

전동차 폐차처리 실례

The Case Study of End of life EMU Treatment

김용기* 목재갈** 윤희택** 이계영**
Kim, Yong-Ki Mok, Jai-Kyun Hyoon, Hee Taek Lee, Jae Young

ABSTRACT

After 1974 an EMU, which is the first line opened, the car's term of endurance is introduced. End of life on the step, gradually the rate of cars out of service are increasing. In the country, we consider about recycled source, aspects of social economic of cars out of service and so on, treat efficiently and reasonable. According to research first we make investigations about the present situation and the actual condition of cars out of service then we should lay out schemes efficiently.

1. 서론

전동차는 제작사 많은 원료와 재료를 사용하여 부품을 제조하고, 또 제조된 부품을 통해 단품을 제작 조립하여 전동차를 완성하게 된다. 전동차의 제작, 운행 및 폐차과정에서 환경부하물질을 방출하게 된다. 따라서 전동차 부품의 원료채취부터 제작, 폐기 및 재활용과정에서 발생하는 환경부하물질을 파악하고 부하물질을 철강을 통해 제품이나 서비스 환경 부하의 한 상대를 정량적인 평가 방법으로 환경오염지도를 통한 환경개선방안이 시급히 마련되어야 한다. 전동차의 재활용성 향상을 통해 자원순환형 사회에 기여하고 환경적 및 경제적 측면에서 이득을 얻을 수 있도록 전동차의 재활용 기술 개발이 요구된다. 도시철도차량의 사용연한은 도시철도법에 의하면 차량의 내구연한은 운행을 시작한 날로부터 25년으로 한다고 규정하고 있다. 그러므로 1974년 개통된 1호선은 전동차 사용 내구연한이 경과로 폐차되고 있으며, 향후 일부 노선에서도 폐차량의 증가가 예상된다. 내구연수가 도래한 전동차의 폐기는 재사용이 가능한 일부 부품의 해체를 통해 먼저 분리 회수하고 나머지는 임질을 통해 매각한다. 주로 금속재료로 구성된 차체 및 주요 골조부는 철, 비철금속으로 분리하여 재활용하고 플라스틱, 고무, 유리, seat 재료의 내외장 부품은 대부분 폐기물로 발생되고 있다. 따라서 폐기물 감소를 위해서는 플라스틱 부품, seat, 섬유, 내장재 등의 비금속 재료 부품을 자체재해공정 이전에 재활용분리, 회수하여 재활용하는 것이 효율적이다. 최종 폐기물은 소각 또는 매립방식에 의해 처리되고 있다. 그러나 소각처리방법은 소각과정에서 발생하는 유해물질이 대기중 오염시키는 문제점이 있으며 매립방법은 국토가 좁은 우리나라에서는 갈수록 매립장 확보가 어렵고, 매립 후에도 중금속이 포함된 침출수에 의한 2차오염의 문제가 발생될 수 있다. 따라서 폐기물의 최소화를 통한 자원의 절약과 생산에너지 사용을 최소화, 그리고 폐기과정에서의 환경오염을 감소시킬 수 있는 폐기물 재활용기술개발이 필요하다. 특히 자원이 빈약하고 국토가용면적이 협소한 국가일수록 폐기물의 자원화(Recycling) 기술이 개발되고 있으며 적극적인 추진을 하고 있다. 폐기물을 자원화 하는 것은 경제적 효과를 지닌 것으로서 폐기물은 단순히 국내경제에만 영향을 미치는 것이 아니라 국가간 경제활동에도 그 비중이 커지고 있다.

한편 세계경제의 측면에서는 각국이 개발위주의 경제성장과 산업화를 추진해 오는 과정에서 환경이 급격히 악화되고 있으며 이로 인해 지구환경문제는 인류공동의 문제로 대두되고 있다. 특히 '92년 리우정상회의

에서는 환경과목이 심각한 수준에 이르고 있음이 확인되었고 지구환경보호 문제는 탈냉전 시대의 국제협력 과제로 부상되고 있다. 최근에는 환경문제 해전을 위한 전지구적 공동의 대응노력 필요성이

* 한국철기술포럼, 책임연구원
** 한국철도기술연구원, 선임연구원

확산되고 있으며 현안 과제로 부각되고 있다. 최근에는 환경문제 해결을 위한 전지구적 공동의 대응노력 필요성이 확산되고 있으며 OECD 및 WTO 등 국제기구가 중심이 되어 무역과 환경을 연계시킴으로서 실질적인 해결방안의 모색이 시도되고 있다.

국내의 전동차 폐차량 수는 증가하고 있지만 지금까지의 폐차 업체의 영세성으로 처리를 위한 시설 투자 및 연구개발은 전무한 실정이다.

폐차는 자원재활용과 사회경제적인 측면등을 고려하여 효율적이고 합리적인 방법으로 처리되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 우선 폐차처리 실태와 현황등을 알아보고 향후 연구되어야 할 효율적인 처리방안을 모색해 보고자 한다.

표 1. 전동차의 대수('04년 5월 기준)

구분	철도청	서울 지하철	도시철도	부산교통 공단	대구 지하철	인천 지하철	광주
개통(년)	1974	1974	1995	1985	1997	1999	2004
차량대수 ('04년 5월 기준)	1632	1944	1564	336	204	200	52
합계	5932량						

2. 전동차 폐차처리사태

1호선 전동차의 차체는 Mild강으로서 철제차량의 제작 및 폐차단계는 철강제조-차량제작-철도 운영-가공처리-전기로 제강으로 연계된 경제사이클의 구조로 성립되기 때문에 차량해체는 이러한 경제사이클의 한 분야로서 경제성과 산업폐기물이란 점이 동시에 검토되고 가장 효율적인 방법으로 처리되어야 한다.

표 2. 전동차 폐차현황

년도별	철도공사	지하철
1998	36	
1999	87	32
2000	10	22
2001	12	6
2002	70	
2003	-	30
2004	54	
2005	34	
합계	303	90

2.1 차량의 해체

전동차 해체는 크게 구분하면 차량내외부 조립부품의 철거작업, 차체구조물의 해체작업, 제사용 부품별 분류작업으로 구분될 수 있다.

2.2 차량내·외부 조립부품의 철거작업

2.2.1 폐유작업

설비부품의 철거작업에 앞서 폐기물관리법상 지정폐기물로 분류되어 있는 폐유에 대한 제거작업이 선행되어야 한다.

2.2.2 차외 설비부품

절전장치, 에어컨, 제어장치, 공기압축기, 제동부품 등을 철거한다.

2.2.3 차내 설비부품

실내등, 도어, 창, 도어체결장치, 내부장식 판넬, 승객용 의자, 선반, 손잡이 및 봉, 기타 판넬등을 철거한다.

2.2.4 대차부품

주행장치, 주전동기, 대차프레임 등을 해체한다.

2.3 차체구조물의 해체작업

해체방법은 해체작업장의 환경과 작업장소의 넓이에 따라 다르지만 가스에 의한 절단방법, 중장비를 이용한 절단, 기계톱(초경질합금)에 의한 절단방법 등이 있다. 특히 전동차의 특성상 차량기차 외의 장소에서 해체작업을 한다는 것은 많은 제약이 따르므로 대부분 차량기지 내에서 해체하고 있다.

2.4 재사용재료의 분류작업

차량의 해체부품은 기본적으로 수작업에 의해 탄소강, 스테인레스강, 알루미늄 합금, 유리, 고무, FRP 등으로 분류된다. 분류된 해체재료는 가공처리업체에서 처리가 가능한 형상으로 분류, 처리하고 재활용이 되지 않는 재질에 대해서는 산업폐기물의 기준에 따라 적절하게 처리한다.

2.5 폐기물에 대한 처리

최근 환경문제가 심각하게 대두되면서 각종 산업폐기물의 처리규제가 강화되고 있다. 전동차에 있어서 규제대상은 주요 기능품에 들어 있는 유류로써, 주변압기의 실리콘유, 배터리 전해액 등을 들 수 있으며, 재활용이 불가능한 부재에 대해서는 산업폐기물 관련 전문처리업체에 위탁처리하고 있다.

3. 전동차 폐차 처리방안

전동차의 내용연수는 25년으로 이 기간이 경과한 전동차 중 안전 운행에 저해가 되는 차량은 불용결정 후 공개경쟁입찰을 통해 매각 처분하고 있다. 25년 경과한 차량은 차고지에 입고되면 차량사용 진단 후 폐차심의를 거쳐 폐차를 결정한다

전동차량의 폐차처리는 운영처별로 차량을 원형으로 매각하거나 매수자가 해체 처리하는 방법이 있다. 첫째 폐차량을 물품관리규정 제 54조, 제 55조에 의거 해체없이 원형으로 불용품매각입

활공고에 의해 매각하는 방법으로 매수자가 차량을 해체하고 이용 가능한 부품은 재활용하고 나머지는 매각 또는 폐기물로 분리하여 처리한다. 둘째 운영처에서 직접 해체하는 방법으로 재사용품 선별, 재활용자원에 대한 매각, 폐기물 처리 등을 직접처리 한다. 향후 폐차량이 증가할 것으로 예측되므로 운영처에서 직접처리하는 방안도 고려되어야 할 것이다.부품의 회수 및 해체 단계에서 환경영향이 발생할 수 있으며 다양한 물질의 매립과 토지사용으로 인한 매립의 환경영향이 반영되지 못하고 있다.

3.1 원형매각

폐차량에서 재사용 가능한 부품만 선별하여 분리하고 차량을 원형으로 매각하는 방법이다. 매수자는 차량을 해체하지 않고 용도를 변경하여 재활용 할 수도 있고, 해체하여 재활용품과 폐기물로 구분하여 처리하고 있다. 재활용품은 철 및 비철금속으로 구분하여 고철로 매각하고, 또 전동차 구조물을 상업용도로 활용하고 있다. 전동차 폐차처리에 대한 홍보가 충분할 경우 보다 다양한 용도로 활용의 가치가 있을 것이다. 그러나 원형매각시 해체하지 아니하고 다른 용도로 활용하고자 할 경우에는 이동상에 있어 많은 제약이 따른다.

3.2 해체매각

해체매각은 전동차 폐차처리 부서를 신설하여 폐차량을 해체하고 재사용부품선별, 재활용자원에 대한 매각, 폐기물 등을 직접처리 하는 방법이다. 해체매각의 장점은 재사용 부품의 선별과 활용에 보다 효율성을 높일 수 있을 것이며, 재활용자원의 처리가 경제적일 수 있다. 또한 각 전동차 정비업무를 각 차량기지에서 전담하므로 폐차량에 대한 상황을 잘 파악하고 있어 재사용부품의 활용성을 높일 수 있다. 그러나 차량해체에 소요되는 인력의 재배치와 중장비의 보유 및 폐차량이 발생되지 않을 때의 여유인력 운영에 대한 문제등이 있을 수 있다. 직접처리에서 폐차 대상 차량의 경수선 및 중수선을 담당하고 있는 차량기지에서는 인력확보, 장비구비, 예산확보 등을 고려해야 하는 문제점등이 있다.

3.3 처리방안별 비교

각 방법은 처리방법에 따라 장단점이 있을 수 있다. 원형매각의 경우 폐차량의 재활용에 따른 사회경제적 가치가 높을 수 있고, 매수자가 재활용품과 폐기물을 선별하게 되므로 재활용품 선별이 보다 효율적일 수 있다. 그러나 매수자가 차량해체 능력이 부족할 경우 처리기간의 지연 및 폐기물처리에 대한 문제가 야기될 수 있다.

표 1. 폐차 처리방안 비교

구분	원형매각	해체매각
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 자원 재활용이 경제적 · 재활용품과 폐기물 분리에 효율성이 높다. · 신속한 처리가 가능하다 	<ul style="list-style-type: none"> · 장기적으로 유리 · 부품선별이 용이하다. · 재사용품의 활용성이 높다. · 폐기물 처리가 용이하다
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 처리업체 능력의 불확실성 · 응찰자 없을 경우 처리기간 지연 · 폐기물처리문제 발생 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 해체 소요예산 확보 · 조직재편성 및 장비구비 · 장비 및 유휴인력 발생

해체매각의 경우 지속적으로 폐차량이 발생되므로 장기적으로 볼 때 고려되어야 할 것이다, 각 운영처에서 직접 폐차처리하게 되면 재활용품만 매각 처분하고 폐기물은 폐기물처리업체에 위탁 처리 하게 되므로 폐기물처리에 대한 문제점을 방지할 수 있다

3.4 입찰공고에 의한 매각처리

전동차 폐차량을 처리할 경우 재활용 가능한 품목과 재활용이 불가능한 폐기물로 크게 나눌 수 있다. 재활용 가능한 품목은 재활용 업체에 매각할 수 있고 폐기물은 폐기물관리법에 따라 처리하여야 한다. 불용품 매각은 각 운영처 관련규정에 따라 처리하고 있다.

불용품매각입찰공고에 의한 처리방법으로는 재활용 가능한 품목과 처리에 비용이 소요되는 폐기물로 구분하고 재활용 물품의 입찰금액에 폐기물처리 비용을 포함해서 입찰금액과 폐기물처리 비용을 확정하여 매각하는 방법과 재활용품과 폐기물을 별도로 매각하는 방법, 재활용품 낙찰자가 폐기물처리까지 한 다음 폐기물 처리비용에 대해서는 사후 정산방법이 있을 수 있다.

4. 재활용 방안

차량의 해체 없이 재사용 부품만 분리한 후 용도 변경하여 다른 용도로 재활용하는 방안으로 처리하고자 할 경우 매각공고에 대한 홍보가 충분하여야 한다.

전동차의 내구연한이 완료되는 차량을 타 용도로 활용하고자 할 때에는 적법한 관련 규정예 따라 용도변경이 가능하다. 타 용도로서의 재활용은 원형매각으로 전동차 구조물의 특성을 상업용으로 활용할 수 있다. 그러나 타 용도로의 활용을 위하여 차량의 해체 없이 운반하고자 할 경우 운반은 많은 제약이 있다는 단점이 있다. 반면에 용도 변경이 가능할 경우 재활용 가치가 충분하며, 용도를 변경하여 사용되고 있는 상황을 보면 수요량 및 경제성은 있다고 볼 수 있다. 폐 전동차의 재활용율을 달성하기 위해서는 부품 및 물질에 대한 회수가 이루어져야 하며, 어떤 부품의 물질이 얼마의 환경영향을 갖는지에 대한 분석이 필요하다.

유럽에서는 각기 다양한 폐기물관련 법률을 통하여 관할 행정기관이 폐기물의 감량화, 재활용 또는 적정처리 등에 관한 지도를 행하고 있는데 주요 국가별 처리에 관한 법률은 다음과 같다.

우리나라의 경우 재활용에서의 문제점은 정부와 국민들의 환경부문에 대한 인식부족과 성장 중심의 정책추진으로 인하여 환경기본시설보다는 생산시설 및 관련시설에 대한 투자가 우선되었기 때문이다. 그리고 환경기본시설은 초기 투자규모가 큰 반면 투자재원의 회수기간이 길어 단기적인 운영을 통한 수익확보가 어렵기 때문에 투자재원의 동원이 상당히 어려우며, 정부의 환경기본시설에 대한 투자계획이 이러한 수요를 만족시키기에는 크게 미흡한 실정이다. 또한 우리나라의 재활용 산업은 중앙정부의 재정에 지나치게 의존적이다. 따라서 사회간접자본시설 중 환경기본시설의 특성에 대한 바른 이해가 필요하며, 시설의 물리적·경제적 기반을 지원하여 효율적으로 민간자본을 유치할 수 있도록 하여야 한다.

우리나라의 재활용산업의 문제점은 첫째로 부지확보의 어려움을 들 수 있다. 재활용산업에서 기본적으로 갖추어야 할 시설이며 부지의 소요량 넓게 요구된다. 둘째 인력난이다. 3D업종으로 현재 운영되고 있는 대부분의 재활용품 수집대상은 대단히 영세한 규모를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 셋째 장비의 현대화이다. 갈수록 장비가 고도화 되어가는 재활용산업에 있어서 최신의 첨단 장비를 갖추거나 기술개발을 할 수 있는 여건마련이 필요하다. 넷째 기술난이다. 재활용산업은 기술사업이 아닌 고도의 기술이 요구되는 첨단산업으로의 발전할 것이다. 그런데 현재의 재활용산업의 기술수준은 타 산업에 비하여 열악하다고 볼 수 있다. 끝으로 가장 중요한 문제점은 재활용품 판매시장의 협소와 불확실성이다. 이러한 형편 때문에 시장이 불안정하게 되고 소비의 확대가 어려운 실정이다.

전세계적으로 폐기물자원 시장을 유도하는 미국도 점차 폐기물의 단순수출에서 자국수요를 충족시키기 위해 시설확충과 폐기물이용 제품의 구매 등으로 방향을 전환하고 있다. 더구나 폐기물의 국내생산 비율을 증가시키는 방향의 정책을 국내환경보존이라는 측면에서도 절대적으로 요구되고 있다. 따라서 국내의 산업보호와 재활용산업 활성화를 위해 수입보다 국내 생산을 위해 폐기물 처리에 대한 재활용 정책과 관련 법규의 재검토가 요구된다.

표 3. 국가별 폐기물관련법과 주관행정기관

국별	주요폐기물관련법	주관행정기관
영국	오염규제법(1974) 환경보호법(1990)	환경성
독일	폐기물관리법(1986개정) 포장폐기물에 관한 법령(1991)	환경, 자연보호 핵안정성
프랑스	폐기물처분통질회수법(1975) 폐기물감량화행동계획(1989)	환경성
이탈리아	폐기물관리법(1982)	환경성
네델란드	종합환경법(1979) 화학폐기물법(1976) 폐기물법(1977) 유해폐기물법(1985) * 폐기물감량화프로그램(1988)	주택, 자연계획 환경성
스페인	도시고형폐기물법(1975) 유해·위험폐기물법(1986)	공공사업운수성
덴마크	폐유·화학폐기물법(1972) 환경보호법(1974) 재자원화법(1984)	환경성
스웨덴	청소법(1972, 79, 85개정) 유해폐기물시행령(1975, 85개정)	환경에너지성
EU	폐기물지령(1975) 유해·위험폐기물지령(1978) 유해폐기물일경수출지령(1984)	

5. 부품재사용 방안

도시철도차량관리에 관한 규칙 제9조에 의하면 도시철도차량의 사용내구연한은 운행을 시작한 날로부터 25년으로 규정하고 있으나 단위 부품별 내구연한은 규정하지 않고 있다. 따라서 폐차량의 부품 가운데 재사용 부품에 대한 선별은 주요 기기를 중심으로 철거하고 창고에 유입하여 선별작업을 통해 현품 확인을 원칙으로 한다. 또한 전동차 제작시 장착된 부품은 전량 폐기를 원칙으로 하고, 재사용 할 부품은 분리하여 안전성 시험 후 양호한 부품에 대하여 재사용 한다. 호환성 또는 사용빈도가 낮은 부품을 파다 보관할 경우 보관 장소의 문제는 물론 사강품이 되어 다시 폐기처리 하여야 하는 이중 부담이 될 수 있지만, 재활용하는 것은 두가지 효과를 지니는데 첫째 환경오염을 막는데 기여한다는 환경보호적 효과이며, 둘째는 재활용 제품이 원자재의 수입이나 신제품 생산으로 인한 경제적 손실을 막을 뿐만 아니라 가격이 저렴하기 때문에 또한 경제적 효과를 얻을 수 있다는 측면이 있다.

6. 뺏음달

전동차 폐차는 자원재활용과 사회경제적인 측면등을 고려하여 효율적이고 합리적인 방법으로 처리되어 향후 계속적으로 발생되는 전동차 폐차처리가 되어야 한다. 본 연구조사에서 전동차 폐차 실태를 분석하여 사용내구연한이 경과한 차량에 대한 효율적인 처리방안을 살펴보았다.

첫째, 전동차 폐차 처리방안은 재사용 부품을 분리하고 해체 처리로 원형매각 한다.

둘째, 전동차의 특성상 이동이 제한적이므로 차량기지내에서 해체하고, 재사용 부품은 주요 기기를 중심으로 보관 후 안전성 검사를 통해 재사용 여부를 결정한다.

셋째, 해체 차량에서 발생하는 폐기물 및 제반 쓰레기는 산업폐기물처리허가업체에서 처리되어야 하며, 재활용 폐기물은 재활용 가능하도록 분리 처리되어야 한다.

전동차 제작시 장착한 부품은 전량 폐기를 원칙으로 하되, 현재 부품 생산중단에 따른 수급이 곤란한 부품 등의 운용을 고려하여 재사용 될 수도 있으며, 최근 교체한 부품 등 재사용 부품에 대하여는 분리는 안전성 시험 후 재사용하는 것이 바람직하다. 그러나 호환성 또는 사용빈도가 낮은 부품을 파다하게 선별할 경우 사장품이 될 수 있으므로 주요기기를 중심으로 선별 분리하여야 할 것이다. 폐 전동차를 용도 변경하여 재활용하는 것은 자원재활용적인 측면에서 바람직하다고 판단되지만 운영처 별로 폐차 및 재활용에 대한 DB구축이 선행되어야 한다. 또한 폐차시 처리과정에서 환경영향을 고려하고 있지 않아 이에 대한 폐차과정에서의 해체 처리시스템의 구축을 통한 환경개선점과 고려되지 못한 환경영향의 규명이 필요하다. 또한 폐기의 재활용산업의 활성화를 위해서는 국민의 의식전환과 국가정책을 통한 관련법규의 제검토가 필요하다.

참고문헌

1. 홍준희 외(2004), 국내자동차 재활용현황과 문제점 및 개선방안. 지속가능산업발전, Vol. 7. No2
2. 이성철 외(2000), 자동차부품 재활용 동향과 사례, 자동차공학회지
3. 박대범(1996), 폐기물 재활용 시스템의 경제적 효과분석, 충남대 석사학위논문
4. 홍석진 외(2003), 폐자동차 처리시스템에 대한 전과정평가, 2003년 정기총회 및 학술연구논문 발표회