



전자빔에 의한 산성비 대책 기술

1. 머리말

석탄, 중유 등 유황을 함유한 화석연료의 연소로 생산되는 유황산화물(SOx) 및 질소산화물(NOx)이 원인인 산성비는 생태계에 여러 가지로 영향을 미치고, 그 정도는 매우 심각하다. 이와 같은 환경 오염을 방지하기 위하여 전자빔배기가스처리기술(EBA법)을 일본의 荏原제작소가 실용화하였다. 배기가스에 전자빔을 쬐으로써 배기가스속에 함유된 SOx, NOx를 동시에 제거하고, 함께 부생산물(유황암모늄과 질산암모늄의 혼합비료)를 회수하는 기술이다.

이하에, 본기술 및 중국 四川省成都市에서 가동중인 30만m³/h(NTP) 플랜트의 개요를 기술한다.

2. 공정흐름

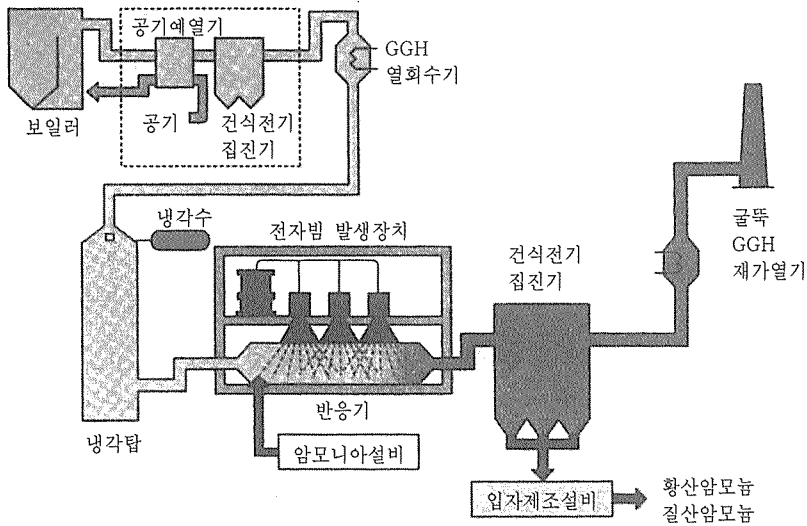
EBA법의 공정은 배기가스의 냉각공정·반응공정(암모니아 첨가 + 전자빔조

사) 및 부생산물 분리공정으로 구성된다. 본 공정에 도입하는 배기가스는 냉각탑에서 반응에 적합한 온도로 냉각시킨 후 반응기로 도입된다. 반응기 배기가스 중의 SOx 농도와 NOx 농도 및 그들의 제거율에 따라 정해지는 양의 암모니아를 첨가하여 전자빔을 조사시킨다.

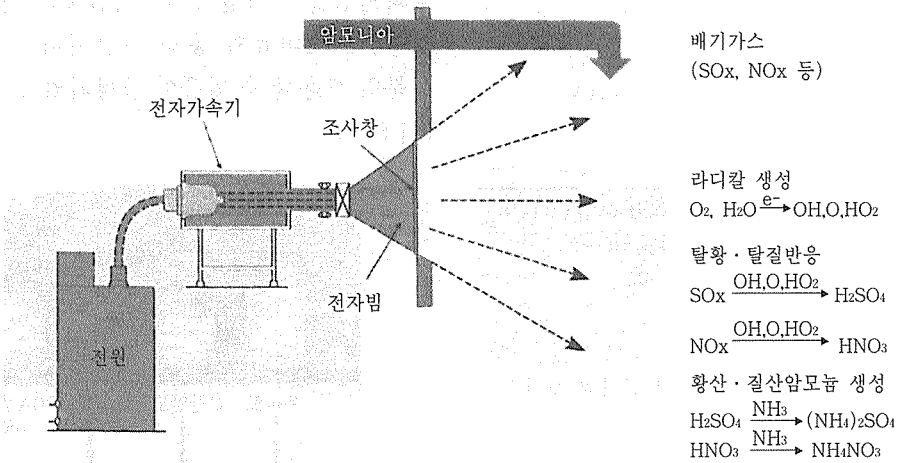
배기가스에 전자빔을 쬐으로써 매우 산화력이 강한 라디칼(활성종)이 생성되어, 배기가스 중의 SOx 및 NOx는 극단시간에 산화되고, 각각 중간 생성물인 황산과 질산으로 된다. 이들 중간생성물은 암모니아와의 중화반응으로 황산암모늄 및 질산암모늄의 분말로 된다. 이 부생산품을 분리·회수한 후 깨끗해진 배기가스는 굴뚝에서 대기로 방출된다. [그림 1]

3. 탈황·탈질 반응 메카니즘

본 공정에서의 탈황·탈질반응은 다음과 같은 3가지 과정으로 진행된다. [그림 2]



[그림 1] 공정흐름



[그림 2] 탈황 · 탈질 반응 메커니즘

(1) 라디칼 생성 ; 배기가스에 전자빔을 쬐으로써 배기가스의 성분인 O₂, H₂O 분자에서 순간적으로 매우 산화력이 강한 OH, O, HO₂ 등의 라디칼이 생성한다.

(2) OH, O, HO₂ 등의 산화라디칼이 SO_x 및 NO_x을 산화시켜 황산 (H₂SO₄)과 질산 (HNO₃)을 생성한다.

(3) 황산암모늄 및 질산암모늄의 생성 : 황산과 질산은 미리 배기가스에 첨가되어 있는 암모니아(NH₃) 와의 중화반응으로, 황산암모늄((NH₄)₂SO₄) 및 질산암모늄(NH₄NO₃)의 분말 입자로 된다.

4. 중국 실용규모플랜트의 개요

중국 국가계획위원회, 전력공업부(현국 발전력공사), 四川省전력 공업국 및 일본 荏原제작소의 협력과 추진에 의해 표에 나타낸 조건으로 四川省成都市에 30만 m³/h (NTP)의 석탄연소보일러 배기가스를 처리하는 탈황 플랜트를 1997년에 완성하여 현재 가동중이다.

장치의 전경을 사진1에 나타낸다.



[사진 1] 成都市의 플랜트장치 전경

80%를 초과하는 고탈황률을 달성하였음을 확인하였다. [그림 3]

4-2 부생산물의 이용

황산암모늄 및 질산암모늄의 혼합물인 부생산물을 이용하여 식물피해시험, 비료 효과시험을 실시한 결과, 시판품의 질산암모늄, 요소비료와 동등 이상이며 비료로 충분히 사용할 수 있음이 증명되었다.

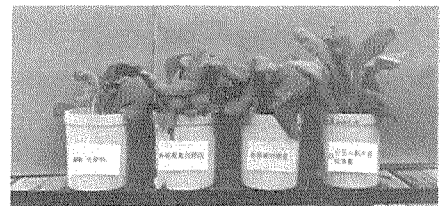
[사진 2]

계 획 조 건	
배기가스량	300,000 m ³ /h (NTP)
입구 SO _x 농도	1,800 ppm
입구 NO _x 농도	400 ppm
탈황률	80%
탈질률	10%*

* 탈질률은 탈황처리에 필요한 전자빔 에너지에서 얻어지는 값

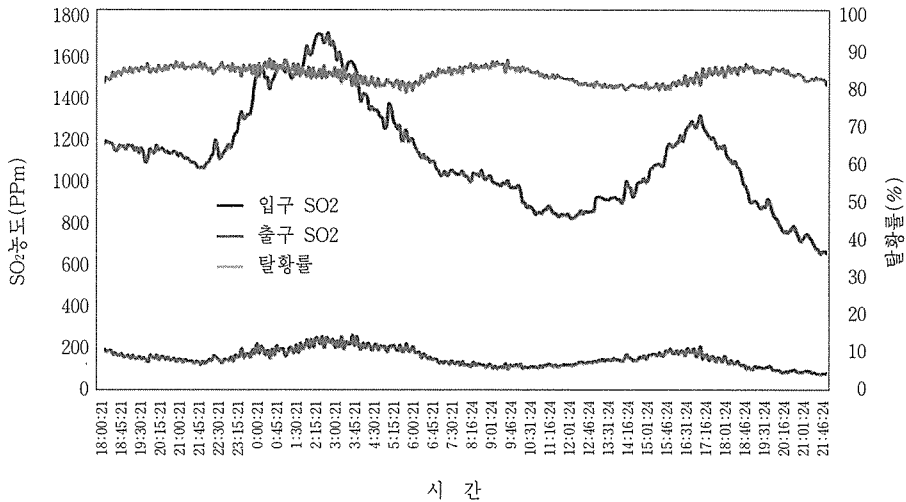
4-1 탈황성능

실제가스를 사용하여 운전하고 플랜트의 탈황성능을 검증한 결과, 목표 탈황률의



	무비료	황산암모늄	요소	EBA부생산품 (成都)
플기(cm)	19.8	28.2	28.5	28.5
플잎폭(cm)	7.1	11.4	11.8	11.7
플잎수	5.0	8.0	7.0	8.0
지상부무게(g)	20.6	71.5	63.1	78.2

[사진 2] 재배시험결과



[사진 3] 탈황률 trend (동향)

현재, 각종 작물에 대하여 농지시험을 계속 중이며 좋은 결과를 얻고 있다. 일본에서는 본 공정에서 얻은 부산물을 농림수산성에서 부산 질소비료로 인가하였다.

기오염방지와 식량증산에 효율있게 도움을 준다는 특성으로, 중국을 비롯하여 많은 국가가 주목하고 있다. EBA법이 자원순환형의 사회형성에 크게 공헌할 것으로 믿는다. **KRJA**

4. 맺음말

EBA법은 배수나 폐기물을 내지 않고 대