

1. 폐 플라스틱 고분자 원료화 기술개발 현황

폐플라스틱을 탄화수소 등의 성분으로 분해하여 재이용하는 리사이클방법을 Chemical Recycle이라고 한다. 유기오니로부터 바이오 가스를 얻는 경우도 이것에 해당하지만, 고체산업폐기물에 있어서 Chemical Recycle이라고 하는 경우는 폐플라스틱의 유화(油化), 가스화를 가리키는 경우가 많다. 폐플라스틱의 유화기술개발은 1970년대에 저가인 기름을 회수할 목적으로 실험이 행해졌다. 그러나, 타르 및 잔사가 많이 발생하고, 얻어지는 기름의 특성도 떨어지며, 기름의 수율이 낮은 경제성이 없는 등의 결점 때문에 오일쇼크의 종식과 함께 중지되었다. 최근에 있어서 플라스틱의 유화기술의 개발전개는 폐플라스틱의 처리에 중점이 두어지고 있다. 저렴한 석유를 얻는 것이 목적이 아니고 높은 폐플라스틱의 처리비를 저렴하게 하는 것, 매립처분장을 연명시키는 것, 또한 탄산가스의 발생을 억제하여 환경을 보전하는 것이 목적이 되고 있다. 얻어지는 기름의 경제성만이 목적이 아니기 때문에 기술개발에 있어서 유리한 조건을 갖추고 있다고 할 수 있다.

플라스틱의 유화기술은 제올라이트촉매(제올라이트는 Na, Ca등의 알카리 또는 알카리토금속의 산화물, 알미늄의 산화물, 실리콘의 산화물과 물로 된 물질)을 이용하는 방법이 가장 많이 진행되고 있으며, 이 촉매의 개발에 의해 폐플라스틱의 유화가 가능하게 되었다. 현재 5,000톤/년의 플랜트가 가동하고 있다. 그 후 얼마간의 촉매가 개발되어 유화기술은 커다란 기술분야가 되었으나, 촉매를 이용하는 프로세스에서는 처리 가능한 플라스틱은 PE 및 PS등에 한정되어, PET, 나일론, PVC등은 처리할 수 없다. 열경화성 플라스틱도 처리할 수 없다.

대표적인 프로세스는 폐 플라스틱을 열분해(390℃정도)하여, 제올라이트촉매에 의해 개질(접촉분해 310℃정도)한다. 개질이란 탄소의 鎖를 짧게 자르는 것으로, 제올라이트촉매에는 작은 구멍이 무수히 나 있어, 거기를 탄화수소가 통과할 때의 鎖가 끊어져서 짧게 된다. 生成油는 상온에서 액체의 高品質油로 수율이 높고, 얻어지는 기름의 수율, 기름의 조성은 원료가 되는 폐 플라스틱의 구성에 따라 다르지만, 석유화학공업용의 원료로도 된다. 프로세스의 안정성도 높고, 유지보수도 용이하여 경제적이다. 연료로 이용하면 부하변동에 강하여, 배기가스 대책이 원활하게 된다.

이 제올라이트 촉매를 이용하는 유화기술에서는 촉매 毒이 되는 염소가 포함되 있는 PVC는 피할 필요가 있으나, 기술개발은 먼저, PVC의 허용량을 높이는 방향으로 진행되었다. 그 결과, 10% 정도까지는 허용할 수 있게 되었고, 더욱이 PVC로부터 염소를 제거하는 기술도 크게 진보하였다. 현재는 소각, 매립에 비하여 처리비가 상당히 높은 것에 대한 개선연구가 행해지고 있다.

폐 플라스틱의 새로운 유화기술의 연구개발도 성행하고 있다. 현재의 유화기술의 문제점인 PVC의 허용량이 낮은 점, 열가소성수지에 한정된 점, 처리비용이 높은 것 등을, 다른 프로세스에 의해 해결하려는 시도가 행해지고 있다. 금속염의 신 촉매를 이용하면 염소의 허용량이 높아지는 것으로 되어 있어, PVC를 많이 포함한 슈레더 더스트의 처리도 가능한 것으로 되어 있다.

한편, 촉매를 이용하지 않는 프로세스 개발도 활발하다. 이 프로세스에서는 플라스틱의 종류에서 오는 제약이 적어, PET, ABS, 페놀, 요소수지, 에폭시수지, 멜라닌수지만이 아니고 FRP의 유화도 가능하게 된다. 소량이면 금속 및 유리가 폐 플라스틱 중에 혼입하여도 괜찮다.

폐 플라스틱에 알카리/물을 첨가하여, 상온분해-가압 분해-응축의 공정으로 촉매를 사용하지 않고 등유, 경유를 얻는 프로세스이다. 잔사가 많게 되지만, 연료로서 사용할 수 있다. 모든 종류의 폐플라스틱의 처리가 가능하여 PVC의 혼입도 50%까지 허용되며, 염소는 염산으로서 회수한다. 상압분해이므로 조작 및 유지보수가 용이하다.

폐 플라스틱을 킬른 내에서 고온모래와 혼합하여 탈 염소 후, 고온의 모래를 이용하여 직접 혼합하여 가열, 열분해하는 기술에서는 균일 가열이 가능하여 코킹 문제가 없다. 또한 반응온도를 높일 수 있어 잔사는 모래와 함께 제거하여 열원으로 하는 등 製品油로서 납사 및 경유 등이 얻어진다. 이 프로세스도 폐 플라스틱의 종류에 관계없이 유화가 가능하다.

촉매를 이용하지 않는 기술의 발전형으로서 가스화 프로세스도 개발중이다. 폐 플라스틱을 산화(수증기첨가) 분위기 중에서 분해하여 가스화 하는 시험 플랜트가 만들어졌으며, 얻어진 가스에 의해 메탄올의 합성 및 가스발전이 가능하다. 촉매를 이용하지 않기 때문에 PVC의 허용도가 높고, 산소, 수증기를 첨가하므로 타르나 잔사의 발생도 적다. 플라스틱의 선별도 필요 없으며, 금속 불연물도 어느 정도 허용한다. FRP의 어선, 버스 TuB, 슈레더 더스트, 목재 폐기물 등도 가스화가 가능하다.

초임계수를 이용한, 전혀 새로운 유화 프로세스도 개발중이다. 폐 플라스틱을 가열 용융하여 탈염소화하고, 초임계수와 혼합하는 프로세스에서는 물이 촉매의 작용을 하므로 반응시간이 짧아 유화율이 높다. 생성유는 가솔리 溜分, 등경유 유분이 주가 되며, 현재 실험 플랜트로부터 실용 플랜트로의 확대기로에 있다. 또한, 초임계수를 이용하면 기름만이 아니고 가스화 및 수용액화도 가능하다. 폐 플라스틱의 선별도 필요 없어, 금속이 혼입해도 괜찮아, 슈레더 더스트의 처리도 가능할 것으로 생각되고 있다. 초임계수기술에서는 다이옥신 및 PCB의 분해 및 하수오니의 처리도 가능하여 재를 발생시키지 않아 중금속과 가연성가스로 분해할 수 있다.

용융한 Fe 및 Ni등의 촉매작용을 이용하여 폐 플라스틱을 분해하는 신기술도 개발 중으로, 밀폐용기에서 행하는 경우는 슈레더 더스트 등으로 부터도 가연성 가스가 얻어진다. 이 장치는 방사성 폐기물(플라스틱필터등)의 처리기술로부터 개발한 것으로, 다이옥신 및 PCB의 분해도 가능하게 된다.

2. 폐 플라스틱 유화관련 신기술신제품 동향

▣ 비점이 다른 복합 폐플라스틱 유화 시스템

개발회사 : 패스트 엔지니어링(ファーストエンジニアリング)

비점이 다른 복수의 폐플라스틱을 전처리 없이 동시에 반응기 중에서 처리할 수 있고, A중유만큼의 고 칼로리 재생유를 만들수 있는 직접 건류식의 유화시스템으로, 설비비는 종래 시스템의 1/3 정도 면 된다

<특징>

- ① 개발한 직접건류식 유화 시스템은 폐플라스틱을 열분해 반응기에서 탄화수소가스로 고열 분해하고, 이 가스를 냉각하는 것으로 탄화수소를 회수 기름으로서 분리하며, 열분해 반응기의 바닥으로부터 무산소상태에서 800-1000℃의 고온 열가스를 흡입하여 원료와 접촉시켜 분해하도록 하였다.
- ② 이것에 의해 비점이 다른 원료 및 페타이어도 동시에 처리할 수 있게 되며, 파쇄 및 세정, 선별, 탈가스조, 촉매등 전처리공정이 불필요함에도 불구하고 용량 10m³의 장치가 약 8시간에 처리를 완료한다
- ③ 탄소수가 비교적 작은 분자의 타르분이 적은 양질의 기름을 얻을 수 있는 것을 실증할 수 있었다.

▣ 폐 폴리스타일렌(PS)의 리사이클 기술 실용화

개발회사 : 도시바플랜트건설

폐 스타일렌(PS)을 열분해 하여 99.7% 이상의 순도로 원료인 스타일렌 모노머(SM)로 리사이클 하는 기술로서, 이미 실험 플랜트에서 전망이 보여 NEDO로부터 산업기술실용화개발자금의 조성을 받아서 2001년 5월에 리사이클 업자의 부지 등을 이용하여 실증플랜트를 건설하여 기술을 확립한 후에 2002년에 구체적인 영역활동에 착수할 계획이다.

<특징>

- ① 지금까지 연구단계로 행해 왔던 1시간당 5킬로그램의 폐 폴리스타일렌을 처리하는 실험설비에서의 운전 데이터로 리사이클 율 70%, 회수 한 스타일렌 모노머의 순도 99.7% 이상을 실현하였다.

- ② 가전제품이나 트레이(Tray) 등의 폐 폴리스타일렌을 용해하여 감용화 하고 과립상으로 한 후에 5mm이하의 형상으로 부수어서, 이것을 촉매를 사용하지 않고 500-700℃에서 열분해 및 증류하여 원료인 스타일렌 모노머로 재생한다.
- ③ 설비가 간단하고 합리적인 설계로 되 있으며, 더구나 고성능 장치이며, 설비투자에서는 저가화를 도모할 수 있기 위하여 금후에는 실용화를 목표로 하여 실증 플랜트를 NEDO의 자금으로 만들 계획이다.
- ④ 규모는 시간 150KG로, 연간 1000톤 규모이며, 폐 폴리스타일렌을 펠릿상으로 리사이클 하면 가격은 1KG당 30엔 정도로 억제되며, 이것은 재생재가 아닌 펠릿과 비교하여 1/3 내지 1/2 정도로 낮추어진다.

▣ 다양한 폐플라스틱으로부터 메탄올 합성

개발회사 : 클린재팬센터

PVC를 포함하는 다양한 폐플라스틱으로부터 일산화탄소와 수소를 추출해 메탄올을 합성하는 리사이클 기술로서, PVC를 포함한 다양한 폐플라스틱으로부터 부가가치가 높은 메탄올을 합성함과 동시에, PVC로부터 발생하는 염소도 염산으로 회수한다고 하는 기술이다

<특징>

- ① 구체적으로는 1단식 로(爐)에 폐플라스틱을 1천4백도C 전후에서 부분 산화시켜, 일산화탄소와 수소를 주성분으로 한 가스를 발생시키고, 화학반응 저해 성분을 제거하여 메탄올 합성에 적합한 가스를 정제한 후, 합성시킨다.
- ② 합성 공정에는 처리량이 작은 플랜트의 경우에 코스트 메리트가 높다고 하는 액상 메탄올 합성법을 사용하며, PVC로부터 발생한 염소는 염산으로 회수하여, 제철소에서 강판의 산세(酸洗)공정 등에 사용한다.
- ③ 고순도 합성 가스를 발생시키는 기술이나 원료가 되는 폐플라스틱의 구성이 바뀌어 일산화탄소와 수소의 조성 비율이 변동되어도 고품질인 메탄올을 고 수율로 안정하게 합성할 수 있는 것이 기술의 핵심이다

▣ 폐플라스틱 가스화기술 확립을 위한 실증 플랜트 건설

개발회사 : 다이셀 화학공업,신일본 제철

염화비닐을 포함한 일반폐기물 및 산업 폐기물의 폐플라스틱의 리사이클 기술확립을 위한 시험 플랜트로서, 염화비닐을 포함한 폐플라스틱을 고온에서 부분 산화 분해해, 일산화탄소, 수소 및 염화수소를 주성분으로 하는 화학 원료가스를 생성하고, 일산화탄소와 수소를 반응시켜 메탄올을 합성하고 함께, 염화수소를 염산으로 회수하는 기술이다.

<특징>

- ① 기술의 핵심은, 생성 가스중의 이산화탄소의 발생을 가능한 한 억제하는 점이며, 이것은 신일본제철이 이미 보유하고 있는 부분 산화 기술을 폐 플라스틱의 처리에 응용한 것이며, 폐 플라스틱중의 염화비닐 등에 포함되는 염소분은 염산으로서 회수하여, 제철업 혹은 화학 공업 등에서 활용할 수 있다.
- ② 이 기술이 개발되면, 염화비닐을 분별하지 않고 리사이클이 가능해지며, 실증 플랜트의 폐플라스틱 처리 능력은 5톤/일 정도의 규모이고, 2000년 7월부터 건설에 착수하여, 2001년 초에 기술확립을 향한 시험 운전을 시작한다.

▣ 폐플라스틱 유화에 텔레프탈산 제거기술
개발회사 : 미쓰비시중공업

폐 플라스틱 유화장치에 최초로 PET로부터 발생하는 텔레프탈산의 제거기술로서, 포장용기 리사이클법에서의 "기타 플라스틱"에의 PET의 혼입 방지"로 배관 막힘 등으로 안정가동을 저해하여 효율저하의 원인이 되는 텔레프탈산의 제거 실증설비를 1일 처리능력 5톤 규모로 가동시킨 것이다.

<특징>

- ① 재생유와 함께 고체회수가 가능하고 연속운전이 가능하며, 열분해 매체에 모래를 이용하는 기술과 합쳐서 전처리의 불순물제거 코스트를 경감시켜 차별화기술로 육성할 방침이다.
- ② 텔레프탈산은 300℃를 경계로 고체와 기체로 나누어지는 승화물질이다. 이것에 의한 배관막힘은 "정기적으로 정지하여 제거한다"는 방법밖에 없었으며, 유화는 처리비용이 높고 재생유의 고부가가치 용도개발도 어려운 등의 이유로부터 기술개발에의 관심이 별로 없는 경향이 있다.
- ③ 미쓰비시에서는 열분해조로부터 나온 가스상 폐플라스틱을 냉각하여 재생유를 회수하는 부분까지의 가장 온도가 내려가기 쉬운 환류탑으로부터 냉각 및 放散탑의 사이에서 300℃이상을 유지할 수 있도록 히터로 온도관리를 한다.

- ④ 텔레프틸산이 전량 회수유중에 고체로서 유출하여 간단히 분리할 수 있는 방법을 채용하였다.
- ⑤ 폐플라스틱에는 내측에 알미늄박을 접착한 과자봉지 등이 남은 용기포장이 많으며, 기존 유화시설에는 장치를 보호하기 위하여 대규모의 분별 전처리 설비가 필요하며, 재생유 1리터당의 처리비용이 80엔을 넘는 시설도 있다. 미쓰비시는 열 매체로 막힘에 대하여 강한 공정을 개발하였으며, 전처리비용을 압축하여 등유와 경쟁할 수 있는 저가로 재생유 유통을 목표로 하고 있다.

▣ 폐플라스틱 처리로 디젤발전을 하는 시스템 개발
개발회사 : 히타치제작소, 히타치엔지니어링서비스

폐 플라스틱에서 회수한 기름으로 디젤엔진을 사용해 발전하는 폐 플라스틱 유화발전시스템으로, 기름 대신 폐 플라스틱으로 발전하며, 실증 플랜트는 폐 플라스틱 처리량이 1시간당 200kg, 발전량은 400kW/H이다.

<특징>

- ① 공장에서 발생하는 폐 플라스틱 처리와 자가발전의 분산형 전원을 함께 갖고 있어 영화비닐이 15% 혼합되더라도 발전연료로서 문제없으며, 발전 단가는 플라스틱 처리경비를 제외하면 1kW/H가 17엔, 처리비를 포함하면 44엔으로 저렴하다
- ② 플랜트 연료는 산업폐플라스틱을 대상으로, 프린트기판 등에 사용되는 에폭시, 페놀수지 등 열경화성 수지와 가전이나 AV기기 자재의 영화비닐을 포함한 열가소성 수지를 1:4의 비율로 혼합, 이를 열분해하여 디젤엔진을 회전시켜 발전한다.
- ③ 통상의 열분해에서는 착화성이나 엔진의 윤활이 나쁘므로 분해가스의 일부를 농축·환류시키는 공정을 삽입하여 디젤엔진을 직접 구동할 수 있는 발전용 연료로 개선하였으며, 그 후 염소를 제거한다.
- ④ 공장 내로부터 나오는 플라스틱의 절삭분 등, 자원재생이 어려운 폐 플라스틱 처리의 발전설비로서 상품화 예정이며, 가격은 실증플랜트와 같은 규모로 2억~2억5,000만 엔으로 보고 있다.

▣ 폐 플라스틱을 디젤 연료로 이용하는 시스템
개발회사 : 立命館대학 에코 테크놀로지 연구센터

폐 플라스틱을 열분해 이하의 온도에서 중유와 혼합한 디젤연료로 이용하는 시스템으로, 최근 실용화에 전망이 보여 도요타 자동차에서 실증 테스트를 개시하였다.

<특징>

- ① 자치체에서 수집되는 폐 플라스틱을 각 지역마다 소규모로 발전, 열 회수 할 수 있는 시스템으로서 제안하고 있으며, 열 분해하여 플라스틱을 유화 하는 방식과는 달리, 플라스틱 그대로 연소시키는 이 시스템에서는 처리비용을 1Kg당 약 50-80엔으로 절감한다.
- ② 폐 플라스틱 1KG당 60와트/時の 디젤발전이 가능하여 전기 판매에 의한 이익을 70엔으로 시산하고 있으며, 대상이 되는 플라스틱은 PP,PE,PVC,PS로 ABS도 검토하고 있다고 한다.
- ③ 유화에 필요한 온도가 400℃인 것에 비하여 이 시스템에서는 250℃ 이하에서 중유와 혼합하여 폴리머 연료를 제조하며, 이것에 30-40%의 물을 혼합하여 유화시키는 것으로 점도를 낮추어 실온에서의 취급성을 향상시킨다.
- ④ 이 센터에서 예상하고 있는 산업계 폐 플라스틱류로부터 회수되는 평균 발전량은 수십 메가와트/時이며, 이 규모에서의 에너지 회수율이 가장 높아 처리비용을 절감할 수 있기 때문에 디젤엔진 발전을 선택한 것이라고 한다.

■ 폐플라스틱을 초임계수로 유화시키는 실증시험
개발회사 : 일본 도오호꾸전력, 미쓰비시중공업

고온 고압의 물인 초임계수를 사용하여 폐플라스틱을 기름으로 재생하는 기술로서, 1일 약 0.5톤 처리용량의 실증플랜트를 건설, 전선을 덮고 있었던 플라스틱을 연속적으로 유화할 계획이며, 재생된 기름은 보일러 연료로서 사용할 계획이다.

<특징>

- ① 실증플랜트에서는 폐 플라스틱을 분쇄한 다음 온도 374℃, 압력 22MPa 이상인 초임계수와 혼합해서 처리하며, 초임계수는 기체와 액체, 두 가지 성질을 함께 가지므로 반응성이 높다.
- ② 강력한 플라스틱도 단시간에 분해할 수 있는 특징이 있으며, 지금까지 전선의 피복에 사용하고 있는 가교 폴리에틸렌, 폴리스틸렌 등 각종 플라스틱을 초임계수와 반응시켜, 80% 이상을 기름으로 회수하는 실험에 성공한 바 있다.
- ③ 염화수소를 제거하여 염소를 포함하고 있는 일반 폐플라스틱의 처리에도 사용할 수 있는 길도 열

었다.

▣ 폐플라스틱 유화기술 연구그룹(신일본제철, 시나가와연료,후지 리사이클의 공동 연구 그룹)

플라스틱 유화의 기술은 고분자의 플라스틱을 가열해 분자를 따로따로 해 액체 상태로 하는 것이 원리이다. 구체적으로는 탄화수소가 몇 개나 이어지고 있는 플라스틱중의 탄소와 탄소의 결합을 가열에 의해 절단, 저분자의 가솔린이나 등유로 한다. 다만 플라스틱 제품 중에는 열 분해가 되기 어려운 것이나, 부식성이 강한 염화수소 가스를 발생하는 염화비닐수지(PVC) 제품 등이 포함되고 있다. 때문에 효율 좋게 연료유를 들어내는 것은 어렵다. 이들을 제거하지 않는다면 가열로에 상처를 준다든지, 양질의 연료유를 생성할 수가 없다. 여러 가지 종류의 플라스틱이 혼합되고 있는 일반 폐기물에 대응되는 플랜트의 실험을 진행하고 있다

<특징>

- ① 분해 방법은 우선 약 300℃로 PVC를 분해해 염화수소 가스를 제거한다. 다음에 PVC이외의 플라스틱이 열 분해하게끔 약 400℃까지 가열하여 가스화 하며, 이 열 분해 가스는 탄소가 아직 40개 가까이 이어지고 있기 때문에 더욱 저분자화 할 필요가 있다.
- ② 그 공정에는 미세한 구멍이 수많이 열리고 있는 다공성의 촉매를 사용하며, 열 분해 가스를 이 촉매에 통과시키면 탄소의 결합이 더욱 잘려져 가솔린이나 등유에 쓰여질 수 있도록 탄소수 20이하의 저분자로 된다.
- ③ 개발한 플랜트에 의한 유화율은 약 50%이며, 또한 유화되지 않고 배출되는 고온의 가스를 열원으로 하여 재 이용하며, 최근에는 유화 프로세스로 배출되는 가스나 액체, 찌꺼기를 가열 연료로서 사용하여 리사이클율을 높이는 연구가 진행되고 있으며, 그러한 예는 칫소(Chisso)의 자회사, 지바파인 케니컬이 연구 중인 WST 방식이다.
- ④ 중질유를 가열해 폐플라스틱을 녹여 넣어 염화수소를 제거함과 함께, 열 분해로 생긴 중질류의 일부를 가열용의 열원으로 재이용하는 것이며, 연구는 아직 실험실 레벨이나 동사는 리사이클 효율이 뛰어나 있을 것으로 보아 실용화에 기대를 걸고 있다

▣ PC 외장의 난연수지, 완전유화에 성공

개발회사 : 통산성공업기술원 자원환경기술종합연구소

PC의 외장재에 사용되고 있는 난연성 플라스틱의 油化기술로, 플라스틱에 수소를 발생하기 쉬운 용

제(油類)와 탄소계의 촉매를 첨가하여 가열하는 것으로 플라스틱은 분해하여 완전히 유화하며, 또한 다이옥신류의 생성도 나타나지 않았다고 한다.

<특징>

- ① 이 방법은 열경화성 페놀수지 등 여러 종류의 난연성 플라스틱의 유화에 응용할 수 있기 때문에 산업폐기물계 폐플라스틱의 감용화 및 탄소자원의 재활용에 유용할 것으로 기대하고 있다.
- ② PC의 외장재로 사용되고 있는 난연성수지(데스크톱형 및 랩톱형의 2종류로 모두 난연제가 첨가된 ABS계 수지)로 유화의 실험을 실시하였으며, 입경 2mm 이하의 펠렛으로 파쇄한 플라스틱 5g에 용매(테트라린) 80ml, 탄소계 촉매(카본블랙·메소카본마이크로비즈 등) 100~300mg을 첨가하여 이것을 질소가스를 봉입한 압력기에 넣어 20kg/f의 압력하에서 380~400℃로 가열한 결과, 30분부터 3시간의 반응으로 플라스틱은 완전히 유화되었다.
- ③ 성분분석을 실시한 결과, 재활용 가능한 유용화합물로서 벤젠, 톨루엔, 에틸렌벤젠 등이 얻어졌으며, 그 함계수율은 질량으로 약 12%이었다.
- ④ 실험에서는 수소를 공급하기 위하여 편의상 테트라린을 사용했으나, 물질연에서는 앞으로, 석탄 및 석유계의 폐유를 사용한 보다 저가로 유화하는 기술개발을 진행할 생각이며, 또한, 여러 종류의 난연성 플라스틱이 섞인 상태에서 유화시키는 기술을 확립하는 것을 목표로 하고 있다

■ 폐플라스틱 再生油를 精製油 가격으로 보급

개발회사 : 미쓰비시중공업

미쓰비시중공업은 폐플라스틱 油化에서 보급의 장애가 되는 높은 가격문제를 해소할 수 있는 체제로서, 재질이 잡다하여 불순물이 많은 도시쓰레기용에는 분별등 전처리를 대폭적으로 생략하는 砂촉매, 분별회수를 철저히 할수 있는 산업폐기물용에는 처리속도가 빨라서, 장치도 소형이어도 되는 초임계수로 분해기술을 구별, 재생유 1ℓ당의 시장가격을 정제유만큼으로 낮춘다.

<특징>

- ① 砂를 열매체로 이용하는 방식은 요코하마제작소가 쓰레기소각의 차세대기술로, 가스화용융로와 공통의 기술로서 개발하였으며, 용해조에서 발생하는 탄소등 막힘의 원인이 되는 찌거기를 모래로 보내서 소각처리하는 것으로, 회수한 도시쓰레기 폐플라스틱의 불순물 제거공정을 간소화하여도 안정적 처리를 실현할 수 있다.
- ② 요코하마시의 환경장치 R&D 센터에서는 95년부터 가동하고 있는 1일 처리량 최대1톤의 실증 설

비에서, 1일 최대 30톤급 표준설비로 재생유 1ℓ당의 최종 판매가격을 등유정도로 낮추기 위한 목표를 세웠다.

- ③ 한편, 초임계수를 사용한 기술은 화학플랜트기술센터(MCEC)의 요소기술을 기초로 히로시마연구소가 개발하였으며, 3700℃, 220기압의 임계점을 넘는 고온고압수와 반응시키는 것으로, 모노머로 분해하여 온도와 압력을 가감하는 것에 의해, 가솔린, 경유에 상당하는 고품위 재생유의 비율을 높여 회수 할 수 있다.
- ④ 단일재질의 페플라스틱만큼의 고품질을 추구하기 쉽고, 재래의 열분해방식에 비해 분해반응이 빠르며, 또한, 설비를 간소화 할수 있기 때문에 단일소재의 분별회수가 용이하고, 전문운영자도 확보하기 쉬운 폐기처리에 초점을 맞추고 있다.

■ 새로운 타입의 페플라스틱 유화장치 개발

개발회사 : 카네쿠라

처리비용이 대폭적으로 절감되며, 더구나 양질의 기름을 얻을 수 있는 새로운타입의 페플라스틱 유화(油化)장치로서, 종래의 장치는 탱크반응기에서 열분해로 제조되어 왔으나, 금번에 개발한 장치는 水平移動床 방식을 채용함으로써 기름의 오염요인이 되는 카본도 거의 발생되지 않는다고 한다.

<특징>

- ① 이 유화장치로 주로 사업계 폐기물의 페플라스틱용으로 폴리스타일렌(PS), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP) 등의 3대 수지를 대상으로 한 것으로, 감용화기능도 부가 되어 있어, 전처리의 수고도 절약할 수 있다.
- ② 장치의 가격은 주변설비를 포함하여 5,500만~6,500만엔이 될 전망이다. 동사의 試算에 의하면 만약 1시간에 200kg의 페플라스틱을 처리한 경우, 1일당의 처리가격은(초기투자비 및 운전비)는 약 48,000엔이면 된다고 한다. 기름을 적정가격으로 매각하면, 위탁처리비를 제외하고도 가격은 프러스로 전환한다고 한다.
- ③ 종래의 탱크반응기 방식의 경우, 처리량이 적고, 열분해율이 나빴다. 또한, 대량의 카본이 발생하여, 기름이 완전히 검은색으로 되어 후처리도 필요하였으나, 금번에 개발된 수평이동상 방식은 얇은 층의 觸媒砂를 전면에 깔아 열 분해하는 방법이다.
- ④ 미쓰비시중공업이 수직형을 실용화하고 있으나, 수평형이 機構와 폴리머의 분해반응면에서 보다 유연하게 되며, 또한, 모래床의 이동속도, 열분해속도, 원료공급량의 3가지의 제어를 조합하면 원

료가스, 등유, 경유, 중유라는 각 성분을 임의로 회수할 수 있다.

■ 소형 폐플라스틱 유화장치 개발

개발회사 : 환경마시넥스기업조합

현장에서 처리할 수 있는 컴팩트한 폐플라스틱 유화장치로서, 98년 3월 사이다마현에서 실증 플랜트를 가동하였으며, 지금까지의 테스트로는 양호한 결과를 얻었다고 한다.

<특징>

- ① 열가소성수지 뿐만 아니라 FRP(유리섬유강화플라스틱) 등의 열경화성수지의 유화를 가능하게 한 유기촉매기술을 토대로 시스템 개발을 하였으며, 동 시스템은 연소시키지 않기 때문에 다이옥신류 등 유해물질이 발생하지 않고, 또한 가압하지 않기 때문에 높은 안전성을 갖는다.
- ② 열경화성의 폐플라스틱은 플라스틱 1종류로 분별, 재단, 파쇄하여 유기촉매를 사용한 열분해로에 투입하여 열풍을 불어넣어 약 350℃에서 플라스틱 성분인 탄화가스는 가스화하고, 이것을 無機觸媒槽를 직접 열교환기에 보내어 50℃로 급냉하여 유화한다.
- ③ 유화가 끝나면, 열분해로중의 바스켓에 유리섬유가 남는다. 생성유는 거의 등유와 동등하며, 동 장치의 열풍 발생로의 연료로서 사용하고, 남은 유리섬유는 다시 건재등으로 사용할 수 있다.
- ④ 실증 플랜트는 배치(Batch)식으로 1회당의 폐플라스틱 처리능력(투입량)은 0.4㎡(드럼 약 20통분량)으로, 투입으로부터 약4시간에 열분해로를 개구할 수 있게 된다.
- ⑤ 경제성에 대해서는 초회의 열발생로용 연료는 등유 약 60ℓ를 사용하지만, 2 회째 이후에는 생성유를 사용할 수 있다는 점, 또한 사용전력은 평균 2.2kw/h이어서, 가격이 저렴하며, 설치공간은 폭 5.5, 깊이 5.0, 높이 6.6m로 컴팩트한 설계로 되 있다.
- ⑥ FRP, 열가소성수지 뿐만 아니라, 발포스타일렌, 어망, PET병외에 탈염소가 필요한 PVC 등에 대해서도 유화기술을 갖고 있어, 유저의 요망에 부응할 수 있으며, 실제기기의 판매에 대하여는 현장에서 처리대상물의 양에 대하여 규모를 조정할 수 있다고 한다

■ 용융·및 탈염소조와 열분해조의 폐플라스틱 유화장치

개발회사 : 가와사끼(川崎)중공업

용융·탈염소조와 열분해조의 2조 구조의 장치로서, 우선 용융·탈 염소조에서는 약 3백℃에서 폐플라 스틱을 용융, 탈염소를 실시하고, 계속해서 열 분해조에서 생성프로세스에서 발생하는 餘熱을 이용해 용융하고 폐 플라스틱을 약 4백℃로 간접 가열, 열분해 재생유를 회수한다. 처리 능력은 3.6톤/일(24 시간운전).

<특징>

- ① PVC를 포함하는 일반 폐기물계 플라스틱 쓰레기의 유화가 가능하다
- ② 생성유는 등유 및 경유상당의 기름으로 취급이 용이, 보일러 등의 액체연료로서 사용할 수 있다.
- ③ 열분해조의 출구에 분리 등을 설치하여 중유분을 제거하므로, 고가인 촉매가 필요 없다.
- ④ 열분해가스의 유효이용에 의해 장치 내에서의 생성유의 소비를 적게 하여 이용 가능한 생성유 양을 많게 한다