



Title	8. 地震観測用長時間データ・レコーダーの試作
Author(s)	森谷, 武男; MORIYA, Takeo
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 23, 91-97
Issue Date	1970-03-18
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.23.91">https://doi.org/10.14943/gbhu.23.91</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13976">https://hdl.handle.net/2115/13976</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	23_p91-97.pdf



## 8. 地震観測用長時間データ・レコーダーの試作

森谷武男

(北海道大学理学部地球物理学教室)

—昭和44年10月受理—

### I. ま え が き

磁気テープを使用したデータ・レコーダは、最近では長時間記録可能なものが多くなってきた。

磁気テープに録音するには周波数変調 (FM) 方式が一般に使用されているが、一部には直接録音 (DR) 方式のものも現われている。これらの方式にはそれぞれ一長一短があって、FM 方式では波形の再現性が良く、テープの物理的特性の影響を受けない等の長所があるが、比較的記録時間が短いという欠点がある。DR 方式の長所、短所は FM 方式の場合と逆である。もちろんこれらの方式は観測目的に応じて使い分けをすべきである。たとえば FM 方式では周波数解折等の厳密な波動解折に適しているし、DR 方式では自然地震の長期間観測を行なう場合に適している。この方式では FM 方式に比較してテープ速度を小さくすることができるため、1本の磁気テープで数日から数週間の観測が可能であるという大きな長所をもっている。さらに他の観測装置に比較して保守が容易であること、録音装置の消費電力を少なくできる等の特徴があり、無人あるいはこれに近い状態で観測するのに適している。

しかし市販品の大部分は記録時間の短い FM 方式であり、DR 方式でも記録時間の長いものはない。また、軽量で消費電力の少ないものは皆無である。DR 方式で地震観測用として知られるのは、SACKS<sup>1)</sup>、浅田<sup>2)</sup>および浅田・島村<sup>3)</sup>のものがある。また、森谷<sup>4)</sup>は野外観測に適した小型、軽量で小消費電力の FM 方式データ・レコーダーを製作した。今回は長時間連続観測のできる DR 方式データ・レコーダーを試作した。

### II. 装置の構成

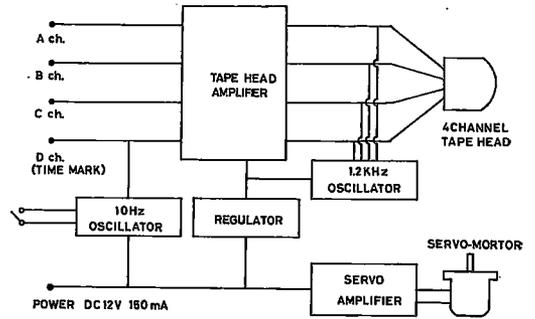
このデータ・レコーダは録音時と再生時においてテープ速度が異なるため、録音装置と再生装置が別になっている。第1図および第2図にはこれらのブロック・ダイアグラムを示してある。

- 1) I. S. SACKS; A Broad-Band Large Dynamic Range Seismograph, The Earth Beneath the Continent (1966), 543-553.
- 2) 浅田 敏; 極微小地震観測用長時間データ・レコーダー, 1966年春季地震学会講演.
- 3) 浅田 敏・島村英紀; 多用途用長時間データ・レコーダー, 1968年春季地震学会講演.
- 4) 森谷武男; 安価にできるポータブル・データレコーダー, 地震, 2, 22 (1969), 146-147.

ASADA<sup>5),6)</sup> は微小地震および極微小地震には数 10 Hz から 100 Hz にもおよぶ周波数成分が含まれていることを述べている。このような周波数帯域を録音するには、テープ速度は 1~2 mm/sec あれば充分である。今回は最高周波数を 50 Hz としたとき録音テープ速度を観測時間の区切りが良いように 1.09mm/sec とし、これを標準として設計した。

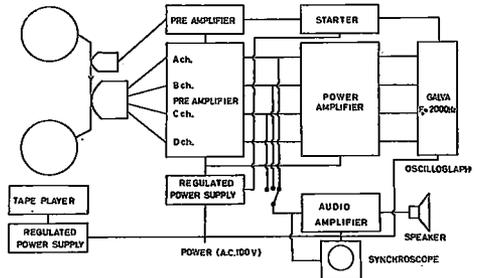
録音装置にはテープ速度の異なる OP-13 型および OP-20 型があり、前者は 0.545 mm/sec 又は 1.09 mm/sec であって 740 m のテープを使用し、それぞれ 16 日間又は 8 日間の観測が可能である。また、後者は 1.09 mm/sec 又は 2.18 mm/sec のテープ速度であって、370 m のテープを使用し、それぞれ 4 日間又は 2 日間の観測が可能である。

録音テープ速度が小さくなれば周波数帯域は低い方へ移行するが、全体の帯域幅は再生速度に比例して広くなり、SN 比も向上する。



第1図 録音装置のブロック・ダイアグラム

Fig. 1. Block diagram of electronics for recording apparatus.



第2図 再生装置のブロック・ダイアグラム

Fig. 2. Block diagram of electronics for play-back apparatus.

第1表 長時間データ・レコーダの諸特性

Table 1. Specifications of two long time data recorders

型 名	OP-13		OP-20	
	録音テープ速度 (mm/sec)	1.09	0.545	2.18
録音日数 (clays)	8	16	2	4
再生テープ速度 (cm/sec)	4.75	4.75	4.75	4.75
周波数特性 (Hz)	1~50	0.5~25	2~100	1~50
リ	7 in		5 in.	
テ	1/4 in., 740 m		1/4 in., 370 m	
ト	4		4	
ラ	12 V, 150 mA		12 V, 150 mA	
ック	9.5 kg		3.8 kg	
電				
源				
重				

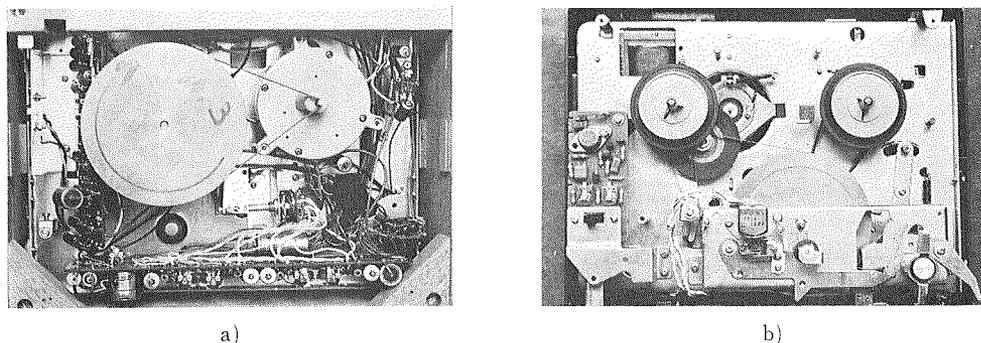
5) T. ASADA; Observations of Near-by Microearthquakes with Ultra Sensitive Seismometers, [J. Phys. Earth, 5 (1957), 83-113.  
 6) T. ASADA et al.; Observations of Near-by Microearthquakes with Ultra Sensitive Seismometers at Matsushiro, Japan, J. Phys. Earth, 6 (1958), 23-33.

このため十分な SN 比を得るためには、再生時には数 cm/sec ないし 10 cm/sec 程度のテープ速度が必要になる。ここで録音されている波は数 10 Hz から数 1000 Hz の周波数に変換される。このため、オシログラムのガルバには固有周波数の高いものが必要になる。今回使用しているガルバの固有周波数は 2000 Hz であるから、再生テープ速度は 4.75 cm/sec が標準となっている。

これら装置全体の諸特性を第 1 表に示しておく。

### III. 録音装置

録音装置には市販のテープレコーダー (SONY, TC 263 D および TC 222) を改造して使用した。第 3-a 図および第 3-b 図には TC 263 D (OP-13) および TC 222 (OP-20) の内部の改造の様子をそれぞれ示してある。OP-13 の場合は交流モーター軸に直径約 120 mm のプーリーを取り付け、これを毎秒約 4.5 回転のサーボモーターでベルトによって回転させる。OP-20 もサーボモーターを使用しているが構造上 0.545 mm/sec の速度は得られないので 1.09 mm/sec および 2.18 mm/sec の 2 速度とした。これらのサーボモーターは電子回路による周波数制御であるから、多数の録音装置のテープ速度を  $\pm 1\%$  以内の速度差に調整することができる。



第 3 図 改造されたテープレコーダ a; Op 13, b; Op 20

Fig. 3. Reconstructed mechanism for slow speed driving.  
a; Op 13, b; Op 20.

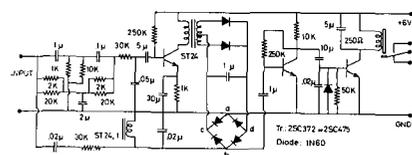
このような低速度で速度むら小さくするには、通常の場合と多少異なった工夫が必要である。テープレコーダーのリール台にはフェルトディスクによるスリッピング機構がある。これはテープを低速で走行させる場合、このままではなめらかに回転しない。入力を短縮して録音再生を行なった場合、同一極性のスパイク状のノイズがかなり現われるので、このことがわかる。これを改善するにはフェルトディスクにシリコングリースを厚く塗ると有効で、SN 比は 12 db 以上改善される。

交流バイアス法による録音の原理は一般のテープレコーダーの場合と、周波数帯域が異なる以外は全く同じである。第 4 図には 1 成分の録音用増幅器、安定化電源およびバイアス用発

振器の回路図を示してある。録音用増幅器では高域の劣化を補償するため、最高周波数を2オクターブ下の周波数に対し約20db増強している。バイアス用発振器の周波数は約1200Hzであって、Qの高いコイルを使用しているため、きわめて低歪である。

全体の周波数特性、ダイナミックレンジおよび歪率等の電気的特性は、録音用増幅器および再生用増幅器の周波数特性、バイアス電流およびテープの物理的特性によって複雑な変化をするのであるが、これらの詳しい説明は専門書<sup>7)~9)</sup>にまかせることにする。ここに示されている回路図は慎重な試験をくりかえすことによって決めたものである。

刻時チャンネルに付加されている10Hzのオッシーレーターは水晶時計を使用した場合、校正シグナルとして使用する。これにはJJYを使用するのが望ましいが、長期間安定に受信す



第5図 NHKの時報のみ動作するリレー回路

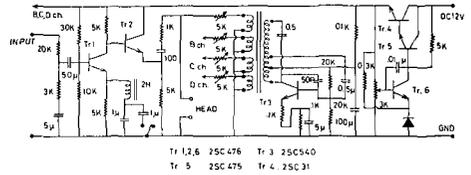
Fig. 5. Circuit diagram passing only time signal of NHK.

ことは困難であるからNHKの時報を使用することにした。これはJJYに比較して $\pm 10 \mu\text{sec}$ 以内の精度であるといわれている(NHK相談室の調べによる)。第5図にはNHKの時報に対してのみ動作するリレー回路を示してある。これはデジタル回路では禁止ゲートとよばれる回路<sup>10)</sup>の応用であって、時報の周波数(880Hz)以外の周波数880Hzを禁止する様に回路が動作するので、観測中は受信器を付け放しておいても正確に動作する。リレー動作の遅れは2msec以内であった。

録音装置全体の消費電力は、テープ速度が小さいためモーターの負荷が小さいこと、録音増幅器等の電子回路が簡単である等の理由で非常に小さく約1.8W/h(DC12V, 150mA)である。

#### IV. 再生装置

再生装置は録音装置と同様、オーディオ用の市販品(SONY, TC560D)を改造して使用した。再生テープ速度はオーディオ用の場合と同じであるからこれを変える必要はない。主な改造点は4チャンネルヘッドを取り付け、これに最大利得約90dbの増幅器を接続することである。本来付加されているヘッドはスターターとして使用した。再生装置のSN比は全体の

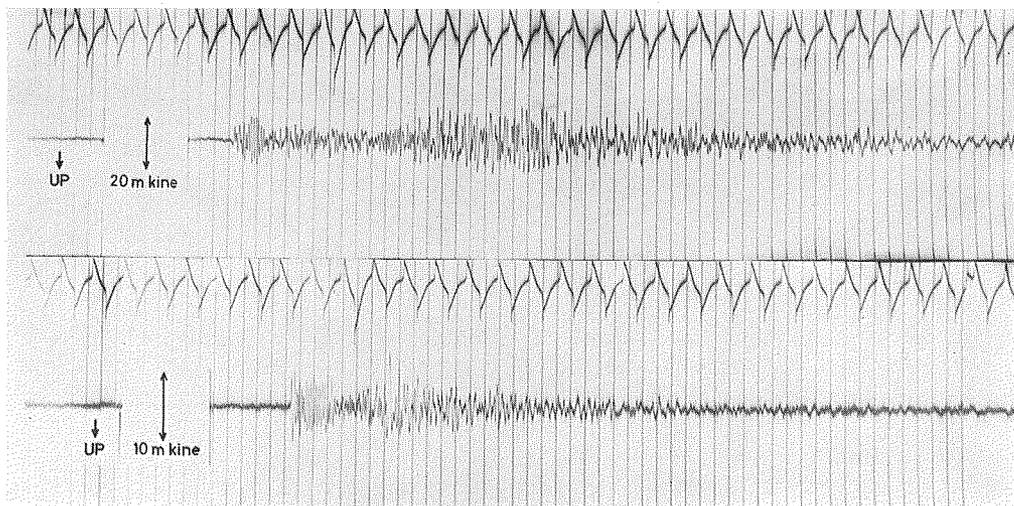


第4図 録音用増幅器、安定化電源およびバイアス用発振器の回路図

Fig. 4. Circuit diagram of tape head amplifier.

- 7) 多田正信; 磁気録音機, オーム社.
- 8) 大津光一; テープ・レコーダー, オーム社.
- 9) 阿部美春; テープ・レコーダー, 日本放送出版協会.
- 10) 川又 晃ら; デジタル回路, オーム社.





第 8 図 観測された微小地震の例

Fig. 8. Examples of microearthquake.

かかるという短所をもたらすことになる。1時間程度の精度ならば、再生装置のテープカウンターと録音時の経過時間との関係をあらかじめ測定してあるため絶対時間を知ることができる。しかし再生時に正確な絶対時間を知るためには、録音時に刻時の符号化装置を使用しなければならないであろう。こうすれば再生はスターターの使用によって半自動的に行なうことができる。

## 謝 辞

この装置の試作に当たり、貴重な助言をいただいた東京大学理学部浅田敏教授に感謝いたします。

## 8. Two Types of the Long Time Data Recorder

By Takeo MORIYA

(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

To observe earthquakes and microearthquakes for long time without any skilled operator or commercial electric current, two types of the long time data recorder were designed. Direct recording method with AC bias was applied to them. Type Op13 having tape speed of 1.09 mm/sec or 0.545 mm/sec can observe for 8 days or 16 days respectively by a tape of 740 m long in a 7 inch standard reel. On the other hand, type Op20 is smaller than Op13, having tape speed of 2.18 mm/sec or 1.09 mm/sec can observe for 2 days or 4 days respectively by a tape of 340 m long in a 5 inch reel. Each recorder consumes power about 1.8 watts (DC 12 V, 150 mA).

Playback of recorded tape is done by a tape player having tape speed of 4.75 cm/sec and an optical oscillograph. Because tape speed of playback is about 22~88 times that of recording tape speed, reproduction of a recorded tape of 740 m long will be finished within 4 hours. If recording tape speed is selected as 1.09 mm/sec, frequency band width is to become 1~50 Hz and dynamic range exceeds 42 db.