

陰極線オシロスコープによる地震動の観察 (変位・速度・加速度)

運輸技術研究所

丹羽 新

従来の地震動の測定方法には一種の習慣があつた。それはその殆んどすべてが自然地震を対照としていた。そのために廿四時間中測定器を働かし、予測される Long Recording にやなえて記録装置の紙送り速度を速くすることができず、従つて地震動の微細構造がわからなかつた。われわれの所では人工地震発生装置を完成したことにより定常地震動をうることができるから、繰返えし同じ場所と同じ波形を重ね、地震動の微細構造を容易につかむことができた。さきの報告書で述べたようにわれわれはこの方式により振動土圧を測つてゐるが、これに適応した地震動の測定をしたいと考へ次の方式を開発した。

すなわち換振器として可動線輪型のピツクアップを用い、この出力を直接、あるいは積分回路又は微分回路を通して二現象陰極線オシロスコープのY軸に加えるものである。こうすることによつて陰極線オシロスコープのスクリーン上に画かれた振動波形の時間軸精度は著しく改善され、異つた二つの波形の位相差も正確に知ることができる。

[I] 固有振動週期2秒の振子をもつ可動線輪型換振器が2~30CPSの地震動を受けた場合、この振子が適当な制振状態にあるものとすればこの換振器の出力は振動速度に比例する。この出力電圧を Kaw (volt) とする。ここで a は変位振幅 (cm), w は角速度 (rad/sec) であり K は比例係数で、換振器の出カインピーダンスを考慮した時の電圧感度 ($volt/kine$) である。測定時のオシロスコープの感度を S とすれば、 S はスクリーン上のスポットのフレの長さ x (cm) と入力電圧との比 ($cm/volt$) で表わされる。図-1(1)に示すように入力 Kaw を直接Y軸増巾器に加えるとスポットのフレは $KSaw$ (cm) となる。また(2), (3)に示すように換振器と増巾器との間に積分回路または微分回路を入れると、スポットのフレはそれぞれ KSa/τ_1 (cm), および KST_2aw^2 (cm) となる。ここに τ_1 , τ_2 は積分回路および微分回路の時定数である。従つて次式をうる。

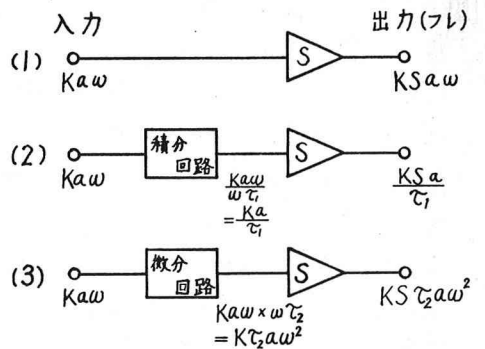


図-1

$$\left. \begin{aligned} \text{速度} &= x/KS && \text{kine} \\ \text{変位} &= x \times \tau_1 / KS && \text{cm} \\ \text{加速度} &= x / KST_2 && \text{gal} \end{aligned} \right\} (1)$$

[II] 写真-1に換振器を示す。固有週期2秒の水平振子2台を採用した。本器は水平振子方式をとつてゐるが、復元力は板バネの弾性力のみによつてゐる。

図-2は積分、微分回路および切換回路で、

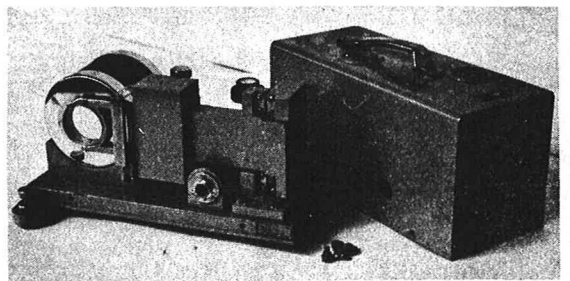


写真-1

換振器H-1とH-2それぞれの変位、速度、加速度の6つの内、任意の2つを Y_A 、あるいは Y_B 軸に加えるようになってゐる。ここで注意しなければならないことは換振器とオシロスコープの間にこのような回路が入るために、換振器の出カインピーダンスが周波数によつても、回路の切換えによつても異なることである。従つて実効減衰抵抗の値が異なり、 K および減衰常数 n の値に或る巾を生ずる。この偏差とその影響による誤差をなるべく少なくするように諸定数を定めねばならない。われわれが決定した定数によれば K に含まれる誤差は1%以下、倍率係数は最大1.017である。

写真-2に陰極線オシロスコープを示す。これは二つの電子銃を持つ二現象ブラウン管を使用し、水平、垂直両軸とも平衡型直流増巾器を内蔵した二現象オシロスコープである。校正用標準電圧として0.1および10 V_{r-p} の矩形波電圧をもち、これを用いてその時々 S の値を簡単に知ることができる。

III 実測した器械常数の主なものは次の通りである。

- 振子の質量 M 2508 gr.
- 回転軸と振子の重心との距離 H 73.8 m.m.
- 回転軸とコイルの中心との距離 L 18.1 cm.
- 相当単振子の長さ l 10.32 cm.
- 振子の慣性能率 I 1.909×10^5 gr-cm²
- コイルの常数 G 1.013×10^{10} c.g.s.e.m.u.
- 電圧感度 G_0 9.81 volt/kine
- 減衰抵抗 R_d 135 k Ω

時定数 積分回路の時定数 τ_1 2.10 sec, 微分回路の時定数 τ_2 0.00030 sec.

オシロスコープ入力端における電圧感度 K 9.07 volt/kine

静的電圧感度と動的電圧感度との誤差の% 35%以下

K τ_1 τ_2 の値を式(1)に代入して次式をうる。

$$\left. \begin{aligned} \text{速度} &= 0.11 \times X/S && \text{kine} \\ \text{変位} &= 0.23 \times X/S && \text{cm} \\ \text{加速度} &= 370 \times X/S && \text{gal} \end{aligned} \right\} (2)$$

このようにしてえられたオシログラムの一例を写真-3に示す。これは試験壁体の壁頂の変位と加速度を示し、振巾はPeak to Peakで変位0.9/mm, 加速度96 galである。

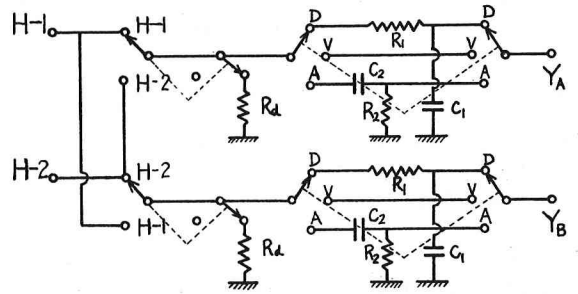


図-2

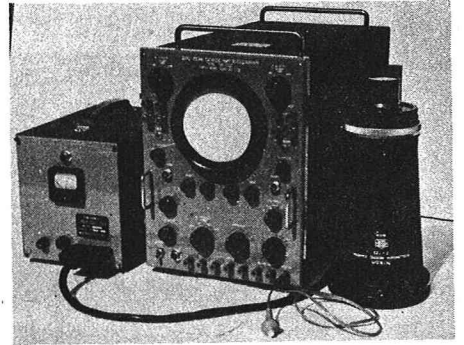


写真-2

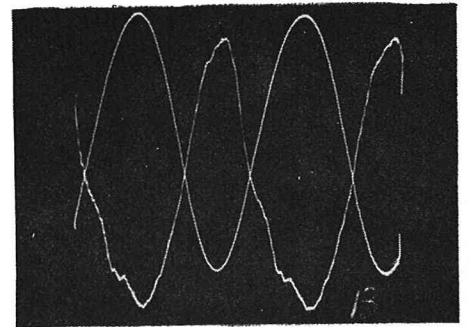


写真-3