



자동차 재활용기술의 현황과 전망

이현용 | 한국기계연구원

1. 서론

최근 자동차산업은 국민의 생활수준의 향상과 더불어 국가기간산업으로서 성장을 계속하여 2004년에는 3,469천대(해의 현지생산 제외)를 생산하여 세계 6위의 생산국으로 발돋움했으며 전체 생산량의 68.6%인 2,380천대를 수출하여 명실상부한 국가수출주력산업의 일원으로 큰 역할을 담당하고 있다.

또한 국내 자동차보유대수는 1997년 천만대를 돌파하였고 2005년 8월말 현재 15,234,916대를 넘어 섰다. 이러한 보유대수의 대폭적인 증가와 더불어 폐기되는 자동차의 수도 날로 급증하고 있다. 2004년 기준 폐차대수는 509,308대로 향후 급증할 추세를 보이고 있다. 따라서 폐차시 발생될 수 있는 환경오염과 유해물질로부터 폐차처리전과정에서 친환경적인 처리방법이 요구되고 있다.

국내 폐자동차의 처리규정은 자동차관리법, 폐기물관리법, 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률로 관리되고 있다. 근본적으로 폐자동차의 처리절차와 처리방법은 규정되어 있으나 폐자동차의 사후관리차원(등록말소)에서 시행하고 있을 뿐이고 폐차시 친환경적인 처리나 폐부품의 리사이클을 용이하게 하기 위한 부품수거방법에 대해서는 전혀 관리되고 있지 않아서 유용한 자원의 낭비 뿐만 아니라 심각한 환경오염문제를 야기 시키고 있다.

최근 EU에서는 2000년 9월 28일 폐자동차의 처리에 관한 규정(폐차처리지침 : Directive 2000/53/EC)을 제정하고 환경법에서 규정한 폐기물의 최소화 및 폐기물 유발업체의 처리비용 부담을 원칙으로 하고 있으며 유해중금속물질인 납, 수은, 6가크롬, 카드뮴 등에 대해 총량규제를 2006년까지 현실화하고 또한 폐기자동차의 의무회수로 보관 및 환경친화적인 처리를 의무화하고 있으며, 2006년 1월 1일까지 80% Recycle과 85%의 Recovery, 2015년 1월 1일까지 85% Recycle과 95%의 Recovery의 재활용을 목표치를 설정하여 목표치에 미달 할 경우 자동차의 수출입을 규제할 예정이어서 폐자동차의 리사이클 기술개발이 무엇보다도 중요한 시점이다.

2. 국내의 자동차 리사이클 기술 현황

지난해(2004년) 우리나라의 폐차처리 대수는 509,308대로 336개의 폐차처리업체에서 처리하고 있다. 자동차의 재활용율은 75% 수준으로 선진국에 비해 낮다. 또한 폐차처리시 발생하는 슈레더 더스트는 현재 대부분 매립

하고 있는 실정이다. 그러나 매립지의 부족으로 매립비용은 점차 증가하고 있으며, 향후 몇 년 안에 매립지 부족, 환경위해 등의 문제가 심각하게 대두될 전망이다. 여기에서는 자동차 리사이클에 관한 국내 법규, 업체현황, 기술 동향 등에 대해 기술하고자 한다.

2.1 국내의 폐차처리제도

우리나라는 1982년 12월 도로운송차량법에 폐차제도를 도입하여 폐차업을 허가제로 규정한 것이 최초이다. 현재는 자동차 리사이클을 향상이 중요한 사항이지만 당시에는 주로 자동차 리사이클링을 규제하기 위해서 제정된 측면이 많다. 폐차의 처리·리사이클에 관한 구체적인 법률은 [자동차관리법]이다.

이 법 제2조 제6항에는 [폐차란 자동차를 해체하고, 건설교통부령이 정하는 자동차 장치의 기능을 유지할 수 없도록 압축·파쇄 혹은 절단하는 것. 또는 자동차를 해체하지 않고 직접 압축·파쇄하는 것]으로 폐차에 관한 법적 규정이 되어 있다. 그리고 동 법에서는 폐차의 관리를 [불량품 등의 사용에 의한 차량 안전성의 저하를 막고, 환경 오염을 방지하기 위하여] 제도로서 정하고 있다. 즉, 동 법에 의해서 소유자의 폐차가 의무화되고 직접 또는 관련 업체를 통해서 등록된 폐차장에서 폐차하여 그 증명서를 첨부함으로써, 처음으로 말소등록이 가능한 시스템을 채

표 1. 폐차제도의 발전과정

①	폐차제도가 입법화되기 전까지는 고물영업법에 의거 중고부품상으로 존재
② 1982. 12	도로운송차량법에 폐차제도를 도입 - 폐차사업을 허가업으로 규정
③ 1984. 12	부품재활용 일부 허용 (문짝, 본넷, 캡, 휠다, 후차축, 하우징, 범퍼, 디스크휠, 타이어)
④ 1985. 10	자동차 차적지 폐차제도 도입
⑤ 1986. 05	폐차사업 시설기준 강화 (압축기 규격 확대 · 소각로 설치 · 율타리 설치, 진입로 포장, 사무실, 부품창고 영구 건물화)
⑥ 1987. 07	도로운송차량법이 자동차관리법으로 전문 개정 - 재사용 부품 확대 : 디젤원동기 · 변속기 · 전후차축 - 폐차가격을 신고가격제로 전환 - 시설기준 일부 완화 (진입로 포장 삭제, 부품저장고를 단순창고로)
⑦ 1990. 03	자동차 차적지 폐차제도 폐지
⑧ 1992. 09	재사용 가능부품 확대 (시동전동기, 발전기)
⑨ 1996. 12	재사용 가능부품 확대 - 사후 품질보증기간이 경과하지 않은 원동기 - 동력전달장치, 완충장치, 승차장치, 연결장치, 연료탱크 - 전기, 전자장치 * (폐차대상장치 : 조종장치, 제동장치, 조향장치, 차대 및 차체) * 수출의 경우는 수출면장 첨부시 전부품에 대해 허용
⑩ 1999. 02	재사용 가능부품 확대를 위한 시행규칙 개정 공포 - 휘발유원동기 (사후관리기간이 경과하지 않은 것, 재생성비 받은 것은 제외) - 조종장치 및 제동장치를 제외하고는 모두 재활용 가능
⑪ 2003. 01	자동차 관리법 시행 규칙 개정

용하고 있다.

초기에는 폐자동차 부품을 모두 사용하지 못하도록 법으로 규제하였으나 점차 완화되어 현재에는 조종장치 및 계동장치를 제외하고는 모두 재활용 가능하도록 개정되었다. 다음은 국내 폐차제도의 발전과정을 연도별로 정리한 것이다.

자동차의 처리·리사이클에 관해서는 기본적으로 건설교통부의 영역이지만, 산자부 및 환경부도 자원의 효율적 이용과 폐기물의 발생감량 및 재활용을 통한, 환경보전을 위해서, 1992년에 제정된 [자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률] 및 1994년의 [동 시행령 및 시행규칙]을 통해서 이 분야에 약간의 관여를 시작하고 있다. 그러나 기본적으로 폐차장 관리는 건설교통부, 더스트 등 폐기물 매립지 관리는 환경부, 자동차산업 전반은 산자부가 관여하고 있어 자동차 리사이클 문제에 관하여 [행정의 사각지대]임을 느끼게 하는 점을 지적하지 않을 수 없다. 한편 환경부는 타이어 및 윤활유를 대상으로 1992년부터 예치금제도를 시행하고 있다.

표 2. 자원재활용법의 시행지침 주요내용

항 목	주 요 내 용
구조개선	- 재활용이 가능한 부품에 대하여 조립이 용이한 구조로 개선할 것 - 처리하는 경우에 해체가 용이한 구조로 개선할 것 - 비금속부품의 경우 재질별 분리, 회수가 가능한 구조로 개선할 것
재질개선	- 합성수지부품의 재질종류를 단순화할 것 - 합성수지부품의 재질명 또는 재질을 표시할 것 - 처리시 환경위해가 큰 부품은 대체물질을 사용할 것
안 정 성	- 구조 재질의 개선시 안전성, 내구성 등에 대한 기능을 고려할 것
재활용평가	- 설계시 구조 및 재질개선 사항에 대해 평가할 것 - 평가사항의 내용을 기록, 관리하며 매년 1월말까지 평가내용을 자동차공업협회장에게 제출할 것 - 한국자동차공업협회장은 제출된 평가내용의 적정여부를 심의한 후 결과를 환경부, 산업자원부에 제출할 것

표 3에 자동차 등록대수, 폐차대수, 방치차량, 자동차해체업자수의 변천을 표시하였다. 우리나라는 폐차대수, 방치대수에 관해서, 그 숫자를 파악할 수 있는 것이 특징이다. 폐차처리를 자동차관리의 일환으로서 취급한 자세가 정부의 방치차량 대책에도 나타나고 있으며, 이 표로부터 자동차의 보급과 더불어 우리나라에서도 방치차량문제가, 심각한 상황임을 알 수 있다. 1991년방치차량은 폐차대수의 9%인 19,814대 였으나 1999년에는 15%인 7만 대까지 증가하고 있다. 방치차량은 대부분 폐차처리비용 때문이 아니라 정상적으로 법적으로 하자가 있는 차량이 증가하기 때문이다. 우리나라는 일본, 독일, 네덜란드등과는 달리, 폐차는 아직도 충분히 경제성이 있는 [상품]이기 때문에 폐차회수에 대한 문제점은 없다. 그러나 향후 폐차처리비용이 증가하게 되면 폐차회수가 큰 이슈로 될것으로 예상된다.

2.2 폐차처리의 기술 현황

해체업자에 의한 폐차처리의 공정(그림 1 참조)은, 먼저 휘발유 및 오일 등이 회수된 다음 부품이 회수된다. 중

고부품으로서 재활용 하고자 하는 부품의 해체는 1차 해체로 불리고 있다. 기타 제거되는 배터리 등은 회수업자에게 보내서 리사이클된다.

현재 국내 폐자동차 처리과정은 수거된 폐차에서 액상윤활유물질, 부동액, 연료 등을 제거한후 1차해체(재사용 가능부품), 2차해체(배터리, 시트, 플라스틱부품 등), 3차해체(원동기, 조향장치, 제동장치, 타이어, 유리 등)를 거쳐 압축·파쇄시키고 금속 및 비금속회수후 ASR은 매립되거나 소각에 의해 처리되는 과정을 갖고 있다.

표 3. 연도별 자동차 등록대수, 폐차대수 현황

년도	등록대수	폐차대수	노상방치차량	해체업체수	업체당 해체대수
1991	4,247,816	217,983	19,814	62	3,516
1992	5,308,942	252,769	27,553	70	3,611
1993	6,274,008	308,252	34,534	86	3,584
1994	7,404,347	352,582	31,728	104	3,390
1995	8,468,901	406,055	32,740	141	2,880
1996	9,553,092	489,178	40,293	160	3,057
1997	10,413,427	585,641	50,755	185	3,166
1998	10,469,599	562,168	59,538	227	2,477
1999	11,164,319	456,191	69,000	259	1,761
2000	12,059,861	455,592		277	1,644
2001	12,914,115	461,621		291	1,586
2002	13,949,440	462,996		300	1,539
2003	14,587,795	549,463		310	1,772
2004	14,934,092	509,308		323	1,577

자료 : 한국자동차공업협회, 한국자동차폐차업협회

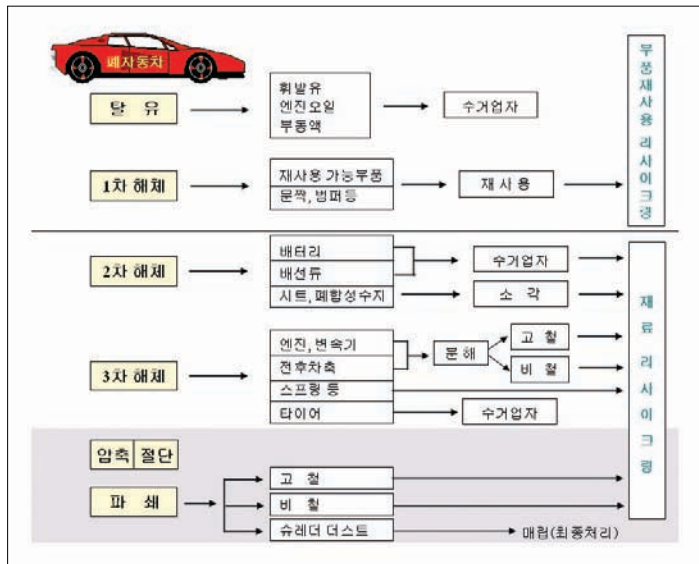


그림 1. 폐자동차의 해체 절차

2.2.1 액상류 회수 처리기술

해체업체에서의 폐차처리 프로세스중 해체업체들의 설비 및 해체수준의 차이는 전처리 공정(Pretreatment Process or Drain Process)과 해체 공정이다. 전처리 공정에서는 연료, 엔진 오일, 변속기 오일, 파워스티어링 오일, 브레이크 액, 냉매, 냉각수 및 워셔 액 등을 제거 한다. 이 공정은 모든 것들을 One Station에서 처리 하는 방법 과 2~3 Station에서 처리하는 방법으로 나눌 수 있다. One Station방법은 이들 처리를 한꺼번에 할 수 있도록 고가의 설비를 집합적으로 설치하는 방법과 원시적으로 폐차를 리프트 등에 올려 놓고 순차적으로 하나씩 제거하는 방법이 있다.

Drain의 방법은 크게 자유낙하 방법, 가압 및 진공을 부하 하는 방법들이 있다. 이는 해체업체의 작업량과 관계가 있고 설비투자와도 관계가 있다. 국내 폐차업체는 규모가 영세(작년도 평균 업체당 1,577대 처리)하기 때문에 고가의 액상류 회수처리 시스템은 구축되어 있지 않으며 대부분 폐차를 리프트등에 올려 놓고 자유낙하 방식에 의해 액상류를 회수하고 있는 실정이다. 그러나 최근에는 국책사업(친환경적인 자동차처리 시스템 구축 및 시범사업)으로 H사에 구축된 Modle Plant에서는 액상류(엔진오일, 변속기오일, 파워스티어링오일, 브레이크오일, 연료, 냉각수, 트랜스퍼오일, 디퍼렌셜 오일 등)를 One Station에서 일괄 처리하고 있다. 그러나 액상류 회수장비의 핵심 유니트중 일부는 외국기술에 의존하고 있는 실정이다.

2.2.2 해체처리 시스템

해체작업은 크게 2가지 타입으로 나타난다. 해체 작업을 연속적으로 하는 연속해체라인 시스템과 필요에 따라 몇몇의 지점에서 작업을 하는 아일랜드(Island) 시스템으로 나눌 수 있다. 연속해체라인은 대량 해체에 유리하며, 아일랜드 타입은 소량 해체에 유리하다. 그러나 폐자동차의 해체를 체계적으로 하기 위해서는 연속해체라인이 필요하다. 연속해체라인 시스템도 작업의 효율성을 높이기 위해 해체 업체들 마다 해체작업 순서나 설비가 조금씩 다른 형태로 개발 되어 왔다.

그러나 국내 해체업체는 대부분 자동차관리법시행규칙 제139조 (폐차업 등록기준)에 의거한 시설(표 4 참조)만을 갖추고 있는 실정이다. 일부 업체에서 액상류 회수장치, 회전 폐차보관랙, 엔진 보관랙, 엔진세정장치, 간이 대차등을 이용하고 있으나 라인방식의 해체는 하지 못하고 있다. 최근 청정생산기술사업으로 수행한 “친환경적인 자동차처리 시스템구축 및 시범사업” 결과 참여기업인 H사에 6개 공정으로 구성된 폐자동차 해체시스템을 구축하여 운영중에 있다. 구축된 시스템은 대차를 이용하여 공정간의 이동을 하고 있으며, 해체공정은 에어백제거, 액상류회수, 외장품해체, 내장품해체, 하체부 해체, 압축의 공정으로 구성되어 있다.

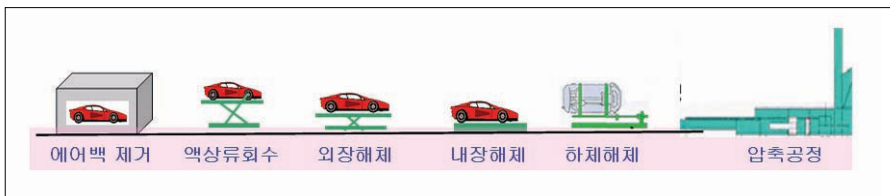


그림 2. H사에 설치된 해체시스템의 개념도

표 4. 자동차 폐차업 시설기준

구 분		확보기준
대지(작업장·야적장·사무실 등의 총면적을 말한다)		3천㎡ 이상
장	구난차 (견인능력 3톤 이상)	1대 이상
	지게차 (인양능력 3.5톤 이상)	1대 이상
	중량기 (계량능력 20톤 이상)	1식 이상
비	압축기 (투입용적 10㎡ 이상)	압축기·파쇄기, 전단기, 용해로 중 선택하여 1식 이상
	파쇄기 (가압능력 500HP이상, 생산능력 매 시간당 5톤 이상)	
	전단기 (전단능력 800톤 이상, 처리능력 매 시간당 15톤 이상)	
	용해로 (용해능력 1회 5톤 이상)	

2.2.3 ASR 처리 기술

해체업체에서 해체(액상류 회수, 재활용부품회수)후 차체 전체잔류부분이 결국 최종적으로 대부분 슈레더업체로 운반된다. 슈레더 업체에서는 차체를 슈레딩한후 비철금속을 선별하여 재활용하고 있다. 한국폐차업협회의 자료에 의하면 슈레딩 업체는 2000년 12월 현재 6개 업체가 있으나 이중 3개업체가 휴업중이고 가동하고 있는 업체는 3업체이다. 이는 국내 폐차 발생이 소량이기 때문에 슈레딩 업체의 가동율이 높지 않은데 기인한다. 그러나 최근에는 경기도 평택에 1개업체가 추가로 설치되어 운영되고 있다.

표 5. 우리나라의 슈레더 입지 및 규모 (2000년 12월 현재)

회사명	소재지	마 력	설립	슈레더 처리능력	비 고
한진슈레더	경남 진주	500	1994	1,800T/월	1999년 휴업
기전산업	인천시	3,000	1996	5,000T/월	자동차해체업
대지환경	전남 곡성	200/500	1994	1,800T/월	폐가전겸업
(주)경한	경북 포항	600/4,000	1990	20,000T/월	스크랩업자
인천선강	인천시	2,000	1994	2,500T/월	2000년 휴업
자원재생공사	서울 마포	200/400	1997		1999년 휴업

슈레딩 업체에서는 차체를 슈레딩을 하여 비철금속을 회수하여 재활용하고 있으며 나머지는 파쇄 잔재물(ASR : automobile shredder residue)로서 이는 대부분 매립처리를 하고 있다. 폐차에서는 보통 20~25%의 ASR이 발생되고 있기 때문에 2015년 까지 폐자동차의 재활용율을 95%를 달성하기 위해서는 ASR에 대한 저감기술 개발이 필요하다.

표 6. 슈레더·더스트의 성분

低位發熱量	銅	鉛	亞鉛
4,500 (kcal/kg)	3.0 (Wt/%)	0.3 (Wt/%)	0.5 (Wt/%)

폐자동차의 경우는 완전한 분해분류가 이루어질 경우 100% 재이용이 가능한 원료물질로 전환될 수 있다. ASR

을 저감시키기 위해서는 해체기술, 페프라스틱 재활용 기술, 유가금속 회수기술, 에너지 재활용 기술등의 개발이 필요하다. 이러한 요구에 부응하여 2005년 7월부터 산업자원부의 청정사업의 일환으로 “가연성 혼합ASR(폐차 잔재)의 청정 재자원화 시스템 및 대체연료화 기술 개발” 과제가 현재 수행중에 있다.

3. 외국의 자동차 리사이클 기술 현황

3.1 EU

EU에서는 오염자의 부담원칙에 따라 생산자 책임원칙의 이행을 위해 폐차의 수거, 회수 및 처리 문제는 국가의 책임일 수 없으며, 생산자가 책임을 져야한다는 대명제하에 폐차의 환경친화적 처리에 관한 지침서 초안을 1997년 7월 발표 하였고, 2002년 4월 21부터 시행하고 있다.

주요내용은 2002년 7월 이후 생산하는 새차와 2007년부터는 운행하던 모든 차에 대해 제조회사는 폐차를 무상회수해 재활용해야 한다. 재활용률은 2006년까지 90%, 2015년까지는 95%까지 높여야 한다. 또한 지난해 7월부터는 납, 카드뮴, 6가크롬, 수은 등 중금속은 자동차에 일절 쓰지 못하도록 하고 있다.

표 7. EU 폐차 리사이클 법규 내용 요약

항 목	주 요 내 용
발효 시점	- 2000. 10. 21. (중금속규제 개정 : 2002. 6. 29. 확정 발표)
적용 대상	- M1 (9인승 이하 승용), N1 (차량 총중량 3.5톤 이하 트럭) 차량 (예비부품 / 교체부품 포함)
폐차 회수	- 2002년 7월 1일 이후 판매 차량 : 무상 회수 - 2002년 7월 1일 이전 판매 차량 : 2007. 1. 1부터 무상회수
리사이클 목표치	- 2006. 1. 1까지 : 80% Recycling & 85% Recovery - 2015. 1. 1까지 : 85% Recycling & 95% Recovery
관련정보 제공	- 공통의 재료코드 기준에 의한 표시 이행 - 신차종 출시 6개월 이내에 해체 정보 제공 - 부품의 재질 표기 (관련 법규 2003. 2. 28. 확정)
폐기물 및 유해물질	- 규제대상 : 납 / 카드뮴 / 6가 크롬 / 수은 - 법규 규정량 이상 함유 금지 : 2003년 7월 1일 이후 모든 판매차량

3.2 독일

독일정부에서는 폐기물의 생성을 막고 경제적으로 재활용 될 수 있는 제품을 생산하여야할 의무가 있는 순환경제 및 폐기물처리법(KrW-AbfG)을 1994년 9월 27일 제정하였으며, 1996년 2월 21일 독일자동차공업협회와 14개의 관련협회는 이에 따르는 폐차의 환경친화적인 처리와 재활용에 대한 자발적의무공약(FSV)를 맺었다. 독일 정부는 폐차처리를 위한 시행령인 폐차처리규정과 도로교통법규를 1997년 7월 10일 공포하였으며, 유예기간을 거쳐 1998년 4월부터 시행하고 있다.

유럽의 Ford자동차회사는 1991년에 독일 Niehl에 자동차 분해 시험설비를 설치하였으며 여기에서 획득하는 모든 전문지식은 장기적으로 Ford와 계약된 중소기업체에 조직과 업무형태의 모델케이스로 제공할 예정이다. 사용

표 8. 독일의 폐차관련 법규의 요약

구분	항목	주요내용
자발적 의무 공약	매립율	- 2002년까지 15% 이하 - 2015년까지 5% 이하
	설계	- 자동차 및 부품의 재활용을 고려한 최적조건의 설계
	처리	- 액상폐기물의 제거와 재활용을 위한 환경친화적 폐차처리공정 개발
	회수	- 재활용과 회수를 위한 하부 구축 - 12년이상 폐차의 무상회수
폐차 처리 규정	소유자 의무	- 공인처리장에 폐차 반납
	폐차수집자 의 무	- 자동차의 회수와 재생처리장으로서의 이송
	재활용업체 의 무	- 친환경적 폐차처리 및 시설 보유 (허가제) - 재사용 중고부품의 분리 및 판매, 재활용 증명서 발급 - 자격을 소유한 전문가 검사 (18개월)
	파쇄업체 의무	- 친환경적 폐차처리 및 시설 보유 (허가제)

된 합성수지류의 식별 및 리사이클링 가능성을 조사하고 리사이클링 가능부품에 대한 경제적인 분해기술과 잔류 연료를 뽑는 방법을 연구하였으며 타입별 분해 범위, 필요한 해체정도와 소요 분해시간을 조사하였다. 이를 토대로 리사이클링을 위한 제품형상 설계지침을 마련하였다. Ford사의 자동차 분해 시험설비는 4개의 분해 스테이션으로 구성되어 있다. 분해된 부품들을 재질별로 36가지로 분류하여 처리한 결과 폐자동차 1대당 60 ~ 100kg의 쓰레기를 감소시키는 효과를 얻었다. 이 과정에서 획득한 지식은 설계에 반영되었으며 예로서 Mondeo의 경우 재료의 85%가 리사이클링이 가능하며, 핸들, 콕피트, 난방시스템 분해를 5분 이내 가능하게 하였다.

독일 벤츠자동차회사는 “Total Recycling”이라는 슬로건 아래 리사이클링에 대한 연구를 진행하고 있다. 현재 임시 방안으로 오스트리아의 Voest Alpine사와 공동으로 금속 리사이클링에 관한 연구를 수행하고 있다. 이 회사에서는 먼저 각종 유체를 뽑아내고 대형 부품을 부분적으로 분해한다. 나머지는 일정한 크기로 절단한 후 전부 고온로에서 용해시킨다. 합성수지류는 열원으로 같이 소각시키며 환경오염 방지를 위해 노에 특수한 필터를 부착하였다. 벤츠 S-Class의 전장배선은 총 길이가 약 3km이고 함유구리가 약 50kg이다. 이 구리는 분해가능 설계로 100% 분리 가능하다. 또한 벤츠 C-Class에는 모든 합성수지류를 리사이클 가능한 종류만 사용하였으며 이들로 제작된 부품은 분해가 용이하게 설계되었다. 100g 이상 크기의 합성수지류에는 재질이 표기되었으며 리스크레이트를 이용한 재활용 재질을 이용하여 바퀴 위의 외피, 트렁크, 스페어 타이어 고정장치, 엔진룸 외피 등으로 재활용되고 있다.

오펠사는 RED GmbH(Darmstadt)와 공동으로 1991년 자동차 분해 시험설비를 설치하고 분해에 관한 연구를 시작하였다. 이 회사에서는 1975년 이후 제작된 모든 자동차 모델에 대해서 분해핸드북을 작성하고 축적된 기술은 신형 자동차에 개발에 응용하고 있다. Corsa의 범퍼는 철류의 고정장치를 사용하지 않고 두 부분으로 나누어 제작하여 분해시간을 대폭 단축하였으며 Vectra 범퍼에는 나사를 사용하지 않는 새로운 조립기술을 개발하여 적용하였다. 오펠사의 분해순서는 먼저 각종 유류를 뽑아내고 타이어, 유리 및 합성수지류 부품을 분해하고 나머지

차체를 파쇄하는 방법을 사용하였다.

폴크스바겐(VW)사는 1992년 4월 자동차 분해 시험 프로젝트를 완료하였으며 1991년부터는 Polo의 범퍼를, 1992년부터는 Golf의 범퍼를, 재처리된 플라스틱으로 생산하고 있다. 현재 바퀴 주변 보호판, 타이밍 벨트 덮개, 축진지 덮개(AUDI 80에만 해당) 등의 생산에 재처리된 플라스틱을 이용하고 있으며 라지에이터 그릴과 연료 탱크도 재처리된 플라스틱으로 생산할 계획이다. 현재 모든 폴크스바겐 모델에 대한 리사이클링 가능성을 검토하고 있으며 분해교본을 제작하고 있다. 신형 골프의 개발시 리사이클링 기술을 반영하여 설계하였고 현재 무료 폐차인수 보증제를 실시하고 있다.

3.3 미국

미국은 수십년동안 대량의 폐차처리 경험과 시장원리에 따라 많은 재활용 기반구조가 구축되어 있으며 매립지 사정이 심각하지 않아 비교적 여유있는 입장이다. 1976년 제정된 자원보전과 재활용법(RCRA), 1984년 개정된 유해고형 폐기물법(HSWA)을 적용하고 있으며 미국자동차 제조업체의 재활용연구는 주로 플라스틱 부품에 대해 치중하고 있다. 1994년에는 자동차 3사 GM, FORD, Chrysler를 중심으로 공동해체연구센터(Vehicle Recycling Development Center, VRDC)를 설립하여 자동차 제작사, 대학, 연구기관, 부품 및 재료 관련업체들과 공동으로 VRP(Vehicle Recycling Partnership)Project로 활발한 연구를 진행하고 있다.

3.4 일본

일본은 현재 약 7,500만대의 자동차를 보유하고 있는 세계 제 2위의 자동차 보유국이다. 자동차 보유대수의 증가는 폐차발생을 증가시키는 요인이 되고 있으며 현재 연간 약400 만대의 폐자동차가 리사이클 되고 있다. 폐자동차의 해체를 위한 해체업체는 약 5,000사이며, 슈레딩업체는 약 140사 정도가 있다. 폐자동차는 원래 중고부품이나 금속자원으로서 이용가치가 높은 상품으로 해체에서 슈레딩까지의 과정을 통해 리사이클율은 약80%에 달하고 있으며 나머지는 ASR(Automobile Shredder Residue)로서 매년 55만톤에서 75만톤 발생하고 있으며 주로 매립 처리를 하고 있다. 매립 처분은 그 관리가 일반 폐기물보다 관리가 엄격한 관리형의 매립 처분장에서 처리하고 있지만, 최근 매립장이 부족하여 ASR 처리에 어려움을 겪고 있다.

또한 매립 처분장의 부족에 따른 매립처리비의 양등과 고철 가격의 저하 때문에 폐차처리의 역유상화가 진전되고, 이러한 사항은 폐차의 불법투기의 요인이 되고 있다. 이러한 문제 해결을 위해서는 일본에서는 2005년 1월 1일부터 자동차 리사이클법을 시행하고 있다.

3.4.1 자동차 리사이클링법

일본의 「자동차 리사이클법」이 제정된 배경에는 크게 나누어서 다음과 같은 3개의 이유가 있다. 첫째는 EU의 규제에 대응하기 위한 것이고, 둘째는 데시마의 산업폐기물 불법투기사건을 계기로 ASR 처리문제가 사회적 문제로 제기되었다는 점. 셋째는 정부에 의한 본격적인 환경산업육성정책의 일환으로서 비즈니스로서의 리사이클 산업을 육성시키자고 하는 정책적 측면이다. 지금까지 폐기물처리·리사이클 사업은 공공기관과 일부관계업자의 「성역」이라고 하는 측면도 있었고, 또한 산업으로서 반드시 성숙되어 있다고 말하기 어렵고, 대단히 참여 장벽이 높은 분야이었다. 자동차 리사이클법을 하나의 기폭제로서 순환형 사회형성이라는 이름하에 환경대응형 비지네

스를 육성하고자 하는 것이다.

일본의 자동차 리사이클법은 지금까지 폐자동차의 리사이클을 하여온 관련사업체의 역할을 살리면서, 자동차 메이커·자동차수입업자, 사용자가 각각 하여야할 역할을 규정한 것으로, 트럭·버스등의 대형차를 포함하여 대부분 모든 자동차가 대상이 된다. 자동차 리사이클법의 주요 내용은 다음과 같다.

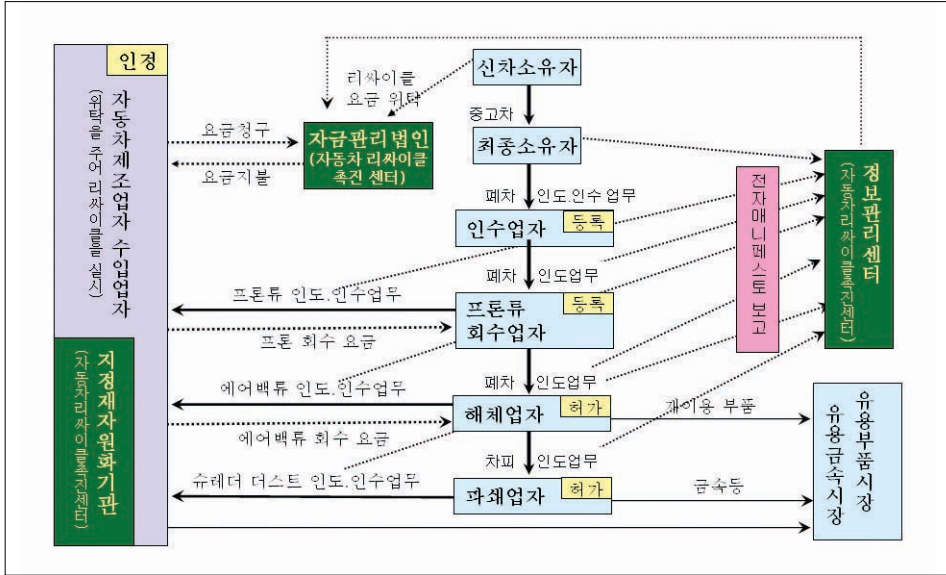


그림 3. 폐차의 재자원화 등에 대한 법률도

- 자동차 메이커·수입업자에 의한 슈레더더스트, 에어백류, 프레온류의 리사이클·파괴
- 관련 사업자의 위치 부여·역할의 명확화
- 리사이클 요금의 선불제 도입

자동차 메이커·수입업자가 슈레더더스트, 에어백류, 프레온류의 처리를 받고, 리사이클·파괴하는데 소요되는 비용은 자동차 소유자가 리사이클 요금을 부담한다. 리사이클 요금의 지불시기는, 자동차가 불법투기되었을 경우에 환경부하가 크고, 그처리에 소요되는 경비등을 고려하여 원칙은 신차구입시 또는 차량 검사때까지로 하고 있다.

리사이클 요금의 상세내역은 자동차 메이커·수입업자의 홈페이지에 게시되어 있다. 또한, 자동차 소유자는, 상기 3품목의 리사이클 요금과 리사이클 요금 관리에 필요한 비용으로 자금관리 요금 380엔(신차구입시) 또는 480엔(차량 검사 때 또는 폐차 때), 폐차의 정보관리에 필요한 정보관리 요금130엔도 부담하여야 한다

3.4.2 자동차 리사이클링의 관련기관

■ 일본자동차 리사이클 촉진센터

21세기의 「순환형사회의 구축」을 향한 과제의 해결 때에는 자동차관련업계가 업계의 통일 보조 아래에서 폐차의 처리를 원활화하고, 또한 자동차 리사이클의 고도화를 촉진하는 것이 요청되고 있어, 자동차관계 업계가 중

심이 되어서 「재단법인자동차 리사이클 촉진 센터」가 설립되었다.

- 자동차 리사이클 및 적정처리의 촉진에 관한 조사·연구/보급·개발/정보의 제공
- 자동차 리사이클 및 적정처리의 촉진에 관한 시스템의 운영·관리
- 폐차 재자원화 등에 관한 법률에 근거한 자금관리 업무, 재자원화 업무, 정보관리 업무

■ 자동차재자원화협력기구

자동차 리사이클법은 자동차 메이커, 수입 업자에게 카에어콘용의 프론가스, 에어백의 가스발생기, ASR의 인수와 재자원화 의무를 부과하고 있다. 프레온, 에어백의 인수와 리사이클을 일원적으로 행하고 업무의 효율화와 관계업자의 편리성향상을 꾀하기 위해서, 국내 메이커 12사(Isuzu자동차, 스스키, 다이하쓰공업, 토요타자동차, 닛산자동차, 닛산디젤공업, 日野자동차, 富士重工業, 本田技研工業, 마츠다, 미쓰비시자동차, 미쓰비시 Fuso 트럭·버스)와 일본자동차수입조합은, 2004년 1월에 자동차재자원화협력기구를 설립하였다.

3.4.3 ASR의 처리

일본 자동차공업회에서는 96년도부터 4년을 걸쳐서 ASR리사이클 기술중 分解 減容固化技術과 乾溜가스化技術에 대해서 실용규모의 장치 개발·실증 연구를 하여왔다. 그것을 전후로하여 ASR리사이클 비즈니스에 관심을 가진 다양한 분야에 의한 처리·리사이클 기술도 개발되어 왔다. 최근에는 해체 작업장에서 일정 수준의 사전선별을 행하는 것에 의해 ELV를 슈레더 처리하지 않고 電爐메이커에 원료로서 공급하는 해체방법이 개발되어 일부 업체에서 사용하고 있다. 이 방법은 슈레더 처리를 행하지 않아도 되기 때문에 ASR을 발생시키지 않는 리사이클 방법으로서 ASR문제를 근본적으로 해결한다는 점에서 주목받고 있다.

4. 결 론

자동차 폐차대수의 증가에 따라 폐차처리시 야기되는 환경오염이 문제점으로 제기되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 폐자동차의 재활용률을 향상시켜야 한다. EU에서는 폐자동차의 재활용률은 2006년까지 90%, 2015년까지는 95%까지 높이도록 정하였으며 이를 만족하지 못하는 자동차 제조사는 EU에서 자동차를 판매할 수 없도록 하고 있다. 일본에서는 이에 대응하기 위해 2005년 1월 1일부터 자동차 리사이클법(폐차의 재자원화 등에 관한 법률)을 제정하여 시행하고 있으며, 우리나라도 환경부가 주관이 되어 “전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률”에 대한 입법을 추진하고 있다.

여기에서는 폐자동차 리사이클에 대한 국내외 기술동향을 소개하였다. 기술의 추세는 재활용률을 높이어 환경을 보전하는 것이다. 우리나라도 환경문제와 EU의 규제에 대비하고 자동차 강국으로 가기 위해서는 폐자동차의 재활용률을 향상시키기 위한 기술개발이 필요하다.

❁ 참고 문헌

- [1] “자동차부품 재사용 촉진방안”, 교통안전공단, 2004. 03.
- [2] 오재현, “자동차 리사이클링 기행”, MJ미디어, 2003. 02.

- [3] 산업자원부, 친환경적인 자동차 처리시스템 구축 및 시범사업 연차보고서, 2003
- [4] 오재현, 자동차리사이클링의 현황과 과제, 자원리사이클링 제10권 제3호, 2001
- [5] 손영배, 일본의 폐자동차 재활용 실태와 최근 동향, 월간폐기물 21, 2000
- [6] 오중기, “폐자동차 파쇄잔류물의 조성에 대한 분석평가연구”, 자원리사이클링학회지, 2001
- [7] 外川 健一, 廢棄物リサイクル問題レポート(韓國の自動車リサイクルシステムを中心に),九州大學校, 2005. 05.
- [8] 外川健一, “自動車とリサイクル”, 日刊自動車新聞社, 2001.05.
- [9] 寺西俊一, 外川健一, “自動車 リサイクル”, 東洋經濟新報社, 2004. 03.
- [10] 特輯 自動車リサイクル, JAMA, 2004년 12월호
- [11] UPP, NPG, JAMA, 자동차리사이클링촉진센터, 자동차재자원화협력기구 홈페이지



이 현 용

· 한국기계연구원 지능기계연구센터 책임연구원
· 관심분야 : 폐기물 재활용, 생산자동화, 물류관리
· E-mail : lhy635@kimm.re.kr