

<기술논문>

자동차 연료탱크 모듈의 재활용성 평가

이철민¹⁾ · 이은옥¹⁾ · 김하수¹⁾ · 이준수²⁾ · 강희용¹⁾ · 양성모^{*1)}

전북대학교 기계항공시스템공학부¹⁾ · 전북대학교 산업정보시스템공학과²⁾

Recyclability Estimation of Fuel Tank Module in Vehicle

Chulmin Lee¹⁾ · Eunok Lee¹⁾ · Hasu Kim¹⁾ · Junsu Lee²⁾ · Heeyong Kang¹⁾ · Sungmo Yang^{*1)}

¹⁾Division of Mechanical & Aerospace System Engineering, Chonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea

²⁾Department of Industrial & Information System Engineering, Chonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea

(Received 8 August 2005 / Accepted 28 November 2005)

Abstract : We analyzed recyclability of the fuel tanks made from steel or aluminum alloy. For a comparison of the fuel tank recyclability, first we had analyzed the process of disassembly in a vehicle and evaluated its disassemblability. Then we evaluated the recyclability for reuse and withdrawal. The processes were more or less same owing to the similarity of fastening method of fuel tank and components. However, the fuel tank of the aluminum alloy was easier (about 5%) to disassembly than the fuel tank of steel. This could be attributed to the differences in weight of steel and aluminium. On light of the withdrawal and reuse, the fuel tank made up of steel needed to plate with zinc or lead due to its anti-corrosiveness. Hence, it required additional processes. In this paper, we were explaining the results of our on going research on the recyclability of fuel tanks made of steel and aluminum alloys. The differences that we found between the fuel tank made up of the aluminum alloy and steel were in their weight, recyclability, disassemblability, anticorrosive property, cost and productivity.

Key words : Fuel tank of aluminium alloy(알루미늄합금 연료탱크, 이하 Aluminium fuel tank), Fuel tank of steel(스틸 연료탱크, 이하 Steel fuel tank), Recyclability(재활용성), Disassembly(분해), Withdrawal(회수), Reuse(재이용)

1. 서론

해외 자동차 선진국, 특히 독일을 중심으로 유럽에서는 이미 폐차 발생폐기물의 자원화를 위하여 재활용 관련 법규를 제정 및 공포하여 폐차부품의 분리 및 회수, 재사용 및 재활용을 적극 유도하고 있으며, EU에서는 폐차처리지침(Directive 2000/53/EC)을 제정하여 유해중금속(납, 수은, 6가 크롬, 카드뮴 등)에 대해 총량 규제를 시행할 것으로 예상됨에 따라 2006년까지 재활용 기술을 현실화해야 한다. 2006년 1월 1일까지 80% 재활용과

85% 재생, 2015년 1월 1일까지 80% 재활용과 95% 재생의 목표를 설정하고, 기준치에 미달하는 경우 자동차의 수출입을 규제하고 있어 자동차의 재활용성에 대한 요인이 중요한 고려사항으로 대두되고 있으며 재활용 관련기술의 사전확보가 이루어지지 않는다면 국내 자동차 산업의 경쟁력은 매우 저하될 것이다.¹⁻³⁾

자원순환형 사회 즉, 폐기물 및 잔류 폐기물 등이 전혀 발생하지 않는 제품 생산을 요구 및 의무화하고 있으며, 이러한 환경에 대한 엄격한 규제에 대한 대응책 마련이 없을 경우 수출에 큰 타격이 예상된다. 각 단계별 비용을 고려한 DfR

*Corresponding author. E-mail: yangsm@chonbuk.ac.kr

(Design for Recycle), 즉 시스템 엔지니어링 프로세스에 의한 재활용성 평가 기술 개발이 시급하다.^{4,5)} 또한 그와 더불어 배기가스 규제가 강화되면서 경쟁적으로 차체 경량화를 위한 노력을 기울이고 있다.

현재 자동차 메이커들에서 사용하고 있는 자동차 연료탱크의 재질은 크게 플라스틱, 스틸, 알루미늄합금(이하 알루미늄)이다. 승용차의 경우 플라스틱과 스틸 연료탱크가 많이 사용되고 있으며 연료탱크가 큰 상용차의 경우는 구조 및 내구성의 문제로 스틸이나 알루미늄 탱크를 사용한다. 10여년 전 플라스틱 연료탱크가 개발된 후 차체 경량화와 형상공이 자유롭다는 장점이 있어 승용차에 많이 적용되었으나 재활용이 어렵다는 단점이 있어 그 적용이 줄어드는 추세이다.

반면에 스틸과 알루미늄은 회수가 용이하고 재활용성이 비교적 좋아 가장 많이 적용되고 있다. 그중 알루미늄은 스틸보다 초기 소요 비용이 크지만 중량이 가볍고 내구성이 우수하여 적용이 증가할 것으로 예상된다. 그에 따라 스틸과 알루미늄 연료탱크를 비교·연구할 필요가 있는데 현재 알루미늄과 스틸연료탱크의 비교 연구, 특히 재활용성 부분의 연구는 미진하다.

따라서 스틸과 알루미늄 연료탱크를 대상으로 비용, 생산성, 중량, 재활용성에 대해 비교 분석을 실시하였으며 재활용성의 경우 부품의 회수, 재이용, 분해성을 각 과정의 동작을 분석하여 분해성 평가식에 적용하고 결과값을 산출하여 각각의 동작과 과정을 수치화 하였다.

2. 연료탱크의 구조 및 재료

2.1 구조 및 재료

연료탱크는 크게 바디플레이트와 버플플레이트, 그리고 앤드플레이트로 구성된다. 각각은 용접에 의해 서로 체결되는데 재질과 용접종류에 따라 분류된다. 그 외에 연료량을 체크해주는 센터게이지(sender gauge)와 연료탱크내의 압력을 대기압으로 유지시켜주며 차량전복시에는 누유를 억제하는 벤트밸브(vent valve), 엔진에 연료를 공급하고 과공급된 연료를 리턴시키는 파이프어셈블리(pipe assembly), 연료탱크하부에 존재하는 수분을 제거하는 드레인(drain), 주유구로 구성되어 있다. 각각의 부품들은 주행중이나 제동시 연료의 유동을 고려하여 배치하며 차종 및 용량에 따라 다르다.

현재 자동차의 연료탱크의 소재로 사용되는 스틸(AI 도금강판, 아연도금강판, 납도금강판 etc)과 알루미늄(50계열, 60계열)을 비용, 재활용성, 환경영향등을 고려하여 최적의 재료를 선택하기 위해 각각의 장단점을 비교해 보면 다음 표 1과 같다.

표 1과 같이 스틸연료탱크는 부식을 방지하기 위해 납과 주석을 코팅하거나 도색을 하므로 환경오염 가능성과 재활용시 도색을 제거해야하는 단점이 있다.⁶⁾

알루미늄 연료탱크는 도색을 하지 않기 때문에 재활용이 용이하다. 초기 생산비용은 많이 들지만 재활용할 경우 초기 생산비의 5~10% 정도만 소요되며 소재의 단가가 높아 재활용율이 높다.⁷⁾ 하지만 환경문제와 재활용성을 생각한다면 연료탱크 소재 중 가장 우수할 것으로 판단된다.

Table 1 Advantage and shortcoming by material

	Steel	Aluminium
Advantage	Cheap	Light weight
	Excellent weldability and productivity	Durability, corrosion resistance
		Excellent recyclability
		Painting needlessness (prevention of environment pollution)
Shortcoming	Heavy weight (fuel efficiency decline, exhaust gas increase)	Expensive
	Coating need by lead or tin (environment pollution, recyclability decline)	Low weldability, Low productivity

2.2 연료탱크 종류별 제작방법 및 적용차종

연료탱크는 제품 형상과 특성상 용접에 의해 제조된다. 제품의 생산성은 용접방법 및 용접성에 의해 좌우된다. 따라서 스틸 연료탱크와 알루미늄 연료탱크를 제조하는데 사용되는 용접방법과 그 특징을 다음과 같이 표 2에 정리하였다. 연료탱크의 제조과정을 크게 9단계로 나누고 각각의 체결방법과 특징을 설명하였다.

알루미늄 연료탱크에서는 표 2, 그림 1과 같이 횡부와 종부의 결합에 MIG용접을 사용한다. 알루미늄은 내구성을 저하시키는 산화를 막기 위해 불활성가스를 보호막으로 하여 대기와의 접촉을 피해 안정된 용접면을 얻는다.

센터게이지와 벤트밸브 및 파이프 어셈블리등의 부품들을 체결하기 위한 플레이트는 이중재질인 스틸이므로 용접이 어려워 리벳체결 시킨다.

스틸연료탱크 용접은 심용접(seam welding)과 CO₂+Ar 가스용접으로 나뉘지며 그림 2와 같다. 두

방법은 용접속도와 내구성에 차이가 있다. CO₂+Ar 가스용접의 경우 용접속도는 0.4~0.8m/min이고 심용접의 경우는 3m/min로 큰 차이를 나타내 심용접의 경우 생산성은 높지만 내부식성이 약하다.⁸⁾

분해성 및 재활용성 평가를 실시함에 있어 대상 차량은 알루미늄과 스틸이 모두 생산되는 상용차에서 중량차이가 가장 큰 380l급 연료탱크를 사용하는 8t 이상 대형트럭으로 하였다. 현재 대형트럭의 경우 출고시 거의 모든 차종이 알루미늄 연료탱크를 기본으로 제공하고 있고 차후 교체부품으로는 가격이 비교적 저렴한 스틸탱크를 사용하고 있다.

3. 연료탱크의 분해성 평가

3.1 분해성 평가방법

자동차 연료탱크의 분해성 평가는 연료탱크 자체보다 차량 체결부의 분해성을 평가해야한다. 연료탱크는 스틸이나 알루미늄연료탱크 모듈은 모두 연료탱크의 바디플레이트 리벳팅이나 점용접 또는 MIG 용접을 통해 모듈의 플레이트를 체결한 후 나사에 의해 결합되는 형식이므로 벤트밸브, 파이프 어셈블리등을 분리해내는 연료탱크 자체의 분해성 평가는 큰 의미가 없다. 단 최근 주입구와 벤트밸브 또는 벤트밸브와 센터게이지 또는 벤트밸브와 센터게이지 그리고 파이프어셈블리를 하나로 모듈화하여 부품수를 줄이고 조립과 분해시간을 단축시킬수 있다는 점은 중요하다.

연료탱크의 분해는 그림 3과 같은 키식을 기준으로 살펴봤을 때 먼저 하부의 드레인으로 잔류연료를 제거① 한 후 센터게이지 및 파이프어셈블리를 분해하고② 육각렌치를 이용하여 밴드를 이완시켜

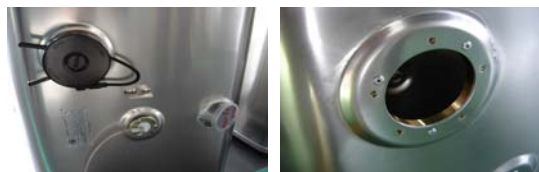


Fig. 1 Aluminium fuel tank (used MIG, rivet method)



Fig. 2 Steel fuel tank(used seam, CO₂+Ar weld method)

Table 2 Manufacturing procedure and process of fuel tank

Order	Process	Steel fuel tank	Aluminium fuel tank
1	Press and bending process	○	○
2	Longitudinal welding	seam or CO ₂ +Ar	MIG
3	Baffle plate welding	seam or CO ₂ +Ar	MIG
4	Parts plate welding	spot or CO ₂ +Ar	Rivet
5	Lateral welding	seam or CO ₂ +Ar	MIG
6	Preprocessing and painting	○	×
7	Parts assembly	○	○
8	Test and shipment	○	○

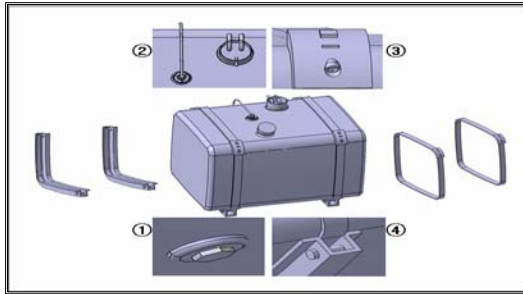


Fig. 3 Parts of key type fuel tank and disassembly order

③ 아래쪽 키 부분을 제거④ 한 후 밴드를 제거한다. 이러한 순서로 분해하고 분해성 평가를 다음과 같은 방법으로 실시한다.

연료탱크의 분해성 평가는 中村茂弘^{9,10)}이 제시한 분해용이화기법을 수정하여 실시한다. 표 3은 원리도화법에서 사용되는 그림들을 간단하게 도시한 것이다. 표 4의 원리도화법을 사용한 평가법에서는 우측 상부의 기호D가 조립품의 분해성을 나타내고, 수치는 조립품을 분해하는 공수, 실시상의 문제 등을 실점으로 나타낸다. 위쪽에서부터 RP(Repeat)의 No.를 정하고 있다. No.가 높을수록 분해성의 난이도가 높아진다. 또 같은 No.라도 횡축에 표시된 항목이 발생하면 실점을 가산해야 하는 방식이다.

원리도화법을 활용하는 방법은 먼저 현재 검토 중인 장치에 대하여 현상과약을 하고, 평점을 산출하여 대책을 효율적으로 연구할 필요가 있다. 이를 위해 표 3의 실점이 높은 아래쪽에서 실점이 낮은 위쪽으로 분해성을 향상시키기 위한 기술을 찾고 검토해야 한다. 그리고 오른쪽에서 왼쪽으로 검토해 나가면서 실점을 줄이는 개선책을 강구해야 한다. 평점설정에 대해서 다음 계산식을 이용한다.

$$RP-I = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{\sum_{i=1}^N P_i} \tag{1}$$

$$RP-II = \sum_{i=1}^N S_i \tag{2}$$

여기서, S_i 는 각 요소의 득점을, P_i 는 각 요소의 공수를 나타낸다. 식 (1)은 각 부위의 위치를 기본으로 평균점을 계산하는 식이다. 이 목적은 어셈블리(Assembly)가 리사이클 용이성에 적합하고 있는가를 알아보는 것이고, 동시에 실점이 많은 부분의 개선 여부를 나타낸다.

즉, 설계상의 개선 대상의 명확화와 활동상황의 평가를 행한다. 동시에 평균값을 높이는 대상을 선정하여 개선대상으로 정한 목적에 사용한다. 식 (2)는 실점을 계산하여 어느 정도 개선을 해야 하는가에 대해서 총실점과 각 부위마다의 실점이 많은 부분을 개선하기 위한 것이다. 따라서 식 (2)를 이용한 것에 의해 개선 전후의 정도 비교가 가능하며, 리사이클 총합개선효과 평가식이라 명명할 수 있을 것이다.¹¹⁾

표 5와 6은 회수와 재이용의 측면에서 재활용성을 평가하기 위한 것으로서 해당항목에 대한 실점을 계산하는 방법은 위와 동일하다.

4. 결과 및 고찰

표 7은 연료탱크를 차량에서 분해하는 과정을 상세히 분석하여 분해성을 수치화시킨 표이다. 표에서 알 수 있듯이 알루미늄과 스틸 연료탱크는 분해 과정에서 큰 차이를 보이지는 않는다. 그것은 연료탱크가 차량에 부착되는 형식이 거의 일치하고 연료탱크를 구성하는 부품이 동일하며 약간의 형상차

Table 3 Pictorial summary of symbolizing chart method

No	RP code		No	RP code	
1	Downward extracting		7	Spring pushing extracting	
2	Upward extracting		8	Turning separation	
3	Sideward extracting		9	Turning extracting	
4	Fixing extracting		10	Drawing	
5	Check opening		11	Key extracting	
6	Spring pushing movement		12	Stationary fit	

Table 4 Evaluation code of disassembly, RP 93- II [Disassemble]

D N0	RP code	[add →] Element of base				
		Basic negative point	Conveyance, movement	Need of rotating motion	Settling the axle	Need of 0.9kg by the hands
1	Downward extracting	0	-5	-5	-5	-5
2	Upward extracting	-5	-5	-5	-5	-5
3	Sideward extracting	-5	-5	-5	-5	-5
4	Fixing extracting	-5	-5	-5	-5	-10
5	Check opening	-5	-10	-5	-5	-10
6	Spring pushing movement	-10	-10	-5	-10	-10
7	Spring pushing extracting	-10	-10	-5	-10	-10
8	Turning separation	-15	-10	-5	-10	-10
9	Turning extracting	-20	-15	-10	-10	-5
10	Drawing	-20 weight	-10	-15	-15	-5
11	Pin extracting	-25 hammer	-10	-15	-20	-5
12	Stationary fit	-30 cupola	-15	-15	-20	-5
A d d e d w o r k	13 Use tool with hands	-5	14 With special tool	-5	15 Take a working time	-10
	16 Unvisual case	-15	17 Need of vibration, environment case	-15	18 Special processing of ruined component	-20
	19 Need of safe protection	-20	20 Need of energy cost	-25	21 etc...	-5~-30

Table 5 Evaluation code of disassembly, RP 93- I [Withdrawal]

W N0	RP code	[add →] Element of base				
		Basic negative point	Automatic, need observation	Conveyance, need working frequency	Increase of cost and working frequency	Need of specific conveyance and process
1	Automatic withdrawal △	0	-5	-10	-20	-30
2	Casing withdrawal △	-5	-10	-10	-20	-30
3	Deposit withdrawal △	-10	-10	-10	-20	-30
4	Gathering withdrawal △	-10	-10	-10	-20	-30
5	Stronghold withdrawal △	-15	-10	-15	-20	-30
6	Classification ←	-20 ~ -50	-10	-10 ~ -20	-10 ~ -20	-30
A d d e d w o r k	6 Need of specific container	-5	7 Need of preprocessing	-10	8 Need of specific processing for instance cleaning container	-10
	9 Needed transport to specific area	-10	10 Need a counterplan for safety and environment	-20	11 Need of investment for specific facility	-20
	12 Decrease counterplan	-20	13 Affected by alternated market price	-20	14 etc...	-20~-50

Table 6 Evaluation code of disassembly, RP 93- I [Reuse]




R NO	RP code	[add →] Element of base				
		Basic negative point	Change method	Additional investment	Accessory facility	Specific additional facility
1	Use as it is ○ → ⊙	0~-5	-5	-10	-10	-10~15
2	Deposit after use △ → ⊙	-10	-10	-10	-10	-10~15
3	Parts path conveyance △ → ⊙	-20	-10	-10	-10	-10~20
4	Overall use 	-20	-10	-10	-10	-10~20
5	Use combustion G → 	-20	-10	-10	-10	-10~20
6	Biochemistry alteration 	-50	-10	-10	-10	-10~25
7	Disuse with small size ⊙ → s	-70	-10	-10	-10	-10~30
Added work	7 Need of specific facility and deposit equipment	-10	8 Needed specific preprocessing to use	-10 ~ -20	9 Need of specific container and chemicals	-10
	10 Need of reinvestment	-15	11 Needed processing ex) counterplan of environmental pollution	-20	12 etc...	optional

Table 7 Disassembly

		Disassembly parts	Disassembly process	RP code point	Loss point	Estimate point
Aluminium fuel-tank	Approach ability	① Preparation (fuel drain)	Bad visibility	D-16 -15	-20	80
			Downward extracting	D-1 0		
			Need of rotating motion	D-1-③ -5		
	Disassem-ibly	② Vent valve, pipe assembly, sender gauge	Spring pushing movement (×3)	D-6-③ -10	-30	70
			Sideward extracting (×3)	D-3 -5		
			Need of rotating motion (×3)	D-3-③ -5		
			Spring pushing extracting	D-7 -10		
		③, ④ Fuel tank supported bend	Downward extracting	D-1 0	-10	90
			Need of rotating motion (×2)	D-1-③ -5		
			Sideward extracting (×2)	D-3 -5		
Fuel tank replacement	Upward extracting	D-2 -5	-15	85		
	Conveyance, movement	D-2-② -5				
	Need of 0.9kg by the hand	D-2-③ -5				
Steel fuel-tank	Approach ability	① Preparation (fuel drain)	Bad visibility	D-16 -15	-20	80
			Downward extracting	D-1 0		
			Need of rotating motion	D-1-③ -5		
	Disassem-ibly	② Vent valve, pipe assembly, sender gauge	Spring pushing movement (×3)	D-6-③ -10	-30	70
			Sideward extracting (×3)	D-3 -5		
			Need of rotating motion (×3)	D-3-③ -5		
			Spring pushing extracting	D-7 -10		
		③, ④ Fuel tank supported bend	Downward extracting	D-1 0	-10	90
			Need of rotating motion (×2)	D-1-③ -5		
			Sideward extracting (×2)	D-3 -5		
Fuel tank replacement	Upward extracting	D-2 -5	-35	65		
	Conveyance, movement	D-2-② -5				
	Need of 0.9kg by the hand	D-2-③ -5				
	Need of safe protection	D-19 -20				

이만 있기 때문이다. 다만 연료탱크를 분해한 후 옮기는 과정에서 중량차이에 의해 안전이 요구되며 일정량 이상의 힘을 요한다는 차이를 보인다. 이것은 실험에 사용한 상용차의 경우 연료탱크의 대용량으로 중량이 컸고 그에 따라 알루미늄과 스틸사이의 중량차가 상당히 컸기 때문에 분해성에 차이가 발생한 것으로 생각된다.

분해성을 수치화하기 위해 RP-I, II식을 사용하였다. 앞의 각각의 항목에서 얻은 득점을 합하고 전체공정수로 나눈식이 RP-I 식이며 RP-II식은 각각의 공정의 득점의 총합을 나타낸다.

$$RP-I = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{\sum_{i=1}^N P_i} = \frac{80 \times 3 + 70 \times 10 + 90 \times 5 + 85 \times 3}{21} = \frac{1645}{21} = 78.4$$

$$RP-II = \sum_{i=1}^N S_i = 1645 \text{ (Aluminium Alloy)}$$

$$RP-I = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{\sum_{i=1}^N P_i} = \frac{80 \times 3 + 70 \times 10 + 90 \times 5 + 65 \times 4}{22} = \frac{1650}{22} = 75$$

$$RP-II = \sum_{i=1}^N S_i = 1650 \text{ (Steel)}$$

평가결과를 보면 RP-I 식으로 구한 값은 알루미늄이 스틸보다 높다는 것을 알 수 있고, 그것은 알루미늄이 78.3/75=1.045이므로 약 5% 분해가 용이하다는 것을 의미한다. 하지만 이와 반대로 RP-II 식의 값은 스틸의 경우가 약간 크다. 총 실점이 크다는 것은 개선의 여지가 있다는 것이다. 이 식을 이용하여 개선 전후의 정도 비교가 가능하다.

표 8은 스틸과 알루미늄 연료탱크의 재활용성

을 회수와 재이용의 측면에서 수치화한 표이다. 득점을 분해성의 수치화와 동일한 방법으로 재활용성을 수치화하면 다음과 같이 알루미늄연료탱크가 회수와 재이용 측면에서의 재활용성이 스틸 연료탱크에 비해 85/66=1.287이므로 약 29% 우수함을 알 수 있다.

$$RP-I = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{\sum_{i=1}^N P_i} = \frac{80 \times 2 + 95}{3} = \frac{255}{3} = 85 \text{ (Aluminium Alloy)}$$

$$RP-I = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{\sum_{i=1}^N P_i} = \frac{60 \times 3 + 75 \times 2}{5} = \frac{330}{5} = 66 \text{ (Steel)}$$

그것은 회수와 재이용과정에서 스틸연료탱크의 경우는 부식을 막기 위해 납이나 아연도금을 하고 도색을 하게 되는데, 자원으로 재생시키는 과정에서 고품위 스크랩을 얻기 위해서는 외장의 도색을 제거하는 작업과정을 포함시켜야 하기 때문이며, 이때 환경오염을 방지하기 위한 시설이나 대책이 필요하다. 제품을 그대로 재이용하기 위해서도 부식을 방지하기 위한 도색과정은 필연적이다.

표 9는 알루미늄과 스틸 연료탱크를 비교함에 있어 중량, 가격, 재활용성, 생산성을 항목으로 실제값 및 득점을 비교하고 그림 4의 그래프 작성을 위해 알루미늄을 기준으로 환산한 상대값을 나타낸다. 그림 4에서 알루미늄 연료탱크는 스틸 연료탱크에 비해 중량, 재활용성, 내부식성이 우수하고 가격, 생산성면에서는 열등함을 알 수 있다.

Table 8 Recyclability

		Withdrawal process	RP code point	Loss point	Estimate point
Aluminium fuel-tank	Withdrawal	Gathering withdrawal	W-4 -10	-20	80
		Needed transport in specific area	W-9 -10		
Steel fuel-tank	Withdrawal	Gathering withdrawal	W-4 -10	-40	60
		Needed transport in specific area	W-9 -10		
		Need a counterplan for safety and environment	W-10 -20		
Aluminium Fuel-tank	Reuse	Use as it is	R-1 -5	-5	95
Steel fuel-tank	Reuse	Needed specific preprocessing to use	R-8 -10	-25	75
		Needed processing ex) counterplan of environmental pollution	R-11 -20		

Table 9 Comparison of steel and aluminium fuel tank

	Score		Value of Relativity (based on Aluminium)	
	Steel fuel tank	Aluminium fuel tank	Steel fuel tank	Aluminium fuel tank
Weight	60 kg	28 kg	2.14	1
Price (material)	570 ₩/kg	1995 ₩/kg	0.29	1
Price (fuel tank)	200,100	691,000	0.29	1
Recyclability (withdrawal, reuse)	66	85	0.78	1
Productivity	20 EA/h	3 EA/h	6.67	1

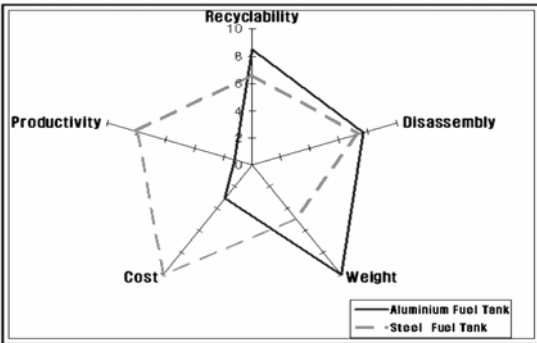


Fig. 4 Comparison with aluminium fuel tank and steel fuel tank

References

- 1) J. H. Hong, A Movement of Technical Development and Policy for for End-life Vehicle Recycling in Other Nations, HYUNDAI · KIA R&D Headquarters, 2004.
- 2) J. B. Hah, “A Consideration of Appraisal Methods for Vehicle Recycling,” Material Recycle Manufacturing Technique Part of A Scientific Lecture Collection, DAEWOO Automobile Technical Strategy Team, KSAE, pp.31-40, 1999.
- 3) J. H. Song, “Vehicle Materials and Recycle,” Gwangju Honam Region Spring Scientific Meeting, KSAE, pp.21-33, 2004.
- 4) B. C. Yoo and K. S. Lee, “A Study on Structure Analysis Methodology of Parts in Improve Disassemblability,” Society of CAD/CAM Engineer, Design Methodology, pp.115-122, 2004.
- 5) S. J. Kim and T. Hur, “The Environmentally Sound Automotive Industry and Life-Cycle Assessment,” Journal of KSAE, Vol.19. No.6, pp.58- 70, 1997.
- 6) P. J. Alvarado, “Steel vs. Plastics : The Competition for Light-Vehicle Fuel Tanks,” Journal JOM, Vol.48, No.7, pp.22-25, 1996.
- 7) Y. O. Kim and H. S. Jung, “The Movement Analysis of Processing Products using Aluminium Alloy,” RIST, 2004.
- 8) J. H. Kuk, A Study on the New Technology for Welding Process of an Automotive Fuel Tank, Ph. D. Dissertaton, Dept. of Mechanical Design Graduate School of Chonbuk National University, 2002.
- 9) H. S. Nakamura, “The Easy Technique for

5. 결 론

자동차 리사이클 설계에 필요한 분해성에 대한 기술수단의 평가검토와 함께 스틸 및 알루미늄 연료탱크 분해성에 유효한 리사이클 대책에서 효과가 있는 회수 및 재이용 요소기술을 개발하고 수치화하여 재활용성을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 알루미늄 연료탱크가 스틸 연료탱크에 비하여 5% 분해성이 좋다.
- 2) 회수 및 재사용 관점에서 재활용성은 알루미늄 연료탱크가 스틸 연료탱크 보다 29% 우수하다.
- 3) 알루미늄 연료탱크는 재활용성, 분해성 및 중량에서 우수하고 비용과 생산성은 스틸 연료탱크가 유리하다.

후 기

본 연구는 전북대학교 NURI사업단 학연산공동 기술개발사업의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

- Disassembly-Recycle Measurement Design,”
An Advanced Technique of Machine Design,
Vol.9, No.3, pp.299-322, 1994.
- 10) H. S. Nakamura, “Updated Technology Law of
the Development and Design to Make Recycling
Product that is Easy to Use,” Japan Business
Report Co., Ltd., 1994.
- 11) H. S. Kim, “A Study on the Reliability and the
Disassembly Design of Gear Drivning Sys-
tems,” Ph. D. Dissertation, Dept. of Precision
Mechanical Engineering Graduate School of
Chonbuk National University, 1999.