

EB5) 플라즈마 이산화황 처리법을 이용한 전기집진기의 역코로나 억제 실험

Experiment of Back Corona in Electrostatic Precipitator

김용진 · 정상현 · 홍원석 · 김종호 · 박청연 · 하대홍¹⁾, 함병훈²⁾

한국기계연구원 열유체환경연구부, ¹⁾한서대학교 항공기계공학과,

²⁾한국중공업 기술연구원

1. 서 론

석탄 화력 발전소 등에서 배출되는 입자상의 분진은 대부분 고 비저항 분진이며, 분진의 전기저항치가 $10^{12} \Omega\text{-cm}$ 이상의 초고전기저항 분진에 대하여 역코로나 방지대책으로 SO_3 주입기술이 있는데, 기존의 화학적인 주입설비는 매우 고가이다. 이에 본 연구에서는 배가스중의 SO_2 가스를 전기 코로나 플라즈마에 의하여 SO_3 로 변환시켜 궁극적으로 고 전기저항 분진의 전기저항을 저하시켜 고집진 효율을 달성하고자 하는 시스템에서 이에 대한 타당성을 검증하기 위하여 실험실 규모의 기초실험을 수행하였다(H. Szwed and St. Bach, 1996).

2. 연구 방법

플라즈마 반응에 의한 SO_2 의 변환여부를 알기 위한 실험장치는 압축공기 공급부, 고전압 공급장치, 펄스전압 발생장치, 실험에 필요한 온도 및 습도 조절을 위한 히터 및 입자 발생장치, 플라즈마 반응장치와 가스 분석기로 구성되어있다. 먼저, 일반 공기를 약 120°C 로 가열하고 SO_2 를 배출가스 농도와 유사한 100 ppm으로 주입한 후, 펄스코로나 플라즈마를 발생시켜 SO_2 제거여부를 가스 분석기(Eurotron, Green Line MK2)로 측정하였다. 플라즈마 반응에 의한 SO_3 의 변환여부는 제거된 SO_2 의 양과 비례하여 증가한다고 가정하여 SO_3 의 변환을 분석하였다. 기초실험장치의 플라즈마 반응로는 직경 30mm, 길이 200mm의 실린더 파이프에 내부 중심에 0.5mm 텅스텐 wire를 장착하였다. 두 대의 고전압 공급장치는 각각 양극 및 음극 0~30kV, 펄스폭 1 μs 의 펄스 전압을 공급한다. 집진기 내부의 온도는 120°C , 유속은 1.1m/s로 유지하였다. 이것은 실제 발전소에서의 조건과 동일하다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 SO_3 변환 시스템의 실용화 실험의 전단계로 실험실 규모의 파일럿 실험을 수행하였다. 따라서, 소형의 실린더형 플라즈마 반응기에서의 SO_2 의 공급에 대한 여러 가지 유동 및 전기조건 변화에서 SO_3 로의 변환인 SO_2 의 분해율을 계속하였다. 그리고 플라즈마에 의한 SO_2 의 분해반응이 일어나는 경우와, 일어나지 않는 경우에 대하여 시간에 따른 집진효율을 계속하여 고전기저항 분진의 벽면 부착에 의한 역코로나 및 스파크 발생을 계속하였다.

그림 1은 실험에 앞서, 플라즈마 반응기 내의 전기 특성을 측정한 그림으로 각 실험조건에서의 양(+) 코로나와 음(-) 코로나에 대한 상온조건 및 100°C 에서의 상대습도 1%, 10%에서의 전압-전류 특성 곡선이다. 그림에서 보듯이 양 코로나가 음 코로나 보다 코로나 개시전압은 낮지만 Spark over 전압은 높고, 기울기도 더 완만한 것을 알 수 있다. 그리고 습도가 높은 경우가 낮은 경우에 비해서 전류의 상승은 적으며 더 높은 전압의 인가가 가능한 것을 알 수 있다. 또한 온도가 상승함에 따라 코로나 개시 전압이 낮아지고 낮은 전압에서 높은 전류가 발생함을 알 수 있다. 그리고 그림 2는 동일 조건에서 직류 bias 전압을 7kV, 펄스 전압을 9kV로 인가하였을 경우의 SO_2 의 분해, 제거 효율을 나타낸 것으로 그림에서 보는바와 같이 펄스의 주파수를 증가하였을 때, SO_2 의 제거효율이 높아진다는 것을 볼 수 있으며, 음 코로나보다 양 코로나에서 매우 높은 제거 효율을 보인다는 것을 알 수 있다. 또한, 그림 3은 플라즈마 반응기내의 습도를 4, 6, 8%로 변화시켰을 때 SO_2 제거효율을 나타낸 그림으로 그림에서 보는 바와 같이 습도가 증가할 경우 SO_2 의 분해, 제거효율이 높아진다는 것을 볼 수 있었다.

그리고, 이러한 플라즈마 SO₂ 가스 분해, 처리에 의한 전기집진의 역코로나 및 집진 특성을 관찰하기 위하여, 1단 원통형 전기 집진기의 입구에 SO₂를 약 100ppm 주입하여 DC 하전과 NPC(Nano pulse Control) 하전을 중첩하여 플라즈마 분해반응을 유도할 수 있도록 하였다. 이때 SO₂ 가스가 15%정도 제거 된 상태인 플라즈마 SO₂ 가스 처리(Plasma SO₂ Gas Conditioning)와 그렇지 않은 경우에 대하여 집진 시간에 따른 집진효율을 비교 측정 하였다. 그림 4는 원통형 전기집진기에 SO₂만이 존재하는 경우와 투입한 SO₂를 플라즈마 SO₃로 변환 시켰을때의 집진효율의 변화이다. 그림에서 보듯이 집진 효율이 급격히 하락하는 지점이 역전리가 발생 시작된다고 볼 수 있다. 그림에서 보는바와 같이, 플라즈마 처리에 의하여 SO₃로 변환시 역전리의 발생은 가스를 주입 하지 않았을 때보다 늦게 발생하는 결과를 볼 수 있었다.

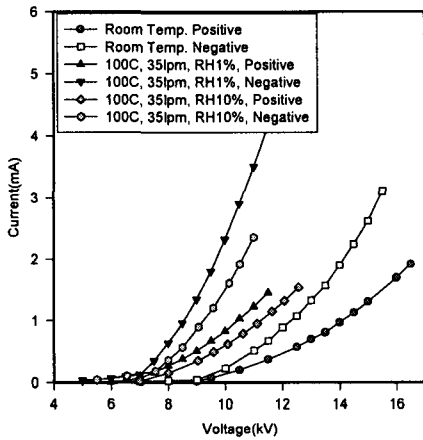


Fig. 253 Voltage-Current curves

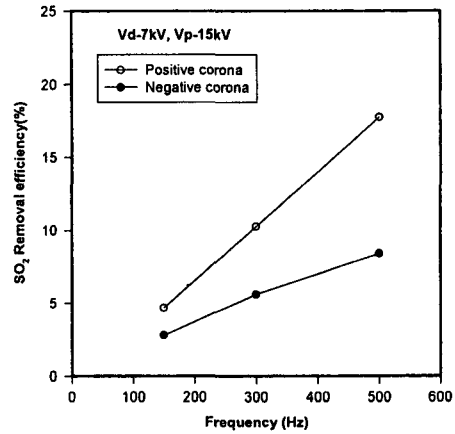


Fig. 254 SO₂ removal efficiencies (110°C, 8.2%, 1m/s, SO₂:100ppm)

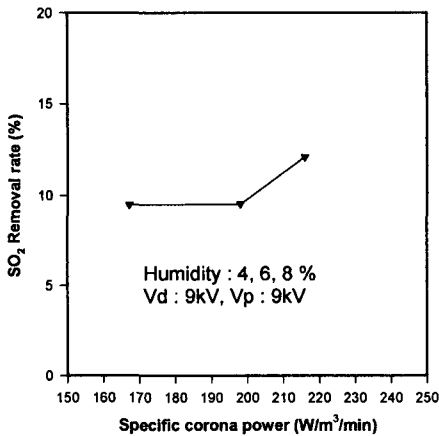


Fig. 255 SO₂ removal efficiencies (110°C, 8.2%, 1m/s, SO₂:100ppm)

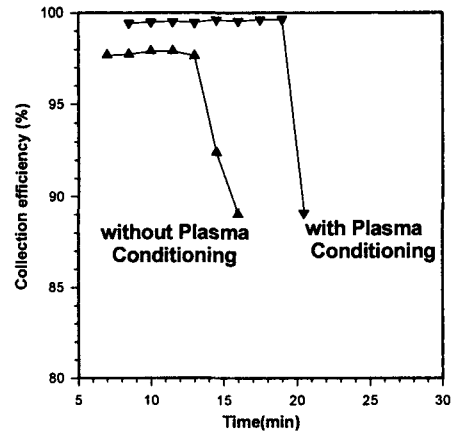


Fig. 4 Al₂O₃ Particle collection characteristics (110°C, 8.2%, 1m/s, SO₂:100ppm)

참 고 문 헌

H. Szwed and St. Bach (1996) Flue Gas SO₃ Condition for Improvement of Particle Collection in ESP. 6th ICESP Budapest-Hungary 18-21 June

참 고 문 헌

- J.R Peterson, G. Maller, A. Burnett, and R. G. Rhudy (1991.12) "Pilot-scale Evaluation of Sorbent Injection to Remove SO₃ and Hcl, presented at the 1991 SO₂ Control Symposium, Washington, DC
- J.R Peterson, A. F. Jones, F.B. Meserole (1993.2) " SO₃ Removal from Flue Gas by Sorbent Injection EPRI HSTC PHASE II Test Result" presented at the 1991 SO₂ Control Symposium, Washington, DC
- Larry S. Monroe, Kenneth M. Cushing(1997.8) "Testing of A Combined Dry and Wet Electrostatic Precipitator for Control of Fine Particle Emissions from A Coal-Fired Boiler," presented at the 1997 Mega Symposium, Washington, DC
- 한국전력기술(주) (1997.12) 질소산화물 저감 설계기술 확립 기술개발 최종보고서