

# 유연탄의 정제를 위한 정전선별 기술개발

백상호<sup>1)</sup>, 전호석<sup>1)</sup>, 한오형<sup>2)</sup>

1) 한국지질자원연구원, 2) 조선대학교

## 1. 서론

석탄은 공급의 안정성에서 뿐만 아니라 중장기적으로 경제성이 우수한 에너지원으로, 현재의 수요 증가를 고려하더라도 확인된 매장량만으로 앞으로 약 300년 이상 사용 가능한 자원이다. 또한 세계 1차 에너지 공급의 30%를 점하고 있어서 국내외적으로 상당히 주요한 위치를 차지하고 있다. 그러나 석탄이 아무리 경제성이 높고 풍부한 매장량을 갖고 있는 에너지라 할지라도 장기적인 에너지 수급을 위해서는 연소 시 혹은 연소 후 발생하는 대기오염 및 석탄회의 근원 물질을 사전에 제거해야 하는 기술개발이 뒤따라야 할 것으로 생각된다. 석탄으로부터 회분구성 광물을 제거하기 위한 연구는 오래 전부터 체계적으로 이루어져 왔으나, 아직까지 경제성을 갖춘 완벽한 기술개발이 이루어지지 않아 여전히 해결해야 할 숙제로 남아있다. 석탄의 경우 가격이 저렴한 에너지 광물이기 때문에 가능한 처리비용이 저렴한 건식 처리기술 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 고가의 탈황시설을 하지 않고 일부 환경문제를 해결하며 저가의 에너지를 확보하기 위해, 정전선별기술을 토대로 건식법에 의해 석탄 이외의 맥석광물을 제거하는 정제석탄 생산기술을 개발하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

본 연구에 사용된 마찰하전형정전선별기의 원리는 서로 다른 재질의 입자가 충돌을 하거나 다른 제 3의 재질에 충돌하게 되면, Fig. 1에서와 같이 work function 값이 작은 입자는 전자를 잃어 positive(+)로 하전을 띄게 되고, 이와 반대로 work function 값이 큰 입자는 전자를 얻어 negative(-)로 하전이 이루어지게 된다. 이렇게 각각 반대로 하전이 이루어진 입자들을 높은 전류가 흐르는 전기장 내로 통과시키면 positive로 하전된 입자는 negative 전류가 흐르는 전극으로 이동하게 되고, 이와 반대로 negative로 하전된 입자는 positive 전류가 흐르는 전극으로 이동되어 각각 분리가 이루어지게 되는 것이다.

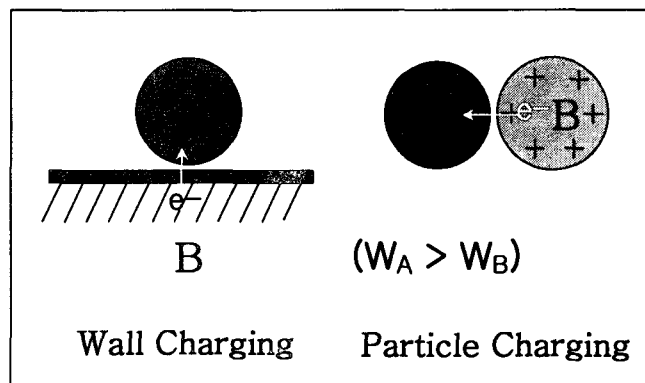


Fig. 1 Charging principle of two particles by collision.

### 3. 시료 및 실험방법

본 연구에 사용된 시료는 하동 화력발전소에서 채취한 석탄시료와 미국 Virginia State의 Grenyn Power Plant에서 채취한 mill reject 산물이다. Table 1은 위 시료에 대한 공업분석 결과를 나타낸 것이다.

본 연구에 사용된 마찰하전형정전선별기는 급광부에 투입된 시료가 공기의 흐름에 의해 하전장치인 pipe를 타고 상단으로 이동하면서, work function 값이 작은 석탄의 경우 마찰하전 과정에서 전자를 잃어 positive(+)로 하전되고, work function 값이 큰 회분구성 광물들은 전자를 얻어 negative(-)로 하전되어, 높은 전류가 흐르는 전기장을 통과할 때 전기적 인력에 의해 분리가 이루어지게 되는 것이다. 이 때 하전효율이 낮아 분리가 이루어지지 않은 중광물은 재순환 하여 하전량을 증가시켜 분리되도록 하였다. 실험은 1회에 50g의 시료를 사용하였으며, 실험조건을 변화하면서 최적 선별조건을 확립하였다.

Table 1. Proximate analysis on coal samples prepared from Ha-Dong & Grenyn power plant.

Samples	Proximate Analysis (%)				Sulfur (%)
	Ash	V.M.	Moisture	F.C.	
Ha-Dong	25.01	29.16	1.82	44.01	0.6
Grenyn(U.S.A.)	43.17	20.15	0.70	35.98	4.85

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 본 연구의 실험결과를 나타낸 것으로 전극의 종류, 상대습도, 전류의 세기, 탄의 종류 등의 실험변수가 석탄회수율과 회분 및 유황분 제거율에 미치는 관계를 나타낸 것이다.

전극의 특성이 회분제거율에 미치는 영향을 관찰하기 위하여, 본 연구에서 개발된 5가지 전극을 사용하여 실험한 결과 스크린타입의 전극이 선별효율이 가장 높은 것을 알 수 있다. 이와 같은 이유는 스크린타입의 전극이 다른 전극에 비해 구배력이 높은 전기장을 형성하였기 때문으로 생각된다. 그리고 실험실의 상대습도가 선별효율에 미치는 영향을 관찰하기 위한 실험결과 상대습도가 낮을수록 선별효율이 증가하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 이유는 어떤 에너지에 의한 입자표면의 하전량은 시료 및 상대습도 함량에 반비례하기 때문이다.

전극의 전압세기가 선별에 미치는 영향을 관찰하기 위한 실험결과, 전압의 세기가 증가할수록 석탄의 회수율은 감소하는 반면, 회분과 유황분 제거율은 증가하는 것을 알 수 있다. 전극의 전압세기가 선별효율에 영향을 미치는 이유는 전극의 전압세기에 따라 전극사이에 작용하는 전류의 세기가 달라져 하전장치에 의해 하전된 입자들을 보다 강하고 선택적으로 끌어당겨 효율적으로 분리되기 때문이다. 그리고 최적 실험조건에서 하동발전소 시료와 Grenyn 화력발전소 시료를 비교한 결과, 석탄회수율에는 큰 차이가 없으나 회분 및 유황분 제거율이 30%가량 차이를 보여 Grenyn 시료가 하동발전소 시료보다 분리가 잘 이루어졌음을 알 수 있다. 이와 같이 제거율에 차이를 보이는 이유는 하동발전소 석탄시료의 경우 대부분의 회분구성 광물들이 미립으로 이루어져 있고, 상당량의 회분구성 광물이 석탄 내에 존재하고 있어 단체분리도가 낮으며, 이들이 하전에 나쁜 영향을 미쳤기 때문으로 생각된다.

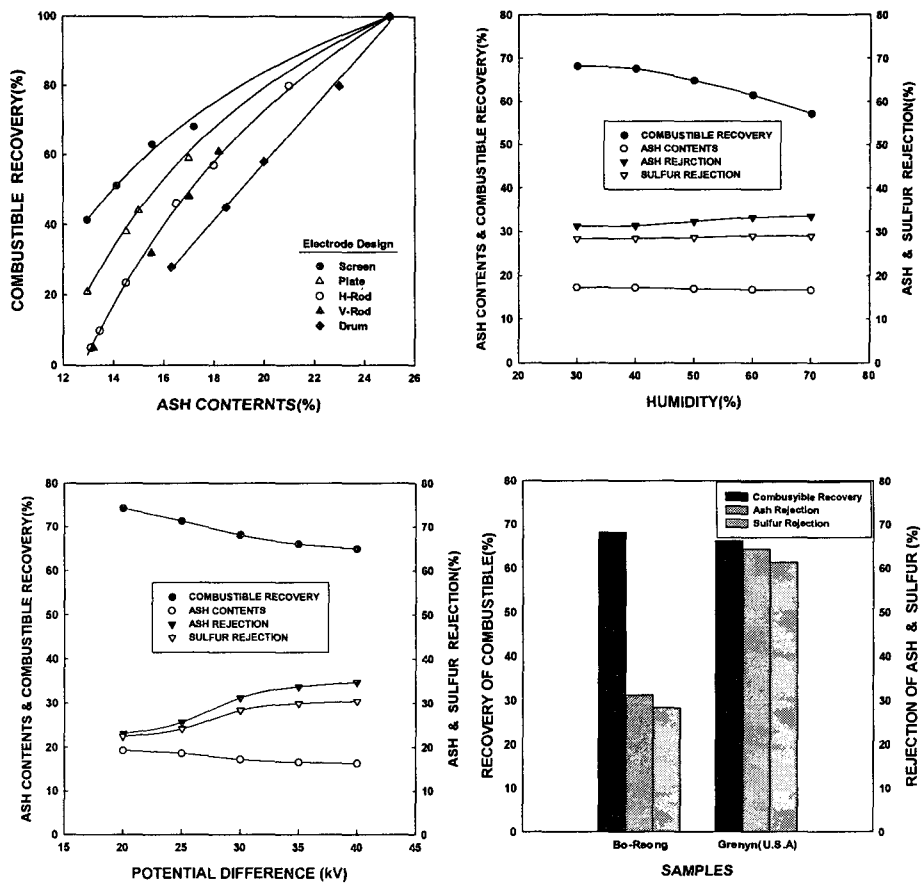


Fig. 2 The effect of various factors on combustible recovery and ash, sulfur rejection in Triboelectrostatic separation

5. 결론

본 연구에서 개발된 전극을 이용한 실험결과 구리재질의 스크린타입 전극이 다른 전극 비하여 5~30% 정도의 높은 선별효율을 나타냈으며, 상대습도의 변화에 따른 실험결과 상대습도의 경우 낮을수록 선별이 잘 이루어짐을 확인하였다. 또한 전압의 세기는 높을수록 선별이 잘 이루어지나 석탄 회수율을 고려할 때 30kV가 최적실험조건임을 알 수 있었으며, 탄종변화에 따른 실험결과 석탄회수율은 큰 차이를 보이지 않지만, 회분 및 유황분 제거율은 Grenyn 시료가 하동발전소 시료보다 30%정도 높은 것을 알 수 있어, 시료에 따라 선별 효율에 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

그리고 Bench scale의 마찰하전형정전선별기를 이용한 실험결과, 최적조건에서 석탄 회수율과 회분 및 유황분 제거율이 각각 68.10%, 31.23% 그리고 28.33%인 정제석탄을 얻을 수 있었다.

사 사

본 연구는 산업자원부 에너지관리공단 에너지학술진흥사업(2003-C-CC03-P-01)에 의해 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.