폐차장의 안전관리 방안 연구

Investigating the Safety Management Plan in Junkyard

신회식* · 양준서** · 황운기***

Shin, Hoisik*, Yang, Junseo**, and Hwang, Woongi***

Abstract

Automobiles play a crucial role in our lives as they help us in improving our quality of life. Owing to the expansion and development of various industries, the demand for automobiles has increased, which has resulted in an increase in the number of vehicles. The boundary value, due to the recycling of automobile-based waste, is expected to reach approximately 500 billion won per year. In particular, due to the amendment in the Automobile Management Act in 2010, the central axis has shifted from “dismantled and recycled” to “dismantled and recycled.” For recycling, each and every part of the automobile should be dismantled at the junkyard. However, the junkyards in Korea do not have a systematic and automated dismantling system for cars, and thus, they rely on direct dismantling and separation systems; this results in large-scale fires owing to the increased risk of fires that occur during the direct dismantling process. To address this issue, I would like to suggest a safety management plan for junkyards in Korea.

Key words : Junkyard, Fire Safety Inspection, Firefighting Facilities, Fire Risk Analysis, Fire Investigation

요 지

자동차는 인간 생활과 밀접한 관계를 맺으며 인간의 생활영역을 확장해 주는 도구로써 많은 역할을 담당하고 있다. 또한, 산업이 발달됨에 따라 생활공간이 확대됨으로써 자동차 수요는 계속 창출되어 보유 대수는 계속 증가하는 추세이다. 폐자동차 자원 재활용으로 인한 경제적 가치는 연간 약 5,000억 원에 이를 것으로 예상되고, 특히 2010년 자동차관리법 개정으로 ‘폐차’에서 ‘해체·재활용’으로 중심축이 이동하였으며 이러한 수명을 다한 자동차가 자원으로 재탄생하기 위해서는 폐차장에서 부품, 원료 물질별로 일일이 해체하는 작업을 거쳐야 한다. 국내에서 이러한 작업을 진행하는 폐차장은 체계적이고 자동화된 폐차 해체시스템을 갖추지 못하고 직접 해체 및 분리 시스템에 의존하고 있으며 이러한 직접 해체 과정에서 발생하는 화재 발생 위험성의 증가로 대형화재가 발생하고 있어 해체공정에 대한 안전관리 방안을 제시하고자 한다.

핵심용어 : 폐차장, 소방안전점검, 소방시설, 화재 위험성 분석, 화재조사

1. 서 론

자동차는 인간 생활과 밀접한 관계를 맺으며 인간의 생활 영역을 확장해 주는 도구로써 많은 역할을 담당하고 있다.

국내 자동차 보유 대수가 매년 증가하여 2019년 2,368만대를 넘었고, 내수 판매량은 792만대 가량에 이르고 이에

따른 폐차발생량은 2019년 97만대이지만 향후 지속해서 증가하여 2020년은 100만대에 이를 전망이다.

따라서 사용수명이 끝난 폐차에 대한 적정처리가 매우 중요하며 부품 및 재료의 재사용/재활용을 위한 사전처리가 필수적이다.

폐자동차 자원 재활용으로 인한 경제적 가치는 연간 약

*정회원, 경기대학교 일반대학원 도시방재학과 박사과정(E-mail: noo7304@naver.com)

Member, Ph.D. Candidate, Department of Urban Disaster Prevention, Kyonggi University

**경기대학교 일반대학원 도시방재학과 박사과정(E-mail: lucayhs@naver.com)

Ph.D. Candidate, Department of Urban Disaster Prevention, Kyonggi University

***교신저자, 정회원, 경기대학교 일반대학원 도시방재학과 박사과정(Tel: +82-2-470-9808, Fax: +82-2-470-9805, E-mail: gllsa@naver.com)

Corresponding Author, Member, Ph.D. Candidate, Department of Urban Disaster Prevention, Kyonggi University

5,000억 원에 이를 것으로 예상되고, 특히 2010년 자동차관리법 개정으로 ‘폐차’에서 ‘해체·재활용’으로 중심축이 이동하였으며 이러한 수명을 다한 자동차가 자원으로 재탄생하기 위해서는 폐차장에서 부품, 원료 물질별로 일일이 해체하는 작업을 거쳐야 한다(Oh et al., 2011).

국내에서 이러한 작업을 진행하는 폐차장은 체계적이고 자동화된 폐차 해체시스템을 갖추지 못하고 직접 해체 및 분리 시스템에 의존하고 있으며 이러한 직접 해체 과정에서 발생하는 화재 발생 위험성의 증가로 대형화재가 발생하고 있어 위험성을 분석하고 해체 공정에 대한 안전관리 방안을 제시하고자 한다.

2. 폐차장의 안전관리 현황

2.1 폐차장의 안전관리실태의 문제점

폐차장은 자동차 관리 중 마지막 과정으로서 자동차를 해체하여 차대번호가 표기된 차대·차체, 조향 장치 중 조향

기어 기구, 제동 장치 중 마스터 실린더와 배력 장치, 내압용기는 그 성능을 유지할 수 없도록 압축·파쇄·절단하거나 자동차를 해체하지 아니하고 바로 압축·파쇄 하는 과정 등으로 여러 가지 작업을 거치는 동안 안전의 사각지대에 노출이 될 수밖에 없는 실정이다.

폐차장은 소방시설 또한 미흡한 상태이다. 폐차장은 특정 소방대상물 중 자동차 운수시설로 분류되며, 관련된 소방시설은 Table 1과 같다(Installation and Maintenance of Firefighting Facilities and Safety Management, Attached Table 5 of the Enforcement Decree of the Act on Fire Prevention, 2020).

Table 2는 폐차장의 등록기준을 나타낸 것이며, 국내에서는 폐차장을 통한 중고부품의 재사용과 철 등 금속의 재활용은 해체 공정상의 이유와 여러 여건 등으로 인해 활성화되지 못하였으며, Fig. 1은 실제 폐차장의 폐차처리 작업공간은 전체 부지의 10%도 되지 않고 나머지 공간에는 폐차 처리 전(약 70%)·후(약 25%)의 자동차와 타이어 등 회수부품들(약 5%) 등이 야적된 실정이다(Lee et al., 2005).

Table 1. Firefighting Facilities of Transport Facilities

Fire fighting facilities	Installation standard
Fire extinguisher	Gross area of 33 m ² or more
Indoor fire hydrant equipment	All floors with a total floor area of 3,000 m ² or more and 6,000 m ² or more among basement floors, windowless floors, or 4 or more 1,500 m ² or more in total area
Sprinkler equipment	All floors for the 11th floor or higher Attached boiler room or connection passage Basement floor, no window floor, 4 floors or more, floor area 1,000 m ² or more
Automatic fire detection facility	1,000 m ² or more
Emergency alarm system	Basement floor, no window floor floor area of 150 m ² or more
Evacuation guidance	All specific fire targets
Emergency lighting	If the inner area of the basement floor or windowless floor is 450 m ² or more More than 5 floors (including basement floors) over 3,000 m ²

Table 2. Registration Standards for Automobile Dismantling and Recycling (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Decree No. 647, Registration standards for automobile dismantling and recycling business, 2020)

Registration standards for automobile dismantling and recycling business, Decree No. 647 of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport		Minimum standard
Facility standards	Facility area (including dismantling workshop, storage warehouse, office, etc.)	4,500 m ² or more
	Dismantling workshop	600 m ² or more
	Parts storage warehouse	600 m ² or more
Equipment standard	Rescue vehicle (over 3 tons of hoisting capacity)	1 or more meals
	Forklift (lifting capacity of 3.5 tons or more)	
	Weighing scale (more than 20 tons of weighing capacity)	
	Compressor (compression capacity 10 m ³ or more)	Select one or more of compressor, crusher, shear and melting furnace
	Crusher (more than 500HP pressurization capacity or more than 5 ton/hr production capacity)	
	Shearing machine (shearing capacity 800HP or higher or processing capacity 15 ton/hr or higher)	
	Melting furnace (more than 5 tons per one melting capacity)

Fig. 1. Aerial Photo of Junkyard in Jeonju

Fig. 1의 야적장의 경우에 폐자동차들이 산적되어 있음에도 불구하고 소방시설이 전무한 실정이다.

Table 3과 같이 야적장에 최소한의 소방시설로서 적용되어야 하며, Table 3에서 ○표시는 해당 소화기의 적용성 여부를 나타낸 것이다(Enforcement rules of The Dangerous Goods Safety Management Act, Attached Table 17, 2020).

국내 폐자동차 자원 순환 관련 규정은 전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률(전자제품등자원순환법) 제25조(폐자동차 재활용 비율의 준수 등) ①항에 재활용비율이 규정되고, ③항에 폐자동차의 처리 비용과 폐자동차의 파쇄잔재물 재활용 비용이 폐자동차의 가격을 초과할 때는 자동차해체재활용업자·파쇄재활용업자·파쇄잔재물재활용업자 등과 계약을 통해 자동차의 폐차를 요청한 자로부터 무상으로 회수하여 재활용하여야 한다고 규정하고 있다. 하지만 무상회수로 인해 폐차장이 적자인 경우 보상 방법에 대한 구체적인 방법이 없어 같은 법률 제15조(전기·전자제품 재활용의무생산자의 회수·인계·재활용의무) 폐전기·폐전자제품의 회수 및 인계·재활용에 소요되는 제반 비용은 전기·전자제품 재활용의무생산자가 부담한다는 규정과 달리 자동차 제조·수입업자는 폐자동차의 재활용에 대한 책임 없이 방관자로 있을 수 있는 단서를 제공하고 있다(Act on Resource Circulation

of Electric/Electronic Products and Vehicles, 2020).

2.2 폐차공정에서 문제

잠재 오염성 물질에 대한 비용을 배출자(처리업체)가 전적으로 부담해야 하지만 최근 자원가격의 하락과 인건비 상승 등으로 경제 상황이 악화되어 이윤이 줄어 이러한 잠재 오염성 물질의 철저한 처리가 쉽지 않다. 그래서 처리업체 대부분을 차지하는 영세업체에서는 경비를 줄이기 위해 인력을 줄이고, 부품의 해체 시간을 줄이기 위해 공구보다는 산소 토치를 이용한 분리 및 절단 작업을 주로 하며, 연료 및 오일 등 액상류 수거를 위한 별도의 공구나 시스템 설치를 하지 않아 해체작업 중 사고나 화재의 위험요소를 방지하는 것보다 차량 1대당 해체 비용을 최소화하기 위한 노력만 하는 문제점이 발생하고 이는 폐차 작업 중 부주의한 이유로 화재가 발생하는 악순환을 계속하고 있다.

2.3 기존연구 동향

기존연구 또한 많은 연구가 진행되지 못함을 알 수가 있었다.

환경친화적이며 경제적 이익 창출이 가능한 해체부품 관리 시스템 구축 및 자원화 기술의 연계가 요구되지만, 국내 중고 부품 시장은 낮은 소비자 인식도, 품질보증체계의 부재, 중고 부품의 원스톱 제고 검색시스템 부재 등을 극복하기 위한 폐자동차 중고부품의 인증·보증체계 구축과 부품에 대한 합리적인 유통체계 방안을 마련하고자 하였다(ME, 2013b).

폐차장 수의 증가로 인해 업체 규모가 영세화되고 폐차처리량의 감소로 수익구조가 악화되어 비용 절감을 위해 공정을 단순화하고 폐기물의 적절한 처리가 되지 않아 막대한 경제적 손실을 줄이기 위한 폐자동차 자원 순환 체계 선진화 제도개선 방안을 마련하고자 하였다(ME, 2013a).

폐자동차 중량 대비 95% 재활용 비율 목표 달성을 위해 내부 플라스틱류의 재활용성을 분석하고, 효율적인 재활용 비율 제고를 위한 플라스틱류 부품 재활용 제고 방안을 제시하였다(NIER, 2010).

Table 3. Fire Extinguishing Equipment under the Dangerous Goods Safety Management Act

Classification of fire extinguishing equipment			Classification of targets (Class 4 dangerous goods)
Large and small manual fire extinguishers	Stick water Fire Extinguisher		
	Misty water fire extinguisher		○
	Stick loaded stream extinguisher		○
	Misty loaded stream extinguisher		○
	Foam Fire Extinguisher		○
	carbon dioxide Fire Extinguisher		○
	Halogen compounds Fire Extinguisher		○
	powder Fire Extinguisher	Phosphates Fire Extinguisher	○
		Hydrogen carbonate Fire Extinguisher	○
		Anything else

Fig. 2. Gyeonggi-do Standard Junkyard, Vehicle Registration, Scrapped Vehicle, Fire

폐자동차 자원 재활용으로 인한 경제적 가치는 연간 약 5,000억 원에 이를 것으로 예상되고, 특히 2010년 자동차관리법 개정으로 ‘폐차’에서 ‘해체·재활용’으로 중심축이 이동하였으며 이러한 수명을 다한 자동차가 자원으로 재탄생하기 위해서는 폐차장에서 부품, 원료 물질별로 일일이 해체하는 작업을 거쳐야 한다(Oh et al., 2011).

자동차의 폐차처리 과정에서 필연적으로 잠재자원성과 잠재 오염성 재생자원이 발생한다. 잠재 자원성 재생자원은 판매하여 수익이 창출되지만, 잠재 오염성 물질에 대한 처리는 비용을 지급하고 지정 업체를 통해서 해야 하는 실정으로 한국은 잠재 오염성 물질 처리 비용을 배출자(처리업체)가 부담하지만, 일본은 생산자 책임하에 폐차처리 및 오염물질이 적정 처리되고, 대만은 생산자의 보조금에 의하여 배출자(처리업체)의 책임하에 오염물질이 처리되고 있다(Oh et al., 2012).

2.4 폐차장의 화재 발생 건수 및 폐차장 수

경기도 최근 5년간 화재 25건 발생, 부주의 11건(44%), 전기적 5건(20%), 기계적 3건(12%)으로 부주의 11건 중에서 용접·용단 10건, 담배꽂초 1건이 발생하여 부주의로 발생하는 폐차장 화재는 대부분 용접이나 용단 작업으로 인한 화재가 발생하고 있으므로 이에 대한 대책 수립이 요구되고 있다.

Fig. 2는 경기도의 최근 5개년도 전체 화재 발생 건수, 차량 등록 대수, 폐차장 수와 폐차장에서 화재 발생 건수를 나타낸 것이며, Fig. 2에 보듯이 폐차장 수와 전체 통계가 점점 증가하는 추세이다(KADRA, 2019; National Fire Agency, 2020).

3. 폐차장 피해사례

3.1 산소 절단 작업 중 화재 사례

3.1.1 고양시 폐차장 화재

Fig. 3은 경기 고양시 소재의 폐차장에서 외국인 노동자가 차량의 프레임 절단 작업 중 화재가 발생하였다.

Fig. 3. Stockyard in a Junkyard

Fig. 4. Ignition while Cutting around the Gas Fuel Tank in a Junkyard

초기 화재 발생 시 화재진압을 시도하였으나, 초기 진압에 실패하여 야적장의 차량으로 확산하였다.

3.1.2 용인시 폐차장 화재

Fig. 5는 용인시 처인구 소재의 폐차장에서 산소 토치로 차체 절단 작업 중 가스 차량 연료탱크에서 누출된 가스에 착화되어 작업자 3명이 화상으로 병원 후송되고, 주변으로 확산한 화재 사건으로 분리된 가스통 옆에서 절단 작업 중 발화한 화재 사고이다.

3.2 연료(가스)통 제거 작업 중 화재 사례

3.2.1 용인시 폐차장 화재 사고

Fig. 5는 용인시 소재의 폐차장의 작업장 내에서 차량용 LPG 가스통의 가스제거 작업 과정에서 발생한 스파크가 가스에 착화되어 주변으로 확산하여 소훼된 화재 사건이다.

Fig. 5. Ignition Site during Degassing Work in a Junkyard

Fig. 7. Floor Contamination during Liquid Flow Operation

Fig. 6. Ignition Scene while Moving Fuel in a Junkyard

3.2.2 화성시 폐차장 화재 사고

화성시 소재의 폐차장에서 폐차량의 유류 탱크에서 용기로 연료 이동 중에 연료에 착화되어 화염 확산하여 전소되었다.

Fig. 6은 화성시 폐차장에서 발생한 사고의 모습이다.

4. 폐차공정의 화재 위험성

4.1 폐차과정

일부 폐차장에서는 8개의 이송식 해체공정 설비를 갖추고 처리를 하고 있지만, 중고부품의 재사용과 철 등 금속의 재활용은 해체 공정상의 이유와 여러 여건 등으로 활성화되지 못하고 실제 대부분의 폐차장에서 해체공정과 작업내용은 Table 4와 같다(Lee et al., 2005).

Table 4. Scrapped Car Work Process

Work process	Process content
Hazardous substances treatment and pre-treatment (liquids recovery and parts recovery)	Separation of parts collected from recycling companies such as airbags, refrigerant gas, cooling water, lubricants and liquids such as oil, batteries, tires, airbags, etc.
Dismantling work	Cutting work using oxygen torch (engine, muffler, suspension, etc.), reusable parts (engine, transmission, alternator, etc.) and fuel tank removal
Compression work	Vehicle transport and compression

4.2 공정별 화재 위험성 분석

4.2.1 액상류 회수 작업

엔진오일, 변속기 오일 등 오일류에 대한 회수 장치는 배기구 개방 후 대기압에 의한 낙하를 통해 용기나 회수 장치 노즐을 통해 별도의 용기나 탱크로 이동되어 일정 시기마다 수거업체에서 회수하는 방식을 사용하고 있지만, 엔진이나 변속기 내부의 잔류 오일까지 완전히 제거하고 수거하기 위해서는 위의 방법으로는 불가능하여 흡입과 가압을 이용한 별도의 연료 및 오일 회수 장치가 필요하지만, 대부분의 폐차장에서는 전자와 같은 대기압에 의한 회수 방법을 사용하고 있어 액상류 회수 장소에 남아있는 연료나 오일과 엔진, 변속기 등 중요부품 내부에 가연성 오일이 남아 작업 도중 발생하는 스파크나 하부해체 작업을 위해 사용하는 산소 토치 불꽃에 의해 착화되어 발화될 수 있는 위험성이 매우 높아진다(Ok et al., 1999).

Fig. 7은 액상류 작업으로 인해 바닥이 오염되어 화재 등의 사고에 노출되어 있음을 보여주고 있다.

4.2.2 중요부품 분리 작업

재사용 또는 재활용 가능한 내장·외장 부품인 배터리, 축매, 타이어, 가스탱크, 발전기, 시트 등을 회수하는 공정에서는 결합이나 부착된 부품을 분리하는 작업은 원형 상태의 유지나 오염의 방지를 위해 내장부품 작업 후 외장부품에

Fig. 8. Important Parts Separation Work

Fig. 9. Separation of the Vehicle Underside and the Fixing Device Using an Oxygen Torch

대한 작업이 사람의 손에 의해 이루어져 화재 발생 위험성은 낮다(NIER, 2010).

엔진 및 변속기와 일부 새시 부품을 분리하는 작업은 체결 부위에 오물이나 기름때 등으로 인해 분리가 원활하지 않을 경우 산소 토치를 이용하여 예열하거나 절단하여 분리하는 경우가 많아 이러한 산소 토치를 이용한 작업 과정에 주변 바닥이나 엔진오일 등 잔류에 산소 토치 불꽃이나 용단된 용적 물에 의해 착화되어 주변 가연물로 확산 하여 발화에 이를 수 있어 작업 방법에 따라 화재 위험성이 아주 높아질 수 있다.

Fig. 8은 중요부품의 분리 공정을 나타낸 것이다.

4.2.3 하부해체 작업

지게차로 차체를 이동하여 세운 후 보통 차량 바닥에 있는 연료탱크를 제거하고 머플러 등 배기장치를 제거한 후 차량을 다시 바로 하고 엔진룸 내부 하네스 등 배선과 냉각수 라인 등을 제거하고 엔진과 변속기를 제거한다(KIPO, 2007).

하지만 이를 제거하는 과정에 결속 장치나 볼트 등이 분리되지 않을 경우, 시간 단축을 위해 산소 토치로 절단하거나 용융하여 제거하고 분리된 차체가 대형버스나 트럭 등 크기가 클 경우 대부분 산소 토치를 이용하여 절단하여

이러한 분리나 절단 작업을 하는 과정에 발생한 불꽃이나 불티가 주변 가연물 특히 연료탱크에서 유출된 잔류연료나 오일에 착화되어 발화될 수 있다.

Fig. 9는 하부해체 작업을 하기 위해 산소 토치를 이용해 작업하는 모습이다.

4.2.4 작업공정 이후

차체에서 분리된 플라스틱 부품이나 카 오디오 등 작은 부품은 실내 창고에 보관되지만 엔진, 변속기 등 크기가 큰 부품도 실내에 보관되는 경우도 있으나, 폐차장 여건에 따라 야외에 적재 보관되는 경우도 많이 발생한다. 이때 엔진오일이나 연료 등이 누출되는 경우가 발생하거나 연료(가스)탱크 내부 연료를 수작업으로 배출하는 과정에 누출된 연료나 가스에 주변 스파크나 작업 중인 산소 토치 불꽃에 착화되어 발화되는 경우가 자주 발생하고 있다.

5. 결 론

폐차장에서 이루어지는 모든 공정과 작업 과정의 화재 발생 위험성을 사전에 제거하고 공정에 대한 안전관리 방안에 제시하고자 수행된 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 도출하였다.

5.1 작업공정의 개선

중요부품 제거작업과 차체 해체작업에 사용되는 산소 토치는 불꽃의 온도가 $1,500^{\circ}\text{C}$ 이상 되고 결합 장치 제거와 절단 작업으로 발생하는 금속 용융물은 최고 $3,500^{\circ}\text{C}$ 이상에 이르고 있어 주변에 엔진오일이나 가연성 물질이 있으면 즉시 착화되어 발화에 이를 수 있으며, 특히 주변에 적재된 폐차 대기 중인 차량은 내부 가연물이 제거되지 않은 상태로 급격한 화염 확산으로 주변 공장이나 시설로 확산할 가능성이 크기 때문에 이를 대체 할 수 있는 공법이나 공정의 개발이 시급하다.

5.2 액상류 누출 방지를 위한 시설 설치

해체작업 후 내부 또는 외부에 보관 중인 연료탱크는 가압식 방법으로 내부 연료를 제거하지 않으며 연료 주입구보다 낮은 면에 있는 연료는 탱크에 남게 된다. 이러한 탱크 내부 연료를 제거하는 작업 중에 탱크 내부 연료의 유증이나 연료에 직접 착화되어 화재가 발생하는 사례가 확인되며 엔진이나 변속기, 대형차의 기어박스 내부 남아 있는 기름의 누유로 인해 산소 토치에 의한 절단이나 용융작업으로 발생한 불티에 착화되는 최초 가연물과 연소 확대된 추가 가연물로 작용하고 있어 가압식 액상류 회수 장치가 반드시 설치되어야 한다.

5.3 제도 및 기준 개선

전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률 제25

조 ③항에서 “폐자동차의 처리·재활용비용”에 대한 명확한 규정이 없어 자동차 생산자와 수입업자에 대한 폐차처리 비용 부담이 이루어지지 않아 폐차장의 영세성으로 인한 시설에 대한 투자나 인력보충이 되지 않고 있어 EU 등과 같이 생산자 또는 소비자에게 처리 비용의 부담이 이루어져야 한다.

화재 예방 차원 및 화재 시 초기진압을 위하여 Table 1 소화기 설치기준에만 해당하고 그 외 소화설비의 설치기준에는 적용되지 않아 설비 설치에 대한 의무가 없는 기준을 개선하여 소화기 외 최소한의 소방시설이 폐차장에 적용되어 화재 발생 이후 신속한 소화가 가능하도록 하여야 한다.

References

- Act on Resource Circulation of Electric/Electronic Products and Vehicles (2020).
- Act on Fire Prevention and Installation, Maintenance, and Safety Control of Firefighting Systems, Attached Table 5 of the Enforcement Decree of the Act on Fire Prevention (2020).
- Enforcement rules of The Dangerous Goods Safety Management Act, Attached Table 17 (2020).
- Korea Auto Dismantlement Recycling Association (KADRA). (2020). *Statistical data*.
- Korean Intellectual Property Office (KIPO). (2007). Registered patent publication (Registration No. 10-0783 923).
- Lee, E., Lee, C., Kim, H., and Yang, S. (2005). Consideration of disassembly system for Korea Junkyard. *Auto Journal*, 27(6), 71-78.
- Ministry of Environment (ME). (2013a). *A study on the*

- development of the system improvement plan for the advanced waste vehicle resource circulation system*.
- Ministry of Environment (MOE). (2013b). *A study on the construction of automobile parts certification and warranty system*.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Decree No. 647, Registration standards for automobile dismantling and recycling business (2020).
- National Fire Agency (2020). *Fire Prevention Statistics*.
- National Institute of Environmental Research (NIER). (2010). *A study on enhancing recycling of plastics end-of-life vehicles*.
- Oh, J.-H., Kim, J.-S., Moon, S.-M., and Min, J.-W. (2011). Recycling system and recycling strategy for end-of-life vehicles in Korea. *J. of Korea Inst. of Resources Recycling*, Vol. 20, No. 20, 2011, 16-29.
- Oh, J.-H., Kim, J.-S., Moon, S.-M., and Min, J.-W. (2012). The comparison with ELV (End-of-Life Vehicles) recycling system between Korea, Japan and Taiwan. *Journal of the Korean Earth Systems Engineering Society*, Vol. 49, No. 1, pp. 91-100.
- Ok, S.-H., Ha, S.-H., Kim, D.-S., Lee, W.-B., and Son, B.-C. (1999). Development of scrapped vehicle dismantling system for waste reduction (liquid flow recovery). *Korean Society of Automotive Engineers Symposium*, 71-83.

Received	February 5, 2021
Revised	February 9, 2021
Accepted	February 15, 2021