

PF4) 폐전선 피복플라스틱 재활용을 위한 PVC, Rubber 의 하전특성 연구

전호석*, 박철현¹, 김병곤, 박재구¹
한국지질자원연구원, ¹한양대학교

1. 서 론

폐플라스틱 중 전기, 전자 및 통신 분야에서 배출된 폐전선이 차지하는 비중은 매우 높다. 그러나 이들 대부분이 야적장에 방치되거나 매립 및 소각에 의해 처리되고 있어, 경제적 손실과 환경오염의 원인이 되고 있다. 2004년 이후 정부에서는 폐플라스틱을 함유한 물질의 소각과 매립을 법으로 규제하고 있으며, EPR 제도의 활성화에 따라 폐전선의 경우도 재활용의 필요성이 대두되고 있다.

폐전선의 대부분은 도체의 구리, 알루미늄과 PVC, XLPE, PE, Rubber 등의 플라스틱 피복재로 구성되어 있으며, 전력선, 절연선, 통신선, 제어전선, 기기선, 고무전선 등으로 구분할 수 있다. 폐전선의 처리는 대부분 기계적 재활용 방식에 의해 처리하고 있으나 일정한 굵기 이하의 가는 폐전선의 경우 미립의 구리 회수 및 피복플라스틱 재질분리의 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 정전선별법은 하전방식에 따라 코로나 방전형과 정전유도형, 마찰하전형이 있다. 일정 굵기 이하의 가는 폐전선 중 전도성인 구리와 비전도성인 피복플라스틱을 정전유도형에 의해 분리할 수 있으며, 마찰하전형 정전선별법을 이용하여 비전도성물질인 피복플라스틱을 재질 분리할 수 있다.

본 연구에서는 마찰하전형 정전선별법을 이용하여 폐전선 PVC와 Rubber의 재질분리를 위한 하전특성 실험을 수행하였다. 먼저 재질의 일함수 값 차를 이용하여 PVC와 Rubber 재질의 하전량을 최적화할 수 있는 하전물질, 시료의 혼합상태, 공기주입속도, 상대습도 등에 따른 하전특성을 관찰하였으며, 하전된 시료를 고전압의 전극판으로 편향시킬 수 있는 전극의 전압세기, 선별효율을 높일 수 있는 분리대 위치에 따른 분리특성 실험을 수행하였다.

2. 재료 및 실험방법

본 연구에 사용된 시료는 구리가 제거된 PVC, Rubber 혼합 폐전선 플라스틱으로, 구리의 제거를 위해 10mm 이하로 제조된 시료이다. 본 연구의 실험방법은 PVC와 Rubber 혼합시료를 Cutting Mill을 이용하여 4mm 이하로 제조한 다음, PP 재질의 원통형 하전장치로 혼합시료를 공기와 함께 투입하여 마찰과 충돌을 시켜 일함수 값의 차이에 따라 각각 반대로 하전 시켰다. 이때 각각 반대로 하전된 PVC와 Rubber는 높은 전류가 흐르는 전기장을 통과하면서 분리가 이루어지게 된다. 하전특성에 따라 하전된 각 시료의 하전량측정은 패러데이 케이지(NK-1002)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

마찰하전형정전선별 실험을 수행하여 PVC와 Rubber 시료의 하전량을 최적화할 수

있는 하전물질, 시료의 혼합상태, 공기량, 상대습도 등의 하전특성 조건과 하전된 시료를 고전압의 전극판으로 편향시킬 수 있는 전극의 전압세기, 분리대 위치에 따른 분리특성 조건을 조사하였다. 하전장치의 재질에 따른 PVC와 Rubber의 하전특성은 PVC 재질에 비해 PP 재질을 사용할시 더 효과적이었다. 이는 PP 재질의 일함수 값이 3.9로 PVC와 Rubber의 일함수 값 4.8과 3.6 사이에 위치하고 있어, 일함수 값이 높은 PVC 재질은 PP로부터 전자를 얻어 Negative로 그리고 이보다 일함수가 작은 Rubber는 전자를 잃어 Positive로 하전될 수 있는 기회가 증가하기 때문이다.

단일 시료와 혼합시료의 하전특성은 동일 조건의 공기량에서 PVC와 Rubber 각각의 단일 시료에 비해 PVC와 Rubber의 혼합 시료가 하전장치뿐만 아니라 혼합된 두 시료 간에도 충돌이 이루어져 더 높은 하전량 값을 나타내었다. 공기량은 시료의 하전 및 하전된 시료를 전기장으로 이동시키는 주요 변수로써, 공기량 증가에 따라 하전장치와 시료간의 마찰 및 충돌회수가 증가하여 하전량을 높일 수 있었으며, 상대 습도가 낮아지면 하전량이 크게 증가되어 상대습도가 시료의 하전량에 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 하전장치에 의해 Positive로 하전된 Rubber 입자와 Negative로 하전된 PVC 입자가 전기장 내에서 반대 전극으로 편향되는 전극의 전압세기 변화실험에서 전압세기가 높아질수록 PVC의 품위와 회수율이 증가되어, 전극의 전압세기가 25kV 이상에서 품위와 회수율이 각각 99.5%와 95%를 나타내었다. 하전된 PVC와 Rubber 입자가 전기장 내를 통과하여 각각 분리될 때 입자의 하전 상태와 중력에 의한 낙하속도에 따라 낙하지점이 달라지는데, PVC의 품위와 회수율을 고려하여 최적 분리대의 위치는 전기장의 가운데(0)에서 Negative 전극으로 -1cm 이동한 지점이 가장 효과적이었다.

4. 요약

본 연구에서는 폐전선 피복플라스틱의 재활용을 위해 마찰하전형 정전선별법을 이용하여 PVC와 rubber의 재질분리 실험을 수행하였다. 하전물질의 종류에 따른 실험결과 PVC와 Rubber의 중간 일함수 값을 갖고 있는 PP 재질이 가장 효과적이었으며, 단일 시료보다 PVC와 Rubber의 혼합조건에서 더 높은 하전 값을 나타내었다. 하전특성 실험결과 공기량은 10.28m/s 이상 그리고 상대습도는 40% 이하의 조건에서 입자의 높은 하전량을 얻을 수 있음을 확인하였다. 분리특성 실험결과 전압세기가 25kV 이상 그리고 분리대의 위치는 전기장의 중앙(0)으로부터 Negative 전극으로 -1cm 이동한 지점으로, 이때 PVC의 품위와 회수율을 각각 99.5%와 95%인 결과를 얻었다.

참 고 문 헌

- 양정일의, 1994, 폐전선 재활용 기술개발, 자원 리사이클링학회지, 제3권, 2호, pp. 28-34.
- Kelly, E.G. and Sottiswood D.J. 1988, The theory of electrostatic separations, AReview, Part II, Particle Charging, Minerals Engineering, Vol. 12, No.2, pp.193-205 (1988).
- I.I. Incullet, 1994, Triboelectrification system for electrostatic separation of plastics, Proc. Ann Meeting IEEE IAS, pp.1397-1399.