면에서 포집되며 일부의 SO<sub>2</sub>도 미반응 흡수제에 의해 제거된다. DDN-system의 특징은 장치상단에 설치된 촉매담지 다공성 저밀도 세라믹필터의 먼지부하량을 저감을 위해 장치 하단의 먼지 유입구를 집선유입방식으로 설계하여 원심력에 의해 입경이 큰 먼지들을 1차적으로 포집시키도록 설계하였다. NO<sub>x</sub>와 미세먼지의 동시제거 특성은 일체형 촉매여과장치의 운전을 통해 그 성능을 확인하였으며, 이에 대한 결과를 토대로 DDN-system을 설계하였다.

이에 따라 본 연구에서는 일체형 연소배가스 처리장치에서 SO<sub>2</sub>를 제거하기 위해 장치 전단에 설치된 Turbo-FGD를 통해 Ca/S ratio에 따른 SO<sub>2</sub>의 제거효율 특성 및 Turbo-FGD 압력손실 특성, 흡수제 재순환을 위해 Turbo-FGD 후단에 설치된 이형싸이크론의 압력손실 특성 등을 분석하였다.

#### 2. 연구 방법

일체형 연소배가스처리장치의 개략도를 그림 1에 나타내었다. 실험장치는 hot gas 발생부분, 실험용 흡수제 정량공급 및 분산부분, SO<sub>2</sub>를 제거하기 위한 Turbo-FGD 부분, 흡수제 재순환 부분, NO<sub>x</sub> 및 미세먼지를 동시제거하기 위한 DDN-system 부분, 청정가스 배출 부분, 탈진용 압축공기 생산 및 정제부분, 탈진공기저장 및 분사조절부분, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> 주입부분으로 구성되어있다. SO<sub>2</sub>를 제거하기 위한 Turbo-FGD의 본체부분의 길이는 4,000mm, 직경은 500mm로서 SO<sub>2</sub>를 효과적으로 제거하기 위해 반응기 내에 직경 3mm의 Glass bead를 반응기 직경의 1:1 비율로 충전하여 흡수제와의 유동화를 시켰으며, 이와 동시에 반응기 상단에 물 분사 노즐을 설치하여 유량 조절을 통해 유입되는 SO<sub>2</sub>를 제거하도록 설치하였다. 실험용 흡수제는 일반 배연탈황공정에서 주로 사용되는 소석회(Ca(OH)<sub>2</sub>)를 사용하였으며, 중간입자크기(mass mean diameter)는 16.78 $\mu$ m, BET 분석을 통한 흡수제의 비표면적은 18.0455m<sup>2</sup>/g이다.

Turbo-FGD의 유량은 14.85m<sup>3</sup>/min, 내부온도는 350 $^{\circ}$ C, 반응기 내의 물 분사유량을 1.8 l/min, SO<sub>2</sub>의 유입농도는 500ppm으로 설정하여 질량유량조절기(mass flow controller. Brooks CO.)를 통해 일정량을

유입시켰으며, 가스농도의 측정을 연소가스 분석기(MADUR, model PHOTON)를 사용하여 Ca/S ratio에 따른 SO<sub>2</sub>의 제거효율을 살펴보았다. 표 1에 실험조건을 나타내었다.

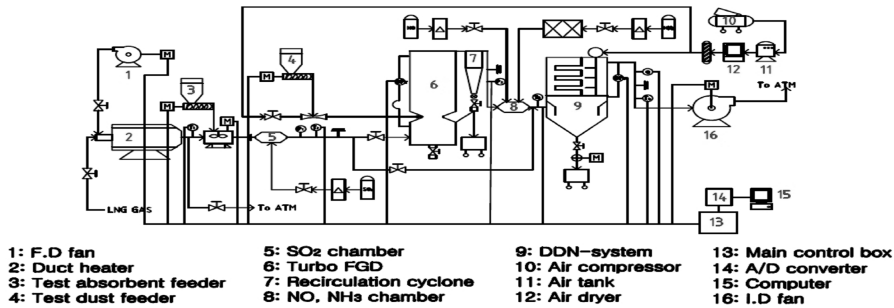


Fig. 1. Schematic diagram of experimental setup.

Table 1. Experimental conditions for SO<sub>2</sub> removal test.

Conditions	Value
Test unit	Turbo-FGD, Recirculation cyclone
Flow rate	14.85m <sup>3</sup> /min
Operating temp.	350 °C
SO <sub>2</sub> inlet concentration	500ppm
absorbent	Ca(OH) <sub>2</sub> (Dp mean: 16.78μm)
Ca/S ratio	1, 2, 3
Flow rate of water injection	1.8 ℓ /min

### 3. 결과 및 고찰

Turbo-FGD의 유량별 압력손실 변화경향을 그림 2에 나타내었다. 유량이 증가함에 따라 Turbo-FGD 내에 충전되어 있는 bed material의 유동화로 인해 12m<sup>3</sup>/min의 조건에서부터 압력손실이 증가하였으나, 350°C의 조건에서 평균 160mmH<sub>2</sub>O를 유지함을 알 수 있었다.

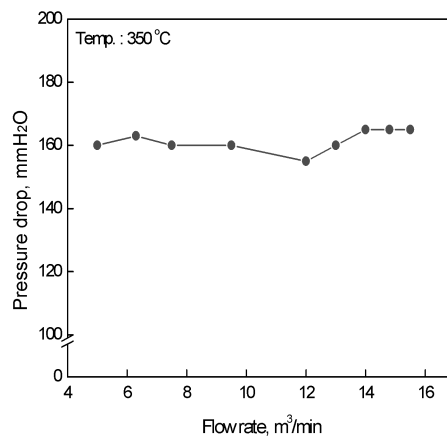


Fig. 2. Pressure drop along the flow rate.

## 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.