

S火力發電所 3, 4號機 增設에 따르는 精密發破作業으로 因한 隣接稼働發電機 및 構造物에 미치는 振動影響調查

許 填

Ginn Huh, Engr, Dr, P.E

On the vibration influence to the running power plant facilities when the foundation excavated of the cautious blasting works.

Abstract

The cautious blasting works had been used with emulsion explosion electric M/S delay caps. Drill depth was from 3m to 6m with Crawler Drill $\phi 70\text{mm}$ on the calcilous sand stone(soft-moderate-semi hard Rock). The total numbers of teet blast were 88.

Scale distance were induces 15.52-60.32. It was applied to propagation Law in blasting vibration as follows.

Propagation Law in Blasting Vibration

$$V = K \left(\frac{D}{W^b} \right)^n$$

where V : Peak partical velocity(cm/sec)

D : Distance between explosion and recording sites(m)

W : Maximum Charge per delay-period of eight milliseconds or more(Kg)

K : Ground transmission constant, empirically determind on the Rocks, Explosive and drilling pattern ets.

b : Charge exponents

n : Reduced exponents

Where the quantity D/W^b is known as the Scale distance.

Above equation is worked by the U.S Bureau of Mines to determine peak particle velocity. The propagation Law can be catagorized in three groups.

Cubic root Scaling charge per delay

Square root Scaling of charge per delay

Site-specific Scaling of charge per delay

Charge and reduction exponents carried out by multiple regressional analysis. It's divided into under 100m and over 100m distance because the frequency is verified by the distance from blast site. Empirical equation of cautious blasting vibration is as follows.

$$\text{Over 30m --- under 100m} \quad V = 41(D/3\sqrt{W})^{-1.41} \quad \text{--- A}$$

$$\text{Over 100m} \quad V = 121(D/3\sqrt{W})^{-1.66} \quad \text{--- B}$$

K value on the above equation has to be more specified for further understand about the effect of explosives, Rock strength. And Drilling pattern on the vibration levels, it is necessary to carry out more tests.

1. 緒 論

本調查目的은 現稼動中에 있는 S火力發電所 1, 2號機 基地内에 3, 4號機 增設에 따르는 基礎工事發破作業으로 因한 振動이 既存稼動 1, 2號機器 및 基礎構造物에 미치는 振動影響調査와 發破振動實驗式을 考察하는데 있다.

1989. 12. 1부터 發破作業한 바 있는 發破日誌 即 使用火藥類, 爆藥, 電氣雷管 및 穿孔方法, 穿孔長 振動值와 1990. 1. 9 調查者가 現場에 가서 振動計測한 資料를 가지고 室內作業한 것이다.

2. 發破作業實績

크로다드릴 비트경 $\phi 75\text{mm}$ 을 가지고 使用火藥類는 低比重 低爆速인 含水爆藥으로 하고 點火는 相互干渉으로 振動節減의 効果의인 M.S 電氣雷管을 使用 이를 다시 孔當 4~5個로 多은 電氣雷管을 使用하여 振動節減을 期했다. 岩質은 石灰質砂岩으로 軟岩, 普通岩 및 硬岩 等으로 構成되어 있으며 廣活한 作業場은 表面의 起伏이 심하여 穿孔方式은 터파기(1自由面) 및 階段式(Bench type)를 같이 適用했다.

發破日誌 및 振動計測值을 整理하면 다음과 같다.

3. 資料整理의 處理

發破에 依한 地盤振動의 크기는 火藥類의 種類에 따른 火藥의 特性, 裝藥量, 起爆方法, 填塞의 狀態와 火藥의 裝填密度, 自由面의 數, 爆源과 測點間의 距離 및 地質條件等에 따라 다르지만 地質 및 發破條件이 同一한 경우 特히 測點으로부터 發破地點까지의 距離와 遷發當 最大 裝藥量(W)間에 깊은 함수관계가 있음이 밝혀졌다.

即 發破振動式은

$$V = K \cdot \left(\frac{D}{W^b} \right)^n \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

여기서, V : 振動速度, cm/sec

D : 爆源으로부터의 距離, m

W : 遷發當 裝藥量, kg

K : 發破振動常數

b : 裝藥指數

n : 감쇄지수

이 發破振動式에서 $b=1/2$ 인 경우 즉 D/\sqrt{W} 를 自乘根換算距離(Root Scaled Distance), $b=1/3$ 인 경우 즉 $D/3\sqrt{W}$ 를 立方根換算距離(Cube Root Scaled Distance)라 한다.

이 裝藥 및 감쇄지수와 發破振動常數를 求하기 위하여 任意距離와 裝藥量에 대한 振動值를 測定, 重回歸分析(Multiple regressional analysis)에 依해 一般式을 誘導하고 Root scaling과 Cube root scaling에 對한 回歸線(Regression line)을 求하여 回歸線에 대한 適合度가 높은쪽을 擇하여 比較, 檢討하였다.

위 (1)式의 양변에 log를 取하여 linear form(直線型)으로 바꾸어 쓰면 (2)式과 같다.

$$\log V = A + B \log D + C \log W \quad \dots \dots \quad (2)$$

여기서, $A = \log K$

$B = -n$

$C = bn$

(2)式은 다시 (3)式으로 表示할 수 있다.

$$Y_i = A + BX_{i_1} + CX_{i_2} + \varepsilon^i \quad \dots \dots \quad (3)$$

여기서, X_{i_1}, X_{i_2} : 두 獨立變數, $\log D, \log n$ 의

Summary of Blasting

$$\begin{aligned}
 V_1 &= K_1 \left(\frac{D}{W^{\frac{1}{2}}} \right)^{-n_1} & V : \text{진동속도} (\text{cm/sec}) & D : \text{爆源으로부터의 거리} (\text{m}) \\
 A &= -100m & W : \text{지발당 최대 장약량} (\text{kg}) & \\
 n &: \text{減衰指數} & K : \text{자유 면상태, 폭약종류, 암질등에 따르는 常數}
 \end{aligned}$$

Date	Round	Ground Vibration (V) (cm/sec)	Charge (kg)		Distance (D) (m)	Scaled Distance D / \sqrt{W}	No of M/S Caps (pcs) Per Hole	Drilled depth (m)	No of Holes (hole)	Remarks	Explosive: Kovex 빛트ываем: $\phi 7.5\text{mm}$ M/S電氣雷管
			Per Hole	Total							
12. 1	1	0.10	3.8875	220.5	14.625	-	-	1.68	4.0	56	
"	2	0.05	4.5	157.5	10.6875	-	-	4	1.40	4.5	35
12. 2	1	0.20	3.455	290.22	22.5	80	16.87	28.33	3.5	294	3.75
"	2	0.20	3.606	317.25	23.625	80	16.46	27.82	3.46	304	3.69
12. 5	1	0.15	4.378	302.0625	23.625	102	20.99	35.47	3.76	259	4.13
"	2	0.55	4.473	362.25	25.875	102	20.05	34.41	3.79	307	4.19
12. 7	1	0.20	5.0625	389.8125	25.3125	150	29.81	50.98	4	308	4.5
"	2	0.25	4.834	285.1875	20.25	150	28.57	54.92	4	236	4.5
12. 9	1	0.24	3.617	405.0	27.5625	100	19.05	33.03	3.36	376	3.53
"	2	0.50	3.631	399.375	24.1875	100	20.33	34.50	3.37	370	3.55
12.10	1	0.96	5.0625	329.0625	20.8125	109	23.89	39.55	4	260	4.5
"	2	0.22	5.0625	329.0625	20.8125	101.5	22.25	36.82	4	260	4.5

										A=8 B=4) 12	
										70	
										3.43	230
12.12	1	0.40	3.0445	213.115	12.9375	81	22.82	34.45	3.29	3.43	230
"	2	0.35	3.5	157.5	10.125	72.5	22.78	33.46	3.45	155	3.67
"	3	0.22	3.134	109.6875	6.75	64	24.63	33.82	3.32	116	3.48
12.13	1	0.15	4.248	283.0625	25.3125	177.5	35.28	60.32	3.42	236	4.07
"	2	0.15	4.860	471.375	30.375	160.5	29.12	51.32	3.93	381	4.40
12.15	1	0.31	6.215	391.5	33.75	143.5	24.70	44.30	4.29	270	6.67
"	2	0.13	3.836	295.3125	25.3125	143.5	28.52	48.77	3.12	240	3.84
12.16	1	0.20	7.875	480.375	32.0625	160.5	28.34	50.40	5	305	9.0
"	2	0.30	7.875	409.5	31.5	169	30.11	53.39	5	260	9.0
12.18	1	0.40	5.625	230.625	16.875	89.5	21.78	34.83	4	164	6.0
"	2	0.37	5.625	180	9	81	27.0	38.88	4	128	6.0
"	3	0.43	5.625	180	9	81	27.0	38.88	4	128	6.0
"	4	0.42	5.625	180	9	81	27.0	38.88	4	128	6.0
12.19	1	0.71	2.467	64.125	4.5	64	30.16	38.73	2.16	56	3.12
12.19	2	0.48	5.0625	70.875	5.0625	55.5	24.67	32.29	4	56	4.5
"	3	0.58	5.0625	70.875	5.0625	55.5	24.67	32.29	4	56	4.5
"	4	0.07	5.625	241.875	16.875	168.5	41.02	65.57	4	172	6.0
"	5	0.07	5.0625	237.9375	15.1875	168.5	43.24	67.92	4	188	4.5

12.20	1	0.80	5.625	151.875	11.25	40	11.93	17.82	4	108	6.0	27	B
"	2	0.23	5.625	151.875	11.25	118.5	35.33	52.80	4	108	6.0	27	B
"	3	0.10	7.875	165.375	15.75	168.5	42.46	67.10	5	105	9.0	21	B
"	4	0.16	7.875	165.375	15.75	168.5	42.46	67.10	5	105	9.0	21	B
12.22	1	0.26	2.25	108	6.05	109	44.31	59.75	2	96	3.0	48	B
"	2	0.08	2.25	117	6.75	98	37.72	51.79	2	104	3.0	52	
12.23	1	0.13	1.125	67.5	4.5	118.5	55.86	71.70	2	120	3.0	60	B
"	2	0.14	1.125	48.375	3.75	72.5	37.44	46.62	2	86	3.0	43	
"	3	0.12	2.25	36	2.25	64	42.67	48.81	4	64	4.5	16	
"	4	0.18	2.25	36	2.25	64	42.67	48.81	4	64	4.5	16	
-	5	0.18	1.125	33.7	3.375	64	18.96	42.63	2	60	3.0	30	
12.23	1	0.14	5.0625	273.375	20.25	185.5	41.22	67.92	4	216	4.5	54	A = 8
"	2	0.10	5.0625	273.375	20.25	195.7	43.49	71.65	4	216	4.5	54	B = 6
"	3	0.10	5.0625	263.25	20.25	200.5	44.56	73.41	4	208	4.5	52	B
12.25	1	0.04	5.0625	359.4375	25.3125	285.5	56.75	97.03	4	284	4.5	71	B
"	2	0.03	4.110	242.4375	19.6875	265.5	59.84	98.13	3.33	196	4.0	59	B
12.27	1	0.20	4.5	288	18	126	29.70	47.99	4	256	4.5	64	B
"	2	0.23	4.5	288	18	109	25.69	41.51	4	256	4.5	64	B

12.29	1	0.20	3.459	186.75	13.5	89.5	24.36	37.52	3.08	166	2.01	54
"	2	0.14	2.25	90	6.75	81	31.18	42.81	2	80	3.0	40
"	3	0.12	2.825	204.75	13.5	89.5	24.36	38.63	2.6	182	3.45	70
"	4	0.14	3.375	135	12.375	81.5	23.17	35.18	3	120	3.75	40
"	5	0.17	2.25	112.5	9	81.5	27.17	39.12	2	100	3.0	50
12.30	1	0.25	2.25	94.5	6.75	81	31.18	42.81	2	84	3.0	42
12.30	2	0.61	2.25	94.5	6.75	81	31.18	42.81	2	84	3.0	42
"	3	0.02	5.625	101.25	7.875	81	28.86	40.66	4	72	6.0	18
"	4	0.27	4.5	162.0	12.3375	81	22.52	34.45	4	144	4.5	36
1.3	1	0.22	4.5	247.5	18.0	-	-	-	4	220	4.5	55
"	2	0.07	4.5	144.0	9.0	89	29.67	42.72	4	128	4.5	32
"	3	0.23	4.5	144.0	9.0	81	27.0	38.88	4	128	4.5	32
1.4	1	0.27	4.5	135.0	9.0	81	27.0	38.88	4	120	4.5	30
"	2	0.50	1.6875	82.6875	5.0625	81	36.0	47.12	2	98	3.0	49
"	3	0.14	4.5	175.5	13.5	89.5	15.11	37.52	4	156	4.5	39
1.5	1	0.35	4.5	72.0	4.5	55.5	26.16	33.58	4	64	4.5	16
"	2	0.02	4.5	72.0	4.5	55.5	26.16	33.58	4	64	4.5	16
"	3	0.26	4.5	72.0	4.5	55.5	26.16	33.58	4	64	4.5	16

"	4	0.27	4.5	72.0	4.5	55.5	55.5	26.16	33.58	4	64	4.5	64	16	16	
"	5	0.24	1.6875	60.75	3.375	55.5	55.5	30.21	36.97	2	72	3.0	72	36	36	
1.5	6	0.24	5.625	337.5	22.5	88	88	20.66	34.64	4	240	6.0	240	60	60	
1.6	1	0.26	1.6875	40.5	3.375	55.5	55.5	30.21	36.97	2	48	3.0	48	24	24	
"	2	0.60	1.6875	33.75	3.375	55.5	55.5	30.21	36.97	2	40	3.0	40	20	20	
"	3	0.52	1.6875	40.5	3.375	55.5	55.5	30.21	36.97	2	48	3.0	48	24	24	
"	4	0.38	1.6875	33.75	3.375	55.5	55.5	30.21	36.97	2	40	3.0	40	20	20	
"	5	0.45	1.6875	33.75	3.375	55.5	55.5	30.21	36.97	2	40	3.0	40	20	20	
"	6	0.26	4.5	135.0	9.0	81	81	27.0	38.89	4	120	4.5	120	30	30	
"	7	0.30	4.5	135.0	9.0	81	81	27.0	38.89	4	120	4.5	120	30	30	
"	8	0.23	5.0625	81.0	5.0625	55.5	55.5	24.67	32.29	4	64	6.0	64	16	16	
1.7	1	0.21	1.6875	33.75	3.375	64	64	34.84	42.63	2	40	3.0	40	20	20	
"	2	0.21	1.6875	33.75	3.375	64	64	34.84	42.63	2	40	3.0	40	20	20	
"	3	0.62	5.0625	81.0	5.0625	55.5	55.5	24.67	32.29	4	64	6.0	64	16	16	
"	4	0.52	1.6875	33.75	3.375	64	64	34.84	42.63	2	40	3.0	40	20	20	
"	5	0.08	5.625	202.5	16.875	185.5	185.5	45.16	72.18	4	144	6.0	144	36	36	
1.9	1	0.62	5.625	180	11.25	60	60	17.89	26.80	4	128	6.0	128	32	32	
"	2	0.53	1.6875	48.9375	3.375	65	65	35.38	43.35	2	58	3.0	58	29	29	

B

i 번째 测定值

Y_i : (X_{i_1} , X_{i_2})에 대한 $\log V$ 의 测定值

ε^i : error term이다.

(3)式에서 n 個의 資料를 (2)式의 回歸平面으로 代表시키기 위해서는

$S = \sum_{i=1}^n [Y_i - (A + BX_{i_1} + CX_{i_2})]^2$ 을 最少로 하는 A, B, C 欲을 求하면 된다.

이 방법을 最小自乘法이라 하며 S를 最小로 하는 A, B, C의 값은 (4)式으로 表示된다.

$$\frac{\partial S}{\partial A} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial B} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial C} = 0 \quad \dots \quad (4)$$

위 식을 Matrix form으로 簡單히 나타내면 式(5)와 같다.

$$\begin{pmatrix} n & \Sigma X_{i1} & \Sigma X_{i2} \\ \Sigma X_{i1} & \Sigma X_{i1}^2 & \Sigma X_{i1} \cdot X_{i2} \\ \Sigma X_{i2} & \Sigma X_{i2} \cdot X_{i1} & \Sigma X_{i2}^2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Sigma Y_1 \\ \Sigma X_{i1}Y_i \\ \Sigma X_{i2}Y_i \end{pmatrix} \dots (5)$$

資料가 많아 계산과정이複雜해져서 本 實驗의
測定資料들은 電算機를 使用하여 處理하였다.

root scaling과 cube root scaling의 경우 各各

$$\log V = A + B(\log D - 1/2\log W) \quad \{ \dots \quad (6)$$

로 (2)式의 特別한 形態이며 log-log座標에서 直線으로 表示되고 이때 A는 切片, B는 기울기를 나타낸다.

○ 測定値의 檢討

本 資料의 特性을 比較, 檢討하기 위하여 지금
까지 發表된 國內의 몇몇 資料를 보면 다음과 같다.

勿論 裝藥量, 爆源으로부터의 距離등이 相異하지만 大體의인 傾向性을 推定하는데 參考할 수 있을 것이다.

今般總實測자료는 表에서와 같이 總 88개이지만
換算距離(S.D)와 진동속도의 크기와의 關係에서
差異를 보이고 있어 便宜上 爆源과 測定地點間의
距離에 따라 100m以上의 B地域으로 區分하였다.

한편 A地域의 자료 56個中 上下로 편차가 큰 19個를 除外한 37個 자료와 B地域의 29個中 2個를 除外한 27個의(88個 자료中 距離表示가 안된 12月1日 자료 3個는 元來부터 除外) 자료를 Computer로

發破振動係數의比較

條 件		雙龍東海공장	東洋Cement 東海(三陟)	서울地下鐵 공사	今般調査地域
地質조건 岩石名 단축압축강도(kg/cm ²) P波速度(m/Sec)	石灰石(Limestone) 400~1200 3200~5400	石灰石 820 ± 150 $6,000 \pm 500$	花崗岩, 片麻岩 350~1450, 850~1400	石灰質砂岩 700~900	
發破조건 火薬의種類 遲發當最大裝藥量(kg) 距離(m)	ANFO (氣爆劑로 gelatine) 723~5920 331~2214	ANFO (起爆은 dynamite) 50~472.5 90~679	Gelatine, 초안爆藥 합수爆藥等 Gelatine dynamite: 0.1125~7.875 합수폭약: 0.20~2.25 8.2~84.2 (-30m)	Kovex (A) - 100m 2.25~ 23.625 4.5~ 33.75 Gelatine dynamite: 0.1125~7.875 합수폭약: 0.20~2.25 8.2~84.2 (-30m)	
發破常數 K - n b	D/ $3\sqrt{W}$ 513~648 1.88~1.64 $\frac{1}{3}$	D/ $2\sqrt{W}$ 2.4~48 0.997~1.46 $\frac{1}{3}$	D / $2\sqrt{W}$ 45.24 1.80 $\frac{1}{3}$	dynamite D/ $3\sqrt{W}$ 60~138 1.5~1.72 $\frac{1}{3}$	D / $3\sqrt{W}$ 48~107 1.54~1.78 $\frac{1}{3}$
適合度 R	0.973~0.996	0.955~0.997			
備 考	長距離 底周波 (S. N. U.)	위 같은 Vertical 방향의 경우이며 Rodial 方向은 K = 8.3 n = 1.2 입 (S. N. U.)	短距離, 小量 爆藥 사용 (30m, 5kg 정도) 周波數 = ± 100Hz	현의 상 D = 100m를 基 準으로 그 미만을 A 地域 域, 그 以上을 B 地域 으로 別分 周波數 25~38 Hz	

처리하여 얻은 發破振動式은 다음과 같다.

$$V = 41(D/3\sqrt{W})^{-1.41} \quad (7) \quad -100m \\ (R = 0.69)$$

$$V = 124(D/3\sqrt{W})^{-1.66} \quad (8) \quad +100m \\ (R = 0.782)$$

式(7) 및 (8)에서 R는 求한 直線式의 適合度를 나타내는 相關係數로 R=1인 때는 모든 測定資料가 하나의 直線上에 表示됨을 意味하며 그 값이 낮을 수록 分散됨을 뜻한다.

本 報告에서는 相關係數가 자승근 換算距離보다는 立方根 때가 더 높기 때문에 發破振動式을 立方根($D/3\sqrt{W}$)으로 表示하였다.

특히 A地域에서는 R = 0.69인데 比하여 爆源과 測定地點間의 距離가 100m以上으로 A地域보다 멀리 떨어진 B地域에서는 R = 0.782로 比較的 높은 값을 보이는 것은 振動成分中 高周波成分의 상당량이 감쇄를 당하기 때문으로 생각된다.

國內資料를 比較한 發破振動係數에서 다음 事項을 推定할 수 있다.

1) 測定距離가 길어지면 高周波는 減少되고 低周波數만이 計測되어 그 適合度는 상대적으로 높아진다.

2) K값은 距離가 길어질수록 爆藥의 威力이 커질수록 증가하는 傾向을 보인다.

3) 감쇄지수 n는 大體적으로 1.6을 中心으로 變化하나 어떤 경향을 찾기 어렵다.

따라서 Sweden의 Langefords는 이 n값을 1.6으로 固定하고 發破때마다 K값을 구하고 있다.

$$\text{즉 } V = K(D/3\sqrt{W})^{-1.6} \quad (9)$$

4) 大規模 發破일수록 地形, 穿孔배열등의 요인에 대한 영향이 적어져서 適合度가 높은 發破진동식을 구할 수 있고 이에 依한 보다正確한 發破진동의豫測이 가능하다. 그러나 거리가 짧고 小量의 爆藥을 이용하는 경우 각 測定項目의 오차에 따른 分散을 나타내므로 計測時 이 點에 유의해야 할 것이다.

5. 結論

5-1 發破振動實驗式

發破振動式에서 이미 알려진 점으로는 瑞典 La-

ngefors式 $V = 400 \times (W/(D/3/2))^{0.5}$ 日本吉川式 $V = 40 \times (W/(D/3/2))^{1/2}$ Ambraseys & Hendron式 $V = 360 \times (D/(W/3))^{-1.6}$ Devine式 $V = 121.1 \times W^{0.75} \times D^{-1.5}$ 그리고 最近世界的으로 가장 널리通用되고 있는 美國의 USBM公式 $V = 160(D/W)$ 等이 있으나 모든 주어진 여건이 그나라 나름대로의 與件 밑에서 誘導해낸 公式으로 充分한 消化敍이結果만 가지고 우리나라에서 順用한다는 것은 危險한 생각이다.

遲發當裝藥量, 爆源과의 距離 및 振動值間의 函數關係 實驗式 即 發破振動式에서 爆源으로부터의 30m以上에 適用되는 實驗式은 30~100m까지와 100m以上 2種으로 兩分하였다.

土木現場에서 30m以内는 小착암기(Jagleg) 비트 徑 $\phi 36mm$ 에다 爆藥 $\phi 25\sim\phi 28mm$ 을 使用하고 30m以上의 遠距離에는 中大型착암기(Crowler Drill) 비트 徑 65~75mm이다. 爆藥 $\phi 50mm$ 를 使用하고 있음은 實驗式 適用面에서나 施工面에서 이미 現實化 되어 있는 問題로 思料되나 今般 研究調查에서 -100m와 +100m로 兩分한 것은 學者에 따라서 意見이 있을 수 있으나 振動值와 距離(爆源과 測定點間의 距離)에서 거리에 따라 周波數가 變化하며 差異를 보여주고 있음을 알았다. 따라서 單一公式으로 採擇하는 것보다 兩分함으로서 보다 더 높은 適合度를 얻을 수 있음으로 다음과 같이 誘導하였다.

發破振動實驗式

+ 30m ~ -100m

$$V = 41(D/W)^{-1.41} \quad R = 0.69$$

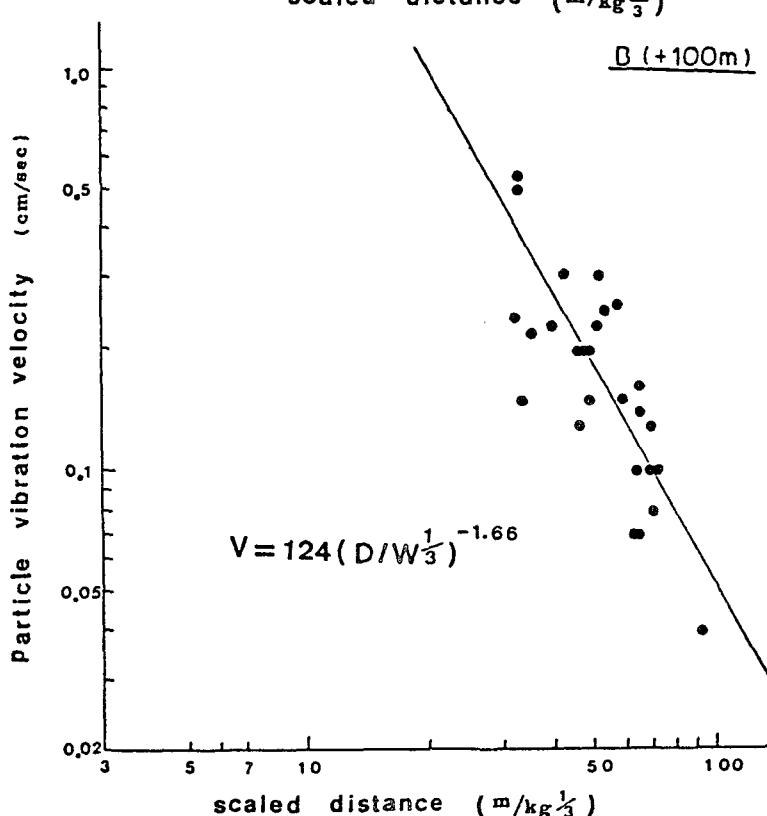
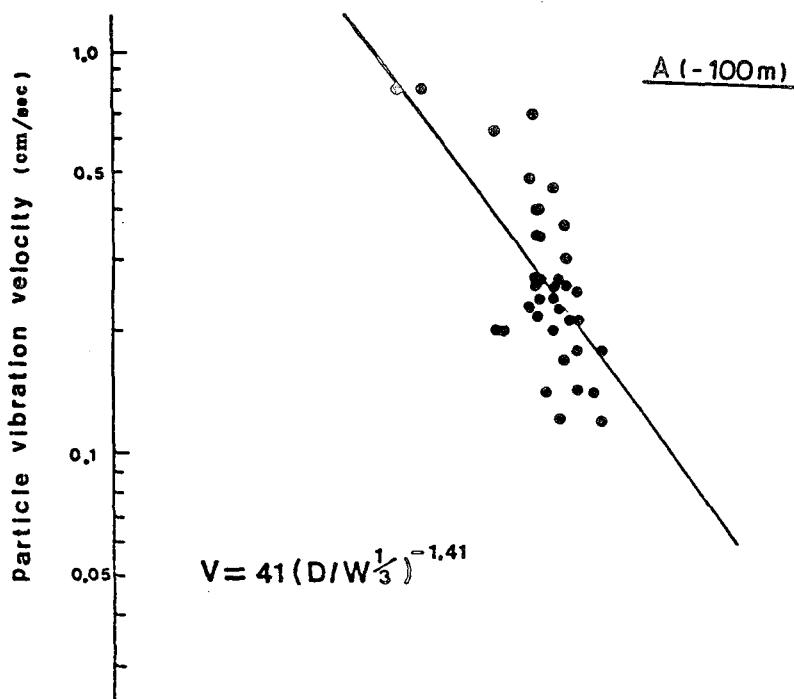
+100m

$$V = 124(D/W)^{-1.66} \quad R = 0.782$$

今般 實驗式에 있어서도 앞으로 岩種에 따르는 K值를 細部化해야 할 課題은 있으나 上式을 適用發破作業을 施工한다면은 큰 問題는 없을 것으로 思料되며 今般 施工한 實驗發破作業으로 最大振動值가 $\pm 0.5cm/sec$ 임을 감안할 때 振動으로 인한 影響이 1, 2號機 發展所機器 및 構造物을 비롯하여 3, 4號機 地盤基礎地耐力($100^T/cm^2$)에도 振動影響이 미치지 않는 것으로 思料되나이다.

5-2 發破作業으로 인한 #2 Turbine 穢動影響調査

韓電에서 提示한 主터빈의 振動許容值는 警報值



5 mils($127\mu\text{m} = 0.127\text{mm}$)停止는 10miles($254\mu\text{m}$)
 그리고 터빈自體振動은 最大 0.081mm이다. 1月9
 日 調查者가 試驗發破時 計測된 變位值 最大 0.055
 mm임으로 自體變動變位值(0.081mm) + 發破振動
 變位值(0.055mm)는 都合0.136mm이나 上記 警報
 值 0.127mm보다 變位值(displacement)가 上向했
 는데 調査者는 警報가 울리지 않을 것으로 알고
 있다.(90.1.9-16 : 41 : 54) 터빈 및 機器設備等의
 積動安全度検査는 機器의 固有振動(Natural Frequency), 基礎構造物에 따르는 振動減衰 및 精密發破
 로 因한 周波數領域에 따른 轉波關係等 別途의 研究
 Project가 檢討되어야 確認될 것으로 思料된다.

6. 謝辭

本報文作成에 協調해 주신 林漢旭博士 李榮一
 技師 兩同門께 謝意를 表한다.

References

1. Papers ; A determination of vibration equation by empirical methods at Toronto ISRM '87
 Some Factors Affecting the Level of Blasting-Induced Vibration in Urban Area at Orlando Feb, '90 SOEE
 The Construction of Seoul Subway Line 3 and 4 at Beijin ISRM nove, '86
 by GINN Huh, K W Lee and H U Lim
2. Rock Mechanics '85 GINN Huh
 Rock Mechanics hand book '87 GINN Huh
 Blasting '81 GINN Huh
 Blasting hand book '82 GINN Huh

(學會消息)

- 許填會長技術指導次 韓電火力發電所現場踏查 (1月 9日)
 3, 4號機 增設基礎工事發破作業場에서 發破振動 實驗公式을 만들기 為한 基本資料蒐集次 試驗發破 技術指導를 한바 있다.
- 許填會長技術諮詢次 釜山常綠會館建設現場踏查 (12月 20日)
 公務員年金管理公團에서 發注한바 있는 常綠會館現場의 精密發破作業에 對한 檢討調查依賴를 받고 訪釜。
- 오는 4月 「科學의 날」을 記念하기 為하여 年末行事의 하나인 外國專門家招請講演會는 日本鹿島建設研究所次長인 八尋暉夫 博士를 모시고 「都心地地下掘鑿으로 因한 隣近建築構造物에 미치는 影響計測實例」主題下에 建設會議에서 發表會를 가질豫定이다.(日時 : 4月24日(火) 午前9時)
- 2月 6日 午后 1時부터 4時까지 東峴建設(株)(鄭漢均社長)招請으로 發破振動에 關한 講演을 許填博士가 맡아 盛況理에 끝마쳤다.
- 李千植會員(韓國火藥(株)事業部 代理)
 Libya沙漠에서 벌어지고 있는 世紀의 大水路工事第二次分을 파낸 우리나라 東亞建設이 水路管을 增設하기 為한 Trench發破作業이 한참이다. 지난해 11月 27日~12月 9日까지 李千植會員이 發破作業 Afterservice業務次 現地를 다녀왔다. 現地合作工場에서 製造되는 ANFO가 使用時 굳어지는 등 品質面에서 問題가 發生 品質좋은 우리나라 製品이 5,000Km나 되는 遠距離輸送費가 追加되지만 全量供給되고 있다는 喜消息이다.
- 서울火藥人親睦會(會長 禹東榮 副會長 趙一基 副會長 趙圭穆)
 每月 첫 土曜日 午后 7時에 鐘路 韓一會館에 모임을 갖고 있는 서울火藥人親睦會는 지난 3月 3日에도 今年들어 두번째의 모임을 가졌다. 禹德均, 李石帝, 盧英來, 成百出, 李相敦, 金一男, 申重浩, 李鍾玉, 崔性均, 李在淳, 金鍾麟, 李千植 等이다. (申重浩 總務 Tel : (773-0750))
- 鬱陵島郡으로부터 循環道路建設計劃諮詢次 本學會專門家 汅遣要請이 있어서 2月 14日 許填會長 申重浩幹事が 現地踏查

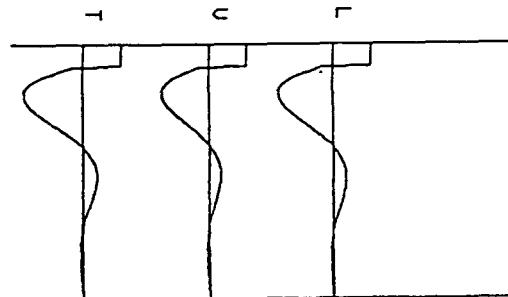
INSTANTEL DS477 BLASTMATE

VIBRATION RECORD 1

SERIAL # 678 U 3.1
 TRIGGERED tran. at 04:19:12
 09 Jan. 1990

	TRAN	VERT	LONG	
PPU	6.201	3.225	2.853	mm/s
FREQ	>100	51	64	hz
TIME	388	387	659	ms
ACCEL	0.42	0.18	0.11	s
PK DISP:				
1/4 WAVE	0.019	0.011	0.009	mm
TOTAL	0.075	0.080	0.062	mm
PUS	6.896 mm/s at 388 ms			
PSPL(RMS)	86 db			PSPL(RMS)
PSPL(MAX)	89 db			PSPL(MAX)

SENSORCHECK (tm) CALIBRATION



FT=74 OT=41 FU=74 OU=39 FL=72 OL=40
 FM=20 PM=1418 BL=63
 Geo sensors passed/Mic channel passed

Calibrated 22 June 1988
 by INSTANTEL INC.

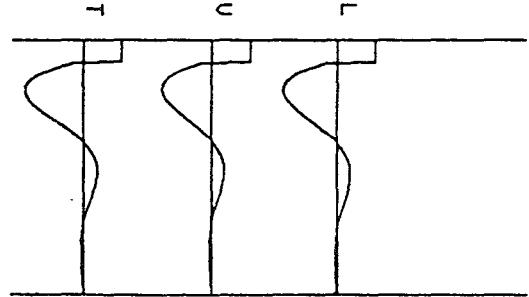
INSTANTEL DS477 BLASTMATE

VIBRATION RECORD 2

SERIAL # 678 U 3.1
 TRIGGERED long. at 04:24:55
 09 Jan. 1990

	TRAN	VERT	LONG	
PPU	4.093	2.853	5.333	mm/s
FREQ	73	51	37	hz
TIME	224	71	796	ms
ACCEL	0.23	0.18	0.27	s
PK DISP:				
1/4 WAVE	0.011	0.010	0.019	mm
TOTAL	0.077	0.088	0.081	mm
PUS	5.358 mm/s at 796 ms			
PSPL(RMS)	86 db			PSPL(RMS)
PSPL(MAX)	89 db			PSPL(MAX)

SENSORCHECK (tm) CALIBRATION



FT=73 OT=41 FU=75 OU=39 FL=71 OL=40
 FM=20 PM=1416 BL=63
 Geo sensors passed/Mic channel passed

Calibrated 22 June 1988
 by INSTANTEL INC.

B-2 +100 m

*
* EMPIRICAL EQUATIONS FOR BLASTING VIBRATION
*
* BY LINEAR REGRESSION ANALYSIS
*

*** D(m), W(kg), V(cm/sec), D/W^(1/2), D/W^(1/3) ***				
102	23.625	.15	20.98526	35.54754
102	25.875	.55	20.05211	34.48578
150	25.3125	.2	29.81424	51.0873
150	20.25	.25	33.33333	55.03212
100	27.5625	.24	19.04762	33.10502
100	24.1875	.5	20.33314	34.57825
109	20.8125	.96	23.89265	39.62644
101.5	20.8125	.22	22.24866	36.89985
177.5	25.3125	.15	35.28019	60.45331
160.5	30.375	.15	29.12171	51.44024
143.5	33.75	.31	24.70103	44.40453
143.5	25.3125	.13	28.52229	48.87352
160.5	32.0625	.2	28.34499	50.52147
169	31.5	.3	30.11144	53.51184
168.5	16.875	.07	41.01833	65.69293
168.5	15.1875	.07	43.23712	68.04107
118.5	11.25	.23	35.32988	52.88521
168.5	15.75	.1	42.45801	67.22123
168.5	15.75	.16	42.45801	67.22123
109	6.05	.26	44.3148	59.81931
118.5	4.5	.13	55.86144	71.77627
185.5	20.25	.14	41.22222	68.05638
198.7	20.25	.1	44.15556	72.89921
200.5	20.25	.1	44.55556	73.5596
285.5	25.3125	.04	56.74644	97.23616
265.5	19.6875	.03	59.83692	98.32584
126	18	.2	29.69849	48.078
109	18	.23	25.69155	41.59129
185.5	16.875	.08	45.15668	72.3207

NO. OF DATA SETS : 29.

RESULTS

$$V = 61.42122 * (D/W^{(1/2)})^{-1.688127}$$

$$\text{FITNESS } R = .7567975$$

$$V = 465.4016 * (D/W^{(1/3)})^{-1.985374}$$

$$\text{FITNESS } R = .804651$$