

EA4) 건식석회 세정기에서 SO₂와 HCl의 동시제거에 관한 실험적 고찰

An Experimental Study of the Combined Removal of SO₂ and HCl in a Dry Lime Injection Scrubber

황상규 · 이상권

한국의국어대학교 환경생명공학부

1. 서론

산업규모의 급속한 팽창과 더불어 에너지원의 확보에 석탄이 차지하는 비중이 커지고, 산업경제의 부산물인 쓰레기의 처리가 매립에서 소각방식으로 바뀌어가고 있는 시점에서 산업연료사용량과 난방부분의 에너지 사용량이 급속히 증가하고 있다. 이러한 인간의 생산활동으로 인해 대기 중으로 배출되는 가스는 크게 연소가스와 소각가스로 분리할 수 있는데 대표적인 연소가스로써는 SO₂가 있으며, 소각가스로는 HCl이 있다. 특히 소각가스는 플라스틱류나 종이류 등의 쓰레기를 소각함으로써 생성되는 가스로서, PVC함량이 많은 쓰레기를 소각 시에는 수백 ppm에서 수천 ppm의 HCl을 배출할 수 있다. 기존의 방지시설은 연소가스, 특히 SO₂의 처리에 관심이 집중되었으나, 산업활동의 부산물로 생성된 폐기물의 처리를 매립이 아닌 소각처리로 정책을 바꾸고 있는 상황에서는 연소가스 뿐만 아니라 소각가스까지도 정화 할 수 있는 기술의 개발이 시급한 실정이다. 그래서 연소가스 뿐만 아니라 소각가스도 정화할 수 있는 방지시설의 연구를 위해서 Yuan등¹⁾은 반건식 세정기술(Spray Drying)을 이용하여 lime과의 당량비(stoichiometric ratio)가 1일 때 SO₂는 65%, HCl은 85%의 제거효율을 관찰하였고, approach to saturation temperature(ASAT)가 줄어들수록 SO₂와 HCl의 제거효율이 증가함을 관찰하였다. 또 Chisholm등²⁾도 저온의 영역에서 lime에 의한 SO₂와 HCl의 동시 흡수반응을 ASAT에 변화를 주어 관찰하였다.

본 연구에서는 장치가 간단하며 폐수 처리의 부담이 없고 새로 설치할 장치를 위해 많은 부지를 요구하지 않는 경제적인 건식석회 세정기를 개발하여 흡수체로서 소석회(Ca(OH)₂, hydrated lime)를 사용하여 SO₂와 HCl의 제거에 관한 실험을 수행하였다. 건식석회 세정기내에 소석회를 주입하고 Ca/S 당량비와 approach to saturation temperature(ASAT)의 변화에 따른 SO₂와 HCl의 동시 제거효율 특성을 실험적으로 조사하였다.

2. 연구방법

건식석회 세정기에서는 연소가스를 모사하기 위해 전기히터를 이용해 가스를 유입시켰다. 흡수제 주입장치로 screw feeder가 설치되어 있으며, 건식석회 세정기 내부로 공급될 때 흡수제의 양을 조절하기 위해서 속도조절기가 부착되어 있다. 흡수제 주입장치 밑부분, 건식석회 세정기 중앙부에는 120mesh의 스테인레스 스틸 철망을 설치하여 흡수제의 분말이 건식석회 세정기 하단부로 침강하지 않도록 하였으며, 건식석회 세정기 내부의 ASAT(approach to saturation temperature)를 조절하기 위하여 압축공기를 이용하여 air-blast nozzle을 통하여 물을 분사하였다. 건식석회 세정기 상단부는 사이클론과 연결되어 있어 사이클론에서 제거된 미반응 흡수제를 포집하여 건식석회 세정기 내부로 재주입시키는 재주입장치(recycler)와 연결되어 있다. 반응기내부의 온도, 압력, 및 반응기 유입부/유출부의 가스농도를 측정할 수 있도록 온도센스, 압력센스, 가스시료 채취라인을 설치하여 연속적인 모니터링이 가능하도록 하였으며, 이렇게 측정된 데이터는 data acquisition system을 통하여 컴퓨터에 자동으로 저장된다. 반응기 유입부/유출부에서의 가스농도를 측정하기 위하여 glass microfibre filter, 열선, teflon튜브를 통하여 각각의 가스분석기로 연결하였다. 가스분석기는 비분산 적외선법을 이용한 Horiba(Japan, VIA-510)와 Servomex 2510(U.K, IR Rev 2510)이 사용되었다.

3.결과 및 고찰

건식석회 세정기의 반응기 내부의 온도가 150℃에 이르렀을 때 SO₂와 HCl가스를 반응기 내부로 주입시켰다. 이 때 SO₂와 HCl이 각각 200ppm씩 도달하게 되어 안정한 상태에 도달하게 되면 소석회와 모래의 혼합물을 screw feeder를 통하여 주입시켜 제거효율을 관찰하였다. 반응기 내부의 걸보기 속도는 2.5m/s였고, 미반응된 소석회는 사이클론에서 집진되어 다시 재주입장치를 통하여 반응기 내부로 주입시켜 소석회의 유용성(utilization)을 향상시켰다. 그림 1에서 반응기 내부로 물 주입이 없을 시에는 Ca/S 당량비가 2일 때 SO₂는 45%, HCl은 90%의 제거효율을 관찰하였다. 반응기 내부로 물을 주입하여 ASAT가 34℃일 때의 제거효율을 살펴보면, 그림 2에서와 같이 Ca/S 당량비가 2일 때 SO₂는 70%, HCl은 95%이상의 제거효율을 관찰하였다. 그림 2의 결과로 보아 SO₂와 HCl의 소석회에 의한 제거효율은 ASAT에 따라 크게 달라질 수 있음을 알 수 있었고, ASAT에 따라 제거효율이 증가되는 것은 액체상태에서의 SO₂/HCl과 lime의 반응이 이온상태로 매우 빠르게 진행되며, 흡수제인 소석회가 물 주입에 의하여 점착성이 더 커져 제거효율이 향상되는 것으로 사료된다.³⁾

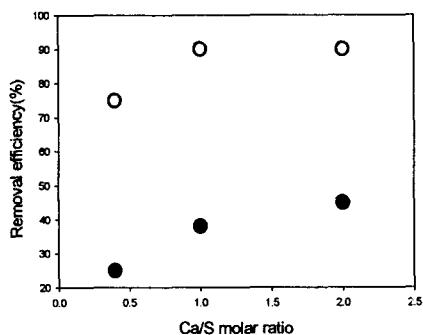


Fig 1. Effect of Ca/S molar ratio on SO₂/HCl removal without water injection (○: HCl, ●: SO₂)

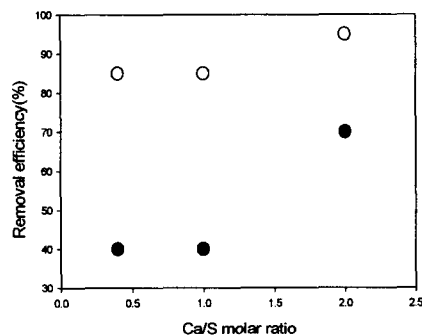


Fig 2. Effect of Ca/S molar ratio on SO₂/HCl removal with water injection (34°C ASAT, ○: HCl, ●: SO₂)

4.사사

본 연구는 "기초전력공학공동연구소"의 전력기술 기초연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Chung-Shin Yuan and Zong-Taung Fong (1992), "Experimental Study on Simultaneous SO₂, HCl, and NO Removal via Spray Drying Technology", Presentation at the 85th Annual Meeting & Exhibition, Kansas City, Missouri
2. Paul N. Chisholm and Gary T. Rochelle(1999), "Dry Absorption of HCl and SO₂ with Hydrated Lime from Humidified Flue Gas", Ind. Eng., Chem., Res., 38, 4068-4080.
3. Kunio Kato et al., "Removal of SO₂ from Flue Gas using a New Semidry Flue Gas Desulfurization Process with a Powder-Particle Spouted Bed." Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol.77, No.2, 356-362