

A形自動交換機用ロータリスイッチの改良

菊 地 誠*

The Improvement of the Rotary Switch of Strowger System Automatic Telephone Exchange

By Makoto Kikuchi
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The life of the present type rotary switch used in the Strowger system automatic telephone exchange is roughly ranges from 300,000 to 400,000 operations. Recent demand, however, requires that its life be extended to a million operations or more.

For this purpose, the following improvements have been made:

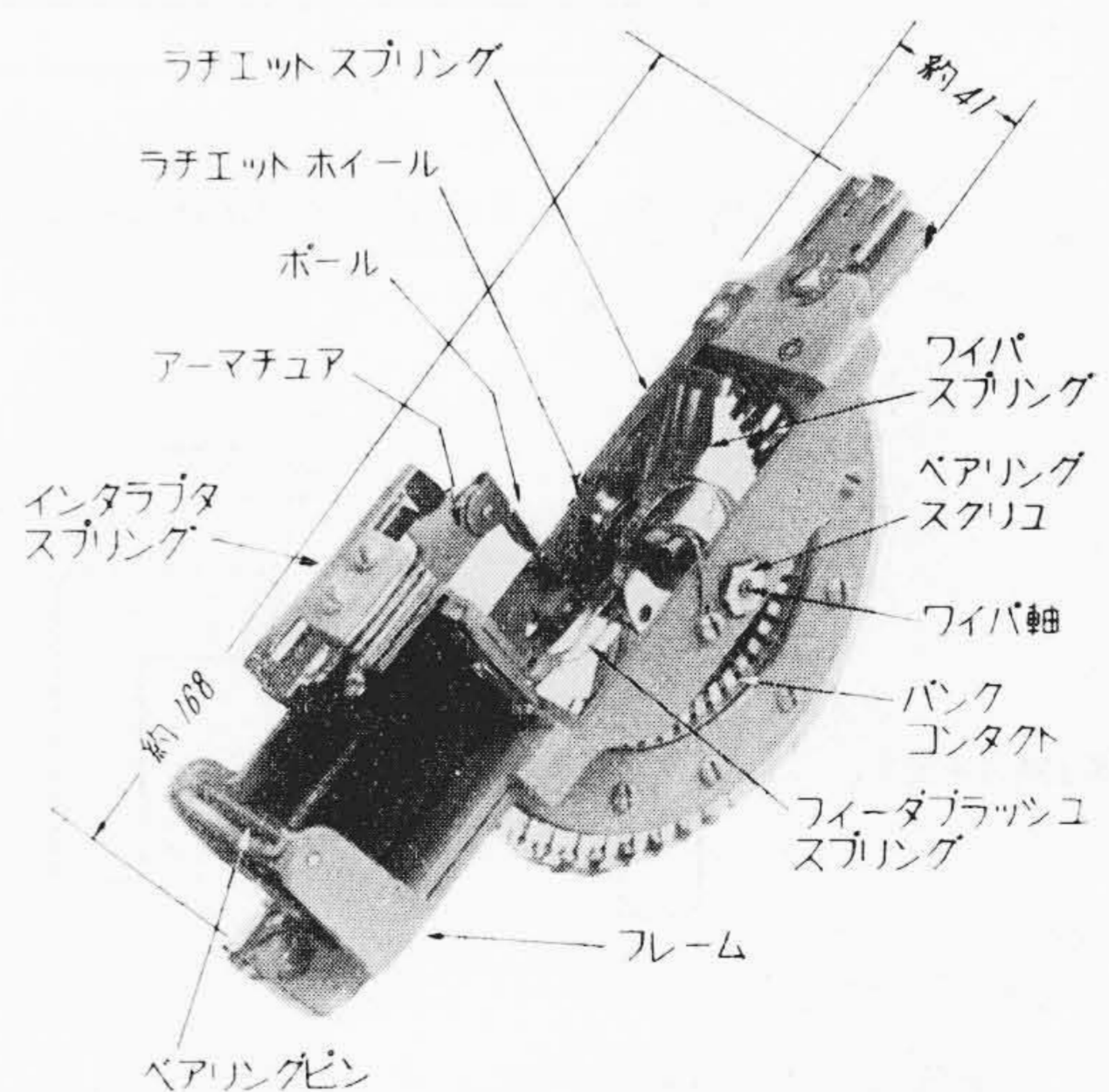
- (1) The material used in the wiper springs, bank contacts and feeder brush springs have been changed from special brass plate to phosphor bronze plate.
- (2) The material of the pawl has been changed from nickel silver to special steel.
- (3) Wear of the armature, pawl bearing stud, bearing pin, frame, etc. has been reduced by improving the material or enlarging the bearing surface.
- (4) The mechanism of the wiper shaft and related mechanism has been improved.

As a result, the life of the improved rotary switch has been prolonged to at least 1,000,000 operations, and most of the new units in actual use are operating satisfactorily after 1,500,000 operations.

〔I〕 緒 言

A形自動交換機には加入者ラインスイッチ、二次ラインスイッチ、自動即時レピータおよび自動試験機用としてロータリスイッチが使用されている。このロータリスイッチの構造は第1図に示すとおりであつて、我国に自動交換機を採用して以来約30年になるが、その間性能、寿命などに関する本質的な改良はほとんど行われなかつた。この理由は最も多く使用される加入者用ラインスイッチとしては現状の性能で大體差支えなく、また寿命も現状の30万回程度で満足しているので特に改良の必要を認めなかつたためである。しかしながら、最近二次ラインスイッチ、自動即時レピータおよび自動試験機としての用途が特に重視されるに到り、ロータリスイッチとしての寿命も100万回以上に堪えることが要求されてき

* 日立製作所戸塚工場



第1図 現用ロータリスイッチ
Fig.1. Present Type Rotary Switch

て、根本的な改良を行う必要を生じた。日立製作所においては、今回この要望に基づいて種々検討および改良を行ったので、以下にその検討内容および改良結果を述べる。

〔II〕 現用ロータリスイッチの問題点について

ロータリスイッチを二次ラインスイッチ用などに使用するには、まずその寿命を飛躍的に向上させなければならない。またワイパ軸部分の構造は機能上および寿命の点よりみて改良を要する点がある。

以下にこの問題点について検討した結果を述べる。

(1) 寿命試験結果

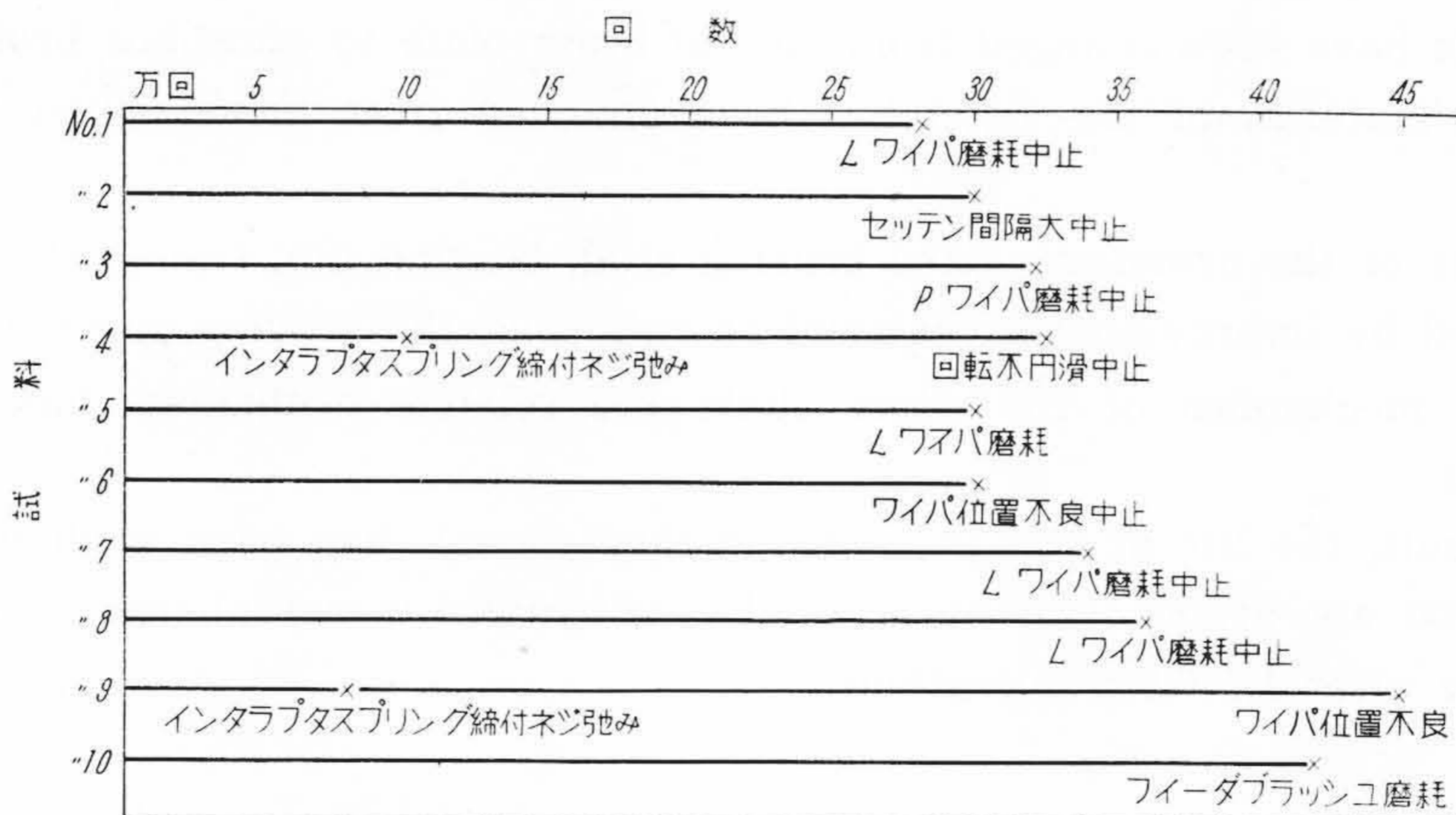
現用ロータリスイッチについての寿命試験成績の一例を第2図に示す。これによれば、最低26万最大45万回で停止しているが、大部分のものは30~40万回の寿命であることを示している。No. 4とNo. 9に動作途中において発生したネジ弛みは作業上の不注意によるもの

なのでこれを除外して考えれば、動作不能に陥つた原因はつぎの5件である。

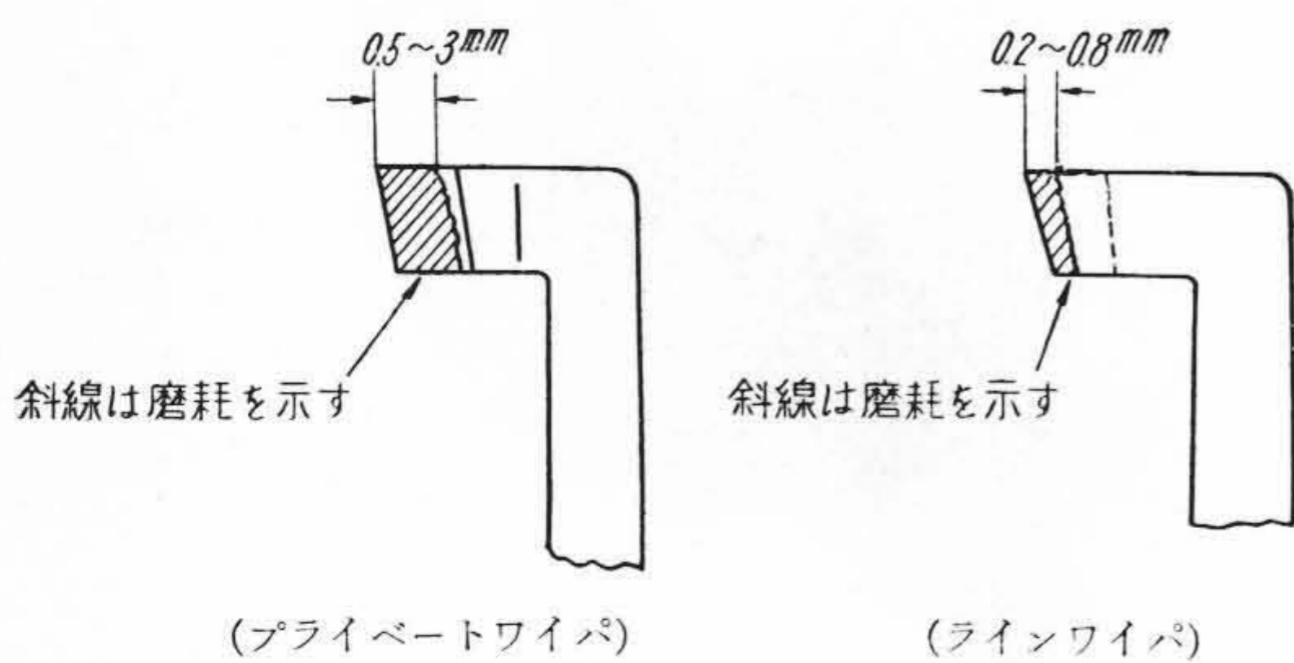
- (1) ワイパの磨耗
- (2) ファイダブラッシュユスプリングの磨耗
- (3) ワイパ位置不良
- (4) 回転不円滑
- (5) 接点間隔大

このうち、3および4項はポールまたはベアリングなどの磨耗が過大になつた結果として調整値などに変化を来して障害となつたものであり、また5項の接点間隔は接点自体の焼損とともにベアリングなどの磨耗が間接的に影響した結果である。したがつてロータリスイッチの寿命を改善するためには、部品類の磨耗状況を検討しこれを改善することがその主眼であるといえるわけである。部品類の磨耗状況はつぎのとおりである。

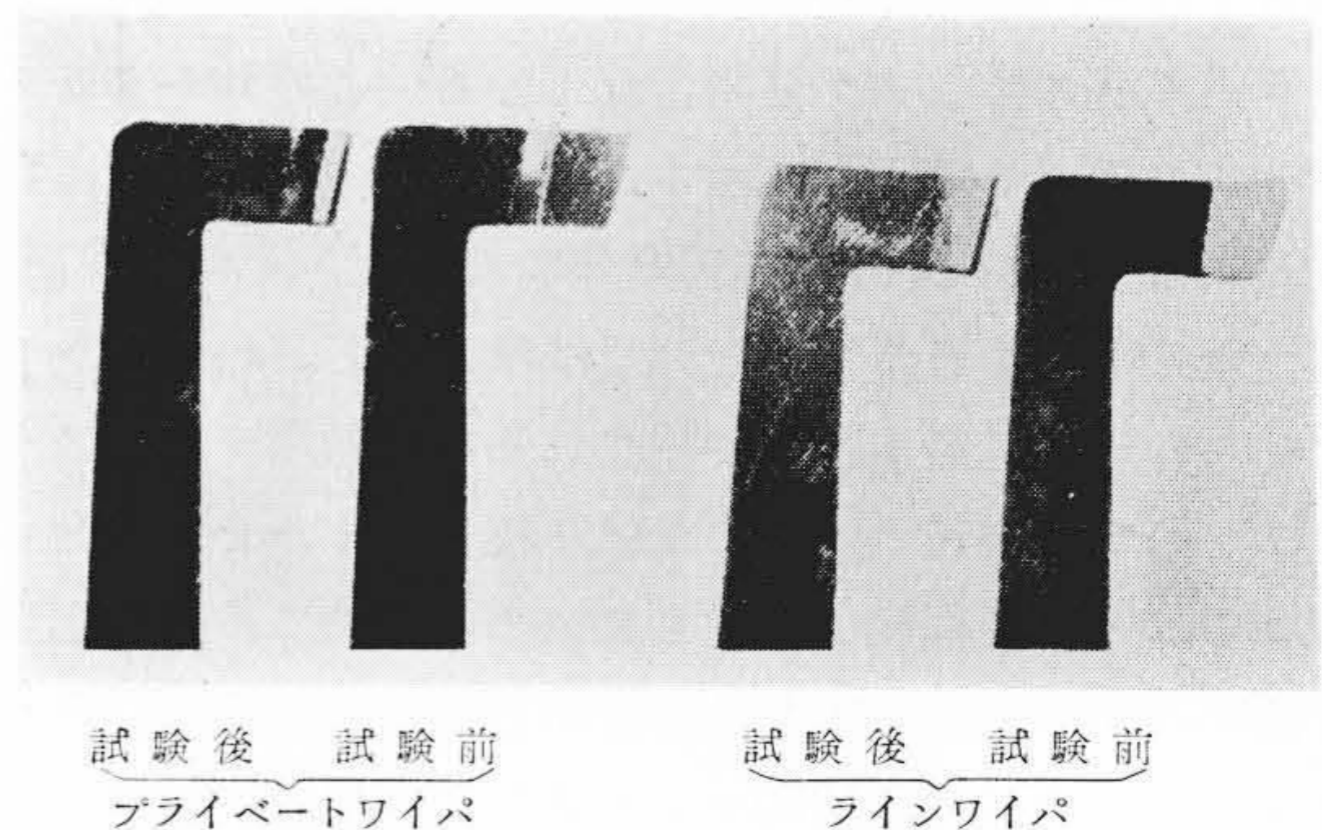
- (A) ワイパスプリング、バンクコンタクトおよびファイダスプリングの磨耗
- これらの部品はいずれもバネ用黄銅板で製作されてい



第2図 現用ロータリスイッチ寿命試験結果
Fig.2. Result of Life Test of Present Type Rotary Switches



第3図 ワイパスプリング磨耗図
Fig.3. Diagram of the Wear of Wiper Springs



第4図 ワイパスプリング磨耗比較
Fig.4. Comparison of Wear of Wiper Springs

る。ワイパスプリングは約 30 g の接触圧力でバンクコンタクト上を断続摺動するが、寿命試験における1回の動作では 25 箇のバンクコンタクトを通過するので、30~40 万回の動作では延べ 750~1,000 万箇のバンクコンタクト上を摺動することになる。またこの間フィーダブラッシュスプリングはワイパスプリングの中心に近い円形基部上を連続摺動しているため、ワイパスプリング、バンクコンタクトおよびフィーダブラッシュスプリングの接触部分は、動作回数の進展に伴って次第に磨耗が増加してくるのである。30~40 万回動作後のワイパスプリングの磨耗状況を第3図に、また新品と動作後のワイパスプリングの比較写真を第4図に示す。

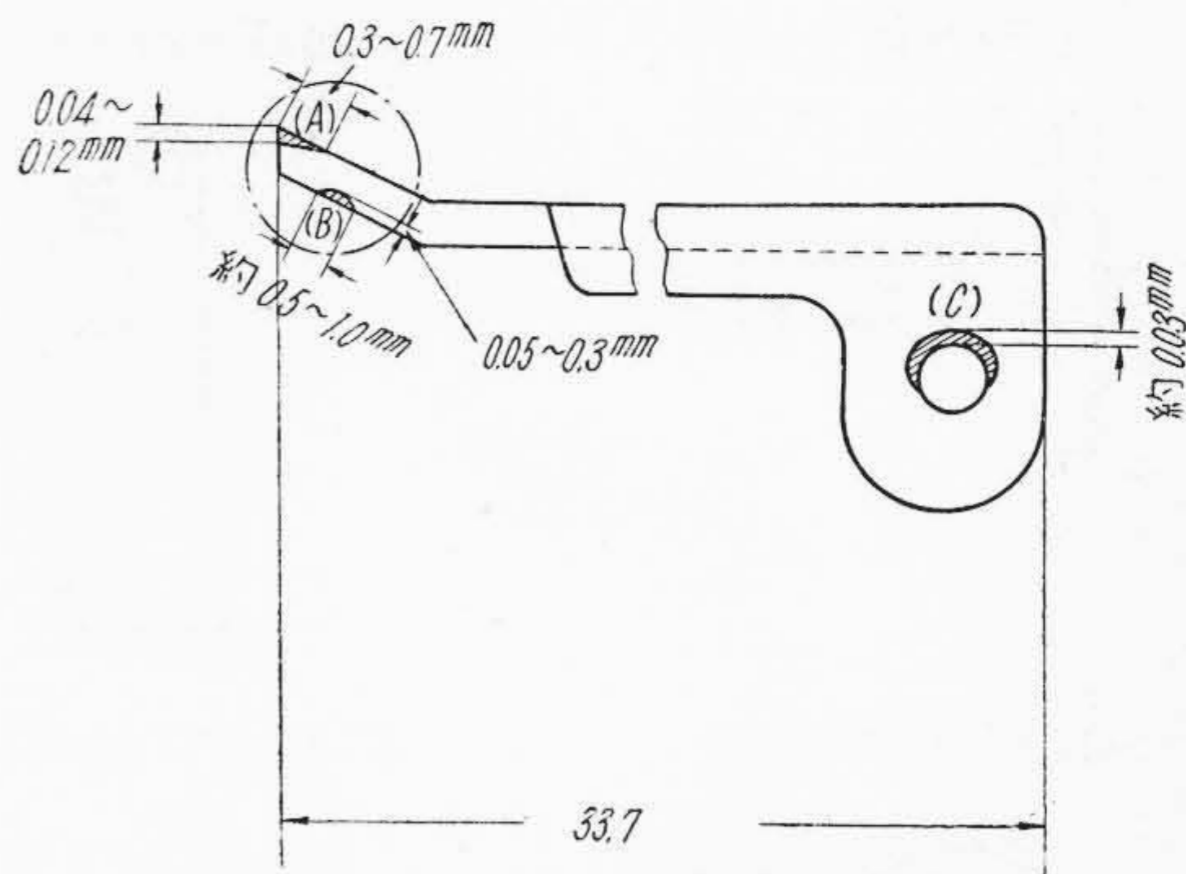
このように磨耗してゆくとワイパスプリングとバンクコンタクトの接触位置が変化し、ついに接触不良をおこし動作不能に陥るに到る。フィーダブラッシュスプリングもその先端が磨耗してワイパスプリングの円形基部が外れて動作不能になる。バンクコンタクトは 30~40 万回程度では動作不能に陥る程の磨耗は生じないが、100 万回以上を目標とする場合はワイパおよびフィーダブラッシュスプリングと同様に改善を必要とする。

(B) ポールの磨耗

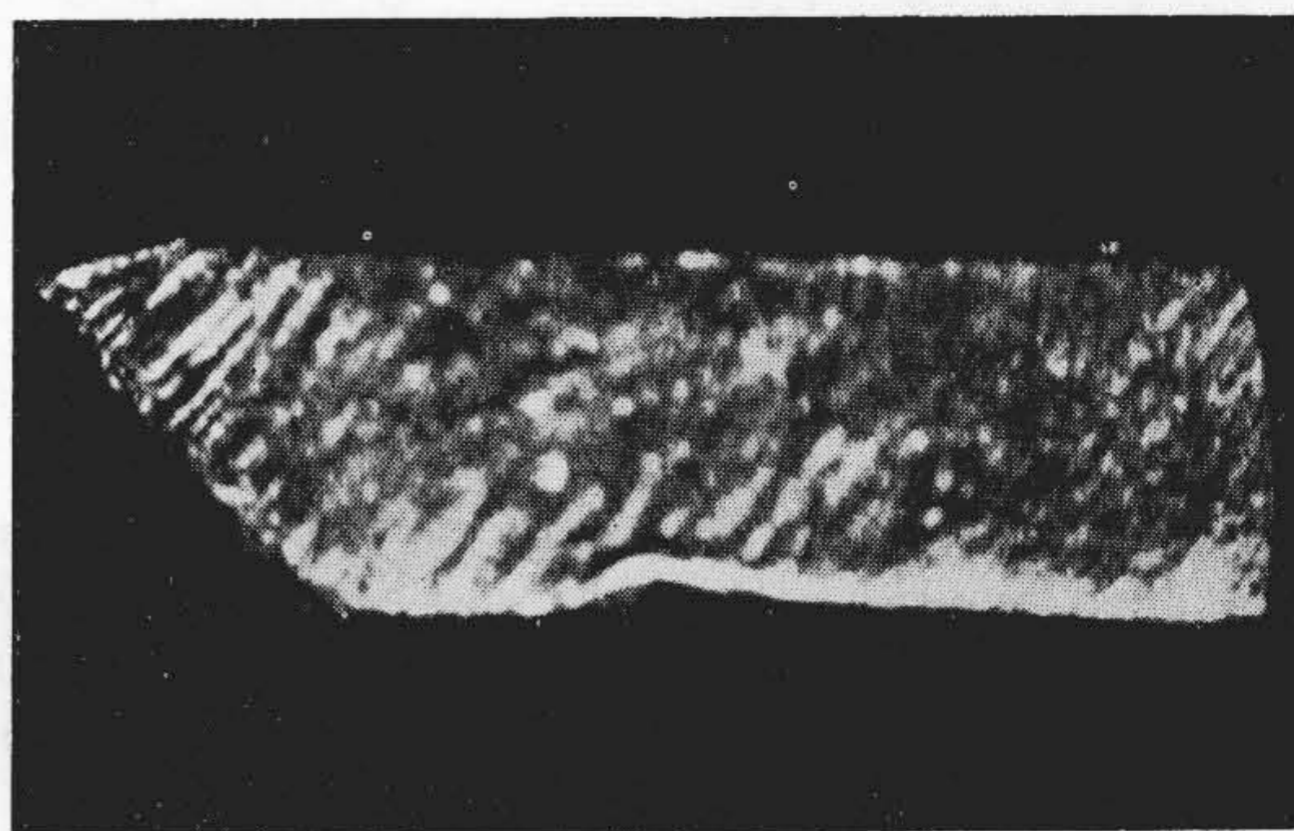
ポールはアーマチュアが復旧してワイパを一步進める際に、ラチェットホイールとフロントストップに対し衝撃的に作用して、その先端が第5図(1)に(A)、(B)と図示するように磨耗し、また、ベアリング孔部も(c)のごとく磨耗する。第5図(2)は(A)、(B)部の磨耗状況を示す写真である。(A)、(B)部がかくのごとく磨耗するとポールの静止位置は第6図(I)に示すように、次第に回転方向に偏位してラチェットホイールを余計に回転させ、したがって、同図(II)のようにワイパスプリングの接触位置も次第に回転方向にずれるようになる。この磨耗が過度になると第2図に示す No. 6 および No. 9 のごとくワイパ位置不良をおこして停止するに到る。(c)部の磨耗は 30~40 万回程度では問題ないが 100 万回以上目標の場合は改善を要する。

(C) その他の部品の磨耗

第7図(次頁参照)に示すように、ワイパ軸の軸部外径(a)、ベアリングスクリューの孔径(b)、アーマチュアの孔径(c, d)、ポールベアリングスタッド軸径(e)、フレーム孔径(f) およびベアリングピンの外径(g) は同図(VII)に示すように磨耗を生じていた。この試験結果ではアーマチュア孔径(c, d) とポールベアリングスタッド軸径(e) 以外はあまり顕著な磨耗を示していないように見えるが、これらの磨耗状況は動作前における孔径と軸径のクリアランスの大小、調整値の相違および注油条件によって著しく相違し、いずれもしばしば予想外の磨耗をお

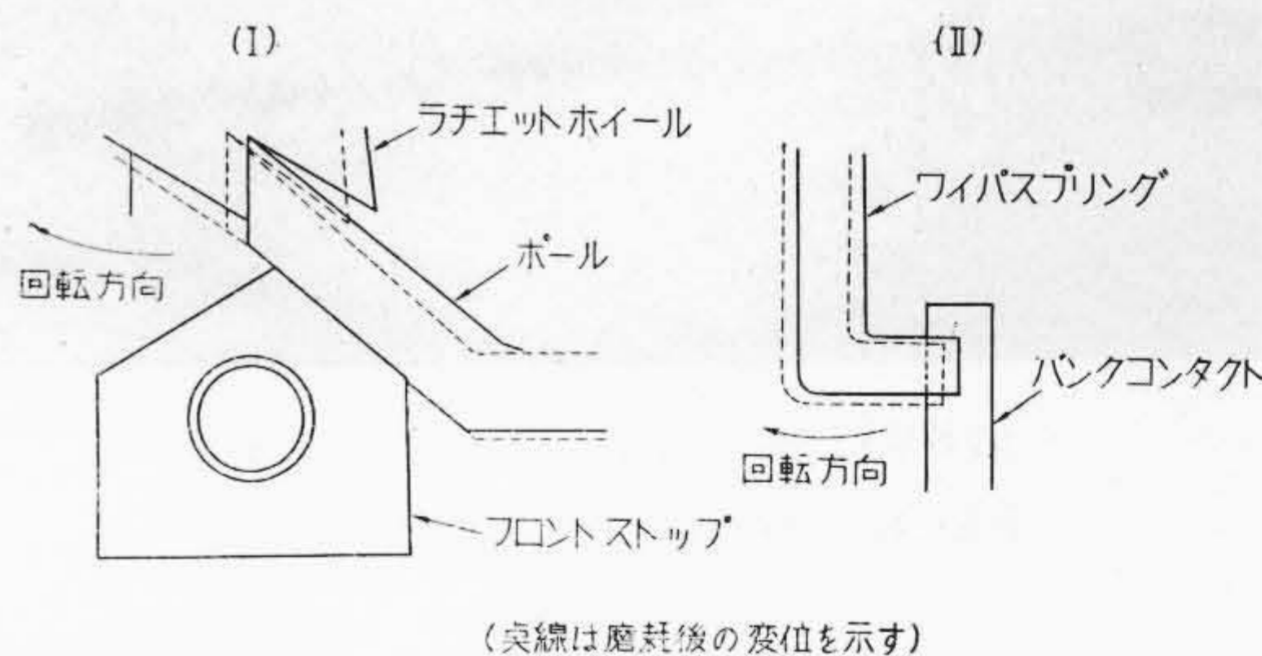


(1) ポールの磨耗



(2) A, B部の拡大図

第5図 ポール磨耗図
Fig. 5. The Wear of Pawl



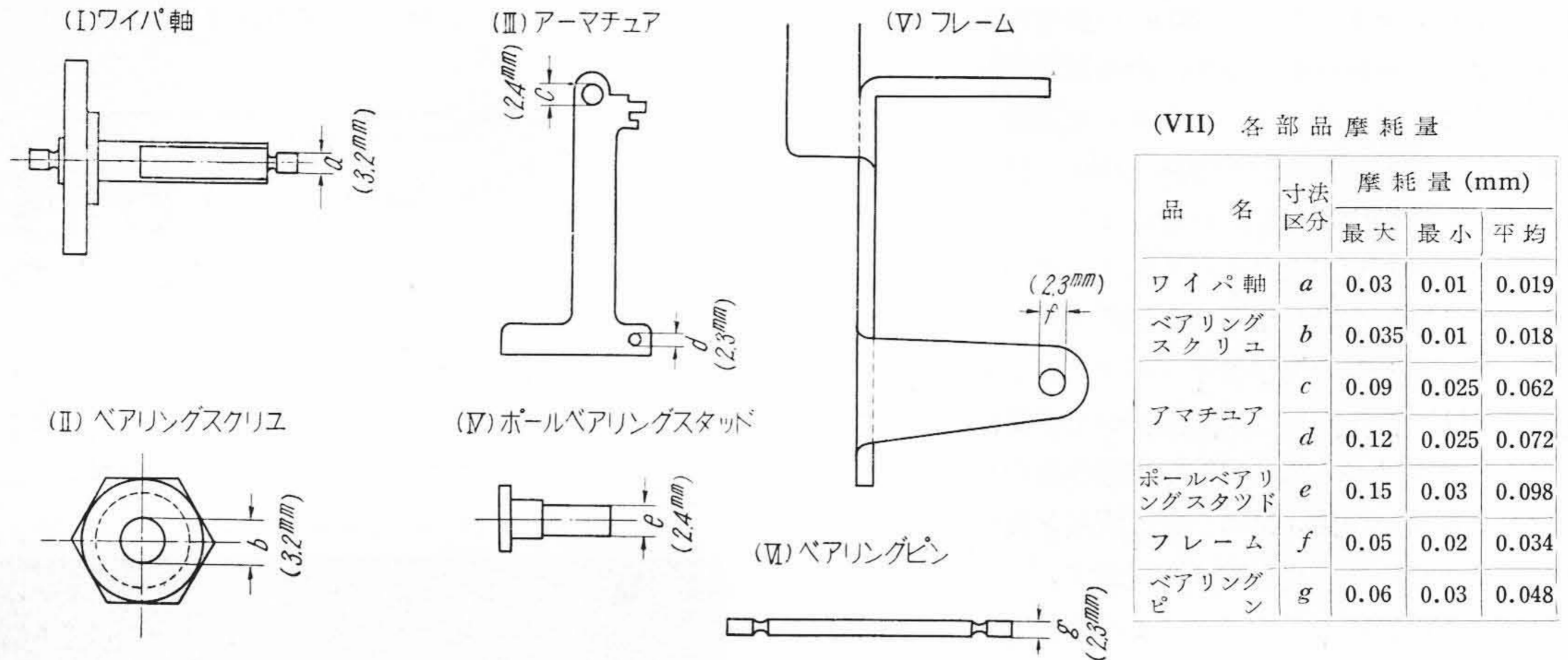
第6図 磨耗によるポールとワイパスプリングの変位

Fig. 6. Displacement of the Pawl and Wiper Spring due to Wear

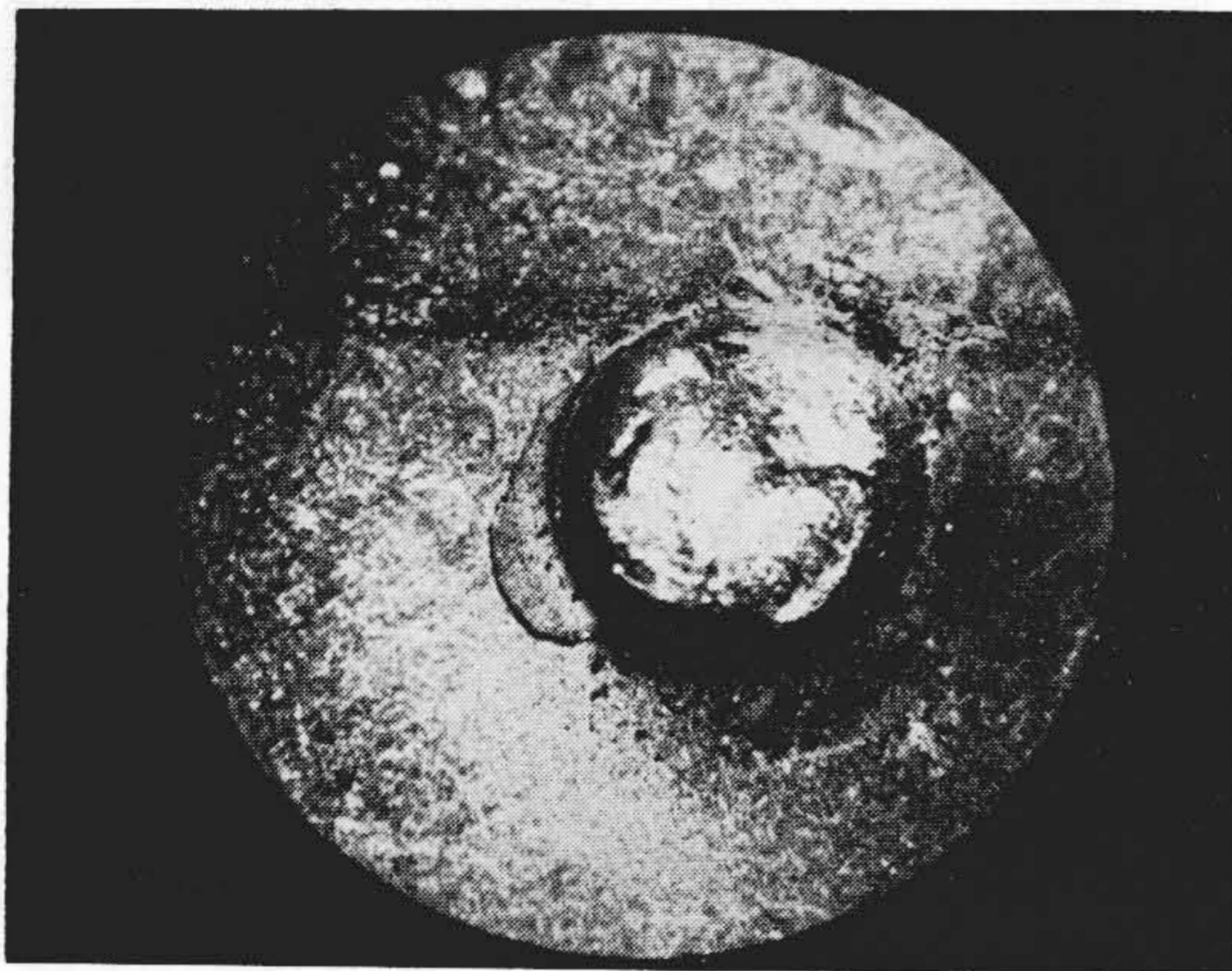
こして障害原因となりうるものである。今回の試験でもアーマチュア、ポールベアリングスタッド、フレームおよびベアリングピンの磨耗の総合結果として、第2図に示すように No. 4 のスイッチが回転不円滑となつて停止している。したがって 100 万回以上の動作を確保するためにはいずれも改善を要する問題である。

(D) 接点の磨耗

接点は P.G.S. 合金 (白金, 金, 銀合金) を使用しているが、試験後は第8図(次頁参照)に示すように消耗する接触圧力は約 300 g で比較的高いので消耗しても接触



第 7 図 諸 部 品 の 磨 耗
 Fig.7. Wear of Many Parts

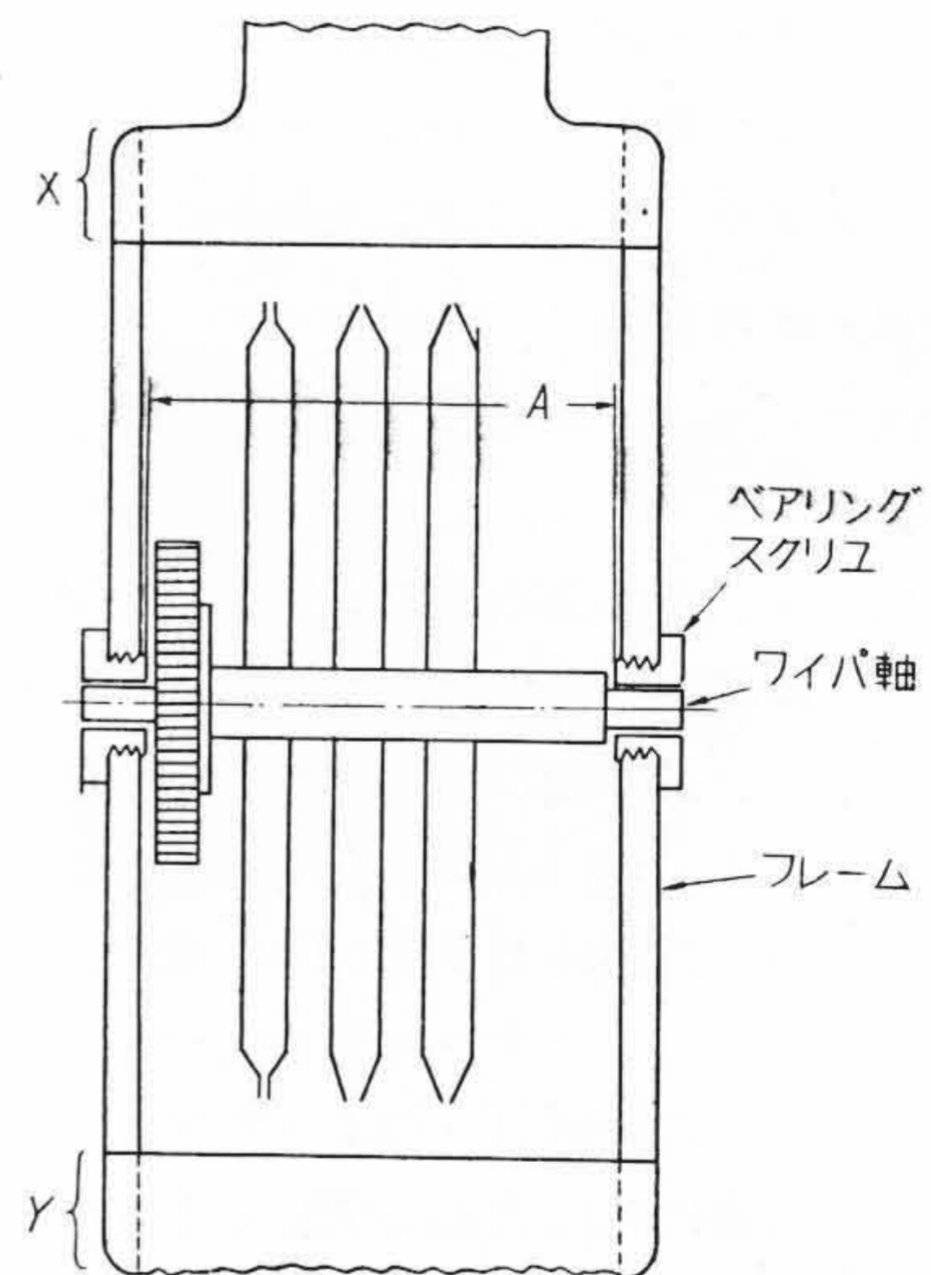


第 8 図 接 点 の 磨 耗
 Fig.8. Wear of Contact

不良になることはほとんどないが、この程度に消耗すると高さが半減して接点間隔に変化を来し回転が不円滑となつて停止するに到るものである。今回の試験では No. 2 が障害となつている。寿命改善のためには材質の検討を要する。

(2) ワイパ軸部分の構造

現用ロータリスイッチのワイパ軸部分の構造を第 9 図に示す。フレームは軟鋼板を用いてプレス作業で製作されるが、ベアリングスクリュをネジ込む両側板は図示のとおり X, Y の二箇所でフレームの平面部とつながっているだけなので機構的に弱く内側寸法が正確に工作されない。したがって、ベアリングスクリュの内側寸法(図示 A)が不正確となつて、ワイパ軸を挿入しても適当な遊隙がえられず、ガタが過大になつたりあるいは固着して回転不能になる場合が多い。これを修正するために組

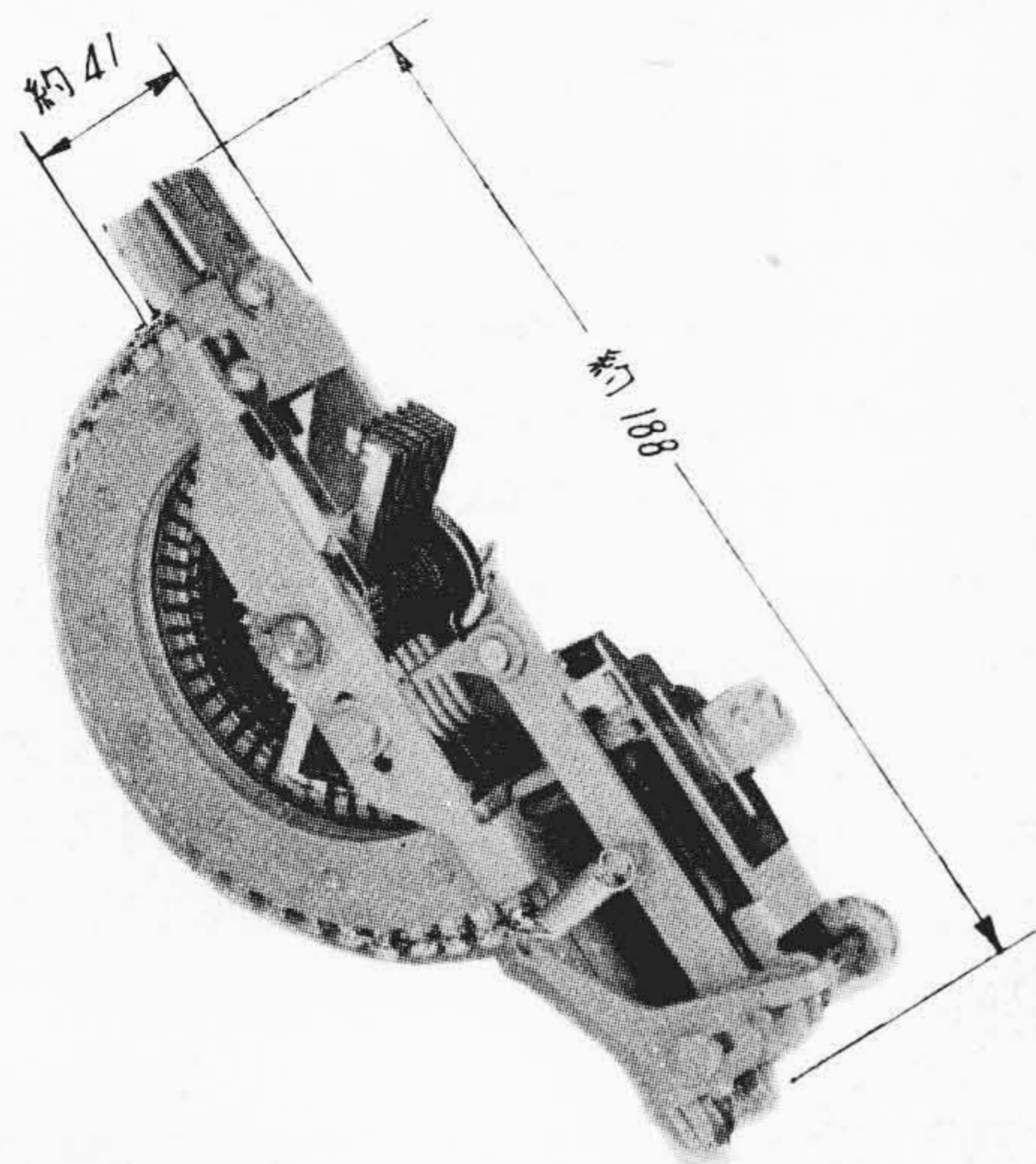


第 9 図 現用ロータリスイッチのワイパ軸部分構造図
 Fig.9. Structure of Wiper Assembly of Present Type Rotary Switch

立作業において煩雑な手数を要しているのが現状である。また、一度修正したものでもロータリスイッチをシエルフに取付ける際の歪みや使用中の衝撃で変化するおそれがあつて回転を不安定にする原因になつている。この部分は機構を堅固にする必要がある。

〔III〕改良内容

前項に述べた現用ロータリスイッチの弱点につき改良を行つて、第 10 図に示すような長寿命ロータリスイッチを完成した。以下にその改良内容を述べる。



第10図 長寿命ロータリスイッチ
Fig.10. Long Life Rotary Switch

(1) 耐摩耗性の向上

耐摩耗性を向上して100万回以上の動作に堪えるために部品類の材質および構造につきつぎのように改良を行った。

(A) ワイパスプリング、バンクコンタクトおよびフイダブラッシュスプリング

これらの部品の耐摩耗性向上のためには材厚を増すこと、荷重を減らすことおよび材質変更などが考えられるが、前二者はスイッチの寸法の大幅な変更または動作原理の根本的な変更を行わなければならない、現用品との互換性を損じることになるので、今回は主として材質の変更によつて目的を達することとした。数次にわたる基礎実験および試作品についての寿命試験の結果、耐摩耗性、加工性および原価面などを考慮してこれらの部品の材質をバネ用黄銅板からリン青銅板に変更した。また、ワイパスプリング先端は分割して双子型としバンクコンタクトとの接触性を向上した。

(B) ポール

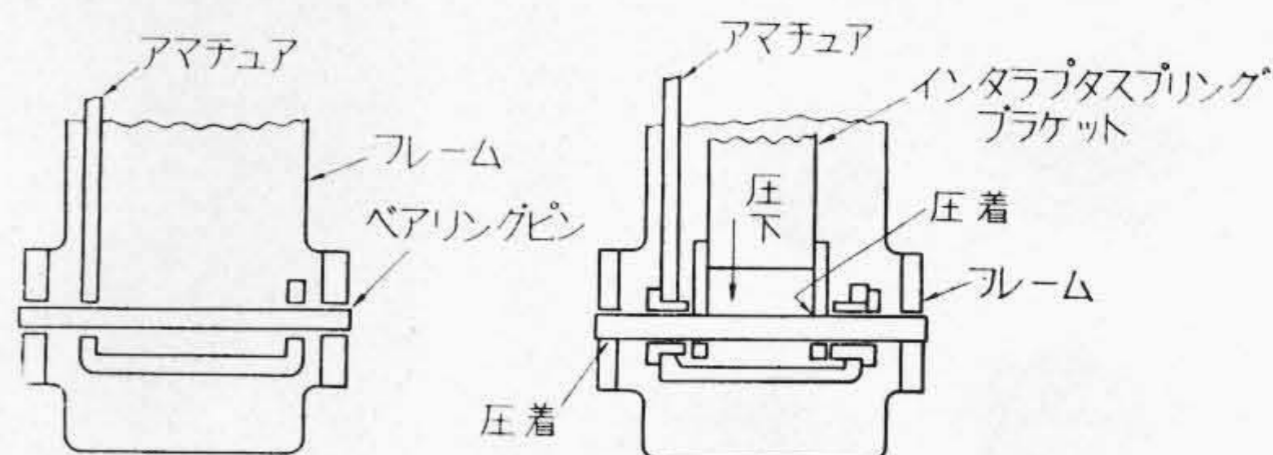
現用のものの材質は洋白板であるが、耐摩耗性の向上と加工性を考えてこれを特殊鋼板に変更し、かつ先端に焼入れを行った。また、ポールベアリングスタッドの嵌合する孔(第7図(c))は現寸法2.4mmを3.2mmに変更し、軸受面積を大きくした。

(C) アーマチュア、ポールベアリングスタッド

アーマチュアのポールベアリングスタッドの嵌合する孔(第7図(c))は、現用品は内径2.4mm、長さ2mmの鋼製のブッシュが挿入されているが、これをそれぞれ3.2mm、4.6mmの鋼製のブッシュに変更することによ

(I)現用ロータリスイッチ

(II)長寿命ロータリスイッチ



第11図 アーマチュア取付部分の構造

Fig.11. Structure of Armature Assembly

り軸受面積を約3倍とした。また、ベアリングピンの嵌合する孔(第7図(d))は、現用品は厚さ2mmの電磁軟鋼板に直接2.3mmの孔をあけてあるだけであるが、これを内径3.1mm、長さ5.1mmの鋼製ブッシュを挿入することにより硬度を増加し軸受面積を約3.4倍とした。さらにポールベアリングスタッドの軸部の外径(第7図(e))は2.4mmを3.2mmに変更した。

(D) フレーム、ベアリングピンおよびインタラプタスプリングブラケット

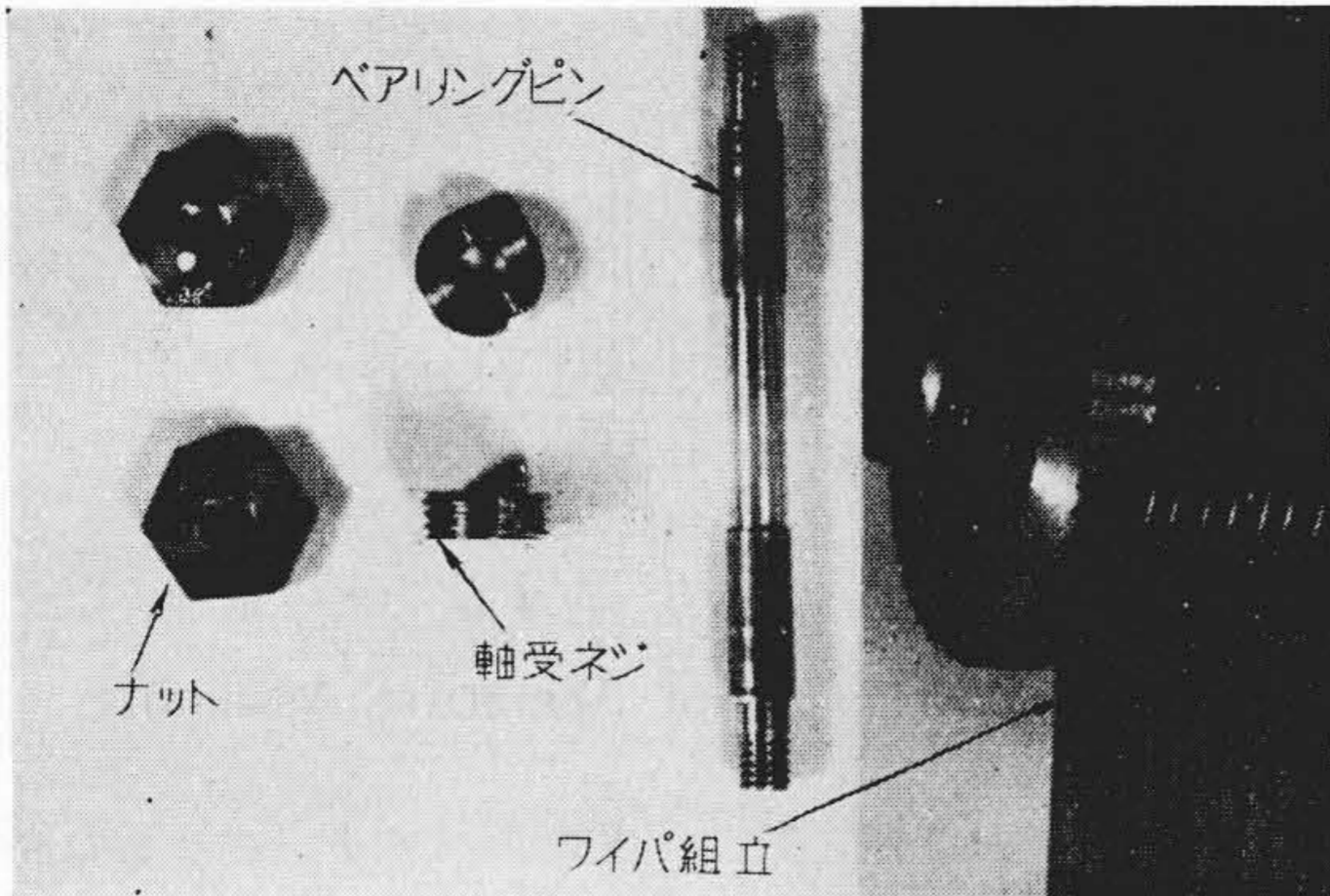
現用ロータリスイッチのフレームとベアリングピンおよびアーマチュアの組込関係は第11図(I)のとおりである。すなわちフレームとベアリングピンおよびアーマチュアとベアリングピンの相互間に衝撃と摺動が行われるために、それぞれの部分が磨耗する機構になっている。今回のものは第11図(II)に示すように、インタラプタスプリングブラケットを下方に長く延長して、その下端でベアリングピンを常に圧下するようにした。かくすることによりフレームとベアリングピンおよびインタラプタスプリングブラケットとベアリングピンの接触面はたえず圧着し合っているので動作中にベアリングピンが回転することがなく、したがって、この部分は磨耗することがないわけである。アーマチュアとベアリングピン間は従来どおり摺動するが、この部分には前項に述べたように鋼製のブッシュを入れて磨耗を防いでいる。

(E) 接点

接点は現用のP.G.S.合金を白金接点に変更した。(検討の結果、火花消去回路の変更は行っていない)

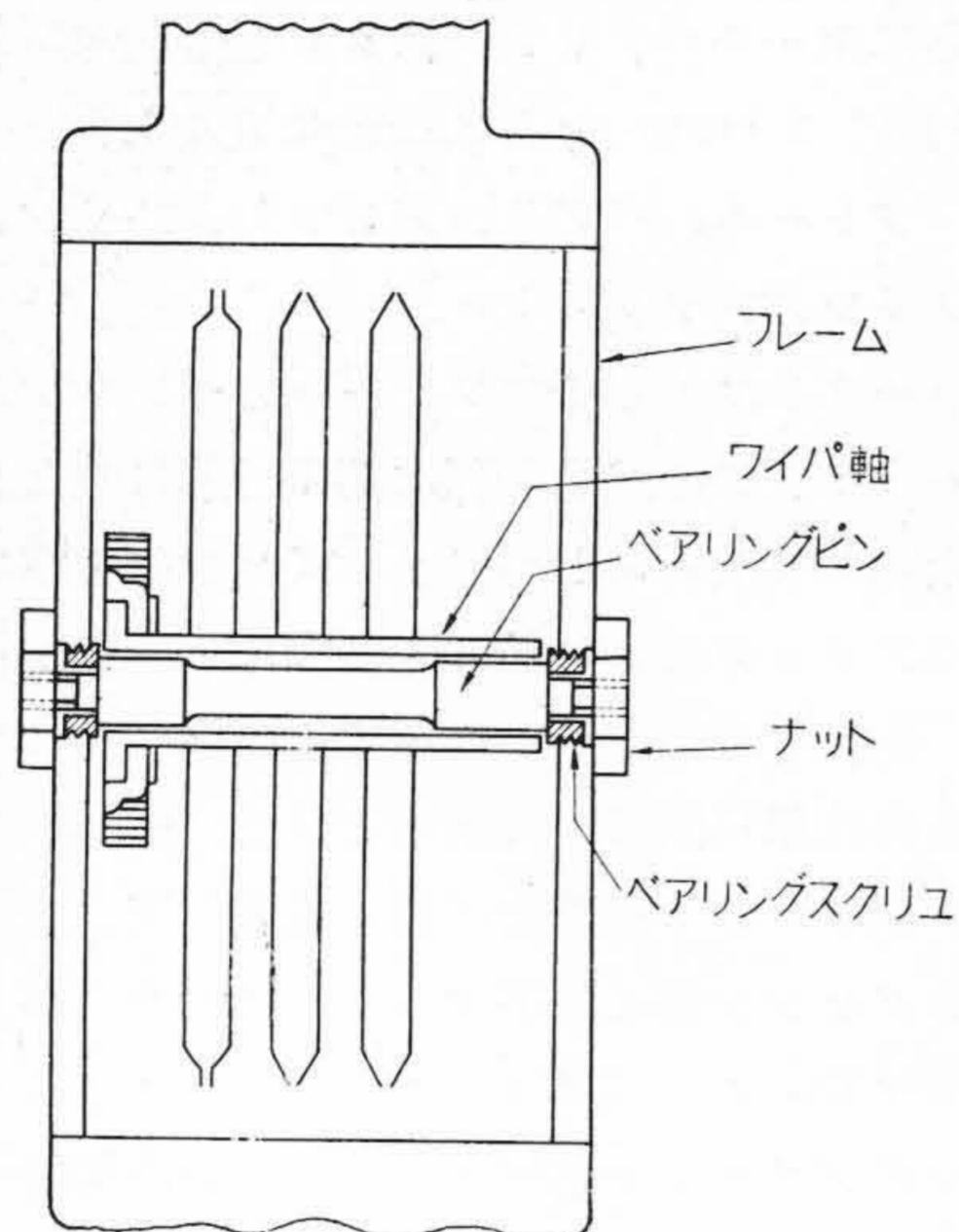
(F) ワイパ軸部分の構造

現用ロータリスイッチのワイパ軸部分の構造は第9図のとおりであつて、機構上の欠点となつてゐることは〔II〕、(2)項に述べたとおりであるが、改良品は、第12図(次頁参照)に示すようなワイパ軸、ベアリングピン、ベアリングスクリューおよびナットを使用して第13図(次頁参照)のとおり組立てた。すなわち、ワイパ軸は円筒状とし、その中にベアリングピンを嵌入して両端はベアリングスクリューとナットによつてフレームの両側面とともにベアリングスクリューの内面がベアリングピンの両



第 12 図 長寿命ロータリスイッチ用ワイパ軸構成部分

Fig. 12. Wiper Assembly of Long Life Rotary Switch



第 13 図 長寿命ロータリスイッチのワイパ軸部構造図

Fig. 13. Structure of Wiper Assembly of Long Life Rotary Switch

側の段部に圧着するまで締着固定する機構とした。かくすることによりつぎのような利点がえられる。

- (1) ワイパ軸を挿入するためのベアリングスクリューの内側寸法(第 9 図 A 寸法相当)は、たとえフレームの寸法が不正確な場合でもベアリングピンの段部によつて正確に決定されるので、ワイパ軸の遊隙が規正されて良好な回転をうることができる。
- (2) フレームの両側板は、ベアリングピンによつて堅固に補強されているので、スイッチをシェルフに取付ける場合、および使用中にも変形することがない。
- (3) ベアリングピンとベアリングスクリューおよびフレームは固定されているので、この部分には磨耗を生じない。また、ワイパ軸とベアリングピンの接触

面は十分大きくすることができるので磨耗を僅少にすることができる。

(G) レスタリングスプリング

現用のレスタリングスプリングはバネ鋼板によつてつくられているが、張力を加減するためにベンダーを直接スプリングにあてゝ調整するので屈曲部が折損することが多かつた。また、約 100 kg/mm^2 の弾性限界に対し $70 \sim 80 \text{ kg/mm}^2$ 程度の使用応力で繰返し運動を行つていたので、使用中に疲労して張力が減少する傾向にあつた。改良品はピアノ線によるヘリカルスプリングとし、レスタアームの位置を調節して張力を加減するようにした。また使用応力も約 30 kg/mm^2 程度に下げて安全度を高めた。

〔IV〕 改良ロータリスイッチの寿命試験成績

前項に述べたような改良を行つたロータリスイッチ 10 台について寿命試験を行つた。その結果について以下に略述する。

(1) 寿命試験成績

成績は第 14 図のとおりであつた。この中、No. 10 に半田付ルーズを発生しているが、作業上の不注意であり本質的な障害ではないので除外して考えれば、いずれも 100 万回以上の寿命に堪えていることがわかる。なお No. 9 のコイル断線も引出線部の不注意によるので、これも除外すれば寿命は 150 万回以上であるといえる。

(2) 寿命試験結果の検討

(A) 接点の磨耗

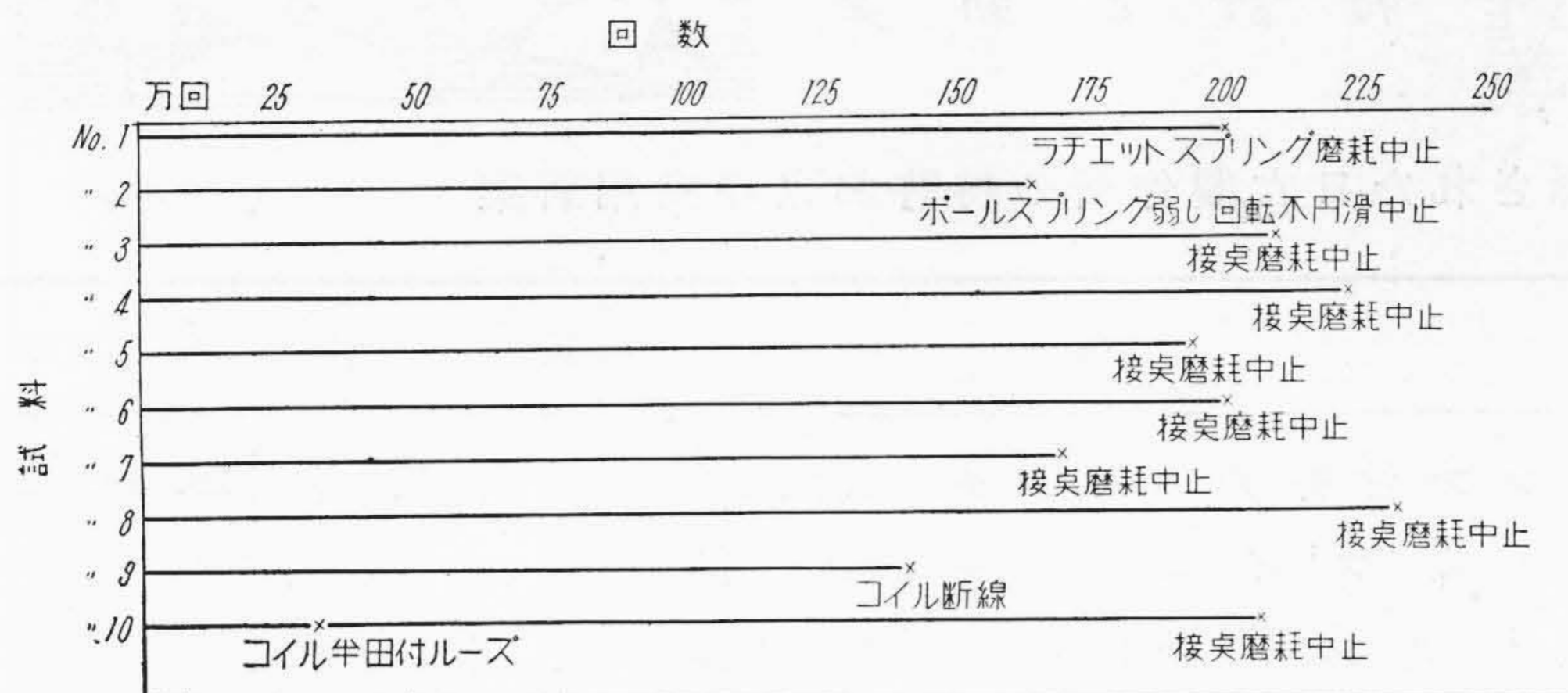
10 台のスイッチの中、接点の磨耗によつて動作を中止したのは 7 台におよんでいる。これらのスイッチは動作継続可能なものもあつたが、その磨耗程度がはなはだしいので一応中止した。その磨耗状態は、第 8 図と同程度もしくはそれ以上であつた。接点の消耗については、本質的な研究は行つていないが、将来は材質の検討および回路条件の変更などによりさらに改良する心算である。

(B) ラチエットバネ磨耗

No. 1 のスイッチはラチエットバネが磨耗して調整値が変化し、回転が不規則になつたので中止した。他のスイッチのものは多少の磨耗は認められるが動作にはなんら支障ない程度であつた。今後材質などの検討を要する。

(C) ポールスプリング張力の低下

No. 2 はポールスプリングの張力が低下し、回転が不規則になつたので中止した。他のスイッチのものは全く異常を認めなかつた。原因については不明であるが、最初から異常に弱かつたものを誤つて組込み、使用中の引掛部の僅かな磨耗によつて張力低下を来したものと考え

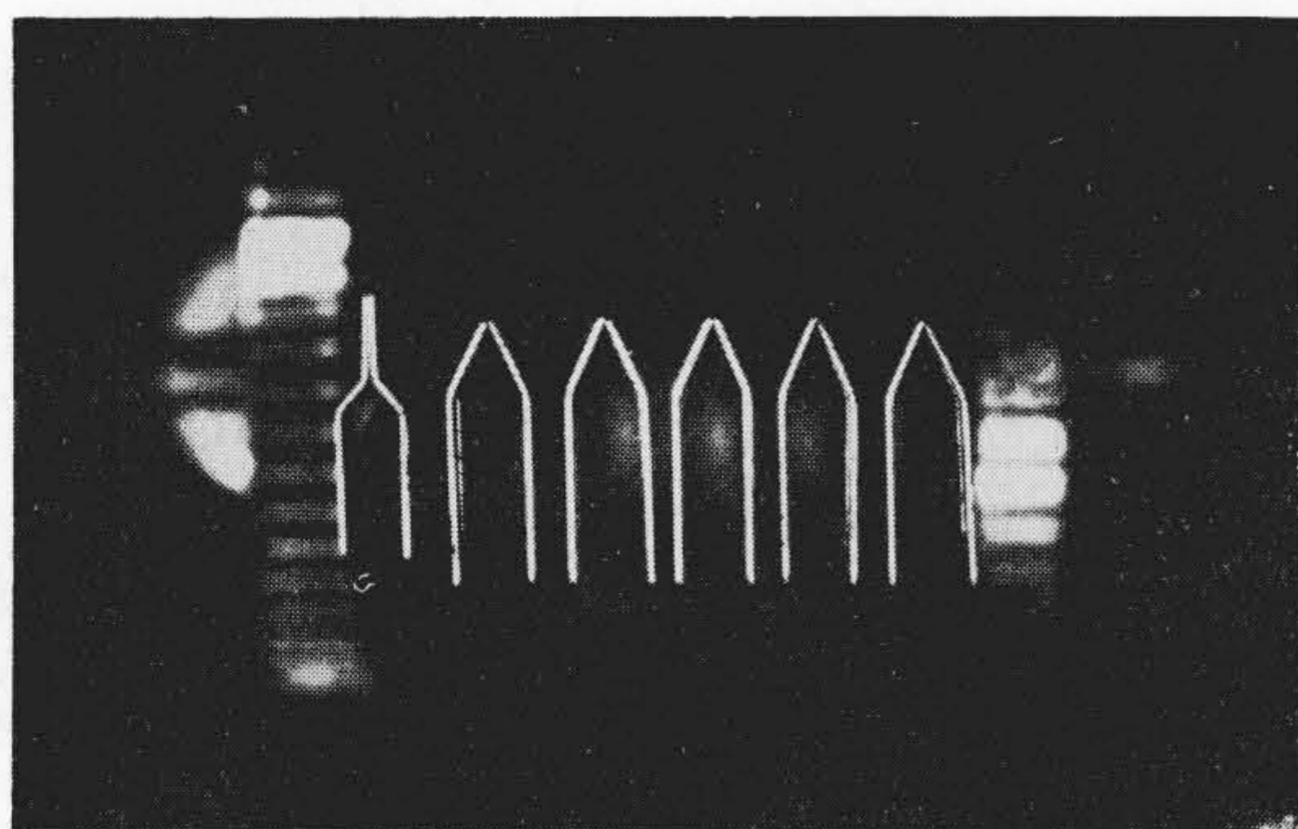


第14図

長寿命ロータリスイッチ寿命試験結果

Fig. 14.

Result of Life Test of Long Life Rotary Switch



第15図 寿命試験後のワイパースプリング
Fig. 15. Wiper Spring after Life Test



第16図 寿命試験後の爪
Fig. 16. Pawl after Life Test

られる。

(D) ワイパースプリング、バンクコンタクトおよびフイダブラッシュスプリングの磨耗

これらの部品はいずれもリン青銅板に変更したものであるが、寿命試験後においても動作に支障を与える程の磨耗は全く生じていなかった。一例として、試験後におけるワイパースプリングの写真を第15図に示す。第3図および第4図と比較してみると一部のスプリングの先端が僅かに薄くなっているほか、ほとんど磨耗していないことがわかる。

(E) ポールの磨耗

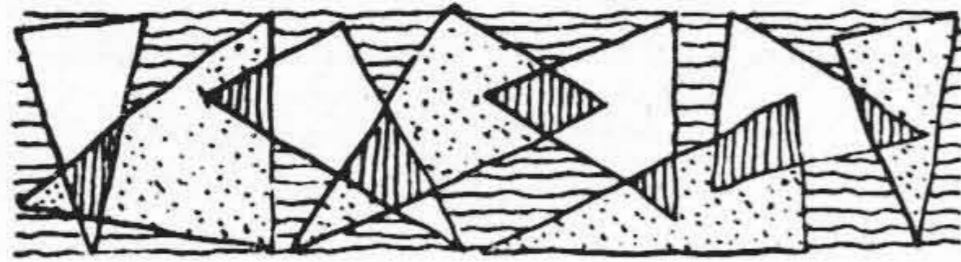
ポールも材質を特殊鋼に変更して先端に焼入れを行った結果、ほとんど磨耗をおこさなかった。使用後の写真を第16図に示す。第5図の従来品にくらべて、(B)部の磨耗は全く生じていないことがわかる。なお従来品は、第6図に示すようにラチェットホイールの斜面に対してポールの先端のみが接触していたので、動作後においては第5図に(A)と示す部分の磨耗を生じたが、今回は、ラチェットホイール斜面との接触面積を大きくするためにポールの先端上面をスリ落して使用したので、この部分の磨耗は僅少にとどまり、第16図のように先端がわずかに丸くなつたに過ぎない。

(F) その他の部品の磨耗

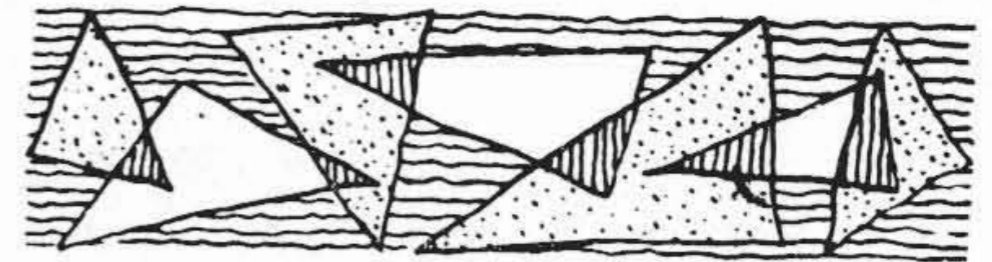
アーマチュア、ポールベアリングスタッド、アーマチュアベアリングピン、フレーム、ワイパ軸およびベアリングピンの磨耗はきわめて僅少であつて、いずれも動作にはなんら支障を与えなかつた。

〔V〕 結 言

以上のごとく、30年間ほとんど本質的改良のおこなわれなかつたA形ロータリスイッチの使用部品の構造材質を変更することにより、従来30~40万回程度であつた寿命を一挙に150万回程度に向上することができた。今回の研究は、緒言においても述べたとおり、最近頃にその重要度を増した二次ラインスイッチ、自動即時レピータおよび自動試験機用として100万回以上の動作に堪えるロータリスイッチをうることを目的として始めたものであり、かつ従来品との取付互換性を害せず原価もあまり上昇しないことを設計条件としておこなつたものであるが、いずれもその目的を達しえたものと確信する。なお引続き接点材質などの研究を行つて、さらに寿命が長くかつ動作の安定なロータリスイッチをうることにつとめる心算である。終りにあたり、終始指導と鞭撻を頂いた田島電話機設計課長ほか上司の方々および実験製作にあたり御協力を頂いた各位に深く感謝する次第である。



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68頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
実用新案	419081	応答ランプ付押釦スイッチ	日立工場	酒井真平	29. 10. 22
"	419083	制御器用フィンガー	日立工場	根本正男	"
"	419084	回転型マクレオドゲージ	日立工場	緑川勝弥	"
"	419085	変圧器バースチングチューブ	日立工場	前村川愛隆一男	"
"	419086	変圧器用放熱器	日立工場	滑川清	"
"	419087	窒素ガス封入三室型コンサベータ	日立工場	滑川清	"
"	419091	温度継電器手動復帰押釦装置	日立工場	河合留八	"
"	419092	冷却水応動装置	日立工場	角田勝美	"
"	419093	蒸気配管吊り装置	日立工場	三浦省三 菅原田三	"
"	419098	扇風機首振装置	日立工場	田中貞之助	"
"	419113	電気扇風機	日立工場	滑川清	"
"	419049	水圧試験用鉛閉塞栓	笠戸工場	平原章義 中村大吉	"
"	419082	粉体輸送車	笠戸工場	八束寛一	"
"	419088	チューブエキスパンダー	笠戸工場	平原章義 山中村三大	"
"	419052	グラブバケット	亀有工場	江守忠哉	"
"	419067	自動水位指示装置	亀有工場	木暮健三郎	"
"	419099	掘削機械	亀有工場	岡田元	"
"	419047	密閉型電動圧縮機チャンバー	栃木工場	上住富造	"
"	419035	浮子室	多賀工場	菴原連	"
"	419036	ホイスト巻胴駆動装置	多賀工場	加茂谷春一	"
"	419037	着火断続器	多賀工場	大和田正義	"
"	419038	横型気化器	多賀工場	菴原藤連清	"
"	419048	気化器のスロージェット	多賀工場	菴原合修連太	"
"	419053	遠心開閉器作動装置	多賀工場	秋山幸夫	"
"	419072	電子顕微鏡などの試料上下装置	多賀工場	山射義成	"
"	419094	卓上扇風機	多賀工場	安川昌平	"
"	419096	ホース口金取付装置	多賀工場	林益五三郎 子三郎	"
実用新案	419100	扇風機の俯仰装置	多賀工場	四倉輝夫	29. 10. 22

(第92頁へ続く)