

폐플라스틱의 분류기술에 대하여

목차

- 1. 폐플라스틱 분류의 필요성
- 2. 폐플라스틱 분류 기술 현황
 - 2-1. X선·형광 X선 분류
 - 2-2. 색상 분류
 - 2-3. 건식 비중분류

- 2-4. 습식 비중 분류
- 2-5. 하이드로 사이클론 분류
- 2-6. 전자(電磁) 정전(靜電) 분류

3. 맺음말

1. 분류의 필요성

플라스틱은 각종 재료들 중에서도 가볍고 내구성이 풍부하며, 성형성이 좋고 화학적으로도 비교적 안정되어 있기 때문에 우리 생활에 없어서는 안되는 것으로 사회에 보급된 지 벌써 40년이 지났다.

그러나 플라스틱이 일단 폐기물이 되었을 때에는 생활에 편리함을 주던 특징이 예상을 뒤엎는다. 우선 부피가 크기 때문에 운반 효율이 나쁘고 동시에 매립 처분장의 수명이 짧아진다. 부식되지 않기 때문에 지반이 장기간 안정되지 않는다. 또 소각할 경우 이에 대응이 뒤쳐져 있는 소각로는 어쩔 수 없이 능력이 저하되거나 수명이 단축되게 된다.

지금이야말로 세계적으로 폐플라스틱의 처리 방법에 대한 개발이 시급하다. 그 하나의 해결책이 플라스틱 폐기물의 감량·감용화인데 가장 유효한 수단으로서는 재활용(Recycle)을

들 수 있다.

그러나 대상이 되는 폐플라스틱에는 그 종류가 많고, 또 계층에는 여러 플라스틱으로 구성되어 있는 재료도 있다. 일반적으로는 금속·종이·나무 부스러기 등이 섞여 있고, 토사(土沙)·유분(油分)·오수(汚水) 등으로 더럽혀져 있기 때문에 재활용하려면 이러한 이물질들을 분리 제거하는 것이 중요하다. 그 다음에는 파쇄나 세정, 플라스틱 분류, 혹은 용융하여 정제한다. 그 때문에 미리 얼마간의 효과적인 수단을 적용하여 이물질을 제거하고, 단체(單體)의 플라스틱을 순도있게 분리하는 기술 개발이 절실히 요구된다.

이 글에서는 폐플라스틱의 분리 기술에 대한 현황을 소개한다.

2. 폐플라스틱 분류 기술 현황

[그림 1]은 플라스틱의 분류 기술을 나타낸다.

2-1. X선·형광 X선 분류

X선 장치를 이용한 분류는 PET 병과 PVC 병을 선별하는 법 등에 이용되기 시작하였다. 그 방법은 플라스틱의 종류에 따라 X선 흡수율에 차이가 생김을 이용한 시스템으로, 피검사물을 투과한 X선의 강약을 전기 신호로 변환하고, 거기서 제거해야 할 병이라고 판정된 것은 에어 제트(Air jet) 등으로 분사하여 선별한다.

형광 X선을 이용한 분류는 피검사물에 X선을 조사(照射)하였을 때, 그 화학결합에 의해 고유하게 발생하는 특성 X선(형광 X선)을 분광(分光)하여 주요 성분의 정량성(定量性)을 판정하는 것으로, 플라스틱병 선별용으로 개발되어 있다. 센서는 1초 동안에 병 100개를 식별할 수 있는데, 이것은 병의 공급 속도에 제약을 받으므로 처리 속도는 1초 동안에 3개 정도가 된다.

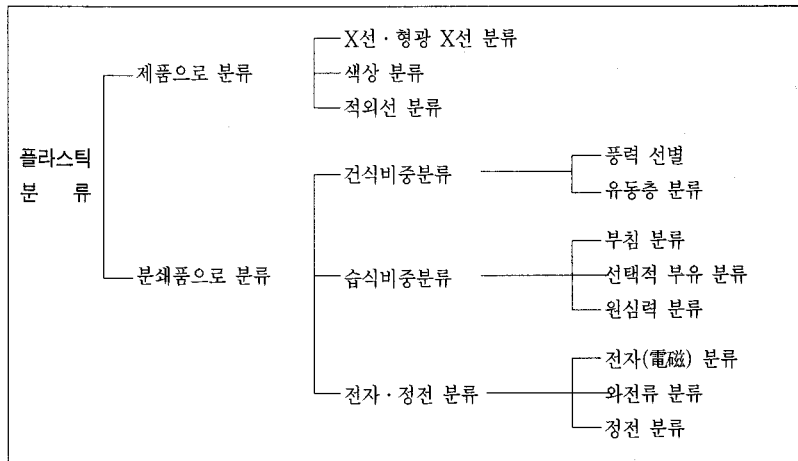
그외에도 플라스틱 종류마다 특정한 재료를 '마커(Marker)' 로써 소량 첨가하고, 근적외(近赤外)로 검지하여 분리하는 방법과, 적외선 분광분석계를 이용하여 즉석에서 플라스틱의 종류를 확인하는 방법 등이 현재 개발중이다.

이러한 분류 기술은 형상이 큰 것을 선별하는 데 한정되고, 게다가 검출 능력과 기계적 선별 능력이 불균형을 이룬다. 또 검출장치는 비교적 고가품이 많은데 앞으로 나아가야 할 방향으로는 적절한 효율, 저렴한 비용화에 대한 연구개발이 요망된다.

2-2. 색상 분류

이것은 색채에 따라 분류하는 기술로 색상 식별장치와 재료 선별장치

(그림1) 플라스틱의 분류



를 조합하여 플라스틱병 등의 색상을 광학적으로 분류한 후, 에어 블로(Air blow)로 그 착색 병을 불어 날린다.

전(前)처리에서 세정 불량품이거나 열화가 심하여 색상 변화를 일으킨 병 등을 제외시키고자 할 때에도 유효하지만 재료의 크기가 거의 일정해야 한다.

2-3. 건식 비중 분류

건식 비중 분류에는 풍력(風力) 분류와 유동층 분류가 있다.

풍력 분류는 공기 흐름을 이용하여 비중을 분류하는 방법이다. 이 방법은 토사·유리조각·금속 등과 같이 부피 비중이 큰 것과 종이나 플라스틱 등과 같이 부피 비중이 작은 것을 분류할 때에는 매우 효과적이고 경제적인 방법이나, 플라스틱들끼리 일 경우에는 비중이 서로 비슷한 점과 분쇄된 조각들의 형상이 균일하지 못하기 때문에 분류 효율이 약간 떨어진다. 주로 PVC 레이지·PVC 타일 카펫·자동차 내장재 등의 PVC와 발포 우레탄·섬유 등을 분

류하는 데 사용된다.

유동층 분류의 하나로는 진동식 비중 분류가 있다. 분별 데크 위에 공급된 원료가 아래로부터의 풍압과 진동에 의해 부유(浮遊) 운동을 반복하여 비중이 높은 것은 부유부의 하부층에 가라앉아 스크린 위를 위쪽으로 이동하고, 비중이 낮은 것은 공기력에 의해 부유를 반복하면서 아래쪽으로 이동해 가는 것을 보고 분류한다. 주로 플라스틱에서 이물질을 제거할 때, 예를 들면 전선 피복재 회수에서 구리와 플라스틱을 분리하는 데 사용된다.

건식 비중 분류는 플라스틱 재료의 종류보다도 재료 형상의 영향을 받기 쉬워 동일 형상의 플라스틱들 사이에서 실시되는 분류 정밀도에는 아직 문제가 있다.

2-4. 습식 비중 분류

습식 비중 분류에는 부침(浮沈) 분류와 원심력 분류가 있다. 이것들은 일반적으로 매체로 물을 이용하여 물보다 비중이 작은 물질과 비중이 큰 물질의 분류, 예를 들면 폴리올레핀

과 그 이외의 플라스틱을 분류하는데 효과적으로 이용된다. 때로는 물보다 비중이 작은 물질끼리를 분류하기 위해 알콜 수용액을 매체로 하거나, 비중이 큰 물질끼리를 분류하기 위해 소금을 용해시킨 중액(重液)을 매체로 이용한다.

부침 분류의 하나로는 선택적 부유 분류가 있다. 이것은 PVC와 PET 등 같은 비중을 갖기 때문에 본래의 부침 분류로는 분류하기 어려운 플라스틱 혼합물에 소수성(疏水性), 친수성(親水性)의 차이를 두어 분류하는 방법이다. 또 이것은 알칼리 등과 같은 특정한 약제로 습윤성을 조정한 플라스틱 혼합물을 기포로 교반하면 기포가 부착된 소수성 플라스틱은 부유하고, 친수성 플라스틱은 침강하는 것을 이용한 방법인데 그 예를 [그림 3]에 나타낸다.

2-5. 하이드로 사이클론 분류

원심력 분류의 하나로는 하이드로 사이클론을 이용한 분류가 있다.

이 기술은 사이클론의 원리와 플라스틱류의 비중차를 이용하여 분류하는 기술로, 중전의 풍력 선별이나 부침 분류 등과 비교하여 분리 효율이 매우 우수하다.

실용화 플랜트로서는 해외에서 수년 전부터 상업 플랜트가 가동되기 시작하였으나 일본에서는 帝人엔지니어링(주)가 개발하여 PVC 병의 재자원화장치로서 1992년에 처음으로 공업화하였다.

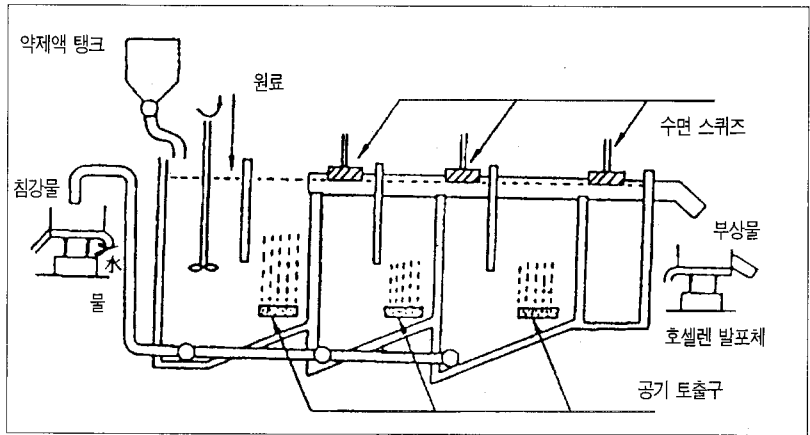
분류 공정은 [그림 4]에, 장치의 흐름 예를 [그림 5]에 각각 나타냈다.

파쇄, 세정 등의 전(前)처리를 실시한 폐플라스틱 혼합물을 일정한 속도로 교반 저장조에 공급하여 균일하

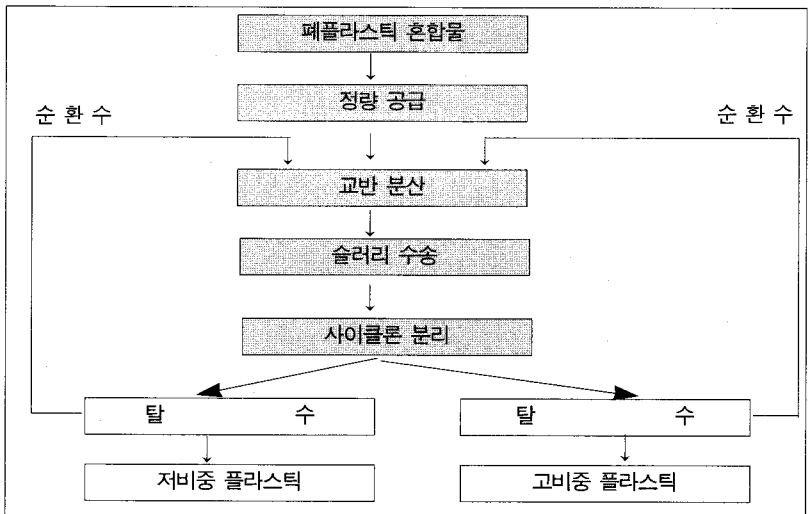
게 분산시킨다. 다음에는 이 플라스틱과 물의 혼합물을 소용돌이 펌프를

이용하여 하이드로 사이클론으로 정량을 공급하여 사이클론 상부에서부

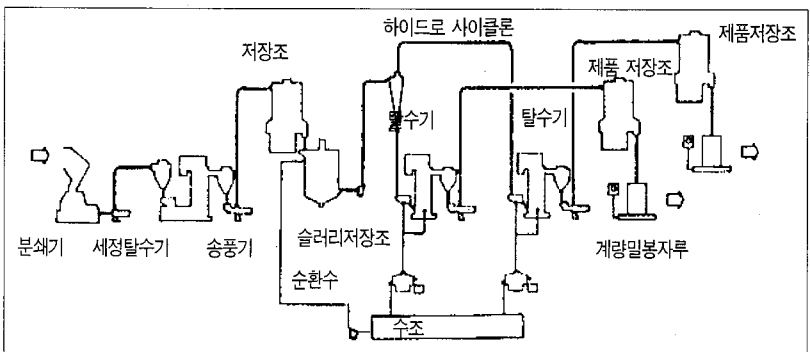
[그림2] 부유 선광식(選鑛式) 선별기



[그림3] 분류 공정



[그림4] 폐플라스틱 분류장치 흐름의 예



터 비중이 낮은 플라스틱을, 그리고 하부에서부터 비중이 높은 플라스틱을 물과 함께 배출한 후, 각각을 탈수시켜 제품으로 한다. 탈수에서 나온 물은 다시 슬러리용 물로서 순환하여 사용된다.

분류하는 재료와 조성에 따라 하이드로 사이클론의 구조, 직경, 길이, 침지관(浸漬管) 길이, 상·하부 구경(口徑), 바닥부 형상 등에 대해 가장 적합한 사양 및 재료의 파쇄 입경(粒徑), 농도, 유속 등에 가장 적합한 조작 조건이 크게 달라진다.

2-6. 전자(電磁)·정전(靜電) 분류

전자·정전 분류에는 전자 분류, 와전류(渦電流) 분류, 정전 분류 등이 있다.

전자 분류는 플라스틱 내에 있는 철분(鐵分)을 자력으로 끌어당겨 분리 제거하는 방법이다. [그림 5]는 자선기(磁選機)의 예를 나타낸다.

와전류 분류는 비철금속류를 분리 제거하는 방법이다. 이동 자계(磁界) 안에 알루미늄 등의 비철금속류를 넣으면 그 내부에 와전류가 발생하는데, 이 와전류와 이동 자계와의 상호 작용으로 비철금속류에 힘이 작용하

여 이동 자계가 움직이는 방향으로 비철금속이 튀게 된다. 전처리로서는 파쇄와 철 제거 등이 필요한데, 여기서는 파쇄 입도(粒度)가 적절하고 파쇄물의 얽힘 상태가 적으며, 철이 완전히 분리되어 있을 것 등을 전제로 한다.

정전 분류는 플러스·마이너스 정전기의 흡인력을 이용하여 분류하는 기술로, 정전기의 발생 상태나 대전성(帶電性)이 다르다는 사실을 이용한 것이다. [그림 6]에 나타내는 바와 같이 대전은 접지 전극과 고압 방전선 사이에 대상을 적절한 속도로 통과시키는 방법이나, 또는 대상을 심하게 교반해서 혼합하여 그 마찰로써 정전기를 발생시키는 방법으로 실시한다.

플라스틱은 절연도가 높고 정전기를 좋게 대전시키므로 흡인하기 쉬워서 이 성질을 이용하여 플라스틱에서 종이, 섬유, 유리, 금속 등을 분리하는 방법으로 사용된다. 특히 PVC는 모든 플라스틱에 대해 마이너스측에 대전하므로 여러 성분의 플라스틱 혼합물에서 PVC만을 분류할 수 있다. 그러나 이 방법은 재료 표면에 묻은 오물이나 습도의 영향을 크게 받으며

로 미리 플라스틱의 입경, 형상을 가지런하게 하고 또 건조시켜 둘 필요가 있어 정밀한 분류를 하는 데 약간의 어려운 점이 있다.

3. 맺음말

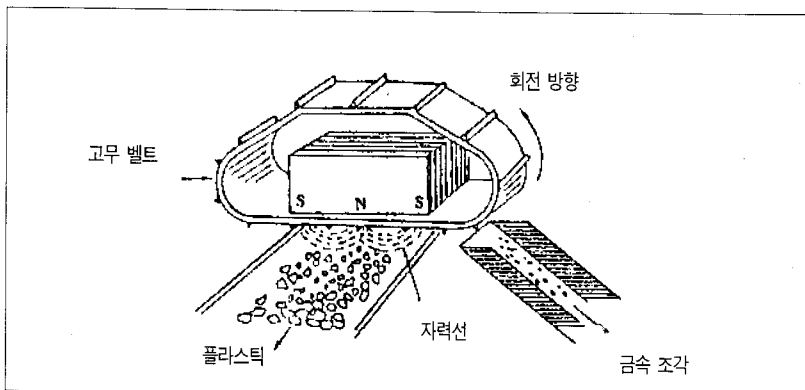
이상으로 플라스틱의 분류 요소 기술은 거의 빠짐없이 다 나왔는데 어떠한 재료, 조건에도 적합한 만능 기술은 없다. 왜냐하면 제품 상태에서 플라스틱을 분류하는 것은 분석장치가 일반적으로 고가품일 뿐만 아니라 레이블이나 오물의 영향도 무시할 수 없기 때문이다.

그리고 개별적으로 실시하기 때문에 분류처리 능력에 한계가 있다. 풍력 선별이나 정전 선별 등의 건식법은 형상, 오물, 습도나 온도의 영향을 받기 쉬워 정밀한 분류를 하는 데 약간의 어려운 점이 있다.

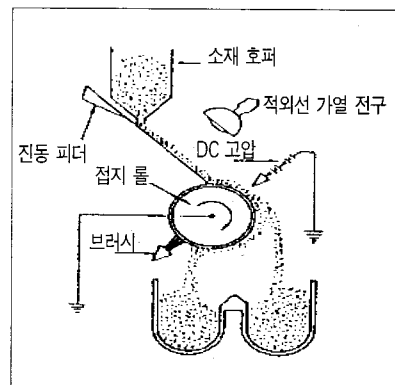
습식 분류법은 폐수처리 설비, 탈수·건조 설비 등이 필요하므로 장치 규모가 커진다.

게다가 지금까지 설명한 분류 기술은 폐플라스틱 분류를 전용(專用)으로 하는 기술이 아니라 기존 분류 기술을 플라스틱용으로 응용해서 개

[그림5] 스윙 프레임 벨트 컨베이어를 자석



[그림6] 정전 선별기



발한 것이다. 이런 의미에서 본다면 이들 기술을 여러 개 조합하고, 경우에 따라서는 화학 공정을 도입하여 정밀도를 올리는 방법도 있다. 마찬가지로 경제성 면에서도 몇 가지 간단한 분류 기술을 조합하면 보다 경제적인 방법을 발견하게 될 수도 있을 것이다.

그러므로 효과적인 폐플라스틱 분류를 위해서는 플라스틱 재활용에서 용도 개발면도 포함하여 제품 순도를 어느 정도로 하면 좋을지, 또 처리 능력은 어느 정도로 하면 좋을지를 확인해 볼 필요가 있다.

한편 재활용의 경제성을 생각할 때 종종 잊기 쉬운 것은 그것이 재생되지 않고 폐기물로 처리, 처분될 때 발생하는 비용이다. 폐기물 처리, 처분비는 해마다 높이 올라가고 있다.

재활용에 필요한 비용에서 이 비용을 빼면 충분히 경제적으로 이루어질 것이다.

또 '환경보전은 행정 사항이지 우리와는 상관없다'고 생각하는 사람이 혹시 있다면 언제까지나 그러한 사고방식은 통용되지 않을 것이다. 유한한 자원을 소중히하여 환경을 보전하는 것은 자신을 위하고 후손을 위하

는 일이다. 지금이야말로 행정, 생산자, 유통업자, 소비자 등이 혼연일체가 되어 신중히 생각해 나가지 않으면 안되는 시기이다.

폐플라스틱의 재활용을 추진하는 것은 이러한 의미에서도 매우 중요한 일이고, 그 전처리 작업인 분류에서도 성력화, 효율화, 경제적인면을 염두에 두면서 어떻게 기계화 해 나가려는 것은 앞으로의 기술 개발에 달려 있다.

- 『컨버테크』 1994. 2월호에서 -

‘포장관련 자재·기기 총람’ 발간

포장산업 총망라해 수요자·공급자 정보교환 도와



- 면수 : 308쪽
- 수록업체 : 135개사
- 보급가 : 15,000원

한국포장산업은 1980년대에 접어들어 특수 분야의 자재와 기기를 제하고는 물량 충족과 품질안정화 단계에 이르렀다. 90년대에 들어서는 원료·자재·기기 등을 전세계로 수출하게 됨으로써 60년대 수출지원을 위한 육성산업으로 출발했던 포장산업이 이제는 독자적인 수출산업으로 발돋움하게 되었다.

그러나 한국포장산업의 이러한 외형성장에도 불구하고 관련정보의 수집과 가공, 제공의 노력은 비교적 저조한 실정에 있다.

물론 국내에도 포장산업관련 몇 개의 정보매체가 있긴 하지만 포장용 원부자재·용기·포장기·가공기 등을 전반적으로 다루고 있지 못하기 때문에 전반적인 데이터를 직접한 총람류의 필요성이 그동안 절실했었다.

이러한 배경 아래 최근 한국포장기술연구소(소장 김영호)가 펴낸 <'94 포장관련 자재·기기>총람은 업계에 '정보해갈'이 되어줄 것이다.

이 총람은 국내 포장산업관련 제조·가공업체, 유통업체를 최대한 망라해 수요자와 공급자가 연결될 수 있도록 정보제공의 편의를 도모하고 있다.

해외시장 진출의 자료 기능도 겨냥하고 있는 이 총람은 앞으로 매년 10월에 정기적으로 간행될 계획이다.

- 구독 및 광고 문의 : 서울특별시 영등포구 여의도동 35-3
대한교원공제회관 506호 한국포장기술연구소
- 전화 : 780-7472 / 팩스 : 785-0889