

## 건축물 분별해체 제도 활성화를 위한 경제적 효용성 평가

# Economic Feasibility Assessment for the Interior Materials Selective Dismantling System Promotion in Buildings

박지선<sup>1\*</sup> · 장경필<sup>2</sup> · 송태협<sup>3</sup>

Ji-Sun Park<sup>1\*</sup> · Kyung-Pil Jang<sup>2</sup> · Tae-Hyeob Song<sup>3</sup>

(Received September 7, 2023 / Revised September 14, 2023 / Accepted September 15, 2023)

In this study, as a foundational research aimed at promoting the efficient recycling and environmentally friendly disposal of construction waste through the activation of a selective dismantling system, our primary objective was to analyze the economic feasibility of implementing selective dismantling. To achieve this, we conducted an assessment on a 5-story residential building with a construction area of 2,400 m<sup>2</sup> as a case study. When considering the additional cost of dismantling construction ① the reduction in waste disposal costs due to decreased mixed waste, ② and the potential revenue from recycling through the separation and sorting of waste materials, and ③ we were able to comprehensively confirm that there is an expected cost-saving effect totaling 34,727,000 KRW when compared to conventional demolition methods.

**키워드** : 분별해체, 재활용, 건설폐기물

**Keywords** : Interior materials selective dismantling, Recycling, Construction waste

## 1. 서론

우리나라 주거용 건축물의 평균 사용 연한은 22~32년으로 일본의 53년, 미국 72년, 유럽 100년 이상과 비교할 때, 상당히 짧은 사용 수명을 지니고 있다(Song et al. 2012). 따라서 이로 인한 국내 건설폐기물은 해외 선진국과 비교하여 상당히 많이 발생하고 있는 실정이다.

건설폐기물의 배출량 감소를 위해서는 우선적으로 건축물 자체의 장수명화와 건설현장에서 발생한 폐기물을 재활용하는 것이 필요하다. 현재 국내 대부분의 건설현장에서 발생하는 폐기물은 순환골재로 활용되는 건설폐재류를 제외하면, 배출단계에서 서로 다른 성상의 폐기물이 혼재된 혼합폐기물 형태로 배출되어 재활용 효율성이 상당히 낮다. 따라서 배출단계에서부터 동일 성상의 폐기물을 분류하여 배출할 수 있는 여건을 조성하는 것이 중요하다.

이를 위하여 우리나라에서는 건설폐기물의 성상별 배출과, 재

활용 단계에서의 비용 절감 및 양질의 재활용 자원을 확보하기 위하여 건축물 분별해체를 도입하고 있다. 특히, 「건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률」시행령에서는 2021년부터 연면적이 500 m<sup>2</sup> 이상인 건축물의 해체공사를 발주하는 경우에는 의무적으로 분별해체를 실시하도록 규정하고 있다. 그러나 아직까지 건축물 해체 현장에서는 분별해체로 인한 시공 비용의 증대에 대한 우려와 형식적인 기술 시방서로 인한 구체적인 실행 방안의 미흡 등으로 분별해체 제도가 활성화 되고 있지 않은 실정이다.

국내 분별해체 도입 및 활성화를 위한 관련 선행 연구사례를 살펴보면, Lee et al.(2009)은 상가 건축물 대상으로 2개 층에 대하여 각각 일반 해체공사와 분별해체를 실시하고 인력 투입량을 비교하였다. 분석결과 분별해체 시 인력투입량이 일반 해체공사와 비교하여 약 40 % 높게 산출되었으나 분리·선별된 건설폐기물의 재활용 또는 재사용 등에 대한 경제적 효과가 고려된다면 분별해체에 대한 총 비용을 절감시킬 수 있을 것으로 보고하였다. Park

\* Corresponding author E-mail: batsun@kict.re.kr

<sup>1</sup>한국건설기술연구원 건축연구본부 수석연구원 (Department of Building Research, KICT, Kyonggi-do, 10223, Korea)

<sup>2</sup>한국건설기술연구원 건축연구본부 연구원 (Department of Building Research, KICT, Kyonggi-do, 10223, Korea)

<sup>3</sup>한국건설기술연구원 건축연구본부 선임연구위원 (Department of Building Research, KICT, Kyonggi-do, 10223, Korea)

et al.(2013)등은 현장의 여건과 시공 난이도에 따라 연면적과 용도 별로 구분하여 분별해체 적용 대상 건축물 범위를 단계별로 설정하여 제안한 바 있다. 아울러, Kim et al.(2014)은 공동주택을 대상으로 분별해체 시험시공을 실시하여 도면으로부터 분석한 사전 폐기물 발생량과 실제 발생량을 비교하여, 발생 폐기물의 체적 및 중량환산계수 등을 산정하고, 이를 활용한 건설폐기물 운반비 및 처리비 산정에 활용하기를 제안한 바 있다.

다만, 이러한 선행연구는 분별해체 시공, 폐기물 발생량 등 분별해체 시공에서의 각 단계별 부분적인 기술검토 연구로, 건축물의 분별해체 시공-폐기물 처리-재활용 비용 등의 분별해체에서부터 폐기물 처리의 전과정에 대한 경제적인 효용성 분석은 결여되어 있다. 따라서 이 연구에서는 건설폐기물의 효율적인 재활용과 친환경 적정 처리를 위하여 도입한 분별해체 제도의 활성화를 위하여 분별해체 적용을 통한 경제적인 효용성을 분석하고자 하였다. 이를 위하여 국내·외 분별해체 제도 도입 현황을 파악하고, 일반 해체공사와 비교하여 분별해체 시공비용, 폐기물 처리 비용 및 재활용 비용 분석을 포함한 분별해체 제도 도입에 따른 종합적인 경제적인 효과를 분석하였다.

## 2. 국내·외 분별해체 제도 도입 현황 분석

### 2.1 국내 분별해체 제도

국내 「건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률」 제6조(배출자 등의 의무)에서는 건설공사를 수행하는 과정에서 발생한 건설폐기물을 성상별·종류별로 분리 배출하고, 제5조(발주자의 의무)에서는 건설폐기물의 분리배출보관처리 및 재활용 등에 필요한 비용을 공사 금액에 계상하도록 규정하고 있다. 또한 동법 시행령 제6조의2(분별해체의 대상)에서는 2021년부터 연면적이 500 m<sup>2</sup> 이상인 건축물의 철거공사를 발주하는 경우에는 의무적으로 분별해체를 실시하도록 규정하고 있다. 그러나 국내 해체현장에서는 분별해체를 위한 구체적인 실행방안이 부족하여 일부의 공공발주 해체공사를 대상으로 분별해체 공사 비용은 계상하고 있으나 실질적으로는 기존의 해체방법을 답습하고 있는 실정이다.

한편, 석면 건축자재를 대상으로 한정된 분별해체 공사는, 인체 유해성에 대한 작업자의 보호를 위해 매우 안정적으로 제도가 이행되고 있다. 해체작업자의 건강보호 및 지정폐기물의 별도 폐기를 위하여 도입되었으며, 「산업안전보건법」 및 동법 시행령·규칙과 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 규정하고 있는 건축물 석면해체공사 법령 및 석면해체 절차를 모식화해서 나타내면 Fig.1

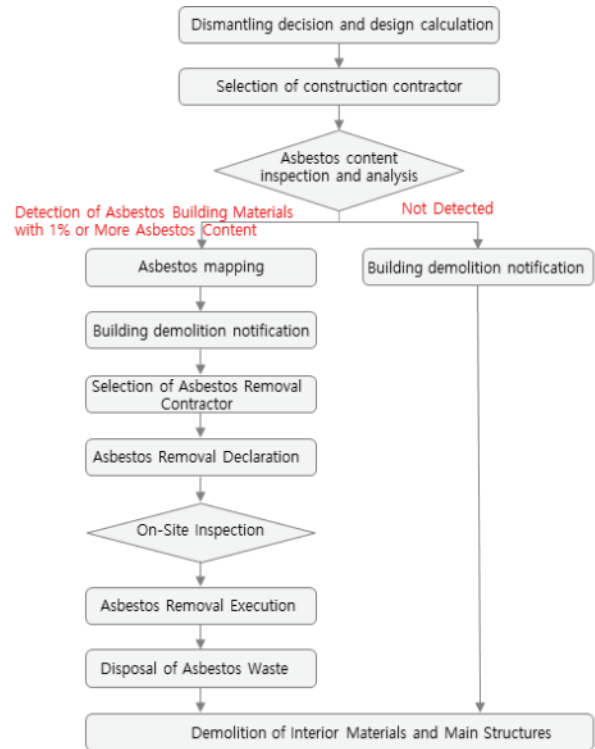


Fig. 1. Procedures for asbestos material removal according to occupational safety and health legislation

과 같다. 법령에 따르면 석면자재 대상 분별해체 공사는 해체업체를 선정한 다음, 석면 함유량을 조사분석하여 석면 함유 1%이상, 해체면적 50 m<sup>2</sup> 이상의 석면해체 시에는 반드시 등록업자가 해체하도록 규정되어 있다.

### 2.2 일본의 분별해체 제도

일본에서는 건설리사이클링법(建設リサイクル法)에서 건축물 분별해체를 이행하도록 규정하고 있다. 분별해체 공사 실시 대상 기준으로는 건축물 해체공사는 바닥면적 80 m<sup>2</sup> 이상, 건축물 신축 및 증축 공사는 500 m<sup>2</sup> 이상, 리모델링 공사는 공사금액이 1억엔 이상, 토목공사를 포함한 기타 구조물에 관한 공사는 공사금액 500만엔 이상으로 규정하고 있다. 즉, 국내 분별해체 제도 보다 분별해체 공사를 실시해야 하는 대상으로 보다 엄격하게 제도화하여 시행하고 있다. 법률에 따른 분별해체 대상 건설폐기물은 폐석면, 폐목재, 폐콘크리트 및 폐벽돌, 폐금속, 폐유리, 폐플라스틱이다. 이중 분별해체 실시로 인한 폐목재의 재활용율은 80%를 상회하여 분별해체 제도 도입에 따른 자원 재활용의 효과를 상당히 확인할 수 있었다(Song et al. 2012). Fig. 2에서는 일본의 분별해체 공사 절차를 정리하여 나타내었다.



Fig. 2. Demolition process for selective demolition in accordance with the Japanese construction recycling law

### 3. 경제적 효용성 분석 및 고찰

#### 3.1 분별해체 대상 폐기물의 효용성 평가

국내 건설폐기물은 관련 법령에 따라 전체 18종으로 구분되고 있다. 이 중에서 건설폐재류, 건설오니, 폐금속류, 혼합건설폐기물, 기타 폐기물을 제외한 나머지 건설폐기물을 대상으로 자원 재활용

을 전제로 한 분별해체 대상 폐기물의 효용성을 평가하였다. 효용성 평가는 총 6개 항목 ① 재활용성 ② 인프라 구축 정도 ③ 해체 시공성 ④ 경제적 이득 ⑤ 환경 영향 ⑥ 시장성에 대하여 관련 전문가 30명을 대상으로 6점 척도 평가를 실시하였다. 단, 평가항목은 독립 요소로 판단하여 폐기물 대상 평가항목별로 중요도 지수는 별도로 산정하지 않았다.

Table 1. Assessment scale for the recycling effectiveness of construction waste from dismantling

Item	Score	Evaluation criteria	Item	Score	Evaluation criteria
Recyclability	6	The quality and price of recycled products are superior to natural materials	Economic benefit	6	Products with equal or superior quality and price compared to alternative materials.
	5	The quality and price of recycled products are equal to natural materials		5	Lower-priced but lower-quality products compared to alternative materials, with no significant impact on the final product's quality.
	4	The quality of recycled products is equal to the price, but the quality is lower		4	Lower-priced and lower-quality products compared to alternative materials, with minimal impact on the final product's quality (within quality control limits).
	3	Quality and price are low, but with incentives, they become generally usable		3	Higher-priced but lower-quality products compared to alternative materials, with minimal impact on the final product's quality (within quality control limits).
	2	Even with incentives, usage remains limited.		2	Higher-priced and lower-quality products compared to alternative materials, with noticeable impact on the final product's quality (quality degradation).
	1	Recycling is possible but not necessary		1	Higher-priced and lower-quality products compared to alternative materials, with significant impact on the final product's quality (quality degradation).
Recycle process infra	6	The construction of the 5 elements - dismantling, transportation, processing, production, and sales - is complete	Environment impact	6	Designated waste requiring separate dismantling and management.
	5	Improvement is needed in one of the 5 elements		5	Hazardous waste requiring separate dismantling and management (environmentally friendly disposal).
	4	Improvement is needed in two of the 5 elements		4	Waste requiring restrictions on incineration and landfill due to separate dismantling and management (environmental conservation).
	3	Improvement is needed in three of the 5 elements		3	Waste classified as foreign material when mixed with substances of the same nature (waste tiles in recycled aggregates).
	2	Improvement is needed in four of the 5 elements		2	Substances causing long-term environmental harm, despite short-term impacts.
	1	Improvement is needed in all five of the 5 elements		1	No adverse environmental impact in both the short and long term
Dismantle Workability	6	Dismantling possible while preserving the original condition by regular workers	Market ability	6	A material or resource essential for industrial and societal activities, uniquely capable of substituting natural resources without causing harm, and the sole replacement for such resources
	5	Preservation of the original condition possible using special tools		5	A material or resource essential for industrial and societal activities, capable of substituting natural resources without causing harm, and one among the available alternatives for replacing natural resources
	4	Dismantling possible with specialized personnel and tools		4	A material or resource essential for industrial and societal activities, one of several available substitute materials
	3	Products with wet or fixed metal connections but easy to dismantle on-site		3	Waste that is currently unused for any industry but holds potential as a substitute material through future application development
	2	Heavy or potentially hazardous material exposure for workers during dismantling, with high foreign material content		2	A raw material available for use with incentives, considering environmental factors and other conditions
	1	Materials posing risks to workers during on-site dismantling		1	A product with no current purpose in recycling, with limited prospects for future use

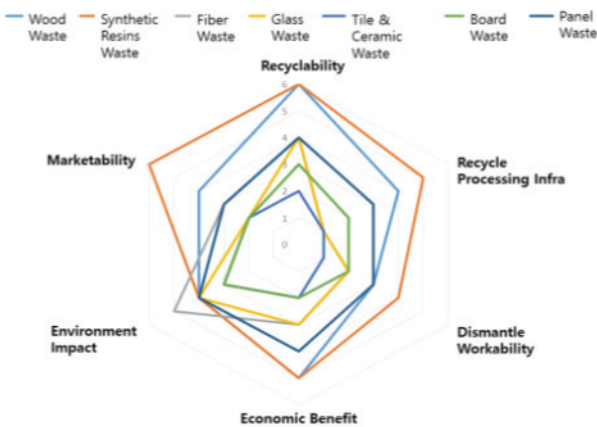


Fig. 3. Results of the recycling effectiveness assessment

Table 10에 평가 항목별 점수부여 기준을 나타낸 것이며, Fig. 3에 평가결과를 종합 정리하여 그래프로 나타내었다. 평가결과에서 나타낸 바와 같이 폐합성수지가 자원 재활용의 효용성을 기준으로 6가지 항목에서 모두 고르게 높은 점수를 부여받아 재활용을 전제로 효용성이 가장 높은 것으로 평가받았다. 폐합성수지는 해체-가공-재활용품 생산 체계가 이미 구축되어 있고, 건식 부착방법으로 해체 시공이 용이한 것으로 평가되었다. 뿐만 아니라 해체 또는 가공 후 유가성 판매가 원활하다는 점에서 상대적으로 높은 점수를 부여받았다. 다음으로는 폐목재가 효용성이 높은 것으로 평가되었으며, 폐판넬, 폐섬유, 폐유리, 폐보드, 폐타일 및 도자기류 순으로 재활용 효용성이 있음을 평가받았다. 따라서 국내 분별해체 제도의 실행이 미흡한 현장 실정과 분별해체 폐기물에 대한 재활용 기술 및 시장 현황을 고려할 때, 제도 도입 초기에는 우선적으로 폐합성수지와 폐목재에 대한 분별해체에 주안점을 두는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

### 3.2 분별해체 공사의 경제성 평가

분별해체 공사를 실시함으로써 얻을 수 있는 경제적 이득을 정량적으로 산출하기 위하여 해체부터 폐기물 재활용 단계에서 발생하는 비용을 분석하여 일반 해체공사 시 발생하는 비용과 비교·분석하였다.

일반 해체공사와 분별해체 공사 비용의 비교를 위하여 가정한 공사현장의 규모는 5층 높이의 공동주택 1동을 대상으로 공사면적은 2,400 m<sup>2</sup>로 하였다. 따라서 이 면적을 적용하여 ① 해체공사 시공비용 ② 발생 폐기물 처리 비용 ③ 발생폐기물을 활용한 재활용으로부터 얻을 수 있는 수익을 일반 해체공사시 발생하는 비용과 분석하여 비교하였다.

#### 3.2.1 시공비용 분석

분별해체 공사는 일반 해체공사와 비교하여 해체공사 시 내장재 해체를 위한 추가 공정이 발생한다. 즉, 구조체에 대한 해체공정에 앞서 창호류, 천장재, 바닥재, 칸막이 벽체 부위에서의 성상별 분리가 가능한 폐기물을 분별해체 해야 한다. 아울러 현장에서 반출하는 폐기물 또한 폐합성수지와 폐목재와 같이 재활용 효용성이 높은 폐기물을 대상으로 별도 분리반출해야 한다.

따라서 분별해체 공사로 인한 시공비용은 전체 해체공정을 대상으로 하지 않고 내장재를 대상으로 한 해체공정 부분만을 고려하여 비교하였다. 즉, 기존은 일반 해체공사와 공통적으로 적용되는 부분은 제외하고 내장재 해체공정에서 기존의 일반 해체공정에 산입되는 품셈과 분별해체로 공정으로 인하여 산입되는 품셈을 비교·분석하였다. 이때 추가된 공정을 정리하면 Table 2에 나타낸 바와 같다. 분별해체 공정은 전체 건설폐기물을 대상으로 하기 보다는 재활용 효용성 평가로부터 분리선별 효과가 큰 자재를 우선적으로 선별하고 배출하는 것으로 가정하여 산정하였다. 즉, 일반 해체공사의 공정과 비교하여 천장에서는 텍스, 합판의 해체비

Table 2. Comparison of general demolition and selective demolition processes

Process	General demolition	Selective demolition
Interior material demolition	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposal of household waste</li> <li>Preliminary demolition of non-hazardous waste</li> <li>Preliminary demolition of asbestos building materials</li> <li>Preliminary demolition of easily detachable building materials (wood and synthetic resins)</li> <li>No demolition of fixed building materials</li> <li>On-site destruction and comprehensive treatment of materials such as glass</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposal of household waste</li> <li>Preliminary demolition of non-hazardous waste</li> <li>Preliminary demolition of asbestos building materials</li> <li>Selective demolition of waste that can be separated by physical state (window frames, ceiling materials, flooring, partitions)</li> <li>Separate collection and sorting of waste glass after destruction</li> <li>Concrete adhesive materials such as wallpaper are not separately sorted and dismantled</li> </ul>
Structural demolition	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dismantling by the same cutting or crushing method as interior materials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dismantling by the same cutting or crushing method as interior materials</li> </ul>
Waste disposal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction debris</li> <li>Waste for incineration</li> <li>Cost estimation for export of mixed construction debris</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waste concrete (including bricks and blocks)</li> <li>Waste asphalt concrete</li> <li>Waste synthetic resins, waste wood</li> <li>Waste for incineration</li> <li>Application to mixed construction debris</li> </ul>

Table 3. Dismantling production rate (unit: worker/m<sup>2</sup>)

Components		Worker			
		Carpenter	Roofer	Mason	Laborer
Roof	Roof tile	-	0.01	-	0.02
	Roof frame	0.04	-	-	0.02
	Masonry	-	-	0.02	0.02
Ceiling	Rafter	0.05	-	-	0.025
	Texture, plywood	0.015	-	-	0.03
	Mortar, plaster	-	-	-	0.12
Walls	Woodwork, partition	0.06	-	-	0.03
	Texture, plywood	0.01	-	-	0.02
	Wainscoting	-	-	-	0.03
	Plastered wall	-	-	-	0.04
	Tile removal	-	-	-	0.20
	Wallpaper stripping	-	-	-	0.01
Floor and attic	Floor joists and floorboards	0.20	-	-	0.10
	Mortar mixing	-	-	-	0.12
	Linoleum	-	-	-	0.03
	Tile removal	-	-	-	0.20
Sum		0.375	0.01	0.02	1.015

용을 추가하였고, 벽체에서는 목조 칸막이 텍스, 합판 해체비용을 추가하였다. 또한 창호재 및 개구부에서의 문틀 및 창호 분리에 따른 공사비용을 추가하였다. 다만, 기존의 해체공사에도 적용되고 있는 석면건축자재 해체비용은 제외하였다. 이러한 조건을 반영하여 내장재 해체공사에 한하여 일반 해체공사 및 분별해체 공사의 표준품셈을 정리하여 나타내면 Table 3, 4에 나타난 바와 같다. 단, Table 4에서 분별해체 공정 작업에 대한 표준품셈에 제시되지 않은 인력품에 대해서는 Song and Seong(2017)을 참조하였다.

5층 높이의 공동주택 1동을 대상으로 산출한 공사면적 2,400 m<sup>2</sup>에 표준품셈을 활용하여 분별해체 공사비와 일반 해체공사의 공사비를 각각 산정하여 비교하면 Table 5와 같다. 일반 해체공사 비용은 635,161천원, 분별해체 공사 비용은 702,683천원으로 산정되었다. 따라서 분별해체 공사를 실시하면 일반 해체공사와 비교하여

Table 4. Selective dismantling production rate for residential buildings (unit: worker/m<sup>2</sup>)

Components		Worker			
		Carpenter	Roofer	Mason	Laborer
Roof	Roof tile	-	0.01	-	0.02
	Roof frame	-	-	-	0.02
	Masonry	-	-	0.02	0.02
Ceiling	Rafter	0.050	-	-	0.025
	Texture, plywood	0.050	-	-	0.030
	Mortar, plaster	-	-	-	-
Walls	Woodwork, partition	0.050	-	-	0.030
	Texture, plywood	0.025	-	-	0.020
	Wainscoting	-	-	-	0.03
	Plastered wall	-	-	-	0.04
	Tile removal	-	-	-	0.20
	Wallpaper stripping	-	-	-	0.010
Floor and attic	Floor	0.100	-	-	0.100
	Mortar mixing	-	-	-	0.12
	Linoleum	-	-	-	0.030
	Tile removal	-	-	-	0.020
Door frames & window frames	Glass removal	0.020	-	-	0.050
	Window frame separation	0.050	-	-	0.025
	Door frame separation	0.020	-	-	0.050
Segreg -ated storage	Demolition waste sorting and disposal	0.100	-	-	0.200
Sum		0.465			1.04

약 11 %인, 67,522천원의 비용 상승을 확인할 수 있었다. 비록 분별해체 공정에서 전동 공구 등을 사용하여도 아직까지 현장 기술력으로는 인력에 의존한 해체 작업이 대부분이기 때문에 인력품의 증가에 의한 시공비용의 상승이 당연하게 수반됨을 확인할 수 있었다.

Table 5. Comparison of construction costs between conventional demolition and selective demolition

Item	Construction area (m <sup>2</sup> )	Conventional demolition			Selective demolition		
		Total workers	Labor cost per unit (1,000 won/m <sup>2</sup> )	Cost (1,000 won)	Total workers	Labor cost per unit (1,000 won/m <sup>2</sup> )	Cost (1,000 won)
Carpenter	2400	900	267.639	240,875	1116	267.639	298,685
Laborer		2436	161.858	394,286	2496	161.858	403,998
Sum	-	-	-	635,161	-	-	702,683

Table 6. Construction waste generation per unit (unit: ton/m<sup>2</sup>, Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2023))

Classification		Concrete waste	Metal scrap	Boards scrap	Wood waste	Synthetic resin waste	Mixed waste	Sum	
Construction	Residential	Single-family house	0.03200	-	0.00051	0.00300	0.00174	0.00653	0.04378
		Apartment	0.03561	-	0.00066	0.00416	0.00233	0.00874	0.05150
	Non residential	Reinforced concrete	0.04888	-	0.00117	0.00141	0.00445	0.00664	0.06255
		Steel structure	0.02920	-	0.00117	0.00071	0.00167	0.00353	0.03628
		Steel reinforced concrete	0.04087	-	0.00117	0.00128	0.00167	0.00418	0.04917
Demolition	Residential	Single-family house	1.3321	0.0010	-	0.09680	0.02630	0.2030	1.6792
		Apartment	1.4770	0.0655	-	0.01500	0.02610	0.1637	1.7993
	Non residential	Reinforced concrete	1.4028	0.0730	-	0.06380	0.02150	0.1348	1.6959
		Steel structure	0.9167	0.0550	-	0.01940	0.02610	0.1348	1.1624
		Steel reinforced concrete	1.5861	0.1220	-	0.00180	0.02450	0.1452	1.8796

Table 7. Cost per waste treatment posted on Korea construction researches association website (unit: won/ton)

Disposal location	Product name	Applicability	Applicable rate
Road, bridge	Concrete waste	Clean waste concrete generated during the demolition of concrete and civil structures without contaminants	27,756
Parapet removal construction	Asphalt concrete waste	Pure recycled asphalt concrete without contaminants generated from paved roads	29,709
Reconstruction and redevelopment project (Demolition and dismantling work for houses, apartments, etc.)	Construction waste	A condition in which combustible waste has been removed, and non-metallic minerals suitable for recycling, such as waste concrete and waste asphalt, are partially included, with non-metallic waste materials like waste bricks, waste ceramics, and waste soil being separately or mixed in the discharge	46,374
	Construction debris	Inert waste generated during construction processes such as excavation, foundation work, and underground structure construction, or in the interim processing of construction debris, or at construction site waste transfer stations, with a moisture content of no more than 85 %, allowing for transport and disposal	58,522
	Mixed construction waste	Construction debris with combustible construction waste comprising less than 5 % by weight	67,377
Reconstruction and redevelopment project (Demolition and dismantling work for houses, apartments, etc.)	Mixed construction waste	When combustible construction debris comprises less than 5 % by weight in non-combustible waste (e.g., waste glass, waste tiles, waste ceramics, etc.)	166,193
		When combustible construction debris comprises less than 5 % by weight in other construction debris (e.g., waste boards, waste panels, etc.)	170,279

### 3.2.2 분별해체 폐기물 처리 비용 분석

일반 해체공사와 분별해체 공사를 실시할 때 발생하는 건설폐기물의 처리 비용은, Table 6의 표준품셈 환경관리비에 명시되어 있는 건설폐기물 발생 원단위에, Table 7의 2023년 한국건설자원 협회에서 공시한 폐기물 처리 단가를 적용하여 비교하였다. 비교 산식에서 일반 해체공사와 분별해체 공사에서 발생하는 폐기물의 양은 동일하다고 가정하였다. 다만, 분별해체는 폐목재와 폐합성수지가 해체단계에서부터 분리선별함으로써 가연성폐기물에서의

혼합폐기물 발생량을 현저하게 낮출 수 있기 때문에 혼합폐기물 처리단가를 67,677톤/원으로 적용하였고 일반 해체현장에서는 폐목재와 폐합성수지 모두 건설폐자류와 혼합된 상태로 배출되기 때문에 기존의 폐기물처리비 산정과 동일한 방식으로 166,193톤/원을 적용하여 산출하였다. 산출결과는 Table 8, 9에 나타난 바와 같다. 5층 높이의 공동주택 1동을 대상으로 산출한 공사면적 2,400 m<sup>2</sup>에 일반 해체공사를 실시할 경우에는 234,010천원의 폐기물 처리비가 필요하며, 분별해체 공사에서는 약 17 %인 38,823천원이

감소한 195,187천원의 폐기물 처리비가 산정되었다. 분별해체로 인하여 배출단계에서부터 가연성 폐목재와 폐합성수지를 성상별로 분리함으로써 혼합폐기물 처리 비용에서 상당히 줄일 수 있음을 확인할 수 있었다.

### 3.2.3 분별해체 폐기물 재활용 수익 분석

분별해체 폐기물 재활용 수익은 폐목재와 폐합성수지 재활용에 의한 수익으로 산출하였다. 여기서, 일반 해체공사와 분별해체 공사 양자에서 공통적으로 발생하는 순환골재 판매 수익은 제외하였다. 즉, Table 8과 9의 폐기물 발생 예상량에서 나타난 바와 같이 분별해체 공사는 구조체 해체공사 사전에 건축물의 내장재를 대상으로 분리선별하는 공정이기 때문에 구조체 해체 시 발생하는 폐콘크리트의 양은 동일하다고 판단되므로 재활용 수익 산출에서는 폐목재와 폐합성수지를 재활용하여 판매 하였을 때 발생하는 수익성의 변화를 비교하였다.

폐목재는 재활용품으로 활용가능성이 높은 목재 합판(0.9×1.8×0.01 m)으로 판매하였을 때의 예상되는 수익으로 산출하였다. 이 때 목재 합판의 밀도는 0.9로 가정하였다. 공사면적 2,400 m<sup>2</sup>에서 발생하는 폐목재의 량은 36톤으로 이를 목재 합판 제품으로 생산한다면 2,469장이 생산가능하다. 여기에 물가정보의 대량 판매가격을 4,000원/장을 적용하면 9,876천원의 수익 발생이 가능하다.

폐합성수지도 동일한 방식으로 재활용품의 수익을 산정하였다. 공사면적은 2,400 m<sup>2</sup>에서 발생하는 폐합성수지의 량은 63톤으로

산출되었다. 이를 합성수지제품의 생산 원재료인 그래놀의 물가정보에서 공시한 가격을 적용하면 850천원/톤이므로 재활용으로 인한 53,550천원의 수익을 얻을 수 있다.

따라서 분별해체 공사를 통한 재활용 수익은 폐목재와 폐합성수지에 대하여 총 63,426천원으로 산출할 수 있다.

분별해체 공사의 경제적 효과분석을 위하여 해체 공사면적 2,400 m<sup>2</sup>를 대상으로 ① 해체공사 시공비용 ② 발생 폐기물 처리비용 ③ 발생폐기물을 활용한 재활용으로부터 얻을 수 있는 수익을 종합적으로 검토하면 Fig. 4에 나타난 바와 같다. 해체 시공비는 67,522천원 증가하였고 폐기물 처리 비용 38,823천원 감소하였으며, 재활용으로 인한 폐기물 처리 비용은 63,426천원의 이익을 얻을 수 있으므로, 결과적으로 34,727천원의 비용 절감 효과가 예상됨을 확인할 수 있었다.

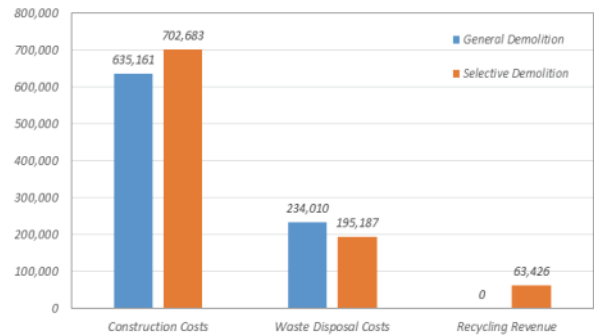


Fig. 4. Economic analysis results of general demolition and selective demolition projects

Table 8. Cost analysis of general demolition waste disposal

Item	Construction area (m <sup>2</sup> )	Generation unit (ton/m <sup>2</sup> )	Total waste generation		Conventional demolition		
			Quantity (ton)	Ratio (%)	Unit price (1,000 won/ton)	Cost (1,000 won)	Ratio (%)
Concrete waste	2,400	1.4770	3,545	88	46.374	164,387	70
Wood waste		0.0150	36	1	35.000	1,260	1
Synthetic resin waste		0.0261	63	2	49.000	3,069	1
Mixed waste		0.1637	393	10	166.193	65,294	28
Sum	-	1.6818	4,036	100	-	234,010	100

Table 9. Cost analysis of selective demolition waste disposal

Item	Construction area (m <sup>2</sup> )	Generation unit (ton/m <sup>2</sup> )	Total waste generation		Conventional demolition		
			Quantity (ton)	Ratio (%)	Unit price (1,000 won/ton)	Cost (1,000 won)	Ratio (%)
Concrete waste	2,400	1.4770	3,545	88	46.374	164,387	84
Wood waste		0.0150	36	1	35.000	1,260	1
Synthetic resin waste		0.0261	63	2	49.000	3,069	2
Mixed waste		0.1637	393	10	67.377	26,471	14
Sum	-	1.6818	4,036	100	-	195,187	100



## 4. 결론

국내 건축물 해체현장에서 분별해체 제도의 활성화를 위한 기초적인 연구의 일환으로 경제적인 효용성을 분석하였다. 이를 위하여 ① 해체공사 시공비용 ② 발생 폐기물 처리 비용 ③ 발생폐기물을 활용한 재활용으로부터 얻을 수 있는 수익을 종합적으로 검토하였으며 결과를 다음과 같다.

1. 건축물 해체현장에서 발생하는 폐기물 성상에 대하여 6점 척도법을 이용하여 재활용 효용성을 평가한 결과 폐합성수지, 폐목재가 상당히 높게 나타났다. 이를 근거로 분별해체 제도 도입 초기에는 폐합성수지와 폐목재를 대상으로 분별해체를 중점적으로 수행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
2. 해체공사 면적 2,400 m<sup>2</sup>를 대상으로 일반 해체공사와 분별해체 공사를 실시하였을 경우 ① 해체공사 시공비용 ② 발생 폐기물 처리 비용 ③ 발생폐기물을 활용한 재활용으로부터 얻을 수 있는 수익을 비교·분석하였다. 그 결과 5층 높이 공동주택 1동의 해체면적 2,400 m<sup>2</sup>를 대상으로 분별해체 공사를 실시할 경우, 해체비용은 67,522천원이 증가하였고, 폐기물 처리 비용은 38,823원 절감하였으며, 재활용 자원을 활용하여 재활용 제품을 생산할 경우, 63,426천원의 경제적 이익이 발생하여 총34,727천원의 비용 절감 효과를 확인할 수 있었다.

## Conflict of interest

None.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통과학기술진흥원 건축물 안전해체 계획 및 시공 기술 개발(과제코드: RS-2023-00246154) 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

## References

- Kim, H.J., Kang, I.S., Kim, C.H. (2014). A comparative analysis on generated construction waste quantities in a case study for deconstruction of an apartment, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, **15(6)**, 63–70 [in Korean].
- Lee, J.C., Yoon, S.H., Lee, S.H., Song, T.H. (2009). A comparative analysis between separating dismantlement and usual dismantlement of the building interior, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, **25(8)**, 135–142 [in Korean].
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2023). 2023 Construction Project Standard Production Unit System, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Sejong, 28–29.
- Park, J.S., Song, T.H., Choi, D.H. (2013). Applicable building range for the introduction of the building separation and dismantling system, *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, **1(3)**, 189–196 [in Korean].
- Song, T.H., Lee S.H., Park, J.S., Kim, Y.H., Baek, D.H. (2012). A Study on the Introduction of Building Dismantlement, Minister of Environment, Korea [in Korean].
- Song, T.H., Seong, J.U. (2017). Comparison of the construction waste generated by the project and the estimation of the waste generation unit, *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, **5(4)**, 427–434 [in Korean].

### 건축물 분별해체 제도 활성화를 위한 경제적 효용성 평가

이 연구에서는 건설폐기물의 효율적인 재활용과 친환경 적정 처리를 위한 분별해체 제도의 활성화를 위한 기초연구로써, 우선적으로 분별해체 적용을 통한 경제적인 효용성을 분석하고자 하였다. 이를 위하여 5층 높이의 공동주택 1동의 공사면적 2,400 m<sup>2</sup>를 대상으로 분별해체 공사를 실시할 경우, ① 해체공사 시공비용의 증가액, 혼합폐기물의 감소로 인한 ② 발생 폐기물 처리 비용 절감액, 분리·선별한 폐기물을 활용한 ③ 재활용으로부터 얻을 수 있는 수익을 종합적으로 검토하였을 때, 일반 해체공사와 비교하여 총 34,727천원의 비용 절감 효과가 예상됨을 확인할 수 있었다.