

## 벽식 아파트의 주동 형태 및 규모에 따른 발파해체공법 분류

박 훈<sup>1)\*</sup>, 석철기<sup>2)</sup>

### Classification of Explosive Demolition Methods Based on the Building Type and Dimension of Wall-slab Apartment Building

Hoon Park, Chul-Gi Suk

**Abstract** According to increasing demands for a redevelopment of a wall-slab structure apartment, new explosive demolition methods, which are different from those for RC structure apartment, are requested. In this study, to provide basic design data on explosive demolition of wall-slab structure apartment, wall-slab structure apartments were classified according to building types and dimensions. Also adequate explosive demolition methods for wall-slab structure apartment are analyzed by using blasting pattern factors such as height(H), breadth(B) and length(L) of apartment.

**Key words** Explosive demolition, Wall-slab structure, Building type, Building dimension

**초 록** 벽식구조 아파트에 대한 재개발의 수요가 증가함에 따라 RC구조 아파트와는 다른 새로운 해체기술이 요구되고 있다. 본 연구에서는 벽식구조 아파트의 발파해체를 위한 기초적인 자료를 제공하기 위해 실시설계 도면을 토대로 벽식구조 아파트를 주동 형태 및 규모에 따라 분류하고, 아파트의 높이(H), 폭(B), 길이(L)의 발파 패턴 요소를 이용하여 벽식구조 아파트의 발파해체에 적합한 발파해체공법을 분석하였다.

**핵심어** 발파해체, 벽식구조, 주동 형태, 주동 규모

#### 1. 서 론

1960년대 마포아파트는 동일 주동을 반복 배치하고 주거지를 고층화하려는 최초의 단지식 아파트였다. 이후 국내에서는 아파트의 주동 형태 및 규모에 따른 단지식 아파트가 정착되었다. 대부분의 단지식 아파트는 동일한 주동의 반복 배치, 주거지의 고밀화 개발에 따른 주동의 고층화와 인동거리의 축소를 특징으로 한다.

1970년대 이후 주동을 남향으로 반복 배치하는 방식은 국내 아파트 단지의 보편적인 특징이다. 이러한

일자배치는 아파트의 주동의 형태를 일반화시켰으며, 최근에는 격자배치 방식이 일반화되어 가는 추세이다. 인동거리의 규제는 건축물의 높이제한 규정에 의거하는 것으로 고밀화 개발에 따른 인동거리의 축소가 지속적으로 이루어져 왔다(대한주택공사, 1989b).

1980년대 초기에는 기둥과 보의 단면으로 인해 공간점유율이 크고 사용 철근량도 많은 RC구조 대신 벽식구조를 개발하였다. 벽식구조는 단일천정으로 시공하여 층고를 낮출 수 있어 공사비 절감에 따른 경제성을 향상시켰고, 유로폼(euro form) 사용을 가능케 하여 시공성을 향상시켰다. 또한 기둥이나 보의 돌출이 없어 주거실내공간의 미관개선 및 공간 활용성 증대의 효과가 높았다.

1980년대 중기에는 일자형태의 주동에서 90도, 135도, 225도 절곡형과 U형, 쌍Y형, Z형, 혼합형 등 다양한 형태의 주동을 개발하여 토지이용률을 제고하였으

<sup>1)</sup> 전북대학교 겸임교수

<sup>2)</sup> (주)코리아카코 대표이사

\* 교신저자 : hujin@jbnu.ac.kr

접수일 : 2009년 12월 2일

심사 완료일 : 2009년 12월 7일

게재 승인일 : 2009년 12월 16일

며, 주동전면길이와 깊이와의 비를 크게 하여 인동거리를 짧게 함으로써 용적률을 제고시켰다.

1980년대 후기에는 벽식구조를 모든 아파트에 확대 적용하였고, 1988년 7월부터 6층 이상 아파트 설계시 내진설계를 적용토록 의무화됨에 따라 장변방향의 콘크리트 벽체가 증가하고 철근배근량이 보강되어 공사비가 3% 정도 상승하게 되었다. 이에 따라 내진설계로 인한 공사비 상승분을 흡수할 수 있도록 구조해석 방법 및 전산프로그램을 개발, 적용하였으며 고층아파트의 콘크리트 강도를 종전의 각 층 동일기준에서 5층 이하는  $210\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 6층 이상은  $180\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 구분하여 적용하였다(대한주택공사 주택연구소, 1995).

국내 벽식 아파트 설계에서 내력벽 간격은 3.6~3.9m 내외로 전체적인 강성이 균등하게 분포되도록 내력벽을 2방향으로 균등하게 배치하였고, 설비개구부 등에 의한 슬래브 및 벽체 결손의 영향을 최소화 하도록 하였다. 또한 비정형 구조는 일체형으로 설계하되 연결부위는 응력집중효과를 고려하여 강성을 증대시켰다(대한주택공사, 1987b).

최근에는 주거지 고밀화 및 주거환경개선에 따른 아파트 단지의 재개발 및 리모델링의 수요가 증가하고 있으며, 기존의 RC구조에 대한 아파트 해체는 기계식 해체가 주를 이루었고, 일부 중층아파트에 대해 발파해체공법이 적용되었다(이천식 외, 2001). 또한 벽식구조로 구성된 아파트 단지에 대한 재개발의 수요가 증가될 것으로 예측되면서 기존의 RC구조에 대한 아파트 해체와는 다른 새로운 해체 기술이 요구되고 있다. 특히 벽식 고층아파트의 경우 기계식 해체를 위한 사전준비작업 및 해체과정에서의 구조적 불안정성, 환경위해요소의 발생이 크게 증가하기 때문에 환경위해요소를 최소화하며 경제적이고 안전한 발파해체에 대한 연구가 요구되고 있다.

본 연구에서는 주택표준설계도서 중 벽식구조 고층아파트의 설계가 수록된 1984년부터 1989년(1985년 제외, 주택표준설계도서에는 분류되어 있지만 세부설계도면이 수록되지 않은 도면 2개 제외)까지의 실시설계도면 189개를 주동 형태에 따라 9가지(I형, L형, 엇갈린형, T형, 코너형, F형, Y형, Z형, U형) 형태로 분류하였으며, 규모에 따라 3가지(중층, 고층, 초고층)으로 분류하였다. 또한 아파트의 높이(H), 폭(B), 길이(L)를 발파패턴 설계요소로 설정하여 주동 형태 및

규모에 따라 적용 가능한 발파패턴을 분석하였다.

## 2. 주동 형태 및 규모에 따른 분류

본 연구에서는 189개의 아파트 실시설계도면을 주동 형태 및 규모에 따라 분류하였다. 주동 형태로는 I형, L형, 엇갈린형, T형, 코너형, F형, Y형, Z형, U형으로 분류하였으며, 여기서 주동이란 기능상 일체로 간주할 수 있는 동단위의 건축물을 말한다. 또한 중층, 고층, 초고층의 3가지 규모로 분류하였으며, 중층은 층수가 4~6층인 아파트, 고층은 7~15층인 아파트, 초고층은 16층 이상 아파트이다. 그림 1은 아파트의 주동 형태를 나타낸 것이며, 그림 2는 아파트의 규모를 나타낸 것이다.

그림 3은 연도별 규모에 따른 실시설계도면의 수를 나타낸 것이다. 초기에는 중층 아파트의 설계도면수가 가장 많았으나 이후 감소하였으며, 고층 아파트의 경우에는 중층 아파트와 비교하여 꾸준히 증가하는 경향을 보였다. 이것은 국내 아파트가 고층화되는 과도기로 규제완화 및 거주자의 선호도 변화에 따른 영향으로 고층 아파트의 수요가 증가했기 때문이다.

아파트 규모에 따른 주동 형태는 그림 4와 같다. 중층 아파트의 경우 일자형 단지배치가 용이한 I형, L형, F형으로 설계되어 있으며, 고층의 경우는 F형을 제외한 모든 주동 형태로 설계되어 있어 단지배치를 다양하게 할 수 있고, 초고층 아파트는 T형, C형으로 설계되어 있다.

## 3. 발파패턴 설계요소 비교

다양한 주동 형태 및 규모에 따른 발파패턴을 설정하기 위해 아파트의 높이(H), 폭(B), 길이(L)를 설계요소로 설정하여 이들의 상호관계를 비교하였다. 그림 5는 아파트의 규모에 따른 높이 대 폭의 비(H/B)와 길이 대 폭과의 비(L/B)를 비교한 것이고, 그림 6은 아파트의 주동 형태에 따른 높이 대 폭의 비(H/B)와 길이 대 폭과의 비(L/B)를 비교한 것이다. 각각의 규모에 따라 중층 아파트는 식 (1), 고층 아파트는 식 (2), 초고층 아파트는 식 (3)과 같은 상관관계를 가지고 있으며, 이것은 주택표준설계도서에 제시된 189개의 실시설계도면이 벽식구조의 구조설계 특성상 일정

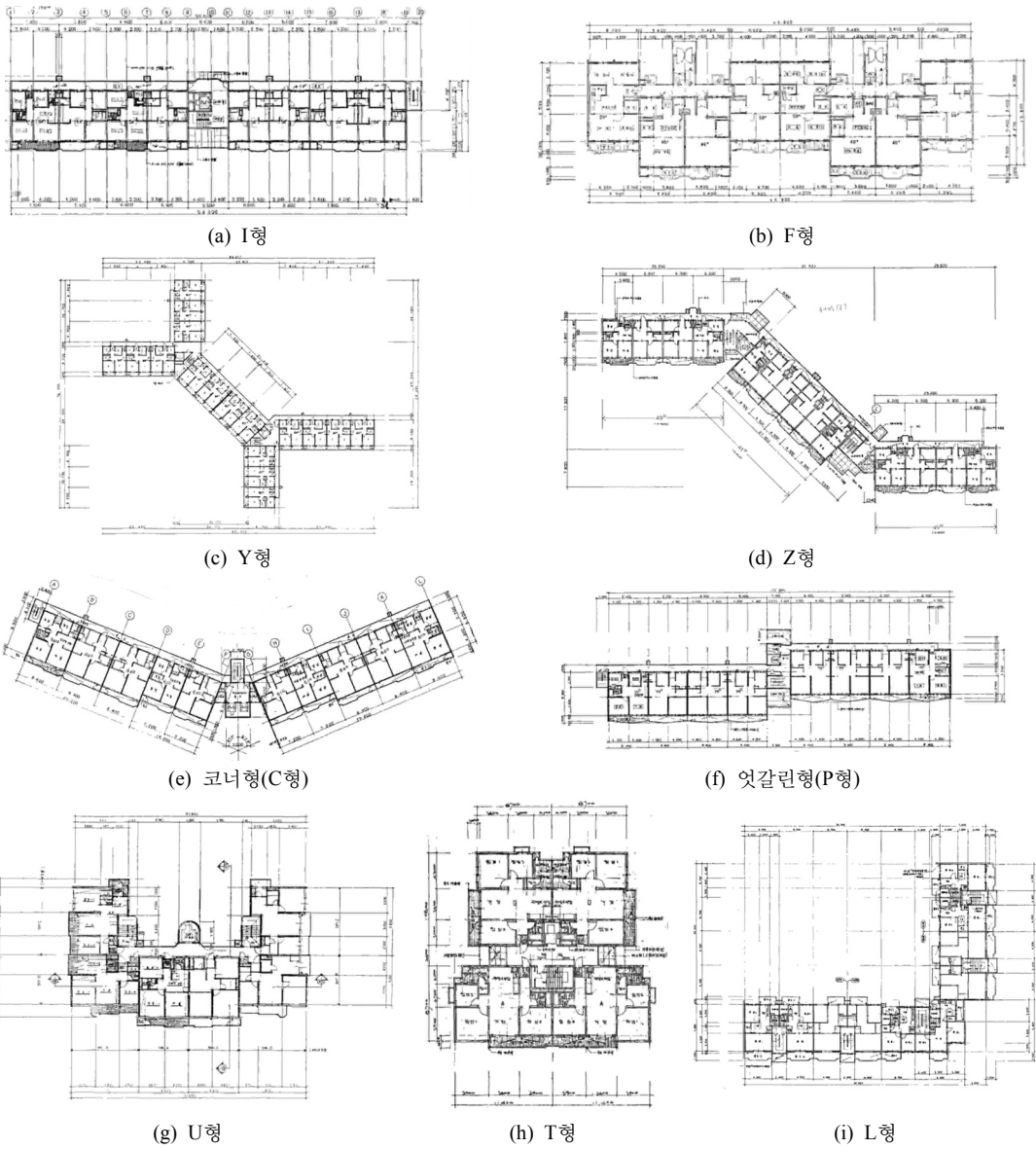


그림 1. 주동 형태에 따른 아파트 분류.

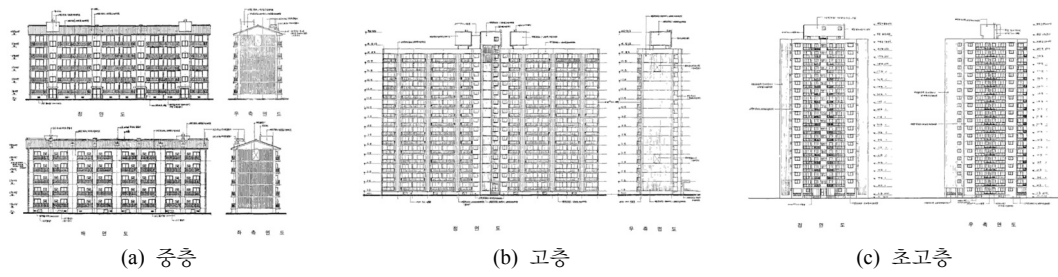


그림 2. 규모에 따른 아파트 분류.

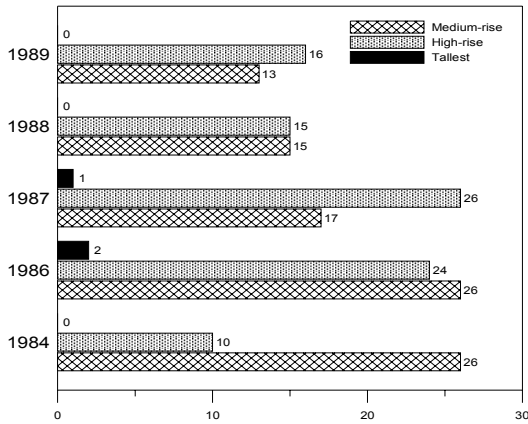


그림 3. 아파트 규모에 따른 연도별 실시설계도면수.

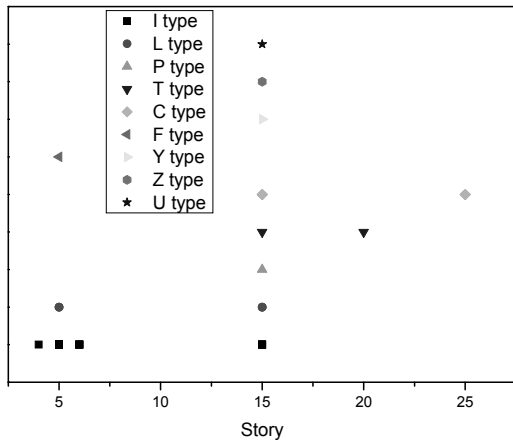


그림 4. 층수에 따른 주동 형태.

한 구조설계기준으로 설계된 결과로 판단된다.

길이가 긴 일자형 단지배치에 주로 사용되는 I형과 P형은 규모에 관계없이 길이 대 폭의 비(L/B)가 대부분 4 이상으로 분포되어 있으며, 코너형인 C형은 2에서 4의 범위 내에 분포되어 있다.

$$B/H=0.258+0.225(L/B) \quad (1)$$

$$R=0.924, SD=0.249$$

$$B/H=0.639+0.530(L/B) \quad (2)$$

$$R=0.880, SD=0.697$$

$$B/H=1.370+0.506(L/B) \quad (3)$$

$$R=0.999, SD=0.034$$

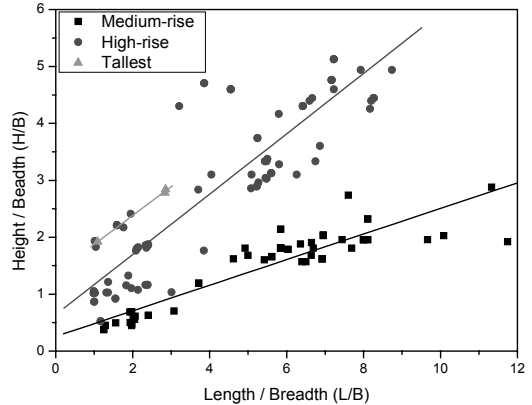


그림 5. 아파트의 규모에 따른 높이/폭과 길이/폭과의 관계.

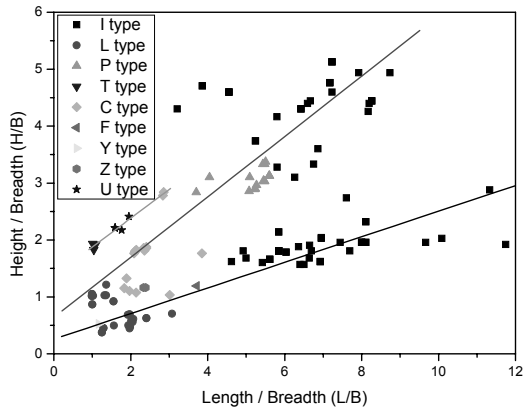


그림 6. 아파트의 주동 형태에 따른 높이/폭과 길이/폭과의 관계.

여기서, R은 상관계수, SD는 표준편차를 나타낸다.

그림 7과 그림 8은 각각 아파트의 높이 대 폭과 높이 대 길이의 비를 규모 및 주동 형태로 나타낸 것이다. 중층 아파트는 높이 대 폭의 비가 3 이하이고, 높이 대 길이의 비는 0.4 이하의 범위 내에 분포하고 있으며, 고층 아파트의 경우는 높이 대 길이의 비가 0.4 이상이다. 또한 중층, 고층, 초고층 아파트 모두 높이 대 폭의 비(H/B)와 높이 대 길이의 비(H/L)의 기울기가 1 이상의 범위에 분포되어 있다. 주동 형태에 따른 비교에서 높이 대 길이의 비(H/L)가 0.4에서 1.0 사이이고, 높이 대 폭의 비(H/B)가 3.0 이하인 범위 내에 분포하는 주동 형태는 주로 L형, C형, Y형, Z형으로 실시설계되면 분석시 길이 및 폭은 외벽사이의 최대 길이 및 최대 폭으로 산정하였다. 따라서 외벽사이의

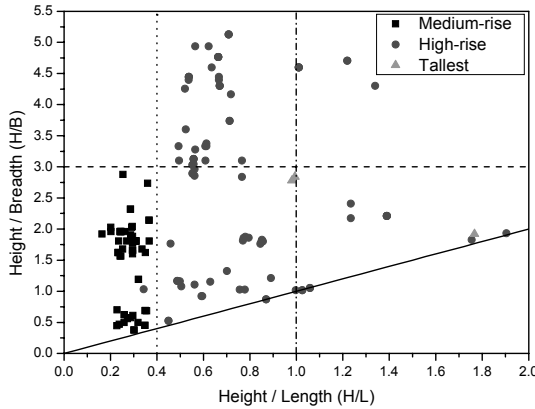


그림 7. 아파트의 규모에 따른 높이/폭과 높이/길이와의 관계.

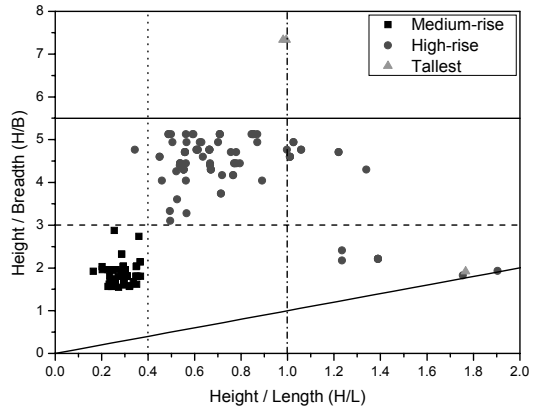


그림 9. 아파트의 규모에 따른 수정된 높이/폭과 높이/길이와의 관계.

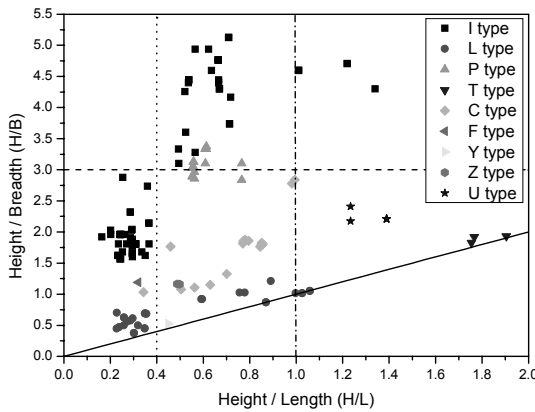


그림 8. 아파트의 주동 형태에 따른 높이/폭과 높이/길이와의 관계.

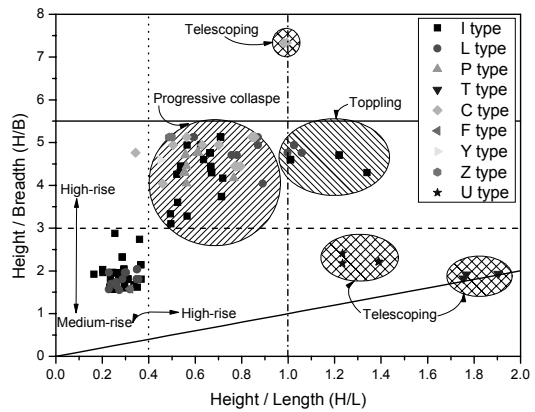


그림 10. 아파트의 주동 형태에 따른 수정된 높이/폭과 높이/길이와의 관계.

최대 폭을 아파트 벽체의 최대 폭으로 수정하여 산정하면 그림 9, 그림 10과 같다. 중층 아파트의 경우 높이 대 폭의 비(H/B)가 3 이하이고, 높이 대 길이의 비(H/L)가 0.4 이하의 범위 내에서 분포하는 특성이 있다. 또한 고층 아파트의 경우는 높이 대 폭의 비(H/B)가 3에서 5.5 사이이고, 높이 대 길이의 비(H/L)가 0.4에서 1.0 이하의 범위 내에서 주로 분포하고 있다. 높이 대 폭의 비(H/B)가 가장 큰 아파트는 초고층 아파트로 C형이고, 높이 대 길이의 비(H/L)가 가장 큰 아파트는 고층 아파트로 T형이다. 또한 T형의 경우는 높이 대 폭의 비(H/B)와 높이 대 길이의 비(H/L)의 기울기가 1인 직선에 분포하는 특성이 있다.

고층 아파트의 주동 형태에 따른 높이 대 폭의 비(H/B)와 높이 대 길이의 비(H/L)를 고려하면, 주동 형

태에 따라 적용 가능한 발파패턴을 선정할 수 있다. 표 1은 발파해체공법의 종류 및 특징을 나타낸 것이다. 점진붕괴공법이 적용 가능한 주동 형태는 I형, L형, P형, C형, Y형, Z형이고, 상부붕락공법이 적합한 주동 형태는 I형, L형이다. 또한 단축붕괴공법은 C형, T형, U형의 주동 형태가 적합한 것으로 판단된다. 주동에 포함된 주전단벽체는 하나의 발파블록을 형성할 수 있으며, 따라서 길이 방향의 주전단벽체의 수에 따라 점진붕괴공법 및 내파공법의 적용이 유리한 주동을 선정할 수 있다.

그림 11은 주동 형태에 따른 주전단벽체의 수를 분석한 것으로서 주전단벽체의 수가 증가할수록 점진붕괴공법 및 내파공법의 적용이 적합할 것으로 판단된다. 그림 10에서 점진붕괴공법이 적용 가능한 I형, L

표 1. 발파해체공법의 종류 및 특징

종 류	특 징
전도공법 (Felling)	·기술적으로 가장 간단한 공법 ·전도방향으로의 충분한 공간 확보 필요 ·전도방향의 조절로 계획된 공간으로 붕락시킴 ·구조물의 하부에 썬기를 형성하여 힌지 포인트를 만듦 ·정확한 전도방향을 얻기 위해서 일정 구조부위를 사전취약화 시킴
상부붕락공법 (Toppling)	·일반적으로 2~3열의 기둥을 가진 건물을 한쪽 방향으로 전도시키는 공법 ·전도와 붕괴가 동시에 발생 ·단방향 또는 양방향으로 여유 공간이 있을 경우 적용
단축붕괴공법 (Telescoping)	·구조물이 위치한 제자리에 그대로 붕락되도록 하는 공법 ·주변의 여유 공간이 없을 경우 적용 ·초기의 붕괴 운동량이 계속적인 붕괴를 유도하며 구조물 하부에 파쇄물이 쌓이므로 그 자체가 충격흡수체의 역할을 하여 진동제어 가능
내파공법 (Implosion)	·구조물의 내부에만 화약을 장전하여 기폭시키므로 붕락시 외벽을 중심으로 끌어 당길 수 있도록 유도하는 공법 ·주변의 여유 공간을 최소화 할 수 있음 ·계약된 공간, 특히 도심지에서 사용됨
점진붕괴공법 (Progressive collapse)	·기술적으로 내파공법과 근접되어 있는 공법으로서 선형적으로 붕괴가 진행되도록 하는 공법 ·아파트와 같이 길이가 긴 구조물에 적용

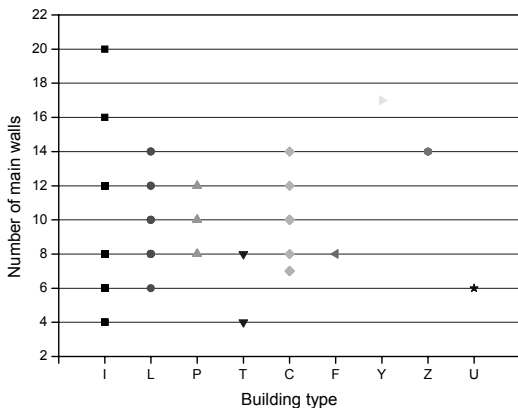


그림 11. 주동 형태에 따른 주전단벽체의 수.

형, P형, C형, Y형, Z형의 주동은 주전단벽체의 수가 10 이상일 때 가장 적합할 것으로 판단된다. 따라서 벽식구조 아파트의 주동 형태 및 규모에 따른 대표적인 발파패턴은 표 2와 같이 분류될 수 있다. 그림 12는 I형 고층 아파트를 대표적인 발파패턴인 점진붕괴공법과 내파공법으로 모사한 결과를 나타낸다(석철기, 2009).

표 2. 주동 형태 및 규모에 따른 발파패턴

발파패턴	주동 형태	규모
점진붕괴	I형, L형, P형, C형, Y형, Z형, F형	중층, 고층
상부붕락	I형, L형	고층
단축붕괴	C형, T형, U형	고층, 초고층

#### 4. 결 론

본 연구에서는 벽식구조 아파트의 실시설계도면을 분석하여 주동 형태 및 규모에 따라 분류하였으며, 아파트의 높이(H), 폭(B), 길이(L)를 설계요소로 설정하여 주동 형태 및 규모에 따라 적용 가능한 발파패턴을 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 규모에 따른 높이 대 폭의 비(H/B)와 길이 대 폭과의 비(L/B)를 비교한 결과 각각의 규모에 따라 일정한 상관관계를 갖고 있으며, 이것은 국내 벽식구조의 아파트 구조상 일정한 구조설계기준으로 설계한 결과로 판단된다.
- 2) 높이 대 폭의 비(H/B)를 비교한 결과 중층 아파트는 3 이하이고, 고층 아파트는 3~3.5사이에 분포

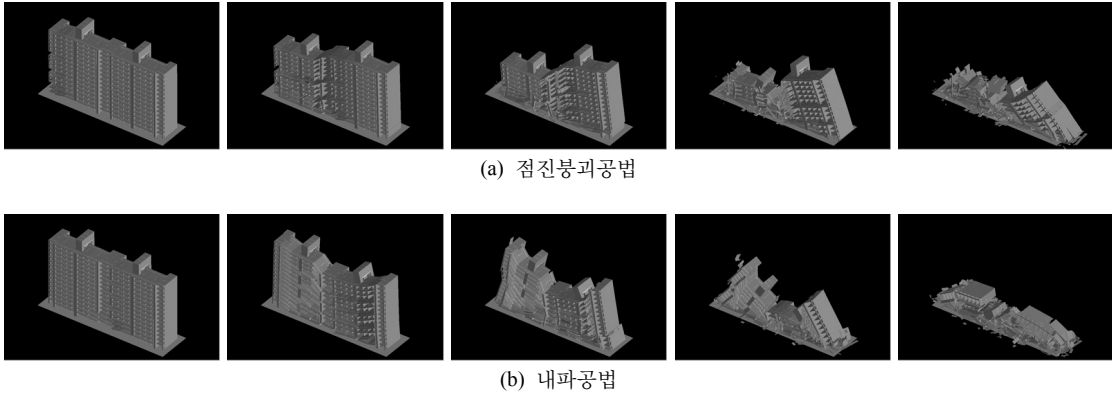


그림 12. I형 고층 아파트의 발파해체 모사(석철기, 2009).

하였다. 또한 높이 대 길이의 비(H/L)의 경우 중층 아파트는 0.4 이하의 범위 내에서 분포하였으며, 고층 아파트는 0.4~1.0 사이의 범위 내에서 주로 분포하는 특성이 있었다. 높이 대 폭의 비(H/B)가 가장 큰 경우는 초고층 아파트이며 주동 형태는 C형이었고, 높이 대 길이의 비(H/L)가 가장 큰 경우는 고층 아파트로 주동 형태는 T형이었다.

- 3) 점진붕괴공법에 적합한 주동 형태는 I형, L형, P형, C형, Y형, Z형, F형이며, 중층 및 고층 아파트에 적용 가능하며, 주전단벽체의 수가 10 이상일 때 용이하다. 상부붕괴공법이 적합한 주동 형태로는 I형과 L형이 있으며, 고층 아파트에 적용 가능하고, 단층붕괴공법의 경우는 C형, T형, U형의 주동 형태에 적합하며, 고층 및 초고층 아파트에 적용 가능한 발파패턴이다.

**감사의 글**

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 첨단도시개발사업(06건설핵심 B04)

의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

**참고문헌**

1. 대한주택공사, 1984, '84 주택의 기본계획 및 설계, 대한주택공사, pp. 3-218.
2. 대한주택공사, 1986, '86 주택의 계획 및 설계(아파트), 대한주택공사, pp. 3-384.
3. 대한주택공사, 1987a, '87 주택의 계획 및 설계(아파트), 대한주택공사, pp. 3-356.
4. 대한주택공사, 1987b, 구조설계실무, 대한주택공사 건축부, pp. 7-11.
5. 대한주택공사, 1988, '88 주택의 계획 및 설계, 대한주택공사, pp. 7-223.
6. 대한주택공사, 1989a, '89 주택 계획 및 설계, 대한주택공사, pp. 7-217.
7. 대한주택공사, 1989b, 단지계획 기술지침, pp. 42, 51-59.
8. 대한주택공사 주택연구소, 1995, 공동주택 생산기술의 발전에 관한 연구, 대한주택공사, pp. 97-98, pp. 111-112.
9. 이천식, 이윤재, 김형섭, 2001, 성남 하대원 주공 아파트 및 화정 지하구조물 발파해체 사례분석, 화약발파, 대한화약발파공학회지, Vol. 19, No. 3, pp. 75-89.
10. 昔哲基, 2009, 韓國의 構造物發破解體施工事例と 今後の計劃, 2009年度年會 講演要旨集, pp. 100-101.



**박 훈**  
전북대학교 겸임교수

Tel : 063) 270-2358  
E-mail : hujin@jbnu.ac.kr



**석철기**  
(주) 코리아 카코 대표

Tel : 02) 834-4590  
E-mail : kacoh@hanmail.net