

일본의 PVC 수지 리사이클기술 동향

PVC의 리사이클은 Material Recycle(재료 리사이클), Chemical Recycle(원료 및 연료화), Thermal Recycle(에너지회수)로 분류된다. Material Recycle이란 사용을 마친 PVC 제품등을 다시 PVC제품으로 이용하는 것을 말하며, 이전부터 PVC관, 전선피복재, 농업용비닐등에서 행해지고 있으며, 현재는 PVC건재인 PVC관을 비롯하여 상재, 벽지등의 리사이클 시스템을 검토하고 있다

Chemical Recycle이란 고로 환원제로서의 이용, 시멘트원료화, 가스화에 의한 화학원료를 말한다, 사용을 마친 PVC의 실증시험의 단계에 돌입하였으며, 순차적으로 실용화의 단계로 이행할 것이다.

Thermal Recycle이란 사용을 마친 PVC등을 기타의 플라스틱등의 가연물과 함께 안전하게 소각하는 것에 의해 열을 에너지로서 이용하는 리사이클이다. 최근, 다이옥신 저감대책으로서 가스화 용융로의 기술개발이 활발하며 이미 실용화되어 다이옥신 문제도 해결되고 있다.

1. Material Recycle

가. PVC관

PVC관의 일본의 연간 생산량은 약 50만톤이며, 1998년도의 배출량은 연간 약 3만톤, 재생량은 1만톤정도로 보여지며, 리사이클율은 약 35%로 추정되고 있다. PVC관에 대해서는 이전부터 파이프로부터 파이프로의 리사이클이 행해지고 있다.

PVC관 및 계수협회는 1998년-1999년에 PVC관의 리사이클 시스템구축을 추진해 왔다. 먼저, 리사이클 거점으로서 리사이클 협력회사를 설치하여 2000년 5월 시점에서 전국에 15개사로 되 있다. 이 회수 및 재생시스템등을 활용하여 리사이클율을 당초의 35%에서 2005년에는 목표인 80%로 향상시킬 예정이다. 또한 최근의 리사이클율은 40%로 향상되었다고 추정된다.

리사이클율 향상의 일환으로서 재생관의 수요촉진을 위한 2종류의 재생관의 협회규격을 제정하여 국토교통성에도 소개하는 동시에 전국의 지방 건설국 및 전국 관 공사조합등에 PR활동을 개시하였다

나. 전선피복재

재생기술로서는 해체 처리와 분쇄처리가 있다. 전선대기업 직할의 처리회사 및 전선너겟 처리회사가 리사이클을 추진하고 있다. 최근의 리사이클 현황은 PVC 피복재의 회수량이 연간 약 12만톤에 대하여 재생량은 약 4만톤 이상으로 리사이클율은 약 35%로 추정되고 있다. 재생용도는 일부가 전선으로 리사이클 되고 있으며, 기타의 재생용도는 상재용이다. 아직 대부분이 매립 처분되고 있으며, 리사이클율의 향상에는 재생원료의 용도개척이 중요하다

다. 농업용 PVC 필름

재생기술로서는 사용을 마친 PVC필름에는 흙이나 티끌등의 부착이 많기 때문에 수세정으로 제거하는 것이 핵심이다. 재생한 분쇄품의 용도는 거의 상재용으로 사용되고 있다.

일본 시설원예협회가 중심이 되어 리사이클을 추진해 왔으나 1999년 7월 농업용 PVC 메이커 7개사와 전국 농업협동조합연합회와의 공동으로 “PVC 리사이클 촉진협회”(NAC)가 설립되어 리사이클을 향상을 위한 활동을 개시하였다,

1999년도의 배출량은 약 10만톤에 대하여 재생량은 약 5만톤 이상이며, 리사이클율은 약 51%이다. 또한 주요 재생처리회사는 제3섹터 및 공사 방식이 5개사, 민간회사가 5개사 합계 10개사이다. 더욱 리사이클율을 향상시킬 필요가 있으며, 이를 위해서는 재생처리공장의 설치추진과 함께 조속한 재생용도 개발이 필요하다. 이를 위해서 PVC업계도 재생용도의 일환으로서 “사용을 마친 PVC와 고무의 블렌드”에 대하여 공동연구를 행하여 유용한 성과가 얻어지고 있다. 현재 실용화를 위한 검토중으로 금후의 전개가 기대되고 있다.

2. Chemical Recycle

가. 고로환원기술

제철고로에서의 철광석의 환원제로서 코크스나 미분탄을 사용하고 있다. 고로 환원기술로서는 사용을 마친 플라스틱의 전처리로 입상화를 행하여 고로의 翫口(용광로등에 열풍을 불어 넣거나 용융한 철을 취출하는 입구)로부터

불어 넣는 것을 가능하게 하여 고로환원제로서 사용하는 것도 있다, 고로환원은 1999년 6월 용기포장 리사이클법인 “플라스틱 용기포장”의 재생품화의 하나로서 인정되었다. NKK는 1996년 10월부터 PVC이외의 폐플라스틱 연간 3만톤의 실증설비를 건설하여 최근 4만톤까지 능력을 증강하였다.

또한 폐PVC 만으로도 고로환원제로서 이용할 수 있도록 하기 위하여 NKK,PVC환경대책협회, 플라스틱처리 촉진협회의 3자가 공동연구를 행하여 각종 실증시험을 실시하였다. PVC를 이용하는 기술로서는 폐PVC와 코크스를 로터리킬룬에 투입하여 약 300℃에서 열분해하여 탈염화수소를 향한다, 염화수소는 염산으로서 유효 이용한다. 한편 탈염화수소된 탄화물은 고로환원제로서 사용한다

1997년에는 실험설비로서 처리능력 연간 1,000톤규모의 로터리킬룬을 설치하여 폐PVC관 및 폐 농업용 PVC를 대표로 실험을 실시하였다. 실험결과, PVC는 문제없이 처리가능한 것으로 결론이 났으며 로터리킬룬에서의 탈염화수소율도 약 95%, 탈염화수소 된 탄화물의 고로 흡입 테스트도 양호하여 실증성을 확인할 수 있었다.

더욱이 1999년 3월, NKK, 플라스틱처리촉진협회 및 PVC공업 및 환경협회 3자는 NEDO의 조성금을 받아서 “PVC의 고로원료화 리사이클의 실용화”를 위하여 연간 처리능력 5,000톤의 일괄 실증연구설비를 건설하였다., 2001년 다음과 같은 실용화기술을 확립할 예정이다

- ◎ 고농도 PVC로부터의 탈염산기술, 고로원료화기술의 확립
- ◎ 고순도 염산의 회수, 실용화기술의 확립
- ◎ 일괄설비(파쇄,조립, 탈염소,고로원료화, 염산화수, 고로흡입등의 일련의 제설비)에 의한 연속조업기술의 확립
- ◎ PVC 농도변화에 대응한 안정조업기술의 확립

이들의 시험결과로부터 실용화평가를 행한 후 실용화 플랜트로서의 운영도 시야에 넣고 있다. 각 방면으로부터 폐PVC의 처리를 조속히 실현할 수 있기를 기대하고 있다.

나. 시멘트 原燃料化기술

시멘트의 原燃料化기술로서는 폐PVC를 열분해에 의해 탈염화수소 처리를 행하여 회수염화수소는 PVC 모노머공정에 이용하고 탈염화수소 된 탄화물은 시멘트의 원료로 유효 이용하는 것으로 되어 있다

PVC업계에서는 1998년에 “폐PVC의 유효이용”의 일환으로서 도꾸야마, PVC 공업 및 환경협회, PVC 환경대책협회 및 플라스틱 처리 촉진협회의 4자로 공동연구를 개시하였다. 1998년도에는 탈염화수소 테스트등의 기초연구를 완료하였으며, 탈염화수소율도 양호하였다. 1999년 7월에 연간 500톤의 실증플랜트가 완성되어 현재 각종 실증시험을 행하고 있다. 연질PVC, 경질PVC 모두 문제없이 처리 가능하여 2001년 3월에는 실증결과를 종합하여 다음 단계로서의 대형실용화 플랜트건설의 FS를 검토할 예정이다.

다. 가스화에 의한 화학 원료화 기술

가스화란 플라스틱을 열분해하는 것에 의해 가스 유분을 얻는 방법으로 “용기포장 리사이클법”의 “플라스틱용기포장”의 상품화의 하나로 인정되고 있다. 이 가스화기술은 PVC를 함유하여도 문제없이 처리할 수 있는 방법으로 이하의 2가지 신기술을 소개한다

(1) 가압 2단 가스화기술(에바라-우베흥산법)

PVC를 포함하는 폐플라스틱을 처음에 가압 저온가스화로(600~800℃)에서 가스화하여 금속등의 불연물은 회수한다. 이어 가압고온 가스화로(1,300~1,400℃)에서 남은 고용물을 용융하여 가스는 수소, 일산화탄소 주체의 합성가스로 생성된다. 더욱이 수소는 질소와 반응시켜 암모니아등의 화학원료로 사용한다. 폐플라스틱 중에 PVC가 혼입하여도 문제없이 처리할 수 있으며, 염소분은 암모니아와 반응시켜 비료의 鹽安으로서 유효 이용할 수 있다

(2) 1단식 가스화기술(신일철-다이셀법)

2000년5월 PVC공업 및 환경협회는 신일본제철과 다이셀화학공업이 추진하는 PVC를 포함하는 일반폐기물 및 산업폐기물계의 폐 플라스틱의 가스화기술개발 계획에 참여하였다, PVC를 포함하는 폐 플라스틱을 고온에서의 부분산화분해의 1단법으로 일산화탄소, 수소 및 염화수소를 주성분으로 하는 화

학원료가스를 생성하여 일산화탄소와 수소를 반응시켜 메탄올을 합성하는 동시에 염화수소를 염산으로서 회수하는 일괄 기술 이다. 이 기술은 PVC를 분리하지 않고 리사이클이 가능하다, 2001년까지 기술확립을 목표로 하고 있다

3. Thermal Recycle

Thermal Recycle로서 각광을 받고 있는 것은 대부분의 소각로 업체에서 검토하고 있는 가스화 용융로이다. 쓰레기 소각장에서의 문제점인 다이옥신류의 저감 및 소각재등의 무해화 처리를 일거에 해결할 수 있는 방법이다. 물론 PVC등의 염소원이 혼입 되 있어도 배 가스 중의 다이옥신 농도는 $0.1\text{ng-TEQ}/\text{Nm}^3$ 이하가 충분히 가능하다. 주요 방식으로서는 샤프트형 가스화 용융로, 외열 킬룬형 가스화 용융로, 유동상형 가스화 용융로 등이 있다.

이 중에서도 유동상형 가스화 용융로의 기술은 제1단의 가스화로($500\sim 600^\circ\text{C}$)에서 가스화를 행하여 철, 동, 알루미늄의 금속 등을 미산화 상태로 회수한다. 제2단의 선회선 용융로($1,300\sim 1,400^\circ\text{C}$)에서 고온 연소시켜 다이옥신을 완전 분해하여 소각재는 용융 슬랙으로서 무해화 시킨다.

한편 최근의 산업 폐기물계 처리용의 실적으로는 자동차 슈레더더스트 처리용으로 다음 2개사가 있으며,, 타쿠마가 외열 킬룬형 가스화 용융로를 납입하였으며, 다이옥신 농도도 전혀 문제가 없다, 또한 에바라 제작소는 아오모리 뉴어블 에너지 엔지니어링에 유동상형 가스화 용융로를 납입하여 1999년 10월부터 시운전에 들어가 순조로이 실용시험도 추진 2000년 후반부터 상업운전을 개시하였다.

또한 PVC업계와 플라스틱 처리촉진협회와의 공동으로 “고농도 PVC를 포함하는 폐플라스틱 연소시험”을 에바라제작소의 가스화 용융로를 사용하여 행하였다, 실험결과 다이옥신 규제값도 해결하였고, 배 가스중의 염화수소와 다이옥신류 농도 사이에 상관관계가 없다는 것을 밝혔다