

# Galitzin 地震計の初動について

長 宗 留 男\*・柴 田 武 男\*

1. 普通の型の地震計，即ち單に重錘の動きをそのまま拡大して記録させるような地震計の初動については今まで計算されたものがあるが，Galitzin の地震計のように Galvanometer を使用して二段階になつてゐるような地震計の初動については，未だ計算されたものが見当たらないので驗測の必要上簡単な一例について計算してみた。

2. 先づ簡単に運動方程式の解を出す。

地震計の方程式は，

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + 2\varepsilon \frac{d\theta}{dt} + n^2\theta = -\frac{1}{l} \frac{d^2x}{dt^2} \quad (1)$$

電流計の運動方程式

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\varepsilon_1 \frac{d\varphi}{dt} + n_1^2\varphi = -k \frac{d\theta}{dt} \quad (2)$$

但し，記号は普通使われているもので  $k$  は電流計の交換率 “Übertragungsfaktor” である。

地動が  $t < 0$  で  $x=0$ ， $t > 0$  で急に

$$x = x_m \sin pt$$

なる正弦運動を初めたとすると，

$$\left. \begin{aligned} t=0 \text{ に於て } \theta &= 0, \quad \frac{d\theta}{dt} = -\frac{x_m p}{l} \\ \varphi &= 0, \quad \frac{d\varphi}{dt} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$\varepsilon=n$  とすると (1) の解は

$$\theta = \Gamma_1 e^{-nt} + \Gamma_2 e^{-nt} + \frac{x_m}{l(1+u^2)} \sin(pt - \delta) \quad (4)$$

但し，

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \delta &= \frac{2u}{u^2 - 1}, \quad u = \frac{n}{p} \\ \Gamma_1 &= \frac{x_m}{l(1+u^2)} \sin \delta \\ \Gamma_2 &= \frac{x_m}{l(1+u^2)} \{n \sin \delta - p \cos \delta - p(1+u^2)\} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

\* 松代地震観測所

(2)に於て右辺を  $t$  の函数  $\phi(t)$  とおくと,

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\varepsilon_1 \frac{d\varphi}{dt} + n_1^2\varphi = -k \frac{d\theta}{dt} = \phi(t) \quad (2)'$$

$n_1 = \varepsilon_1$  とすると,

$$\varphi = e^{-n_1 t} [\Gamma'_1 + \Gamma'_2 t] + e^{-n_1 t} \int \int e^{n_1 t} \phi(t) (dt)^2 \quad (6)$$

$\Gamma'_1, \Gamma'_2$  は初期条件(3)に依つて決まる常数。

(6)の二重積分は  $n_1 = n$  として(4)を入れ計算すると

$$\int \int e^{n_1 t} \phi(t) (dt)^2 = \frac{t^2}{2} \left( n\Gamma'_1 - \Gamma'_2 + \frac{u p t}{3} \Gamma'_2 \right) k - \frac{k x_m}{p l (1+u^2)^2} \cos(pt - 2\delta) \quad (7)$$

$\Gamma'_1, \Gamma'_2$  は,

$$\left. \begin{aligned} \Gamma'_1 &= \frac{k x_m}{p l (1+u^2)^2} \cos 2\delta \\ \Gamma'_2 &= \frac{k x_m}{l (1+u^2)^2} \{ u \cos 2\delta + \sin 2\delta \} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

従つて(6)は次の様になる。

$$\begin{aligned} \varphi &= e^{-n_1 t} \cdot p t \left[ \sin 2\delta + \left( u + \frac{1}{p t} \right) \cos 2\delta \right] \frac{u T_0}{2\pi (1+u^2)^2} \cdot \frac{k x_m}{l} \\ &+ e^{-n_1 t} \cdot (p t)^2 \left[ \frac{1}{1+u^2} + \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{u p t}{3} \right) \right] \frac{u^3 T_0}{2\pi (1+u^2)^2} \cdot \frac{k x_m}{l} \\ &- \frac{k x_m}{l} \cdot \frac{u T_0}{2\pi (1+u^2)^2} \sin \left( p t + \frac{\pi}{2} - 2\delta \right) \end{aligned} \quad (9)$$

3. 上に求めた結果に依つて  $u$  が 0.2, 0.5, 0.7, 1, 1.2, 1.5 の場合について計算した結果を掲げる。

Table 1 Value of  $\frac{\varphi}{x_m} \frac{l}{k T_0}$

$pt$	$u$	0.2	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5
$\pi/4$		0.12	0.28	0.24	0.23	-0.22	0.18
$\pi/2$		0.31	0.35	0.37	0.13	0.19	-0.04
$\pi$		0.22	-0.30	-0.40	-0.46	-0.33	-0.24
$3\pi/2$		-0.40	-0.69	-0.40	0.02	0.15	0.22
$2\pi$		-0.39	-0.22	0.57	0.55	0.43	0.20
$5\pi/2$		0.27	0.56	0.41	-0.11	-0.18	-0.24
$3\pi$		0.31	0.23	-0.61	-0.59	-0.45	-0.24
$7\pi/2$		-0.29	-0.72	-0.51	0.02	0.16	0.22
$4\pi$		-0.29	-0.22	0.56	0.57	0.45	0.20

Galitzin 地震計の初動について——長宗・柴田

$9/2\pi$	0.34	0.74	0.47	-0.01	-0.17	-0.24
$5\pi$	0.35	0.22	-0.58	0.58	-0.45	-0.24

Table 2

$u$	0.2	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5
Time of the First Zero	$1.18\pi$	$0.89\pi$	$0.80\pi$	$0.64\pi$	$0.58\pi$	$0.48\pi$
Time of the First Max	$0.71\pi$	$0.50\pi$	$0.44\pi$	$0.35\pi$	$0.30\pi$	$0.26\pi$

Fig. 1

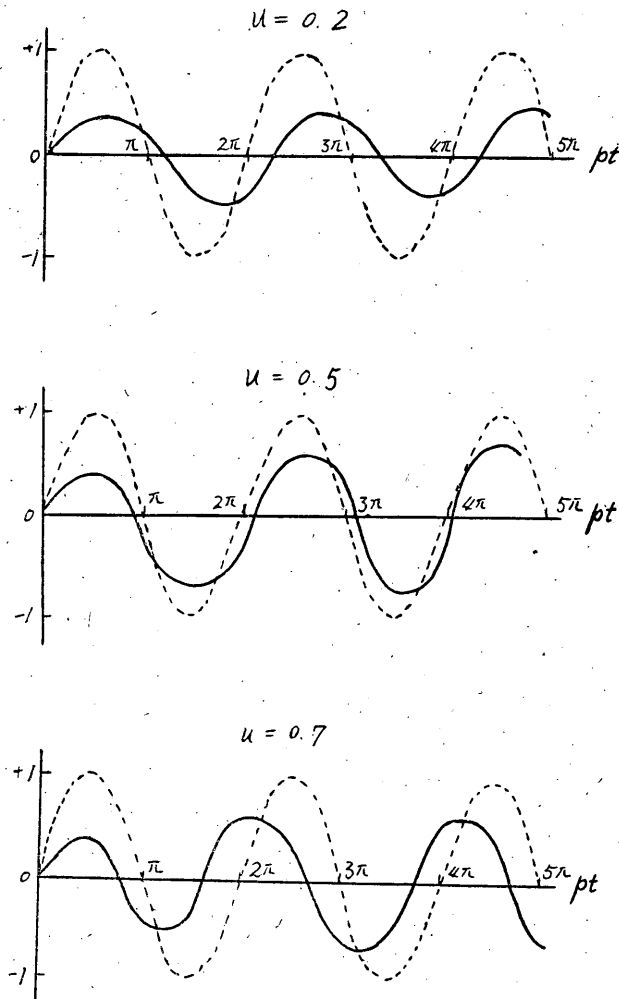


Fig. 2.

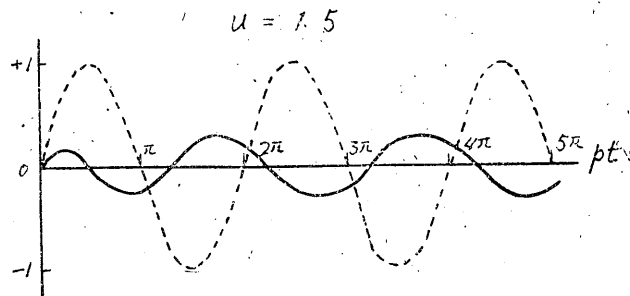
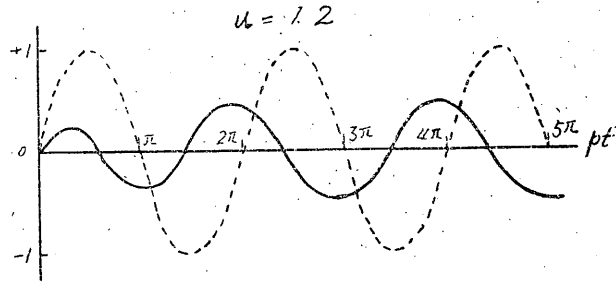
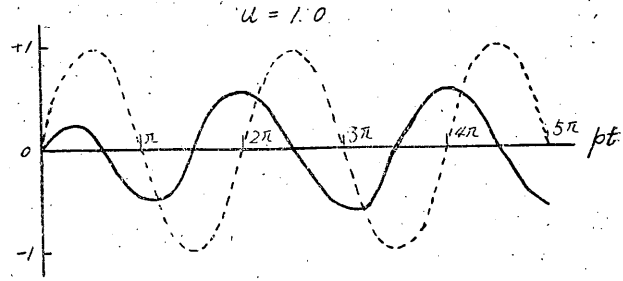


Fig. 3 Times of the First Zero and First Maximum

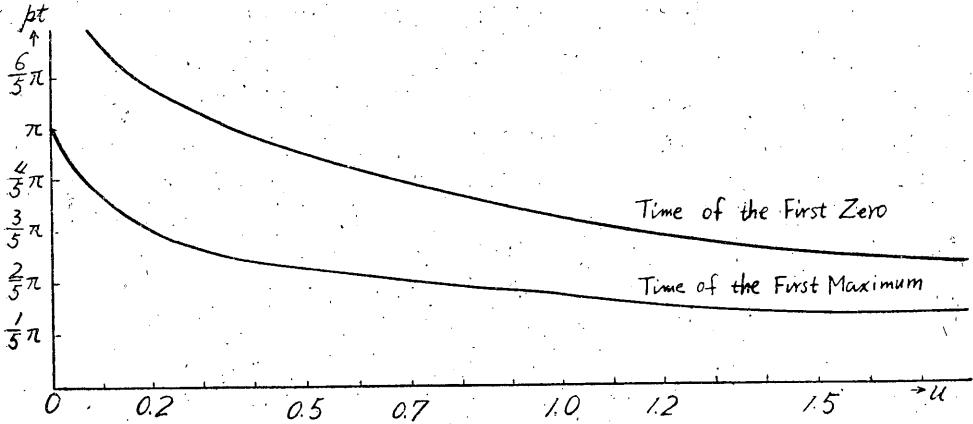


Fig. 4 Amplitude of the First Maximum

