

CT10) 플라즈마 탈황탈질 공정의 부산물 특성

Characteristics of By-product in Non-thermal Plasma DeSOx and DeNOx Process

김 유 석, 최 석 호, 유 정 석, 백 민 수, 장 길 흥
 한국중공업 기술연구원 환경기술연구실

1. 서 론

저온 플라즈마 탈황탈질 동시처리 공정은 경제적인 장점과 함께 2차 오염물 발생 없이 비료성분을 부산물로 얻을 수 있다는 이점 때문에 국내외적으로 많은 연구가 진행되고 있다. 이와 같은 저온 플라즈마 공정은 크게 가스상 물질을 제거하기 위한 플라즈마 반응 공정과 가스상 물질 제거이후 발생하는 고형화된 부산물 제거를 위한 부수 공정으로 구분할 수 있는데, 지금까지의 연구분야는 가스상 오염물질을 제거하는 공정에 초점이 모아져 왔다. 일부 연구자료에서 Civitano 등은 플라즈마 부산물 처리를 위해 여과집진기를 사용하여 처리한 사례를 보고하고 있다. 그러나 여과집진기는 제거성능이 우수한 반면, 압력손실과다 및 여과포를 주기적으로 교체해야 하는 문제 때문에 전기집진기 보다 사용범위가 넓지 않으며, 또한 화력발전소와 같은 대규모 설비에 적용하기 위해서는 전기집진기를 이용한 부산물 처리가 필수적이라고 하겠다.

본 고에서는 플라즈마 탈황탈질 공정의 부수 기술로 플라즈마 반응이후 생성된 부산물처리를 위한 전기집진기의 집진 특성을 연구하기 위한 기초 단계로 당사에서 수행한 성능 실험의 일부 현상을 설명함으로써 향후 집진 특성연구의 자료로 활용하고자 하였다.

2. 실험 방법

본 실험을 위하여 처리 가스는 석탄 연소 후 배출되는 배기가스(35,000Nm³/hr)를 일차적으로 전기집진기를 이용하여 분진량을 50mg/Nm³ 이하로 처리하여 실험에 사용하였다. 배기가스의 유입온도는 120 ± 5°C이며 수분 함량은 5~7%이다. 실험에 사용된 전기집진기는 광폭형 집진설비로 방전극과 집진판 사이의 간격이 200mm 이며, 방전극 형상은 톱날 모양의 Saw Type을 사용하였다. 코로나 발생을 위한 정류 장치는 정격 용량 80kV, 400mA 사양으로 제작되었다. 실험에 사용된 전기집진기의 전압-전류 특성 곡선을 그림 1에 나타내었다.

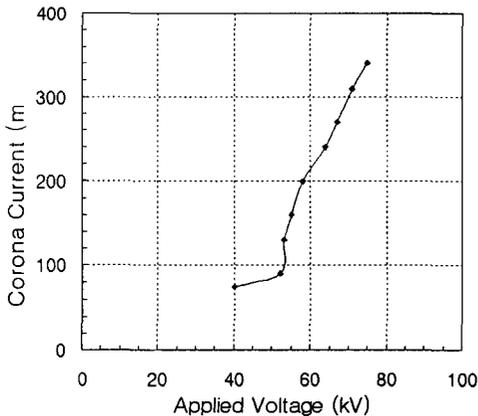


Fig. 1. Voltage-current characteristics in air flow

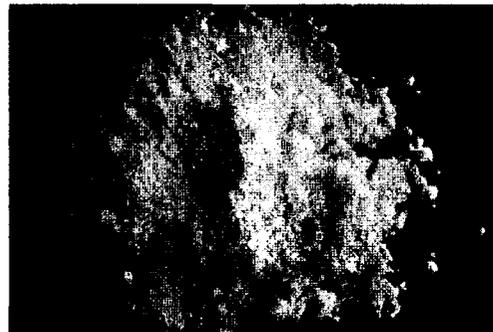


Fig. 2. Collected particles of by-product in non-thermal plasma process

3. 결과 및 고찰

저온 플라즈마 공정에 따라 탈황을 위해 고전압 펄스를 반응기에 인가한 후, 첨가제로 암모니아를 주입하였으며 일련의 화학반응식은 다음과 같다.

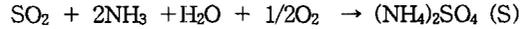


Fig. 3. Scanning electron microscopic picture of ammonium salt (2 μm size)

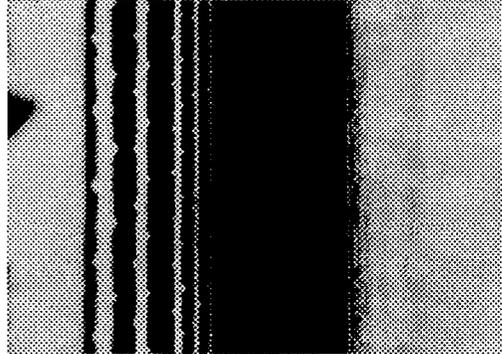


Fig. 4. Ammonium salt built-up on electrode wire and collecting plate in front zone

반응후 생성된 부산물은 그림 2와 같이 백색의 밀가루와 같은 형태로 포집되었다. 포집된 시료의 ICP 분석결과 95% 이상이 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 의 형태이며, 5%정도 석탄재 성분인 Si와 Al이 관찰되었다. 전기집진기에서 포집된 입자는 3 μm 이하의 미세입자가 대부분이며, 일부 입자들끼리 엉겨붙는 현상을 볼 수 있었다. 그림 4는 부산물 집진 이후 방전극과 집진판에 부산물이 부착되어 일차 Coating된 사진이며, 부산물 Coating 두께는 1mm 정도로 일반 집진기의 경우와 동일한 현상을 보인다. 또한 Coating된 부산물은 외부의 충격에 의해 쉽게 탈착되는 특성을 가지고 있어 부산물 부착으로 인한 문제는 없는 것으로 판단된다. 그러나 부산물의 전기 비저항이 매우 낮기 때문에 동일 전압조건에서 전하량이 감소하게 되어 집진율이 감소하는 문제를 유발하고 있다. 이와 같은 문제는 부산물의 전기 비저항이 매우 낮은 문제와 더불어 황산물의 감소, 암모니아 Slip의 일부 유입으로 인한 현상도 복합적으로 기여하는 것으로 사료된다.

4. 결론

저온 플라즈마를 이용한 탈황탈질 공정에서 전기집진기를 이용한 부산물 처리결과 기존에 발표되어온 부산물의 부착성에 대한 문제는 심각하지 않았으나, 부산물의 전기 비저항 감소로 집진기에 하전되는 전하량 감소와 함께 집진율이 감소되는 현상을 볼 수 있었다. 이와 같은 요인은 다각적으로 분석해 볼 수 있으나, 집진기 분야의 연구자들이 제시해온 배기가스의 조성 변화와도 연관성이 있을 것으로 사료되므로 정밀한 실험 분석은 향후에 실시 예정이다.

참고 문헌

- Civitano, L. (1993) Industrial Application of Pulsed Corona Processing to Flue Gas, Non-Thermal Plasma Techniques for Pollution Control : Part B, 103-130
- Dinelli, G., L. Civitano, L. and Rea, M. (1990) Industrial Experiments on Pulse Corona Simultaneous Removal of NO_x and SO_2 from Flue Gas, IEEE Transaction on Industry Application, 26(3), 535-541
- 장길홍, 백민수, 유정석, 김정일, 김유석, 최석호 (1999) 플라즈마 공정에 의한 연소 배가스의 탈질 특성, 대한환경공학회 춘계학술대회 논문초록집, 33-34