

1, 유기계 산업폐기물의 재자원화 기술

가. 기술의 흐름

소각하여 감용화 하는 것이 가능한 고체 산업폐기물은 소각하는 것이 일반적이지만, 폐플라스틱은 연소 시에 고온에 되므로 소각로를 훼손하거나 다이옥신, 지구온난화의 문제를 야기한다. PET 병, 공병, 고지 등은 동질의 것을 대량으로 수집하면 재이용이 가능하지만, 분별 수집 방법이 가장 큰 문제로서 배출자의 의식향상과 함께 재활용의 활성화가 기대되고 있다.

식품공장의 생활쓰레기로부터 비료가 제조되는 등, 이 분야에서는 폐기물의 이용이 이미 상당한 정도 행해지고 있을 뿐 아니라 퇴비화와 메탄가스의 채취 등 처리기술의 개발이 추진되고 있다.

폐플라스틱은 당초 태우기 어려운 물질로서 대부분이 매립 처분되어 왔으나, 그 후 감소를 위한 소각처분도 가능하게 되었다. 현재는 다이옥신의 발생억제를 위하여 안전한 소각로의 완성시기를 거쳐, 에너지의 고도회수, 물질 리사이클 등이 진행되고 있다. 소각처리에 의해 발생한 폐기물 중의 회분은 매립하는 것이 일반적이지만 안정화하여 재사용하는 물질 리사이클(Material Recycle)도 착실히 진행되고 있다. 이와 같이 산업폐기물의 처리기술은 감량기술, 무해화 기술로부터 재활용기술로 개발이 이행하고 있다. 여기서는 주로 폐플라스틱, 폐고무 등의 유기계 산업폐기물의 기술동향에 대하여 중점적으로 살펴보았다.

나. 폐플라스틱의 처리기술

플라스틱은 가볍고, 물성이 좋으며, 내약품성이 있을 뿐 아니라 부패하지도 않고 성형이 쉽다는 다양한 장점과 저가라는 경제상의 특징으로 수십 년간 사회의 모든 분야에 널리 사용되고 있다. 현재 사용되고 있는 플라스틱은 주요품종만으로도 약 10 종 이상이 되며, 이중 폴리에틸렌(PE), 폴리염화비닐(PVC), 폴리프로필렌(PP), 폴리스타일렌(PS), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 합하여 전체의 약 70%를 점하고 있다. 이것은 가열하면 유연하게 되는 열가소성 플라스틱이지만, 기타 가열해도 유연해지지 않고 탄화하는 요소수지, 에폭시수지 등의 열경화성 플라스틱, 유리섬유, 탄소섬유 등과 열경화성 플라스틱과의 복합체인 FRP 가 있다.

폐플라스틱을 소각하는 것은 가능하지만, 중유에 필적하는 칼로리를 갖고 있기 때문에 연소온도가 높게 되어 소각로를 훼손시키는 경우가 있으며, 연소시에 발생하는 염소가스는 다이옥신 발생 등의 문제를 야기시킨다. 이 같은 폐플라스틱을 재활용하기 위해서는 서로 다른 플라스틱을 종류별로 분별하는 것이 기본이지만 이것은 반드시 용이한 것은 아니고, 유화나 가스화 하여 원료화 하기 위해서는 비교적 고도의 기술이 필요한 것 등 많은 문제가 있다.

폐플라스틱을 플라스틱으로서 다시 사용하는 것을 Material Recycle, 원료로 하여 다시 플라스틱으로 가공하여 이용하는 것을 Chemical Recycle, 연소시켜 에너지를 얻는 방법을 Thermal Recycle 이라 한다, 이들의 처리방법의 비율은 일본의 경우 Material Recycle :14%, Thermal Recycle : 14%, 소각 37%, 매립 38% 정도이다. 플라스틱의 역사의 미천함을 고려할 때 이 재활용율은 결코 낮은 것은 아니다

다. 폐고무 처리기술

페타이어를 그대로 사용하는 용도로서는 교각이나 선박 등이며, 대량은 아니지만 유원지등에도 사용하고 있다. 경우에 따라서는 폐 타이어 중 상처가 적은 것에 대해서는 새로운 고무시트를 붙여 재사용 하는 것도 있다. 다시 고무로 재생하는 용도로는 농업용 경차의 타이어 등이 있으며, 기타 Material Recycle 로서 매트, 쿠션재, 충격흡수재, 콘크리트, 미끄럼방지재, 기와의 혼합재 등으로 재활용되고 있다.

페타이어의 최대 용도는 연료, 즉 Thermal Recycle 이다, 페타이어에는 중유에 근접하는 칼로리가 있으며, 시멘트 제조시에 연료로서 페타이어를 이용하여, 석탄의 사용량을 감소시키는 방법이 시행되고 있다. 시멘트 킬른에 투입하는 경우에는 그대로 투입하는 경우와 칩으로 하여 투입하는 경우가 있다.

2. 신기술신제품 동향

◎ 폐플라스틱 파쇄 및 선별시스템(kubota)

폐플라스틱 재활용의 전처리에 필요한 기술인 세파쇄와 비중선별을 조합한 고효율 리싸이클 시스템으로, 로터에 고정된 다수의 파쇄날과 톱날상의 본체

고정날에 의해 처리 대상물을 원활하게 정확히 파쇄하는 슈레더와 다양하고 잡다한 플라스틱을 소재별로 선별하는 습식 비중선별기에 의해 구성된다

<특징>

- ① 잡다한 소재가 혼재해 있는 폐플라스틱의 혼합 일괄 투입이 가능하다
- ② 원심력에 의해 소재 선별정밀도가 높다(폴리올레핀순도 : 99.9%이상)
- ③ 제품을 취급하기 쉬운 프레이크상으로 간이조립(造粒) (5 ~ 10mm 程度) 한다
- ④ 구조가 간단하고 운전조작 및 유지보수가 간단하다

◎ 플라스틱을 선별하는 Froth flotation 공법(미국 아르곤 연구소)

자동차 스크랩이나 가정용품 폐품 등에서 재생 가능한 플라스틱류를 선별하는 공법으로, 예를 들면 폐품처리 된 자동차에서 우선적으로 금속류를 선별하고 ABS 나 High impact polystyrene(HIPS)를 잔류 폐품에서 선별하게 된다.

<특징>

- ① ABS 나 HIPS 가 혼합되어 있는 경우에는 플라스틱류를 용매에 담그면 ABS 류는 친수성이 되고 HIPS 는 소수성이 되어 소수성인 HIPS 입자는 용매위로 떠오르게 되며 ABS 입자는 용매 밑으로 가라앉게 되어 두 물질의 분리가 가능하게 되는 것이다.
- ② 이 공법은 비중이 같은 두 개의 플라스틱을 분리하는 경제적인 공법으로 인식되고 있으며, Froth flotation 법은 ABS 나 HIPS 와 같은 플라스틱을 고순도로 환수할 수 있는 특성을 가지고 있어서 일단 환수된 플라스틱은 처녀원료와 배합하여 고품질의 플라스틱제품을 생산할 수 있다는 점이 장점이다.

◎ 폐차의 폐자재를 미세하게 분리하여 자원화(일본 에코텍)

폐차의 폐자재를 효율적으로 자원화 하는 시스템으로, 풍력이나 자석을 사용한 특별한 선별기나 감용 성형기 등을 조합하여 철과 비철금속을 회수하는 외에, 고무, 섬유, 유리 등을 분리 처리하여 고품연료로 만들어 재이용할 수 있게 하였다.

<특징>

- ① 비중에 의한 선별을 정확히 할 수만 있다면 자원화 될 수 있을 것으로 판단, 각종 기기를 조합하여 시스템을 완성하였으며, 그 중에서도 핵심적인 아이디어는 지그재그 분급기라고 하는 독자적으로 개발한 풍력선별기이다.
- ② 체와 같이 거르는 역할을 하는 기구로 8cm 이하로 미세하게 만든 폐재를 지그재그로 된 풍동에 붙어 넣어 풍속의 변화나 비중 차이에 의해 섬유, 고무 등 가벼운 것과 유리, 금속 등의 무거운 것으로 분별하는 것이다.
- ③ 무거운 폐재는 와전류의 원리를 응용하여 고성능 자석이 도입된 금속 분별장치에 걸어 전기를 통하는 것과 그렇지 않은 것으로 나누어지며, 가벼운 것은 사이크론(원심집진기)에 모아 섬유, 고무 등을 압축 성형한다.
- ④ 신 시스템에서는 금속과 노반재로서 재이용되는 토사, 유리를 제외한 폐재를 섬유쓰레기가 주체인 것과 고무 플라스틱이 주체인 것으로 미세하게 나누어 고품연료화하며, 이를 위해 제철용 석탄의 대체연료나 발전용 연료로서의 재이용이 쉽게 된다고 한다.

◎ 근적외선을 이용한 폐플라스틱 판별법(일본 물질공학공업연구소)

근적외선을 이용한 폐플라스틱의 순간 판별법으로, 50 종류 정도의 플라스틱 판별이 가능하고, 더욱이 근적외선의 파장을 변화시켜 적용 범위를 넓히는 것도 가능하다.

<특징>

- ① 상기 플라스틱판별시스템 「PlaScan-SH」는 「근적외-AOTF」(음향광학가변파장필터) 방식을 채용하였고, 파장대체가 가능하다.
- ② 플라스틱등 유기화합물을 구성하는 C-H, O-H, H-Cl 등의 분자결합은共振하는 파장의 광선을 흡수하여 운동에너지가 높아지는 원리를 이용하여 파장을 자유롭게 변환하는 것에 의해 어느 파장에서 흡수가 생성하는가 "흡광스펙트럼"을 그려서 검토하면 분자결합의 존재와 구성의 상태가 파장으로 나타나, 플라스틱의 종류를 판별할 수 있는 것이다.
- ③ 「PlaScan-SH」는 뉴트럴 네트워크를 설치한 퍼스컴과 하드웨어인 분광기로 되어 있으며, 소프트웨어는 공동연구로 개발하고, 하드웨어는 오토技研(미국벤처에 생산위탁)가 생산하고 있다.
- ④ 플라스틱의 판별대상에는 범용수지, PVC, ABS, PC·ABS 복합수지, 엔플라가 가능하고, 약간착색, 열화한 수지, 오염된 수지, 요철이 있는 수지제품 또는 전선묶음, 중첩된 필름에서도 가능하지만, 현재는 흑색으로 착색한 것은 판별이 어려운 것으로 되어 있다.

◎ 폐플라스틱 중의 PVC 제거 새로운 방법(칸사이대학)

고체 표면의 친수성·소수성의 차이를 이용해 친수성인 고체를 침강시키는 부유선택법을 응용하여, 폐플라스틱 혼합물로부터 염화비닐수지(PVC)를 선별·제거하는 기술로서, 폐플라스틱의 용광로 원료화나 유화, 가스화에서 PVC의 사전 제거가 필요하기 때문에, 실용화한다면 광범위하게 사용될 것으로 예상된다.

<특징>

- ① 부유선택법은, 소수성 고체에 기포를 부착시켜 부상시키는 것으로, 침강하는 친수성 고체와 분리하는 방법이며, 구체적으로, 습윤제로 불리는 계면활성제를 포함한 수용액에 플라스틱 혼합물을 투입하면, 계면활성제가 부착된 플라스틱이 부상한다.
- ② 실험은, 습윤제로서 음이온 계면활성제인 "리그닌 설펜산 나트륨"을 이용하고, 한편, PVC와 폴리카보네이트(PC), 폴리아세테이트(POM), 폴리페닐렌에테르(PPE)를 혼합 플라스틱으로서 사용했다.
- ③ 그 결과, 습윤제 농도가 300 PPM 이상이 되면, PVC의 표면이 친수성화해 부상이 억제되지만, PC, POM, PPE는 소수성을 유지하기 때문에, PVC만을 분리할 수 있었으며, 부상한 플라스틱 비율은 전체의 80%이상임으로 미루어 매우 적절한 분리 방법인 것으로 확인되었다

◎ PVC/PET 혼합 그레이드의 정전분리장치(일본 PVC 환경대책 협의회)

PVC/PET 혼합 그레이드를 정전기를 이용해서 분리하는 장치로서, 정전분리의 원리는 혼합한 분말상 또는 Flake 상의 플라스틱을 혼합 마찰하는 것에 의해 각각의 극성·전하량을 부여하여 대전시키고, 그 대전 상태의 상위를 이용하여 정전력에 의해 분리, 선별하는 것이다.

<특징>

- ① Flake 상의 PVC와 PET를 고순도(99%이상)로 분리하는 것이 가능하다.
- ② 정전기를 이용하므로 대기나 물을 오염시키지 않는다.
- ③ 정전시키기 위한 특별한 전처리가 불필요하고 연속운전이 가능하다

④ Flake 상으로 혼합된 플라스틱을 비중분리와 정전분리를 조합하는 것으로 PVC/PET 에 한하지 않고 용기포장에 사용되는 PP, PE, PS, PA, PC 등 다양한 종류의 플라스틱을 선별하는 것도 불가능하지 않다.

◎ 근적외 측정과 뉴럴 네트워크 해석을 조합한 플라스틱 판별 기술

근적외측정에서는 근적외선의 파장(1 마이크로미터~2.5 마이크로미터)을 변화시키면서 근적외선을 플라스틱 시료에 조사, 흡수되는 비율을 측정하면, 원형(스펙트럼)이 얻어지며, 이 스펙트럼이 인간의 지문과 같이 플라스틱마다 다른 것을 이용하여 스펙트럼으로부터 플라스틱을 판별하는 방법

<특징>

- ① 근적외선을 이용하면 시료의 전처리가 불필요하고 비파괴로 측정할 수 있기 때문에 신속한 측정(1 초 이내의)이 가능하다.
- ② 이번 근적외 스펙트럼의 측정에는 오펜기술연구소의 P1aScan 장치를 이용하여, 50 종류의 플라스틱에 대하여 근적외 스펙트럼을 측정하였으며, 이 같이 하여 다양한 종류의 플라스틱에 대하여 근적외 측정으로부터 얻어진 스펙트럼 데이터를 해석하는 방법으로서 뉴럴 네트워크를 이용했다.
- ③ 이 뉴럴 네트워크를 이용하면, 스펙트럼과 같은 원형처리의 문제에 2 가지 이점이 있으며, 첫 번째는 기존의 원형처리 방법에서는 인간이 각 원형의 특징을 인식하여 컴퓨터에 인식시킬 필요가 있었으나, 이 기술을 이용하면 컴퓨터가 자동적으로 원형을 학습하여 그 특징을 추출, 기억해 주는 점이고, 두 번째는 뉴럴 네트워크에서는 동일한 종류의 플라스틱에서도 제조업체 및 그레이드의 차이에 의한 스펙트럼의 차이를 유연하게 처리해 주는 점이다.
- ④ 금번 50 종류의 플라스틱에 대하여 측정한 근적외 스펙트럼 데이터를 뉴럴 네트워크로 학습시켜 특징추출을 실시하였으며, 뉴럴 네트워크의 소프트웨어는 후지쯔의 NEUROSIM 을 이용하여 PC 상에서 학습을 실시했다.
- ⑤ 이번에 검토한 플라스틱은 PS, PE, PP, ABS, POM, PVC, PC, AS, PET, PMMA, PA 등의 50 종류이며, 이들 플라스틱의 스펙트럼 특징을 컴퓨터에 기억시킨 후, 피검시료로 테스트를 실시할 결과 거의 100%에 가까운 적중률이 얻어졌다.
- ⑥ 장치는 극히 소형으로 저가이며 또한 극히 신속하게 다양한 종류의 플라스틱을 판별할 수 있어 플라스틱 폐기물처리 현장에서 이용할 수 있다.

◎ 획기적인 와전류식 선별기(토크엔지니어링)

폐플라스틱 및 유리등의 비금속과 금속을 분리하고, 더욱이 비철금속 중에서 알루미늄 또는 동과 기타의 비금속을 분리할 수 있는 와전류식 선별장치.

<특징>

- ① 영구자석을 장착한 로터를 고속회전 시키는 것에 의해 비철금속의 분리를 가능하게 된다.
- ② 자석이 갖는 크린 에너지에 의해 창출되는, 반복 발생하는 자계 중에 비철금속을 넣으면 와전류가 그 금속 중에 생기는 배척력이 발생하여 배척된다.
- ③ 장치가 극히 간단하여 주변설비의 유지관리가 용이해지며, 운전에 따른 에너지가 적고, 매연이나 열, 악취의 발생이 전혀 없다.

<응용>

- 폐가전제품- 쿨러 배관과 플라스틱의 분리
- 전력설비공사의 증개축시 폐재로 부터 동선과 비금속의 분리
- 자동차, 오토바이의 스크랩으로부터 비금속과 비철금속의 분리

◎ PVDC 완전 분리법(일본 케미칼)

저가의 등유를 용매로 랩 필름을 구성하는 PVDC 와 PP 를 완전 분리하는 방법.

<특징>

- ① PP 의 양면에 PVDC 가 코팅된 랩을 파쇄후, 등유에 담가 100℃이하에서 가열하면 PVDC 는 용해하고, PP 는 용해하지 않는 원리이다.
- ② 용해조에서 분리한 용액과 PP 를 분별하고, 등유를 증산시켜서 양 수지를 회수 할 수 있는 폐쇄식설비도 고안하였다.
- ③ 등유가격은 TFT 나 디클로로에탄, 4 염화탄소등에 비해 1/4 이하이고, 감소율도 1% 이하로, 가열비를 상승해도 대폭적으로 경비절감이 가능하다

◎ 페타이어 저온 무공해 재생기술(아메니티)

페타이어를 소각처리 없이 최고 -130°C 의 냉동으로 미분쇄 선별처리로 고무, 파우더, 스틸, 섬유 부수러기로서 회수할 수 있는 무공해 처리기술.

<특징>

- ① 종래의 액체질소를 사용하는 냉동파쇄의 원가부담 대책으로 전기만을 동력원으로 사용하는 외기 냉각방식을 채용하였기 때문에, 버진재의 약 절반의 가격으로 재생할 수 있다.
- ② 페타이어만이 아니고 폐플라스틱에도 활용할 수 있고, 컴팩트 한 설계이므로 냉동차나 냉동창고의 냉각장치로도 사용할 수 있다.

◎ 회수 PET 병 원료의 FRP 성형품 가공기술(일본 폴리에스터)

회수 PET 병을 원료로 재생한 불포화 폴리에스터수지를 매트릭스로 한 FRP 성형품의 가공기술로서, FRP 성형품으로의 이용은 최초이다.

<특징>

- ① 성형품은 분쇄한 PET 를 분별, 세정, 건조 등 통상의 공정을 거친 후, 에틸렌글리콜을 혼합, 분해하여, 액상의 불포화 폴리에스터 수지로 하고, 이것을 FRP 성형가공의 생산라인에서 제품화 한다,
- ② 강도 및 내구성, 각종물성 등은 버진 FRP 와 동등의 수준으로 할 수 있는 것을 확인 하였으며, 50% 이상의 재생원료를 이용하여 정화조 및 커브 거울 등 도로관련제품 및 수처리장에서의 덮개, 채광재, 보냉차용 패널 등으로서 11 종류의 성형품이 있다.

◎ 자력을 사용한 플라스틱 분별 기술(동경도립대학)

회수한 플라스틱을 종류별로 효율적으로 분별하는 기술로서, 수조내의 플라스틱 조각에 강한 자력을 걸어 종류에 따라 자기를 띠는 정도의 차이로, 부침하는 깊이가 다른 성질을 이용한 것이다

<특징>

- ① 신기술은 먼저 플라스틱을 파쇄하여 작게 하고, 특수한 액체(염화망간용액)가 들어간 수조에 넣은 후, 초도전 자석으로 발생한 2 만 가우스 전후의 강한 자력을 가한다

- ② 가벼워 뜯 플라스틱은 비중과 자력이 걸리는 정도에 따라 가라 앉으며, 무거워 가라앉은 플라스틱은 역으로 부상하며, 플라스틱의 종류마다 부침하는 거리가 달라 깊이 마다 플라스틱을 취출하여 분별하는 구조이다
- ③ 이 방법은 비중이 거의 같은 플라스틱의 분별에 위력을 발휘하며, PP 및 스타일렌-부타디엔, 폴리스타일렌의 일반적인 플라스틱 3 종류로 효과를 실험, 각각 2-3mm 로 파쇄하여 염화망간 용액에 넣고 강한 자력을 걸은 결과 3 종류의 조각이 1-2cm 의 간격으로 완전히 나누어졌다
- ③ 염화망간용액은 피부에 안전하며, 대상이 되는 플라스틱은 원리적으로는 몇 종류라도 가능하다,

◎ 폐 EPS 를 골재로 재이용 공법(다이세이건설(大成建設))

사용을 마친 발포 스티로폴(페스티로폴)을 골재로 이용한 경량토공법으로, 폐 EPS 골재와 건설발생토, 시멘트계 고화재를 혼합하는 것으로, 연약지반에의 성토나 구조물 배면에의 충전에 사용한다.

<특징>

- ① 이미 제조기술을 확립한 폐 EPS 골재를 이용한 것으로, 골재의 입경은 7mm 이하이며, 분쇄후에 원적외선조사 처리한 겉보기비중 0.25 정도의 것과, 무기분체를 도포한 0.06 정도의 제품 2 종이 있다.
- ② 이것에 건설 발생토, 시멘트계 고화재를 혼합한 경량토는 밀도가 1 m³당 0.7-1.3 톤, 압축강도는 1 mm²당 0.05-1.02 뉴톤이다.
- ③ 폐 EPS 를 사용한 것은 최초로, 신구 EPS 를 사용한 혼합토에 비하여 가격이 절반인 동시에 재생처리 하였기 때문에 정전기발생이 없는 등 시공효율이 대폭 향상된다.
- ④ 필요한 강도를 확보하여 건설발생토의 20-60%의 경량화를 도모한다.

<용도>

연약지반상의 성토, 건물의 기초, 지중매립재등

◎ 자동차의 페타이어 리사이클 기술(에코리파인자판)

공해없이 간단히 페타이어를 건재나 충격흡수재로 재생하는 기술로, 페타이어를 거의 그대로 공업제품으로 가공하여 재사용 할 수 있게 하는 기술이다.

<특징>

- ① 페타이어의 표면을 잘라내어 절단, 평판으로 하고, 이것을 "리파인러버"라 불리는 용도에 맞추어 접착제로 붙여서 형상을 가공한다.
- ② "리파인러버"는 타이어의 강도를 그대로 살렸기 때문에 약 10 cm²당 내충격값은 최대 약 80 톤이다.

<용도>

해안벽에 사용되는 충격흡수재 또는 건축물,가구의 내진동성 고무패킹, 가드레일 반사재등.

◎ 필름상 폐플라스틱 리사이클 기술(도쿠야마 시멘트사업부)

필름상의 폐플라스틱을 리사이클 처리할 수 있는 전용 플랜트.

<특징>

- ① 폐플라스틱 주입 사이로, 투입 및 파쇄설비, 파쇄 폐플라스틱 사이로, 공기 운송장치, 소성로(킬른)으로 구성 되 있다.
- ② 사이로이므로 파쇄물을 킬른에 불어넣는 장치를 사용하여 직접 킬른에 투입,전용 버너로 소각하므로, 입상으로 하는 소각전의 수고를 생략할 수 있다.
- ③ 트럭등이 운반한 폐플라스틱을 직접 킬른에 투입할 수 있고, 가전제품등에 사용되는 커다란 폐플라스틱 처리도 가능하다.
- ④ 1,000~1,800℃의 킬른에서 완전연소 하므로 환경부하도 없다.

◎ 전선피복용 PE 리사이클 기술(암코 엔터프라이즈)

전선피복재로 사용되고 있는 가교 폴리에틸렌(PE)을 재 용융 가능한 성형재료로 재생하는 새로운 리사이클 기술.

<특징>

- ① 기존의 2 축 혼련 압출기를 이용하여 동일 공정에서 가교 PE 의 가교를 파괴하여 용융 가능한 상태로 변화시키는 기술로, 동시에 사용목적에 따라서

선택한 타 재료와의 조합에 의해 용융성형이 가능한 폴리머 열로이화를 실현하였다.

② 가옥이나 빌딩용의 차수시트로 검토 중이며, 지금까지의 데이터로는 기존의 올레핀계 수지와 동등이상의 성능이 평가되었으며, 조합하는 상대수지에 의해 사출, 압출, 블로우등에 대응할 수 있는 폴리머 열로이가 가능하므로 파이프, 필름, 각종 성형품 등으로 폭 넓은 가능성이 있다.

◎ 에폭시수지 리사이클기술(도시바)

아민화합물로 분해하여, 에폭시수지로 재생하는 기술.

<특징>

- ① 파쇄 처리한 사용 후의 에폭시수지를 아민화합물로 분해, 액상화 하고, 분해액에 신품의 에폭시수지를 가하여 다시 경화, 재생한다.
- ② 분해에 사용되는 아민화합물은 재생수지의 구성성분이 되기 때문에 종래의 처리법과 같이 분해제를 제거할 필요가 없다.
- ③ 수지의 충전물인 유리섬유를 제거하지 않아도 재생할 수 있으며, 특별한 장치를 필요로 하지 않기 때문에 저가처리가 전망된다.
- ④ 재생수지는 도료나 접착제로 이용 가능하지만, 건재 등의 용도개발도 진행 중이다.

◎ 재생 PET 용 수지 개질제(오-지(オ-ジ-))

고분자 에스테르계 화합물을 기재로 한 수지첨가제로, 리사이클 PET 의 개질제 및 Blooming 방지제로 사용된다.

<특징>

- ① 리사이클 PET 개질제로 사용하는 경우, 리사이클 PET 에 5%정도 단순 혼합하는 것으로 결정화가 촉진되고, 가수분해성도 개량되고, 섬유이외의 용도에서도 일반 올레핀수지 처럼 사용할 수 있다.
- ② 펠렛상이므로 혼합이 쉽고, PP 나 PE,PS, ABS, PC, PBT 등과의 상용성이 좋다.
- ③ Blooming 방지제로 사용하는 경우, pp 에 첨가된 난연제의 Blooming 을 억제하는 효과가 우수하다.

◎ 플라스틱 식별시스템(소니)

가전제품 등에 사용되는 플라스틱의 리사이클 율을 향상을 목적으로 한 플라스틱 식별 시스템.

<특징>

- ① 종래 분별이 곤란했던 흑색 플라스틱의 재질이나 플라스틱에 포함된 취소계 난연제의 식별도 가능하며, 난연제의 식별 율은 99% 이상이다.
- ② 종래, 플라스틱의 식별에 이용 되 왔던 "근적외분광법"에 비하여 적외선의 흡수를 피하여, 흑색이나 그레이의 플라스틱에 포함된 재질의 식별을 쉽게 하는 "반사형 중적외분법"을 채용하였다.

◎ 폐 CD로부터 PC 리사이클 사업(太陽誘電)

산업 폐기물이 되어온 제조 공정에서 발생하는 불량 CD-R 이나, 재고가 되어 메이커로 되돌아 온 음악 CD, 또 쓰지 않게 된 기록매체 CD-R 로부터 기록막이나 반사막을 없애고, 기판의 폴리카보네이트(PC)수지를 재이용하는 리사이클 사업.

<특징>

- ① CD-R 은 기판을 사출 성형한 후, 기록층, 반사층, 보호층을 형성하여 라벨면이 인쇄됨으로써 완성된다. 제조 공정에서 불량품이 나오는 외에, 구입한 사용자가 한 번 기록한 후 불필요하게 된 CD-R 이 상당수에 달한다. 음악 CD 는 재고가 된 것이 메이커에 되돌아오게 되는 케이스도 있다. 이러한 불량 CD, CD-R 은 반사층이나 보호층 등이 불순물이 되기 때문에, 수지의 재이용이 곤란하여 「B 재」라고 불리고, 폐플라스틱 리사이클 업자는 처리비로서 유상이 아니면 거두어 가지 않는다. 재이용도 제한이 되고 있어, 매립 처분이 되는 것도 있다.
- ② 불순물이 섞이지 않는 폐 PC 재는 「A 재」라고 해 비교적 높은 시세가 붙으므로, 태양유전은 성막 후의 불량 CD-R 이나 재고가 된 음악 CD 로부터 반사막이나 보호막을 벗기고, 순수한 PC 기판으로 만든 후, 이것을 분쇄해 리사이클 업자에게 A 재로서 판매하는 사업을 개시한 것이다.

③ 박리 기술이 열쇠로, 과거 여러 회사의 음악 CD 메이커 등이 대응 했지만, 막을 완전히 없앨 수는 없었다고 한다. 특히 UV 경화시킨 보호층은 기판의 측면(edge)까지 부착하고 있어, 완전 제거가 어려웠다.

④ 태양유전은 3년 전부터 사장 프로젝트로서 기술 개발에 주력하여, A 재로서 판매할 수 있는 막의 박리 기술을 확립한 것으로, 자회사인 더즈 후쿠시마(福島)에 월간 백톤 처리 장치를 제조해 작년 10월부터 사업화, 사내에서 발생하는 불량품보다도 외부에서 반입되는 불량 CD가 압도적으로 많고, 회수한 음악 CD나 CD-ROM이 다시 판매되지 않도록 시큐리티 계약을 맺어 처리하고 있다.

◎ FRP 리사이클기술(공업기술원 물질공학공업기술연구소)

아임계-초임계수를 사용하여 탄소섬유강화 플라스틱(CFRP), 또는 섬유강화 플라스틱(FRP)중의 섬유를 분리 회수하는 기술로서, 플라스틱분해 생성물과 섬유분으로 분리 회수할 수 있기 때문에 각각 리사이클이 가능해진다.

<특징>

① CFRP의 분리실험에서는 에폭시수지를 매트릭스로 하는 CFRP를 3밀리각으로 자른 것을 시료로 하여 스테레스제 반응관에 물과 함께 넣고 반응관내를 아르곤가스로 치환 후 미리 반응온도로 가열한 샌드 BATH에 넣어 일정시간 가열, 가한 물을 아임계-초임계수의 상태로 하여 대상물을 분해하였다. 그 후 취출하여 급냉, 냉각 후 생성물을 회수 분석하였다.

② 먼저 기체생성물을 회수하여 그 후 반응관내를 메탄올로 세정 회수하여 물+메탄올 가용분으로 하였고, 여기에 메탄올에 용해하면서 생성물을 THF로 세정, 회수하여 THF 가용분(可溶分)으로 하였다.

③ 그 결과 반응온도 300℃에서는 플라스틱은 거의 분해되지 않고 탄소섬유에 부착한 채 회수되지만, 380℃가 되면 플라스틱은 완전히 오일까지 분해되어 부착물이 없는 깨끗한 섬유분이 회수되었다.

◎ 차세대 프레온 페타이어 재생에 채용(스미토모 3M)

스미토모 3M사의 불소계 차세대 프레온을 페타이어 및 플라스틱의 리사이클 시스템에 초저온 냉매용으로서 채용한 것으로 페타이어 등을 분쇄할 때 초저온화처리에 사용하는 것이다,

<특징>

- ① 차세대 불소 계 프레온"노백 H7100"을 채용한 것은 마에가와 제작소의 "초저온 2 원 냉동 및 분쇄 시스템"으로서 페타이어 및 플라스틱 등을 재자원화 시에 미분화가 요구되나 상온에서는 어려워 냉각이 필요하며, 에탄올과 암모니아의 자연냉각으로 -100℃를, 2차 냉각 단계에서 -90℃를 실현하는 2차 냉각 시스템의 저온냉매로서 사용한다.
- ② 액체질소를 사용하고 버리는 종래의 시스템에 비하여 운전비를 삭감할 수 있고, 더욱이 2 단계 냉매방식의 채용으로 시스템설계의 자유도가 높아져 설치 공간의 효율화 및 안전대책의 향상에도 기여한다.

◎ EPS 리사이클 신기술(소니)

독자 개발한 리모넨을 사용한 발포 스티로폴의 리사이클 기술로서, 지금까지 생선 상자용 발포 스티로폴 리사이클에는 세정이 필요하였으나, 신 처리기술은 이같은 처리를 생략하여 리사이클을 용이하게 할 수 있다.

<특징>

- ① 리모넨은 감귤 등으로부터 추출한 오일로, 폐 EPS 를 용해시켜 감용화 하는 액체이며, 용해한 액체를 처리기 에서 PS 수지로 재생 한다
- ② 가열방식의 감용 기술에 비하여 EPS 의 분자 劣化가 적을 뿐 아니라 리모넨을 회수하여 재이용 할 수 있다
- ③ 재생 PS 로부터 EPS 를 생산하는 공정에서 발생하는 이산화탄소의 배출량은 석유로부터 제조하는 공정에 비하여 1/3 이면 되므로 환 경친화적이다
- ④ 금번 도입하는 실증설비는 리모넨에 의해 감용화 한 액체상의 어상자를 40℃ 정도의 온도로 규조류를 혼합하여 교반, 어상자에 붙어 있는 피 등의 불순물을 규조류가 취하여 제거하는 구조이다

◎ 전선케이블피복재 재이용기술(미쓰비시 전기공업 부품영업부)

사용을 마친 전선케이블로부터 회수되는 PVC 와 PE 를 분별하지 않고, 피복재 로 재이용하는 기술.

<상세기술>

PVC 와 PE 를 혼합한 채로 분쇄, 세정하고, 특수한 상용화제를 수%첨가, 용융 혼합하여 폴리머 얼로이화 한다.

<특성>

- ① 얼로이화 한 혼합체는 안정한 성분으로 케이블 피복재로 충분히 사용할 수 있다.
- ② PVC 와 PE 는 화학적 특성 차이로 혼합되지 않지만, 상용화제는 상반되는 물과 기름을 혼합할 때의 비누와 같은 역할을 담당한다.

<효과>

PVC 와 PE 의 분별공정이 생략되어, 리사이클을 향상과 처리비용 저감에도 모된다.

◎ 사용 후의 PVC 를 고무에 블렌드 기술(PVC 공업환경협회)

사용을 마친 농업용 PVC 필름을 고무에 블렌드 하는 기술로 천연고무, 합성고무, 열가소성 엘라스토머를 대상으로, 10-50%를 블렌드 하여, 내후성, 내유성, 접착성 등의 품질향상 및 원가절감을 실현하는 기술.

<상세기술>

- ① 사용후의 PVC 를 약 300℃ 이상에서 고무에 블렌드 하는 것에 의해 사용 후의 PVC 는 세정 후 분쇄한 羽狀분쇄물을 롤링 등에 의해 과립상으로 한 Crash 를 사용한다.
- ② 버진 PVC 를 고무에 블렌드 하는 기술은 있었으나, 금번의 기술은 폐기 PVC 를 사용한 것은 있었으나, 사용을 마친 PVC 사용에도 전망이 생기게 되었다.

<용도>