

# 적정처리를 위한 주거환경개선지구 내 구조형태별 지정폐기물 발생량 예측에 관한 연구

## A Study on the Estimation about Amount of the Amelioration Districts for Optimum Process of Designated Wastes

○ 신 용 철\*                      손 병 훈\*\*  
Shin, Yong-Chul                Son, Byeung-Hun  
홍 원 화\*\*\*                      이 재 성\*\*\*\*  
Hong, Won-hwa                 Lee, Jae-Sung

### ABSTRACT

Recently, the scale of the construction work has been increased due to the revitalization of the construction industries. therefore, the demolition work in downtown areas is increased too.

Amelioration districts are deteriorating rapidly since it followed the policy which allowed a large number of constructions in a very short period of time. therefore, the quantity of construction wastes and the designated wastes such as asbestos are increased.

This study was classifying and analyzing the constructions in amelioration districts to estimate quantity of the designated wastes and the unit of the designated wastes.

According to the results of this research, the average annual designated wastes was increased up to 2.59% in comparison with 2,779,334 ton in 2000, there came out 3,151,653 ton of designated wastes in 2005. For the appropriate disposal of increasing designated wastes, it is necessary to study exact estimation of the quantity of wastes.

키워드 : 건설폐기물, 지정폐기물, 주거환경개선지구, 원단위

Keywords : Construction Wastes, Designated Wastes, Amelioration District, Unit

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

오늘날 건설 사업의 규모가 점차 대형화 되어 가고 있는 추세이고, 건설사업의 활성화로 인하여 도심지 건축물 철거 공사가 증가하고 있다.

최근 철거 대상이 되고 있는 대부분의 주거환경개선지구 내 건축물은 시공과정에서 단시간 내에 많은 수의 건축물을 지어 보급하고자 했던 당시의 정책에 상응하여 빠른 노후화가 진행되고 있기 때문에 계속적인 개·보수 및 재건축의 필요가 예상되므로 건설폐기물의 배출은 꾸준히 증가할 것이며, 지정폐기물의 발생량 또한 증가할 것이다.

특히 주거환경개선지구의 경우 유효이용 부지가 협소하여 기존의 건축물을 철거 후 신축하기 때문에 가장 많은 건설폐기물이 발생 된다고 할 수 있으므로 더욱더 적정한 처리가 필요로 한다. 따라서 건설폐기물 발생 원단위를 적용하여 건축물 철거 전 발생하는 지정폐기물의 양을 예측한다. 이는 철거 전 발생 원단위를 통한 얻어지는 경제적 이익과, 지정폐기물의 적정한 처리를 위해 좋은 방법론 중 하나라고 생각한다.

폐기물 관리법 시행령 3조 관련 지정폐기물의 종류 가운데 슬레이트 관련 항목을 보면 “슬레이트 등 고형화 된 석면 제품 등의 연마·절단·가공 공정에서 발생된 부스러기 및 연마·절단·가공 시설의 집진기에서 모아진 분진”이라고 명시 되어있다. 하지만 환경부에서 석면함유 건축자재 폐기물의 경우, 비산여부 판단이 곤란하여 현실적으로 적정한 분류가 곤란함으로 모든 석면함유 폐기물은 지정폐기물로 분류하는 법안을 추진 중에 있다.

\* 경북대학교 건설공학부 대학원 석사과정  
\*\* 경북대학교 건설공학부 대학원 박사과정  
\*\*\* 경북대학교 건설공학부 부교수 공학박사  
\*\*\*\* 대한주택공사 주택도시연구원 연구원

지정폐기물은 환경을 오염시키거나, 인체에 위해를 줄 수 있는 해로운 물질임에 불구하고, 적절한 폐기물 처리에 대한 인식 부족, 또는 처리계획·기술의 부족으로 인해 불법처리되거나, 투기, 매립, 소각 등과 같이 부적절한 방법으로 처리되고 있다. 이러한 처리는 환경문제를 야기시킬 수 있는 요인이 된다.

이에 본 연구에서는 주거환경개선지구 내 건축물을 구조형태별로 분류하여 분석하였다. 그리고 지정폐기물 중 슬레이트의 발생량을 예측하고, 원단위를 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 건설폐기물 처리 및 재활용에 있어 지정폐기물의 적정처리를 위한 연구로서, 도시저소득주민이 집단으로 거주하는 지역으로 정비기반시설이 극히 열악하고 노후불량건축물이 과도히 밀집한 주거환경개선지구를 대상으로 하였다.

조사대상 사업지구 내 건축물을 구조형태별로 분류하여 분석하고, 지정폐기물 중 시대적 배경 상 지붕 부재로 많이 사용된 슬레이트를 중심으로 파악하였다.

건축물 철거 현장을 대상으로 철거 전 건설폐기물 및 지정폐기물의 발생량을 도면검토·실측을 통해 예측한다. 이후 주거환경개선지구 내의 지정폐기물 발생 원단위를 작성한다.

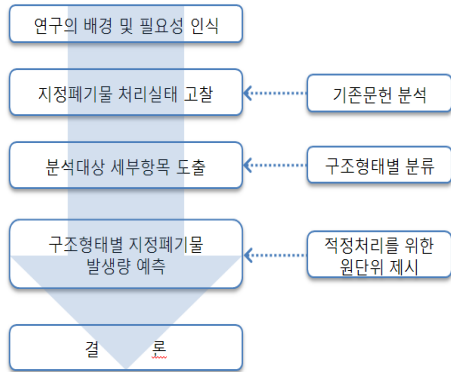


그림 1. 연구의 방법 및 흐름

## II. 건설폐기물의 개요 및 지정폐기물 처리실태

### 2.1 건설폐기물의 정의 및 종류

건설폐기물이란 「건설폐기물재활용촉진에 관한 법률 제 2조」에 의해, 「건설산업기본법 제2조 제4호」에 해당하는 “건설공사로 인하여 공사를 착공하는 때부터 완료하는 때까지 건설공사현장에서 발생하는 5톤 이상의 폐기물”로서 대통령령이 정한 폐기물을 말하며, 지정폐기물을 제외한다.

건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률에 의거 건설폐기물의 분류는 표 1.과 같다.

표 1. 건설폐기물 분류

건설폐기물	건설폐기류	페콘크리트
		페아스팔트콘크리트
		페벽돌
		페블럭
	가연성건설폐기물	폐목재
		폐합성수지
		폐섬유
	비가연성건설폐기물	폐벽지
		건설오니
		폐금속류
건설폐토석		
혼합건설폐기물		

지정폐기물이란 「폐기물관리법 제2조」에 의해, “사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물 등 인체에 위해를 줄 수 있는 해로운 물질”로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다. 지정폐기물은 건설폐기물에 포함되지 않지만 건축물 철거 시 슬레이트, 석면함유 천장재, 내·외장재 등과 같은 지정폐기물이 발생한다. 이렇게 나온 지정폐기물의 부적절한 처리로 인해 적정처리에 있어 어려움이 있다.

### 2.2 건설폐기물의 발생 현황

2000년에서 2005년 현재까지 폐기물 발생량 변화추이는 그림 2.과 같다. 그중 건설폐기물이 가장 급격한 증가를 보이고 있으며, 2005년에 전년도비 4.3% 감소하게 되었다. 감소한 이유는 2005년도 건축허가현황과 주택건설실적이 전년도에 비해 각각 5.1%, 6.1% 감소하였기 때문으로 추정된다.<sup>1)</sup>

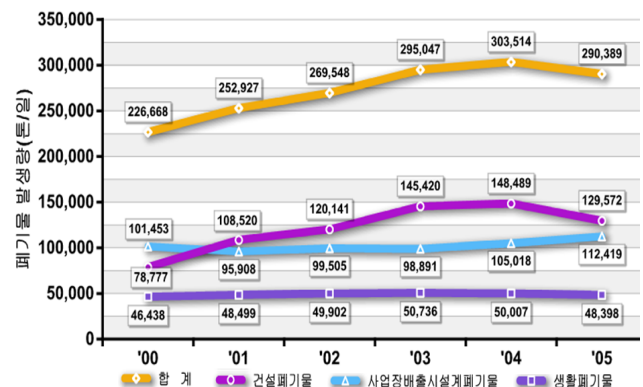


그림 2. 폐기물 발생량 변화 추이

전체 지정폐기물 발생량 변화 추이는 다음과 같다.

1) 환경부, 2005 전국 폐기물 발생 및 처리현황

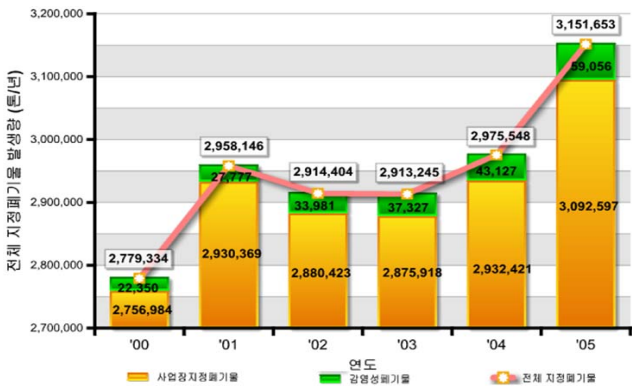


그림 3. 전체 지정폐기물 발생량 변화 추이<sup>2)</sup>

2005년 현재 전체 지정폐기물 발생량은 총 3,151,653톤으로 전년도 2,975,548톤 보다 5.9%(176,105톤) 증가 하였고, 2000년부터 2005년 현재 연평균 2.59%씩 증가하고 있는 추세이다.

건설업중에서의 지정폐기물 발생량은 그림 4.와 같고, 2005년 현재 전년도에 비해 117%가 증가 하였다.

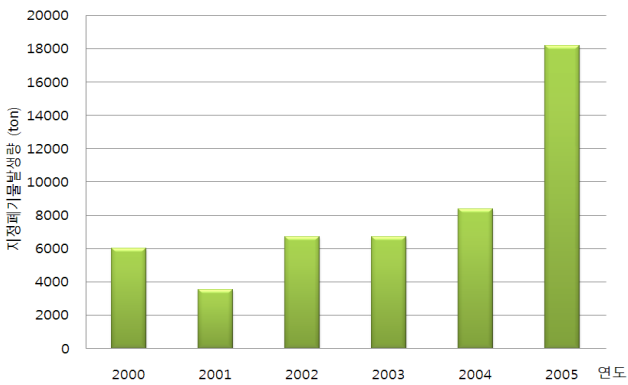


그림 4. 지정폐기물 발생량 변화 추이(건설업)

### 2.3 건설폐기물 원단위

건설폐기물 발생 원단위란 연면적당 발생하는 건설폐기물의 양으로 건축물의 신축, 개축, 유지·보수 활동 및 건축물 해체 시에 발생하는 건축폐기물의 양을 예측가능하고, 이를 활용하여 여러 가지 예측 가능한 재활용이 가능하다는 점에서 의의가 있다.

일반적으로 국내에서 사용되고 있는 건설폐기물의 발생 원단위 산정 방법은 식 1.과 같으며, 일본의 산정방법을 사용하고 있다.

$$\text{발생원단위} = \frac{\text{건설폐기물의 발생 톤수} / \text{부피}}{\text{건축시공 또는 해체바닥면적}}$$

식 1. 발생원단위 산정방법<sup>3)</sup>

### 2.4 지정폐기물 처리실태

2006년 환경부에서 발표한 2005 지정 폐기물 발생 및 처리현황을 살펴보면, 전체 지정폐기물 방법별 처리현황은 재활용 61.1%, 매립 17.8%, 소각 17.0%, 기타 4.1%을 차지하였고, 그림 5.와 같이 재활용 방법을 이용한 처리율은 증가하고 있는 추세이다.

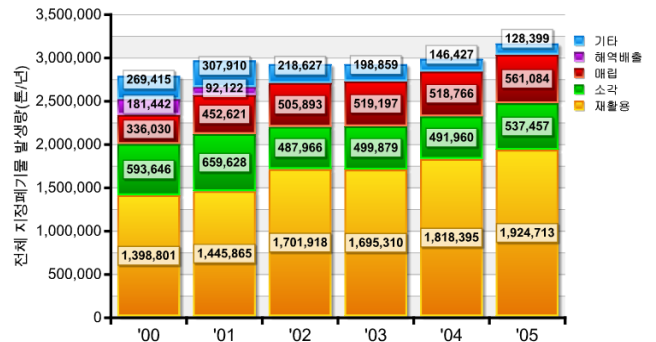


그림 5. 전체 지정폐기물 연도별 처리량 변화추이<sup>4)</sup>

## III. 조사개요

### 3.1 조사방법

건설폐기물 원단위에 있어 조사방식에는 선행연구 자료를 비교·분석 후 원단위를 제시하는 간접추계방식과 건축물 철거현장에서 직접 계측하여 원단위를 제시하는 직접조사방식이 있다.

간접추계방식에 의한 원단위 보다는 직접조사방식에 의한 원단위가 건설폐기물의 발생량 예측에 적정한 자료를 제시한다.

본 연구에서는 조상대상 사업지구 내 건축물 가운데, 측정이 불가능한 건축물을 제외한 335동의 건축물을 조사원들이 직접조사방식에 의해 실측한 후, 적산을 이용하여 건축물들의 각 부재의 양과 부피를 계산하고, 철거 시 발생할 지정폐기물과 건설폐기물의 양을 예측하였다.



그림 6. 조사대상 사업지구 조사 일정

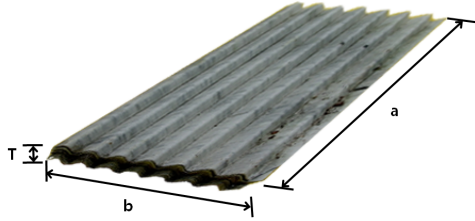
실측조사내용 및 산정방법은 다음과 같다.

2), 4) 환경부, 2005 지정폐기물 발생 및 처리현황

3) 일본 건축공학회

표 2. 실측조사내용 및 산정방법

조사항목	조사내용	재료별 산정방법
슬레이트	재료길이(a, b), 면적(S), 두께(T)	$S = a \times b$ $V(\text{부피}) = S \times T$



### 3.2 조사대상 사업지구 개요 및 특성

주거환경개선지구는 1985년 6월 30일 이전에 건축된 건축물로서 구조, 외형 부대시설 등 물리적 상태가 건전한 주거공간으로서의 기능을 하기에 부적합한 건축물이 일정 규모 이상 밀집된 지역을 대상으로 한다.

조사대상 사업지구 대구 A지구는 주거환경개선지구로서, 기존 군락을 형성하고 있던 마을에 6·25 전쟁당시 피난민들이 임시로 지은 블록 - 슬레이트 주택이 불규칙하게 세워졌으며, 사업지구 외각을 따라 7m도로에는 80, 90년대에 지어진 RC조 2층 상가주거복합건축물들이 들어서 있다.

조사대상 사업지구 내 슬레이트 함유 건축물 분포는 다음과 같다.



그림 7. 슬레이트 함유 건축물 분포도

### 3.3 대상지 구조형태별 건축물 현황

조사대상 사업지구인 대구 A지구 내 건축물을 구조형태별로 주구조, 벽, 지붕 순으로 부재의 종류별로 구분하였다. 이는 선행연구에서 건축물 연도별 분석을 통한 원단위를 적용해본 결과 상관성이 없는 것으로 나타났고 벽체와 지붕에 쓰인 건축물 부재와 상관성이 있는 것으로 밝혀졌다. 이렇게 구분된 구조형태는 22가지 종류로 구분되었으며, 그 중 기타로 구분된 13동의 건축물은 다른 건축물에

비해 너무 낙후하여 붕괴위험 및 진입의 위험 등의 이유로 인해 측정이 불가능 하였다.

표 3. 구조형태별 건축물 용도구분 현황

구분 (주구조-벽-지붕)	총계	복합	주거	상업용	공업용
계	348	31	314	2	1
RC조-벽돌-슬라브	29	15	12	2	·
시멘트벽돌조-벽돌-슬라브	59	8	51	·	·
시멘트벽돌조-벽돌-기와	15	·	15	·	·
시멘트벽돌조-벽돌-판넬	1	·	1	·	·
시멘트벽돌조-벽돌-슬레이트	3	·	3	·	·
시멘트벽돌조-블록-슬레이트	1	·	1	·	·
시멘트벽돌조-블록-슬라브	4	·	4	·	·
시멘트벽돌조-블록-기와	4	·	4	·	·
시멘트블록조-블록-기와	84	1	83	·	·
시멘트블록조-블록-슬라브	16	2	14	·	·
시멘트블록조-블록-슬레이트	31	·	30	·	1
시멘트블록조-벽돌-슬라브	1	·	1	·	·
시멘트블록조-벽돌-기와	2	·	2	·	·
시멘트블록조-벽돌-슬레이트	1	·	1	·	·
시멘트블록조-판넬-판넬	1	·	1	·	·
목조-블록-기와	27	·	27	·	·
목조-블록-슬레이트	7	1	6	·	·
목조-흙벽-기와	19	·	19	·	·
목조-흙벽-슬레이트	8	·	8	·	·
목조-벽돌-기와	21	2	19	·	·
목조-벽돌-슬레이트	1	·	1	·	·
기타	13	2	11	·	·

측정이 불가능한 건축물 13동을 제외한 335동에서 15%인 52동이 슬레이트를 지붕재로 사용하였고, 주거용 건축물이 대부분을 차지하였다.

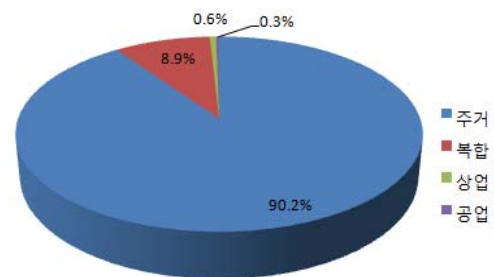


그림 8. 조사대상 사업지구 건축물 용도별 비율분포

## IV. 지정폐기물의 발생량 예측

### 4.1 폐기물 전체 발생량 예측

지정폐기물의 발생량을 예측과 동시에, 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률에 의거 건설폐기물을 분류하여 철거 전 발생량을 예측하였다.

표 4. 조사대상 사업지구 폐기물 발생 예측량

(단위 : m<sup>3</sup>)

폐기물 분류		발생 예측량
건설 폐기물	건설 폐재류	18317.53
	가연성건설폐기물	1617.04
	비가연성건설폐기물	406.07
	건설폐토석	0
	혼합건설폐기물	825.95
	지정폐기물	334.20

건설 폐재류 85%로 가장 많은 양이 나왔으며, 가연성폐기물 7%, 혼합폐기물 4%, 지정폐기물 및 비가연성폐기물 2% 순으로 폐기물이 발생하는 것으로 예측되었다.

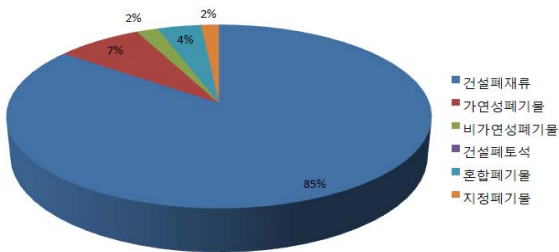


그림 9. 조사대상 사업지구 폐기물 성상별 비율분포

4.2 구조형태별 지정폐기물 발생량 예측

조사대상 사업지구 내 건축물의 구조형태별 슬레이트 발생 예측량은 다음과 같다.

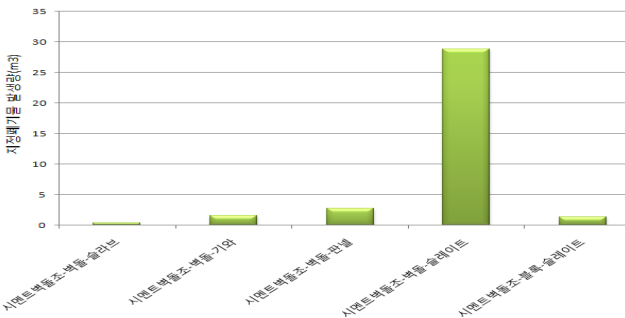


그림 10. 조적조 건축물의 구조형태별 발생량 그래프

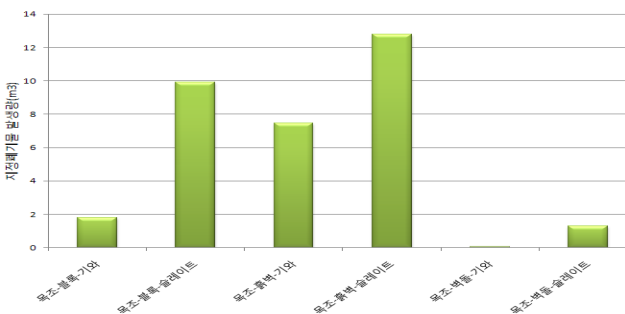


그림 11. 목조 건축물의 구조형태별 발생량 그래프

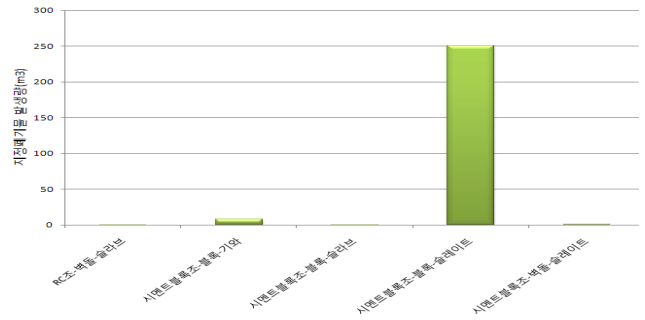


그림 12. RC조, 블록조 건축물의 구조형태별 발생량 그래프

조사대상 사업지구 내 지정폐기물의 발생량을 예측한 결과 시멘트블록조-블록-슬레이트 250.94m<sup>3</sup>로 가장 많은 부피를 차지하였으며, 시멘트벽돌조-벽돌-슬레이트 28.83m<sup>3</sup>, 목조-후박-슬레이트 12.78m<sup>3</sup>, 목조-블록-슬레이트 9.92m<sup>3</sup>, 시멘트블록조-블록-기와 7.81m<sup>3</sup>, 목조-후박-기와 7.45m<sup>3</sup>, 시멘트벽돌조-벽돌-판넬 2.80m<sup>3</sup>, 목조-블록-기와 1.80m<sup>3</sup>, 시멘트벽돌조-벽돌-기와 1.60m<sup>3</sup>, 시멘트벽돌조-블록-슬레이트 1.37m<sup>3</sup>, 목조-벽돌-슬레이트 1.30m<sup>3</sup>, 시멘트블록조-벽돌-슬레이트 1.22m<sup>3</sup>, RC조-벽돌-슬라브 0.49m<sup>3</sup>, 시멘트벽돌조-벽돌-슬라브 0.39m<sup>3</sup>, 시멘트블록조-블록-슬라브 0.33m<sup>3</sup>, 목조-벽돌-기와 0.05m<sup>3</sup> 등의 순으로 나타났으며, 슬레이트가 주 부재가 아닌 건축물에서도 철거 시에 발생함을 알 수 있었다. 이는 건축주 임의로 증축·개축을 통해 구조를 변경하기 때문이다. 그로인해 건축도면으로 알 수 없는 건축 부재가 발생하며, 이에 따라 실측을 하지 않고 도면간접추계만으로는 정확한 발생량 예측의 한계가 있다.

4.3 건축물 철거 전 지정폐기물 원단위 산출

지정폐기물의 원단위 산출방법은 실측 자료와 기존 문헌 자료를 바탕으로 지정폐기물에 대하여 부피 및 무게를 조사하여 체적환산계수를 작성하였으며, 이를 적용하여 건축물의 바닥면적 당 부피(m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)와 바닥면적 당 무게(ton/m<sup>2</sup>)로 원단위를 작성하였다.

표 6.은 실측과 문헌자료를 통하여 산출된 슬레이트의 체적환산계수이다.

표 6. 체적환산계수

(단위 :ton/m<sup>3</sup>)

구분	슬레이트
계수	0.048

V. 결론

본 연구는 도시저소득주민이 집단으로 거주하는 지역으로 정비기반시설이 극히 열악하고 노후불량건축물이 밀집한 주거환경개선지구를 대상으로 철거 공사 전 건축물의

구조형태별 지정폐기물 발생량을 예측하고 원단위제시에 목적을 두고 있다.

이와 같은 내용을 바탕으로 지정폐기물 적정처리를 위한 원단위는 다음과 같다.

첫째, 주거환경개선지구인 대구 A지구의 건축물들을 실측한 결과, 구조형태별 슬레이트 원단위는 다음과 같다.

표 7. 조사대상 사업지구 슬레이트 발생 원단위(부피)  
(단위 : m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)

구 분	슬 레 이 트	구 분	슬 레 이 트
RC조-벽돌-슬라브	0.00038	사멘트블록조-벽돌-슬라브	0.00000
사멘트벽돌조-벽돌-슬라브	0.00018	사멘트블록조-벽돌-기와	0.00000
사멘트벽돌조-벽돌-기와	0.00129	사멘트블록조-벽돌-슬레이트	0.01678
사멘트벽돌조-벽돌-판넬	0.02504	사멘트블록조-판넬-판넬	0.00000
사멘트벽돌조-벽돌-슬레이트	0.11536	목조-블록-기와	0.00066
사멘트벽돌조-블록-슬레이트	0.01501	목조-블록-슬레이트	0.04074
사멘트벽돌조-블록-슬라브	0.00000	목조-흙벽-기와	0.00477
사멘트벽돌조-블록-기와	0.00000	목조-흙벽-슬레이트	0.02358
사멘트블록조-블록-기와	0.00128	목조-벽돌-기와	0.00003
사멘트블록조-블록-슬라브	0.25560	목조-벽돌-슬레이트	0.01819
사멘트블록조-블록-슬레이트	0.54435		

표 8. 조사대상 사업지구 슬레이트 발생 원단위(중량)  
(단위 : ton/m<sup>2</sup>)

구 분	슬 레 이 트	구 분	슬 레 이 트
RC조-벽돌-슬라브	0.00002	사멘트블록조-벽돌-슬라브	0.00000
사멘트벽돌조-벽돌-슬라브	0.00001	사멘트블록조-벽돌-기와	0.00000
사멘트벽돌조-벽돌-기와	0.00006	사멘트블록조-벽돌-슬레이트	0.00081
사멘트벽돌조-벽돌-판넬	0.00120	사멘트블록조-판넬-판넬	0.00000
사멘트벽돌조-벽돌-슬레이트	0.00554	목조-블록-기와	0.00003
사멘트벽돌조-블록-슬레이트	0.00072	목조-블록-슬레이트	0.00196
사멘트벽돌조-블록-슬라브	0.00000	목조-흙벽-기와	0.00023
사멘트벽돌조-블록-기와	0.00000	목조-흙벽-슬레이트	0.00113
사멘트블록조-블록-기와	0.00006	목조-벽돌-기와	0.00000
사멘트블록조-블록-슬라브	0.01227	목조-벽돌-슬레이트	0.00087
사멘트블록조-블록-슬레이트	0.02613		

둘째, 본 연구에서 제시된 주거환경개선지구 내 건축물 철거 전 지정폐기물 원단위는 지정폐기물의 발생량을 예측함으로써, 불법처리 되거나, 투기, 매립, 소각 등과 같이 부적절한 처리를 방지 할 수 있는 지표가 될 것이다.

셋째, 슬레이트가 지붕 주 부재가 아닌 건축물에서도 철거 시에 발생함을 알 수 있다. 이는 건축주 임의로 증축·개축을 통한 구조가 변경되기 때문에 건축도면으로 알 수 없는 건축 부재가 발생하며, 이에 따라 실측을 하지 않고 도면간접추계만으로는 정확한 발생량 예측의 한계가 있다.

넷째, 향후 주거환경개선사업을 제외한 주택재개발사업, 주택재건축사업, 도시환경정비사업 등에서도 건축물 철거 현장에서의 신뢰성 있는 발생량 예측과 원단위 제시가 이뤄져야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 건설교통부 첨단도시개발사업의 "건설폐기물 재활용 기술 개발" 연구비지원에 의해 수행되었습니다.(과제번호05건설핵심D07)

## 참고문헌

1. 홍원화, 박용팔, 최미영(2004), 주택의 신축과 해체 시 건설폐기물의 발생종류와 처리방법 비교·분석에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 제20권 제2호.
2. 손병훈, 방종대, 홍원화(2006), 건축폐기물 원단위 산정을 위한 주거환경개선지구 내 건설폐기물 발생 종류에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 제22권 11호.
3. 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.
4. 환경부(2006), 2005 지정폐기물 발생 및 처리현황
5. 환경부(2006), 2005 전국 폐기물 발생 및 처리현황
6. 김강민, 손병훈, 홍원화, 김효진(2007), 복합건축물 해체 시 발생하는 건설폐기물의 발생 원단위 작성에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집 12호.
7. 손병훈, 홍원화, 이재성(2007), 혼합폐기물 발생량 저감을 위한 주거환경개선지구 관리방안에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집 13호.
8. 대한주택공사(2006. 05), 건설현장 폐기물 관리지침
9. 건설폐기물재활용촉진에 관한 법률(2006)
10. 폐기물 관리법(2006)
11. 김상규 외 3인(1997. 02), 건설폐기물의 처리 및 재활용방안 연구(I), 대한주택공사 주택연구소
12. 한국건설기술연구원(2000), 부천시동지구 발생폐기물 재활용 처리 방안에 관한 연구, 한국토지공사
13. 하성규 외 5인(2004. 08), 주거환경개선사업지구 주민의 주거안정 대책에 관한 연구: 공동주택건설방식 주민재정착율 제고 방안을 중심으로, 대한주택공사
14. 홍성욱, 박신, 안용선, (2004), 건설폐기물로 배출되는 폐 콘크리트 재활용의 실태분석 및 효율화 방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 20권 2호
15. 서울시정개발연구원(1995), 건축물폐제류의 적정처리 및 재활용 방안