

## 4A2) 백필터에서의 Multi-Pollutants 제어특성 Simultaneous Control of Multi-pollutants in a Bagfilter

윤성한 · 이상권  
 한국의국어대학교 환경학과

### 1. 서론

기존의 단일설비나 기술로는 발전소, 소각시설 및 화학 산업공정 등에서 다량으로 발생되고 있는 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl, 분진 등의 다양한 종류의 대기오염물질들을 강화된 규제에 맞추어 효과적으로 제어하기에는 어려움이 있다. 따라서 대기오염 방지시설을 신설하거나 기존의 설비를 확장하여야 할 실정이며 이러한 배기가스 처리공정은 시설비, 운전비가 과다하게 필요할 것으로 예상된다. 이러한 점을 개선하기 위해 국외뿐만 아니라 국내에서도 흡수제의 개발이나 기존 시스템들의 결합 통해 다양한 종류의 대기오염물질을 동시에 처리하기 위한 노력이 활발히 진행되고 있다. Bagfilter를 이용한 다양한 오염물질을 동시에 처리하는 기술은 그러한 연구들 중의 하나이다.

따라서 본 연구의 최종 목표는 분진의 집진효율이 높은 기존의 백필터를 이용하여, 미세분진은 물론 가스상 오염물질(SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl등)을 동시에 처리할 수 있는 기술을 개발하는 것이다. 그리하여 본 연구의 목적은 필터 cake의 두께, 반응온도, 흡수제종류, 반응속도 등이 가스상 오염물질들의 제거효율에 미치는 영향의 정도를 정량적으로 살펴보고자 한다.

### 2. 연구 방법

본 실험장치는 모사가스 주입, 반응기, 측정단계로 구성되었다(Fig. 1). 반응기는  $\phi 47\text{mm}$  filter가 내부에 설치된 직경 11.5cm, 높이 20cm의 원통형 모양으로 제작되었다. 먼저 반응기내에 고체상태의 흡수제를 주입하고 furnace를 이용 온도(70~200°C)를 조절한다. 이 후 모사가스를 주입하는 순서로 실험을 실시하였다. 유입 가스는 가스혼합 주입장치를 통해 완전 혼합된 상태로 주입한다. 흡수제는 Ca(OH)<sub>2</sub>, NaClO<sub>2</sub>, NaOH를 각각 또는 혼합하여 0.7~3.2cm의 두께로 cake화 하였다. 반응된 가스는 반응기 하단부의 배출라인을 통하여 냉각장치(수분제거)로 유입된다. 냉각장치를 통과한 가스는 유량계에서 일정유량으로 조절되어 Teflon 튜브를 통해 가스분석기로 보내진다. 반응기 내부의 온도, 압력 및 유입/유출부의 가스 농도는 연속측정 하였으며, 이렇게 측정된 데이터는 RTG-DAS data acquisition system을 통하여 컴퓨터에 자동으로 저장된다.

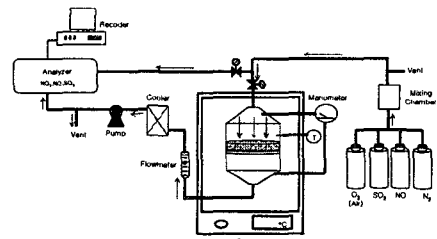


Fig. 1. Schematic diagram of a bench-scale for combined control of multi-pollutants in a bagfilter.

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 SO<sub>2</sub>/NO의 동시 제거에 있어 높은 효율을 보이고 많은 연구가 이뤄지고 있는 NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, NaClO<sub>2</sub>를 입자 상태로 실험한 결과이다. NO는 NaClO<sub>2</sub> 1.7cm(100g), 3.2cm(200g)의 두께로 실험했을 경우는 100%에 가까운 제거효율을 보였고 NaClO<sub>2</sub>와 Ca(OH)<sub>2</sub>를 1:1로 혼합하여 3.2cm의 두께로 실험했을 때 90%이상의 제거효율을 관찰하였다. 반면 Ca(OH)<sub>2</sub>만을 사용하였을 때와 Ca(OH)<sub>2</sub>와 NaOH를 혼합 사용하였을 때는 10~20%의 제거효율을 보였다. 이때 NaOH는 130°C에서 용액상태로 바뀌어 증발하기 때문에 NO의 제거효율에 영향을 주지 못하였다. 이 실험을 통해 NaClO<sub>2</sub>가 NO제거효율에 가장 효과적임을 알 수 있었다.

NaClO<sub>2</sub>와 Ca(OH)<sub>2</sub>의 비율을 달리하며 NO와의 반응에 대해 관찰하였다(Fig. 3). NaClO<sub>2</sub> 10g과 Ca(OH)<sub>2</sub>

190g을 혼합하여 실험을 하였을 때 50%로 가장 낮은 제거효율을 보였지만, NaClO<sub>2</sub> 50g이상을 혼합한 실험에서는 80%이상의 제거효율을 볼 수 있었다. NO<sub>2</sub>의 경우 모두 50ppm 이하로 나타났다.

흡수제 중 제거효율이 가장 좋은 NaClO<sub>2</sub>에 관해 실험을 계속 실시하였다. 반응기의 온도가 110~150℃ 사이에서 90%이상의 NO 제거효율을 보였고 130℃, 150℃에서는 100%에 가까운 제거효율을 관찰할 수 있었다(Fig. 4). 하지만, 200℃에서는 흡수제가 응집되는 현상을 보이면서 제거효율이 급격히 감소되었다. NO<sub>2</sub>는 70~130℃에서 100ppm, 150℃에서는 30ppm이 발생했다.

배연가스중의 O<sub>2</sub>(0%, 5%, 12%)농도에 따라 어떠한 제어 특성이 있는지 살펴보았다(Fig. 5). SO<sub>2</sub>는 O<sub>2</sub>농도가 0%일때 제거율이 100%로 나타났고 5%일때와 12%일때는 각각 96%와 93%로 조금씩 낮아졌다. NO<sub>2</sub>는 12%에서 초반에 100ppm까지 발생하였으나 시간이 경과됨에 따라 약 50ppm으로 유지되는 것을 볼 수 있었다. 5%에서도 50ppm정도 발생하였다. SO<sub>2</sub>와 NO<sub>2</sub>는 O<sub>2</sub>농도에 큰 영향을 받지 않았지만 NO의 경우 O<sub>2</sub> 농도를 12%로 하였을 때 약 90%의 제거효율로 10%이상 상승하는 것을 볼 수 있었다.

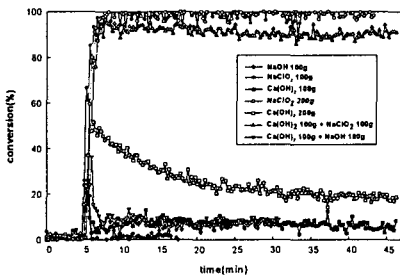


Fig. 2. Effect of sorbent type on NO conversion. (operating condition :130℃, 900ppm NO, and 1m/min)

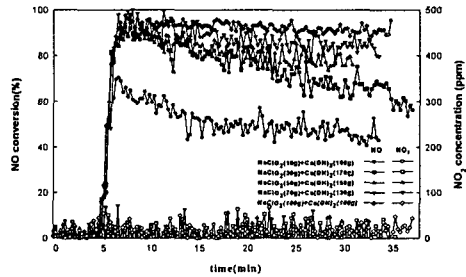


Fig. 3. Effect of sorbent quantity on NO conversion. (operating condition : 900ppm NO, 130℃ and 1m/min)

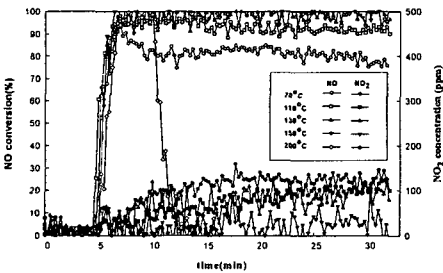


Fig. 4. Effect of reactor temperature on NO conversion. (operating condition : 900 ppm NO, NaClO<sub>2</sub> (100g) and 1m/min)

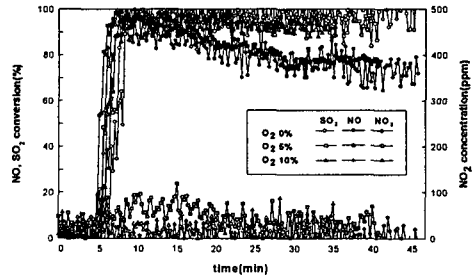


Fig. 5. Effect of oxygen concentration on NO conversion. (operating condition : Ca(OH)<sub>2</sub> (130g) + NaClO<sub>2</sub>(70g) 3.2cm, 900ppm NO, 130℃ and 1m/min)

## 참고 문헌

- Strömberg, A. M. and Karlsson, H. T. (1987) Spray dry Absorption-Oxidation of SO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, Presented at SO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> Seminar at Niro Atomizer, Copenhagen, Denmark, pp.4-204-4-223.
- Brooke Shemwell et al. (2000) A Laboratory Investigation on Combined In-Furnace Sorbent Injection and Hot Flue-Gas Filtration to Simultaneously Capture SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl, and Particulate Emissions, Environ. Sci. Technol. 34, 4855-4866.
- Chien, T. A. and Chu, H. (2000) Removal of SO<sub>2</sub> and NO from flue gas by wet scrubbing using an aqueous NaClO<sub>2</sub> solution, Journal of Hazardous Materials B80 43-57.