

27. 地震観測用スターター

地震研究所 田 中 貞 二

(昭和30年12月20日発表—昭和33年9月31日受理)

1. ま え が き

地震観測用のスターターには、従来から、種々の形式の考案があるが、それらの機構上の根本的な違いは起動用振子を使う^{1), 2), 3), 4)}か、使わない^{5), 6), 7)}かである。後者は電磁型地震計専用に設計されたものが多く、一般の機械式地震計に使うものは、別に起動用振子をもつのが普通である。起動用振子には、水平動のものと、上下動のものとがあり、又、振子接点に使われる材料にも色々の種類がある。

今回、煤書地震計の記録紙速度を速め、地震動波形の解析精度をよくする目的で、新しい型のスターターを試作した。設計にあたっては、既に使われている種々のスターターの利点を取り入れ、次のような方針をとつた。

- 1) 種々の地震計に使用できるように、起動用振子を使い、その固有周期は地震計の周期に応じて容易に変えられるようにする。
- 2) 記録紙がなくなるまで、何回でも自動的に繰り返し作動する。
- 3) 構造をできるだけ簡単にし、故障がおこる度合を少なくする。
- 4) 成るべく高感度のものとする。

2. スターターの構造

スターターは起動用振子と限時リレー回路とからなる。第1図にその写真を示す。

(1) 起動用振子

起動用振子は、第2図に示すように、重錘と板バネからなる無制振の水平振子で、重錘の動きをエデン・バネ⁸⁾で拡大する方法をとつた。又、この振子は縦に使うと逆立振子となる。

- 1) U. S. A. COAST and GEODETIC SURVEY, *Earthquake Investigations in California 1934-1935*, (1936), 9-10.
- 2) 友田 好文 地震 **5** (1952), 28.
- 3) 高橋竜太郎 地震 **6** (1953), 1.
- 4) 矢橋徳太郎 地震 **10** (1957), 162.
- 5) 浅田 敏・田 望 地震 **5** (1952), 29.
- 6) 岡本舜三・清宮勝行 生産研究 **7** (1955), 116.
- 7) H. KAWASUMI, E. SHIMA, M. SIBANO and M. YANAGISAWA, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **36** (1958), 447.
- 8) G. NISHIMURA, M. SUZUKI and E. FURUKAWA, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **32** (1954), 87.

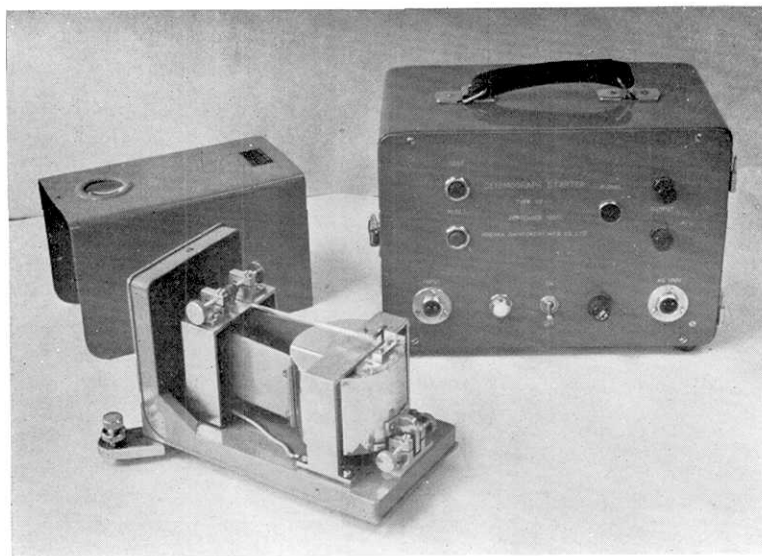


Fig. 1. Newlybuilt starter pendulum (left) and its relay-box (right).

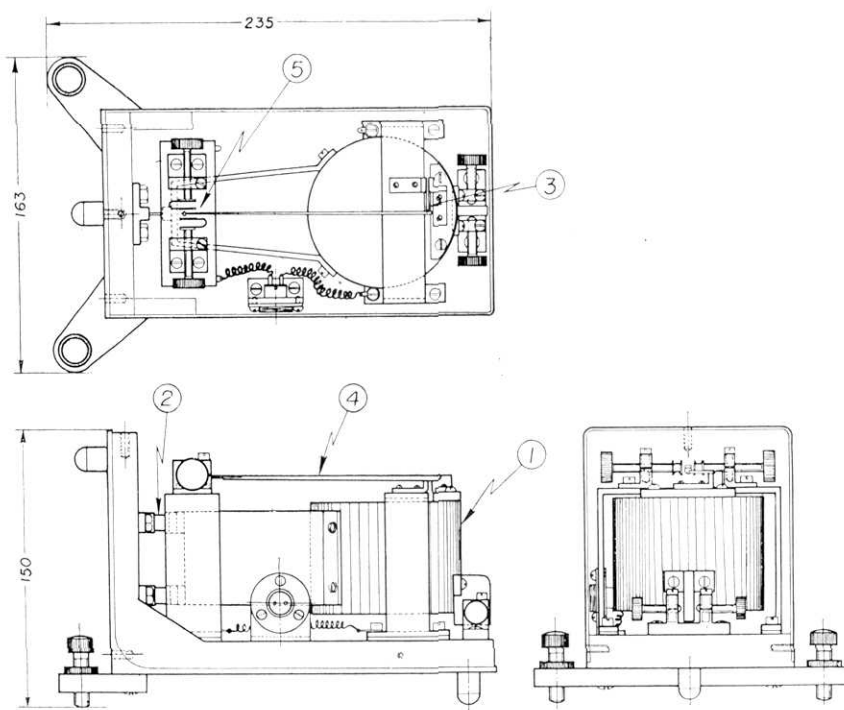


Fig. 2. Construction diagram of the newlybuilt starter. ①; mass of pendulum, ②; plate spring, ③; Eden's twin strip, ④; aluminium lever, ⑤; electric contact-point.

この振子の質量は 2.6 kg, 幾何倍率は 125 倍である. 板厚の違うエデン・パネを付けかえると, 幾何倍率を変化することなく, 振子の固有周期を第 1 表のように変えることができる.

経験によれば, 起動用振子を使うスターターの故障の原因は, 振子の電気接点の酸化,

又は汚染による接触抵抗の増大に起因することが多いので, 特に接点材料の選択に留意した.

この起動用振子に使用した材料は, 可動接点はオスミウム, 白金, ロジウムの合金, 固定接点は銀, パラジウムの合金である. このスターターにおいては, 動作時の接点電流が極めて少ないこととあいまって, 振子接点の劣化は殆んど完全に防止することができた.

第 3 図は, 起動用振子 (固有周期 0.14 sec)

エデン・パネの厚さ (mm)	固有周期 (sec)
0.07	0.58
0.08	0.42
0.10	0.31
0.13	0.25
0.23	0.14

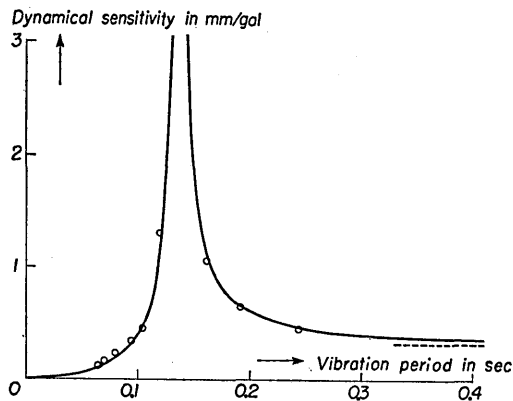


Fig. 3. Dynamical sensitivity of the newly built starter. Circles represent the results of observations which were carried out by means of vibration table of simple harmonic motion, and the full line indicates mathematical results.

の振動台による検定結果で, 感度は約 3 gal/mm, 減衰常数 (h) は約 0.03 であった.

(2) 限時リレー回路

限時リレー回路は第 4 図に示すように 4 極放電管と多接点継電器を使い, なるべく簡略に構成した. 放電管の格子は常に負に保たれ, 継電器が開放されている状態では, 蓄電器は常に充電されている. 今, 地動により起動用振子の電気接点が閉じると, 放電管の格子電位は負から正に変わり, 放電管は放電する. 従つて継電器が作動し, 地震計記録装置は駆動される. それと同時に, 蓄電器は高抵抗を通じて放電管格子へ切換えられ, その蓄積電荷が格子回路の高抵抗を通じて放電し, 格子電位が放電維持電圧以下に低下するまで放電

管は放電を持続する。或る時間の後、放電が停止すると、継電器は開放され、初めの待機姿勢に戻る。限時リレー回路はこのような動作を繰り返し行うものである。放電管の放電継続時間、即ち、地震計記録装置の動作時間は放電管格子の負電位を变化することによって、1~3 分の間で任意に調整することができる。この回路では起動用振子の接点電流は数 μA 程度であるから、火花放電による接点の損傷は起り難いし、例え、その接触抵抗が数 $\text{M}\Omega$ まで増大しても、リレー回路は確実に動作する。又、地震動による振子接点の

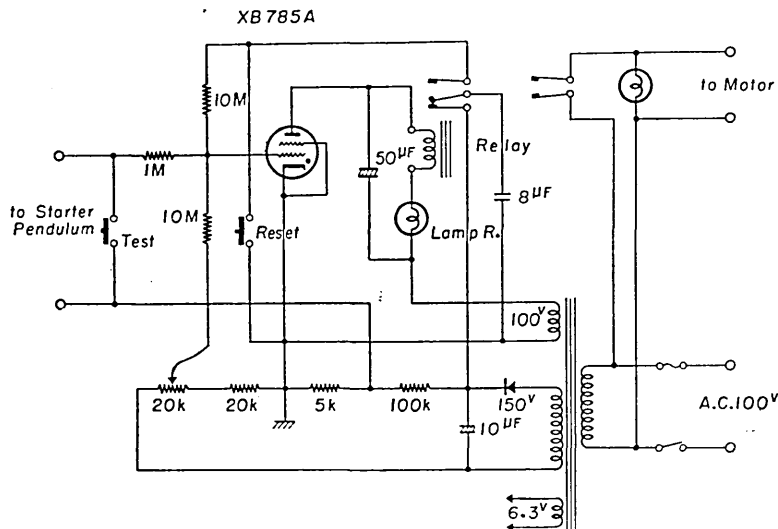


Fig. 4. Circuit diagram of the newlybuilt starter. (old: XB785A. new: XB785B, 2D21.)

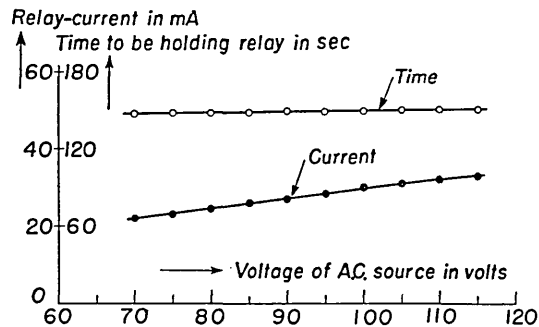


Fig. 5. Characteristic curves of relay-circuit of the newlybuilt starter. White and black circles represent the relation of time of holding relay and relay-current to the value of voltage of A. C. source.

断続はリレー回路の動作に影響しない。この回路の消費電力は常時約 7W である。第 5 図は電源電圧の変化に対する継電器保持時間及び継電器電流の変化を示すもので、電源電圧に対する安定度はきわめて良好である。

3. 観測結果

固有周期 0.14 sec の起動用振子 (接点間隙 1 mm) をもつスターターの試験のための地震観測を、固有周期 1 sec, 幾何倍率 200 倍の水平動地震計で行い、約 3 ヶ月の間に 22 ケの地震記録をとった。

地震記録の描き始めの振巾と、その直後の平均周期とから、スターター始動時の加速度振巾を推定すると、第 6 図のような頻度分布が得られた。従つて、22 ケの地震の大部分は 0.5 gal 以下の加速度で始動したことになり、起動用振子の振動特性から期待される値にくらべてかなり小さい。これは起動用振子の減衰が小さいので、自由振動が誘発されるためと考えられる。

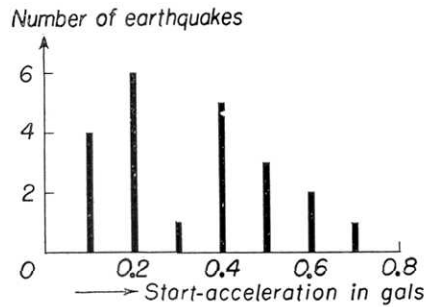


Fig. 6. Relation of the number of actual earthquakes to the values of acceleration of earthquake motions which were obtained soon after the newly-built starter acted.

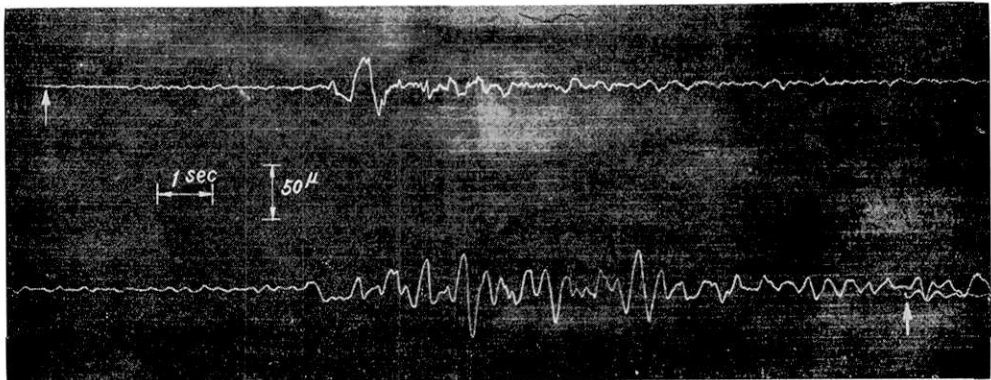


Fig. 7. Representative records of two actual earthquakes by means of the newlybuilt starter. (Original $\times 0.7$.)

第7図に茨城県日立鉾山での地震観測⁹⁾で得られた記録の一例を示す。この場合には、起動用振子の固有周期を 0.42 sec とし、周期 1 sec、倍率 200 倍の水平動地震計 4 台と組合せて使用したが、有効な記録振巾をもつ 42 ケの地震のうち 38 ケまでは初期微動の部分から記録することができた。

4. む す び

比較的高感度をもち、長期の安定性があり、自動的に繰り返し動作するスターターを設計、試作して各種の試験を行つた。

このスターターは、その後数台製作され、地震観測に実用されている^{10), 11)}。日立鉾山の坑内においては委託観測により約 2 ケ年連続使用したが故障は起らなかった。

終りに、この仕事について終始御指導を頂いた金井清先生に厚く御礼を申し述べる。

27. A Starter for Observation of Earthquakes.

By Teiji TANAKA,

Earthquake Research Institute.

The strong points of the starter built for the observation of earthquakes presented in this paper are as follows:

- (1) its sensitivity is high and, at the same time, stability is good, though the mechanism is considerably simple,
- (2) recording time is changeable,
- (3) automatic operations of starting and stopping recording are repeatable many times.

Next, the figure captions are written in the subsequence. Fig. 1 Newlybuilt starter pendulum (left) and its relay-box (right). Fig. 2 Construction diagram of the newlybuilt starter. 1; mass of pendulum, 2; plate spring, 3; Eden's twin strip, 4; aluminium lever, 5; electric contact-point. Fig. 3 Dynamical sensitivity of the newlybuilt starter. Circles represent the results of observations which were carried out by means of vibration table of simple harmonic motion, and the full line indicates mathematical results. Fig. 4 Circuit diagram of the newlybuilt starter. Fig. 5 Characteristic curves of relay-circuit of the newlybuilt starter. White and black circles represent the relation of time of holding relay and relay-current to the value of voltage of A. C. source. Fig. 6 Relation of the numbers of actual earthquakes to the values of acceleration of earthquake motions which were obtained soon after the newlybuilt starter acted. Fig. 7 Representative records of two actual earthquakes by means of the newlybuilt starter.

9) K. KANAI, T. TANAKA and T. SUZUKI, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **36** (1958), 201.

10) 鈴木正治 地震研究所彙報 **36** (1958), 235.

11) 金井 清・田中貞二・鈴木富三郎・長田甲斐男・吉沢静代 地震研究所談話会 (昭和 33 年 7 月).