

주요 건설폐기물의 재활용 저해요인 도출을 통한 현장 건설폐기물 처리 프로세스 개선 방안

Disposal Process Improvement of Construction Waste through Identifying Factors Obstructing Reduction and Recycle of Construction Wastes

김재문* 김지혜** 차희성*** 신동우****
Kim, Jae-Moon Kim, Jee-Hye Cha, Hee-sung shin, dong-woo

요 약

최근 국내외적으로 친환경에 대한 국제적인 관심이 증가됨에 따라, 건설 산업 측면에서도 친환경적인 생산시스템 구축을 위한 노력이 요구되고 있다. 이에 부응하기 위해 건설폐기물 재활용과 관련하여 다양한 실무와 연구가 진행되고 있지만, 현장조사결과 '건설현장'과 '폐기물 처리업체'에서 수행하고 있는 폐기물 처리과정 및 처리방안이 상호 효과적으로 지원하고 있지 못하여 폐기물 재활용 저해요소로서 작용하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 건설폐기물의 재활용을 활성화시키는 방안으로써, '건설현장'과 '폐기물 처리업체'의 건설폐기물 처리과정에서 폐기물 재활용을 저해하는 요인을 도출하고, 이를 기반으로 개선방향을 제시하고자 한다. 이러한 연구목표를 달성하기 위해, 먼저 광범위한 문헌조사를 통해 대표적인 건설폐기물 종류(폐 콘크리트, 폐 아스팔트, 폐 토사, 폐 벽돌, 폐합성수지, 폐목재)를 선정하였고, '건설현장'과 '폐기물 처리업체'를 대상으로 전문가 면담을 실시하여, 이들 개별 폐기물의 처리과정 조사를 통해서 폐기물 재활용 저해요인을 조사하였다. 또한, 전문가 면담 결과로 파악된 폐기물 재활용 저해요인을 설문조사를 통해 중요도 및 우선순위를 파악하였다. 이를 기반으로 현행 건설폐기물 처리 프로세스를 개선함으로써, 재활용 효율화 방안을 제시하였다.

키워드 : 건설폐기물, 재활용 효율화 방안, 건설 현장, 폐기물 처리업체

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내의 재건축·재개발 등의 활성화로 인해 건설폐기물이 지속적으로 발생하는 추세이다. 그 동안의 경제성장 과정에서 축적된 건물의 수명과 최근의 건설수요 등을 고려할 때, 향후의 건설폐기물 발생량은 더욱 증가할 것으로 보인다.

“2004년 전국 폐기물 발생 및 처리현황”에 따르면 생활폐기물의 경우 1998년 24.1%에서 2004년 16.5%로 매년 감소하고 있고, 사업장폐기물 역시 1998년 50.1%에서 2004년 34.6%로 감소하고 있다. 반면, 건설폐기물은 1998년 25.8%에서 2004년 48.9% 발생량이 큰 폭으로 증가하고 있는 실정이다.

이처럼 매년 증가하고 있는 건설폐기물은 주로 매립, 소각, 재활용 등의 방법으로 처리되고 있다. 각 처리방법별 처리율을 보면 1998년 재활용 83%, 매립 14.9%, 소각 2.1%로 처리되었고, 2004년 재활용 90.7%, 매립 7.3%, 소각 2.0%였다. 이를 통해 재활용의 비중은 매년 증가하고 있다. 그러나 건설폐기물 재활용은 골재에 국한되어 있고 단순 성토나 복토용으로 사용되고 있다. 그러나 재활용 되는 자재의 대부분이 폐 콘크리트나 폐아스콘에 집중되어 이들에 대한 재활용 용도를 전환하는데 그치고 있다.¹⁾ 타 폐기물의 경우 폐 콘크리트나 폐아스콘에 비해 발생량

* 일반회원, 아주대학교 건축공학 대학원, 석사과정, jaem0216@ajou.ac.kr

** 일반회원 아주대학교 건축공학 대학원, 박사과정, kjh1970@empal.com

*** 종신회원, 아주대학교 건축학과 조교수, 공학박사(교신저자), hscha@ajou.ac.kr

**** 종신회원, 아주대학교 건축학과 교수, 공학박사, dshin@ajou.ac.kr
본 연구는 과학기술부 우수연구센터 운영사업인 한양대학교 친환경 건축 연구센터의 지원으로 수행되었음. 과제번호: R11-2005-056-03004-0

1) 환경부, 2004년 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2005

이 적지만, 이들의 재활용 역시 적극적으로 고려되어야 한다. 현재까지 건설현장과 폐기물처리업체 그리고 제도적으로도 폐 콘크리트나 페아스콘에 비해 등한시 되어 왔다.

따라서 본 논문에서는 건설현장에서 발생하는 주요 폐기물에 대해 재활용을 저해하는 요인을 도출하고, 이를 기반으로 재활용 효율화 방향을 제시하고자 한다.

1.2 연구 프로세스 및 방법

본 연구는 매년 증가하고 있는 건설폐기물의 재활용 활성화 방안을 제시하고자 광범위한 문헌조사를 통하여 건설폐기물 중 발생량이 많은 주요자재를 선정하였다. 이들 자재를 중심으로 중간처리업체측면과 건설현장측면으로 나누어 각 자재별 재활용 방법 및 저해요인을 파악하였다. 그리고 건설폐기물의 재활용 효율화를 위한 개선방향을 제시하기 위해 저해요인별 중요도 및 우선순위를 도출하였고, 이를 바탕으로 건설폐기물의 재활용 효율화를 위한 개선방향을 제시하였다. 주요 연구 프로세스 및 연구방법은 그림 1과 같다.

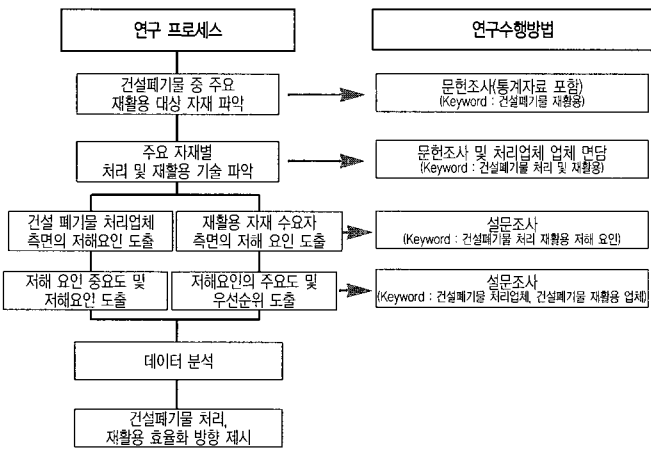


그림 1. 연구 프로세스 및 수행방법

2. 건설폐기물 발생현황 및 주요 건설폐기물 선정

2.1 건설폐기물 발생현황 및 문제점 제기

구분2004년 발생량(단위:ton/일)발생비율(%)페 콘크리트 95,80664.52페 아스팔트20,16213.58페 토사9,5386.42페 벽돌 67824.5페목재3,2482.19페합성수지1,6871.14금속류 1,0250.69페재류4870.33유리류3130.21기타94056.42총 합계 148,498100

표 1. 2004년 건설폐기물 종류별 발생량2) “2004년 전국 폐기물 발생 및 처리현황(환경부, 2005)”에서 볼 수 있듯이, 매년 폐기물 발생량은 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 특히 건설폐기물 같은 경우 생활폐기물이나 사업장폐기물과 달리 매년 증가하고 있으며, 04년도에 폐기물 발생량(지정 폐기물 제외)은 303.5천 톤/일로, 전년도 295.0천 톤/일에 비하여 약 2.9% 증가하였고, 폐기물 구성비는 생활폐기물 16.5%, 사업장배출시설계폐기물 34.6%, 건설폐기물 48.9%로서 건설폐기물이 가장 큰 구성비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

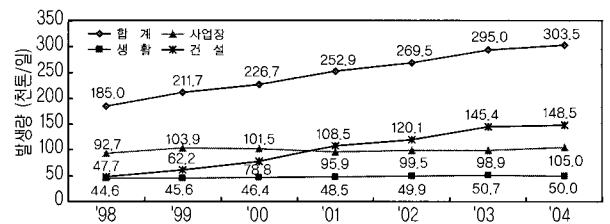


그림 2. 폐기물 발생량 변화추이¹⁾

이렇게 매년 증가하고 있는 건설폐기물의 처리 및 재활용 현황을 살펴보면, 그림 3에서 볼 수 있듯이 매립이나 소각의 비율은 매년 감소하거나, 예년과 비슷한 수준을 보이고 있으며, 재활용의 비율은 매년 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 하지만 건설폐기물의 경우 단순 매립용이나 복토용으로 사용되고 있어 건설폐기물의 질적 향상이 절실히 요구되고 있다. 이에 환경부에

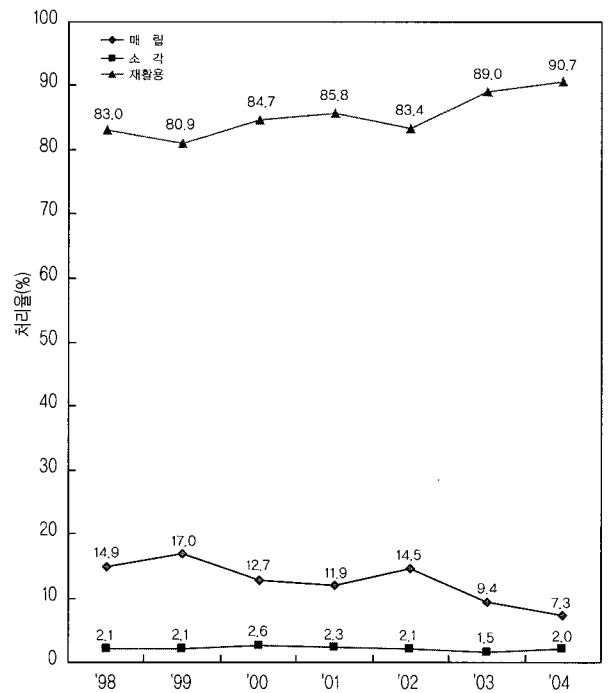


그림 3. 건설폐기물 처리 및 재활용 추이¹⁾

서는 재생골재의 품질기준을 설정하고 재생골재의 생산과 유통을 원활하게 하고, 재생골재의 수요기반을 확충하는 계획과 건설폐기물 중간처리업자의 관리 및 개선 등에 많은 노력과 투자를 하고 있다.

2.2 주요 건설폐기물 선정

건설폐기물의 종류별 발생량을 보면 폐 콘크리트가 64.52%로 가장 많이 발생하고, 유리류가 0.21%로 가장 적게 발생하고 있다. 본 연구에서는 건설폐기물 중 발생량이 1%이상인 6가지 재료를 선정하였다. ①폐 콘크리트, ②폐 아스팔트, ③폐 토사, ④ 폐 벽돌, ⑤폐목재류, ⑥폐합성수지류(폐 플라스틱류) 금속류이나 폐재류, 유리류 같은 건설폐기물을 처리하는 업체 같은 경우 업체 규모가 영세하여 적절한 데이터를 얻기가 어렵고, 건설현장에서 발생하는 폐기물을 전문적으로 처리하는 업체 선정의 어려움 커서 본 연구에서 제외 시켰다.

표 1. 2004년 건설폐기물 종류별 발생량²⁾

구분	2004년 발생량(단위:ton/일)	발생비율(%)
폐 콘크리트	95,806	64.52
폐 아스팔트	20,162	13.58
폐 토사	9,538	6.42
폐 벽돌	6,782	4.5
폐목재	3,248	2.19
폐합성수지	1,687	1.14
금속류	1,025	0.69
폐재류	487	0.33
유리류	313	0.21
기타	9,405	6.42
총 합계	148,498	100

3. 주요 자재별 재활용 저해요인 도출

3.1 건설폐기물 처리과정

건설현장에서 공사를 진행하는 동안 발생하는 폐기물은 현장에서 선별, 분류하여 폐기물별로 적치 한다. 일정량(1ton)이 수거되면, 폐기물 수집운반업에 의해 운반되어진다. 이렇게 운반되어진 폐기물은 그 특성에 따라 혼합폐기물 분류업체와 중간처리업체로 운반되어진다. 폐기물 중 재선별, 재분류를 통한 폐기물은 다시 중간처리업체 및 최종처리업체로 운반 처리된다. 이 중간처리업체에서는 폐기물 처리과정을 통해 재생제품의 생산이나, 재활용업체에서 폐기물을 사용할 수 있도록 처리한다. 또

한 최종처리업체에서는 더 이상 처리 및 가공이 불가능한 건설폐기물을 매립 및 소각을 한다.

이러한 건설폐기물의 처리 과정에서 나타날 수 있는 재활용 저해요인을 도출하고자 건설현장 측면, 폐기물 처리업체측면으로 나누어 전문가 면담을 실시하였다. 그리고 면담과정에서 두 주체 간의 재활용에 대한 견해 차이를 알고, 저해요인에 대한 효과적인 분석을 위해 폐기물 처리과정 측면, 제도적인 측면, 상대주체가 개선해야 되는 재활용 저해요인 측면으로 나누어 조사하였다.

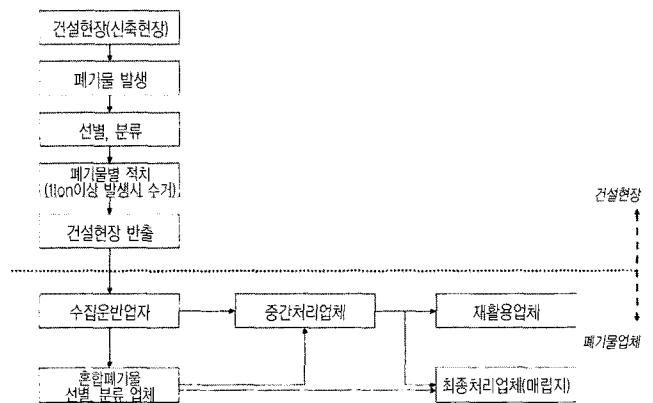


그림 4. 건설폐기물 발생 및 처리 프로세스³⁾

3.2 처리업체 측면의 저해요인

3.2.1 조사개요

환경부 “2004년 전국 발생 및 처리현황”에 의하면, 2004년 총 폐기물 발생량 중 건설 폐기물 발생량이 148,488.8ton/일이고, 이중 41%(61,336.4 ton/일)가 수도권에서 배출되고 있다. 또한 처리량 역시 수도권에 위치한 폐기물 처리업체가 43%(61,031ton/일)으로 가장 많이 처리하고 있는 것으로 나타났다.

그러므로 가장 많은 폐기물을 배출하고, 처리하고 있는 수도권 업체를 대상으로 전문가 면담을 실시하는 것이 가장 효과적이라 판단된다. 수도권에 위치한 폐기물 처리업체 현황을 처리능력 측면에서 살펴보면 최대 8,460,400ton에서 최소 238ton을 처리하고 있어서, 업체별로 처리능력에 큰 차이가 있는 것으로 조사 되었다. 그러므로 본 논문에서는 수도권에 위치한 폐기

표 2. 전문가 면담 조사개요

항 목	개 요
조사기간	2007년 1월 ~ 2월
대상현장	중간처리업체 (상위 10%업체)
조사위치	수도권
면담자	과장급 이상
폐기물 관리경력	8.7년(평균경력)

2) 환경부, 제 3차 자원재활용 기본계획, 2004

3) 조상분 외4 명, 재생골재 문제점 및 개선방안, 한국건설관리학회 논문집, 2006. 11.

물 처리업체 중 폐기물 처리량 상위 10%업체를 선정하여 전문가 면담을 실시하였다.

3.2.2 자재별 재활용 저해요인

각 자재별 저해요인은 중간처리업체를 방문하여 폐기물 처리 과정에 따른 저해요인, 제도적인 저해요인, 건설현장의 저해요인으로 나누어 조사하였다. 그리고 중간처리업체에서는 폐기물의 특성 및 재활용 제품의 특성에 따라 처리하고 있었다. 예를 들어, 순환골재업체 같은 경우 현장에서 발생하는 폐 콘크리트, 폐 아스팔트, 폐 토사, 폐 벽돌 및 블록을 수거하여 동일한 공정을 통해 재생 골재로 재활용 하고 있었고, 폐목재, 폐합성수지 같은 경우 폐기물의 특성 및 처리공정이 다르기 때문에 폐기물 별로 특정업체에서 전문적으로 처리하고 있었다. 각 자재별 업체를 방문하여 실무자 면담을 통해 다음과 같은 저해요인을 도출하였다.

① 재생골재 (폐 콘크리트, 폐 아스팔트, 폐 토사, 폐 벽돌)

재생골재는 건설 현장으로부터 폐 콘크리트, 폐 아스팔트, 폐 토사, 폐 벽돌을 받아 동일한 처리과정을 통해 재생골재를 생산하고 있다. 처리과정상의 가장 큰 문제는 현장에서 반입되는 폐기물의 선별, 분류가 제대로 되지 않아 타 폐기물이 혼합되어 처리과정에서 이물질 발생으로 재선별, 재분류를 하는 이중 작업의 원인이 되고 있다. 또한 이물질은 이후 재활용제품의 품질에도 악영향을 미치는 것으로 조사되었다. 그 외의 저해요인을 처리과정 측면, 제도적인 측면, 건설현장 관리 측면에서 조사한 결과는 표 3과 같다.

표 3. 중간처리업체측면에서의 저해요인 (재생골재)

관 점	ID	저 해 요 인
중간 처리 업체 측면	A1	폐기물량 보다 적은 처리가능용량 (폐기물의 적치 공간 부족)
	A2	파쇄기 규격 보다 큰 콘크리트
	A3	우천 시 습기 및 비에 의한 이물질 제거과정에서의 문제
	A4	분쇄장비 설치비용 부담
제도적인 측면	B1	금융지원의 미비
	B2	재생골재에 대한 품질 인증 필요
	B3	재생골재 업체에 대한 엄격한 허가기준 필요 (수요보다 많은 업체 발생)
	B4	국가에서 재생골재에 대한 적정가격 제시 필요
건설 현장 관리 측면	C1	폐기물별 분류가 명확하지 않음
	C2	재생골재의 수요 확보에 대한 어려움
	C3	수요자 입장에서 선입견 (천연골재가 우수할거라는 인식)
	C4	재생골재 사용 후 문제 발생에 대한 불안감
	C5	재생골재 수요처부족
	C6	품질에 대한 정확한 정보 부족

② 목재

목재의 면담과정에서 나타난 가장 심각한 재활용 저해요인은 현장 내에서 불법적으로 처리되는 목재의 양이 많아 겨울철 같은 경우 폐목재의 수거량이 적어 재활용되는 양이 매우 적다고 조사되었다.

그리고 재생골재 업체와 같이 폐목재 처리 업체에서도 건설현장에서 폐기물의 선별, 분류가 제대로 되지 않아 재선별, 재분리의 어려움이 있었다. 특히 목재 같은 경우 못 등의 이물질 제거의 어려움이 컸다. 그 외의 저해요인을 처리과정 측면, 제도적인 측면, 건설현장 관리 측면에서 조사한 결과는 표 4와 같다.

표 4. 중간처리업체측면에서의 저해요인(목재)

관 점	ID	저 해 요 인
중간 처리 업체 측면	A1	폐기물량 보다 적은 처리가능용량 (폐기물의 적치 공간 부족)
	A2	'먼지, 소음 등의 열악한 작업환경'
	A3	재생제품의 수요 확보에 대한 어려움
제도적인 측면	B1	재생 목재의 품질 기준 도입으로 재활용용도 확대
	B2	재활용 제품 사용 현장(건설업체)에 대한 인센티브가 없음
건설 현장 관리 측면	C1	폐기물별 분류가 명확치가 않음
	C2	재활용 제품에 대한 인식 부족
	C3	현장 내에서 목재를 재활용 자재로 보는 인식이 낮음
	C4	현장에서 폐기되는 목재가 많음

③ 합성수지

합성수지의 경우 현장 내에서 혼합 폐기물과 같이 들어오는 경우가 많아 이물질 제거의 어려움이 가장 크게 나타났다. 그리고 이물질 제거 기술개발의 어려움이 큰 것으로 나타났다. 그 외의 저해요인을 처리과정 측면, 제도적인 측면, 건설현장 관리 측면에서 조사한 결과는 표 5와 같다.

표 5. 중간처리업체측면에서의 저해요인(합성수지)

관 점	ID	저 해 요 인
중간 처리 업체 측면	A1	이물질 제거의 어려움
	A2	이물질 제거의 기술개발 어려움
	B1	배출자 책임 원칙의 법제화의 강화
제도적인 측면	B2	국가에서 폐합성수지 처리에 대한 적정가격 제시 필요
	B3	재활용 제품 사용 현장(건설업체)에 대한 인센티브가 없음
건설 현장 관리 측면	C1	폐합성수지의 철저한 선별 필요
	C2	현장에서의 폐합성수지에 대한 재활용 자재로서의 인식 부족
	C3	현장 내 미 분리 혹은 폐기되는 폐합성수지 양이 많음 (폐기물별 수거비용이 가장 고가)

3.3 건설업체 측면의 저해요인

3.3.1 조사개요

수도권 내에 위치한 20층 이상 공동주택단지 건설현장 중 주요 폐기물이 비교적 다량으로 발생하는 네 곳을 선정하여, 원도

급업체 소속의 폐기물 관리 담당자를 대상으로 전문가면담을 실시하였다.

표 6. 전문가 면담 조사개요

항 목	개 요
조 사 기 간	2007년 1월 ~ 2월
대 상 현 장	20층 이상의 공동주택단지
조 사 위 치	수도권
면 담 자	시공사(원도급) 소속 폐기물관리자
건설 현장 경력	12.7년 (평균경력)
폐기물 관리경력	4.6년 (평균경력)

3.3.2 자재별 재활용 저해요인

중간처리업체에서의 자재별 저해요인 도출방법과 동일하게 건설현장 측면에서의 저해요인을 건설현장 측면, 제도적인 측면, 중간처리업체 측면으로 나누어 실제 현장 폐기물 관리자를 면담을 통하여 다음과 같은 저해요인을 도출하였다.

그리고 처리업체 측면에서는 주요 자재별로 표를 구성하였지만, 건설현장 측면에서 자재별로 구성하지 않고, 통합하여 구성하였다. 이유는 건설현장에서는 모든 폐기물을 통합 관리하고, 각 자재별 처리과정이 동일하여, 중복되는 저해요인이 많이 발생하여 자재별로 통합하여 표 7과 같이 구성하였다.

① 재생골재 (폐 콘크리트, 폐 아스팔트, 폐 토사, 폐 벽돌)

재생골재로 재활용하기 위해 이용되는 건설폐기물은 폐 콘크리트, 폐 아스팔트, 폐 토사, 폐 벽돌이 있다. 이 건설폐기물에 대한 분리, 선별에 대한 인식은 있지만, 현장 내의 과중한 업무로 인해 관리의 어려움이 있다. 그리고 그 외의 저해요인을 처리과정 측면, 제도적인 측면, 중간처리업체 측면에서 조사한 결과는 표 7과 같다

② 목재

폐목재 같은 경우 현장에서 발생하는 양이 적어 현장에서 선별, 분리에 대한 의식이 낮고, 현장 내에서 작업자에 의해 불법적으로 소각되는 목재에 대한 관리에 어려움이 있다. 그리고 그 외의 저해요인을 처리과정 측면, 제도적인 측면, 중간처리업체 측면에서 조사한 결과는 표 7과 같다.

③ 합성수지

폐합성수지 같은 경우 현장에서 배출되는 시기가 마감공사에 집중되어 있고, 마감공정의 특성상 혼합폐기물이 동시에 발생하기 때문에 폐합성수지에 대한 선별, 분리에 대한 관리의 어려움이 있다. 그리고 그 외의 저해요인을 처리과정 측면, 제도적인 측면, 중간처리업체 측면에서 조사한 결과는 표 7과 같다.

표 7. 건설현장 측면의 저해요인

관점	분류	ID	저해요인
건설 현장 관리 측면	공통	A1	폐기물 전문 처리업체와의 분리발주로 발생하는 폐기물에 대한 책임 미전
		A2	발생되는 폐기물에 대한 선별, 분리 지시는 이루어지나 감독의 어려움
	목재	A3	설계단계에서 재생골재 사용에 대한 고려 부족
		A4	폐목재에 혼합된 못 등의 분리가 어려움
		A5	폐목재 방지에 따른 불법처리, 가능성 상존 (소각 등)
		A6	폐목재의 발생량이 적어 재활용에 대한 인식이 낮음
	합성수지	A7	마감공사에 집중해서 발생하여, 폐합성수지 및 혼합폐기물의 동시발생으로 분류의 어려움
		A8	배출량이 특정 공사에 밀집되어 있어, 타 공사에서 발생하는 소량의 폐합성수지에 대한 처리 의식이 매우 낮음 (혼합폐기물과 같이 분류)
제도적인 측면	재생골재	B1	폐 콘크리트에 3%의 혼합폐기물 허용(현장에서 역이용)
		B2	재생골재에 대한 품질인증이 필요 (현장 내에 신뢰도가 낮음)
		B3	재생골재 사용현상에 대한 incentive 필요 (운반비용 보조, PQ 심사 시 가산점)
	목재	B4	현장 내에서 소각되는 폐목재 처벌 강화 (겨울철 작업자 위해 발생)
		B5	운반거리에 따른 추가비용에 대한 보조가 필요
	합성수지	B6	합성수지 폐기물의 경우 처리 비용이 고가이므로 정부 보조 필요
중간 처리 업체 측면	재생골재	C1	품질에 대한 신뢰성이 낮음
		C2	재생골재 업체가 먼 경우 운반비용의 과중
	목재	C3	소량의 폐목재라도 수거가 가능해야 함
		C4	저가의 고품질 재생 목재 생산으로 현장 내 폐목재에 대한 인식 고취 필요
	합성수지	C5	합성수지 폐기물의 경우 처리 비용이 고가이므로 정부 보조 필요
	공통	C6	추가적인 운반비용 발생을 줄 수 있도록 적합한 업체가 주위에 많아야 함
		C7	재생재품에 대한 정보 부족으로 현장간의 유통 활발하지 않음

4. 저해요인별 우선순위 및 중요도 산정

4.1 설문조사 개요

건설현장 및 처리업체를 통해 파악한 저해요인들이 폐기물 처리에 미치는 영향정도를 파악하기 위해 설문조사를 실시하였다. 그리고 영향정도가 의미하는 것은 우선순위 및 중요도를 의미한다. 설문지는 건설현장 및 폐기물 처리업체로 나누어 실시하였으며, 응답자로 하여금 1부터 5까지 숫자로 나열된 척도범위 중 하나를 선택하는 양적 판단법(Quantitative Judgement Method)으로 구성되었다. 척도 '1'은 '폐기물 처리과정에 미치는 영향정도가 가장 낮다'는 것을 의미하며, 척도 '5'는 '폐기물 처리과정에 미치는 영향정도가 가장 높다'는 것을 의미한다. 그리고 응답자가 선택한 점수 분포의 분석의 신뢰를 높이기 위해 가장 높게 선택한 항목에 대해서는 선택한 이유를 적도록 하였다.

설문조사 대상은 건설현장과 중간처리업체를 대상으로 실시하였다. 건설현장은 수도권 내에서 시공 중인 공동주택(25층 이

상) 건설현장으로 한정되었고, 원도급업체 소속의 폐기물 관리 담당자가 설문에 응답하도록 하였다. 수도권에 위치한 약 150개의 현장에 설문서를 배포하였고, 21개의 현장으로부터 설문서가 회수 되었다. 또한 폐기물 처리업체는 폐기물 처리 능력 상위 10% 이상인 업체를 선정하여 설문지를 배포하였으며, 23개의 설문지를 회수하였다. 이중 데이터가 불충분하거나 적절하지 못한 응답을 한 건설현장 2부, 폐기물 처리업체 2부의 설문지가 제외되었다. 최종적으로 41부의 설문지가 데이터 분석에 활용되었으며, 설문응답자의 특성을 보면, 건설현장 폐기물 관리경력이 평균 (5.4년), 폐기물 처리업체는 실무 경력(8.7년)이었다.

4.2 설문조사 결과

4.2.1 범주별 우선순위 및 중요도

설문조사 시 각 범주별(건설현장 측면, 제도적인 측면, 중간처리업체 측면)로 건설폐기물 처리과정에서 미치는 영향이 큰 순위를 질문하였고, 그림 5, 6과 같은 순위로 조사되었다. 또한 그림에서 나타난 수치는 순위에 대한 평균이므로 큰 값이 더 큰 영향을 미치는 것을 의미한다. 그림5(중간처리업체측면)에서는 타 범주에 비해 '건설현장 측면의 저해요인'이 건설폐기물 처리과정에서 영향이 높다고 나타났다. 그리고 그림 6(건설현장 측면)에서도 볼 수 있듯이 그림5에서의 결과와 같이 '건설현장 측면의 저해요인'이 영향이 높다는 결과를 얻었다.

이는 건설현장과 중간처리업체 두 주체 모두 건설현장에서의 처리과정이 폐기물 처리 및 재활용에 미치는 영향이 크다는 것을 의미한다. 즉, 건설폐기물 처리과정에서 우선적으로 고려해야 하고, 개선이 필요한 부분이 건설현장 측면인 것을 알 수 있다. 반면, 그림5, 6 모두 제도적인 측면의 저해요인이 폐기물 처리과정에서 그 영향 정도가 가장 낮게 나타났다는 것 역시 주목할 만하다.

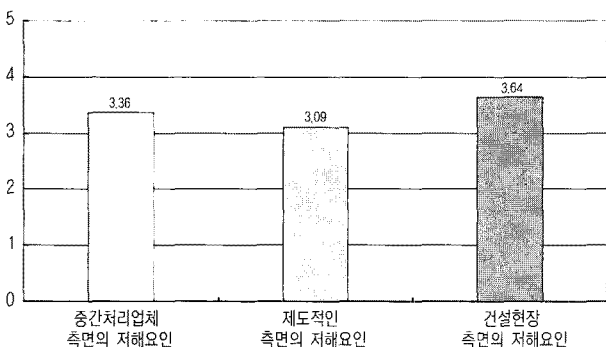


그림 5. 중간처리 업체 측면의 범주별 순위평균

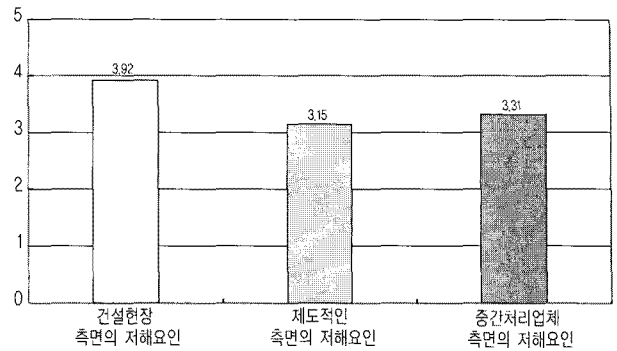


그림 6. 건설현장 업체 측면의 범주별 순위평균

4.2.2 중간처리업체 측면의 저해요인별 중요도

①재생골재 (폐 콘크리트, 폐 아스팔트, 폐 토사, 폐 벽돌)

재생골재업체 같은 경우 B2, B4, C1 항목이 폐기물 처리과정에 가장 영향이 크게 미치는 것으로 나타났다. B2 항목은 '재생골재에 대한 품질 인증 필요(5점 만점 중 평균 4.12)', B4 항목은 '국가에서 재생골재 업체에 대한 엄격한 허가기준 필요(5점 만점 중 평균 4.12)', C1 항목 '폐기물별 분류가 명확하지 않음(5점 만점 중 평균 4.12)' 이다. 이러한 조사결과는 재생 골재 업체에서 재생제품을 생산하고도, 업체 간의 과잉경쟁으로 재생골재 가격이 하락과 제도적인 명확한 품질 기준이 없어 재생골재 수요자인 건설현장에서는 품질에 대한 문제로 소비를 기피하고 있는 것으로 나타났다.(그림 7) 또한 현장에서 폐기물의 선별, 분류가 명확하게 되지 않아 중간처리업체에서는 재선별,

재분류가 이루어지고, 최종 재활용품의 품질에도 악영향이 큰 것으로 나타났으며, 이는 건설현장의 폐기물의 철저한 관리와 제도적으로 재생제품의 수요확보를 위한 대책이 가장 효과적임을 의미한다.

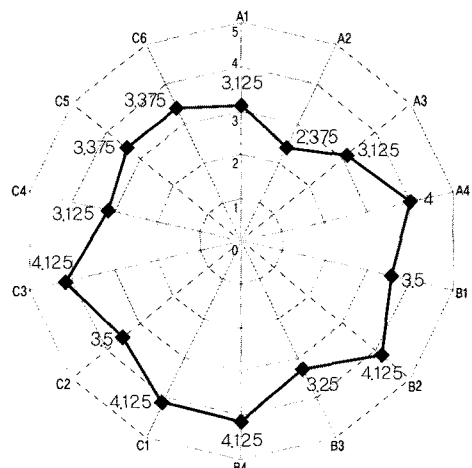


그림 7. 중간처리업체 측면의 저해요인별 우선순위 및 중요도(재생골재)

② 폐목재

폐목재 처리업체 같은 경우 B1, C1, C4 항목이 폐기물 처리과정에서 가장 영향이 크게 미치는 것으로 나타났다. B1 항목은 '재생 목재의 품질 기준 도입으로 재활용용도 확대(5점 만점 중 평균 3.87)', C1 항목은 '폐기물 분류가 명확하지 않음(5점 만점 중 평균 4.12)', C4 항목은 '현장에서 폐기되는 목재가 많음(5점 만점 중 평균 4.12)' 이다. 이 결과는 재생골재의 문제와 동일하게 건설현장의 선별, 분리에 대한 현장 관리 문제와 제도적으로 재생 목재의 확실한 품질기준 마련의 필요성을 동일하게 나타냈다. (그림 8) 또한, 폐목재 같은 경우 건설현장에서 목재에 대한 재활용 자재로의 인식 부족과 현행의 현장 폐기물 분류를 보다 다양한 자재별로 하는 것이 필요함을 의미한다.

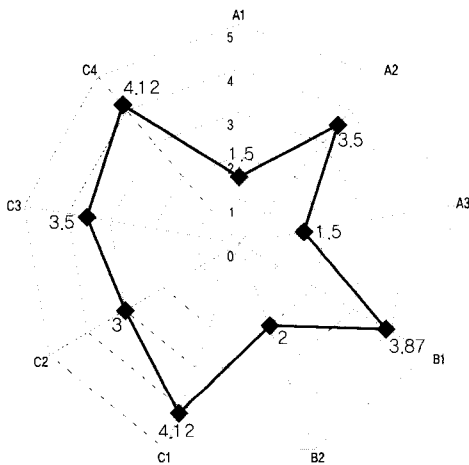


그림 8. 중간처리업체 측면의 저해요인별 우선순위 및 중요도(폐목재)

③ 폐합성수지

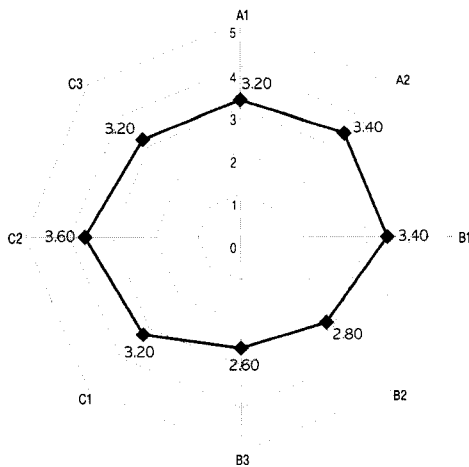


그림 9. 중간처리업체 측면의 저해요인별 우선순위 및 중요도(폐합성수지)

폐합성수지 같은 경우 A2, B1, C2 항목이 폐기물 처리과정에서 가장 영향이 크게 미치는 것으로 나타났다. A2 항목은 '이물질 제거의 기술개발 어려움(5점 만점 중 평균 3.40)', B1 항목은 '배출자 책임 원칙의 법제화 강화(5점 만점 중 평균 3.40)', C2 항목은 '현장에서의 폐합성수지에 대한 재활용 자재로서의 인식 부족(5점 만점 중 평균 3.60)' 이다. 폐합성수지 역시 현장에서의 폐기물 선별, 분리와 연관된 저해요인이 폐기물 처리과정에서 높은 영향정도를 나타내고 있다. 또한 폐합성수지 자체 특성상 타 폐기물에 비해 이물질 제거의 기술적인 문제가 높은 것으로 나타났다.

4.2.3 건설현장 측면의 저해요인별 중요도

건설현장 측면의 저해요인 중에서 A2, B6, C6 항목이 폐기물 처리과정에 가장 영향이 크게 미치는 것으로 나타났다. A2 항목은 '발생되는 폐기물에 대한 선별, 분리 지시는 이루어지나 감독의 어려움(5점 만점 중 평균 4.28)' B6 항목은 '합성수지 폐기물의 경우 처리비용이 고가이므로 정부 보조 필요(5점 만점 중 평균 3.92)' C6 항목은 '추가적인 운반비용 발생을 줄일 수 있도록 적합한 업체가 주위에 만하여야 함(5점 만점 중 평균 3.85)' 이다. A2, B6 항목은 폐기물의 선별, 분리의 문제와 폐기물 처리의 경제적인 측면이 고려되었다고 볼 수 있다. 전반적으로 건설현장의 폐기물 선별, 분리의 경제적인 어려움이 건설폐기물 처리과정에 영향 정도가 타 범주보다 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이는 현행의 건설폐기물 처리과정의 개선이 필요한 것을 의미하고 이를 뒷받침하는 제도적인 보완이 필요한 것으로 판단된다.

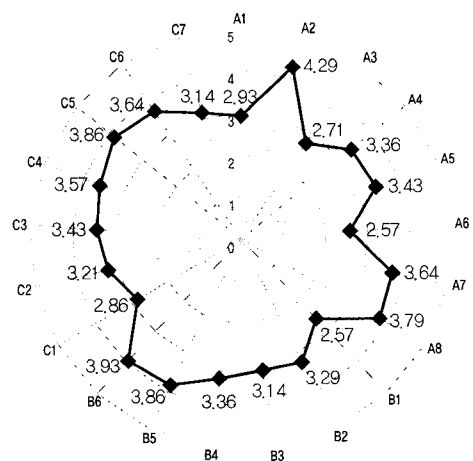


그림 10. 건설현장 측면의 저해요인별 우선순위 및 중요도

4.2.4 설문조사 결과의 편향(Bias)

지금까지 제시된 결과는 앞서 명시했듯이 원도급업체 소속의 폐기물 관리 담당자 및 중간처리업체 실무자를 대상으로 조사한 결과이다. 이는 폐기물 관리 담당자 및 중간처리업체 실무자의 이익이나 편의를 증가시키는 항목에 치우친 결과가 있을 것이다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 하도급업체나 폐기물 위탁업체와 같은 폐기물 업무 관련자 시각에서 좀 더 객관적인 의견을 반영할 필요성이 있으며, 이를 위해 추가적인 조사가 필요하다.

5. 건설폐기물 처리과정 개선방향

설문조사 결과 건설현장에서는 건설폐기물에 대한 재활용의 필요성 대한 인식은 있지만, 타 업무에 비해 폐기물 관리의 중요성이 떨어져 선별, 분리가 제대로 이행되지 못하고 있어, 이에 대한 세부적인 폐기물처리 프로세스가 필요한 실정이다. 그리고 중간처리업체 같은 경우 건설현장에서 건설폐기물에 대한 선별, 분리가 제대로 되지 않아 이물질 제거에 어려움이 있으며, 이는 재활용 제품의 품질에도 악영향을 미치고 있다. 또한 재생재품에 대한 현장 내의 낮은 인식 때문에 재품을 만들고 나서도, 수요가 없는 문제가 건설폐기물 처리과정에 미치는 영향이 크게 나타났다. 이는 현행의 건설 폐기물 처리과정을 개선해, 건설현장의 효과적인 폐기물 선별, 분리와 이후 중간처리업체에서 폐기물의 재활용 효율화를 이루는 것이 설문조사 결과 나왔다.

5.1 현행의 건설폐기물 처리과정의 문제점 분석

그림 11은 기존의 논문과 건설현장 조사과정을 통하여 현행의 프로세스 만들었다. 그리고 설문조사를 통하여 현재 건설폐기물

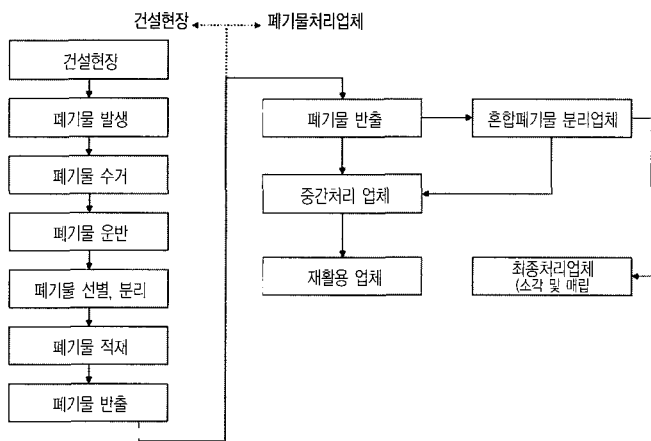


그림11. 현행 건설폐기물 처리 프로세스

의 처리과정에서 저해요인 중 가장 영향이 크고, 개선이 필요한 것은 앞서서도 언급했듯이 건설현장에서 발생하는 건설폐기물의 철저한 선별, 분리이다. 그래서 현행의 건설 폐기물 프로세스에서 개선이 필요한 단계를 찾아 개선된 프로세스를 제시하고자 한다.

① 폐기물 수거 단계

현장에서 발생하는 폐기물 수거는 폐기물을 운반하기 위한 수거가 아닌 이후 작업의 효율성을 높이고, 폐기물 수거 초기에 모든 폐기물이 섞이는 것을 최소화 하는 것이 필요하다. (그림 11 참조)

② 폐기물 선별, 분리

수거된 모든 폐기물을 한 번에 선별, 분리하여 작업의 효율이나 관리의 어려움을 보완하는 개선된 폐기물 처리프로세스 제안으로 하위 단계별 내려갈수록 선별, 분리해야 되는 폐기물의 양을 줄여 작업의 효율을 높이고 보다 철저한 선별, 분리가 필요하다.(그림 11 참조)

5.2 현행의 건설폐기물 처리 프로세스 개선⁴⁾

앞에서 언급한 현행의 건설폐기물 처리 프로세스에서 나타난 문제점을 개선한 프로세스이다. 그림12에서 폐기물 수거 (1), (2)는 기존의 폐기물 수거 단계의 문제점을 개선한 것으로 폐기물 수거 (1)은 선별, 분류가 필요한 폐기물을 말한다. 예를 들어 폐콘크리트, 폐목재 등과 같은 타 자재와 혼합되어 사용되는 폐기물로 이후 철저한 선별 분리가 필요한 폐기물을 말하는 것이다. 폐기물 수거 (2)는 선별분류가 필요 없는 폐기물로 예를 들면, 마감공사에서 많이 배출되는 폐합성수지등 타 자재와 혼합되어 사용되지 않은 폐기물 말한다. 그리고 폐기물 선별, 분리 (1), (2)

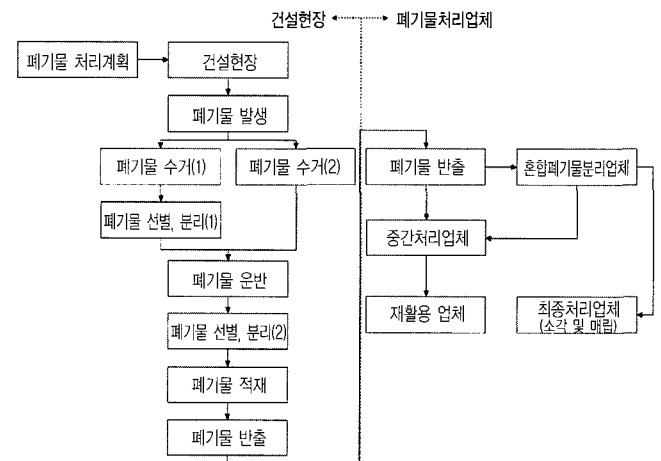


그림12. 개선된 건설폐기물 처리 프로세스

는 역시 기존의 폐기물 수거 단계의 문제점을 개선한 것으로 폐기물 선별, 분류 (1)은 각 공정마다 발생량이 많은 특정 폐기물과 타 폐기물을 선별, 분리하여 이후 폐기물 선별, 분리(2) 작업의 효율화를 높이고, 현장에서 발생하는 모든 폐기물이 섞이는 문제를 개선할 수 있다. 다음 단계인 폐기물 선별, 분리(2)는 기존의 폐기물 처리프로세스에서 행하는 작업과 동일하며, 폐기물 적재 품목에 따른 철저한 선별 분리를 하는 단계이다. 이런 개선된 과정을 통하여 건설 현장에서 발생하는 건설폐기물의 보다 철저한 선별, 분리가 가능하고, 선별, 분리해야 하는 폐기물량이 단계로 내려갈수록 줄어 작업의 효율화가 가능하다. 또한 철저한 선별, 분리는 이후 수행되는 중간처리업체에서의 폐기물 처리과정을 개선시키고, 폐기물을 이용한 재활용 제품의 품질 향상에도 도움이 있다.

6. 결론

본 연구에서는 건설폐기물 처리과정의 저해요인을 도출하기 위해 광범위한 문헌조사, 건설현장 및 폐기물 처리업체 실무자 면담을 통하여 주요 자재(폐 콘크리트, 폐 아스팔트, 폐 토사, 폐 벽돌, 폐합성수지, 폐목재)별 저해요인을 도출하였다. 또한 주요 자재별로 저해요인을 건설현장측면과 중간처리업체측면으로 나누어 도출하였으며, 이 저해요인은 처리과정 측면, 제도적인 측면, 건설현장 및 중간처리업체 측면(상대주체가 바라본 저해요인)에서 파악하였다. 이렇게 도출된 저해요인의 우선순위 및 중요도를 알기 위해서 설문조사를 통해 저해요인에 대한 우선순위 및 중요도를 파악하였다. 이 결과로 현행 건설폐기물 처리과정에서 우선적으로 개선이 필요한 저해요인을 파악할 수 있었다. 이를 개선하기 위해 현행 건설폐기물 처리과정에서 개선이 필요한 작업을 개선하는 건설폐기물 처리 프로세스를 제안 하였다. 이를 통해서 건설폐기물의 보다 철저한 선별, 분리가 가능하고, 폐기물처리 작업의 효율성을 높였다. 또한 현장에서의 폐기물 선별, 분리과정의 개선으로 중간처리업체에서 말하는 재작업, 재선별 문제뿐 아니라 재활용 제품의 질적 향상에도 도움이 될 것으로 기대된다.

마지막으로 본 연구에서 제시한 개선된 건설폐기물 처리 프로세스를 검증하는 추가적인 연구가 필요하다. 또한, 폐기물 발생량 1% 이상인 자재 6가지를 선정하여 연구가 진행되었지만, 이후 연구에는 보다 많은 자재에 대한 연구가 진행되어야겠다. 마지막으로 본 연구에서 도출된 다양한 저해요인을 개선하는 추가적인 연구가 필요하다.

부록. 설문조사 데이터 통계분석 결과

부록 표. 폐기물별 저해요인에 대한 기술통계

(a) 중간처리업체측면에서의 저해요인 (재생골재)

Category	Id	Mean	Mode	Std. deviation	Variance
재생골재	A1	3.13	2	1.13	1.27
	A2	2.38	2	1.69	2.84
	A3	3.13	2	1.13	1.27
	A4	4	5	1.07	1.14
	B1	3.5	3	0.93	0.86
	B2	4.13	4	0.64	0.41
	B3	3.25	4	1.28	1.64
	B4	4.13	4	0.64	0.41
	C1	4.13	4	0.83	0.7
	C2	3.5	3	1.07	1.14
	C3	4.13	5	0.83	0.7
	C4	3.13	3	1.25	1.55
	C5	3.38	3	1.3	1.7
	C6	3.38	3	1.41	1.98

(b) 중간처리업체측면에서의 저해요인 (폐목재)

Category	Id	Mean	Mode	Std. deviation	Variance
폐목재	A1	1.5	1	0.84	0.7
	A2	3.5	3	1.38	1.1
	A3	1.5	2	0.55	0.3
	B1	3.87	4	0.75	0.57
	B2	2	2	1.1	1.2
	C1	4.13	4	0.14	0.02
	C2	3	2	0.89	0.8
	C3	3.5	3	0.82	0.67
	C4	4.12	5	0.98	0.97

(c) 중간처리업체측면에서의 저해요인 (폐합성수지)

Category	Id	Mean	Mode	Std. deviation	Variance
폐합성수지	A1	3.2	3	0.45	0.2
	A2	3.4	3	0.94	0.88
	B1	3.4	3	1.23	1.51
	B2	2.8	3	0.75	0.56
	B3	2.6	2	1.44	2.08
	C1	3.2	3	1.13	1.28
	C2	3.6	4	0.89	0.8
	C3	3.2	4	0.75	0.56

(d) 건설현장측면에서의 저해요인

Category	Id	Mean	Mode	Std. deviation	Variance
건설 현장 측면	A1	2.92	3	1	0.99
	A2	4.29	4	0.88	0.77
	A3	2.71	4	1.15	1.32
	A4	3.36	4	1.15	1.32
	A5	3.43	4	1.22	1.49
	A6	2.57	2	0.65	0.42
제도적인 측면	A7	3.64	4	1.08	1.17
	A8	3.79	4	0.97	0.95
	B1	2.57	3	0.76	0.57
	B2	3.29	4	0.83	0.68
중간 처리 측면	B3	3.14	4	0.83	0.68
	B4	3.36	3	0.93	0.86
	B5	3.86	4	1.17	1.36
	B6	3.93	4	0.89	0.8
	C1	2.86	3	0.66	0.44
	C2	3.21	4	1.05	1.1
	C3	3.43	4	1.05	1.1
	C4	3.57	3	1.16	1.34
	C5	3.86	4	0.86	0.75
	C6	3.64	4	0.93	0.86
	C7	3.14	3	0.93	0.86

참고문헌

1. 김지혜 외3인 (2006), “건설현장의 폐기물 관리행위 평가 틀 개발”, 한국건설관리학회 논문집
2. 이규성(2004) 외 5인, “폐기물재활용기술”, 형설출판사, pp.357-372
3. 정찬영 외2인(2007), “건설현장 폐목재의 발생원인 분류를 통한 재활용 요인분석”, 한국건설관리학회 논문집, pp.107-115
4. 조상문 외4인(2006), “재생골재 문제점 및 개선방안”, 한국 건설관리학회 논문집
5. 환경부(2004), “제3차 자원재활용기본계획”, 2004, pp.73
6. 환경부(2005), “2004년 전국 폐기물 발생 및 처리현황”, pp.11-22
7. 홍성욱 외2인, “건설폐기물로 배출되는 폐콘크리트 재활용의 실태분석 및 효율화 방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집 구조계, 통권184호, pp.97-104
8. 홍원화 외2인(2004), “주택의 신축과 해체시 건설폐기물의 발생종류와 처리방법 비교, 분석에 관한연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 통권 184호, pp.201-208
9. Caelos t, f(2002) “material waste in building industry: main causes and prevention”, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol 128, Issue 4, pp. 316-325
10. L. Y. Shen(2004), “Mapping Approach for Examining Waste Management on Construction Sites”, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Volume 130, Issue 4, pp. 472-481

논문제출일: 2007.06.15

심사완료일: 2007.10.18

Abstract

On account of increasing interest of substantiality in these day, it is needed to make an effort to establish an environmentally sustainable production system for the construction works. Although practical affairs and researches are in progress to reduce and recycle construction wastes, as a result of a research, there are still obstructive factors on waste reduction and recycling which they don't interact efficiently between waste disposal process of the construction area and waste disposal company. As a plan to revitalize reduction and recycling of construction wastes, this research focuses on finding obstructive factors and giving solutions to reduce and recycle construction wastes which comes from construction process and construction industries. To meet the needs of the research, firstly relatively significant construction wastes (concrete, soil, brick, block, asphalt, plastic, lumber) were identified. On site level interviews with management of disposal companies and construction sites were conducted as well, focusing on typical waste disposal process. Throughout this interviews, obstructive factors were conducted. A result of the research, the authors suggest an improved approach on disposal and recycling for construction waste by prioritizing the identified factors and ranking the importance level of each factor. And, by identifying factors obstructing reduction and recycle of construction wastes, this research suggests improved disposal process of construction waste.

Keywords : construction waste, recycling, architectural materials, substantiality