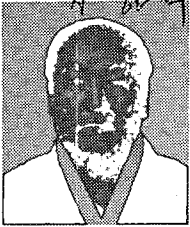


터널 掘進으로 인한 地上構造物에 미치는 地下水, 振動 및 騒音 影響에 대한 調査研究



On the study of blasting Vibration Sound & Underground water
Influenced to Building Structure in the Shaft Sinking and Tunneling

許 埴*
G. Huh

ABSTRACT

The Scope of this Cable works was as follows, it was drilled two shafts, NO. 1 shaft (ϕ 6.8m \times 31m), NO. 2 shaft (ϕ 6.8m \times 33m) and it was connected two shaft in Tunneling. The first, it was needed to investigate the survey of influenced of Vibration and noise by blasting to near by housing structure.

2nd, It was essential to decide the Boundary line of influenced for agriculture water and portable water, by draw down of underground water.

Blasting works has been done successfully without any problem, but by draw down of underground water, with in 250m Level from # 1 shaft, agriculture well drilled 8 place and portable water well drilled 7 place for near by farmers.

종합 안전진단 의견서

경기도 포천군 소흘면 이가파리 352번지 소재 근린생활시설 건물은 1995년 2월에서 5월사이에 건립된 철근콘크리트조 건물로 지상 3층인 연면적 661.29㎡의 건물이다.

송우전화국 인입 #1 수직구와 최단거리 19.6m가 떨어져 있고 96. 7. 6일 현재 수직구를 지나 수평굴진 8m를 굴진하고 있으며 굴진지점의 지질은 2.30m까지가 모래층, 4.50m까지가 자갈

층, 6.5m까지가 풍화토이며 22.1m까지가 풍화암, 24.6m까지가 연암이고 이하는 경암이다. 따라서, 현재 경암의 층을 굴착하고 있다. #2 수직구는 수직구를 지나 수평굴진 86m에서 작업하고 있다.

공사로 인한 안전진단 대상 건물의 위해요소를 발파진동, 수직구 주변 흙의 이완현상등으로 나눠 검토한 결과는 아래와 같다.

발파 진동에 의한 건물의 위해를 없애기 위해서는 정밀발파공법에 의거한 시험발파를 시행하

* 우리學會 會長 火藥類 管理 技術士
美國 技術士(土木)

여 건물에 안전한 진동범위를 설정한 후 공사를 시행하고 있으며 현재(96. 7. 6)공사의 발파 진동치를 검토한 바 발파 허용진동치(0.5cm/sec) 및 소음 허용치 75dB 이내에서 공사가 이루어지고 있으며, 발파로 인한 진동 영향권은 발파장소로부터 14m이나 안전진단 대상 건물은 23m 지점에 위치하고 있으므로 본 건물은 안전지대에 있으며, 차후 공사도 진동허용치 이내에서 발파작업이 이루어지도록 하여야 하겠습니까. 보다 상세한 진동영향권 한계에 대해서는 유첨 DATA를 참고하시기 바랍니다.

머릿말

본 송우전화국 인입 통신공사 사전 안전 진단 조사는 수직구 굴하작업, 수직구간의 연결 터널 수평공사의 발파작업으로 인한 발파 진동 및 지하수 변동으로 수직구와 근거리에 있는 건축물에 미치는 영향을 조사하는데 있다. 특히 수직구간의 터널 수평 굴진 공사는 지상교량과의 토피가 -28m에 불과하고 유수(流水)가 많은 발파 굴진 공사는 난공사가 아닐 수 없다. 따라서 이와같은 지상 구조물에 안전 보전을 위해서 발파 진동 절감의 가장 효과적인 방안을 제시하고 이에 미치는 영향을 사전 조사하는데 있다.

1. 안전진단의 목적과 진단범위

1-1. 안전진단의 목적

본 진단은 송우전화국 인입통신공사에 따른 수직구 주위 건물 사전 안전진단의 부대과업으로 공사로 인한 영향검토 및 피해보수 산정 자료로 활용하기 위하여 시행한다.

1-2. 안전진단의 범위

수직구와 터널공사시의 발파(發破) 영향 및 지하수저하에 따른 영향범위를 검토하여 미흡한 사항에 대하여는 대책을 수립하여 건의한다.

2. 터널 발파 패턴 검토

머리말에서 기술한 바와 같이 발파작업으로 인한 진동이 지상구조물에 미치는 영향을 최소화하고 발파 소음으로 주거민들의 일상생활에 미치는 영향을 절감하기 위해서 모든 가용할 수 있는 효과적인 공법 적용에 최선을 다하였다. 즉, 정밀발파공법으로 수직구(φ 6.8m)는 첫째, 굴진장을 최소화하여 점화당 0.6(2.2)m 굴진장으로 하고, 둘째, 이를 분할발파(分割發破)로 나뉘서 차례 차례 점화하고, 셋째, 사용폭약은 진동절감의 효과적인 함수폭약(φ 25mm)를 사용하며 M/S 전기 뇌관으로 점화하고 터널 수평굴진 작업은 첫째, 굴진장을 1.0(1.1m)으로 단축하고, 둘째, 천공수는 진동과 소음 절감의 효과적인 실공과 빈공의 비율을 1:1로 하고, 셋째, 점화는 하단(A)를 먼저 다음 상단(B)를 점화하는 분할점화로 유첨패턴과 같이 시공하고 있는 바 진동허용치는 0.4cm/sec 소음 75dB 이내로 측정 기록치 일보에 기록되고 있으므로 터널 발파진동 및 소음으로 인한 지상구조물에 대해서는 영향이 없는 것으로 사료된다.

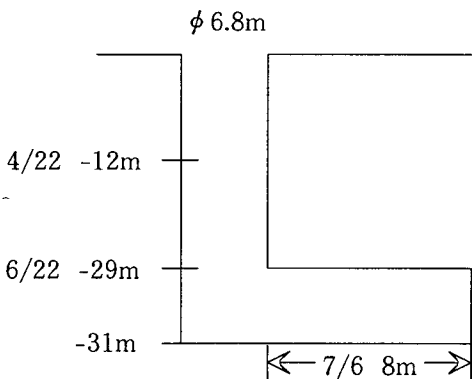
3. 발파 작업의 영향권 범위산정

이 일대는 서울 북부 일원의 기반암을 이루고 있는 쥬라기 화강암(Granite)이고, 대부분이 농경지로서 많은 풍화작용으로 시추주상도에 의하면 2개 수직구 공히 GL로부터 -12m에 이르러 풍화암으로 발파작업 대상지역이다. 7월 10일 현

재 집계된 시험 발파작업 기록치는 다음과 같다. 발파작업으로 인한 소음에 대해서는 법정 허용치 공사 현장 적용 75-80dB을 넘지 않는 관계로 크게 문제가 되지 않으며 경우에 따라서는 차량 소음이 높은 때도 있다.

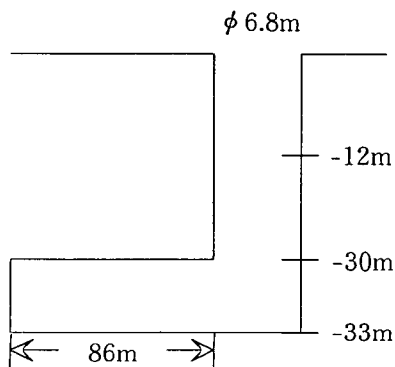
3-1. 발파작업 시험발파 기록치(7월 10일)

#1 수직구



항목 일시	막 장	굴진장 (m)	장약량(g)		기 록 치			폭원과의 거리(m)
			공	약량	cm/sec	Hz	dB	
4/22	수직구 (풍화암)	0.6(1.0)	250	33000	0.17	23		
6/22	수직구 (연암)	0.6(1.0)	250	33000	0.014	57		
7/10	Tunnel (경암)	1.0(1.1)	250	15000	0.15	51	33 	

#2 수직구



항목 일시	막 장	굴진장 (m)	장약량(g)		기 록 치			폭원과의 거리(m)
			공	약량	cm/sec	Hz	dB	
3/4	수직구 (풍화암)	0.6(1.0)	250	33000	0.08	37		
5/9	수직구 (연암)	0.6(1.0)	250	33000	0.15	N/A		
7/8	Tunnel (연암)	0.7(1.0)	200	12000	0.3	57	75 	

3-2. 진동영향권 계산

1980년 부터 널리 실용화되고 있는 우리 학회 발파 진동 실험식에다 상기 기록치를 대입하여 진동 영향권 거리를 유도한다. 즉 발파장소로 부터 14m가 영향권인데 실측한바로는 23m지점이 되는 것이다.

$$V = KW^{0.5} D^{-1.75} \quad V = \text{진동치 cm/sec}$$

K=상 수 화강암

W=지발당장약량 kg

D=폭원과의 거리

#1 수직구(96. 4. 22)

$$0.17 = 91 \times 0.250^{0.57} \times 23^{-1.75}$$

$$0.4 = 91 \times 0.250^{0.57} \times 14.2^{-1.75}$$

#1 수직구 터널(96. 7. 10)

$$0.15 = 93 \times 0.478^{0.57} \times 31^{-1.75}$$

$$0.4 = 93 \times 0.478^{0.57} \times 11.7^{-1.75}$$

#2 수직구(96. 3. 4)

$$0.08 = 91 \times 0.181^{0.57} \times 32^{-1.75}$$

$$0.4 = 91 \times 0.181^{0.57} \times 12.8^{-1.75}$$

#2 수직구 터널(96. 7. 8)

$$0.3 = 93 \times 1.459^{0.57} \times 30^{-1.75}$$

$$0.4 = 93 \times 1.459^{0.57} \times 25.5^{-1.75}$$

CHARGE CALCULATION

송우전화국 인입통신구

(풍화암)

Page:2

DRILLED DEPTH	0.8m	DETONATOR	53PCS
ADVANCE	0.7m	CHARGE	6.15kg
NUMBER OF HOLES	61Holes	SPECIFIC DETONATOR	2.07PCS/m ³
TOTAL DRILLED DEPTH	48.8m	SPECIFIC DRILLED DEPTH	1.91m/m ³
FACE AREA	36.629m ²	SPECIFIC CHARGE	0.240kg/m ³
EXCAVATED SOLID ROCK OF FULL FACE	25.641m ³		

Face	Round	Classification	Cap No.	Number of Hole hole	Amount of Charge						Total g	Remarks
					Slurry(K-100)		F-1		F-2			
					φ 25 mm X 433 mm X250 g/PC		φ 17 mm X 42 5mm X100 g/PC		φ mm X mm X g/pc			
					Per hole pcs	Sub- total pcs	Per hole pcs	Sub- total pcs	Per hole pcs	Sub- total pcs		
A	1	Cut Holes	MS1~10	10	0.6	6					1,500	
		Stoping H.	11~20	10	0.4	4					1,000	
		F-1 Lines	DS 6~11	6	1/5	1.2	0.5	3			600	
		Foot H.	12~18	7	0.6	4.2					1,050	
		Sub Total	-	33	-	15.4pcs	-	3pcs			4,150 g	
				33	-	3,850 g	-	300 g		4.15kg		
B	1	Stoping H.	MS1~8	8	0.4	3.2					800	
		F-1 Line	9~20	12	1/5	2.4	0.5	6			1,200	
		空 孔	-	(8)	-	-	-	-			-	
		Sub Total	-	(8) 20	-	5.6pcs	-	6pcs			2,000 g	
				28	-	1,400 g		600 g		2.0kg		
Full Face		Total	-	(8) 53	-	21pcs	-	9pcs			6,150 g	
				61	-	5,250 g	-	900 g			6.15kg	

Event Report

Date/Time Long at 15:50:48 March 4, 1996
 Trigger Source Geo: 0.492 mm/s
 Range Geo: 254 mm/s
 Record Time 2.0 sec at 1024 sps

Serial Number 1950 V 5.21 BlastMate II/677
 Battery Level 5.9 Volts
 Calibration March 4, 1994 by INSTANTEL INC.
 File Name C9505TYM.OO0

Notes

Location: KEYONGKI POCHON.
 Client: KANGWONSANUP.
 User Name: KIM JIN SOO
 Converted: March 4, 1996 19:34:49 (V1.63)

Extended Notes

WEATHER :CLEAR

Post Event Notes

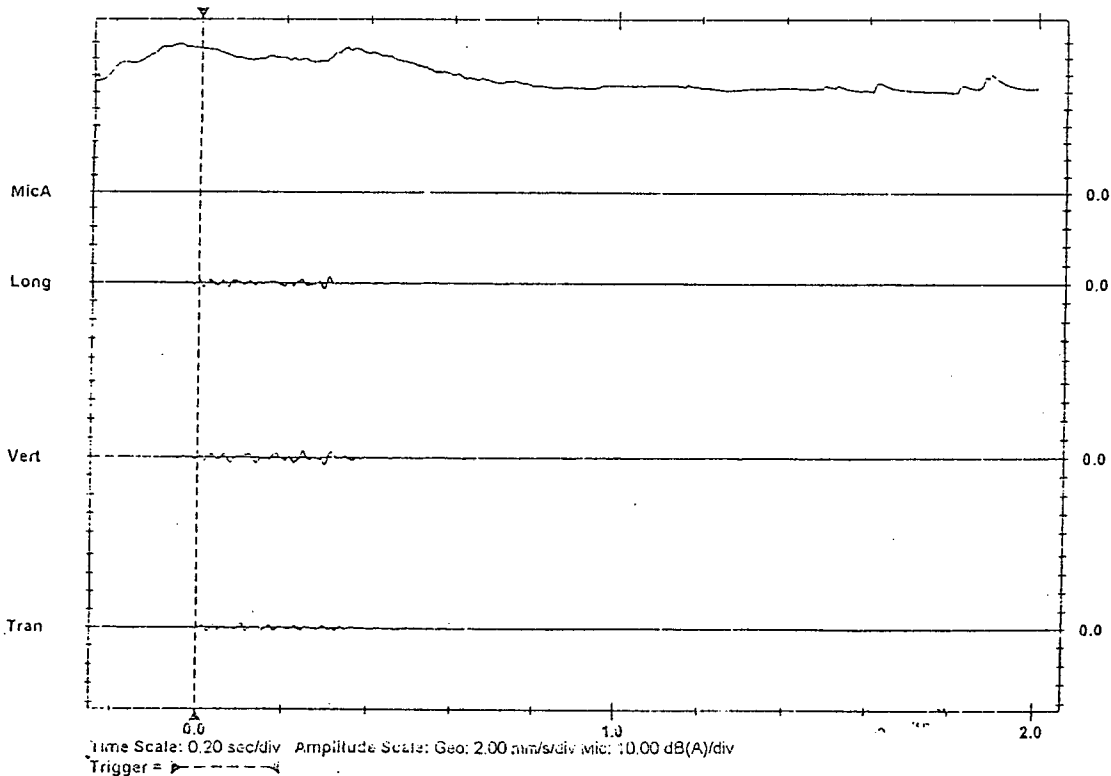
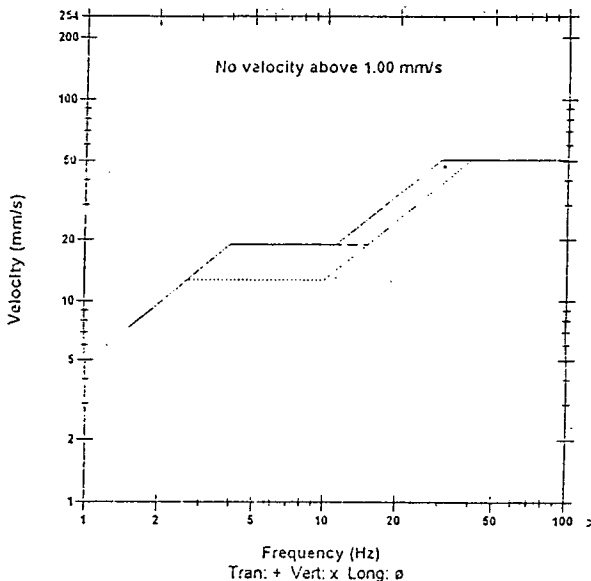
Microphone 'A' Weight
 PSPL 89.6 dB(A) at -0.048 sec
 ZC Freq N/A
 Channel Test Passed (Freq = 20.0 Hz Amp = 572 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	0.492	0.810	0.699	mm/s
ZC Freq	37	16	37	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.106	0.299	0.306	sec
Peak Acceleration	0.0133	0.0199	0.0232	g
Peak Displacement	0.00211	0.00512	0.00299	mm
Sensorcheck™	Passed	Passed	Passed	

Peak Vector Sum 0.905 mm/s at 0.297 sec

N/A: Not Applicable

USBM R19507 And OSMRE



그러나, #1 #2 수직구로 부터의 계속되는 용수로 인하여 주민들의 진정과 더불어 제2차적으로 식수용 우물 30개소를 계획하고 있는 실정이다. 본 공사전인 1995년 10월 1 수직구의 지하수위는 GL으로 부터 -4m였다. 그간 지하수위의 변동을 측정하기 위하여 「수위조사 공위치」와 같이 $\phi 100\text{mm} \times 30\text{m}$ 5공을 시추하여 지하수를 측정한 바 다음과 같은 수위측정 단면도가 기록되었다.

따라서, 주민들의 양수기 관정심도는 7-8m정도이며, 수직구 200m 위치에서 지하수위는 GL-7.6m($\wedge 3.6\text{m}$), 250m 위치에서의 지하수위는 GL-6.5m($\wedge 2.5\text{m}$)이므로 지하수 영향권은 수위측정 결과와 같이 #1 수직구를 기점으로하여 반경 250m로 산정되며 250m 이내는 지하수의 영향을 미치게 되나 250m 이상 떨어진 주택의 식수용 우물에는 영향권에서 벗어나는 것으로 사료되나이다.

#1 수직구 수위측정 단면도

