

地震計振子と増倍率用槓杆の連結について

鷺 坂 清 信*

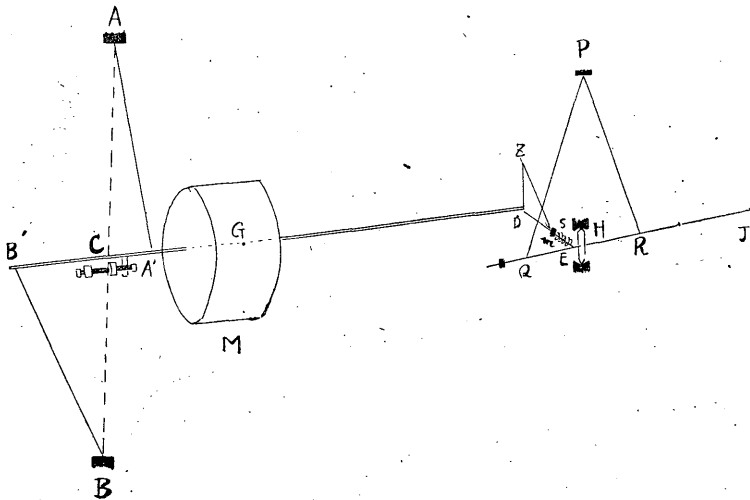
§1. はしがき

燻煙紙上に記象させる地震計では倍率を高めるために挺子がよく使用される。この挺子を地震計振子に連結するに色々の方法がある。例えば大森式地震計では又が使用され、ウイーヘルト地震計ではスラストアームの各端に撓み易い針金と小さい板バネがそれぞれ使用され、またマインカ地震計ではスラストアームの端がピボットになつていて、この受けとの間をスプリングで連結してある。

我々が長週期の地震計を得ようとする場合にはこの連結の方法が存外重要な役割をなすものである。これについて二本吊1トン地震計で行つた実験と理論を次に述べる。

§2. 連結子に関する試験

二本吊1トン地震計の構造の概略を示せば才1図の如くである。CGD は才1槓杆で、EHJ が増倍率用の才2槓杆である。問題の連結子 DE によつてこの二つの槓杆は連結されて复合振子をなし、J なる描針でその振動が記象される。

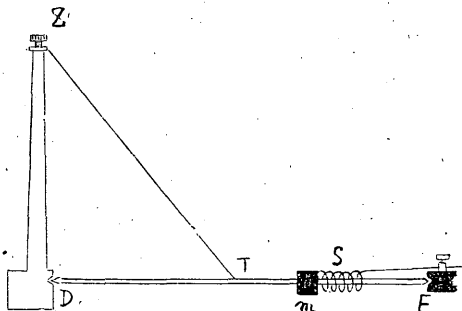


才1図 二本吊1トン地震計

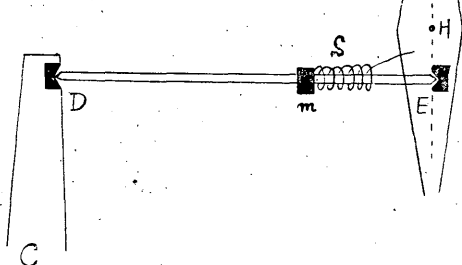
才2図 a, b は連結子の構造を示す。これは水平振子型になつており、小さい重錘 m とスラストアームの重量から生ずる水平圧力で才1槓杆に連結し、才2槓杆に対しては図の如く弱いスプリ

* 松代地震観測所

(a) 側 面



(b) 水 平 面



才 2 図 連 結 子

ング S によつて連結される。才 2 横杆は PQ, PR なる細い隣銅線で吊つて鉛直軸 H の周りに振動する。

才 1 図において各横杆の腕の長さを

$$CD=L, HE=l$$

とおき、角変位を θ, φ とすれば

$$L\theta=l\varphi$$

なる関係がある、

才 1 横杆の運動方程式は、才 2 横杆を連結した場合には、

$$I\ddot{\theta}+k_1\theta=-FL \quad (1)$$

才 2 横杆については

$$J\ddot{\varphi}+k_2\varphi=Fl \quad (2)$$

ここに I, J は慣性能率、 k_1, k_2 は自由振動に関する常数である。F は連結子を通して相互に作用する力である。

(1), (2) から 復合振子即ちこの地震計の自

動振動の方程式は

$$\ddot{\theta}+n^2\theta=0 \quad (3)$$

$$\text{但し } n^2 = \frac{k_1+k_2\left(\frac{L}{l}\right)^2}{I+J\left(\frac{L}{l}\right)^2}, \quad n_1^2 = \frac{k_1}{I}, \quad n_2^2 = \frac{k_2}{J}, \quad \frac{L}{l} \doteq 110$$

$$I=4.7 \times 10^6 \text{ C. G. S.} \quad J=2.2 \times 10^4 \text{ C. G. S.}$$

最初に才 1 及び才 2 横杆の固有週期を夫々次の如く調整して振動させた。

$$T_1=60 \text{ 秒}, T_2=20 \text{ 秒}$$

この場合 (3) 式から予期される週期は $T=50$ 秒であるが実際に得られたものは $T=30$ 秒であった。

次に才 2 横杆の吊糸を切つて試験した

$$T_1=60 \text{ 秒} \quad T_2=\infty,$$

(3) 式から予想される週期 $T=62$ 秒、実験結果 $T=15$ 秒

最後に連結子の両端に細い針金を使用したと同じ結果であつた。

さてこの実験の結果から見て我々の復合振子は(3)式に更に復元力の項を加えた。

$$\ddot{\theta} + (n^2 + m^2)\theta = 0 \quad (3')$$

の如きものでなければならぬことになる。この $m^2\theta$ なる項が何に原因するか及びこれを除去する手段はどうかを考究するのが本報の目的である。この復合振子を振動させて各部分に注意して見るに、連結子のピボットとその受けとを接続させるスプリングが振動に応じて週期的に変形していることが認められる。従つて振動の場合この変形なるべく小さいように連結すれば復元力が起らないのではないかと考えられる。そのためには才3図の如く、1個のスプリングを比較的動かない才1槓杆に近い位置によぢれない糸で引張らせるようにすればよい。この場合連結棒は軽く、かつ小重錘は取除いた方がよい。

いまこの才2図のように連結して上述の条件で振動させて見た。

$$T_1 = 60, \quad T = \infty,$$

結果として $T = 35$ 秒が得られた。

次に才2槓杆を軽く作り、慣性能率 $J = 10^4$ C.G.S.として同じ実験を行つた。

その結果は復合振動の週期 $T = 50$ 秒が得られた。これは才2槓杆の慣性能率が小さい

ことが直接結果するのではなく、慣性能率を小さくすればスプリングの張りを弱くすることが出来るから、振動に際してスプリングの復元力が小さくなるからである。

最後に復合振子の振動が連結子のスプリングに帰因するかどうかを試験するには次のようにすればよい。

才1及び才2槓杆の運動の式は前に記した(1)、(2)式の代りに次の(1')、(2')式が採用される

$$I\ddot{\theta} + k_1\theta = -fL - k_1'\theta \quad (1')$$

$$J\ddot{\varphi} + k_2\varphi = -f'l - k_2'\varphi \quad (2')$$

k_1' 、 k_2' はスプリングの変形に関係する項である。即ち前述の場合の媒介変数なる力 F がこの場合は f 、 k' に分れることになる。その復合振動の式は

$$\ddot{\theta} + n_0^2\theta = 0 \quad (3')$$

$$n_0^2 = \frac{k_1 + k_1' + (k_2 + k_2') \left(\frac{L}{l}\right)^2}{I + J \left(\frac{L}{l}\right)^2}$$

この n_0^2 の値は実際振動させて週期を測定すれば求められる。また

$$n^2 = \frac{k_1 + k_2 \left(\frac{L}{l}\right)^2}{I + J \left(\frac{L}{l}\right)^2}$$

なる値は計算から求められる。従つて k_1' , k_2' が求められる。なおこれらはそれに相当する力の項に換算出来る。故に連結子につけた状態に於いて φ の変化によるスプリングの力を測定することは可能である。しかしこの実験はそう簡単ではなく、たいして必要でもない。必要でないというのは他にこれとセームオーダーの復元力を生ずると考えられるものがないからである。従つてこれにはそれを試めず実験は行わず他日の機会にゆずつた。

§3. 結 論

長週期地震計の増倍率のために挺子を使用する場合にはそれを振子に連続するに次の注意を必要とする。即ち振動の際に連結子用のスプリングの変形が存外大きい復元力を生ずるものであるから、その変形を出来るだけ小さくするように引張らなければならない。そのためには軽い長いスラストアームを才³図の如くすればよい、但しスプリングが小さくてスラストアームに接觸するような場合はスラストアームの上下何れかの外側におけばよい。なおこれはマインカ式やウィーヘルト式にも適用されると思う。(1951, V, 19)