

電話交換機用継電器の振動

Vibration of Relay for Telephone Switchboards

西 口 薫* 田 島 興*
 Kaoru Nishiguchi Kyo Tajima

内 容 梗 概

継電器の動作の中で有害な衝突はね返り振動の主なる原因と振動伝達の概要について説明し、その取り扱い方と振動防止のため考慮すべき事項にふれている。

衝撃の原動力はアーマチュアの衝突で、接点駆動機構と接点スプリングの衝突がこれにつき、接点間の衝撃力は比較的小さい。これらの衝撃の接点チャッタに及ぼす影響力は、発生した振動がちょうど接点が開閉する時刻に、どの程度接点を振動させているかによつて定まる。いいかえれば振動の発生時刻とその伝達に注意する必要がある。

かかる観点から継電器の構造と動作を観察し、振動の問題がどこにあるかを概説した。

1. 緒 言

継電器は駆動電流の断続に応じて接点を開閉するのが目的である。しかし継電器は根本的に衝突を避け得られないものであるから無用の接点开閉が起りがちである。これをチャッタと称し、有害無益のものである。

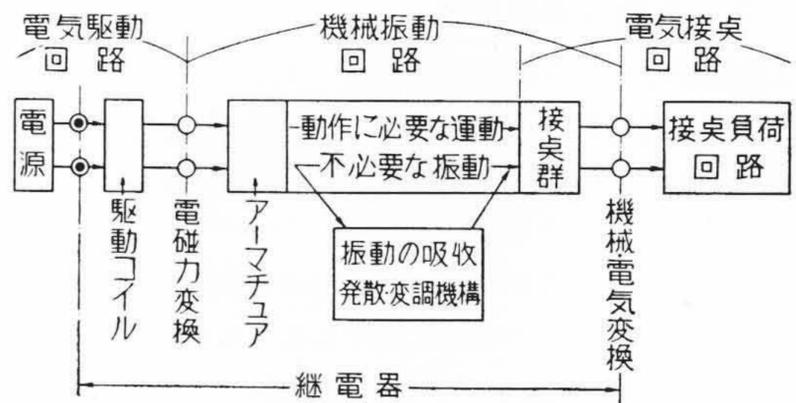
最近電話交換機の発達に伴い継電器には速動と長寿命が要求されるに至つた。速動の目的で駆動電流を増加すると衝撃力が増し、接点のはね返り振幅も大きくなりね返り振動がつづく時間も長びき、接点の離間する回数も多くなる。このことをチャッタが増大するという。チャッタがあまり激しいときは接点回路に接続された機器の誤動作の原因となることがある。また継電器の寿命はほとんど接点の消耗度によつて定まり、接点の消耗は電気的な放電現象と機械的摩擦によつて起る。チャッタが増大するほど、両者の原因による消耗がともに促進される。したがつて継電器を安定に動作せしめ長寿命にするにはチャッタを防止しなくてはならない。

チャッタは複雑な衝突を含む振動系の振動結果であつてその解析は容易ではないがチャッタの原因探求について検討した結果を定性的に概説する。

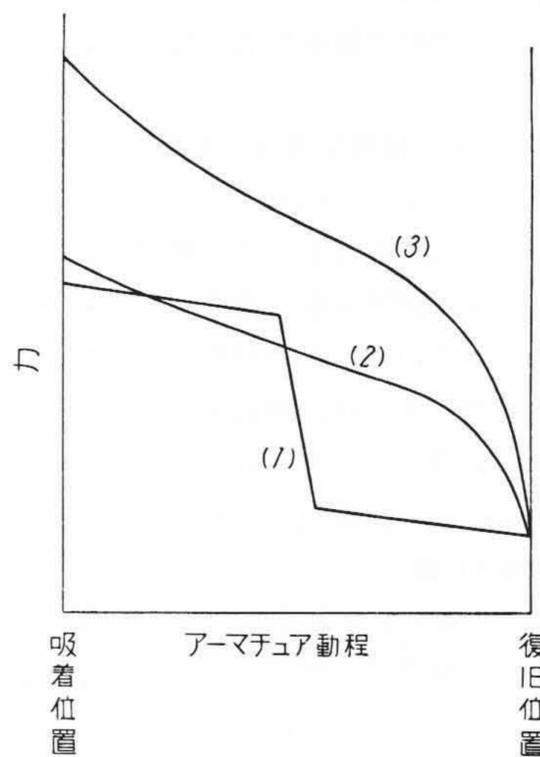
2. 継電器振動の構成

2.1 継電器の動作概要

継電器の構成は第1図に示すように電気駆動回路、機械振動回路、接点回路の三部分に分けられる。継電器の目的はコイルに加えられる電圧パルスに対応して接点を開閉し接点に接続されている電気回路を断続するものである。接点の駆動機構にも、接点群自体にも必ず衝突運動を含んでいるために、これが不必要な有害な振動として接点开閉の際に生ずるチャッタの主原因となる。この振動はダンパー機構によつて吸収するか、または接点に



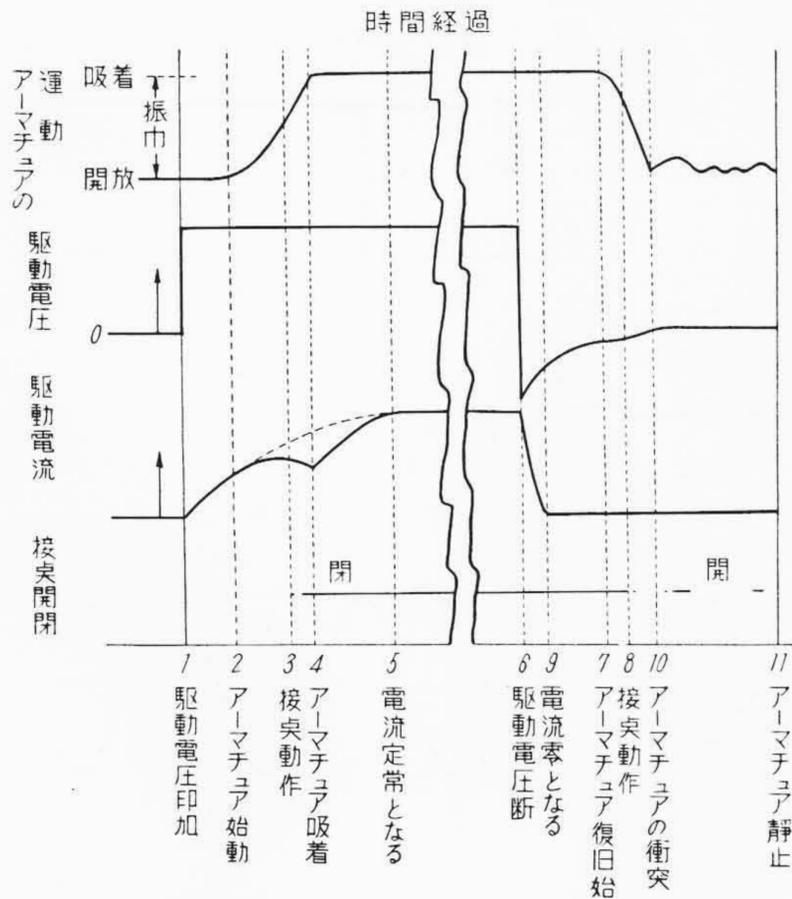
第1図 継電器の構成



第2図 アーマチュアの負荷と吸引力

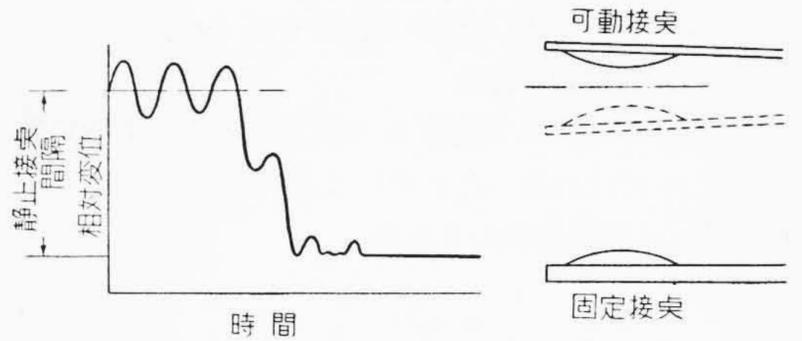
至る振動伝達回路に間隔を設けて振動の伝達を防止するかまたは接点スプリングの共振を遠く避けた周波数に転換する必要がある。第2図の曲線(1)はアーマチュアの負荷で主として接点スプリング群によつて吸引力に逆らつてこれを押しかえさんとする力であり曲線(2)はアー

* 日立製作所戸塚工場

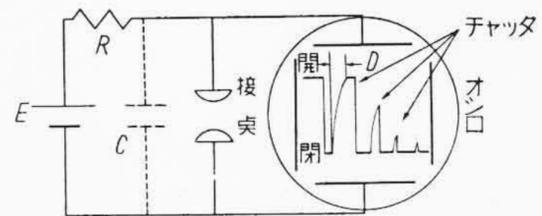


第3図 継電器の動作順序

マチュアに働く吸引力である。吸引力が、アーマチュアをおさえているスプリングの圧力に打ちかつまで高められると、アーマチュアが動き出し、途中接点開閉を行いつつコアに吸着される。曲線(1)と(2)にかこまれた部分のエネルギーはアーマチュアの加速のために費やされる。第2図のように両曲線の交叉した部分ではアーマチュアが減速されることになる。このために起る躍動はチャッタ増大の原因ともなる。もし吸引力が曲線(3)のように過大である場合は円滑に加速されるが有害無用のアーマチュア吸着衝撃は増大する。復旧時にも同様に、電流とアーマチュアの動きとはお互いに影響しあうものである。継電器動作順序の一例を第3図に示す。電流は点線のようになんぞの曲線となるはずであるが主としてアーマチュアが動くため逆起電力が発生し順調な電流の増加をさまたげ曲折する。その曲折点は必ずアーマチュアが最高速度のときすなわち吸着した瞬間に一致する。衝突振動を小さくするためには衝突直前の速度を逡減して小さくすればよいのであるが、接点では開閉の瞬間の速度が小さいと、放電摩耗がはげしくなり継電器の寿命を縮める。したがって理想的には、放電間隔以下の接点開閉速度はできるだけ速く、しかもチャッタを生じない程度の振幅に制限できる機構が望ましい。第4図に示すように振動しつつある接点が開閉するとき、その速度は閉成時の振動位相いかんによつて零になる可能性もあり、非常にはやくなることもあり、振突時の位相とも関連してチャッタと放電摩耗促進の原因となる(後述第13,14図



第4図 接点の相対振動(接点閉成時)



第5図 チャッタ測定回路

にも関連事項を示してある)。

接点の開閉を接点間の電圧波形でみる場合には接点電気回路の条件によつて、観測波形は大いに異なるから注意を要する。

漂遊静電容量Cのためにオシロに現われる電圧波形は第5図のようになる。周期の早い、はね返り時間の短いチャッタを検知するには端子間容量の小さいオシロを選び、配線も短く線間隔もできるだけ広くする注意が必要である。

よく知られているように、時定数 τ はRとCの積で示され、接点間の電圧 e_c は接点の離れた瞬間を基準とすれば、次式で表わされる。

$$e_c = E(1 - e^{-t/\tau}) \dots\dots\dots (1)$$

$\tau = t$ とおけば $e_c = 0.632E$ となる。 τ はいいかえれば接点間の電圧が $0.632E$ に達するまでの時間を示す。

オシロ画面上の垂直軸方向の変化の感知限界を陰極線輝点直径 Δx までと仮定する。 $\Delta x = Ke_c$ とおいて t について解けば

$$t = -\tau \log \varepsilon \left(1 - \frac{\Delta x}{KE} \right) \dots\dots\dots (2)$$

ただし k は総合垂直感度係数

この式で示される時間 t 以下の小さいチャッタすなわちはね返つて離間している時間が t 以下のものはオシロ画面上で判然としないことになる。実際にはキャパシタンスのみではなく、インダクタンスも含んでいるからさらに判別困難になる。

またはね返り振幅が 10^{-4} cm 程度の小さいチャッタで

は湿度の影響をうける⁽¹⁾から注意を要する。

2.2 衝突振動の発生

質量 m なる物体が速度 v_0 で質量無限大のものに衝突し速度 v_r ではね返つたとすれば、衝突によるエネルギー損失 T_D は次式で表わされる。

$$T_D = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v_r^2 \dots\dots\dots (3)$$

さらに $T_D = \alpha \frac{m v_0^2}{2} \dots\dots\dots (4)$

と置いて反発係数 K を求めると

$$K = \frac{v_r}{v_0} = \sqrt{1 - \alpha} \dots\dots\dots (5)$$

すなわち反発係数は結果的な速度比を意味するにすぎないが根本原因となるものは塑性変形、摩擦、振動などの衝突に際し費やされるエネルギーの損失係数で表わされている。衝突振動の原動力としては v_0 の小さい時期をえらび、継電器の動作と寿命に悪影響を及ぼさないエネルギー損失機構を付けることが要点である。このために衝突後継電器の動作に無害な振動姿態に転換して、衝突勢力を別な方向にそらして吸収する機構（たとえば後述第15図(A))はよい着想である。

質量がそれぞれ m_1, m_2 なる物体が衝突してそれぞれに起る速度変化は次のように示される。

$$v_{1r} = v_{10} - (1 + K) \frac{m_2}{m_1 + m_2} (v_{10} - v_{20}) \dots (6)$$

$$v_{2r} = v_{20} - (1 + K) \frac{m_1}{m_1 + m_2} (v_{20} - v_{10}) \dots (7)$$

ただし v_{10}, v_{20} : 衝突前の m_1, m_2 の速度
 v_{1r}, v_{2r} : 衝突後の m_1, m_2 のはね返り速度
 K : 反発係数

(6)と(7)より

$$\frac{v_{1r} - v_{10}}{v_{2r} - v_{20}} = - \frac{m_2}{m_1} \dots\dots\dots (8)$$

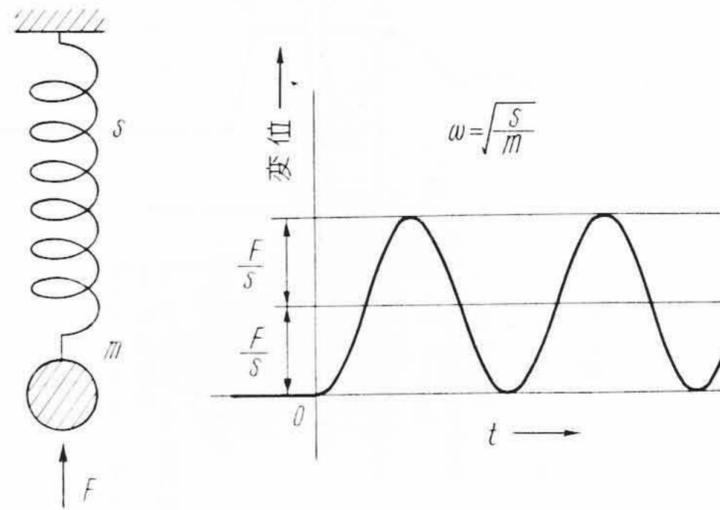
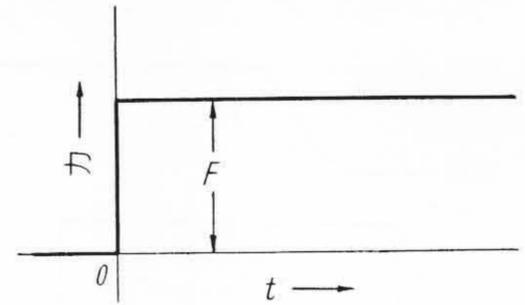
すなわち衝突の瞬間に働いた力の作用と反作用は等しいので、それぞれの速度変化は質量に反比例することを示している。

第6図に示す⁽²⁾ような一自由度系の等価質量に力 F が加えられたときの運動の方程式は

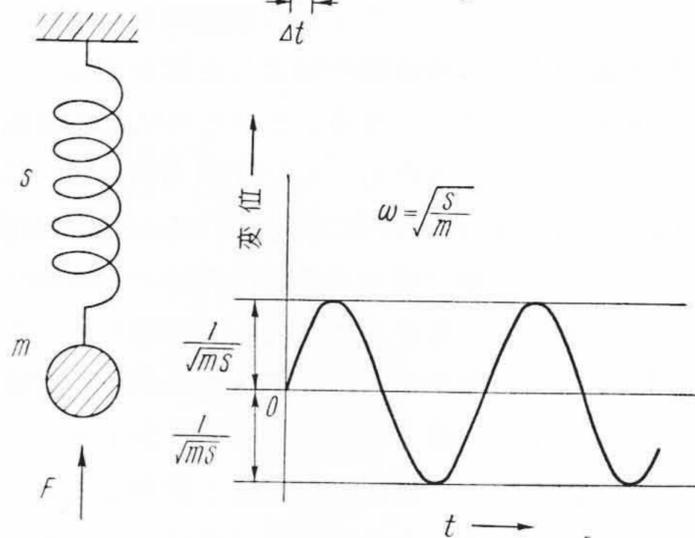
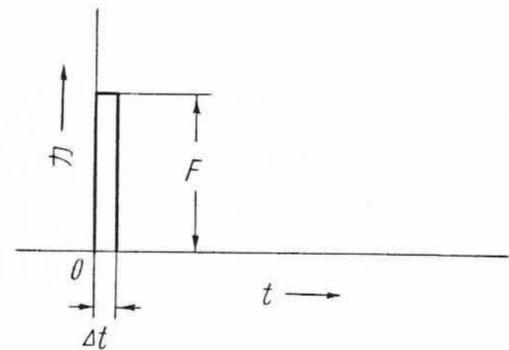
$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + s x = F \dots\dots\dots (9)$$

初期条件 $t=0$ のとき $x=0, \frac{dx}{dt} = 0$ とおいて解けば

$$x = \frac{F}{s} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{s}{m}} t \right) \dots\dots\dots (10)$$



第6図 力の突然給与による振動



第7図 衝撃力による振動

となる。すなわち F/s だけ変位した位置を中心として振幅 F/s で振動する。その周波数は自由共振周波数に等しい。

第7図⁽³⁾に示すようにきわめて短い時間 Δt にパルス的な力 F が加わった場合には、 Δt の間 $-sx$ なるスプリングの作用力を無視することができる。すなわち $m \frac{d^2 x}{dt^2} = F$ したがって $m \frac{dx}{dt} = F \Delta t$ とおくことができる。これが m に与えられた衝撃である。いま $F \Delta t = 1$ とし、その値を変えないように F を増大し Δt を零に

近づけると $t=0$ において $m \frac{dx}{dt} = 1$ とおくことができる。いかえればこの関係を初期条件として次の方程式に与えるだけですむことになる。

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + sx = 0 \dots\dots\dots (11)$$

初期条件として $t=0$ のとき $x=0$ をつけ加えて(11)式を解けば次式を得る。

$$x = \frac{1}{\sqrt{ms}} \sin \sqrt{\frac{s}{m}} t \dots\dots\dots (12)$$

これは単位衝撃による振動で第7図に示すように静止位置を中心としている。

リレーによく見られる接点スプリングの衝突振動について考えてみよう。断面は一様で一端がクランプされているものとする。ほかの一端が自由で自由度1の形で振動しているスプリングの運動のエネルギーは次式で表わされる⁽⁴⁾。

$$T_0 = \frac{M}{8} v_0'^2 \dots\dots\dots (13)$$

ただし M : スプリングの質量

v_0' はすでに衝突損失を差し引いた、等価的な衝突直前のスプリング先端における速度とする。

このスプリングが先端支持点に衝突し、(6)式のエネルギーがすべて後述の第17図一次の振動に転換された場合の振幅を求める。この振動状態のときの運動のエネルギー T_1 は⁽⁴⁾

$$T_1 = \frac{\omega^2 m A^2}{4} \left(\frac{1}{\cos^2 Cl} - \frac{1}{\cosh^2 Cl} \right) \dots\dots\dots (14)$$

ただし ω : 振動角周波数

l : スプリングの長さ

C : $\tan Cl = \tanh Cl$ の解

(9)式と(10)式とを等しいとおき A と v_0' と振幅最大点における振幅 x との関係の求めると

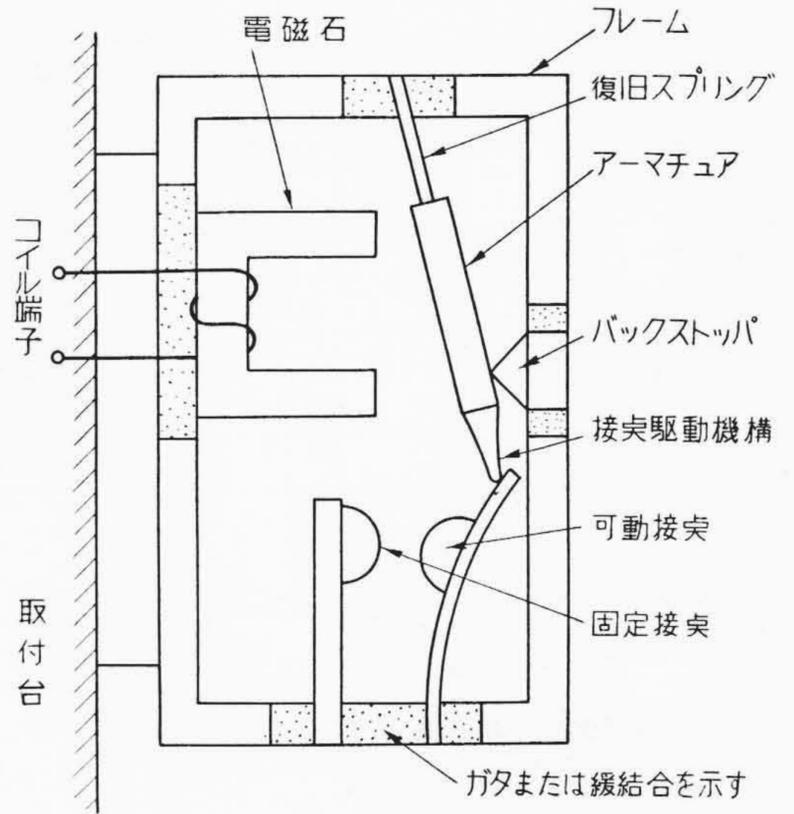
$$x = 1.4 A = 0.7 \frac{v_0'}{\omega} \dots\dots\dots (15)$$

この振動による支持点の圧力変化を求めると

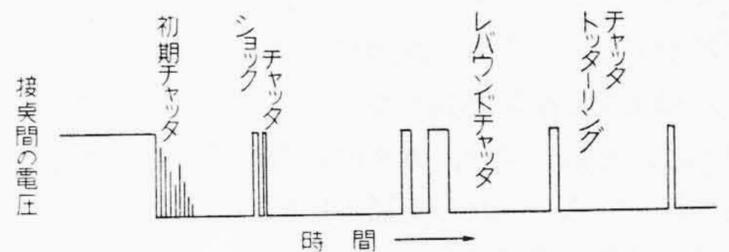
$$F = \frac{64.4 EI}{l^3} x \dots\dots\dots (16)$$

実例について計算してみると、接点スプリング自体の振動によつて支持点の圧力が $\pm 40\%$ 変動することも珍しくない。多くの場合接点スプリングの振動により支持圧力の減少した時刻にチャッタが発生しやすい。これをユラメキ(tottering)チャッタと名づけよう。

具体的に第8図に示す継電器の模型について、衝撃の発生を説明する。



第8図 継電器構造模型

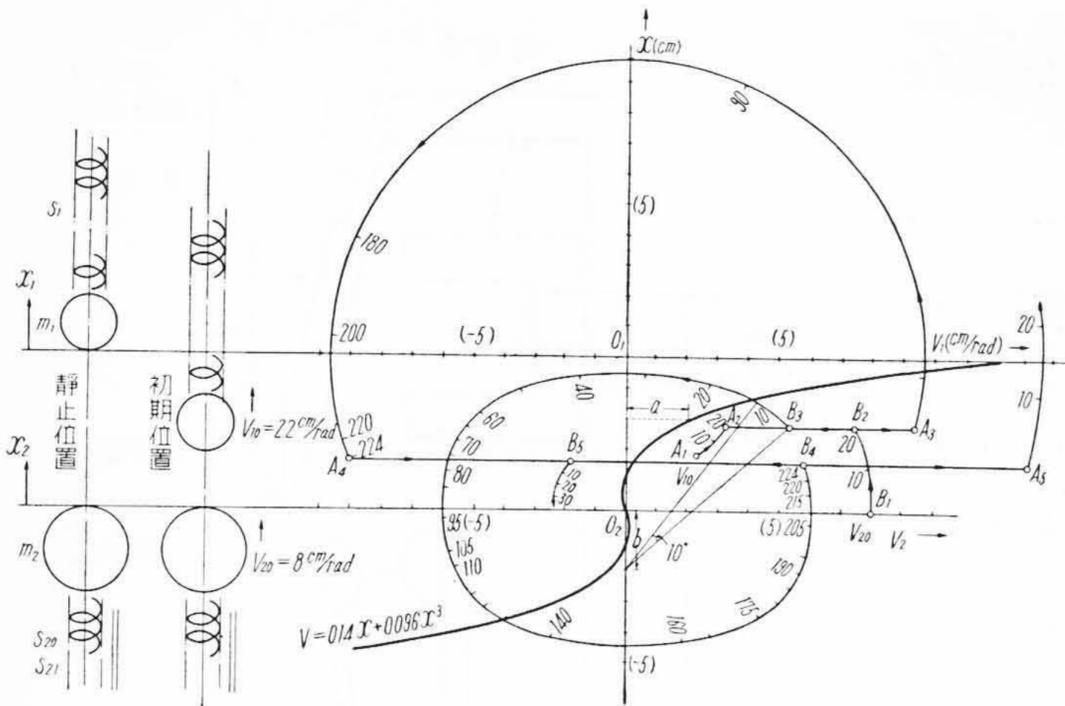


第9図 チャッタの種類

アーマチュアが接点駆動機構に接触するときとアーマチュアが電磁石に吸着されるときに衝撃力は小さいが衝突部品の振幅は比較的大きく後者はその逆であるのが普通である。また接点が閉じるとき接点間の衝突により衝撃力が発生する。電磁石の電流が断たれると復旧スプリングなどの力によつてアーマチュアがバックストップに衝突する。この衝撃は吸着のときについて大きい衝撃である。復旧のときも接点駆動機構いかによつては衝撃が起る。チャッタは主として振動しつつある接点が閉じるときに多く発生する。

2.3 衝撃の伝達

アーマチュアの運動の反動として継電器全体の重さと取り付けの強さに対応する共振周波数でリレー全体が振動するとともに、ヨークも若干変形し構成部品間の相対関係位置を微動するような振動も起る。吸着衝撃は電磁石取り付け部、フレームなどを経て接点スプリングを取り付け部から励振することにもなる。アーマチュアの吸着衝撃のために起る接点の振動が接点圧力に打ちかつてはね返る現象をショックチャッタと称する。また接点に伝達された振動が次の接点動作の周期まで減衰消滅しないで残存している場合にもまたチャッタの原因になる。



第 10 図 非直線衝突振動の図式解法

(後述 第 14 図 に一例を示す)。初期チャッタはその一つである。レバウンドチャッタは接点駆動機構のはね返りと接点の振動とが複合したものが原因となる。衝撃の発生箇所から接点までの振動伝達路の構造は一様ではなく、起りうる振動姿態も多く、振動の減衰しやすい材質の部分、緩結合部分、ガタのある部分などで立体的に構成されている。これらを通る振動の伝達は非直線的であり過渡現象の連続である。

これらの衝突問題を図式に解く方法として次のような一例⁽⁵⁾を紹介する。

第 10 図 に示される m_1, s_1 の振動系と m_2, s_2, s_2' よりなる非線型の振動系の衝突問題を解くために、縦軸に変位 x (cm) を横軸に速度 (cm/rad) を同じ大きさの目盛りにとつた位相面座標を利用し作図する方法である。

m_1 の運動方程式は

$$m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} + s_1 x_1 = 0 \dots\dots\dots (17)$$

いま $\omega_1 = \sqrt{\frac{s_1}{m_1}}$ とおき $v_1 = \frac{dx_1}{dt}$ $\dots\dots\dots (18)$

とおきかえれば

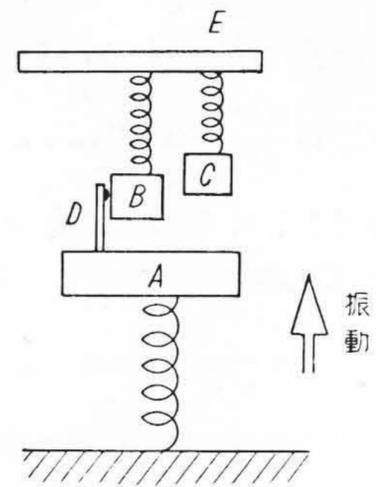
$$\frac{dx_1}{dv_1} = -\frac{v_1}{x_1} \dots\dots\dots (19)$$

を得る。これを積分してみればこれは原点を中心とする円であることがわかる。

一方 m_2 についているスプリングは非直線的でその反発力を $s_{20}x + s_{21}x^3$ とすれば運動の方程式は

$$m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} + s_{20}x_2 + s_{21}x_2^3 = 0 \dots\dots\dots (20)$$

同一位相面座標を用いるために次の操作をして振動角周



第 11 図 振動伝達の非直線性

波数を形の上でそろえる。 $\sqrt{s_1/m_1} = \sqrt{s_{22}/m_2}$ となる s_{22} を用い (20) 式の左辺に $s_{22}x_2 - s_{22}x_2$ を加え整頓すると

$$\frac{dx_2}{dv_2} = -\frac{v_2}{x_2 + \sigma_1} \dots\dots\dots (21)$$

ただし $\sigma_1 = -x + \frac{1}{s_{22}}(s_{20}x + s_{21}x^3)$

これは、中心の位置を x に対応して σ_1 だけ修正しながら円弧を接続して図形を描いてゆけばよい。たとえば図の a と b を等しくとり、 a に対応する x の付近だけ円弧を描き順次これを繰り返せばよい。図中 () のない数字はすべて角度の目盛りであり時間の目盛りと考えてもよい。図はその一例として

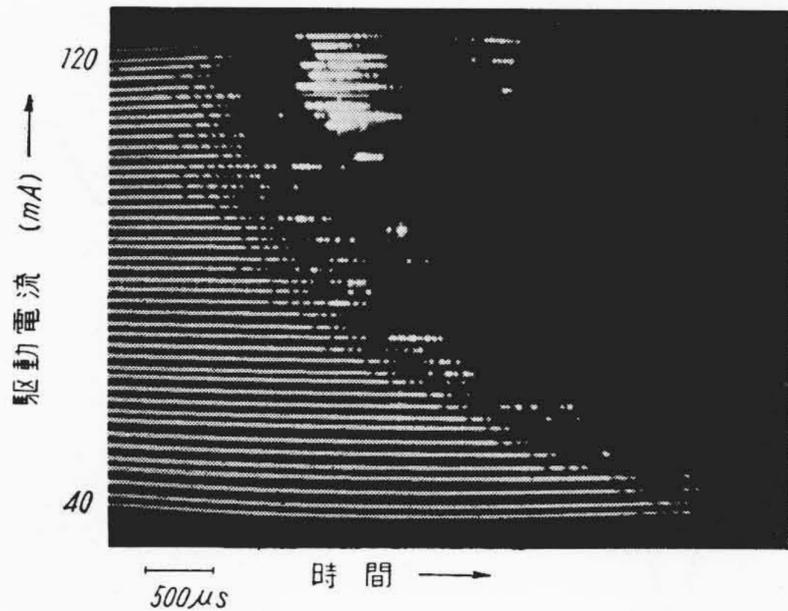
$m_1 = 10 \text{ kg}$ $m_2 = 29 \text{ kg}$
 $s_1 = 4 \times 10^6 \text{ dyne/cm}$ $s_{20} = 10 \times 10^7 \text{ dyne/cm}$
 $s_{21}/s_{20} = 1/9$

の場合で出発点 A_1, B_1 を与えている。 A_1, A_2 は O_1 を中心とする円弧で m_1 の運動を示す。 B_1, B_2 は m_2 の運動を示し前述のように σ_1 の補正を行いつつ描いた円弧を接続したものである。 A_2, B_2 とともに 20 度であるから同時刻に同位置にあることを意味しここで衝突する。衝突後の速度は (6), (7) 式により求め (18) 式によつて換算された値によつて点 A_3, B_3 が定まる。 A_3, A_4 は O_1 を中心とする円弧で B_3, B_4 間は円弧ではない。角度目盛りが 224 になつたとき同じ x の位置に到達するからここで第 2 回目の衝突をすることになる。衝突後の速度は同様に求められ A_5, B_5 の点が定まる。

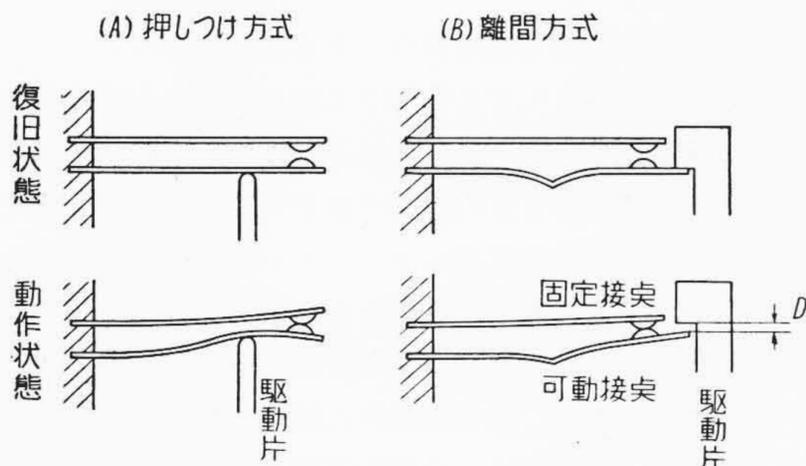
第 1 回目の衝突から第 2 回目の衝突までの時間は 244 度をラジアンに換算し ω_1 で除して 0.195 秒を得る。

このようにして非直線型を含む衝突の問題を図的に簡潔に解くことができる。

実際構造ではさらに複雑な状態が多く見受けられる。



第12図 駆動電流とチャッタの増減



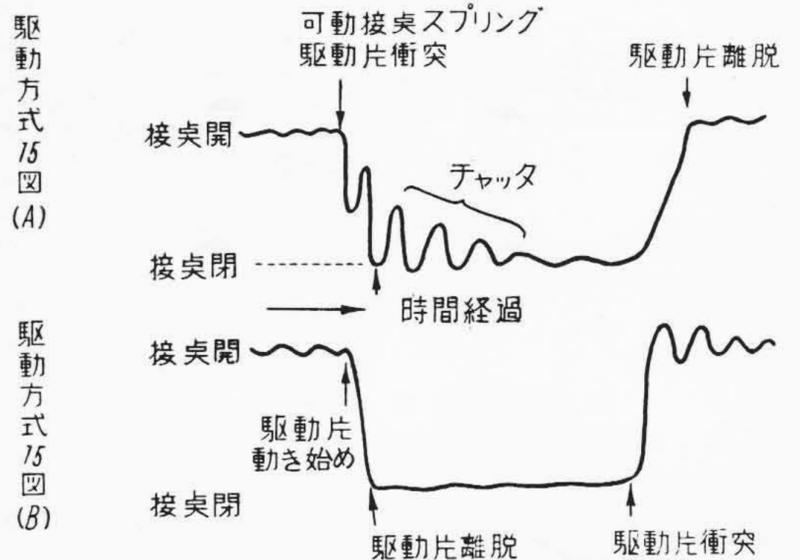
第13図 接点駆動方式

ガタや摩擦結合の一部分を模型的に示せば第11図のようになる。図のAにまず振動が与えられ、摩擦結合Dを経てBに伝わり、Eに達する。この状態からさらにAの振幅が増大されるとDとB間の摺動振幅が大きくなり、AとBが衝突するに至る、さらにAの振幅を増すとAとBの衝突に引続いてAとCの衝突が起りAの振動に回転運動の要素が新しく加わることになる。場合によってはBとC間でも衝突しないときにはAの振動周波数と同じ周波数の振動がB、Fと伝えられるが、AとBが衝突したときはまったく別の周波数が発生する。同様にAとCとの衝突が新しく加わったときも振動の様子が一変する。振動状態が急変することも容易に起り得るものである。

これらの複雑な振動の総合結果がチャッタとして現われるのであつて、第12図に駆動電流とチャッタとの関係の一例を示す。

3. 接点の動作方式

接点を開閉する機構には第13図に示すように直接に押すものと、間接に



第14図 接点間の振動と接点接触の時期

接点を動かすものがある。(A)の方式では構造簡単であるが必要以上に強い衝撃力を接点スプリングに与えるにとどまらず、常に駆動片の振動を接点に与える欠点がある。(B)の方式ではその欠点が改められている。

一般にチャッタは接点の開離時よりも閉成時に多く発しやすいものである。(A)の方式ではまず駆動片と可動接点スプリングが衝突するために駆動点を支点として可動接点が振動を起す。(B)の方式では駆動片と可動接点スプリングの衝突は接点开離時であり、復旧状態にある時間に可動接点スプリングの振動が減衰してから接点の閉成運動となるからチャッタは少ない。固定接点に与える振動も(A)の方式の方がはるかに大きい。

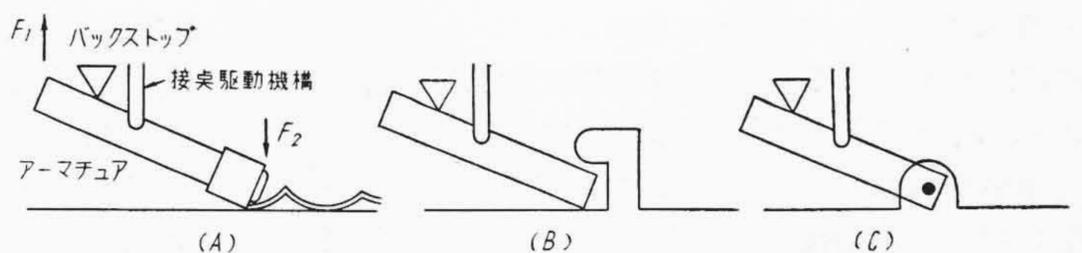
以上の振動状態を概念的に示せば第14図のようになる。

4. 防振の方法

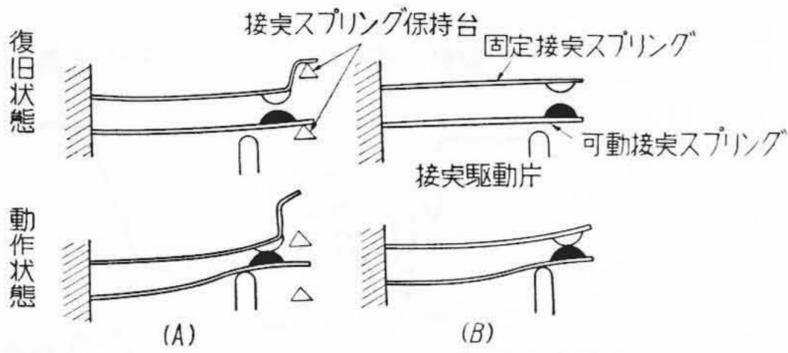
チャッタ防止のために振動減衰用ダンパーを挿入する方法だけでなく、接続部分に適当な間隔を設けること、衝突直後振動状態を変換するなどの有効な方式が実用化されている。一例を第15図(A)に示す。

粘弾性ダンパーを各所に入れることは確かに有効であるが、高次振動は吸収するがかえつて低い周波数の振幅の大きい振動を許すことになつたり、クリープや変質により不安定な動作にならないよう注意する必要がある。

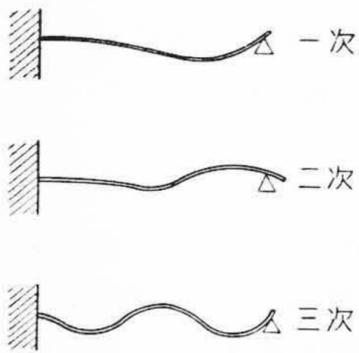
第13図(B)に示すような間隔Dを設けることは振



第15図 アーマチュア保持機構



第16図 接点保持機構



第17図 先端支持棒の振動状態

幅 D 以下の振動を遮断することにもなり、それ以上の振幅に対しては衝突箇所を増すことになるからその利害を比較して時期的に有効であるように考慮して設ける必要がある。

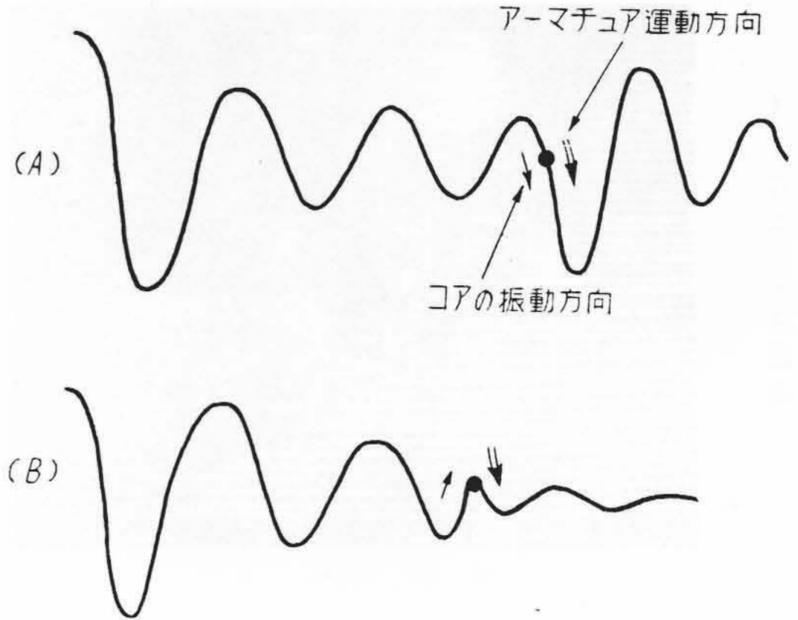
振動状態変換による防振法の一例としてアーマチュアの保持機構について考察する、第15図 (A) は

ヒンジを適当な力 F_2 で圧下保持している機構で上下振動は若干は許すが図面に対し左右の方向には拘束している。(B) は上下および右向の運動を限定するが圧下力はない。

(C) はアーマチュアのヒンジを軸承けで固定しアーマチュアの回転運動のみ許す機構である。(C) の機構では F_1 なる力により加速されたアーマチュアがバックストップに衝突し、衝突点の反発係数に従って大きくはね返るが、(A) の機構ではヒンジの跳躍を許しているので衝突直後ヒンジもはね上り、このためにバックストップ位置におけるアーマチュアのはね返り振幅は半減する。(B) の機構ではヒンジの部分で衝突をくりかえすため (C) より振動が早く減衰する。(A) の機構の動作に見られるように衝突直前アーマチュアはヒンジを中心とする回転運動をしていたものが重心に近い部分を中心とした回転運動に変つてしまう。このため接点に伝えられるはね返り振動振幅をかなり小さくすることができ巧妙な着眼である。

接点の保持機構の例を第16図に示しておく。

(A) の機構ではいずれの状態においても接点スプリングは駆動片または保持台に保持されているから振動の減衰がはやい。(B) の機構の復旧状態では固定接点スプリング、可動接点スプリングともに支持するものがなく自由振動を放任した状態で、振動の減衰はほとんど期待できない。固定接点側、可動接点側ともに振動しながら接点閉成が行われるのでチャッタは激しく起る。この



第18図 衝突時の位相と振動

ことはすでに説明したとおりである。

先端が支持されたまま振動する接点スプリングの振動状態は第17図のように示される。これらの振動がいろいろの割合でさまざまな位相で混合して発生するわけである。また駆動片の位置によつてその混合の割合は異なるからチャッタに有害な振動を起さぬ位置を選ばなくてはならない。スプリングが曲るために支持点で若干摺動が起り摩擦がある。特別振動防止機構をもたない接点スプリングの振動減衰はこの摺動摩擦または衝突損失によることが多い。

5. 振動特性と用途

以上述べてきたことは継電器振動の機構と防振方式であるが、これらを考えに入れ設計製作された継電器の主要振動特性として何を測定すればよいか考えてみよう。

継電器の最も重要な特性は駆動電流と接点が開閉するまでの動作時間の関係であるがここでは省略する。継電器の振動状態は駆動力の大小と各部分の振動の位相関係によつて大いに状態が異なる。たとえば駆動電流の断続比をかえ、電磁石鉄心の振動を測定すると第18図のようなことが起る。(A) に示すように、ある断続比ではコアが下方に揺れてゆくときにアーマチュアが同じ方向に運動して吸着し励振され振幅が増大している。別の断続比では (D) に示すように正面衝突の状態に吸着し、これによつて鉄心の振幅が急に小さくなっている。このほかに位相関係を変えるものは振動周波数、駆動電流波形、継電器取付状態、接点回路、電気的條件などである。これらの条件を変えつつ、ストロボライトで振動の概要を観察し、ブラウン管オシロで接点のチャッタを観察し、実用上有害な不安定区域を見分ける。特に吟味を要する部分は光電管ブラウン管法⁽⁶⁾によつて詳細に検討しておくのが良い。継電器の動作速度を早めるために駆動

電流を大きくする方法がよくとられるが振動状態をよくみてから実施すべきである。

6. 結 言

継電器は直流電流を与えてアーマチュアが吸着され接点を閉じるだけのものだという従来の軽視観念は誤りであり、動作速度の向上と長寿命を望まれる現在、なおさら継電器接点のチャッタを少なくする必要がある。チャッタの主原因は接点の開閉直前に接点スプリングが振動することであつて、アーマチュアや接点駆動機構に発生する振動を接点に伝えないようにするか、または接点開閉動作以前に振幅を減衰させておく必要がある。その方法としては粘弾性ダンパー材を用いることを唯一のたよりとすることなく機構部品間に間隔を設けること、振動

姿態を変換すること、衝突打撃損失を利用することなどを考慮に入れて機構を選定する必要がある。

終りに御指導をいただいた東京大学互理教授と御協力をいただいた日立製作所飯島一憲氏に深謝する。

参 考 文 献

- (1) 西口：電気四学会連合大会予稿(昭 32-4)
- (2)(3) Karuman, & Biot Mathematical Method in Engineering. 1939
- (4) Peek, Wagar: Switching Relay Design D. V Norstrand Co. 1955.
- (5) 松平, 武井: 電気通信学会全国大会予稿(昭 31) 松平, 武井: 東北大談話会プリント(昭 31-05~08)
- (6) 西口: 日立評論 37, 807 (昭 30-5) 西口: 電気通信学会全国大会予稿(昭 32-10)



日立製作所社員社外講演一覽

(昭和33年5月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
5. 28	全国炭鉱技術会	防爆形ベルトコンベヤ総括制御について	日立工場	佐藤 広光
5. 20	日本事務能率協会	便利な日程計画計算尺	国分工場	藤原 寿郎
5. 16	熔接学会	薄鋼板の熔接ひずみに関する研究	笠戸工場	一海 俊景 鈴木 音次郎
3. 19	資源調査会エネルギー部	揚水発電所用ポンプについて	亀有工場	寺田 進男 田原 晴男
5. 27	全国炭鉱技術会	100 HP 油圧駆動式コールカタについて	亀有工場	青木 勝文
5. 29	日本シェルモールド協会	鑄鉄のシェルモールド鑄造における諸問題	多賀工場	江 刺 清文
5. 14	名古屋商工会議所生産本部	イタリヤデザインのあり方とメーカーとの結び付	多賀工場	池 田 英夫
5. 13	中国自動制御協議会	自動制御の機種について	多賀工場	木 村 尚一
6. 8	栃木県X線技師会会長	医療用コバルト照射装置について	亀戸工場	和 田 正脩
6. 3	社団法人セメント協会	当工場の安全管理の実施状況について	亀戸工場	寺 下 信
6. 10	日本産業訓練協会	下請工場に対する安全衛生の指導にかんがみて	亀戸工場	寺 下 信
6. 15	長崎県X線技師会会長 篠原 馨	日立X線装置の間接制御方式について	亀戸工場	和 田 正脩
5. 21	日刊工業新聞社	ラジオ, テレビのトランジスタ化	戸塚工場	長 浜 良三
5. 30	岐阜県那加町航空自衛隊整備学校	通信機生産工場における生産管理と品質管理	戸塚工場	中 村 良男
6. 24	コンサルタントサービスクラブ	管理徹底のための情報伝達機構の設計とその運営	茂原工場	安 岡 修一
5. 7~15	京都大学基礎物理学研究所	プラズマと電磁波の相互作用	中央研究所	法 橋 登
5. 28	質量分析研究会	質量分析計イオンソースについて	中央研究所	森 戸 望
5. 22	日本科学技術連盟	非線型演算器の概要	中央研究所	三 浦 武雄
8. 29~30	日本化学会	サーミスタを用いた流量測定法	中央研究所	二 木 久夫
6. 上旬	学振原子炉金属材料研究委員会	燃料被覆加工の研究	日立研究所	小 野 健富 飯 塚 野 浩