

## RC 라멘조 발파해체 적용사례와 기술 · 경제적 성과분석 -대전 중앙데파트 발파해체사례를 중심으로-

정민수<sup>1)</sup>, 송영석<sup>1)\*</sup>, 박윤석<sup>1)</sup>, 허의행<sup>1)</sup>

### A Case Study of RC Rahmen Structure Explosives Demolition (Focusing Demolition at Chungang Department in Daejeon City)

Min-Su Jung, Young-Suk Song, Yun-Seok Park and Eui-Haeng Heo

**Abstract** Domestic explosive demolition techniques have been developed and applied for low-rise structures up to now. However, the demand for the development of those techniques that can be applied economically, safely and environment-friendly rapidly increases because the old high-rise RC rahmen structures that were built since around 1970s are now required to rebuild. As a result, element technologies of explosive demolition for low-rise structures were applied to take advantage of technology in high-rise structures that performed application testing at Chungang Department demolition field in Daejeon city. It could judge elements technology establishment for high-rise structure demolition and field application and suggest the improvements when the problems occurred to develop High-rise building demolition techniques for method of protection a field test and the dust reduction test. The water cannon test was applied to reduce the dust site and the drilling tests are performed to select the best components for explosives demolition elements techniques of the reliability. This paper shows that we have the ability to remove a high-rise building using environmentally friendly safe and economical explosives demolition method. It would contribute to prevent a foreign company from entering the domestic market and should contribute to acquire competitiveness of domestic demolition industry.

**Key words** Demolition techniques, RC rahmen structure, Protection methods, Dust reduction, Drilling method, Environmentally friendly demolition method

**초 록** 국내 발파해체기술은 저층위주로 개발, 적용되어 왔으며 1970년대 이후 건축된 고층 RC 라멘조의 내구연한으로 재건축이 필연적으로 예상돼 경제적이고 안전하며 친환경적인 발파해체기술의 개발이 요구되었다. 이에 따라 저층구조물에 적용되었던 발파해체 요소기술을 고층구조물에서 활용할 수 있도록 적용시험을 수행하였다. 고층구조물 발파해체를 위한 요소기술의 정립과 현장 적용성 여부를 판단하고, 문제점 발생 시 개선방안을 제안해 고층건물에 대한 발파해체 기술을 개발하고자 대전 중앙데파트 발파해체현장에서 방호방법의 현장검증시험과 분진저감을 위한 물대포 현장 적용시험 및 최적천공방법 선정을 위한 요소시험을 수행해 발파해체 요소기술의 신뢰성 확보와 적용성을 확인하였다. 본 논문은 고층건물 철거 시 친환경적이고 안전하며 경제적인 발파해체 공법을 국내 기술로 시공할 수 있는 능력을 알려 외국 철거업체의 국내 철거시장진입을 방지하고 국내 해체산업의 경쟁력 제고에 이바지하고자 한다.

**핵심어** 발파해체기술, RC 라멘조, 방호방법, 분진저감, 천공방법, 친환경 발파해체공법

<sup>1)</sup> (주)한화 개발사업팀

\* 교신저자 : gaia1030@hanwha.co.kr

접수일 : 2010년 12월 15일

심사 완료일 : 2010년 12월 26일

게재 승인일 : 2010년 12월 28일

## 1. 서 론

산업의 발달과 더불어 인구 밀집도가 높은 주거, 업무용 공간이 더욱 필요하게 되었으며, 고도화된 구조물은 용도변경, 사용연한 등의 이유로 해체공사를 해야 한다. 현재 구조물 해체산업은 저밀도 및 고밀도 아파트의 재건축이 활발해짐에 따라 해체기술의 발전도 요구되고 있다. 최근 기계식 철거공법 적용 시 그림 1과 같이 크고, 작은 붕괴사고로 인한 인명피해가 발생된 사례가 있듯이, 중 고층 구조물 철거공법 선정 시 공기와 공사비뿐만 아니라 안전적인 측면에서도 대안철거공법이 검토되어야 한다. 해외 선진국에서는 중 고층 구조물 철거 시 기계식 해체공법의 적용한계로 구조물 자중에 의해 붕괴되는 발파해체공법이 대안으로 적용되고 있으며, 국내에서도 1988년도 도입된 구조물 발파해체공법 기술력을 기반으로 중 고층 구조물을 대상으로 안전하고 경제적이며, 소형장비 사용으로 탄소발생률을 저감할 수 있는 친환경적인 발파해체공법이 확대되고 있는 실정이다. 따라서 본 원고에서는 그간에 개발되어온 발파해체기술을 소개하고, 국내 도심지에서 안전하게 수행된 대전 중앙데파트 발파해체 적용사례(민형동 외, 2009)를 중심으로 발파해체공법의 기술적 성과와 경제적인 성과를 기술하고자 한다.

## 2. 발파해체공법의 특징

### 2.1 발파해체에 의한 붕괴 메커니즘

발파해체 공법은 구조물의 주요 지지점인 기둥이나

내력벽과 같은 구조부재에 폭약의 폭발력을 이용해 파괴함으로써 구조물의 안정성을 와해시키거나, 구조물의 강성을 저하시켜 짧은 시간에 구조물을 붕괴 해체시키는 공법이다. 철근 콘크리트 구조물은 강성과 연성이 크고 동적거동에 있어서 하중재분배가 비교적 용이하지만, 중량이 크기 때문에 외적 또는 내적 불안정 요소에 의해 쉽게 변형되고 취성파괴의 특성을 가지고 있다. 특히 국부적인 불안정성에 대단히 취약하여 구조물의 일부가 붕괴되었을 경우 하중 및 모멘트의 재분배 과정을 거치면서 내력이 작은 곳부터 파괴가 시작하여 연쇄적으로 인접부재가 파괴되는 도미노 현상을 초래하여 구조물 전체가 짧은 시간에 붕괴된다. 따라서 콘크리트 구조물에 붕괴한 특성과 폭약의 순간적인 파괴력을 응용하여 구조물을 붕괴 해체시킬 수 있으며, 화약 폭발에 의해 구조물의 안정성을 제거한 후, 구조물을 효과적으로 분해하기 위해서는 중력 하 붕락, 낙하 중 파괴, 지상충돌로 분쇄되도록 해야 한다. 붕괴와 붕락 메커니즘은 초기 불안정화, 붕락 및 회전, 이동 시 분해, 붕괴 및 퇴적의 과정을 거친다.

- 초기 불안정화 단계 : 화약의 폭발로 주요 부재의 강성이 제거되어, 연결부의 저항 모멘트보다 중력 모멘트가 클 때 형성됨
- 붕락 및 회전 단계 : 발파로 파괴된 모든 지지부는 순차적으로 소성 연결부 주위로 회전하고, 뒤쪽 지지기둥(힌지부) 끝을 중심으로 구조물 상부는 회전하게 됨.
- 이동 및 분해 단계 : 붕락과 회전단계에서 구조물이 가지고 있던 위치에너지가 운동에너지로 변화



그림 1. 나산 백화점 붕괴사고 사진(2008.10.31).

되면서 파쇄된 구조물 상호간 충돌을 일으켜 분해를 일으킨.

- 붕괴 및 퇴적 단계 : 최종적으로 이동 및 분해되는 과정의 구조물이 최종적으로 지면과 충돌하고, 붕괴와 퇴적이 형성됨.






### 2.2 발파해체공법 종류 및 특징

발파해체 공법은 전도공법, 상부붕락공법, 단축붕괴공법, 내파공법, 점진붕괴로 분류할 수 있으며 각 세부 공법종류별 특징은 표 1과 같다.

### 2.3 발파해체주요 공정

발파해체공법을 적용하기 위해 그림 2와 같은 발파해체 순서도에 의하여 이루어진다. 구조물의 종류에 따라 발파해체 순서도는 변화는 될 수 있으며, 크게 3단계로 구분된다. 첫 번째는 설계 단계로 구조물 현황 및 주변조사 및 발파해체 시공설계가 이루어지고, 두 번째는 세부 시행단계로 사전파쇄와 발파해체를 위한 천공, 방호 및 시험발파이고, 마지막으로 발파를 위한 준비로 장전 전색, 기폭, 통제 및 경계로 이루어진다.

표 1. 발파해체 공법별 특징

종 류	특 징	발파해체 종류별 사진
전도 (felling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술적으로 가장 간단한 공법.</li> <li>• 전도방향으로의 충분한 공간 확보 필요.</li> <li>• 전도방향의 조절로 계획된 공간으로 붕락시킴.</li> <li>• 구조물의 하부에 썰기를 형성하여 힌지 포인트를 만든.</li> <li>• 정확한 전도방향을 얻기 위해서 일정 구조부위를 사전 취약화 시키기도 함.</li> </ul>	
상부붕락 (toppling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반적으로 2~3열의 기둥을 가진 건물을 한쪽 방향으로 전도시키는 공법.</li> <li>• 전도와 붕괴가 동시에 발생.</li> <li>• 단방향 또는 양방향으로 여유 공간이 있을 경우 적용.</li> </ul>	
단축붕괴 (telescoping)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구조물이 위치한 제자리에 그대로 붕락 되도록 하는 공법.</li> <li>• 주변의 여유 공간이 없을 경우 적용.</li> <li>• 초기의 붕괴 운동량이 계속적인 붕괴를 유도하며 구조물 하부에 파쇄물이 쌓이므로 그 자체가 충격흡수제의 역할을 하여 진동제어 가능.</li> </ul>	
내파 (implosion)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구조물의 내부에만 화약을 장전하여 기폭 시킴으로 붕락 시 외벽을 중심부로 끌어당길 수 있도록 유도하는 공법으로 주변의 여유 공간을 최소화 할 수 있음.</li> <li>• 제약된 공간 특히 도심지에서 사용됨.</li> </ul>	
점진붕괴 (progressive Collapse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술적으로 내파공법(implosion)과 근접되어 있는 공법으로서 중심방향으로 붕괴가 이루어지는 내파공법에 비해 이 공법은 선형적으로 붕괴가 진행됨.</li> <li>• 아파트와 같이 길이가 긴 구조물에 적용.</li> </ul>	

**천공(drilling)**

발파대상 구조부재에 폭약을 장전하기 위하여 드릴을 사용하여 구멍을 뚫어 화약이 들어 갈 수 있는 공간을 만들어야 한다. 이 공간을 만드는 작업을 천공이

라 한다. 천공은 주 발파대상 구조부재인 기둥, 전단벽 등을 주 대상으로 한다.

**방호(Protection)**

방호는 화약의 폭발 시 분출하는 가스의 팽창압에 의해 비산되는 콘크리트 파편 혹은 기타물질을 제어함과 동시에 분진을 제어하는 기능을 가지고 있다. 방호 방법은 직접방호와 간접방호로 구분된다. 직접방호(direct protection)는 주로 화약류가 직접 장전되는 대상물이 되며, 직접방호는 서로 다른 재료를 사용하여 2중이상의 방호가 된다. 간접방호(indirect protection)의 대상은 화약 직접 장전하지 않는 부위를 대상으로 방호하는 것으로, 직접방호에서 빠져 나올 수 있는 작은 파편과 분진을 제어한다.

**장전(charging)**

콘크리트 구조물의 경우는 4개의 자유면이 있고 저항선이 짧기 때문에 장전밀도가 크고 파쇄력이 우수한 MegaMITE(다이내마이트 계열)를 사용한다. 또한 사용 뇌관은 시차를 나눌 수 있는 전기뇌관 및 비전기 뇌관 등을 사용한다.

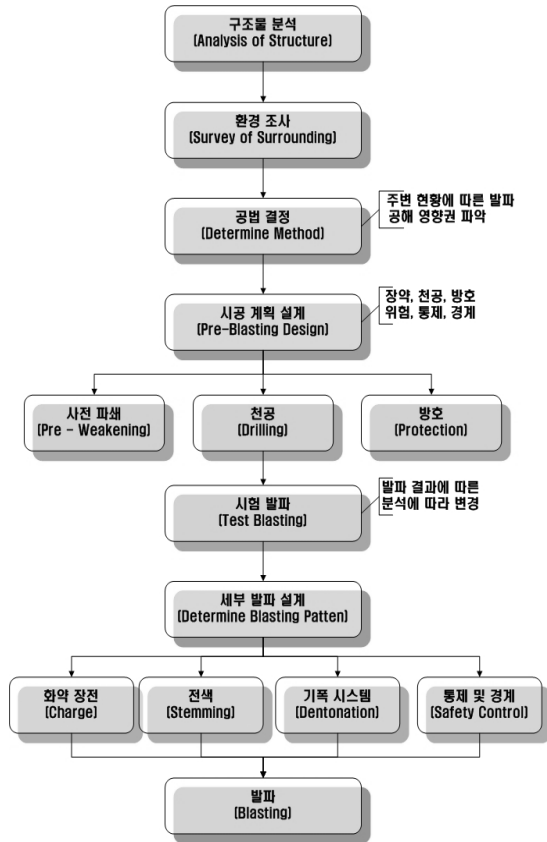


그림 2. 발파해체 공정 순서도.

**3. 실규모 발파해체 적용 사례**

**3.1 개요**

2008년 10월 대전시 중구 중동에 위치한 중앙데파트는 35년 전 대전천 상부에 복개 구조물에 건축된 구조물로 생태하천 복원사업의 일환으로 철거하기 위해 경제적이고, 공사기간이 빠르고, 생태하천 복원사



그림 3. 중앙데파트 위치도 및 건물사진(민형동 외, 2009).

업에 대한 홍보를 최대화 할 수 있는 발파해체공법을 적용하였다. 발파해체 대상구조물인 중앙 데파트는 그림 3과 같이 대전천을 복개한 후 그 위에 5층 구조물로 건축을 하였다가 다시 지상 8층으로 증축되었다. 건축물의 높이는 복개층을 포함하여 41.6m이고, 연면적은 18,351m<sup>2</sup> 이다.

**3.2 구조물 현황**

대상구조물은 기둥과 보, 슬래브, 벽체로 되어 있는 전형적인 RC 라멘 구조물이며, 그림 4와 같이 길이 96m, 폭 28m의 장방형 구조체이고 ⑨번 기둥에서 신축이음(expansion joint)으로 연결되어 있다. 기둥의 단면은 상부로 갈수록 점차 작아지며, 최대 기둥 단면은 복개층의 1100×900mm이고, 최소 기둥 단면은 8층의 550×550mm이다. 내부에는 주 계단과 보조 계

단이 있으며, 엘리베이터 2개소에 설치되어 있고, 구조물 후면 외벽에는 5층까지 올라갈 수 있는 계단이 있다. 또한 6층의 사우나 설비를 지지하기 위하여 5층 일부 기둥을 철골(H-빔)로 교체, 보강되어 있고, 또한 상부 가로보와 세로보는 철판과 철골(H-빔)로 보강하여 상부 하중을 지지하도록 하였다.

**3.3 주변 현황**

중앙데파트 주변현황은 그림 5와 같이 0.25m 이격 거리에 목척교와 은중교가 신축이음으로 연결되어 있고, 2006년에 개통된 대전 지하철 1호선 터널이 목척교 하부 18m 깊이에 위치하고 있다. 또한 15m 거리에 지하상가, 구조물의 후면에는 20m 거리에 상가들이 밀집되어 있다. 그 이외에 구조물과 신축이음으로 연결된 목척교 상판 밑에 KT 광케이블이 있으며, 은

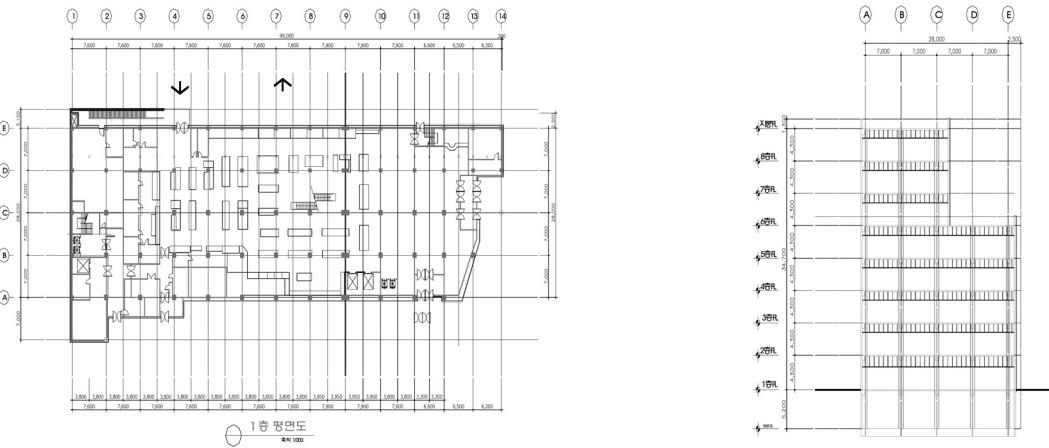


그림 4. 중앙데파트 평면도 및 입면도(민형동 외, 2009).

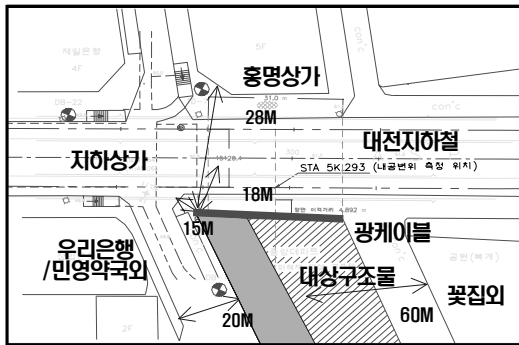


그림 5. 중앙데파트 주변현황(민형동 외, 2009).

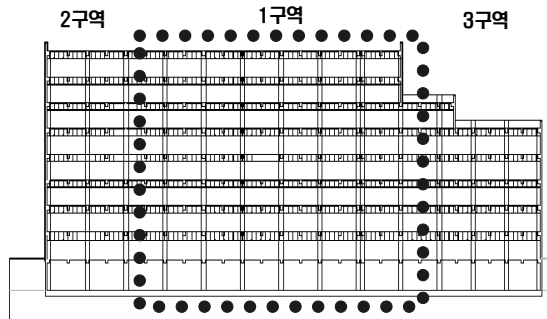


그림 6. 발파구역 선정(민형동 외, 2009).

중교 상판 밑으로도 전선케이블이 통과하고 있다.

### 3.4 현황여건을 고려한 발파해체 시공 계획

#### 발파구역 선정 및 초시계획

대상구조물을 내파공법으로 붕괴를 유도하기 위해 발파구역은 1, 2, 3구역으로 구분하였으며, 2구역과 3구역이 1 구역 내부로 붕괴될 때 중횡비(높이/폭)를 크게 하여 구조강성을 적게 받을 수 있도록 그림 6과 같이 선정하였다. 또한 구조물의 중앙부인 1구역의 초시계획은 발파층간 초시를 100ms, 기둥 간 초시를 40ms로 하여 거의 동시에 붕락되도록 하였으며, 1구역 중 후열 기둥은 전열 기둥이 붕괴되면서 전면 방향으로 이동 되도록 하기 위하여 500ms의 지연초시를 선정하였다. 1구역과 2, 3구역 간 지연초시는 1구역 붕괴 후 2, 3구역이 구조물의 중앙 방향으로 붕괴되도록 유도하기 위하여 구역 간 지연초시를 1500ms 선정하였고, 입면초시는 1000ms로 선정하였다.

### 3.5 구조물 거동 결과

1구역은 짧은 지연초시로 회전 및 이동 모멘트보다 수직하중으로 인한 운동모멘트가 더 크게 발생되어 전면 방향으로 회전모멘트가 개시된 후 수직하중으로 인한 운동모멘트가 발생되어 구조물이 앞으로 이동 후 수직붕괴 거동 양상을 보였다. 2 및 3구역은 1구역 방향으로 이동되면서 붕괴되는 양상을 뚜렷하게 보였다(그림 7).

### 4. 환경보존인자 분석 결과

#### 4.1 방호 방법에 따른 비산 분석

방호의 주요 목적은 화약 폭발 시 발생하는 가스 팽창압에 의한 콘크리트 비산편으로 인한 예상치 못한 사고를 방지하는데 있다. 비산을 방지하기 위해 과도한 방호를 하게 되면 해체비용의 증가가 되고, 발파대상 부재의 저항이 커져 완벽한 파쇄가 일어나지 않아 발파실패의 원인이 될 수 있으므로(Hao, 2007) 발파

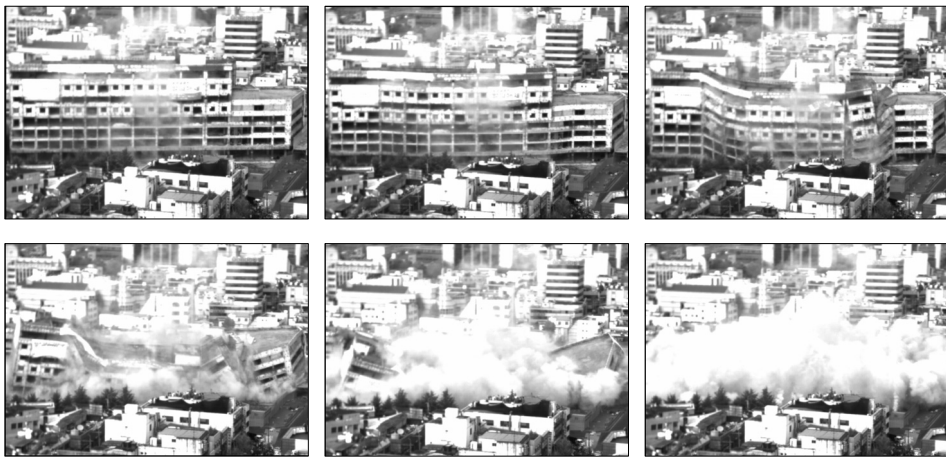


그림 7. 발파해체 거동 사진(민형동 외, 2009).

표 2. 내부 및 외곽 기둥의 비산예측 제원

구 분	내부 기둥	외곽기둥
기둥단면	700*700mm	700*700mm
저항선	350mm	233mm
장약량	100g	83.3g
경험상수 ( <i>k</i> )	0.41	0.29
방호재료	장섬유부직포 350g, 능형철망(#8)	장섬유부직포 350g, 능형철망(#8), 골합석(2mm)

대상부재에 적합한 방호재로 및 방법을 선정해야한다. 따라서 본 현장에서 발파대상부재와 주변현황을 고려해 이중의 방호재로 및 방법을 선정하고 그 결과의 신뢰성을 확인하였다. 중앙데파트를 발파해체공법으로 철거할 때 비산에 대한 피해가 우려되는 지역은 20m 이격된 후면 상가와 방호막이 없는 전면이다. 또한 내부 기둥 간 간격은 7m이고 외부 기둥은 부지경계면과 3m 이격되어 허용 비산거리는 안전율을 고려해 3m로 선정하였다. 비산거리 예측식은 방호재별 경험상수가 반영된 식 (1)을 사용하였고(국토해양부, 2007) 표 2와 같은 제원으로 예측하였다. 이때 외곽기둥 중앙에 배수관이 매설되어 있어, 1열 천공에서 2열 천공으로 천공수를 3공에서 4공으로 증가시켰고, 공당약량은 100g에서 83.3g으로 저감시켰다. 따라서 허용비산거리를 3m로 경험상수를 역산한 결과 내부기둥은 0.78, 외곽기둥은 0.29였다.

$$L = 20 \frac{(Q^{(1/3)} / W)^2}{g} k \quad (1)$$

여기서, L : 비산거리(m), Q : 공당 장약량(kg/hole), W : 최소저항선(m), k : 경험상수(0.3~3.0), g : 중력가속도(9.8m/s<sup>2</sup>) 이다.

구조물 외곽전열 기둥으로 비산된 거리를 측정하고 결과 비산거리는 2m 이내로 표 3 과 같이 방호재로에 따른 비산거리 경험상수의 신뢰성을 재확인하였다.

#### 4.2 분진 분석

발파해체 시 발생하는 분진은 콘크리트 가루로 보통 0.5~500µm의 입경 분포를 보이며, 95% 이상은 입자가 크고 무거워서 침강하기 쉬운 강하분진이며, 5%는 입자가 미세하고 가벼워 대기 중에 떠다니는 부유분진으로 발생한다. 부유분진은 풍향의 영향에 따라 이동경로가 달라지며 최대 10분 만에 가라앉거나 이동하여 없어지게 된다. 기계식 철거공법 적용 시 발생하는 분진은 비교적 소량으로 공사기간전체에 걸쳐 발생하고, 발파해체공법 적용 시 발생하는 분진은 순간적으로 다량 발생한 후 5~10분 후 가라앉는 특성이 있다. 따라서 발파해체 공법 적용 시 발생하는 분진 중 부유 분진을 저감하기 위한 방안으로 고압살수장치를 적용하였으나, 비용 대비 분진저감 효과가 미미하였다. 따라서 연화장치를 응용해 순간적으로 다량의 물을 세립화 시킬 수 있는 방안을 적용하였다. 분진 저감을 위한 물대포 현장제원은 표 4와 같이 12인치 물대포 50기를 건물 전면에 2열, 1.5m 간격으로 지그재그 식으로 배치하였다. 구조물 붕괴 시 분진발

표 3. 방호재로에 따른 경험상수(k)

경험상수(k)	1차 방호 재료	경험상수(k)	1차 방호 재료
1.156	능형철망 #12 +장섬유부직포 250g	0.578	능형철망 #10 +장섬유부직포 350g+α
1.040	능형철망 #12 +장섬유부직포 350g	0.485	능형철망 #8 +장섬유부직포 150g+α
0.878	능형철망 #10 +장섬유부직포 150g+α	0.318	능형철망 #8 +장섬유부직포 250g+α
0.809	능형철망 #10 +장섬유부직포 250g+α	0.265	능형철망 #8 +장섬유부직포 350g+α

주: α는 골합석, 흑색 고무판, 구갑망을 추가로 설치 가능

표 4. 물대포 현장배치 제원(민형동 외, 2009)

구 분	제 원	현장배치 사진
철포경	12 in.	
사용폭약	흑색화약	
사용뇌관	전기뇌관 순발	
포당장약량	600g	
철포각도	65°	
물량/물높이	80 L / 1.1m	
포문수	50기	

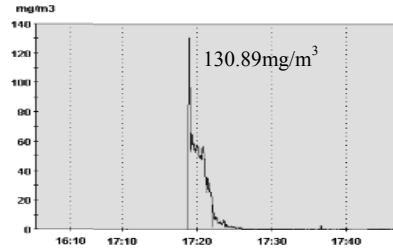


그림 8. 물대포 발사 사진 및 시간대별 분진측정 그래프(민형동 외, 2009).

생정도를 확인한 후 점화하기 위해 별도의 전용 발파기를 사용하였다.

중앙데파트 붕괴 후 그림 8과 같이 분진이 시작되는 4~5초 후 2회에 걸쳐 물대포를 발사하였고, 이때 발생하는 분진을 측정하기 위해 분진측정 장치를 설치하였고, 중앙에서 36m 이격된 지점에서 최대 분진량이  $130.89\text{mg}/\text{m}^3$  으로 타 현장과 비교 시 분진 저감 효과는 미미하였다. 이는 당 현장의 발파해체 규모가 크고, 예상한 분진 발생량보다 과도하게 분진이 발생되었고, 폭풍압으로 인한 분진 전파속도가 커서 범위가 넓어진 것으로 분석되었다. 따라서 발파해체 규모에 따른 정확한 분진 예측량과 고층층 발파해체 시 발생하는 폭풍압에 대한 분진의 전파 특성에 대한 선행연구가 이루어진 후 분진저감기술에 대한 새로운 접근방법이 제안되어야 할 것이다.

한편, 그림 9의 시간대별 분진측정 그래프에서 나타난 것처럼, 발파 후 최대 분진량이 발생한 시점으로부터 약 5분 이내에 분진량은 급속히 저감되어 사라지는 결과를 얻었다. 이는 그동안 재래식 철거현장의 지속적인 민원발생원인인 분진에 대한 대책과 함께 공사기간 단축, 공사비용 절감, 안전사고 감소에도 매우 유리한 발파해체공법(Ahn et al., 2010)이 더욱 적극 검토 될 수 있음을 의미한다.

## 5. 결론

선행연구를 발판으로 수행된 본 연구를 통해 기술적인 측면에서 발파해체 기술의 완성도를 높이기 위한 요소시험 및 현장적용시험을 구현하였고, 다년간의 축적된 기술로 설계부터 시공까지 적용할 수 있는 경쟁력을 확보하였다. 또한 발파해체 기술의 정립은

그동안 기계식 해체시장에서 발생하는 지속적인 분진, 소음에 대한 대책이 될 수 있으며, 소형 장비의 사용으로 이산화탄소 발생량을 저감시킴으로서 저탄소 녹색성장형 공법으로 평가 받을 수 있게 되었다. 경제적인 측면에서는 고층건물 발파해체 적용 시, 작업자와 주변 통행인의 안전 확보로 사고를 예방하고, 민원발생을 대폭 줄일 수 있었다. 아울러 공사비용 및 공사기간이 절감되어 해체산업에서의 비용절감의 차원에서 매우 우수한 성과를 기대할 수 있게 되었다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 첨단도시개발사업 (과제번호 : 06건설핵심 B04)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 국토해양부, 2007, RC 라멘조 발파해체 기술개발 연구, 첨단도시개발사업 중간보고서.
2. 민형동, 박종호, 송영석, 박훈, 2009, 화약·발파(대한화학발파공학회지), Vol. 27, No. 1, pp. 62-78.
3. Hao, W., 2007, Controlled Blasting Demolition of a High Building with Super-thin Wall Structure by Multi-direction Collapsing, APS Blasting, pp. 273-277.
4. Ahn, M.S., J.Y. Lim, C.Y. Shin, J.M. Lee, D.H. Han and Y.H. Won, 2010, Research for the selection of Blasting Demolition Method and the Analysis of Value Management in a Redevelopment Area, The 5th International Conference, The Japan-China-Korea Technical committee of Explosives and Blasting, Sapporo, pp. 39-46.





**정민수**  
(주)한화 개발사업팀 팀장

Tel : 02)729-1736  
E-mail : porkyl@hanwha.co.kr



**송영석**  
(주)한화 개발사업팀 과장

Tel : 02)729-1734  
E-mail : gaia1030@hanwha.co.kr



**박윤석**  
(주)한화 개발사업팀 대리

Tel : 02)729-1508  
E-mail : parkys@hanwha.co.kr



**허의행**  
(주)한화 개발사업팀 사원

Tel : 02)729-1733  
E-mail : ansies@hanwha.co.kr