

아황산가스 제거를 위한 준건식세정기의 최적 운전조건 Optimum Operation Condition of Spray Drying Sorber for SO₂ Removal

구자공, 백경렬

한국과학기술원 토목공학과 환경시스템연구실

최광호, 정진우, 조두환

코오롱엔지니어링 환경기술연구소

1. 서론

준건식세정기는 폐수처리, 백연발생 그리고 설비 부식현상 등의 습식세정기의 문제점을 보완하기 위해 개발되었다. 그런데 최근의 연구 결과에 의하면 SO₂나 HCl 등의 산성 가스 뿐 아니라 유기성 가스와 미량 중금속 등도 흡착 제거되기 때문에 여러 종류의 오염물질이 배출되는 폐기물 소각로에 많이 이용되고 있다.

본 연구는 회전식 폐합성 고분자 폐기물 소각로에서 발생하는 SO₂, HCl, 그리고 유기성 가스를 준건식세정기를 이용하여 동시에 제거할 경우의 최적운전조건을 도출하는 것이 최종 목적이다. 본 논문은 이 중 SO₂에 대한 내용만을 다루었다.

2. 실험

실험장치는 폐합성 고분자폐기물을 처리하는 회전식 소각로의 배가스 처리장치로써 설치되었으며, 처리용량은 4 m³/min 규모로 전체 배가스 중 일부만 처리하도록 설계되었다. 그리고 본 장치에 유입되는 배가스의 온도를 조절할 수 있도록 LPG 버너를 설치하였으며, 사용된 노즐은 이류체식 노즐이다. 흡수제는 milky lime을 사용하였다.

운전변수로 당량비(1.0 - 1.5), 유입배가스 온도(200 - 300°C), SO₂ 유입 농도(300 - 1000 ppm), 슬러리 농도(3 - 5%), 그리고 첨가제(NaOH) 등을 선정하였다. 그리고 제거 기작을 정확히 파악하기 위해 반응기 높이별로 SO₂ 농도 및 온도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

제거효율은 당량비와 유입 배가스 농도가 증가할수록, 유입 배가스 온도가 감소할수록 증가하였다. 본 실험에선 당량비 1.5, 유입 배가스 온도 200°C, 유입 SO₂ 농도 1000 ppm일 때 전체 제거효율이 95% 이상으로 가장 좋은 것으로 나타났다. 이는 유입 배가스 농도가 증가하면 물질전달 속도가 증가하기 때문이다. 그리고 유입 배가스 온도의 경우, 반응기 내부를 3개의 영역(흡수영역, 혼합영역, 흡착영역)으로 구분한다면, 물에 대한 용해도가 큰 아황산가스는 흡수영역에서 주로 제거되는데, 유입 배가스 온도가 감소하면 분무입자의 증발율이 감소하여 흡수영역이 길어지기 때문이다.

이 현상을 확인하기 위해 반응기 높이별 온도 및 농도 분포를 측정하였다. 전체 반응기를 6개 영역으로 구분하였을 경우, 상부 2개의 영역에서의 제거효율이 전체 효율의 90% 이상을 차지한 것으로 나타났다. 온도 분포도 상부 2개 영역에서 크게 감소하고, 그 하부에서는 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다. 이로써 반응기의 흡수영역은 상부 2개 정도를 차지하는 것으로 추정되며, 이는 온도, 분무량 등에 따라 달라질 수 있다.

흡수영역의 크기를 증가시키기 위해 흡습성이 강한 NaOH를 첨가제로써 사용할 경우, 제거효율이 증가할 것으로 기대하였으나 결과는 그렇지 않은 것으로 나타났다. 이 부분에 대해서는 더 구체적인 연구가 진행될 예정이다.

4. 향후 추진연구계획

본 연구는 HCl과 유기성 가스에 대해서도 계속 진행될 예정이며, 첨가제로써 활성탄도 사용될 예정이다. 또한, 반응속도론적 모델을 개발하고 있으며, pilot plant 운전 자료를 통하여 보정 및 검증을 수행할 예정이다.

5. 참고문헌

E.V Deuster, et al., "Cleaning of Flue Gas from Solid Waste Incinerator Plants by Wet/Semi-Dry Process," Environmental Progress, Vol.13, No.2, 1994.

J.S. Klingspor, et al., "Acid Gas Emission ; Results of Spray Dry Scrubbing Pilot plant Study," Proceedings of International Conference on Municipal Waste Combustion, 1989.

A.L Cannell and M.L. Meadows, "Effects of Recent Operating Experience on the Design of Spray Dryer FGD Systems," JAPCA, Vol.35, No.7, 1985.

A.S. Damle, "Modeling of SO₂ Removal in Spray Dryer Flue Gas Desulfurization System," EPA/600/7-85/038, PB86-136165, Dec., 1985.