

廢自動車 Tail Lamp의 再活用을 위한 材質分離 技術開發[†]

全好錫 · 朴哲賢 · 白尙昊 · 朴在九*

韓國地質資源研究院, *漢陽大學校

The Development of Material Separation Technique for Recycling of Waste Car Tail Lamp[†]

Ho-Seok Jeon, Chul-Hyun Park, Sang-Ho Baek and Jai-Koo Park*

KIGAM, *Hanyang University

요 약

본 연구에서는 폐자동차의 재활용을 향상을 위하여 전량 소각 및 매립에 의해 처리되고 있는 폐자동차 tail lamp를 해체공정에서 회수하고, 마찰하전형정전선별법을 적용하여 재질분리 연구를 수행하였다. 하전특성 연구결과 PMMA 재질이 폐자동차 tail lamp의 재질분리에 효과적인 하전물질로 확인되어, PMMA 재질을 사용한 cyclone 하전장치를 개발하였다. 본 연구에서 개발된 cyclone 하전장치를 이용한 마찰하전형정전선별 실험결과, 최적 실험조건에서 폐자동차 tail lamp로부터 PMMA 재질의 품위와 회수율이 각각 99.0%와 90.2%인 결과를 얻어, 폐자동차 tail lamp를 재활용 할 수 있는 재질분리 기술을 확립하였다.

주제어 : 마찰하전형정전선별법, 폐자동차 Tail Lamp, 재질분리, 하전재질, 하전장치

Abstract

In this study, waste car tail lamps that usually gets incinerated or buried has been recovered during the dispose process in order to increase the recycling rate of waste cars and the material separation research was performed by applying triboelectrostatic separation method. After a series of charging characteristic test, PMMA materials was confirmed of being an effective charging material for waste car tail lamp material separation, a cyclone charger using PMMA material for continuous process was developed. In optimum test conditions using triboelectrostatic separator developed in this study, high quality PMMA material with recovery rate of 99.0% and 90.2% was achieved from the waste car tail lamp. Therefore, a material separation technology that can recycle tail lamps of waste cars has been established.

Key words : Triboelectrostatic Separation, Waste Car Tail Lamp, Material Separation, Charging Material, Charger

1. 서 론

국민생활 수준의 향상으로 내수시장이 확대되어 현재 우리나라의 자동차 등록대수는 1,540만 여대에 이른다. 이로 인하여 폐자동차의 발생량도 1999년부터 2002년 까지의 일시적인 감소를 제외하고는 꾸준히 증가하여, 2005년에는 55만 여대의 폐자동차가 발생하였다.¹⁾ 이 중 일부는 중고차로서 수출되고 대부분은 해체되어 재

활용 대상이 된다. 폐자동차의 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 폐자동차에서 약 20% 전후를 차지하고 있으며, 전량 소각이나 매립에 의하여 처리되고 있다. 소각하여

[†] 2006년 8월 24일 접수, 2006년 11월 13일 수리

*E-mail: hsjeon@kigam.re.kr

감용화 하는 것이 가능한 고체 산업폐기물은 소각하여 매립하는 것이 일반적이지만, ASR의 소각이나 매립은 폐자동차의 재활용을 감소와 매립지의 부족, 환경오염 문제 등을 야기하고 있어 재활용을 위한 기술개발이 필요한 실정이다.²⁻⁵⁾

플라스틱은 다른 물질에 비해 쉽게 분해 및 변질이 이루어지지 않아 환경적으로 문제가 많으나, 효율적인 선별기술만 개발된다면 재활용이 가장 용이한 물질중의 하나이다. 이러한 플라스틱을 재활용할 수 있는 기술로는 에너지 재활용, 화학적 재활용 그리고 물질 재활용의 방법이 있으며, 이중 플라스틱의 값싼 특성을 고려할 때 물질 재활용이 가장 효율적인 방법으로 평가받고 있다. 그러나 어느 방법이든 다른 종류의 플라스틱이 혼합되어 있으면 물성이 크게 저하되기 때문에 플라스틱의 재질분리 기술은 재활용에 있어서 가장 중요하다. 혼합 플라스틱을 재질별로 분리할 수 있는 물리적 선별방법은 크게 수선법, 비중선별, 부유선별, 정전선별, color sorting, 열점착 그리고 분광법 등이 있다.⁶⁻¹⁰⁾

본 연구에서는 폐자동차의 재활용을 향상을 위하여 전량 소각 및 매립에 의해 처리되고 있는 폐자동차의 tail lamp를 해체공정에서 회수하고, 마찰하전형정전선별법을 적용하여 재질분리 연구를 수행하였다. 본 선별법은 물질의 일함수 값 차를 이용한 것으로 물질을 마찰·충돌시키고, 반대 극성으로 하전된 물질을 높은 전기장으로 통과시켜 분리하는 기술이다.¹¹⁻¹²⁾ 본 연구에서는 폐자동차 tail lamp의 효율적인 재질분리를 위하여 하전물질에 따른 tail lamp 플라스틱의 하전극성과 하전량을 faraday cage법으로 조사하여 하전물질을 선정하였다. 그리고 선정된 하전물질을 사용하여 연속처리가 가능한 마찰하전정전선별장치를 개발하였으며, 폐자동차 tail lamp를 대상으로 분리실험을 수행하였다.

2. 이론적 배경

마찰하전정전선별의 원리는 물질의 일함수 값과 대전서열을 이용한 것으로 입자와 입자간, 입자와 하전장치간의 접촉에 의해서 반대 극성으로 하전된 물질을 정전기적으로 분리하는 것이다. Fig. 1은 입자의 마찰대전과정을 나타낸 것으로, (A)는 입자와 하전장치 표면과의 접촉에 의한 대전율, (B)의 경우는 입자와 입자의 접촉에 의한 대전현상을 나타내고 있다. Fig. 1에서와 같이 입자가 서로 다른 입자나 혹은 하전장치 표면에 충돌·마찰하게 되면 일함수 값의 차이에 의해 두 물

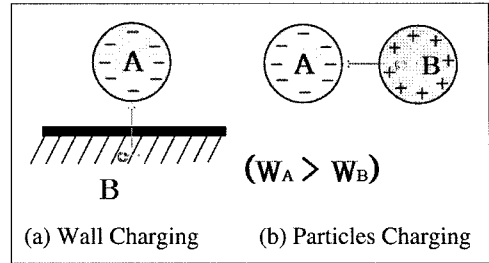


Fig. 1. A charging principle of triboelectrostatic separation.

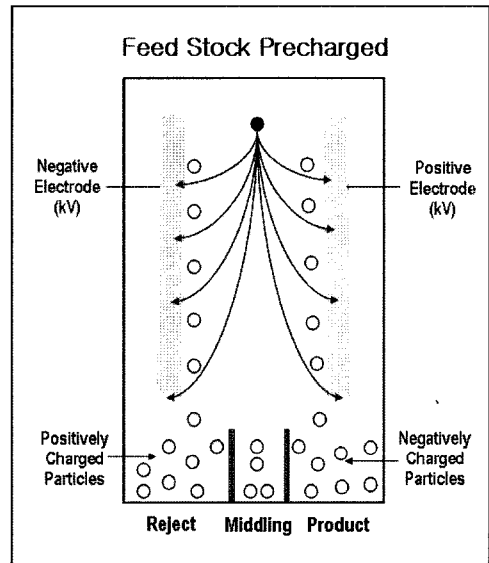


Fig. 2. Schematic representation of triboelectrostatic separation.

질의 fermi-level이 같아지는 방향으로 전자의 이동이 있게 된다. 접촉 후 입자가 다시 표면에서 분리되면 전자의 과잉 또는 부족현상이 생기므로 입자는 negative(-) 혹은 positive(+)로 대전하게 된다. 이렇게 서로 반대 극성으로 하전된 혼합 입자들을 Fig. 2에서와 같이 높은 전압이 흐르는 전기장 내로 통과시키면 positive로 하전된 입자는 negative 전극으로 이동하게 되고, 이와 반대로 negative로 하전된 입자는 positive 전극으로 이동되어 각각 분리가 이루어지게 되는 것이다.¹¹⁻¹²⁾

3. 시료 및 실험방법

본 연구에 사용된 시료는 (주)에코닉스에서 입수한 폐자동차 tail lamp로써, 분석결과 ABS 재질과 PMMA 재질이 각각 55%와 45%로 구성되어 있음을 확인하였

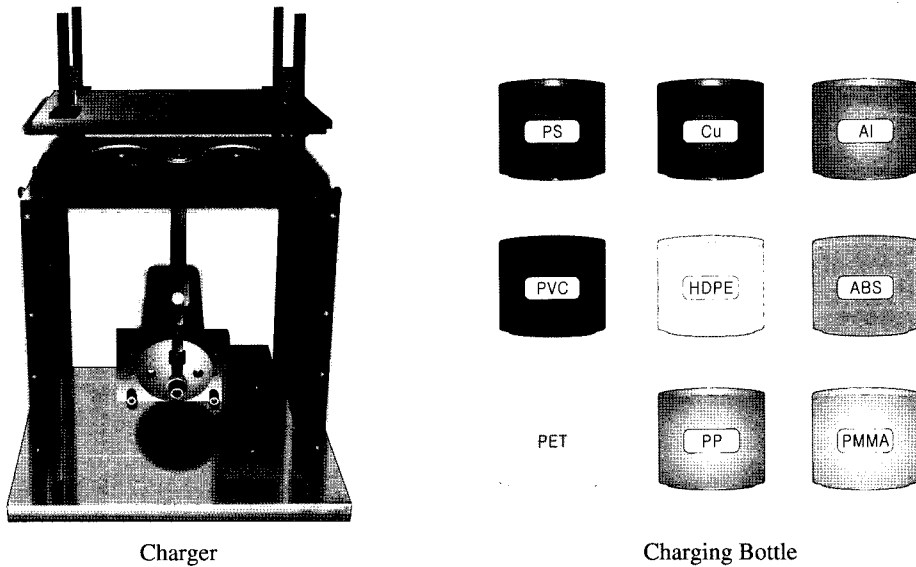


Fig. 3. The charger of a vertical motion & charging bottle used this study.

다. 본 연구에서는 먼저 하전물질 선정을 위하여, 폐자동차 tail lamp의 ABS와 PMMA 시료에 대한 하전특성을 조사하였다. 그리고 조건변화 실험을 위하여 마찰하전형정전선별 기초실험에서 얻은 가장 분리효율이 높았던 2.38 mm~4.0 mm의 입도를 제조하기 위해, cutting mill로 4.0 mm 이하로 파쇄하고 8mesh 체를 사용하였다. 입도 조절된 ABS와 PMMA 시료를 자체 제작한 하전통(PVC, PS, HDPE, PP, AL, ABS, PMMA)에 투입하고 수직왕복형 하전장치로 5분간 마찰·충돌시킨 후 faraday cage법을 이용하여 하전극성과 하전량을 측정하였으며, 이를 기초로 하여 하전물질을 선정하였다. Fig. 3은 본 연구에 사용된 수직왕복형 하전장치와 다양한 하전통을 나타낸 것이다.

Fig. 4는 본 연구에 사용된 연속처리가 가능한 cyclone 하전장치를 나타낸 것으로, 하전물질 선정실험에서 규명된 폐자동차 tail lamp 재질분리에 적합한 PMMA 재질이 cyclone 내부에 taping 되어있다. Fig. 5는 폐자동차 tail lamp 재질분리를 위한 마찰하전형정전선별법의 분리공정을 나타낸 것으로, 폐자동차 tail lamp (ABS, PMMA)를 cutting mill로 4 mm 이하로 파쇄하고 8mesh 체에 의해 2.38 mm~4 mm의 크기로 입도조절 하였다. 입도 조절된 시료는 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



Fig. 4. The tribo-charger of cyclone type used this study.

그리고 습도 등의 실험조건을 변화하면서 폐자동차 tail lamp 재질분리의 최적 선별조건을 확립하였다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1. 하전특성

시료에 대한 분석에서 확인되었듯이, 본 연구에 사용된 폐자동차 tail lamp는 ABS 재질과 PMMA 재질로 이루어져 있다. 따라서 이들 혼합재질을 각각 다른 극과

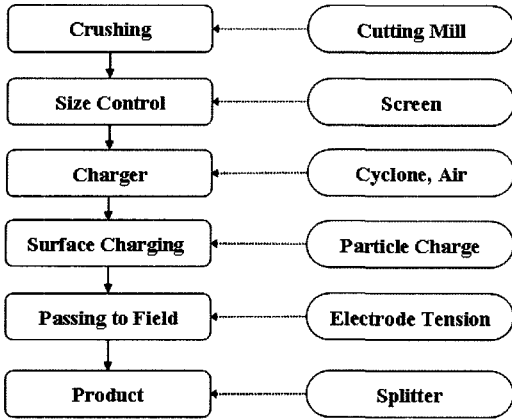


Fig. 5. Flowchart of triboelectrostatic separation used this study.

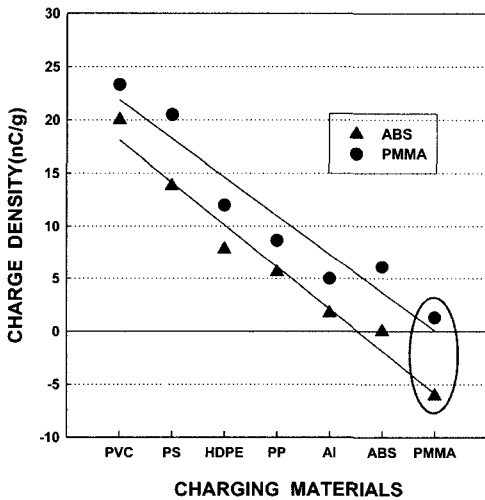


Fig. 6. Charging amount variation of tail lamp as charging materials.

많은 하전량으로 하전시킬 수 있는 하전재질을 선정하기 위해 다양한 하전재질을 이용하여 폐자동차 tail lamp의 ABS와 PMMA 시료에 대한 하전특성을 연구하였다.

Fig. 6은 폐자동차 tail lamp 분리에 효과적인 하전재질을 선정하기 위하여 수직왕복형 하전장치와 다양한 하전재질들(PVC, PS, HDPE, PP, AL, ABS, PMMA)을 이용하여 상대습도 40% 이하, 수직왕복속도 300 rpm 그리고 하전시간 5분의 조건에서 ABS와 PMMA 시료를 각각 하전시킨 후, faraday cage로 하전극성과 하전량을 측정된 결과를 나타낸 것이다. Fig. 6에서와 같이 PMMA 하전재질이 ABS와 PMMA 시료

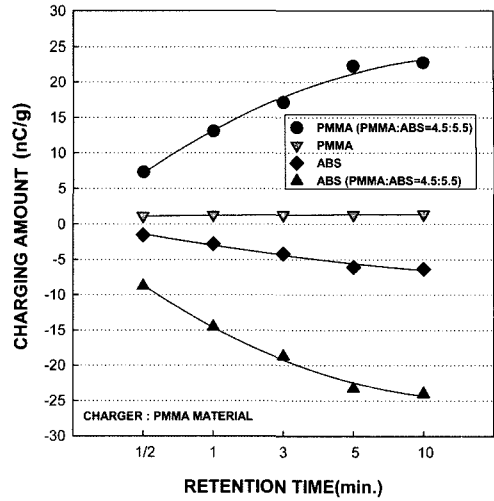


Fig. 7. Charging density on single sample and mixing samples in charging test.

를 각각 -6.1nC/g과 1.3nC/g으로 하전시켜, ABS와 PMMA 시료를 모두 positive 극성으로 하전시킨 다른 재질들보다 효과적임을 알 수 있다. 이와 같은 이유는 분리대상인 ABS와 PMMA 재질이 마찰대전 서열상에서 낮은 일함수 값을 갖기 때문이다. 즉, PMMA 하전재질에서 ABS 시료만이 전자를 얻어 negative로 하전되었을 뿐, 나머지 하전재질에서 ABS와 PMMA 시료는 낮은 일함수 값으로 인하여 모두 전자를 잃어 positive 값을 나타내기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 PMMA 재질을 하전재질로 선정하여 분리실험을 수행하였다.

ABS 재질과 PMMA 재질이 혼합되어 있는 폐자동차 tail lamp의 하전극성 및 하전량을 관찰하기 위하여, 단일재질일 때와 혼합재질일 때의 하전특성 비교를 위한 연구를 수행하였다. Fig. 7은 하전재질로 PMMA를 사용하여 폐자동차 tail lamp의 ABS와 PMMA 시료를 각각 하전시켰을 때의 하전특성과, 혼합하여 하전시켰을 때의 하전특성을 비교하여 나타낸 것이다. 혼합시료의 경우 PMMA와 ABS를 폐자동차 tail lamp의 실제 비율인 4.5:5.5로 혼합하였으며, 하전시킨 후 30 kV의 고전압에서 분리하였다. 그리고 하전량이 낮아 이물질로 포함된 산물은 teflon으로 제작한 stick으로 제거한 후 하전량을 측정하였다. 먼저 ABS와 PMMA 시료를 단일별로 하전시키면, 10분간의 하전시간 동안 PMMA 시료는 거의 하전이 이루어지지 않고 ABS 시료는 -6 nC/g 정도 하전됨을 알 수 있다. 그러나 ABS와 PMMA가 각각 4.5 : 5.5로 혼합된 시료를 하전시키면, 10분간의 하

전시간 동안 PMMA 시료는 23 nC/g까지 그리고 ABS 시료는 -25 nC/g까지 하전이 이루어지게 되어, 혼합된 시료의 하전효율이 높다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 시료의 혼합 여부가 하전효율에 영향을 미치는 이유는, 혼합된 재질의 경우 하전재질과의 충돌·마찰 이외에 혼합된 입자간의 충돌·마찰이 더해져 하전효율을 크게 증가시키기 때문이다.

4.2. 분리특성

하전특성 실험에서 규명된 폐자동차 tail lamp 시료의 재질분리에 적합한 PMMA 재질을 이용하여 연속처리가 가능한 하전장치를 개발하였으며, 최적 실험조건을 확립하기 위해 다양한 조건변화 실험을 수행하였다.

Fig. 8은 폐자동차 tail lamp 시료의 재질분리를 위한 마찰하전형정전선별 실험에서, 하전된 시료가 전기장 내를 통과할 때 전극의 전압세기가 tail lamp 시료의 재질분리에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 실험결과 전극의 전압세기가 높아질수록 PMMA의 품위와 회수율이 증가하는 것을 알 수 있다. 즉, 전극의 전압세가 5kV에서 각각 89.9%와 81.4%이던 PMMA의 품위와 회수율이, 전극의 전압세가 25 kV에서는 각각 99.0%와 90.2%로 품위와 회수율 모두 9% 가량 증가하여 가장 효율적인 선별이 이루어졌음을 확인하였다. 이와 같이 전극의 전압세기가 본 실험에 영향을 미치는 이유는, 하전된 입자들의 하전량이 매우 작기 때문에 이들 입자들을 각각의 전극으로 끌어당기기 위해서는 높은 전기에너지가 필요하기 때문이다.

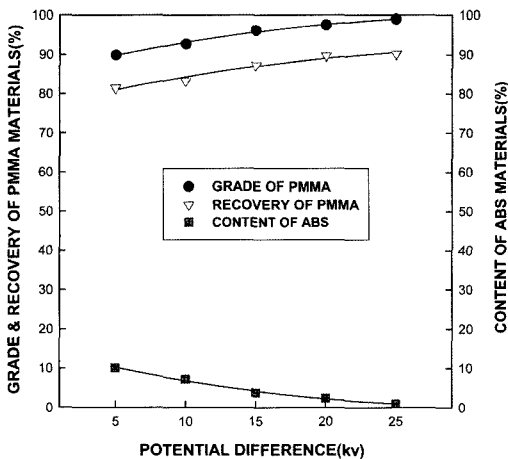


Fig. 8. The effect of potential difference on grade and recovery of PMMA in triboelectrostatic separation for recycling of tail lamp.

Fig. 9는 입자의 하전에 영향을 끼치는 공기량의 변화가 폐자동차 tail lamp 시료의 재질분리에 미치는 영향을 관찰하기 위하여, 공기량을 1.0 kg/cm²에서 3.0 kg/cm²까지 변화하며 실험한 결과이다. 실험결과 공기량이 증가할수록 PMMA의 품위와 회수율이 증가하는 것을 알 수 있다. 즉, 공기량이 가장 적은 1.0 kg/cm²일 때 PMMA의 품위와 회수율이 각각 89.7%와 79.2%로 가장 낮지만, 2.5 kg/cm²에서는 PMMA의 품위와 회수율이 각각 99.0%와 90.2% 이었으며, 3.0 kg/cm²에서는 각각 99.1%와 89.8%로 크게 증가하여 공기량이 증가할수록 품위와 회수율이 증가함을 알 수 있었다. 이와 같이 공기량이 증가하면서 선별효율이 증가한 이유는 공기량이 많아지면 시료를 전기장으로 이송하면서 강한 충돌과 마찰에너지를 부여하기 때문에 입자들의 하전량이 증가되기 때문이다. 한편 실험결과 본 연구의 최적 공기량은 2.5 kg/cm²임을 알 수 있으며, 이보다 공기량이 증가하면 뚜렷한 선별효율의 증가 없이 공기에너지의 소비만 증가되는 것을 확인하였다.

하전장치에 의해 하전된 입자들이 전기장 내에서 분리될 때 하전량에 따라 전극으로 이동되는 속도와 거리가 다르기 때문에, 전기장 하단에 위치한 splitter position을 이동시켜 선별에 적합한 조건을 얻을 수 있다. Fig. 10은 splitter position을 중앙으로부터 positive electrode와 negative electrode 쪽으로 각각 6cm까지 이동하며 실험한 결과이다. Fig. 10에서 알 수 있듯이 PMMA의 품위는 splitter position이 중앙으로부터 negative electrode 쪽으로 이동하면 증가하고, positive

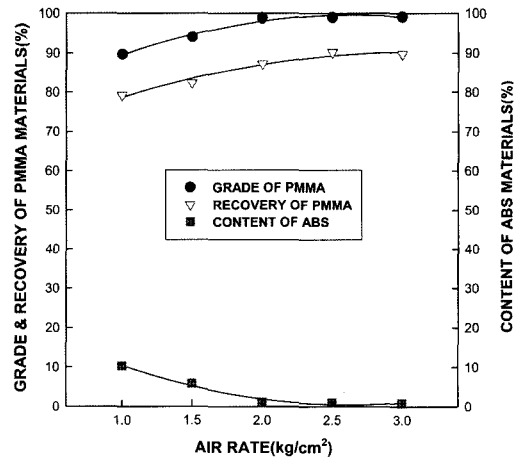


Fig. 9. The effect of air rate on grade and recovery of PMMA in triboelectrostatic separation for recycling of tail lamp.

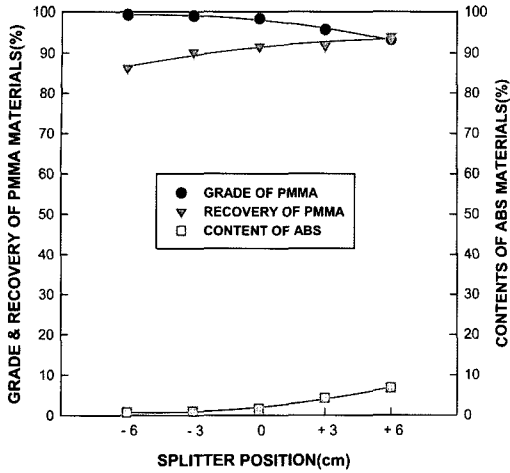


Fig. 10. The effect of splitter position on grade and recovery of PMMA in triboelectrostatic separation for recycling of tail lamp.

electrode 쪽으로 이동하면 감소하는 것을 알 수 있다. 그러나 회수율은 splitter position이 중앙으로부터 negative electrode 쪽으로 이동하면 감소하고, positive electrode 쪽으로 이동하면 증가하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 이유는 splitter position에 따라 PMMA와 ABS의 회수량이 달라지기 때문이다. 즉, splitter position이 negative electrode로 이동하게 되면 positive로 하전된 PMMA의 회수존이 좁아지고, negative로 하전된 ABS의 회수존이 넓어져 하전효율이 높은 PMMA만 회수되기 때문에 PMMA의 품위는 높으나, 하전효율이 낮은 PMMA가 ABS 회수존으로 이동할 수 있어 회수율은 낮은 것이다. 반대로 splitter position이 positive electrode 쪽으로 이동하게 되면 positive로 하전된 PMMA의 회수존이 넓어져 PMMA의 회수율은 증가하나, 일부 하전이 잘 이루어지지 않은 ABS가 함께 회수될 수 있어 PMMA의 품위가 낮아지게 되는 것이다. 본 연구에서는 PMMA를 우선적으로 회수하고자 하였으므로 PMMA의 품위가 높으며 비교적 높은 회수율을 유지할 수 있도록, splitter position이 중앙에서 negative electrode 쪽으로 3cm 이동한 지점을 최적조건으로 하였으며, 이때 PMMA의 품위와 회수율이 각각 99.0%와 90.2%인 결과를 얻었다.

Fig. 11은 ABS와 PMMA 재질로 이루어진 폐자동차 tail lamp의 재질분리에서 실험실의 상대습도가 미치는 영향을 나타낸 것이다. 실험결과 상대습도 40%까지는 PMMA의 품위와 회수율에 큰 영향을 미치지 않지만,

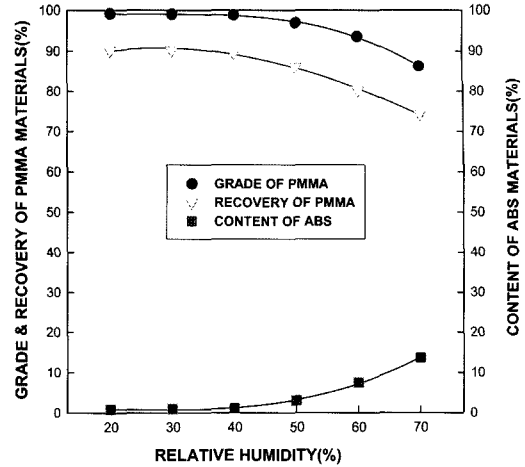


Fig. 11. The effect of relative humidity on grade and recovery of PMMA in triboelectrostatic separation for recycling of tail lamp.

이보다 상대습도가 증가하면 PMMA의 품위와 회수율이 크게 감소되어 선별효율을 크게 떨어뜨리게 되는 것을 알 수 있다. 즉, 상대습도가 가장 낮은 20%일 때 PMMA의 품위와 회수율이 각각 99.1%와 90.2%로 가장 높지만, 상대습도 40%에서도 PMMA의 품위와 회수율이 각각 98.9%와 89.6%로 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 상대습도가 가장 높은 70%일 때 PMMA의 품위와 회수율이 각각 86.2%와 74.2%로 크게 감소되어, 선별효율을 높이기 위해서는 상대습도가 40% 이하로 유지되어야 함을 알 수 있다. 이와 같이 상대습도가 폐자동차 tail lamp의 재질분리에 영향을 미치는 이유는 마찰하전정전선별에서 상대습도가 높으면 입자의 하전효율을 감소시키고, 하전된 입자들의 방전을 진행시키기 때문이다. 본 연구에서는 상대습도 30%를 최적조건으로 하였으며, 이때 PMMA의 품위와 회수율이 각각 99.0%와 90.2% 이었다.

5. 결 론

전량 소각 및 매립에 의해 처리되고 있는 폐자동차 tail lamp의 재활용을 위해 마찰하전정전선별법을 이용한 재질분리 연구를 수행하여, 폐자동차 tail lamp를 구성하고 있는 ABS와 PMMA 재질에 대한 하전특성 및 재질분리 기술을 개발하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 본 연구에 사용된 폐자동차 tail lamp의 분석결과, ABS와 PMMA 재질이 각각 55%와 45%로 구성되어

있음을 확인하였다. 이들 혼합재질을 각각 다른 극과 높은 하전량으로 하전시킬 수 있는 하전재질을 선정하기 위한 하전특성을 조사하기 위한 실험결과, PMMA 하전물질이 ABS와 PMMA 시료를 각각 -6.1nC/g과 1.3nC/g으로 하전시켜, ABS와 PMMA 시료를 모두 positive 극성으로 하전 시킨 다른 재질들보다 효과적임을 확인하였다.

2. ABS와 PMMA 재질로 구성된 폐자동차 tail lamp의 하전극성 및 하전량을 관찰하기 위하여, 단일재질과 혼합재질 각각에 대한 하전특성 비교실험을 수행하였다. 실험결과 단일재질일 때보다 ABS와 PMMA 재질이 각각 45:55의 비율로 혼합되었을 때, 하전량이 약 20nC/g 정도 높아 혼합된 시료의 하전효율이 높다는 것을 확인하여, 입자와 입자간의 충돌 및 마찰에 의해서도 하전이 이루어지는 것을 확인하였다.

3. 폐자동차 tail lamp의 재질분리를 위한 마찰하전형 정전선별 실험에서, 최적 선별실험 조건인 전극의 전압 세기 25 kV, 시료이송 및 마찰하전을 유도하는 공기량 2.5 kg/cm², splitter position -3cm 그리고 상대습도 30%인 실험조건에서 PMMA의 품위와 회수율이 각각 99.0%와 90.2%인 결과를 얻어, 폐자동차 tail lamp의 재질분리 기술을 확립하였다.

사 사

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

참고문헌

1. 한국자동차공업협회, 2005: 통계자료
2. 정현태, 김기현, 서용칠, 2002: 폐자동차에서 발생하는 ASR(Automobile Shredder Residue)현황 및 특성, 한국폐기물학회 춘계 학술연구발표 논문집, pp. 166-169.
3. 정현태 등, 2005: 폐승용차 처리과정에서의 물질 수지 및 ASR의 물리화학적 특성, 한국폐기물학회, 22(2), pp. 175-182.
4. 이화영, 오종기, 2005: 폐자동차 ASR의 풍력 및 비중선별에 의한 처리연구, 한국자원리사이클링학회지, 14(2), pp. 3-9.
5. Park, J. C., 2005: The status of Recycling Technology of Hyundai and Kia, J. of Korea Inst. of Resources Recycling, 14(3), pp. 37-47.
6. 전호석, 박철현, 김병곤, 박재구, 2006: 생활계 폐플라스틱 재활용을 위한 정전선별 기술개발, 한국자원리사이클링학회지, 15(1), pp. 28-36.
7. Li, T. X., Ban, H., Hower, J. C., Stencel, J. M., and Saito, K., 1999: Dry triboelectrostatic separation of mineral particles: A Potential Application in Space Exploration, Journal of Electrostatics, 47, pp. 133-142.
8. Jean Cross, 1987: Electrostatics : principles, problems and applications, Adam Hilger, pp. 17-46, pp. 237-242, pp. 425-433.
9. Jing Wei and Matthew J. Realff, 2003: Design and optimization of free-fall electrostatic separators for plastics recycling, AIChE Journal, Vol. 49, No. 12, pp. 3139-3149.
10. Dr. Michael B. Biddle, 1999: Electrosatatic separation, APC Durables recycling workshop III, pp.118 -127.
11. Mihai Lungu, 2004: Electrical separation of plastic materials using the triboelectric effect, Minerals Engineering, Vol. 17, PP. 69-75.
12. Matsushita Y., Mori N., 1999: Electrostatic separation of plastics by friction mixer with rotary blades, Electrical Engineering in Japan, 127, pp. 33-40.



全 好 錫

- 1990년 강원대학교 대학원 자원공학과 공학석사
- 1994년 강원대학교 대학원 자원공학과 공학박사
- 현재 한국지질자원연구원 자원활용소재 연구부 선임연구원



白 尙 昊

- 2003년 2월 조선대학교 자원공학과 학사
- 2005년 2월 조선대학교 자원공학과 석사
- 2006년 4월 한국지질자원연구원 신진 연구원



朴 哲 賢

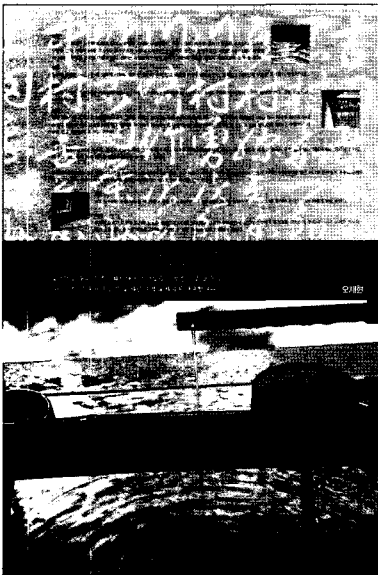
- 1997년 조선대학교 자원공학과 학사
- 2000년 조선대학교 자원공학과 석사
- 2006년 현재 한양대학교 지구환경 시스템공학과 박사과정

朴 在 九

- 1981년 2월 한양대학교 자원공학과 공학사
- 1984년 3월 일본 동경대학 공학석사
- 1988년 3월 일본 동경대학 공학박사
- 현재 한양대학교 지구환경시스템공학과 교수

오래된 일본여행

오재현 교수와 15인의 와세다대 동창생들이 일본의 길, 물, 구름, 바람, 문화, 역사, 여관, 음식, 술, 사람, 추억을 안내합니다.



오재현 지음, 박영물출판사 발행,
신국판 344쪽 / 값 15,000 원
ISBN 89-5887-015-X

와세다 대학 광산학과 동기동창들은 매년 2박 3일 각자 일본 연구지에서 동창모임을 가져왔다. 저자 오재현 교수는 유례없이 화려한 이 동창 모임에 참석하여 일본 각지를 여행하면서 우리가 몰랐던 일본은 은은한 깊이 있는 어조로 풀어내고 있다.

이 책은 도쿄 어느 거리, 어느 골목에 최고(最高)의 라멘집이 있는지, 최고(最古)의 선술집이 있는지 알려주지 않는다. 예산에 맞는 호텔이 어디 있는지, 이동 수단으로 어떤 종류가 있는지 상세한 설명도 기대할 수 없다. 그러나 가메노이별장(龜の井別莊)의 남달랐던 유서, 구로베(黒部) 깊은 협곡의 우렁찬 계곡물소리, 가루이자와(輕井澤)의 돌담을 거닐며 읊조리는 시 낙엽송의 여유가 있다. 역사와 문화, 예술에 대한 저자의 풍부한 이해로 난해하지 않으면서 역사에 조금 더 방점이 찍힌 기행문이다.

저자 오재현 교수

1929년 경남 함양에서 태어나 와세다대학(早稻田大學)에서 공학사, 공학석사, 공학박사 학위를 받았다. 인하대학교 광산공학과 교수, (재)금속, 연료종합연구소 선풍연구실장, 연세대학교 금속공학과 교수를 역임하였으며 현재 연세대학교 명예교수이자 (사)한국자원리사이클링학회 명예회장이자이다.

15인의 와세다대 동창들

1950년 와세다대 이공학부 광산학과 입학 동기인 이들은 해마다 각자의 고향에서 동창모임을 가져왔다. 차례가 된 동창은 친구들에게 소개할 자기 고장의 명소를 찾아 일정을 짜고 최고의 숙박시설을 선택하고 어떤 특별한 체험을 선사할까를 고민하며 일년간 행복한 준비를 한다.