

# 電話交換機用継電器の負荷特性

三井忠夫\*

## Load Characteristics of Relay for Telephone Switching Systems

By Tadao Mitsui

Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

For the purpose of investigating into the load characteristics of the relay for telephone switching system, which is regarded as one of the most basic characteristics of it, the writer conducted the experimental study with the horizontal relay, the type most extensively used in this country. As a result, it was found that when the "make" contact wears off in operation losing its height as much as 15%, the contact pressure is decreased to about 70%, while in case of the "brake" contact, being constructed in the same way as the card drive system, the decrease in pressure can be restricted to 20% or so even when its height is totally worn out. In relation to the above, the writer also came to know that a majority of these relays in actual use were designed with so little care that they could have the pressure of only several grams from the outset. The writer ascribes this to such a tendency that the relay is designed in many cases without taking the contact pressure into account due to the concerned regulations.

### 〔I〕 緒 言

電話交換機用の継電器は、有線電話の交換接続に必要な各種の継電機能を満すものであつて、手動および自動交換機にきわめて数多く使用され、少い種類の部品を組合せることにより、各種の複雑な回路上の要求に応じ、また月産数万～数十万箇の多量生産に適した構造を有している。したがつてこれの性能解析は、有線通信の進歩発達にすこぶる重要な意義を有している。しかもその原理は比較的簡単でありながら、その基本的解析はすこぶる困難なために、使用上の結果としての特性の研究は見られるが、基礎となる継電器そのものの研究は比較的数少い。ここにはその多くの問題のうち、負荷特性について考察してみたので、その結果を報告する。

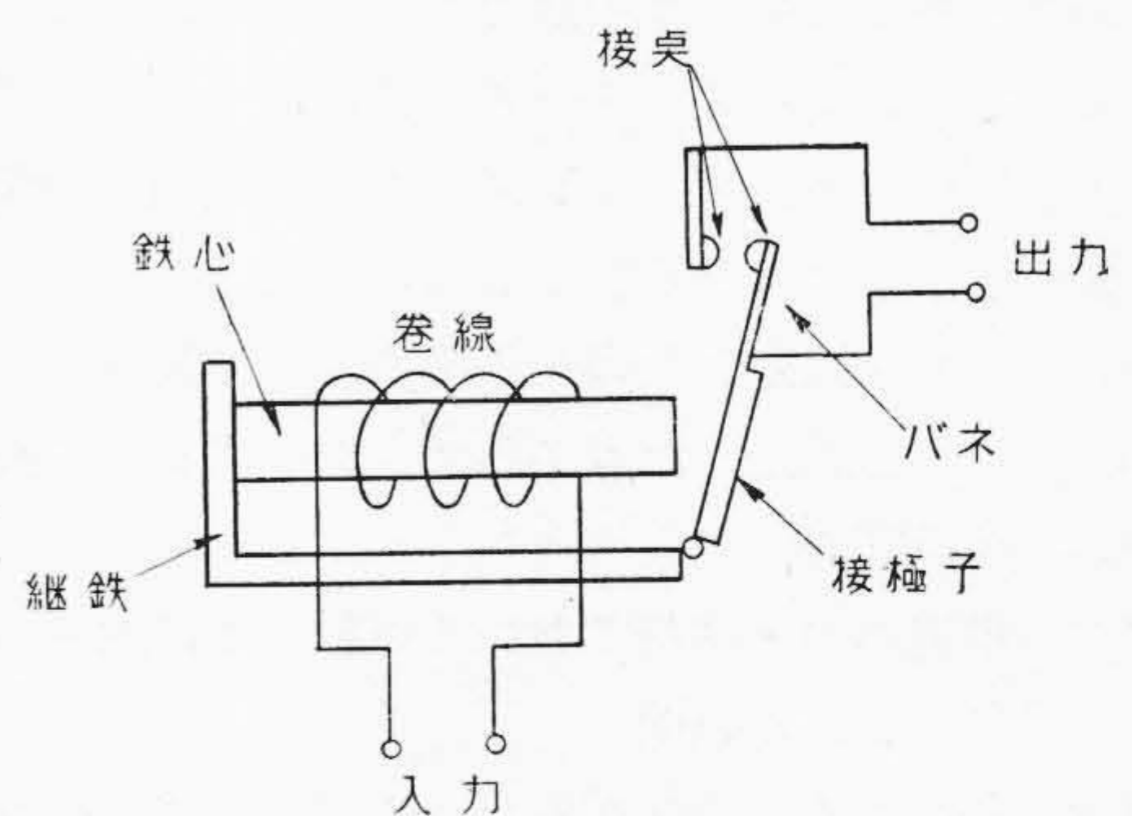
### 〔II〕 電話交換機用継電器

#### (1) 電話交換機用継電器

現在我国には、各種の電話交換機用継電器が製作使用されているが、最も数多く使用されているのは、ストロー

\* 日立製作所戸塚工場

ジャ式自動交換機に主として使用される水平形継電器、手動交換機に主として使用される平形継電器およびジューメンス式自動交換機に使用される70号形継電器である。これらは構造上一長一短を有しているが、その原理はいずれも第1図に示すように、電気的入力を電磁石の機構で機械的出力に変換し、これをバネおよび接点に伝えて、外部の回路を制御するものである。その機能から電磁変換部と制御機能部にわけられるが、制御機能を決定する



第1図 継電器の機構  
Fig.1. Schematic Diagram of Relay

ものが、バネの機構および組合せによる負荷特性と、接点およびそこに与えられる諸条件によつて定まる接触特性である。これらの特性は相互に密接な関連を有しているが、その基礎研究としてはこれらを箇々に独立してとりあげ、最後に継電器の総合特性としてまとめるべきであろう。

ここでは、そのうち負荷特性をとりあげ、我国に最も多く使用される水平形継電器を対象として検討した。

(2) 水平形継電器のバネ組合せ

水平形継電器は第2図のような外観を有し、一般に1箇の継電器で、数多くの回路を制御するため、バネ組合せも種々様々である<sup>(1)</sup>。すなわち第3図に示すように継電器が励磁されていない平常時に開放して、励磁によつて動作すると回路を閉成するメーク接点、継電器の平常時に閉成して動作時に回路を開放するブレーク接点、1枚の可動バネで一つの回路を開き、つぎに他の回路を閉じるトランスファ接点、同じく1枚の可動バネで一つの回路を閉じてから他の回路を開くメーク・ビフォー・ブレーク (Make before break) 接点およびこれらの組合せ、また1組の接点組合せだけ先に回路を開閉する2段動作の組合せなど、最高28枚のバネによつて構成できるバネ組合せを制御することができる。

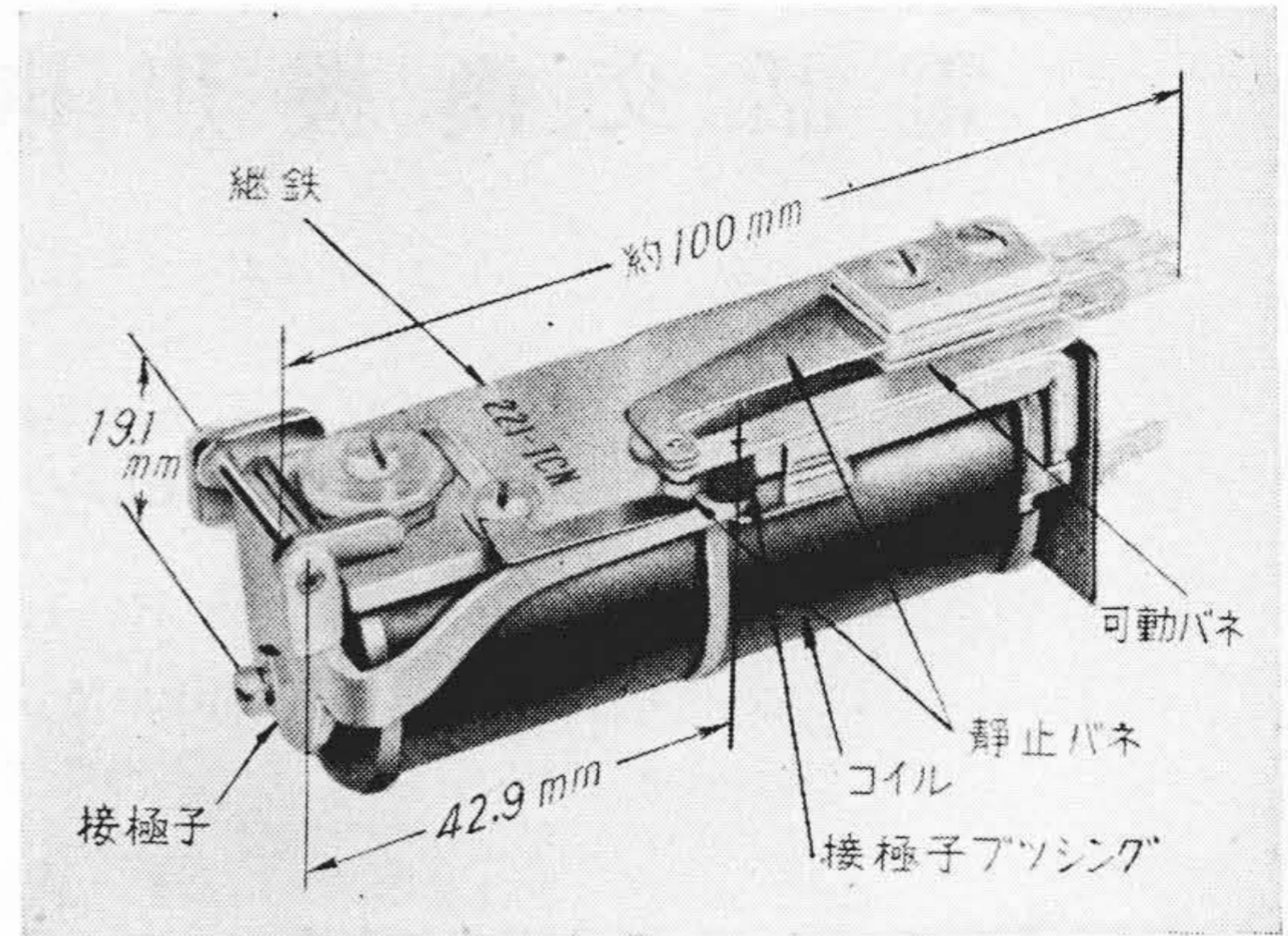
このうち最も基本となる組合せはメークおよびブレーク接点であつて、他の組合せはこれの応用として検討が可能なので、以下にこの2組の組合せについて検討する。なお理論的考察はすべてバネの変位が少く、負荷と直線的關係を有するものと仮定してあり、実用的範囲ではこの仮定はほぼ正確と思われる。

【III】 負 荷 特 性 の 計 算

(1) メーク接点

第2図に示した水平形継電器において、メーク接点の機構を模型的に示すと第4図のようになる。ここで、接極子が吸引されると接極子ブッシングが可動バネを押し、静止バネと可動バネの接点が接触して、そこに接点圧力を生ずる。このブッシングの移動、すなわちブッシング・トラベルと、ブッシングにかかる負荷との関係は第5図に示すようになる。ここにおいて

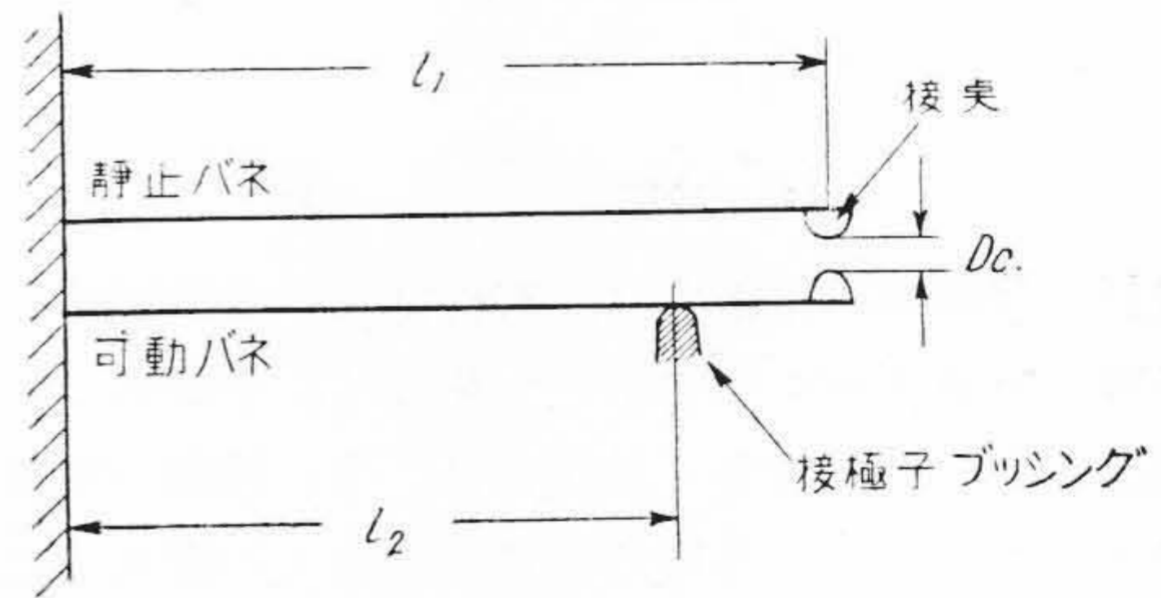
- $l_1$ : バネを固定した点から接点までの長さ
- $l_2$ : バネを固定した点からブッシングまでの長さ
- $D_c$ : 接点間隔
- $P_2^0$ : 継電器の平常時において可動バネに対するブッシングの負荷
- $D_2^0$ :  $P_2^0$  の張力を与えるために必要なブッシングの位置における可動バネの変位
- $P_2^1$ : 可動バネが静止バネに接触する点におけるブ



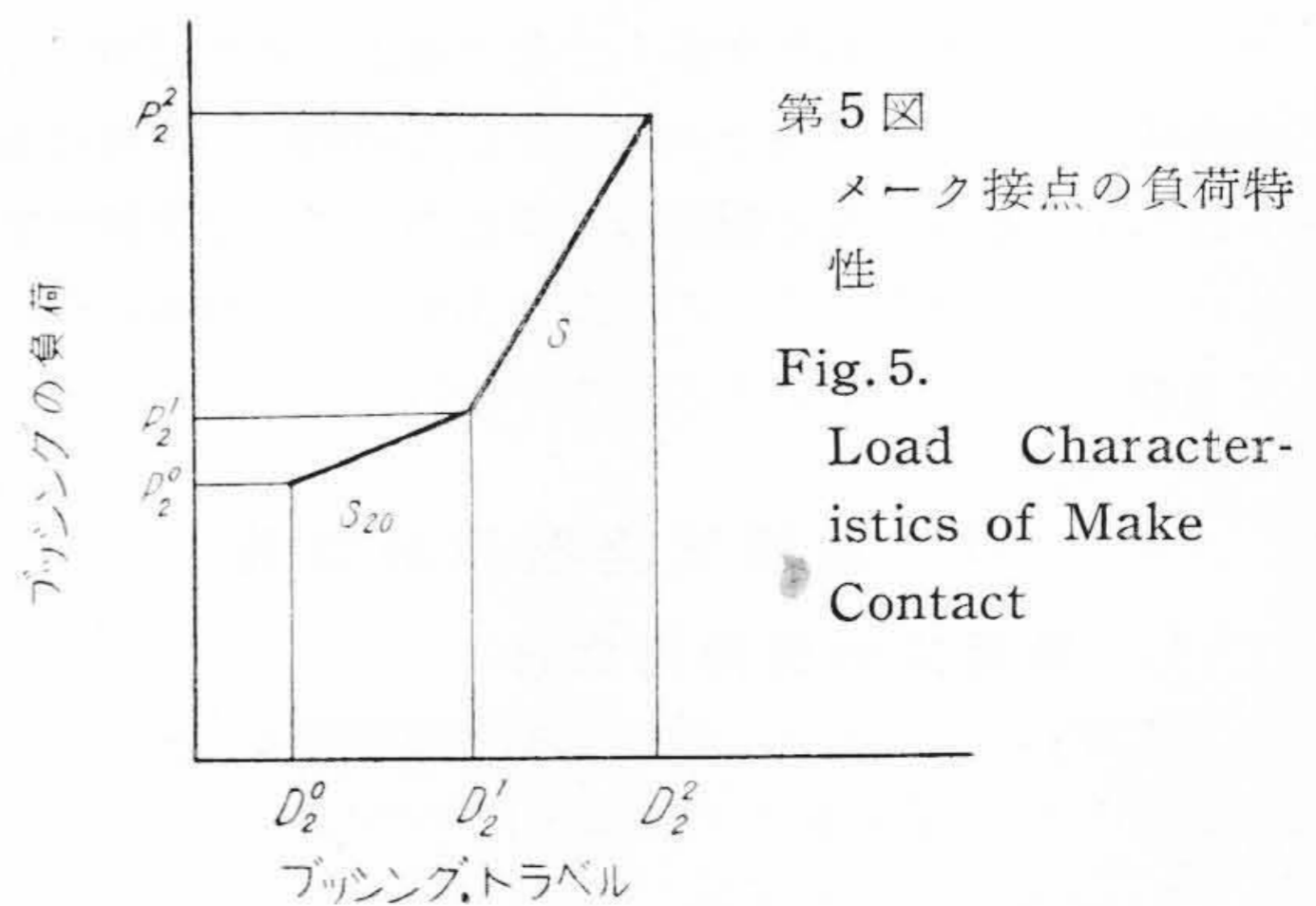
第2図 水平形継電器  
Fig. 2. Horizontal Type Relay

	メーク接点
	ブレーク接点
	トランスファー接点
	メーク・ビフォー・ブレーク接点

第3図 水平形継電器のバネ組合せ  
Fig. 3. Spring Construction of Horizontal Type Relay



第4図 メーク接点  
Fig. 4. Make Contact



第5図  
メーク接点の負荷特性  
Fig. 5.  
Load Characteristics of Make Contact

ブッシングの負荷

$D_2'$ : 可動バネが静止バネに接触するまでにブッシングの移動する距離 ( $D_2^0$  をふくむ)

$P_2^2$ : 可動バネが静止バネを押しきつて継電器が完全に動作状態になったときのブッシングの負荷

$D_2^2$ : 継電器が完全動作し終るまでにブッシングの移動する距離 ( $D_2'$  をふくむ)

この場合のトラベルと負荷との関係を求める。まず第6図に示すように、バネ1枚の場合の基本式を求めるとつぎのようになる。

(A) ブッシングの位置に力点のある場合

$$D_2 = \frac{P_2 l_2^3}{3EI} \quad (2)$$

ただし  $E$ : ヤング率

$I$ : 慣性能率

$$s_{20} \equiv \frac{P_2}{D_2} = \frac{3EI}{l_2^3}$$

$$D_1 = \frac{P_2 l_2^2}{2EI} \left( l_1 - \frac{l_2}{3} \right) \quad (3)$$

$$k_{21} \equiv \frac{D_2}{D_1} = \frac{2l_2}{3l_1 - l_2} = \frac{2}{3\alpha - 1}$$

$$\alpha \equiv \frac{l_1}{l_2}$$

(B) 力点が接点位置にある場合

$$s_{10} \equiv \frac{P_1}{D_1} = \frac{3EI}{l_1^3}$$

$$D_2 = \frac{P_1}{EI} \left( \frac{l_1 l_2^2}{2} - \frac{l_2^3}{6} \right) \quad (4)$$

$$k_{12} \equiv \frac{D_1}{D_2} = \frac{2l_1^3}{l_2^2(3l_1 - l_2)} = \frac{2\alpha^3}{3\alpha - 1}$$

(C) 力点がブッシング位置および接点位置にある場合

$$D_1 = \frac{P_2}{s_{20} k_{21}} - \frac{P_1}{s_{10}} \quad \dots \quad (1)$$

$$D_2 = \frac{P_2}{s_{20}} - \frac{P_1}{s_{10} k_{12}} \quad \dots \quad (2)$$

これによりメーク接点の組合せについて第5図によって計算する。

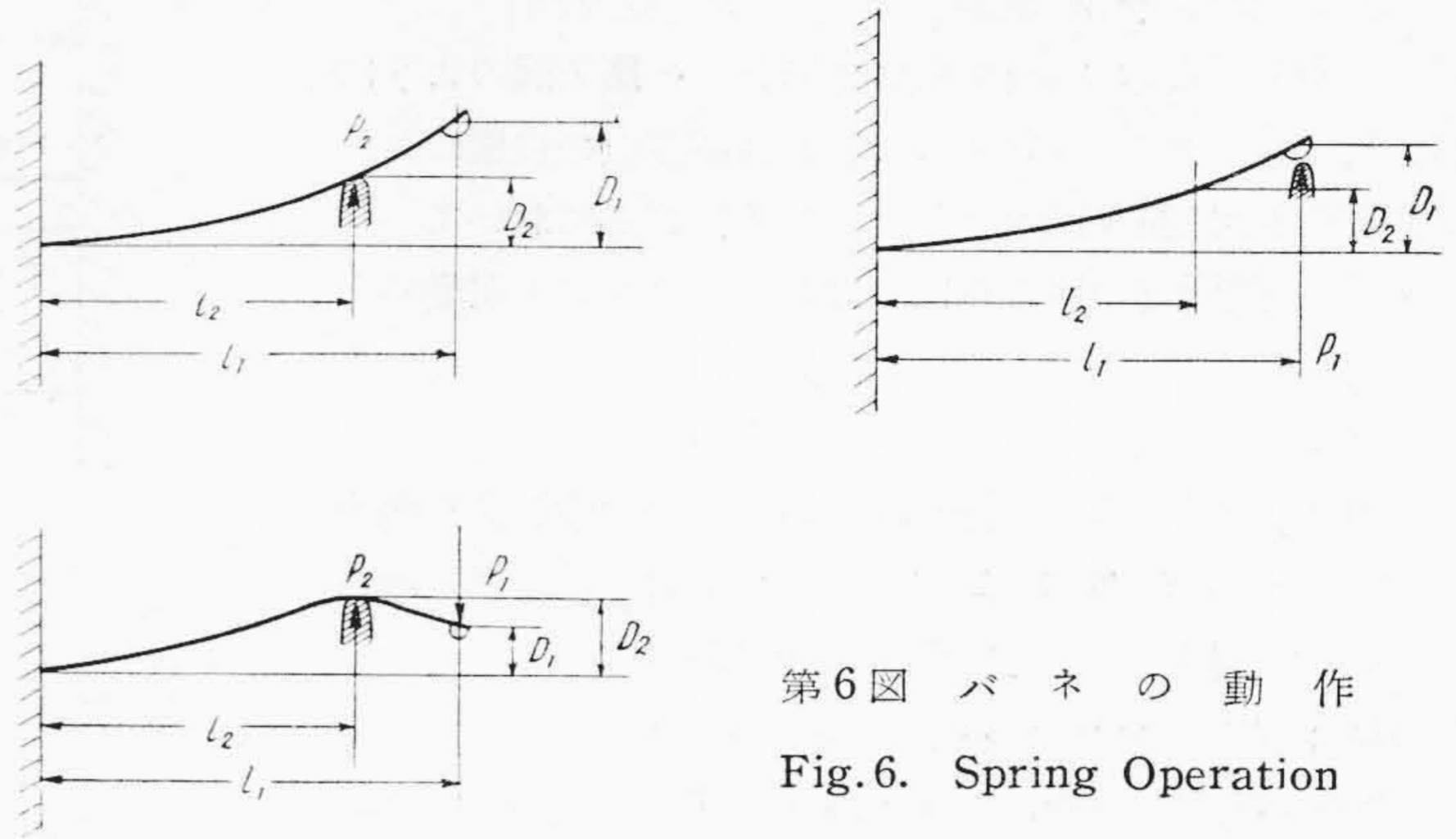
(A) 可動バネが動く前

$$D_2^0 = \frac{P_2^0}{s_{20}}$$

$$D_1^0 = \frac{D_2^0}{k_{21}} = \frac{P_2^0}{s_{20} k_{21}}$$

(B) 可動バネの接点が静止バネの接点に接触するまで

$$D_2' = D_2^0 + k_{21} D_e$$



第6図 バネの動作  
Fig. 6. Spring Operation

$$D_1' = D_1^0 + D_e$$

$$P_2^2 = P_2^0 + s_{20} k_{21} D_e$$

(C) 接点が接触した後

$$P_1 \equiv s_{(1)} y$$

ただし  $s_{(1)}$ : 静止バネの接点位置におけるステイフネス

$y$ : 静止バネの接点位置における変位

(1) 式へ代入

$$P_2 = s_{20} k_{21} \left( 1 + \frac{s_{(1)}}{s_{10}} \right) y$$

(2) 式へ代入

$$D_2 = k_{21} y \left( 1 + \frac{s_{(1)}}{s_{10}} - \frac{s_{(1)}}{s_{10}} \frac{1}{k_{12} k_{21}} \right)$$

2枚のバネによる総合ステイフネス  $s$  は

$$s \equiv \frac{P_2}{D_2} = \frac{s_{20}}{1 - \frac{1}{k_{12} k_{21} (1 + s_{10}/s_{(1)})}} \quad \dots \quad (3)$$

接点が接触し始めてから、可動バネが押し終るまでにブッシングの移動する距離、すなわちブッシング・フォローを  $\Delta D$  とすれば

$$P_2^2 = P_2' + s \Delta D$$

$$\Delta D = k_{21} \left\{ 1 + \frac{s_{(1)}}{s_{10}} \left( 1 - \frac{1}{k_{12} k_{21}} \right) \right\} \frac{P_1}{s_{(1)}}$$

$$D_2^2 = D_2' + \Delta D = D_2^0 + k_{21} D_e$$

$$+ k_{21} \left\{ 1 + \frac{s_{(1)}}{s_{10}} \left( 1 - \frac{1}{k_{12} k_{21}} \right) \right\} \frac{P_1}{s_{(1)}} \quad \dots \quad (4)$$

(D) 接点の位置における負荷とブッシングの移動との比を  $s'$  とすれば

$$s' \equiv \frac{P_1}{D_2} = \frac{P_1}{D_1} \cdot \frac{P_2}{D_2} / \frac{P_2}{D_1}$$

$$= s \cdot \frac{s_{(1)}}{s_{20} k_{21} \left( 1 + \frac{s_{(1)}}{s_{10}} \right)} = \frac{s}{k_{12} \left( 1 + \frac{s_{10}}{s_{(1)}} \right)} \quad \dots \quad (5)$$

(2) ブレーク接点

ブレーク接点の機構を模型的にかくと第7図のようになり、これのブッシングの位置および接点の位置における負荷特性は第8図のとおりである。ここにおいて

$S$  : 継電器の平常時におけるブッシングと可動バネとの間隙

$W_0$  : 接点圧力

$W$  : 可動バネを静止バネからひきはなすときの張力 (これが実測可能であつて通常これを単に接点圧力と称している場合が多い。)

$\Delta D_c$  : 接点のフォロ

メーカー接点と同様にトラベルと負荷との関係を求める。

$$P_2^2 = s \Delta D$$

$$P_2^3 = P_2^2 + s_{20} k_{21} D_c \dots \dots \dots (6)$$

(3) 総合ステイフネスの求め方

(3) 式により総合ステイフネス  $s$  が求められれば、(4) 式および (6) 式により負荷特性を画くことができる。しかし水平形継電器のバネは単純な形でないため、 $l_1, l_2$  などの値はバネの実測による値でなく、 $s_{10}, s_{20}, s_{(1)}$  などを実測して逆算した等価的な  $l_1, l_2$  を求める必要がある。その方法は次式による。

$$l_1 - l_2 \equiv \Delta l \dots \dots \dots (7)$$

とおけば

$$\frac{s_{20}}{s_{10}} = \frac{l_1^3}{l_2^3} = \alpha^3$$

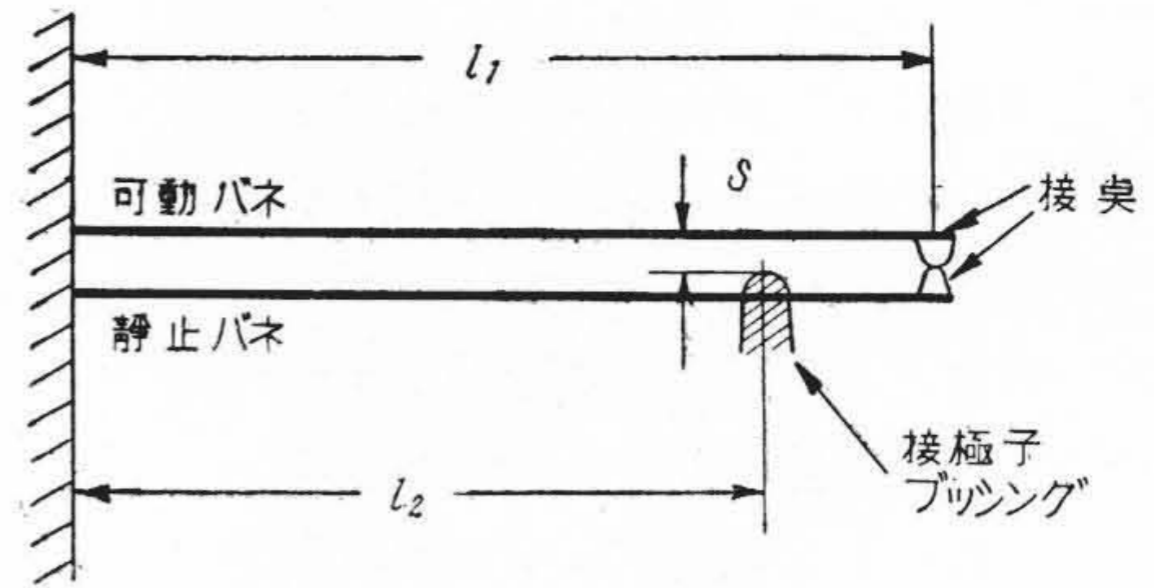
より

$$\left. \begin{aligned} l_2 &= \frac{\Delta l}{\alpha - 1} \\ l_1 &= l_2 + \Delta l \\ k_{21} &= \frac{2}{3\alpha - 1} \\ k_{12} &= k_{21} \cdot \frac{s_{20}}{s_{10}} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (8)$$

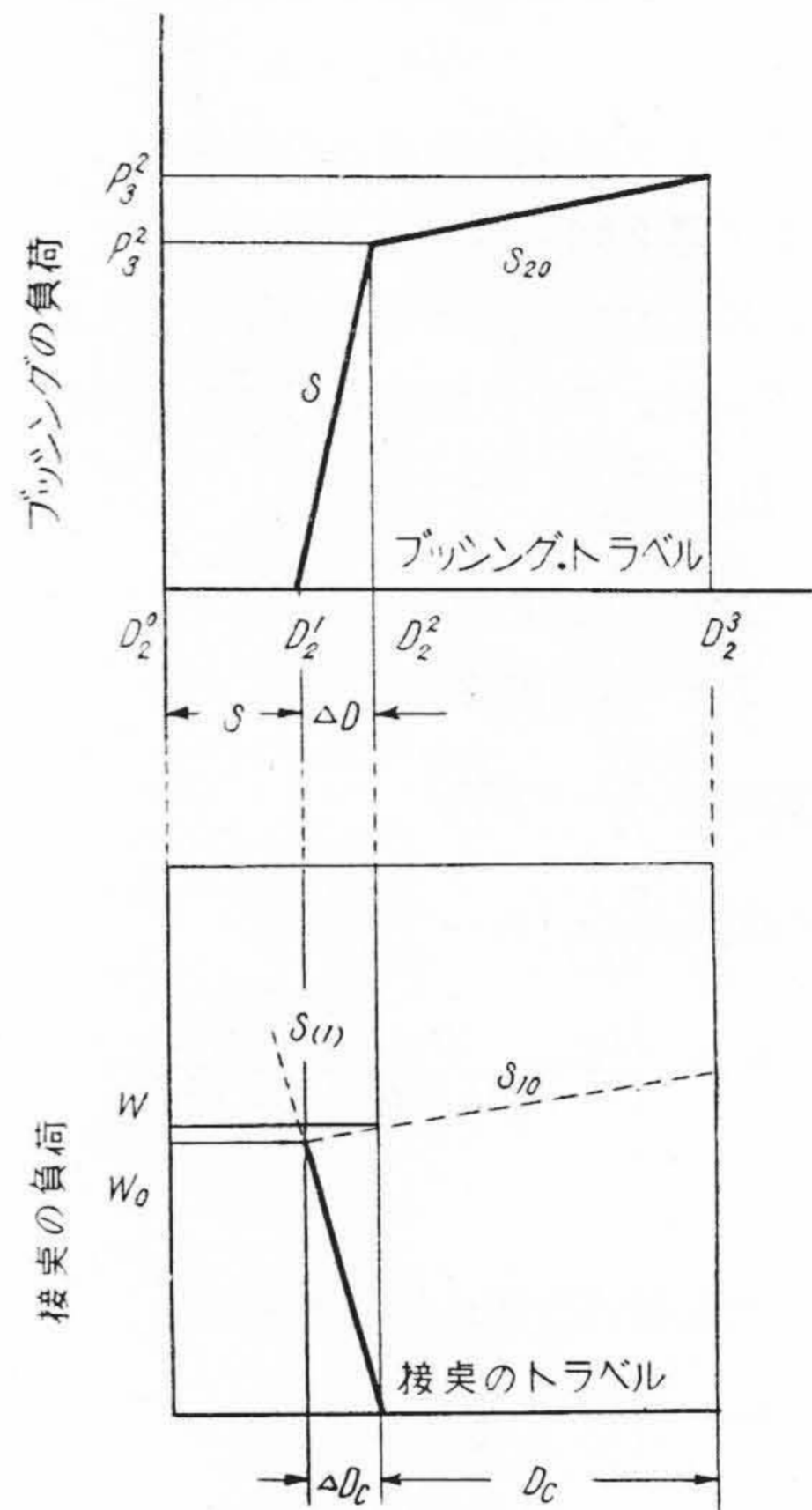
[IV] バネのステイフネスの実測

前項で示したように、水平形継電器のように、バネの形が単純でないものは、負荷特性を画くために  $s_{10}, s_{20}, s_{(1)}$  は実測する必要がある。水平形継電器のバネは形の上から可動バネ、静止バネおよびメーカー・ビフォー・ブレークの組合せに使用される半静止バネの3種類があり、また1つの形について厚さの異なるのが、可動バネに7種類、静止バネに4種類、半静止バネに1種類ある。このステイフネスをつぎのような方法で測定した。

(1) ある標準の厚さのバネを求めても実際の製品には厚さのバラッキがあり、また1箇のバネについても正確にはバネの各部で厚さが異なる。このためバネの厚さの測定は可動部分の2箇所を実測してその平均値を求め、



第7図 ブレーク接点 Fig.7. Break Contact



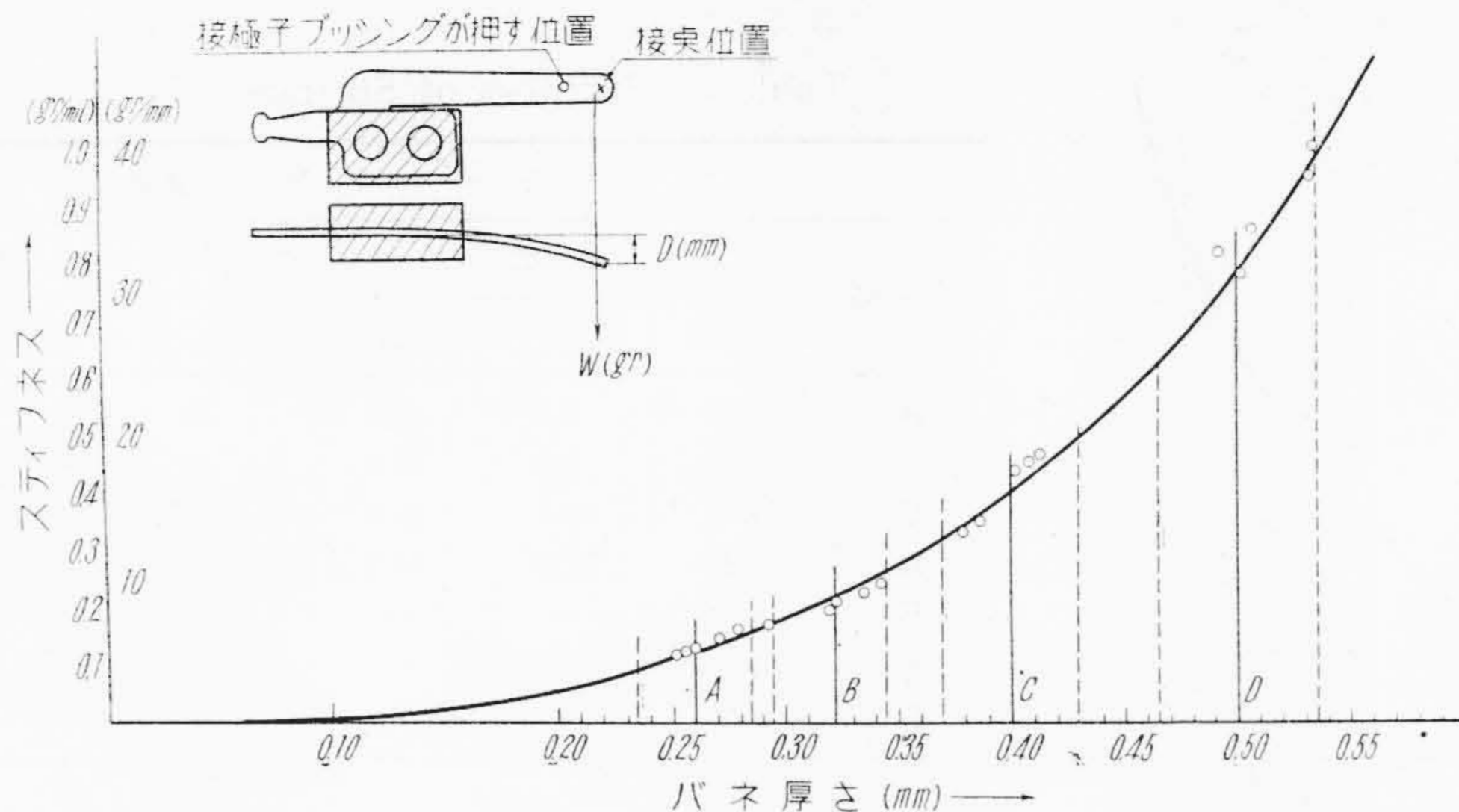
第8図 ブレーク接点の負荷特性 Fig.8. Load Characteristics of Break Contact

また同一標準厚さのバネでは、できるだけ厚めのものと薄めのものを5種類選んで測定し、これを厚さを横軸としたステイフネスの曲線として、標準厚さとの交点をその標準厚さのステイフネスとした。

(2) バネの等価的な  $l_1, l_2$  はバネを金属で固定するか絶縁物で固定するかによつて異なる。実測には実際の継電器と同様に、上下をフェノールレジン積層板の絶縁板で固定し、接点位置、ブッシングの位置の側面をけがいて顕微鏡でのぞきながら負荷と変位を求めた。

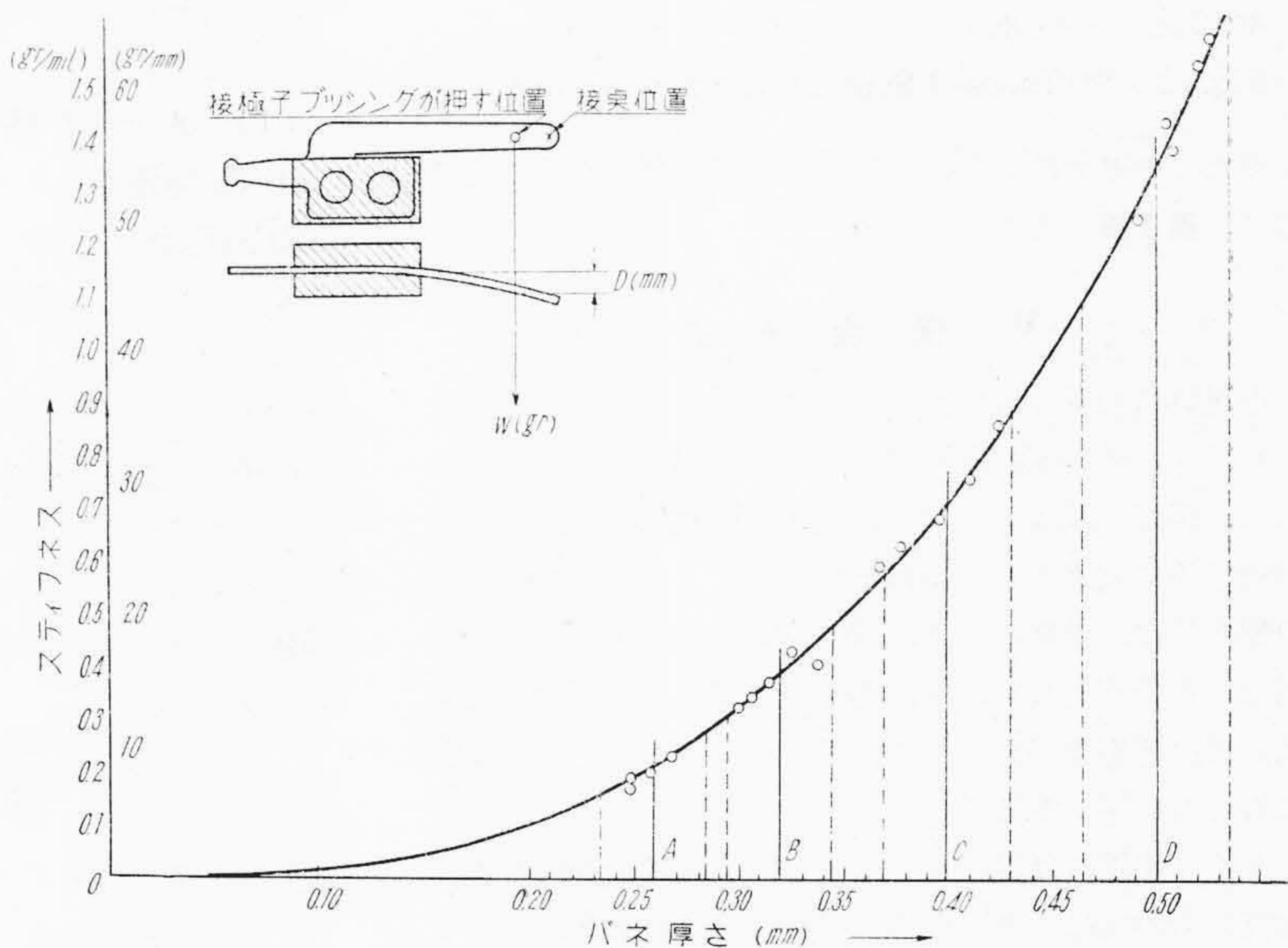
(3) この負荷-変位特性から、直線とみなされる部分の最大の点において、各厚さごとにステイフネスを決定しこれを厚さを横軸にした曲線に画き標準厚さのステイフネスを決定した。

この方法による測定結果を第9図~第12図に示す。



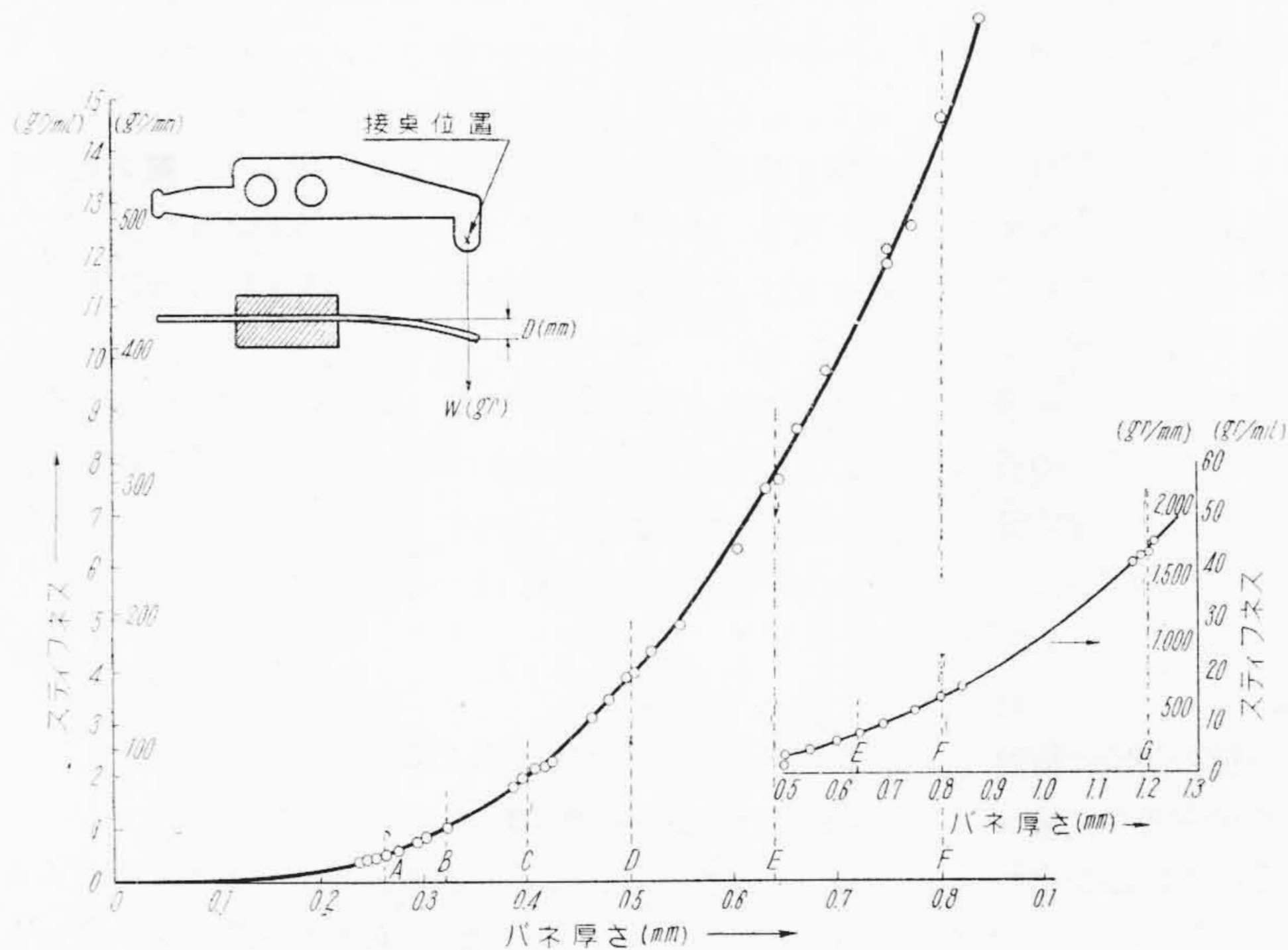
第9図 可動バネのスティフネス (1) —  $s_{10}$

Fig. 9. Stiffness of Moving Spring (1) —  $s_{10}$



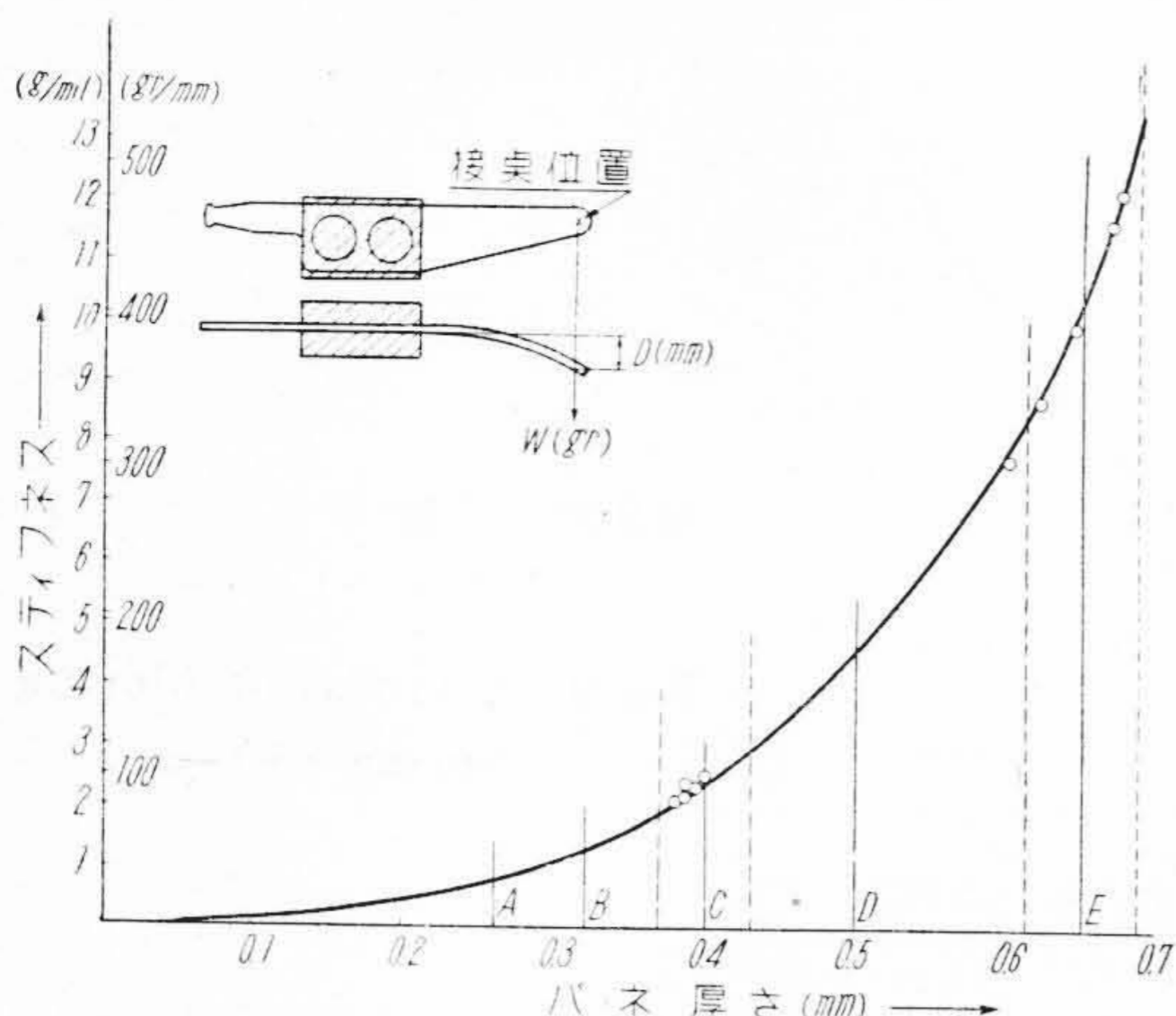
第10図 可動バネのスティフネス (2) —  $s_{20}$

Fig. 10. Stiffness of Moving Spring (2) —  $s_{20}$



第11図 静止バネのスティフネス —  $s_{(1)}$

Fig. 11. Stiffness of Stationary Spring —  $s_{(1)}$



第 12 図 半静止バネのステイフネス— $s_{(2)}$

Fig. 12. Stiffness of Semi-stationary Spring— $s_{(2)}$

またこの結果により、各標準の厚さに存するステイフネスは第 1 表のとおりとなる。

[V] 接 点 圧 力

継電器に必要な最低接点圧力は、種々の要素より決定されてきわめて困難な問題である。継電器の使用目的からは、接点を閉成した場合に生ずる接触抵抗が、回路を制御するに支障のない値以下であればよい。交換機用の継電器では、通常この値は  $10^{-1}\Omega$ 、ときによると、それ以上でも差支えなく、また実際に使用している接点材料は比較的導電率が高いので、接触抵抗値はほとんど問題にならない筈である<sup>(5)</sup>。

しかし実際には油脂などによる絶縁被膜の形成や各種の塵埃の附着により、接点の接触抵抗は数  $m\Omega$  から、突然無限大となる場合が多い。そこで必要な接点圧力は、これらの絶縁被膜を破壊し、塵埃の影響を除くに十分な値を必要とする。

この数値は油脂や塵埃の内容を分析し、実体の知れた汚物を付着させた接点に、電圧、電流回路常数をも定めて、再現性のある実験により決定されるべきであり、その上統計処理を可能ならしめるため膨大な実験の繰返しを行わなければならない。米国では最新型継電器の接点圧力を最低 6 g と設定しており<sup>(6)</sup>、これには数多くの資料の裏付けがあるものと思われるが、気候風土や諸設備の異なる我国においては、たとえ継電器の構造を同一にしても、この数値をそのまま使用することは疑問であつて、我国の環境に適した最低接点圧力の値はぜひ求めなければならない。遺憾ながら我国では、この種の問題は検討の緒についたのみであつて<sup>(7)</sup>、やむなく保守者の経験から 10~20 g のバネ張力を必要とするという目安を出しているにすぎないのである。

第 1 表 バネのステイフネス

Table 1. Stiffness of Springs

厚さ記号	厚  さ (mm)	ス テ イ フ ネ ス (g/mm)			
		可 動 バ ネ		静 止 バ ネ	半 静 止 バ ネ
		$s_{10}$	$s_{20}$	$s_{(1)}$	$s_{(2)}$
A	0.26	4.8	8.6	20	—
B	0.32	8.5	15.4	40	—
C	0.40	16.1	28.6	78	—
D	0.50	31.6	54.2	152	—
E	0.64	—	—	300	390
F	0.80	—	—	555	—
G	1.20	—	—	1,680	—

以下現在の水平形継電器の接点圧力および接点の磨耗による圧力の減少について検討してみる。

(1) メーク接点

水平形継電器のメーク接点は製造保守の便宜上、接点間隔と接点の追従を一定とし、バネの厚さの組合せを変えることにより、各種の用途に適した接点圧力を生ずるようになっていいる。すなわち鉄心と接極子の間に間隙計を挿入して、一般の場合は 10 mil (1 mil=0.001 in) で接極子は移動を開始し、6 mil で接点が閉じるという規格であつて、速動継電器は、これがそれぞれ 6 mil, 4 mil に定められている。そしてヒンジからブッシングまでの距離と、ヒンジから鉄心の中心までの距離との比、すなわちテコ率は

$$\text{テコ率} = \frac{42.9 \text{ mm}}{19.1 \text{ mm}} = 2.246$$

なので、ブッシング・フオローはつぎの値となる。

$$\text{一般の場合 } 6 \text{ mil} \times 2.246 = 13.5 \text{ mil}$$

$$\text{速動の場合 } 4 \text{ mil} \times 2.246 = 9.0 \text{ mil}$$

一般に使用される各種の厚さのメーク接点組合せにおいて、 $s, s'$  および標準の接点フオローの場合の接点圧力を第 1 表および (3) (5) (7) (8) 式から求めると第 2 表のようになる。この場合 (7) 式の  $dl$  は 6.4 mm であつて、 $s$  および  $s'$  の変位は鉄心の位置で測定した mil 単位で表わした。

メーク接点の接触圧力は、上述のように接点のフオローにより生ずるため、接点の高さの磨耗は、直接に接点圧力の減少となつて表われる。接点高さの消耗に対する接点圧力の減少の割合  $\beta_M$  はつぎの式により求められる。

$$\beta_M = \frac{P_1 k_{21}}{D_2} = s' k_{21} \dots \dots \dots (9)$$

これに数値を代入すると第 2 表のようになる。

(2) ブレーク接点

ブレーク接点は、メーク接点と異り、ステイフネスの比較的小さい可動バネに張力を与え、それをステイフネ

第2表 メーク接点圧力  
Table 2. Make Contact Pressure

バネ厚さ		s	s'	接点圧力	$\beta_M$	備考
可動バネ	静止バネ	(g/mil)	(g/mil)	(g)	(g/mm)	
A	A	2.29	1.37	8.2	18.2	接点圧力はブツシング・フオローが13.5milの場合
A	B	3.78	2.50	15.0	33.2	
B	B	4.44	2.71	16.2	36.0	
B	C	7.28	4.85	29.1	64.5	
C	C	8.51	5.21	31.3	69.3	
C	D	13.80	9.21	36.8	123	接点圧力はブツシング・フオローが9milの場合
D	D	16.00	9.80	39.2	132	

スの比較的大きな静止バネによつて押し上げる形となつて接点圧力が生ずる。いわゆるカードによる駆動方式の継電器と同じである。第13図において下表のようになります。

	接点フオロー	接点圧力	可動バネのフオロー
磨耗なし	$\Delta D_c$	$W_0$	$d_1$
磨耗後	$\Delta D_c'$	$W_0'$	$d_1'$

接点の磨耗量:

$$(d_1 + \Delta D_c) - (d_1' + \Delta D_c') = d_1'' + \Delta D_c''$$

接点圧力の減少量を  $\Delta W_0$  とすれば

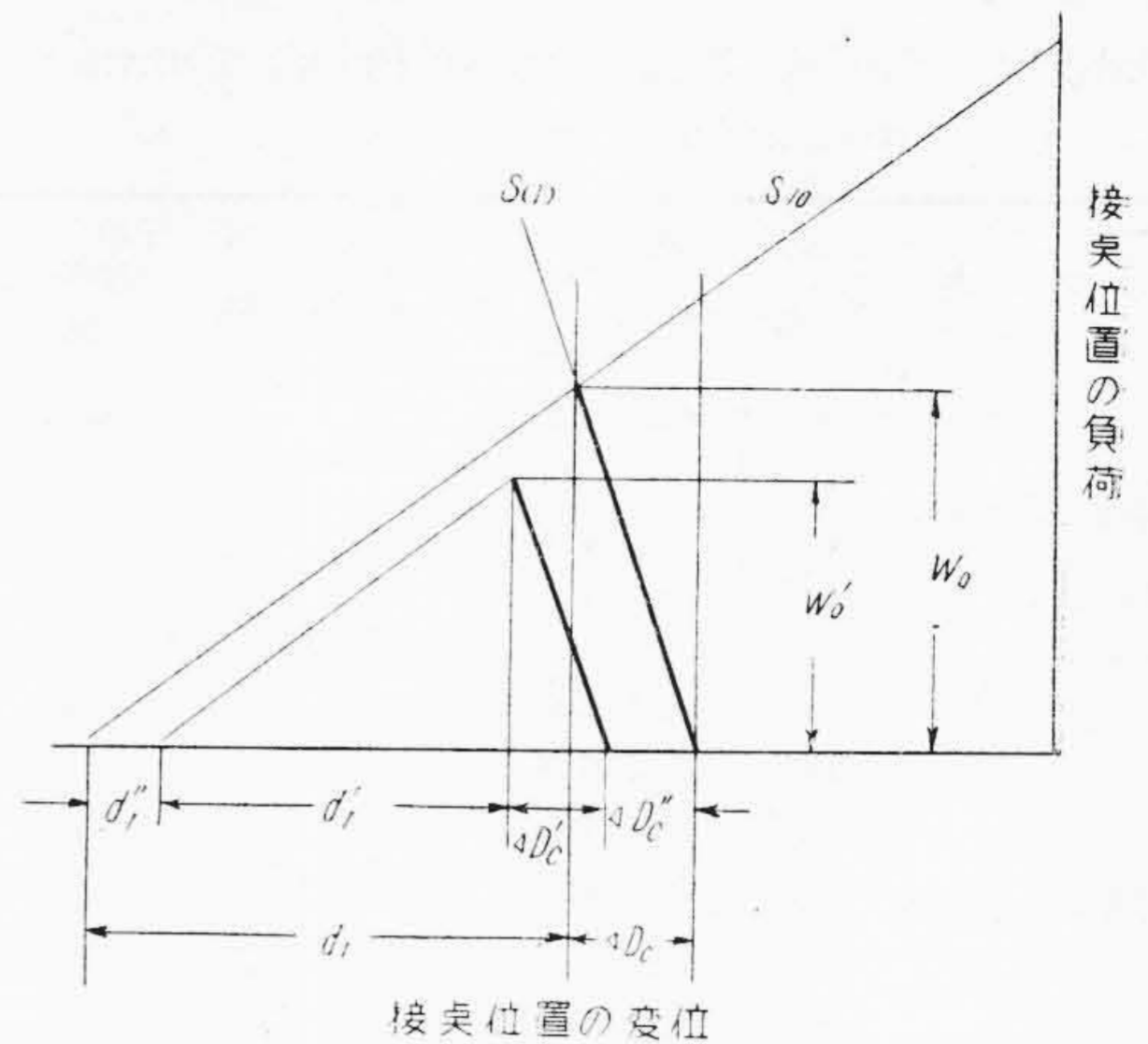
$$\begin{aligned} \Delta W_0 &= W_0 - W_0' = s_{10}(d_1 - d_1') \\ &= \frac{s_{10}(d_1'' + \Delta D_c'')}{1 + \frac{s_{10}}{s_{(1)}}} \end{aligned}$$

接点高さの消耗に対する接点圧力の減少の割合  $\beta_B$  は

$$\beta_B \equiv \frac{\Delta W_0}{d_1'' + \Delta D_c''} = \frac{s_{10}}{1 + \frac{s_{10}}{s_{(1)}}} \dots \dots \dots (10)$$

s および  $\beta_B$  を通常使用されるバネ組合せについて計算すると第3表のようになる。

ブレーク接点における接点圧力は、上述のように各厚さのバネの張力により決定されるので、継電器の規格として、最低バネ張力の指定を行えばよい。しかし水平形継電器においては、バネ張力も接点フオローも指定がなく、ただ継電器の不動作の最大限界を不感動電流で指定し、この不感動アンペア・ターンによる吸引力に打ち勝つ張力を与えるものとして、接点が開放するときの接極子ブッシングの位置のみを、鉄心と接極子の間隙で指定してある。このようにブレーク接点においては間接的にバネ張力を指定してあるために、製造技術が拙劣で吸引力特性の悪い継電器が製作されても、バネ張力を下げることにより規格には合格し、また設計技術が拙劣のため規定のアンペア・ターンに対し無理な負荷をのせても同様の結果となる。またブレーク接点を幾組も有する負荷の場合には、一番外側の可動バネにのみ大きな張力を与



第13図 ブレーク接点圧力の減少

Fig. 13. Decrease of Break Contact Pressure

第3表 ブレーク接点圧力  
Table 3. Break Contact Pressure

バネ厚さ		s (g/mil)	$\beta_B$ (g/mm)
静止バネ	可動バネ		
E	A	12.1	4.72
E	B	16.9	8.27
E	C	21.9	15.3
F	C	31.1	27.8
G	D	71.9	31.0

え内側の可動バネの張力がなくとも規格には適合するのである。

我国の自動交換機に使用されている継電器のうちには、かかる設計基準を考慮せず設計されたものがあり、このため製造技術の向上により、いかに継電器の磁気特性を向上させても、数gの接点圧力しか有し得ない継電器が存在し、これが接触不良を生じて、交換機不接続の一因をなしている。この事故をなくすには、既存の各継電器の規格を定めた設計基準にてらして、合理化すべきであつて、設計上からみて数gの接点圧力しか生じない継電器は使用を中止するか、回路上その使用を避けられなければとくにマークして、保守の点検頻度を増して、事故の発生を防がなければならない。

よく使用される継電器のバネ張力を実測した一例を第4表(次頁参照)に示す。

(3) 接点の摩耗による接点圧力の減少

第2表および第3表の $\beta$ により接点の高さが磨耗により減少したとき、接点圧力の減少する状況をよく使用される組合せについてグラフにすると第14図(次頁参照)のようになる。すなわち一般の場合メーク接点は約30gの圧力があるが20gに減少するまで使用するとすれば接

第4表 ブレーク接点バネ張力の実測例  
Table 4. Spring Tensions of Break Contact Measured

スイッチ名	継電器		ブレーク接点数	平均ブレーク接点張力 (g)
	位置	品名		
1号Aセレクト	A	221-TCN	1	47.7
	B	222-AR	1 (1)	10.6
	C	221-TAS	1	37.6
	D	222-TEJ	4	71.9
1号Fコネクタ	A	221-TCN	1	47.7
	B	222-AS	1	7.2
	C	221-TDK	1	38.2
	D	222-TEE	3	9.6
	E	221-TFE	3 (1)	28.3
	F	222-THM	3	26.2
	J	223-TU	5 (3)	28.2
K	224-TAK	4	20.9	

(注) ( )内メーク・ビフォー・ブレーク接点数

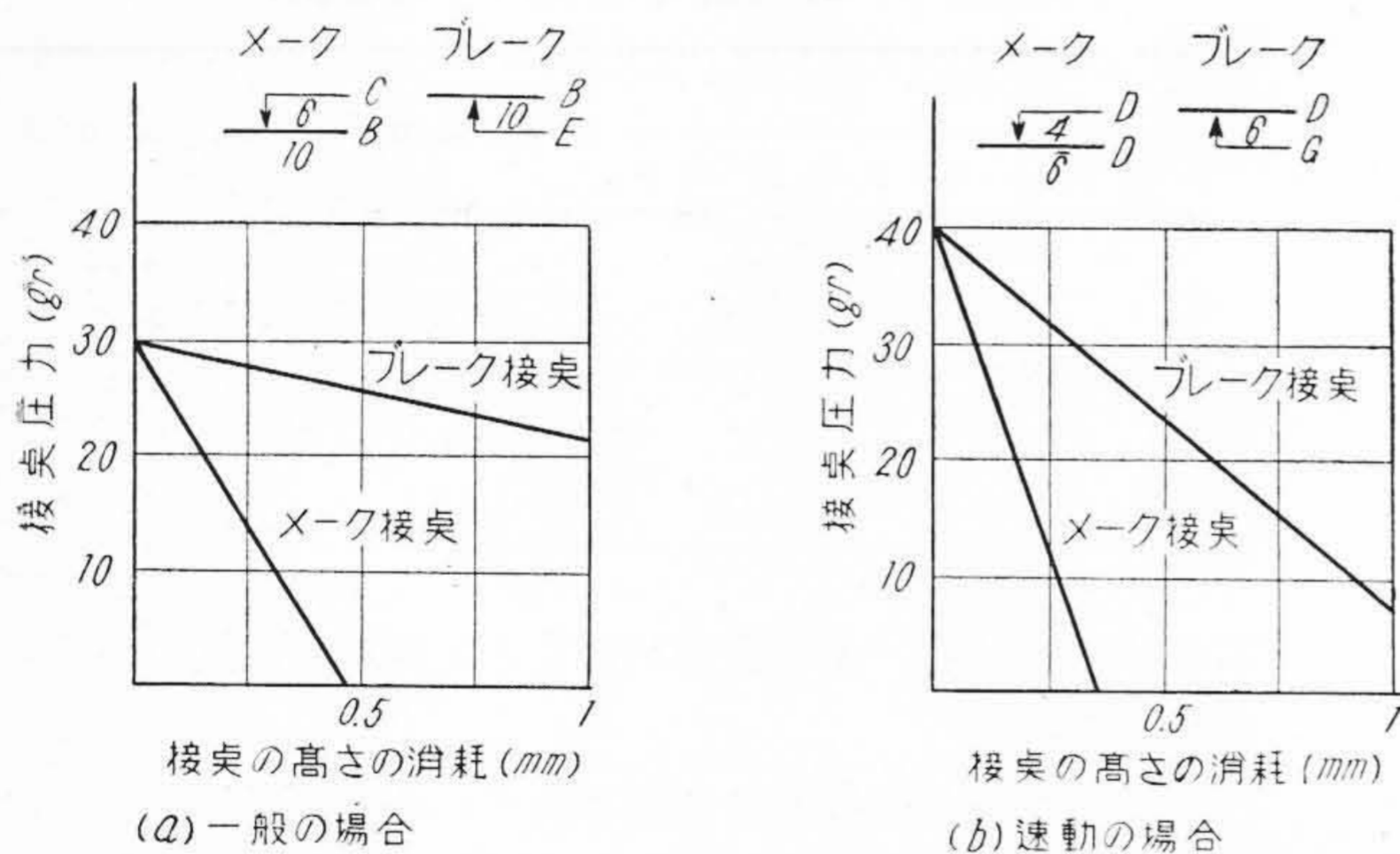
点の高さが約 0.15mm 減少したときがこの接点の寿命であり、10g まで使用するとすれば、約 0.3mm の減少が寿命である。水平形継電器は高さ 0.5mm の接点を対向させて使用しているため、メーク接点の場合は合計 1mm の高さの接点のうち、15~30% の高さを消耗したときに寿命となるのである。これに対してブレーク接点の場合は最初 30g に調整されてあれば 1mm 全部を消耗し尽してもなお 20g 以上の接点圧力が存在し、カード駆動方式の有利がここに表われている。すなわち不感動アンペア・ターンに打ち勝つ接点圧力が 30g 以上であれば、理想的にはブレーク接点はメーク接点に比べて有利な機構となつている。速動継電器の場合も同様な傾向がある。

以上は標準厚さのバネを標準の調整によつて組立てた場合であつて、実際にはバネの厚さのばらつき、調整のばらつきによつて接点圧力も、圧力の減少の傾向も異なる。

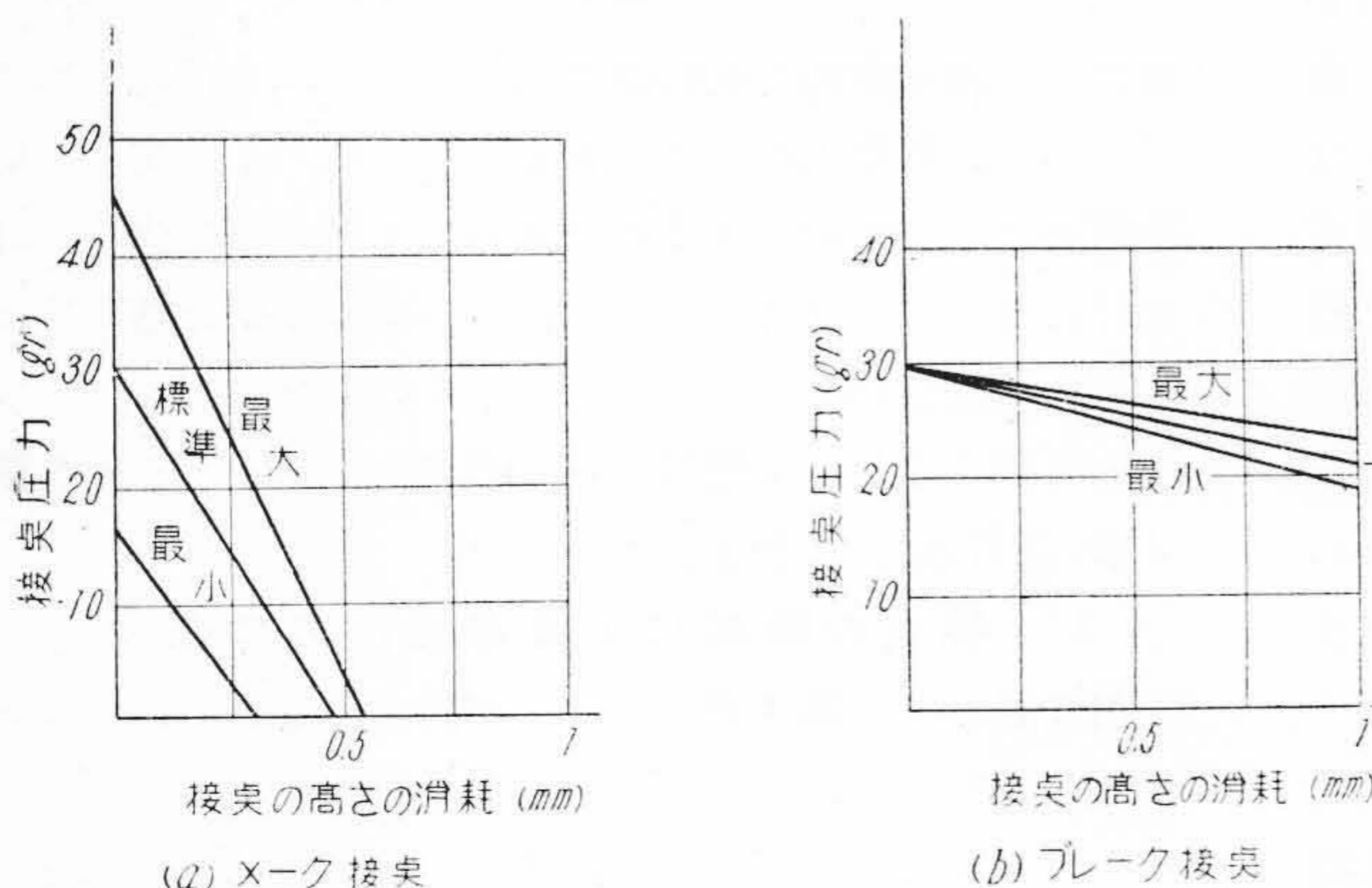
第14図 (a) と同じ組合せにおいて、JIS 指定のバネ用洋

白板の公差の最大、最小をとり、接点接触開放位置の規格の最大、最小をとつて計算すると第15図に示すようになり、この組合せの場合メーク接点においてはすべての条件が最小になると、接点の磨耗がなくてもすでに接点圧力は 20g 以下となる場合がある。これに対してブレーク接点では上記のように 30g に調整されてあれば、厚さが最小となつても接点の高さの 90% までは 20g 以上の圧力で使用できるわけである。

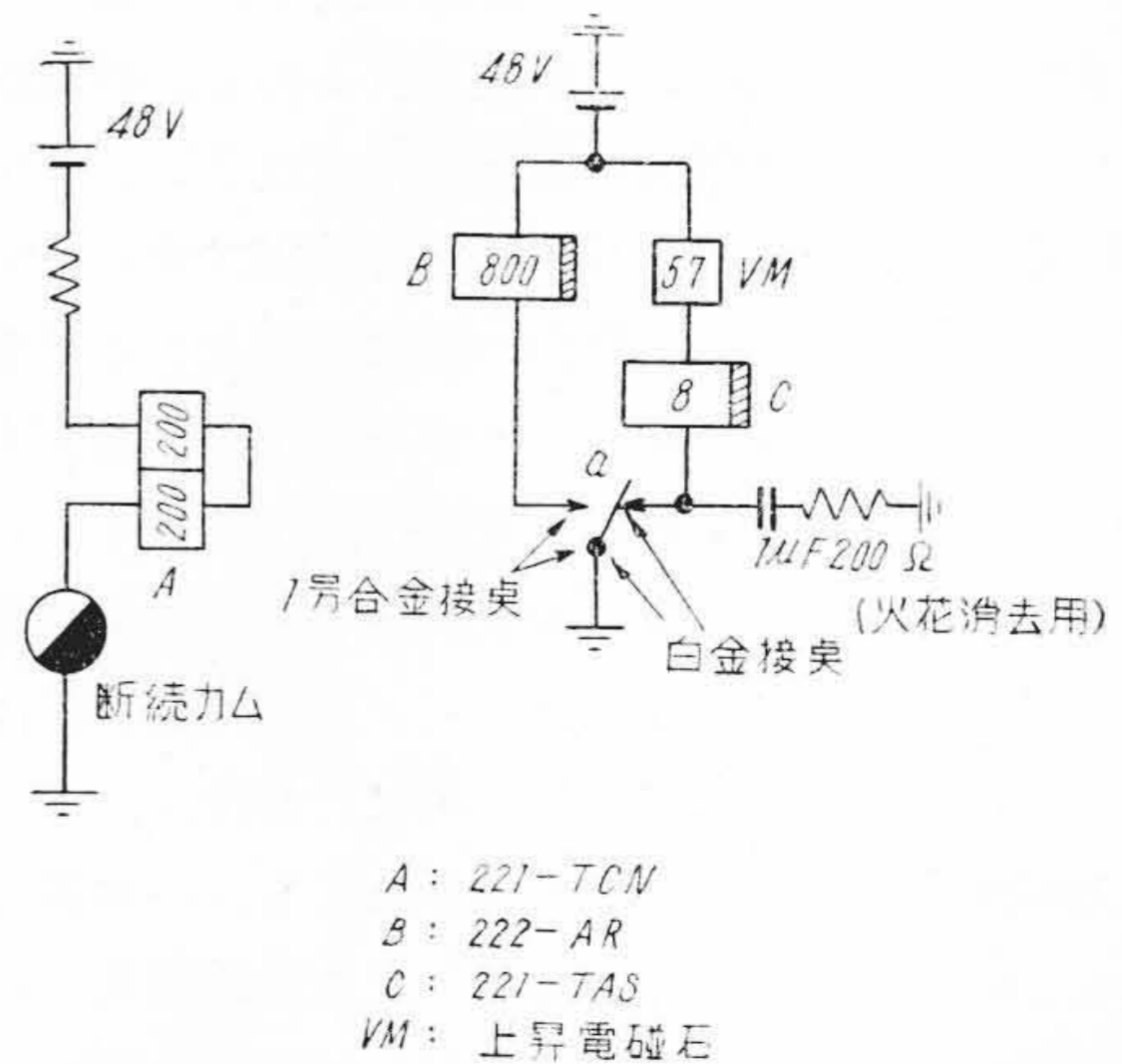
接点磨耗と接点圧力の減少との関係を継電器の寿命試験によつて実測することは、接点圧力そのものの実測が不可能であり、これに代るバネ張力を測定しても、接点の高さ以外の各部の



第14図 接点の高さの消耗による接点圧力の減少  
Fig.14. Decrease of Contact Pressure by Contact Height Wear

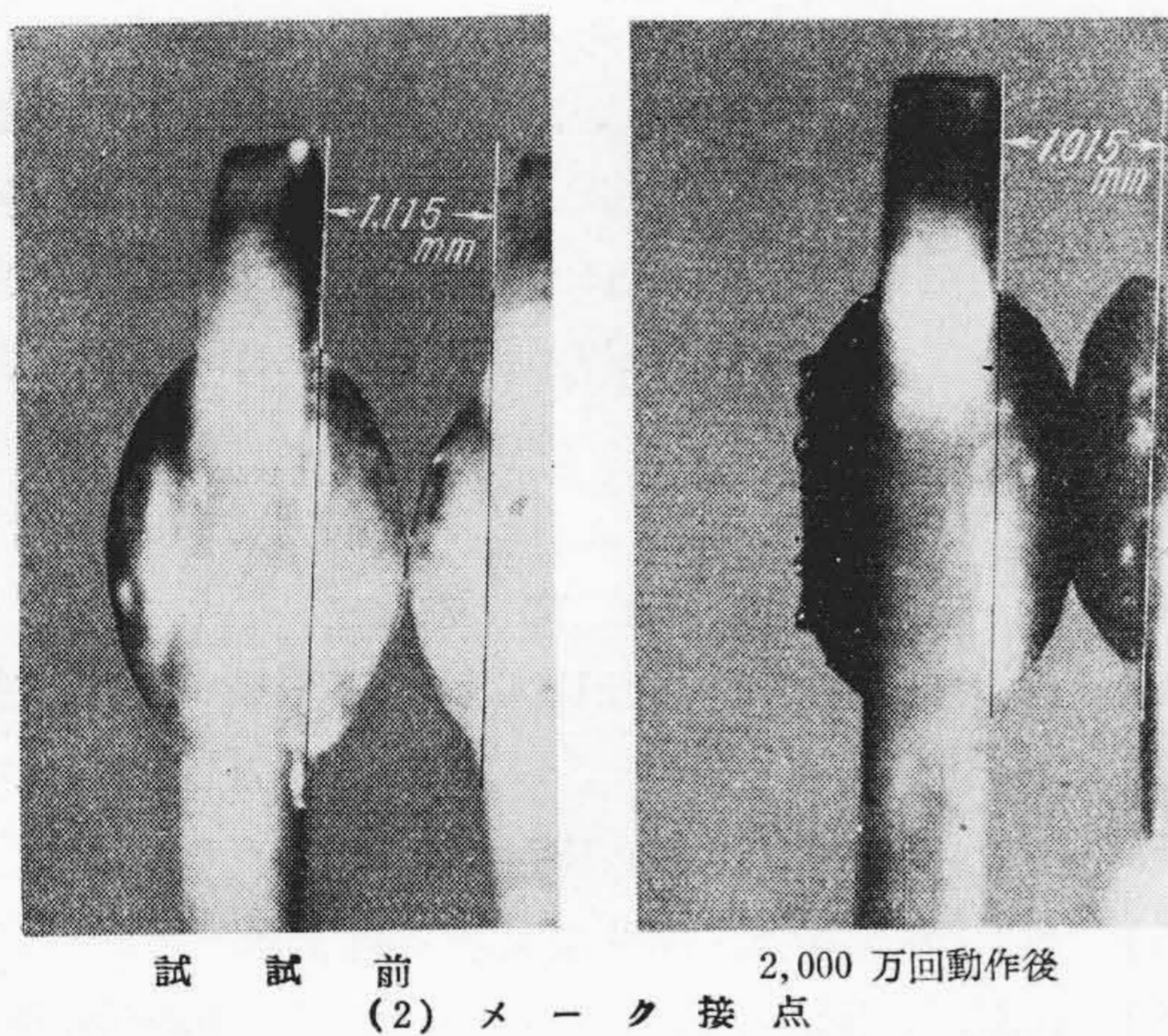
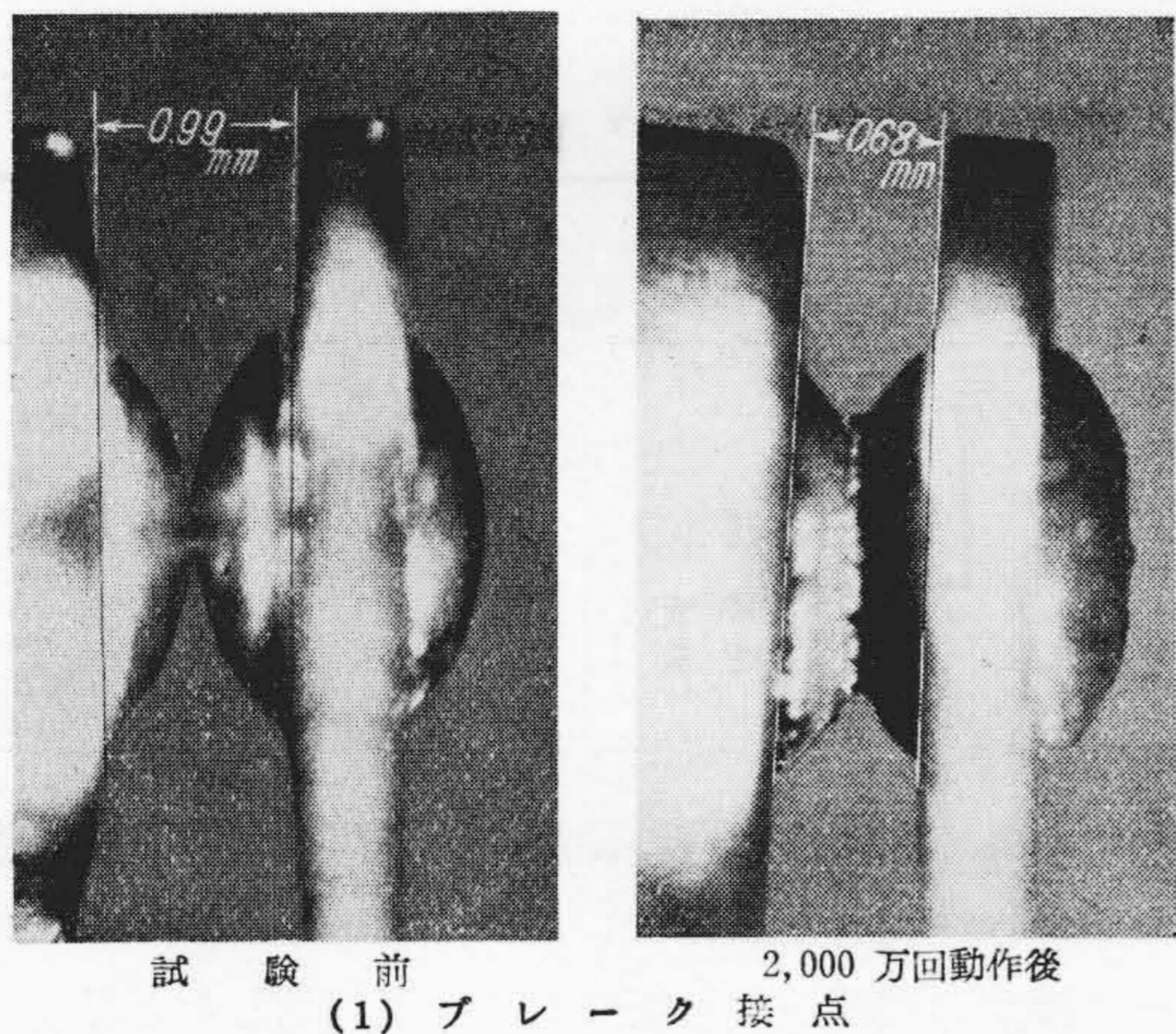


第15図 接点圧力減少のばらつき  
Fig.15. Variation of Contact Pressure Decrease

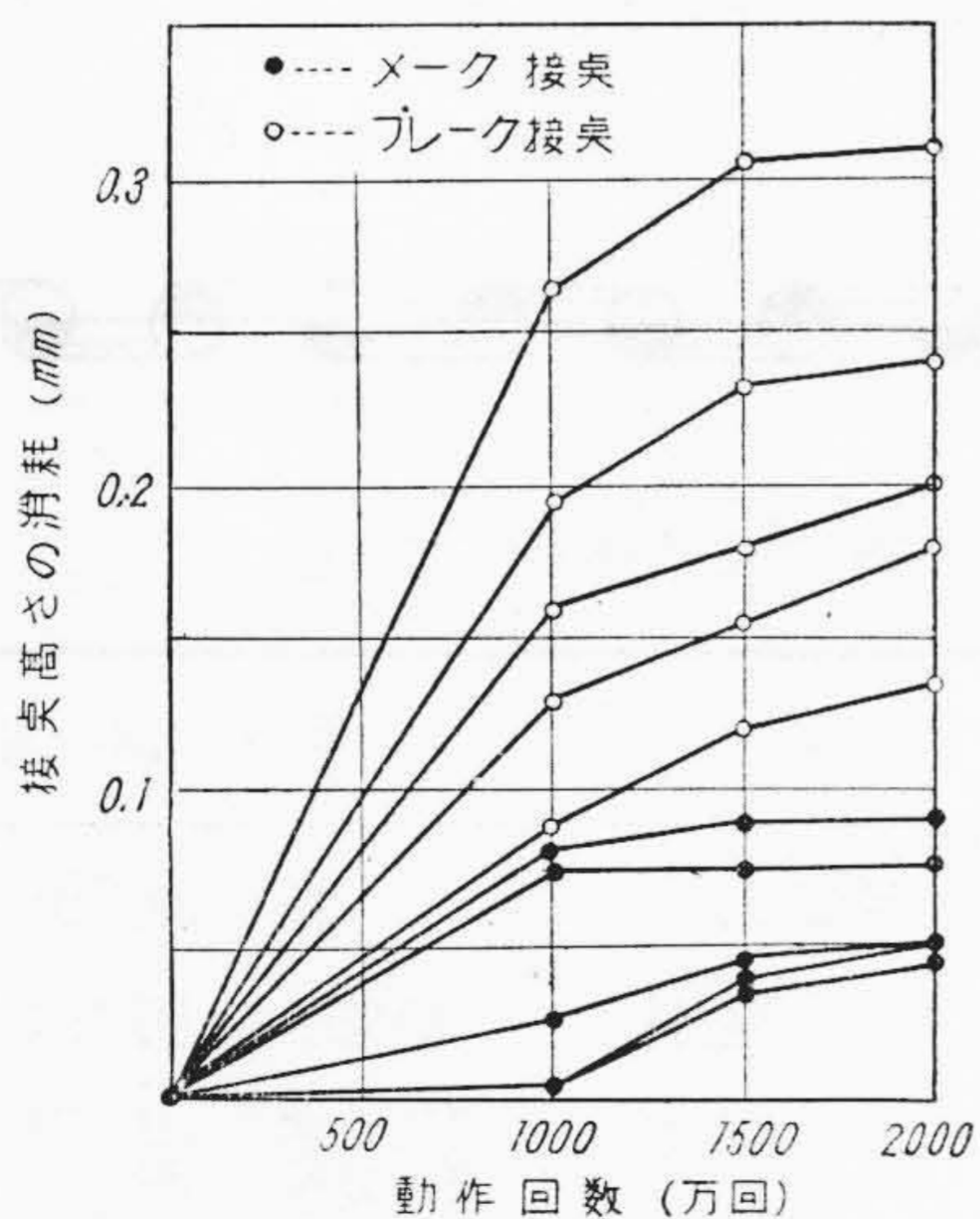


第16図 寿命試験回路  
Fig.16. Life Test Circuit

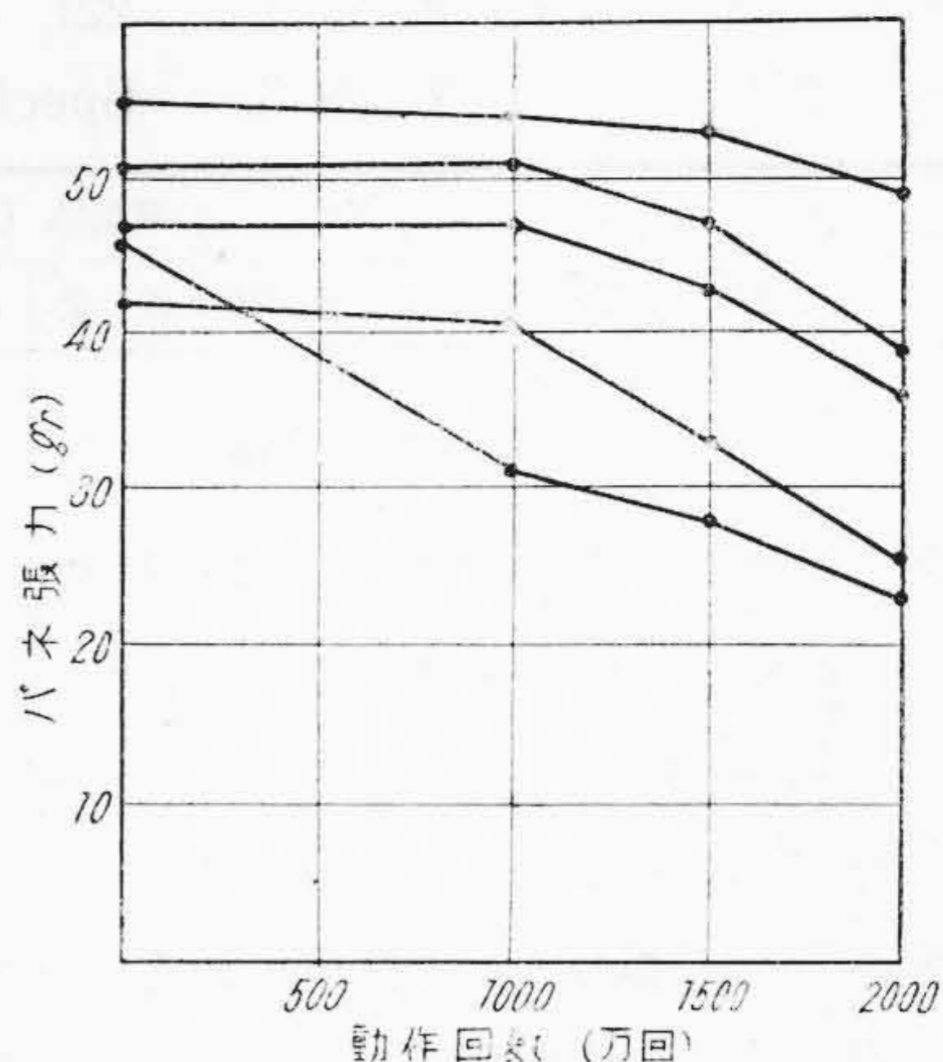




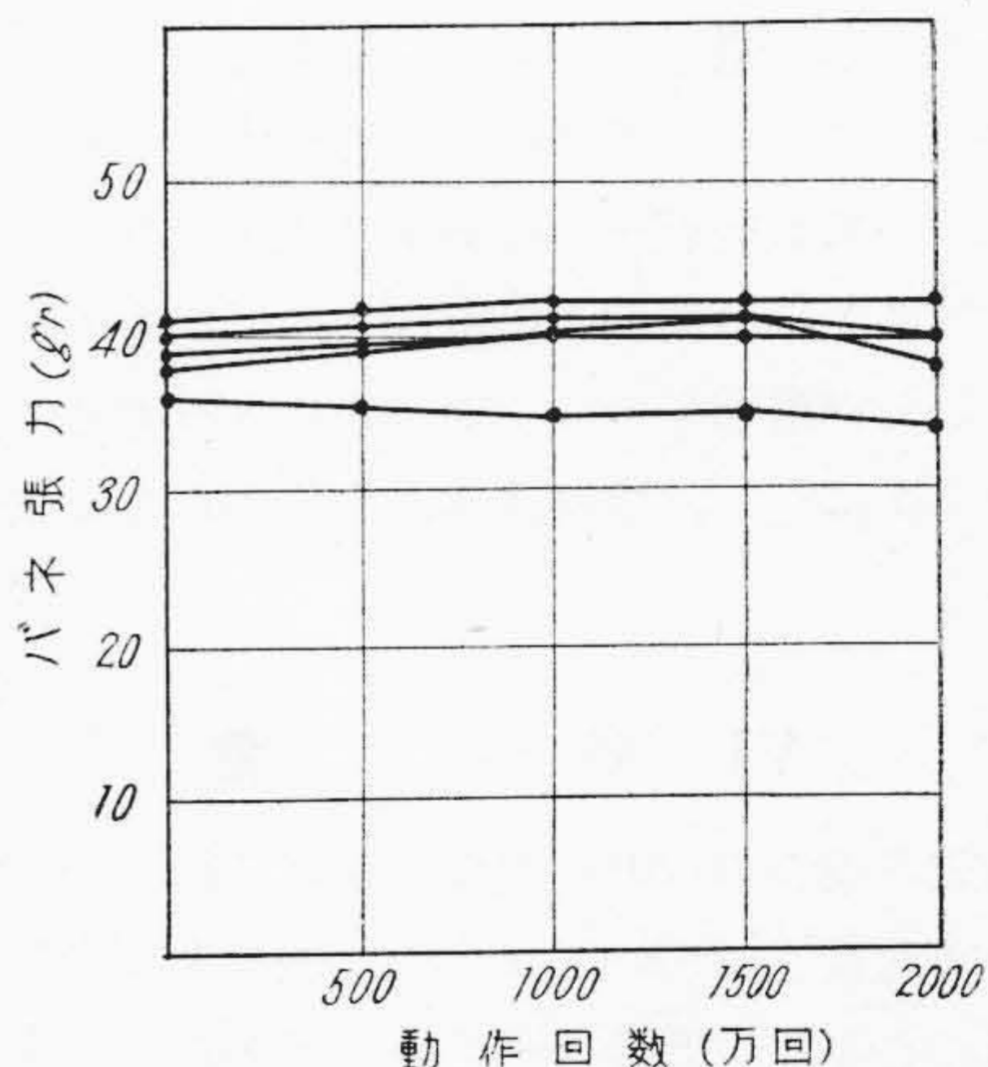
第17図 寿命試験前後の接点の高さ  
Fig.17. Contact Height before and after Life Test



第18図 動作による接点の高さの消耗寿命試験  
Fig.18. Contact Height Wear by Life Test



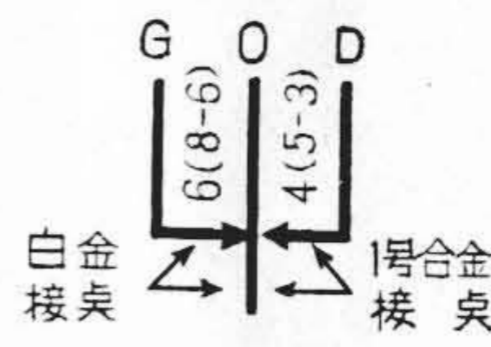
第19図 寿命試験によるメーク接点バネ張力の変化  
Fig.19. Decrease of Make Contact Spring Tension by Life Test



第20図 寿命試験によるブレーク接点バネ張力の変化  
Fig.20. Decrease of Break Contact Spring Tension by Life Test

磨耗が影響して、正確な関係を得ることは困難であるが、その傾向をみることは可能である。こゝには一例として第14図(b)と同じバネ組合せを有し、ストロージャ式自動交換機において、最も使用頻度の多いA継電器(品名221-TCN 第2図)について使用状態を同じ回路で実測した。この継電器の仕様を第5表(次頁参照)、寿命試験回路を第16図結果を第17図~第20図に示す。すなわち、一対の接点の高さの合計は1mmであるが、カード駆動と同様な原理のブレーク接点はこれが0.14~0.31mm減少しても、バネ張力は最大2gしか減少しないのに反して、メーク接点は高さの合計が、0.04~0.09mmの減少で、バネ張力は6~23gの減少を示し、第14図(b)の理論値と同様な傾向を示すことがわかる。

第 5 表 221 号 TCN 継 電 器 仕 様  
Table 5. Specification of No. 221-TCN Type Relay

品 名	巻 線				電流値 (mA)		レシジュ ア ル (mil)	バネ組合せ	備 考	主 な 用 途
	位置	抵 抗 ( $\Omega$ )	線 種	巻回数	感 動	不感動				
221-TCN	前	200	0.18E	5,300	14.8*	14.4*	9 (7~11)		*前後巻線を相 助的直列にし て	セレクト, コ ンネクタA継 電器
	後	200	0.18E	5,300						

これらの結果からつぎのことがいえる。

(A) 水平形継電器のメーク接点は、その構造上接点の消耗により急速に圧力が減少して、第一次の寿命となる。したがって保守の場合使用頻度が多く、大きな電流を断続する継電器においては、接点の高さの消耗状況により、比較的頻繁に接点のフォローを大きくするように再調整する必要がある。

(B) 水平形継電器のブレーク接点は、カード駆動式と同じ機構なので使用前の接点圧力が大きければ、接点の高さが減つても接点圧力はあまり減少しない。しかし設計上の無理から使用前の接点圧力の低いものが多い。故にこれらの継電器についてはつねにマークして、接点の清掃を頻繁に行い、塵埃油脂による汚れを除去しなければならない。

[VI] 結 言

我国自動交換局の 70% の局で使用されている水平形継電器の負荷特性について検討した結果を報告した。こゝでは真に必要な最低接点圧力の設定がなく、また接点が断続何箇月でどのくらい高さが磨耗するかの資料がな

いため、具体的に何箇月の使用により再調整の必要が生ずるといふ結果までは得ていない。しかし、メーク、ブレーク接点の機構上の性能はある程度判明したと思う。御批判いただければ幸いである。

終りに、つねに御指導をいただいている日本電信電話公社電気通信研究所の本荘氏、窪小谷氏、とくに本研究に御支援いただいた篠原氏に感謝し御鞭撻下さつた日立製作所戸塚工場内の皆様に厚く御礼申しあげる次第である。

参 考 文 献

- (1) 日本電信電話公社 仕1200号 水平形継電器仕様書
- (2), (3), (4) ティモシェンコ(片山,北島訳): 材料力学 p. 95~96 (昭 13)
- (5) 鳳: 電気接点と開閉接触子 (昭 25)
- (6) A.C. Keller: A New General Purpose Relay for Telephone Switching Systems, B.S.T.J. No. 6, Vol. 31 (1952-11)
- (7) 渡辺: 現在自動交換の直面している諸問題について, 通学誌 2 37 (昭 29-2)



日 立 製 作 所 社 員 社 外 講 演 一 覧 (昭和 29 年 6 月分受付) (その 1)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
6/15	日本港湾協会	名港海運穀物倉庫に設置した荷役機械について	本 社	横 山 正 毅
11/上旬	日本機械学会	傘歯車連続加工装置ならびに実験	中央研究所	明 山 正 元
11/上旬	日本機械学会	傘歯車連続加工法の理論	新潟大学 中央研究所	山 田 金 雄 明 山 正 元
6/15	西原衛生工業所	建築設備用ポンプについて	亀有工場	堀 田 正 雄
11/上旬	日本機械学会	ビルマ向客車貨車の強度試験とその応力解析について	笠戸工場	伊 藤 吉 保

(第110頁へ続く)