

혼합플라스트의 재질분리를 위한 마찰하전형정전선별 기술개발

전호석^{1)*}, 신선명¹⁾, 박철현²⁾, 조희찬³⁾, 임길재¹⁾, 이진영¹⁾

- 1) 한국지질자원연구원 자원활용연구부
- 2) 한양대학교 지구환경시스템공학과
- 3) 서울대학교 지구환경시스템공학부

1. 서 론

플라스틱은 고기능성, 위생성, 편리성 그리고 경제성을 지닌 우수한 재질로 인하여 그 사용량이 매년 10%이상 증가되고 있다. 따라서 플라스틱 문제를 바르게 인식하기 위해서는 우선 플라스틱이 현대 사회에 기여하고있는 역할과 위치를 인식할 필요가 있다. 우리나라는 석유산업의 발달에 힘입어 미국, 일본, 독일에 이어 세계 4번째로 많은 약 800만 톤의 플라스틱을 생산하고 있으며, 이로 인하여 연간 약 300만 톤의 폐플라스틱이 발생하고 있다. 그러나 현재 폐플라스틱의 재활용율이 16%에 그치고 있어 80% 이상이 매립이나 소각에 의해 처리되고 있으므로 환경문제뿐만 아니라 경제적인 손실도 상당한 것으로 평가되고 있다.

폐플라스틱을 재활용할 수 있는 기술로는 연료화와 화학적 재순환 그리고 물질 재순환 등 여러 방법이 있으나, 그중 물질 재순환이 가장 효율적인 방법으로 평가받고 있다. 그러나 어느 방법이든 다른 종류의 플라스틱이 혼재되어 있으면 특성효율이 크게 저하되기 때문에 플라스틱의 선별은 재활용에 있어서 가장 중요하며, 특히 플라스틱의 특성을 고려한 물리적 건식 선별기술이 필수적이다. 폐플라스틱의 재활용을 높이기 위해 독일과 일본 등에서 air table을 이용한 비중선별과 분광법 등을 개발하여 상용화를 추진중에 있으나, 이 기술은 여전히 해결해야 할 많은 문제점을 안고 있다. 그러나 본 연구에서 개발중인 마찰하전형정전선별법은 혼합된 모든재질의 플라스틱 선별이 가능하고, 특히 경제성이 우수한 것으로 평가받고 있어 앞으로 폐플라스틱의 재활용에 크게 기여 할 것으로 생각된다. 특히, 본 연구에서 개발중인 마찰하전형정전선별법은 장치제작비용이 저렴하고 연속처리가 용이하며, 또한 혼합된 모든 재질의 플라스틱 선별이 가능하고 선별효율 높아 개발 즉시 사용화가 가능한 장점이 있다.

본 연구결과 혼합플라스틱 재활용에 가장 나쁜 영향을 미치는 PVC 재질의 경우 모든 플라스틱 재질로부터 95% 이상 제거가 가능하였으며, 그 외 혼합된 2종 혹은 3종 이상의 재질분리에도 효과적인 선별기술을 개발하였다. 특히, 본 연구에서는 혼합 플라스틱의 재질분리에 효과적인 전극개발을 이루었으며, 또한 혼합 플라스틱 재질분리에 적합한 하전물질 선정 및 장치개발이 이루어져 좋은 연구결과를 얻었다.

II. 원 리

서로 다른 재질의 입자가 서로 충돌을 하거나 다른 제 3의 재질에 충돌하게 되면, Fig. 1에서와 같이 work function이 큰 입자는 전자를 잃어 positive(+)로 하전을 띄게되고 work function이 낮은 입자는 negative(-)로 하전이 이루어 지게된다. 이때 각각 반대의 하전이 이루어진 혼합된 입자들을 Fig. 2에서와 같이 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. 이때 선별효율에 가장 크게 영향을 미치는 것은 두 입자간의 표면 하전값을 높일 수 있는 하전장치의 재질과 방법으로 이 기술개발이 이 기술의 핵심이다.

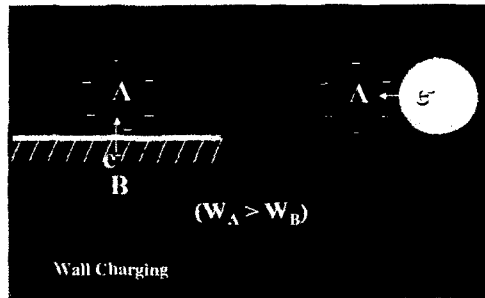


Fig. 1 Charging Principle of two particles by collision

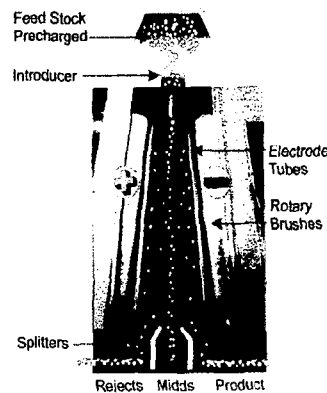


Fig. 2 Schematic Representation of Triboelectrostatic Separation

III. 실험

1. 시 료

본 연구에 사용된 시료는 플라스틱 제조를 위해 시중에 판매되고 있는 입도크기 3~7mm 정도의 PVC, PP, PE, PS, ABS, POM, Calibre 등의 순수한 재질로, 입자의 크기가 마찰하전형정전선별실험에 미치는 영향을 관찰하기 위해 여러 입도크기로 분쇄하여 사용하였다..

2. 실험방법

두 종류의 시료를 다양한 비율로 혼합한 다음 강한 공기를 이용하여 원통형의 하전장치로 투입하여 각각 다른 극으로 표면하전을 시켰다. 이때 원통형의 하전장치에 의해 하전된 입자는 20,000 voltage의 전류가 흐르는 전기장으로 이동하게 하여 재질별로 분리를 하였다. 본 연구에서는 하전 및 분리에 큰 영향을 미치는 전극의 종류, 입도크기, 상대습도, 하전장치의 재질, 전극의 세기 그리고 하전에 영향을 미치는 공기의 세기 등에 관한 변화실험을 수행하였다.

IV. 결과 및 고찰

Fig. 3은 ABS와 PVC를 80 : 20으로 혼합한 다음 전극의 특성이 PVC제거율에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 여러종류의 전극을 비교실험한 결과 전기밀도가 가장 집중될 수 있는 Screen Type이 PVC 제거에 가장 효과적인 것을 알 수 있다.

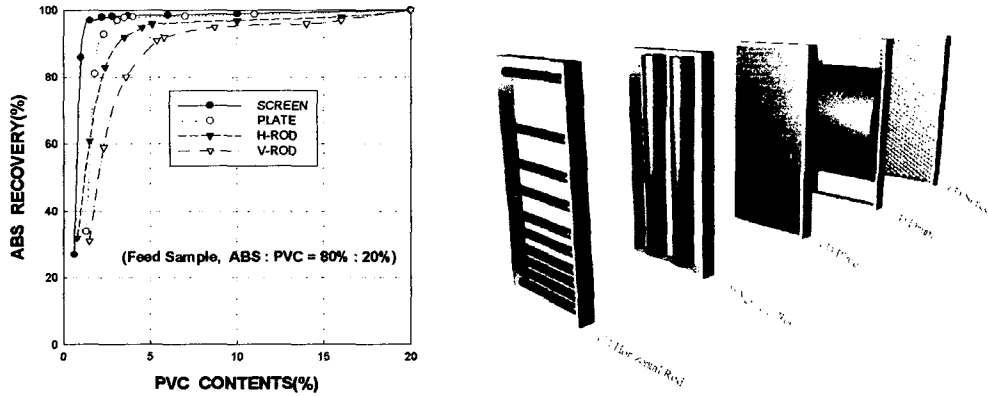


Fig. 3 The Effect of Various electrode on Removal of PVC from ABS Materials.

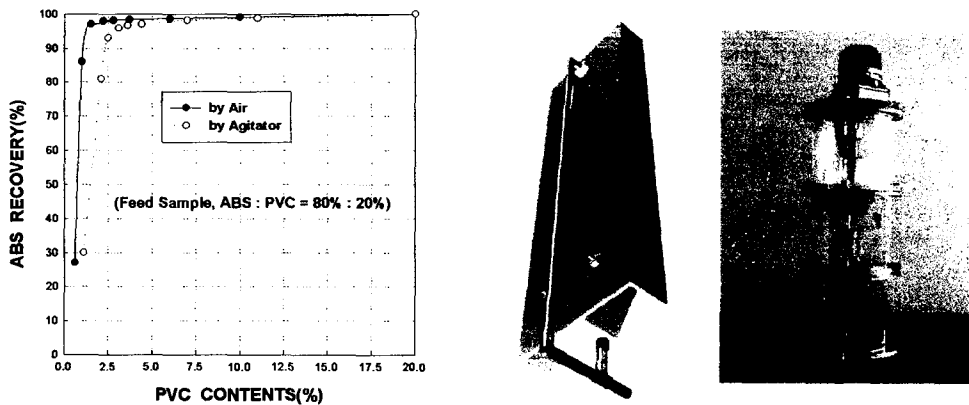


Fig. 4 The Effect of Charging Methods on Removal of PVC from ABS Materials.

V. 결론

본 연구에서 개발된 마찰하전형정전선별기를 이용한 혼합플라스틱의 재질별 분리실험 결과 최적실험 조건에서 PS, PP, LDPE, HDPE, ABS, POM 물질들로부터 PVC를 97% 이상 제거할 수 있는 기술을 개발하였다. 특히, 모든 플라스틱 재질분리에 적합한 하전물질 및 하전방법과 전극을 개발하였으며, 또한 선별이 가능한 하전량을 규명(200nC 이상) 하여 차후 연구효율을 높일 수 있는 기초자료를 확보하였다.