

중앙도서관 발파해체 시공사례

박근순 · 김상훈 · 이준석 · 김상민 · 박상수¹⁾

1. 서론

최근 노후 건물에 대한 수요가 증가함에 따라 구조물의 해체 방법에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 지금까지의 구조물 해체작업은 대형파쇄기나 유압파쇄기 등 기계력에 의한 해체가 주를 이루었으나 선진외국의 발파해체기술 도입과 국내의 지속적인 연구를 통해 공법 및 기술개발이 활발히 진행되고 있다.

본 연구는 철거 중인 OO동 OO대학교 캠퍼스 내에 위치한 중앙도서관 건물에 대한 안전하고 효율적인 발파해체공사를 수행하는데 그 목적이 있다.

2. 대상구조물의 구조 및 형태

2.1 건물개요

- 공 사 명 : OO대학교 중앙도서관 발파해체공사
- 위 치 : 서울특별시 OO구 OO동 OO대학교 부지 내
- 층 수 : 지상 5층, 지하 1층, 옥탑 1층
- 넓 이 : 75.9m × 58.6m
- 높 이 : 30.5m
- 구 조 : 철근콘크리트 무량판구조
주두를 드롭판넬로 보강한 플랫슬라브구조로서 일부 외폴슬라브 시스템

2.2 구조형식

- 장방형의 도서관 시설
- 중앙부 좌, 우측에 계단 및 엘리베이터 코아로 구성
- 3층 이상 건물 중앙 상부가 OPEN 구조
- 수평저항 시스템은 내력벽이 받는 구조형식
- 기둥과 기둥사이에 보가 없는 플랫슬라브구조

1) (주)B&T Demolition

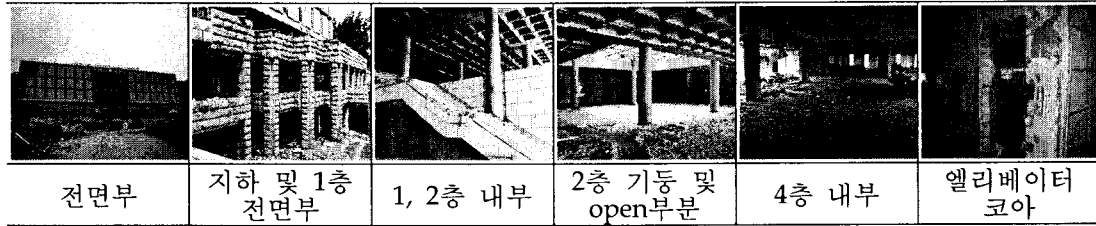


그림 1. 도서관 형태

3. 주변현황

당 현장은 서울특별시 OO구 OO동 OO대 캠퍼스 철거현장 내에 위치한 도서관 건물이다. 주변의 보안물건으로는 남쪽으로 가장 인접한 OO동 62번지 주택들이 약 150m, OO대학교 평생교육원이 약 280m, OO아파트가 약 220m이격되어 위치하며, 동쪽으로는 약 200m 이상 거리에 OO, OOO 등 대사관이 위치하고 있다. 도서관건물을 중심으로 전면과 좌측면은 개방되어 있고 뒷면은 옹벽과 접하고 있으며, 우측면은 다소 제한적 공간을 유지하고 개방된 주변환경이다.



그림 2. 주변 현황도

4. 사전환경영향조사

발파해체공법을 시행하기에 앞서 지반진동, 충격진동, 폭풍압 및 비석 등에 대한 사전영향성조사를 실시하여 주변보안물건들의 안정성을 검토하였다.

4.1 지반진동에 대한 영향력 검토

4.1.1 발파진동

▷ 적용식

Roberto Folch 제안식	국내 암발파 경험식
$V_{max}=2A(R/Q^{0.5})^{-2.2}$ <p>Vmax : 최대진동속도(cm/sec) R : 발파지점에서의 직선거리(m) Q : 지발당 장약량(kg)</p>	$V=68(D/W^{1/3})^{-1.7}$ <p>V : 진동속도(cm/sec) D : 발파지점에서의 직선거리(m) W : 지발당 장약량(kg)</p>

▷ 계산 조건

- 지발당 장약량 : 5.6kg
- 발파지점에서의 직선거리 : 150m

표 1. 발파진동 예상치

시설명	최단거리(m)	발파진동 예상치(cm/sec)		비고
		Roberto Folch	국내 경험식	
인접주택	150	0.0026	0.036	

▷ 검토의견

상기 예측식으로 계산할 경우 약 150m이격된 인접주택에 대한 발파진동영향은 허용치 이내이며, 일반적인 암 발파와는 달리 구조물 발파해체에서는 지중이 아닌 대기 중에서 화약이 폭발하므로 지반으로 전달되는 진동은 매우 미약하다고 할 수 있다. 그러므로 실제의 발파해체에 있어서는 상기식으로 예측한 수치보다 발파진동에 의한 영향은 매우 작으며 인접 보안물건에 대한 발파진동영향은 매우 안전할 것으로 판단된다.

4.1.2 충격진동

▷ 적용식

▶ Roberto Folch 제안식

$$V_{max}=167.3(R)^{-1.41}$$

Vmax : 최대진동속도(cm/sec)

R : 충격질량 중심으로부터 측정지점까지의 직선거리(m)

▷ 계산 조건

- 충격질량 중심으로부터 측정지점까지의 직선거리(m) : 150m

표 2. 충격진동 예상치

시설명	거리 (m)	충격진동 예상치(cm/sec)	비고
인접주택	150	0.143	

▷ 검토의견

발파해체지점에서 150m 이격된 인접주택에 예상되는 진동치는 약 0.143cm/sec로 문화재에 대한 진동허용치인 0.2cm/sec 보다 작은 수치로서 안전할 것으로 판단된다.

4.2 폭풍압에 대한 영향력 검토

▷ 적용식

▶ 무전색 발파

$$P=82(D/W^{1/3})^{-1.2}$$

P : 폭풍압(psi)

D : 발파지점에서의 직선거리(m)

W : 지발당 장약량(kg)

한편 음압과 폭풍압 사이에는 다음의 관계식이 성립한다.

$$dB=20\log(P/P_0)$$

dB : 음압수준

P : 폭풍압 (psi)

Po : 최저가청음압 (2.9 × 10⁻⁹ psi)

▷ 계산 조건

- 지발당 장약량 : 5.6kg
- 발파지점과 계측지점과의 거리 : 150m

표 3. 폭풍압 예상치

시설명	거리(m)	폭풍압 예상치		전색보정	dB
		psi	dB		
인접주택	150	0.400	162.8	-35	127.8

▷ 검토의견

방호 및 지형조건을 고려치 않았을 경우 폭풍압 예상치가 127.8dB로서 안전한계 이하이며, 1, 2차에 걸친 방호공사와 지형조건에 의한 감쇠를 고려할 경우 상기 예상치 보다 못 미

질 것으로 판단.

4.3 비석에 대한 영향력 검토

▷ 적용식

▶ 경험식

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

L : 비석거리(m)

W : 최소저항선(m)

g : 중력가속도(9.8m/s²)

Q : 공당 장약량(kg/hole)

k : 경험상수(0.3~3.0)

▷ 계산 조건

- 최소저항선 : 0.35m
- 공당 장약량 : 0.150kg(1층 기준)
- 경험상수 : 3.0

▷ 검토의견

상기 계산조건을 기준으로 경험식에 대입한 결과 14.1m로 매우 양호하게 나타나고 있다.

5. 발파해체 설계

5.1 적용공법

주변 보안물건을 보호하고 건물의 구조적 특성, 발파 시 지반진동과 건물붕괴 시 풍압을 분산시킬 수 있는 Progressive Collapse(점진적 붕괴) 공법을 적용하였다.

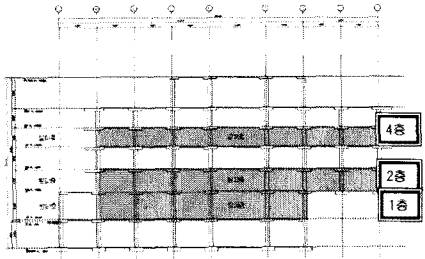
표 4. 발파해체공법의 종류

종 류	특 징	발파해체 전경
Felling (전도)	<ul style="list-style-type: none"> • 기술적으로 가장 간단한 공법. • 전도방향으로의 충분한 공간 확보 필요 • 전도방향의 조절로 계획된 공간으로 붕락시킴 • 구조물의 하부에 췌기를 형성하여 힌지 포인트를 만든다. • 정확한 전도방향을 얻기 위해서 일정 구조부위를 사전약화 시키기도 한다. 	
Toppling (상부붕락)	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적으로 2~3열의 기둥을 가진 건물을 한 쪽 방향으로 전도시키는 공법 • 전도와 붕괴가 동시에 발생 • 단방향 또는 양방향으로 여유 공간이 있을 경우 적용 	
Telescoping (단축붕괴)	<ul style="list-style-type: none"> • 구조물이 위치한 제자리에 그대로 붕락 되도록 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 	
Implosion (내파)	<ul style="list-style-type: none"> • 구조물의 내부에만 화약을 장전하여 기폭 시키므로 붕락 시 외벽을 중심부로 끌어 당길 수 있도록 유도하는 공법으로 주변의 여유 공간을 최소화 할 수 있다 • 제약된 공간 특히 도심지에서 사용된다. 	
Progressive Collapse (점진붕괴)	<ul style="list-style-type: none"> • 기술적으로 Implosion과 근접되어 있는 공법으로서 중심방향으로 붕괴가 이루어지는 Implosion 에 비해 이 공법은 선형적으로 붕괴가 진행된다. • 아파트와 같이 길이가 긴 구조물에 적용 	

5.2 발파층 선정

발파층 선정은 2차 파쇄를 고려하여 2층, 4층을 주 발파층으로 1층을 보조 발파층으로 선정하였고, 발파층의 경우 비내력벽 철거 및 내력벽 사전취약화 후 천공작업을 실시하여 발파를 실시하였다.

표 5. 발파층 선정

구분	내용	발파개소	발파층
5층	-		
4층	주 발파층	기둥 66개소, 내력벽 37개소	
3층	-		
2층	주 발파층	기둥 68개소, 내력벽 32개소	
1층	보조 발파층	기둥 30개소, 내력벽 22개소	

5.3 구조해석 및 안전성 검토

5.3.1 구조검토 범위

본 구조검토는 OO대학교 중앙도서관 발파해체 과정에서 발생하는 사전취약화 및 시험 발파 후 본 발파 시까지 건물에 대한 안전성 검토와 본 발파 시 건물의 붕괴모드에 대한 검토이다.

5.3.2 건물도면, 사전취약화 및 시험발파

본 건물에 대한 도면, 구조 계산서 등 어떠한 자료도 구하지 못하여 육안으로 확인하며 도면을 새로이 만들면서 작업을 수행하게 되었고, 건물의 중앙부 중정을 둘러싼 부분은 캔티레버로 3.45m가 튀어나가 있으면서 직각방향인 E열과 F열 사이는 10.2m 스패에 이른다. 이는 코아 부분을 선블리 취약화하게 되면 위험한 상황을 초래하게 되어 본 건물에 대한 사전취약화는 기존건물에 대한 안정성을 그대로 확보한 채 수행하는 방법을 택할 수 밖에 없었다.

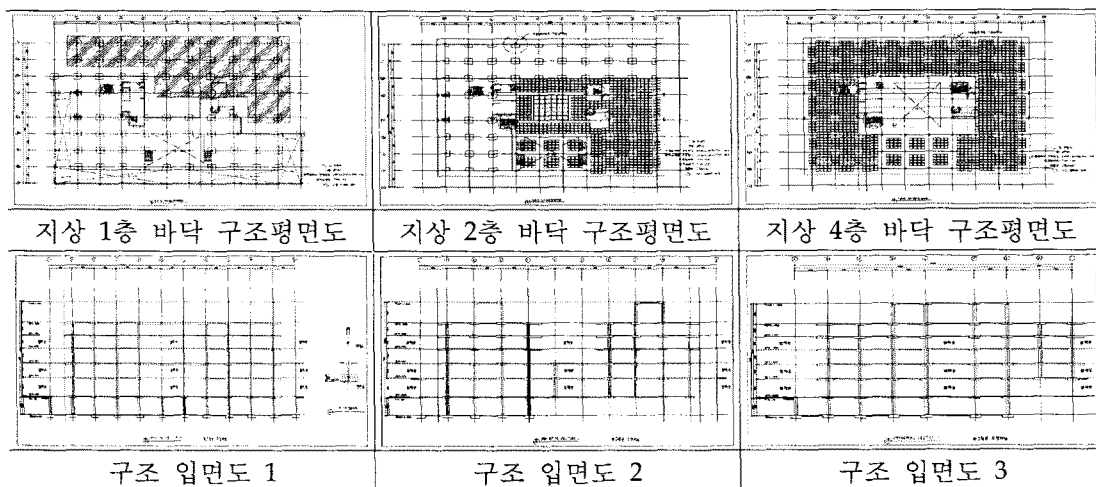


그림 3. 구조도면

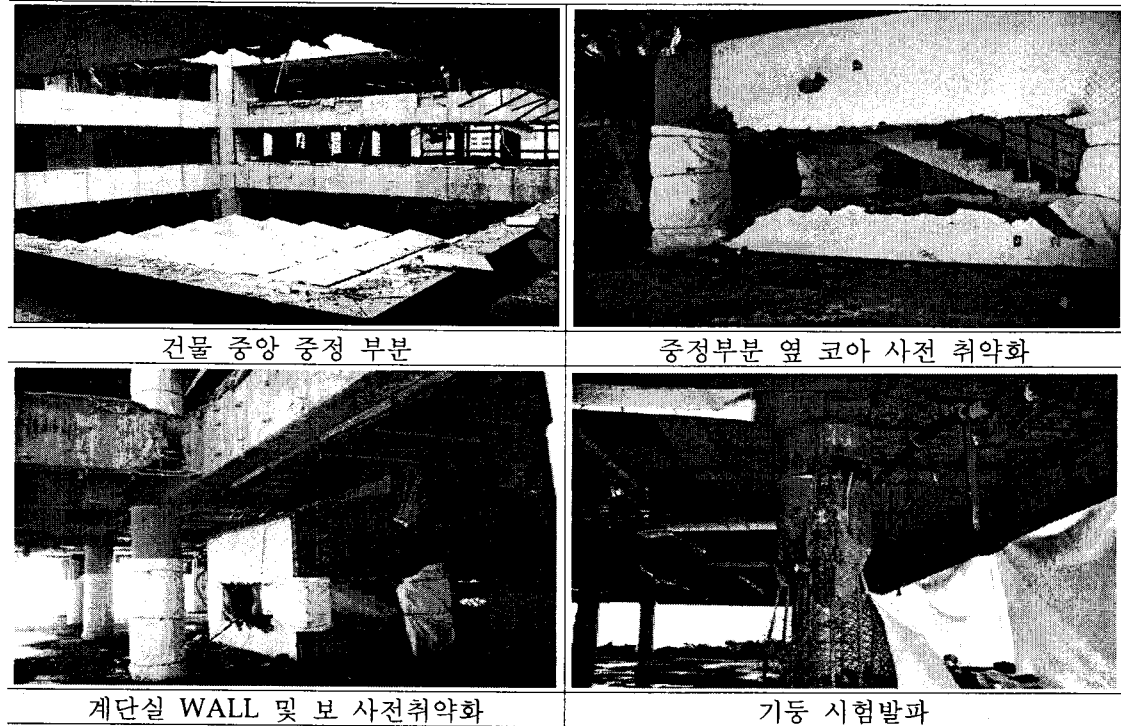


그림 4. 사전취약화 및 기둥 시험발파

WALL 중앙부의 취약화는 상부에 남아있는 WALL이 보 역할을 하며 기준의 안정성을 유지시켜주고 있다. 보의 취약화 부분은 접합구가 PIN 설계로 되어있으므로 철골 보에서처럼 철근의 전단이 보의 하중을 견뎌주고 있기 때문에 아무런 문제를 일으키지 않는다. 철근의 전단은 안전을 및 철근의 항복강도를 고려하여 $0.9\text{ton}/\text{cm}^2$ 로 계산하더라도 충분히 안전하다.

5.3.3 구조해석 및 부재설계

기존 건물에 대한 구조도면 및 구조계산서 없이 정확한 해석 및 구조검토는 불가능하나 현장상황을 고려하고 건물에 대한 각종 MINIMUM 규정 등을 고려하여 구조해석을 수행하였다. 발파해체를 위한 구조해석 시 하중계수는 적용시키지 않으며 부재설계 시에는 강도저감계수를 사용하여도 안전한 것으로 확인되었다.

에 엄청난 모멘트를 부가하면서 점진적으로 붕괴에 이른다.

5.4 사전취약화

1) 시공에 앞서 설계도서 및 현장의 각종 상황 (층별 장비작업 검토, 작업공간, 부재특성)을 고려하여 사전취약화 시공구역, 작업순서 및 작업방법, 구조물의 안전도 검토 사항 등을 작성하였다.

2) 작업장 내에 위험구역(ELEVATOR 출입구, 계단부 등)에 대해서는 필요한 안전조치를 취하여 안전사고를 미연에 방지하였으며 사전취약화 부위는 작업자 통행에 방해가 되지 않도록 돌출부위를 다듬어 작업을 시행하였다.

- ① 1, 2층의 모든 비내력벽 제거
- ② 4층은 외벽을 제외한 비내력벽 제거
- ③ 1, 2층 계단부는 일부 제거 및 3, 4층 계단부는 상, 하 1계단씩 사전파쇄
- ④ 배관재는 사전절단
- ⑤ 엘리베이터 박스 코어부, 모서리 부분 제거
- ⑥ 1, 2, 4층 외곽 사각기둥 사전취약화

표 6. 층별 사전취약화 항목

구분	비내력벽	내력벽		엘리베이터 코어	계단	배관
		내부벽	외벽			
1층	제거	부분제거	부분제거	부분제거	부분취약	절단제거
2층	제거	부분제거	부분제거	부분제거	부분취약	절단제거
4층	제거	부분제거	부분제거	부분제거	부분취약	절단제거



그림 7. 사전취약화

5.5 천공

1) 시공에 앞서 설계도서 및 현장의 각종 상황(부재단면의 형상, 천공 조건, 공사용 기계 등)을 고려하여 적합한 시공계획을 수립하였다.

2) 시공은 구조부재의 충분한 파쇄효과를 얻을 수 있도록 충분한 깊이로 정확한 위치에

실시하였다. 단, 매설물질(철근 등)로 인하여 천공작업이 곤란할 경우에는 충분한 파쇄효과를 얻을 수 있는 범위에서 인접위치에 천공을 실시하였다.

3) 시공 중의 시공오차를 감안하여 천공부위를 정하였으며 기타, 시공에 있어서는 관련 제반 법규를 준수하고 안전에 주의하였다.

4) 천공은 1층, 2층, 4층에 소형 착암기로 천공작업을 실시하였다.

- ① 기둥에 대한 천공 : $\varnothing 40\text{mm}$ 로 수평 천공
- ② 내력벽에 대한 천공 : $\varnothing 40\text{mm}$ 로 수평 천공
- ③ 기둥에 대한 천공장 : 기둥 길이의 65%까지 수평 천공
- ④ 내력벽에 대한 천공장 : 내력벽의 90%까지 천공
- ⑤ 천공 방향 : 건물 내부에서 외부 방향으로 천공

표 7. 천공제원

구 분	기 둥		내력벽	
	규격[mm]	천공장[mm]	두께[mm]	천공장[mm]
1층	$\varnothing 1100$	700	-	-
	$\varnothing 700$	490	200~300	250~700
2층	$\varnothing 700$	490	200~300	300~700
4층	$\varnothing 700$	490	200~300	300~700

표 8. 층별 천공 개소

구 분	기 둥 [개소]	내력벽 [개소]	비 고
1층	30	22	보조 발파층
2층	68	32	주 발파층
4층	66	37	주 발파층

표 9. 층별 천공수

구 분	기 둥		내력벽	계 [천공수]	비 고
	[공/기둥]	[천공수]	[천공수]		
1층	3 ~ 4	96	82	178	
2층	3	210	127	337	
4층	2	136	97	233	
합 계		442	306	748	

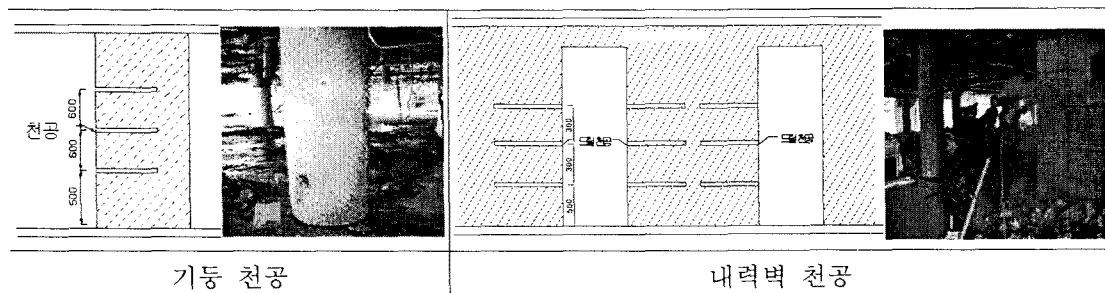


그림 8. 천공

5.6 방호

1) 시공에 앞서 방호 대상 부위의 형상과 작업조건을 충분히 고려하여 시공계획을 세워야 하며 부재단면이 클 경우 내부발출압력에 충분히 견딜 수 있도록 겹 이음을 시행하고, 철재 혹은 이에 준하는 강성의 재료로 견고하게 고정하여야 한다.

2) 개구부 방호도 개구부 단면이 클 경우 겹 이음을 시행하여 폭풍압의 외부 누출을 충분히 차단할 수 있도록 견고하게 실시하였다.

① 1차방호

- 기 등 : 능형철망 + 부직포(1, 2, 4층의 1, 2열은 부직포 2겹)
- 내력벽 : 능형철망 + 부직포

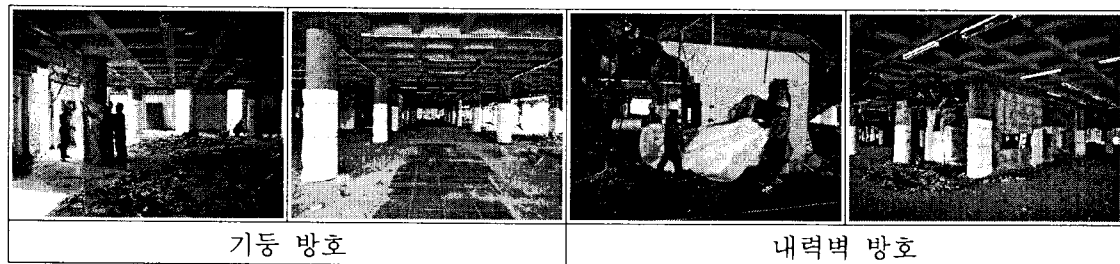


그림 9. 1차 방호

② 2차방호

- 개구부 : 부직포

③ 3차 방호

- 강관비계 + 부직포 + 분진망

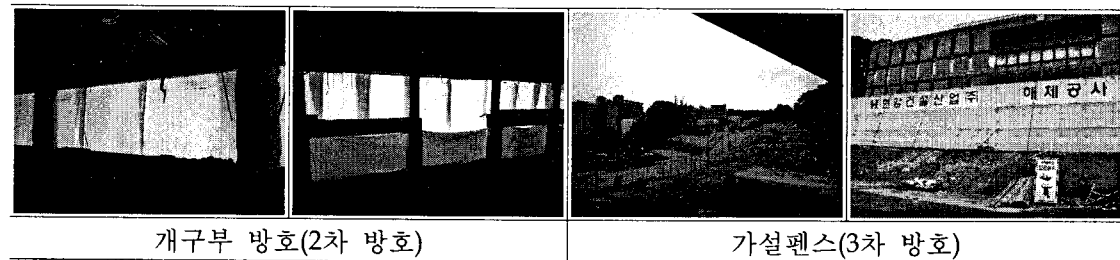


그림 10. 2차 및 3차 방호

5.7 시험발파

대상구조물 전체의 구조 역학적 안정성을 해치지 않는 부분을 선정하여 설계상 최소한의 화약량을 사용하여 실시하며, 설계된 화약의 종류, 화약량 및 천공 등의 설계치가 대상 구조체에 적합한지를 검증, 보정할 수 있다.

표 10. 시험발파제원 및 결과

구분	사용화약류	장약량[g]	규격[mm]	천공장[mm]	결과
1층 내력벽	정밀폭약 Ø17mm	100	200	700	양호
2층 기둥	메가마이트 Ø25mm	125	Ø700	490	양호
4층 기둥	메가마이트 Ø25mm	100	Ø700	490	양호

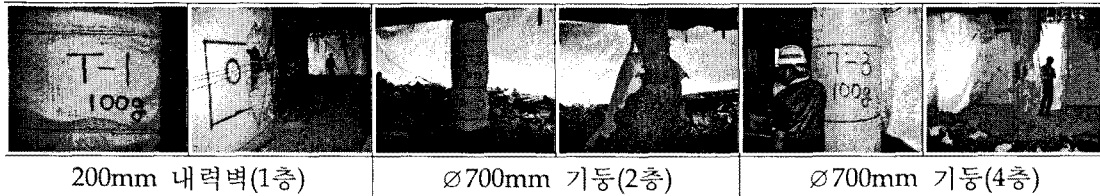


그림 11. 시험발파

1층 내력벽은 3공을 천공하여 공당 정밀폭약 100g을 장약하였고, 2층 기둥은 3공을 천공하여 공당 메가마이트 125g을 장약하였으며 4층 기둥은 2공을 천공하여 공당 메가마이트 100g을 장약하여 시험발파 한 결과 기둥 및 내력벽의 파쇄상태는 양호하였다.

5.8 장약 및 전색



그림 12. 장약 및 전색

장약작업 전에 작업자들에게 안전교육과 시험발파에서 산출된 표준장약량 등 작업방법에 대해서 설명하고, 각 층별로 조를 구성하여 화약과 뇌관을 층별로 분리하여 운반하였다. 장약작업은 공내뇌관으로 비전기뇌관(748개), 연결뇌관으로는 전기 뇌관(286개)을 사용하고 기둥에는 다이내마이트(42.133kg)을 내력벽에는 정밀폭약(33.567kg)을 사용하였다. 전색은 점토 1차 전색 후 비닐봉지에 넣은 석분으로 2차 다짐을 실시하였다.

본 발파에 사용된 화약과 시험발파 결과를 토대로 사용된 장약량은 다음 표와 같다.

표 11. 사용폭약 성능 및 규격

제품명	평균폭속 [m/sec]	탄동구포 [%]	가비중 [g/cm ³]	폭발열 [kcal/kg]	가스량 [l/kg]	약경 [mm]	약장 [mm]	날본증량 [g/EA]
메가마이트 (MegaMITE)	6,100	170	1.3~1.5	1,152	880	25	220	125
뉴하이넥스 (NewFINEX)	4,400	90	1.0	640	874	17	550	100

표 12. 사용뇌관 규격

제품명	각선길이	뇌관 1발당 저항	비고
하이데토 플러스 (HiDETO Plus)	4.5m	1.29~1.59Ω	전기뇌관 (표면뇌관으로사용)
하이넬 플러스 (HiNEL Plus)	4.8m	-	비전기뇌관 (공내뇌관으로사용)

표 13. 장약량 및 제원표

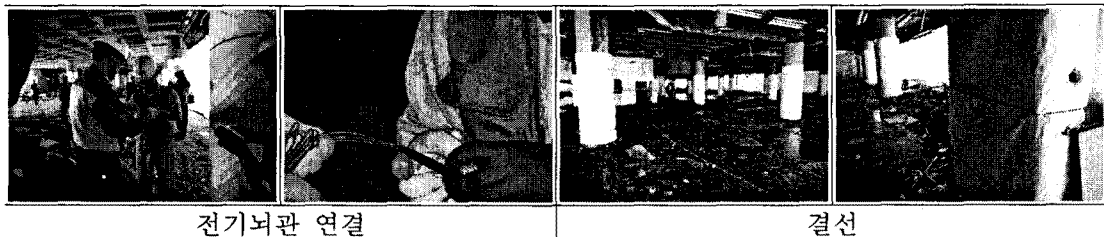
구분	기둥			내력벽			
	메가마이트 Ø25mm [g]	규격 [mm]	천공장 [mm]	정밀폭약 Ø17mm [g]	두께 [mm]	천공장 [mm]	
1층	1열	150	1100	700	33~100	200~300	250~700
	1~2열	125	Ø700	490			
	3~8열	100	Ø700	490			
2층	1~2열	125	Ø700	490	33~100	200~300	300~700
	3~8열	100	Ø700	490			
4층	1~2열	100	Ø700	490	33~100	200~300	300~700
	3~8열	83	Ø700	490			

5.9 결선

1) 결선은 시공에 앞서 설계도서와 장약작업 현황을 충분히 검토하여 결선 계획도를 작성하여 작업을 실시하였으며 매 층마다 도통 시험 및 저항 측정을 실시하여 결선 유무를 확인하였다.

2) 장약이 완료된 개소는 비전기식 튜브를 묶음으로 연결하고, 각 개소에 전기뇌관으로 기폭 되도록 하였다. 작업이 마무리 된 층은 직렬 결선된 뇌관의 저항을 측정하고 각선 이음부에 테이프로 절연하여 저항에 이상이 없도록 하였다.

3) 각층별 결선은 건물 우측 개구부로 모선을 내려서 직병렬로 연결하였다.



전기뇌관 연결

결선

그림 13. 뇌관 결선

5.10 기폭 시스템

- 1) 결선과 점점이 용이한 비전기뇌관과 전기뇌관을 함께 사용하였다.
- 2) 층별 기폭 순서는 다음과 같다.

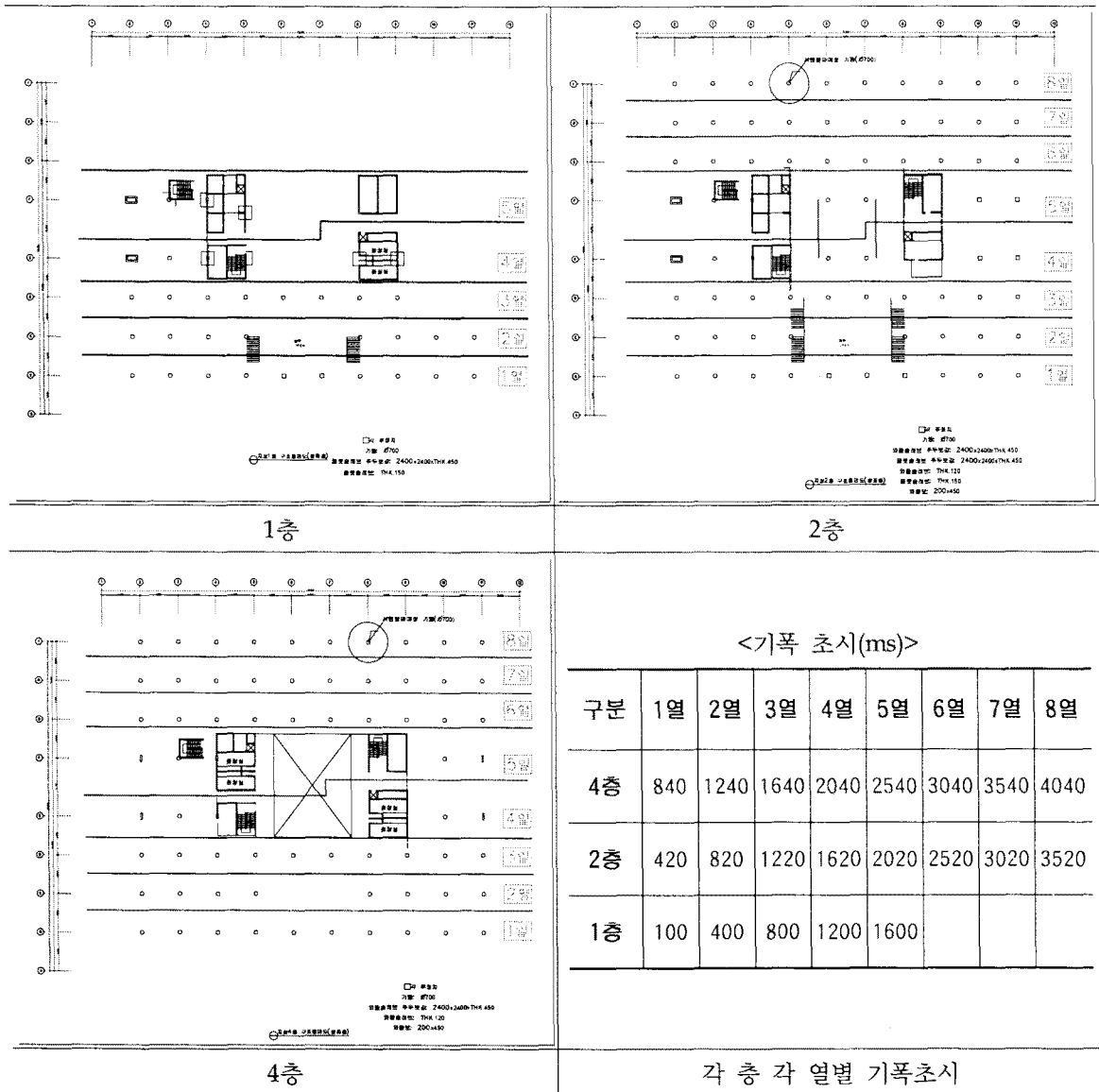


그림 14. 층별 기폭시스템

5.11 발파 및 안전대책

1) 발파 시 예상되는 분진발생을 대비하여 주변 확산을 최소화 할 수 있도록 다음과 같은 대책을 세워야 한다.

- 건물 붕괴 시 낙하물에 대한 분진확산 및 방지시설
- 발파 후 2차 분진 확산방지를 위한 주변 살수계획 및 청소계획
- 주변시설물 보호대책

2) 발파직전 작업장 주변에 구급차를 동원하여 만일의 사태에 대비 하여야 한다.

3) 발파 당일 공사현장의 도로를 완전 봉쇄하여 피해를 방지하여야 한다.

4) 설계도서에 명시된 안전지역을 검토하여야 한다.

5) 안전거리내 통행인들은 최소한 발파 전 일정시간까지는 대피되도록 조치하여야 한다.

6) 발파 최종 1분전부터 발파작업을 알리는 경보음을 발생하여야 하며, 최소 거리 30m지점에서는 충분히 들을 수 있어야 한다.

7) 초읽기는 매 10초 간격으로 확성기를 통하여 주변지역에 잔여시간을 주지시켜야 한다.

8) 발파 후에는 화약류 관리기술자의 안전 확인 전에는 작업장 내 일체의 출입을 금하여야 한다.

9) 발파 후 안전 확인 후에도 30분 후까지는 관계자 이외의 출입을 전면 금하여야 한다.

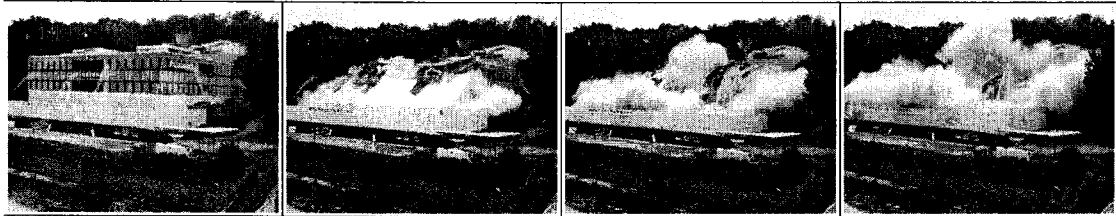


그림 15. 발파

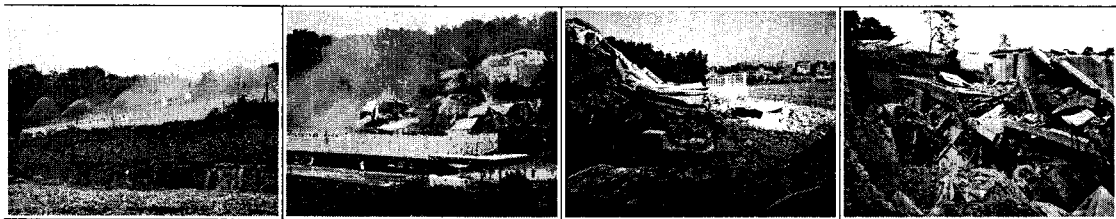


그림 16. 발파 후

6. 계측

OO대학교 중앙도서관 발파해체 시 발생하는 진동과 소음(음압)을 인접 보안물건과 현장 내에서 측정하였다. 계측의 목적은 발파해체 시 충격진동, 발파진동, 폭풍압으로 인해 영향을 미치는 범위와 인접구조물에 대한 피해여부를 판단하기 위해서 이다. OO대학교 중앙도서관 발파해체 시 발생하는 진동과 소음에 대한 계측을 실시하였고 그 결과는 다음과 같다.

표 14. 발파진동 및 풍압

Serial No	측정 위치	이격거리 [m]	지발당 장약량 [kg/delay]	진동				음압, 소음
				Tran Peak [cm/sec]	Vert Peak [cm/sec]	Long Peak [cm/sec]	PVS [cm/sec]	Mic [dB(L, A)]
BE9815	OO 아파트	220	5.6	0.0159	0.0190	0.0159	0.0214	92.3A
3865	OO 아파트	220	5.6	0.0127	0.0191	0.0127	0.0222	114.0L
BE9784	31-1번지	150	5.6	0.0159	0.0206	0.0159	0.0227	101.0A
BE9816	62-1번지	150	5.6	0.0238	0.0222	0.0302	0.0351	89.5A
2542	OO 사무실	80	5.6	0.0286	0.0397	0.0318	0.0429	95.6A
3864	현장 내 ①	40	5.6	0.146	0.203	0.0572	0.208	126.0L
3866	현장 내 ②	60	5.6	0.0699	0.0635	0.0572	0.0730	128.6L
2536	현장 내 ③	100	5.6	-	-	-	N.T	-

발파해체 시 발파진동과 충격진동은 이격거리가 40m~220m일 때 0.0127cm/sec~0.203cm/sec(PPV 기준)로 측정되었고, 음압은 114.0dB(L)~128.6dB(L)로, 소음은 89.5dB(A)~101.0dB(A)로 측정되었다.

각 위치별 계측기 설치 모습은 그림과 같다.



그림 17. 계측기 설치

7. 주변보안물건 균열측정

공사착수 전 주변 보안물건에 대한 균열 상태를 정밀 조사 후 기록 보존하기 위해서 보안물건의 균열부위에 크랙게이지 설치하고 발파 전후를 측정 비교하였다.

표 15. 크랙게이지 설치 결과

보안물건 NO	주소	크랙게이지 NO	초기치(mm) (2008.07.04)	측정치(mm) (2008.07.14)	오차(mm)	균열측정
1	OO동 62-1	1-1	25.95	25.92	0.03	 초기치(발파 전)
		1-2	28.64	28.65	-0.01	
2	OO동 62-2	2-1	27.07	27.08	-0.01	
3	OO동 68-26	3-1	29.14	29.15	-0.01	
4	OO아파트	4-1	11.22	31.21	0.01	
		4-2	29.51	29.44	0.07	
5	OO동 31-1	5-1	33.55	33.58	-0.03	
6	OO동 31-3	6-1	50.72	50.78	-0.06	
7	OO동 31-4	7-1	34.19	34.20	-0.01	

균열 폭이 0.01mm~0.07mm 이하로 측정기계 오차범위 이내로 구조물에는 영향이 미치지 않은 것으로 판단된다.

8. 결론

서울특별시 OO구 OO동 OO대학교 캠퍼스 내에 위치한 『중앙도서관 발파해체』 작업은 순수 국내 기술로 넓이 75.9m × 58.6m, 높이 30.5m 규모의 보가 없는 플랫폼라브구조 건물을 해체한 최초의 시공 사례이며, 그 결과를 종합하면 다음과 같다.

1) 발파해체공법은 주변 보안물건을 보호하고 건물의 구조적 특성, 발파 시 지반진동과 건물붕괴 시 풍압분산, 효율적인 2차 파쇄를 위하여 Progressive Collapse(점진적 붕괴) 공법을 적용하였다.

2) 발파해체를 위한 준비 작업으로 주 발파 층은 2층, 4층, 보조 발파 층은 1층으로 선정하였다. 선정된 층은 비내력벽철거 및 사전취약화를 실시하였고 구조물을 지지하고 있는 기둥과 내력벽에 발파를 위한 천공작업을 실시하였다. 그리고 발파로 인한 비산, 먼지, 소음 등을 줄이기 위하여 능형철망, 부직포, 가설펜스를 설치하여 발파해체로 인해 발생하는 환경적 공해와 비석으로 인한 안전에 문제가 발생하지 않도록 조치하였다.

3) 발파작업을 위해 시험발파를 수행하였고 그 결과를 분석하여 본 발파작업에 적용하였으며 발파 당일에는 모든 안전대책과 사전준비 작업을 마치고 2008년 7월 7일 17시에 발파해체작업을 성공적으로 수행하였다.

4) CCTV 분석결과 설계된 기폭시스템에 의하여 현장 좌측에서부터 붕괴가 진행되어 전면방향으로 붕괴가 진행되었다. 2차 파쇄 잔재물의 파쇄입도가 양호하고 잔재물이 쌓인 높이로 볼 때 아주 좋은 결과라 판단된다.

5) 발파해체 시 가장 근거리(약 150m)에 위치한 62-1번지에서 측정된 진동은 0.0302cm/sec(PPV 기준)이었고, 약 220m 이격된 OO 아파트에서는 0.0191cm/sec이었다. 사전에 설치한 크랙게이지 측정값에서도 변화가 없었으므로 구조물에는 피해가 발생하지 않았다고 판단된다. 발파해체 시 약 150m 이격되어있는 31-1번지에서 측정된 순간소음은 101.0dB(A)로 비교적 높은 수준이었으나, 지속시간이 약 4초로 주변 거주민에게 피해는 주지 않았다고 판단된다.

이러한 결과를 종합해 볼 때 OO대학교 중앙도서관 발파해체작업은 순수국내기술에 의하여 성공적으로 이루어 졌으며 향후 고층건축물 철거작업과 기둥과 기둥사이에 보가 없는 플랫폼라브구조에 효과적이고 경제적인 철거공법으로 현장접목이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 건설교통부, “도심지 건축물 해체 기술 연구 기획 보고서”, 2006.02
2. 주택도시연구원, “한중일 3국의 발파해체 기술현황 및 활성화 방안”, 2006.07
3. 동화기술, “산학인을 위한 발파공학”, 2002.01
4. 대한화약발파공학회, “2008 대한화약발파공학회 발파기술 워크숍”, 2008.02