

## 도심지발파에서 민원처리사례

How to solve the petition to the Blasting Works

안 명 석\* (Ahn, MyongSuk)

안 상 영\*\* (Ahn, Sangyoung)

### 1. 머리말

지금 토목건축공사 현장에서는 건설시장 개방과 함께 각종 민원발생으로 업컨데 덮친 격으로 심한 어려움을 겪고 있다. 대도시뿐만 아니라 중소도시 심지어는 농어촌, 산지 등에서도 민원이 발생되고 있다. 이제는 우리가 외국기술의 국내 진출 및 잠식, 공사중단, 민원보상 등에 대처하기 위하여 건설기술의 향상 및 신뢰도 향상으로 이러한 어려움을 극복해야 할 시점이다. 최근 고층빌딩(7층)이 2.5~13m지점에 위치하는 등 건물들이 밀집해 있는 도심지에서 계측관리 및 응용 등의 기술관리로 민원을 예방하고 극복한 사례를 다음과 같이 소개하고자 한다.

### 2. 공사개요

- 공 사 명 : 화성주택문화관 신축공사
- 위    치 : 대구광역시 수성구 황금동 847-2, 3, 4번지
- 공사기간 : 1997. 3.19~7. 7(111일간)
- 건축규모 : 지하3층, 지상8층 철골철근콘크리트
- 발파압량 : 17,000m<sup>3</sup>
- 총공사비 : 약 150억

• 참여회사

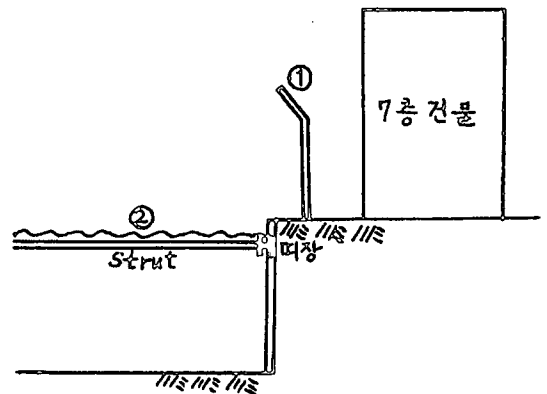
- ① 발 주 처 : 화성산업(주)
- ② 시 공 자 : (주)화성개발
- ③ 협력업체 : (주) 금 농

### 3. 공사추진내용

#### 가. 터파기(Excavation) 추진방법

1) 1단계 : 브레이커작업

- ① AL 방호벽 설치
- ② Open cut 상부 소음차단시설설치
- ③ 풍화암층 브레이커작업으로 터파기 시행



\* 동서대학교 겸임교수, 화약류관리기술사

\*\* (주)화성개발 공사과장, 건축기사 1급

2) 2단계 발파작업

- ① 연암, 보통암층 제어발파실시
- ② 소음진동계측실시

3) 3단계 : 무진동, 무소음 공법

- ① 민원건물 20m이내 지역 비폭성 파쇄제 사용
- ② 공기는 발파대비 10~20% 증가

진행이 대단히 어려운 지역이었다. 또한 이러한 난공사지역에서 허가를 득하기 위하여 인근 건물주에게 동의서를 받기 위해서는 20억 정도의 동의 비용을 지불해야 하기 때문에 이러한 민원 비용을 절감하고 공사중단 없이 신속한 발파작업을 위하여 다음과 같은 절차로 공사를 진행하였다. <표 1> 화약류사용허가 절차흐름도 참조

나. 발파설계 및 계측관리 추진내용

1) 개요

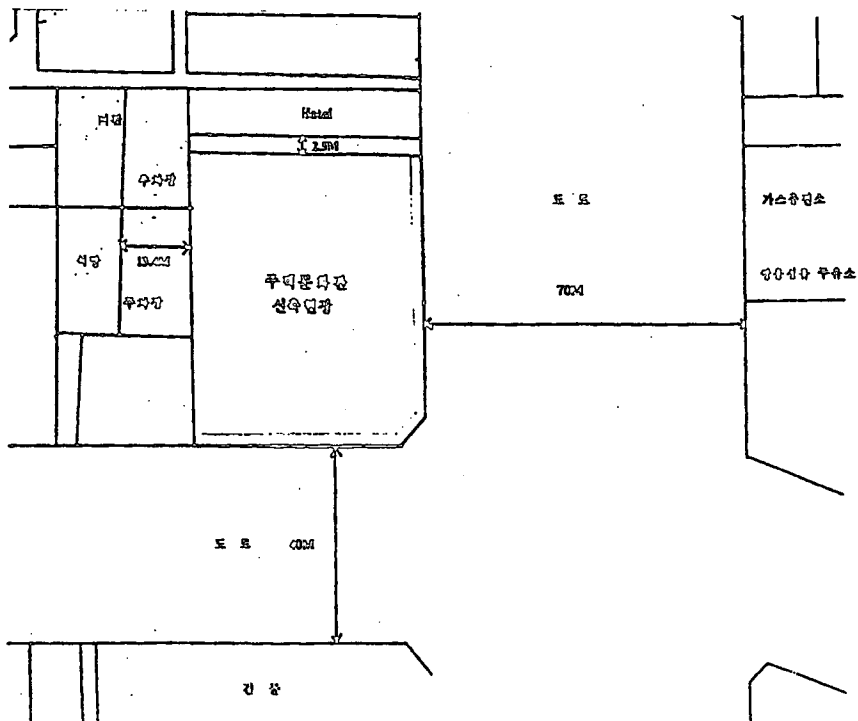
당 현장은 고층빌딩이 인접한 지하터파기공사장으로써 총포도검화약류 등 단속법상의 제1종 보안물건인 시가지의 주택, 상가(식당, 주요소 등), 호텔 등이 최근접 2.5m에서 13m지점에 산재해 있으며 제4종 보안물건인 도로(70m대로, 10m, 4m의 이면도로 등)가 공사장둘레에 인접해 있어서 - <그림 1> 참조 - 허가 및 공사

2) 발파영향평가 및 설계

당 현장은 화약류사용허가 및 양수허가시 첨부해야하는 동의서를 받기가 대단히 어려운 곳으로써 기술적인 판단자료인 주변 발파환경영향평가서를 첨부하여 허가를 득하였으며 다음과 같다.

① 발파진동기준설정

노동부고시 제94-26호의 발파작업표준안전작업 지침 및 서울·부산·대구지하철 발파진동허가기준 0.5cm/sec(실금이 나타나 있는 정도의 주택,



<그림 1> 발파현장 주변약도

〈표 1〉

화약류 사용허가 절차흐름도

처리 경로 (접수후 7일 이내 처리)	일반적인 상황 (위험도가 적은 현장의 경우)	특수한 상황 (안전사고 및 민원발생이 우려되는 곳)
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">화약류관리보안책임자 선임 및 공사준비완료</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">허가신청서작성 (관할화약판매상협조)</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">관할경찰서저부수 (방법지도계)</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">현장답사 등 확인검토</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">결     제</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">화약류사용허가증교부</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">발 파 작 업 착 수</div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 월 2ton이상 사용현장 : 1급 선임 월 50Kg이상 2ton미만 사용 현장 : 2급선임 월 50Kg미만이나 6월이상장 기 사용현장 : 3급선임</li> <li>2. 화약류사용허가신청서, 사용 계획서, 저장소설치, 허가증 사본 등 작성제출</li> <li>3. 경찰서 민원실 경유 방법지도 계 접수</li> <li>4. 화약허가담당자 및 관련 전문 가 동승 현장답사, 검토</li> <li>5. 방법과장 경유 경찰서장 결재</li> <li>6. 협회비 납부후 허가증 수령 (시행령 제78조 제1항 : 사용 량 1Kg당 5원)</li> <li>7. 드릴 및 화약수령하여 발파작 업 수행</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. 경찰서장의 판단에 따라 화약 류사용허가신청서(사용계획서) 에 안전진단, 기술검토 의견 서, 발파설계, 발파환경 영향 평가 중 필요서류를 첨부</li> <li>4. 경찰서장의 판단에 따라 관련 전문가(총포화약안전기술협회 안전진단 담당자, 기술사사무 소를 개설등록한 화약류관리 기술사, 토목시공기술사, 건 설안전기술사)동승, 자문</li> <li>7. 시공사 혹은 경찰서장의 판단 에 따라 공인기술사(사무소등 록기술사)에게 발파소음진동 측정관리의뢰</li> </ol>

아파트의 기준)에 안전율을 고려한 0.3cm/sec를 작업안전기준으로 설정함.

② 추정진동식

U.S.B.M 추천발파진동추정식인

$V=K(D/W^b)^{-n}$ 을 사용하여  $K=50\sim350$ ,  $n=1.0\sim2.5$ ,  $b=0.5$ 를 적용함.

③ 발파진동영향평가

- 무진동 및 미진동과쇄공범구간 : 21m이내 지역
- 제어발파공법적용구간 : 21~30m지역
- 매발파시마다 공인기관(과학기술처등록 화약류관리기술사사무소 등)에 의한 발파 소음진동측정 및 크랙게이지설치 등 계속 관리 실시

④ 발파설계

시험발파후 최적지발당장약량을 산출하고 그에 따른 천공장, 천공간격, 천공경 등을 설계하였다. <표 2> 제어발파공법의 제원, 발파패턴도

<표 2-1> 제어발파공법의 제원

항 목	내 용
1 천 공 장 비	착암기 36mm
2 천 공 장 (H)	0.9~1.2m
3 공 간 격 (S)	0.5~0.7m
4 저 항 선 (W)	0.5~0.7m
5 메 지 길 이	0.7~0.9m
6 장 약 길 이 (ℓ)	0.2~0.4m
7 사 용 폭 약	Himite 5000, 25mm (Emulsion 25mm)
8 사 용 뇌 관	ED 2.5m MS 2.5m
9 장 진 형 태	Single Charge
10 장 약 량	0.125~0.250Kg/공
11 단위체적당 장약량	0.35Kg/m <sup>3</sup>

<표 2-2> 발 파 패 턴 도

<1 자유면일 때>

↑

○ 5	○ 2	○ 1	○ 3	○ 7
○ 10	○ 6	○ 4	○ 8	○ 12
○ 14	○ 11	○ 9	○ 13	○ 15

<2 자유면일 때>

○ 1	○ 3	○ 2	○ 1
○ 2	○ 4	○ 4	○ 3

NOTE : 1. 1~2공씩 발파를 원칙으로 하고 소음진동을 측정하여 기준치를 초과하지 않을 때 2공 이상 지발발파를 하며 소음진동을 측정하여 확인한다.

2. 자유면의 상태가 불량하거나(구열, 절리, 층리, 짧은 저항선 등) 메지가 미흡할 때 비산의 우려가 있으므로 주의한다.(방호 매트 사용 및 대피철저)

3) 시험발파

① 지질 및 실험 방법

대구지역의 지질은 중생대 백악기의 퇴적암류가 주류를 이루고 있으며 당 지역은 녹색내지 흑회색의 셰일(Shale)로써 지하 8.6~9.5m 이하에서 기반암인 연암층이 발달되어 있는 단층 압축강도 500~1,200Kg/cm<sup>2</sup> 정도의 연암내지 보통암으로 이루어져 있다. 2.5m로 인접한 가장 가까운 보안물건인 호텔 경계에는 정밀진동분석 측정기인 Thomas Instruments, VMS-100S U.S.A를 설치하였고 13.4m 떨어진 식당에는 Blastmate II DS-677 Instancel, CANADA 를 설치하여 발파소음진동을 측정하여 Data를 분석 처리하였다.

② 측정결과

- 일 시 : 97. 3. 19. 13 : 30~15 : 30
- 측정거리 : 15~38m

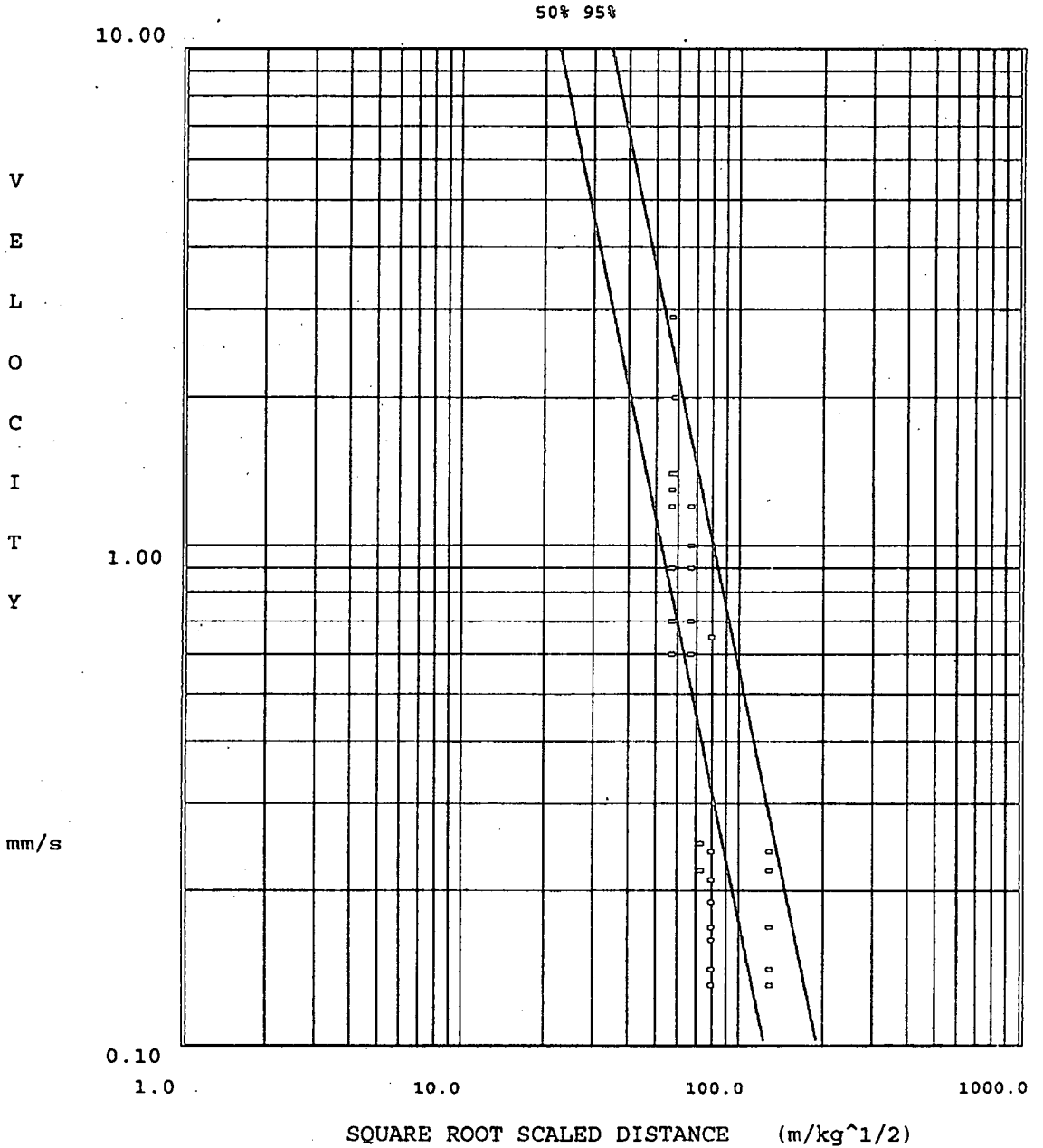
<그림 2>

Jul 29/1997

REGRESSION LINE FOR Hwasung1.SDF

95% LINE EQUATION:  $V = \frac{\quad}{\quad} * (SD)^{\wedge}(-\quad)$

COEFFICIENT OF DETERMINATION = 0.557      STANDARD DEVIATION = 0.253



- 발파내용 : A지역 81공, B지역 19공, 총 100공(총58회)발파
- 측정결과 : 0.013~0.290Kine, 58.8~10.8.8dB
- 데이터분석처리결과 <그림 2>참조  
 $K=173.3, n=1,591, n=0.5$

③ 본 발파 지침

• 시험발파결과 주변건물에 물리적인 피해가 없으므로 당 발파방법을 채택하고 본 발파시에는 발파소음진동 및 균열측정 동 발파시마다 상주하여 계측관리로 확인할 것이며 주변건물에 안전유무를 상시 확인할 것.

• 특히 약장약, 수공발파, 단공발파, 암반의 균열, 처리 등의 요인으로 인해 발생할 가능성이

있는 비산사고 방지를 위해 작업원 메지방법교육과 안전교육을 강화하고 작업장내 장비와 작업장의 충분한 대피를 권장함.

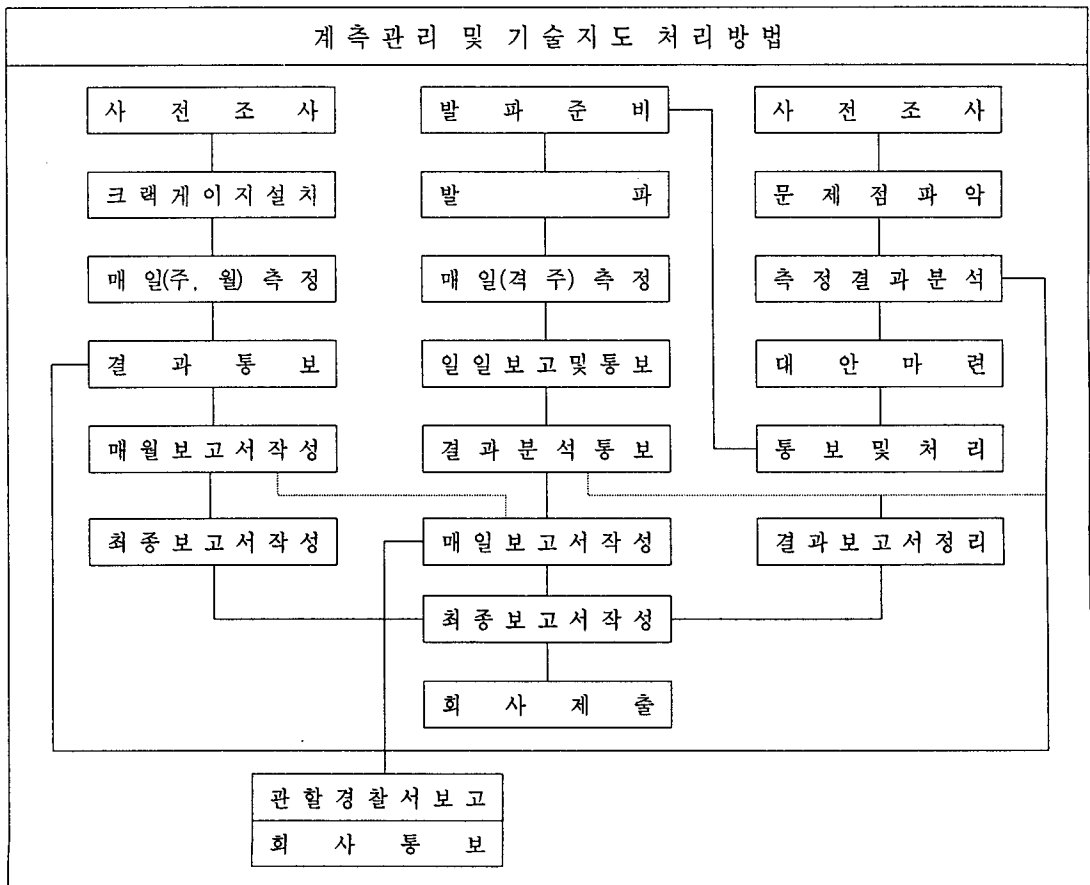
4) 본 발파 및 계측관리 <표 3> 참조

① 1차 공사기간 중 발파결과

97. 3. 30부터 2개월간 발파 및 소음진동 측정결과는 다음과 같다.

- 기 간 : 97. 3. 20~5. 19(60일간)
- 계측기관 : ○○대학 환경기술연구소
- 측정기기 : Thomas Instruments, Inc. VMS-100S U.S.A  
 Thomas Instruments, Inc. VMS-200S U.S.A

<표 3> 발파계측관리 및 기술지도용역 흐름도



- 총발파횟수 : 1141회
- 총폭약사용량 : 177.125Kg
- 총뇌관사용량 : 2237EA
- 측정결과 : 0.02~0.33Kine

- 총폭약사용량 : 317.625Kg
- 총뇌관사용량 : 2541EA
- 측정결과 : 0.02~0.29Kine

② 2차 공사기간 중 발파결과

97. 5. 20부터 1개월 10일간 발파 및 소음 진동측정결과는 다음과 같다.

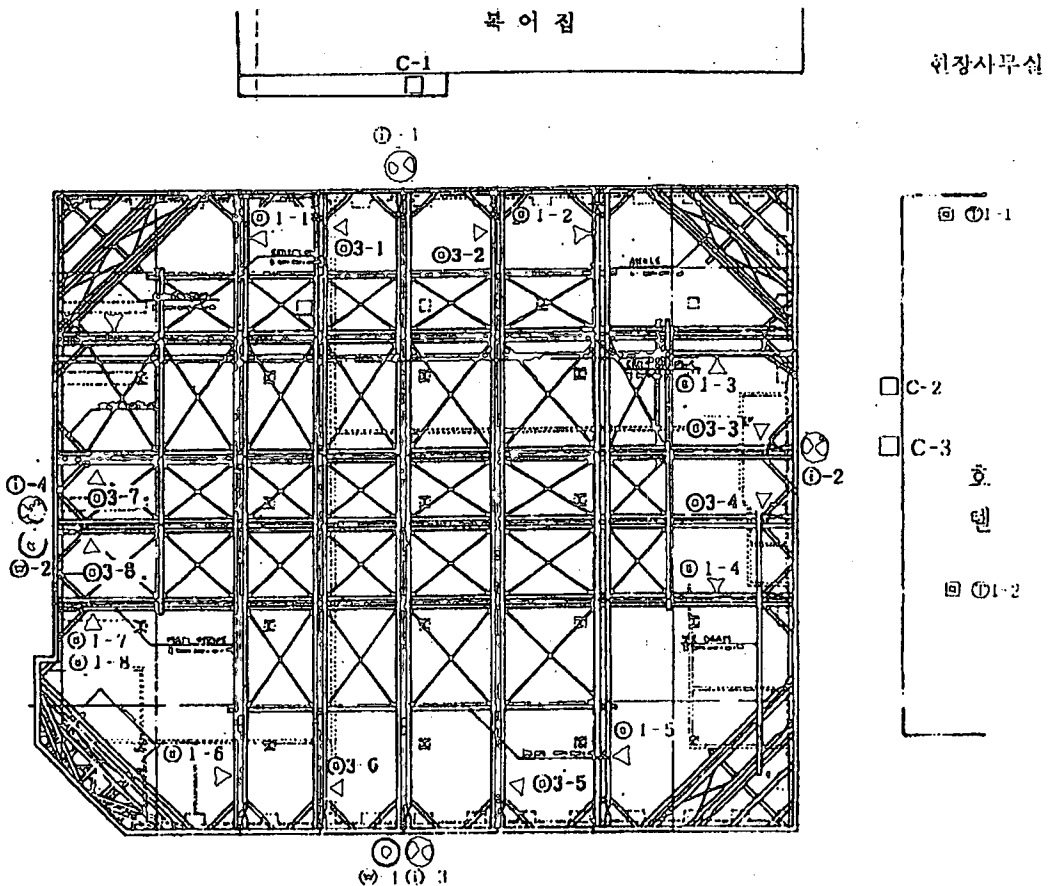
- 기 간 : 97. 5. 20~7. 7(50일간)
- 계측기관 : ○○대학 환경기술연구소
- 측정기기 : Thomas Instruments, Inc.  
VMS-200S U.S.A  
Blastmate II DS-677  
Instantel, CANADA
- 총발파횟수 : 1046회

5) 기타 토공사 계측관리

96. 12. 2부터 97. 6. 27까지 약 6개월간 측정된 토공사 계측관리 결과는 다음과 같다.

- 기 간 : 96. 12. 2~97. 6. 27
- 굴착공법 : 입지말뚝 및 토류판으로 구성된 토류구조물을 버팀 보로 지지하면서 굴착.
- 굴착깊이 : GL-16m
- 설치위치 : <그림 3> 참조
- 측정 기기 설치 및 결과

<그림 3>



계 측 기 명	설치수량	설 치 일 자	측정결과(97. 6. 27현재)
경 사 계	4	96. 12. 2	기존 유동범위내에서 활동양상을 보이고 있으나 안정수렴경향을 보이고 있음.
지 하 수 위 계	2	96. 12. 2	장마철 호우에도 불구하고 증감변위량이 약하며 다소 수위상승이 예상되었으나 오히려 감소되었음.
변 형 률 계	16	97. 1. 23 97. 2. 14 97. 4. 19	매우 안정적인 상태를 지속하고 있음.
균 열 측 정 계	3	97. 3. 19 97. 3. 25	우천 등의 영향으로 지반상태의 변화가 생기며 이에 따라 변위량이 아주 미약하게 나타나고 있음(0.01~-0.03mm)
건 물 기 울 기 계	2	97. 4. 16	최대 -0.036mm내의 변위량을 보였으며 관리기준에 훨씬 못 미치는 변위량을 나타내었음(97. 6. 13 현재, 건물높이 31m의 옥상에 설치결과임)
중 합 소 건	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장마철 집중호우 등으로 기상관계가 악화되면서 직·간접적으로 가시설 구조물에 미치는 영향이 나타날 것으로 사료되었으나 폭우에도 불구하고 계측기에 나타나는 변화는 미소하였으며 안정적이었다.</li> <li>• 토공사 마무리 단계로서 더 이상 추가적 변위는 없을 것으로 예상되나 차후 계측 Data를 주시해야겠으며 토공사 마무리의 건설시공으로 현상태를 유지하는 것 또한 중요하다.</li> </ul>		

#### 4. 민원발생 및 처리결과

앞에서 설명한 바와 같이 외국기술의 국내진출과 시장잠식에 대응하고 민주화 추세에 과도한 민원에 대비 및 엄정한 기술관리를 위해서는 토목기술의 고급화와 계측관리는 필수적이라고 할 수 있다. 민원보상비용과 공사중단 및 지연으로 인한 공사비 낭비를 최소화하기 위해서는 민원발생원인을 먼저 생각하고 이에 적극 대비하여야 겠으며 유사한 처리사례를 눈 여겨 봐 둘 필요가 있다.

##### 가. 민원발생원인과 처리방법

첫째, 민원발생원인으로는

- 사회적인식 부족
- 사전통보 부족
- 감정악화
- 보상심리가 중요한 요인이 되며 둘째, 처리방법으로는
  - 인위적 처리
  - 기술적 처리
  - 권위적처리방법이 있으며 셋째, 민원발생으로 공사지연시 발생하는 피해로는
    - 대외공신력 실추
    - 후속공정지연야기
    - 지체보상금발생
    - 공사지연으로 인한 손실 등이 예상된다.



## 나. 당 공사현장의 민원진행 및 처리결과

- 96. 9. 건설소음진동분진에 대한 손해배상 접수(1일 100만원 요구)
- 96.11. 발파허가제출서류 중 동의서 제출을 위한 보상금액 10억 요구
- 97. 3. 동의서 대신 발파환경영향평가서로 대체하여 시험발파허가 받음.
- 97. 3. 시험발파실시 및 결과보고서를 제출 하여 본 발파허가 받음.
- 97. 3.20~7. 7. 본 발파 실시 및 계측결과 안정적으로 완료함.
- 97. 6. 손실주장 4억 요구, 법원 조정 2억 협의 절충 중.
- 97. 7. 시공자는 1억 이내일 경우 협의에 나설 가능성 있음.

※ 발파소음진동계측 및 경사계, 지하수위계, 변형률계, 균열측정계, 건물기울기계 측정결과 안정적으로 판정되었음.

## 5. 맺 음 말

고층빌딩이 2.5m까지 인접한 도심지 지하터파기암반발파공사장에서 발파설계, 정밀시공, 계

측감리 등의 기술관리를 함으로써 공사중단, 지연, 민원보상, 안전사고 없이 공사를 잘 마무리하였다. 당 사례를 요약 정리하면,

가. 화약류사용(발파)허가 및 양수 허가 신청첨부서류 중 동의서 대신 과기처등록 전문업체에 의뢰한 발파영향평가 및 설계서를 제출하고 시험발파를 함으로써 발파불가지역이란 인식을 가능지역으로 바꾸고 정밀시공을 할 수 있었다.

나. 발파진동안전기준 0.5Kine의 60%수준인 0.3Kine을 작업안전진동기준으로 삼아 정밀시공을 하고 전문기관에 의한 발파소음진동계측 및 각종 토공사계측을 한 결과 인근 고층건물에 아무런 피해가 없이 공사를 완료하여 수십 억대의 보상비용을 절감하고 공사진행에 차질이 없도록 완료하였다.

다. 이러한 인식 전환 및 공사비 절감은 민원 발생원인 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 막연한 보상심리를 억제시키기 위한 몇 가지 처리방법 중 기술적 처리방법을 택하여 합리적인 방법으로 기술적으로 정직하고 성실하게 꾸준히 노력한 결과라고 사료된다.