

# 생산성 분석에 기초한 친환경 리모델링 철거공사 기간 산출 방안

## A Study on Duration Calculation Method for Eco-Friendly Remodeling Demolition Work Using Productivity Analysis

우 중 평\*\*  
Woo, Joong-Pyung

차 희 성\*\*  
Cha, Hee-Sung

김 경 래\*\*\*  
Kim, Kyung-Rai

신 동 우\*\*\*\*  
Shin, Dong-Woo

### Abstract

An influx of the population to the city has soared due to industrialization. As times go by, cities become densely populated so Korean government started to construct a number of buildings including apartment housings. Because they have become functionally, structurally, esthetically deteriorated over the past two decades, some improvements are needed.

There are mainly two ways to improve old buildings: remodeling and reconstruction. Between the two, the first one is more popular as it is less time-consuming and more eco-friendly. Demolition work comes first for both of them and it should not give negative effects since it is regarded as a CP(Critical path) in the overall process. For this reason, a thorough construction management must be done. The reality, however, demolition is managed by the construction manager's experiences and decisions. If the key factor of demolition which is the planning of manpower and machine equipment, is determined by unscientific and subjective judgments, its period and risk also will increase. In particular, eco-friendly demolition can be more risky because it's been rarely conducted. Therefore, scientific and objective ways of demolition management are needed. In this context, this paper aims at analyzing productivity in each process of demolition focusing on manpower and machinery equipment which are the main parts of demolition assuming that the demands of eco-friendly remodeling demolition projects will be increasing. At the same time, by estimating working period through the output, this paper would be helpful to set up the plans for overall project in earlier stage.

**Keywords :** *Eco-Friendly Remodeling Demolition Work, Initial Duration Method*

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

과거 급격한 도시의 팽창으로 인한 인구 집중화와 과밀화의 결과 공동주택 등 건축물의 보급이 급격하게 이루어졌다. 그 결

과 현재 무수히 많은 건축물이 노후화로 인해 구조적, 심미적, 기능적 성능이 저하되었으며 이를 개선하고자 하는 시도가 일고 있다. 노후화된 건축물의 개선을 위한 대표적인 대안으로 재건축과 리모델링이 있다. 경제성 측면에서 사업추진의 용이성으로 재건축이 활발하게 시행되고 있지만 상대적으로 환경오염이 적

\* 일반회원, 아주대학교 건축공학과 석사과정, extoll007@ajou.ac.kr

\*\* 중신회원, 아주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사(교신저자), hscha@ajou.ac.kr

\*\*\* 중신회원, 아주대학교 건축공학과 교수, 공학박사, kyungrai@ajou.ac.kr

\*\*\*\* 중신회원, 아주대학교 건축공학과 교수, 공학박사, dsshin@ajou.ac.kr

고 공사 수행 기간이 짧은 리모델링 또한 대안으로 관심을 받고 있다(강사일, 2008).

다음의 그림 1은 일반적인 리모델링 프로젝트에서의 세부공정을 나열한 것이다. 특히, 철거공사는 공사 전체의 관점에서 볼 때 선행되어야 하는 공사이며, 주공정선(Critical Path)상에 위치해 있음을 알 수 있다.

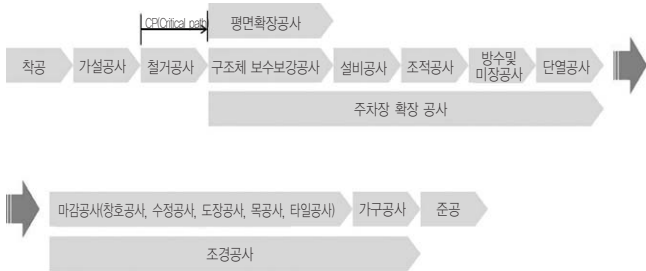


그림 1. 일반적인 리모델링 프로젝트의 전체 공정

철거공사는 특성상 많은 비산먼지와 소음 등 환경문제에 노출되어 있다. 따라서 이런 문제를 해결하고자 친환경 철거공사프로세스에 대한 접근이 요구된다. 친환경 철거공사란, 리모델링 시 철거되는 자재의 속성을 분류하여, 폐자재의 선별분리와 재활용률을 높여려는 체계적인 공사관리를 뜻한다. 이러한 친환경 철거공사는 환경적 문제를 해결해 주는 장점이 있지만, 공사 관리의 효율성 측면에서 기존 방식에 비해 미흡한 측면이 있다. 또한, 기존의 철거공사는 담당자의 직관적이고 경험에 의존한 공사 관리가 이루어지고 있는 실정이며, 철거공사 책임자의 직관에 의존한 공사 관리방식으로 인해 체계적인 공정관리가 이루어질 수 없는 한계가 있다. 특히 친환경 리모델링 철거공사는 극히 일부에서만 수행되고 있어서 공사 책임자의 경험을 충분히 피드백할수 있는 시스템적인 분석이 전무한 실정이다.

경험이 풍부하지 못한 철거공사 책임자의 주관적이고 비과학적인 공사 관리는 철거공사의 비용 증가와 여러 자원의 낭비, 공사기간의 증가가 이루어질 수 있다. 특히 공사기간의 증가는 후속으로 수행되어야 할 공사에 부정적 영향을 주며, 전체적인 공사의 공사기간이 증가하는 결과로 이어진다. 현재 국내 건설 산업은 친환경에 대한 관심이 높아지고 있다. 추후 재건축 보다 배출되는 건설폐기물이 적고 공사기간이 상대적으로 짧은 리모델링이 활성화된다면 친환경 리모델링 철거공사 역시 활성화될 것이다. 따라서 본 논문은 객관적이고 과학적인 친환경 리모델링 철거공사 공사 관리가 이루어질 수 있도록 인력 및 기계장비의 생산성을 활용하여 개략적인 공사기간을 도출하는 것을 주목적으로 한다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

기존 철거공사는 건축 부재의 해체만을 목적으로 하기 때문에 파괴에너지가 큰 폭약이나 강구 및 압쇄기 등 대형 기계장비를 사용하는 반면에 친환경 리모델링 철거공사는 기존의 철거공사와는 다르게 건물의 구조체는 보존하며 나머지 부분을 철거하는 형태로 이루어진다 (황영규 2008). 따라서 인력 및 소형기계장비가 사용된다. 따라서 본 연구는 친환경 리모델링 철거공사에서 가장 많이 사용되는 인력 및 기계장비를 중심으로 연구의 범위를 정하였다. 연구의 방법으로는 첫째, 기수행되었던 친환경 리모델링 철거공사 수행사례를 분석하여 각 공정별 배출 폐기물량과 투입된 인력 및 장비 수, 투입된 인력 및 장비의 시간을 도출하였다. 둘째, 도출된 폐기물량과 시간을 기반으로 각 공정별 인력 및 기계장비의 생산성을 도출하였다. 셋째, 투입되는 인력 및 기계장비의 생산성을 도출하여 개략적인 공사기간을 산정하였다. 넷째, 인력 및 기계장비 수를 변화시켜 그에 대한 비용 및 공사기간을 도출하였다. 본 연구의 흐름을 도식적으로 표현하면 다음의 그림2와 같다.

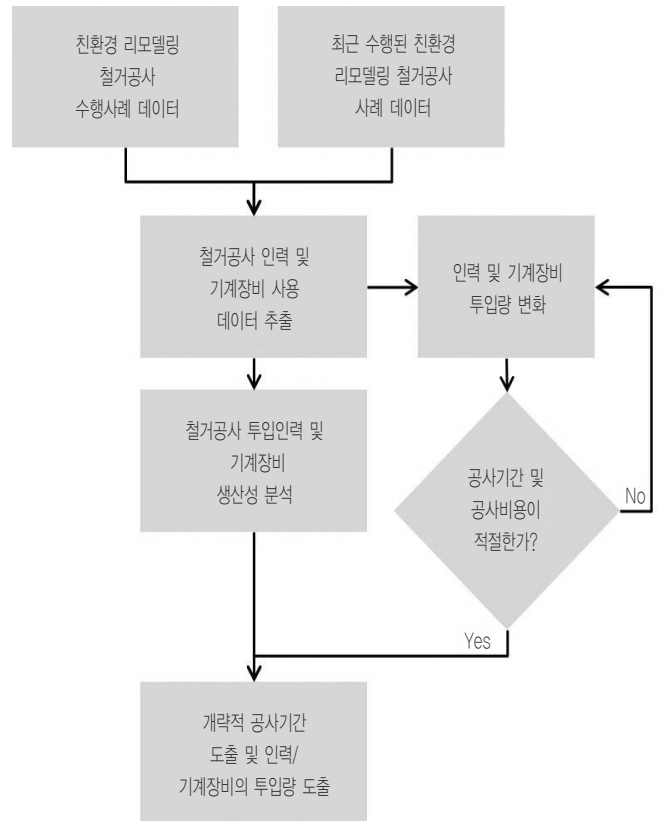


그림 2. 연구의 방법

철거공사 시 투입된 인력과 기계장비에 대한 생산성을 분석하기 위해 생산성 분석방법을 고찰해보았다. 생산성 분석을 위해서는 우선 수행공정에 대한 작업시간(work-hour)과 작업량

(quantity)에 대한 데이터를 수집하고, 이를 이용하여 생산성을 예측하여야 한다. 이후 수행평가, 시간예측, 경향분석 등이 이루어진다. 따라서, 프로젝트의 각 공정 즉, 개별 공정에 대한 작업 시간과 작업량을 기초로 프로젝트의 생산성이 산출된다는 사실을 알 수 있다. 그림 3은 생산성 분석을 위한 프로세스를 도식화한 것이다 (장효원 외, 2007).

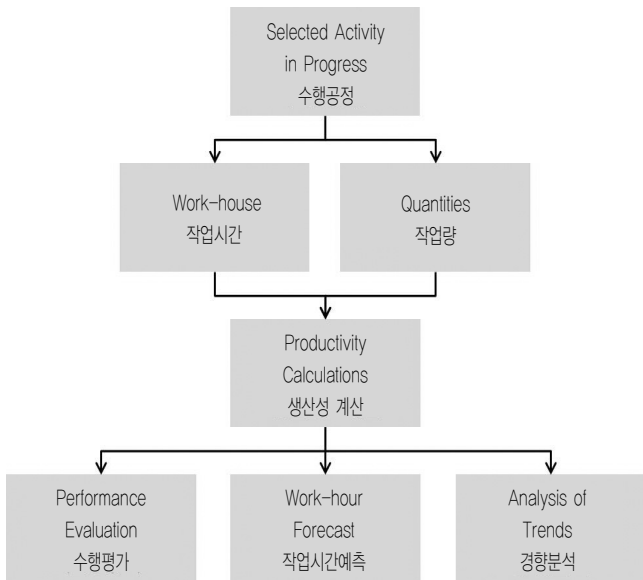


그림 3. 생산성 분석 프로세스

생산성 분석은 단위작업시간당 작업량으로 산출되므로 본 연구에서는 친환경 리모델링 철거공사에 요구되는 5가지 세부공정에 대한 개별 생산성을 분석하였다. 이를 위해 각 공정에 해당하는 작업량 즉, 폐기물량을 토대로 작업시간을 산출한 후, 이를 최종 생산성 결과값으로 산출하도록 하였다.

## 2. 기존 이론 및 문헌 고찰

### 2.1 리모델링 철거공사 프로세스

기존의 리모델링 철거공사는 마감재 철거, 구조재 철거, 폐기 등 3단계 절차에 의해 생산성을 위주로 하는 철거가 대부분이다. 따라서 철거공사 수행 시 비산먼지 및 소음이 발생이 불가피하다 (그림 4 참조). 이러한 철거공사의 공정관리는 담당자의 현장 경험과 주관적인 판단에 기초하며 각 세부공종 별 투입 인력 및 기계장비의 규모 또한 합리적인 기준없이 분배하는 것이 일반적이다.

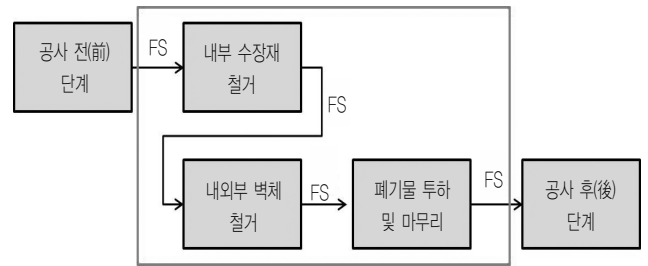


그림 4. 기존 철거공사 공정

반면, 친환경 리모델링 철거공사는 선별분리가 가능하도록 총 5가지 공정으로 세분화하여 공사를 수행한다. 즉, 각 세부공정 별 배출되는 폐기물의 종류가 달라 선별분리가 가능한 반면, 공정관리를 효과적으로 수행하기 위한 절차의 확립이 요구되는 특징이 있다. (그림 5 참조)

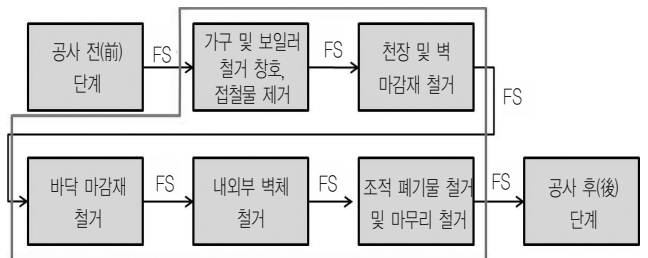


그림 5. 친환경 철거공사 공정

### 2.2 공사기간 산정 방법

공사기간의 산정 방법은 매우 다양하다. 주로 프로젝트 담당자의 주관적인 판단 및 경험 등을 축적한 데이터에 기초하여 산출하게 되며(김병수 외 2005), 유사한 규모의 프로젝트를 분석하여 이를 근거로 공사기간을 산정하기도 한다(PMBOK 2008). 또한 투입자원의 생산성을 근거로 공사기간을 산정할 수 있다(PMBOK 2008, 이영신 외 2009). 즉, 각각의 Activity당 생산성을 산정하고, 이를 근거로 전체 공사기간을 산정하는 방식이다. 이때, 각 세부공종의 생산물량(예, m<sup>3</sup>)을 생산성(예, m<sup>3</sup>/hour)으로 나누게 되면 세부공정 별 공사기간(예, hour)을 산정할 수 있게 된다. 이 때, 공사기간 산정을 위해서는 인원 및 기계장비의 투입규모를 적절하게 가정해야 한다. 왜냐하면, 투입된 리소스의 양에 의해 생산성 정보가 달라지게 되므로, 가정된 투입인원 및 기계장비에 따라 공사기간이 달라지기 때문이다.

### 2.3 생산성 도출 방법

생산성(Productivity)이라는 용어를 처음 사용한 사람은 프랑스의 경제학자 케네(F. Quesnay)로, 그는 생산할 수 있는 능력(Capacity to Produce)이란 의미로 생산성이란 용어를 썼다. 생산성의 정의에 관해 여러 논의가 있으나, 주요 국제 기관에서는 다음 표1과 같이 정의하고 있다 (한국 생산성본부 1997). 이와 같이 생산성에 대한 정의들을 보면 비록 그 표현방법에는 차이가 있지만 공통적으로 투입량과 그것에 의해 이루어진 산출량과의 관계를 생산성의 핵심개념으로 잡고 있다는 것을 알 수 있다.

표 1. 국제 기관의 생산성 정의

기관	생산성의 정의
미국국제협력국	한 공장, 한 산업 혹은 일국의 물리적인 총 생산성과 각자의 노력으로서의 노동, 투자자본, 원재료, 동력 혹은 경영 등의 투자생산 제요소의 하나 혹은 그 이상의 것과의 관계
유럽경제협력기구	산출물을 생산 요소의 하나로 나누어 얻은 값으로 생산물과 노동, 자본, 원재료 등의 어떤 요소와 관련 지었는가에 따라서 노동생산성, 자본생산성, 원재료생산성으로 구분
국제 노동기구	산출물은 설비, 자본, 에너지, 노동, 기술, 경영이라고 하는 중요성을 갖고 있는 다수의 제요소가 결합된 투입량의 결과로서 얻어지는 것이다. 이들 제요소는 노동, 자본, 토지 및 조직 등 중요한 항목으로 구분된다. 생산물과 이들 투입된 제요소 중의 하나의 비율이 생산성

일반적으로 생산성 도출방법은 아래와 같다.

$$\text{총 생산성} = \text{총산출량} / \text{총 수행시간}$$

건설 생산성과 관련된 연구는 주로 공중·공법별로 생산성을 측정 및 분석하거나 혹은 생산성 측정 방법 및 향상방안에 대한 연구들이 국내와 해외에서 다양하게 이루어지고 있다. 하지만, 철거공사에 관한 생산성 분석은 전무한 실정이다. 현재 철거공사가 전체 공사과정에서 차지하는 비중은 작지만, 향후 리모델링 등 환경 친화적인 공사에 대한 관심이 증대하고 있으므로, 철거공사에 대한 생산성 분석은 매우 시의적절한 것으로 판단된다.

친환경 리모델링 철거공사에서의 생산성 분석은 인력 또는 기계장비의 투입량을 토대로 폐기물량의 규모를 예측하는 방식으로 이루어진다. 따라서 각 세부공종별로 기생산된 폐기물량을 공정별 투입 자원 즉, 인력 또는 기계장비의 수행시간으로 나누게 되면 세부공종별 투입된 단위 인원 또는 장비에 대한 생산성 결과값을 얻을수 있다.

### 3. 친환경 철거공사 기간산정 프로세스

#### 3.1 생산성 도출을 위한 사례분석

현재 친환경 리모델링 철거공사의 수행실적이 거의 전무한 실정이다. 따라서, 기존 리모델링 철거공사를 수행한 과거 사례를 수집한 후, 이를 친환경 리모델링 철거공사의 공정으로 변환시킨 데이터를 활용하여 친환경 철거공사 기간 산정에 활용하고자 하였다.

기존 철거공사 데이터는 광주에서 수행한 A, 서울에서 수행한 B, C, D 등 총 4가지 사례를 활용하였다. 사례 프로젝트에 대한 개요는 다음의 표2와 같다.

표 2. 사례대상 프로젝트 개요

구분	사례 A	사례 B	사례 C	사례 D
수행장소	전남 광주	서울	서울	서울
수행기간 (시간)	46	692	540	624
연면적 (㎡)	360	7,999	7,682.4	7,665.6
층수	3	12	12	12
층당면적 (㎡)	120	667	640.2	638.8
구조형식	라멘구조	라멘구조	라멘구조	라멘구조

친환경 리모델링 철거공사는 선별 분리철거로 각 공종별 배출되는 폐기물의 종류가 상이하므로 폐기물의 단위 또한 다양하다. 따라서 생산성 분석을 수행하기 위해서 폐기물의 단위를 통일시키는 것이 매우 중요하다. 이를 위해 한국건설자원협회의 단위비중환산표를 이용하여 발생한 폐기물 단위를 부피(㎥)로 변환하였다. 다음의 표3은 본 연구에서 활용한 폐기물별 단위비중 환산표를 나타내고 있다.

표 3. 단위비중환산표

구분	가연성 자재	불연성 자재	혼합폐기물 자재	중간처리 잔재물
㎥ 당 ton	0.33	1.6	0.63	0.61
Ton 당 ㎥	3.03	0.63	1.59	1.64

각 사례들을 친환경 리모델링 철거공사의 공정으로 변환하여 수행 인력 및 기계장비의 데이터를 도출하면 다음의 표4~표7과 같다.

표 4~표 7. 사례별 친환경 리모델링 철거공사 데이터

사례 A						
공종	공종 인력			기계장비		
	투입 인원 (명)	투입 시간 (hour)	물량 (㎡)	투입 장비 (개)	투입 시간 (hour)	물량 (㎡)
창호 잡철물 보일러 수장재 철거	4	3.82	2.4	/	/	/
천장 및 벽 마감재 철거	4	1.57	10	/	/	/
바닥 마감재 철거	1	1.53	3	1	1.53	42.5
벽체 철거	/	/	/	1	6.57	24.5
폐기물 투하 및 마무리 철거	/	/	/	1	9.52	42

사례 B						
공종	인력			기계장비		
	투입 인원 (명)	투입 시간 (hour)	물량 (㎡)	투입 장비 (개)	투입 시간 (hour)	물량 (㎡)
창호 잡철물 보일러 수장재 철거	12	64	130	/	/	/
천장 및 벽 마감재 철거	30	144	88.4	/	/	/
바닥 마감재 철거	10	122	1,014	/	/	/
벽체 철거	/	/	/	2	144	8,333.56
폐기물 투하 및 마무리 철거	30	180	1,232.4	2	38	8,333.56

사례 C						
공종	인력			기계장비		
	투입 인원 (명)	투입 시간 (hour)	물량 (㎡)	투입 장비 (개)	투입 시간 (hour)	물량 (㎡)
창호 잡철물 보일러 수장재 철거	16	36	84	/	/	/
천장 및 벽 마감재 철거	24	135	83.5	/	/	/
바닥 마감재 철거	13	72	558.5	/	/	/
벽체 철거	/	/	/	3	141	8,220.9
폐기물 투하 및 마무리 철거	10	1212	726.3	3	35	8,220.9

표 4~표 7. 사례별 친환경 리모델링 철거공사 데이터 <계속>

사례 D						
공종	인력			기계장비		
	투입 인원 (명)	투입 시간 (hour)	물량 (㎡)	투입 장비 (개)	투입 시간 (hour)	물량 (㎡)
창호 잡철물 보일러 수장재 철거	10	45	87	/	/	/
천장 및 벽 마감재 철거	74	162	142.5	/	/	/
바닥 마감재 철거	12	75	701.5	/	/	/
벽체 철거	/	/	/	3	162	10,569.8
폐기물 투하 및 마무리 철거	10	130	931	3	50	10,569.8

### 3.2 철거공사 공종별 생산성 분석

각 공종별 생산성은 일반적인 생산성 도출방법을 사용하여 인력 및 기계장비 투입 수에 대한 시간단위 물량 생산성을 도출하였다. 다음의 표8~표11은 각 사례별 단위시간당 인력과 장비의 생산성 도출 결과를 표로 정리한 것이다.

표 8~표 11. 각 사례별 단위 시간당 인력/장비 생산성

사례 A				
	투입인원 (명)	단위시간당 인력 생산성 (㎡/h)	투입 장비 (개)	단위시간당 장비 생산성 (㎡/h)
창호 잡철물 보일러 수장재 철거	4	0.63	/	/
천장 및 벽 마감재 철거	4	6.38	/	/
바닥 마감재 철거	1	1.96	1	27.72
벽체 철거	/	/	1	3.73
폐기물 투하 및 마무리 철거	/	/	1	4.41

사례 B				
	투입인원 (명)	단위시간당 인력 생산성 (㎡/h)	투입 장비 (개)	단위시간당 장비 생산성 (㎡/h)
창호 잡철물 보일러 수장재 철거	12	2.03	/	/
천장 및 벽 마감재 철거	30	0.61	/	/
바닥 마감재 철거	10	8.31	/	/
벽체 철거	/	/	2	57.87
폐기물 투하 및 마무리 철거	30	6.85	2	219.30

표 8~표 11. 각 사례별 단위 시간당 인력/장비 생산성(계속)

사례 C				
	투입인원 (명)	단위시간당 인력 생산성 (m <sup>2</sup> /h)	투입 장비 (개)	단위시간당 장비 생산성 (m <sup>2</sup> /h)
창호 잡철물 보일러 수장재 철거	16	2.33		
천장 및 벽 마감재 철거	24	0.62		
바닥 마감재 철거	13	7.76		
벽체 철거			3	58.30
폐기물 투하 및 마무리 철거	10	6.00	3	234.88

사례 D				
	투입인원 (명)	단위시간당 인력 생산성 (m <sup>2</sup> /h)	투입 장비 (개)	단위시간당 장비 생산성 (m <sup>2</sup> /h)
창호 잡철물 보일러 수장재 철거	10	1.93		
천장 및 벽 마감재 철거	74	0.88		
바닥 마감재 철거	12	9.35		
벽체 철거			3	61.25
폐기물 투하 및 마무리 철거	10	7.16	3	211.40

상기 표에서 알 수 있듯이 총 5개의 세부공종 중 “창호 잡철물 보일러 수장재 철거”와 “천장 벽 마감재 철거”, “바닥 마감재 철거” 등 3개의 공정은 인력에만 의존하며 (사례 A 제외), “벽체 철거”는 장비에 의존하며, “폐기물 투하 및 마무리 철거” 공종은 인력과 장비에 모두 의존함(사례 A 제외)을 알 수 있다.

일반적으로 단위 시간당 작업의 생산성은 투입 자원의 양에 비례하기 마련이다. 즉, 다수의 인력과 장비를 투입한 경우, 단위 시간에 따른 작업 물량은 많아지는 것이 당연하다. 그러나, 투입자원의 양과 단위시간당 생산성은 정비례관계를 따른다고 볼수 없다. 예를 들면, 조적 3m<sup>2</sup>를 쌓는데 1명이 30분의 작업시간이 걸린다고 가정할 때, 빠른 시간에 조적을 쌓기 위해서 10명을 투입했다면 단순한 산술적인 계산으로 3분에 쌓을 수 있다. 하지만 현실은 그렇지 않다. 조적을 쌓기 위해서는 벽돌이 필요한데 10명이 소비하는 양만큼 제시시간에 충분히 채워지지 않을 것이다. 또한 작업 공간이 10명이 들어가기에 협소하여 모두 조적을 쌓을 수 없을 것이다. 이렇게 주변의 환경에 영향을 받아 생산성이 저하되는 것을 한계 생산성이라고 한다. 철거공사 역시 한계 생산성이 적용되기 때문에 투입 자원에 비해 생산성은

점점 낮아지는 추세가 예상된다. 다음의 그림 6은 창호 잡철물/보일러 수장재 철거공종의 인력 생산성을 투입인원에 따른 변화 추이를 나타낸 것이다.

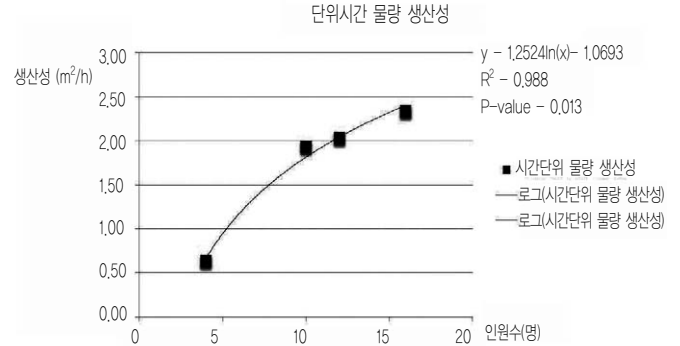


그림 6. 창호 잡철물/보일러 수장재 철거 공종의 인력 생산성

여기서 확인할 수 있듯이, 투입인력과 생산성은 정비례관계가 성립하고 있지 않음을 알 수 있다. 모든 세부공종에 이와 같은 추세를 분석하여 본 결과, 두 개의 세부 공종을 제외하고는 유사한 패턴이 나타남을 확인할 수 있었다. (그림 7~그림 9 참조)

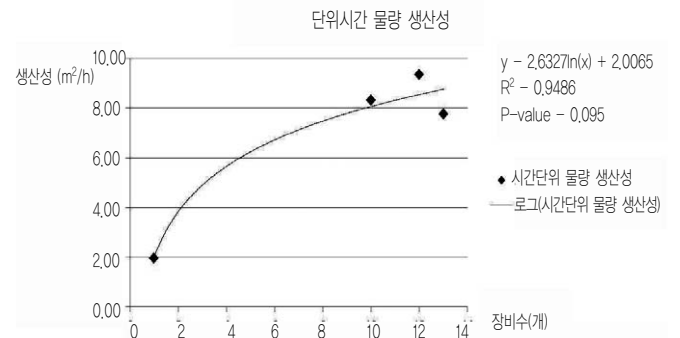


그림 7. 바닥 마감재 철거 공종 인력 생산성

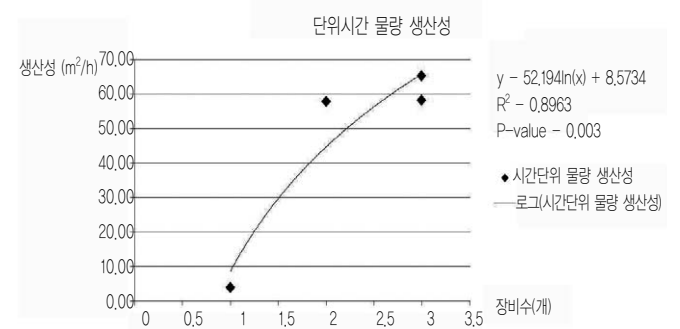


그림 8. 벽체 철거 공종 기계장비 생산성



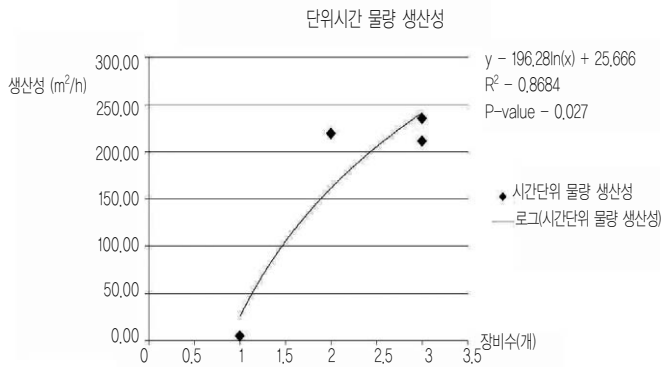


그림 9. 폐기물 투하 및 마무리 철거 공종 기계장비 생산성

### 3.3 공종별 단위 인력 및 기계장비의 시간당 생산성 도출

각 공종별 분석된 생산성 그래프를 통하여 단위시간 당 생산성 계산식을 도출할 수 있었다. 다음의 표12는 각 공종별 단위 생산성 계산식을 정리한 것이다. 변수에 해당되는 X는 투입된 자원량을 나타내며 Y는 그에 대한 생산성을 나타낸다.

표 6. 각 공종별 단위시간 생산성 계산식

공종	단위시간 생산성 계산식	R <sup>2</sup>	P-Value
창호 잡철물 보일러 수장재 철거	(인력)Y=1,2524ln(x)-1,0693	0.988	0.013
천장 벽 마감재 철거	(인력)Y=0,2499ln(x)-0,2024	0.9592	0.057
바닥 마감재 철거	(인력)Y=2,6327ln(x)+2,0065	0.9486	0.095
벽체 철거	(장비)Y=52,194ln(x)+8,5734	0.8963	0.003
폐기물 투하 및 마무리 철거	(장비)Y=196,28ln(x)+25,666	0.8684	0.027
	(인력)Y=0,2409ln(x)+6,0273	0.065	0.134

각 공종별 데이터를 분석한 결과 결정계수(R<sup>2</sup>)는 대부분 1에 근접하여 상당히 신뢰가 있다는 것을 보여주며 유의확률(P-Value)은 대부분 유의수준 95%에 만족하는 값을 보여주고 있다. 하지만 폐기물 투하 및 마무리 철거 공종 중 인력 생산성 부분에서 결정계수가 현저히 낮고, 유의확률 역시 상대적으로 높은 값이 나왔다.

이 결과는 현재 본 연구의 한계라고 할 수 있다. 일반적으로 모집단에서 표본을 20여 가지 이상 추출해서 통계적인 분석을 해야 마땅하다. 하지만 수행된 친환경 철거공사의 수가 4개 밖에 확인이 되지 않았고 그 중 한 개의 데이터의 경우, 규모가 현저히 작아 유사한 패턴을 확인할수 없는 문제가 있었다. 따라서 outlier가 의도하지 않게 포함되었을 가능성이 있다. 이 문제는 추후 친환경 리모델링이 활성화되어 많은 수의 표본이 추출된다면 해결될 수 있을 것으로 판단된다.

### 3.4 친환경 철거공사 공사기간 산정 방안

표6에서 도출된 공정별 생산성을 활용하여 2장 3절에서 확인한 투입자원의 생산성을 근거로 공사기간 산정 방안을 제안하면 다음과 같다. 첫째, 친환경 철거 시 공사기간을 산정하려는 대상지의 규모를 확인한 후, 그와 유사한 수행사례의 인원 및 기계장비의 투입량을 비례식으로 산출한다. 둘째, 각 공종별 물량을 도면을 근거로 하여 도출한다. 셋째, 가정한 인력 및 기계장비의 투입량을 각 세부 공종별 단위 시간당 생산성 계산식에 대입하여 생산성을 도출한다. 넷째, 도면으로 도출된 물량을 단위비중 환산표를 이용하여 부피로 변환한다. 다섯째, 부피로 변환한 각 공종별 물량을 도출된 단위시간 생산성으로 나누어, 각 세부 공종별 수행시간을 예측한다.

## 4. 철거공사 기간산정 방안의 검증

### 4.1 검증을 위한 추가 사례 조사

상기 철거공사 기간 산정 방안의 검증을 위해서는 다수의 사례대상에 대한 데이터를 수집한 후, 생산성 산출을 위한 회귀식의 보완이 필수적이다. 통계적 회귀분석 산출식에 의해 예정된 철거공사 기간과 실제 철거공사 기간과의 비교를 통해서 그 차이를 분석하여 생산성 기반 철거공사 기간산출 방안의 검증이 수행할수 있을 것이다. 앞장에서 기술한 바와 같이 현재 통계산출식의 샘플의 크기가 극히 작고, 통계적 유의미성도 부족한 실정이지만, 향후 데이터의 수가 보완되고 통계적 의미성이 확보된다면 철거공사 기간산출방안에 대한 신뢰성이 제고될 것으로 판단된다.

### 4.2 검증 단계에서의 물량 산출 방안

생산성을 바탕으로 공사기간을 산정하기 위해서는 각 공정별 배출될 철거 물량의 산정이 중요하다. 물량산출은 주로 경험적인 방법으로 산출하는 것이 일반적이지만 본 연구에서는 객관적인 방법을 사용하여 공사기간을 산정하는 것이기 때문에 공사의 모든 자료가 들어있는 도면을 분석하여 각 공정별 물량을 산출해야 한다.

우선, 잡철물 및 보일러, 수장재는 도면에 포함되어 있지 않지만, 연면적에 따라 잡철물 및 수장재의 양이 결정되기 때문에 연면적이 가장 유사한 사례의 물량을 기준으로 비례식으로 산정하도록 하여야 한다. 창호의 경우, 평면도, 입면도 등을 확인하여 창문의 개수를 산출한 후, 단위환산표를 적용하여 부피로 변

환하여야 한다.

천장 및 벽 마감재, 바닥 마감재, 벽체 철거는 도면을 토대로 부피로 계산하여 도출하여야 한다. 내부 마감재는 도면 상 슬라브 및 기둥, 벽의 넓이에 몰탈 높이를 부피로 계산하고, 벽체의 경우, 평면도 상 철거부위 면적에 층고를 높이로 하여 부피를 계산하도록 한다.

폐기물 투하 및 마무리 철거의 경우, 인력 및 기계장비로 철거 공사를 수행하고 발생된 폐기물량이 전체 물량이므로 인력으로 수행하는 창호, 잡철물, 보일러 수장재 철거와 천장 및 벽 마감재 철거, 기계로 수행하는 벽체 철거, 인력 및 기계장비 모두 사용하는 바닥 마감재 철거에서 발생하는 폐기물량을 합산하여 산출하여야 한다.

### 4.3 인력 및 기계장비 투입량의 조정

공사기간을 정확하게 산정하기 위해서는 세부공종별 인력 및 기계장비의 투입량을 선정해야 한다. 인력 및 기계장비의 투입 규모를 바탕으로 생산성 정보가 도출되므로, 사례 대상지의 연면적, 층수 등 유사한 규모별로 적절한 인력 및 기계장비 투입량을 조정해야 할 필요가 있다.

## 5. 결론

노후화된 건축물의 증가로 인하여 재건축 및 리모델링이 수행되고 있으며, 철거공사는 불가피하게 선행되어야 하는 공정이라는 특징을 지니고 있다. 현재 철거공사 시 공정계획은 담당자의 경험과 주관적 판단을 기초로 생산성 분석에 의한 과학적 방법보다는 임의적인 기간 산정에 의존하는 방식이 일반적이었다. 특히, 친환경 리모델링 철거공사는 수행 실적이 미미하여 공사 관리자의 경험과 주관적 판단을 신뢰할 수 있는 단계가 없을 뿐만 아니라, 담당자의 잘못된 판단으로 인해 철거공사의 비용 증가와 여러 자원의 낭비, 공사기간의 증가가 이루어질 수 있는 여지가 크다. 철거공사의 공기지연은 결국 전체 프로젝트에 영향을 주는 매우 민감한 문제가 된다. 왜냐하면 철거공사 기간이 지연되면 후속 공사에 영향을 미치고 결국 전체 공사기간이 늘어나기 때문이다. 따라서 객관적이고 과학적인 공사관리가 필수적이다. 철거공사의 공정관리를 효과적으로 수행하기 위해서는 가장 중요한 요소인 공사기간을 명확하게 산정하는 것이 필수적이고, 이를 위해서는 객관적이고 과학적인 방법을 도입하여야 한다. 이에 본 연구에서는 생산성분석을 바탕으로 신뢰성 있는 공사기간 산정방안을 수립하였다.

현재 사례의 데이터의 수가 많지 않아, 신뢰성 있는 결과를 얻

지는 못하였지만, 본 연구에서 제안하고 있는 방안은 생산성에 기초한 철거공사 기간 산출은 향후 친환경 리모델링의 철거공사를 과학적이고 합리적으로 수행하는데 기초적 자료 역할을 담당할 수 있을 것으로 판단한다. 또한, 본 연구를 통해 도출된 생산성 데이터를 활용한다면 철거공사 수행 시 현장 관리자의 경험보다는 합리적이고 경제적인 투입 인력 및 장비의 선정과 공사기간의 적정성을 확보할 수 있기 때문에 시공자의 초기 전체 프로젝트 계획 수립에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

## 참고문헌

강사일 (2008), “리모델링 특성을 반영한 철거공사의 공정계획 수립방안 - 벽식 노후화 공동주택을 대상으로”, 아주대학교 석사학위논문.

권병기 · 이현수 · 박문서 · 김우영 · 지세현 (2009) “TACT 공정 관리 작업조 유희시간 제어를 위한 Data model”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp.672~678.

김수민 · 조재호 · 이재석 · 전재열 (2009), “기본설계단계에서의 약식 물량산출을 이용한 건축 구조체 공사비 개선전적 모델”, 대한건축학회 논문집 v25, n12.

김창학 · 이경희 · 김효진 (2008) “해체산업발전을 위한 해체시장 분석 및 예측”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집.

김효진 (2004), “자원재활용 효율향상을 위한 분별해체 공정 정립 방안”, 건설관리, 한국건설관리학회, pp.42~45

백종현 (2006), “노후건축물 해체공사의 실태분석 및 개선방안에 관한 연구”, 영남대학교 대학원 석사학위 논문

서상욱 · 박태근 · 이찬식 · 김문한 (1992), “공사비상으로 고찰한 건축공사의 최적공기산정에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 계획계 v.8, n.1.

안용선 (1986), “건설공사진행에 있어서 공기단축에 따른 Cost 분석”, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집 v6, n1.

윤영상 · 김경환 · 김재준 (2004), “개선된 자원 평준화 기법을 활용한 적정 공기산정에 관한 연구”, 한국건설관리학회 정기학술발표대회논문집 제5권

장효원 · 김수용 · 김대영 (2007), “건설현장 생산성 측정의 효율적 방안 제시”, 한국건설관리학회 정기학술발표대회 논문집 제8권.

조규만 · 현창택 (2009), “건설 시뮬레이션을 이용한 일정관리 기법”, 한국건설관리학회 정기학술발표대회논문집.

황영규 (2008), “친환경 리모델링 철거공사 프로세스 모델 개발”, 아주대학교 박사학위논문.



- Azaron, A., Katagiri, H., and Sakawa, M. (2007), "Time-Cost Trade-Off via optimal control theory in Markov PERT networks", *Annals of Operations Research*, v. 150, n. 1, Springer.
- Anagnostopoulos, K. P. (2008), "A Fast Algorithm for Time Compression in Project Scheduling", *Operational Research* v.2, n. 3, pp.407~417, Springer.
- Le-Hoai, L, Lee, Y., Cho, J. (2009), "Construction of Time-Cost Model for Building Projects in Vietnam", *한국건설관리학회 논문집* v10, n3.
- Love, P., Tse, R., and Edwards, D. (2005), "Time-Cost Relationships in Australian Building Construction Projects", *ASCE J. of Constr. & Mgmt*, v. 131, n. 2.

논문제출일: 2010.12.21  
 논문심사일: 2010.12.24  
 심사완료일: 2012.12.28

## 요 약

정부는 산업화와 공업화에 의한 급격한 도시 인구유입으로 인해 공동주택 등 건축물에 집중적으로 투자해 왔다. 과거 20여년동안 무수히 많은 건축물이 노후화과정을 거치게 됨으로써 성능 개선의 필요성이 꾸준히 제기되어 왔다. 노후 건축물의 성능개선 대안은 리모델링과 재건축으로 구분된다. 이중 리모델링의 경우, 경제성 확보에 다소 어려움이 있으나, 재건축에 비해 프로젝트 수행기간이 짧고 폐기물 배출량도 적어서 환경친화적인 측면에서 우수성을 확보할수 있는 장점이 있다. 리모델링은 전체 공정 상 철거공사가 차지하는 비중이 막대하다. 특히, 전체 공사기간에서 주공정선상에 위치하는 특징이 있기 때문에 철저한 공사 관리를 수행한다면 전체 프로젝트에 부정적 영향을 미치는 것을 미연에 방지할수 있다. 현재 리모델링의 철거공사는 담당자의 경험 및 주관적 판단으로 공사 관리가 이루어지고 있는 특징이 있고, 환경을 고려하지 않은 무분별한 철거가 대부분으로 친환경 리모델링 철거에 대한 프로세스 정립이 필요한 실정이다. 특히, 친환경 리모델링 철거 수행사례가 극히 드물기 때문에 환경친화적인 공사관리에 대한 자료의 축적이 무엇보다 필요한 시점이다. 본 논문은 친환경 철거공사 단계에서 공정관리의 합리화를 도모하기 위해 기존 사례를 분석하여, 환경 친화적인 철거공사 프로세스를 수행하는 과정에서 합리적인 공정분석이 가능하도록 장비와 인력에 대한 생산성 분석방법을 활용하여 친환경 철거공사의 세부공정별 표준 작업 시간을 산정할수 있는 방안을 정립하는데 목적이 있다. 본 연구결과를 활용한다면 공사관리자로 하여금 합리적인 기간 산출을 통해 전체 리모델링 프로젝트의 리스크를 줄이고, 과학적이고 체계적인 철거공사 공정관리를 수행하도록 하는데 도움이 될 것으로 판단한다.

**키워드** : 친환경 리모델링 철거공사, 생산성, 초기 공정계획