

PA2) 고온용 하이브리드형 배연탈황장치에서 황산화물 및 붕소화합물의 제거성능 특성

Simultaneous Removal Characteristics of SO_x and B₂O₃ in Turbo-FGD[®]

박영옥 · 박현진 · 박명렬 · 손종렬¹⁾ · 김용하²⁾

한국에너지기술연구원 청정화석연료연구센터, ¹⁾고려대학교 환경보건학과,

²⁾부경대학교 화학공학과

1. 서 론

일반적으로 화석연료 연소배가스 또는 폐기물소각 배가스 중에 함유된 황산화물(SO_x)을 제거하기 위해서 반건식 탈황장치(semi-dry reactor) 또는 습식탈황장치를 사용하고 있다. 반건식 탈황장치는 탈황율을 향상시키기 위해 배가스를 160℃ 이하로 유지해야 하고, 흡수제의 탈황장치 내벽에 고착을 위해 주기적인 보수가 필요하다. 또한 습식탈황장치는 탈황용 공업용수와 폐수처리가 필요하며 처리후 배가스의 온도가 낮아 다시 가열하여 대기중으로 배출해야 한다. 따라서 이와같은 문제점을 해결하기 위하여 350℃ 이상의 고온 배가스중에 함유된 황산화물을 효율적으로 제거하기 위해 고온용 하이브리드형 배연탈황장치(Turbo-FGD[®])를 개발하였고, 고온조건에서도 SO₂ gas의 흡수율이 우수한 고온용 흡수제를 개발하였다(박영옥 등, 2009). 창문유리, 판유리, 자동차유리, 병 유리, 전구용 유리 등을 제조하는 유리용해로에서 배출되는 유해물질은 입자상물질, 황산화물(Sulfur oxide), 질소산화물(Nitrogen oxide), 붕소산화물(Boron trioxide), 일산화탄소(Carbon Monoxide), HF, HCl 등으로서 특히 붕소산화물(B₂O₃)은 공정상 고온의 가스상 물질에서 대기중으로 배출 시 온도저하로 인해 입자상 물질로 변하여 백연현상이 나타나고 있으며, 공장주변 녹지 및 주차장 등 표면에 백색입자상 물질로 도포되는 문제점을 안고 있다. 유리용해 배가스를 처리하기 위해서는 일반적으로 황산화물을 제거하기 위해 stabilizer, 입자상물질을 제거하기 위해 전기집진장치 또는 bag filter를 사용하고 있다.

본 연구에서는 유리용해 배가스 중에 함유된 황산화물과 붕소화합물의 동시 제거 특성을 관찰하기 위해 본 연구에서 개발한 고온용 하이브리드형 배연탈황장치에서 흡수제와 운전조건의 변화에 따라 SO₂와 B₂O₃의 제거특성을 고찰하였다.

2. 연구 방법

일체형 연소배가스 처리장치의 개략도를 그림 1에 나타내었다. 실험장치는 대략 Hot gas 발생부분, 실험용 흡수제 정량공급 부분, 물 분사 부분, SO₂ 주입 부분, B₂O₃ 정량공급 부분, B₂O₃ 포집을 위한 sampling 부분, SO₂ 및 B₂O₃를 제거하기 위한 고온용 하이브리드형 배연탈황장치(Turbo-FGD[®]) 부분, 흡수제 재순환을 위한 cyclone부분, NO 및 미세먼지를 동시제거하기 위한 탈진/탈질장치부분으로 구성되어 있다. SO₂ 및 B₂O₃를 제거하기 위한 Turbo-FGD[®]의 본체 길이는 4,000 mm, 직경은 500 mm로서 SO₂ 및 B₂O₃의 효과적 제거를 위해 반응기 내 직경 2 mm의 층물질을 충전하여 흡수제와의 유동화를 시켰으며, 이와 동시에 반응기 상단에 물 분사 노즐을 설치하였다. 실험용 흡수제는 일반 배연탈황공정에서 주로 사용되는 소석회(Ca(OH)₂)를 사용 하였으며, 중간 입자크기(mass mean diameter)는 16.78 μm, BET 분석을 통한 흡수제의 비표면적은 18.0455 m²/g 이다.

Turbo-FGD[®]의 유량은 12 m³/min, 내부온도는 350℃, 반응기 내의 물 분사유량을 0.4 ℓ/min, SO₂의 유입농도는 500 ppm으로 설정하여 질량유량조절기(mass flow controller, Brooks CO.)를 통해 일정량을 유입시켰으며, 가스농도의 측정은 연소가스 분석기(MADUR, model PHOTON)를 사용하여 SO₂의 제거 효율을 살펴보았다. 또한 B₂O₃의 유입농도는 500 ppm으로 설정하여 주입(RULK SOLIDS METERING)하고 Turbo-FGD[®]후단과 탈진/탈질장치 후단에서 각각 stack sampler를 이용하여 thimble filter에 시료

를 포집하였다. Boron의 성분분석은 ICP-OES(Perkin-Elmer, Co., U.S.A)로 정량분석하여 Boron의 제거효율을 산출하였고, 표 1에 실험조건을 나타내었다.

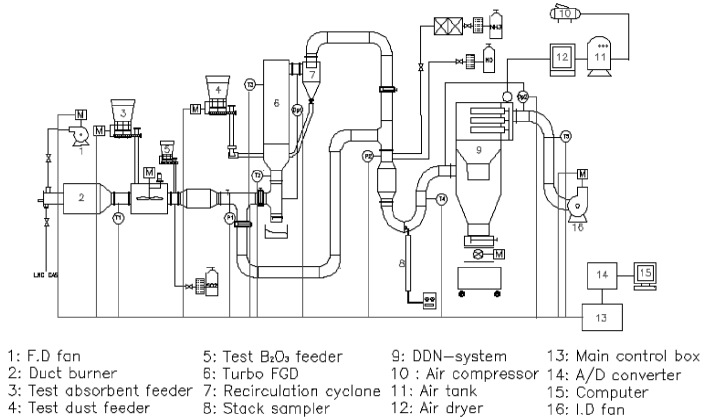


Fig. 1. Schematic diagram of experimental setup.

Table 1. Experimental conditions for SO₂ and B₂O₃ removal test.

Conditions	Value
Test unit	Turbo-FGD [®]
Flow rate	12 m ³ /min
Operating temp.	350 °C
SO ₂ inlet concentration	500 ppm
B ₂ O ₃ inlet concentration	500 ppm
absorbent	Ca(OH) ₂ (Dp mean: 16.78 μm)
Ca/S ratio	1.3
Flow rate of water injection	0.4 ℓ/min
Glass beads	10 kg

3. 결과 및 고찰

SO₂와 B₂O₃의 제거효율은 Ca/s ratio 1.3, water injection 0.4 ℓ/min의 조건으로 일정하게 유지시키고 6시간 동안 운전한 결과 SO₂의 제거효율은 약 98% 이상을 나타냈다. 각 sampling spot에서 Boron의 성분은 탈진/탈질장치 후단과 Turbo-FGD[®] 후단에서는 Boron의 성분이 전혀 검출되지 않았다. 흡수제와 물을 공급하는 조건에서 Turbo-FGD[®]의 B₂O₃ 제거효율 약 98.2%, 흡수제와 물 주입을 하지 않은 조건에서 약 74.9%를 나타내었다. 흡수제와 물의 주입 없이 Turbo-FGD[®]에서 B₂O₃ 제거효율이 74.9%로 나타난 것은 Boron이 흡수제에 흡착된 것으로 추정되어 추후 실험 시 Turbo-FGD[®]내부에 침적된 B₂O₃ 혼합물의 분석 및 검토가 필요하다.

사 사

이 연구는 지식경제부 전력·원자력연구개발사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

박영옥 등 (2009) 화력발전소 배출 대기오염물질 동시처리를 위한 일체형 대기정화 시스템 개발, 처리용 One-touch형 촉매필터 및 일체형 촉매여과시스템 상용화 개발, 지식경제부 전력·원자력연구개발사업 1차년보고서.