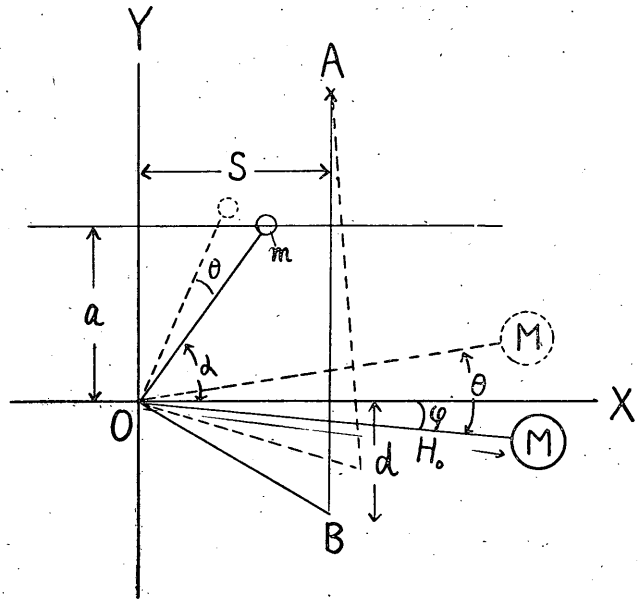


Ewing 型上下動地震計の補助重錘について

長 宗 留 男*

1. まえがき Ewing 型上下動に於いては重錘を、廻転軸と重錘を含む水平面より下で吊るため吊点のための装置が必要になつて来るので振子の重心が全体として廻転軸を含む水平面より下になる。このため振動体としての重心を廻転軸と同一水平面にもつて来るために、普通 Wiechert 式や Galitzin 式の上下動に於いては廻転軸の直上に補助的な小重錘がついている。然し上の目的のために補助重錘を用いるには廻転軸と重錘を含む線からある一定の高さの同一鉛直面内にあればどこでもよいわけである。こゝではこのようにして補助重錘を取付けた場合に地震計としての周期にどのような変化をあたえるかを調べてみる。

2. 図に示すような上下動地震計を考える。O は支点、AB は吊バネ、A はその上端の固定点、M 及び m は重錘** 及び補助重錘でその他の記号は図に示す通りである。OX を水平面とし M は OX より角 φ だけ傾いているとする。M, m 及び OB よりなる振動体の重心が OX 線上に来るようにしたときの m の高さを a とすれば m は $Y=a$ の線上であればどこでもよい。Om と OX とのなす角を α とすれば m の位置は $a \cdot \operatorname{cosec} \alpha$ で定まる。



振動体の O 点のまわりの慣性能率を I 、重力及びバネの力に依る能率を夫々 F_1 及び F_2 とすると運動方程式は

$$I\ddot{\theta} = F_1 + F_2 \quad (1)$$

F_1 は M に依るものと m に依るものの和として

$$F_1 = -MgH_0 \cos(\theta - \varphi) - mga \operatorname{cosec} \alpha \cdot \cos(\theta + \alpha)$$

* 地震観測所

** こゝで「重錘」とは、バネの下端の吊点の装置も含んだものを一つの重錘と見做し、従つてその重心は O を含む水平面より下にある。以下同じ。

$$= -(MgH_0 \cos \varphi + mga \cdot \cot \alpha) \cos \theta - (MgH_0 \sin \varphi - mga) \sin \theta$$

振動体の重心が OX 上にあるという条件から、

$$a/H_0 \sin \varphi = M/m \quad \text{或は} \quad MH_0 \sin \varphi = ma$$

依て $\cos \theta$ を θ の冪級数に展開して

$$F_1 = -MgH_0(\cos \varphi + \sin \varphi \cot \alpha)(1 - \theta^2/2 + O[\theta^4])$$

$\theta=0$ の時のバネの張力を P_0 とすると、

$$P_0 S = MgH_0(\cos \varphi + \sin \varphi \cot \alpha)$$

$$\therefore F_1 = -P_0 S(1 - \theta^2/2 + O[\theta^4]) \quad (2)$$

バネに依る力率 F_2 を計算すると次のようになる、即ち

$$F_2 = P_0 S \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) - \left\{ S^2 \beta - P_0 d \left(1 - \frac{d}{l_0}\right) \right\} \theta - \frac{3}{2} S d \left(\beta - \frac{P_0}{l_0} \right) \left(1 - \frac{d}{l_0}\right) \theta^2 + O[\theta^3] \quad (3)$$

但し β はバネに関する常数、 l_0 は釣合いの状態に於けるバネの長さである。

バネに荷重の加わらない元の長さを l_0' とすると

$$P_0 = \beta(l_0 - l_0') = \frac{MgH_0}{S}(\cos \varphi + \sin \varphi \cot \alpha) \quad (4)$$

従つて

$$l_0 = \frac{MgH_0}{\beta S}(\cos \varphi + \sin \varphi \cot \alpha) + l_0' \quad (5)$$

$$\delta l_0 = -\frac{MgH_0}{\beta S} \sin \varphi (1 + \cot^2 \alpha) \cdot \delta \alpha \quad (6)$$

(3), (4) より

$$F_2 = P_0 S \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) - \beta \left\{ s^2 - (l_0 - l_0') d \left(1 - \frac{d}{l_0}\right) \right\} \theta - \frac{3}{2} \frac{\beta s d}{l_0} l_0' \left(1 - \frac{d}{l_0}\right) \theta^2 + O[\theta^3] \quad (3)'$$

従つて (2) 及び (3)' より

$$F_1 + F_2 = -\beta \left\{ s^2 - (l_0 - l_0') d \left(1 - \frac{d}{l_0}\right) \right\} \theta - \frac{3}{2} \frac{\beta s d}{l_0} l_0' \left(1 - \frac{d}{l_0}\right) \theta^2 + O[\theta^3]$$

となりこの振子の週期 T は θ^2 以上の項を省略すると次のように表わされる、

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{\beta \left\{ s^2 - (l_0 - l_0') d \left(1 - \frac{d}{l_0}\right) \right\}}} \quad (7)$$

こゝで慣性能率 I は M 及び m に分けて考えると

$$I = I_{GM} + I_{Gm} + MH_0^2 + m(a \operatorname{cosec} \alpha)^2$$

但し I_{GM} 及び I_{Gm} は夫々 M 及び m についてのその重心のまわりの慣性能率である。この場合

I_{GM} , I_{Gm} 及び MH_0^2 は一つの地震計については m の位置如何に関せず一定であるから $K = I_{GM} +$

$I_{Gm} + MH_0^2$ とおけば I は α の函数として

$$I(\alpha) = K + ma^2 \operatorname{cosec}^2 \alpha \quad (8)$$

$$\delta I(\alpha) = -2ma^2 \frac{\cos \alpha}{\sin^2 \alpha} \delta \alpha \quad (9)$$

と書き表わされる。

(8) を使つて周期の式 (7) を書くと

$$T(\alpha) = 2\pi \sqrt{\frac{K + ma^2 \operatorname{cosec}^2 \alpha}{\beta \left[s^2 - \{l_0(\alpha) - l_0'\} d \left\{ 1 - \frac{d}{l_0(\alpha)} \right\} \right]}} \quad (7)'$$

こゝで分子のオ 2 項及び l_0 が α の函数である。

今一つの場合、即ち $\alpha = \pi/2$ の場合 (Wiechert 式や Galitzin 式等一般の場合) について考えてみると (9) 式及び (6) 式より

$$[\delta I(\alpha)]_{\alpha=\pi/2} = 0$$

$$[\delta l_0]_{\alpha=\pi/2} = -\frac{MgH_0}{\beta s} \sin \varphi \cdot \delta \alpha$$

で $I(\alpha)$ は $\alpha \rightarrow \pi/2 \pm \Delta \alpha$ によつて値が変わらないが l_0 の方は $\alpha \rightarrow \pi/2 \pm \Delta \alpha$ に従つて $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{小} \\ \text{大} \end{smallmatrix} \right.$ になり、従つて (7)' の分母は $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{大} \\ \text{小} \end{smallmatrix} \right.$ になるから結局周期は、 $\alpha < \pi/2$ の方が即ち m が支点 O の真上よりも重錘の側にある方が長くなる。結局補助重錘を廻转轴の真上におくことは工作する場合の技術上の問題以外は、特に周期に関しては別に意味をもたない。 (1952, II)

Supplementary Mass of Vertical Seismograph of Ewing Type

T. NAGAMUNE (*Matsushiro Seismological Observatory*)

The effect of the supplementary mass on the period of the seismograph of Ewing type is investigated. The period becomes longer as the supplementary mass reaches the side of main mass than it is above the supporting point.