

## 地震計の摩擦及び残留制振作用に関する一実験

宇田川孝吉\* 野口憲男\* 久本壯一\*

§.1 はじめに 地震観測に於て、完全なる記象を得る爲に最も嫌われるものは地震計の固体摩擦である。この摩擦に、どの部分に、どの位の大きさで入つて来るものであろうか。筆者等は此の疑問に幾分でも答へることを主眼とし、併せて残留制振作用の大きさに就て、地震課廣野先生の御指導のもとに次の様な実験を行つてみた。

§.2 実験の概要と結果 実験に用いた地震計は本台地震計室のウキヘルト水平動地震計南北成分である。実験中地震計は筆者等の成し得る最良の状態にあつたものと信ずる。実験は次の順序に行つた。

## I ランプスケールによる実験。

(A) 先ず兩成分とも各種附属品を取り去り、倒立振子及びアルミニウム翼のみの状態とした。燐煙紙を用ひず、南北成分の翼に平面鏡を取付けてランプスケールを用ひ、地震計の振動振幅を読み取つた。

(B) ついで三角台（描針保持装置）を載せ、アルミ杵で連結し（但し描針は外したまゝ）

(C) 又更に開いたまゝの制振器を取付けて、同方法に依り振動状態を求めた。これら (A) (B)

(C) の実験は各々二回宛行なひその値は第一表に示した。表中  $v$  及び  $r$  は夫々ランプスケール上の、制振度及び摩擦値で、読み取つた全振幅より最小二乗法で求めたものである。 $\epsilon$  は減衰に関する常数で、 $\epsilon = \frac{2}{\log_{10} e} \cdot \frac{\log_{10} v}{T'}$  である。 $f$  はランプスケールの位置に引直した場合の摩擦力で

第 一 表 ランプスケールによる実験結果

	$v$	$r$ cm	$T$ sec	$\epsilon$	$f$ dyne
A	1.1010±0.0037	0	7.8	0.0246	0
	1.1055±0.0016	0	7.8	0.0258	
B	1.1174±0.0042	0.0293±0.0066	6.8	0.0326	0.780
	1.0998±0.0028	0.0455±0.0048	6.8	0.0300	0.983
C	1.138±0.010	0.0339±0.0044	5.0	0.0411	1.66
	1.135±0.011	0.0457±0.0098	5.0	0.0507	2.24

註 A. 重錘とアルミ翼と連結した時の振動。 B. 更に描針保持装置をつけた時(針なし)。 C. 更にダンパーを連結し開いた時。倍率 88。

\* 中央氣象台地震課。

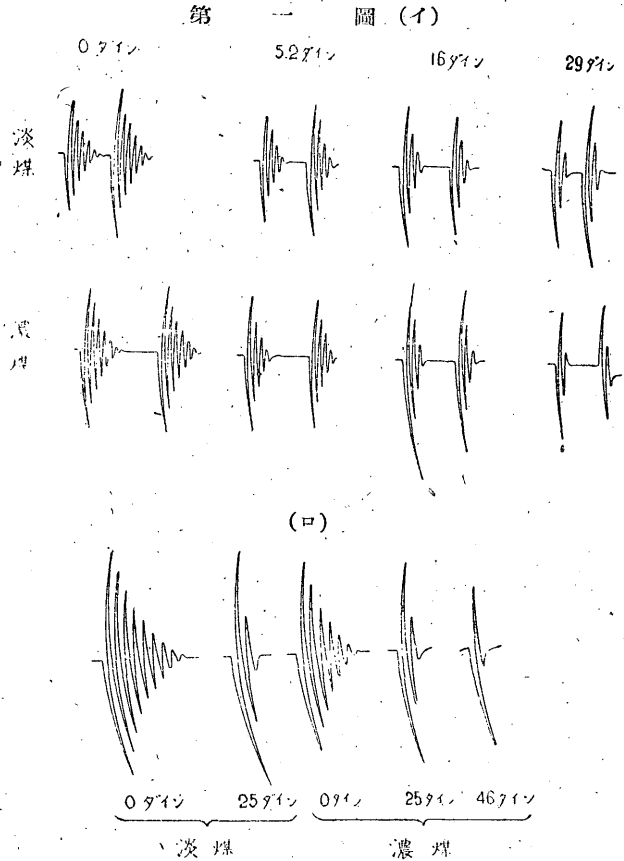
$f = \frac{4\pi^2 r M}{T^2 V^2}$  である。従つて実際のものとはちがふ。但し  $V$  は 88 倍であつた。

II 燻煙紙による実験

記象紙は濃煤・淡煤の兩者を用ひ描針はタングステンペン(制振器連結)及び白金ペン(制振器連結せず)を用ひ、夫々カウンターバラスを調節し、ペン先にかゝる圧力を加減してみた。その際の記象の二三は第一図に示し、この記象から得た結果は第二表に示した。 $r, T, f$  は夫々摩擦値、週期、及び描針先に引きなをした摩擦力である。この時の倍率はランプスケールの時の倍率にほゞ等しい。

§.3 残留制振作用の大きさ  
こゝで残留制振作用と云ふのは、制振器を全く取去つてしまつた時の制振作用を云ふのであるが、特に最小二乗法を用ひて得た値に就いて考えることとする。此の場合制振作用とし

て考へられるものは各部分のバネの内部摩擦と、重錘の受ける空氣の抵抗とである。減衰の常数  $e$



第二表 燻煙紙による實驗結果

	描針荷重 dyne	濃 煤			淡 煤		
		$r$ cm	$T$ sec	$f$ dyne	$r$ cm	$T$ sec	$f$ dyne
タ ン グ ス テ ン 針	0	0.042	4.99	2.07	0.045	5.03	2.18
		0.049	5.21	2.21	0.042	5.00	2.07
	5.2	0.082	5.05	3.92	0.082	5.44	3.43
		0.081	5.05	3.95	0.079	5.44	3.24
	16	0.15	5.01	6.30	0.13	5.16	6.0
		0.19	5.01	9.31	0.13	5.16	6.0
	29	0.23	4.96	11.5	0.195	5.6	7.70

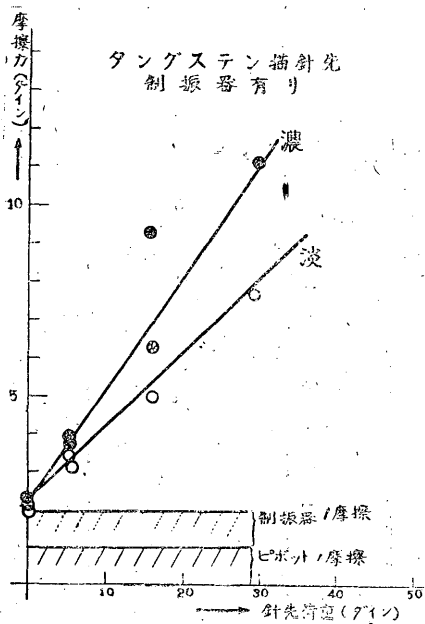
白 金 計	0	0.087	7.77	1.79	0.046	7.54	1.00
		0.092	7.45	1.93	0.046	7.51	1.01
	25	0.38	7.77	7.70	0.46	7.8	9.30
		0.38	7.77	7.70	0.43	7.8	8.65
	46	0.85	8.69	13.9			

を上記二原因に依つて二分し、夫々  $\epsilon_1, \epsilon_2$  とし、 $\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2$  とすれば、空氣の抵抗は、振子の速度は非常に小さいので、ストークスの法則が適用出来得ると考え  $2M\epsilon_1 = 6\pi\eta a$  とおく。ここに  $M$  は重錘の質量、 $a$  は重錘を球と見做した時の半径、 $\eta$  は空氣の粘性係数で大約  $2 \times 10^{-4}$  C.G.S. である。従つて  $\epsilon_1 = \frac{3\pi\eta}{M} a \approx a \times 10^{-8}$  然るに実験により得られた  $\epsilon$  は  $10^{-2}$  の桁であり、又  $a$  は高々  $10^2$  の桁であるから、空氣の抵抗はバネの内部摩擦に比して  $1/10^4$  位でしかない。このバネの内部摩擦が如何なる性質を有するかは今後の研究に俟つものである。

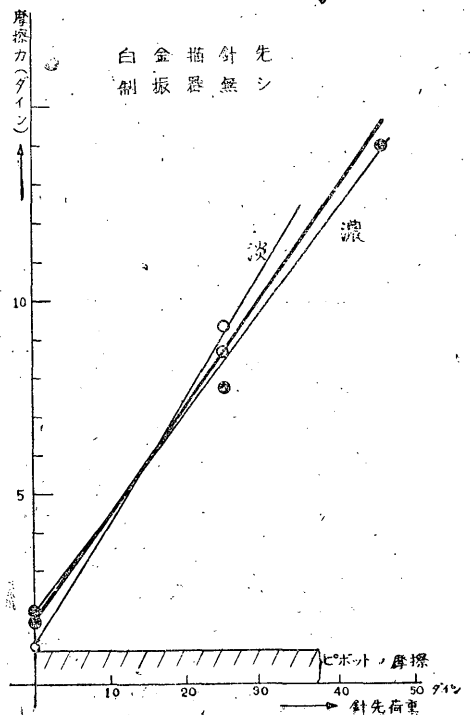
§ 4 摩 擦 に つ い て

I. ビボットの摩擦 ビボットの部分の摩擦の大きさは當然加わる力の大きさに依るものであるが、器材其の他の關係から、幾程度の圧力がビボットに加わつたかは全然不明である。杵の兩端及び描針保持装置の上下二ヶ所、計四ヶ所のビボットの摩擦を全部含めて描針先に引きなおして約

第 二 圖



第 三 圖



1 ダインである。

II. 制振器内に起る摩擦。此の大きさは制振器の調整如何に依るものであるが、本実験に於ては制振器を連結したものは總て描針先に引きなおして約1ダインの摩擦が増加してゐる。従つて制振器を取り付けると描針にまで達しないうちに既に約2ダインの摩擦が入つてしまふことになる。2ダインならば週期5秒の時摩擦値にして約0.04種である。以上第二図及び第三図を参照されたい。

III. ペン先の圧力。ペン先の材質、及び煤の濃淡による摩擦の変化。描針のカウターバランスを調節して、ペン先にかかる圧力( $p$ )を変えると全摩擦力は急激に変化する。假に  $f=ap+\text{const.}$  とおくと、 $a$  は 0.2~0.3 であるが (const. はピボット 其他で約2ダイン) この  $a$  は煤の濃淡、ペン先の材質に依つて異なり、データが少い爲決定的には斷じ得ないが第三表は  $a$  の値でこれから次のような事が云へるであらう。

タングステンペン先で淡煤を用ひると  $a$  は 0.2  
で他の場合に比して最も小となる。

白金ペン先では濃淡の區別がなく一様に 0.3 程度である。

即ち一様性を持つ上からは白金ペンが勝るが、摩擦を小さくする爲にはタングステンペンで、淡煤を用ひると最良となる。尙、タングステン及び、白金のペン先がアルミニウム描針軸に如何なる形 (ペン先の長さ、角度) で附着しているかに依り摩擦の大きさに変化を來すものゝ如くであるが、今回の実験では不明であつた。

§ 5 むすび この実験は單に水平動の成分のみで、而かも一回だけの分解組立中に試みたものであり、これに依つて主眼とした各部分の摩擦の大体のオーダーは知り得たが、勿論決定的な値ではない。細部に關しては今後の研究に俟つものである。

第 三 表  $a$  の 値

	白 金	クングステン
濃	0.28	0.32
淡	0.28	0.21

註 (針先摩擦力) =  $a$ (針先壓力) + 定數

## 地震記象の驗測の時間に関する誤差

宇 田 川 孝 吉\*

§ 1 はじめに 地震記象の時間についての驗測誤差は大體次の五つに分けることができよう。

1. ドラムの歪による誤差
2. ドラムの廻轉の不均一による誤差

\* 中央氣象台地震課