

OF1) 자동차 미등의 재활용을 위한 Scale-Up 마찰하전정전선별 연구

전호석*, 백상호, 박철현, 김병곤
한국지질자원연구원

1. 서 론

국민생활 수준의 향상으로 내수시장이 확대되어 현재 우리나라의 자동차 등록대수는 1,540만 여대에 이른다. 이로 인하여 폐 자동차의 발생량도 1999년부터 2002년까지의 일시적인 감소를 제외하고는 꾸준히 증가하여, 2005년에는 55만 여대의 폐 자동차가 발생하였다. 이 중 일부는 중고차로서 수출되고 대부분은 해체되어 재활용 대상이 된다. 폐 자동차의 해체공정을 살펴보면, 최초 해체업자에게 인도되어 유용 부품이 회수된 후, 압축하여 슈레더 업체로 옮겨지며 이렇게 압축된 차량을 press body라고 한다. Press body에서 철, 비철금속 등의 유가금속을 회수하기 위한 슈레더 공정을 거치고 나면, 재이용이 곤란한 합성수지, 유리, 고무 등의 잔재물이 남는데, 이러한 잔재물을 ASR(Automobile Shredder Residue) 또는 SD (Shredder Dust)라고 한다. ASR은 현재 폐 자동차에서 약 20% 전후를 차지하고 있으며, 전량 소각이나 매립에 의하여 처리되고 있다. 소각하여 감용화 하는 것이 가능한 고체 산업폐기물은 소각하여 매립하는 것이 일반적이지만, ASR의 소각이나 매립은 폐 자동차의 재활용을 감소와 매립지의 부족, 환경오염 문제 등을 야기하고 있어 재활용을 위한 기술개발이 필요한 실정이다.

플라스틱은 다른 물질에 비해 쉽게 분해 및 변질이 이루어지지 않아 효율적인 선별기술만 개발된다면 재활용이 용이한 물질 중의 하나이다. 이러한 혼합 플라스틱을 재질별로 분리할 수 있는 물리적인 선별방법은 크게 수선법, 비중선별, 부유선별, 정전선별, color sorting, 열점착 그리고 분광법 등이 있다.

본 연구에서는 폐 자동차의 재활용을 향상을 위하여 전량 소각 및 매립에 의해 처리되고 있는 폐 자동차의 tail lamp를 해체공정에서 회수하고, tail lamp의 PP 재질과 ABS 재질을 대상으로 연속처리가 가능한 scale-up 마찰하전형정전선별 장치를 이용하여 재질분리 연구를 수행하였다.

2. 실험방법

본 연구의 분리공정은 먼저 폐 자동차 tail lamp의 PP 재질과 ABS 재질을 cutting mill로 6mm 이하로 파쇄하고 체(1mm)에 1~6mm 입도조절 하였다. 입도 조절된 시료는 AI 재질의 pipe line과 cyclone 내부에 공기와 함께 투입하여 마찰·충돌 시킨 후, 서로 다른 극으로 하전된 입자를 고전압의 전기장으로 이동시켜 분리하였다. 또한 전극의 전압세기, 분리대의 위치, 공기의 세기 그리고 습도 등의 실험조건을 변화하면서 폐 자동차 tail lamp의

PP 재질과 ABS 재질에 대한 최적 선별조건을 확립하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 A는 분리대의 위치를 전기장의 중앙에서 positive electrode 쪽으로 3cm 이동한 지점, 상대습도 40% 이하 그리고 급광량 300kg/h에서 전극의 전압세기를 10kV에서 30kV 까지 변화하며, PP와 ABS 혼합 폐플라스틱의 선별에 미치는 영향을 관찰한 것이다. 실험 결과 전극의 전압세기가 증가하면 PP의 품위와 회수율 모두 증가되는 것을 알 수 있다. 즉, 전압세기가 가장 낮은 10kV에서 PP의 품위와 회수율이 각각 96.5%와 69.6%로 가장 낮지만, 전압세기가 커질수록 증가하여 30kV에서는 각각 98.8%와 94.6%로 가장 높다. 이와 같이 전극의 전압세기가 선별효율에 영향을 미치는 이유는, 전압세기가 커지면서 nC 단위로 매우 약하게 하전된 플라스틱 입자들을 전기적으로 끌어당길 수 있는 에너지가 증가하였기 때문이다.

Fig. 1의 B는 상대습도가 선별효율에 미치는 영향을 관찰한 것으로 전극의 전압세기 30 kV, 분리대의 위치 전기장의 중앙에서 positive electrode 쪽으로 3cm 이동한 지점 그리고 급광량 300kg/h에서 습도를 20%에서 70%까지 변화하며 PP와 ABS의 분리특성을 확인하였다. 실험결과 상대습도 40%까지는 PP의 품위와 회수율에 큰 영향을 미치지 않지만, 이보다 상대습도가 증가하면 선별효율이 크게 낮아지는 것을 알 수 있다. 즉, 상대습도가 가장 낮은 20%일 때 PP의 품위와 회수율이 각각 99.1%와 96.0%로 가장 높지만, 상대습도 40%에서도 각각 98.8%와 94.6%로 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 상대습도가 이보다 증가하면 선별효율이 크게 낮아져, 상대습도 70%에서는 각각 78.2%와 67.3%까지 감소되어, 높은 선별효율을 얻기 위해서는 상대습도가 40% 이하로 유지되어야 함을 알 수 있다. 이와 같이 상대습도가 재질분리에 영향을 미치는 이유는, 상대습도가 높을수록 공기 중의 수분이 마찰하전 시 입자간의 표면분극을 방해하고, 하전된 입자의 전하를 방전시키기 때문이다.

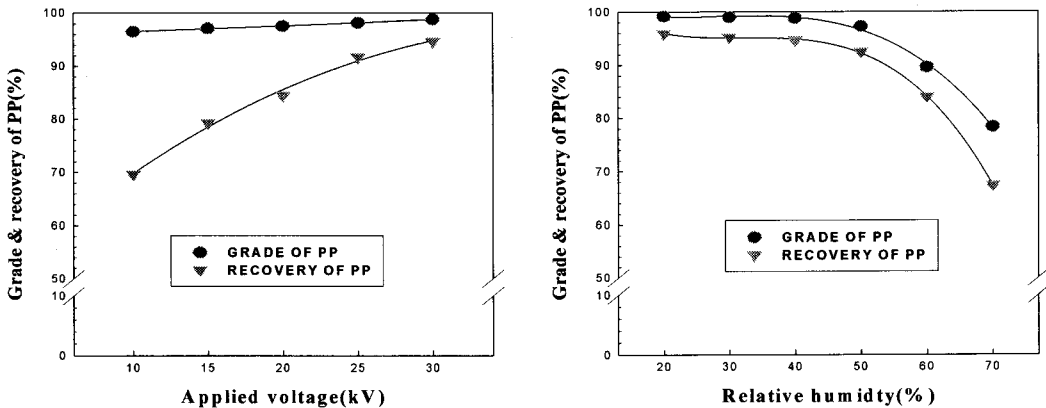


Fig. 1. Effect of various factors on grade and recovery of PP in scale-up triboelectrostatic separation.

4. 결 론

본 연구에서는 연속처리가 가능한 scale-up 마찰하전형정전선별 장치를 이용하여, 폐 자동차 tail lamp의 PP 재질과 ABS 재질을 대상으로 재질분리 연구를 수행하였다. 본 연구는 bench-scale 마찰하전형정전선별기를 이용한 혼합 플라스틱의 재질분리 연구에서 확립된 기초 자료를 토대로 진행되었으며, 전극의 세기, 분리대의 위치, 급광량, 습도 등의 실험조건을 변화하며 최적 분리조건 및 분리효율을 규명하고자 하였다. 실험결과 전극의 전압세기 30kV, 분리대의 위치가 중앙에서 positive 전극으로 3cm 이동한 지점(+3cm), 상대 습도가 40% 이하 그리고 급광량이 300kg/h인 조건에서 PP의 품위와 회수율이 각각 98.8%와 94.6%인 결과를 얻었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 21C Frontier 연구개발 사업으로 자원 재활용 기술개발사업단의 지원으로 연구가 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 한국자동차공업협회, 2005, 통계자료
- 정현태, 김기현, 서용칠, 2002, 폐자동차에서 발생하는 ASR(Automobile Shredder Residue)현황 및 특성, 한국폐기물학회 춘계 학술연구발표 논문집, pp. 166-169.
- 정현태 등, 2005, 폐 승용차 처리과정에서의 물질 수지 및 ASR의 물리화학적 특성, 한국 폐기물학회지, Vol. 2, No. 2, pp. 175-182.
- Dr. Michael B. Biddle, 1999, Electrostatic separation, APC Durables recycling workshopIII, pp.118 -127.
- Jean Cross, 1987, Electrostatics : principles, problems and applications, Adam Hilger, pp. 17-46, pp. 237-242, pp. 425-433.
- Jing Wei and Matthew J. Realf, 2003, Design and optimization of free-fall electrostatic separators for plastics recycling, AIChE Journal, Vol. 49, No. 12, pp. 3139-3149.