주거환경개선사업 건축물 해체 시 발생원단위 적용의 경제성 효과에 관한 연구

A Study on the Economic Benefits after an Application of Construction Waste Units in Housing Environment Amelioration Policies

황 현 승* 손 병 훈** 홍 원 화***
Hwang, Hyun-Seung Son, Byeung-Hun Hong, Won-Hwa

ABSTRACT

The construction wastes have been enormously increased after 90′s, but construction wastes have depended on reclamation, therefore the environmental disruption and contamination are getting in the hot issue of society and in controversy with residents. With the consequence that indicates a substitute about an application of construction waste units is the most important thing for studying construction wates of quantity when the construction units are demolished. Nowadays, the area under the housing environment amelioration policies is getting rapidly old, then it is beyond anticipating reconstruction. Likewise, it is common when the process of construction wastes make progress to investigate uneconomically in point of facts, therefore to derive economical effects using construction wastes units should be urgent as soon as possible. In conclusion, the purpose of this study offers the variety of construction wastes and process of treatments, comparison of which the construction is demolished and economical effects of application of construction units.

Keywords : Housing Environment Amelioration Policies, Construction Wastes, the Unit
주 요 어 : 주거환경개선사업, 건설부산물, 발생원단위

Ⅰ. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

1990년 이후 재건축의 활성화, 택지개발로 인한 대도시의 건설, 사회 기반 시설의 확충으로 인해 해마다 폐기물의 양은 증가하고 있다. 건설공사 시 발생하는 건설부산물을 처리할 때 지금까지는 주로 매립에 의존하여 왔다. 하지만 이러한 매립의 경우에도 막대한 수송비와 처분비용으로 인해 최근까지 국내 건설현장에서 발생된 건설부산물의 상당부분이 불법매립, 투기 및 소각과 같이 적절치 못하게 처리되었으며, 특히 IMF 이후 폐기물 업체들의 잇따른 도산으로 간척지 또는 도로변 임야 등에 불법적인 처분이 증가하여 환경의 파괴 및 오염을 가중시키고 지역주민과의 민원발생을 종종 일으켰다.[1] '2006 전국 폐기물 발생현황'에 따르면 폐기물의 발생량은 2000년 252,927톤에서 해마다 증가하다가 2005년 감소세를 보였지만 2006년 다시 318,928톤으로 전년 대비 9.7%가 증가했다. 그 중 건설부산물은 2005년 대비 30.4% 증가한 168,985톤으로 집계되었다.[2] 현재 건설부산물은 우리나라 전체 폐기물의 53.0%를 차지하고 있고 그 중 폐 콘크리트가 65.3%이다. 폐 콘크리트는 대부분 도로 건설의 성토 복토용과 같은 저부가가치를 가진 재활용 자재로 사용되고는 있으나 우리 국토의 좁고, 산지가 많은 특성에 따라 한정된 국토의 신도로 건설 사업은 점점 줄어들고 있다. 따라서 국가의 환경문제 및 에너지절약을 위해서는 건설부산물의 감축, 적정처리 및 재활용이 가장 중요하다고 해도 과언이 아니다.

현재 주거환경개선사업의 대상으로 지정된 구역들은 빠른 기간 내에 많은 수의 건물을 지어 보급하고자 했던 당시의 정책으로 인해 건물의 노후화가 빠르게 진행되어 주민들의 생활권을 보장하기 위해서는 즉각적인 개보수와 재건축이 시급한 실정이다. 그리하여 수많은 건물들을 해체 후 분류해야 하는데 현재 공기와 관련된 비용의 문제 때문에 재활용이 문서상으로만 이루어지고 있는 것이 가장 큰 문제이다.

따라서 본 연구의 목적은 주거환경개선사업의 지구 내

* 정회원(주저자), 경북대학교 건축학부 학사과정
** 정회원(교신저자), 경북대학교 대학원 건축토목공학부 박사과정
*** 정회원, 경북대학교 건축토목공학부 부교수, 공학박사

1) 건설폐기물의 처리 및 재활용방안 연구(1), 1997; 이진용, 1998
2) 환경부. 2006 전국폐기물 발생 및 처리현황. 2007

예측발생량과 실제발생량 사이의 차이를 비교분석하고 대안으로 발생원단위를 적용하여 건설부산물의 재활용률을 높이고 실측의 비경제성을 개선하기 위한 대안을 제시하는 것에 있다. 이로 인하여 건설부산물의 불법투기를 방지하고, 중간처리를 촉진하는 동시에 건설부산물의 발생 및 처리 비용을 저감시키는 기대효과를 가져올 것이다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 주거환경개선사업 내의 건설부산물의 해체 시 발생원단위를 적용하여 경제적인 효과를 극대화시키기 위한 방안을 제시하기 위해 예측발생량과 실제발생량을 명확히 분석하고, 그에 따른 경제성을 비교하는데 초점을 두었다. 또한 재활용률을 촉진하기 위하여 다음과 같은 방법으로 건설부산물 해체 시 국내의 발생원단위 개념을 적용하였다.

(1) 문헌을 통해 건설폐기물의 종류와 발생현황, 처리과정 및 원단위의 개요를 파악하여 건설부산물 원단위 적용의 필요성을 이해한다.

(2) 주거환경개선사업의 개요, 진행과정 및 건설부산물의 발생 프로세스를 조사하여 사업의 중요성과 건설부산물 분류화의 필요성을 도출한다.

(3) 현재 진행 중인 주거환경개선사업 중 본 연구의 목적에 가장 부합되는 3개소의 지구를 선정한다.

(4) 주거환경개선사업지구의 해체 전후 건설부산물의 발생량을 처리내역을 통해 비교 분석하여 차이점을 분류해 낸다.

(5) 주거환경개선사업지구 해체 전 발생원단위를 적용하여 발생량을 예측하고 현재 사용되어지는 사업주체의 발생원단위 적용 시 발생량과 실제 발생량의 차이점을 비교분석하고 처리과정의 문제점을 제기한다.

(6) 발생원단위 적용 및 실행과정의 경제적 문제점을 도출하고 그 해결방안을 위한 정확하고 경제적인 발생원단위 적용의 경제적인 효과를 이끌어 내기 위한 변수를 추출하여 요인분석, 신뢰성 분석을 통해 합리적인 건설부산물 해체 시의 발생원단위 적용방법의 해법을 제시한다.

Ⅱ. 건설부산물 및 발생원단위의 개요

2.1 건설부산물의 정의 및 종류

건설부산물은 세부적으로 건설산업기본법 제2조 제2호에 해당하는 건설공사로 인하여 공사를 착공하는 때부터 완료하는 때까지 건설공사와 관련하여 현장에서 발생되는 지정폐기물을 제외한 5톤 이상의 부산물을 말한다. 건설부산물은 발생 원인에 따라 매우 다양하며, 그 종류도 분류방법에 따라 다양하기 때문에 건설부산물의 종류에 따른 특징과 분류가 매우 중요하다.

건설부산물의 종류 및 내용은 다음과 같다.

표 1. 건설부산물의 종류 및 내용

종 류		내 용
건설폐재류	폐콘크리트	RC 구조물 해체, 설치시 발생하는 콘크리트, 페레미콘 등
	폐아스팔트콘크리트	도로개보수 등에서 발생하는 아스팔트콘크리트, 역청재 등
	기타	폐벽돌, 폐블럭, 폐기와 등
가연성건설폐기물	폐목재	형틀, 동바리 제작, 철거에 사용하는 폐목재류
	폐합성수지	폐플라스틱이나 PVC, PE관류, 폐타이어, 폐전선, 포장용폐비닐, 폐페인트, 폐락카, 방진막, 폐비닐시트 등
	기타	폐섬유, 폐벽지 등
비가연성건설폐기물	건설오니	굴착공사, 지하구조물 공사등을 할 때 연약지반을 안정화시키는 과정에서 발생하는 무기성오니를 말함.
	기타	폐금속류, 폐유리 등
건설폐토석		건설공사에서 발생되거나 건설폐기물을 중간처리하는 과정에서 발생된 흙·모래·자갈
혼합건설폐기물		위의 각 건설폐기물항 가운데 2종류 이상의 건설폐기물이 혼합된 것으로 건설폐토석을 제외

출처 : 환경부. 2006 전국폐기물 발생 및 처리현황. 2007

2.2 건설부산물의 발생 및 처리현황

〈그림 1〉을 보면 건설폐기물의 발생량은 점차 커지고 있고 전체 폐기물 중에 차지하는 비율도 점점 높아짐을 알 수 있다. 이는 국가의 재개발 촉진 및 주거환경개선사업의 증가로 인한 결과이다.

.

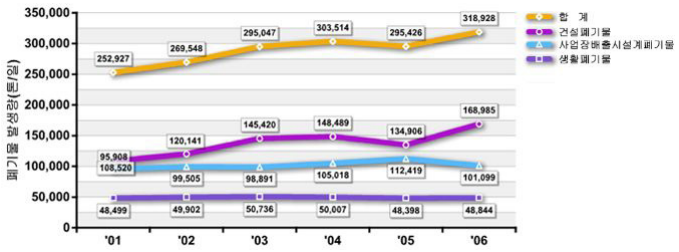

그림 1 . 폐기물 발생량 변화 추이

건축물을 해체 할 시 폐기물 관리법에서 분류하는 지정폐기물을 제외하고는 발생성상별로 분리배출해야 하지만 대부분의 현장에서는 발생된 혼합부산물을 그대로 처리업체에 맡겨서 처리하거나 불법 매립하는 것이 대부분이다. 그러므로 발생되는 건설부산물은 철거·수집·운반되어 성상별로 분류 한 후 최종 처리되어야 하므로 건설부산물의 종류별 최종처리는 매우 중요하다.

2.3 건설부산물의 발생원단위 개요

주거환경개선사업 내의 지구들은 다른 용도의 건축구조들과는 달리 단독으로 철거하는 개별적 해체와는 달리 일정 면적 이상의 대단위 해체공사가 이루어지기 때문에 발생량이 대량임과 동시에 분류에 있어서도 성상별 구별이 어렵기 때문에 원단위 작성 및 적용이 필수적이라 할 수 있다.

식 1. 건설부산물 발생원단위 산정식

$$\text{발생원단위} = \frac{\text{건설폐기물의 발생톤수}}{\text{건축시공면적또는해체바닥면적}} (\ \text{ton/m}^2\ )$$

건설폐기물의 원단위를 조사하는 방법은 간접추계방식과 직접조사방법이 있다. 우선 간접추계방식은 기존의 문헌이나 자료를 수용하고 데이터를 정리하여 사용하는 방법과 평균적인 적산설계의 자재투입량과 그에 따른 자재손실율(할증율)을 파악하여 계산하는 방법이 있으며 직접조사방법은 직접조사를 통해 현장계측으로 발생원단위를 산출하는 방법을 말한다.[3)]

발생원단위는 조사하는 주체에 따라서 많은 차이를 보이는데, 이는 조사하는 건축물의 대상과 용도가 다르고 간접추계방식의 경우 부문별 건설자재량, 단위중량 및 할증율을 파악하기 어렵고, 직접조사방법은 많은 시간과 인력이 소모되기 때문이다. 그러므로 현장의 특성에 맞는 경제적이고 효과적인 발생원단위의 적용에 관한 연구가 필수적이라 하겠다.

Ⅲ. 주거환경개선사업의 건설부산물 발생량 조사

3.1 주거환경개선사업의 개요

주거환경개선사업은 도시 내 저소득층이 거주하는 노후·불량주택 밀집대역을 대상으로 주택을 개량·건설하고 공공시설을 정비하는 도시계획사업으로서 도시 및 주거환경정비법에 따라 저소득층의 주거복지를 증진하고 도시환경을 정비하는 사업이다.

그림 2 . 주거환경개선사업의 시행절차

3.2 주거환경개선사업 중 건설부산물의 처리 및 조사

주거환경개선사업을 진행하기 전 지구 해체 시 발생하는 건설부산물의 처리공정은 〈그림 3〉와 같다.

그림 3 . 주거환경개선사업의 건설부산물 처리 공정

3) 환경부. 건설폐기물 분리배출 및 발생원단위 산정 등에 관한 연구. 2004. 04

3.3 해체 전후 건설부산물의 발생량 비교 분석

본 연구에서는 주거환경개선사업 중 주변환경, 해체 전의 생활 환경, 입주민들의 생활 수준, 그리고 지리적인 유사성에 가장 부합되는 3개의 주거환경개선사업 지구를 선정하여 해체전후 건설부산물의 발생량을 비교분석하였다. 조건에 부합되는 3개 지구의 철거 전 실측한 면적과 구조는 다음 〈표 2〉와 같다.

표 2 . 연구 대상 지구의 주구조 및 건축면적

위 치	주구조	건축면적	주소
	목조	6217.9㎡	대구광역시 동구 신천동 615-9번지 일원
	조적조	26039.1㎡	
	RC조	26631.3㎡	
	목조	7861.32㎡	대구광역시 북구 대현동 463번지 일원
	조적조	21386.9㎡	
	RC조	3662.4㎡	
	목조	5594.38㎡	대구광역시 북구 칠성동 149-1번지 일원
	조적조	48529.97㎡	
	RC조	24640.97㎡	

〈그림 4〉은 대구 신천 1-2 지구의 해체 전 실측한 발생량과 실제 발생량이다. 콘크리트류는 약 30%, 벽돌 및 블록류는 약 29%의 차이를 보였다.

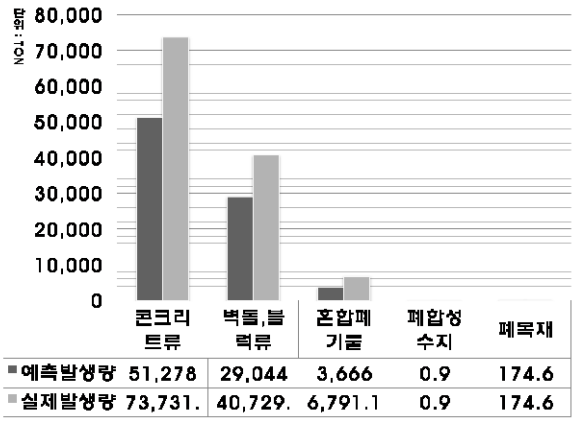

그림 4 . 신천1-2지구 해체전후 건설부산물 발생량

<그림 5〉은 대현2지구의 해체 전 예측발생량과 실제 발생량이다. 콘크리트류는 약 29%, 벽돌 및 블록류는 약 27%의 차이를 보였다.

표 3 . 건설부산물 발생원단위

형식	단위	콘크리트류	벽돌 및 블럭류	혼합폐기물	폐합성수지	폐목재	철재류	슬레트	합계
목조	ton/㎡	0.252	0.4644	0.0313	0.0032	0.028	0.001	0.000	0.7799
조적조	ton/㎡	0.878	1.0657	0.1318	0.0163	0.017	0.024	0.000	2.1328
RC조	ton/㎡	1.283	0.4848	0.0848	0.0086	0.019	0.059	0.001	1.9402

출처 : 건설폐기물 배출원단위, 대한주택공사 2007
건축폐기물 원단위 산정을 위한 주거환경개선지구 내 건설폐기물 발생 종류에 관한 연구, 손병훈, 방종대, 홍원화 2006

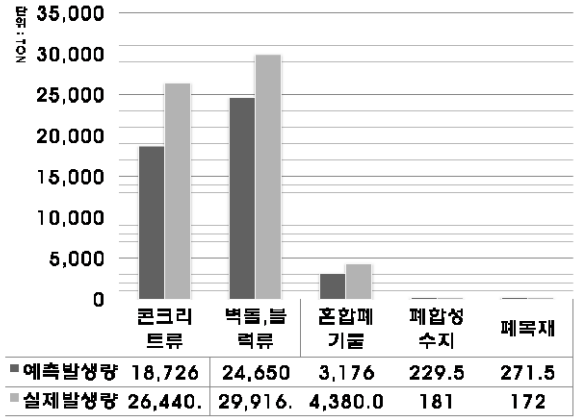

그림 5. 대현2지구 해체전후 건설부산물 발생량

〈그림 6〉 는 칠성지구의 해체 전 예측발생량과 실제 발생량이다.

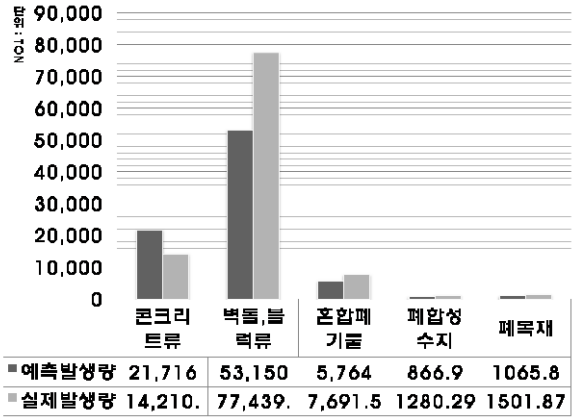

그림 6. 칠성지구 해체 전후 건설부산물 발생량

콘크리트류는 약 52%, 벽돌 및 블록류는 31%의 차이를 보였다. 이와 같이 건설부산물의 해체 전 예측발생량과 실제 발생량 사이에는 많은 오차를 보이고 있기 때문에 내역변경이 잦고 비경제적인 비용을 많이 지출하고 있는 것으로 판단된다.

Ⅳ. 건축물 해체 전후 발생원단위 적용 및 경제성 효과 분석

4.1 건축물 해체 전후 발생원단위 적용 및 비교분석

건축물의 해체 시 예측발생량과 실제발생량이 차이가 나타나는 문제점을 해소하기 위해 표 3의 발생원단위를 3개의 지구에 적용하였다. 〈그림 7〉 은 신천1-2지구의 원단위 적용전후의 발생량이다.

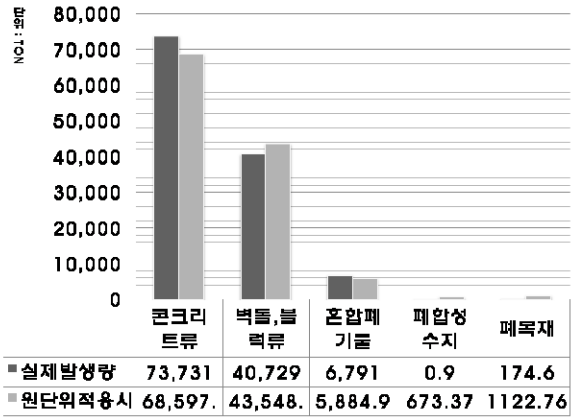

그림 7. 신천1-2지구의 원단위 적용전후 발생량

콘크리트류는 7%, 벽돌 및 블록류는 6%의 차이를 보였다. 〈그림 8〉 은 대현2지구의 원단위 적용전후의 발생량이다. 콘크리트류는 약 4%, 벽돌 및 블록류는 약 3%의 차이를 보였다.

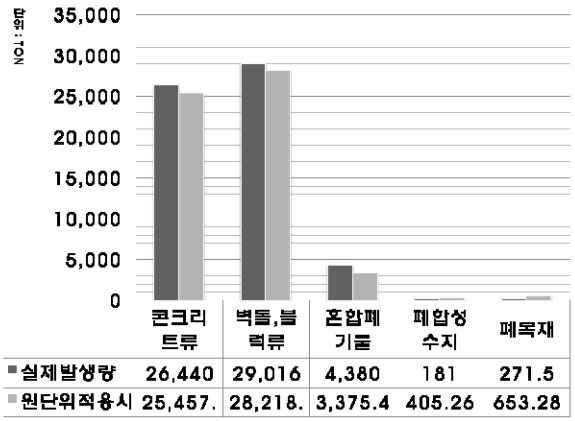

그림 8. 대현2지구의 원단위 적용전후 발생량

〈그림 9〉 는 칠성지구의 원단위 적용전후의 발생량이다. 콘크리트류는 약 0.3%, 벽돌 및 블록류는 약 16%의 차이를 보였다. 이와 같이 위의 발생원단위를 적용하여 실제발생량을 예측하는 경우가 실측을 하여 예측발생량을 추정하는 것보다 더 정확한 데이터를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

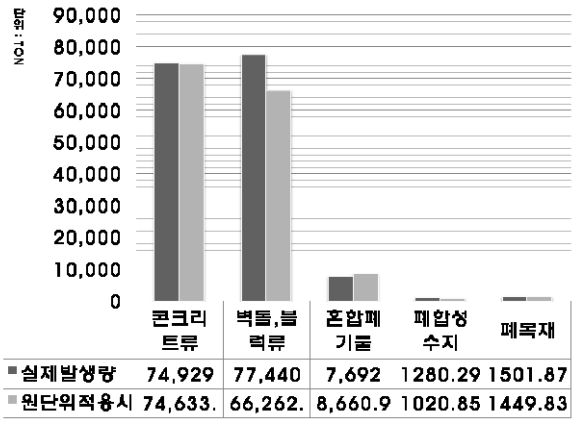

그림 9. 칠성지구의 원단위 적용전후 발생량

4.2 발생원단위 적용의 경제성효과 분석

실제발생량을 기준으로 발생원단위를 적용했을 때와 실측발생량과의 차이는 다음과 같다.

표 4. 발생원단위적용시와 실제발생량과의 차이비율

	신천1-2지구		대현2지구		칠성지구	
	콘크리트류	벽돌 및 블록류	콘크리트류	벽돌 및 블록류	콘크리트류	벽돌 및 블럭류
실측발생량	70%	71%	71%	73%	152%	69%
원단위적용	93%	106%	96%	97%	99.7%	84%
실제발생량	100%					

〈표 4〉와 같이 발생원단위를 적용하였을 시 실제발생량과의 차이가 실측발생량의 차이보다 더욱 더 정확한 값에 이르는 것을 알 수 있다. 그러므로 주거환경개선지구 건축물 해체 시 발생원단위를 적용하였을 때 실측을 두 번하는 번거로움을 피할 수 있고, 공정관리를 통해 경제적인 이익을 창출할 수 있다.

주거환경개선사업의 건설부산물 처리공정은 진행 전 예비조사와 실측조사 그리고 적산공정 후 내역작성을 위한 실측조사를 다시 거치는 과정으로 진행된다. 이 과정을 발생원단위 적용 과정으로 대체하면 다음과 같은 비용을 경제적으로 사용할 수 있다.

식 2 . 시공측량사 노무비 추정

주간 10시간 작업시의 노무비	$A(\frac{8}{8}\times 1+\frac{2}{8}\times 1.5)=1.375A$(원) (A = 일반노무비)
시공측량사 4명의 60일 노무비	$69{,}562(\text{원})\times 4\times 60=16{,}694{,}880(\text{원})$

출처 : 건설표준품셈 2007, 노무비

뿐만 아니라 현장의 특수성 및 비교의 실측의 어려움으로 인해 야기되는 문제들을 발생원단위 적용으로 인해 해소 할 수 있고, 2달의 공기를 앞당겨 기업들의 부지확보로 인한 차입자금이자를 줄일 수 있고 건설부산물 해체 공사비 및 공기단축으로 인해 발생하는 여러 가지 이득을 통해 발생원단위 적용의 경제성을 확인할 수 있다. 또한 실측과 실제 건설부산물의 발생량의 차이로 인한 내역변경의 오차도 건설부산물 발생원단위 적용을 통해서 최대한으로 줄일 수 있을 것이다.

Ⅴ. 결론

주거환경개선사업으로 지정된 대구의 신천1-2, 대현2, 칠성지구의 건축물 해체 전후 건설부산물의 발생량을 조사한 결과 가장 큰 부분을 차지하는 콘크리트류와 벽돌 및 블록류에서 예측발생량과 실제발생량 사이에 27%~52% 사이의 오차를 보이는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서 도출한 발생원단위를 3개의 지구에 적용한 결과 적게는 0.3%에서 많게는 16%까지의 오차범위를 나타내는 결론을 얻게 되어 실측의 비경제성을 대체할 방안으로 건설부산물의 발생원단위 적용이 대안으로서의 역할을 할 수 있는 것으로 나타났다. 그로 인해 얻을 수 있는 직접노무비의 절감, 그리고 건축공기단축을 통해 나타나는 경제적 무형이익의 증가로 발생되는 발생원단위 적용의 경제성효과를 극대화시키기 위해 건축물의 해체 시 발생하는 건설부산물에 적용시킨 발생원단위의 정확도가 더욱 높아질 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 '건설폐기물 재활용 기술 개발' 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. (과제번호:05건설핵심D07)

참 고 문 헌

1. 이진용(1998) 건설폐기물의 처리 및 재활용방안 연구(1)
2. 환경부(2006) 전국폐기물 발생 및 처리현황 2007
3. 손병훈, 방종대, 홍원화(2006) 건축폐기물 원단위 산정을 위한 주거환경개선지구 내 건설 폐기물 발생에 관한 연구, 대한건축학회 논문집
4. 서울시정개발연구원(1995) 건축물 폐재류의 적정처리 및 재활용 방안
5. 대한주택공사(2007) 건설폐기물 배출원단위
6. 한국환경정책평가연구원(2004) 건설폐기물 분리배출 및 발생원단위 산정 등에 관한 연구
7. 대한주택공사(2006) 건설현장 폐기물 관리지침
8. 정응혁, 손병훈, 홍원화(2006) 주거용 건축물의 해체시 발생하는 건설폐기물 분류체계정립에 관란 연구, 한국생태환경건축학회 학술 논문집 제6권 제1호
9. 건설연구원(2006), 건설 표준품셈
10. 정응혁, 손병훈, 홍원화, 정종석(2007), 주거용 건축물 해체 전·후의 건설폐기물 발생량 비교·분석을 통한 건설폐기물 발생 원단위 작성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 제 23호 10호.