

# 自動地震記録装置

和田卓彦・加茂幸介

## AN EQUIPMENT FOR AUTOMATICALLY SEISMIC RECORDING

By *Tatsuhiko WADA* and *Kôsuke KAMO*

### Synopsis

The equipment to record an earthquake without large consumption of magnetic tape was made and is examined practically. The main processes are as follows: the recording process with the endless magnetic-tape is always recoding the out put of the seismometers and if an earthquake containing the signal above a certain level occurs, the storing process starts to re-record the data of the endless magnetic-tape and transfers them into the store-tape with an appropriately delayed time. These processes are controlled by the pulses from the timer triggered by the seismic signal.

In the routine of the seismic observation over a year, the maximum of delayed time of the endless magnetic-tape process can be elongated to about 8 minutes in case of the driving tape-speed of 1 7/8 inch/sec. In general the delayed time may be enough to observe the local earthquakes as well as the volcanic earthquakes, which are the main purpose in our Laboratory.

### 1. ま え が き

観測データの精密解折、自動処理の目的で、観測量を電氣量に変換して保存することが数年来進歩して来た。またデータを電氣量で保存することが容易になり、データの精密解折、自動処理を促す結果となって来ている。火山性地震や微動の研究でも、精密な波動論的解折或は多数の火山性地震や微動を自動処理する必要にせまられて、磁気テープレコーダを観測に使用する場合が多くなった。しかし発生の予告が困難な現象をデータレコーダを使って、常時観測に近い形で観測する場合、記録時には磁気テープの消費量が多く従って再生時には、多くの煩わしさがともなう。このような経済的、時間的そして労力の無駄を省き、有用なデータだけを電氣量で保存する装置として、自動地震記録装置を製作した。

装置の製作目的として次のことを考慮した。筆者等の1人がデータの自動処理を目的として開発した高速度数値化装置<sup>1)</sup>の端末機としての記録部の自動化、商用電源の確保できる field で比較的手軽に使用できること、従って analog 量でとり扱うこと、そして将来、観測所に於て自動化常時観測を可能とする性能を持つことを主要な点とした。

### 2. 装置の概要

装置はまづ1号機で open loop 方式のテープ送り機構を使って予備的実験を行なった。その後2号機においては、ワウ、フラッタおよびヘッドへのテープの圧着による SN 比の改善を目的として closed loop 方式を採用した。各々の仕様および外観を Table 1, Photo. 1 および Photo. 2 に夫々示した。データの変復調は PWM 方式で、各チャンネル毎にプラグイン方式にしてあり、必要に応じて FM、或は AM 方式とすることもできる。磁気テープは 1/2 インチ巾で、カーボンコーティングした滑性の良いものを使用している。

遅延装置としては、エンドレステープを用いて無駄時間を発生させる機構とした。テープの消耗度合、静電気摩擦や張力によるテープの機械的損傷等を色々実験テストした結果、われわれの場合テフロンコーティ

Table 1 Characteristics of two kinds of automatic data-recorders with an endless magnetic tape.

Type	Loop system	Modulation	No. of channels	Tape speed ips	Frequency range c/s	S/N	Max. lag sec
No. 1	open loop	PWM	6	7 1/2	0—200	30 db <	120
		AM	1				
No. 2	closed loop	PWM	7	1 7/8	0—50	30 db <	480
				3 3/4	0—100	35 db <	240
				7 1/2	0—200	40 db <	120
				15	0—400	40 db <	60

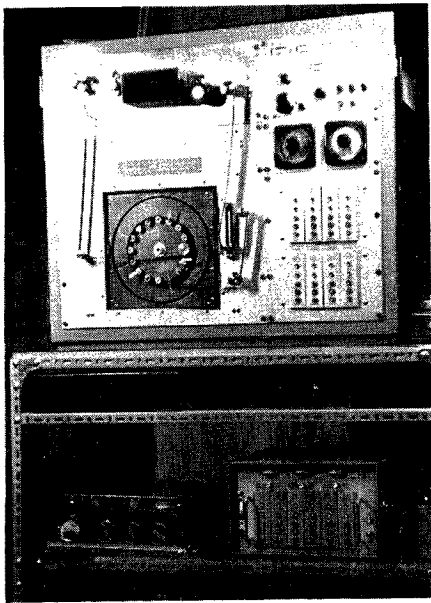


Photo. 1 Front view of No. 1 of the automatic data-recorder.

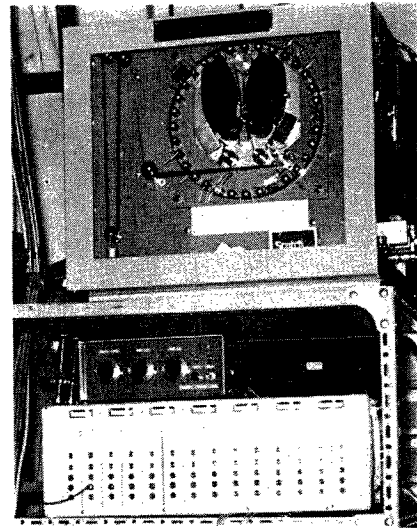


Photo. 2 Front view of No. 2 of the automatic data-recorder.

した多数のローラとエンドレスカートリッジを組合せた方式を採用した。この場合形がなるべく小型で、遅延時間をなるべく長くとれるよう心掛けた。遅延時間は、2号機で tape speed が 1 7/8 インチの時、最大 8 分とることができる。装置の block diagram を Fig. 1 に示した。機構は Fig. 2 に示すように、エンドレステープは記録、再生、消去ヘッドの順に通過して、記録と再生の間で遅延が発生するようにしてある。従って消去ヘッドを通過した後では、テープは何時でも記録できる状態である。

地震波信号が入って来た場合、信号の一部を分割して trigger とし、timer を始動させる。trigger 信号は、level を選定できるようにしてあって、記録したい地震波を、その振巾で撰択できる。また一般には、初動で trigger することになるが、初動が小さいため miss-trigger が起っても、S 相或は最大振巾で trigger することになる。記録したい地震を P-S 時間で見当つけておけば、後に述べるように store 装置の作動時間を timer で調節して、初動から尾部まで再記録できる。

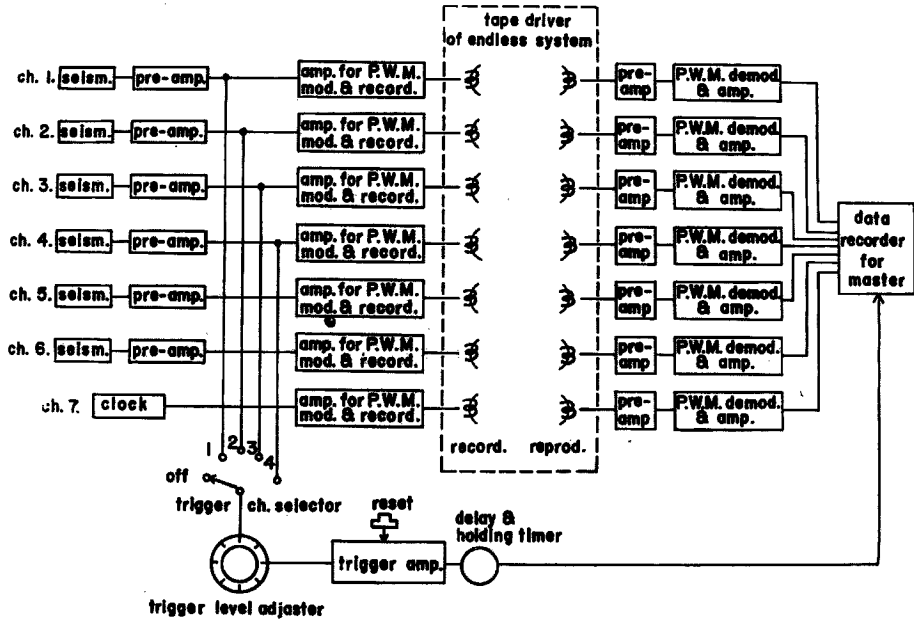


Fig. 1 Block diagram of the automatic data-recorder.

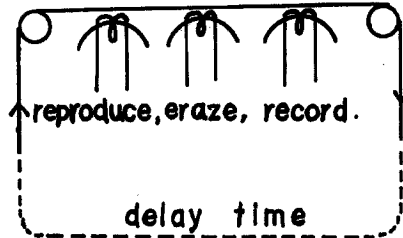


Fig. 2 Schema of generating delay time of an endless tape.

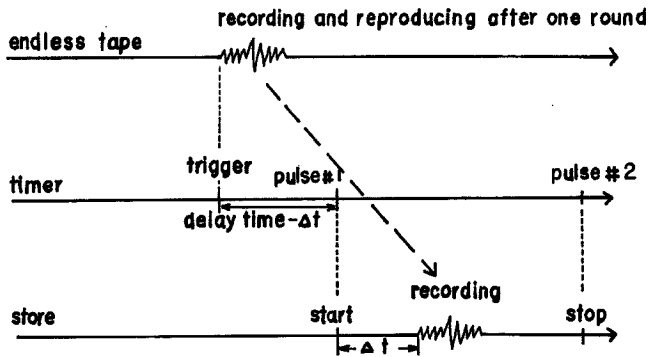


Fig. 3 Schema for re-recording from the endless tape to the store tape by use of an automatic timer.

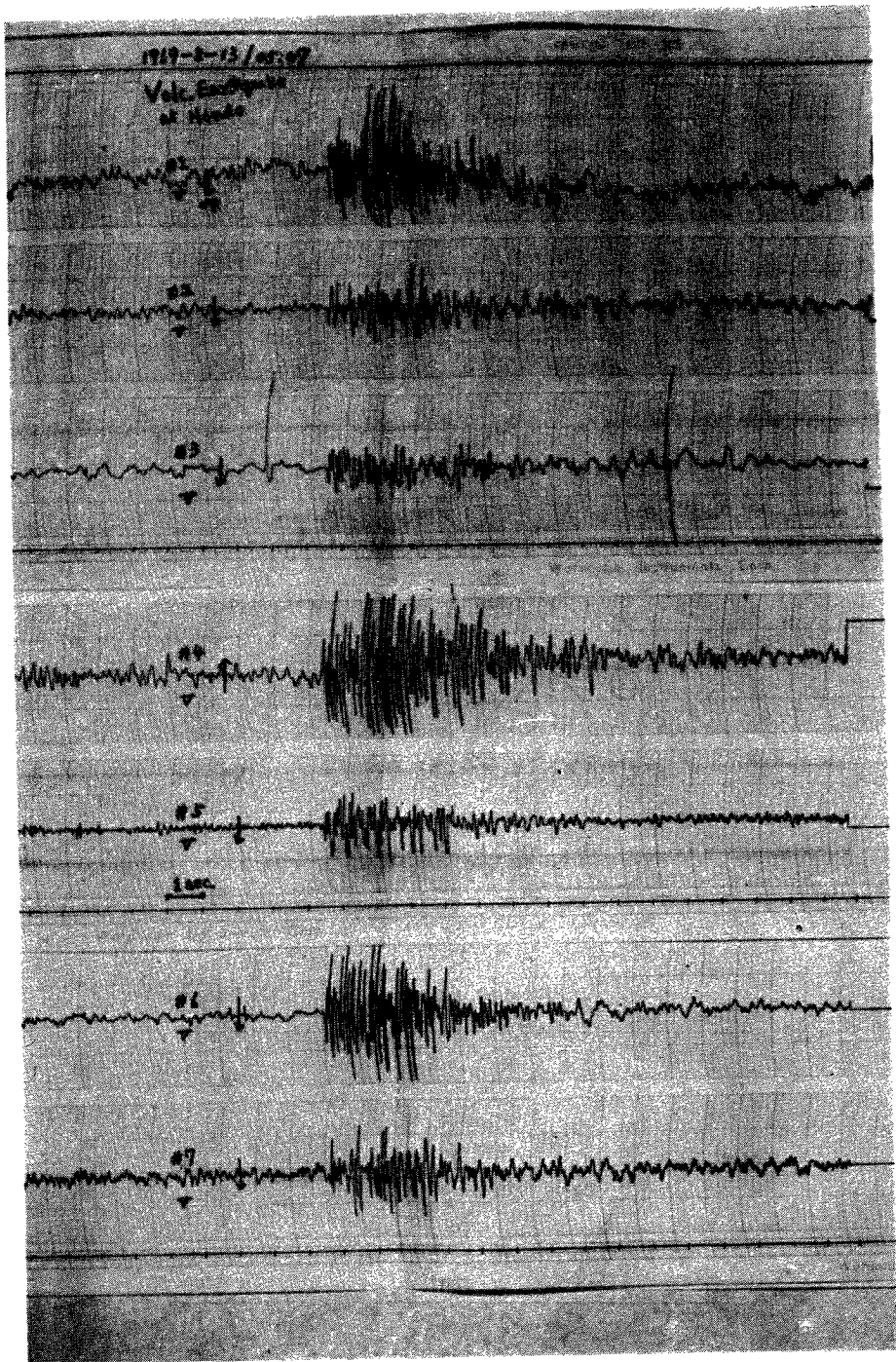


Fig. 4 Seismogram of a volcanic earthquake at the Volcano Aso recorded by No. 2 of the automatic data-recorder.

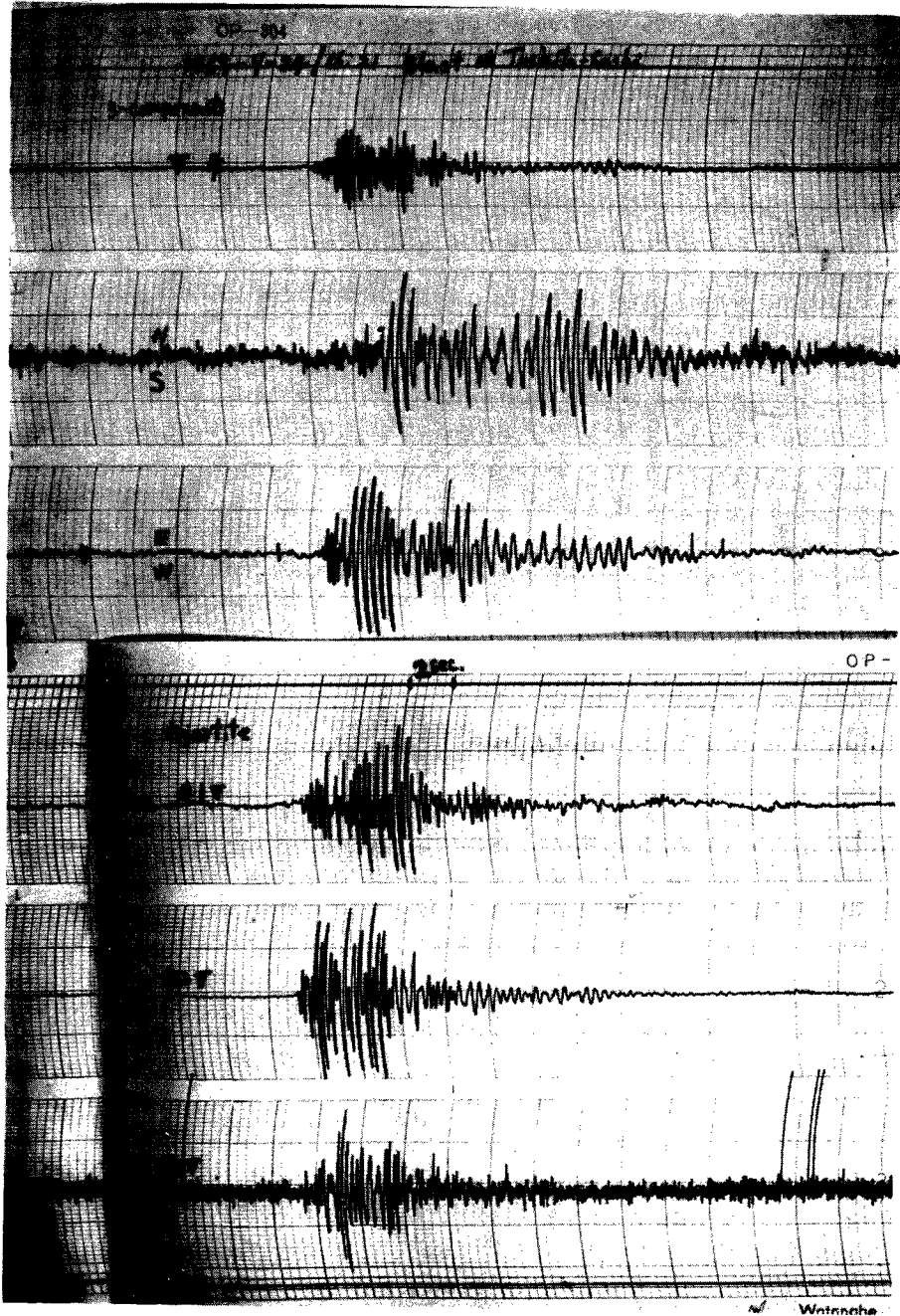


Fig. 5 Seismogram of a shot recorded by No. 1 of the automatic data-recorder.

Store 装置を自動制御する timer の動作は、Fig. 3 に構成の概略を示した。即ち trigger 信号で timer を始動させて、データの記録された部分が再生ヘッドに達する  $\Delta t$  時間前に第 1 番目のパルスが発生するようにした。このパルスで store 用のデータレコーダを動作させ、再生されてくるデータを再記録させる。一定時間（一般には地震動継続時間より大きくとる）後、再度 timer より発生する第 2 番目のパルスで、store の動作を停止させる。それと同時に、このパルスは timer 自身を reset して、次の trigger 信号を待つ状態になる。ここで timer の始動時から、第一番目および第 2 番目のパルスを発するまでの時間は、互に独立に設定できるようにした。store としては、7ch 据置型データレコーダ或は Kudelsky 製を改良した 4ch 可搬型 2 台を用いている。目的によってはペンレコーダを store として使用できる。

Store されたデータを整理するため、年月日、時分、テープリール番号および indicator number（テープに記録された部分の位置を示す目安）を trigger 信号で自動的に写真撮影する装置を附加している。

### 3. 観 測 例

阿蘇火山の外輪山に発生する地震を、ここで述べた自動地震記録装置を使って観測したデータについては、古沢<sup>2)</sup>によって数値化され、数値解折がおこなわれた。ここでは、火山性地震と人工爆破震動の観測例を示す。

Fig. 4 に示した記録は、第 2 号機で再記録されたものを再生したものである。地震は 1969 年 8 月 13 日 05<sup>h</sup> 07<sup>m</sup> に、阿蘇火山中岳第 1 火口近くに起った。地震計は上下動を 7 台、火口を中心とする半径 1 km の円周上に、火口からみて東から北にかけて約 250 m おきに円周の  $\frac{1}{4}$  の区間に等間隔に配置した。火山活動の状態は比較的静穏で 3 ヶ月間の連続観測を実施して得た数少い貴重な記録である。火山性地震の発震機巧の調査を目的とした観測で、各チャンネルとも記録紙と同じ感度にしてある。地震計の設置点が相互に 250 m しか離れていないにもかかわらず、振巾の差異が方位によって可成り大きく、初動の向きも異っていることが注目される。

Fig. 5 に示した記録は架橋工事のためおこなわれた人工爆破震動の 3 成分 3 点観測の結果である。使用したのは第 1 号機である。

### 4. お わ り に

第 1 号機を試作してすでに 3 年あまりほとんど連続的に地震観測を行ってきた。また第 2 号機が完成してからは自動常時観測の予備的実験を行なっていて、遅延時間を tape speed  $3\frac{3}{4}$  ips で 3 分程度とり、約 1 週間に一度エンドレステープを交換することで一応の結果を得ている。問題点をあげると、(1) 各ヘッドの消耗が問題で、tape speed  $3\frac{3}{4}$  ips で耐用年数は約 1 年である。(2) 自動制御を行なう trigger を検定する機能を備えたい、即ち雷や人工擾乱の信号を弁別して、誤動作を防ぎたい。

終りに本装置の開発に当って、終始ご教示、ご鞭撻戴いた京都大学名誉教授佐々憲三先生に厚く御礼申し上げます。また本機の製作、整備には、京大理学部火山研究施設小野博尉氏に負う所が大きく、観測に当っては、同施設職員のご協力によります。ここに感謝の意を表します。なおこの研究の一部は、文部省科学研究費によった。

### 参 考 文 献

- 1) Yoshikawa, S., T. Wada and T. Furuzawa: Application of Analog-digital Converter for Seismic Data, Spec. Contribution, Geophysical Inst., Kyoto Univ., No. 4, 1964, pp.105~110.
- 2) 古沢 保: AD 変換器による地震波解折 II —阿蘇火山性微動への応用— 京大防災研究所年報, 第10号 A, 昭42, 3, pp. 51~61.