

# 速度型強震観測システム

国立防災科学技術センター 木下 繁夫  
御子 柴正  
株式会社 東京測振 ○横井 勇

## 1. ま え が き

近年における地震工学の進歩に伴って、高密度強震観測網が要請されるようになり、強震計の見直しが行われている。ここで報告する速度型強震観測システムは、数秒から数10秒の周期領域における強震動観測を目的としたものであり、マイクロ・プロセッサ、マイクロ・コンピューター、および、汎用コンピューターを効果的に利用したものである。この観測システムは、すでに、実際の多点同時観測に用いられており、良好な観察記録が得られている。

## 2. 強震計の構成

図1が強震計の全体構成である。大別すると、換振部である3成分速度型地震計と、集録部とになる。集録部は、全てIC化されている。これにより、機械的消耗部分がなくなり、耐久性の向上や耐衝撃性が得られる得、観測に適した集録部となっている。しかしながら、記録媒体であるICメモリーは、現状では高価であり、記録容量が限定される欠点がある。ここでは、この欠点をマイクロ・プロセッサのプログラム処理により解決している。以下、各構成項目について詳述する。

### 2.1 速度型地震計

現在、強震観測には、加速度計が主に使用されている。しかしながら、エネルギー的な対応から速度計の重要性も見直されており、震源過程や厚い表層地盤の振動特性の研究には有利なものとなっている。

本装置の速度型地震計は、速度帰還型の電磁式サーボ加速度計に改良を加えたものである。図2が速度帰還型サーボ加速度計の原理図であり、加速度に比例する帰還電流  $i_f$  を、負荷抵抗  $R_L$  の両端の電圧  $E_{out}$  に変換して、加速度信号とするものである。本速度計では、図3の原理図に示すように、帰還電流  $i_f$  を直接電流積分することにより速度信号を得ようになっている。この方法は、加速度電圧  $E_{out}$  を電圧積分するよりも有利である。観測に用いている速度計の総合周波数特性は、図4に示すようになっている。

### 2.2 記録編集機能

記録部は、3成分の地震波と時刻情報を98秒記憶可能なメイン・メモリーを1ページ単位として、5ページ分の容量をもっている。これは、SMA-C-B<sub>2</sub> 3記録分の容量にほぼ相当する。通常の場合、1地震1ページのメモリーに記憶されるため、最大5地震の集録が可能である。ところが、本装置では、図5の流れ図に示すように、新しい記録は一度バッファ・メモリー（容量はメイン・メモリー1ページ分と同じ）に記憶され、その記録の絶対値平均がすでに記憶されている各ページの絶対値平均と比較される。その結果、すでに記憶されているものよりも小さな絶対値平均であれば、この新しい記録は捨てられる。逆に、大きな場合は、最小の絶対値平均を持つページに、新しい記録が書込まれる。したがって、常に、大きな記録のみが集録されるようになる。また、大地震の場合、数分間の地震動が継続しても、地震波の記録は途切れることなく数ページにわたって記憶されるように、図5の処理は10ms以内で終了する。この観測地点における一次記録の編集機能は、本装置のもつ最大の特徴であり、これにより記録容量の不足に対応している。

### 2.3 刻時修正

群列観測では、正確な刻時機能が要求される。本装置では、NHKの時報で常時、時刻較正が行われるようになってきている。これは、文献1)による方法で、図8の流れ図のように処理される。即ち、1秒

間隔で3回の440Hz 予告信号を検知した後、880Hz 信号の立上りで時刻修正ルーチンに入るようになっている。ここで、440Hz の予告信号間に別の信号が入った場合は、時報信号とは判断しないようになっている。なお、NHKの時報は、JJY信号と比較すると、東京で3ms 進んでいる。

#### 2.4 モニターと二次記録

強震観測において、装置の動作確認が充分出来ることは、重要なことである。本装置では、マイクロ・プロセッサの利用により、以下のような機能を装備した。

##### (1) 入力信号波形のモニター

観測状態において、入力信号は10秒間遅延された後アナログ・モニターされる。特に、内部較正信号(0.512Hz および5.12Hz の二種類)による地震計の検定のためにこれは不可欠である。また、A/D, D/A, およびM.P.U の動作もこれにより確認される。

##### (2) 各ページの記録のモニター

D/A モードにすることにより、観測状態から切り離して、各ページに集録されている記録をアナログ・モニターできる。このとき、集録開始点の時刻が表示装置に表示される。これにより、集録記録が確認できる。

##### (3) C.M.T への転写とその確認

本装置は、記憶された一次記録を必要な場所へ移すため、ISO規格デジタル・カセット用インターフェイスを有している。これにより、C.M.T へ記録が転写され、二次記録となる。本装置では、C.M.T の記録を読み込み、再度D/A変換してアナログ・モニターすることにより、二次記録集録の確認が出来るようになっている。

#### 2.5 停電対策

本装置では、次の二系統の停電対策がなされている。

- (1) M.P.U 制御関係は、20Ah の無注水蓄電池による5時間の無停電化。
- (2) メモリー(C-MOS, RAM)は、Ni-Cd 乾電池による5日間の無停電化。

#### 2.6 記憶フォーマット

1ページ分の記憶容量は、22Kバイトであり、図9に示すフォーマットでデータが記憶される。

### 3. 記憶処理システム概要

記憶処理システムは、図10に示す構成である。汎用コンピュータとRTPシステムは、チャンネル結合となっており、40KW/Sのデータ伝送が可能である。また、RTPシステムの入出力装置の一つとして、マイクロ・コンピュータが9600 bit/s の構内用ベース・バンド・モデムで接続されている。

カセット式磁気テープへ転送された地震データは、まず、このマイクロ・コンピュータの入出力装置の一つであるカセット式磁気テープ記憶装置を用いて、マイクロ・コンピュータのモニター・テレビに再生される。しかる後、必要なデータを、マイクロ・コンピュータから汎用コンピュータへRTPシステムを介して転送し、オープン・リールの磁気テープに格納する。これが解析用データとなる。

### 4. 観測例

本システムによる観測は、防災センター府中地殻活動観測施設を中心とする五観測点で予定されている(図11)。図12は、1982年8月12日の伊豆大島近海を震源とする地震における観測記録—EW成分—である。図13および14に、7-17Sおよび17-32Sの記録を用いた周波数一波数スペクトルを示す。これによりS波とLove波の識別が可能である。

### 5. まとめ

本システムによる観測は、比較的順調である。今後、この強震計の特徴を生かしたテレメータ機能の付加や、現地におけるマイクロ・コンピュータ処理等を進める予定である。

参考文献

1) 瀬戸 憲彦

東大和歌山地震観測所

季報7号

NHK時報マークの論理的取出法について

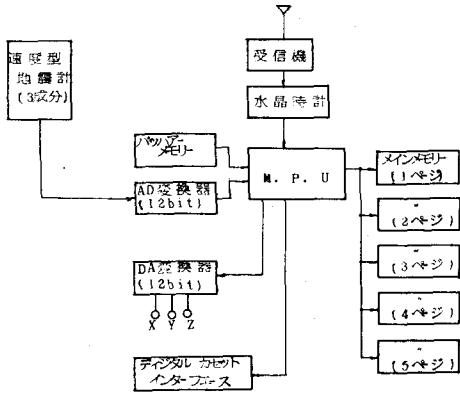


図1 地震計構成図

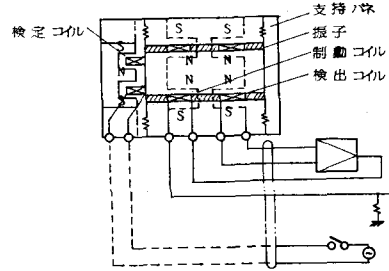


図2 速度型速度計原理図  
サーボ速度計原理図

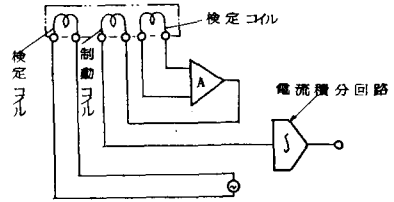


図3 速度型地震計原理図

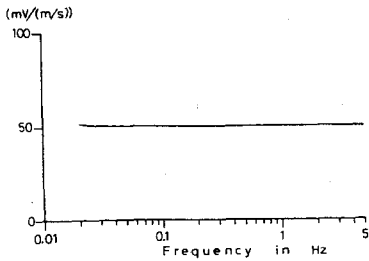


図4-1 速度計の  
総合伝達数特性

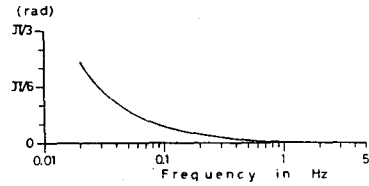


図4-2 速度計の位相特性

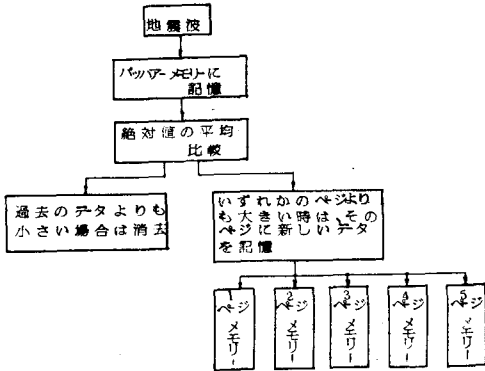


図5 データ処理流れ図

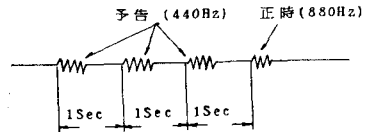


図6 時報パターン

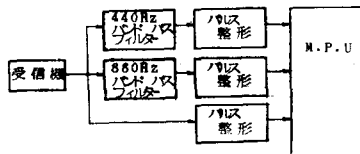


図7 回路構成図

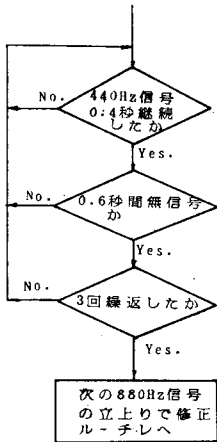


図8 時報検出流れ図

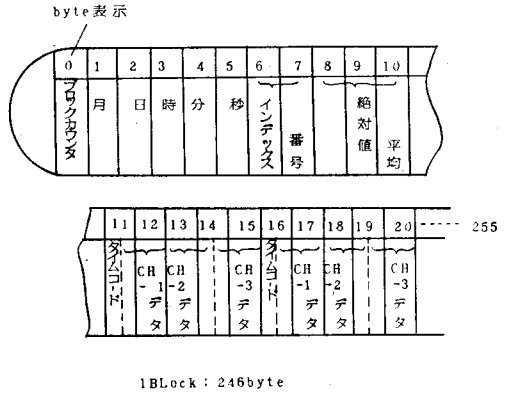


図9 記憶フォーマット

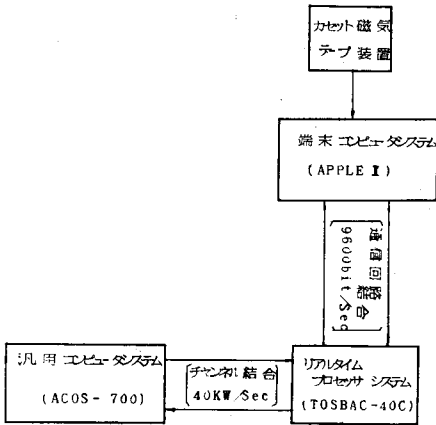


図10 記憶処理システム

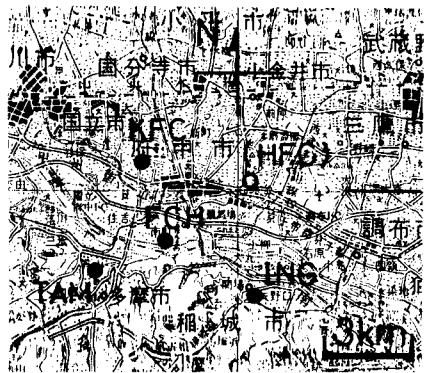


図11 観測点

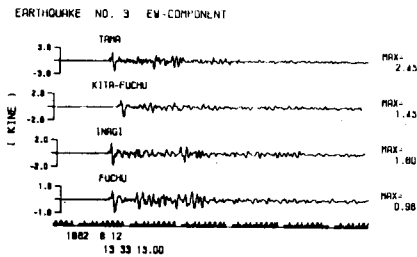


図12 観測記録

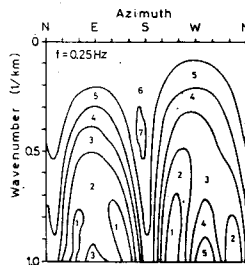


図13 波数-波数スペクトル (7-17.5)

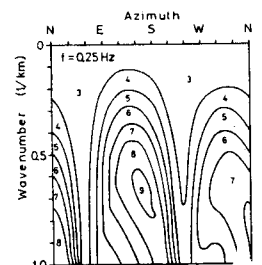


図14 波数-波数スペクトル (17-32.5)