

# 석탄회로부터 미연탄소분 제거를 위한 정전 신기술 개발 연구

전호석<sup>1)</sup>, 한오형<sup>2)</sup>, Roe-Hoan Yoon<sup>3)</sup>

## 1. 서 론

화석연료 중 매장량이 가장 풍부한 석탄은 오일보다 8배나 많은 10,390억 톤이 매장되어 있어 앞으로 200년 이상 에너지원으로 이용할 수 있다. 이는 선진국일수록 원자력 에너지의 사용을 자제하고 있는 시점에서 석탄은 우리가 이용할 수 있는 가장 중요한 에너지원임에는 틀림이 없다. 특히, 수력발전의 한계와 원자력 발전의 안정성 문제 이외에도 석탄은 석유나 가스등의 화석연료보다 경제성이 높고, 부존 지역의 편차가 적어 에너지원으로서 이용이 가장 용이하기 때문이다. 그러나 석탄은 풍부한 매장량과 경제성 있는 에너지임에도 불구하고 타 에너지에 비해 많은 공해물질을 배출한다는 문제점 때문에 사용에 많은 제약을 받고 있다. 특히, 석탄은 많은 무기물들을 함유하고 있어 연소 후 약 10%~40% 정도의 회분을 배출하기 때문에 석탄 이용에 가장 큰 걸림돌로 작용하고 있다. 그러나 석탄회는 미립자가 고온에서 연소된 후 발생되기 때문에 포졸란이란 독특한 물성을 지니고 있어 석탄회로부터 연소되지 않은 미연탄소분만 제거한다면 더 이상 공해물질이 아닌 유용한 자원으로 이용할 수 있는 큰 장점도 갖고 있다. 따라서 현재 세계적으로 석탄회로부터 미연탄소분을 효율적으로 제거하기 위한 많은 연구가 진행 중에 있다.

석탄으로부터 미연탄소분을 제거하는 기술로는 분급법과 정전선별법 그리고 부유선별법 등이 있다. 분급법은 석탄회에 함유된 미연탄소분을 입도크기와 형태 그리고 비중등의 특성을 이용하여 분리하는 방법으로 현재 상용화 되어 석탄회로부터 미연탄소분 및 굵은 입자를 제거하는 목적으로 이용되고 있으나, 분급과정 중 강한 공기의 흐름에 의해 미연탄소분이 깨어지고 비중차에 따른 분리효과가 낮아 크게 이용되지 못하고 있다. 부유선별법은 지금까지 알려진 선별법 중 분리효율이 가장 높으나 습식처리법이라 처리단가가 높고 석탄회의 포졸란 고유 특성을 파괴하기 때문에 이용되지 못하고 있는 실정이다. 반면 정전선별법은 건식처리법이라 석탄회의 포졸란 특성을 그대로 유지하면서 미연탄소분을 제거하므로 현재 가장 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 아직도 개선해야 할 많은 문제점을 갖고있어 상용화가 지연되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 기존에 개발된 마찰하전형 정전선별법(triboelectrostatic separation)을 기초로 하여 이 기술의 문제점을 개선하고 미연탄소분 입자만을 제거할 수 있는 신기술을 개발하였다. 즉, 기존의 마찰하전형 정전선별과는 달리 평면 판 전극 위에서 고 전류와 진동을 이용하여 미연탄소분을 정전유도한 다음, 이를 상부에 위치한 반대 극의 회수대로 반발 이동시켜 분리하는 기술이다. 본 장치를 이용한 실험결과 미연탄소분 함량 26.62%로부터 1.33%인 정제석탄회를 그리고 8.63%로부터 2.75%와 4.03%로부터 0.68%인 정제석탄회를 생산할수 있는 기술을 개발하여 석탄의 재활용 가능성을 크게 높였다.

1) 한국자원연구소 활용연구부

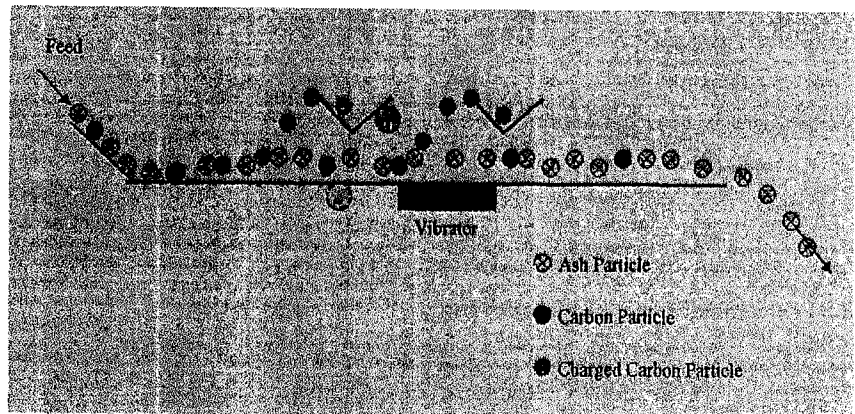
2) 조선대학교 자원공학과

3) Virginia Tech

## 2. 시료 및 실험방법

본 연구에 사용된 시료는 한국 FLY ASH 공업(주)로부터 구입한 것으로, 계절별에 따라 생산된 여러 종류(8.63%LOI, 4.32%LOI, 2.27%LOI)를 사용하였다. 그리고 석탄회 입자크기가 선별에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 200mesh screen 통과 산물과 잔류산물(26.62%) 각각에 대한 실험도 수행하였다.

본 실험은 앞서도 언급하였듯이 마찰하전형과 정전유도형이 복합된 기술로 이에 대한 개략적인 원리는 Fig. 1과 같다. 즉, 경사진 정전유도 판 위에 일정한 높이로 여러 개의 V-type의 반대 전극의 회수대를 설치하여 아래 정전유도 판으로부터 점핑하는 이동하는 미연탄소분을 제거토록 되어있다. 이 정전유도 판과 V-type 회수대 전극에는 각각 30kV의 negative와 positive의 전류를 흐르게 하여 급광된 석탄를 정전유도하고 분리가 이루어지도록 한다. 그림에서 보듯이 석탄회를 negative 전류가 흐르는 정전유도판 위에 급광하게 되면 도체인 미연탄소분은 정전유도 판과 같은 극성으로 대전되어 반발에 의해 V-type의 반대 전류가 흐르는 회수대로 이동하게 된다. 이와 반대로 순수 회분 입자는 정전유도가 이루어지지 않고 경사진 정전유도 판을 따라 아래로 이동하게 되어 분리가 이루어지게 된다.



## 3. 결과 및 고찰

Fig. 3의 (a)는 본 정전선별기의 정전유도 판 경사각이 미연탄소분 제거에 미치는 영향을 나타낸 것으로, 정전유도 판의 경사각이 작을수록 선별효율이 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 경사각에 따라 정전유도 판에 공급된 석탄회의 체류 시간이 달라 미연탄소분의 하전에 영향을 미치기 때문이다. 그림 (b)는 정전유도 판과 상부에 위치한 V-type 회수대의 전극을 반대로 교차 연결하여 미연탄소분 제거 특성을 연구한 결과이다. 실험결과 정전유도 판의 전극을 negative로 연결하면 선별효율이 높으나 정전유도 판을 positive로 연결하면 거의 선별이 이루어지지 않음을 알 수 있다. 이는 미연탄소분이 negative로는 정전유도가 용이하지만 positive로는 어렵기 때문이다. 그림(c)는 석탄회를 정전유도 판에 급광하기 전에 다른 하전장치를 사용하여 하전한 것과의 비교를 나타낸 것이다. 다소 차이는 있지만 사전에 하전한 것이 선별효율이 더 높음을 알 수 있다. 그리고 그림(d)는 정전유도 판에 의해 유도된 미연탄소분을 효과적으로 분리하기 위하여 상부 회수대에 치밀한 전기장을 부여할 수 있는 스크린을 설치하여 실험한 결과이다. 실험결과 기대한 것과는 달리 스크린 전기장의 설치가 거의 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

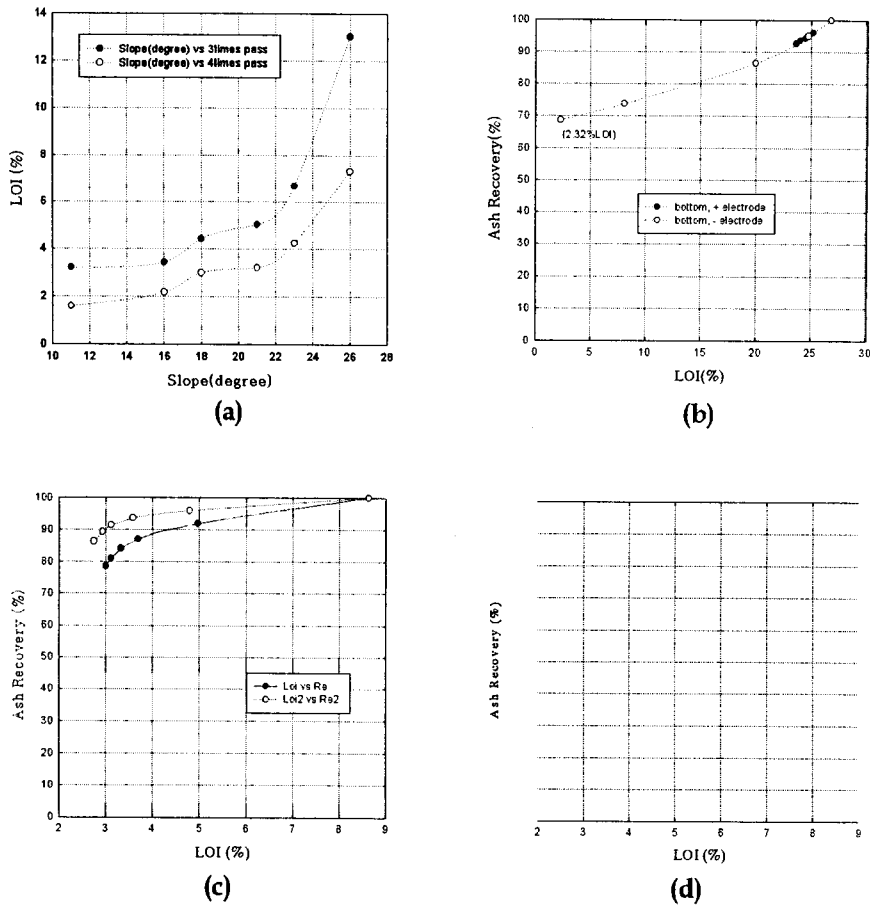


Fig. 2 Results of Vibratory Triboelectrostatic Separation Tests for Removal of Unburned Carbon from Fly Ash(Boreong Plant).

#### 4. 결 론

본 연구에서 수행된 이 기술은 마찰하전형과 정전유도형을 혼합한 신형 정전선별법으로 석탄회로부터 미연탄소분 제거에 처음 시도되었다. 실험결과 미연탄소분 함량이 26.63%인 원 시료로부터 2.32%인 정제석탄회를 그리고 8.63%로부터 2.75%와 2.27%로부터 0.22%인 정제석탄회를 회수율 80% 이상 얻어, 본 기술의 우수성을 입증하였다. 뿐만 아니라 석영으로부터 황동광 분리를 위한 가능성 실험에서도 매우 순수한 황동광이 회수되어, 모든 광물에 이 기술을 응용할 수 있음을 확인하였다.