

# パルス電流による地震計起動機の 調速ならびに駆動装置について\*

小関桂三郎\*\*・矢崎敬三\*\*・稲垣秀昭\*\*

550.341:534

## On a New Regulating and Driving Method of the Recording Drum Rotation of the Seismograph by the Pulsating Current

K. Koseki, K. Yazaki and H. Inagaki

(Weather Instrument Plant)

A new method of the speed regulation of the recording drum rotation of the seismograph is on trial succeeding to the preceding experiment. The principle of regulation mechanism is same as reported in the previous paper. But the principal improvement was that silicon steel plate was used in layers for the rotor and magnet core. Owing to this improvement of material the voltage of the electric source was cut down from the high voltage of D.C. 135 V in the previous paper to D.C. 6 V with the successful results.

The results read from the records are shown in Figs. 2, 3 and 4. The circuit diagram, discharged voltage and current, and torque variation in relation with the relative position of rotor and magnet are shown in Figs. 1, 5 and 6.

In this experiment, the pulsating current was used in two ways, for regulating the conical pendulum governor and for driving the conical pendulum without any other driving force. The results of the two methods are shown as *a*, and *b* respectively in Figs. 2, 3 and 4.

### § 1. 緒 言

筆者らはさきに精密時計の秒接点を利用し、1秒ごとに起動機に備えた電磁石に、パルス電流を送り、1秒周期の円錐振子調速機の回転軸に取付けた軟鉄片ローターを磁氣的に制御して、調速の精度を向上する実験を行い、好結果を得た<sup>1)</sup>。

しかし、前の場合は、電磁石鉄心、ローターなどは、ありあわせのものを利用したので、制御に必要なトルクを出すためには、パルス発生用の電源として、135Vの直流を必要としたので、その後、磁性材料を選択し、電源電圧を下げることを目標として実験を続け、その結果、6Vの電源電

\* Received April 18, 1958.

\*\* 気象測器製作所

1) 小関桂三郎・矢崎敬三：パルス電流による地震計起動機の調速装置について、*験震時報* **22** (1957), No. 3 11~17.

庄で前と同様の好結果を得、かつ、パルスを调速に用いるだけでなく、パルス自体を駆動力として、重錘あるいはゼンマイを動力とせず、起動機を回わし、调速の場合と同様な好結果を得たので、これらを第2報として報告する。

§ 2. 構 造

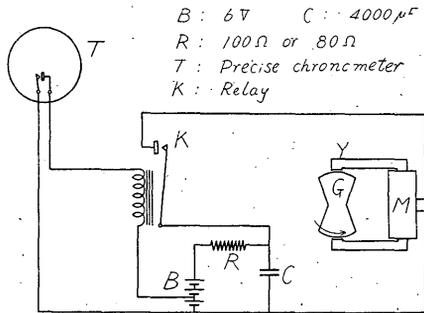


Fig. 1. Circuit diagram

装置の総合回路は前報告の Fig. 1 とほぼ同じであるが、重ねて、Fig. 1 に示す。その主要要素も、重複することを避けて、変更した点のみを述べることにする。

電磁石は、チャコール鉄のブロックであったのを、厚さ 0.35mm の珪素鋼板を 30 枚積層して断面積約 1 cm<sup>2</sup> のものに変えて、パルス電流が通ったときの渦流損を小さくした。ローターも、同じ 0.35mm の厚さの

珪素鋼板 20 枚を積層して作った。その幅も前の倍の 40 mm に広げた。電磁石コイルは 0.45mm 径のエナメル銅線を約 900 回巻いたもので、その抵抗は 5  $\Omega$  である。

パルス発生用 CR 回路は蓄電池 B に 6 V、抵抗 R には、调速に 100  $\Omega$ 、駆動に 80  $\Omega$ 、蓄電器 C は 4,000  $\mu F$  の電解コンデンサーを用いた。

§ 3. 実験の結果

Fig. 2 a, b は記象紙から毎分の長さを読みとったなまの値で、a は调速の場合、b は駆動の場合であって、なまのまゝの誤差は毎分の長さ 59.75 mm に対し、 $\pm 0.25$  mm の幅の中に収まっている。双方ともに、10 分周期の波が出ているが、これは 1 回転 10 分のドラム機構からくる波で、その最

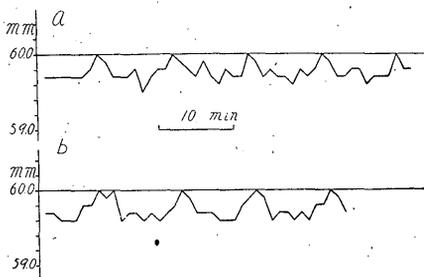


Fig. 2. Reading of Records

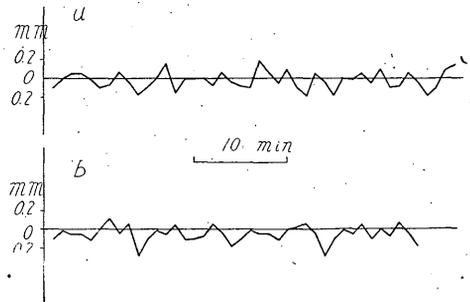


Fig. 3. Results of reading after subtracting the 10 min. period fluctuations from the readings of Fig. 2

も大きな原因は、ドラム回転軸と、起動機側のドラム駆動軸の偏心が、連結のフォークを介して、回転速度の変化として現れてくるもので、Fig. 3 *a, b* は Fig. 2 のそれぞれから、この偏心量を 0.2 mm として、10分周期の波を消したもので、その結果の誤差は ±0.2 mm の幅、多くは ±0.1 mm の幅の中に収まっている。

Fig. 4 *a, b* は相次ぐ毎分の長さの差が、0 および 0.1, 0.2, 0.3 mm などの生じた回数を図示したもので、相次ぐ毎分の長さの差が 0 ないし 0.1 mm の場合の回数は、総読みとり回数のそれぞれ 67%, 75% であるから、地震験測の際、前の分の長さから発震時などを外挿する場合、誤差 0.1 sec. の信頼度は 67~75% あることになる。

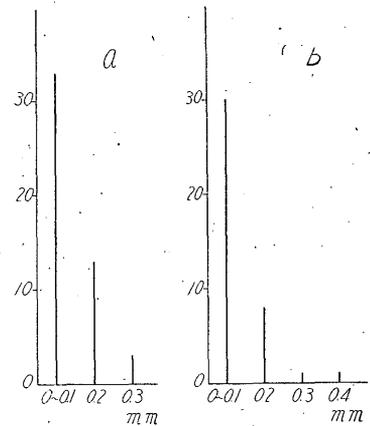


Fig. 4. Frequencies of differences of successive minute length read from Fig. 2 *a, b*

#### § 4. 実験の検討

コイルのインダクタンスは実測の結果、0.1032H で、50%<sub>s</sub> 交流で、電圧、電流を実測して求めた結果では、鉄損によるコイルの等価抵抗も含めて、抵抗分は 65 Ω となる。コイルの純抵抗は 5 Ω であるから、等価抵抗分は 60 Ω である。

Fig. 1 の放電回路において、*L, C* の組合せは、0.1032 H, 4,000 μF であるから、かりに *L, C* のみの自由振動回路を考えると、その振動数は約 7.8%<sub>s</sub> である。鉄心の鉄損は、ヒステレシス損と渦流損で、その大半を占める渦流損は、電流の振動数の自乗に比例するから、約 7.8 c/s の振動に対しては、鉄損の等価抵抗は、さきの 60 Ω の約 40 分の 1 程度になるとみなされる。したがって、Fig. 1 の放電回路の抵抗は、コイルの純抵抗を含めて、6.5 Ω が、それ以下と考えられる。

$L=0.1032 \text{ H}, C=4,000 \mu\text{F}, R=6.5 \Omega$  の放電回路が時計の秒接点で閉じられ、放電が起きると、

$$4L/C - R^2 > 0$$

から、振動回路となり、そのときの電圧、電流は、

$$e = e_c \frac{2\sqrt{\frac{L}{C}}}{\sqrt{4\frac{L}{C} - R^2}} \varepsilon^{-\alpha t} \sin(\beta t + \phi),$$

$$i = \frac{2e_c}{\sqrt{4\frac{L}{C} - R^2}} \varepsilon^{-\alpha t} \sin \beta t,$$

$$\cot \phi = \frac{\alpha}{\beta}, \quad \alpha = \frac{R}{2L}, \quad \beta = \sqrt{w_0^2 - \alpha^2}, \quad w_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \quad e_c: \text{放電開始時の電圧}$$

で表わされる。

したがって、電圧、電流は  $\frac{\sqrt{w_0^2 - \alpha^2}}{2\pi} = 6.03 \text{ \%}$ , すなわち 0.166 秒の周期で振動する。

充電回路は調速、駆動の場合、それぞれ、 $4,000 \mu\text{F} - 100 \Omega$ ,  $-80 \Omega$  であるから、毎秒の放電電圧は

$$e_c = E(1 - e^{-\frac{t}{T}}), \quad T = RC$$

から、それぞれ、5.5 V, 5.7 V となる。

これから、放電が行なわれたときの、電圧、電流の変化の状況をしらべると、Fig. 5 のようになる。図で明かなように、電流は第一波で極大値 525 mA であるのが、放電開始後 0.1 秒の次の極大値では 36 mA であるから、この極大値が、かりに時計の接点時間内にあっても、ローターの回転を乱すようなことはない。

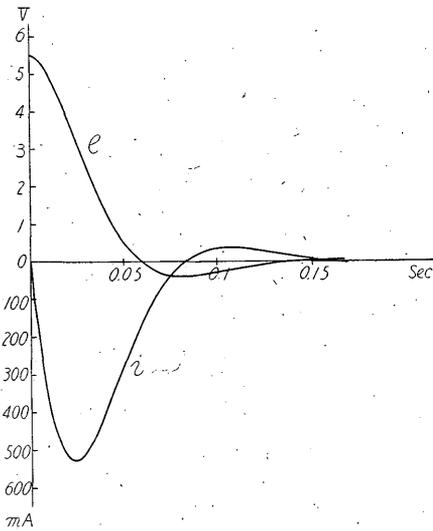


Fig. 5: Discharged voltage and current

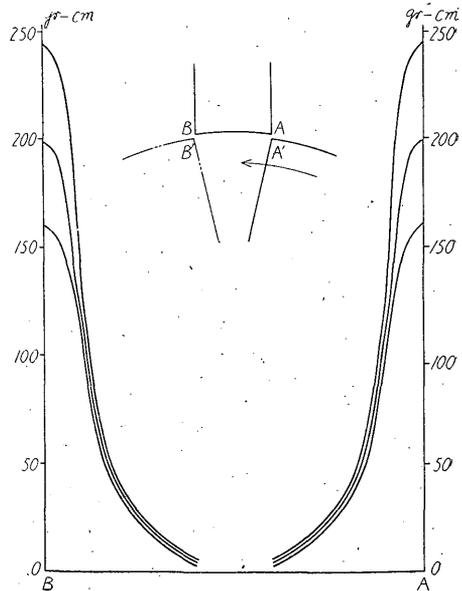


Fig. 6: Torque variation in relation to the rotation of rotor

つぎに、ローターと、ステーターの関係位置によって、吸引トルクがどのように変動するかを調べてみると、Fig. 6 のようになる。第 1 報の場合と傾向が異なるのはローターの形が変わったためと考えられる。

実際に吸引トルクの変化する状況は、Fig. 5 の電流変化と、Fig. 6 の位置の変化によるトルク

の変化との掛け合せになるから、トルクの変化は極く短時間になり、したがって、時計によって、接点時間が多少ちがっても、第二の極大値の存在によって、ローターの回転が乱される心配はない。

## § 5. 結 語

第1報ならびに第2報に述べた実験によって、6Vの低電圧直流電源からのパルスによって、ウィーヘルト改良記録装置の調速および駆動を行って、好結果を得た。この方法による調速、駆動装置は、普通地震計や強震計に取付けられている型の起動機にも、わずかの改造で取付けることができ、よって精度の向上が望めるので、さらに、この方法を普通地震計の記録装置に応用すること、および円錐振子をフライホイールにおきかえて、パルス駆動を行うことについて実験中である。

終りに、現仙台管区気象台長、岡田群司前所長には、常に、御教示と並ならぬ御援助をいただいた。また、図面作成には、中村貞技官をわずらわした。後記して厚く感謝の意を表する次第である。