

15. 移動観測用水平動微動計

地震研究所 岸上冬彦

(昭和16年12月18日発表—昭和16年12月20日受理)

此の器械を作つた目的は、所々に微動計を移動し週期4秒の地の脈動を、同時に二、三個所で観測して、脈動の性質を調べることにある。以前東京・本郷附近に於て上記の観測を行つた時は、約2m平方の移動観測用の木造小屋を3個所におき中にコンクリートの臺をつくり、その上に高さ約1m、長さ約1mで錘の重量40kg或ひは35kgの大森式及び今村式の120倍微動計各2臺を、以上3個の小屋と地震學教室との4個所に1臺づゝ据えた。そして此等微動計の自己振動週期は、夫々約20秒及び12秒であつた。此の時は1個所に南北動成分の微動計のみを据えたのであつたが、小屋・土臺等の設備が重量・容積共に大きく殆ど本式の観測所をたてる様であつた。それでは通常移動観測に用ひられてゐる簡單微動計は脈動には使へないかといふと、これの自己振動週期は數秒以下で、脈動とは共鳴に近くて記録する振幅に信用がおけない。更に週期の短い加速度地震計では、脈動の加速度が小さい爲に殆ど記録されない。

そこで(i)自己振動週期が長く、(ii)倍率大きく、(iii)摩擦が小さく、(iv)軽くて、然も(v)實驗室外でも取扱ひの容易な微動計の製作が必要となつた。筆者は此等5個の条件の中初めの4個を満足させるに、水平振子を採用し、又記録装置には光學的方法とした。そして最後の条件である器械の取扱ひについては、個々の點を簡單で有效なる様に考案することとした。即ち週期を長くするに水平振子は最も用ひ易い。そして光學的记录法とすれば倍率を大きくすることが容易で、又摩擦が小さいことは申すまでもない。摩擦が小さければ振子の錘が軽くてもすみ、従つて器械全體としても軽くなるのである。上記の条件の他錘が軽いと、器械運搬中のクランプや制振装置が簡單になるのも、此の設計方針の特長である。

水平振子の錘は、直徑6.3cm高さ5cmの圓錐形で、黃銅の外側の中に鉛がつめてある。重さは1550gで回轉軸から圓錐の中心軸までの距離は、振幅の大きい脈動を記録することを考慮して相當大きく20cmとし、回轉軸には磷青銅の平バネを、上下2個所につけて、その間隔は12.8mmである。振子の臺はアルミニウムの二等邊三角形のもので、三角形の底邊に當る所が29cm、その高さ53cmで、その上に

立つ振子の支柱の高さは 19 cm である。この臺はネヂを切つた先の尖つた 3 本の鐵の丸棒を脚として、コンクリート床の様な所で觀測するときは、その下に 3 個の圓盤でその上部を夫々圓錐孔、V 形溝及び平面にしたものをおき、直接砂地や泥の上で觀測するときは、圓盤の代りに一端を上記と同様に圓錐孔、V 形溝及び平面にした直徑 1.6 cm 長さ約 15 cm の鐵棒を地中に打込んで、その上に器械の三脚がのる様にする。此の鐵棒の使ひ方を説明すれば、泥の上で觀測する場合には、器械の近くで觀測者が動くとき土地の傾斜變化が起り、水平振子は偏れて觀測が出来なくなることがあるが、その時に地中に埋込んだ鐵棒の上のせれば傾斜變化は殆どなくなる。併し實際觀測するときは堅固な土臺の上ならば、微動計の自己振動週期は 20 秒迄使へるが軟い泥の上では 10 秒以上にする程度で、週期は餘り長く出来ないことが多い。

器械を移動觀測する爲には運搬しなければならない。遠くへ送る等必要な時は此の器械は木ネヂ廻しがあれば分解することが出来るが、觀測する状態の儘移動するには、錘を自由にしておくとき他の部分が毀れるから此を上下・左右からネヂで押へる。それには最初左右から、次に上下から靜かに錘を固定し動けぬ様にする。錘を自由にする時は逆に上下から離すことは申す迄もない。この装置は又振子の組立の際、第一に振子に支點となる平バネをつけ、第二に振子を杵につける時に、錘を適當な位置におくのに役に立つのである。

錘の先には長さ 10 cm 幅 4 cm 厚さ 3.2 mm その重さ約 110 g の銅板がつけてある。そして銅板の中心と錘の重心までの距離は 14 cm である。この銅板は三島鋼磁石の極の間を動き、振子がうごくときその中に渦電流を生じ、振子は電磁制振作用をうける。制振装置にも色々あるが、磁石を用ひるものが制振作用の理論的の考へからも溫度變化によらない點からも理想的であることはよく知られてゐることであるが、十分この作用が働き得る様な設計がむづかしかつたのである。併し此の場合錘が軽い爲と、三島鋼の磁力が十分強い爲に磁石の位置を調節することによつて、制振作用の強さを變へること出来るのは特長であらう。實際用ひるときは、僅かに振子が振動性をもつてゐる所から、クリティカル・ダンピングの状態にするのであるが、脈動のある場合その様な制振状態になつたか否かは、振子が靜止しないのでその判定が困難である。移動觀測に際しては、脈動の小さい時の實驗から磁石の位置をきめておく他はないと思つてゐるが、此の點は更に考究したい問題である。

記録装置としては、振子の錘の下側に上下に圓錐孔の軸承をもつた直徑 2 mm の鋼鐵丸棒の廻轉軸をつけ、その丸棒に長さ 5 mm 幅 2 mm の薄い平面鏡をつけた。この丸棒の下の方で、微動計の臺に取付けた長さ 8 cm の杵に張つた S.W.G. 48 番の針金が

軽く接觸する様にする。すると振子が動くと、丸棒は針金の摩擦によつて廻轉させられて、鏡の面の偏れとなる。針金の一方の支へは一種のバネになつてゐて、極く弱い力で丸棒を壓する様にしてある。又鏡の位置を調整するには、針金を廻轉丸棒の動く方向と平行に移動させればよいので、針金の棒はネヂを切つた丸棒をユニバーサル・ジョイントをつかつて遠くから廻はして動かすこととした。遠くから動かすだけは、近づくとも前にも述べた様に土地が傾斜し、鏡から反射する光の像が偏れるからである。

以上振子の部分は長さ 58、幅 33 高さ 27 cm の木箱に入れられる。此の箱には光のはいり、それが又反射する光の通る道に穴がある。そして側から不要な光のはいらぬ様に長方形の筒がつく様にしてある。又微動計の 3 個の脚の部分にも、圓い穴があけてあつて、臺の水平を調節することが出来る。器械の運搬の時は脚を引込め、箱の中に臺を密着出来る様になつてゐて、近い距離ならば此の木箱のみで、運搬用の荷造箱は略すことが出来る。

記録紙は寫真臭素紙の硬調のものを用ひ、その大きさは全紙判を長い方に 4 等分したもので約 56×11.3 cm である。記録紙を巻つけるのに従來圓筒を用ひるが、この場合は圓筒をやめ唯圓形の棒 2 個を回轉軸に直角につけ、その棒の上に紙をまたがせて圓筒状になる様にした。そして紙の兩端を重ね合せる所は、透明な幅の狭いセルロイド板で押へ、記録が紙の合せ目で途切れることを避け得た。紙の幅の狭い爲と、臭素紙が厚い爲に、此の棒だけの記録装置は使ひよく、殊に紙の上下から指が使へることは甚だ具合がよい。

記録紙を移動させる起動機には 6W の電氣時計用交流同期電動機を用ひ、齒車で廻轉を遅らせて 10 分に廻轉する様にした。脈動の同時観測ならば 10 分間だけでもよいが、他の目的にも用ひられる様に廻轉軸に間隔 8 mm の螺旋溝を切り 1 時間以上観測の出来る様にしてある。

光源は 6 V の自動車用電球に、交流 100 V を變壓器で電壓を下げて通し、光は電球の直前のスリットを過ぎ微動計の鏡に向つて進む。水平振子についた鏡の前には、50 cm 又は 100 cm の焦點距離のレンズがあつて、光は鏡の面で反射する前後 2 回レンズを通る。反射した光はレンズの作用により收斂するが、更に臭素紙の前にある圓錐形レンズを通つて、記録紙上に光の點となる。レンズの焦點距離 50 cm の時は、微動計の倍率は約 400 倍となり、焦點距離 100 cm の時は約 800 倍となる。圓錐形レンズを通つた後にアルミニウム板の表面を磨いた鏡がある。鏡は約 45° の角度で光を垂直上方に向けることも出来る様になつてゐて、その光の像は赤い硝子板に寫り、観測しない時には上から光の像の動きが見られる様にしてある。勿論アルミニウムの反

射鏡は外から動かせるので、下に下せば光は記録装置の方にはいるのである。光源及び記録紙の所に光がはいる所にも、微動計に光のはいる所と同様長方形の角筒がはめてあつて、外部の光を遮る。此の遮光筒があれば、日光の直射の下でない限り日中も臭素紙上の記録が出来る。室内ならば、明るした儘でも全く暗室内と同様な記録が得られる。

臭素紙の付け外しは、外箱の上に寫真暗室代用にする乾板フィルムの交換袋をつけ、袋の中に両手を入れて行ひ、済めば箱に蓋をして袋も取外すことが出来る。

(第5圖)

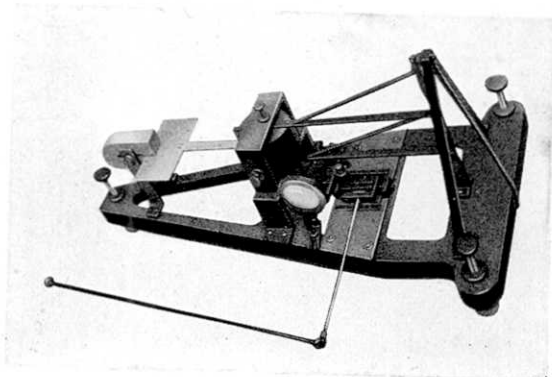
時刻の合圖には合圖の電流の流れると光源の前のスリットを、電磁石で動く板でおほつて、光の像を消す様にした。最初平面で厚い硝子板を光の路に入れ像をすらす様にしたが、脈動の様にならぬ振動のときは、ずれた所がわからなくなるので、短時間記録が切れるようにしたのであつた。

記録装置の外箱は木でつくられ、その大きさは約 $42 \times 22 \times 25$ cm であつて、重量は 4.5 kg で、微動計の方が 7 kg と合せても、従來の器械と比べれば甚だ軽い。

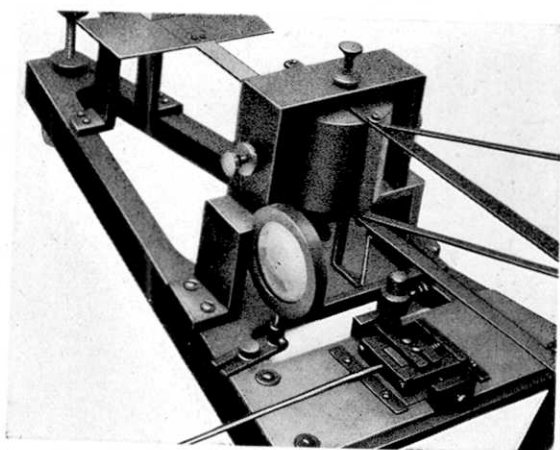
時刻の合圖は同時観測の場所が近いとき、又は利用出来る電線のあるときは、1個所から電接時計によつて送るのが最も易しく且確かな方法である。併しその様な有線連絡は殆ど不可能であるから、筆者は以前乾電池を用ひる長波の無線時報受信装置をつくつた。それは真空管 32-30-33 を用ひた再生同調の受信器であつたが、更に今回短波長の無線時報を微動計の時刻合圖に用ひられるものをつくつた。此は短波長の方が受信器の製作にも、取扱にも容易と考へたからである。真空管は 58-2A7-58-2B7-2A5-80 を用ひ高周波一段増幅のスーパーヘテロダインの受信器で、ダイナミック、スピーカーの出力變壓器に切換装置をつけて別の 5:1 の出力變壓器を通し、その得た電流を亜酸化銅整流器で整流し、電信用有極電器を働かす様にした。短波と長波とを適當に使ひわけ、又無線時報の用ひられぬ時は他の符號を入れても、脈動の同時観測には時刻合圖として用ひ得ることは申す迄もない。

尙此の器械は、記録装置を地震計用のものと取換へれば地震計としても直に使へるもので、實際利用したこともある。

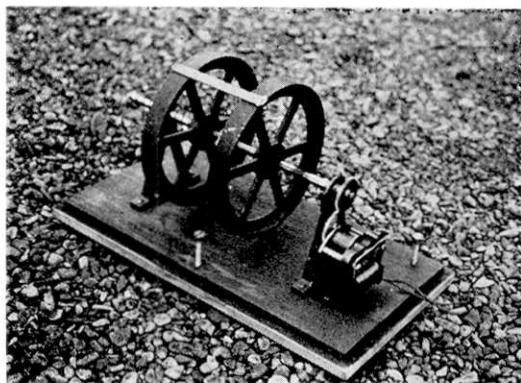
微動計の製作は地震學教室の工場で行つたもので、同教室の主任松澤教授を始め、製作に當られた和田・藤代・高橋・横内の諸氏に感謝し、又此處に文部省科學研究費に一部補助を受けたことを記して謝意を表する次第である。



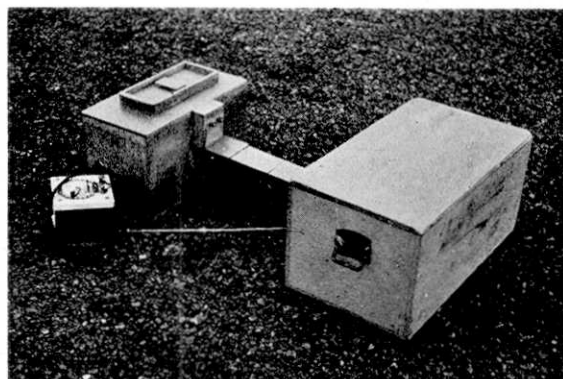
第1圖 水平振子



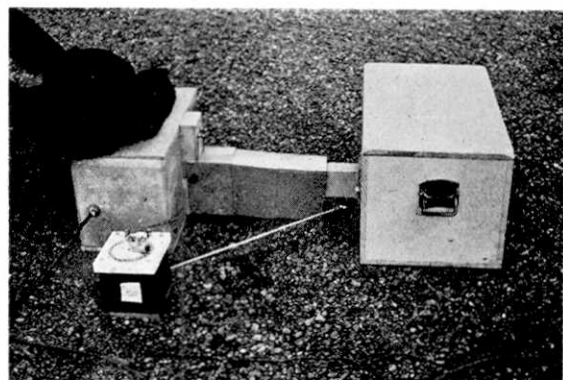
第2圖 水平振子の錘と記録用の鏡・レンズの部分を示す



第 3 圖 記録装置の内部を示す



第 4 圖 微動計を据えた所



第 5 圖 記録装置の箱に黒い袋をかぶせ、記録用臭素紙を取付ける所

15. A Portable Horizontal Tromometer.

By Fuyuhiko KISHINOUE,

Earthquake Research Institute.

This tromometer constructed with the object of observing with it microseisms of 4 sec period at three or more places simultaneously in order to enable investigation into the nature of microseisms. It consists of a horizontal pendulum, suspended with two flat springs, and an optical recording device.

The pendulum bob weighs 1550 g, the length of the pendulum arm being 20 cm. A copper plate, attached to the end of the pendulum, which swings the poles of an MK magnet, serves as an electromagnetic damper. In order to avoid the resonance of the pendulum to microseisms of 4 sec period, the period of free vibration of the pendulum can be made to exceed ten seconds. The geometrical magnification is about 400 when lens of 50 cm focal length is used in the optical recording system, and about 800 when the focal length is 100 cm.

For recording, in place of the recording drum, a sheet of bromide paper, about 56×11.5 cm, is wound directly round two wheels which are fixed on an axis of rotation, the rate of rotation being once in ten minutes, the driving power being an AC 100 V synchronous motor.

The pendulum and the recording apparatus are placed each in a separate wooden box. The sizes of the two boxes are $58 \times 33 \times 27$ cm and $42 \times 22 \times 25$ cm and their weights 7 and 4.5 kg. respectively.
