» 研究論文 «

ABS와 PS 혼합 페플라스틱材質分리를 위한 摩擦荷電型靜電選別 技術開發

李銀善 · 白尙昊 · 金壽康* · 崔佑鎮** · 陳鎬逸*** · 卞全好錫*

韓國科學技術聯合大學院大學校, *韓國地質資源研究院, **水原大學校, ***江原地域事業評價院

Development of Triboelectrostatic Separation Technique for Material Separation of ABS and PS Mixed Plastic Waste

Eun-Seon Lee, Sang-Ho Baek, Su-Kang Kim*, Woo-Zin Choi**,
Ho-Il Chin*** and 卞全好錫*

UST, *KIGAM, **Suwon University, ***Gangwon Regional Evaluation Agency

요 약

다양한 분야에 사용되고 있는 플라스틱은 최근 환경문제가 대두되면서 재활용 이슈가 부각되고 있다. 본 연구에서는 마찰하전형 정전선별을 적용하여 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene)와 PS(Polystyrene)의 혼합된 페플라스틱으로부터 ABS를 회수하기 위한 재질분리 연구를 수행하였다. 하전물질의 재질선정을 위한 하전특성연구결과, ABS재질이 대상시료인 ABS와 PS의 혼합 페플라스틱의 재질분리에 효과적인 하전재질로 확인되었다. 선정된 하전물질을 적용하여 마찰하전형정전선별을 수행한 결과, 공급전압세기 20 kV, 분리대위치 양극방향 2 cm 그리고 상대습도 30%에서 ABS의 품위와 회수율이 각각 99.5%와 92.5%인 결과를 얻어, ABS와 PS의 혼합 플라스틱의 재활용을 위한 재질분리 기술을 확립하였다.

주제어 : 마찰하전형정전선별, 하전물질, 재질분리, 재활용, 페플라스틱

Abstract

Due to the environmental problem caused by plastics largely used in various fields, the importance of recycling is being emphasized. A research on material separation of ABS and PS mixed plastic waste, using a triboelectrostatic separator, was carried out for recovery the ABS. As a results of research on charging characteristic for choosing charging material, it was confirmed that ABS was optimum charging material for a tribo-charger in the material separation of ABS and PS. In the material separation using ABS charger, ABS grade of 99.5% and recovery of 92.5% were achieved at 20 kV, splitter position +2 cm from the center and 30% relative humidity. Therefore, material separation technique for recycling ABS and PS mixed plastic waste was established.

Key words : Triboelectrostatic separation, Charging material, Material separation, Recycling, Waste plastic

* Received : August 8, 2013 · Revised : August 30, 2013 · Accepted : October 2, 2013

*Corresponding Author : Ho Seok Jeon (E-mail : hsjeon@kigam.re.kr)

Mineral Resources Research Division, Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources, 124 Gwahang-no, Yuseong-gu, Daejeon, 305-350 Korea

Tel : +82-42-868-3582 / Fax : +82-42-868-3637

©The Korean Institute of Resources Recycling. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

플라스틱은 나무, 금속, 기타물질들을 대체 가능하고, 가볍고 단단하며 가공이 쉬울 뿐만 아니라 내식성, 절연성 등 화학적 물성 또한 우수하여 생활 및 산업 전반에 다양하게 사용되고 있다. 최근 엔지니어링 플라스틱, 기능성 고분자로 표현되는 각종 특수 플라스틱이 등장하면서 오히려 '제2의 플라스틱 혁명'이 일어나 플라스틱의 사용범위와 사용량이 지속적으로 확대되고 있다¹⁻³⁾.

우리나라는 석유화학공업의 발달로 미국, 일본, 독일에 이어 세계 4위의 플라스틱 생산국이며, 국민 1인당 사용량도 세계 8위 수준으로 국민 1인당 연간 약 100 kg 정도의 플라스틱을 소모하고 있다. 그리고 여러 가지 기능적 우수성과 저가라는 경제성의 특징으로 인하여 사용량이 증가하고 있으며, 이에 따른 폐플라스틱의 발생량도 증가하고 있다³⁾. 플라스틱 사용량 증가에 따른 폐플라스틱의 양도 2003년 3,548천 톤, 2005년 3,968천 톤, 2007년 4,254천 톤으로 그 양이 계속 증가하고 있는 반면 2007년 기준 폐플라스틱의 재활용률은 약 39%이며 절반 이상의 양이 매립 또는 소각되고 있다⁴⁾.

고체 산업폐기물은 소각 및 매립하여 감용화하는 것이 일반적이나, 폐플라스틱의 소각과 매립은 경제적인 손실뿐만 아니라 환경오염의 거시적인 원인이 되고 있다. 폐플라스틱의 소각에 의한 처리는 일부 열에너지를 이용할 수 있지만 많은 경제적인 손실을 초래하고, 연화수소에 의한 소각로의 부식과 다이옥신 등 각종 유독성 가스를 방출하여 환경문제를 유발할 수 있다. 또한 폐플라스틱의 매립은 매립 부지의 확보문제뿐만 아니라 유해성분이 용출될 수 있으며, 단위무게에 비해 부피가 커 매립효율을 저하시키고, 물리·화학적으로 안정되어 있는 난분해성이라 매립지의 조기 안정화와 흡수에 반영구적으로 잔존하는 문제가 발생한다. 따라서 정부에서는 EPR(Expanded Product Responsibility)제도를 2003년 1월부터 시행하고 있으며, 향후 폐플라스틱의 소각과 매립을 법으로 규제할 계획에 있어 플라스틱 산업 및 환경보호를 위해서는 재활용 기술개발이 시급한 실정이다⁵⁾.

플라스틱은 다른 물질에 비해 쉽게 분해 및 변질이 이루어지지 않아, 효율적인 선별 기술만 개발된다면 재활용이 가장 용이한 물질 중의 하나이다. 이러한 폐플라스틱을 재활용할 수 있는 기술로는 에너지 재활용, 화학적 재활용 그리고 물질 재활용의 방법이 있으며, 이

중 플라스틱의 값싼 특성을 고려할 때 물질 재활용이 가장 효율적인 방법으로 평가받고 있다. 그러나 어느 방법이든 다른 종류의 플라스틱이 혼재되어 있으면 물성이 크게 저하되기 때문에 플라스틱의 재질분리 기술은 재활용에 있어서 가장 중요하다⁶⁾. 현재 플라스틱 재활용은 대부분 수선에 의해 처리되고 있으나, 각 분야별 폐플라스틱 재질분리 기술의 연구가 활발히 진행되어 큰 발전이 이루어지고 있다⁷⁻⁸⁾.

폐플라스틱을 재자원화 할 수 있는 물리적 선별법은 정전선별, 건·습식 비중선별, 부유선별, 색선별 그리고 분광법 등이 있다¹⁾. 본 연구에서는 전도성물질과 비전도성 물질에 관계없이 모든 재질의 분리가 가능한 마찰·하전형정전선별법을 적용하여 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene)와 PS(Polystyrene)의 혼합 폐플라스틱 재질분리 연구를 수행하였다. 또한 수효율이 높고 고가의 ABS를 회수하는데 주안점을 두어 ABS의 회수율과 품위에서 각각 90%와 99%이상의 효율을 보이는 선별 기술을 개발하여 혼합 폐플라스틱의 재활용을 높일 수 있는 재질분리 기술을 확립하였다.

2. 이론적 배경

마찰·하전형 정전선별법은 서로 다른 입자간 또는 입자와 하전장치간의 접촉을 통해 다른 극성으로 대전시켜 이를 정전기적으로 분리해 내는 방식이다. Fig. 1은 입자의 마찰대전과정을 나타낸 것으로, (a)는 입자와 하전장치 표면과의 접촉에 의한 대전, (b)는 입자와 입자간의 접촉에 의한 대전현상을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 서로 다른 입자 혹은 하전장치 표면에 충돌·마찰하게 되면 일함수 값(work function)의 차이에 의해 두 물질의 fermi-level이 같아지는 방향으로 전자의 이동이 있게 된다. 접촉 후 입자가 다시 표면에서 분리되면 전자의 과잉 또는 부족현상이 생겨 입자는 negative(-) 혹은 positive(+)로 대전하게 된다. 이렇게

Fig. 1. A charging principle of triboelectrostatic separation.

서로 반대 극성으로 하전된 혼합 입자들을 높은 전압이 흐르는 전기장 내로 통과시키면 positive로 하전된 입자는 negative 전극으로 이동하게 되고, 이와 반대로 negative로 하전된 입자는 positive 전극으로 이동되어 분리가 이루어진다⁹⁻¹¹⁾.

3. 시료 및 실험방법

본 연구에 사용된 시료는 (주)세중에서 입수한 폐가전 제품의 플라스틱으로 야적·방치되거나 소각 및 매립 처리 되고 있는 ABS와 PS재질의 페플라스틱이다. ABS와 PS는 6대 범용 플라스틱으로, 2012년 기준 생산량과 수요량은 ABS의 경우 각각 약 145만 톤, 33만 톤, PS의 경우 각각 약 64만 톤, 20만 톤이며, ABS가 PS에 비해 생산량 약 2.3배, 수요량 약 1.6배정도 높다.¹²⁾ 또한 ABS와 PS는 기타합성수지에 비해 약 300-500 USD/ton 정도 비싸며, 2012년 기준 ABS가 1,891 USD/ton, PS는 1,686 USD/ton으로 ABS의 가격이 PS에 비해 200 USD/ton정도 비싸다.¹³⁾ ABS와 PS는 각각 성형성, 내충격성, 내약품성, 내열성, 기계적 강도와 전기절연성, 고수지강도, 열안정성, 접착성, 도장성 등이 우수하여 사무기기, 자동차부품, 전자기기부품 등에 사용된다. 이중 ABS의 경우에는 자동차부품, 전자기기부품 등에 널리 사용되고 있으며 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 생산량이 급격히 증가하고 있다.⁴⁾

Fig. 2는 페플라스틱 ABS와 PS의 대전서열 및 하전 특성 연구를 위해 사용한 수직왕복형 하전장치와 재질별 하전통(PTFE(polytetrafluoroethylene), PVC(polyvinyl chloride), PP, HDPE, PET, HIPS, ABS, POM,

Fig. 2. A Vertical-reciprocation charger set and peripheral measurement (a : vertical-reciprocation, b : charging bottles, c : Faraday cage).

Nylon)을 나타낸 것이다. 하전물질 선정을 위하여, 먼저 대상 시료인 ABS와 PS는 각각 cutting mill에 의해 6 mm이하로 파쇄하고 체(1 mm)에 의해 1~6 mm 크기로 입도조절 하였다. 입도 조절된 시료는 다양한 하전통에 투입하여 수직왕복형 하전장치에 의해 마찰·충돌시킨 후, Fig. 2의(c)에 제시한 Faraday cage로 하전 극성 및 하전량을 측정하였다. 그리고 이를 기초로 하여 ABS와 PS의 혼합 페플라스틱의 재질분리를 위한 마찰하전형 정전선별의 하전물질을 선정하였다.

Fig. 3은 본 실험의 공정도를 나타낸 것으로, 대상 시료를 1~6 mm의 크기로 파쇄 및 입도조절한 후, 무게비 1:1로 혼합하였다. 입도조절된 시료는 ABS재질의 하전통에 투입하여 수직왕복형 하전장치에 의해 마찰·충돌에 의해 하전시킨 후, 서로 다른 극으로 하전된 입자를 고전압이 흐르는 전기장에 이동시켜 분리하였다. 또한 전극의 전압세기, 분리대의 위치, 습도 등의 실험

Fig. 3. Flowchart of material separation test by using triboelectrostatic separator.

조건을 변화하면서 최적 선별조건 및 분리효율을 확인하였다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1. 하전특성

ABS와 PS 혼합 폐플라스틱의 재질분리를 위하여, 시료를 각각 반대 극성으로 하전 시킬 수 있는 하전물질을 선정하기 위한 하전특성 연구를 수행하였다. 서로 다른 일함수 값과 대전서열을 가진 재질별 하전통에 시료를 각각 단일 상태로 투입하고 수직왕복형 하전장치를 이용하여 하전 시킨 후, Faraday cage를 이용하여 하전 극성과 하전량을 측정하였다. 실험변수인 상대습도와 온도는 각각 40%와 15°C로, 회전속도와 체류시간은 270 rpm과 2분으로 조절하여 실험을 수행하였다.

Fig. 4는 하전특성 실험결과를 나타낸 것이다. 대상 시료인 ABS와 PS의 일함수 값이 하전물질 PTFE, PVC, PP, HDPE보다 낮아 모두 양으로, POM, Nylon보다 높아 모두 음으로 하전이 이루어졌다. 반면 PET, HIPS 그리고 ABS의 경우, ABS와 PS가 반대 극성으로 하전이 이루어짐을 알 수 있다. 이때 대상시료와 동일 재질인 ABS와 PS가 대상시료를 반대로 하전시키는 이유는, 동일한 재질이라 하더라도 플라스틱의 내부구조, 첨가제 등의 화학적 성분차이로 인해 일함수 값이 달라지기 때문이다. 따라서 ABS, HIPS 그리고 PET가 대상시료 ABS와 PS 사이에 일함수 값이 존재하여 각

Fig. 4. Charging density of ABS and PS as various charging material.

물질들을 반대 극성으로 하전 시킬 수 있음을 확인하였다.

최적의 하전물질 선정을 위해, 하전물질에 따른 선별효율을 확인하였으며, 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 하전물질은 ABS와 PS 혼합 폐플라스틱을 반대 극성으로 하전시킬 수 있는 PET, HIPS, ABS와 이들과의 비교를 위해 PTFE, HDPE, PP의 하전물질을 적용하였다. Fig. 5는 ABS와 PS의 비가 1:1인 혼합 폐플라스틱을 이용하여 하전물질에 따른 ABS의 품위와 회수율을 나타낸 것이다. 동일한 극성으로 하전이 된 PTFE, HDPE 그리고 PP의 경우에는 회수율은 높으나, 품위가 60% 이하로 낮게 나타나는데, 혼합 폐플라스틱의 혼합비가 1:1인 점을 고려하였을 때, 선별이 거의 이루어지지 않았음을 알 수 있다. 반면, PET, HIPS 그리고 ABS의 경우에는 90% 이상의 회수율과 80% 이상의 품위를 관찰할 수 있는데, 그 중에서도 하전특성연구에서 하전량의 차이가 크게 나타난 ABS의 경우는 품위와 회수율이 각각 99.5%, 92.5%로 가장 높은 선별효율을 보여주었다. 따라서 본 연구에서는 ABS를 하전물질로 선정하여 분리특성 연구를 수행하였다.

4.2. 전압세기의 영향

Fig. 6은 하전시간 30 sec., 분리대의 위치 positive electrode 방향으로 2 cm 그리고 상대습도 30%에서 전극의 전압세기를 5 kV에서 25 kV까지 변화하며, 전극의

Fig. 5. Effect of charge material on grade and recovery of ABS material.

Fig. 6. Effect of applied potential on grade and recovery of ABS material.

전압세기가 ABS와 PS 혼합플라스틱의 품위와 회수율 선별효율에 미치는 영향을 관찰한 것이다. 전압의 세기가 커질수록 ABS의 품위와 회수율이 증가하며, 높은 선별 효율을 나타낸다. 전압의 세기가 낮은 5 kV에서는 품위와 회수율이 각각 92.5%와 69.3%로 가장 낮지만 전압세기가 증가할수록 품위와 회수율이 증가하여 20 kV에서는 99.5%와 92.5%까지 증가하였다. 본 연구에서의 최고 전압인 25 kV에서는 품위와 회수율이 각각 99.9%와 93.75%로 가장 높게 나타났지만 20 kV에서의 값과 큰 차이를 보이지 않으며 비슷한 선별 효율을 보여주었다. 따라서 에너지효율 및 선별효율을 고려하였을 때, 전압의 세기 20 kV가 ABS와 PS 혼합플라스틱에서 ABS를 회수하는데 효과적임을 알 수 있었다. 이와 같이 전극의 전압세기가 커질수록 선별효율이 증가하는 이유는 하전된 입자들의 하전량이 nC/g단위로 매우 약하게 하전되어, 이를 분리하기 위해서는 높은 전기 에너지가 필요하기 때문이다.

4.3. 분리대 위치의 영향

시료의 하전량은 입자의 일함수값, 온도 그리고 하전 시간 등의 인자들에 의해 영향을 받는다. 이로 인해 하전된 입자들의 각각의 하전량이 다르기 때문에, 전기장 내에서 분리 될 때 전극으로 이동하는 속도와 거리가 다르다. 따라서 전기장 내 양극과 음극사이에 있는 분리대의 위치를 이동시켜, 높은 선별효율을 보여주는 적합한 조건을 얻을 수 있다.

Fig. 7. Effect of splitter position on grade and recovery of ABS material.

Fig. 7은 분리대의 위치가 선별효율에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 전압세기 20 kV, 상대습도 30%, 하전 시간 30 sec로 고정하고, 분리대의 위치를 양극과 음극 방향으로 각각 6 cm까지 2 cm씩 변화하며 실험을 수행하였다. 분리대의 위치가 전기장의 양 전극에서 음 전극으로 이동함에 따라, ABS 품위는 음 전극 6 cm 지점에서 99.9%, 양 전극 2 cm와 6 cm 지점에서 각각 99.5%, 98.2%로 큰 차이를 보이지 않지만, 회수율은 각 지점에서 76.2%, 92.5% 그리고 98.2%로 증가하는 것을 알 수 있다.

이와 같은 이유는 입자의 하전량 차이와 분리대 위치에 따라 ABS와 PS의 회수율이 달라지기 때문이다. 상대적으로 하전효율이 높은 PS의 경우, PS의 회수가 분리대 위치변화에 거의 영향을 받지 않으나, ABS는 분리대의 위치가 양 전극에서 음 전극으로 이동할수록 양극으로 하전된 ABS의 회수준이 넓어져 회수율이 증가하는 것이다. 따라서 품위와 회수율을 고려할 때 양 전극 2 cm 지점에서 가장 효과적이었으며, 이 때 품위와 회수율은 각각 99.5%, 회수율 92.5%인 결과를 얻었다.

4.4. 하전시간의 영향

Fig. 8은 하전시간이 선별효율에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 전압세기 20 kV, 상대습도 30%, 분리대의 위치 양극방향 2 cm로 고정하고, 하전시간을 10 초에서 60초까지 증가시키며 실험하였다. 실험결과 하전시간 30초까지는 ABS의 품위와 회수율이 증가하는

Fig. 8. Effect of retention time on grade and recovery of ABS material.

Fig. 9. Effect of mixed ratio on grade and recovery of ABS material.

것을 알 수 있지만, 이보다 하전시간이 길어지면 선별 효율에 변화가 거의 없어 임계 시간에 도달됨을 알 수 있다.

이와 같이 하전시간이 길어질수록 선별효율이 증가하는 이유는 하전시간이 길어짐에 따라 하전물질 내에서 입자간 또는 하전물질과 입자사이의 마찰·충돌의 빈도수가 증가함에 따라, 효율적인 하전이 이루어져 하전량이 증가하게 되기 때문이다. 반면 하전시간이 30초 이상이 되면 선별효율에 큰 변화가 없는데, 이는 하전시간 30초가 대상 시료의 선별을 위하여 충분한 하전을 제공하는 임계점으로 작용하였기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 하전시간 30초를 최적실험 조건으로 분리실험을 수행하였으며, 이때 ABS의 품위와 회수율이 각각 99.5%와 92.5%인 결과를 얻었다.

4.5. 혼합비율의 영향

본 실험에서 사용된 시료는 폐가전제품으로부터 PS와 ABS 재질의 페플라스틱을 각각 재질별로 회수한 것으로, 최적의 선별효율을 보여주는 혼합비율을 관찰하기 위하여 ABS와 PS의 혼합비율을 각각 1:9, 3:7, 5:5, 7:3으로 변화시키며 실험을 수행하였다. 실험변수인 전압세기 20 kV, 상대습도 30%, 분리대의 위치 양극방향 2 cm 그리고 하전시간은 30초로 고정하였다.

Fig. 9는 혼합 페플라스틱의 비율에 따른 선별효율은 나타난 것으로, ABS의 양이 증가할수록 회수율은 감소하나 품위는 증가하는 것을 볼 수 있다. ABS와 PS의

비율이 1:9일 때, 품위와 회수율이 각각 95.4%, 96.8%이지만, ABS의 양이 증가하여 비율이 5:5에서는 각각 99.5%, 92.5%, 7:3일 때에는 각각 99.4%, 82.8%로 품위는 증가하지만, 회수율은 감소하게 된다. 이와 같이 ABS의 양이 증가할수록 품위가 높아지는 이유는 비율이 1:9인 경우 상대적으로 양이 많은 PS 간의 마찰·충돌이 주를 이루어 혼합 페플라스틱의 하전이 잘 이루어지지 않았지만, ABS의 양이 증가할수록 대상시료 간의 마찰·충돌의 기회가 많아지면서 하전이 효율적으로 이루어졌기 때문이다. 반면 회수율의 경우에는 ABS의 양이 증가할수록 감소하는 경향을 볼 수 있는데, 이는 앞서 언급한 바와 같이 ABS의 양이 많아지면 ABS 간의 마찰·충돌이 주를 이루어 하전효율이 떨어지기 때문이다. 하전효율이 감소하면, 하전이 이루어지지 않거나 약하게 하전된 입자들은 ABS 회수준까지 이동하지 못하여 PS의 회수준으로 배출되고, 이로 인해 ABS의 회수율이 감소하게 된다. 따라서 혼합페플라스틱에서 ABS의 품위와 회수율을 고려하였을 때, 품위와 회수율이 각각 99.5%, 92.5%를 보여주는 ABS와 PS의 비율 5:5에서 가장 높은 선별효율을 확인하였다.

4.6. 상대습도의 영향

Fig. 10은 상대습도가 혼합 페플라스틱의 재질분리에서 선별효율에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 공급전압세기 20 kV, 분리대의 위치 양극방향 2 cm 그리고 하전시간은 30초 조건하에서, 상대습도를 20~70%까지 변

Fig. 10. Effect of relative humidity on grade and recovery of ABS material.

화하며 혼합 폐플라스틱에서 ABS를 회수를 위한 선별 효율을 관찰하였다. 실험결과 상대습도 40%까지는 ABS의 품위와 회수율에 큰 영향을 미치지 않았지만, 이보다 상대습도가 증가하면 ABS의 품위와 회수율이 크게 감소되는 것을 알 수 있다.

상대습도가 가장 낮은 20%일 때, ABS의 품위와 회수율이 각각 99.9%와 92.9%로 가장 높고, 상대습도가 40%까지 증가하여도 각각 98.7%와 90.1%로 큰 차이를 보이지는 않는다. 그러나 상대습도가 40% 이상이 되면 선별효율이 크게 저하되어, 상대습도가 최고인 70%일 때에는 품위와 회수율이 각각 70.6%와 48.6%까지 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서 선별효율을 높이기 위해서는 상대습도가 40%이하로 유지되어야 함을 알 수 있으며, 본 연구에서는 상대습도 30%를 최적조건으로 재질분리실험을 수행하였으며, 이때의 ABS의 품위와 회수율이 각각 99.5%와 92.5%인 결과를 얻었다. 이처럼 상대습도가 ABS와 PS 혼합 폐플라스틱의 재질분리에 영향을 미치는 이유는, 상대습도가 높을수록 공기 중의 수분이 마찰하전시의 입자 간의 표면분극을 방해하고, 입자들이 하전이 되더라도 입자의 전하를 방전시켜 하전량을 감소시키기 때문이다.

5. 결 론

본 연구에서는 마찰하전형정전선별법을 적용하여, 폐가전제품으로부터 회수된 ABS와 PS 혼합폐플라스틱의

재질분리에 적합한 하전물질의 결정 및 하전특성을 연구하고, 하전효율 및 분리효율을 극대화할 수 있는 최적 선별조건을 규명하고자 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. ABS와 PS의 혼합 폐플라스틱의 효율적인 하전 및 선별을 위한 하전특성실험 결과, PET, HIPS 그리고 ABS가 ABS와 PS를 반대 극성으로 하전시킬 수 있음을 확인하였으며, 이들 물질 중 ABS가 가장 높은 선별효과를 나타냈다.

2. 시료의 하전시간과 혼합비율에 따른 선별효율을 관찰한 실험결과, 하전통내에서 30초까지는 선별효율이 증가하지만, 이보다 길어지면 선별효율에 변화가 거의 없어, 대상시료를 충분히 하전시킬 수 있는 임계 하전시간임을 알 수 있었다. 혼합비율의 경우 ABS와 PS의 혼합비율이 10:90에서 50:50으로 ABS시료량이 증가할수록 하전물질 및 혼합시료간의 충돌 및 마찰이 증가하여 선별효율이 증가하나, 이보다 양이 많아져 70:30이 되면 ABS단일시료의 충돌이 주를 이루어 효율이 감소하였다.

3. ABS와 PS 혼합 폐플라스틱에서 ABS회수를 위해 ABS 재질의 하전물질을 이용하여 분리실험을 수행한 결과, 공급전압세기 20 kV, 분리대의 위치 양극방향 2 cm, 상대습도 30% 그리고 하전시간은 30초인 실험조건에서 ABS의 품위와 회수율이 각각 99.5%와 92.5%인 결과를 얻었다.

감사의 글

본 논문은 환경부의 글로벌탑 환경기술개발사업 중 폐금속유용자원재활용기술개발사업단의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다(GT-11-C-01-170-0).

참고문헌

1. Ho-Seok Jeon et al., 2006: The Development of Electrostatic Separation Technique for Recycling of Life Circles Waste Plastic, J. of Korean Inst. of Resources Recycling, 15(1), pp.28-36.
2. Sung-kyu Lee et al., 2010: Recycling and development of environmental-friendly production system for plastic waste, Journal of disaster prevention, 12(2), pp.110-120, National institute for disaster prevention, Seoul, Korea.
3. Ho-Seok Jeon et al., 2010: Development of Electrostatic Separation Technique for Recovery of Soft PVC from

- Medical Plastic Waste, J. of Korea Society of Waste Management, 27(2), pp.159-164.
4. Hong-Jun Choi, Sang Mun Jeong and Bong-Hee Lee, 2011: Study on the Liquefaction Characteristics of ABS Resin in a Low-Temperature Pyrolysis, Korean Chem. Eng. Res., 49(4), pp.417-422.
 5. Ho-Seok Jeon et al., 2006: The Development of Triboelectrostatic Separation Technique for Recycling of Seaweed Drying Waste Plastic, J. of Korea Society for Geosystem Engineering, 43(6), pp.579-584.
 6. Ho-Seok Jeon et al., 2007: A Study on Material Separation of Heavy Group Plastics by Triboelectrostatic Separation, J. of Korean Inst. of Resources Recycling, 16(2), pp.56-62.
 7. Sang-Ho Baek et al, 2008: Development of Electrostatic Separation Technique for Removal of PBT from Waste ABS-PBT Mixture, J. of Korea Society for Geosystem Engineering, 45(3), pp.249-256.
 8. Gjergj Dodbiba, Atsushi Shibayama, Toshio Miyazaki and Toyohisa Fujita, 2003: Triboelectrostatic Separation of ABS, PS and PP Plastic Mixture, 44(1), pp.161-166.
 9. Chul-Hyun Park et al, Ho Seok Jeon and Jai Koo Park, 2006: A Study on Charging Properties and Triboelectric Series of Plastic by Tribo-charging, J. of Korea Society for Geosystem Engineering, 43(6), pp.560-569.
 10. Kelly, E. G. and Sottiswood, D. J., 1989: The theory of electrostatic separation : a Review Part I, Fundamentals, Mineral Engineering, 2(1), pp.33-46.
 11. Mihai Lungu, 2004 : Electrical separation of plastic materials using the triboelectric effect, Minerals Engineering, 17(1), pp.66-75.
 12. Korea Petrochemical Industry Association, 2013, 2013 Petrochemical minibook: http://www.kpia.or.kr/file/2013_minibook.pdf.
 13. Statistics Korea, 2013: <http://www.index.go.kr>, July 04, 2013.

李 銀 善

- 강원대학교 학사
- 현재 과학기술연합대학원대학교 자원순환공학 석사과정

白 尙 昊

- 조선대학교 자원공학 학사
- 조선대학교 자원공학 석사
- 현재 과학기술연합대학원대학교 자원순환공학 박사과정

金 壽 康

- 한국해양대학교 학사
- 한국지질자원연구원 계약직

崔 佑 鎮

- 현재 수원대학교 환경공학과 교수
- 당 학회지 제9권 1호 참조

陳 鎬 逸

- 서울대학교 대학원 자원공학과 공학박사
- 현재 강원지역사업평가원 지역사업평가단 단장

全 好 錫

- 현재 한국지질자원연구원 광물자원연구본부 책임연구원
- 당 학회지 제10권 3호 참조