

## 안전관리 사례 : 발파 공사를 중심으로



최 천 일

삼성물산 안암1 재개발APT

현장소장

### 1. 머리말

당 현장은 서울 성북구 안암동에 위치한 재개발아파트 현장으로 성신여대와 고려대 사이의 산자락에 위치 하였던 노후 불량주택을 철거하여 7~15층 규의 12개 동의 아파트 단지로 탈바꿈 중에 있다.

현장은 일반적인 재개발 아파트 현장과 비교하여 첫째 최대표고차가 60M에 달하는 매우 가파른 지형의 부지조건,

둘째 전체공기 26개월 중 토공사가 11개월 이상 소요,

셋째 안암(安岩)이라는 이름 자체에서 알 수 있는 것과 같이 전체 37만M<sup>3</sup>의 토공물량 중 암(岩)이 73% 이상 차지하고 있기 때문에 발파공사만 8개월 이상 수행,

그리고 넷째 공사장 주변으로 성신여대, 고려대학병원, 용문고등학교와 경계가 접해있고, 하부 측으로는 노후한 주택이 밀집해 있는 현장 주변의 여건 등이 여타 현장과 차별되는 특징을 가지고 있다.

이상과 같은 현장의 여건을 고려할 때 당 현장은 주변 불량주택의 안전과 고등학교와 대학교 그리고 인접주택에 거주하는 주민의 민원을 최소화하면서 계획된 공기 내에 토공사를 완료하는 것이 현장관리의 핵심 중의 하나였다.

따라서 당 현장에서는 토공사의 거의 대부분이 발파로 진행되므로

첫째, 발파시 주변통제 철저,  
둘째, 발파시 안전거리 유지,  
셋째, 비석방지 대책준수,  
넷째, 진동 및 소음의 관리기준치 설정 및 준수,  
다섯째, 비산먼지의 억제 등의 원칙을 세우고 공사 진행과 관리에 중점을 두도록 하였다.

이상과 같은 원칙하에 당 현장은 특수한 환경에도 불구하고 토공사시 안전사고와 특별한 민원없이 공사를 완료하였기에 현장에서 수립하였던 시공계획과 구체적인 실천사항에 대하여 소개하고자 한다.

### 2. 공사개요

공사명 : 안암 제1구역 재개발아파트 신축공사

소재지 : 서울 성북구 안암동 5가 152번지 일대

시 공 : 삼성물산(주) 건설부문

공 기 : 2003.4 ~ 2005.5 (26개월)

동/층 수 : APT 12개동 / 7~15층

부지면적 : 27,357㎡

건축면적 : 5,078㎡

연 면 적 : 75,329㎡

주요구조 : 아파트 R/C구조

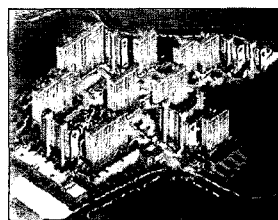


그림 1. 현장 조감도

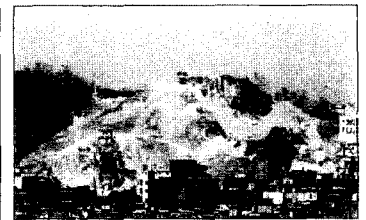










그림 2. 철거 후 현장 전경

### 3. 발파작업 사고원인과 관리 Point 설정

토공사에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 발파공사의 진행을 위해서 당 현장에서는 표1과 같은 발파공사 진행단계별 사고원인과 각 단계별 중점 관리 포인

트를 설정하였다. 이렇게 설정된 단계별 원인과 관리 포인트에 대해 위험도를 부여하여 위험도가 높은 단계에 집중하여 관리함으로써 발파시에 발생할 수 있는 안전사고의 최소화에 노력하였다.

표 1. 발파작업 순서별 사고원인과 관리 Point

암절취 발파 작업		발파 작업은 절취면 요철에 의한 장비의 전도와 비석에 의한 타박상의 위험성이 항상 잠재되어 있으며, 발파부위의 비석방지 및 작업반 경내인원통제관리 철저히 할 수 있는 작업 감독이 요구됨.		
작업 순서		사고원인 Point	위험관리 Point	위험도
	① 시험발파	모선연결 및 잔여화약량 미확인 따른 폭발 발파시 비석발생	1. 발파 확인 여부 및 모선확인 후 화약주임이 직접 확인후 시행. 2. 자유면측 복도 및 고무매트 보양 발파구역 외곽부 신호수 배치, 작업자대피소 운영.	★
	② 화약수령 및 운반	화약 운반 및 현장 작업시 도난	1. 화약운반 차량은 지정된 차량만 운행. 2. 지정된 운반 코스 이탈 엄금. 3. 화약운반 차량시 화약주임 동승운행. 4. 발파작업구간에 관계자의 출입통제철저	★★
	③ 천공부위 암노출 이구자리 및 집토 작업	작업 반경내 작업자 접근하여 비래 및 전도	1. 보행자 통로 이용 2. 노출암부위 통행금지	★
	④ 발파부위 천공 작업	급경사지 이동시 장비 전도 및 충돌	1. 암절취면 평탄작업 철저 2. 장비 근접거리 작업금지	★
	⑤ 장약,전색 및 모선 연결	전색 작업시 작업대로 인접 작업자 가격 및 실족	1. 근접거리 동시작업 금지 및 보호구 착용철저	★★
	⑥ 발파작업	모선연결 및 잔여화약량 미확인 따른 폭발 발파시 비석발생	1. 발파 확인 여부 및 모선확인 후 화약주임이 직접 확인후 작업시행. 2. 인접 빈공부위 고무매트 보양 및 신호수 배치, 작업자 대피소운영	★★★
	⑦ 발파암 소할	소할시 비석	1. 실수작업자 전면 근거리 접근금지	★★
	⑧ 상차 및 운반	상차시 덤프주변 낙석 급경사지 통행시 충돌	1. 덤프 주변 작업자 접근금지 2. 규정속도 준수교육 실시	★

### 4. 현장 발파공사 안전관리 사례

#### 4.1 현장 발파공사의 개요

당 현장의 전체 토공물량 중 74%인 269,000m<sup>3</sup>가 암반으로서 8개월 동안 거의 쉬지 않고 발파 작업이 진행되어 약150여 톤의 화약이 소요되었다.

표 2. 발파 개요

구분	내용
발파 기간	8개월(2003.5.~2003.12)
총 발파량	269,097m <sup>3</sup> (발파량)73.1%(총토공량대비) 소발파 151,499m <sup>3</sup> , 미진동 117,598m <sup>3</sup>
암종	흑운모 화강암 (강도700~1,800 kg/cm <sup>2</sup> )
천공경	Ø 45mm
천공장	2000~2700
공간격	700~1000mm
공당장약량	0.25~1.25kg/hole
단위체적당장약량	0.46~0.61kg/m <sup>3</sup>
화약류	Newmite Plus Ø 32mm
뇌관류	HIDETO MS & SERIES #1~#5
전색	Sand
총화약량	142.62 Ton단위체적당장약량*총발파량 0.53Kg*(206979+62118)m <sup>3</sup>
전체천공수	144,443공 (천공장 2.5M 기준)

#### 4.2 현장 발파관리 기준 수립

구분	현장진동관리 기준 (cm/sec)	장약량 (kg/hole)
	0.15	0.75~1.25
	0.13	0.25~0.75
	0.10	무진동굴착

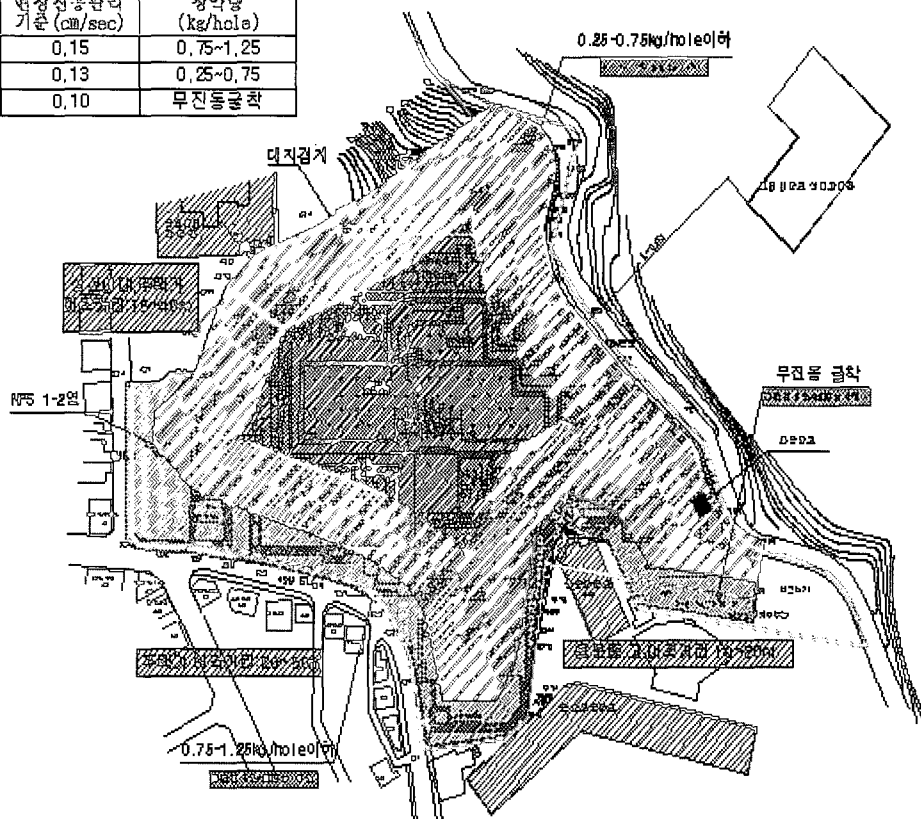


그림 7. 부위별 발파진동 관리기준치

국내 발파진동 허용 기준치인 0.5cm/sec 보다 높은 0.15cm/sec를 현장 자체 관리목표로 삼고 부위별 관리 기준을 수립하여 공당 장약량을 차등 적용하여 발파를 실시하였으며, 민가 및 학교 인접부위는 무진동 굴착 공법을 시행하였다. 그림 4는 현장에서 설정한 부위별 발파진동 관리기준이다.

#### 4.3 발파관련 세미나 및 기능공 교육 실시

삼성물산(주) 건설부문 본사의 토목기술지원부서와 공동으로 발파전문가를 초빙하여 발파관련 세미나와 관리감독자 및 관련 작업자의 교육을 병행 실시하였다. 이때 발파에 대한 일반적인 교육과 당 현장 특성에 따른 문제점과 대책을 발췌하여 시공시 발생할 수 있는 기술사고 및 민원예방에 중점을 두었다.



그림 3. 발파관련 세미나 및 교육

#### 4.4 민원대책

거의 1년 가까이 되는 토공사 기간 중 대부분이 발파작업의 병행이 불가피하여 그로 인한 인근 학교와 주민의 민원이 상당할 것으로 예상, 이에 사전에 인근 주민의 이해를 구하고 현장 관리자와 인근주민과의 의사소통을 원활히 하기 위해 주민설명회를 실시하였으며 현장 외곽에 그림 6과 같은 발파안내표지판을 설치하여 발파계획을 공지하였다.



그림 5. 주민설명회실시

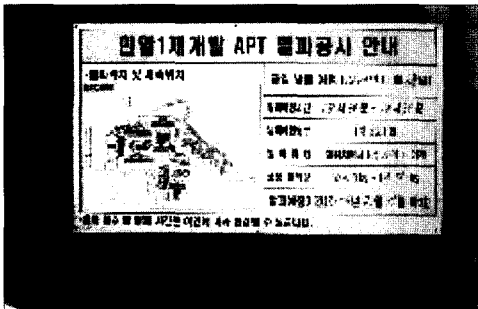


그림 6. 발파안내간판 설치운동

#### 4.5 발파 시 안전 관리 대책

발파시 안전사고 예방을 위해서는 위험지역의 접근 금지, 위험지역으로부터 대피, 암석의 비산방지, 불발공의 처리 등에 중점을 두었다. 사고예방을 위해 설치한 시설물이나 관리요령을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

##### 1) 자석식 작업 현황판 설치 운용

아침 안전조회시 그림 7과 같은 자석식 작업현황판(현장배치도)을 이용하여 당일 발파부위를 공지하여 현장내 모든 작업자와 관리자들이 발파 장소에 대해서 인식을 하게 하였으며, 타 작업공종과 간섭이 되지 않도록 하였다.

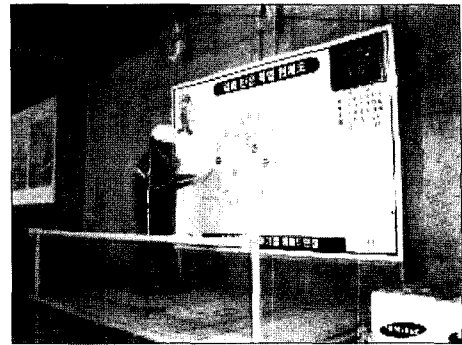


그림 7. 안전작업 현황도 설치 운용

##### 2) 발파 경보 장치

현장 외곽 펜스에 경광등을 설치하여 발파시 경고음과 함께 경광등이 점멸하여 현장내 모든 작업자와 관리자들이 위험을 인지하고, 위험지역에서 대피토록 하였다.

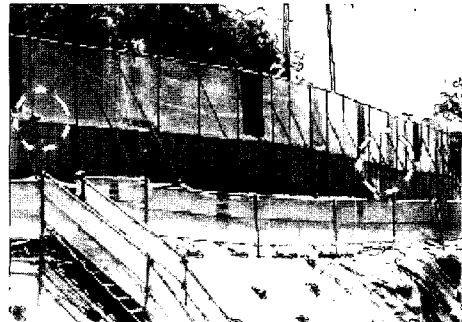


그림 8. 발파 경광등

##### 3) 발파 대피소

발파시 발파작업 관련 작업자들은 발파장소와 인접하여 작업에 임하고, 위험지역에서 대피하고 작업에 복귀하는 작업을 반복하여야 하므로 작업의 효율성과 작업자의 안전을 동시에 기할 수 있도록 그림 9와 같이 콘테이너를 설치하여 작업자가 안전하게 대피하여 파쇄석의 비산에 대비하였다.



그림 9. 발파대피소 설치 운용

##### 4) 낙석방지책 설치

발파시에 발파진동과 충격에 의한 낙석으로 인접주택의 사고를 예방하기 위해서 공사장 하부 민가에 면

: 대지경계 부위에 H빔+토류판으로 낙석 방지책을 설치하여 운영하였다.

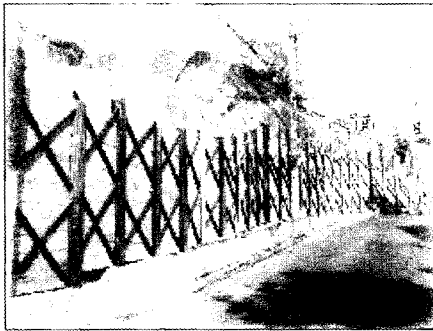


그림 10. 낙석방지책

5) 다이크 설치

경사부위에 그림 11과 같이 다단계로 다이크(둑)을 설치하여 낙석방지와 수해 예방 효과를 동시에 기하였다.



그림 11. 낙석 방지 둑(DIKE)

6) 타이어 매트 설치

발파공을 덮는 덮개로 그림 12와 같은 타이어 매트 를 적용하여 쇄석이 비산하는 것을 방지하였다.

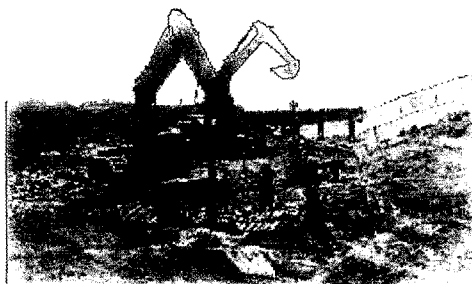
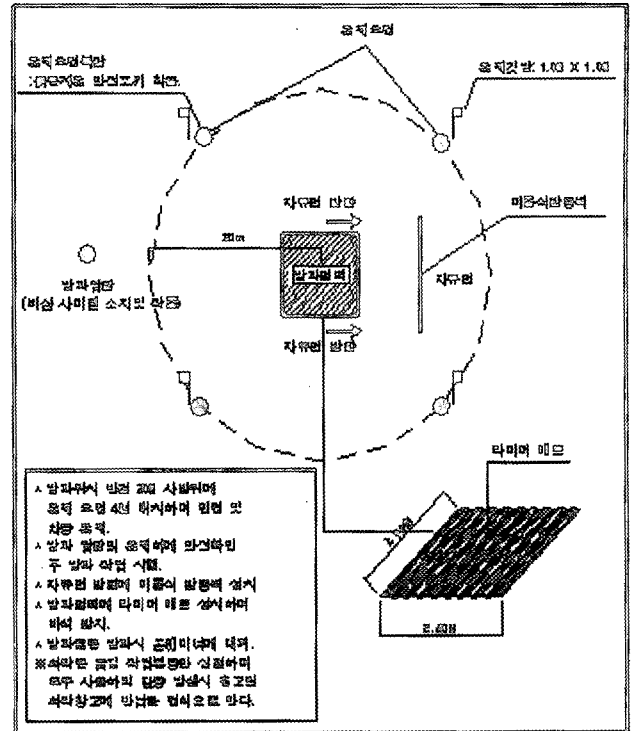


그림 12. 타이어매트 설치 운용

7) 발파시 통제 기준

발파위치 반경 30M 사방에 통제요원을 배치하여 인원 및 차량을 통제하며 자유면쪽으로 이동식 방음벽을 설치하여 비석을 방지한다.



4.6 환경관리 대책

1) 무진동공법 실시

발파시 비석 발생이 우려되는 부위와 민가 및 학교 인접부는 무진동 공법인 할암 작업과 로드헤더 작업을 병행 실시하여 비석에 의한 사고 예방과 더불어 발파 진동에 의한 건물피해 및 민원을 예방하였다.



그림 13. 할암 작업 실시



그림 14. 면삭기 작업(로드헤더)

2) 발파계측실시

발파시 현장외곽 3개소에서 계측을 시행하여 그 결과에 따라 장약량 탄력적으로 조절하여 인접지역 건물의 피해와 민원을 최소화하였다.

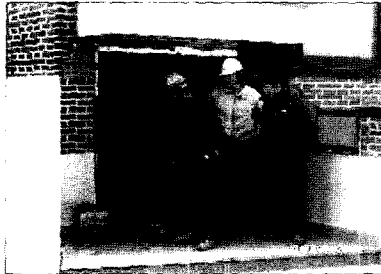


그림 15. 발파계측실시

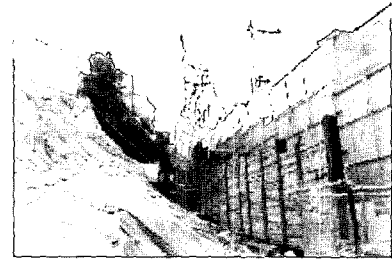


그림 19. 다단계 방음벽 설치  
(이동식방음벽 → 굴착부위 경계 부직포 →부지경계 헨스)

3) 각종 방음벽의 적재적소에 설치



그림 16. 발파공 전공사 이동식 방음벽 설치

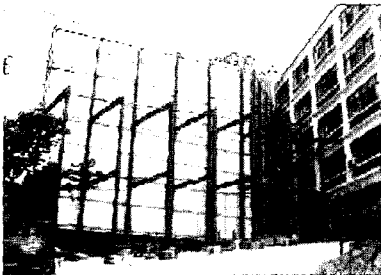


그림 17. 학교쪽 방음벽 설치현황 (H 빔을 이용 높이:12m)

4) 비산먼지 방지책



그림 18. 현장가설도로상 스프링쿨러 설치

5. 맺음말

현장 개설 후 8개월 이상 기간동안 발파작업을 진행 하면서 안전과 현장 운영의 기본과 원칙을 준수하며 현장의 전 관리자와 작업자가 합심하여 철저한 안전관 리로 사고는 발생하지 않았다. 발파작업시 사소한 부 주의와 방심으로 인해서 발생할 수 있는 사고는 큰 인 명피해로 이어질 수 있다. 따라서 발파작업에서의 위 험요소는 중요하거나 중요하지 않은 요소로 구별될 수 없는 것들이다. 현장에 위험요소가 항상 도사리고 있 음에 각 단계별로 안전관리에 하나라도 소홀히 해서는 안 된다는 마음의 자세가 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다.

그러므로 본 사례에서 제시한 내용이 발파공사의 모 든 위험요소를 언급하지는 못하였으나 발파공사의 안 전에 조금이나마 도움이 되었으면 한다.

또한, 당 현장의 시공계획과 관리가 아무리 철저히 시행되었다 하더라도 시공사의 입장과 인근 주민의 입 장사이에는 분명히 차이가 존재한다. 이런 견해차이로 인해서 도심지 공사에서는 민원이 발생하고 이런 민원 으로 인해서 공사에 차질이 생기는 경우가 허다하다. 당 현장에서는 현장소장 환경방침 중의 하나로 “지역 주민의 친구가 되자” 라는 방침을 두고 실천하고 있 다. 이는 시공하는데 있어서 이중, 삼중의 방호시설을 완비하고 그 한계를 벗어나는 부분은 평소 대민 유대 관계를 통하여 풀어나가는 것이 도심지 공사를 원활히 수행할 수 있는 노하우가 아닐까 생각한다.