

건설공사 공정별 건설폐기물 발생량 비교 및 폐기물 발생 원단위 산정에 관한 연구

Comparison of the Construction Waste Generated by the Project and the Estimation of the Waste Generation Unit

송태협^{1*} · 성진욱²

Tae-Hyeob Song^{1*} · Jin-Uk Seong²

(Received September 26, 2017 / Revised December 21, 2017 / Accepted December 21, 2017)

The generation of construction waste can be divided into a decommissioning phase and a new construction phase, and most of the waste is generated at the decommissioning stage. However, recently, domestic new construction construction has expanded to 150 trillion yards per year, so construction work is increasing rapidly. Especially, as the size of the construction work with much waste of construction waste exceeds 100 trillion, the management of the amount of construction waste in the new construction site is required. Unlike the dismantling work site, the new construction site can separate waste generated by each property, and relatively low foreign matter content is generated. The purpose of this study was to investigate the amount of construction waste generated by new construction sites and to calculate the unit amount of construction waste based on this. In addition, since the existing unit cost is centered on concrete and mixed waste, we set the basic unit by setting synthetic resin, waste wood, and waste board as additional items. The basic unit survey was carried out to investigate the wastes according to the characteristics of each construction period. As a result of the survey, the new construction site showed that most wastes were discharged in the first 30% and after 70% of the process, and the ratio of mixed construction waste was as high as 45%. As a result of this study, it was found that about twice as much waste was produced as compared with the conventional standard product.

키워드 : 발생원단위, 건설폐기물, 신축공사, 해체공사

Keywords : Unit level, Construction waste, New construction, Demolition work

1. 서론

건설폐기물 발생량은 건설공사 규모와 밀접한 관계가 있다. 건설공사가 많을 경우 폐기물 발생량은 증가할 것이며, 적으면 그만큼 발생량도 감소하게 된다. 2016년 통계청에서 조사한 자료에 따르면 Fig. 1과 같이 최근 우리나라 건설산업은 70~80대 고도성장기 이후 건설공사가 가장 활발하게 이루어지고 있으며, 이 중에서도 건축공사 규모는 급격하게 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 2014년 90조였던 우리나라의 연간 총 건설수주 금액은 불과 2년이 지난 시점에서 약 146조원에 이르렀으며, 이 중 건축공사의 규모는

약 67조원에서 115조원으로 약 48조원이 증가하는 경이적인 성장이 이루어져 왔다. 건축물 착공현황도 이를 반영한 증가율을 보이고 있다. 2013년 건축물 수 기준으로 18만여 동을 착공 하였으나 2016년에는 약 30%가 증가한 23만여 동을 착공 하고, 면적 기준으로는 2013년 처음으로 1억²m²를 초과하였으나 불과 2년만인 2015년에 1억5천만²m²를 초과하는 52%의 초 고성장을 이루어왔다.

이러한 건설공사의 증가는 필연적으로 건설폐기물 발생량 증가로 이어졌다. 최근의 건설공사는 정부의 건설현장 환경관리 정책과 주변의 민원 영향으로 환경관리가 매우 엄격하다. 이러한 이유로 인하여 건설폐기물의 발생부터 처리까지 매우 어려운 관리환경

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

¹한국건설기술연구원 연구위원 (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

²금오공과대학교 (Department of Environmental Engineering, Kumoh National Institute of Technology)

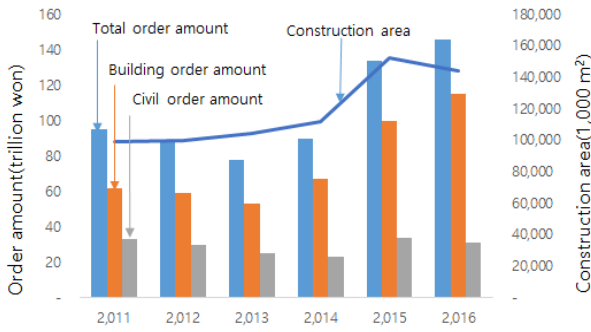


Fig. 1. Construction order trend

에 직면해 있다. 즉, 건설폐기물을 건설현장에 장기간 적치하기가 곤란할 뿐만 아니라 외부에 노출되는 건설폐기물 보관장소 조차도 확보하기 어려운 현실이다. 이에 따라 도심지 밀집지역 건설현장의 경우 어느 정도 공정이 경과한 경우에는 지하시설물을 건설폐기물 보관장으로 사용하는 현상이 증가하고 있으며 보관기간 또한 최소화 하고 있다.

또한, 국토교통부에서 제정한 표준품셈은 건설현장 발생 폐기물을 폐콘크리트와 철재 및 금속, 혼합건설폐기물 3종으로만 구분하고 있으나 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률 시행규칙에서는 총 16종의 건설폐기물을 지정하고 있다. 물론 이러한 16종의 모든 폐기물의 원단위를 산정하는 것은 비효율적이라 판단하지만, 신축 현장에서 다량 발생하고 재활용 효율성이 높은 폐목재, 폐합성수지, 폐석고보드 등의 발생량은 새롭게 규정할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 최근의 건설공사에서 발생하는 폐기물 성상을 반영한 새로운 원단위 산정을 실시하고, 이러한 발생량이 기존 건설공사 표준품셈에서 규정한 산정량과의 비교를 실시하며, 최종적으로 혼합폐기물 성상으로 배출되는 폐기물을 이미 분류한 단일 성상의 폐기물로의 전환이 가능한지를 검토하고자 하였다.

2. 건설현장 폐기물 배출현황

2.1 발생 원단위의 개요

건설공사에서 규정하는 건설폐기물 발생 원단위는 단위면적당 발생하는 폐기물의 양으로 규정한다. 여기에는 Table 1과 같이 각각의 폐기물 성상을 규정하고, 구조물의 형태, 공사의 종류 등으로 구분하여 발생량을 표기하고 있다. 이러한 원단위는 각종 건설공사 또는 설계용역 발주공사에서 기본 자료로 활용되고 있다. 특히, 건설폐기물 발주는 원도급자와 분리하여 별도의 발주를 실시하도록 규정함에 따라 표준품셈에서 규정하고 있는 원단위는 발주자,

Table 1. Current construction waste generation unit

		(ton/m ²)				
		Concrete	Steel	Mixed waste	Total	
Construction	House	Private	0.018	0.0016	0.0064	0.0260
		Apartment	0.020	0.0200	0.0083	0.0303
	Office	RC	0.019	0.0024	0.0064	0.0278
		S	0.012	0.0018	0.0064	0.0202
		SRC	0.021	0.0040	0.0072	0.0322
	Public	RC	0.018	0.0022	0.0088	0.0290
		S	0.012	0.0018	0.0056	0.0194
		SRC	0.018	0.0040	0.0056	0.0276
	Demolition	House	Private	1.409	0.048	0.203
Apartment			1.566	0.061	0.169	1.796
Office		RC	1.488	0.073	0.135	1.696
		S	0.937	0.055	0.135	1.127
		SRC	1.644	0.122	0.152	1.918
Public		RC	1.409	0.067	0.118	1.594
		S	0.937	0.055	0.118	1.110
		SRC	1.409	0.122	0.118	1.649

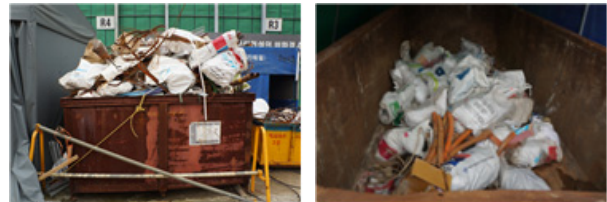


Fig. 2. Type of mixed construction waste

건설폐기물 처리업자 모두에게 매우 중요한 자료이다.

건설공사 표준 품셈에 수록 되어 있는 해체 및 신축현장에서 발생하는 건설폐기물의 원단위 량은 1993년 제정된 것으로 폐기물의 성상을 폐콘크리트, 금속 및 철재류, 혼합폐기물로만 구분하고 있다. 그러나 건설공사에 사용되는 재료가 다양화되고, 건설생산 공법이 발전함에 따라 폐기물 발생 성상 또한 다르게 나타남에 따라 이에 대한 재조사의 필요성이 요구된다 할 수 있다. 특히, 폐기물관리법에 따라 건설폐기물 발생통계량을 1996년도부터 시작함에 따라 이에 대한 자료를 분석하여 원단위 발생량 기준을 재조정할 필요가 있다고 판단된다.

2.2 건설폐기물 발생량

국내 건설폐기물 발생량은 Fig. 3과 같이 연간 6천7백만톤이 발생하며, 이중 폐콘크리트가 61%인 4천백만톤 정도를 점유하고,

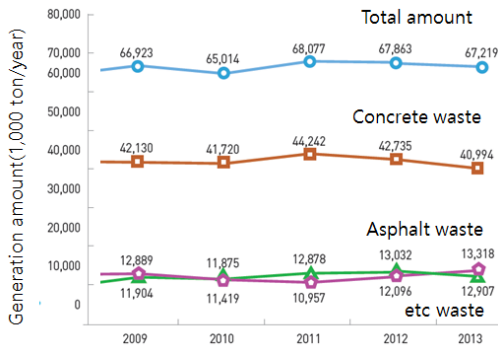


Fig. 3. Emissions of construction waste(year)

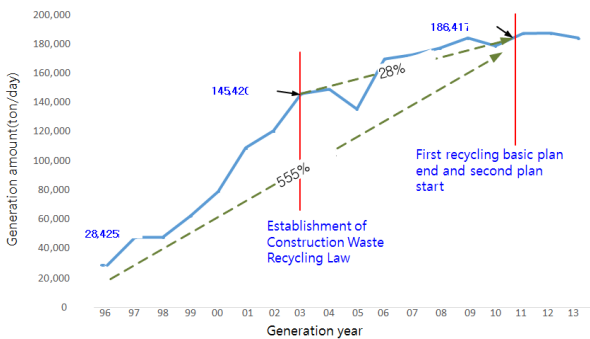


Fig. 4. Comparison of construction waste generation rate

페아스팔트가 1천3백만톤이 발생하여 콘크리트류가 전체 발생량의 81% 정도를 점유하고 있다.

이는 폐기물 발생량을 질량단위로 산출하기 때문에 나타나는 현상으로 실질적으로는 비중이 낮은 폐목재, 비닐류 등의 발생량도 매우 높은 상태이다.

우리나라 건설폐기물 발생량 통계는 1996년도부터 조사를 실시하였는데 이때 하루 발생량은 28,425톤에 불과하였으나, 2012년 발생량 186,417톤과 비교할 경우 발생량의 증가가 매우 높음을 알 수 있다. Fig. 4를 보면 건설폐기물재활용 촉진에 관한 법률이 제정된 2003년까지 급격하게 증가한 것으로 나타났고, 이후에는 약 28%의 증가가 있는 것으로 나타났다. 따라서 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률 시행에 따라 우리나라 건설폐기물 발생이 감소되어 당초 법 제정 목적을 달성한 것으로 평가할 수 있다.

3. 신축현장 건설폐기물 발생량 조사

3.1 조사개요 및 원단위 분석 절차

본 연구에서는 신축현장의 건설폐기물 발생 원단위 산출을 위하여 Fig. 5와 같은 공정으로 분석을 실시하였다. 먼저, 설계도서

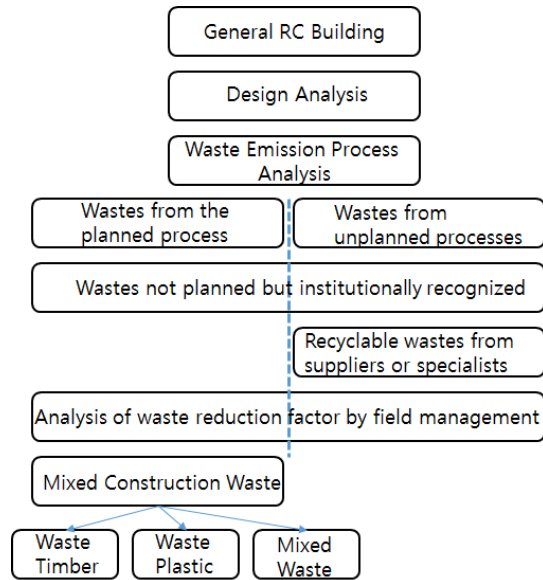


Fig. 5. Construction waste emission unit investigation process

분석 후 각 공정별 발생 폐기물의 성상을 비교를 실시하였으며, 발생된 폐기물의 당초 배출을 예측하였던 폐기물인지, 아니면 예측하지 않았던 공정에서 배출된 폐기물인지 구분을 실시하였다. 즉, 폐기물이 아닌 것으로 충분히 관리할 수 있는 사항을 관리상 편의를 위하여 폐기물로 배출하는 것인지에 대한 구분을 실시하였다. 일반적으로 신축 건설현장의 경우 협소한 공간 및 깨끗한 현장 관리를 위하여 성상별 분리보관 및 배출 보다는 혼합건설폐기물로 배출하는 것을 선호하는 경향이 있다. 이러한 경우 발생 원단위 산정이 어려운 점이 있다.

신축공사에서 건설폐기물 발생량에 대한 데이터는 국내건설사로부터 수집하여 용도별, 구조별로 나누어 분석하였다. 신축공사 건설폐기물의 발생원단위 조사를 위해 수집된 데이터를 바탕으로 건설폐기물의 발생실태와 처리형태, 물질재활용 용도 등에 관한 조사를 실시하였다. 신축공사에 대한 대분류는 주거용(단독, 공동주택) 및 비주거용(RC, S, SRC조)로 나누어 발생원단위에 대한 조사를 실시하였다.

또한, 성상별 분류는 물질재활용률(폐기물 성질변화 없이 재활용)을 향상시켜 결과적으로 효율적 성상별 분류가 가능한 항목으로 폐콘크리트류(페아스콘을 제외한폐기되는 과정에서 폐콘크리트에 결합되어 성상별 구분이 난해한 폐벽돌, 폐기와, 폐모르타르, 폐압석포함), 폐목재류(거푸집, 가설재, 나무창틀, 나무바닥재 및 임목폐기물(5톤이상 제외)을 포함), 폐금속류(철근, 금속자재 및 비철금속 등 금속성분의 폐기물을 포함), 폐보드류, 폐합성수지류 및 혼합폐기물로 신축공사에서는 6종류로 분류하였다.

이러한 폐기물의 분류는 기본적으로 재활용을 중심으로 분류한 것으로 발생단계에서 성상별 분류는 재활용 효율성을 가장 우선시 하도록 하였으며, 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률 시행령 별표 1에서 건설현장에서 배출되는 폐기물의 종류를 총 18종으로 구분하고 있으나 재활용이 원활하게 이루어지는 건설폐기물은 폐콘크리트, 페아스팔트 콘크리트, 목재류, 금속류, 합성수지류 5 가지 종류에 한정되고 나머지는 대부분 매립형태로 최종 처리되고 있다.

3.2 주거용 공동주택 신축현장 원단위산출

최근 들어 S조 및 복합구조의 주상복합형 공동주택이 건축되고 있으나 아직까지 공동주택의 구조형태는 RC조가 대부분을 점유하고 있다.

본 연구에서는 공동주택 신축현장에서 배출되는 폐기물의 성상 조사를 조사하기 위하여 서울경지 지역 중심의 23개 공동주택 신축현장을 조사하였으며, 조사대상 모든 현장의 구조형식은 철근콘

크리트조의 벽식 구조를 구성하고 있다. 지하층은 최대 4층, 지상층은 최대 30층으로 구성되어 있으며 모든 현장이 재건축 아파트이다.

대상 공동주택의 공사 연면적 구분을 보면 최소 5.7만㎡부터 최대 58만㎡까지 다양한 구성을 가지고 있다. 가구당 평균 면적을 105㎡로 가정할 경우 단지별 세대수는 최소 500세대에서 최대 5,000여 세대까지 분포되어 있는 것으로 추정할 수 있어 단지 규모별 건설폐기물 배출 형태의 비교가 가능할 것으로 판단되었다. Table 2는 전체 23개 현장의 층수와 구조형식, 총 건축면적을 기술한 자료이다.

수집된 자료에서 1차적으로 신축공사에서 발생된 총 건설폐기물량을 건축 연면적으로 나누어 원단위 산정에 크게 영향을 주는 공사에 대한 분석을 실시하였다. 23개 현장에서 발생한 건설폐기물의 양을 단위면적으로 나누어 평균을 산출 한 후 중앙값을 기준으로 ±15%가 초과하는 9개 현장(H22(서울 공덕), H18(답십리), H13(서초삼호), H7(인천간석), H5(종암4구역), H4(종암5구역), H3(진달래 3차), H2(행복도시), H1(화성동탄지구))에 대한 자료를 발생원단위 산정에서 제외하고 나머지 14지구에 대한 결과를 바탕으로 신축공사에 대한 발생량을 근거로 발생원단위를 산정하였다.

발생량이 많거나 적은 9개 현장의 경우 해당 공사현장의 작업 조건이 일반적인 현장과 많은 차이가 있어 폐기물의 관리가 평균적인 현장과 다른 상황일 수 있어 이를 제외하였다. 예를들어 폐기물의 적치공간의 절대부족 또는 관리 여건의 악회 등으로 폐기물

Table 2. Unit emission analysis site list(house)

Site	Story	Structure	Total area(m ²)
H 1	-2, +16~27	RC	149,683.87
H 2	+10~17	RC	115,938.51
H 3	-2, +10~25	RC	610,239.53
H 4	-2, +15	RC	103,015.26
H 5	-4, +20	RC	142,229.95
H 6	-3, +20	RC	76,852.61
H 7	+24	RC	201,927.80
H 8	+23~24	RC	540,103.11
H 9	-3, +29	RC	80,008.23
H 10	-3, +15~34	RC	511,940.58
H 11	-1, +31	RC	57,709.95
H 12	-2, +14~28	RC	117,966.39
H 13	-2, +8~20	RC	169,270.61
H 14	-2, +4~30	RC	586,589.09
H 15	-2, +12~25	RC	288,314.06
H 16	-2, +12~20	RC	111,659.05
H 17	+21~26	RC	413,135.21
H 18	-2, +9~15	RC	148,416.60
H 19	-5, +15~24	RC	165,650.63
H 20	-2, +3~21	RC	146,231.89
H 21	-2, +21	RC	76,688.31
H 22	-2, +30	RC	226,646.91
H 23	-2, +30	RC	85,124.09

Table 3. Emission of construction waste(site,ton)

Main category	Small category	Before classification		After classification	
		ton	%	ton	%
Construction waste	Concrete	133,579.68	43.7	92,872.80	43.8
	Asphalt	18,401.32	6.0	15,043.10	7.1
	Soil	17,955.07	5.9	15,451.52	7.3
	etc	314.47	0.0	208.83	0.1
	Total	170,250.54	55.6	123,367.42	58.1
Combustible	Plastic	5,576.90	1.8	4,062.86	1.9
	etc	25.34	0.0	25.34	0
	Total	5,602.24	1.8	4,088.2	1.9
Non-combustible	Sludge	2,743.18	0.9	1,272.19	0.6
	etc	111.60	0.0	-	-
	Total	2,854.78	0.9	1,272.19	0.6
Steel	-	-	-	-	-
Timber	-	18,335.48	6.0	14,783.11	7.0
Board	-	2,411.45	0.8	2,060.95	1.0
Mixed	-	106,564.73	34.8	66,587.09	31.4

의 분리보관이 불가능 하거나 반대로 공여지 확보가 손쉬워 장기간 폐기물을 보관할 수 있는 현장 등이 여기에 해당한다고 할 수 있다. 이상과 같이 9개 현장을 제외한 14개 공동주택 현장에서 발생한 건설폐기물의 성상별 배출량은 Table 3과 같다.

발생된 건설폐기물 성상 중 페콘크리트 배출량이 분리선별 강화 전 후 모두 가장 높게 배출되었다. 성상별 분리선별을 강화하기 전에 페콘크리트를 포함하는 건설폐기물의 배출량은 약 55.6%를 점유하였으나, 분리선별 강화후에는 58.1%로 다소 높아지는 경향을 보였으며, 목재류 및 보드류의 경우도 약간의 상승을 나타내었다. 이와 반대로 혼합건설폐기물의 배출량은 34.8%에서 31.4%로 감소된 것으로 나타나 전체적으로 분리선별을 강화할 경우 재활용 효율성이 높은 재료의 배출 비율이 증가하고 반대로 처리에 많은 비용이 소요되는 혼합건설폐기물의 배출량은 감소하는 것을 알 수 있다.

3.3 비주거용 신축현장 원단위산출

사무용 건축물로 주로 사용되는 비주거용 구조물에 대한 폐기물 발생량은 서울 경기지역의 13개 신축건축물을 대상으로 조사 분석하였다. 신축공사에 대한 준공현장 개요는 Table 4와 같다. 주거용 공동주택의 산정과 동일하게 전체 공사현장에서 배출된 폐기물의 총량을 총 건축 연면적으로 나누어 평균을 산출 한 후 중앙값을 기준으로 ±15%가 초과하는 2개 현장(K호텔남원(O13), E사 물류센터(O7))을 제외한 나머지 구조물에 대하여 건설폐기물에 대한 발생량을 조사한 결과 Table 5와 같이 건설폐기물이 발생하였다. 사무용 건축물의 구조는 RC, S, SRC 등으로 다양한 구조를 가지고 있어 사무용 건축물은 각 구조 형식별 비교를 실시하였다.

발생된 폐기물의 성상을 비교하면 각각의 구조 형식에 따라 배출되는 폐기물의 절대적인 양은 많은 차이를 가지고 있으나 비율별 페콘크리트 배출량의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. RC조가 45.1%를 배출하였으나 SRC조는 48.2%로 오히려 더 높게 나타났다. S조는 42.0% 가장 낮은 비율로 배출되었다. 거꾸집과 보양재가 적은 S조의 경우 합성수지류의 배출량은 1.6%로 가장 낮은 비율을 보였으며, 목재류는 30.5%로 가장 높은 비율을 나타냈다.

단위 건축물 별 건설폐기물 배출량은 RC 건축물이 가장 높게 나타났다. 다음으로 SRC, S조 순으로 나타났다. 발생량은 주거용에 비하여 적게 나타났으며, 혼합건설폐기물의 발생량도 상대적으로 적은 양을 배출하였다. 이는 구조물의 형식이 주거용에 비하여 단순하고 공간 구획이 크게 이루어지기 때문인 것으로 사료된다.

Table 4. Unit emission analysis site list(office)

Site	Story	Structure	Total area(m ²)
O 1	-1, +4	RC	10,955.24
O 2	-2, +14	RC	76,256.74
O 3	+3	S	5,275.50
O 4	-1, +28	RC	100,335.47
O 5	+4	RC	21,265.85
O 6	-3, +20	PC	31,099.00
O 7	-2, +4	RC	23,764.13
O 8	-1, +10	SRC	24,523.29
O 9	-1, +2	SRC	14,261.00
O 10	-6, +20	SRC	61,894.86
O 11	-3, +4	RC	23,948.05
O 12	-3, +7	RC	59,939.00
O 13	-2, +7	RC	46,487.77

Table 5. Emission of construction waste(office, ton)

Main category	Small category	RC		S		SRC	
		ton	%	ton	%	ton	%
construction waste	Concrete	896	46.2	74	42.3	694	48.3
	Asphalt	37	1.9	-	-	81	5.6
	Soil	48	2.5	-	-	104	7.2
	etc	41	2.1	-	-	-	-
	Total	981		74		879	
Combustible	Plastic	241	12.4	3	1.7	158	11.0
	etc	-	-	-	-	-	-
	Total	241		3		158	
Non-combustible	Sludge	44	2.3	-	-	-	-
	etc	-	-	-	-	-	-
	Total	44		-		-	
Steel	-	-	-	-	-	-	
Timber	-	100	5.2	53	30.3	120	8.3
Board	-	85	4.4	-	-	39	2.7
Mixed	-	488	25.2	45	25.7	242	16.8

4. 신축건축물 발생원단위 산출 결과

각 용도별 주거형태 및 구조형식별 폐기물 발생량을 기반으로 성상별 단위면적으로 나누어 산출한 발생원단위는 Table 6과 같이 산출되었다. 주거용 아파트는 단위면적당 0.0267톤의 페콘크리트가 발생하고 혼합건설폐기물이 0.0265톤이 발생하여 전체 발생량 중 45%를 점유하는 것으로 나타났다. 페콘크리트는 현행 건설 공사 표준품셈의 산출량과 유사한 수준으로 나타났으나, 혼합건

Table 6. Estimation of unit amount

Division			Unit amount(ton/m ²)						
			Con	Steel	Board	Timber	Plastic	Mixed	Total
Construction site	House	Apartment	0.0267	0.0020	0.0004	0.0042	0.0007	0.0265	0.0584
	Office	RC	0.0376	0.0024	0.0007	0.0026	0.0021	0.0140	0.0571
		S	0.0224	0.0018	0.0007	0.0013	0.0008	0.0074	0.0327
		SRC	0.0314	0.0040	0.0007	0.0024	0.0008	0.0088	0.0442

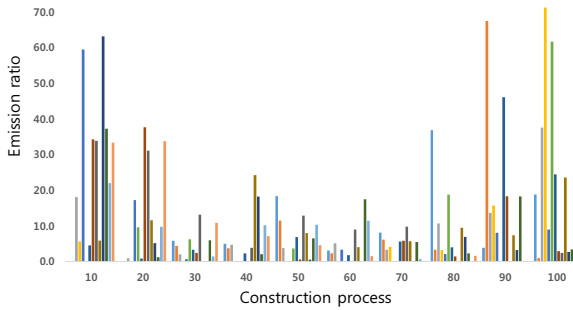


Fig. 6. Emission rate of waste concrete by process

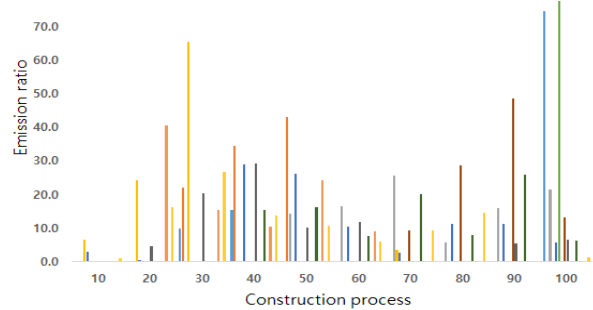


Fig. 8. Emission rate of timber by process

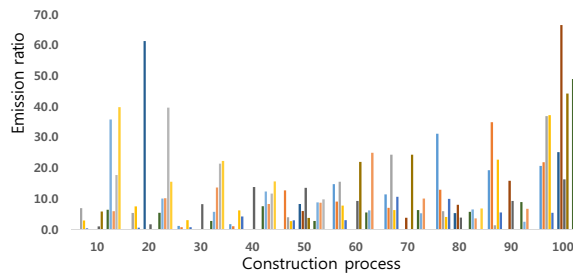


Fig. 7. Emission rate of mixed waste by process

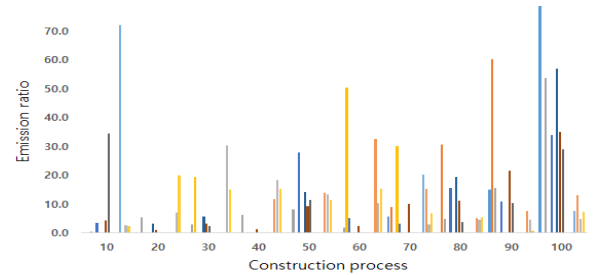


Fig. 9. Emission rate of plastic by process

설폐기물은 현행 건설공사 표준품셈 Table 1에서 나타난 0.0083톤보다 3배 이상 많은 폐기물이 배출되었다. 배출된 페콘크리트의 성상은 콘크리트 파일 두부정리, 인도 및 경계석의 잔재물, 조적공사의 벽돌 등이며, 혼합건설폐기물은 비닐, 종이류 등 포장재 및 보양재 등이다.

배출된 혼합건설폐기물의 성상 중 90% 이상이 가연성 건설폐기물이며, 구체적인 성상은 폐목재와 폐합성수지류이다. 이들 대부분은 앞서 설명한바와 같이 포장재 및 보양재 등 건축물의 구성과 직접적인 연관성이 없는 재료 등이 많다. 신축현장에서 혼합건설폐기물의 발생 비율이 높은 것은 혼합건설폐기물 처리비용보다 현장관리비용이 높기 때문이다. 성상별 분리보관을 위한 공간의 부족과 함께 관리 비용의 상승이 혼합건설폐기물 처리를 선호하는 주된 사유중의 하나로 판단된다.

공정별 발생 비율을 분석한 결과 페콘크리트는 Fig. 6에서와

같이 공사 초반 지반강화를 위한 말뚝 시공과 차수벽 공사, 기초 매트공사 등으로 콘크리트 사용량이 높음에 따라 발생하는 두부정리 폐기물, 잉여콘크리트, 벤토나이트류 폐기물 등으로 15% 공정 때까지의 배출량이 높으며, 이후 90% 공정 이후에서 치장 마무리 과정에서 벽돌, 블록 등이 집중적으로 배출된 것으로 분석된다.

혼합건설폐기물은 전제공정에서 페콘크리트에 비하여 고른 배출 형태를 나타내고 있다. Fig. 7은 혼합건설폐기물의 공정별 발생량을 나타낸 것으로 초기 20%까지의 공정과 마지막 80% 이후 공정에서 폐기물의 발생이 증가하는 현상을 나타냈다. 전반 20%까지의 혼합건설폐기물을 분석한 결과 재활용이 불가능한 쓰레기 형태의 폐기물 함유량은 약 40% 정도를 점유하고 있으며, 20%부터 약 80%때까지는 30%정도 재활용 불가능 하였고, 공정 80% 이후에는 약 50%가 재활용이 불가능한 폐기물로 분류되었다. 즉, 전반에는 혼합건설폐기물의 60%를 폐목재와 합성수지로 분류가

Table 7. Estimation of unit cost considering recycling

Division			Unit amount(ton/m ²)						
			Con	Steel	Board	Timber	Plastic	Mixed	Total
Construction site	House	Apartment	0.0306	0.0020	0.0007	0.0100	0.0095	0.0087	0.0592
	Office	RC	0.0410	0.0024	0.0012	0.0080	0.0088	0.0066	0.0656
		S	0.0220	0.0018	0.0008	0.0056	0.0062	0.0040	0.0386
		SRC	0.0314	0.0040	0.0008	0.0080	0.0088	0.0053	0.0539

가능하며, 중반은 70%, 후반은 50%가 재활용이 가능한 폐목재와 폐합성수지로 분류할 수 있는 것으로 분석되었다. 공정을 90% 이후 배출량이 높은 것은 각종 마감재료의 포장재가 대부분을 점유하였다.

Fig. 8은 폐목재 배출량을 나타낸 것으로 공정 초반 및 후반 가설재로 사용된 목재의 사용량이 높음에 따라 해당 공정에서 높은 폐목재 배출량을 나타내고 있고, Fig. 9는 합성수지를 나타낸 것으로 공정 후반 각종 포장재 등의 영향에 의한 폐기물 배출량 증가를 볼 수 있다.

혼합건설폐기물의 성상별 분리배출을 통한 재활용 효율성 향상을 위하여 공정별 분리 배출 강화를 전제로한 배출 원단위 재산정을 실시하고자 하였다. 앞서 Table 6에서 혼합건설폐기물의 발생량을 0.0265톤/m²로 산출하였으나 이를 각각 전반, 중반, 후반으로 구분하고 분리선별을 통하여 분리배출이 가능하고 재활용 효율성이 높은 폐목재 및 합성수지를 초반, 중반, 후반의 혼합건설폐기물 중에서 60, 70, 50%의 폐목재와 합성수지로 분리하여 혼합건설폐기물 배출량을 낮게 산정하였다. 폐목재의 발생은 전반에 집중됨에 따라 여기에서 비율 적용을 50% 감소비율을 적용하였고, 폐합성수지는 후반에 다량의 보양재 및 포장재가 배출됨에 따라 이 부분에서 50%를 분리 배출하는 것으로 산정하였으며, 중반에는 폐목재와 폐합성수지를 각각 35%씩 감소 적용하는 것으로 혼합건설폐기물 산출량을 감량 적용하고자하였다.

재산출한 결과 Table 7과 같이 혼합건설폐기물 발생량은 0.0087톤/m²로 분석되어 전체 폐기물발생량 중 약 14.6%를 점유하는 것으로 나타났다. 페콘크리트는 0.0306톤/m²이며 폐목재 0.01톤/m², 폐합성수지 0.0095톤/m²로 분석되었다. 비 주거용 건축물도 동일한 산정방식을 적용하여 산출하였다.

이상과 같이 신축현장의 건설폐기물 발생 원단위 산정을 위한 폐기물 성상의 분류와 발생량을 분석한 결과 현장의 분리선별 또는 분별해체의 정도에 따라 발생 폐기물의 배출량은 다르게 나타날 수 있다는 것을 알 수 있었으며 향후 재활용 단계를 위해서는 혼합건설폐기물 보다는 재활용 효율성이 높은 물질로 배출할 수

있도록 유도하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

또한 기존의 건설공사 표준품셈에서 규정하고 있는 건설폐기물의 성상이 페콘크리트와 혼합건설폐기물로 한정되어 있어 현장에서 재활용을 위한 성상별 분리배출이 어려운 점을 개선하기 위해서는 반드시 발생 원단위는 재활용이 가능한 폐기물로 분류하여 규정하는 것이 바람직할 것으로 판단한다.

5. 결론

신축공사에서 발생하는 건설폐기물에 대한 자료 수집 및 현장 실측조사를 통해 용도별, 구조별 건설폐기물에 대한 발생 원단위 분석을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 신축공사 발생 건설폐기물 발생 특징은 전 공정에 걸쳐 고르게 폐기물 배출되는 것으로 나타났다. 페콘크리트의 경우 초반 30%까지의 공정과 후반 70% 이상의 공정에서 다량 배출되는 것을 알 수 있었으며, 혼합건설 폐기물의 경우에도 초기공정과 마무리 공정에서 다량 배출되는 특성을 가지고 있다.
2. 신축공사 발생 폐기물을 분석한 결과 현장에서 발생하는 폐기물을 직접 조사한 결과 혼합건설폐기물의 비율이 45%로 매우 높게 나타났다. 이는 건설현장에서 분리 가능한 폐기물을 혼합 건설폐기물로 처리하기 때문인 것으로 조사되었으며 공정별 발생 비율과 분리 가능한 성상을 구분하여 분석한 결과 약 14.6% 정도로 낮출 수 있을 것으로 나타났다.
3. 페콘크리트, 폐목재, 폐합성수지, 혼합건설폐기물의 공정별 발생 비율과 혼합건설폐기물 내에 포함되어 있는 재활용 가능한 폐목재 및 폐합성수지를 분리하여 발생 원단위를 분석한 결과 주거용 아파트의 경우 혼합건설폐기물 발생 원단위는 0.0087톤/m²로 나타났으며, 페콘크리트는 0.0306톤/m²로 나타났다. 이와 같은 발생 원단위는 기존 건설공사 표준 품셈에서 규정하는 발생 원단위에 비하여 약 1.9배 정도 높게 나타났다.
4. 신축현장의 건설폐기물 성상은 해체현장과 달리 이물질의 함량이 적고 적정처리를 실시 할 경우 재활용 효율성이 매우 높은

성상으로 구성되어 있다. 따라서, 발생단계에서 이를 적정 처리할 수 있도록 설계 단계에서 처리비용을 반영하여 적정처리를 유도할 수 있도록 하여야 할 것이다. 또한 건설현장에서 현장관리비용으로 인한 혼합건설폐기물의 배출을 감소할 수 있는 근본적 해결책이라 할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 논문은 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(12기술혁신 E4)에 의하여 수행된 연구 결과입니다.

References

Statistical Office, (2016). Construction Orders in 2016. Korea National Statistical Data, kosis.kr.
 MOCT (2012). Construction Standard Product,

Ministry of Environment, (2012). Korea Environment Corporation, 2011 Status of Waste Generation and Disposal Nationwide.
 Kim, H.Y., Kim, C.H., Lee, C.G. (2004). A Study on Estimation Criteria of Construction, Korea Institute of Construction Management.
 KEI, (2004). A Study on the Separation and Discharge of Construction Waste and Estimation of Generated Unit Cost.
 Ministry of Environment, (2011). The 2nd Basic Plan for Recycling of Construction Waste.
 KICT (2009). Construction Dismantling System of Construction Waste and Calculation of Proper Construction Cost, Ministry of Environment.
 Kim, Y.I., Song, T.H., Lee, S.H. (2013). A study on classification and estimation of occurrence rate of construction wastes for improvement of material recycling rate, Journal of the Architectural Institute of Korea, **29(12)**.

건설공사 공정별 건설폐기물 발생량 비교 및 폐기물 발생 원단위 산정에 관한 연구

건설폐기물의 발생은 해체단계와 신축단계로 구분할 수 있으며 대부분의 폐기물은 해체단계에서 발생하고 있다. 그러나 최근 국내 신축 건설공사가 연간 150조 규모로 확대됨에 따라 신축공사가 급격하게 증가하고 있다. 특히 건설폐기물 배출이 많은 건축공사의 규모가 100조를 초과함에 따라 신축현장에서의 건설폐기물 발생량에 대한 관리가 요구되고 있다. 신축현장은 해체공사 현장과 달리 발생된 폐기물을 성상별로 분리하여 배출이 가능하며, 상대적으로 이물질 함량이 적게 발생한다. 본 연구에서는 신축현장의 건설폐기물 성상별 발생량을 조사하고, 이를 바탕으로 건설폐기물 발생 원단위를 산정하고자 하였다. 또한 기존 발생 원단위가 콘크리트와 혼합폐기물 중심으로 되어 있어 합성수지, 폐목재, 폐보드류를 추가적인 항목으로 설정하여 원단위 설정을 하였다. 원단위 조사는 총 공사 기간별 발생하는 성상별 폐기물 조사를 실시하였다. 조사결과 신축건설현장은 초반 30%까지와 70% 이후의 공정에서 대부분의 폐기물이 배출되는 것으로 조사되었으며, 혼합건설폐기물의 비율이 45%로 높게 나타났다. 원단위 분석결과 본 연구에서 산출한 결과는 기존의 표준 품셈에 비하여 약 1.9배의 폐기물이 배출되는 것으로 나타났다.