

# 一 上下動微動計の試作

矢崎 敬三\*

現在中央气象台で地震観測現業に広く用いられている地震計で、上下動成分をそなえているものは、強震計とウィーヘルト式地震計とで、同じ割合に広く用いる簡単微動計は水平動成分のみで、観測資料が不完全なうらみがあつた。それで簡単微動計用の上下動地震計を作ることが痛感されていた。

この上下動地震計は上記の目的で試作したもので、かねて、今までの上下動地震計の欠点である振動の上下非対称性を消去する方法を試みてみた。勿論後者の試みは微動計の様に倍率が大きく、したがつて重心の振幅を極めて小さく考えて置かねばならない様な場合には左程問題になるものではないが、強震計等に利用する場合も考えて、この際用いてみたものである。

オ1図の写真(巻頭)は此の地震計を示すもので、先ずその諸元を掲げると、

総高さ	350 mm
総長さ	850 mm
重錘の質量	$M=10$ kg
慣性能率	$7.86 \times 10^6$ gr-cm <sup>2</sup> (拡大部分を除くと、 $7.43 \times 10^6$ gr-cm <sup>2</sup> )
幾何倍率	25 倍
振動倍率	
週期	$T=3\sim 5$ sec.

で、上下非対称性を除くための方法としては萩原尊礼博士の直角法の吊り方\*\*を用いた。

構造の略図を示すとオ2図のごとくで、蔓巻ばね AB を主スプリングとし、振子は O を廻転軸として上下に振動する。直角法とは、主スプリングの上下支点 A、B 及び廻転軸 O が  $\angle OAB = \angle R$  なるように吊る方法で、この場合の振子の週期は

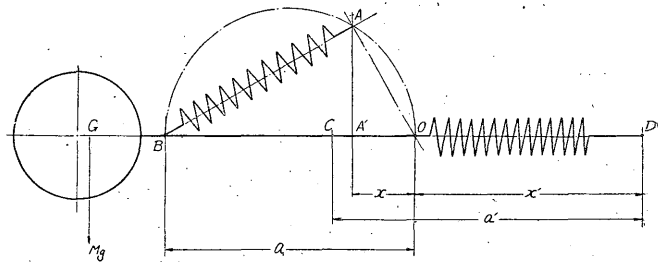


Fig. 2

\* 気象測器工場

\*\* 萩原尊礼 振動測定 p. 136~p. 143

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{\beta ax}} = 2\pi \sqrt{\frac{Ik}{MgH \tan \alpha_0}}$$

$k$  は釣合の姿勢にある時のスプリングの伸びの、  
荷重なしの時の長さに対する割合。

で表わされる。

実際の寸法は、 $OB=20$  cm,  $\angle \alpha_0=30^\circ$ ,  $OA'=5$  cm; 従つて  $AB=17.3$  cm で、主スプリングとして素線径 3 mm, コイル径 25.5 mm, 有効巻数 11 巻のばね鋼線を用いて  $T=0.82$  sec. で極めて短い。10 kg の重錘を吊し、剪断内力を許容内力内に収め、且つ  $AB=17.3$  cm の長さに収めようとするならば、主スプリングのみで長い週期を得る事は難しいので、週期を所期のものにする爲に、CD (才 2 図) なる補助引張スプリングを用いる事にした。主スプリングに働く引張力は釣合状態の時に約 27 kg となり、スプリング内に生ずる剪断内力は  $65$  kg/mm<sup>2</sup> にまでも達する。

補助ばねを用いると、総合した週期は

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{\beta ax + \beta' k' a' x'}} \quad a' = CD, \quad x' = OD (< 0)$$

となる。

補助スプリングは調節ねちによつて、伸び、長さを調節出来るので、同じばね、即ち  $\beta' = \text{const.}$  であつても、 $k'$ ,  $a'$ ,  $x'$  の変化に依つて週期を相当範囲変えることができる。

補助スプリングとしては、素線径 5 mm, コイル径 31 mm, 有効巻数 13 巻のばね鋼線を用い、 $a'=22.5$  cm,  $x'=18$  cm の場合で

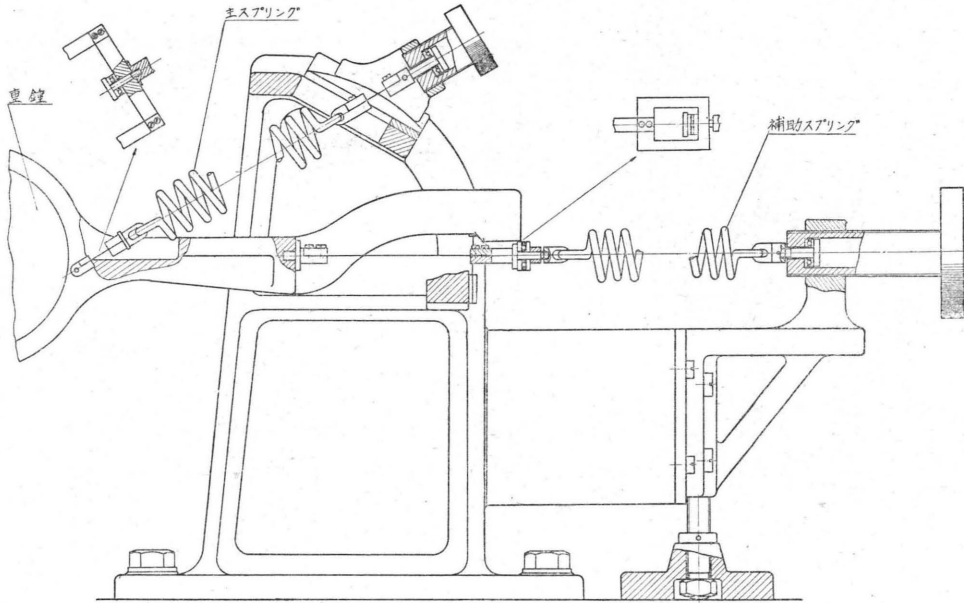
$$T \doteq 3 \text{ sec.}$$

で大体計算で予期された通りの週期を得る事が出来た。

なお補助ばねを調節ねちで伸ばして  $a'$ ,  $x'$  及び  $k'$  を変えることによつて週期は 10 sec. 以上に迄変える事が出来るが、週期がこれ迄長くなると復元力が極めて小さくなるので、機械的摩擦の割合も大きくなり、減衰も大きくなつて、安定な振動が得られなくなる。安定な振動を続けるのは大体 5 sec. の週期以下の場合である。

理論的には重錘の質量が決つて居り、スプリングが所期のものならば、A 支点の移動は不要なわけであるが、実際には、主スプリングに用いたばねは計算で決定した諸元通りの完全なものは得られないから、A 支点は半円周  $\widehat{OBA}$  上を多少移動出来る様にして、振子の釣合位置がえられる様にした。

主スプリング、補助スプリングともばねが伸ばされた場合の捩れを消す爲に、主スプリングの A 支点、補助スプリングの D 支点の調節ねちの内部には推力球軸承を入れたが、スプリングを直接懸金具にかける様にした爲め、此の接点における摩擦が大きき、かつ振動の度に両者の接点位置が変化し、振子の零点が狂うので、調整の結果最後には A, B 及び C 各支点には板ばねを入れて振動の場合の全ての関節を板ばねに変え、スプリングと懸金とは固定出来るようにした。このために



オ 3 図

零点の狂いは無くなり、摩擦も減少した。これらの部分の詳細はオ3図に示してある。廻転軸 O には十字ばねを用いたが、これら板ばねの復元力は、補助スプリングの復元力 ( $\beta'k'a'x' < 0$ ) が大きくなり  $\beta ax + \beta'k'a'x'$  が小さくなるにつれて、その影響が大きくなって来る。

拡大装置は振子をオ1槓杆として、オ3槓杆迄3段の拡大で25倍の幾何倍率をえた。低倍率であるのに3段を要したのは拡大部分をオ1槓杆の廻転軸部に持つて来た爲に、オ1槓杆での倍率がかえつて1/3位になつたためである。拡大槓杆の連結にはピボット・スプリング式を用いた。

制振部は磁石式で、オ1槓杆に働かせ、容易に制振度8位迄をうる事ができる。従来磁石制振の場合に、制振銅板と磁石との間隙の調節は全て手加減であつたので、なかなか容易でなか

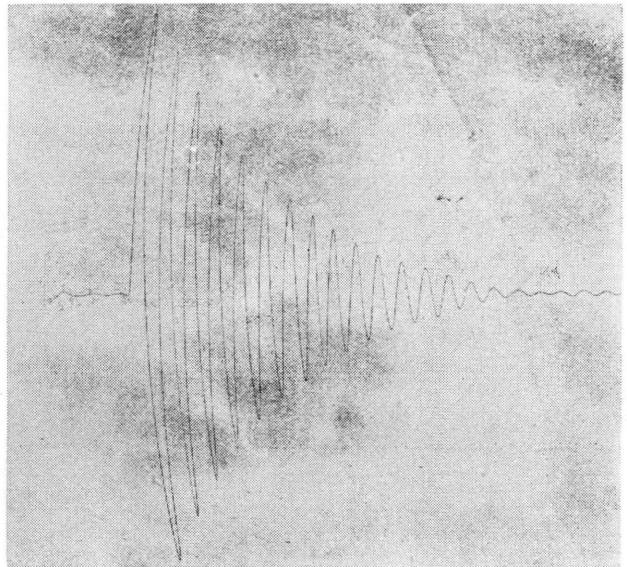


Fig. 4

つた。これではねぢで微動調節ができるようにした。  
 工作の手数が多くなつてやや複雑の気味があるが、微  
 動調節の1例として才6図にその細部を示して置く。

才4図は週期 3 sec. で自由振動をさせた場合の振動

Upwards Amplitude	Downwards Amplitude	Total Amplitude
mm	mm	mm
	20.2	
15.2	13.2	28.4
10.2	9.0	19.2
6.9	6.2	13.1
4.5	3.6	8.1
2.1	1.2	3.3

x Upwards Amplitude  
 o Downwards Amplitude.

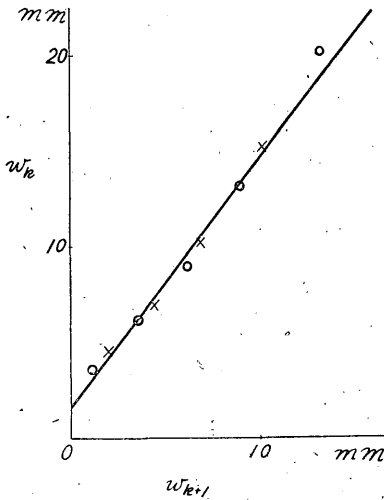


Fig. 5

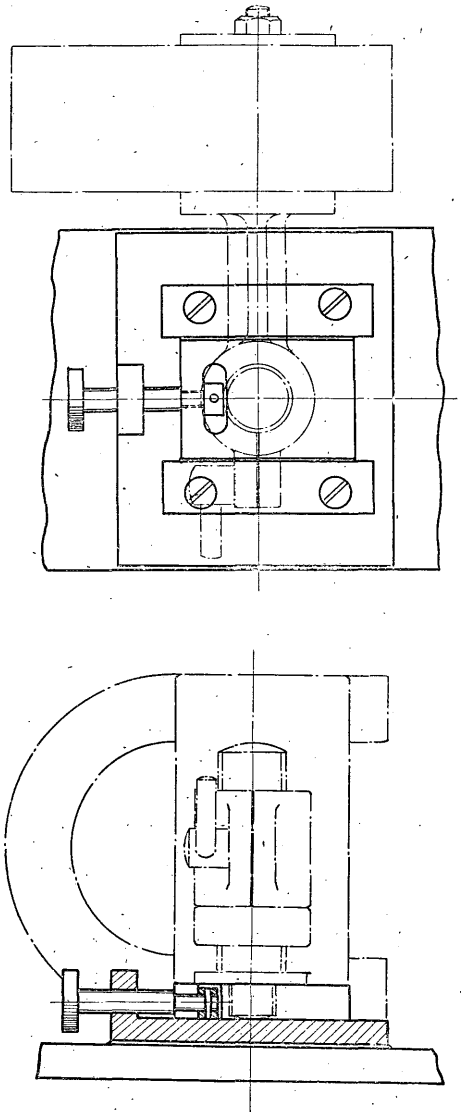


Fig. 6

の状態を示したもので、才5図は週期 4.2 sec. で自由振動させた場合を例として上下振幅とグラフ  
 にして示したものでこれで見ると、上下の振動の非対称は現われていない。

試作完了後約1ヶ月間、工場の地下室で実際の試験観測を行つたが、その間 30 回の地震を記録  
 した中 15 回については初動を明瞭に験測することができた。その後本台地震計室に設置して地震  
 課で試験観測する事になつている。

以上試作の結果を吟味して見ると、

1) 振子の部分を比較的小型にしたために主スプリングの AB 支点間が短かく、この間に収まるスプリングでは週期を 1 sec. 以上にすることができず。したがって補助スプリングを強くしてもつばらこれで週期を長くしなければならなかつた。そのため補助スプリングの張力は 120 kg 以上にもなつて、取扱いにくくなつたきらいがある。以上のような結果、直角法吊りの地震計としては萩原博士の言つておられるような長い週期は望めなかつた。

2) 拡大部分の連結にはピボット・スプリング式を用いたが、スプリングを強くすると振動週期も短くなり、減衰も早くなる。スプリングを弱くすると週期の早い振動に follow しにくくなり、かつピボットが外れやすくなる。週期が割合に長く、倍率の大きい微動計のような場合にはピボット・スプリング式は余り好ましくはないが他に良い方法もないので改造を加えなかつた。

3) 今回は試作の意味で主スプリング等の材質の吟味までは行かなかつたが、勿論温度の影響を避ける爲に、銅線は避けて、エリンバールの様な材料に変えるのが好ましい。

4) 倍率も高く、週期も長くなると、復元力が小さくなり、拡大部分の慣性モーメントの影響も大きくなるので各部の関節、連結部分の構造に充分注意を拂わないと、減衰を早めたり、摩擦を大きくしたりする。

此の地震計は新しい型の試作であつたので設計から試作の完了迄には約<sup>9</sup>ヶ月近くを要し、一応形が出来上つてからも調整に大凡そ2ヶ月余を費した。この間御指導、御教示並びに御助力をいただいた本台井上地震課長、樋口技官、岡田工場長並びに吉成設計課長、矢龜工作課長他工場の諸官各位に厚く感謝の意を表する次第である。

---

## Trial Production of a Vertical Seismograph

K. YAZAKI (*Meteorological Instrument Plant*)

For the improvement of the seismological observations, a new type of vertical seismograph has been produced. Its outline is as follows.

1) Mass: 10 kg, Geometrical magnification: 25, Period: 3~5 sec.

Recording: Smoked paper.

2) Rectangular suspension is adopted to eliminate the vertical unsymmetry, and in addition to the above, a supplementary spring is required in order to obtain an expected period.

3) The magnification is of three stages by levers, and for their connection are used pivot and spring.

Whole aspect is shown in photograph in the first page, and the structure, in Fig. 2.