

大森式地震計の改造*

田 中 藤 蔵**

Improvement of Omori's Seismograph

T. Tanaka

Kobe Marine Met. Obs.

The pivot in Omori's seismograph has been considered to be the weakest point in that type of seismograph. The author replaced it by a flat spring, and obtained less friction.

§ 1, はしがき

大森式地震計の振り腕のピボットには振子の質量に比例した大きな圧力が加わり、それによってピボットの破損が起りやすく、また、大きな摩擦の原因ともなり、この型の地震計の最も欠点と言われている。このピボットのかわりに、薄い板ばねをとりつけることはしばしば考えられ、また、同じ型で作られたものもある⁽¹⁾。当台には大森式地震計が2成分あって、ともに部品が破損、不足しており、しかも、ピボットも摩滅しているので、これに板ばねを取りつけて試作してみた。

§ 2, 板ばねの大きさ

順序からいうと、板ばねをまず設計して、製作するのが普通であるが、試作品であるので、ウィーヘルト式地震計の翼ばねの予備品があったのを使ってみることにして強度計算と安全率をしらべた。いま、この板ばねのばねの諸元は、厚さ $t = 0.2\text{mm}$ 、幅 $b = 3.7\text{mm}$ 、長さ $l = 9.3\text{mm}$ 、のような大きさになっている。

いま、ばねの破壊能力を σ_B 、安全率を S とすれば

$$\sigma_B = S K/bt \dots\dots\dots (1)$$

から S を求めることができる。ここで、 K は振子の腕の軸方向にはたらく力で、ばねの張力となるから、 θ をつり糸と鉛直線との角とすると、

$$K = Mg \tan \theta \dots\dots\dots (2)$$

から求められる。さて、重錘の質量を M とすれば $M = 15\text{kg}$ であり、また、Fig.1 から $AB = 102\text{cm}$ 、 $BC = 67\text{cm}$ である。

* Received Sept. 22, 1953

** 神戸海洋気象台

(1) 萩原尊礼 地震 4 (昭7)

これを(2)式に入れて $K=9.9\text{kg-wt}=9.6\times 10^6\text{C.G.S.}$

いま、 σ_B を 100kg/mm^2 とすると、(1)式から $S=\sigma_B bt/K=7.5$ となる。

安全率は衝撃にも耐えるようにするには大

体 $S=10$ ぐらいないといけないが、7.5でも大丈夫である。

つり糸は今まで使用してあったとおなじ太さの鋼線を使用したから、つり糸の強度計算を略す。

§ 3. 周期の計算⁽²⁾

この型の水平振子では回転軸の傾斜角を θ としても、ばねによる復元力とつり糸による復元力のために周期は小さくなる。いま、つり糸の半径を r 、つり糸の長さを L 、つり糸の剛性率を G 、ばねのヤング率を E 、として、 l, b, t, θ を上記のとおりにすると、 $r=0.035\text{cm}$ 、 $L=107\text{cm}$ であり、 G, E は次の値をとった。

$$G=8.0\times 10^{11}\text{ dyne/cm}^2, \quad E=2.1\times 10^{12}\text{ dyne/cm}^2.$$

まず、つり糸による復元力を K_w とすると、

$$K_w=(\pi r^4 G/2L)\cos\theta \dots\dots\dots (3)$$

これに、それぞれの値を代入すれば、

$$K_w=1.5\times 10^4\text{ dyne cm} \text{ となる。}$$

次に、板ばねの復元力を K_f とすれば、

$$K_f = \frac{K \cdot l(\cosh ql - \frac{\sinh ql}{ql})}{(\cosh ql - 1)^2} \dots\dots\dots (4)$$

から求められる。ここに、 ql は $q=\sqrt{K/EI_s}$ 、 $I_s=bt^3/12$ で、これに上記したような値を入れると、

$$q=4.4 \text{ ゆえに } ql=4.1$$

これから $K_f=2.4\times 10^5\text{ dyne cm}$ となる。

この二つの復元力があるので、振子の周期 T_0 は、 $T_0=2\pi\sqrt{I/(K_w+K_f)}$ となる。

ここで、 I は振子の慣性能率であり、この場合は $I=6.7\times 10^7\text{ gr cm}^2$

(2) 萩原尊礼：振動測定 § 29. 参照

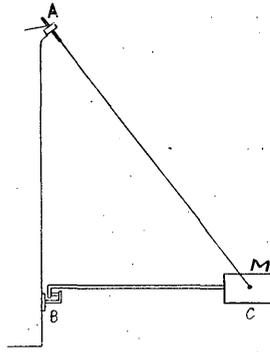


Fig. 1

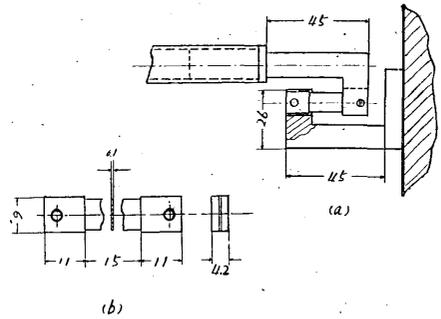


Fig. 2 (a) Connection of Flat Spring.
(b) Flat Spring.

ゆえに、だいたい 100 sec の周期が得られる。また、大森式地震計にはつり糸が 2 本あるため、その復元力が 2 倍になるとして計算してみても、 $T_0=97$ sec となる。

以上のような値だから、30 sec 以下の周期で使用する場合は、この板ばねで差しつかえないと思う。

§ 4. 実験結果

この板ばねを実際に地震計にとりつけて試験してみた。

周期の最大は 55 sec までえられたが、それ以上はレベルの調整が困難であったため、えることができなかった。

描針も今までのものがなかったので新しく作った。この長さ 33cm で、フォークの長さは 4 cm である。

40 sec の自己周期のときに、重心倍率を 10 倍にして摩擦値を測定したが、 $r=1.4$ mm で少し大きいので、いろいろと原因を調べると、ペロンが大きいので、先端を 0.05mm 以下とし、ペロン全体の重さも軽くした。そして、 $r=0.7$ mm まで摩擦値を小さくすることができた。これでは倍率あまり小さいが、摩擦値の小さい点では良いと思う。次に、倍率を 15 倍ぐらいまで大きくして、自然と周期を下げて 35 sec 近くにして $r=0.6$ mm をえた。これで地震も 2, 3 観測したが、S 相ははっきりするが P 相があまり小さいので 20 倍に上げた。周期も 20 sec、近くまでおとしたので、 $r=0.5$ mm となった (Tab.1, Fig.3.C 参照)。

次に、もう一成分も板ばねに改良してみた。これには板ばねを前のものより薄くして試験中だが好結果である。

Table 1

	重心倍率	周期 (sec)	摩擦値 (mm)
1	約 10	40	0.7
2	約 15	35	0.6
3	25	23	0.5

Table 2

重錘の質量 (kg)	倍率 (重心)	周期 (sec)	摩擦値 (mm)
15	20	21	0.5

板ばねの諸元は、厚さ 0.01 cm、幅 0.8 cm、長さ 1.5 cm で、改造した部分の構造は Fig.2 に示す。この板ばねの安全率は 7.2 で、つり糸の板ばねの復元力だけが作用したときの周期は 340 sec で、前のよりずっと大きくなる。これの検定の結果は Tab.2 のとおりである。

これをみると、両成分ともほぼおなじような調子である。

damper は 2 倍強震計に使用してあったマグネットを用いてみたが、制振度は 2.5 以上はでない。2.5 にすると、極の間隔が、非常にせまくて通常使用するにはもっと広げないとい

いけないから、だいたい 2 かそれ以下である。この damper をもっと良くして制振度をあげ、取扱いも便利にしたら、普通地震計だけある官署での遠地地震観測に大いに役に立つと思う。Fig.3 にその地震記象および各周期の自由振動の記象を示す。

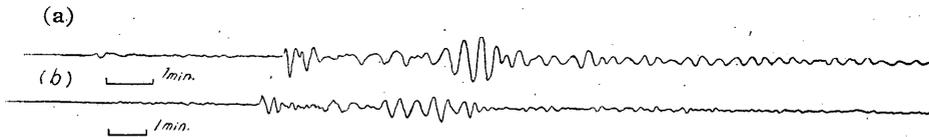


Fig.3 (a) : Earthquake of 16h27m Sept.4, 1953. (N-S), $V=20$ $T_0=21$ $V=2$ $r=0.5$
 (b) : " " " (E-W), $V=20$ $T_0=23$ $V=2$ $r=0.5$

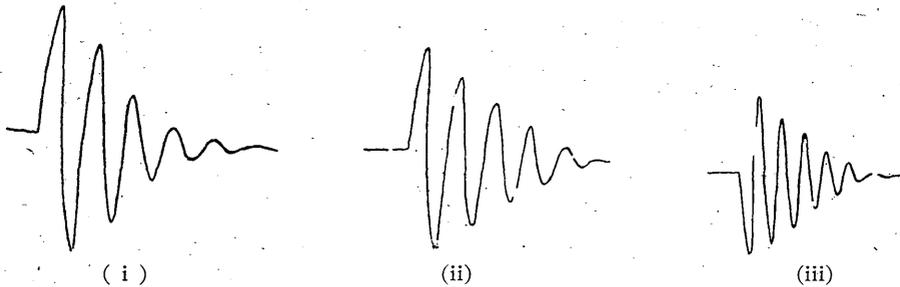


Fig.3 (c) Free Oscillation (i) $T_0=40$ (ii) $T_0=35$ (iii) $T_0=23$

§ 5. 結 語

今までのピボットを板ばねに改造してみると、倍率を 20 倍、周期を 20 sec 附近にしておくと摩擦も 0,5 mm ぐらいで、使用に際してそう不都合でないと思う。ピボットがなくなれば、摩擦の起る箇所がフォークとローラのかみあわせとペロンになるが、前者は後者と比べてはるかに小さく問題はペロンの先端の太さとペロンの大きさになってくる。あまりペロンを小さくすると、記象がうすれて験測しにくくなるが、記象の上で 0,05mm では十分に読取りができる。

今まで普通地震計では全然験測できなかった遠地地震がよくわかるようになり、表面波がよく出現して非常に験測に便になった。

終りに、いろいろと御指導下された測器工場の矢崎先生、研修所の高木先生、地震課の酒井先生に対し厚く御礼申し上げます。