

E-4

전자빔을 이용한 배연가스처리 공정개발

A Process Development for Flue Gas Treatment

by using Electron Beam

이근후*, 신병철 (삼성엔지니어링(주) 기술연구소)

김진수, 한범수 (삼성중공업(주) 중앙연구소)

1. 서 론

앞으로 강화될 환경법규 및 전 세계적인 환경규제 추세로 대기환경을 보호하고 지속적인 산업발전을 위해 배연가스를 탈황·탈질처리하여 배출하여야 하며, 특히 발전소나 소각로의 배연가스는 규모가 크고 배출량이 많으므로 대기오염방지를 위해 특히 규제가 강화될 예정이다.

발전소 배연가스의 대기오염물질인 SOx와 NOx는 습식 석회석법과 연소조건 개선 또는 습식 석회석법과 선택적 촉매 환원법을 결합하여 제거하고 있으나 연소조건 개선을 통한 NOx제거에는 한계가 있고, 습식 석회석법과 선택적 촉매 환원법을 결합하여 사용하는 경우 초기투자비와 운전비가 과다하게 소요되고 습식 석회석법에서 배출되는 폐수 등으로 문제점을 내포하고 있다.

1970년대 소련에서 전자빔가속기를 상용으로 사용하기 시작한 이래로 전자빔가속기는 식품·의약품, 고분자 분야, 환경분야 등 다양한 분야에 적용되고 있으며 현재도 활발한 연구가 진행중고, 특히 환경분야에서는 폐수처리 및 대기오염물질 제거에 대한 적용이 검토되고 있다.

높은 에너지를 가진 전자빔을 이용하여 배연가스에서 환경오염물질인 SOx/NOx를 제거하는 본공정은 일본, 미국, 서독, 소련 및 폴란드 등에서 활발히 진행되고 있으며 현재 PILOT PLANT 단계 연구가 수행되고 있으며, 2000년 이전에 실용화가 가능할 것으로 예측된다. 전자빔을 이용한 배연가스 처리공정은 건식공정으로 폐수가 발생하지 않으며 타공정에 비해 처리효율이 높고 래디칼반응이므로 반응속도가 빠르며 장치가 단순·저렴하므로 경제적인 장점이 있다.

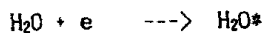
본 연구의 목표는 실험실 수준의 실험을 통하여 배연가스처리에 전자빔의 적용가능성을 평가해보고 향후 PILOT PLANT수준의 실험을 위한 예비단계로 필요한 요소기술개발이다.

2. 본 론

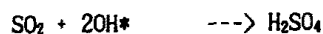
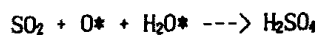
발전소와 소각로의 주요 대기오염물질 배출허용기준은 92년 8월 8일 개정으로 대폭 강화되어 1999년 이후 허용기준은 발전소의 경우 SOx 270ppm, NOx 350ppm이며 소각로의 경우 SOx 300ppm, NOx 200ppm, HCl 50ppm으로 강화될 예정이다. 그러나 이러한 허용기준도 구미나 일본에 비하면 2배에서 10배나 높으므로 향후 더욱 강화되는 방향으로 개정될 것으로 예상된다.

전자빔에 의한 화학반응은 래디칼에 의한 반응으로 다른 반응에 비해 속도가 매우 빠른 특징을 가지고 있으며 배연가스 처리공정은 반응이 기체상에서 이루어지며 생성물이 기체와 고체가 발생하는 특이한 반응이다. 전자빔에 의한 대기오염물질 제거반응 메커니즘을 간략히 정리하면 다음과 같다.

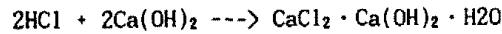
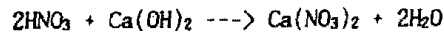
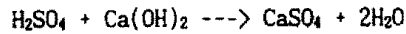
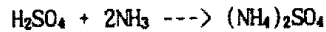
(1) 전자빔 가속기에 의해 빠르게 가속된 전자 입자를 배연가스에 조사하면 산소, 수증기 등이 전자빔에 의해 래디칼 형성이 된다.



(2) 형성된 래디칼이 대기오염물질인 SOx, NOx, HCl를 공격하여 수용성 물질로 변하게 된다.



(3) 반응기에 주입된 중화제(암모니아 가스나 소석회 등 염기성 물질)와 반응하여 고체입자로 생성된다.



본 공정은 배가스 전처리, 반응기, 고체입자처리장치로 나누어 지며 각 공정의 역할은 아래와 같다.

- 배가스 전처리 - 발전소나 소각로의 배연가스는 300-800℃의 고온가스이므로 전자빔에 의한 반응의 적정조건으로 온도를 낮추어 주고 적정습도를 만들어 주는 공정.
- 반응기 - 전자빔 조사창과 기상반응이 적합한 반응기 부분으로 이루어짐.
- 고체입자처리 - 전자빔 조사 후 중화제와 반응하여 생성된 부산물을 기체로부터 분리, 일반적인 집진장치 사용.

전자빔에 의한 탈황/탈질 성능평가를 위하여 BATCH실험과 4NM³/HR 유속에서 BENCH SCALE 수준의 연속실험을 각각 수행하였으며, 실제 발전소나 소각로의 배가스를 연속적으로 공급하기 어려운 관계로 실험에 사용한 배가스는 실제 배가스와 성분이 동일하도록 제작된 합성가스(SO_x 300-1,000ppm, NO_x 300-1,000ppm)를 사용하여 실험하였다. 각각의 실험에서 SO_x 90%, NO_x 80% 이상의 제거효율을 목표로 설정하였으며 목표이상의 결과를 얻었고, 배가스중 대기오염물질의 농도에 따라 최적 제거효율을 유지할 수 있도록 가속기의 출력을 조절하는 전자빔 가속기의 최적 조건을 찾았다.

본 실험의 결과로 부터 SCALE-UP하여 소각로 배가스를 대상으로 시간당 200NM³ 처리용량의 PILOT PLANT를 제작하여 탈황/탈질 및 염화수소 제거에 대해 실험을 수행할 예정이며 궁극적으로 20,000NM³/HR의 실제 소각로 배가스 처리를 위한 플랜트 설계가 본 과제의 최종목표이다.

본 과제는 상공자원부에서 지원한 공업기반기술개발사업의 일환으로 수행하였다.

3. 참고문헌

H.Namba, O.Tokunaga, T.Tanaka, Y.Ogura, S.Aoki, R.Suzuki, Basic Study on Electron Beam Flue Gas Treatment for Coal-Fired Thermal Plant, Prec. of International Conference on Evolution in Beam Applications, 496, 1991