

Histogram Recorder System에 의한 測定例

韓 應 教

(한양대학교 정밀기계공학과)

1. 머리말

車輛, 航空, 橋梁 및 機械構造物 등 랜덤한 實働荷重을 받는 構造物의 應力 및 變位, 振動등의 疲勞 Data 또는 TRAFFIC 등에 의한 建築物의 變位 및 應力發生頻度を 集錄하기 위한 Histogram Recorder System에 대한 內容과 測定例를 紹介하고자 한다.

本 System은 8(4)채널의 스트레인 게이지 또는 스트레인 게이지식 各種變換器와 各種 Sensor로부터의 出力電壓 등 Analog 入力を 收錄하여, Digital 處理하여 micro computer를 使用, 미리 프로그램된 방식에 따라 測定과 同時에 實働時間으로 解析處理하여 頻度數로서 內部에 記憶貯藏시키는 것이다. 따라서 本 Histogram Recorder 本體는 小形으로 堅固하며 조금도 制御部分을 갖지 않고 所要의 解析方法의 프로그램만을 셋트한 別個의 制御器만을 通해가지고 프로그램을 記入만 하며는 그다음은 손하나 안대고도, 그리고도 또 測定中에 第三者에 의한 制御造作 잘못이 發生할 危險도 없고 1年以上에 걸친 長期間의 ± 32 Slices의 各레벨當 各各 40億을 넘는 大量的의 頻度數를 自動적으로 集錄할 수가 있다. 集錄된 Data는 制御裝置에 의해 整理된 Data는 제어장치에 의해 整理된 Histogram의 形態로 읽어 나갈 수가 있어 觀察이 可能할 뿐만 아니라 프린터記錄 또는 記錄裝置에 移送시켜서 Data만 따로 가져올 수가

있어 必要에 따라서는 one line으로 Host computer에 接續시킬 수가 있어 더욱 高度의 處理를 할 수가 있다. 頻度解析프로그램으로서는 極大·極小·最大·最小·振幅·時間 등을 pack으로서 準備되어 있어 이에 대한 시스템의 構成 動作 및 性能등을 紹介하고자 한다.

2. 構成·示方 및 動作의 概要

本 시스템은 다음과 같이 5가지로 構成되어 있다.

(1) Histogram Recorder : 測定, 解析處理 및 Data의 蓄積을 한다. 증폭기, A/D變換器, CPU, 記憶裝置 등이 內장되어 있다.

(2) Control Terminal: Histogram Recorder의 測定된 初期設定, Data의 Readout 등을 하는 機能을 지니고 있고 測定할 때에는 Histogram Recorder 本體하고 分離시킬 수가 있다.

(3) Readout Printer : Control Terminal 하고 합쳐 가지고 Histogram Recorder로부터 얻어진 Data의 Printout를 할 수가 있다.

(4) Program Pack : 解析處理 Program이 記錄되어 있다. 이 Pack에 따라서 解析處理方法이 決定된다.

(5) Memory Pack : Histogram Recorder로부터 얻어진 Data를 記憶한다. 이 Pack을 利用해서 現場으로부터의 測定 Data를 Pack 形態로 가지고 나올 수가 있다.

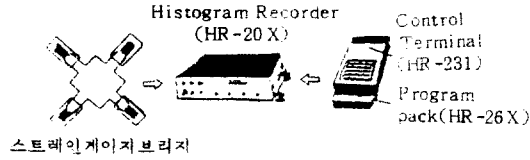


그림 1. 測定準備(初期設定)*

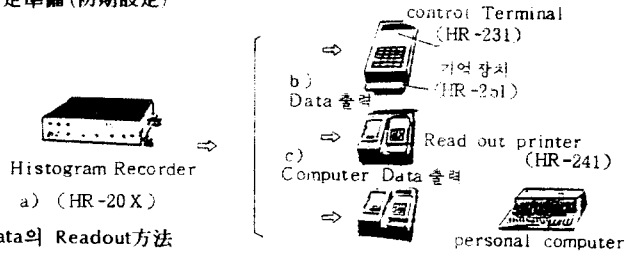


그림 2. Data의 Readout方法

* 그림 1 에 表示된 製品은 日本 東京測器研究所製임
現在(1985年) 東大門 文化財保護計測에 使用中

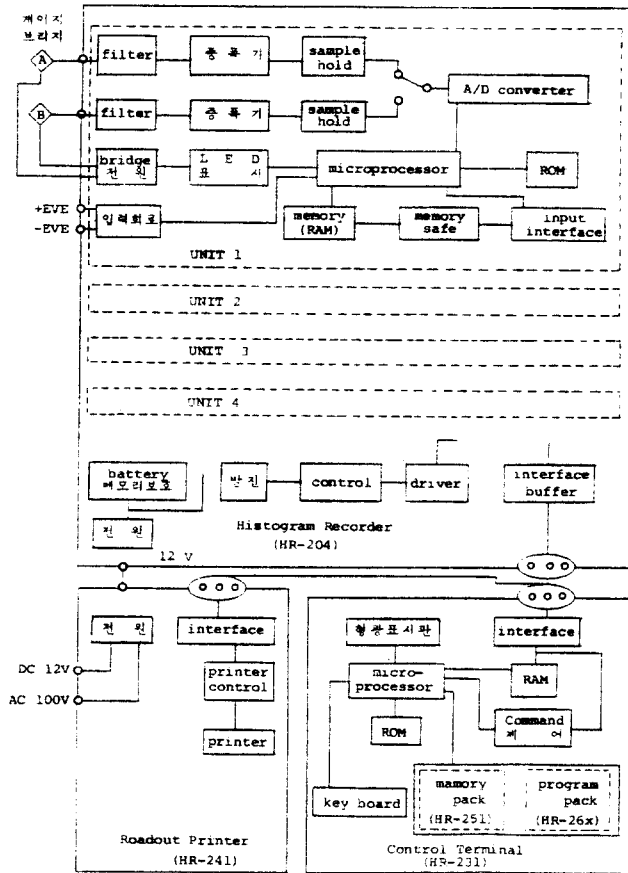


그림 3. Histogram recorder system의 block선도

3. 特 徵

Histogram Recording System 은 스트레인 게이지 또는 가속도계 등 變換器로부터 Analogue Data를 收集해서 Digital 處理하여 頻度解析을 하는 目的으로 한 出力頻度解析시스템이다. 이 시스템은 測定과 동시에 實働時間으로 解析處理하는 것을 特徵으로 하고 있으며 長時間(1個月~1年間)에 걸쳐서도 連續解析處理가 可能하다. 그리고 解析處理方法은 Program Pack의 交換으로 變更이 可能하게 되어 있고 頻度解析處理 Program에서 極大/極小 其外에는 여러가지로 Software의 開發에 따라 多様な 用途로 使用할 수 있는 것이 또 하나의 特徵으로 되어 있다.

4. 測定例

4-1. 文化財東大門의 計測

1983年 9月부터 始作된 東大門堂 地下鐵工事에 따른 文化財 東大門의 建造物에 주는 影響을 觀察하기 위하여 石造基壇 및 木造部 등 여러군데에 대한 變位變動을 24時間마다 1年 6個月에 걸쳐 측정 한 것을 紹介하면 다음과 같다.

(1) 計算方法(變位變換器를 使用할 때)

Histogram Recorder Setting時 Full scale 두개를 Setting하게 된다. 즉 한개의 Channel 당 A, B 두개가 使用이 가능한데 만일 64:64로 하면 앞의 64는 A번의 64이고 뒤의 64는 B번의 64이다.

기록지는 上 32칸 下 32칸으로 되어 있으며 64의 의미는 실제적으로는 640인데 上방향을 32로 쪼갠 것을 640으로 한다는 뜻이다. 그래서 한 칸 당 $640/32 = 20$ (strain)이 된다.

그리고 각 번호의 count는 어떤 파형이 들어오면 그림과 같이 잘라서 각 꼭지점이 속하는 갯수를 세어 count란에 기록된다.

이와같은 Data를 분석하기 위해 컴퓨터를 利用하여 Histogram을 그린다. 그리는 방법은 가장 큰 숫자(count)를 100%로 잡고 그에 대한 비율로 나머지 칸의 막대를 그려 낸다.

그러면 가장 큰 두 막대를 선택하여 두막대 사이

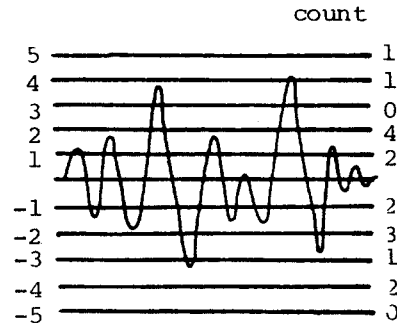


그림 4. 임의의 入力波形

의 칸 수를 센다. 가장 큰 두 막대를 선택하는 이유는 가장 주된 파가 들어왔기 때문이다.

$$\frac{640}{32} \times \left(\frac{\text{칸수}}{2}\right) = \text{strain 量}$$

윗식의 2는 파형이 아래위로 미치는 것을 반으로 나눈 것이다. 이렇게 구한 strain 量을 Calibration 그래프로 변위를 알아낼 수 있다.

그래서 변위량이 클 경우는 64보다 더 큰 128 혹은 256 등 1000까지 할 수 있다.

예를 들어 1984년 3월 16일 석조부와 목조부의 변위를 구해보겠다.

석조부(1-1-A)

기록지의 맨 윗쪽에 FULL을 보면 64:64이다. 이것은 1-1-A, 1-1-B는 FULL Scale을 640:640으로 한다는 뜻이다.

Histogram을 그리면 뒷장에 첨부한 것과 같고 가장 큰 두 막대 사이는 11칸

$$\therefore \frac{640}{32} \times \left(\frac{11}{2}\right) = 110 \text{ strain}$$

Calibration 그래프를 찾아보면 0.127 mm이다.

목조부(1-2-B)

역시 마찬가지로 FULL Scale은 64:64이다.

$$\therefore \frac{640}{32} \times \left(\frac{9}{2}\right) = 90 \text{ strain}$$

Calibration 그래프를 찾아보면 0.1 mm이다.

(2) Histogram에 의한 Data 예 (石造 基壇
틈새)

***** 1-1 *****		***** 1-2 *****
PRGM 251-11		PRGM 251-11
TEST 19840316		TEST 19840316
STOP 36400		STOP 36400
FULL 64 64		FULL 64 64
HYST 4		HYST 4
FILT 1 1		FILT 1 1
ACDC 1 1		ACDC 1 1
EXPA 0		EXPA 0
***** 1-1 *****		***** 1-2 *****
TIME 36400		TIME 36400
DOWN 0		DOWN 0
EVEN 0		EVEN 0
(A)		(B)
NO COUNT		NO COUNT
32 0		32 0
31 52		31 0
30 286		30 0
29 159		29 0
28 67		28 0
27 72		27 0
26 70		26 0
25 149		25 0
24 140		24 0
23 191		23 0
22 666		22 0
21 194		21 0
20 66		20 0
19 4639		19 0
18 26324		18 0
17 23733		17 0
16 35672		16 0
15 31384		15 0
14 24435		14 0
13 11616		13 0
12 10386		12 0
11 11957		11 0
10 36217		10 0
9 99823		9 0
8 134568		8 0
7 205640		7 0
6 311589		6 0
5 431851		5 0
4 543947		4 0
3 737539		3 0
2 375095		2 0
1 789265		1 657
-1 660588		-1 145475
-2 186398		-2 396707
-3 15		-3 597599
-4 0		-4 2099823
-5 7		-5 1445500
-6 120610		-6 1
-7 593799		-7 1
-8 748301		-8 0
-9 1055914		-9 0
-10 637093		-10 1
-11 647741		-11 1131786
-12 434055		-12 2359872
-13 298916		-13 590688

-14	196316	-14	421783
-15	123148	-15	608074
-16	96106	-16	75559
-17	46795	-17	0
-18	13790	-18	0
-19	11601	-19	0
-20	11277	-20	0
-21	21433	-21	0
-22	31051	-22	0
-23	38054	-23	0
-24	20320	-24	0
-25	31997	-25	0
-26	5379	-26	0
-27	78	-27	0
-28	718	-28	0
-29	415	-29	0
-30	371	-30	0
-31	474	-31	0
-32	3	-32	0

Fig. 5. Relation between slope & eating velocity

(3) 頻度線圖

그림 6은 Histogram Recorder로부터 뽑은

Data에 依해 Personal Computer로서 Histogram 선도를 作成한 것이다.

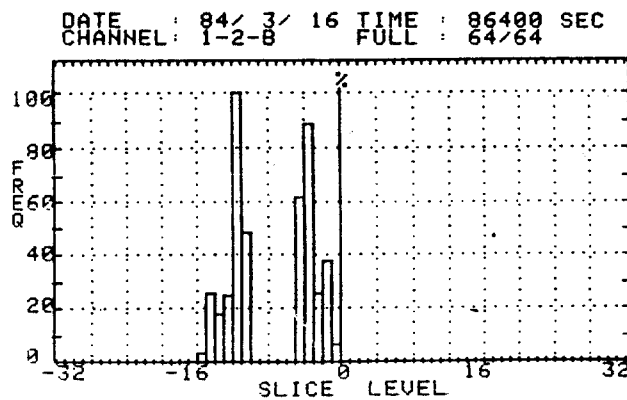
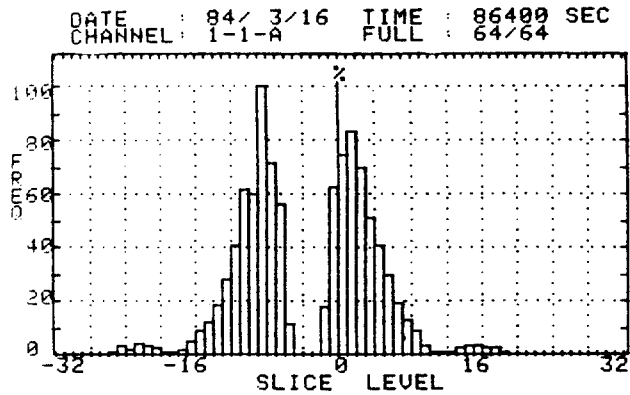


그림 6. 頻度線圖

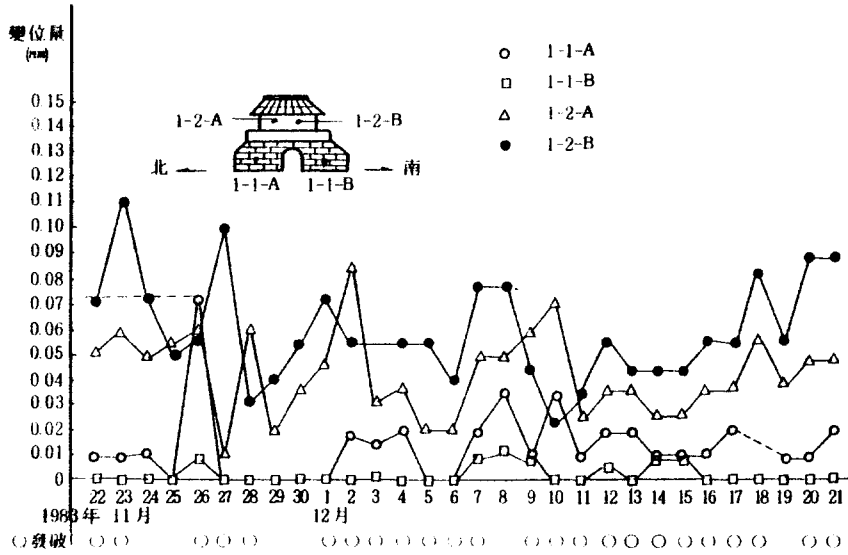


그림 7. Histogram Recorder System에 의한 東大門 建造物의 最大 變位量 測定值(地下鉄發破工事初期)

* 最大値: 11月26日 0.075mm 問題視하여 爆藥量조정

4-2. 橋梁應力測定 (日本大阪市立大學土木工學科 實驗橋 中井教授研究室)

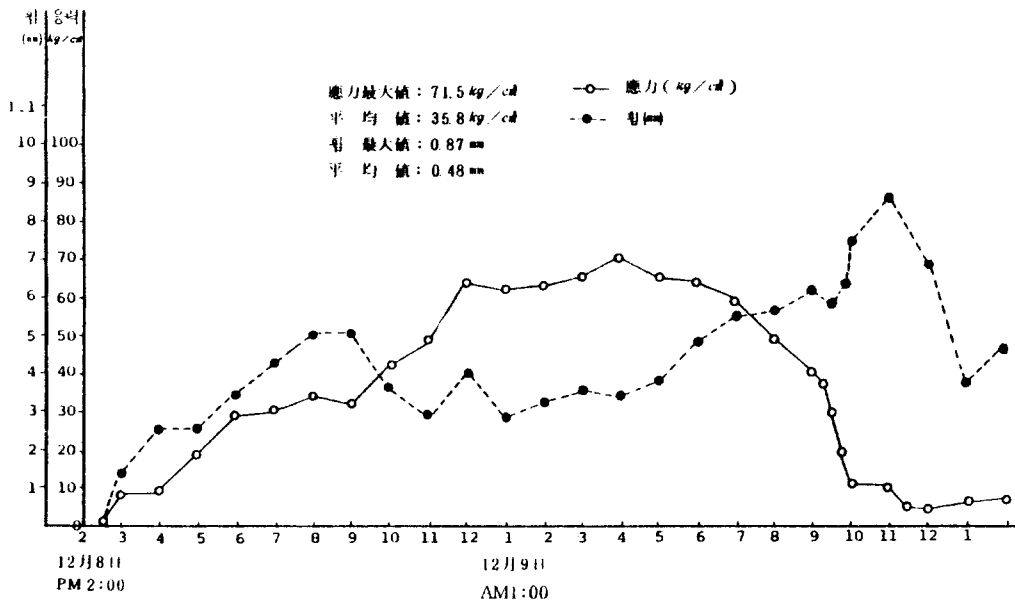


그림 8. 溫度에 따른 應力과 휨

5. 맺는 말

本 Histogram Recorder System은 應力頻度解析에 가장 적합한 장치로서 考案製作된 것이며, 土木 建築 및 自動車實驗 등에 널리 使用되고 있다. 이 장치를 지난 4號線地下鐵工事に 있어서 東大門文化財保護를 위해 特히 發破作業의 Monitoring System으로서 크나큰 役割을 하였다. 또한 Histogram Recorder는 實働荷重에 의한 不規則波形的의 必要한 處理結果만을 蓄積하는 것으로써 從來의 磁氣記錄에 비해 處理時間이 大幅 短縮된다. 또 無人計測에 있어 年, 月 單位의 長時間記錄을 할 수 있어 앞으로 頻度解析分野에 있어 큰 期待에 어긋나지 않을 것으로 보고 讀者 여러분의 指導, 鞭達을 부탁하는 바이다.

參 考 文 獻

1. 小澤, 松島: μ CPU를 이용한 左車載用 Histogram Recorder 시스템 日本NDI協會 4分科資料 1982年.
2. 東京測器研: Histogram Recorder System HR-200
3. 서울特別市 地下鐵工事: 조사연구보고서, 1984. 12月
4. 大阪市立大學 中井: Histogram Recorder 資料, 1982年
5. 未吉, 小林: トンネル内における 長期ひずみ 測定 NDI 資料, 1980年
6. 韓應教: 스트레인게이지 - 理論과 應用 - 普成文化社, 1976年.