

# 열점착을 이용한 폐플라스틱의 선택적 분리

임석기<sup>1)</sup>, 조희찬

서울대학교 지구환경시스템 공학부

## I. 서론

플라스틱은 가공성이 뛰어나고 대량 생산에 적합하여 용기, 완구 포장재 등을 비롯하여 일상 생활의 소비재로 널리 사용되어 플라스틱의 생산량은 매년 증가하고 있으며 배출되는 폐플라스틱 양 또한 증가하고 있다.

최근, 집단주거시설인 아파트단지나 일반주택에서 배출되고 있는 폐플라스틱의 경우 분리수거의 중요성에 관한 인식이 확산되면서 일부의 폐플라스틱이 재활용되고 있지만 대부분의 생활폐기물이 매립 또는 소각 처리되거나 수집장에 방치되고 있다. 일반적으로 분리수거되고 있는 폐플라스틱을 성분별로 볼 때 PE, PP, PS, PET가 전체 량의 98% 이상을 점유하고 있고, 내구성 플라스틱인 PVC와 같은 플라스틱은 대부분이 사업장(산업체) 생활계 폐기물로 발생되고 있다. 특히, 일반가정에서 식료용기로 사용되고 있는 PET병의 경우 혼합 폐플라스틱 중에서 큰 비중을 점유하고 있고, 폐PET병의 회수율은 약 3.2%의 수준으로 대부분이 매립 처리되고 있다.

이처럼 혼합 폐플라스틱으로부터 재질별로 회수하여 재활용하는 것이 매우 어렵고, 부피가 커서 재활용에 따른 경제성이 낮고 처리시설 또한 상당히 부족한 현실이다.

따라서 본 연구에서는 고 순도의 플라스틱을 분리하기 위한 방식으로 플라스틱 고유의 연화온도 차이를 이용한 열 점착 방법을 이용하였다. 실험은 6대 범용수지 기본으로 수행되었으며, 측정된 연화온도에서의 점착특성을 비교·분석하여 분리효율을 고려하고자 하였다.

## II. 이론

열점착(Thermal Adhesion)을 이용한 플라스틱 분리는 주로 열가소성 수지의 분리에 이용된다. 그 원리는 각 플라스틱의 재질별 연화온도가 다른 점에 착안하여 플라스틱을 특정 온도로 가열된 금속이나 세라믹, 유리등의 표면에 점착시켜 선별해 내는 방식이다. 연화되지 않은 플라스틱들은 표면에 점착되지 않고 떨어지는 반면, 연화된 플라스틱(target material)은 표면에 점착되어 선택적으로 분리된다. 각 플라스틱의 이론적인 연화 온도 값은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Softening Temperature of some plastics (°C)

플라스틱 종류	연화온도의 범위
PE	125°C ~ 135°C
PS	100°C ~ 110°C
PVC	85°C ~ 100°C
PET	185°C ~ 195°C
COPP	130°C ~ 140°C
ABS	130°C ~ 135°C

1) Tel. 02-880-5800, Fax. 02-871-8938, sklah38@snu.ac.kr

Table 1에서 플라스틱의 연화온도를 살펴보면 그 범위가 중첩되기도 하지만 일반적으로 PVC와 ABS, PET와 같이 연화온도 범위가 뚜렷한 차이를 보인다.

### III. 실험방법

#### 1. 시료

실험에서 사용한 시료는 일상 생활에 널리 소비되는 범용수지인 PE(Polyethylene), PS (Polystyrene), PVC(Polyvinyl Chloride), PET(Polyethylene Terephthalate), PP(Polypropylene), ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) 의 pellet 형태의 시료를 사용하였다.

구체적인 실험을 위해 PE와 PS는 각각 LDPE와 HDPE 그리고 GPPS와 HIPS의 두 종류로 실험하였다.

#### 2. 실험장치

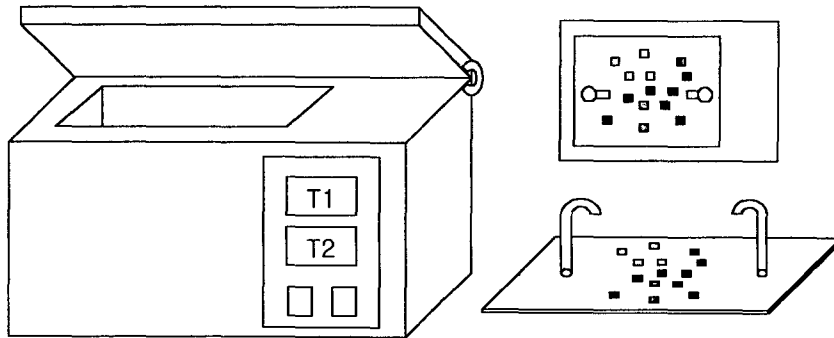


Fig. 1. Schematic of thermal adhesion unit

본 실험에 사용된 실험장치를 Fig. 1.에 도시하였다. 실험장치는 크게 구리 열선에 의한 가열장치, 열접착이 일어나는 가열판 그리고 가열판 및 내부 온도를 제어하는 온도 조절장치로 구성되어 있다. 가열판은 평면이고 재질은 Stainless steel을 사용하였으며 온도제어는 가열판에 온도감지 센서를 접지하여 정확한 온도 제어를 할 수 있도록 하였다.

#### 3. 열접착 실험

각 재질별 플라스틱의 연화온도를 측정하기 위해 특정 온도(70℃~140℃)에서 8가지 종류의 1g의 플라스틱 입자(약 30~50개)를 가열된 금속판에 올려놓고 일정시간이 지난 후 금속판을 뒤집어서 접착되어 있는 플라스틱의 무게를 측정하여 접착 효율을 측정하였다.

### IV. 실험결과 및 고찰

Fig.2.는 PE와 PS의 각 온도 구간별 접착 효율의 결과를 나타내었다. PE와 PS는 70℃까지는 접착되지 않다가 75℃에서 접착되었다. LDPE의 경우 75℃에서 높은 효율로 접착되면서 80℃에 이르러서는 100%의 접착 효율을 나타내었다. HDPE의 경우도 95℃에서 100%의

효율을 나타내었다. 이에 비해 PS는 PE에 비해 높은 온도인 110°C(GPPS), 115°C(HIPS)에서 100%의 점착 효율 특성을 나타내었다.

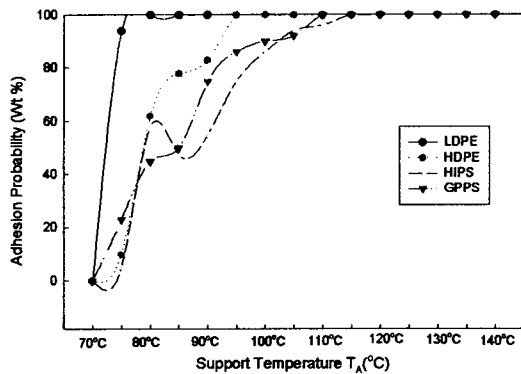


Fig.2. Adhesion probability(PE, PS)

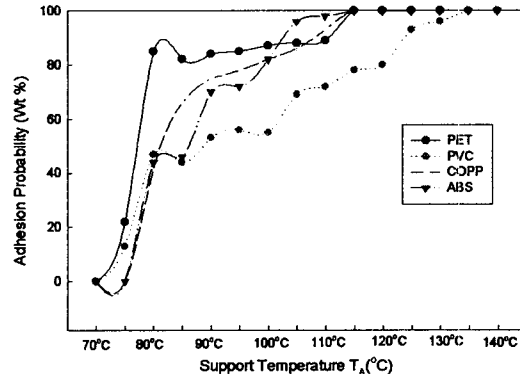


Fig.3. Adhesion probability(PVC, PET, COPP, ABS)

Fig.3.은 각 온도 구간별 PVC와 PET, COPP, ABS 4가지의 점착 효율의 결과를 보여준다. PVC는 75°C에서 점착되어 80°C 이상에서 높은 점착 효율을 보이며 COPP와 ABS는 80°C에서 점착되어 115°C에서 100%의 점착 효율을 나타내었다. PET의 경우 가장 넓은 점착 온도 구간(75°C ~ 135°C)을 나타내었다.

Fig.2.와 Fig.3.을 통해 낮은 온도에서부터 서서히 온도를 증가시켜 연화 정도가 다른 플라스틱을 선택적으로 분리 할 수 있는 개연성을 확인할 수 있다. 예를 들어 혼합 폐플라스틱 중 80°C의 온도에서 점착 효율이 100%인 LDPE를 점착하여 분리하고 온도를 증가시켜 HDPE를 95°C에서 분리하며 110°C에서 GPPS를 선택적으로 분리될 것으로 추측된다. 이러한 연화온도 차이에 의해 온도를 증가시켜 135°C에서 PET를 회수할 수 있다.

## V. 결론

본 실험은 열점착을 이용한 플라스틱의 선택적 분리 특성을 연구하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1 각 플라스틱의 연화온도 구간을 실험적으로 구했으며, 이를 통해 열점착을 이용한 혼합 플라스틱의 선택적 분리의 기초를 마련하였다.
- 2 연화온도 범위가 짧은 PE가 상대적으로 연화온도 범위가 넓은 PET에 비해 플라스틱 분리효율이 높다.
- 3 각 플라스틱의 점착 효율이 100%인 온도에서 혼합 폐플라스틱으로부터 고순도의 플라스틱을 회수 할 수 있다고 판단된다.

## VI.참고문헌

1. J.I. Schoenherr, F.Demczenko and G. Schubert: "New developments in plastics separation", 2002 SME Annual Meeting, SME, Phoenix, Arizona, Feb.25-27, 2002.
2. D.W. van Krevelen, Part II,; "Properties of Polymers ", Elsevier, Amsterdam, 1990.