

# 해체공사비 비교분석을 통한 발파해체 공법의 전망<sup>1)</sup>

## A Prospect of Explosives Demolition Based on Comparative Analysis of Demolition Cost.

조 태 완\*  
Cho, Tae-Wan

### 요 약

고층건물의 해체공사는 멀지 않은 장래에 급속도로 증가할 것으로 예상되며, 이들의 일반적인 해체방법은 기계식해체공법과 발파해체공법으로 대별할 수 있다. 해체공법의 결정은 해당건물이 가지는 지리적, 환경적 요인에 따라 많은 변동요인들이 있지만 일상적인 경우라면 경제성 판단이 공법선정의 가장 중요한 요인으로 작용한다. 따라서 본 연구에서는 다른 해체공법 선정요인들 보다는 객관적인 비교가 가능한 도심지 고층건물의 해체비용을 기계식공법과 발파공법으로 구분하여 산출하였으며, 이것의 비교 분석을 통하여 발파해체공법의 향후 활성화 시점을 전망하였다.

키워드 : 해체, 발파해체, 기계식해체

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경 및 목적

우리나라는 1991년 육군사관학교 생도식당 시험발파해체를 효시로 해서 1994년에 남산외인아파트 및 여의도 라이프 빌딩까지 불과 3년이라는 짧은 기간에 약 17여건에 이르는 발파해체공사를 수행하였다. 이때까지 발파업에 종사하는 화약기술자들이나 일반건설업 종사자들까지도 발파해체시장의 급속한 확산과 성장, 그에 따른 화약기술의 폭넓은 적용과 발전을 믿어 의심치 않았다. 따라서 화약제조사 뿐만 아니라 일부 종합건설업체, 그리고 철거전문 업체들까지도 발파해체 시장의 선점을 위해 CDI나 CDG와 같은 해외의 우수 발파해체 전문 업체들과 손을 잡기위해 경쟁적으로 뛰어들었다. 그러나 1994년 이후 현재까지 약 9년이라는 기간동안 국내의 발파해체 수행건수는 그 이전의 3년간의 실적에도 미치지 못할 정도로 침체되었으며, 현재는 그 명맥만을 유지하고 있는 정도이다.

이러한 발파해체시장의 침체원인은 여러 가지가 있지만, 그 가장 큰 원인은 아직까지 발파해체공법이 본격적으로 적용될 만큼 해체대상건물이 고층화되지 않았다는 것이다. 즉, 향후 가장 많은 해체대상 구조물이 될 공동주택들 중 현재의 주요 재건축

대상인 5층 아파트는 1980년대 중반까지 대량으로 건립되었으며, 10층 이상의 고층아파트는 1970년대 후반에 잠실, 도곡 주공 등이 일부 건립되었고, 1980년대 후반부터 본격적으로 건립되기 시작했다. 따라서 이러한 건설연혁과 서울시의 조례개정을 통한 재건축연한 연장 등을 참고로 한다면 고층건물의 본격적인 해체시점은 2010년경으로 예측할 수 있다. 그러나 국내에서는 발파해체 및 해체분야에 대한 연구가 매우 미진한 실정으로 대한주택공사에서 7건<sup>1-7)</sup>의 연구를 수행한 경험이 있으나, 해체공사비를 연구한 사례는 없는 것으로 판단 된다. 따라서 본 연구에서는 해체공법의 선정에 영향을 미치는 다양한 요인들 중에서 발파해체공법의 경제적 한계를 파악하고자 한다.

### 1.2 연구범위 및 방법

해체공법은 발파해체와 기계식해체로 구분할 수 있으므로 본 연구에서는 발파해체와 기계식해체의 공사비비교를 대상으로 하였다. 이때 공사비의 산출은 객관적 판단의 근거를 위해 표준품셈상의 해체공사비 관련 기준을 활용하였으며, 예정가격에 해체공사 평균 낙찰율(83%)을 적용하여 산출한 해체공사비를 각 공법별, 공사규모별로 비교 분석하였다. 이때 현재 기계식해체공법 중에서는 압쇄공법이 가장 일반적이지만 표준품셈에는 아직까지 압쇄공법 관련 기준이 없기 때문에 표준품셈 상의 브레이크 기준을 적용하였다. 공사비비교는 직접비만을 대상으로 하였다. 간접비 분석을 위해서는 각 공법별 공기산정 및 유사공사를 사례로 하여야 하나 본 연구의 특성상 분석대상을 직접비만

\* 동국대학교 대학원 건축공학과 박사과정

본 연구는 건설교통부 2003년 건설기술기반구축사업(지역특성화분야) "환경위해요소 최소화를 위한 도심지 고층건물 유형별 최적 해체기술 개발"의 연구 일부임.

으로 한정하였다. 또한 공사비 산출에 적용된 대상건물은 향후 주 재건축 대상이 될 5층, 10층, 15층 3개 층수별 RC 라멘조 아 파트로 범위를 한정하였다.

## 2. 각 해체공법의 특성 및 공사비 산정기준 분석

### 2.1 해체공법의 분류 및 특성

저층 위주의 소규모의 구조물 해체가 주종을 이루던 시기에는 인력이나 소형도구 또는 장비를 응용한 다양한 구조물 철거방법 들이 존재하였다. 그러나 해체대상물이 대형화·고층화되고, 파 쇄 효율이 좋은 대형장비들이 개발되면서 점차 대형장비에 의한 기계식 파쇄공법과 발파해체공법으로 양분화 되어가고 있다. 현 재 국내 해체산업에서 가장 일반적으로 활용되고 있는 해체공법 들을 분류하면 그림 1과 같다.

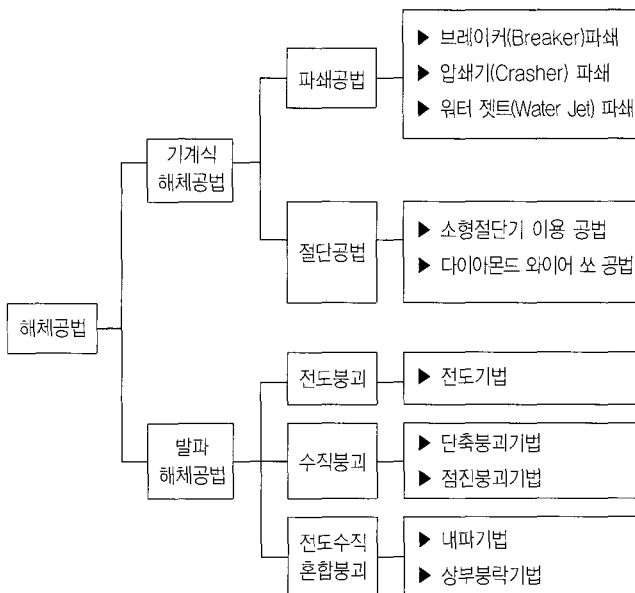


그림 1. 해체공법의 분류

1. 기계식해체공법은 위의 그림 1과 같이 파쇄공법과 절단공 법으로 분류하는 것이 가장 적합한 방법이다.

① 파쇄공법에는 대상부재를 쪼아서 파쇄하는 브레이커공법, 압력으로 파쇄하는 압쇄공법이 가장 일반적이며, 해체공사 보다는 보수보강용 부분파쇄에 종종 적용되는 워터 젯트 공법 등이 있다. 90년대 초반까지만 하더라도 암반이나 콘 크리트 파쇄에 효율이 좋은 브레이커공법이 가장 일반적이 었지만 타격 파쇄시에 발생하는 높은 소음 때문에 사용이 제한되면서 현재는 그를 대신한 저소음 파쇄공법인 압쇄기 를 이용한 해체공법이 가장 널리 이용되고 있다.

② 절단공법은 수동절단기, 전동절단기 및 와이어 쏘 등이 있 으며, 전체 해체보다는 주로 부분적인 개보수나 다른 파쇄

공법의 보조수단으로 이용되는 방법이다. 현재까지는 낮은 작업효율성, 심한 작업소음, 고가의 시공단가 때문에 그 적 용이 제한적이었다. 그러나 작업공간이 제한적이고 잔존 구조체의 손상을 방지하면서 시공해야 하는 리모델링이나 보수보강 공사의 급속한 신장과 더불어 현재의 단점들을 보완하면 향후 해체공법의 한 축을 담당할 공법으로 예상 된다.

2. 발파해체공법은 한쪽으로 넘어뜨리는 전도붕괴, 제자리에 서 주저앉히는 수직붕괴, 그리고 전도와 수직붕괴를 동시 에 유도하는 혼합붕괴로 구분하고, 더 세분하면 그림 1과 같이 5가지 기법으로 분류할 수 있다. 이러한 붕괴기법들은 건물의 형태, 주변건물이나 여유부지 유무 등에 따라 방법 이 결정되어야 한다. 전도기법은 주로 콘크리트 굴뚝이나 전도시 지반 진동을 제어할 수 있는 수준의 중저층 건물을 해체할 때 주로 적용되지만 굴뚝의 경우에는 장비를 이용 하여 전도시키는 것이 경제적이고, 건물의 경우에는 전도 시 낮은 충격력 때문에 파쇄효율이 낮아서 발파공법으로서 의 적용성은 떨어지는 편이다. 수직붕괴 중 점진붕괴공법은 우리나라 공동주택이 길이가 긴 I형 건물이 주류를 이루 고 있다는 점에서 향후 발파해체공법이 활성화 되었을 때 가장 일반적으로 적용할 수 있는 기법이다. 나머지 단축붕 괴기법이나 내파기법, 상부붕락기법은 주로 주변의 밀도가 높은 도심지의 타워형 건물 등에 적합한 공법이다.

### 2.2 해체공사비 산정기준

해체공사와 관련하여 현재 국내 표준품셈에 등록되어 있는 기 준을 정리하면 표 1과 같다. 이 기준은 대부분 90년대에 제정된 기준들로 현재 국내 해체시장에 활용되고 있는 상황과는 많은 차이점이 있어 이의 보완이 시급한 실정이다.

표 1. 국내 해체공사관련 표준품셈 기준

철거방법	해당부문	분류번호	제 목	제정년도		
인력해체	토 목	7-6	석축벽돌 헐기 및 콘크리트 부수기			
	토 목	7-7	구조물 헐기(소형브레이커+공기압축기)	90신설		
	토 목	7-8	RC 구조물 헐기 시 철근 절단공	90신설		
장비해체	건 축	21-1	해체철거공사 1. 목조건물철거, 2. 건축물 구조체별 철거 3. 헐기 및 부수기 (1) 인력 4. 철골재 철거 5. 기존 방수층 및 보호층 철거	95보완 94보완 92신설		
			토 목	10-19	대형브레이커 (0.7㎡급)	91,93보완
			건 축	21-1	해체철거공사 3. 헐기 및 부수기 (2) 기계사용*	95보완
					건 축	21-31

2.3 해체공사비의 구성

국내에서 해체공사에 대한 인식은 대부분 구조물 신축에 앞선 부수 공종으로 인식되어 기술개발이나 연구를 소홀히 해왔다. 그러나 해체대상물의 규모나 수량이 급증하면서 그 중요성에 대한 인식이 많이 달라지고 있다. 그러나 아직까지 국내 해체시장에는 공사비 산정 등을 위한 정확한 기준이 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기계식공법과 발파해체공법에 대한 해체공사비 내역체계를 그림 2와 같이 구성하였다.

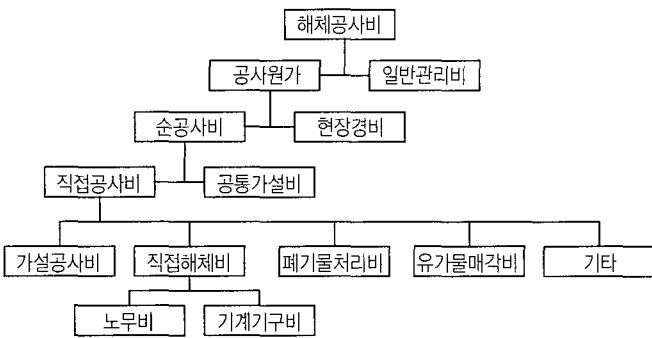


그림 2. 해체공사비의 구성

2.4 해체공법별 공사비 산정기준

해체공사비는 그림 2와 같이 크게 가설공사비, 직접해체비, 폐기물처리비, 유가물 매각비, 기타 등 5개로 구성된다. 2002년 이전에는 폐기물처리 공정이 해체공사에 연계되어 발주되는 것이 일반적이었지만 폐기물처리 분리발주가 의무화된 이후로 폐기물처리비는 단독으로 용역발주 되고 있다. 따라서 해체공사에 직접 관련된 대공정은 가설공사비와 직접해체비로 구분된다. 가설공사는 공통 공정이며, 직접 해체비는 기계식해체와 발파해체 공정에 따라서 달라진다. 본 논문에서 제시한 각 해체공법 및 공정별 공사비 구성항목은 다음과 같다.

2.4.1 기계식 해체공사

1. 공통가설공사

① 가설울타리 손료

해체공사에서 가설울타리 손료의 기준은 통상 건설공사 표준품셈 토목부문 2-5의 '파이프비계(강관비계)'의 1. '강관비계매기'이며, 이때 가설비계에 설치하는 방진막 설치해체품은 건설공사 표준품셈 2-12의 '방진막 설치'를 적용해야 한다.

표 2. 강관외줄 비계매기 기준(브라켓, 3개월 5층 이하)

구분	강관 (비계용) (m)	이음 철물 (단관) (개)	조임 철물 (개)	지지 보수대 (개)	끼치발 (개)	PSP (발판) (㎡)	비계공 (인)	보통 인부 (인)
기준	0.08712	0.02892	0.06528	0.00378	0.00318	0.00287	0.03870	0.0036

② 조립식 가설사무소 및 창고

해체공사현장에 설치하는 가설사무소는 건설공사 표준품셈 건축부문 2-3 '조립식 가설건축물'의 3. '컨테이너형 가설건축물'을 적용할 수 있다.

③ 가설 화장실 손료

해체현장에서의 가설화장실은 건설공사 표준품셈 건축부문 2-2의 '목조가설건축물' 기준을 적용하거나 FRP의 시중단가에 건설공사 표준품셈 건축부문 2-3 '조립식 가설건축물'의 2 '손료'를 적용해야 한다.

2. 가시설 설치 및 해체 - 고층건물 기계식 철거시 안전비계 매기

고층건물을 기계식으로 철거하기 위해서는 건물외부 전체에 비계를 설치하고, 방진막과 낙하 방지망을 설치해야 한다. 이때 적용할 수 있는 기준은 건설공사 표준품셈 건설부문 2-7중 '건축구조물 비계' 2의 '파이프비계(강관비계)' (1)이며, 낙하물방지망은 안전관리비에 포함되므로 별도 계상하지 않는다.

3. 내장재 철거작업

내장재 철거작업은 천장재, 창호재, 바닥 틀 제거 및 각종 철재류 분리로 구분할 수 있다. 이 중에서 철근 및 잡철물의 제거는 구조물 파쇄작업과 병행해야 하므로 구조물 파쇄작업공정에서 품을 반영해야 한다. 나머지 천장재, 창호재, 그리고 바닥재 제거 관련 기준은 건설공사 표준품셈 건축부문 21-1의 '해체철거공사' 2의 '건축물 구조체별 철거'의 각 부위별 철거기준 적용해야 한다.

4. 구조물 파쇄작업

고층건물을 기계식으로 철거할 때는 건물옥상에 적정등급의 철거장비를 크레인으로 양중하여 옥상부터 지상 3층높이 또는 GL+10m 지점까지 철거하고, 나머지 구간은 대형장비를 이용하여 지상에서 철거하는 방법을 적용할 수 있으며, 이러한 과정에 적합한 공사비 산출기준은 다음 항목을 고려하여 산출하였다.

① 철거장비 옥상인양

철거장비 인양 및 하역을 위한 크레인의 사용시간은 건설공사 표준품셈 건축부문 2-3 '조립식 가설건축물' 3. '컨테이너형 가설건축물'의 해설을 참조하여 20톤 트럭크레인의 설치당 시간 2시간을 적용하여 설치해체 소요시간을 총 4시간으로 계상하고, 손료는 건설공사 표준품셈 11-2 '손료산정' 중 20. '운반 및 하역기계' 중 (2104) '크레인(트럭)'을 적용하여 산정하였다.

② 대형장비에 의한 구조물 파쇄

현행 기준에는 압쇄기품이 계상되어 있지 않으므로 양중장비

는 브레이커 기준을 적용해야 하며, 건물 양중장비는 0.4m<sup>3</sup>급 이하, 그리고 지상 철거가 가능한 구간에는 0.7m<sup>3</sup>급 브레이커의 기준으로 계상하였다.

③ 살수작업

살수비에 대한 적정 품셈기준이 없으므로 비포장도로에 물탱크를 적재한 트럭(5.5ton급)이 왕복하면서 물을 뿌리는 기준을 준용하거나 살수량을 예상하여 현장에서 이용가능한 상수도 비용을 실비로 계상하였다.

④ 철재류 절단작업

철근과 잡철물 등 발생재에 대한 절단작업은 산소절단을 기준으로 할 수 있으며, 이때 표준품셈 건축부문 21-1 '해체철거공사' 3. '헐기 및 부수기'의 (2) '기계사용'을 적용하였다.

2.4.2 발파해체공사

발파해체공사비 산정 품셈기준은 1999년에 신규로 반영되었으며, 대한주택공사에서 수행한 "RC 구조물 발파해체공사의 품

발파작업에는 발파공 천공작업, 방호작업, 장전 및 발파작업의 세단계로 구분되며, 이러한 세부 공종에 관련된 기준 및 적용방법을 기술하면 아래와 같다.

① 천공작업

천공작업의 기준은 표준품셈 건축부문 21-3 'RC 구조물 발파해체공법', 3. '천공 및 발파'의 기준(표3)을 적용한다.

표 3. 천공작업의 품기준 (천공 m당)

구조물종류별	종별	착암공 (인)	화약공 (인)	착암기 (시간)	공기압축기 (시간)	비트 (개)
RC 라멘조 건물		0.1481	0.0333	0.6134	0.3067	-
대단면 RC구조물		0.0153	0.0044	0.1135	0.1135	0.0025

② 방호작업

방호작업 기준은 표준품셈 건축부문 21-3 'RC 구조물 발파해체공법', 4. '방호'의 기준을 적용하며, 표 4와 같다. 이때 품 기준 원단위인 m<sup>2</sup>는 건물 평면적이 아닌 방호부위의 면적을 뜻한다.

표 4. 방호작업의 품기준(m<sup>2</sup>당)

구조물종류별	종별	보통인부 (인)	화약공 (인)	비계공 (인)	부직포 (m <sup>2</sup> )	철망 (m <sup>2</sup> )	골합석 (m <sup>3</sup> )	철선 (kg)	단관비계 (m)	조임철물 (개)	이음철물 (개)	작업대차 (시간)
RC 라멘건물	1차 방호	0.0679	0.0123	-	2.0320	1.3393	1.6875	0.9653	-	-	-	0.0077
	2차 방호	0.0193	-	-	1.0671	1.0342	-	0.1047	-	-	-	0.0273
	3차 방호	-	-	0.0202	1.100	1.100	-	-	2.0302	0.7170	0.1209	-
대단면 RC구조물		0.0974	-	-	2.1855	1.5709	-	1.1364	-	-	-	0.1633

기준 설정연구"('98.10)에서 현장실사를 통하여 기준을 정립 반영하여 모든 공공공사의 기준으로 적용할 수 있게 되었다. 따라서 여기서는 이러한 발파해체 품셈기준을 활용하여 발파해체 공종별로 적용할 수 있는 기준을 기술하였다. 발파해체공사에서도 공통가설공사, 내장재 철거작업, 살수작업 및 철재류 절단작업은 앞서 기계식 해체공사에서와 동일하지만 안전비계의 설치작업은 생략된다. 따라서 발파해체공사에서는 사전취약화 작업부터 기계식해체공법과 세부공종이 달라지며, 그러한 공종별 공사비 산정방법을 정리하면 다음과 같다.

1. 사전취약화작업

1, 2층 내외부 벽체는 지상에서 대형장비를 이용하여 철거가 가능하며, 그 이상의 상부 층은 통상적으로 소형브레이커를 이용한 철거로 구분해서 다음과 같은 기준을 적용해야 한다.

- ① 2층의 취약화 : 표준품셈 토목부문 10-19 '대형브레이커', '(1) 구조물헐기'의 기준을 적용
- ② 3층 이상의 취약화 : 표준품셈 토목부문 7-7 '구조물헐기 (소형브레이커+공기압축기)'의 기준을 적용

2. 발파작업

③ 발파작업

발파작업에는 장약, 전색, 결선, 점화작업이 모두 해당된다. 발파작업의 품셈기준은 건축부문 21-3 'RC 구조물 발파해체공법' 3. '천공 및 발파'를 적용하며, 표 5와 같다.

표 5. 발파작업의 품기준(천공 m당)

(개)구조물종류별	종별	화약공 (인)	보통인부 (인)	폭약 (kg)	뇌관 (개)
RC 라멘조 건물		0.2077	0.0534	0.2786	2.0
대단면 RC구조물		0.1041	0.0722	0.4572	1.3

표 6. 공사비 산출시 적용된 2차 파쇄율

층수	5층		10층		15층	
	RC조	조적조	RC조	조적조	RC조	조적조
파쇄율(%)	70	50	35	25	20	10

3. 붕괴구조물 소할작업

현행 폐기물 관리법상 철거된 콘크리트 잔재는 그 최대직경 100mm 이하로 파쇄하여 반출해야 하므로 붕괴건물의 잔재는 현장에서 소할파쇄를 실시해야 한다. 본 연구에서 공사비 비교를 위하여 적용한 2차 파쇄요율은 국내 발파해체 현장의 평균적 실험치를<sup>3,4</sup> 토대로 표 6과 같은 결과를 추론하였다.

### 3. 해체공사비 산출 및 결과 비교분석

#### 3.1 공사비산출 범위 및 방법

##### 1. 대상건물

표준공사비의 비교분석을 위한 대상건물은 공동주택으로 설정하였으며, 공사비의 표준산출에 이용된 각 건물의 종류 및 특성을 정리하면 표 7과 같다.

표 7. 표준공사비 산출에 적용된 대상건물의 특성

구 분	5층		10층		15층	
형 태	13평 I형	25평 T형	18+25평 I형	25평 T형	18+25평 I형	25평 T형
건립년도(년)	1978	1978	1978	1978	1978	1978
세 대 수(호)	50	40	80	60	120	120
연면적(㎡)	2,148	3,304	6,146	4,957	9,220	9,220

##### 2. 적용공법

표 7의 대상건물 별로 적용된 공법은 표 8과 같다. 표 8에서와 같이 5층 건물은 기계식해체공법, 발파해체 전도공법 및 점진붕괴기법의 세 가지 공법에 대한 공사비를 산출하였고, 10층과 15층 건물 중 타워형 건물은 기계식해체공법과 발파해체 제자리붕괴기법을, 그리고 I형의 10층과 15층 건물은 기계식해체공법과 발파해체 점진붕괴기법에 대한 공사비를 산출하였다. 각각의 경우별로 적용된 상세한 해체방법은 표 8과 같다.

표 8. 표준공사비 산출에 적용된 해체공법의 특성

구 분	5층		10층		15층	
형 태	13평 I형	25평 T형	18+25평 I형	25평 T형	18+25평 I형	25평 T형
적용공법	기계식해체공법 : 옥상에 0.4㎡ 급 레이커 양중후 4층까지 파쇄하고 1~3층은 지상에서 대형장비로 파쇄	기계식해체 공법 : 좌동	기계식해체 공법 : 좌동	기계식해체 공법 : 좌동	기계식해체 공법 : 좌동	기계식해체 공법 : 좌동
	발파해체공법 I : 1,2,4층 발파하여 점진붕괴	발파해체공법 : 1,2,4,8층 발파하여 제자리붕괴	발파해체공법 : 1,2,4,8층 발파하여 점진붕괴	발파해체공법 : 1,2,4,8,12층 발파하여 제자리붕괴	발파해체공법 : 1,2,4,8,12층 발파하여 점진붕괴	
	발파해체공법 II : 전도방향 1,2층 일부 발파하여 전도붕괴	-	-	-	-	

##### 3. 공사비산출 범위 및 공정

공사비산출에 적용한 각 공법별 공정 및 세부공정을 요약하면 표 9와 같다.

표 9. 공사비 산출에 적용한 각 공법별 공정 및 세부공종

대공정	기계식해체공법		발파해체공법			
	중공정	소공정	대공정	중공정	소공정	
가설공사	공동가설공사	가설올타리	공동가설공사	공동가설공사	가설올타리	
		조립식가설 사무소			조립식가설 사무소	
		조립식 가설 창고			조립식 가설 창고	
		가설변소			가설변소	
직접가설비계 공사	비계설치해체 작업	-	-	-		
구조물 해체공사	내장재 철거	내장천정재 철거	구조물 해체공사	내장재 철거	내장천정재 철거	
		내장창호재 철거			내장창호재 철거	
		내장바닥재 철거			내장바닥재 철거	
	구조물 파쇄	철거장비옥 상양중		구조물 파쇄	발파 작업	사전취약화 작업
		구조물철거				장약공천공 작업
		살수작업				방호작업
		철근/잡철물 절단				장전 및 발파 작업
	-	-		2차 파쇄작업	소할작업	
	-	-		-	철근/잡철물 절단	

#### 3.2 공법 및 층수별 해체공사비 비교

##### 3.2.1 5층 아파트의 해체공사비 비교

5층 아파트의 해체공법별 공사비를 산출한 결과는 표 10과 그림 2와 같이 발파해체공법 중 수직붕괴기법을 적용하는 경우가 가장 높고, 발파해체 전도공법이 가장 낮게 나타나고 있다. 즉 같은 발파해체공법이라도 세부적인 적용공법에 따라서 공사비의 편차가 크다는 것을 알 수 있다.

표 10. 5층 아파트 공법별 해체공사비 (단위 : 원)

구분	공법	기계식해체공법	발파해체공법	
			전도붕괴	수직붕괴
공사비	가설공사비	4,851,000 (10.6%)	4,851,000 (10.9%)	4,851,000 (9.2%)
	내장철거비	10,053,000 (22.1%)	10,053,000 (22.5%)	10,053,000 (19.0%)
	본구조물철거비	30,583,000 (67.3%)	29,699,000 (66.6%)	38,039,000 (71.8%)
	총공사비	45,487,000	44,603,000	52,943,000
	평당공사비(원/㎡)	69,980	68,620	81,450

##### 3.2.2 10층 아파트의 해체공사비 비교

10층 아파트에 대한 각 공법별 평당 해체공사비를 비교해 보면 표 11과 그림 3에서 보듯이 아파트 유형에 관계없이 전체적으로 발파해체공법이 기계식해체공법보다 저렴한 것으로 나타났다. 특히, 기계식해체공법에서는 그림. 5층 아파트 공법별 평당 해체공사비비교 해체수량이 적은 타워형이 상대적수량이 많은 I

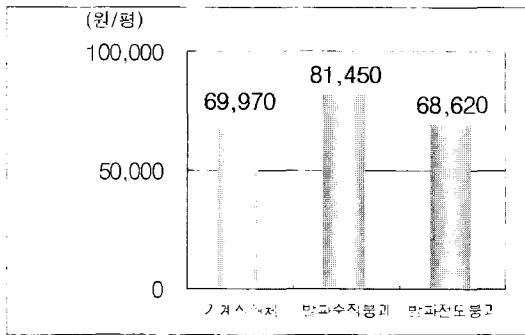


그림 2. 5층 아파트 공법별 평당 해체공사비 비교

형보다 평당 해체공사비가 다소 높게 나타났으며, 발파해체공법에서는 그 반대로 나타났다.

가설비용은 기계식 해체공사비의 경우 해체대상 건물에 설치하는 가설비계 설치비의 증가로 전체공사비 대비 평균 18%정도로 높게 나타나고 있으며, 상대적으로 본 구조물 철거비의 비중은 약 60% 정도로 나타나고 있다. 그와 달리 비계설치가 필요 없는 발파해체공사의 경우에는 가설공사비의 비중이 10% 미만인데 반하여 발파작업 및 붕괴구조물 소할에 소요되는 본구조물 철거비가 평균 71%정도로 높게 나타나고 있다.

내장재 철거비는 건물의 유형이나 적용 공법에 따라서 약간의 편차를 보이기는 하지만 공법별 평균치를 분석해보면 대략 21~22%정도의 비중을 차지하는 것으로 나타나고 있다.

표 11. 10층 아파트의 공법별 해체공사비 (단위 : 원)

구분	기계식해체공법		발파해체공법	
	25T형	18+25형	25T형	18+25형
가설공사비	22,235,000 (18.3%)	40,904,000 (17.8%)	5,530,000 (5.1%)	6,976,000 (9.2%)
내장철거비	26,531,000 (21.8%)	47,622,000 (20.8%)	26,531,000 (24.3%)	47,622,000 (19.0%)
본구조물 철거비	72,694,000 (59.9%)	140,700,000 (61.4%)	77,177,000 (70.6%)	132,542,000 (71.8%)
총공사비	121,460,000	229,226,000	109,238,000	187,140,000
평당공사비 (원/평)	121,460	123,240	109,240	100,610
공법 평균 (원/평)	122,350		104,930 (▽17,425)	

이러한 결과를 종합하여 아파트 유형과 무관하게 산출한 10층 아파트의 평당 평균 공사비는 발파해체공법이 기계식 해체공법보다 17,400원 저렴한 것으로 나타나고 있다.

### 3.2.3 15층 아파트의 해체공사비 비교

15층 아파트에 대한 각 공법별 평당 해체공사비는 표 12와 그림 4에서 보듯이 아파트 유형에 관계없이 전체적으로 발파해체공법이 기계식 해체공법보다 저렴한 것으로 나타났으며, 기계식이나 발파해체공법 모두 타워형 보다는 I형 아파트의 평당 해체공사비가 다소 낮게 나타났다. 가설비용은 구조물 철거물량의 증가

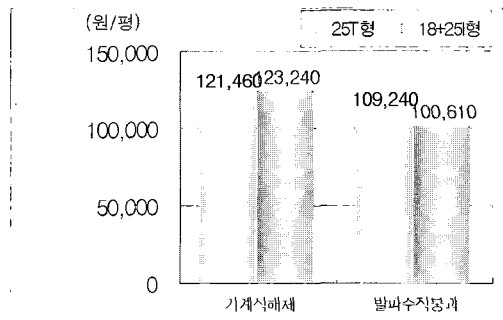


그림 3. 10층 아파트 공법별 평당 해체공사비 비교

로 전체적으로 총 공사비 대비 비중이 다소 낮게 나타나고 있으나 상대적으로 내장재 철거비는 다소 높은 비중을 보이고 있으며, 이러한 경향은 평당 구조물 철거비가 상대적으로 낮아지는 발파해체공사에서 더 두드러지게 나타나고 있다. 이러한 결과를 종합하여 산출한 10층 아파트의 평당 평균 공사비는 발파해체공법이 기계식 해체공법보다 28,910원정도 저렴한 것으로 나타나고 있다.

표 12. 15층 아파트의 공법별 해체공사비 (단위 : 원)

구분	기계식해체공법		발파해체공법	
	25T형	18+25형	25T형	18+25형
가설공사비	31,703,000 (17.8%)	44,174,000 (13.6%)	5,530,000 (4.0%)	6,976,000 (2.9%)
내장재철거비	39,804,000 (22.3%)	71,433,000 (22.1%)	39,804,000 (28.8%)	71,433,000 (30.1%)
본구조물 철거비	106,774,000 (59.9%)	208,223,000 (64.3%)	92,463,000 (67.2%)	158,786,000 (67.0%)
총공사비	178,281,000	323,830,000	137,797,000	237,195,000
평당공사비 (원/평)	118,850	116,070	91,860	85,230
공법 평균 (원/평)	117,460		88,545 (▽28,915)	

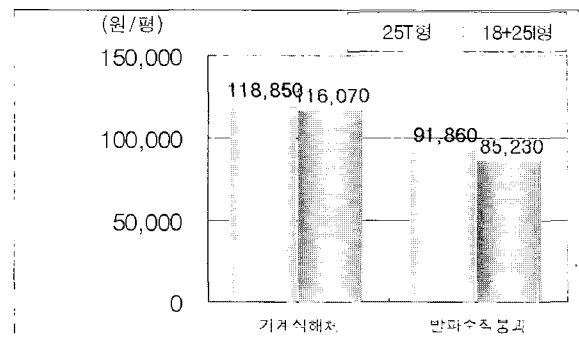


그림 4. 15층 아파트 공법별 공사비 비교

## 3.3 해체공사비 구성비율 및 변동요인 분석

### 3.3.1 해체공법 및 층수별 해체공사비 구성비율의 변화 분석

공법별 층수별 해체공사비의 변동이율을 보면 표 13과 같다.

표 13. 공법 및 층수별 해체공사비 변동비율

구분	공법	기계식해체공법				발파해체공법			
		5층	10층	15층	평균	5층	10층	15층	평균
비율 (%)	가설공사비	10.6	18.1	15.7	14.8	10.1	7.2	3.5	6.9
	내장재철거비	22.1	21.3	22.2	21.9	20.6	21.7	29.5	23.9
	본구조물 철거비	67.4	60.6	62.1	63.4	69.3	71.1	67.0	69.1

1. 가설공사비

- ① 기계식해체공법의 가설공사비에서 층수별 비중은 10층에서 가장 높고, 15층에서는 다소 낮아지고 있다. 이것은 5층 건물의 경우에는 3층 이상 구간에 대한 비계설치를 고려하지 않았기 때문이며, 3층 이상에 대한 비계설치작업을 실시해야 하는 경우라면 층수가 높아질수록 또한 저층일수록 가시설 설치비가 높다는 것을 뜻한다.
- ② 발파해체공법에서는 층수가 높아질수록 가설공사비의 비중이 낮아지고 있으며, 이것은 발파해체공사는 가설비계가 생략되고, 따라서 현장주변에 설치하는 공통가설 단가가 층수가 높을수록 낮아지는 결과로 볼 수 있다.
- ③ 기계식해체공사에 비하여 발파해체공사에서의 가시설 설치비율이 낮은 원인은 발파해체공사에서는 건물에 가설비계를 설치할 필요가 없기 때문인 것으로 분석된다.

2. 내장재 철거비

- ① 기계식해체공법의 내장재철거비가 10층에서 가장 낮아지는 것은 5층에서는 반영하지 않은 가설비계를 10층부터 반영하므로 상대적으로 타 공정에 비하여 비중이 감소한 것으로 분석된다.
- ② 발파해체공법에서의 내장재 철거비가 층수가 높아질수록 증가하는 것은 발파해체시 본 구조물 철거비는 층수의 변화에 따른 평당 공사비의 변화가 미약한데 반해 가설공사비율의 감소에 따른 상대적인 증가로 분석된다.
- ③ 기계식 해체공사와 발파해체공사에서의 내장재 철거비율은 비슷한 정도지만 발파해체에서의 비율이 다소 높은 것은 가시설비율의 차이에서 발생하는 것으로 분석된다.

3. 본 구조물 철거비

- ① 기계식해체공법의 본 구조물 철거비율이 10층에서 가장 낮아지고 15층에서 다시 증가하는 것은 10층부터 반영한 가설비계의 영향으로 상대적으로 본구조물 철거비 비중이 낮아진 때문으로 분석된다.
- ② 발파해체공법에서의 본 구조물 철거비율의 미미한 변화는 층수변화에 따른 가시설비율의 감소에 따른 상대적인 변화 및 층별 공사비 산출 대상건물의 차이에 기인한 오

차로 분석할 수 있다.

- ③ 기계식 해체공사에 비하여 발파해체공사에서의 본 구조물 철거비율이 상대적으로 높은 것은 가시설비율의 상대적인 감소와 발파해체공사의 특성상 필요한 사전취약화 및 방호작업 물량 등이 본구조물 철거공정에 반영된 원인으로 분석된다.

3.3.2 해체공법 및 층수별 평당 해체공사비 변화 분석

해체공법 및 층수별 평당 해체공사비를 분석한 결과는 표 14와 같다.

표 14. 해체공법 및 층수별 평당 해체공사비 비교(단위 : 원/평)

구분	층수별 평당공사비 및 증감(공법별 5층대비)					
	5층		10층		15층	
	공사비	증감	공사비	증감액(비율)	공사비	증감액(비율)
기계식해체공법	69,980	-	122,350	△ 52,370 (74.8%)	117,460	△ 47,480 (67.8%)
발파해체공법	85,230	-	104,930	△ 19,700 (23.4%)	88,550	△ 3,320 (3.9%)
기계식대비 증감	+15,230	-17,420	-28,910			

주) 발파해체공법은 5층은 수직붕괴, 그 이상 층은 건물유형별 결과의 평균치임.

1. 기계식 해체공사비 분석

- ① 그림 5에서 보듯이 기계식해체공사비는 10층일 때 가장 높고, 15층에서는 5층보다는 평당 공사비가 높지만 10층일 때 보다는 다소 낮게 나타나고 있다.
- ② 발파해체공법이 기계식 해체공사에 비하여 경제성을 확보할 수 있는 건물의 층수는 산출결과를 비례적으로 분석할 때 약 8층부터로 판단되며, 16층 이상의 건물부터는 5층 건물의 평당 기계식해체비용보다 저렴해진다는 것을 알 수 있다.
- ③ 10층에 비하여 15층에서의 평당 공사비가 다소 낮아지는 이유는 철거면적에 관계없이 1식으로 공통 적용되는 공정

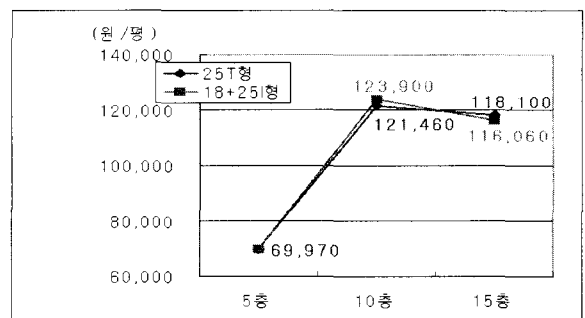


그림 5. 층수별 기계식해체 공사비비교

인 공동가설공사비와 장비양증을 위한 크레인 설치해체 비용은 층수가 높아질수록 평당 단가가 낮아지므로 그러한 영향으로 분석된다.

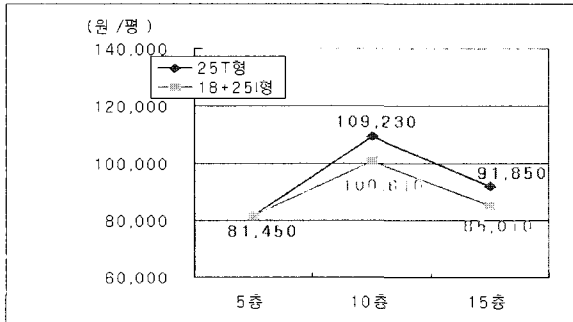


그림 6. 층수별 발파해체 공사비비교

2. 발파해체공사비 분석

- ① 그림 6에서 보듯이 5층에서는 기계식해체공사비가 발파해체공사비에 비하여 저렴하지만 10층에서는 그 반대의 결과를 보이며, 15층에서는 발파해체공사비가 월등하게 저렴해진다.
- ② 5층에 비하여 10층에서 평당 공사비가 증가한 이유는 5층에서는 3개 발파층중 1개 층만을 평균단가가 높은 수동브레이커로 철거하는데 반하여 10층에서는 2개 층으로 증가하여 평당 철거단가가 증가하는 것이 주요 원인으로 분석된다.
- ③ 10층에 비하여 15층에서의 평당 공사비가 급격하게 낮아지는 원인은 철거대상 층은 5개 층이 증가한데 반하여 발파층은 1개 층만 증가하였고, 고층인 경우에 붕괴시 파쇄율이 높기 때문에 붕괴 후의 비용이 급격하게 감소하는 것이 주요원인으로 분석된다.

3. 기계식 해체공사비와 발파 해체공사비 비교 분석

- ① 그림 7에서 보듯이 기계식해체공사비는 10층일 때 가장 높지만 기계식해체공법에 비하여 그 증가정도가 낮으며, 15층에서는 5층과 비슷한 정도로 평당 공사비가 낮아진다.

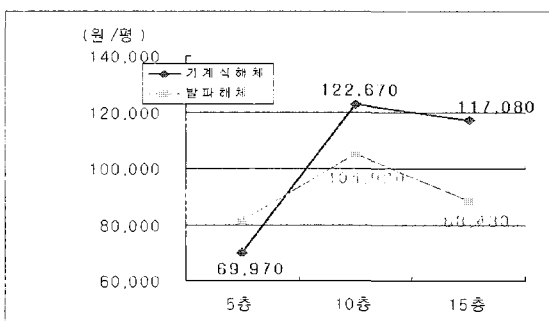


그림 7. 기계식과 발파해체공사비 종합비교

- ② 이와 같이 층수가 증가할수록 발파해체공법이 더욱 경제적인 것은 기계식 해체공사는 층수가 증가하여도 평당 해체작업 수량에는 변화가 없지만 발파해체공사는 건물의 층수증가에 비례하지 않고 오히려 감소하고 또한 층수가 높을수록 자중에 의한 파쇄비율이 높아지기 때문으로 분석된다.

4. 결론

본 연구는 향후 발파해체시장의 본격적인 활성화 시점을 정확하게 예측하기 위하여 해체공법 간의 공사비를 산출하여 경제성에 대한 비교분석을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

기계식해체공사에 비하여 발파해체공사가 경제성을 확보할 수 있는 건물의 최소 층수는 8층인 것으로 분석되었지만 8층 규모의 공동주택이 흔하지 않은 현실에 비추어 볼 때 최소한 10층 이상의 공동주택의 재건축이 본격적으로 추진할 시점에 발파해체공법의 적용이 활성화 될 것으로 판단된다. 그러나 10층 규모의 중층 단지들은 단지규모가 작고, 대부분 도심에 위치한 특성상 발파해체공사 추진시에 발생할 수 있는 심각한 민원문제 때문에 쉽게 적용 될 수는 없을 것으로 판단된다. 또한 비교견적에 의한 최저가로 공사비가 결정되는 민간방식이나 본공사에 포함 발주되어 원청부터 최소한 3단계의 하도급을 거쳐 발주예가의 50%에도 못미치는 금액으로 공사가 수행되어 본 연구에서 산출한 결과보다 상당히 낮은 수준에서 공사비가 결정되는 공공발주 공사의 현실, 또한 발파해체공사는 기계식해체공사에 비하여 공정이 복잡하여 평당 공사비를 많이 낮출 수 없다는 현실 등을 고려해보면 발파해체공법의 본격적인 적용 시점은 최소한 15층 이상의 아파트 10개동 이상으로 구성된 중규모 이상단지의 재건축 시점으로 판단할 수 있다.

이러한 분석결과를 토대로 판단할 때 1970년대 후반 이후에 건립된 고층 단지들의 재건축 추진시기를 평균 30년으로 예측한다면 최소한 2010년 이후에나 발파해체공법이 활성화 될 것으로 결론지을 수 있다. 그러나 현재의 기계식해체공사의 낮은 단가는 각종 철거잔재들을 분리해체하지 않고 무조건적으로 철거하는데 기인하는 측면이 강하고, 현재의 정부정책 방향이 현행 해체방법을 분별해체로 전환시키는 쪽으로 향하고 있으므로 이러한 분별해체의 의무화가 조만간 실현되고 폐기물처리와 해체공사의 분리발주가 시행된다면 발파해체공법은 앞서의 결론보다 좀 더 이른 시점에서 활성화 될 수 있을 것으로 판단된다.



## 참고 문헌

1. 대한주택공사, 구조물의 해체공법에 관한 연구(I), 1996. 6
2. 대한주택공사, 성도건설주식회사, 한국중공업주식회사, 발파해체공법의 설계 및 시공기술 개발연구, 1997. 12
3. RC구조물 발파해체공사의 품기준 설정연구, 1998.10
4. 대한주택공사, 성도건설주식회사, 재개발지구내 중고층건축물의 발파해체공법에 관한 연구, 1997. 7
6. 대한주택공사, 서울 천연지구내 지장물의 효율적인 해체공사 설계방안 수립, 2000.6
7. 대한주택공사, 해체공사의 설계 및 견적기준 정립 연구, 2000. 10
8. 대한주택공사, 고층아파트의 발파해체 기술개발, 2002.6
9. 解体工法研究會, 解体工法と積算, (財)經濟調査會, 1995
10. Dowding, C.H., Ground motions and air-blast effect of explosive demolition of structures, ASCE, J of Const. Engr. And Mangt. Vol.120, No.4, 1994. pp. 838-856

## Abstract

The demolition works of high building in Korea are expected to increase rapidly in the near future, and its general demolition methods can be divided into mechanical demolition method and explosive demolition method. The selection of the right demolition method relies on many variable elements according to environmental and geographical elements. But, generally, the most important element of those is a economical profit. Accordingly, This study estimates each demolition cost dividing into mechanical demolition method and explosive demolition method of high building in city. And the estimating of the demolition cost makes it possible to do comparative analysis for the economical efficiency of each method more objectively than any other selective elements. Also, the analysis for the economical efficiency helps to forecast the activated time of the explosive demolition method in domestic.

**Keywords :** Demolition, Explosive demolition, Mechanical Demolition