

자동차 재활용의 진보 - 자동차 재활용율 95%의 탐색 -

*오 재 현

연세대학교 명예교수, 한국자원리사이클링학회 명예회장

Improvement of ELV Recycling Technology - Focused on achievement of ELV recycling rate 95% -

*Jae-Hyun Oh

*Professor Emeritus of Yonsei University, Honorary President of The Korean Institute
of Resources Recycling*

요 약

ELV 리사이클링비율 95% 달성을 탐색하기 위하여 리사이클링비율의 정의, 자동차의 구성자료, 최근의 해체공정 개발 및 ASR 재활용의 현황을 조사하였다. 그리고 인천폐차사업소와 H폐차사업소의 해체현황을 실시하였다. 해체기술의 개발에 의하여 해체공정에서 94%의 물질재활용율에 근접하고 있으나 ASR의 리사이클링은 시멘트업계의 사용금지 이후 처리 행방이 모호한 상태이다. 즉 ELV 리사이클링비율 95% 달성에 ASR 리사이클링이 걸림돌로 작용하고 있으므로 ASR 에너지 재활용을 적극 추진해야 한다.

주제어 : ELV, 재활용율, 해체기술, ASR, 에너지리사이클링

Abstract

In order to survey the numerical achievement of ELV recycling rate 95%, the definition of ELV recycling rate, material components of the automobile, improvement of ELV dismantling technology and status of ASR recycling were reviewed. On the other hand, field survey in details for dismantling works were conducted at Incheon Junkyard and H Junkyard. Although material recycling rate has been approaching 94% in dismantling step, status of ASR recycling is very unstable due to a ban of ASR recycling at cement kiln. It is clear that ASR recycling acts as a bottle neck in the ELV recycling. Therefore, it is important energy recycling of ASR should be enlarged to achieve ELV recycling rate 95%.

Key Words : ELV, recycling rate, dismantling technology, ASR, energy recycling

* Received : January 15, 2014 · Revised : February 4, 2014 · Accepted : February 28, 2014

*Corresponding Author : Jae-Hyun Oh (E-mail : kirr1992@naver.com)

Yonsei University Professor Emeritus, Room 1106, The Korea Science and Technology Center, 635-4, Yeogsam-dong, Kangnam-ku, Seoul, 135-703, Korea

Tel : +82-2-3453-3541 / Fax : +82-2-3453-3540

©The Korean Institute of Resources Recycling. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 머리말

2015년부터는 자동차 재활용율 95% 달성이 법으로 정해져 있다. 꼭 1년을 남기고 있다. 그러나 오늘, 현재 이 문제에 대해서 구체적으로 논의된 기록물을 찾기가 쉽지 않다. 첫째, 환경부가 재활용율 95%라는 목표는 설정하였으나 누가 이 95%를 향해서 진두지휘하고, 책임을 져야 하는지 주체가 불분명하다. 그리고 목표를 미달시의 벌칙도 없다. 두 번째, 기술적으로 95% 가능성의 검토가 없다. 이러한 관점에서 본보에서는 해체단계, 파쇄단계, ASR처리단계 등에서의 현황을 파악하여 95% 달성의 걸림돌을 탐색하였으며, 95% 달성의 문제

점을 제시하고자 한다.

2. 폐자동차의 재활용비율 준수여부 확인 등에 관한 업무처리 지침(환경부)과 ELV리사이클링 현황

2.1. 업무처리지침

본 지침은 환경부가 2010년 2월 22일 예규 제407호로 제정하고, 2013년 2월 19일 개정(예규 제478호)하였다. 재활용비율 달성목표는 EU의 것을 본받은 것이고 일본의 경우와도 같다. 그리고 재활용비율 산정식은 합리적으로 설정되어 있으며, 그 내용의 골자는 다음과 같다.

① 재활용비율 달성 목표

기간	'09.1.1 ~ '14.12.31	'15.1.1 이후
재활용비율	◆ 재활용 및 에너지회수의 합이 85% 이상(대당 증량기준) - 에너지회수는 5% 이하만 인정	◆ 재활용 및 에너지회수의 합이 95% 이상(대당 증량기준) - 에너지회수는 10% 이하만 인정

② 대당 재활용비율 산정식

$\text{대당 재활용비율(\%)} = \frac{\text{재활용량(R)}}{\text{폐자동차 증량(c)}} \times 100$
- 재활용량(R) = 해체단계 재활용량 + 파쇄단계 재활용량 + 잔재물 처리단계 재활용량 + 폐가스류 처리단계 재활용량 - 폐자동차 증량(c) : 폐자동차의 해체시 실증량(폐자동차와 관련 없는 기타 폐기물은 제거한 후 측량)

* 폐자동차 재활용체계 : 폐차해체 → 파쇄재활용 · 폐가스처리 → 파쇄잔재물 재활용

③ 해체단계의 재활용량 산정식

<ul style="list-style-type: none"> • 재활용량 = 재사용하거나 재생이용하기 위해 해체한 부분품·부속품량 + 재활용하기 위해 해체한 부분품·부속품량 + 연료, 오일류 등 액상폐기물의 회수증량 ◆ 해체관리표를 기준으로 재활용·재사용(수출용 포함)을 위하여 해체한 부분품·부속품 전량을 재활용량으로 산정
--

④ 파쇄단계 파쇄재활용량 산정식

<ul style="list-style-type: none"> • 재활용량 = 파쇄재활용량¹⁾ × 재활용 대상차량 차피의 반입 비율²⁾ 1) 파쇄재활용량 : 파쇄시설 및 분리·선별시설 등을 이용하여 금속류 등을 회수하여 판매한 양 2) 재활용 대상차량 차피의 반입 비율 = 각 자동차 폐차업자로부터 인수받은 당해 분기(연간)내 재활용 대상 폐자동차의 차피양* / 해당분기(연간)내 폐자동차의 총 반입량** * 재활용 대상 폐자동차의 차피의 양 = 자동차폐차업자로부터 인수한 당해 분기(연간)내 차피 양 × 자동차폐차업자의 당해 분기(연간)내 폐자동차 반입률 ** 폐자동차의 총 반입량 : 수입폐자동차, 재활용 대상 · 비대상 폐자동차의 총 증량 ※ 고철을 파쇄기에 투입하지 아니하고 바로 계근하여 판매하는 경우는 제외하고, 파쇄기에 투입하여 처리하는 경우에는 파쇄 재활용량에서 당해분기(연간)내 고철 반입량을 차감한다.
--

⑤ 파쇄잔재물 재활용단계의 재활용량 산정식

• 재활용량 = 재활용 대상차량의 파쇄잔재물인수량¹⁾ × 파쇄잔재물 재활용률²⁾

1) 재활용 대상차량의 파쇄잔재물인수량 = 각 파쇄재활용업자로부터 인수받은 당해 분기(연간)내 파쇄잔재물 양의 합
 : 파쇄재활용업자별 대상차량 파쇄잔재물인수량 =
 각 파쇄재활용업자로부터 인수받은 당해 분기(연간)내 파쇄잔재물인수량 × 파쇄재활용업자별 당해 분기(연간)내 자동차 폐차업자로부터 인수받은 대상 폐자동차(차피) 반입률*

* 파쇄재활용업자별 당해 분기(연간)내 대상 폐자동차 반입률 = [1 - 당해 분기(연간)내 비대상 폐자동차 반입량/(당해 분기(연간)내 파쇄시설 총 반입량 - 고철 반입량)?

2) 파쇄잔재물 재활용률 = (회수물질 + 회수에너지) / (투입물질 + 투입에너지)

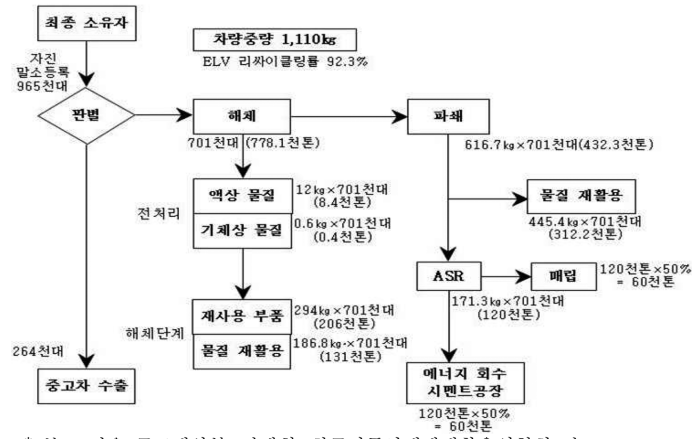
※ 투입시설의 파쇄잔재물 재활용비율의 세부 산정방법은 별표와 같음

⑥ 폐가스류 처리단계 재활용량 산정식

• 재활용량 = 폐가스류 파괴량¹⁾ + 폐가스류 재사용량²⁾

1) 폐가스류 파괴량 = 당해 분기(연간)내 재활용 대상차량의 폐가스(CFC)를 인수* 하여 파괴한 양
 2) 폐가스류 재사용량 = 당해 분기(연간)내 재활용 대상차량의 폐가스류(CFC, HFC)를 인수* 하여 정제 후 판매한 양

* 재활용 대상차량의 폐가스류 인수량= 각 자동차폐차업자로부터 인수한 폐가스류 양 × 인수시점 자동차폐차업자별 당해 분기(연간)내 대상차량 반입률



* 본 그림은 국토해양부, 관세청, 한국자동차해체재활용협회 및 LG환경연구원의 자료와 시멘트업계의 의견을 참고로 필자가 작성하였음.

Fig. 1. The overview of processing flow and recycling rate of ELV in Korea (2009)

2.2. 우리나라 ELV 리사이클링 현황

Fig. 1¹⁾은 2009년도 우리나라 ELV 리사이클링 흐름의 전체상을 도시한 것이다. 본 그림은 국토해양부, 관세청, 한국자동차해체재활용협회 및 LG환경연구원의 자료²⁾와 시멘트업계의 의견을 참고로 필자가 작성하였

다. LG환경연구원은 김포의 모 폐차장에서 소형승용차(중량 1,110 kg)를 직접 분해 계량하여 해체 및 파쇄의 물질 흐름의 재료를 제공해 주었다. 그리고 2009년도 시멘트업계는 우리나라 ASR 발생량의 50%를 소성로의 연료로 사용하고 있었고, 2010년도는 70%, 2011년

폐기물관리법 시행규칙 (개정일 : 2011.9. 7.)

31. 법 제13조의2제1항제5호에 따라 가연성 고품폐기물 또는 유기성 폐기물을 법 제2조제7호 나목에 따라 재활용하는 경우

다. 제3조제1항제3호 각 목의 폐기물을 시멘트 소성로에서 보조연료로 재활용하는 경우

- 1) 지정폐기물을 재활용하여서는 아니 되며,
- 2) 시멘트 소성로에서 보조연료로 재활용하는 폐기물은 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」 제20조의5 제3항에 따라 환경부장관이 고시한 “고형연료제품의 품질 시험·분석방법”에 따른 시험결과(저위발열량 외의 항목은 건조된 상태를 기준으로 한다)가 다음의 기준에 적합하여야 한다.
 - 가) 납 : 킬로그램 당 200밀리그램 미만
 - 나) 구리 : 킬로그램 당 800밀리그램 미만
 - 다) 카드뮴 : 킬로그램 당 9밀리그램 미만
 - 라) 비소 : 킬로그램 당 13밀리그램 미만
 - 마) 수은 : 킬로그램 당 1.2밀리그램 미만
 - 바) 염소농도 : 무게의 2퍼센트 미만
 - 사) 저위발열량 : 킬로그램 당 4,500킬로칼로리 이상

도는 ASR 발생량의 전량을 사용할 계획이라고 하였다.

Fig. 1에서 2009년도 ELV 물질재활용비율은 이미 85.0%에 도달해 있고, 전체 재활용비율이 92.3%로, 95.0%에 근접하고 있음을 알 수 있다. 시멘트업계에서 ASR 발생량의 70.0%만 소비한다면 목표율 95.0% 달성이 실현될 것이다.

시멘트업계³⁾에서는 ASR을 연료로 대체하기 위하여 많은 시험과 장치를 개량하여 ASR 이용방법을 확립하고 있었다. 그래서 이제 파쇄잔재물(ASR)의 재활용율이 불원간 100% 달성될 것으로 믿고 있었다. 그런데 환경부는 2011년 9월 7일 갑자기 위와 같은 폐기물관리법 시행규칙⁴⁾을 공포하였다. 이 시행규칙 중 ASR의 중급속 함량 기준은 ASR을 어떤 사전처리를 한들 현실적으로 불가능한 기준량이다.

즉 이 시행규칙은 ASR을 시멘트 소성로의 연료로 사용 못하게 하는 조치와 같은 것으로 볼 수 있다. 외국에서는 이러한 시행규칙은 없는 것으로 알고 있다. 왜 갑자기 환경부가 이러한 시행규칙을 공포하였는지, 그 이유를 국민건강 때문인 것으로 설명하고 있지만, 아마도 민원에 의한 조치가 아닌가 생각된다.

이 시행규칙 공포 이후 시멘트업계에서의 ASR 사용은 단절되고, 14만톤/년 발생하는 ASR의 재활용은 모호한 상태인 것이 현실이다. 따라서 현재 자동차 재활용율 95% 달성의 비전이 불확실하게 되었다.

3. 일본에 있어서 ELV 리사이클링율의 정의와 ASR 처리동향

3.1. 자동차에 사용된 원재료의 추이와 재활용 가능성

Table 1⁵⁾은 2002년 (사)일본자동차공업협회가 발표한 자동차에 사용된 원재료의 추이이다. Table 1의 2001년도에 의하면, 철 73.0%, 비철 7.8%, 합성수지 8.2%, 기타(도료, 고무, 유리, 섬유, 목재, 기타) 11.0%로 구성되어 있다.

이와 같은 ELV에서 재활용 가능 종목과 비율은 철, 비철, 고무, 유리로서 그 비율의 합은 86.3%이다. 한편 에너지로 사용가능 종목과 비율은 합성수지, 도료, 섬유, 목재 및 기타로서 그 비율의 합은 13.7%이다. 이 13.7%의 70%만 에너지로 이용할 수 있다면 그 비율이 95.9%이다. 위의 숫자는 재활용비율 달성목표에 합당하다.

이와 같이 자동차에 사용된 재료의 조성을 알 수 있다면 재활용율 95%를 달성하는데 매우 적절한 수단을 탐색할 수 있다. 그러나 우리나라 자동차 메이커에서 이러한 자료를 제공받기가 실제로 거의 불가능하다.

3.2. 일본에 있어서 ELV에 관한 리사이클링율의 정의와 ASR 처리 동향

Table 2⁶⁾는 일본에 있어서 ELV에 관한 리사이클링율의 정의를 표시한 것이다.

①, ②번의 정의는 전술한 우리나라의 것과 대동소이

Table 1. Material analysis of the automobile in Japan

	1973	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1997	2001	
선철	3.2	3.2	2.8	2.2	1.7	1.7	2.1	1.8	1.5	
보통강 강재	60.4	61.6	60.5	59.5	57.7	56.9	54.9	52.1	54.8	
특수강 강재	17.5	16.1	14.7	14.3	15.0	15.1	15.3	16.9	16.7	
비철 금속	전기동	1.0	0.9	0.8	0.9	1.0	1.3	1.0	1.2	0.8
	납지금	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
	아연지금	0.5	0.5	0.3	.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1
	Al지금	2.8	2.6	3.3	3.5	3.9	4.9	6.0	7.5	6.2
	기타	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	계	5.0	4.7	5.6	5.6	6.1	7.4	8.0	9.6	7.8
비금속	페놀수지	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1
	폴리우레탄수지	0.5	0.5	0.8	0.9	1.2	1.0	1.1	0.9	1.0
	염화비닐수지	0.9	1.1	1.4	1.7	1.7	1.6	1.1	1.1	1.0
	폴리에틸렌수지	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4
	폴리프로필렌수지	0.5	0.5	0.9	1.2	2.0	2.4	2.5	2.8	4.0
	ABS수지	0.4	0.7	0.5	0.5	0.7	0.8	0.7	0.6	0.4
	기타합성수지	0.3	0.4	0.7	0.6	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3
	(범용수지소계)	2.9	3.5	4.7	5.5	6.6	6.6	6.2	6.2	(7.2)
	(고기능성수지소계)	-	-	-	0.2	0.7	0.9	1.1	1.3	(1.0)
	합성수지계	2.9	3.5	4.7	5.7	7.3	7.5	7.3	7.5	8.2
	도료	2.1	1.6	1.8	1.7	1.7	1.4	1.5	1.7	1.4
	고무	4.8	4.3	3.7	3.5	3	2.7	3.1	3.3	3
	유리	2.8	2.7	3.1	3.2	3.3	3	2.8	2.8	2.5
	섬유	-	0.7	1.2	1.3	1.4	1.2	1.2	1.1	0.8
	목재	-	-	0.2	0.3	0.5	0.4	0.4	0.3	0.1
기타	1.3	1.6	1.7	2.7	2.3	2.7	3.4	2.9	3.2	
계	13.9	14.4	16.4	18.4	19.5	18.9	19.7	19.6	19.2	
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
원단위 총중량의 추이	100.0	106.5	105.9	102.7	106.8	115.1	136.8	141.3	162.6	

(출처 : 2002년 일본의 자동차공업 p.51, (사)일본자동차공업협회)

하나, 리사이클링 가능량 및 리사이클링 대상의 총중량 개념을 도입한 것이 특색이라 할 수 있다. ③번은 해체 단계 및 파쇄단계에 있어서 리사이클링 대상의 물질은 100% 회수되었다는 전제하에 ASR만 논의된 것이다. 즉 ASR을 에너지 소각시 소각시설로부터 배출되는 잔사 중량만을 리사이클링에서 제외된 물량으로 취급한다. ASR 매립중량은 잔사중량으로 간주한다. ④번은 熊本

大學의 外川健一 교수가 주장한 개념으로 ③번과 맥락을 같이하고 있다. 다만 ASR의 매립량만을 리사이클링에서 제외된 물량으로 취급한 단순한 개념이다. 실제 이 방식(정의)이 평가되고 있다.

이와 같이 일본에 있어서 실제 ELV리사이클링의 논의는 ASR만이 대상이 되며, ASR을 극히 소량 매립한 예도 있으나 대부분 에너지 이용 소각을 실시하고

Table 2. The definition on recycling rate of ELV in Japan

	정의	보충설명
① 자주행동계획의 신형차 리사이클링 가능성	리사이클링가능량/ ELV중량 ELV중량 : 차량중량+부속품 (스페어타이어, 공구, 만탱크의 연료포함, 1대당)	용이하게 해체·분해할 수 있고, 리사이클링 기술이 있으면 리사이클링 가능으로 판단, 리사이클링에 의해서 발생한 잔사의 매립은 대상 외
② 産構審(2003년 2월)의 ELV리사이클링율	리사이클링 대상의 총중량/ELV총중량(자주행동계획의 리사이클링가능량에 준함) 국내 처리되는 ELV전체	수출중고차는 대상 외, 리사이클링에 의해서 발생한 잔사의 매립도 대상 외. 한편, 수출차피의 ASR 상당량은 매립으로 가정
③ 자동차리사이클링법에 있어서의 ASR 리사이클링율	(리사이클링 시설에의 ASR 투입 총중량 - 리사이클링 시설부터 배출되는 잔사 총중량)/ASR 총중량 ·국내에서 처리되는 ASR전체	ASR 매립중량은 잔사중량이다. 차피의 전로(電爐)등에 관해서는 차피중의 ASR상당 중량을 산출해서, ASR리사이클링율에 포함시킨다.
④ 발생잔사에 착목한 리사이클링율(外川健一 식)	1 - 비리사이클링 총중량/ELV총중량 ELV총중량 : 차량중량, 국내처리 된 ELV 전체	수출중고차 및 비인정차피는 대상 외, 리사이클링에 의해서 발생한 잔사의 매립을 고려, 폐배터리, 타이어, 오일류의 비리사이클링분도 고려

*1) 自主行動計劃(리사이클링 가능성) JAMA의 Website(http://www.jama.or.jp/eco/eco_car/)

*2) 産構審의 ELV리사이클링율, ASR리사이클링율 : 産構審 · 中環審合同會議資料(2003년 2월)

Table 3. The classification for the new technology of ASR recycling

기술 분류	리사이클링기법	리사이클링시의 온도(°C)	ASR 리사이클링율의 평균치(%)	시설 수
A	성형	150~200	74.3	7
B	건류	400~600	70.0	2
C	소각	700~900	90.6	4
D	배소	1000~1100	97.0	3
E	소성	1300~1500	100.0	1
F1	일체형용융(비철정련계)	1300이상	100.0	1
F2	일체형용융(제철계)	1300이상	95.8	6
F3	분리형용융	1300이상	97.0	4
F4	가스개질형용융	1300이상	99.5	4

있다. Table 3과 4⁷⁾는 東北公益大學 古山隆 교수의 연구에 의한 것으로 ASR 에너지 이용 소각에 있어서 유익한 자료를 제공하고 있다. 古山 교수는 일본에서 ASR을 처리하고 있는 30개 사업소(시설 수)의 리사이클링 기법, 리사이클링시 온도(°C) 및 ASR 리사이클링율(%)을 조사하여 리사이클링시의 온도에 따라 기술분류를 하였다.

그리고 이 기술분류(A, B, C ...등)에 속한 사업소와 ASR 리사이클링율을 명백히 하였다. 그 결과 모든 사업소의 ASR 리사이클링율의 평균치는 70% 이상이며, 처리온도 700~900°C 부터는 ASR 리사이클링율 평균치가 90% 이상임을 밝히고 있다.

4. 우리나라 해체기술의 진보와 리사이클링시스템 비교

필자는 최근 인천폐차사업소와 H 폐차산업을 방문하여 해체시 회수한 부품명과 그 중량을 조사하여 해체시의 물질재활용율을 산출하였다. 인천폐차사업소는 폐차대수 및 폐차시설에 있어서 우리나라 상위권에 속하는 폐차사업소이다.

Table 5는 인천폐차사업소에서 해체한 Sonata II (1,210 kg)의 해체물질흐름을 표시한 것이다.

해체시 회수한 부품을 재사용품, 재활용품 및 액체, 기체로 분류해서 재사용부품, 재활용부품 및 연료, 오일의 중량으로부터 해체시 물질재활용율 64.5%를 산출할

Table 4. The Classification for the new technology of ASR recycling and recycling rate in the recycling plants in Japan

신기술 분류	회사명	ASR의 리사이클링율(%)	신기술 분류군의 평균치(%)
A	(株)マテック ASR 資源化工場	62	74.3
	(株)エコネコル	81	
	(株)アビゾ	88	
	豊田メタル(株)	46	
	東北東京鐵鋼(株) ASR 再資源化施設	62	
	明海リサイクルセンター(株)	100	
	拓南商事(株)	81	
B	東北東京鐵鋼(株) 廢プラ炭化爐施設	77	70.0
	廣島ガステクノ(株)	63	
C	エゴシステム小坂(株)	100	90.6
	日産クリエイティブサービス(株)	79	
	エコシステム岡山(株)	81	
	財團法人宮崎縣環境整備公社	94	
D	三重中央開發(株) 三重事業所	99	97.0
	(株)GE	100	
	大榮環境(株) 三木事業所	92	
	光和精鑛(株)	97	
E	太平洋セメント(株) 上磯工場	100	100.0
F1	小名浜製鍊(株) 小名浜製鍊所	100	100.0
F2	(株)エコバレー歌志内	92	95.8
	(株)住金リサイクル	94	
	シモグ産業(株)	98	
	新日本製鐵(株) 名古屋製鍊所	99	
	共英製鋼(株) 山口事業所	98	
	北九州エコエナジー(株)	90	
F3	青森リニューアブル・エナジー・リ사이클링(株)	92	97.0
	日鑛三日市リサイクル(株)	100	
	三菱マテリアル(株) 直島製鍊所	100	
	(株)カネムラエコワックス	96	
F4	ジヤパン・リサイクル(株)	99	99.5
	オリックス資源循環(株) 寄居本社工場	99	
	(株)クリンステージ	100	
	水島エコワックス(株)	100	
-	平均	89.7	-

Table 5. Material balance in the dismantling processing in Incheon Junkyard

ELV 1,210 kg	해체	재사용 및 부품 재활용 770.9 kg	차피 426.34 kg	$(770.9 + 5.66 + 3.6 + 345.79) / 1,210 = 93\%$
Sonata II		연료 5.66 kg	금속 345.79 kg ASR 80.55 kg 내역 : 에어백, 바닥매트, 플라스틱, 시트운(전), 밀판, 시트조(전), 등판, 등.	
		기체 0.5 kg		
		오일 3.6 kg		
		부동액 3.9 kg		

Table 6. Material balance in the dismantling processing in H Junkyard

ELV 1,430 kg	해체	재사용 및 재활용 929.5 kg	차피 407.0 kg	$(929.5 + 3.0 + 5.4 + 407) / 1,430 = 94\%$ (물질재활용율)
NEW EF Sonata		연료 3.0 kg	100 % 철로 구성, 직접 제강사에 판매.	
		기체 1.0 kg		
		오일 5.4 kg		
		부동액 2.1 kg		
폐기물 74.0 kg 라이트, 후미등 등 8.0 kg	폐기물은 오염된 플라스틱과 천으로 구성, 처리비로 소각장에 10만원/톤 지불.			

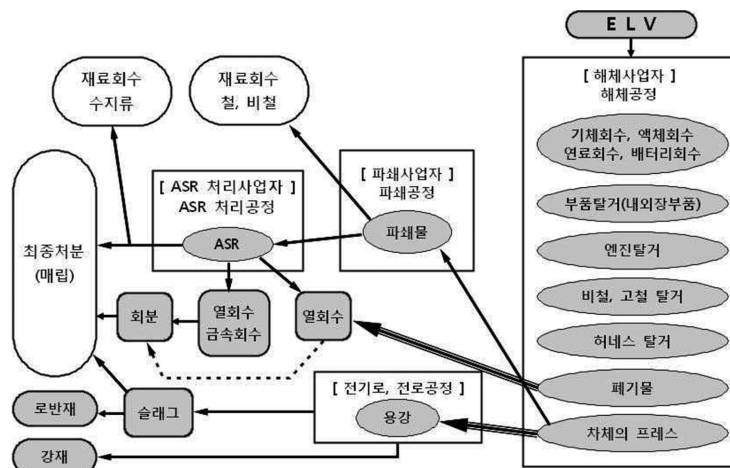


Fig. 2. New approach of the processing flow in the ELV recycling.

수 있다. 이 재활용율은 Fig. 1의 해체단계에서의 산출율(43.0%) 보다 월등히 높다. 슈레딩에서 차피 중 금속(철, 비철)을 전량 회수한다면 이 소나타II의 해체공정 및 파쇄공정에서 얻을 수 있는 물질재활용율은 93.0%로 산출된다. 이때 95%의 목표율을 달성하려면 ASR의 재활용이 반드시 필요하다는 것을 명시하고 있다.

Table 6은 H 폐차산업에서 해체한 New EF Sonata (1,430 kg)의 해체물질흐름을 표시한 것이다. H 폐차산업은 매우 독특한 해체사업으로 완전 수작업으로 23~25대/일 해체하고 있으며, 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- ① 부품과 전선 등을 완전 회수하고, 폐기물 및 라이트, 후미등 등은 별도 상자에 취합한다.
- ② 차피는 100% 가깝게 철로 구성되어 있어 제강사에 직접 판매하고 있으며, 높은 가격(파쇄업자의 2배 가까운 가격)을 받고 있다. 따라서 차피를 해체공정에서의 재활용물로 간주할 수 있다.
- ③ 폐기물 및 라이트, 후미등은 에너지 이용 소각장으로 보내어 처리하고 있으며, 처리비 100,000원/톤을 지불하고 있다.
- ④ 시트, 유리, 고무, 플라스틱 4종은 시범사업의 일

Table 7. The responsibility for ELV recycling fee in Korea, Japan and Taiwan(2011)

	한국	일본	대만
부담자	배출자	소비자(생산자 및 수입업자)	생산자 및 수입업자
부담금액		약 10,000円/대 (149,300원)	3,800 NT/대 (144,400 원)
부담내용	잠재오염성물질 프레온류 에어백류 ASR	프레온류 에어백류 ASR(전체금액의 50% 이상)	ELV 소유자 : 1,000NT/대 해체업자 : 770NT/대 슈레더업자: 3,000NT/톤 (ASR) 이상
오염물질 처리 책임자	배출자	생산자 및 수입업자	배출자

환으로 230원/kg을 받고 현대, 기아자동차 대행업체에 게 팔고 있다.

Table 6에서도 Table 5에서와 마찬가지로 해체시 회수한 부품을 분류해서 해체시 물질재활용율 94.0%를 산출하였다. 이때 차피는 해체시의 재활용품으로 계산하였다. 이 물질재활용율은 西日本오토리싸이클(주)의 해체시 재활용 98.0%⁸⁾에는 미치지 못하지만 가깝게 육박하고 있다.

이러한 해체기술의 진보는 우리나라의 대표적인 예로 해석되나, 역시 해체만으로는 95% 목표 달성은 어렵고 ASR의 에너지 재활용이 필수적인 상황으로 볼 수 있다. 따라서 ELV 재활용비율 95% 목표달성을 위해서는 ASR 처리만이 걸림돌이고(bottle neck), 해체공정 및 파쇄공정(슈레딩)에 있어서는 아무 문제가 없음을 말해 주고 있다.

Fig. 2는 H 폐차산업의 해체공정을 도입한 ELV 리싸이클링의 처리흐름을 도시한 것이다. 종전의 차체프레스(차피)는 반드시 파쇄공정(슈레딩)을 거쳐야 했다. 그러나 H 폐차산업에 있어서는 완벽한 해체공정으로 철 100%의 차피로 만들어 이것을 전기로 제강의 원료로 제공하고 있다. 한편, 해체공정에서 폐기물을 별도 취합하여 열회수 소각장에서 처리케 한다. 이러한 방식이 ELV 리싸이클링의 새로운 처리 흐름으로 상상할 수 있다.

지금까지는 목표를 95% 달성만을 탐색하였다. 그러나 ELV 리싸이클링의 진보에 있어서 잠재성오염물질(프레온가스, 에어백, ASR)을 간과할 수는 없다. 해체공정에서 프레온가스는 공중에 날리고, 에어백은 차피에 남겨두고, ASR 처리는 모호한 것이 우리나라 ELV 리싸이클링의 현실이다. 이러한 잠재성 오염물질을 처리하지 않고 ELV 리싸이클링이 진보하였다고 말 할 수 없다.

Table 7⁹⁾은 한국, 일본 및 대만의 ELV 리싸이클링

부담금을 표시한 것이다. 2011년에 일본과 대만은 약 14만원/대의 리싸이클링요금을 생산자 혹은 소비자가 부담하고 있다. 한국만이 배출자가 부담하도록 되어 있다. 배출자의 이익금으로는 잠재성 오염물질의 처리가 어렵다.

최근 필자와 친분이 있는 일본의 ASR 열이용소각업체에게 문의한 바 처리보조금(29,000엔/톤) 없이는 운영이 어렵다는 얘기였다. 프레온가스 처리업체도, 에어백도 마찬가지일 것이다. 우리나라도 일본이나 대만과 같이 부담금이 있는 ELV 리싸이클링시스템을 확립하도록 법의 개정이 불가결한 시점에 와 있다. 그래서 95% 달성을, 잠재성오염물질의 처리를 기대해 본다.

5. 총 합

이상의 조사연구 결과를 다음 7개 항목으로 요약하였다 :

- 1) 환경부는 폐자동차(ELV)의 재활용비율 준수여부 확인 등에 관한 지침(2010년 2월 22일 제정, 2013년 2월 19일 개정)을 제정하고, 재활용비율 달성목표 및 재활용 비율 산정식을 명확히 하고 있다.
- 2) 2009년도 우리나라 ELV 물질재활용비율은 이미 85.0%에 도달해 있고, 전체재활용비율이 92.3%로서 95.0%에 근접하고 있다. 시멘트업계에서 ASR 발생량의 70.0%만 소비한다면 목표를 95.0% 달성이 실현될 전망이다.
- 3) 환경부는 폐기물관리법시행규칙(개정일: 2011. 9. 7.)을 갑자기 개정하여 시멘트업계에서 ASR의 사용을 현실적으로 불가능하게 하였다. 이 시기부터 ASR의 재활용이 모호하게 되었으며 95.0% 달성 비전은 불확실하게 되었다.
- 4) 일본은 ASR 매립량 이외는 전부 재활용되었다는 가정아래 ELV 리싸이클링율을 산정하는 매우 특이하고

실질적인 정의가 있다.

5) 우리나라 ELV 해체업계의 재활용기술은 매우 높은 수준에 있다. H 폐차산업의 경우 해체공정에서 94.0%의 물질재활용율에 도달하고 있다.

6) 따라서 ELV 재활용비율 95.0% 목표달성은 ASR 처리만이 걸림돌(bottle neck)이고, 해체공정 및 파쇄공정(슈레딩)에 있어서는 목표율을 이미 달성하고 있다.

7) 잠재성오염물질(프레온가스, 에어백, ASR)의 재활용 및 처리가 가능하도록 법의 개정이 절실하다.

References

1. Jae-Hyun Oh, Joon-Soo Kim, Suk-Jin Moon, Ji-Won Min, 2011 : Recycling System and Recycling Strategy for End of Life Vehicles in Korea, J. of Korean Inst. of Resources Recycling, 20(2), pp. 16-29, The Korean Institute of Resources Recycling.
2. LG Environment Institute, 2006 : A strategy for ELV recycling, p.81, LG Environment Institute.
3. Rivate communication, 2009.
4. Jong-Dae Kim, 2011 : ASR Recycling in Cement Industries, ELV Recycling Symposium Proceeding, pp. 67-78, The Korean Institute of Resources Recycling.
5. JAMA, 2002 : Automobile Industry in Japan, p.51, JAMA, Japan.
6. Kenichi Togawa, 2009 : Comparison of Automobile Recycling Systems in Asia, Investigated Report of MOE(K1828, K1955, K2066), p.33, Japan.
7. Takashi Furuyama, 2008 : Comparison of Automobile Recycling Systems in Asia, Investigated Report of MOE(K1828), pp. 115-118, Japan.
8. Hirofumi Kamioda, 2011 : ELV recycling in WARC, ELV recycling symposium proceeding, pp. 53-63, The Korean Institute of Resources Recycling.
9. Jae-Hyun Oh, Joon-Soo Kim, Suk-Min Moon, Ji-Won Min, 2012 : The Comparison with ELV(End of Life Vehicles) Recycling System between Korea, Japan and Taiwan, 49(1), pp.91-107, The Korean Society for Geosystem Engineering.

오재현

- 현재 연세대학교 명예교수
 - 현재 한국자원리사이클링학회 명예회장
 - 당 학회지 제10권 5호 참조
-