

폐 가전제품의 리사이클 기술

특정 가정용 기기 재상품화 법(가전 리사이클 법)이 2001년 4월에 시행되어 가전제품의 리사이클이 본격적으로 시작되었다. 대상이 되는 가전제품은 4품목(냉장고, 세탁기, 에어컨, TV)이다. 이들은 철, 동, 각종 플라스틱, 유리, 프린트기판 등으로 구성 되어 있으며, 파쇄 및 분별 등의 기술에 의해 유가물이나 프레온 등의 유해물을 회수하고 있다. 2000년 3월말에 준공한 서일본 가전 리사이클(NKRC)의 가전 리사이클 공장은 도시바가 건설을 담당하였다. 플랜트의 성능은 재상품화 율에 관한 성능평가 시험을 행하여 가전 리사이클 법의 규정을 충분히 만족하는 것을 확인하였다

이하 가전 리사이클 법에서 대상이 되는 4품목의 재료조성으로부터 리사이클의 착안점을 기술하고 NKRC에서의 가전제품 처리 프로세스의 특징 및 플랜트 성능에 대하여 기술한다

1. 가전제품 4품목의 소재구성과 재상품화

가전 리사이클 법의 대상이 되는 가전제품은 냉장고,세탁기,에어컨,TV 4종이다. 이들은 철, 동, 알루미늄, 플라스틱 류, 유리등으로 구성되며, 금속 및 플라스틱등의 복합제품 이라 할 수 있다.

가전 리사이클 법에 있어서 재상품화는 가전제품을 처리하여 생긴 것이 유상 및 무상으로 인도하는 것 및 자체적으로 사용하는 것을 조건으로 하고 있으며, 품목마다 리사이클 율이 정해져 있다. 각각 냉장고 50%, 세탁기 50%, 에어컨 60%, TV 55%이다.

리사이클 율을 달성하기 위해서는 표1에서와 같이 금속 류, 유리, 플라스틱 류 등의 회수가 필수이지만, 플라스틱은 종류도 많고 이물질 제거등의 일손에 들기 때문에 유기화가 어렵다. 이 때문에 가전제품의 처리에 있어서는 제품마다 手분해나 기계파쇄에 의해 소재로 분리하여 금속류와 유리의 회수를 주체로 하는 프로세스가 일반적이다. 또한, 유해물을 배출하지 않는 방침으로부터 냉장고, 에어컨의 냉매용 프레온 및 냉장고 단열재 우레탄 주의 프레온의 회수를 추진하는 플랜트도 있다

표1. 가전제품의 소재구성

가전제품 품목	냉장고	세탁기	에어컨	TV
철	49	52	54	12
동	4	2	18	3
알루미늄	1	4	9	1
플라스틱	43	33	16	26
유리	-	-	-	-
염수	-	6	-	-
기타	3	3	3	5

2. 가전제품처리 프로세스의 특징

NKRC에 가져온 가전제품은 품목별로 분류되어 각 처리 라인에 반송된다, 각 가전제품은 개별적으로 관리표가 붙여져 있으며, 인수시에 바코드로 입력된다. 그리고 처리라인의 투입구에 있어서, 현물과 대조하여 확실하게 처리된 것을 확인할 수 있도록 하고 있다.

NKRC의 전체 프로세스는 手분해, 기계파쇄, 분별을 기본 구성으로, TV는 유리, 기타 품목은 금속류를 주체로 회수하도록 구성하였다. 회수된 플라스틱류는 매립을 위하여 최종 처리장으로 보내지지만, 플라스틱의 리사이클은 금후 과제이다.

가. TV 처리 라인

TV는 手분해로, 케이스, 기판, 편광 요크(전자석), 브라운관 등으로 분해된다. 케이스는 플라스틱제가 주체이며, 손으로 분해 후 파쇄 및 감용하여 최종 처분장에 보내진다. 브라운관은 유리업체의 인수 요구사항에 적합해야 하기 때문에 브라운관의 전면유리(패널유리)와 후면 유리(판넬유리)로 분리, 판넬유리는 세정, Cullet화 한다. 세정은 실리콘카바이드(SiC)의 분말을 Cullet화 시킨 유리조각에 충돌시키는 것으로 유리 표면의 정화한다. 건식 프라스트법을 채용하고 있다.

나. 세탁기 및 에어컨의 처리 라인

세탁기는 그대로 1차 파쇄기에 투입된다. 1차 파쇄기의 출구에서 모터가 회수되고, 그 후 2차 파쇄기로 보낸다. 에어컨은 냉매용 프레온을 회수한 후, 열교환기, 컴프레서, 동선, 동 파이프등을 손으로 분해하여 회수한다. 나머지는 세탁기 처리 라인과 같이 사용하는 2차 파쇄기로 보내져, 파쇄 후 자력 선별기로 철을 회수하고, 나머지는 비철 선별 라인에 보내진다. 회수 된 철은 회수유르 순도 모두 90% 이상이다. 세탁기의 모터, 에어컨의 컴프레서, 열교환기등은 그대로 유기물로서 처리된다

다. 냉장고 처리라인

냉장고는 냉매용 프레온과 냉동기 油를 회수한 후, 냉장고 문 패킹, 컴프레서등을 손으로 분해하여 벗겨내어 파쇄기에 건다. 파쇄기는 2단 구성으로 전단에서 300mm정도로 파쇄하고, 후단에서 30mm 이하가 되도록 파쇄한다. 파쇄 후는 풍력 선별에 의해 중량이 무거운 철, 비철, 플라스틱류로부터 우레탄을 선별 및 회수하여 우레탄 처리라인에 보낸다

철, 비철을 포함하는 파쇄물로부터 자력선별기에 의해 철이 회수되고 나머지는 비철 선별라인에 보내진다. 또한 파쇄기는 밀폐된 방에 설치하여 파쇄시에 방출되는 단열재 중의 프레온을 회수하는 것에 의해 대기방출을 방지한다.

라. 우레탄 처리라인

단열재인 우레탄으로부터의 프레온 회수에는 다양한 방법이 있으나, 열처리에 의한 프레온 추출과 우레탄의 감용화를 동시에 행하는 장치를 채용하였다. 1축의 스크류 피더와 가열기에 의해 구성된다(그림5). 우레탄은 가열 및 감용 공정중에 먼저 프레온이 탈리 및 회수된 후, 약 1/15로 압축 및 감용화 되어 고형물로 회수된다. 잔류 프레온양은 1% 이하로 되 있다

마. 비철 선별라인

철 회수 후의 잔사로부터, 동, 알루미늄등의 비철금속을 고회수율 및 고 품위로 회수 가능한 선별장치의 합리적 구성을 검토하였다. 그 결과, 가전제품 4 품목을 대상으로 한 파쇄물에서, 파쇄입도가 30-40mm에 적합한 장치로 하

여 와전류를 이용한 선별기를 2단, 직렬로 사용하는 구성을 채용하였다(그림 6). 회수율, 순도 모두 90% 이상을 실현하였다

바. 단열재 중의 프레온 회수라인

냉장고의 파쇄 공정 중에서 회수된 단열재 프레온 중의 프레온가수와 전술우레탄 처리 라인에서 회수된 프레온 가스는 기체상태에서 활성탄에 일단 흡착된 후, 탈리 되어 액화 회수된다.

3. 재 상품화 율과 단열재 중 프레온 회수율

플랜트의 재 상품화 율에 관한 성능 확인으로서, 냉장고, 세탁기, 에어컨, TV의 각 가전제품 4 품목마다 실증 시험을 행하였다. 기계 파쇄전의 수 분해에 의한 회수, 기계 粗 파쇄 후의 모터회수, 기계 미세 파쇄 후의 자력선별에 의한 철 회수, 비철 선별기에 의한 동, 알루미늄 회수등에 의한 유가물의 회수율을 표2 나타내었다. 이들의 시험결과는 각 가전제품 품목마다 가전 리사이클법에 규정된 요구를 만족하고 있다.

냉장고의 단열재 우레탄 중의 발포제 프레온 함유량을 추정할 수 있는 냉장고 80대를 이용하여, 냉장고의 파쇄 과정 및 우레탄의 가열 탈 프레온 장치로부터 회수되는 프레온 양의 측정시험을 행하여, 프레온 회수율이 약 87%가 되는 것을 확인하였다. 또한 단열재 중의 프레온의 흡착장치에 의한 회수율의 측정시험에서는 약 90%의 액체회수가 확인되어 시스템 전체로서의 액화 회수율은 약 80%가 되었다.

4. 결론

플랜트의 성능은 철, 비철 등을 회수하는 것으로, 가전 리사이클법에 있어서 재 상품화율을 충분 만족하는 것이었다. 자원의 유효활용 및 적정처리는 금 후에는 법적인 재상품화율의 상승 및 피 재상품화 제품으로서 퍼스컴등으로 범위가 확대 될 것으로 예상 된다. 가전제품은 2001년에 2,100 만대, 약 70 만 톤 배출될 것으로 보이며, 제조자 책임의 입장에서 가전 메이커는 가전제품의 재 상품화를 위한 활동을 추진하고 있다. 플라스틱의 리사이클등 과제도 많지만 자원 순환형사회의 실현에 일익을 담당할 수 있을 것으로 생각된다

표2. 재생품화(리사이클)을 평가시험 결과

가전제품 품 목	냉장고	세탁기		에어컨		TV
		전자동	2槽式			
재 상품화 율(%)	62	59	63	70	90	70
가전 리싸 이클 법의 기준값(%)	50 이상	50 이상		60 이상		55 이상