

継電器の衝突振動測定法とその応用

西 口 薫*

Measurement of Relay Vibration and Its Applications

By Kaoru Nishiguchi
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The relay normally functions to break or make electric contact in response to a signal from input power. But there are cases where the relay effects this function without any signal from input, due in many cases to the rebound of movable parts. This injurious error in relay operation, termed "chatter", should be prevented by any means.

The writer introduces herein a method of measuring out the relation between the chatter and the rebound of each movable part of the relay. This method employs a photocell system and is improved in some ways on the preceding methods. In principle, the change in the amount of light which is proportionate to the width of vibration is amplified and visualized on a Braun tube as a still image. On this image in wave form can be superposed freely several other factors such as current-voltage wave form, time scale, etc.

By means of this device, the writer measured the relation between the rebound of parts of the relays in actual use and the period in which chatters occur. As a result, he found that the cause of chatter was clearly divided into two; one which is caused by the rebound of armature and the other derived from contact spring. This distinction was proved correct later by the fact that by attaching a damper on the contact spring the chatter in this part was eliminated.

Further, it was also proved possible by the use of this device to separate the operating time of relay in magnetic section and mechanical rebound section.

In this type of analysis, the user can observe the change of vibration under varied conditions which is made visible on a Braun tube. This directly indicates the point where improvement is necessary.

This device is fitted for the measurement of vibrations whose width is only 0.01 mm and such a small part as of $0.3 \times 1 \text{ mm}^2$. Such capacity of this device the writer believes ensures it a wide field of application not necessarily restricted to relays or similar small instruments but extendible to almost any sort of machines.

〔I〕 緒 言

継電器の任務は、信号電流に対応して電気接点を開閉することであるが、可動部分の衝突振動により無用の開閉が生起することが多い。この信号電流に対応しない無用の接点开閉をチャッタ (Chatter) と称し、これが原因となつて関連機器の誤動作、接点消耗の促進、引いては継電器の短寿命化などをきたす有害無用のものである。

* 日立製作所戸塚工場

最近のクロスバー交換機に使用されているワイヤースプリング継電器⁽¹⁾なるものは、チャッタが従来の継電器に比し非常に少ない。これは接点バネにきわめて柔軟なスプリングワイヤを用い、これに駆動力を直接加えることなく、カード伝達方式を用いているためと思われる。

普通チャッタを防止するために、接点間隔を衝突振動の振幅以上にとる手段がとられやすいが、このことは流入電力の増加、動作速度の低下、衝突エネルギーの増大などをもたらす、継電器として好ましくない結果となる。したがって継電器のチャッタをなくするには、根本的に

チャッタの原因となる衝突振動部分をつきとめて、その振幅を制限しなければならない。

振動測定法として、光電管を用いたものがすでに発表⁽²⁾されているが、これに若干の改良を加えた測定器を試作し、一つの継電器の各部分の振動を測定したのでその概要を述べる。

〔II〕 振動測定法

(1) 測定回路

今回試作した方法を第1図に示す。振動体と固定体との間隙を通過する光量の変化を光電管で受け、増幅してブラウン管オシログラフに表示するものである。接点開閉信号および時間目盛は輝度変調端子に挿入し、振動波形そのものに重畳することができる。接点開閉に応じ輝度変調端子に加えるべき電圧を断続し、輝線の明暗(電

圧の極性を逆にすると逆に暗明)として表示される。電圧波形、電流波形は所要に応じ増幅器の入力端子に投入される。第1図の点線で表わす接続はチャッタを拡大するときのみ接続され、接点信号を時間軸に関して拡大する。

なお測定せんとする振動体は、固定物に対する振動だけでなく、振動する二つの物体の間隙を通過せしめた光量をとれば、二者の相対運動が測定される。

(2) 測定器の機能

本装置の測定機能は多岐にわたり、いろいろの使い方ががあるがその主要項目について述べる。

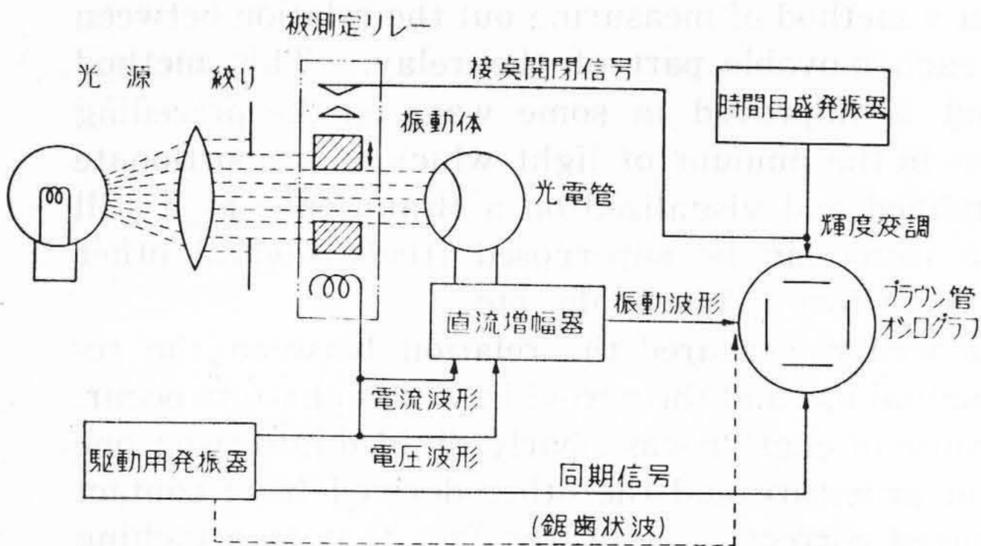
(A) 振動振幅の較正

振動体の振幅が振動方向の厚さ以下であればそのままよいが厚さ以上の振幅の場合は適当な遮蔽板をつけて振幅と光量が比例するようにする。実物の振幅とブラウン

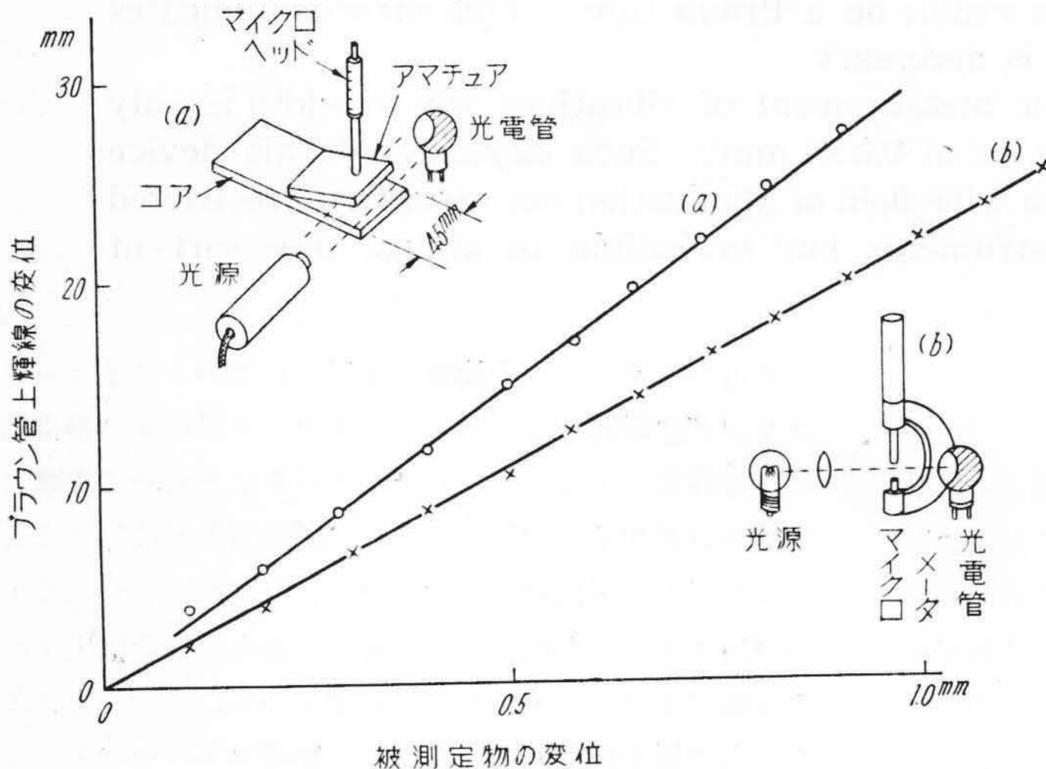
管上の振幅との較正は第2図(a)に示すように、マイクロメータの先端を振動体にあて、順次押し出してゆきブラウン管上の輝線移動距離を記録する。振幅の比例関係はよく成立しているが、アマチュアとコアの間隙が、それぞれの半影の幅以下になると、光量と変位は比例しなくなる。光線が完全に平行で、半影がなく、かつ反射もなく被測定振動体の影絵を鮮明に光電管に投入することが肝要である。増幅度は、増幅器の利得の他に、光源の輝度通過光線の断面積、光電管の感度などに支配される。本報告の例では振幅 $5 \times 10^{-2} \text{mm}$ のもの(第8図⑩参照)、光線の断面積 0.3mm^2 のものまで測定できている。

(B) チャッタ測定法

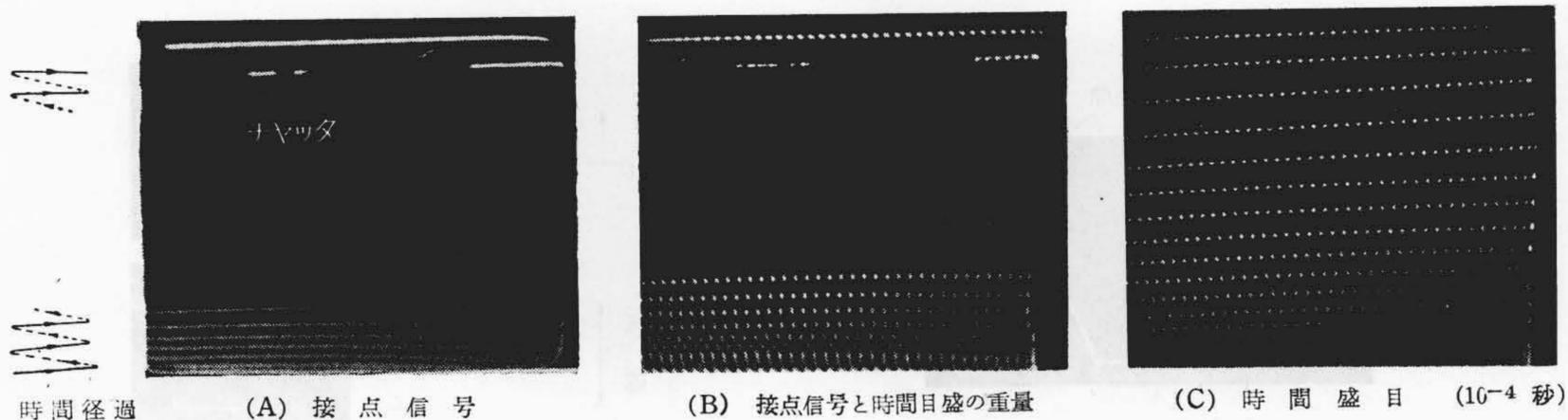
接点信号の中に含まれているチャッタは、注意深く測定しないと見落としやすいので、拡大する必要がある。文献例では、電圧変調としチャッタ部分のみ一段突出して示しかつオシロ附属の遅延回路(Delay timer)の働きにより任意の部分を時間軸について拡大する方法がとられているが⁽²⁾、とりあえずテレビ受像と同じように画面一杯に走査する方法をとった。測定結果の一例が第3図(A)の写真である。一週期の接点信号が十数本の明暗走査線として時間に関して拡大されたわけである。第3図(C)は走査線を時間目盛発振器で輝度変調したもので、点間隔が 10^{-4}s のものを示している。第3図(B)は接点信号と時間目盛を



第1図 振動測定回路系統図
Fig.1. Block Diagram of the Instruments Used in Measuring Relay Vibration

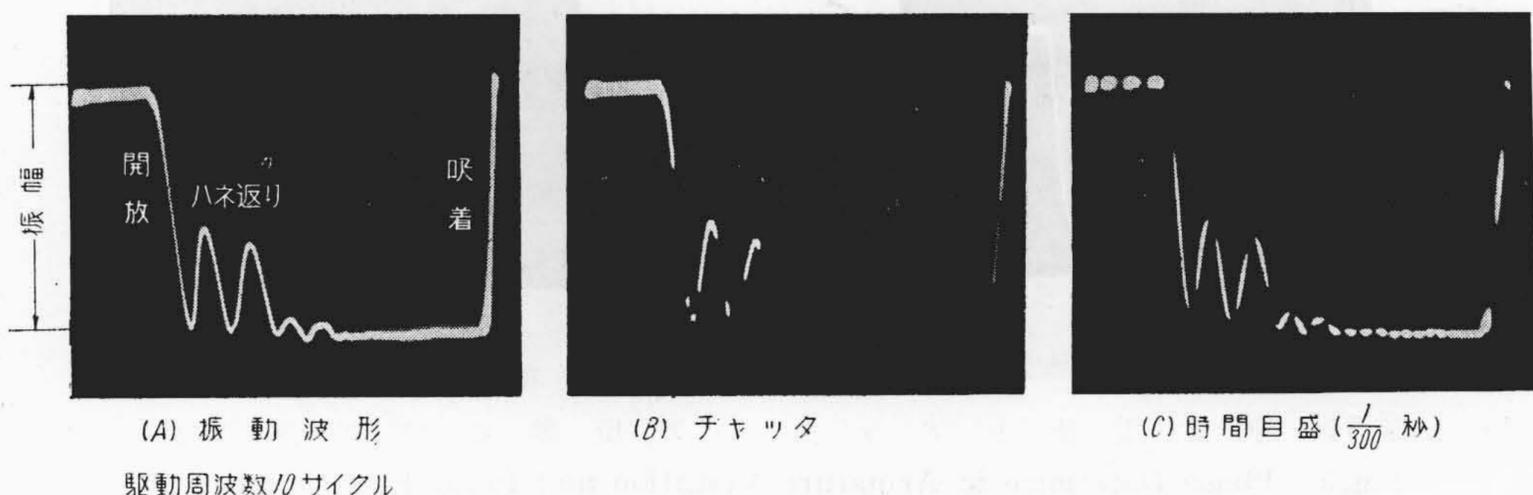


第2図 振幅増幅度の較正
Fig.2. Calibration of Amplitude



第3図 接点信号の拡大

Fig. 3. Expansion of Contact Signal



駆動周波数10サイクル

第4図 アマチュアの振動とチャッタとの関連
Fig. 4. Chattering Caused by Armature Rebound

重畳したものでチャッタの周波数が直接読みとることができる。

以上の方法によると、電磁オシログラフでは分離できなかったような、高い周波数のチャッタまで記録することができる。

(C) チャッタと振動の関係

振動波形の上に接点信号を重畳してみれば、チャッタの主要原因がいずれにあるかおのづから判明する。第4図はその著るしい例で、アマチュアのはね返り振動とチャッタの関連がみられる。第4図(B)にみられるチャッタ4点中、はね返り振幅の大きいところで出ているチャッタはアマチュアのはね返り振動が原因であり、はね返り振幅の小さいところで出ているチャッタ3点はアマチュア以外の部分の衝突振動にも関係があると推考される。このことは他の部分の振動波形に、チャッタを重畳してみて検討した。詳細は〔III〕の(2)で説明する。

(D) 継電器の動作速度

電圧電流波形、振動波形、接点信号を適宜重畳したものを比較することにより、電圧が加えられてから動作が完了するまでの間の様子を漏らさず観察することができる。たとえば第5図(A)(次頁参照)に示すように、電流波形に接点信号を重畳したものと、アマチュアの振動波形に同じ接点信号を重畳したものとを比較すれば両者の同一時限が点線で示したように明確となる。したがって

両者の波形を時間に関して比較すれば、電圧が加えられ電流が流れはじめて、電磁吸引力が漸次高められついにアマチュアが動き出すまでの時間 t_1 および継電器駆動用の電圧が断たれたときからアマチュアが開放されてストップの元の位置に復旧するまでの時間 t_2 などが読みとれる。

同一接点信号で時間軸をそろえることができない場合には第5図(B)(次頁参照)のごとく、増幅器の初段において両者の波形を直接重畳することもできる。こゝでは $4t_2$ が直接明瞭に表示されている。

実際にはさらに第4図(C)のように時間目盛を波形に重畳して直接読みとるのである。

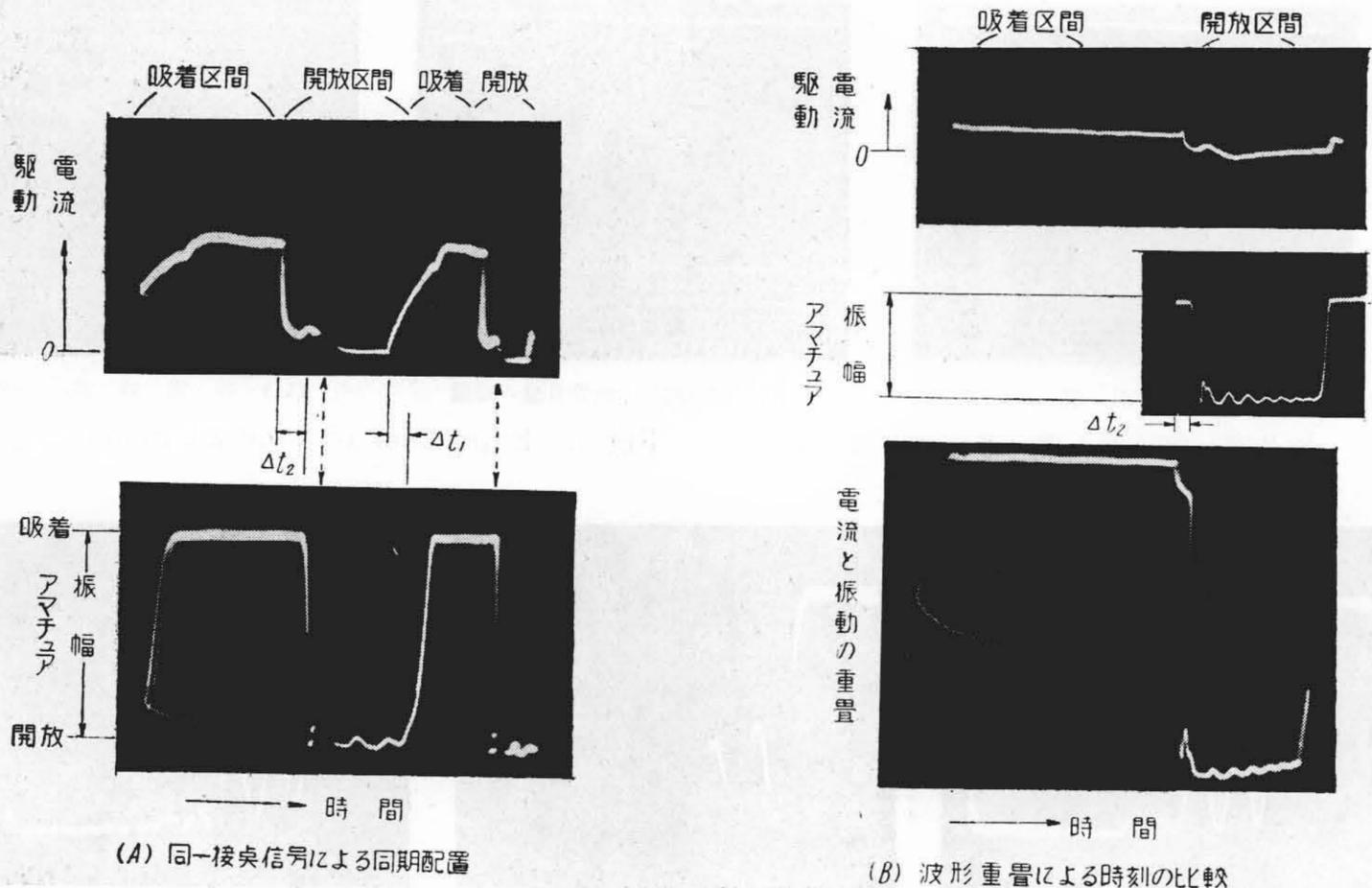
同様にしてアマチュアが動き出してから、接点が開閉するまでの時間、アマチュアの衝突振動によつて発生した逆起電力(または Motional Impedance)の電流波形におよぼす影響などがあきらかにされる。

なお各種の信号がブラウン管に到達するまでの間に、それぞれの信号間に位相差が新しく加わらないことは別に確かめられている。

(E) 継電器駆動状態の変化

継電器の振動状態は駆動電流の大小、周波数の他に電流断続比によつても変わるので、第1図の駆動用発振器は以上の3つの要素を変化できるようになっている。

普通継電器を同一周波数、断続比で繰返し駆動させて



第5図 駆動電流とアマチュア振動の位相関係
 Fig.5. Phase Difference in Armature Vibration and Input Electric Current

みることが多く、この場合の振動波形はブラウン管上に静止像として現われるから、かならずしもその都度写真記録する必要はない。各種信号の切換、重畳はスイッチの切換えにより瞬時に行われるから、振動波形像をみながら、いろいろ条件を連続的にかえて継電器の総合特性を観察することができる。

〔III〕 応 用 例

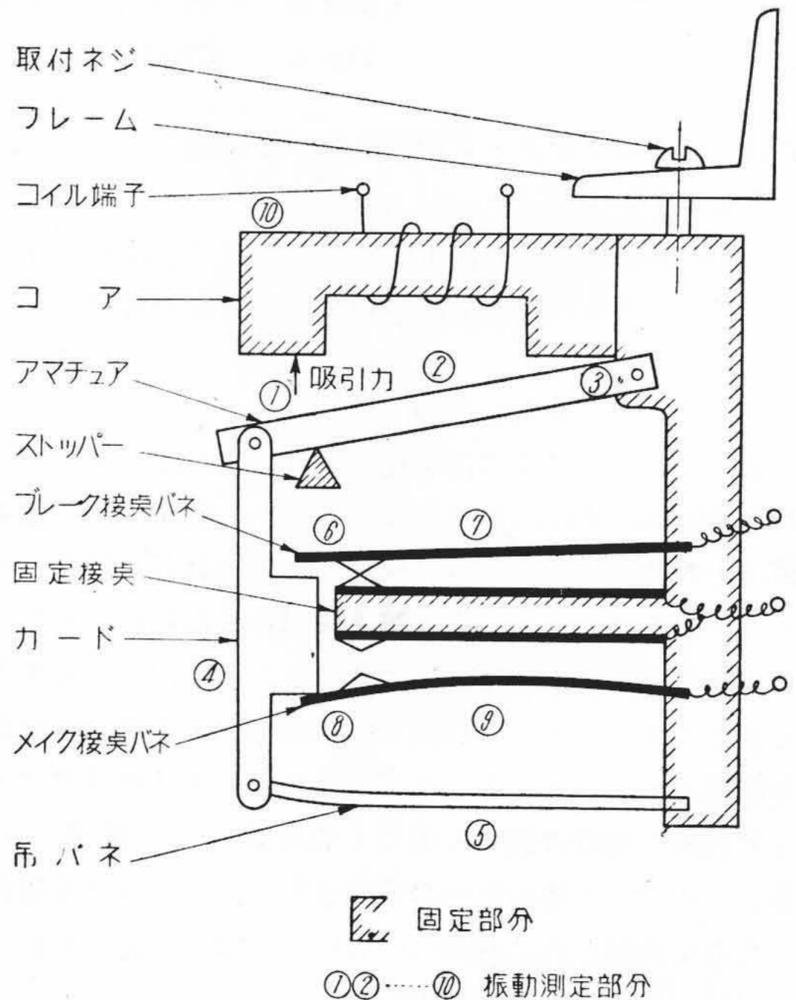
主として第6図に示された原理によつて動作するワイヤースプリング継電器について測定した結果の概要を以下にのべる。

(1) 被測定継電器について

まず動作原理を第6図について説明する。アマチュアがコアに吸着される時、これに接続するカードが押し上げられ、カードに押しつけられていたメイク接点が、固定接点に接触してカードから離れてゆく。つぎにカードはブレーク接点バネと接触したまゝこれを押し上げ、ブレーク接点を開かせる。

駆動電流が断たれると、主として吊バネの力で復旧する。このときカードと接点バネの運動の関係は同様である。すなわち閉じている接点は直接カードで押し開くが、開いていた接点を閉じるのは可動接点バネ自身の力によるのである。

構造上新しい点は、カード伝達方式の外に、アマチュアのヒンヂ③の部分は、シャフト式に固定されているのではなく、柔軟なバネで保持されコアからはね上り振動



第6図 被測定リレー模型図
 Fig.6. Model of Relay Used

をすることは自由となっている。接点バネは従来のものに比し著しく柔軟で軽くできている。いずれもチャタを少なくするためと、多数の接点を小型にまとめるために考えられたものである⁽¹⁾。アマチュアのはね返り振動を小さくする方法についてはすでに発表されている⁽³⁾。

(2) 各部分の振動波形とチャッタとの関連

チャッタの原因となる振動は、駆動電流に対応する各部分の運動ではなくて、それよりもっと周期の早い衝突によって起る振動である。この振動が接点バネに伝わると、接点を小刻みにでたらめに開閉する。

この衝突振動を発生する箇所は第3図において、アマチュアとストップ、アマチュアとカード、カードと接点バネ、可動接点と固定接点などの間である。継電器の中で固定接点とコアは一体であり、振動しないものと考え、この固定部分に対する相対振動を考えてゆこう。

(3) チャッタの原因とその対策

今第7図(A)に示すような切換接点の運動を考える。第7図(B)に示すような経路を経て可動接点に第7図(C)のように駆動力が加えられたものとする。この駆動力には、電磁吸引の他、衝突による衝撃力を含むものとし、固定接点の拘束力は含めないものとする。これを模型的に示せば

$$\dot{P}(t) = f(t) + \sum_{n=0}^m q_n e^{-nt} \sin(\omega_n t + \theta_n) \dots (1)$$

ただし $f(t)$ は可動接点に伝えられた駆動力

第2項は各部の衝突振動が伝えられた力

可動接点バネがブレーク接点から離れる際には、駆動力がバネ力に等しい瞬間があり、またメイク接点に衝突して衝撃力を発生するときもバネの力と釣り合う瞬間がある。

可動接点がブレーク接点から離れてゆく回数、接となる回数を合せて考えれば次式の答えの数に等しい。

$$\dot{P}_T(t) - F_B = 0 \dots (2)$$

ただし $\dot{P}_T(t)$: (1)式に示す駆動力の一週期区間

F_B : 可動接点バネのブレーク接点に静止しているときのバネ力

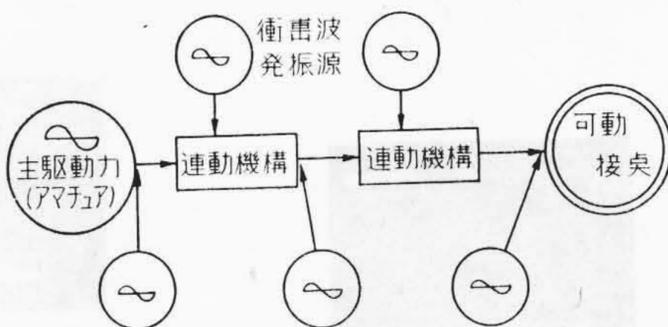
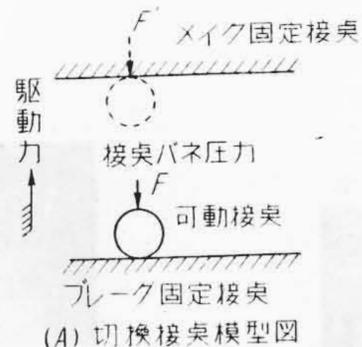
この答えの数を N_B とすればブレーク接点におけるチャッタの数は次式で示される。

$$n_B = \frac{N_B - 2}{2} \dots (3)$$

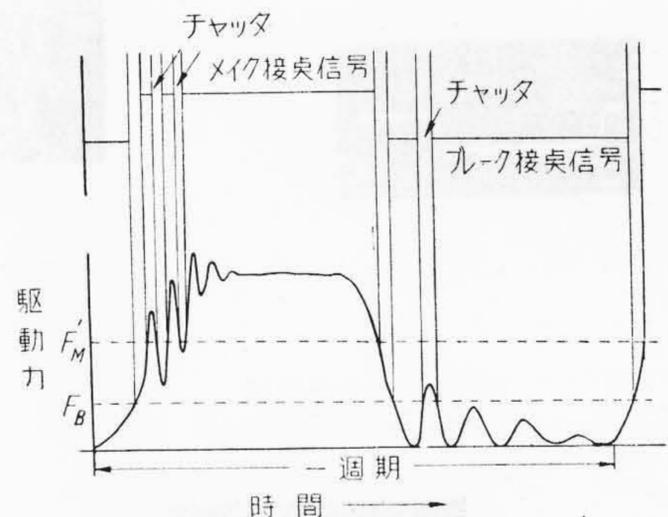
ただし n_B : ブレーク接点におけるチャッタの数
以上の関係を第7図に示す。メイク接点におけるチャッタの関係式も全く同様である。

以上の考え方からチャッタの数を減ずるには、3つの方法が考えられる。すなわち根本的には衝突による振動をできるだけ小さくすること、この振動を可動接点に伝達しないこと、またこの衝撃力に打勝つ力で可動接点を固定接点側に押しつけることの3方法である。

以上は継電器の基本型についての考察であるが、第6図に示されるワイヤースプリング継電器なるものはかなり改良されている。まず衝突振動を少なくするためアマチュアのヒンジを固定軸承とせず、薄い板バネを用いて軽



(B) 駆動力伝達経路



(C) 駆動力とチャッタとの関係

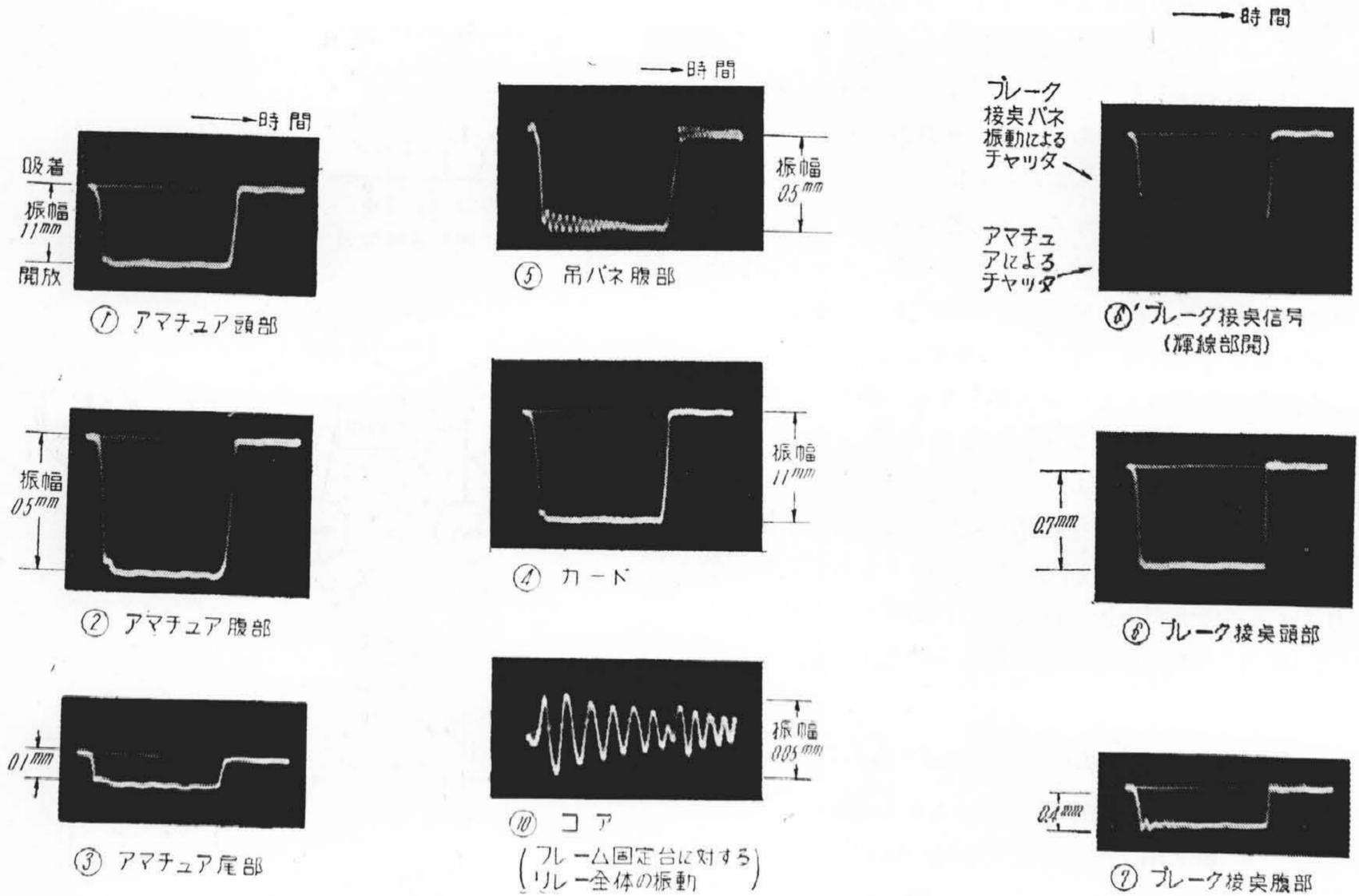
第7図 駆動力と接点の運動
Fig.7. Operating Force and Contact Motion

く抑えて自由度2の振動を許している。つぎにこの衝突振動を直接可動接点バネに伝えることなく、カードを用いて間接に伝え衝突振動をなるべく伝達しないように考えられている。

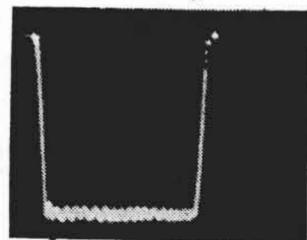
実際の継電器の可動接点バネに伝達される駆動力を測定することは特殊の方法⁽⁴⁾を採つてもなお困難であるので、結果的な各部分の振動を測定することによって解析改良がすゝめられる。各部分の振動波形にチャッタ信号を重畳しチャッタの原因となる衝突振動をあきらかにしこれを抑制する。その一例をつぎに示す。

(4) 実測例について

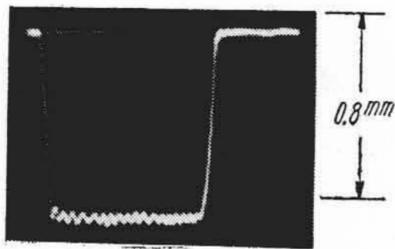
第4図(B)にみられるような、アマチュアのはね返り振動によるチャッタをなくするには、はね返り振動そのものを抑えるかまたはその振幅以上の遊隙をカードとブレーク接点との間に構成してその振動を伝えないことが必要である。はね返り振幅を小さくする方法についてはすでに発表されている⁽³⁾ので省略するが実験的には、吊



時間
 メイク接点バネ振動による
 チャッタ



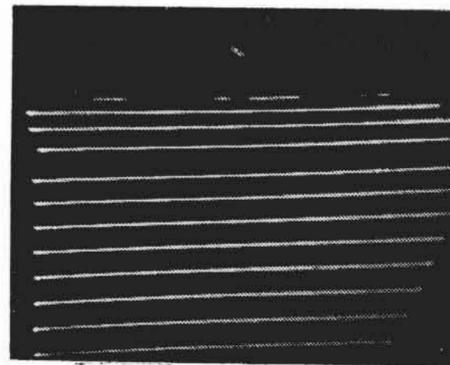
⑧' メイク接点信号 (輝線部開)



⑧ メイク接点頭部

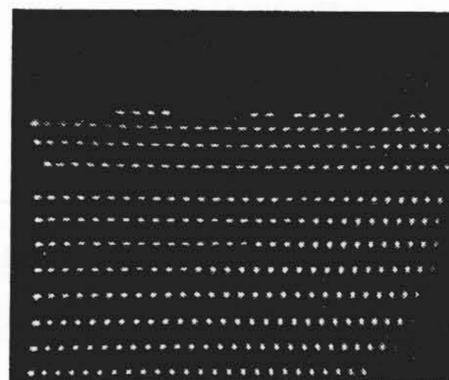


⑨ メイク接点腹部



⑧'' メイク接点チャッタ拡大

時間

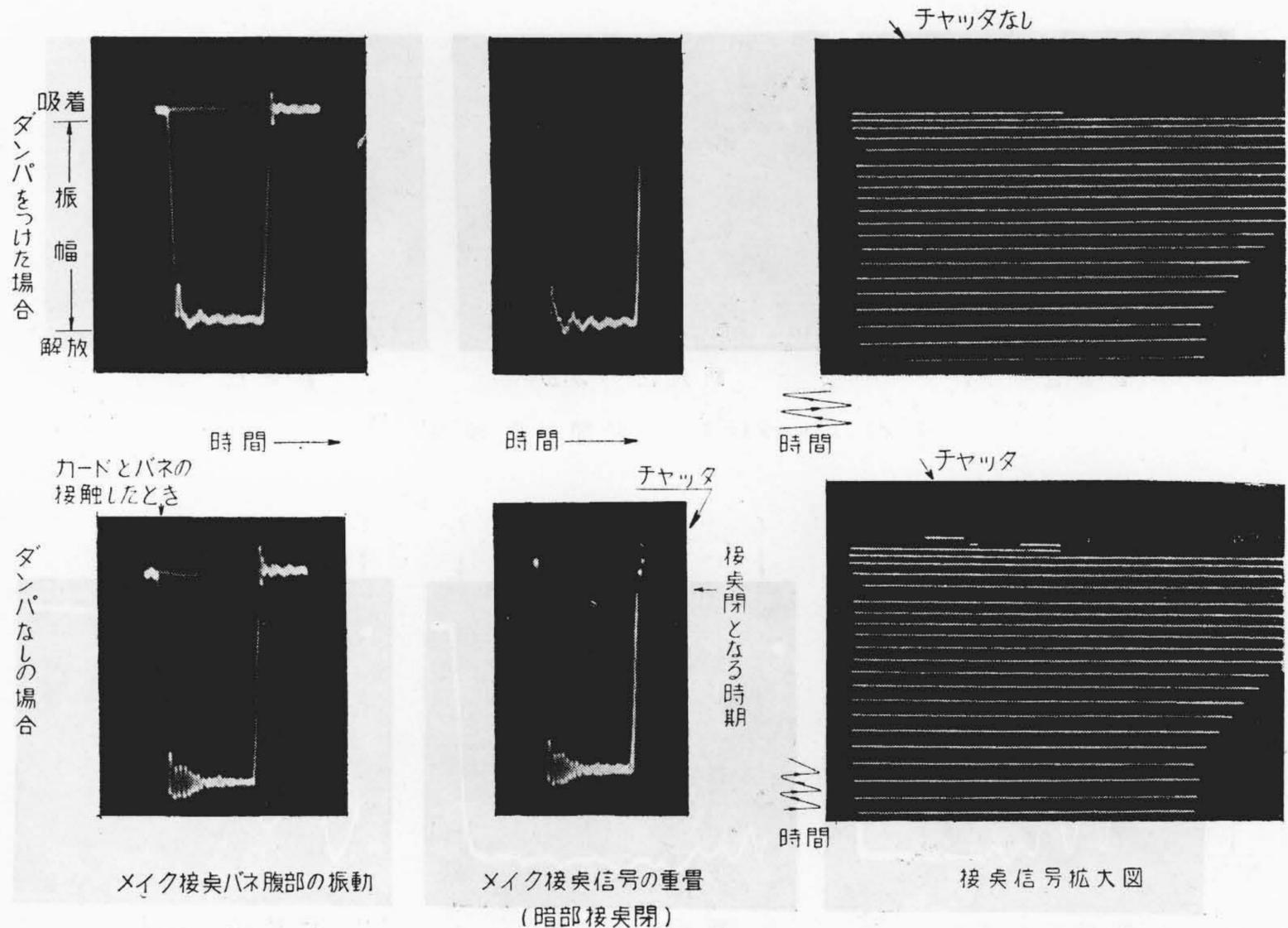


⑧''' 同上時間目盛 (10⁻⁴秒)

①, ②.....⑩ は測定位置番号 (第3図参照)

第8図 リレー各部分の振動

Fig.8. Vibration of Relay Ports



第9図 マイク接点バネダンパの効果

Fig.9. Effect of Applying Damper to Make Contact Spring

バネとアマチュアヒンジバネの強さを加減して最適値を求める。この間の振動波形を監視するのに光電管式の本測定装置が活用される。改善した結果を第8図①②に示す。

改善されたこの継電器についてさらに詳細に各部の振動状態を実測した結果を第8図、第9図および第10図(次頁参照)についてのべる。

(A) 測定結果

固定接点およびコアに対する各部分の振動波形を第8図に示す。①, ②...⑩などは第6図に示した測定位置番号である。測定箇所形状大きさによつて、光電管の受ける平均光量が異なり、振動により変化する光量の割合も違うので、記録された各部の振幅をそのまま比較するわけにはゆかない。振幅はそれぞれ [II] (2) (A) のべた方法により校正したものを記入しておいた。各部分の衝突振動の大きさを比較するにはその割合に直して判読する必要がある。時間軸はどの部分の振動波形に対しても同一である。

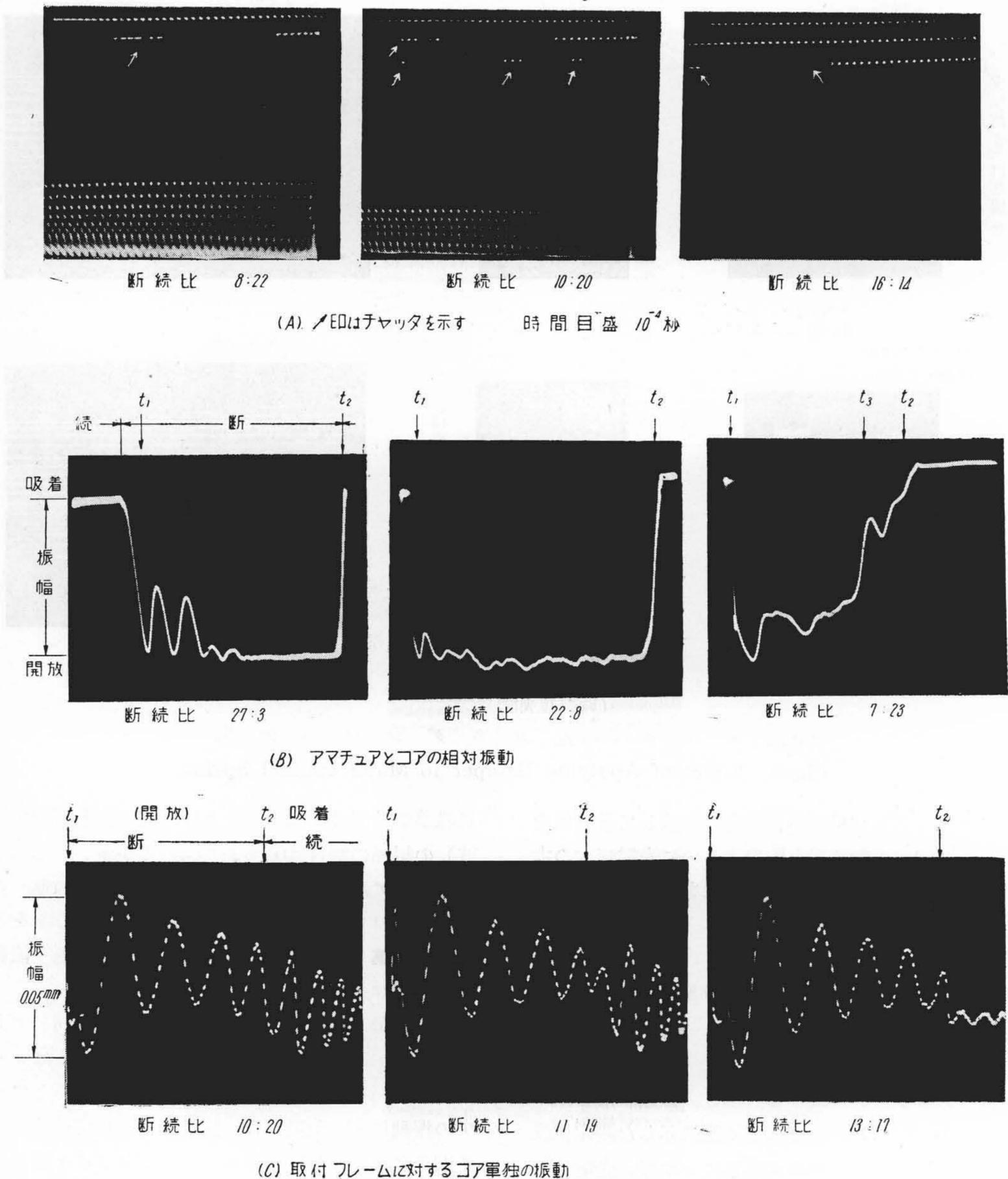
(B) 測定結果の考察

まず振動の根源であるアマチュアの振動から考えてみよう。第8図①②③を見ると、アマチュアがコアに吸着したときには、はね返り振動は見られないが、ストップに衝突したときの方はあきらかに現われている。さら

に吸着開放間の振幅に対するはね返り振動(細かい方の波)の振幅の割合は①②より③の方が多い。このことはアマチュアがストップに衝突して起つたはね返りの振幅は頭部よりも尾部における振幅の方が多いことを示しているが、第4図の例に比してはるかにはね返り振動が小さく、アマチュアの振動特性は優秀である。

つぎに①と④の波形を比較すると、ほぼ同じであることからカードとアマチュアの間には衝突はなくほぼ一体に振動していることがわかる。なお詳細にみるとアマチュアの振動以上に周期の早い振動が含まれているのがわかるが、さらに⑧と比較することによりマイク接点バネの振動の影響をうけていることを知る。⑤の吊バネ腹部の振動も⑧の細かい振動と同じ周期であるが、減衰波形であることから吊バネが震源ではないと考えられる。

接点バネの⑥と⑦、⑧と⑨を比較するといずれも、接点バネの腹部の方が振幅(細かい方の波の振幅をいう)大であることから、接点バネはいずれも胴震い振動をしつゝ接点開閉動作を繰返していることがわかる。⑥と⑧、⑦と⑨を比較してみると、理由はわからないがブレーク接点の細かい振動は小さくかつすみやかに減衰しているが、マイク接点では振幅も大きく減衰もおそくなっている。それでチャッタもマイク接点の方が当然多いことは予想される。



第10図 駆動電流断続比の変化による振動状態の差異
 Fig.10. Influence of Input Pulsing Rate (off and on) on the Vibration

チャッタを接点バネの振動波形に重畳したものを⑥' ⑧' に示す。ブレーク接点は閉から開となる前後にはチャッタがなく、開から閉になった直後に一つと、アマチュアがストッパに衝突してはね返った時期に一つチャッタが発生している。前者はブレーク接点が固定接点に一度接触した後、衝突はね返り振動によつて再び固定接点から離れたために起つたのであり、後者はアマチュアがストッパに衝突してはね返ったものが、カードに伝達されカードがブレーク接点を押しあげる結果発生したもの

と考えられる。このことは各部振動波形に同一の接点信号および時間目盛を重畳したものを拡大してみれば明瞭にわかることであるがこゝでは省略する。

メイク接点においても⑧' にみられるように、開から閉となるときチャッタを生じ、閉から開に復旧するときにはチャッタがない。メイク接点が固定接点に接触する時期はアマチュアがコアの方に吸引されて動きつゝあるときであるから、そのチャッタはアマチュアのはね返り振動には関係がなく、接点バネ自身の振動に起因するもの

である。このことは⑧'と①を比較することによつてもわかることである。⑧''⑧'''はチャッタを拡大したもので、チャッタの数は長短5回あり、長いものでは 4×10^{-4} s 続き短いものは 10^{-4} s 以下である。

いずれの接点も開から閉になつた直後にチャッタが発生しており、閉から開になるときは両者とも発生していない。すなわち衝突した瞬間にチャッタが発生している。

与えられたこの継電器のチャッタは、アマチュアの振動によるものは少く、大部分接点バネ自身の振動に起因するものである。概してチャッタは少なく優秀であるといえる。

(C) チャッタの防止

前項でチャッタの原因となる振動があきらかになつたのでチャッタを防止することは容易である。メイク接点に例をとり、ダンパを附加してチャッタをなくした結果を第9図に示す。メイク接点のチャッタ原因は接点バネ自身の振動であるからこれを制動すると全部チャッタは無くなつてしまうのは当然である。

(D) 断続比変化の影響

以上の結果は継電器駆動周波数が10 \sim で、駆動電流断続比が1対1の場合であるが、周波数や断続比を変えてゆくと振動状態もチャッタの多少も著しく様子がかわつてくる。第10図(A)ではわづかの断続比変化によつても、チャッタに著しい変化が起つている。第10図(B)では、アマチュアのはね返り振動の相様が一変している。第10図(C)においてもわづかの断続比の変化によつて、アマチュアがコアに吸着しているときの振動が著しく違つてきている。第10図の t_1 はアマチュアがストップに衝突した時期で t_2 はコアに吸着された瞬間である。第10図(B)× t_3 はカードがブレーク接点に接触したときである。

以上の変化は、振動しつゝある2つの物体が衝突して新しくはね返り振動を起す場合、衝突直前の位相関係、相対速度、振動姿勢などが異なるために生ずるものと考えられる。このことは駆動周波数を変えた場合も同様に起り継電器の取付状態いかに左右されることは容易に想像される。

[IV] 結 言

測定器を試作するに当り考慮した点は、1台のブラウン管オシロにできるだけ多くの要素を同時に現出せしめんとしたことであり、輝度変調を活用した点が特長である。このため3つの要素を重畳して同時に画面上にあらわすことができた。接点信号は衆知の走査方式をとつたに過ぎないが、十分に拡大してチャッタを漏れなく観測できる。その他二物体間の衝突の時期を接点信号と同じようにして観測することもできる。

さらに改善すべきことは、振幅目盛を直接振動波形上に重畳して較正の繁雑さをなくすること、継電器駆動源として単独パルスおよび間歇パルス群を発生しうることが必要であり、オシロとしては波形中の一部分のみ拡大できる遅延回路を自蔵した方が便利である。

光電管とブラウン管オシロを用いたこの測定法は、被測定物に特に近よる必要もなく、振動体にいさゝかの悪影響もおよぼさず、また光にも電子にも時間的おくれはほとんどないのできわめて高い周波数に至るまで機械振動に正しく追従するから、忠実に振動波形を観測記録することができる。

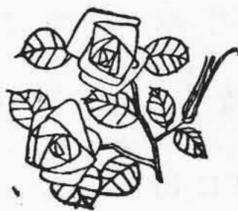
この測定器を用いて、継電器をあらゆる角度から眺めると、振動とチャッタとの関係、チャッタ防止方法のみに止まらず、継電動作を電磁的なもの機械的なものに分離してさらに改善すべき点を具体的に示してくれる。

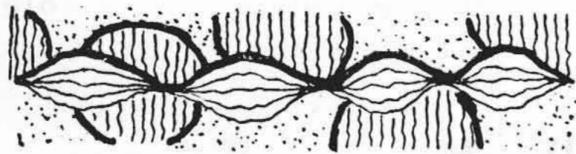
また継電動作が不安定になる状態区間をあらかじめ知つておいてその使用上の注意を与え誤動作その他思わざる事故を防止することができる。

本測定法は継電器のような小型機器の測定にとどまらず、他の多くの大型機械の振動測定にも広く応用されるべき分野があると思う。

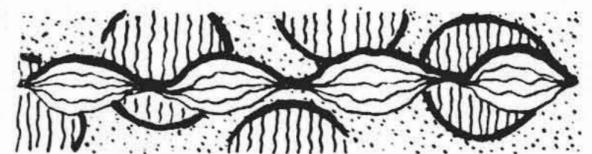
参 考 文 献

- (1) Keller: B.S.T.J. 31 1023 (1952-11)
- (2) Kennedy: B.L.R. 31 141 (1953-4)
井上, 市川: 日立評論 33 51 (昭 26-6)
富田: 日立評論 33 3 (昭 26-6)
- (3) Sumner: B.S.T.J. 31 172 (1952-1)
- (4) Mason & White: B.S.T.J. 31 469 (1952-5)





特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その3)

(第26頁から続く)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
実用新案	424780	自動制御における乱調防止装置	日立工場	前 川 敏 明	30. 2. 22
"	424781	水電解槽放熱量調整装置	日立工場	川 島 夏 樹 谷 崎 夏 義	"
"	424744	軸 受 給 油 装 置	笠戸工場	青 木 喜 六 山 田 一 男	"
"	424732	シ ー ブ	亀有工場	久保沢 稔	"
"	424736	ポンプ軸封水部冷却装置	亀有工場	山 内 章 正	"
"	424757	過 負 荷 防 止 装 置	亀有工場	寺 田 進 勇 宮 崎 内 章 正	"
"	424758	慣性防止装置付過負荷防止装置	亀有工場	宮 崎 内 章 正	"
"	424773	プレートクラッチの操作機構	亀有工場	保 延 誠 三 細 田 部 益 富	"
"	424774	プレートクラッチの操作機構	亀有工場	細 田 部 益 富	"
"	424783	水 平 引 込 起 重 機	亀有工場	大 野 榊 勇 山 崎 榊 勇	"
"	424578	ガス焔用輻射発熱体	川崎工場	井 上 実 実	"
"	424579	ガス焔用輻射発熱体	川崎工場	井 上 実 実	"
"	424580	ガス焔用輻射発熱体	川崎工場	井 上 実 実	"
"	424743	長巻紙印刷機の紙通し時におけるガイドローラ接離装置	川崎工場	大 杉 好 徳	"
"	424745	割出テーブルの締付と回転との鎖錠装置	川崎工場	間 宮 建 次	"
"	424763	自 動 給 油 保 安 装 置	川崎工場	船 山 朝 義	"
"	424721	冷 蔵 庫	栃木工場	楠 本 陽 一 郎	"
"	424722	冷 蔵 庫	栃木工場	楠 本 陽 一 郎	"
"	424723	密閉型ロータリー圧縮機	栃木工場	楠 本 陽 一 郎	"
"	424724	密閉型ロータリー圧縮機	栃木工場	楠 本 陽 一 郎	"
"	424725	密 閉 型 圧 縮 機	栃木工場	楠 本 陽 一 郎	"
"	424726	ウ オ タ ー ク ー ラ ー	栃木工場	栗 本 正 雄	"
"	424730	密 閉 型 圧 縮 機	栃木工場	楠 本 陽 一 郎 田 中 貞 之 助	"
"	424748	冷 蔵 庫	栃木工場	楠 本 陽 一 郎	"
"	424719	紛 糸 電 動 機 ポ ッ ト カ バ ー	多賀工場	萩 野 谷 忠 昭	"
"	424733	ダイヤルチャート型指示記録計	多賀工場	河 井 陽 一	"
"	424737	回転体の偏位精密調整装置	多賀工場	角 野 正 夫	"
"	424742	電子顕微鏡における試料固定装置	多賀工場	只 大 野 沼 文 哉 大 野 沼 文 嘉	"
"	424747	回転型切換スイッチのダイヤル装置	多賀工場	林 益 五 郎 益 子 五 郎	"
"	424750	ボールベアリング取付装置	多賀工場	林 益 五 郎 益 子 五 郎	"
"	424775	光 学 用 積 分 球	多賀工場	牧 野 勇 夫 佐 藤 繁	"
"	424777	小型電動機リード線口出ブッシュ	多賀工場	吉 田 金 太 郎	"
"	424782	ボールベアリング水止め装置	多賀工場	秋 山 幸 夫	"
実用新案	424784	比色測定用試料液槽	多賀工場	佐 藤 繁	30. 2. 22

(第50頁へ続く)