

저층아파트 해체공사의 공기산출에 관한 연구

- 압쇄공법을 중심으로 -

A Study on the estimation method for the term of demolition work In Low-rise Apartment house - Focus on Clutcher Method -

양 크 영*	문 명 완**
Yang Keek-Young	Moon Myoung-Wan
이 대 재***	윤 여 완****
Lee Dae-Jae	Yoon Yer-Wan
정 미 선*****	
Joung Mi-Sun	

Abstract

After 1970 Years, Korea has developed a concept of public domestic housing. But this house is reached the uppermost limit time of using the occupant's satisfying life. Then reconstruction of Apartment house is urgently needed which is developed in Korea.

So this study is examined the demolition work on current reconstructing apartment site, for reconstruction.

Therefore this research examined the fitted demolition time of low-rise house and characteristics of demolition works.

The conclusions from this experiment are shown below.

1. The average day work in clutcher method is shown about 1,032m³/Day.
2. The calculations of the term of construction which is produced by the analysis of demolition construction period on low-rise house is below.

$$D(day) = S(day) + (0.272 + 0.000902b(m^3)) + R(day)$$

* 원광대학교 건축공학과 교수, 공학박사

** 원광 대학교 강사 공학박사

*** (주)대우건설 이사, 원광대학교 대학원 박사과정.

**** 정회원, 원광대학교 대학원 박사과정.

***** 원광대학교 대학원 석사과정

I. 서론

우리나라에서는 지난 70년대 이후 공업입국으로 발돋움하면서 공장건물, 교량, 빌딩, 아파트 등의 건설이 활발하게 진행된 이래 급속한 산업구조의 변화와 더불어 소득수준의 향상으로 인한 양질의 주거환경에 대한 요구들이 도출되었다. 이에따른 도시재개발사업은 부지의 효율적이용을 위하여 기존 건축물의 해체의 필요성이 높아지고 있다.

이와 더불어 서울의 시영 아파트를 시작으로 70년대에 건설되어진 아파트의 경우 그 사용년수가 20년을 넘어서고 있어 "주택건설촉진법"상에서 정의하고 있는 재건축의 시기를 초과하고 있는 실정이다.

그러나 국내의 경우 해체에 관련한 각종공법에 대한 연구를 활발히 이루어지고 있으나 기타 건축물에 따른 적정해체공사의 선정을 비롯한 기타 해체비용 및 공기에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 건축물해체작업에 있어서 공법의 적용성이 우수하며 작업능률이 높은 압쇄공법을 이용하여 서울시내 5층규모의 저층 R.C아파트 13개동 총연면적 26,364㎡의 해체시 공사기간을 조사하고 이를 공사시간과 작업량의 관례로 회기분석하여 저층 R.C아파트의 해체시 공사기간을 예측할 수 있는 공기산정방법을 제시하고자 한다.

II. 압쇄공법의 특성

건축물의 해체를 위하여 적용되어지는 공법은 여러 가지가 있지만 본 연구에서 공사기간의 산출에 사용된 해체공법인 압쇄기를 이용한 공법의 작업방법 및 특성을 살펴보면 다음과 같다.

압쇄기에 의한 공법은 압쇄기의 종류에 따라 A, B형의 2가지로 나누어 볼 수 있으며, 진행방법에 따라 지상에서 실시하는 방법과 옥상에서 실시하는 방법으로 분류할

수 있다.

압쇄기의 종류에 따라 A형은 ㄷ자형 프레임안에 한쪽면을 반력면으로 하고 다른면에 압쇄날을 장착하여 압쇄부를 유압잭에 의하여 작동시키는 방법이며, B형은 두 개의 암(Arm)이 유압작용에 의해 콘크리트를 압쇄하는 방법이다.

A형의 경우는 철근의 절단이 동시에 이루어지지 않으므로 B형에 비해 효율이 떨어지며 다량의 물을 필요로 한다. 반면 B형의 경우는 철근의 절단도 동시에 이루어지므로 A형에 비해 작업성이 우수한 공법으로 일반적으로 가장 많이 사용하는 형태의 압쇄기이다.

해체방법의 경우 일반적으로 지상에서 해체하는 공법을 적용하나 해체 대상건축물의 공사용 부지가 협소하여 콘크리트 압쇄기가 가동할 수 없는 좁은 장소이거나 지상에서부터 직접 해체할 수 없는 경우에 옥상에서부터 건축물을 해체하는데 이때 해체순서는 1개층씩 상부에서부터 해체해나가며 해체된 콘크리트 덩어리는 경사로를 만들어서 하층으로 보낸다.

건축물의 옥상에서 작업을 실시할 경우 중량의 압쇄기가 건축물의 옥상에 올라가므로 바닥 및 보의 강성을 고려한 안전대책이 필요하며 해체된 콘크리트 덩어리가 발판의 주변에 낙하하지 않도록 안전과 공해방지대책을 수립하여야 한다.

본 연구는 B형의 압쇄기를 이용하여 옥상에서 부터의 건축물을 해체하는 방법을 적용하여 해체공사의 기간과 물량을 조사하였다.

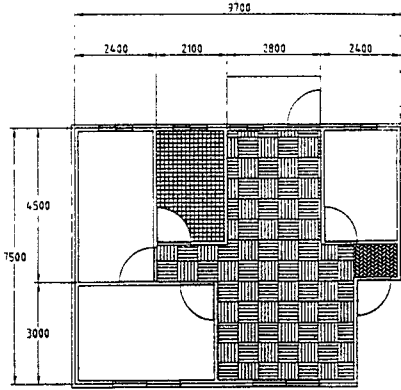
III. 해체대상건축물의 현황

1. 해체대상건축물의 개요

본 연구에서 공기산정을 위하여 해체한 건축물은 저층R.C아파트로 총 360 세대 13개동으로 총 철거물량 72,044m³로 해체대상 건축물의 개요를 살펴보면 <표 1>과 같다.

<표 1> 철거대상건축물의 개요

항 목	개 요	
적 용 건 물	서울시 성북구 정릉동 재개발 지구	서울시 노원구 공릉동 재개발 지구
동 수	4개동	9개동
구 조	지 하 층	철근콘크리트조
	지 상 층	철근콘크리트 라멘조
규 모	층 수	지하 1층, 지상 5층
	세 대 수	70세대
	층 고	2.8m
용 도	세대별면적	24평형 (공유면적 포함 : 27.5평)
		24평형, 18평형 (공유면적 포함)
연 면 적	저층아파트	저층아파트
	6,381m ²	19,983m ²



(그림 1) 해체대상건축물의 평면도

해체대상건축물의 동별면적은 <표 2,3>와 같다.

<표 2> 동별 면적표(정릉동 재개발지구)

(단위 : m²)

동	층	평형	세대수	지하층	1층	2층
101동	24평	20	153.20	298.80	298.80	
102동	24평	20	153.20	298.80	298.80	
103동	24평	20	153.20	298.80	298.80	
104동	24평	10	76.650	149.40	149.40	
105동	45평	3	121.25	121.25	121.25	
합 계			73	657.50	1,167.05	1,167.05

동	층	3층	4층	5층	옥탑층	합 계
101동	24평	298.80	298.80	298.80	31.44	1,684.64
102동	24평	298.80	298.80	298.80	31.44	1,684.64
103동	24평	298.80	298.80	298.80	31.44	1,684.64
104동	24평	149.40	149.40	149.40	18.72	842.37
105동	45평	121.25				485.00
합계		1,167.05	1,045.8	1,045.80	113.04	6,363.29

<표 3> 동별 면적표(공릉동 재개발지구)

(단위 : m²)

동	평형	세대수	지하층	1층	2층	3층
1 동	18평	40	114.9	476	476	476
	18평	20	57.45	238	238	238
2 동	24평	10	76.6	149.4	149.4	149.4
	18평	20	57.45	238	238	238
3 동	24평	20	153.2	298.8	298.8	298.8
	18평	20	57.45	238	238	238
5 동	18평	40	114.9	476	476	476
	18평	20	57.45	238	238	238
6 동	24평	10	76.6	149.4	149.4	149.4
	18평	40	114.9	476	476	476
7 동	18평	40	114.9	476	476	476
8 동	18평	40	114.9	476	476	476
9 동	18평	30	114.9	476	476	476
합 계			290	1053.25	3691.6	3691.6

층	4층	5층	옥탑층	소 계	합 계
1 동	476	476	62.88		2557.78
2 동	238	238	31.44	1278.89	2118.21
	149.4	149.4	15.72	839.32	
3 동	238	238	31.44	1278.89	2957.53
	298.8	298.8	31.44	1678.64	
5 동	476	476	62.88		2557.78
6 동	238	238	31.44	1278.89	2118.21
	149.4	149.4	15.72	839.32	
7 동	476	476	62.88		2557.78
8 동	476	476	62.88		2557.78
9 동	476	476	62.88		2557.78
합 계	3691.6	3691.6	471.60		19,982.85

본 논문에서 실험한 해체대상건축물은 경사지에 위치하고 있으며, 주택이 밀집된 지역에 위치하고 있어 실험대상건축물의 주위에 차음 분진막을 설치하였으며, 차음분진막은 작업성을 고려하여 건물로부터 5m이격으로 하고 작업용발판 성토를 위한 위치는 현장의 작업성 및 성토량을 줄이기 위하여 경사지를 이용하여 배치하였다.

2 공정계획

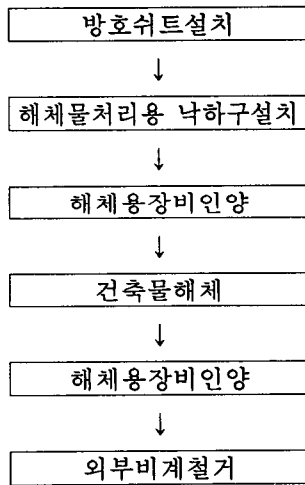
해체공법이 선정되어지면 이에 적절한 작업계획을 수립하여야 하며 무리한 작업계획은 노동자의 과도한 작업량할당으로 인하여 사고의 원인이 되기도 하므로 정확한 공사계획의 수립이 매우 중요하다.

본 연구에서 사용되어진 1개동의 계획공정표는 <그림 2>와 같다.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45					
차용막설치																																																	
					정화조정소, 단수																																												
					낙석방지막설치 및 동바리설치																																												
내부철거작업					건물철거작업																																												
					작업발판용 성토										Recycling Crusher 반입																																		
															동바리 제거					Recycling Crusher 작업																													
										처리물 반출										Recycling Crusher 작업																													
																				지하층철거 및 반출										차용막제거																			

(그림 2) 계획공정표

압쇄공법을 이용한 해체작업의 세부적인 작업순서는 다음과 같다.



작업을 실시한 대상구조물의 해체과정은 상부층에서부터 5개의 부분으로 나누어 실시하였으며 이를 위하여 지하층을 비롯한 하층 부분에 해체시 발생하는 충격하중등으로 인한 슬래브의 붕괴사고를 방지하기 위하여 지하층에서 2층까지 보강하였고, 해체구조물의 단변방향의 측벽 또는 중앙부에 성토작업을 마치고 해체작업을 수행하였다.

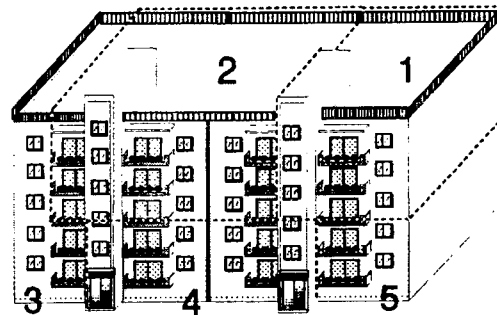
해체공사시 발생하는 콘크리트 잔폐물은 건축물의 단변방향으로 견어내고 장변방향으로 진행하며 작업을 수행하였다.

지하층의 해체공사는 건물주위의 잔폐물을

재활용처리 장소로 이동하고 기초 및 지하층을 철거하기 위하여 건물주변 터파기 작업을 기초하부까지 실시한 후 지하실 외벽을 압쇄기로 해체하고 백호를 이용하여 해체잔재물을 외부로 견어내어 작업을 완료하였다.

해체공사가 종료되면 공사를 위한 각종 가설물의 철거나 복원작업을 행하여야 하기 때문에 가설물을 철거후 현장을 정리하였다. 해체 후 발생된 고철 및 황동, 알루미늄등 재활용물은 분리하여 처리하였다.

단변방향부터의 해체작업순서는 (그림 3) 과 같다.



(그림 3) 해체작업 순서

IV. 해체공사의 공기산출

1 해체작업물량산출

해체작업의 작업량을 산출하기 위하여 동

별 작업량을 측정하였다. 측정방법은 각동별로 다음과 같이 3단계로 분리하여 측정하였다.

- 1) 단계는 가설계획에서 해체공사를 위하여 압쇄기가 투입되기 직전까지,
- 2) 단계는 대상건축물의 해체까지이며,
- 3) 단계는 해체 완료후 Recycling의 완료 후 현장 정리까지 단계별로 분류하였다.

대상건축물의 해체는 작업개시일로부터 종료일까지의 작업소요일은 5일로서 작업수행 D+1일차로부터 해체작업이 종료되는 D+5일 까지 각동별 작업량은 <표 4> 과 같다.

단, 작업조건은 성토작업이 완료후 압쇄기를 이용하여 해체작업이 시작하여 작업이 완료하는 1일 평균작업 시간은 8시간으로 하였으며 작업종료시간은 17시로 한정하였다.

<표 4> 해체공사의 작업량

(단위 : m³)

동	작업일								
	D+1일	D+2일	D+3일	D+4일	D+5일	D+6일	D+7일	합 계	
경능동 ×× 아파트	101동	762	1,216	802	905	1,110		4,795	
	102동	733	1,267	817	989	989		4,795	
	103동	725	1,205	837	1,102	926		4,795	
	104동	760	980	660				2,400	
공능동 ×× 아파트	1동	990	1,175	1,230	1,020	1,080	960	599	7,054
	2동	741	1,240	980	850	995	1,073		5,879
	3동	811	1,171	1,270	1,250	1,100	1,320	1,309	8,231
	5동	795	1,085	1,210	1,175	1,190	960	619	7,054
	6동	815	1,180	1,030	1,080	1,180	594		5,879
	7동	735	1,200	1,240	1,300	990	1,030	559	7,054
	8동	900	1,150	1,075	1,230	1,150	1,120	429	7,054
	9동	1,057	1,080	1,140	1,175	1,060	1,090	452	7,054
	합 계	9,824	13,949	12,291	12,076	11,770	8,167	3,967	

<표 4>에서 같이 D+7일차는 마무리작업으로 거의 오전작업으로 마무리되어 전체작업평균치에 미치지 못하는 661m³/Day로 나타났으며 작업기간동안의 평균 작업량은 1,032m³/Day로 나타났고 시간당 작업량은 129m³/hr 로 나타났다.

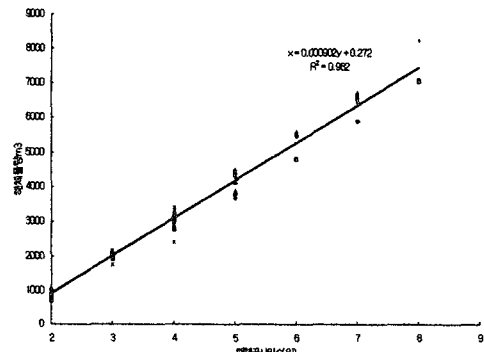
2. 작업공기산출

해체작업공기를 산출하기 위한 일반식을 유도하기 위하여 앞 절에서 조사되어진 작업물량과 실제 작업이 수행되어진 일수와 비교하여 이들간의 상호관계를 파악하였다.

앞에서 살펴본 바와 같이 해체작업을 실시하기 위하여 시행되어지는 준비작업인 가설

울타리의 설치, 가설건물의 설치, 기타 통로의 설치 및 조명·연락설비의 설치, 살수·환기설비의 설치 등에 소요되어지는 준비기간과 해체되어진 콘크리트 및 철근 등의 잔재물의 처리를 위한 기간을 제외한 순수한 해체기간동안의 해체물량을 누적하여 소요공기와 상관성을 파악하고 이를 회귀분석하였다.

공사기간에 따른 해체물량을 그래프로 나타내면 다음(그림 4)과 같다.



(그림 4) 작업일수와 해체물량과의 관계

<그림 4>와 같이 작업일수와 해체물량과는 높은 상관도를 가지고 있는 것으로 나타났으며 이들 자료를 회귀분석한 결과 이들 변수는 $a = 0.272 + 0.000902b$, (a : 작업일수 b : 해체물량)의 관계를 가지며 R-sq가 98.2%로 나타나 매우 높은 신뢰도를 가지는 것으로 나타났다.

따라서 해체물량을 이용한 공기의 산출은 철거를 위한 준비 일수와 해체공사후 현장정리일수를 더하여 총 예상공기를 산출하는 추정식은 (식 1)과 같다.

$$D(\text{day}) = S(\text{day}) + (0.272 + 0.000902b(m^3)) + R(\text{day})$$

D : 총예상일수,

S : 철거를 위한 준비 일수,

b : 해체공사 대상물의 체적,

R : 현장정리 일수

(식 1) 해체물량에 따른 공기산출식

이상의 결과를 이용하여 철거를 위한 준비

일수와 해체 대상물의 체적, 현장정리 일수를 파악한다면 (식 1)에 이를 적용하여 공정 계획에 필요한 작업일수를 산정할 수 있을 것으로 파악되어진다.

〈표 5〉 작업일수에 따른 해체작업의 회귀분석결과

The regression equation is

$$a = 0.272 + 0.000902 b$$

a : 작업일수(Day)

b : 해체물량(m³)

72 cases used 12 cases contain missing values

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.27221	0.06160	4.42	0.000
b	0.00090242	0.00001449	62.28	0.000

s=0.2540 R-sq=98.2% R-sq(adj)=98.2%

V. 결 론

본 연구는 압쇄공법을 이용하여 저층아파트를 해체할 경우 소요되어지는 공기를 예측하여 적절한 공정계획을 유도하기 위하여 서울시에 위치한 총 360세대 13개동의 저층 RC아파트, 총 72,044m³의 콘크리트를 압쇄공법을 이용하여 해체하고 이들 해체물량과 공사기간과의 관계를 분석하였으며 실험 결과는 다음과 같다.

1. 해체작업이 시행되어진 7일간의 작업량을 살펴보면 1일차가 819m³, 2일차가 1,162m³, 3일차가 1,024m³, 4일차가 1,098m³, 5일차가 1,070m³, 6일차가 1,021m³로 나타났으며 7일차의 경우 현장정리작업으로 인하여 작업량 또한 661m³로 가장 적은 값을 나타냈다.

실제적인 해체작업이 이루어진 6일간(마지막 작업일인 7일차를 제외한)의 1일 평균작업량은 1,032m³/Day로 나타났다.

2. 이들 해체물량과 공사기간과의 관계를 회귀분석을 통하여 분석한 결과 해체물량을 이용한 해체공사기간의 산출식은

$$D(day) = 0.272 + 0.000902b \text{ (m}^3\text{)}$$

D : 해체작업예상일수,

b : 해체물량(m³)

로 파악되었으며, 본 식의 R-sq 또한 98.2%로 나타나 매우 높은 상관성을 보이는 것으로 나타났다.

이를 바탕으로하여 총 예상공기를 산출하기 위하여 본식에 철거를 위한 준비일수와 철거후 현장정리일수를 더하면 해체할 물량에 따른 총 해체 예상공기를 산정할 수 있을 것으로 파악되어진다.

따라서 이를 통한 적절한 공정계획의 수립이 가능하리라 사료되며 이와 더불어 좀더 정확한 공기산정을 위한 철거준비일수와 현장정리일수의 정확한 조사와 압쇄공법 이외의 해체공법을 이용할 경우의 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 서성원, "건축부산물의 배출량 예측에 관한 연구", 중앙대학교 석사학위논문, 1995.
2. 박홍태외, "구조물의 해체공법에 관한 연구(1)", 대한주택공사 주택연구소, 1988. 12.
3. 김태훈, "해체공사", 성도건설, 1995.
4. 유병익 역, "해체공법과 적산", 태림문화사, 1982.
5. 日本建築センター, "建築物の解体除去技術に関する調査研究", (財) 日本建築センター, 1982. 8.
6. British Standards Institution, "Code of Practice for Demolition", British Standards Institution, 1982.
7. Soc of Explosive Engineers, "Technical Information Demolition", Int. soc of Explosive Engineers, 1995.
8. The Concrete Society, "Demolition of special structures", 1995.
9. Cyril M. Harris, "Handbook of Noise Control", 2nd ed. Mcgraw-Hill, 1981.