

흡수제종류와 첨가제에 의한 분무흡수건조반응기의 아황산가스처리효율의 변화

Effects of Type of Absorbents and Additives on Sulfur Dioxide Removal Efficiencies in a Spray Absorption/Drying Reactor

동종인 · 임대현

서울시립대학교 환경공학과

1. 서론

산성대기오염물질 중 아황산가스는 화석연료의 연소과정이나 석유의 정제, 비료제조시설등의 산업공정에서 배출되는데, 발생지역의 대기질을 악화시킬 뿐만 아니라 장거리 확산으로 인하여인근국가에 산성비를 유발하는 등의 형태로 대기환경을 파괴하기 때문에 국내외적으로 주요 이슈로 등장하게 되었고 우리나라주변에서도 국가간의 오염물질 이송문제가 주요 관심사중의 하나로 부각되고 있다. 이에 정부는 1990년대말까지 3단계의 엄격한 대기오염물질 배출허용기준을 설정하게 되었고 대형 대기오염물질 배출시설에서는 관련기술 및 단위장치의 개발이 필수적으로 되었다.

아황산가스의 제거공정 중 액상분산의 대표적인 공정인 분무흡수건조반응기 (Spray Absorption/Drying Reactor, SADR)는 처리효율이 습식공정보다 낮다는 단점을 가지고 있지만, 초기 설치비가 저렴하고 반응 생성물에 의한 2차오염을 해결할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 분무흡수건조반응기의 처리효율을 증가시킬 수 있다면 실제 플랜트에서 보다 경제성 있게 적용할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 분무흡수건조반응기에 흡수제로 NaOH, NaHCO₃, Ca(OH)₂를 사용하여 흡수제에 의한 SO₂의 제거효율의 비교와 Ca(OH)₂에 MgCl₂와 Ca(CH₃COO)₂, 그리고 NaOH를 첨가제로서 사용했을 때의 SO₂의 제거효율변화에 대하여 알아보고자 했다.

2. 실험장치구성

반응기로의 분무를 위한 노즐은 이류체식 압력노즐을 사용하였다. 배기가스는 버너에서 LPG 가스를 연소시켜 발생한 배가스에 SO₂ 가스를 혼합하여 원하는 농도의 SO₂가스를 제공할 수 있도록 하였다. 또한 석회 슬러리는 Tubing Pump를 이용하여 일정유량을 공급하였고 노즐에 가압 공기를 공급하기 위하여 Air Compressor를 설치하였다. 석회 슬러리는 슬러리 교반조에서 물과 석회를 주입하여 충분히 혼합되도록 교반하였다.

주요장치는 배기가스를 생성하는 보일러, 아황산가스를 흡수건조시키는 반건식 세정기, 분진을 처리하게 위한 여과집진장치이다. 그 외에 흡수제를 일정하게 공급하는 정량펌프와 흡수제 분무를 위한 이류체식노즐이 사용되었고 노즐에 필요한 가압공기를 공급하기 위해 공기압축기를 사용하였다.

3. 실험결과

(1) 흡수제별 처리효율 변화에 대한 실험결과

NaHCO₃의 경우 상온의 슬러리 상태로 실험하였을 때 노즐로 유입되는 슬러리 주입관에서 심한 plugging 현상이 발생되어, 가열하여 용해시켜 주입하였다. NaHCO₃를 용해시킬 때 CO₂가스가 발생하게 되는데 이것은 정확한 흡수제 주입을 방해하였다. 따라서 CO₂발생이 완료될 때까지 교반, 가열하였다. 그림 2에 각 흡수제별 처리효율을 나타냈다.

NaOH와 NaHCO₃는 SO₂제거효율면에서 대단히 높은 결과를 나타내었다. NaOH는 Na/S의 당량비를 1.0~1.2로 변화시켰을 때 94.0~98.5%의 효율을 얻었고, NaHCO₃는 같은 조건에서 89~97%의 효율을 얻었다.

Ca(OH)₂는 Ca/S 당량비가 1.0~1.3까지 변화할 때 61~75%의 SO₂제거효율을 얻을 수 있었다.

(2) 첨가제에 의한 SO₂ 제거효율변화

본 실험에서는 앞에서 언급한 바와 같이 Ca(OH)₂에 MgCl₂, Ca(CH₃COO)₂, 그리고 NaOH를 첨가제로서 사용하여 실험하였다. Ca/S 비가 1.0인 때를 기준으로 이때의 Ca(OH)₂의 무게에 대해서 각각 0%, 5%, 10%, 15%의 첨가제를 사용하여 실험을 행하였다. 이 때의 SO₂ 처리효율은 MgCl₂의 경우 2~7%, Ca(CH₃COO)₂의 경우 2~10%정도 NaOH의 경우는 7~25%의 처리효율의 증가효과를 보았다.

각 첨가제에 대해 적정 첨가량에 대한 연구를 실시하고, 반응기 온도의 적절한 제어에 의해서 흡수영역의 확대를 위한 연구와 경제성의 검토를 행한다면 분무건조반응기에 의한 배연탈황공정이 가지는 낮은 처리효율이라는 단점에 대한 개선책을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.