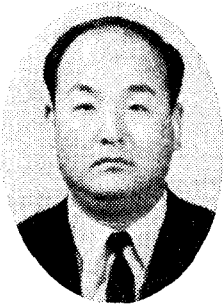


地下鐵建設에 따른 文化財 保護와 東大門驛舍施工 報告書(2)

(Study on the measurement of blasting vibration response in construction a subway station at east gate of cultural treasure by Choi, Sang-Yol P.E. Ree, Soo Bok Dr. Ginn, Huh Chai, Soo-Yun P.E.)



서울地下鐵公社	設計室長	崔	相	烈*
	工事部長	李	秀	馥
	研開工博	許		填*
大林産業(株)	412工區所長	蔡	洙	連*

Ⅲ. 東大門의 各種 計測

五百年의 역사를 가진 東大門에 近接되어 建設된 地下鐵四號線 東大門停車場은 東大門構造物에서 $L=13M$, 掘削深度 $H=24M$ 掘削巾 $B=32M$ 로 地下鐵築造時의 東大門의 保護對策이 가장 重要하게 다루어졌다. 現在 運行中인 地下鐵 1號線과 路面에서 發生되는 自動車走行 등의 現狀振動과 工事推進中의 振動 卽, 重裝備의 移動鋼材積置, 岩發破時의 振動에 의한 영향등을 觀察하여 東大門에 損傷이 發生되기 前에 發見하기 爲하여 各種 計測 System으로 精密히 計測하였다. 其間에 신문이나 T.V.등의 매스콤에도 수차례 보도가 되었지만 東大門의 計測 System의 現在까지의 結果를 分析 檢討하던 아직까지 알지 못했던 東大門構造物의 變位가 自然環境과 밀접한 관계가 있다는 事實을 알 수가 있었다. 東大門 保護對策에 參與하는 國內의 KAIST, 한양대학교 산업과학연구소, 日本의 BRIDGESTON, 東

京工業大學校 小林啓美教授等 많은 研究機關이 參與하였다. 이젠 岩盤掘削作業이 끝나고 構造物工事が 推進되고 있으며 앞으로 남은 地下鐵 走行에 따른 防振施設을 無事히 완료하여 그간의 부진했던 공기를 만회할 계획이다.

1. 東大門의 計測 System

2. 建物間隔變位測定

(가) 測定의 目的

東大門은 오랜 기간중 自然環境과 재난으로 많은 損傷을 입었다. 石築의 틈새와 木造構造物의 어긋남 나무와 나무를 연결시킨 鐵物의 절단이와같은 틈사이의 變化를 觀察하기 爲해 1백만분의 1m/m까지 測定可能한 HistoGram Recorder를 設置하였다. 岩發破의 경우 發破振動으로 變化되어 있는 좁은 틈새가 變化되는 狀態를 測定의 目的이며 日氣의 變化 卽, 溫度變化, 비, 바람 등의 變化에 따른 變位狀態도 觀察되었다.

(나) HistoGram Recorder System의 특징

* 崔相烈; 土木技術士(施工)
* 許 填; 鑛業技術士(採鑛)
* 蔡洙連; 土木技術士(施工)

〈表-5〉 計測 System

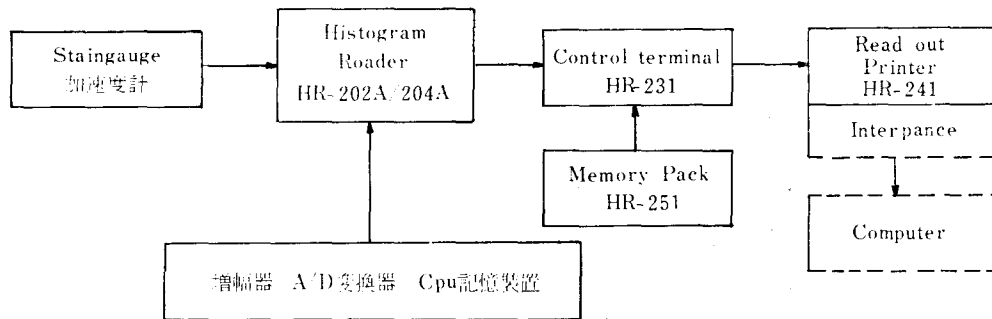
No.	計測의 種類	計測器名	計測內容	測定時間
1	建物間隔變位測定	HistoGram Recorder	建物の間隔變位の變化現況測定	常時(24시간)
2	傾斜角度測定	傾斜計	建物기둥의 기울기 정도 측정	〃
3	振動測定	Vlbration Level Meter	現狀의 振動測定 發破振動測定	常時(必要 기간) 發破期間
4	地中變位測定	Inclinometer	地中 水平 方向 變位測定	每日 2回
5	土壓變位測定	Load-Cell	掘削區間の 버팀보 鋼材의 應力상태測定	〃
6	地下水位測定	Level Meter	東大門 웅성내의 地下水位 變動상태測定	〃
7	構造物 沈下測定	自動記錄沈下	東大門 기둥의 沈下測定	常時(24시간)

좁은 틈사이 設置되어 있는 Strain gauge 또는 加速度計의 變損器로부터 Analogue Duta를 수집하여 Digital 處理하여 頻度解析하는 System이다. 이 System 測定과 同時에 實動時間으로 解析處理하는 것을 특징으로 長期間 1個月에서 1年間に 걸쳐 解析可能하다. 解析處理方法은

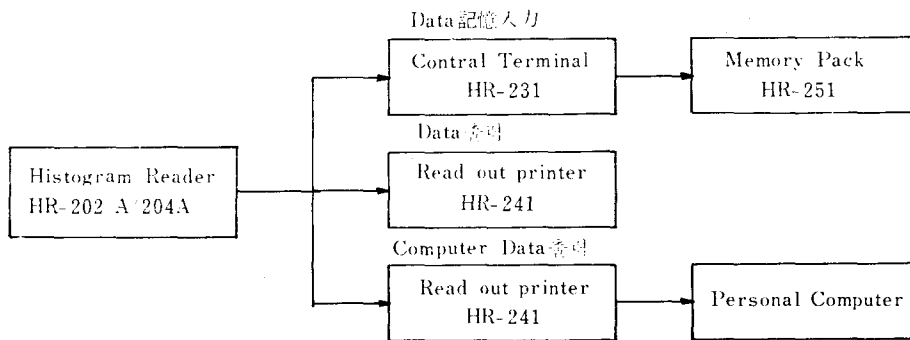
Programm Pack의 交換으로 變更이 可能하도록 되어 있고 頻度解析處理 Programm으로 變位量의 極大 極小量과 其外의 여 가지 Soft wear로써 開發에 따라 다양한 用途로써 사용할 수 있는 또 하나의 특징으로 되어 있다.

(다) HistoGram system의 構成

-a. 初期設定 System



-b. Data Read out



- 1. HistoGram Recorder(HR-20X)
 - 測定, 解析處理와 Data蓄積
 - 增幅器, A/D變換器, CPU記憶裝置
- 2. Control Terminal(HR-26X)
 - Histogram Recorder의 測定前 初期設定
 - Data Readout
 - 測定時 HistoGram Recorder 本體와 分離可能
- 3. Read out printer(HR-241)
 - Control Terminal과 연결되어 HistoGram Recorder로부터 얻어진 Data의 Printout
- 4. Program pack
 - 解析處理 Program 記錄
- 5. Hemory pack
 - HistoGram Recorder로부터 얻어진 Data기록

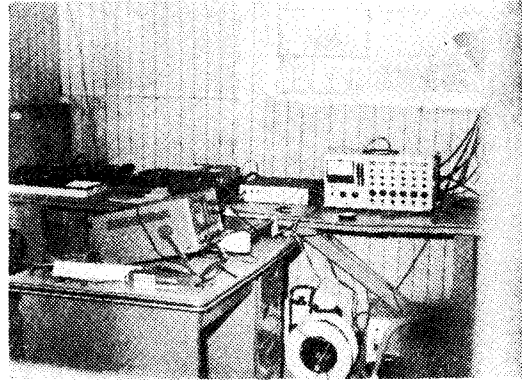


사진 3. HistoGram Recorder, Control Terminal

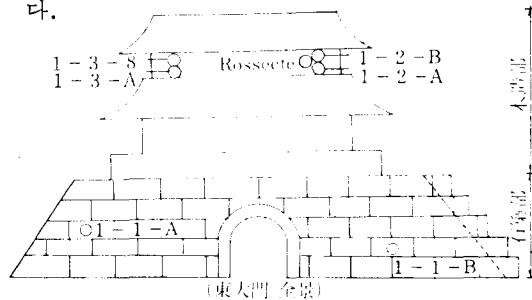
(라) 測定方法과 測定 Data

-a. 測定方法

東大門構造物의 部分에 따라 2種類의 Sensor를 사용하였다. 木造部分에서는 元型, 石築部分에서는 Ring型 Strain gauge를 인칭동판에 붙인 Sensor를 既發生된 틈사이에 끼워 Cable線으로 HistoGram Recorder에 連結시킨다. HistoGram Recorder에서 Control Box로 連結되어 測定코저하는 틈사이의 Sensor, Recorder와의 Calibration을 거쳐 每日 24時間동안 自動計測된다.

-b. 測定位置와 測定값

그림 24에서와 같이 東大門의 가장 손상이 크고 振動傳達이 용이한 곳에 設置하여 測定하였다.



No.	HR기호	명 칭	설치장소
1	1-1-A	RING형 간격변위계	石 築
2	1-1-B	"	"
3	1-2-A	元형 간격변위계	木 造
4	1-2-B	"	"
5	1-3-A	"	"
6	1-3-B	"	"

그림 24. 東大門 HistoGram 設置 位置圖



사진 1. 東大門 3層 木造部 元型檢出 Sensor

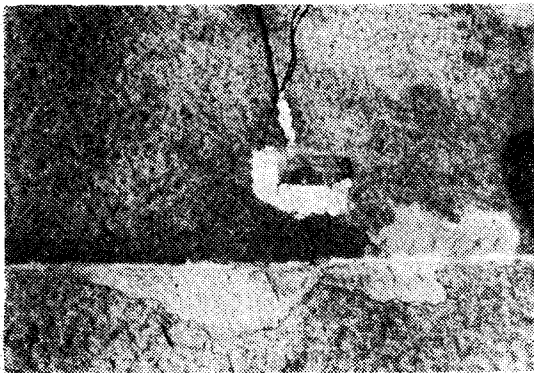


사진 2. 東大門 石築部分 Ring型檢出 Sensor

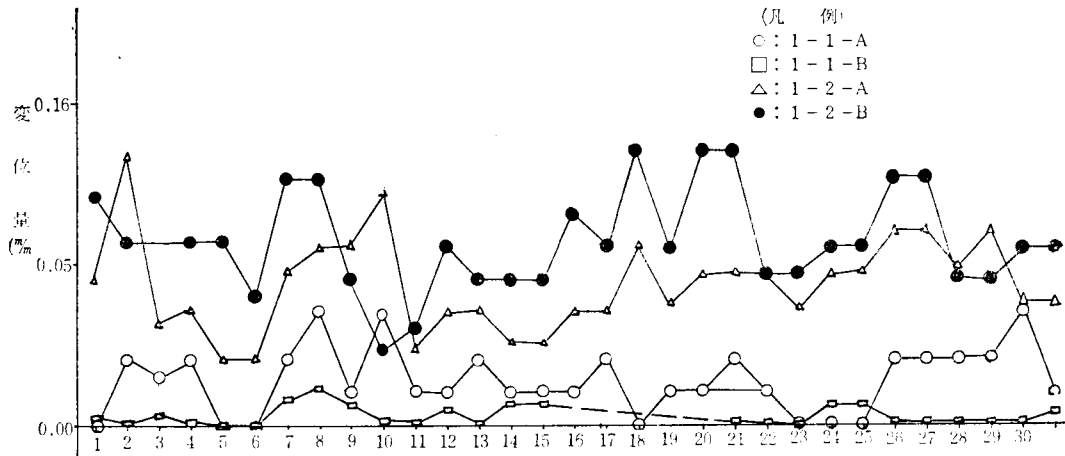


그림 25. 東大門 틈사이 변위량

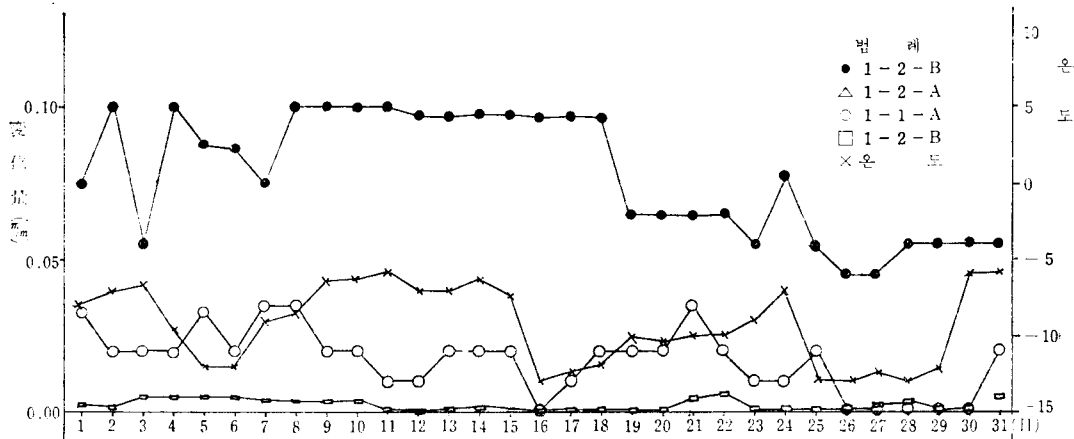


그림 26. 東大門 틈사이 변위량('84.1)

그림 25에서 가장 크게 나타난 변위량은 0.085 m/m로 東大門 3層部分 1-2-B에서 발생되었다. 변위량이 가장 크게 발생된 1-2-B는 現在 東大門 木造部分中 큰損傷을 입은 기둥 Joint로 연결 鐵板이 파손된 부분이며 石築部分은 틈사이가 2cm정도 발생되었으나 發破振動의 영향이 最大 0.035m/m로 木造部分에 比較하여 극히 적은 변위량을 보여주고 있다. 신문이나 T.V등의 매스컴에서 報道된 部分은 石築部分으로 本 測定에서 確實히 異狀이 없음을 증명하여 주었다. 本 測定의 結果分析에서 木造部分이 변위가 크게 나타남은 木造構造物은 石造構造物에 比較하여

溫度 영향이 크게 나타남을 볼 수가 있다. Histogram System이 設置되기 前에는 틈사이에 석고를 붙여 外部的으로 觀察하였을 뿐 기술적인 근거가 없이 실시되었다. 岩發破時의 振動 Level값과 現狀振動 Level값의 比較에서 測定部分 1-2-B의 경우 現狀振動時 平均 0.05m/m에 대하여 岩發破時의 變位量은 平均 0.065m/m로 約 0.015m/m의 變位量 差異를 보여주었으며 岩發破가 끝나면 原位置(現狀振動時)로 돌아오고 있음을 볼 수가 있다. 이와같은 結果에서 岩發破 振動 基準值 85dB 以下에서는 東大門構造物에 손상이 없음을 증명해 주고 있음을 일었다.

(마) 測定값의 檢討分析

그림 26에서 東大門構造物 木造部分은 溫度變化에 影響이 있음을 보여주고 있다. '84.1.1부터 1.5까지는 新정연후로 岩發破作業이 없었으나 1-2-B部分에서 0.1m/m의 變位差를 보여주는 理由는 溫度의 差에 따른 變化이며 溫度가 -10°C 以下인 1月 8日부터 19日사이의 1-2-B의 變位는 一定한 Pattern으로 유지되고 있었음을 알 수가 있다. 木造部分에 比하여 石造部分은 溫度의 影響에 관계없이 一定하게 當初의 變位量을 表示하여 준다. 이와같은 考察로 木造構造物은 伸縮 作用이 크고 石造部分은 影響이 없이 항상 일정하다는 結論과 東大門保護를 爲한 岩發破許容振動 Level 85dB 以下에서는 損傷없이 工事を 推進할 수 있다는 確信과 가장 크게 影響을 미치는 要素는 自動車走行에 依한 底周波의 自動車振動이 長期間 반복되므로 미치는 影響이 東大門의 損傷의 原因으로 나타나고 있음을 알 수 있다. 이러한 結果에 따라 一年以上의 測定으로 自然의 環境에 따른 影響을 계속하여 考察할 必要性이 있으며 長期的인 對策이 있어야 한다.

3. 東大門 構造物의 傾斜角度測定

(가) 測定의 目的

發破振動 地下水位底下 掘削깊이에 따른 土壓

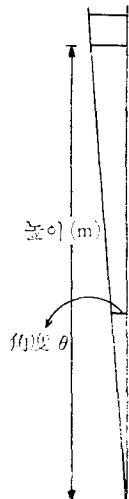


表 7. 傾斜 의 높이에 따른 角度 ; 變位量 換算表

rad 角度	0.5/10,000	1/10,000	1.5/10,000	2/10,000	3/10,000	5/10,000
	hm	10"3	20"6	30"9	41"2	1'02"
25	1.25(mm)	2.5	3.75	5.0	7.5	12.5
20	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	10.0
15	0.75	1.5	2.25	3.0	4.5	7.5
10	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0
8	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4	4.0
5	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5
3	0.1	0.3	0.45	0.6	0.9	1.5

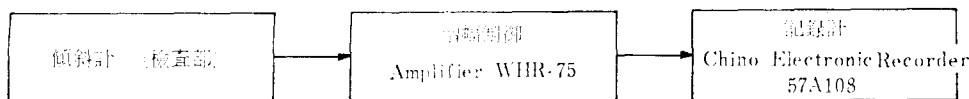


그림 28. 傾斜計의 System

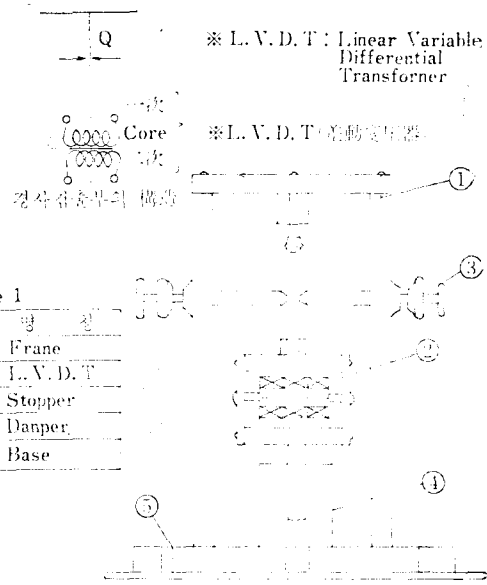


Table 1

No	명	상
1	Frane	
2	L. V. D. T	
3	Stopper	
4	Damper	
5	Base	

그림 27. 傾斜測定 System

의 變化等 많은 影響에 의한 東大門構造物이 어 평한 方向으로 變化가 進行되는 課程을 測定하기 爲해 東大門 3層기둥 2個所에 XY座標가 表示된 사진 4와같이 東西南北의 기울기 정도를 測定한다. 본 傾斜測定은 東大門의 變位量에 따른 기울기의 方向과 傾斜角度를 알고져 設置의 目的이다.

(나) 測定 system과 특징

그림 28과 같이 振子の 鉛直線과 傾斜角 θ 로 初期의 基準線으로부터의 變位를 測定하여 傾斜 角度 θ 에 따른 變換, 檢出시키는 System 이다.

東大門 3 層기둥에 設置된 傾斜計에서 檢出되 어 增幅制御裝置(Amplifier, W.H.R-75)를 通하 여 記錄計(Chino Electronic Recorder EK57A 108)에 自動으로 계속 記錄된다.

傾斜計의 特徵으로

- a. 自動車 風壓等의 영향은 制振裝置로 除 去되어 實際의 傾斜量만을 測定可能하며
- b. 傾斜量은 Radian 單位로 記錄할 수 있 어 기둥의 높이에 따른 變位量을 算出 可能하다.
- c. 沈下計와 組合되어 상호관계를 알 수 있다.
- d. 측정범위 : $\pm 50/10,000\text{rad}(17')$
- e. 測定감도 : $1/10,000\text{rad}(20'')$
- f. 記錄倍率 : $1/10,000$ 을 1 눈금(1.8m/m) 으로 記錄

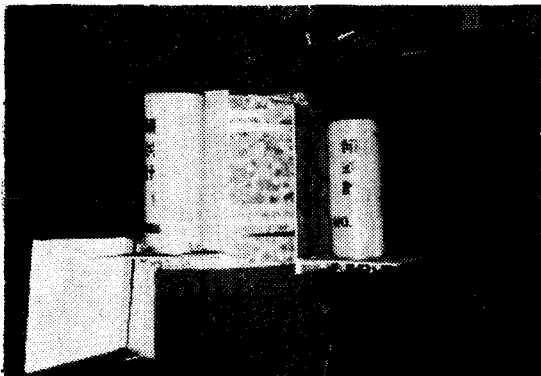


사진 4. 傾斜計

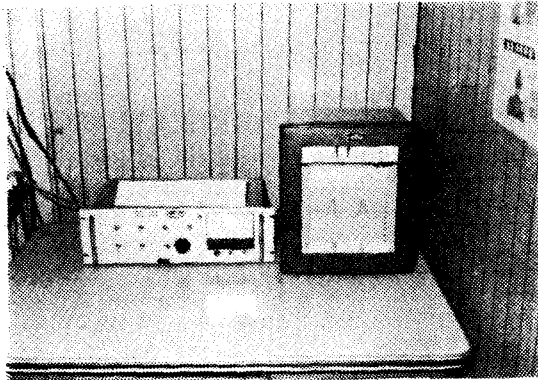


사진 5. 增幅制御와 記錄計

(다) 測定과 測定값

傾斜計는 東大門의 3 層기둥의 2 個所에 XY 方向으로 設置되었다. 傾斜角의 變位는 높을 수록 精確하게 나타내므로 이와같이 設置하였다. 그림 31의 記錄紙는 1 눈금이 $1/10,000\text{rad}$ 으로 東大門기둥 높이가 8m 이므로 1 눈금의 變位量은 初期 基準線으로부터 $8 \times 1/10,000 = 0.8\text{m/m}$ 의 變位量에 해당된다.

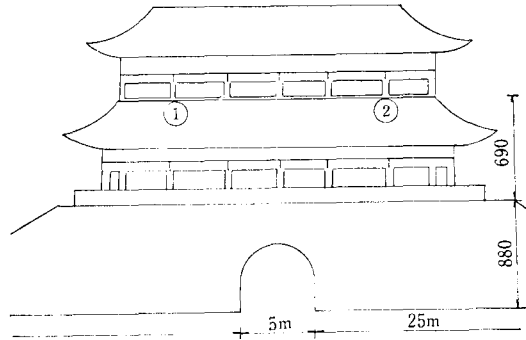


그림 29. 傾斜計 設置位置圖

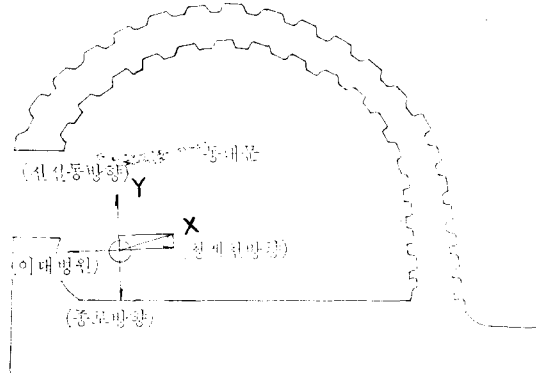


그림 30. 傾斜計 方向表示

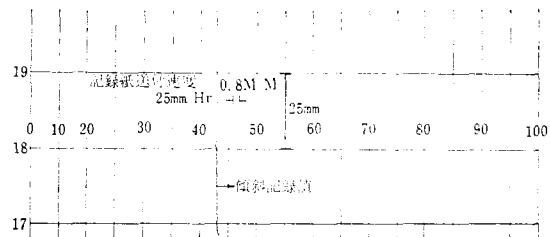


그림 31. 傾斜記錄紙

東大門기둥 傾斜測定은 '83.10 부터 測定이 實 施되었으며 東大門의 3 層 2 個所中 ②의 기둥이 變位量이 크게 나타났다. 東大門이 建立된 當時 에는 東大門의 位置가 낙산 끝부분으로 아마도

청계천 방향으로 하천이 형성된 것으로 掘削結果 판단되었다. 옛날 先祖들께서는 풍수지리설에 따라 東쪽에 천왕이 계시 東쪽 方向을 보고 머리를 기울이는 전설 때문인지 東大門은 東쪽으로 기울어져 있다. 그림 32와 33에서 東大門의 기둥은 溫度變化에 따른 민감한 반응을 보여 주고 있다. 기둥 ①과 ②의 비교도 재미있는 현상을 보여주는데 기둥 ②의 위치는 청계천쪽으로 지반이 연약지반일 뿐만 아니라 自動車走行이 가장 많은 (2,800대/hr) 區間이다.

(라) 測定값의 檢討分析

그림 32의 경우는 '83.10.11의 傾斜變位값이

며 그림 33은 '84.1.2의 傾斜變位값이다. 그림 32는 溫度가 12°C로 최대 傾斜變位 값은 ②의 경우 5m/m로 나타났는데 비교하여 그림 33의 경우는 溫度 -10°C에서 최대 傾斜變位量이 8m/m로 表示된다. 이와같이 東大門기둥은 溫度의 영향에 따라 變化가 發生되고 있음을 알 수 있다. 當初부터 가장 걱정을 하였던 岩發破에 따른 東大門기둥의 變位量은 變化가 없음을 알았다. 이와같은 傾斜變位測定으로 東大門의 岩發破許容基準값 85dB 以下에서는 영향이 없으며 溫度가 상승되어 10°C 以上인 '84.4에는 ①, ②가 '83.10의 初期값에 원상복구되어 X, Y 값이 0가 되었다.

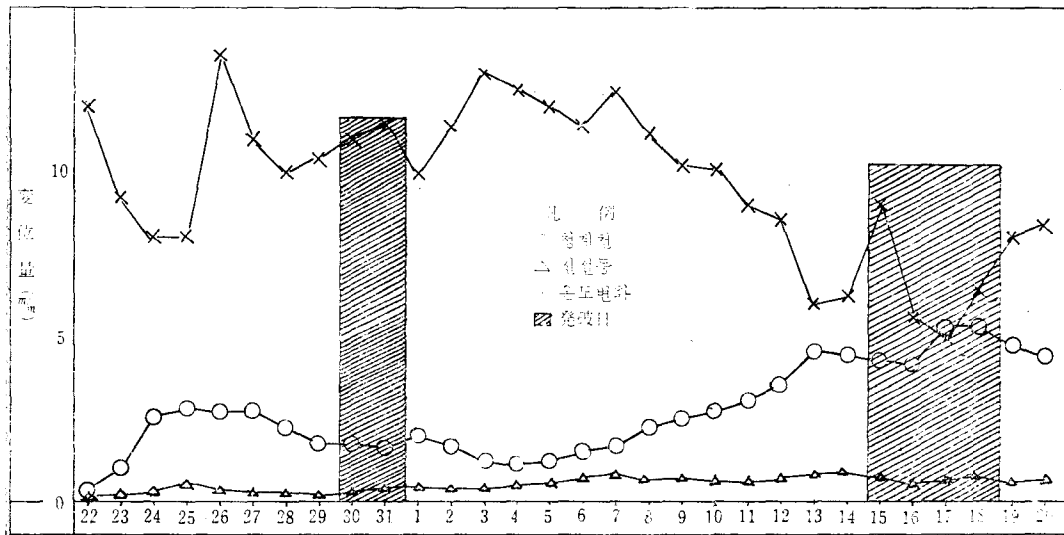


그림 32. 東大門 기둥의 傾斜變位量(m/m) ('83.10~11)

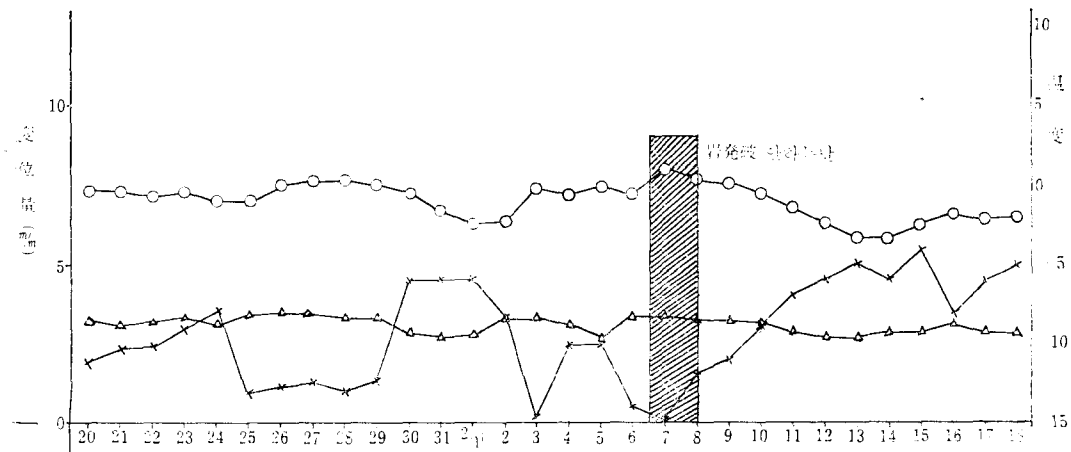


그림 33. 東大門 기둥의 傾斜變位量(m/m) ('84.1.2)

表 8. 東大門기둥의 最大 最小 變位값

變位	位置	X 方向 (칭계치)	Y 方向 (신설동)	'84.4.22 傾斜값
最大		('84.2.7) 8m/m	('84.2.2~2.7) 3.5m/m	○
最小		3.5m/m	0.5m/m	○
平均		6m/m	3m/m	○

4. 掘削區間の 土壓測定

(가) 土壓測定の 目的

東大門 停車場은 現在運行中인 地下鐵 1 號線

(나) 測定 System

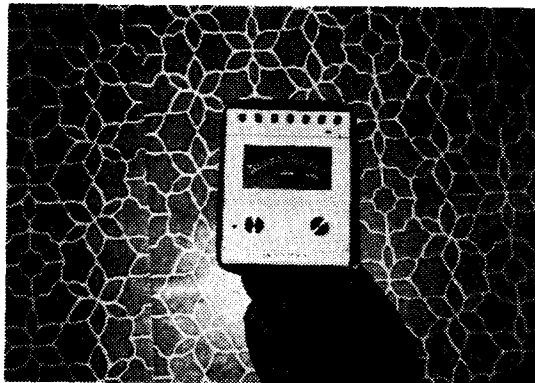
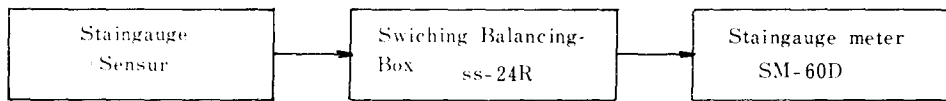


사진 6. Strain gauge sensor

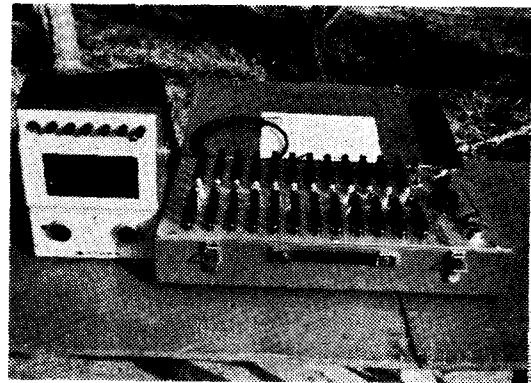


사진 7. Switching, Balancing Box(SS-24R)
Strain meter

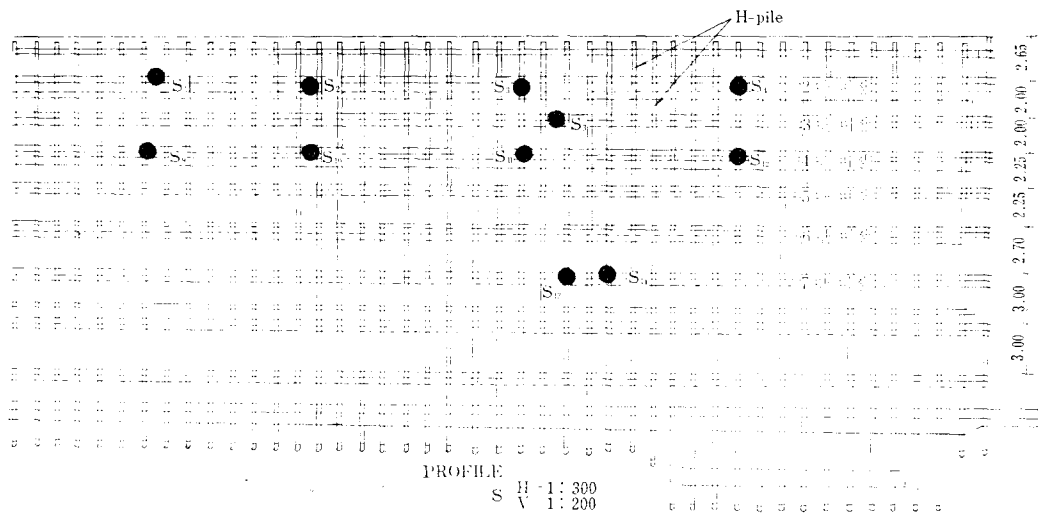


그림 34. 土壓測定 位置圖

을 Underpinning 하므로 掘削깊이가 H=24M 로 東大門의 過載荷重(約 25ton/m²)에 依한 側壓變化가 發生될 可能性을 豫상하여 掘削中 設置된 버팀보의 끝에 Gauge tapy Strain meter 를 그림 11 과 같이 設置하였다. 본 測定은 掘削깊이에 따른 變化와 自動車走行, 重裝備의 作業, 積載된 鋼材等에 따른 側壓을 測定하여 東大門構造物의 各種 計測과 상호 연관시켜 東大門構造的인 變化課程을 檢討하는데 目的이 있다.

表 9. 土壓分布 DATA SHEET

측정 위치	No. S ₉ (37146)			No. S ₁₀ (37157)			No. S ₁₁ (37155)			No. S ₁₂ (37139)			
	조기치	61.4×10 ⁻⁶ st		조기치	310×10 ⁻⁶ st		조기치	643×10 ⁻⁶ st		조기치 348×10 ⁻⁶ st			
날짜	측정치	변위량	환산응력 (5)	측정치	변위량	환산응력	측정치	변위량	환산응력	측정치	변위량	환산응력	산력
1	25	715	91.91	20.8	410	91	20.60	735	83.72	18.99	585	215.67	48.92
	26	702	80.08	18.17	404	85.54	19.40	720	70.07	15.90	579	210.21	47.68
	27	900	78.26	17.75	403	84.53	19.20	716	66.43	15.07	572	203.84	46.24
	28	697	75.53	17.13	403	84.53	19.20	714	64.61	14.66	570	202.02	45.83
	30	697	75.53	17.13	462	138.32	31.38	717	67.34	15.28	575	206.57	46.86
2	31	700	78.26	17.75	465	141.05	32.00	723	72.8	16.51	584	214.75	48.72
	1	694	72.80	16.51	455	131.95	29.93	715	65.52	14.86	596	225.68	51.19
	6	684	63.7	14.45	485	159.25	36.12	708	59.15	13.42	630	256.62	58.21
	7	682	61.88	14.04	442	120.12	27.25	702	53.69	12.18	593	222.95	50.57
	8	695	73.71	16.72	447	124.67	28.28	714	64.61	14.66	600	229.32	52.02
	9	700	78.26	17.75	454	131.04	29.73	720	70.07	15.89	60.2	231.14	52.43
	10	705	82.81	18.78	465	141.05	32.00	725	74.62	16.93	605	233.87	53.05
	11	708	85.54	19.40	471	146.51	33.23	725	74.62	16.93	608	266.6	53.67
	13	700	78.26	17.75	463	139.23	31.58	722	71.89	16.31	603	232.05	52.64
	25	720	96.5	21.9	493	166.5	37.8	814	155.61	35.3	611	239.33	54.3
	27	723	99.2	22.5	495	168.4	38.2	817	158.34	35.9	610	238.42	54.1
2	28	725	101.01	22.91	49.3	166.5	37.8	815	156.52	35.51	629	255.71	58.0
	29	729	104.65	23.74	49.5	168.4	38.2	814	155.61	35.3	638	263.9	59.86

(다) 測定과 測定값

버팀보의 Jack로부터 內側으로 60cm程度 떨어진 곳이 心力集中을 받으므로 버팀보(H-305×305)의 web의 中央에 편향되지 않도록 中心線과 一되시켜 設置한다. 초기의 測定값은 Jack를 완전히 풀어 버팀보가 軸方向力을 전혀 받지 않은 狀態에서 Gauge의 meter를 定하고 다시 Jack를 充分하게 조여 側方向土壓이 버팀보에 傳達되도록 한 후에 初期値를 定한다. 每日測定된 값은 初期값에서 뺀 값이 그 當時의 Strain 값이 된다.

$$S = (M - Z) \times f \times E$$

$$S = \text{軸方向力}(T)$$

$$M = \text{測定値(Strain)}$$

$$Z = \text{初期値(Strain)}$$

$$f = \text{보정係數}(f = 0.9)$$

$$E = \text{탄성계수}(2.1 \times 10^6 \text{kg/cm}^2)$$

(라) 測定값의 檢討分析

表 6의 土壓分布 Data Sheet에서 初期 測定값 643×10⁻⁶에서 每日 測定값 735×10⁻⁶을 뺀 變位값 83.72×10⁻⁶를 환산응력 18.99ton의 힘

을 S₁₁ strain gauge 받고 있다. 表 7은 各 測定點의 側壓의 現況을 나타낸 表이다. 本 表에서 버팀보의 許容軸方向力 120 ton에 비교해 最大값은 20 mm 60 ton의 分布로 安全하다. 測定結果 各 節期에서 解氷期에 接어들면서 軸方向力이 점차적으로 增大했으며 S₉, S₁₁, S₁₂部分이 他部分보다 軸方向力이 크게 나타났다. S₉, S₁₁, S₁₂部分은 淸량리—종로方向 道路區間으로 自動車走行에 영향으로 판단된다. Dynamic Amplifier로 自動計測한 바 自動車走行으로 發生된 軸方向은 3ton程度로 測定되었다. 自動車走行으로 發生된 軸力은 일순간적인 충격하중으로 나타났으며 自動車走行이 완료되면 곧바로 원상복구가 되어 自動車走行으로 發生된 軸方向力은 問題되지 않음을 알 수 있었다.

가장 큰 問題點으로는 岩發破時 發破振動으로 鋼材에 미치는 영향이 가장 크게 나타나 發破時 鋼材에 近接해서 發破를 금지해야 한다.

5. 東大門 地下水位測定

(가) 測定の 目的

表 10. 水位測定 Data

일	시	날씨	A		B		C		D		비고
			수위	변위	수위	변위	수위	변위	수위	변위	
1. 27	10:00	맑음	3.375	-0.955	3.799	-0.984	2.308	-0.233	4.034	-2.038	
28	"	"	3.423	-1.003	3.811	-0.996	2.313	-0.238	4.267	-2.271	
30	"	흐림	3.523	-1.103	3.798	-0.983	2.333	-0.258	4.697	-2.701	
31	"	맑음	3.562	-1.142	3.820	-1.005	2.335	-0.260	4.892	-2.896	
2. 1	"	흐림	3.601	-1.181	3.843	-1.028	2.340	-0.265	5.035	-3.039	
6	"	"	3.665	-1.245	3.873	-1.058	2.353	-0.278	5.323	-3.327	
7	"	맑음	3.665	-1.245	3.874	-1.059	2.353	-0.278	5.336	-3.34	
8	"	"	3.664	-1.244	3.80	-1.075	2.362	-0.287	5.352	-3.356	
9	"	"	3.671	-1.251	3.897	-1.082	2.361	-0.286	5.353	-3.357	
10	"	"	3.682	-1.262	3.908	-1.093	2.354	-0.279	5.355	-3.359	
11	"	"	3.694	-1.274	3.586	-1.071	2.356	-0.281	5.365	-3.369	
13	"	눈	3.534	-1.114	3.853	-1.038	2.362	-0.287	5.373	-3.377	
14	"	맑음	3.653	-1.333	3.843	-1.028	2.368	-0.293	5.385	-3.389	
15	"	"	3.691	-1.271	3.821	-1.006	2.369	-0.294	5.389	-3.393	
16	"	흐림	3.723	-1.303	3.802	-0.987	2.372	-0.297	5.392	-3.396	
17	"	"	3.758	-1.338	3.769	-0.954	2.376	-0.301	5.394	-3.398	
19	"	맑음	3.811	-1.391	3.732	-0.917	2.381	-0.306	5.407	-3.411	
20	"	"	3.821	-1.401	3.720	-0.905	2.379	-0.304	5.417	-3.421	
21	"	"	3.828	-1.408	3.712	-0.897	2.381	-0.306	5.425	-3.429	
22	"	흐림	3.836	-1.416	3.701	-0.886	2.382	-0.307	5.431	-3.435	
23	"	"	3.838	-1.418	3.643	-0.828	2.383	-0.308	5.424	-3.438	
24	"	"	3.829	-1.409	3.422	-0.607	2.380	-0.305	5.430	-3.434	
25	"	"	3.811	-1.391	3.187	-0.372	2.379	-0.304	5.412	-3.416	
27	"	맑음	3.798	-1.378	2.801	-0.014	2.376	-0.301	5.404	-3.408	

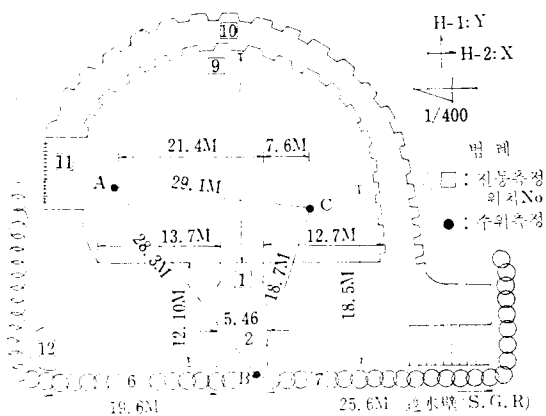


그림 35. 地下水位 測定位置圖

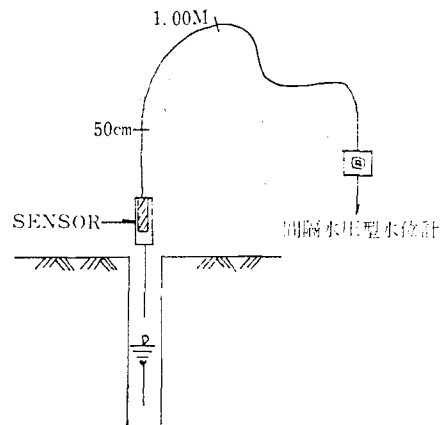


그림 36. 地下水位 測定器

東大門의 前後에 Tunnel 과 개착식 掘削으로 東大門 基礎部分은 動水鉤配의 영향을 받아 地下水位가 底下될 可能性이 크다. 이를 防止하기 爲하여 東大門 周邊을 遮水壁施工으로 東大門 基

礎部門의 地下水가 外部로 흘러나가지 못하도록 그림 35와 같이 遮水壁을 설치하였다. 그러나 東大門 基礎部分을 自然現狀에 依한 變化영향을 考慮하여 淸량리측 方向區間은 遮水壁施設을 하

지 않았다.

이와같은 遮水壁施設로 A, B, C 點은 地下水位變化가 없었으나 D 點은 현저한 지하수위 저하가 나타났다. 본 地下水位測定으로 東大門에 設置된 各種 計測 Data 와의 영향을 상호 연결 그 結果에 따른 對策을 세우는데 目的이 있다.

(나) 測定과 測定값

그림 36 에서와 같이 水深計의 Sensor 와 phone 를 測定구멍내에 넣으면 Sensor 가 水位에 接觸되면 phone 이 自動적으로 소리가 난다. 이때 Sensor 에 연결된 Cable 의 눈금을 읽는다.

$$a = X - Y(\text{cm})$$

a = 水位의 差(cm)

X = 初期水位(cm)

Y = 測定水位(cm)

(다) 測定값의 檢討分析

表 10 에서 D 點이 3.408m 로 가장 큰 地下水位底下를 나타냈으며 B, C 點은 遮水壁의 영향으로 地下水位의 變動이 없음을 알 수 있다. D 點의 경우는 地下鐵 1 號線의 停車場 集水井이 近接하여 地下鐵 1 號線 方向으로 地下水가 흘러 나간다고 생각된다. 地下水位는 겨울철의 갈수기에서 봄철의 해빙기에 접어들면서 地下水位가 상승되고 있다. 이와같이 地下水位의 影響에 의한 東大門 構造物은 아무런 損傷이 없음을 表示하고 있다.

6. 地中變位測定

(가) 測定の 目的

東大門과 東大門 停車場間의 사이는 13m 로 掘削深度 $H=24\text{m}$ 가 自然安息角의 影響권이 東大門 構造物까지 미치므로 地盤地中變位狀態를 事前에 파악 그 對策을 세우고져 한다.

(나) 測定과 測定값

사진 6 은 地中 $H=12\text{m}$ 까지 Boring 하여 $\phi 75\text{m/m}$ Steel pipe 를 設置하고 Access tube 를 삽입한 구멍은 매몰되지 않도록 소중히 관리한다. Access tube 를 매설한 후 tube 내로 地下水가 유입되지 않도록 coupling tube 로 양쪽 tube 를 덮은 다음 Riveting 으로 固定시키고 짐착제로 틈사이를 바른 다음 Tape 로 싸아준다. Access tube 의 공간을 Grouting 으로 완전하게 한다.

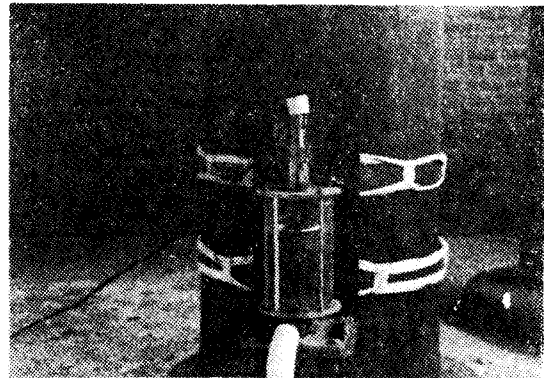


사진 8. Inclinator 측정구멍

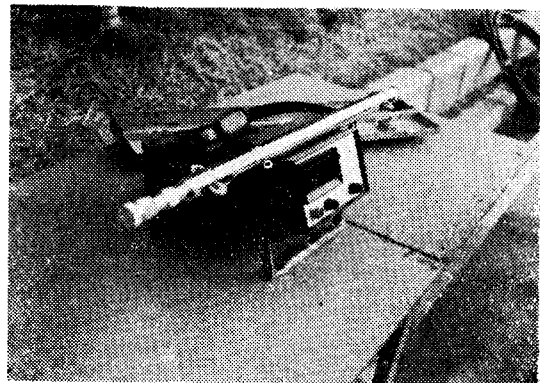


사진 9. Inclinator

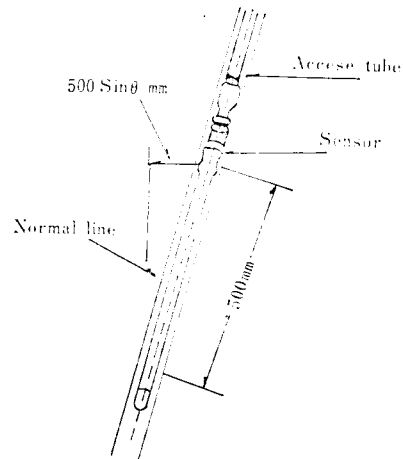


그림 37. Inclinator 상세도

(다) 檢討結果分析

表 11 의 測定值를 살펴보면 深度 2m~3m 에서는 掘削區間으로 5m/m 程度의 變位가 發生되었는 바 이는 겨울철의 갈수기로 地下水位의 底下에 따른 影響으로 판단되며 深度 5m~7.5m 區間은 버팀보의 2 단 3 단 區間으로 가장 軸方

表 11. 地中變位測定 Data

측정위치 : B

측정방향 : Y

변위 및 일자 깊이	변 위 (m/m)									비 고
	1983. 8.19	9. 5	10.5	11.11	12.6	1984. 1.13	2.11	3. 7	4.11	
1m	0.4	2.0	2.9	3.0	2.0	2.0	3.3	3.3	3.8	⊕ 증로 ⊖ 신설동
1.5	0.7	2.9	3.1	2.6	2.7	2.3	3.2	3.2	3.9	
2	0.1	3.0	3.5	3.6	2.8	2.8	3.9	3.5	5.1	
2.5	0.5	3.0	4.3	3.7	3.6	3.7	4.6	3.6	5.9	
3	0.8	0.9	2.6	2.7	0.6	1.5	1.5	0.9	2.3	
3.5	0.8	1.5	2.3	1.7	0.1	0.3	1.1	0.6	0.1	
4	0.4	1.2	3.8	2.5	0.9	0.7	2.0	1.9	0.7	
4.5	-0.5	-0.1	-0.7	1.1	-0.8	-0.5	-0.1	-0.4	-0.7	
5	-0.8	-0.5	-2.1	-5.2	-7.1	-7.4	-6.5	-7.1	-6.5	
5.5	0	0.6	1.4	1.1	-0.1	0.6	-1.3	0.8	1.0	
6	0.8	1.4	2.0	3.2	1.1	-0.4	0.4	-0.1	0.6	
6.5	0.9	1.0	4.8	4.8	2.2	3.1	3.2	2.9	3.3	
7	0.6	0.1	-3.1	-5.2	-5.9	-5.0	-5.0	-6.0	-5.2	
7.5	0	-0.2	-4.7	-4.9	-5.3	-5.2	-4.5	-5.3	-4.2	
8	0.2	1.2	1.6	1.7	1.4	2.5	3.0	2.1	2.7	
8.5	0.2	0.8	0.6	-1.1	-1.6	-1.3	-1.3	-2.2	-1.8	
9	0.1	0.1	1.2	-0.8	-2.2	-1.3	-1.6	-1.5	-2	
9.5	0.1	-0.1	0.6	0.4	-1.7	-1.5	-1.9	-2.6	-2.9	
10	-0.1	-0.2	0.8	1.3	-1.4	-0.7	-0.9	-1.5	-2.1	
10.5	-0.1	0.2	0.8	0.8	-0.4	0.6	0.4	-0.4	-0.5	
11	0.1	0.1	0.7	0.8	-1.1	0.7	0.7	-0.3	0	
11.5	0	0.2	0.6	0.5	-0.8	1.2	0.9	-0.2	0.4	
12	0.1	0.6	2.1	1.8	1.3	2.3	2.7	1.9	1.9	
12.5	0	0.2	0.7	0.5	1.0	2.5	2.2	1.6	1.7	

向力を 많이 받은 部分으로 신설동 방향으로 變位가 5m/m 以內로 發生되었다. 이와같이 測定 9個月間에 걸쳐 水平變位가 약간씩 發生되었고 겨울철 3個月동안에 最大變位가 나타났다 解氷期인 3月 下旬에는 初期値에 돌아오고 있음을 보여주고 있다.

7. 東大門構造物沈下測定

(가) 測定の 目的

東大門은 人體의 건강진단을 점검하듯 많은 計測施設로 東大門構造物을 保護하고 있다. 沈下測定은 地下水位の 底下와 傾斜變位에 따른 相關關係를 檢討하기 爲한 方法이다. 東大門 2層의 4개소의 기둥에 사진 9에서와 같이 設置하여 計測室의 增幅制御裝置를 通하여 記錄計 (Chino Electronic Recorder EK 57A108)에 自



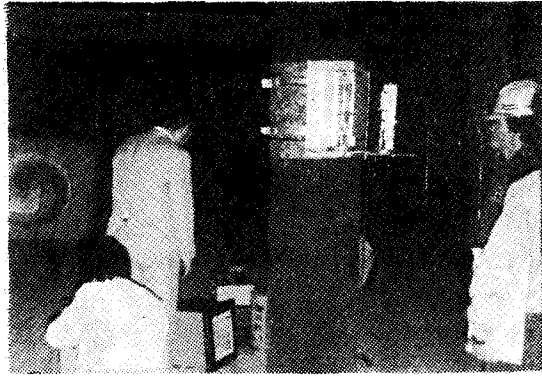


사진 9. 침 하 계

動으로 계속하여 記錄된다.

(나) 測定값의 檢討分析

本 測定은 現在까지는 變化가 發生되지 않았으며 다만 햇빛의 영향을 받고 있음을 觀察할 수 있었다. 햇빛이 쨍쨍 쪼이는 날씨의 오후 2시부터 3시 사이에 東大門의 前面(鍾路側)에 設置된 2個所의 沈下計가 約 2 눈금(0.3m/m) 정도 沈下되는 것으로 나타났다가 그後시간 即 4시부터는 서서히 原狀의 위치로 돌아와 아무런 變化가 없음을 알 수 있었다. 이와같은 理由에서 햇빛을 받은 東大門기둥이 건조된 상태에서 약

간의 수축현상이 發生되었는가 또는 沈下計內部의 액체인 알콜이 햇빛의 영향을 받은 것인지 아직까지 원인을 찾지 못하였다.

IV. 結 論

東大門驛基礎 工事는 東大門으로부터 13m, 一號線 밑 1.2m를 境界로 하여 깊이 25m의 掘鑿作業을 함에 있어서 地表로부터 9m까지는 土砂類表土로 Breaker 作業을 하였고 그 밑에 軟岩, 硬岩에는 發破作業을 하도록 되어 있는데, H-pile 옆에 $\phi 45\text{mm}$ 길이 12m의 防振孔을 15cm 間隔으로 先施工하였다. 發破에 있어서 振動節減을 爲해서 爆藥은 低速, 低比重을 原則으로 하여 CCR, Slurry를 主로 使用하였고, 電氣雷管은 遲發雷管과 M/S雷管을 工法은 階段式을 철저히 수행하였다.

그리고 防振孔으로부터 폭 3.1m 區間 및 H-pile 1m內는 CCR을 使用토록 하고 나머지는 Slurry를 쓰되 壓縮強度 $1,300\text{kg/cm}^2$ 以上에 限해서 G.D.를 一部 使用하였으며 發破振動許容值를 0.2cm/sec 로 하여 모든 掘鑿計劃을 세웠다.