

19. 震研 II 型感震器

地震研究所 { 高橋龍太郎
羽鳥徳太郎

(昭和 37 年 9 月 18 日発表—昭和 37 年 12 月 28 日受理)

1. 緒言

我が国において強震を観測し得る地震計は、はなはだ少く、これまで強震々央付近の地震動は、建築・土木構造物あるいは墓石などの被害状況から最大加速度を推定してきた。したがって地球物理学・工学特に防災的資料となる激震地付近の観測記録が不足している。

1950 年強震測定委員会が発足、SMAC 型¹⁾および DC 型強震計が製作され、年々増強されてきたが、現在国内に 100 数箇所^{2), 3), 4)}に設置されている状態である。

米国においては古くから強震の観測が組織的に行われ、既に数回の強震が観測されているが、近年更に観測網を密にするために、強震計の補助測器に相当する Seismoscope^{5), 6)}を製作し、カリフォルニア州に 51 台設置されている。

筆者らは我が国の強震観測網を調密にする同様な目的で、1953 年感震器⁷⁾を試作したが、更に製作費を低廉にし量産に適するよう構造を簡単、小型化し、狭小な土地、建物内に設置し得べく設計した。記録は化学分析などに使用されるガラス製時計皿を用い、記録部を固定し地震動のオービットを観測するもので、取扱いは極めて簡単である。

2. 構造および性能

本器の構造は Fig. 1 に示すごとく、単振子型で地震の変位を記録し、重錘は磁気減衰器の一部を兼ねている。まず主要な性能を次に示す。

記録範囲: 地動あるいは建物変位 5~100 mm

固有周期: 0.75 sec

幾何倍率: 1

- 1) 高橋龍太郎「SMAC 型強震計」地震 [ii], 6 (1953), 117.
- 2) The Strong Motion Earthq. Obs. Comm., "Development of the Strong Motion Earthquake Observation Net-work in Japan", (1960).
- 3) 総理府資源調査会「強震測定計画に関する勧告」15 (1960).
- 4) 高橋龍太郎・平能金太郎「日本における強震観測の現状と観測結果の二、三の解析」地震工学国内シンポジウム講演集 (1962), 1.
- 5) D.E. HUDSON and W.D. IWAN, "The Wilmot Survey Type Strong-Motion Earthquake Recorder, Part II", *Calif. Instit. Techn.*, Nov. 1960.
- 6) W.K. CLOUD and D.E. HUDSON, "A Simplified Instrument for Recording Strong Motion Earthquakes", *Bull. Seismol. Soc. America*, 51 (1961), 159.
- 7) 高橋龍太郎・羽鳥徳太郎「新型震度計の試作」地震研究所談話会 (昭和 28 年 5 月).

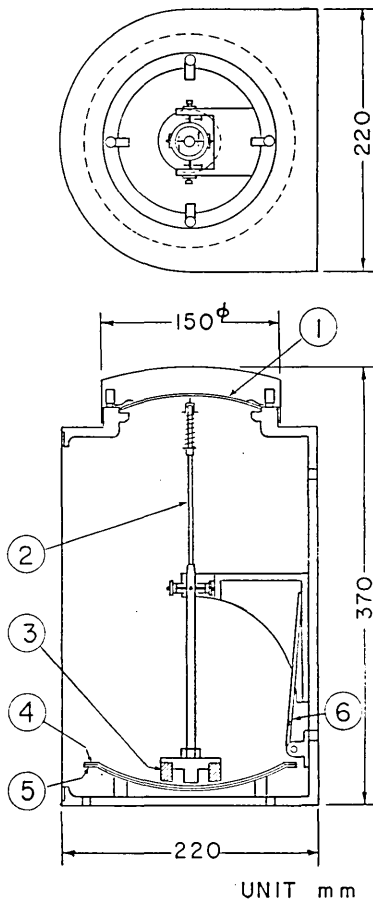


Fig. 1. Plan of the seismoscope.
 ①; smoked glass, ②; aluminium lever, ③; damping magnet, ④; copper plate, ⑤; iron plate, ⑥; clamp lever.

床あるいは壁面のいずれかに固定し、狭少な場所でも設置出来る。その他振子のクランプを備え、運搬に便ならしめたが、特に据付けの際クランプ・レバーの操作で記録面に、ある1方向の直線を記録せしめ、レバーから手を外すとレバーはスプリングによつて振子から外れ、記録針先は据付方向を記録しながら時計皿の中心にもどり観測状態に置かれる。

3. 検 定

本器の特性を調べるため、振動台を使用して動的検定を行つた。振動範囲は振幅 6~10

減衰常数: 0.1~0.47

振子および制振装置

重錘は市販の外径 50 mm, 内径 30 mm, 高さ 19 mm 円筒型 MK 磁石を使用, Fig. 1 に示すように断面がE型の磁石に改造を行い, 磁石下面は回転半径に等しい曲率で, 球面に工作されている。この重錘の下部に皿型の 2mm 厚銅板と 0.5mm 厚鉄板の重合せたものを取付け, 振子の運動でいわゆるフーコー電流を生ぜしめ, 磁気減衰器の働きをなす。減衰常数は磁石と銅板との間隙をネジにより調整し得るが, 本器では上記のごとく Damping Coef. 0.47 の状態で使用する。

振子の支点はユニバーサル・ジョイントで, いずれの方向にも自由に揺れ, 方向に対する振動の感度は凡そ一様である。支点のピボット軸受に更に補助の軸受を備え, 強震時に重錘が脱落するのを防ぐ工夫がなされている。

記録部分

記録は上述のように, 市販のガラス製時計皿, 直径 120 mm のものを使用, 皿の内面に煤付けし記録後, ニスにて定着を行う。

時計皿の曲率半径は凡そ 160 mm で, 記録槓杆の長さもこれと同等の長さで設計した。然し皿の曲率半径は製品によつて多少差異があるので, 槓杆の先の針先はスプリングによつて, 軽くガラス面に接し, 固体摩擦を小さくなるようスプリングで針先の圧力を調整する。

フレームの底面および側面の2方向に基礎ボールト孔がある。本器の据付けに当り, 例へば建物内で

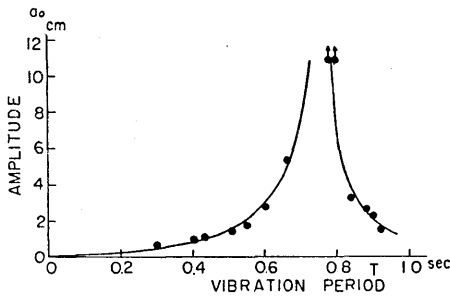


Fig. 2. Free vibration of the seismoscope.

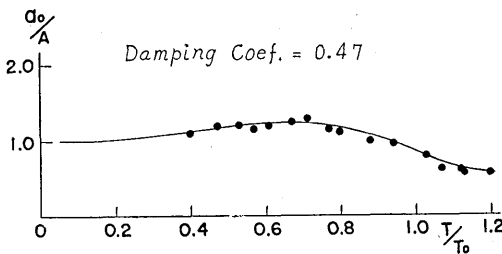


Fig. 3. Dynamical sensitivity of the seismoscope. A : Displacement of the vibrator, T : Vibration period, a_0 : Amplitude of the record, T_0 : Proper period.

の変位は A , 周期は T , 感震器の全振幅は a_0 , 固有周期は T_0 で表わす。図に示すように, 地震の周期が 0.7 sec 以下では, 感震器の減衰常数が約 0.47 のとき, 倍率は $1 \sim 1.2$ で, 感度曲線は可成り平坦にしようるので相当忠実に変位を記録するものと思われる。

振子の方向性を調べるために, $h = 0.34$, $T/T_0 = 0.72$ の場合につき, 振動試験を行った。Fig. 4 に示すように各方向の a_0/A は凡そ一様な値が求められ, 振子の方向性は認められない。

記録針先および振子の支点軸受を含めた, 総合した固体摩擦を調べた。まず振子を自由振動の状態において, 振子にある回転力を与え, 全振幅をつぎつぎ読取つたものが Fig. 5 である。この図から減衰比 $v = 1.04$, 固体摩擦項 $\rho = 0.98 \text{ mm}$ となる。

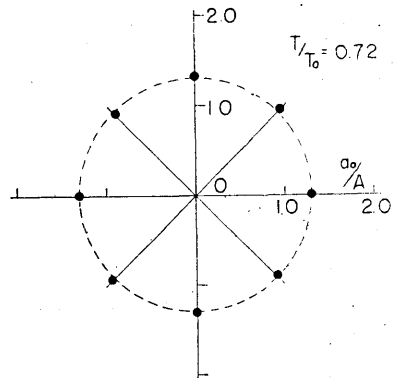


Fig. 4. Azimuthal test for vibration.

mm, 周期 $0.3 \sim 0.9 \text{ sec}$ である。

感震器の固有周期を知る方法として, 制振器の銅板を取外した自由振動の状態で, 振動試験を行った。Fig. 2 はこの結果を示すもので固有周期は 0.75 sec である。

次に振制器銅板を取付けた振動試験結果を Fig. 3 に示す。ただし振動台

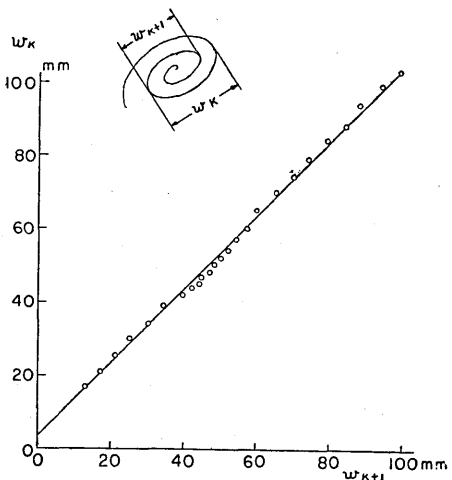


Fig. 5. Solid friction of the recording-pen.

感震器は振動試験後、揺付にあたって振子にある回転力を与え振子を揺す必要がある。これは一般の地震計設置の際に行うと同様に、記録針の状態、Damping などを知るのに有用で、Fig. 7 はこの試験の一例を示す。

4. 結 語

一般に地震動変位を観測する目的においては、減衰常数を 0.5 程度にするが、地震時、建物の速度レスポンスを知る目的では、減衰常数をこれより小さく $h=0.1$ にする。例へば米国⁶⁾においては $h=0.1$ の状態で使用、建物のレスポンスに対し強震計記録から得た速度スペクトルの最大速度と、感震器で観測した最大変位とは、同一減衰常数について凡そ一致した結果を得ている。

われわれがこの感震器を試作して以来日が浅く、実際に地震を観測なされていないが、この種の感震器を量産し強震観測網を充実、各種地盤、建築物内に設置されることを希望する次第である。

終りに、本器の振動試験に当り金井研究室の振動台を使用させて戴いた。厚くお礼を申し述べる。

19. *The ERI-II Type Seismoscope.*

By Ryutaro TAKAHASHI and Tokutaro HATORI,
Earthquake Research Institute.

This seismoscope has been designed as a supplementary instrument to the strong-motion accelerograph. The basic function of this instrument is to measure the displacement of the ground or to detect a maximum response of the part of a building.

This instrument consists of a typical simple pendulum as shown in Figs. 1 and 6, and is of compact design, so that it can be installed either on a narrow floor or on any wall of a building. The record is made on a smoked spherical watch glass with a diameter of 120 mm and a radius of curvature of 160 mm. The pendulum is supported by a universal joint. The damping is provided by a permanent cylindrical magnet, which moves above a copper plate lapped in the form of a spherical shell and lined with an iron plate. The damping coefficient is adjustable by means of a magnet set-screw. Essentials of the present seismoscope are as follows:

Working range: Displacement up to 100 mm.

Proper period: 0.75 sec.

Magnification: $\times 1$, mechanical.

Damping coefficient: 0.1~0.47. adjustable.

Numerous tests were made to check various dynamic characteristics. Fig. 3 shows dynamical sensitivity of the seismoscope. The pendulum shows equal dynamic characteristics for all directions as shown in Fig. 4. Fig. 5 shows the result of a solid friction test of the seismoscope under free vibrations. The solid friction was 0.98 mm on the record.

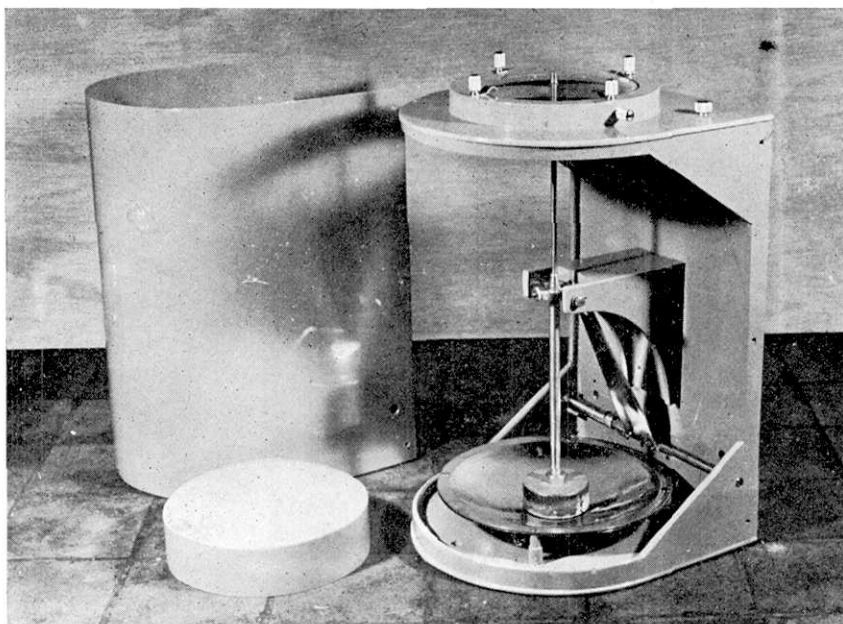


Fig. 6. General appearance of the ERI-II type seismoscope with protective cover removed

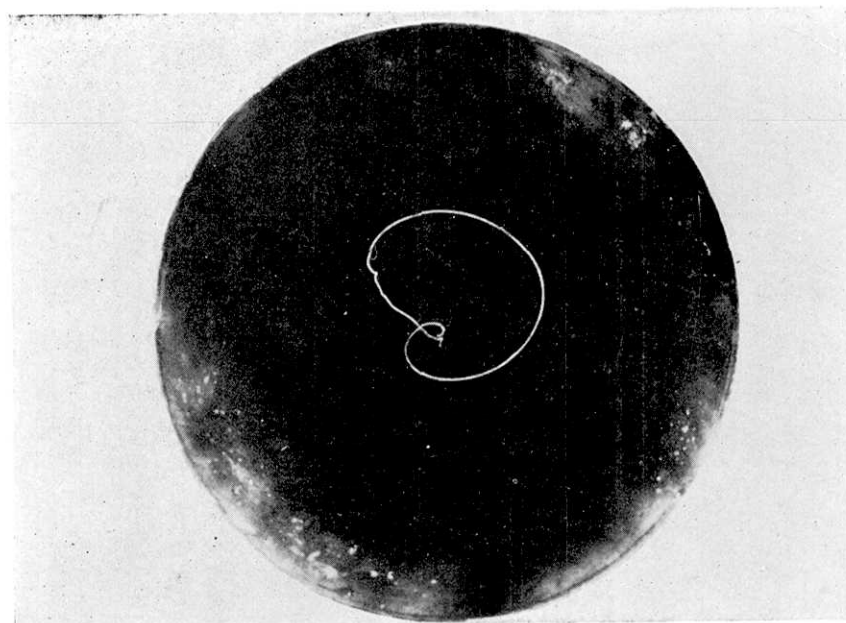


Fig. 7. Photograph of seismoscope record plate of damping test when $h=0.34$. (Original $\times 0.65$)

The damping can be conveniently measured by giving the pendulum an initial displacement, and then releasing it with a slight push in a direction perpendicular to the free motion. In this way an elliptical spiral is produced, as shown in Fig. 7, a photograph of one of the record plates from a damping test.

Damping coefficients are to be adjusted at 0.47 or 0.1, depending on the purpose of the measurement, namely the displacement of the ground and the response of a building to an earthquake respectively.