

건설현장의 폐기물 관리행위 평가 툴 개발

: 1단계 - 폐기물 관리행위 요인 및 평가 툴 개념 구축

Development of the Tool for Evaluating Construction Waste Management Performance

김 지 혜* · 김 재 문** · 차 회 성*** · 신 동 우****

Kim, Jee-Hye Kim, Jae-Moon Cha, Hee-Sung Shin, Dong-Woo

요 약

건설산업에서 발생하는 폐기물이 환경적, 경제적으로 심각한 피해를 일으킴에도 불구하고, 현재 건설현장의 폐기물 관리수준이 타 산업에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타난다. 이러한 낮은 수준의 폐기물 관리수준을 향상시키기 위해서는 먼저 건설현장에서 실제로 행하고 있는 폐기물 관리행위를 측정할 필요가 있다. 본 연구는 건설현장의 폐기물 관리행위에 영향을 미치는 주요 요인을 파악하고, 이를 바탕으로 개별 건설현장의 폐기물 관리수준을 평가하기 위한 평가 툴을 개발하고자 한다. 연구결과로써, 다양한 폐기물 관련 문헌조사를 통해 59개의 영향요인이 파악되었고, 이들 요인을 공통적인 특성에 따라 인적 요인(Manpower), 자재적 요인(Material), 처리방법적 요인(Method), 관리적 요인(Management), 제도적 요인(Policy)으로 구분하였다. 또한, 건설현장을 대상으로 하는 설문조사를 통해 59개 영향요인의 영향정도를 정량적으로 파악하였고, 이 영향정도를 기반으로 폐기물 관리행위의 효과를 평가하는 툴의 기본 개념을 구축하였다. 평가 툴의 결과 중 하나로 제시되는 폐기물관리 지표(Waste Management Index)는 개별 현장의 폐기물 관리 수준을 효과적으로 평가할 수 있고, 보다 효과적인 폐기물관리를 위해 해당 현장에서 수행해야 할 관리 요인을 제시한다.

키워드 : 친환경 건설, 건설폐기물, 폐기물 관리행위, 평가 툴

1. 서 론¹⁾

1.1 연구의 배경 및 목적

전 세계적으로 기후적, 생태적 문제가 심각해짐에 따라 국제적으로 세계기후협약(UNFCCC) 등을 통해 환경규제를 강화하고 있고, 이에 발맞추어 우리나라에서도 환경규제의 일환으로 폐기물과 관련된 법적인 요구조건이 점차 강화되고 있다¹⁾. 건설 산업 측면에서 이러한 환경규제에 대응하기 위해 건설업체 스스로 친환경적인 생산시스템을 구축할 필요성이 있고, 이에 따라 몇몇 대형 건설업체들이 건설폐기물을 저장하고 재활용을 확대하기 위해 폐기물 관리 지침을 마련하고 있는 실정이다.

그러나 실제 고층 주거건물 건설현장의 사례조사 결과를 살펴보면, 건설현장의 폐기물 관리현황이 최소한의 법적인 요구사항만을 만족시키는 낮은 수준에 머물러 있는 것을 알 수 있다. 이러한 수동적인 관리행위로 인해 폐기물로 인한 자재비 손실액이 한 현장 당 10억원-12억원에 이르는 것으로 조사되었고, 이 금액은 순수한 자재 손실액만을 산정한 것이므로 폐기물 처리비 및 관리에 수반되는 간접비를 포함한다면 공사비 손실규모가 더 커질 것으로 예측되었다.²⁾ 위의 조사결과에 의하면 건설폐기물로 인한 환경적 피해뿐만 아니라 경제적 피해 역시 큰 것을 알 수 있다. 이와 같이 건설현장의 폐기물 관리가 효과적이지 못한 이유는 폐기물관리지침이 부재하거나, 지침이 있다고 하더라도 건설현장에서 효과적으로 운영할 수 없는 내용일 수 있고, 또한 건설현장에 수행하는 폐기물 관리행위의 효과를 평가하여 반영할 수 있는 기반이 없는 데서 기인할 수 있다. 폐기물 관리와 연관된 국내외의 연구동향을 살펴보면, 각국별 건설폐기물 발생비율, 전국적 차원의 건설폐기물 발생 종류 및 총량 비교, 건설폐기물 발생패턴 파악, 처리방법의 문제점 등에 대한 연구가 진행

*학생회원, 아주대학교 건축학부 박사과정(교신저자), kjh1970@empal.com

**학생회원, 아주대학교 건축학부 석사과정, jaem0216@naver.com

***일반회원, 아주대학교 건축학부 조교수, 공학박사 hscha@ajou.ac.kr

****중신회원, 아주대학교 건축학부 교수, 공학박사 dshin@ajou.ac.kr

이 연구는 2005년도 과학기술부 우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었음. 과제번호:R11-2005-056-03004-0

1) 기후변화협약대책위원회, 기후변화협약에 의거한 제2차 대한민국 국가보고서, 2003

2) 김지혜 외, 고층 주거건물 프로젝트에서 발생하는 폐기물 발생패턴 및 발생 유발 요인 분석, 한국건설관리학회 논문집 7권 3호, 2006. 6.

되었다. 폐기물 관리 평가에 대한 연구로서는 설계단계에서의 친환경성 평가항목 중 일부에 폐기물과 관련된 내용이 포함되어 있고, 군대에서 발생하는 폐기물을 관리하기 위해 사업단계별로 검토사항을 체크하는 개략적인 평가 매뉴얼 구축에 대한 내용이 일부 연구되었다. 즉, 개별 건설현장 차원에서 폐기물 관리 요인을 파악하고, 이의 수행성과를 파악할 수 있는 방안에 대한 연구는 미비한 상황이다.

따라서 본 연구는 폐기물 관리 방안의 하나로서 폐기물 관리 행위에 영향을 미치는 요인을 파악하고, 이들 요인을 기반으로 건설현장의 폐기물 관리행위가 얼마나 효과적으로 수행되고 있는지를 평가하는 틀을 개발하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 다음과 같이 2단계의 연구로 구성되어 있고, 본 논문은 이 중 1단계 연구를 중심으로 구성된다. 1단계에서는 폐기물 관리행위 요인과 이들 요인의 중요도를 파악하고, 이를 바탕으로 폐기물 관리행위 평가 틀의 개념의 구축한다. 2단계는 폐기물 관리행위 요인을 정량적으로 평가하기 위한 요인별 세부요인 도출, 이를 기반으로 한 Excel 기반의 전산화된 폐기물 관리행위 평가 틀 개발, 그리고 평가 틀의 현장 적용을 통한 검증으로 구성된다.

1단계 연구목적인 폐기물 관리행위 요인 분석과, 이를 활용한 평가 틀의 개념을 구축하기 위해 다음의 순서로 연구를 진행하였고, 자세한 연구방법은 그림1과 같다.

- (1) 폐기물 관리행위 요인 분석
- (2) 요인별 우선순위 및 중요도 파악
- (3) 폐기물 관리행위 평가 틀 개념 구축

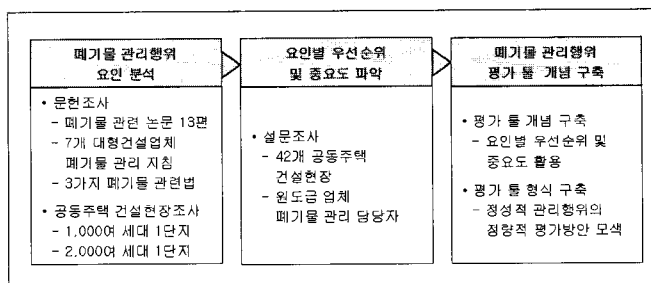


그림 1. 연구방법 및 절차

또한, 데이터 수집을 위한 조사범위를 선정하기 위해 국내 용도별 건축허가현황을 조사한 결과, 2005년도 건축허가면적³⁾ 중 주거용 허가면적이 45.1%로 단일용도 중 가장 많은 비중을 차지하였고, 주거용도 중 아파트가 85.2%로써 단일 유형 중 가장 큰

비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 그러므로 연구의 파급효과를 증대시키고자 조사범위를 공동주택(아파트)으로 한정하였다.

2. 폐기물 관리행위 요인

본 연구에서 의미하는 '건설폐기물 관리행위 요인'이란 건설 현장에서 폐기물을 저장하거나 재활용을 확대하는데 영향을 미치는 행위로 정의된다. 따라서 폐기물 저장 및 재활용 확대 가능성이라는 기준을 가지고, 광범위한 문헌조사와 현장조사를 통해 건설폐기물 관리행위 요인을 추출하였다. 문헌조사는 다음과 같이 3가지 분야로 구성된다. 첫째, 건설폐기물 관리와 관련하여 국내 학술지에 게재된 13편의 논문, 둘째, 공공 공동주택 건설업체의 폐기물 관리지침 1개 및 2005년도 시공능력평가액 순위 10위내의 업체 중 6개 업체의 폐기물 관리지침, 마지막으로 폐기물과 관련된 국내법⁴⁾ 3가지를 분석하여 폐기물 관리행위 요인을 파악하였다. 또한, 수도권 내에 건설 중인 2개의 대형 공동주택단지에서 실제로 수행 중인 폐기물 관리행위 요인을 현장조사를 통해 조사하였다.

위에서 언급한 문헌조사와 현장조사를 통해 59개의 요인들이 폐기물 저장 및 재활용 확대에 주요한 영향을 미치는 것으로 나타났다.(표1 참조) 이들 요인들은 공통적인 특성에 따라 인적요인(Manpower), 자재적 요인(Material), 처리방법적 요인(Method), 관리적 요인(Management), 제도적 요인(Policy) 등 5가지 범주로 구성된다. 각 범주별 특성을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 인적요인(Manpower) 범주에는 현장에서 폐기물과 관련된 업무를 하는 사람의 의지, 조직, 원도급업체 관련자의 교육 등과 관련된 요인이 포함된다. 자재적 요인(Material) 범주에는 주로 폐기물로 인한 자재손실률을 최소화하거나 재활용 자재의 활용과 관련된 항목으로 구성되어 있다. 처리방법적 요인(Method) 범주에는 현장 내에서 폐기물을 운반·적치하는 방식, 현장 외로 반출하는 방식 등과 같이 폐기물을 처리하는 방법이 포함된다. 관리적 요인(Management) 범주에는 원도급업체의 폐기물 관리계획과 이행여부, 원도급자와 하도급업체 또는 원도급업체와 폐기물 위탁처리업체 사이의 계약 사항, 또는 폐기물을 발생하는 하도급업체 또는 폐기물 위탁업체에 대한 원도급업체의 관리·감독 방안 등 관리적인 특성을 가진 요인들로 구성된다. 마지막으로, 제도적 요인(Policy) 범주에는 일반적으로 폐기물과 관련된 법적인 요구사항, 또는 폐기물 관리를 보다 효과적으로 활성화할 수 있는 제도적인 방안과 관련된 항목이

4) 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」, 「폐기물관리법」, 「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」

3) 건설교통부, 2004년도 건축허가면적, 2005 (<http://www.moct.go.kr/>)

표 1. 폐기를 관리행위 요인

범주 (Category)	폐기를 관리 행위 요인 (Waste Management Performance Factor)
인적	1.1 현장 소정의 폐기물 관리 의지
	1.2 폐기물 분리 작업자 지장
	1.3 폐기물관리 조직 구성
	1.4 하도급자의 폐기물 관리에 대한 협력 의지
요인	1.5 원도급자(관리자) 대상으로 폐기물 관련 교육 실시
	1.6 하도급자(작업자) 대상으로 폐기물 관련 교육 실시
	1.7 작업자의 자재 유기 최소화
자재적	2.1 재시공 최소화
	2.2 자재규격에 맞게 설계 및 시공
	2.3 포장재 및 운반재의 납품업자 회수
	2.4 부재 공장 가공 확대
	2.5 재활용 자재 사용
	2.6 쉽게 손상되는 자재 사용 지양
	2.7 운반 및 보관으로 인한 자재 파손 최소화
	2.8 자재 과다 주문 방지
	2.9 1회성 가설자재의 재활용
처리 방법적	3.1 분리수거함 설치
	3.2 폐기물 수거용기(마대 등)에 하도급업체별로 일련번호 매겨서 지급
	3.3 혼합폐기물 선별작업 실시
	3.4 임시 보관장소 마련 (공구별 또는 동별)
	3.5 재활용 가능한 폐기물 명시
	3.6 입·출입 용이하고 이동이 적은 장소에 폐기물 보관
	3.7 폐기물 보관장소 조기 설치
	3.8 분리수거함에 보관표지함 설치
	3.9 폐기물 처리 장비 및 시설 설치
	3.10 재활용 후 남은 폐재 처리방법 제시
	3.11 폐기물 분류기준 안내간판 설치
	3.12 토사혼합 방지
	3.13 더스트슈트 사용 금지
관리적	4.1 발생원인자(하도급자) 처리원칙(운반, 분리, 비용 처리)
	4.2 하도급업체 폐기물 처리사항 계약서 및 시방서에 명시
	4.3 하도급업체 폐기물 감량 및 재활용 시 인센티브
	4.4 폐기물 관리대상 기록 (폐기물종류, 발생량, 처리량, 처리방법 등)
	4.5 폐기물 위탁업체 계약서에 최종 처리방법 명시
	4.6 현장 내 수거주기 단축
	4.7 공사 초기 폐기물관리계획서 작성
	4.8 현장 내 관리계획 이행여부 확인 점검을 위한 checklist 작성
	4.9 현장 외 반출주기 단축
	4.10 폐기물 관련 신고 및 제출서류 checklist 작성
	4.11 재활용 목표를 설정
	4.12 폐기물 위탁업체 처리능력 확인
	4.13 폐기물 재활용 관리대상 기록
	4.14 현장 재활용 방법 및 용도 설정
4.15 폐기물 위탁업체 운반경로 주기적 확인	
4.16 폐기물 위탁업체 최종 처분상태 주기적 확인	
제도적	5.1 공사비(내역서)에 폐기물 처리비 계상 의무화
	5.2 폐기물 감량 및 재활용 자재사용 업체에 일할 시 가점 부여
	5.3 중간처리시설 및 재활용시설에 대한 세제 혜택 부여
	5.4 폐기물 처리에 대한 감리자의 감독 강화
	5.5 불법처리 폐기물에 대한 처벌 및 단속 강화
	5.6 재활용 자재 안전·품질 기준 구축
	5.7 폐기물 처리시설 설치 및 운영 절차 간편화
	5.8 재활용 자재 유통구조 구축
	5.9 폐기물 처리 및 재활용 기술 개발 활성화
	5.10 혼합폐기물 처리비 인상
요인	5.11 폐기물신고 주체 시공자(원도급자)로 일원화
	5.12 분리폐기물 처리비 인하
	5.13 폐기물 정보의 DB(Database)화
	5.14 본사차원의 폐기물 정보 관리

포함된다.

앞서 언급했듯이, 이들 59개 요인들은 건설현장에서 폐기물을 저장하거나 재활용을 확대하는 데 영향을 미치는 행위를 의미한다. 그러므로 이들 59개 요인에 대한 수행여부 및 수행정도를 파악한다면 해당 현장의 폐기물 관리가 얼마나 효과적으로 수행되고 있는지 판단할 수 있을 것이다. 그러나 각각의 요인에 따라 폐기물 관리에 미치는 영향정도가 다를 것이므로, 각 요인별로 영향정도를 파악할 필요가 있다.

3. 폐기물 관리행위 요인별 우선순위 및 중요도

3.1 설문조사 개요

문헌조사와 현장조사를 통해 파악한 59개 요인들이 폐기물 저장 및 재활용 확대에 미치는 영향정도를 파악하기 위해 설문조사를 실시하였다. 여기서 영향정도란 각 요인의 우선순위(priority) 및 중요도(weight)를 의미한다. 설문서는 59개의 폐기물 관리행위 요인을 범주별로 제시하고, 응답자로 하여금 0부터 10까지 숫자로 나열된 척도범위 중 하나를 선택하는 양적판단법(Quantitative Judgement Method)으로 구성되었다. 척도 "0"은 '폐기물 저장 및 재활용 확대에 미치는 영향이 전혀 없다'를 의미하고, 반면 척도 "10"은 '폐기물 저장 및 재활용 확대에 미치는 영향이 가장 크다'를 의미한다.

설문조사 현장은 수도권 내에서 시공 중인 고층(20층 이상 공동주택 포함) 공동주택 건설현장으로 한정되었고, 원도급업체 소속의 폐기물 관리 담당자가 설문에 응답하도록 하였다. 수도권에 위치한 142개의 공동주택 건설현장에 설문서를 배포하였고, 45개(31.7%) 현장으로부터 설문서가 회수되었다. 이 중 데이터가 불충분하거나 적절하지 못한 응답을 한 3부의 설문서가 제외되었다. 이처럼 낮은 회수율을 보이는 원인 중 하나는 국내 건설현장에서 폐기물 관리에 대한 인식과 관심이 아직까지 확산되지 못했기 때문일 것으로 여겨진다. 최종적으로 42부의 설문서가 데이터 분석에 활용되었다. 설문응답자의 특성을 살펴 보면, 건설현장 경력이 평균 8.76년, 폐기물 관리 업무 경력이 평균 2.07년으로 나타났다.

3.2 데이터 분석

수집된 설문 데이터를 통계적으로 분석하기 위해 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용하였다. 데이터 분석 계획 시, 요인분석법(Factor Analysis)을 실시하여 데이터의 손실을 최소화하면서 59개의 요인을 대표할 수 있는

주요 요인을 추출하고자 했으나, 실제로는 설문조사 결과 설문서에 포함된 변수(Variables)의 수보다 응답자의 수가 적어서 요인분석법의 수행이 무의미한 것으로 판단되었다. 이러한 한계로 인해, 본 연구에서는 응답자가 제공한 각 요인의 평균점수를 이용하여 우선순위(Priority) 및 중요도(Weight)를 분석하였다. 분석과정은 다음과 같다. 먼저, 각 범주 내의 요인별로 평균점수를 계산한 뒤, 이 평균에 의해 중요도와 우선순위를 정하였다. 이 중 평균이 6.5 미만인 요인들은 폐기물 관리에 미치는 영향이 상대적으로 적은 것으로 판단되어, 추후 폐기물 관리행위 평가 틀을 구성하는 항목에서 임의적으로 제외하였다.

3.3 설문조사 결과

앞서 언급한 데이터 분석과정에 의해 분석한 결과, 인적요인 범주에서는 7개 모두, 자재적 요인 범주에서는 9개 중 8개, 처리방법적 요인 범주에서는 13개 중 9개, 관리적 요인 범주에서는 16개 중 6개, 제도적 요인 범주에서는 14개 중 9개의 요인이 폐기물 저감 및 재활용 확대에 미치는 영향이 상대적으로 큰 것으로 밝혀졌다.(별첨 1 참조 : 각 범주별 요인의 우선순위, 평균, 최빈값, 표준편차, 분산) 그림 2부터 6까지는 각 범주별 요인의 평균값과 영향 정도를 비교하여 나타낸다.

(1) 인적 요인

인적 요인 범주에서는 ‘현장 소장의 폐기물 관리 의지(10점 만점 중 평균 8.07)’와 ‘폐기물 분리 작업자 지정(10점 만점 중 평균 7.69)’이 폐기물 저감 및 재활용 확대 측면에서 보다 효과적인 요인으로 조사되었다. 반면, 직원에 대한 교육이나 폐기물관리 조직 구성 등과 같은 요인(10점 만점 중 평균 7.00 미만)은 그 영향 정도가 떨어지는 것으로 나타났다.(표1, 그림2 참조) 전반적으로, 인적 요인 범주에 속하는 모든 요인들의 중요도(평균)가 타 범주보다 상대적으로 폐기물 저감 및 재활용 확대에 미치는 영향이 큰 것으로 분석되었고, 이는 폐기물 관리 행위 중 가장 중요한 요인이 인적요인임을 의미한다고 볼 수 있다.

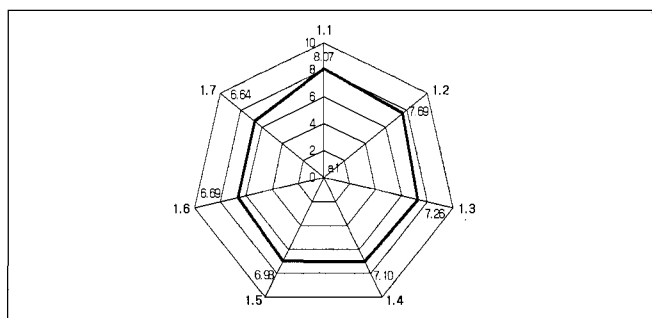


그림 2 인적 요인별 우선순위 및 중요도

(2) 자재적 요인

자재적 요인 범주에서는 ‘재시공 최소화’, ‘표준자재 규격에 맞게 설계 및 시공’, 그리고 ‘포장재 및 운반재의 납품업자 회수’ 등과 같은 요인들(10점 만점 중 평균 7.85 이상)이 폐기물 관리 행위 중 상대적으로 큰 영향이 있다고 인식되었다.(표1, 그림 3 참조) 이러한 조사결과는, 자재 자체의 파손이나 낭비로 인한 폐기물 발생보다는 건설공사 이전 단계의 자재계획과 시공단계의 품질관리 실패가 폐기물을 증가시킬 가능성이 더 클 수 있다는 것을 보여준다. 그러므로 시공단계의 관리뿐만 아니라 건설공사 이전 단계에서 폐기물 관리 계획을 세우는 것이 폐기물 저감 및 재활용 확대에 더 효과적임을 의미한다.

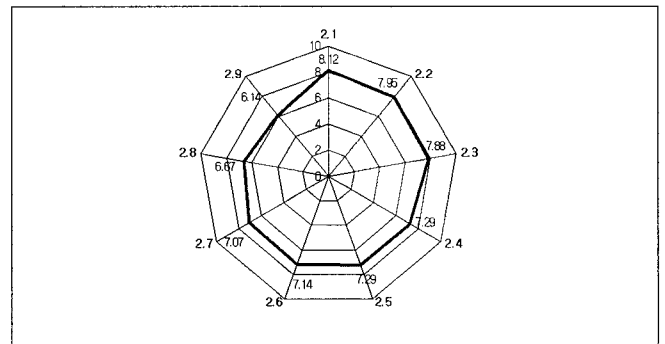


그림 3 자재적 요인별 우선순위 및 중요도

(3) 처리방법적 요인

처리방법적 요인 범주에서는 ‘분리수거함 설치(10점 만점 중 평균 7.26)’, ‘폐기물 수거용기에 하도급 업체별로 일련번호를 매겨서 지급(10점 만점 중 평균 7.00)’, 그리고 ‘혼합폐기물 선별 작업 실시(10점 만점 중 평균 6.90)’ 등과 같이 폐기물을 종류별로 선별하여 수집하는 방법들이 더 효과적인 요인으로 파악되었다.(표1, 그림4 참조) 반면, 현장 내에서 직접적으로 폐기물을 처리하는 시설의 설치나 처리방법 등은 폐기물 관리에 대한 효과가 적은 것으로 나타났다. 이러한 조사결과는 기존에 현장에 설치된 시설의 활용도가 낮고, 현장 내에서 폐기물을 직접 처리하기에는 현장상황이 허락하지 않는 등의 환경적인 원인이 작용했을 가능성이 크다.

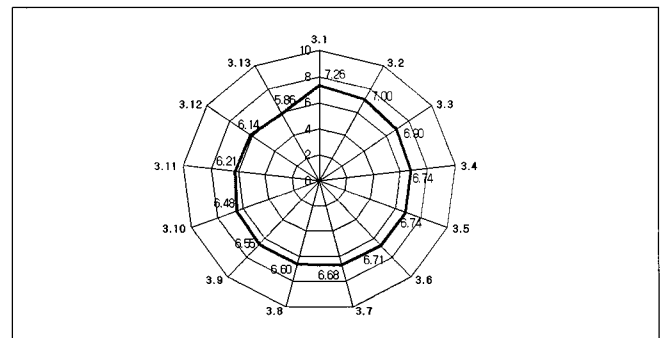


그림 4 처리방법적 요인별 우선순위 및 중요도

(4) 관리적 요인

관리적 요인 범주에서는 '발생원인자 처리 원칙(10점 만점 중 평균 7.26)' 이 가장 효과적인 요인으로 나타났고, 기타 효과적인 요인(10점 만점 중 평균 6.60 이상)으로는 폐기물처리에 대한 계약조건과 인센티브로 나타났다. 반면 폐기물 관리계획이나 위탁업체의 관리와 관련된 요인들이 폐기물 관리에 미치는 효과는 떨어지는 것으로 조사되었다.(표1, 그림5 참조) 이러한 결과는 국내의 발주방식과 밀접한 연관이 있을 수 있다. 법적으로 폐기물은 발주자가 처리하거나 분리발주 하도록 되어 있다.⁵⁾ 그러나 현장에서 실질적으로 폐기물을 관리하는 주체는 원도급자로서 제도와 실재가 이원화되어 있는 실정이다. 이에 따라 원도급자는 발주자로부터 떠맡은 폐기물 관리책임을 하도급자에게 미루기를 원하거나, 위탁업체와의 계약으로 일괄적으로 처리하는 것을 선호한다. 그러므로 원도급자 입장에서는 위와 같은 요인들을 선호할 것으로 판단된다.

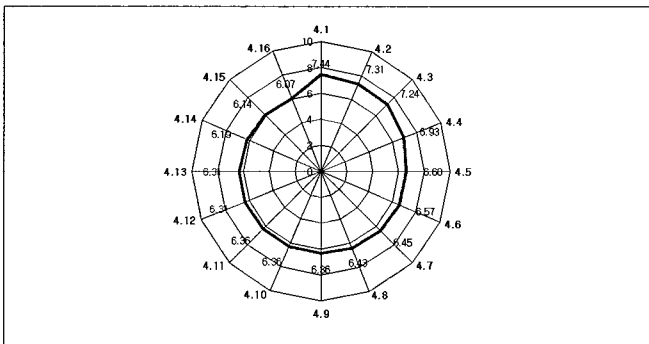


그림 5. 관리적 요인별 우선순위 및 중요도

(5) 제도적 요인

제도적 요인 범주에서는 '폐기물 관련 비용의 공사비 계상의

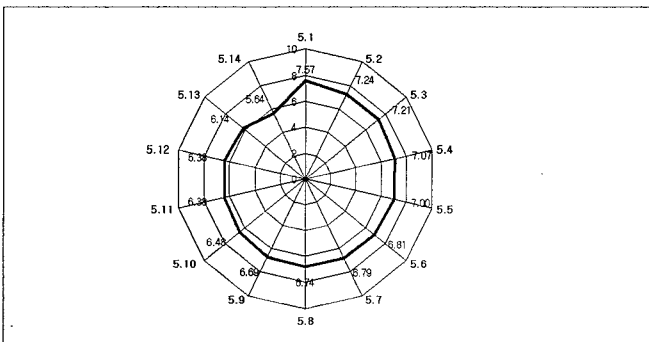


그림 6. 제도적 요인별 우선순위 및 중요도

무화' 또는 '폐기물 관리에 대한 인센티브 및 처벌'에 관한 요인들(10점 만점 중 평균 7.07 이상)이 '폐기물 처리 기술 개발의 활성화', '폐기물 처리비용의 변화', 또는 '폐기물 정보 관리' 등에 관한 요인들보다 폐기물 관리 측면에서 더 효과적인 것으로 분석되었다.(표1, 그림6 참조) 이러한 조사결과를 바탕으로 보면, 아직까지 폐기물관리의 효율성이 법적인 강제성에 의존되는 경향이 큰 것을 알 수 있다.

(6) 범주별 우선순위 및 중요도

설문조사 시 각 범주별로 폐기물 저장 및 재활용 확대에 미치는 영향이 큰 순서를 질문하였고, 그림7과 같은 순서로 그 영향이 큰 것으로 조사되었다. 그림7에 나타난 수치는 순위에 대한 평균이므로 작은 값이 더 큰 영향을 주는 것을 의미한다. 그림에서 알 수 있듯이, 인적 요인 범주가 타 범주와 비교할 때 큰 차이로 폐기물 관리에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 제도적 요인 범주가 폐기물 관리에 미치는 영향이 가장 적은 것으로 나타난 점이 주목할 만하다. 이러한 조사결과로 볼 때, 폐기물 관리행위의 효과를 향상시키기 위해서는 무엇보다도 건설현장의 폐기물 관리 담당자의 의지와 관심이 가장 중요함을 알 수 있다.

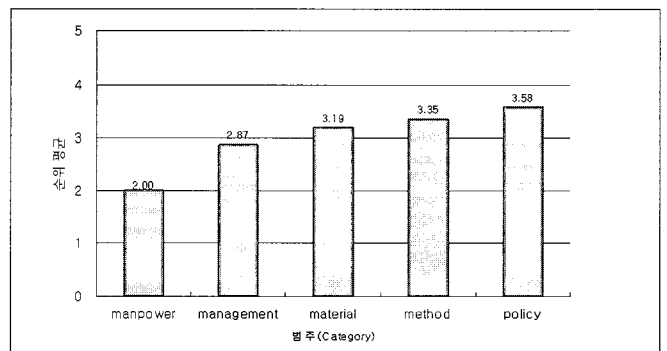


그림 7. 범주별 순위 평균

3.4 설문조사 결과의 편향(Bias)

지금까지 제시된 결과는 앞서 명시했듯이 원도급업체 소속의 폐기물 관리 담당자를 대상으로 조사한 결과이므로, 원도급자의 이익이나 편의를 증가시키는 항목에 치우친 결과가 있을 것이다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 하도급업체나 폐기물 위탁업체와 같은 폐기물 업무 관련자의 시각에서 좀 더 객관적인 의견을 반영할 필요가 있고, 이를 위한 추가적인 조사가 필요하다.

4. 폐기물 관리행위 평가 틀 개념

5) 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」제15조(건설폐기물 처리구역의 발주) ①「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」의 적용을 받는 자가 대통령령이 정하는 규모 이상의 건설공사(건설폐기물 발생량이 100톤 이상인 건설공사)를 발주하고자 하는 경우에는 건설공사와 건설폐기물처리용역을 분리발주 하여야한다. <개정 2005.12.29>

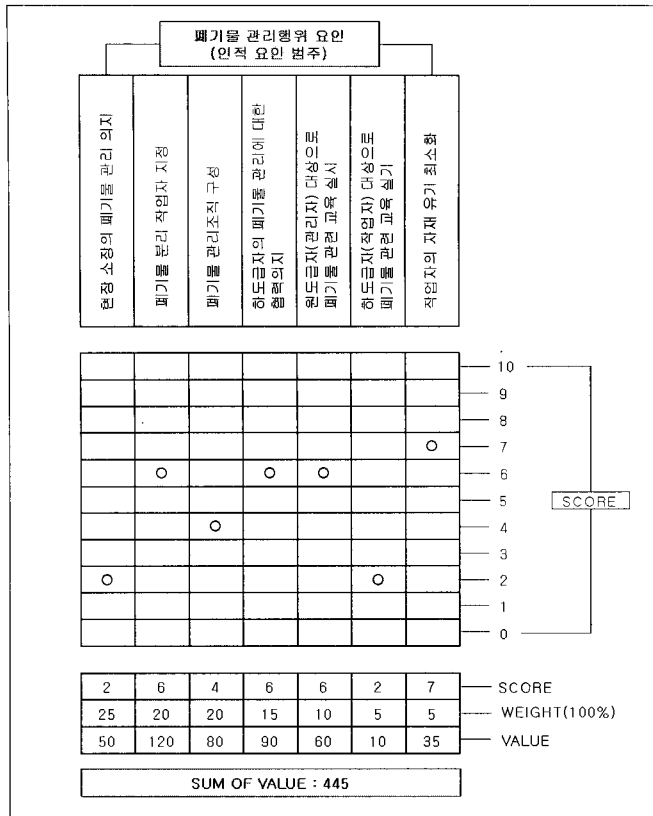


그림 8. 폐기물 관리 행위 평가 매트릭스(예시)

표 2. 폐기물관리 지표(Waste Management Index)산정 (예시)

Category	Factor	Factor score (A)	Factor weight (B)	Value (C=A×B ×100)	Sum of value (D=ΣC)	Category weight (E)	Category index (F=D×E)	Total index (G=ΣF)
인적 요인	1.1	2	0.160	32.0	468.5	0.28	131.2	466.4
	1.2	6	0.153	91.8				
	1.3	4	0.144	57.6				
	1.4	6	0.141	84.6				
	1.5	6	0.138	82.8				
	1.6	2	0.133	26.6				
자재 요인	1.7	7	0.133	93.1	530.4	0.24	127.3	
	2.1	3	0.137	41.1				
	2.2	2	0.134	26.8				
	2.3	5	0.133	66.5				
	2.4	6	0.123	73.8				
	2.5	7	0.123	86.1				
	2.6	9	0.120	108.0				
처리 방법 요인	2.7	7	0.119	83.3	447.1	0.23	102.8	
	2.8	4	0.112	44.8				
	3.1	7	0.119	83.3				
	3.2	5	0.114	57.0				
	3.3	3	0.113	33.9				
	3.4	0	0.110	0.0				
	3.5	4	0.110	44.0				
관리 요인	3.6	9	0.110	99.0	420.3	0.25	105.1	
	3.7	3	0.109	32.7				
	3.8	9	0.108	97.2				
	3.9	0	0.107	0.0				
	4.1	8	0.177	141.6				
	4.2	3	0.174	52.2				
4.3	0	0.172	0.0					
4.4	9	0.165	148.5					
4.5	0	0.157	0.0					
4.6	5	0.156	78.0					

4.1 평가 틀 형식

본 연구에서는 폐기물 관리행위 평가 틀로서 1986년 CII Design Task Force에서 개발한 Design Effectiveness Matrix[®] 형식을 사용하기로 결정하였다. 이 매트릭스는 설계행위(Design performance)와 관련된 각각의 요인별로 점수를 산정하여 설계행위의 효과를 평가하는 틀로서, 정성적인 행위의 효과를 정량적으로 측정 가능하다는 측면에서 검증되었다. 이와 같은 장점을 고려하면, 이 매트릭스를 건설현장에서 행하는 폐기물 관리행위의 효과를 평가하는 틀로 활용하는 것이 적합할 것으로 판단된다. 그림8은 이 매트릭스를 활용하여 '인적 요인 범주'에 속한 요인에 대해 그 효과를 예시적으로 평가한 것이다. 매트릭스의 주요 구성항목은 폐기물 관리행위 요인(Performance Factors), 요인별 점수(Score), 요인별 중요도(Weight)이다.

4.2 관리행위 요인 및 범주별 중요도 (Weight)

59개의 폐기물 관리행위 요인이 폐기물 저감 및 재활용 확대에 미치는 영향이 모두 같지는 않다. 앞서 3.2절에서 언급한 바와 같이, 폐기물 저감 및 재활용 확대에 미치는 영향에 대한 설문조사 결과 평균값이 6.5 미만인 요인은 상대적으로 영향이 적은 것으로 판단하여 평가 틀에서 제외하였다. 또한, '제도적 요인 범주'에 속하는 요인들은 개별 현장 수준에서 관리할 수 없는 수준이므로 평가 틀에서 제외하였다. 이러한 과정을 거쳐 최종적으로 30개 요인으로 평가 틀이 구성되었다. 각 범주와 요인이 폐기물 관리 효과에 미치는 영향을 보다 정확히 평가하기 위해 설문조사 결과인 우선순위에 따라 표2의 (B) 및 (E)에 나타난 중요도(Weight)를 부여했다. 표2의 "Factor Weight (B)"는 각 범주에 속하는 요인의 중요도로서, 부록표에 나타난 요인들의 평균점수의 합계(범주별 합계) 중 각 요인의 평균점수가 차지하는 비율에 따라 중요도값을 부여하였다. 또한, "Category Weight (E)"는 범주 자체의 중요도로서, 그림7에 나타난 각 범주별 우선순위 평균점수의 차이에 따라 비례적으로 중요도값을 부여하였다.

4.3 평가점수 산정 절차 (Scoring Process)

개별 건설현장의 폐기물 관리행위가 폐기물 저감 및 재활용 확대에 미치는 효과를 평가하는 절차는 다음과 같다. (그림8 및 표2 참조)

6) CII, "Evaluation of Design Effectiveness", The Construction Industry Institute(USA), 1986.

- 1) 평가 매트릭스에 속하는 각 요인별로 점수 부여(Factor Score)
- 2) 요인별 점수와 중요도를 곱하여 요인값 산정(Value)
- 3) 각 범주별로 요인값 합계(Sum of Value)
- 4) 범주별 요인값 합계와 중요도(Category weight)를 곱하여 범주별 지표(Category Index) 산정
- 5) 모든 범주의 지표를 합계하여 최종 지표(Total Index) 산정

최종 지표(Total index)는 개별 현장에서 수행하는 폐기물 관리행위가 폐기물 저감 및 재활용 확대에 미치는 효과의 수준을 의미한다. 개략적인 평가틀에 의해 건설현장의 폐기물 관리수준을 평가하기 위해 앞서 실시한 설문조사 현장 중 4개 현장을 방문하여 폐기물 관리자와 인터뷰한 결과 최종지표 평균이 499점으로 나타났고, 표준편차가 24로 현장 간 편차가 크지 않은 것으로 조사되었다. 조사대상 현장의 폐기물 관리 특성은 주로 현장의 정리정돈을 위한 폐기물 관리에 치우쳐있었고, 처리비용·작업공간·작업시간 등의 한계로 폐기물 저감과 재활용 확대 측면의 관리는 미흡한 수준이었다. 인터뷰에 응한 폐기물 관리자의 의견에 의하면 국내 대부분의 건설현장 역시 이와 유사한 특성을 가질 것으로 여겨진다. 조사대상이 2006년 시공능력순위 10위 내의 건설업체가 시공하는 1,000~2,000세대 정도의 중·대규모 건설현장임을 감안하면 기타 중·소규모 건설현장의 폐기물 관리수준은 이에 미치지 못할 것으로 판단된다. 이러한 조사 결과를 기반으로 현재 수준을 하향평가함으로써 폐기물 관리의 지를 높이기 위해 표 3에서와 같이 조사대상의 폐기물관리수준을 “미흡(Poor)”한 수준으로 준거점을 잡아 최종지표를 4종류의 등급으로 제시하였다. 앞서 1.2절에서 언급한 바대로 2단계의 연구결과로 제시되는 평가틀을 다양한 건설현장을 대상으로 검증한 후, 그 결과를 대상으로 통계적 분석을 시행한다면 보다 합리적인 지표등급이 제시될 수 있을 것이다.

표 3. 지표 등급 (Rating of Index)

지표범위	등급	폐기물 관리수준 평가안
801-1000	매우 우수 (Excellent)	폐기물 저감 및 재활용 확대를 위한 건설현장의 관리행위가 매우 효과적입니다. 지속적 관심이 요망됩니다.
601-800	우수 (Good)	폐기물 저감 및 재활용 확대를 위한 건설현장의 관리행위가 전반적으로 효과적입니다. 미약분야에 대한 관리행위에 관심을 기울인다면 관리효과가 극대화될 것입니다. (미약한 분야 제시)
401-600	미흡 (Poor)	폐기물 저감 및 재활용 확대를 위한 건설현장의 관리행위가 효과적이지 못합니다. 관리효과가 큰 분야를 중점적으로 관리하시기 바랍니다. (관리효과가 큰 분야 제시)
0-400	불량 (Bad)	폐기물 저감 및 재활용 확대를 위한 건설현장의 관리행위가 매우 효과적이지 못합니다. 관리계획을 전면적으로 수정하시는 하시는 것이 바람직합니다.

5. 결론

본 연구는 폐기물 관리 방안의 하나로서 폐기물 관리행위에 영향을 미치는 요인을 파악하고, 이들 요인을 기반으로 개별 건설현장의 폐기물 관리행위가 얼마나 효과적으로 수행되고 있는지를 평가하는 틀의 기본적인 개념을 구축하고자했다. 광범위한 문헌조사를 통해 건설폐기물 관리에 영향을 미치는 59개의 요인을 파악하였고, 설문조사를 통해 이들 요인의 우선순위와 중요도를 분석하였다. 또한, 평가 틀의 기본 개념으로서 정성적인 행위의 효과를 정량적으로 측정 가능한 기존 매트릭스(Matrix)를 적용하여 평가하고, 평가결과를 지표(Index)화하는 방법을 제시하였다.

앞서 연구범위에서 언급했듯이, 본 연구는 ‘폐기물 관리행위 평가 틀 구축’을 위한 연구 중 1단계에 해당하므로 다음과 같은 한계점이 있다. 먼저, 본 논문에서 연구결과 중 하나로 제시된 폐기물 관리행위 요인을 정확히 평가하기 위해서는 각 요인별로 정량적으로 평가할 수 있도록 구체화된 세부요인(Sub-factors)이 제시되어야한다. 또한, 관리행위 요인 및 범주별로 폐기물 관리에 미치는 영향정도에 따라 중요도값(Value of weight)이 주어져야한다. 마지막으로 사용자 중심의 평가 틀 개발과 틀의 효용성에 대한 검증 절차가 요구된다.

이와 같은 한계를 추후 연구를 통해 보완하여 폐기물 관리행위에 대한 평가 틀을 개발·활용한다면, 친환경적인 건설환경 개선과 생산시스템을 구축하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

부록. 설문조사 데이터 통계분석 결과

부록 표. 폐기물 관리행위 요인에 대한 기술통계

(a) 인적 요인

Category	Factor number & Priority	Mean	Mode	Std. Deviation	Variance
인적 요인	1.1	8.07	9	1.79	3.19
	1.2	7.69	9	2.40	5.78
	1.3	7.26	9	2.05	4.20
	1.4	7.10	9	2.49	6.19
	1.5	6.98	8	2.40	5.78
	1.6	6.69	6	2.27	5.15
	1.7	6.64	8	2.57	6.63

(b) 자재적 요인

Category	Factor number & Priority	Mean	Mode	Std. Deviation	Variance
자재적 요인	2.1	8.12	9	1.76	3.08
	2.2	7.95	9	1.92	3.70
	2.3	7.88	9	1.80	3.23
	2.4	7.29	8	2.18	4.75
	2.5	7.29	8	2.21	4.89
	2.6	7.14	7	2.09	4.37
	2.7	7.07	9	2.22	4.95
	2.8	6.67	8	2.32	5.40
	2.9	6.14	8	2.73	7.44

(c) 처리방법적 요인

Category	Factor number & Priority	Mean	Mode	Std. Deviation	Variance
처리방법적 요인	3.1	7.26	8	1.59	2.54
	3.2	7.00	9	2.24	5.02
	3.3	6.90	7	1.99	3.94
	3.4	6.74	6	1.90	3.61
	3.5	6.74	8	2.00	4.00
	3.6	6.71	7	2.03	4.11
	3.7	6.68	7	1.94	3.77
	3.8	6.60	8	2.10	4.39
	3.9	6.55	7	2.17	4.69
	3.10	6.48	5	2.22	4.94
	3.11	6.21	5	2.12	4.51
	3.12	6.14	6	2.24	5.00
	3.13	5.86	5	2.31	5.34

(d) 관리적 요인

Category	Factor number & Priority	Mean	Mode	Std. Deviation	Variance
관리적 요인	4.1	7.44	9	2.44	5.95
	4.2	7.31	7	1.76	3.10
	4.3	7.24	8	2.16	4.67
	4.4	6.93	7	2.17	4.70
	4.5	6.80	7	2.26	5.12
	4.6	6.57	5	2.26	5.13
	4.7	6.45	7	2.07	4.30
	4.8	6.43	6	1.84	3.37
	4.9	6.36	5	2.63	6.92
	4.10	6.36	7	2.10	4.43
	4.11	6.36	8	2.37	5.60
	4.12	6.31	7	2.38	5.68
	4.13	6.31	7	2.16	4.66
	4.14	6.19	8	2.40	5.77
	4.15	6.14	7	2.51	6.32
	4.16	6.07	8	2.68	7.19

(e) 제도적 요인

Category	Factor number & Priority	Mean	Mode	Std. Deviation	Variance
제도적 요인	5.1	7.57	9	1.86	3.47
	5.2	7.24	7	1.95	3.80
	5.3	7.21	8	1.91	3.64
	5.4	7.07	8	2.00	4.02
	5.5	7.00	9	2.23	4.98
	5.6	6.81	9	2.23	4.99
	5.7	6.79	8	2.45	6.03
	5.8	6.74	6	2.11	4.44
	5.9	6.69	6	2.07	4.27
	5.10	6.48	8	2.47	6.11
	5.11	6.38	8	2.37	5.61
	5.12	6.38	8	2.70	7.31
	5.13	6.14	6	2.07	4.27
	5.14	5.64	4	2.30	5.31

5. 김성진 외, 건설공사의 환경관리비 실태 분석 및 개선 방안, 대한건설학회논문집 구조계 21권 6호, 2005
6. 김지혜 외, 고층 주거건물 프로젝트에서 발생하는 폐기물 발생패턴 및 발생 유발 요인 분석, 한국건설관리학회논문집 7권 3호, 2006.
7. 김효진 외, 건설폐기물의 원단위 산정기준에 관한 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회논문집 제5회, 2004
8. 박충우 외, "군 발생 폐기물의 친환경적 관리를 위한 평가 매뉴얼 구축방안" 한국건설관리학회논문집 5권 4호, 2004
9. 송태협 외, 건설폐기물의 재활용 촉진방안 도출을 위한 실태 조사 연구, 대한건축학회논문집 22권 1호, 2002
10. 양극영, 윤여완, 이형택, 유현주, 김용준, 건설현장에서 발생하는 폐기물의 처리실태 파악에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집 19권 2호, 1999
11. 유일환 외, 건축공사현장의 혼합폐기물 발생원인분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집 15권 2호, 1999
12. 이종일, 신승상, 건설공사현장에서 발생하는 건설폐기물의 관리 및 처리에 관한 조사연구, 대한건축학회 논문집 14권 3호, 1998
13. 임정수 외, 아파트 건설현장의 폐기물 발생 및 처리에 대한 연구, 대한건축학회논문집 18권 1호, 1998
14. 조균형 외, 건축폐기물의 재활용을 고려한 철골 및 철근콘크리트 구조체의 전과정 평가에 관한 연구, 대한건축학회논문집 16권 9호, 2000
15. 최민수, 원가계산에 의한 건설폐기물처리비의 연구, 대한건설학회논문집 구조계 10권 12호, 2002
16. 허재훈 외, "건설폐기물의 재활용과 리사이클의 개발을 위한 고찰, 대한건설학회 학술발표논문집 22권 1권, 2002
17. CII, "Evaluation of Design Effectiveness", The Construction Industry Institute(USA), 1986.

논문제출일: 2006.07.24

심사완료일: 2006.11.28

참고문헌

1. 건설교통부, 2004년도 건축허가면적, 2005 (<http://www.moct.go.kr/>)
2. 구해식 외, 건설공사 폐기물의 감량화와 재활용에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집 21권 1호, 2001
3. 기후변화협약대책위원회, 기후변화협약에 의거한 제2차 대한민국 국가보고서, 2003
4. 권영철 외, 환경비용을 고려한 페콘크리트 재활용의 경제성에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계 16권 12호, 2000

Abstract

Although waste management in construction industry has a significant impact on both economical and environmental issues, the current level of waste management performance in Korean construction is reported as relatively low. To improve any type of management performance, it is necessary to diagnose the current status of the performance level. In this context, this research is aimed to identify important factors in influencing the waste management performance and to develop an evaluation tool for the purpose of assessing the level of the performance for a particular construction site. In this paper, 59 influential factors have been identified and categorized into five classes, i.e., manpower, material, method, management, and policy, in terms of the characteristics of the factors. In addition, an evaluation tool has been developed in order to effectively quantify all the 59 factors based on a thorough industry survey. The output of the Tool, which is Waste Management Index, effectively assess the level of waste management performance for a particular project and provide with the most leveraged factors in need for improvement in waste management performance.

Keywords : construction wastes, waste management performance, evaluation tool, sustainability
