

# 発震時速報器の試作について\*

矢 崎 敬 三\*\*

550.340.1

## Earthquake Occurrence Time Recorder

K. Yazaki

(Weather Instrument Plant)

It had been desired in the earthquake observation to shorten the time necessary to urgent measurement of the earthquake record. A new instrument was designed and manufactured for trial to record the occurrence time automatically. This instrument, composed of signal filter, control gates, sec-pulse-clock, hour-minute counter, sec counter, printing hammer, delivery roller of printed paper and reset pulse generator, works in liaison with the observation clock and shows the hour. When an earthquake occurs and the earthquake alarmer is excited, the first excited pulse from the alarmer opens the 1st control gate and allows sec-pulses from the sec clock to pass to the sec-counter through the 2nd control gate which is normally open. The first minute pulse comes from the observation clock after the earthquake occurs, it closes the 2nd gate and cuts the sec pulses to the sec-counter. As the sec-counter is devised to reduce the number of sec pulses from 00 and it receives the pulses corresponding to  $n=00$ —occurrence time (sec only), the sec counter shows the occurrence time in sec when the 2nd gate is closed. The first minute pulse also charges a condenser and the charged condenser works the printing hammer. When the printing ends, the reset pulse generator is set in motion and resets the sec counter to 00, the 1st gate in "close" and the 2nd gate in "open". At the same time, the motor which drives the reset pulse generator drives the delivery roller and sends the printed paper out of the case. The signal filter is attached to filter the hour pulse among 61 of hour and minute pulses in an hour and to send only 60 minute pulses to the hour-minute counter.

The instrument was completed in last May and is now put to trial use in the Seismological Section of J M A.

### § 1. はし が き

地震が発生した場合、緊急検測作業は常に分秒を争って行われなければならない。津波を伴うおそれのある地震においては、なお一層の迅速さが要望される。地震の際、発震時の検測だけでも手間が省ければ、それだけ検測の時間を短縮することができる。このような目的をもって、発震時を自動的に数字記録する装置が地震課から要望されたのに応じ、本案を提案し、地震課の検討をへ

て試作したものである。

### § 2. 構 成

発震時速報器は、1)刻時時計部、2)感震器部、3)記録装置部、4)速報器部、5)電源部の5つの組合せで機能は完全なものとなる。このうち、1)の刻時時計は時、分のパルスが出る時計で、地震観測に必要な精度を持っているものであれば種類は問はない。3)の記録装置部は地震計の記録装置をいうのであって、速報器に印刷された時刻を、地震記象上の発震時と照合するために必要である。5)の電源部は12V直流電源、もしくは100V交流を12V

\* Received Aug. 16, 1960.

\*\* 気象測器製作所

直流に変える整流変圧部で、とくに速報器特有の仕様のものではない。したがって、上記の 1), 3), 5) はすべて既設のものを用いることができる。2) の感震器は速報器部の秒位を制御するものであるから、その感度は直ちに、速報器部に印刷された時刻の精度を左右する。いいかえれば、この速報器でいう発震時は、感震器の作動した時刻である。それゆえ、どのような地震を対象とするかにより、当然感震器の感度は決められるべきものである。今回は感震器が作動すれば、その時刻を数字印刷する速報器部の試作に限定し、感震器は一応既存のものを利用して試験することとした。

速報器部は次のような要素から成り、これらが、h) の打点部を除き 1 つのケースに収められている。

a) シグナルフィルター、b) 制御部、c) 子時計部、d) 分表示部、e) 秒表示部、f) 印刷ハンマー、g) 紙送りおよびリセット部、h) 打点部、i) チェックスイッチ、j) アラーム・ランプ。

### § 3. 速報器部の作動原理および機能

速報器部の概観を Photo. 1, 2 の写真に、作動原理の概略を Fig. 1 に示す。以下 Fig. 1 について各部の

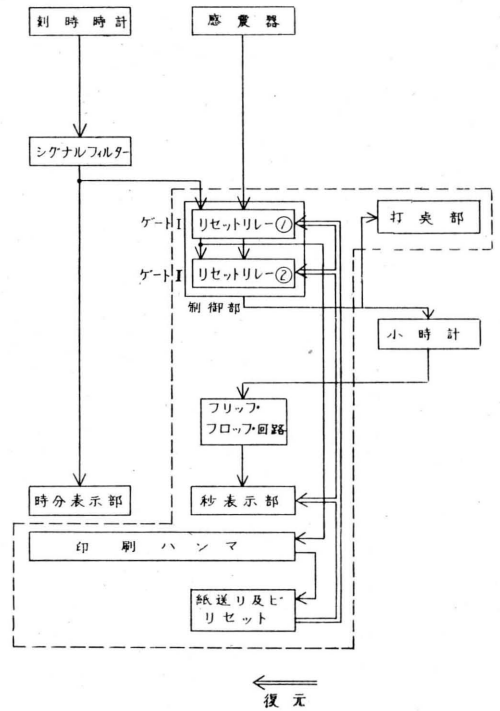


Fig. 1. Block Diagram

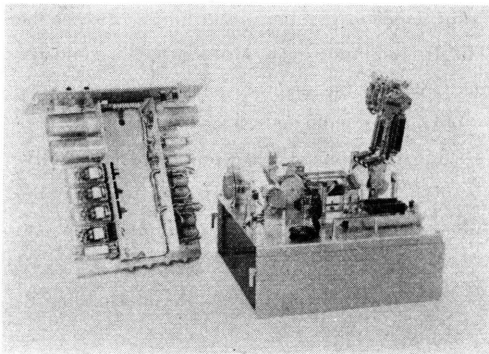


Photo. 1

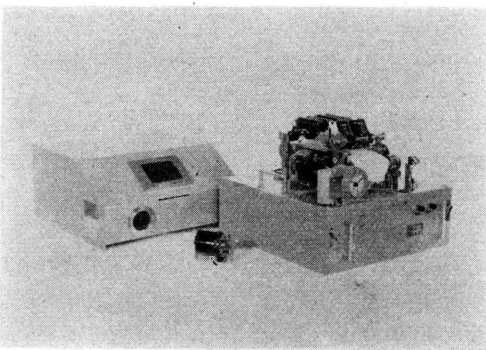


Photo. 2

作動と機能を説明する。

刻時時計—シグナル・フィルター—時分表示部は常時作動し、時分表示部は刻時時計からのパルスにより、刻時時計と同じ時刻を表示している。一般に、刻時時計は、時パルスと分パルスとの双方を出しており、時パルスと分パルスとはそのパルス幅を異にしているだけであるから、パルス数によって歩進する時分表示部に導く前に、シグナルフィルターで分パルスのみを通して、時パルスを除去する。

制御部はゲート I、ゲート II から成り、ゲート I は常には閉ぢられており、ゲート II は常には開かれている。地震が発生して感震器が作動し、その最初のパルスが制御部に送られると、ゲート I は開き、図において、点線で囲まれた部分と、点線外の部分とが連結される。ゲート I が開くと、小時計部からの秒パルスは秒表示部に送られ、同時に感震器からの最初のパルスはゲート I、ゲート II を経て打点部を動作させ、感震器の作動した時刻を記録装置のドラム上に打点記録する。

地震発生後はじめての分パルスが制御部に送られると、このパルスはゲート I を経て、ゲート II を閉ぢ、小時計部から秒表示部へのパルスは断たれ、印刷ハンマーを働

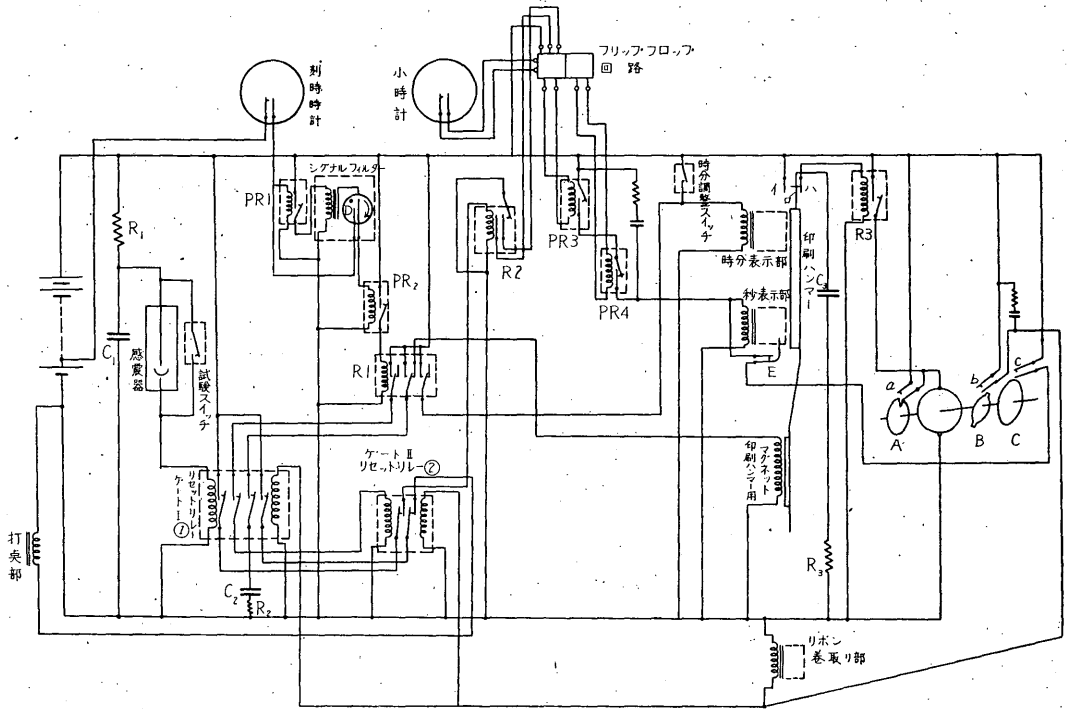


Fig. 2. Circuit Diagram

かせ、時刻を数字印刷する。印刷が終わると、紙送り装置が働いて、印刷された数字がケースののぞき窓からのぞき得る位置まで、紙を送り出し、一方リセットパルスを制御部に送り、ゲートIを閉じ、ゲートIIを開き、かつ秒表示部を00にリセットする。

以上で地震発生時の全部の動作が完了し、次の地震に対し待機の態勢に入ることになる。

チェックスイッチは随時速報器の動作を試験してみるため、センサーと同じ役割を果すものである。

アラーム・ランプは印刷用紙および印刷インクリボンがなくなったことを指示する。

地震発生後印刷まで1分以内、印刷後全部のリセットが終るまで、約30秒であるから、地震発生後2分以内で全部の動作が完了する。しかし、大きな地震では、発震後2分以内ではセンサーがまだ動作していることがあり得るから、同じ地震で速報器が2度動作するのを避けるために、一度センサーが動作して速報器を働かせたなら、センサーが完全に動作を止めてから約2分経過しないと、センサーからのパルスはゲートIを開かぬようにしてある。

§ 4. 各部の構成

Fig. 2 に全体の回路を示す。図中  $C_1$ ,  $R_1$  のコンデンサーと抵抗の組合せが上記の同じ地震で、速報器が2度動作せぬための回路である。

a) シグナルフィルター 上述したように、刻時計は1時間に時パルス、分パルス合せて61個のパルスを送り出す。シグナル・フィルターは Fig. 3 に示すよう

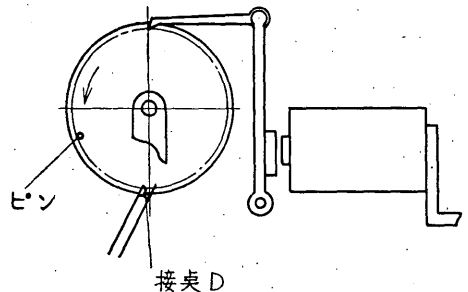


Fig. 3. Mechanism of Signal Filter

に、このパルスで駆動される電磁石とラチェット車とを組合せたもので、ラチェット車は61枚の歯を持っており、その1つの歯の位置に植えられたピンが、パルスを時分表示部を送る回路の途中にある接点Dを、パルス61

回中に1回だけ切るようにしてある。したがって、このピンの位置を時パルスの位置に合せておけば、シグナル・フィルターは分パルスのみを通して、時パルスを除去することになる。

b) 制御部 制御部のゲート I, II はそれぞれリセットリレーである。リセットリレーは、その on コイルに1度パルスが入ると、パルスが切れても接点は on の状態を保持し、off コイルに1度パルスが入ると、パルスが切れても、接点は off の状態を続けるように機械的にロッキングされる機構を持ったものである。いわば、リレーの保持回路に相当するものを機械的におきかえたものであって、保持回路は、リレーの接点の保持のために、その間コイルに電流を流しておかねばならないが、リセットリレーの場合には、on, off いずれかに保持させるのに1回の短いパルスを送るだけで良いのが利点である。

c) 小時計部 前述のように、小時計はわずか1分以内の間秒パルスを送り出すだけであるから高い精度を要しない。しかし、常時動いていないと、起動のための遅れを生ずるから、常時保守の手数の要らぬ時計が望ましい。今度の場合は、光星舎の天府式乾電池時計を用いた。これは1.5Vの乾電池を用い、電磁石と永久磁石および電磁接点の組合せで、天府を励振しているの、電池の消耗は極めて少く、乾電池1個で約1か年動き続けるから、保守に便利である。この時計では天府は1秒4振り、1振りごとにパルスを取り出すことができる。速報器で必要なのは秒パルスであるから、トランジスターによるフリップフロップ回路2段を用い、各段にリレーを入れ、リレー接点を直列につないで、それを秒表示部に入れてある。Fig. 2において、PR3, PR4がこのリレーである。したがって、ゲート I が開いて、小時計からパルスが入りはじめて3つ目のパルス、すなわち0.75秒で秒パルスが1個出て、その後は1秒ごとに秒パルスが出るので、4捨5入が行なはれ、秒表示部の誤差は0.5秒以内となる。

d) 時分表示部, e) 秒表示部 これはタイムスタンプ用の電磁計数器の既成品を多少改造して用いた。時分表示部は、時の位は24時制で、分の位から60分ごとに繰上げられる機構なので、前に述べたシグナルフィルターを必要とした。秒表示部は上記時分表示部の計数器の、時の部分を取外したのを用い、これはリセット用接点を取付けた。リセット機構はg)において説明する。

f) 印刷ハンマー, g) 紙送りおよびリセット部  
Fig. 2に示すように、印刷ハンマーは発震後はじめての

分パルスによって、リレー R1 が閉じた時充電されたコンデンサー C<sub>2</sub> が、分パルスが切れることによって作られるリレー R1 の接点回路をへて放電される電流によって、印刷ハンマー用マグネットが働き、表示されている時、分、秒の数字を打点印刷する。したがって分パルスによる時分表示部の1分繰上げが行われて後印刷が行われるので、繰上げ最中に印刷が行われて印刷ボケを生ずることはない。リレー R1 は刻時時計の分パルスによって常に開閉するが、感震器が働かぬ時はゲート I が閉じている。すなわちリセットリレー 1 は off の状態にあるから、C<sub>2</sub> の充電は行われない。ハンマーによって動かされる接点ロは常点ハに接しているが、印刷時には接点ハから離れてイに接し、コンデンサー C<sub>3</sub> は充電される。印刷が終わってハンマーが戻ると、ロはふたたびハに接し、C<sub>3</sub> は接点ロ、ハを通じて放電され、リレー R3 を働かせ、紙送りモーター M を回し始める。したがって、印刷と紙送りとの間には時間ズレがあり、印刷された数字を汚すおそれはない。モーター M の起動前には接点 a の一方はカム A の溝に落ちていて、off の状態にあるが、モーターが回り始めると、接点は溝から上って on の状態となり、C<sub>3</sub> の放電が終わってリレー R3 が切れても、モーターは接点 a を通じて流れる電流で駆動され、接点 a の一方が再びカム A の溝に落ちるまで1回転する。この間にカム B により接点 b は2度閉されて、そのパルスで印刷リボンがラチェット車により2回わずかだけ巻取られる。また、このパルスは制御部に送られてゲート I を閉じ、ゲート II を開く。制御部についてはパルスは1個だけで良いが、印刷リボンの巻取り量の都合で2パルスとした。また、カム C は1回転の間に60個のパルスを発生し、これは秒表示部のリセットパルスとして、双子接点 E をへて、秒表示部に送られる。Fig. 4に示すように、双子接点 E は秒表示部の10位、1位車のそれぞれ

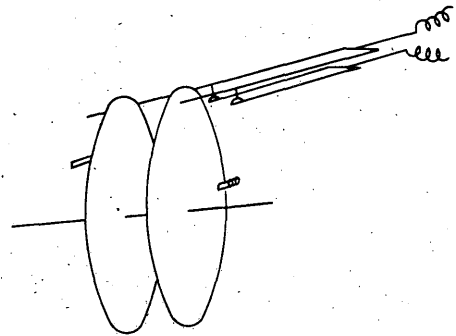


Fig. 4 Mechanism of reset sec-counter

0に相当する位置に植えられたピンによって off にされるが、いずれかゞ0以外の時は on になっているから、カムCからのパルスは、秒表示部が00でない何らかの数を表示している場合には、接点Eを経て、が表示部マグネットに送られ、表示が00にリセットされると、Eがoffになって、パルス回路が切られる。

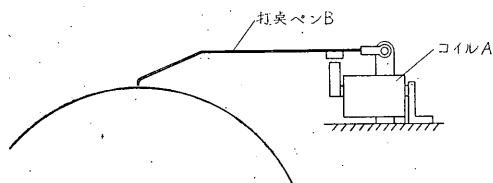


Fig. 5. Mechanism of the marker on the recording drum

h) 打点部 Fig. 5は打点部の構造を簡単に示すもので、感震器が働いて、ゲートIが開くと、ゲートIIをへて、打点部のコイルAに電流が流れ、打点ペンBはドラムに押しつけられ、記象の横に、記象の軸線に平行な線を引く。ゲートIIが閉じられると、マグネットへの電流は断たれ、打点ペンは上る。打点ペンは記録ペンが記象を記録してゆくのじゃましないよう、記録ペンのわずかに先に位置するようにしてあるから、あらかじめ記録ペンと打点ペンとのドラム上の時間ズレをチェックしておけば、ドラム上の発震時と、速報器に印刷された、感震器の働いた時刻とが照合できる。

#### § 4. 試作結果

試作した結果、感震器の代りに、チェックスイッチで動作させたところでは、すべて計画どおり好調に作動することが確かめられたので、地震課において、実用試験中である。

#### § 5. 試作の検討

この速報器は時間の計測に電磁カウンターという機械式機構を用いている。電子管式計測法を用いれば、もちろんはかに高い時間精度で、時刻を數字化することができるが、今回のように秒位までに限る場合には、製作費、保守の難易などの点から、機械式の方法のほうが有利と考えられる。0.1秒位までならば電子管式方法でなくとも、解決できると思う。

この速報器の表示部はタイムスタンプ用電磁カウンターであるが、毎秒のパルスで常時駆動しては、わず

かな寿命しか期待できない。それゆえ、秒表示部は地震が発生した時と、リセットのため、合計1分、60パルスしか作動させぬ方法をとったので、時分表示部より、秒表示部のほうがむしろ耐久度は高くなった。同じく、小時計が関与するのは、地震発生後1分以内の時間であるから、1分以内の時間同じ精度が保持されることが要求されるだけで、それには日差の精度がそれほど高い時計を必要としない。

また、印刷が時、分および秒表示部の繰上げと合致して、印刷された数字が不鮮明になるのを避けること、印刷と紙送り出しとの間に時間ズレをもたせ、同様印刷された数字が汚損されぬことに留意した。

以上はこの発震時速報器の特徴といえよう。

次に、発震時と印刷された時刻とを照合するに、発震時が正分、すなわち、 $13^{\circ}56^m00^s$  のような時には、発震時と印刷された時刻とは合致する。これは感震器によりデートIが開かれると同時に、分パルスでゲートIIが閉じられるからである。しかし、 $13^{\circ}56^m23^s$  のように正分でない時には、ゲートIIは次の分パルス、すなわち57mに相当する分パルスで閉じられ、と同時に、時分表示部は1つ繰上って  $13^{\circ}57^m$  を表示するから、印刷された時刻は  $13^{\circ}57^m23^s$  となり、正しい発震時に直すには1mを減じなければならない。これは、逆にあらかじめ時分表示部を1分遅らせておけば良さそうであるが、今度は、正分のとき  $13^{\circ}56^m00^s$  なるべきものが、 $13^{\circ}55^m00^s$  と印刷され、1分を加えねば正しい発震時とならぬ。いずれが労が少いかによって、あらかじめ調整しておけば良いが、いずれにしても1分の加減が伴うのが欠点である。将来この点は良案を得て改造したいと考えている。

その他、機構の問題ではないが、重量、大きさ、工作などの点から改造したい点がいくつかあるが、これらは次の機会に行いたいと考えてる。

#### § 6. 結 び

この試作にあたっては、広野地震課長、三浦地震課補佐官より幾多の御教示と御激励とをいただいた。試作はすべて気象測器製作所諸官の御協力によるものであるが、ことに、小時計のフリップフロップ回路については、設計課長鎌本技官、技術係長小関技官の御援助をいただいた。終りに、諸官に厚く感謝する次第である。なお、報文中の図面の製図は中村貞技官を煩はした。付記して謝意を表す。