국내 건설 폐기물 활용 현황 및 활성화에 관한 연구

A Study on the Method Applying Construction Wastes of Construction in Korea

장 재 명* 최 희 복** 강 경 인***
Jang, Jae-Moung Choi, Hee-Bok Kang, Kyung-In

Abstract

Recently, the amount of the construction and demolition wastes has rapidly increased due to increasing construction projects. In the past, most of the construction and demolition wastes were buried in the ground of thrown away. Illegally, without any treatment, so various harmful environmental pollution problems were occurred. In this study, the domestic data on the amount of the construction and demolition wastes and the disposal methods were collection and analysed.

Specially, the recycling and management systems of the construction and asphalt concrete wastes were studied. A new technology and necessary policy for recycling were suggested.

In general, the industrial wastes were produced in the particular place, and the amount and the characteristics of the wastes able to be estimated by the studies on the treatment technology. And the investment of the facilities for the industrial wastes have been made continuously. But little attention has been relatively given to the treatment technology.

And system for the construction and demolition wastes for the political support and facilitation on the proper treatment and the recycling, the necessary of information exchange system and the manifest system for treatment of waste on commission were recommended, and also devised methods to develope and support the recycling industry.

In the future, the subject of study is going to carry out analysis of economic and market in making products.

키워드 : 건설폐기물, 재활용
Keywords : Construction wastes, Recycle

1. 서 론

1.1 연구의 배경과 목적

건설폐기물은 토목공사, 건축공사와 이들 구조물의 해체공사에서 배출되는 부산물을 총칭하는 것으로 건설잔토, 폐 콘크리트, 폐 아스팔트 콘크리트, 폐목재, 건설 오니 폐플라스틱, 금속류, 유리 및 도기류 등을 포함한다.

국내 건설 폐재류의 발생량은[1)2)] 1997년 42,320톤/일로서 사업상 일반폐기물의 약 30%를 차지하는 막대한 양으로서 이러한 건설폐기물은 인구가 밀집된 도시와 그 주변지역에서 주로 발생되기 때문에 매립장 또는 중간처리장까지의 원거리 운송이 불가피한 실정이어서 매립장 또는 중간처리장에 적절하게 반입 또는 처리되어야 할 건설폐기물이 주변 야산이나 인적이 드문, 외진 곳에 불법적으로 투기되어 심각한 사회문제를 야기 시키고 있다.

일본[3)]은 1991년 건설성, 운수성, 환경성 등 7개성이 함께 건설폐기물의 재활용을 추진하고 있으며, 독일도 재활용 증가를 위하여 시공자, 건설업자, 관청 등에서 해체 및 건설 공사가 체계적으로 연계되도록 하여 유해폐기물의 감량화를 추진하고 있다. 그리고 영국[4)]은 매년 2,000만톤 이상의 건설폐재가 발생되며 그 중 폐 콘크리트가 50~55%, 폐 벽돌이 30~40%나 되지만, 이중 대부분이 재생골재로 재활용되고 있으며 천연골재의 고갈, 자원 및 에너지 절약의 중요성이 인식되어 이에 대한 연구보고가 활발히 이루어지고 있고, 사용 규준안(BS 1047, BC 6543)이 작성되어 실용화되고 있다.

이와 같이, 선진국에서는 건설폐기물의 적정처리 및 재활용의 기반기술을 개발하고 관련 법규 및 가이드라인을 정비·운영해 온 반면에 우리나라는 재활용의 필요성과 사회인식이 낮아 이에 대한 대비가 없었다.

이에 본 연구에서는 건설폐기물의 분류와 발생현황 및 처리실태에 대한 기초 자료를 수집·정리하고 건설폐기물 중 폐 콘크리트 및 폐 아스팔트 콘크리트 재활용에 있어서 문제점 및 장애요인을 분석한 후 효율적인 재활용 기술방안의 모색과 이에 필요한 정책안을 제시하여 폐기물의 재활용을 위한 합리적, 환경친화적 현장관리에 관해 모색하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 건설폐기물 중 폐 콘크리트 및 폐 아스팔트 콘크리트의 재활용 촉진 및 기술방안의 모색을 위해 건설폐기물의 분류, 건설폐기물의 발생현황, 국내 폐 콘크리트 및 폐 아스팔트 콘크리트의 재활용 및 처리현황, 외국 건설폐기물의

* 정회원, 고려대 산업정보대학원 석사
** 정회원, 고려대 석사과정
*** 정회원, 고려대 교수, 공학박사

발생, 처리, 재활용 동향, 폐 콘크리트 및 폐 아스팔트 콘크리트의 재활용을 위한 기술적 방안, 건설폐기물 재활용의 경제성 검토 및 정책적 방안, 실용화 제안에 대한 내용을 조사 연구한다.

2. 건설폐기물의 국내발생현황

2.1 건설폐기물의 종류 및 특성

건설폐기물[5]은 건축공사, 토목공사 및 건설 구조물 해체공사에서 배출되는 필요하지 않은 물질은 총칭하는 것으로서 간토, 폐 콘크리트, 폐 아스팔트, 폐목재 등이 있고, 발생원에 따라 생활폐기물과 사업장폐기물로 분류되며, 유해성의 유무에 따라 일반폐기물과 지정폐기물로 분류된다.

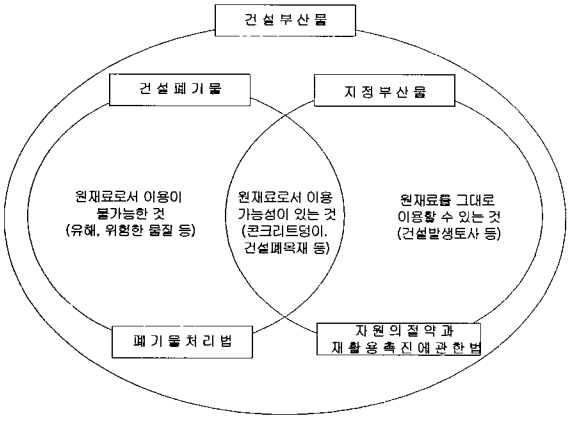


그림 1. 건설부산물과 재생자원·건설폐기물과의 관계

건설부산물이란, 건설공사를 행함에 있어서 부수적으로 발생되는 것을 말하며, 재활용가능 자원이란, 사용되었거나 사용되지 않고 수거되거나 버려진 물품과 제품의 제조·가공·수리·판매나 에너지공급 또는 토목·건축공사에서 부수적으로 생겨난 물품 중 원재료로 이용할 수 있는 것을 말하며, 지정부산물이란, 재활용가능자원 중 그 전부 또는 일부를 재활용하는 것이 그 자원의 효율적인 이용을 위하여 특히 필요한 것으로서 폐자재들은 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률에 규정되어 재활용이 의무화되고 있다[6].

건설부산물과 지정부산물의 관계는 [그림1]과 같으며 건설폐기물 중 지정부산물은 콘크리트덩이, 아스팔트 콘크리트덩이 등 원재료로서 이용가능성이 있는 것으로 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률로 정하고 있다.

2.2 건설폐기물의 발생요인

건설폐기물의 발생은 주로 토목이나 건축공사 과정에서 발생하며, 건물의 철거 시 다량의 건축폐재가 나온다. 일반적으로 철근콘크리트 구조물에 대하여 100년 내지 반영구적인 수명을 갖는 것으로 인식되어져 왔으나, 경제적 발전과 사회적 변화가 급격함에 따라 구조물에 대한 기능적 요구도 증가하여 구조적인 수명에 의하기보다는 경제적, 기능적 요인이 복합적으로 작용하여 구조물의 해체가 조기에 이루어지는 경우가 증가하고 있으며, 이에 따라 발생되는 건설폐기물량도 급격히 증가하는 추세다.

구조물의 해제 요인을 크게 세 가지로 분류할 수 있는데, 첫째, 급속한 사회변화에 따라 다양한 기능이 새롭게 요구되고 이에 따라 건물이용의 경제성 측면에서 구조물의 기능저하로 인한 해체요인이 발생하고, 둘째, 구조물 설계기준의 변화, 경과 년 수에 따른 열화, 재해에 의한 손상 등의 구조 내력의 저하에 따른 해제요인과 셋째, 도시재개발이나 철도, 고속도로 등의 신설 및 확장 등 공공의 요인에 따라 구조물의 해체가 필요해지고 사후 환경영향평가에 따라 구조물이 환경상 부적절하다고 판정될 때 해체 요인이 되기도 한다.

2.3 현재 건설폐기물의 발생현황

우리나라의 건설폐기물 관련 업무는 건설교통부와 환경부로 이원화되어 있으며, 국내 건설 폐기물의 관리는 배출자가 직접 처리하거나 수집운반업체에 위탁처리하게 되어 있는데, 현장 및 수집운반이나 중간처리과정에서 다량이 불법으로 투기되어 실제 신고 된 양은 전체의 약 10%정도에 지나지 않는 것으로 추정된다.

[표1]과 같이 사업장 일반폐기물의 발생량을 환경부의 통계자료에 의한 사업장 일반폐기물 중 건축폐재류가 차지하는 비율을 보면 1995년에는 13.2%, 1997년에는 29.9%로서 증가추세를 보이고 있다.

건설폐기물은 1991년 이전에는 일반폐기물로 분류되어 처리되었고, 1992년부터 일반폐기물 중 사업장폐기물로서 구분되고, 건축물 폐재류로 각 지방자치단체에 배출량이 신고 되고 있다.

표 1. 지역별 사업장 일반폐기물량

구 분		95	96	97
계		95,823	125,409	141,305
불연성	소 계	72,377	95,811	109,663
	광 재	37,673	42,907	40,179
	연소재/분진류	10.802	11,907	11,889
	건축물폐재류	12,675	25,686	42,320
	금속초지류	3,025	5,855	5,075
	모래류	1,679	1,532	2,957
	폐석회/폐석고	6,523	7,429	5,482
	기 타	-	495	1,760
가연성	소 계	23,446	29,598	31,643
	종이류	2,719	2,333	1,421
	나무류	5,709	2,407	2,739
	폐합성고분자화합물	2,343	5,884	4,275
	동물성, 잔재물	1,774	1,517	1,595
	오니류	11,460	16,813	19,730
	기 타	-	664	1,910

지역별로 사업장에서 배출된 일반폐기물량 중 건설폐재류의 량은 [표2]와 같이 총 발생량 중 50%이상이 대도시에서 발생하고 있다.

표 2. 지역별 사업장 일반폐기물량

지역	91년 이전				92년 이후			
	사업장 폐기물 A	건 설 폐재류 B	전 국 대 비 B/∑B	비 율 B/A	사업장 폐기물 A	건 설 폐재류 B	전 국 대 비 B/∑B	비 율 B/A
서울	2,426	6,946	29.47	286.3	1,625	8.435	19.93	518
부산	449	1,608	6.83	358.1	493	3,423	8.09	694
대구	116	1,080	4.58	931	208.3	3,855	9.11	1,851
인천	47	1,112	4.72	236.6	262.2	3,081	7.28	1,175
광주	64	278	1.18	434.4	283.1	673.5	1.59	237.9
대전	54.3	1,417	6.00	2,609	85	1,855	4.38	2,182
울산	-	-	-	-	324.8	1,432	3.38	440.9
경기	880.5	4,510.4	19.13	512.3	1,289	6,956	16.44	539.4
강원	135	957	4.05	708.9	128	2,342	5.54	1,829
충북	18.8	640.2	2.72	3,405	90	899.7	2.13	999.6
충남	53	625	2.65	1,179	94	722.1	1.82	821.4
전북	92.9	530.7	2.25	571.3	119.2	1,523	3.6	1,277
전남	43	817	3.46	1,900	83.8	1,277	3.02	1,524
경북	130	1,351	5.73	1,039	162.6	3,045	7.2	1,872
경남	322	1,351	5.58	408.4	176.9	2.017	4.77	1,140
제주	17	389.5	1.65	2,291	29.7	729.8	1.72	2,457
총계	4,848.5	23,576.8	100	486.2	5,456	42,320	100	775.6

표 3. 건설폐기물 추정발생

구 분	김포수도권 매립지	지정부산물배출업자	다량배출자신고량	일본발생량 대비
근 거	서울시 조례	자원절약과재활용촉진법/건설폐재류배출사업자재활용지침	폐기물 관리법 지방조례	일본 건설성 조사
발생 범위	서울/94년	시공금액250억 이상건설업체 /94년	전국/94년	표본조사 후 비율적용/90년
년발생량(톤)	322만	1,607만	432만	6,150만
1일발생량 (톤)	8,800	57,205	11,840	168,493
성상 구분	건설폐기물	토사 1,426만 콘크리트 59만 아스팔트 14만	건축물 폐재류	콘크리트2,540만 아스콘 1760만 목재 750만 혼합물 950만 건설잔토 150만
추산 과정	서울시의건설규모가전국의20%안팎이므로전국발생량은김포반입량의5배적용	도급액순위 상위 300위 이내업체 매출액이 전체매출액의 77%에 해당하므로 100%환산	신고율을 20%로 보고 5배 적용	일본과 우리나라 최근 5년간 건설규모가 2.5:1
최종적용량 (톤)	1,642만	2.088만	2,162만	총 2,460만 콘크리트1106만 아스콘 704만 목재 300만 혼합물 380만 기 타 60만
비 고	유기물, 재활용량은 제외된량임	지정	-	오니는 제외 동경도의 92년 발생량은450만톤

[표3]의 건설폐기물 추정발생[7]을 보면 일본의 건설폐기물 실태조사를 토대로 하여 일본과 한국의 건설 활동량이 약 2.5배 내외임을 감안한다면, 국내 연간 건설폐재 발생량을 종류별로 추정한 결과 폐 콘크리트가 약 1,000만톤, 아스팔트 콘크리트 700만톤, 폐목재류 300만톤, 건설잔토가 1억 5천만톤 정도 발생하는 것으로 추정된다.

3. 건설폐기물의 국내외 재활용 현황

3.1 국내 관련 법령 및 제도 검토

건설폐기물관리지침에 규정되어 있는 건축폐기물 관리제도는 폐기물 배출업자가 폐기물 배출예정일 3일전에 관련기관에 신고하고, 신고자는 폐기물관리대장을 작성·유지하고, 발주자는 폐기물 관리대장을 3년간 보존하도록 되어있다.

3.2 국내 건설폐기물의 처리 및 재활용실태

대한건설협회에 전년도의 건설폐기물 재활용실적과 당해연도의 발생량을 신고토록 되어있는 업체는 시공능력 공사액 200억 이상인 건설회사와 당해 건설공사를 발주하는 발주청으로 범위가 한정되어 있다.

[표4]는 건설폐기물 처리실태[8][9]를 나타내고 있는데, 1994년에는 재활용률이 8%, 97년에는 재활용률이 76.6% 로 점점 늘어가고 있는 실정이다. 또한 [표 4]에서 건설폐기물 처리업체 현황을 살펴보면 최종 처리업 16개, 중간 처리업 140개, 수집·운반업 487개로 총 643개로 나타났다.

표 4. 건설폐기물 처리실태 (톤/일)

구 분	발생량	처 리 실 태		
		매 립	소 각	재활용
94	11,840	10,741	147	952
95	12,675	10,140	45	2,490
96	28,425	10,988	848	16,589
97	47,777	9,747	1,457	36,573

건설폐기물의 재활용 용도는 건설폐재 배출사업자 재활용지침(97.2.25)에서 보수공사용, 도로기층용, 도로보조기층용, 콘크리트재조용 등 11가지로 구분하고 있다. 그러나 재생골재의 경우 품질규격이 설정되어 있지 않기 때문에 건설회사와 공공기관 등에서 사용을 꺼리고 있다.

건설업체가 대한건설협회에 신고한 재활용량은 실질적인 재활용 계획량 또는 실적양이 아니고, 매립장에 처분된 양까지 포함되어 신고된 것으로 실질적인 재활용량으로 보기는 힘들다. 이는 재활용 용도의 구분이 애매하고, 건설업체가 재활용에 대한 개념을 제대로 파악하지 못하는데 큰 원인이 있다.

3.3 외국의 건설폐기물 재활용 현황

일본은 건설잔토, 폐 콘크리트 및 폐 아스팔트 콘크리트를 재생골재로 가공해서 다양한 용도로 재활용하고 있다.

[표5]는 건설폐기물의 종류별 재활용용도 및 실용화 단계를 정리한 것으로 폐 아스팔트 콘크리트는 거의 대부분 도로 포장용 재생골재로 재활용되고, 폐 콘크리트는 토지조성재 및 도로 노반재 등으로 활용되고 있다.

표 5. 재활용용도 및 실용화 단계

종 류	재활용 용도	단계 구분
폐 콘크리트	토지조성을 위한 성토 및 매립재	실용화 단계
	도로노반재	실용화 단계
	콘크리트용 재생 Crush run	검토단계
	재생 가열 아스팔트 혼합물	검토단계
	건축 및 토목구조물	검토단계
	재생골재	검토단계
폐 아스팔트 콘크리트	도로 노반재	실용화 단계
	재생 가열 아스팔트 혼합물	실용화 단계
건설 잔토	성토 또는 매립	실용화 단계
	도로 노반재	실용화 단계
	제방축조	실용화 단계

1991년 건설부산물대책협의회가 전국의 폐 콘크리트, 폐 아스팔트 콘크리트, 폐 목재 등의 건설폐자재에 대한 실태를 조사한 결과에 따르면 건설잔토 발생량[10]은 37,500만㎥, 발생비율은 공공토목공사 74%, 민간토목공사 8%, 건축공사 18%이고, 이용용도는 해안 및 내륙의 매립공사 30%, 농지 및 택지조성에 70%가 재활용되었다. 한편, 건설잔토를 제외한 건설폐기물의 발생량은 7,600만톤으로서 85년 후생성에서 조사한 결과(5,750만톤)와 비교하면 5년간 1.3배 증가하였으며, 발생비율은 공공토목공사 38%, 민간토목공사 7%, 건축공사 25%, 해체공사 30%이고, 매립 58%, 재활용 35%, 감량화 7%를 차지한 것으로 조사되었다.

폐 콘크리트를 포함한 건설폐기물의 재활용이 활발히 추진되고 있는 나라는 미국, 독일, 오스트리아, 덴마크, 네덜란드 등과 일본을 들 수 있다.

독일에서는 재활용률을 높이기 위하여 사전에 분리해서 재활용시설로 반입시키는 건설폐기물에 대해서는 혼합 상태에서 반입되는 건설폐기물보다 반입료를 싸게 책정하고 있다. 벨기에와 덴마크는 건설폐기물 촉진방안의 일환으로서 처리비용을 높게 책정하고 있다.

독일 연방통계국의 자료에 따르면 1987년 발생한 산업 및 특수 폐기물은 약 2억 500만톤으로 전체의 60%를 차지하고 있으며, 산업폐기물 중에서 건설폐기물이 차지하는 비중은 1977년 54.2%, 1982년 59.3% 등으로 대체로 50% 수준을 유지하고 있다. 독일의 건설폐기물 재활용 현황은 [표6]과 같이 모든 주에 재활용 목표를 정하여 정책을 추진하고 있다.

표 6. 독일의 건설폐기물 재활용 현황

구 분	1989년 실적(구서독)			재활용 목표			
	발생량 (백만톤)	재사용량 (백만톤)	재이용율 (%)	1992	1993	1994	1995
건 설 폐기물	22.6	3.7	16	30	40	50	60
혼 합 폐기물	10	-	-	10	20	30	40
토 사	20.4	11.2	55	60	70	80	90

4. 건설현장의 폐기물 재활용을 위한 분류처리 방안의 적용성 분석

4.1 폐기물 분류 처리 방안

시공현장에서의 폐기물 분류 처리방안은 중점관리 폐기물을 선정하여 관리하고, 전문시공업체에 의한 폐기물처리를 유도하고, 적치장에서의 폐기물 분류 적치 등 세 가지로 분류할 수 있다.

1) 중점관리 폐기물

현장에서 발생하는 모든 폐기물의 종류는 토사, 지정폐기물, 일반폐기물로 나눌 수 있다[11]. 그러나 이 모든 폐기물류를 현장에서 중점적으로 관리할 필요는 없으며, 주로 재활용 가치가 높은 폐기물류와 지정폐기물로서 환경에 유해 종류들을 중점관리 해야 한다.

2) 전문시공업체에 의한 폐기물관리

폐기물을 분류하는 방법으로서 현장에서 가장 타당하다고 여겨지는 방법은 폐기물의 처리 주체를 원도급자로부터 각 전문시공업체로 바꾸는 것이다. 즉, 현재의 원도급자가 일괄적으로 폐기물을 처리하는 방식에서 폐기물을 직접 발생시키는 각 전문시공업체들이 작업 후 발생한 폐기물을 적치장까지 운반하도록 하는 것이다.

4.2 폐기물 분류처리를 위한 추가 소요 비용의 분석

기존의 처리방식과 분류방안 적용시를 비교할 때 중요한 것은 소요비용의 증감 여부이다. 소요비용을 비교하기 위해서는 분류방안 적용전과 후에 각각 들어갈 비용들에 대한 항목을 정해야 하는데, 이 비용발생 항목들을 [그림2]를 기준으로 하였다. 이것을 기존 처리방식의 현장과 분류방안 적용시 현장으로 나누어 분석하면 다음과 같다.

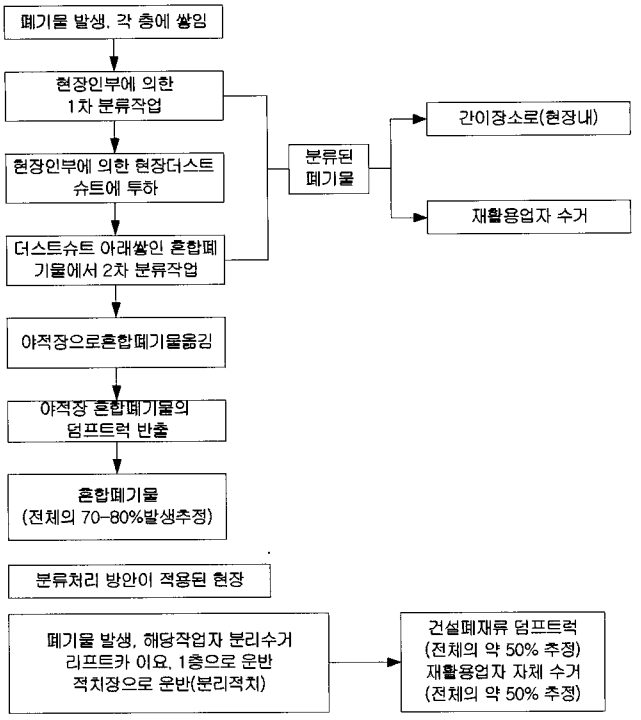


그림 2. 기존의 폐기물 처리과정과 분류처리가 적용된 현장의 폐기물 처리과정 비교

1) 기존 방식의 비용 산정

기존처리 방식에서 소요비용 발생 항목은 [그림2]를 기준으로 각 층 소운반, 분류작업(1차,2차), 혼합폐기물 장외반출, 간이소각로 설치 및 운영 등 4가지로 제시할 수 있다.

각 층 소운반에 대한 비용은 분류 방안 적용 시 각층 분류수거에 대한 비용과 같다고 판단하여 서로 상쇄하고 기존 처리방식에서 폐기물을 더스트슈트까지 운반하는 작업과, 분류방안 적용 시 폐기물을 리프트까지 운반하는 작업은 동일하다.

15층 아파트 한 동을 건축할 때, 발생하는 혼합폐기물의 분류에 2인의 인부가 한달에 10일을 분류작업하면, 1일 인건비를 6만원이라 가정한다면, 보통 15층 아파트 한 동은 16개월의 공기가 필요하므로[12] 총 1,920만원의 분류작업비가 발생한다. 본 논문에서 사용한 대상 자료는 15층 아파트 3동이 건축된 1개 공구이므로 1,920만천원의 3배인 5,760만원으로 산정된다.

폐기물 반출시 트럭에 소요되는 비용은 15톤 덤프트럭 1대당 약 32만원으로[13] 바닥면적이 25,230㎡인 15층 아파트에서 발생하는 폐기물의 총량을 1,376,701kg이라 할 때, 덤프트럭의 의해 반출되는 폐기물처리비용은 총 3,671만원이 된다.

한 공구의 건설현장에 3개의 아파트 동을 건설할 때, 이 현장에 설치되는 간이 소각로는 현장과 소각용량에 따라 차이가 있을 수 있으나, 월 손료를 포함하여 약 2천만원 정도 소요되는 것으로 파악되었다. 이 간이 소각로는 보통 1인의 인부가 관리하며 월 500ℓ의 유류(ℓ당 500원)가 소모된다. 인부의 하루임금은 6십만원이고, 월 24일을 작업일로 산정한다고 할 때, 16개월의 공기가 소요되는 건설현장에서 간이 소각로 운영의 총 소요비용은 4,704만원이 된다.

2) 분류 처리 방식의 비용 산정

표 7. 폐기물 분류처리를 위한 층별 소운반 소요인원(아파트한동)

층	L(m)	T=t1+t2+t3(분)	N(회)	M(인)
1	100	1.67+2	123	12.4
2	132.4	2.21+2	107	14.3
3	164.8	2.75+2	95	16.1
4	100	6+1.67+2	47	32.6
합계	-	-	-	434

L:왕복거리, T:1인 1일 운반소요시간, N:1인 1일 운반횟수, M:층당소요인부수
4층부터 15층까지 승강기 이용을 기본으로 하므로 왕복운반거리가 같다고 가정한다.
t1:1인 1회 리프트카 이용시간 t2:1인 1회 운반소요시간
t3:1인이 적치하는데 필요한 시간

분류 처리 방식 적용 현장의 소요비용 발생항목은 전문시공업체에 의한 적치장까지의 소운반비, 건설폐재류의 덤프트럭 반출비 등 크게 2가지로 제시할 수 있다.

각 층 분류수거에 대한 비용은 기존 처리방식의 각층 소운반에 대한 비용과 같다고 판단하여 서로 상쇄하고, 적치장까지의 소운반비는 건축물의 층 당 발생 폐기물 표준품셈[14]에서 제시되어 있는 소운반 인원 산출식을 적용하여 소요인부를 구하고, 여기에 1인 하루품을 곱하여 구하였다. 왕복거리 산정 시 신축건물과 적치장까지의 거리를 50m, 각 층의 층고를 2.7m라고 할 때 각각 변화되는 왕복거리와 운반횟수, 그리고 층 당 소요인부수를 [표7]에 나타내었다.

[표7]에서 알 수 있는 바와 같이 인부가 3층까지 걸어서 운반하고 4층부터 15층까지는 공사용 승강기인 리프트카를 이용하는 것으로 가정하였을 때, 해당 아파트 한 동에서 발생하는 폐기물을 적치장까지 운반하는데 필요한 인부 수는 총 434명이며, 1일 인건비를 6만원 이라하면, 소요되는 소운반비 2,604만원이 된다.

15층 아파트 건설현장에서 발생하는 건설폐재류의 총량이 776,302kg이며, 덤프트럭 한 대당 적재량을 12톤이라 가정한다. 이 덤프트럭 반출비를 한 대당 약 32만원이라 할 때, 건설폐재류의 트럭 반출비는 약 2,080만원이 된다.

3) 비교결과

아파트 3동을 기준으로 하였을 때, 기존의 폐기물처리 방식에서는 14,135만원의 소요비용이 추정되었으며, 분류방안 적용 시에는 5,726만원의 소요비용이 추정되었다. [표8]에서 각각의 소요비용을 비교하였다.

표 8. 기존 방식과 분류 처리 방식의 소요비용 비교(단위:천원)

기존처리방식	소요비용	분류방안적용현장	소요비용
각 층 소운반	-	각 층 분류수거	-
분류작업(1,2차)	57,600	적치장까지소운반	36,460
혼합폐기물 장외반출	36,710	건설폐재류 장외반출	20,800
소각로설치운영	47,040	-	-
합 계	141,350	-	57,260

4.3 폐기물 분류처리의 기대효과

폐기물이 최초로 발생되는 건설현장에서 분류처리가 이루어진다며 여기서 얻는 기대효과는 상당히 크며, 이는 건설현장뿐 아니라 폐기물 유통과 관련되는 모든 처리과정에 영향을 끼친다. 이러한 기대효과를 폐기물 처리 경로별로 기대해 본다면 다음과 같다.

건설현장(폐기물배출자)은 폐기물 처리비용이 감소되고 분류처리로 인한 재활용 활성화에 기여하게 되며, 현장 내·외의 환경오염 방지 등의 효과를 얻을 수 있다.

중간집하장(수집·운반업자)은 폐기물 분류의 필요성이 거의 없어지므로 집하장의 수가 줄어들게 되며 기능적으로도 처리경로 상에서 필요 없게 된다.

중간처리장(중간처리업자)은 혼합폐기물의 양이 줄어듦으로 처리장의 수가 적어지고, 선별작업까지 해오던 기존의 폐기물의 오염성만을 제거하는 역할로 기능이 줄어든다. 결국 처리비용의 감소효과를 낳게 된다.

재생처리장(재활용처리업자)은 현장에서 분류 배출되므로 재활용 폐기물량이 많아진다. 따라서 대량 처리에 따른 생산효율성의 증대로 처리비용이 낮아지고 재생제품생산이 다양해 질 수 있다.

최종처리장의 가장 큰 문제는 매립지의 부족이다, 폐기물이 분류되어 재활용 용도로 사용된다면 전체적인 매립양이 줄어드는 효과를 얻게 된다.

폐기물 분류 방안은 이러한 폐기물 처리 경로별 기대효과뿐 아니라, 폐기물 유통과정에도 영향을 미친다. 그 동안 폐기물의 중간처리비나 최종처리비가 고가여서 불법투기나 불법매립, 또는 불법소각 등의 행위가 폐기물과 관련된 각 업자들에게 횡행하였다. 처리경로를 감시하는 체제의 부실로 인한 불법적 행위도 있으나, 결국은 처리비용의 고가로 인한 손실의 발생이 불법행위의 주원인이라 할 수 있다. 현장분류 방안은 폐기물 처리비를 각 관련 장소에서 낮추므로 불법행위 근절의 효과를 기대할 수 있게 된다.

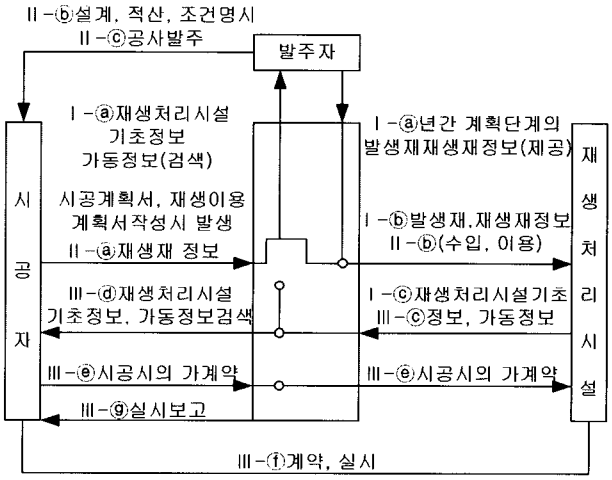
5. 건설폐기물의 자원화와 재활용에 대한 정책방안

현재 건설폐기물의 발생량은 급증하고 있는 추세지만, 건설폐기물은 거의 대부분이 구성성분 특성상 재활용이 가능하며, 특히 폐 콘크리트, 폐 아스팔트 콘크리트 등은 부족한 골재자원에 대처하고, 나아가 골재 채취에 따른 자연 녹지의 훼손 및 수질오염의 절감에도 큰 기여를 할 수 있다. 건설폐기물의 재활용을 촉진하기 위해서는 우선 재활용을 위한 원활한 체계의 구축, 즉, 건설폐기물의 발생 및 처리실태 조사와 정보체계 구축, 정부의 적극적인 재활용업체의 육성 및 지원이 있어야 한다.

5.1 정보교환 시스템 정비

건설공사 시 발생하는 건설 폐기물의 발생량, 사용량 등에 대한 정확한 정보를 파악하고 건설폐기물 발생자, 재생플랜트, 재생자원 수요자간에 원활한 정보교환 시스템을 구축하여 수요 예측에 의한 재생자재의 안정된 공급을 유지할 필요성이 있다.

정보교환 시스템의 형태는 공사계획 단계에서부터 시공단계까지 각 단계에서 발생되는 건설부산물에 관한 정보를 이용하여 각 단계에서 수급조정을 효율적으로 실시하고자 [그림3]과 같이 발주자, 시공자, 재생처리시설 등 3자로 구성되어 서로 정보교환을 공동의 장소로 집약하여 정리하고 각 3자가 일체화된 정보교환 체제의 확립에 대한 역할을 분담하는 형태로 구성되어야 한다.



정보의 등록·이용단계: Ⅰ=계획단계, Ⅱ=설계·적산단계, Ⅲ=시공단계

그림 3. 건설단계별 정보교환 시스템의 이용

5.2 건설폐기물의 위탁처리 시스템 구축

국내의 경우 위탁 처리업에 있어서 처리수준은 공사현장에서 발생되는 폐기물을 현장에서 수집·운반하여 매립하는 정도이고, 일부는 폐기비용을 절감하기 위해 단순투기 및 불법투기를 취하고 있는 것이 현실이다. 따라서 정부는 자질 있는 위탁처리업자(중간처리업자)의 육성 및 지원과 더불어 위탁처리 시스템을 구축하여 건설 폐기물이 안정하게 유통되도록 유도하는 것이 시급한 과제이다. 건설폐기물 위탁처리 시스템으로서는 유해 폐기물을 대상으로 이미 구미선진국에서 실시되고 있는 전표제도[15)16)](Manifest System)을 도입할 필요성이 있다.

전표제도(Manifest System)란 배출사업자로부터 위탁처리업자에게 폐기물 명칭, 종류, 수량, 성상 및 취급상의 주의사항 등 필요한 정보를 전달하며 동시에 배출사업자가 폐기물의 유통과정을 관리하는 작업을 말한다[그림4].

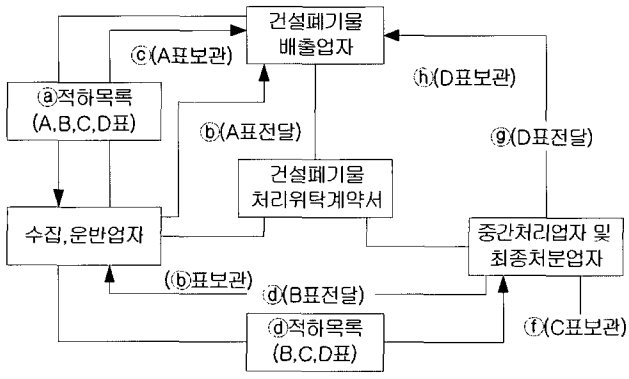


그림 4. 전표제도(Manifest System)

즉, 건설폐기물에 대한 명칭, 수량, 성상, 발생지부터 도착지까지의 경로, 취급 시 주의사항 등 기타 자세한 사항들을 기록한 적하목록이 폐기물 배출사업자, 수집·운반업자, 중간처리 및 최종처리업자 상호간에 전달 및 보관하도록 하는 시스템이다

5.3 건설폐기물 재활용산업의 육성 및 지원

1) 세제 및 금융지원

건설폐기물 재활용업체들이 정부에 대해 건의하는 것 중 대표적인 것이 금융지원 및 세제지원의 확대이다. 건설폐기물의 재활용산업의 지출경비 중 상당한 부분이 부지확보와 시설투자에 소요되므로 현재 재생재료 수집 판매업이나 중간처리업체에 대해 부과되는 부가가치세를 낮게 책정하거나 아예 면제하는 것이 검토되어야 한다.

건설폐기물 재활용산업은 건설폐기물이 예치금이나 부담금 대상 폐기물이 아니기 때문에 우선 지원대상에서 거의 제외된 상태이고, 환경마크를 획득한 업체도 실질적으로 지원을 받지 못하고 있는 실정이다. 따라서 건설폐기물에 대해서도 예치금 또는 부담금부과를 검토하고 재활용 산업육성 자금의 지원대상에 포함되도록 하여야 하며, 건설폐기물 중 폐 콘크리트를 골재로 재생하는 것을 인조골재 개발부문으로 포함시켜 융자 또는 자금보조를 받을 수 있도록 해야 한다.

2) 부지확보 지원방안

건설폐기물 재활용시설은 원료공급처와 재생재 수요처를 적정거리 내에 두고 위치해야 하기 때문에 개발규모가 큰 도시지역 근처에 입지하게 되어, 입지 문제에 대한 해결이 시급하지 않을 수 없다.

입지 허용 확대방안으로 적용 가능한 방안은 공익 입지 내 폐기물처리시설로서 입지와 녹지지역 중 생산녹지와 자연녹지지역 내에 건축할 수 있는 시설이 분뇨·쓰레기처리시설만 허용되는데 재활용시설도 건축을 허용, 개발제한 구역 내에서 시설입지를 허용, 건폐기물 중간처리시설의 도시계획시설 대상에서 제외, 공해요인이 적은 재생재료 가공 처리업 및 재활용제품 제조업을 도시형 업종으로 지정하여 건설폐기물 재활용 시설을 도시지역 내 입지 가능토록 조치, 폐기물 중간처리·재활용업체를 현지 근린공장 대상에 포함시키는 방안을 검토해야 한다.

3) 건설폐기물의 재생제품 수요확대방안

건설폐기물 재활용산업의 가장 큰 문제 중 하나가 소비처가 없다는 것이다. 특히, 구체적인 품질기준이 없으며, 단순한 되메움재나, 성토재 등 단순한 사용상에도 기존의 혼합쓰레기 불법투기 사례에 비추어 규제가 심하므로 중간처리를 거친 재생쇄석의 사용도 용이하지 않은 실정이다. 따라서 도로 포장의 기본지침인 "도로포장설계·시공지침" 등에 건설폐기물의 재생, 재생재 이용기준을 설정하여 시험시공을 실시하고, 중장기적으로 공공기관에서 발주하는 공사의 경우 일정 비율 이상을 재활용제품으로 사용토록 의무화하는 방안을 강구해야 한다.

6. 결 론

최근 우리건설화 동량은 건설폐기물의 발생량이 급증하고 있는 추세이나 그 처리방법에 있어서 대부분 매립 또는 폐기처분 되고 있다. 이로 인한 환경오염 등 각종 부작용이 심각하게 나타나므로 건설폐기물의 적정처리 및 재활용에 관련된 제반기술에 대한 심도 있는 연구와 범국가적인 차원에서 건설폐기물 재활용 시스템 확립 등의 필요성으로 본 연구에서는 이를 위하여 건설폐기물의 발생현황 및 처리실태를 파악한 후 건설폐기물 중 폐 콘크리트 및 폐 아스팔트 콘크리트 재활용에 있어서 문제점 및 장애요인을 분석하고 효율적인 재활용 기술방안과 이에 필요한 정책안을 제안하고자 하였으며 그 연구 결과는 다음과 같다.

국내 건설폐기물 중 폐 콘크리트의 발생량은 연간 약 1000만톤, 폐 아스팔트 콘크리트의 발생량은 연간 약 700만톤 정도로 추정되는 실정에서 환경부통계자료에 의한 사업장 일반폐기물 중 건축물 폐재류가 차지하는 비율은 '97년 약 30%를 점유하고 있지만, 그 대부분이 매립 처분되거나 불법으로 투기되고 있는 것으로 나타났다. 이에 따른 현실성 있는 투명한 건설폐기물과 재활용 실태가 공개되어야 할 것이다.

건설폐기물의 특성 및 불합리 요인을 분석한 결과 건설공사 시 배출되는 건설폐기물의 성상은 공사단계에 따라 다르고, 또한 계절적으로 폐기물 발생량의 차가 크며, 건설폐기물은 거의 분별배출이 이루어지지 않고 있으며, 다른 사업장 폐기물과 혼합되어 처리 및 폐기되는 경우가 많다. 계절적으로 폭주하는 건설폐기물을 보관할 야적장이 부족하고, 매립지 및 처분장이 많이 부족한 실정이며, 건설폐기물은 그 발생장소가 다양하게 형성되기 때문에 수송거리가 일정하지 않아 재생자재로서의 경쟁력이 저하될 우려가 있다.[17)18)]

참 고 문 헌

1. 아태환경경영 연구원, 건설폐기물 재활용 가이드라인 설정 및 재활용 촉진방안, 1995. 10, pp.9-278.
2. 한국자원재생공사, 폐 콘크리트 재활용기술개발에 관한 연구, 1996. 6, pp.67-72.
3. 동아건설, 충남대학교, 건설산업폐기물의 리사이클링 시스템 및 재활용 활용기술 개발에 관한연구,
4. 대한주택공사, 공정관리과학화 연구, 1993. 6, pp.163.
5. 대한주택공사, 공정관리과학화 연구, 1993. 6, pp.163.
6. 대한건설진흥회, 94 건축공사 표준품셈, pp. 249.
7. 建設省綜合技術開發プロッュクト建設產業への廢棄物利用技術の開發報告書, 1987. 3.
8. 강경인 외 6인, 건축시공학, 기문당, 2000.
9. 이동훈 외 2인, 환경공학 개론, 청문각, 1994
10. 김정현, 폐기물처리공학, 형성출판사, 1988.
11. 한국건설산업연구원, 건설폐자재 재활용 시스템 구축방안 연구, 1997. 4, pp.25-29.
12. 삼성물산, 건설폐기물 처리 및 재활용 요령, 1997. 10, pp.11-23.
13. 한국건설산업연구원, 건설폐기물의 적정처리 및 재활용 정책 방안, 1996. 12, pp.25-42.
14. 대한환경공학회, 최신환경과학, 1996, pp.337-356.
15. 한국건설산업연구원, 건설사업에서의 환경보전과 폐기물 재활용 방안에 관한 토론회, 토론회 경과보고서, 1997. 8.
16. 김상규, 건설폐기물의 처리 및 재활용 방안 연구(1), 대한주택공사 주택연구소, 1997. 2.
17. 이현미, 건설폐기물의 적정관리에 관한 연구, 연세대학교 산업대학원연구원, 1996. 11.
18. 최민수, 건설폐기물의 적정처리 및 재활용 정책방안, 한국건설산업 연구원, 1996. 11.