

A 形 自 動 交 換 機 器 の 寿 命

中野富士雄* 小野安正** 山内康平***

Life of Strowger Type Relays and Its Mechanism

By Fujio Nakano, Yasumasa Ono and Kōhei Yamauchi

Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The article begins with a discussion about the condition of long service life of 2-motion switches, rotary switches, service registers, horizontal type relays and line cut-off relays of Strowger type which are for the time being considered most reliable a type of automatic switching mechanism components in this country. The discussion is followed by a description of the result of life test recently conducted by the writers and also the engineering considerations to be taken for their improvement. In the end of the article the writers disclose their views as to which direction these instruments would take in future development.

〔I〕 緒 言

自動交換機器は複雑な機能を具備してしかも小形に作られている。しかも一つの自動交換局に数千から数万箇のスイッチが装置されている。自動交換機を装置してこれに十分なサービスを行わせるためには自動交換機の特質から1日乃至1週に1回の周期で機器の各箇に就き定期試験を実施して機器が正常状態にあるかどうかを知り、異常のあるものは修理をして常に機器が完全に動作するようにして置く必要がある。これを予防保全という。また通話の接続が機械的に行われるため障害が発生すると禍が及ぶ範囲が大きい。速かに障害を修理して再び同一の事故が発生しないようにしなければならない。障害が起つてからそれに就いて対策する場合を事後保全という。自動交換機の品質が悪いと機器の使用回数が重なるに伴つて狂いも多く生じ障害の発生も多いから予防保全にも事後保全にも多数の人員が必要となり保守経費は嵩み、且つ自動交換機の与える交換サービスは悪い。

最低の保守経費で最良のサービスを与える自動交換機は長く無調整、無事故で使用出来るものでなければならない。

昭和24年頃迄の数年間自動交換機メーカーにとつても材料事情、労働事情その他の悪材料が重なつていて最も苦しい生産を余儀なくされた。従つてこの頃に生産された製品には種々な批判を受けるものがあつた。しかし

その後には於ける品質向上への努力と外部情勢の好転によつて品位は急速に上り、最近では戦前の品質を遙かに凌駕して努力次第では米国で目標としている40年間無事故使用 (Forty-years Trouble-free) にも、ごく近い将来の内に到達出来るのではないかとこの明るい見通しを得るに至つた。

日立製作所に於てもつとに自動交換機器の品質向上への目標をたて、先づ自動交換機の主要部である上昇回転形スイッチを採り上げた⁽²⁾。その結果上昇回転形スイッチの機能は相当向上した。その他の機器に就いては上昇回転形スイッチの向上度に対応して十分であるところに基準を置いて改良を進めている。また改良が実験的には成功しながら生産上から見て即時に採用することが躊躇されたものもあつたが、これも生産技術や材料の進歩によつて逐次解決されつゝある。

以下に自動交換機器の改良の経過を述べて御批判を戴きたいと思う。

〔II〕 要求される寿命

寿命の定義はなかなか難しい問題である。殊に自動交換機のように時々調整を取直し、構成部品を取換えて長年月使用するものに於ては、どういう状態になつた時に寿命がつかたと定義するのか、種々議論のあるところである。

こゝでは最も簡単に考えて何等かの形で手を加えなければ実用上支障を生ずるようになるまでの期間を一次的

* ** *** 日立製作所戸塚工場

寿命と定義したい。従つて磨耗の進捗とかエージングにより少し位調整が変化しても通常の線路状態、周囲条件で差支えなく動作する範囲にあれば一次的寿命の内にあるということとする。

(1) 上昇回形スイッチ (第1図)

日本電信電話公社で調査された最近の交換機使用状態に関する記録の一例を第1表に示す。これは都心の最も忙しい自動交換局の11月中旬の最繁時の例であるが、この表は平均値であるからバラッキを考へて、一番頻繁に使用される一次セクタは、最繁時に1時間当り約20回、1日はその8倍として約160回位ものとして良いであろう。日曜土曜を考へると1箇月は25日として毎月4,000回、1年に約50,000回となる。従つて9段上昇10歩回転の試験に2,000,000回持てば、実際の動作の平均はこれより少い筈であるから、40年間の無事故使用には十分に耐えると思われる。セクタより使用頻度の少いコンネクタに就いては安全率は更に大きくなる。

(2) 回形スイッチ (第2図)

ラインスイッチとして使用する場合最繁時1時間当り13~14回の使用が最も多い例であるが、15回と仮定して1日120回、毎月3,000回、年に36,000回位使用される場合を考へる。

このスイッチは無定位形であるから、その時停止している端子につながるセクタが空いていれば、全く回転

第1表 都心に於ける自動交換局の最繁時呼数の一例

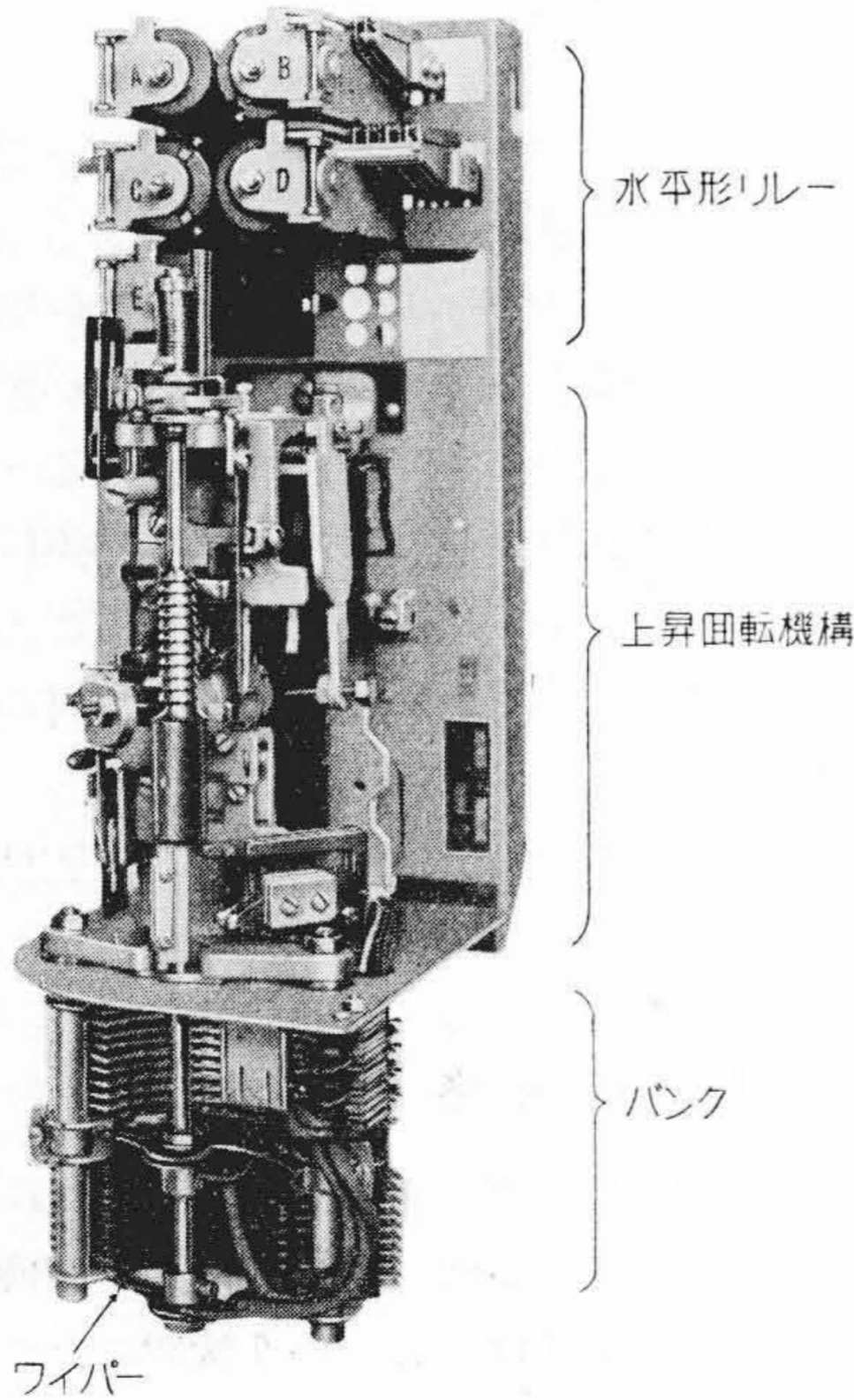
Table 1. Sample of Busy Hour Calls of Auto-Exchange Office in City

区別	最繁時に於けるスイッチ1箇当り100sec呼 (nr)	係留時間を120sec (含不完了通話)と仮定した時のスイッチの使用度数 (nr)
1次セクタ 局内	12.3	10.3
2次セクタ 局内	9.0	7.5
3次セクタ 局内	9.7	8.1
インカミングセクタ A局	9.4	7.8
インカミングセクタ B局	12.5	10.4
スペシャル2次セクタ	13.0	10.8
スペシャル3次セクタ	18.7	15.6

する必要がなく、回転する場合も空き端子に到る迄の回転である。これを過去のデータにより平均2.5歩程度と見て、25歩を1回転とすれば、年に3,600回転持てば良いことになるが、加入者の取扱不良その他を考慮して、年に5,000回転としても、200,000回の寿命試験に耐えれば、40年の無事故使用が可能と考えられる。但し私設交換機にロータリフアインダとして使用される時は、使用頻度はこの数倍となり寿命はこの数分の一になる。

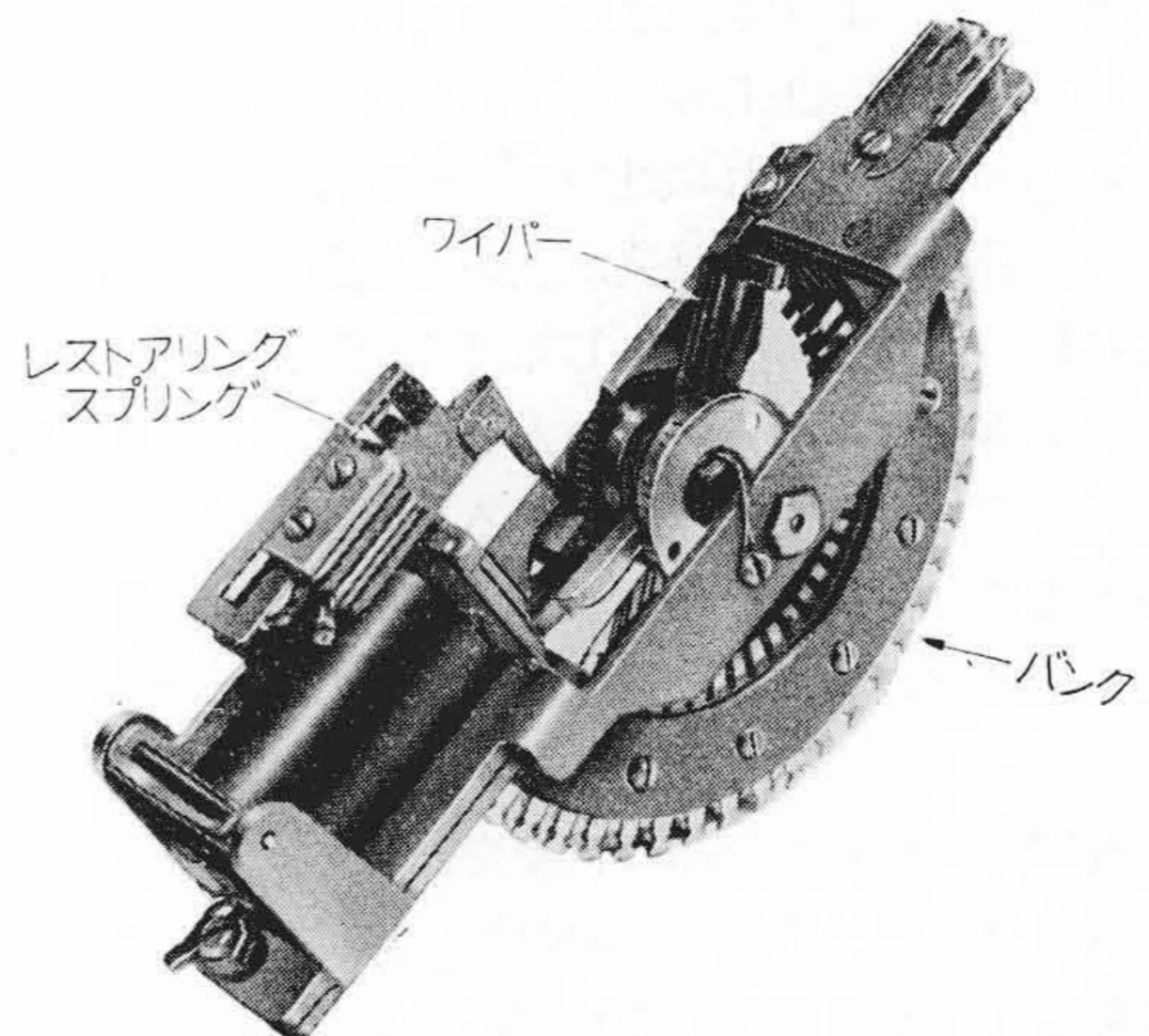
(3) 度数計 (第3図)

回形スイッチと同様に考へて年に36,000回使用されるものとして、1,500,000回もてば40年間は良い筈であるが、今後益々実施される予定の大都市近郊地自動即時通話化に伴うマルチメータリングの場合、8回登算が行われることを考へて、平均4回とすれば約6,000,000回



第1図 上昇回形スイッチの一例 (1-Aセクタ)

Fig.1. Sample of Two Motion Switch (No. 1-A Selector)



第2図 回形スイッチ
Fig.2. Rotary Switch

持たなければならないことになる。統計用度数計も最近では月に1回程度の使用とのことであるから、特別な用途でない限り同様で良いと思う。

(4) リレー (第4図)

リレーは使用される条件によつて性能と経済性のバランスしたものを用いなければならない。リレーの性能を支配する最も大きな要素は接点材料とばね材であるが、前者はその接点に加わる電圧や流れる電流及び負荷の性

質或いは火花消去回路により最適なものが存在し、後者はばね性と疲労現象が問題となる。従つて上昇回転形スイッチに使用する水平形リレーであれば、2,000,000回の使用に耐える適正值段のものを適当な安全率を以つて組み合わせることになる。

加入者毎に設備するラインカットオフリレーに就いては、回転形スイッチと同じ考え方で年に36,000回、安全率を見て50,000として2,000,000回持てば十分である。

〔III〕 現用機器の寿命

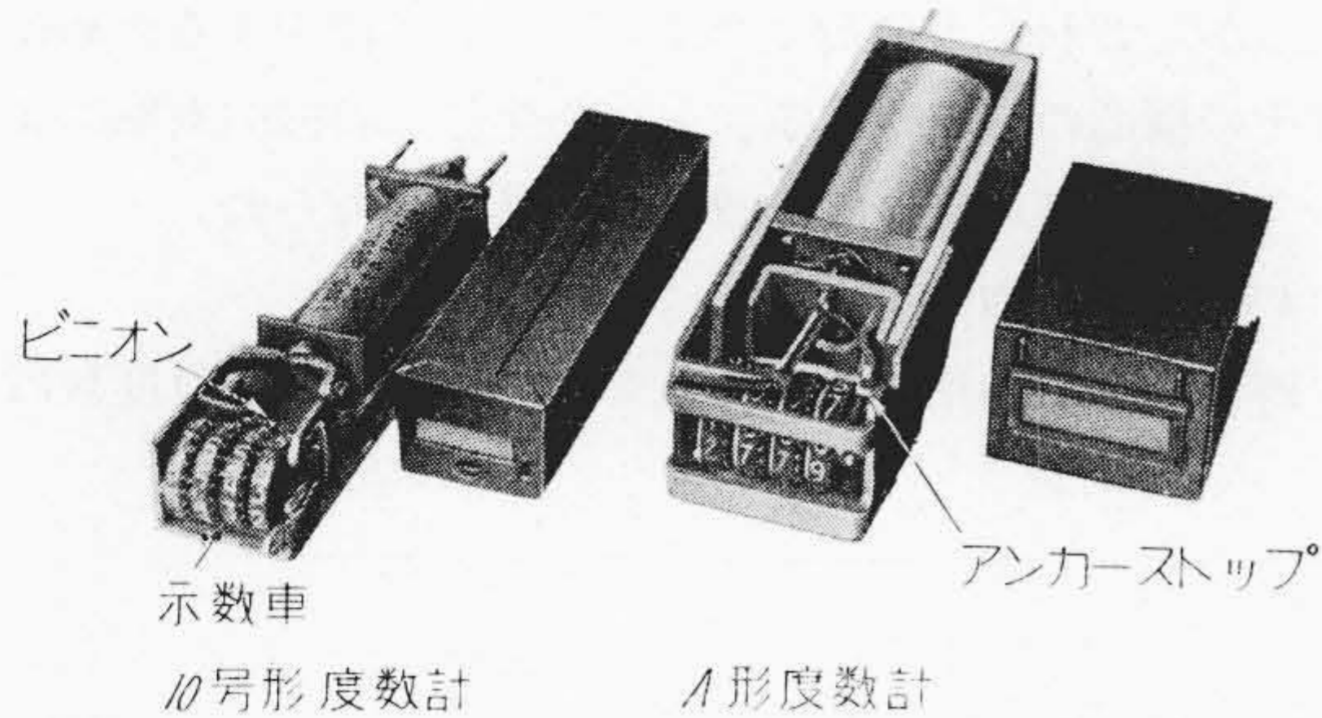
最近に於ける社内試験のデータを基礎にして改良途上にある各種機器の現在の性能を検討して見る。

(1) 上昇回転形スイッチ

上昇回転形スイッチは自動交換機器の中で最も複雑なものである。この改良は寿命試験につぐ寿命試験で弱点を指摘して弱点を改善することで行われる。一つの弱点が改善されると次の弱点が現われる。これをよくするとその次という順序で、逐次品質は向上して来る。寿命試験の結果によつて、現在の製品は実用上無事故無調整で、1,000,000回の使用に耐えるところまで来ている。このことは前述の定義に従えば20箇年の一次的寿命があるということになる。

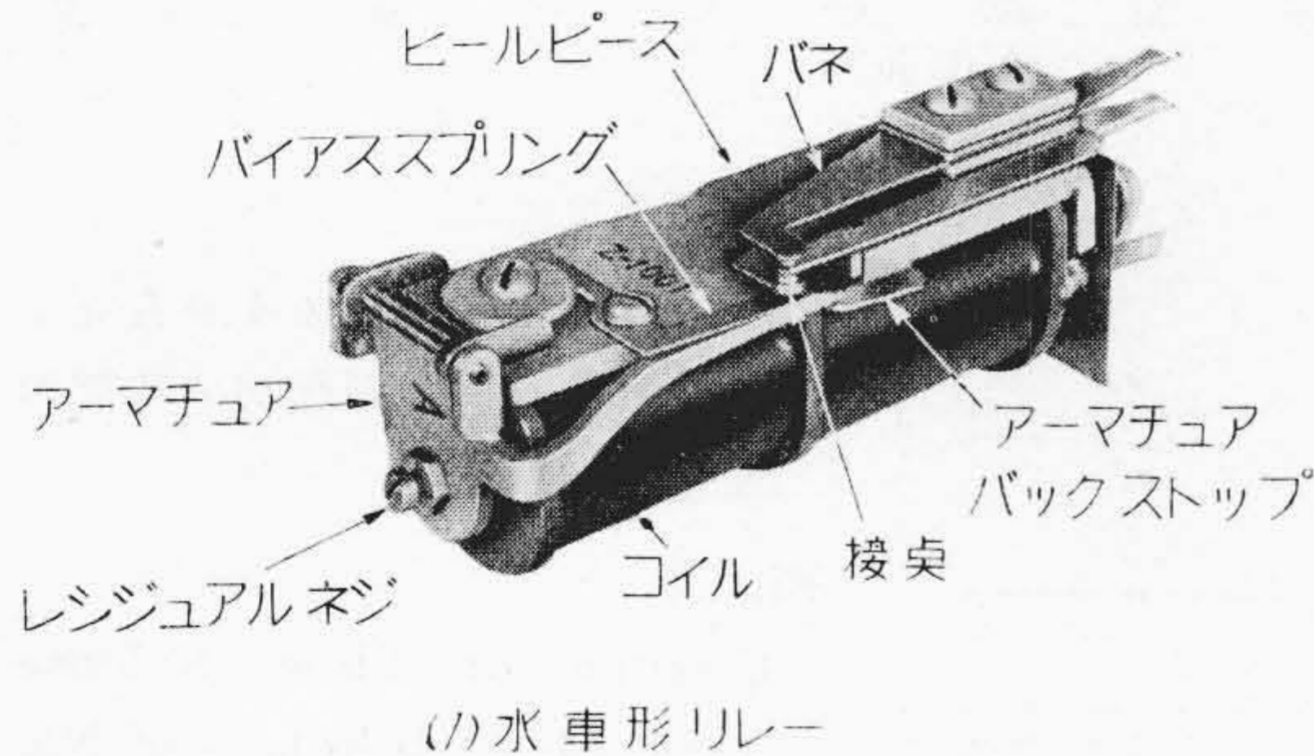
日立製作所の上昇回転形スイッチは上昇回転歯に隣青銅を使用している。これは切削はネーバル黄銅、高力黄銅、アームブロンズ等より困難であるが磨耗には強いので、組合わせて使用する鋼板を適当に選ばば両者ともその磨耗を著しく減じ得るものである。現在の製品のダブルドッグ、ステーションナリドッグ、回転爪、上昇爪等には日立製作所安来工場製の特殊鋼材を使用しているので第5図に示すように調整の変化は極めて少く特に一定の動作回数の後初期磨耗の終つた50,000~150,000回の動作値は殆ど変化しない。第6図(次頁参照)は日立製作所中央研究所で行つた磨耗試験結果の一例を示す。

ワイパは100,000~200,000回の使用で取替えを必要と

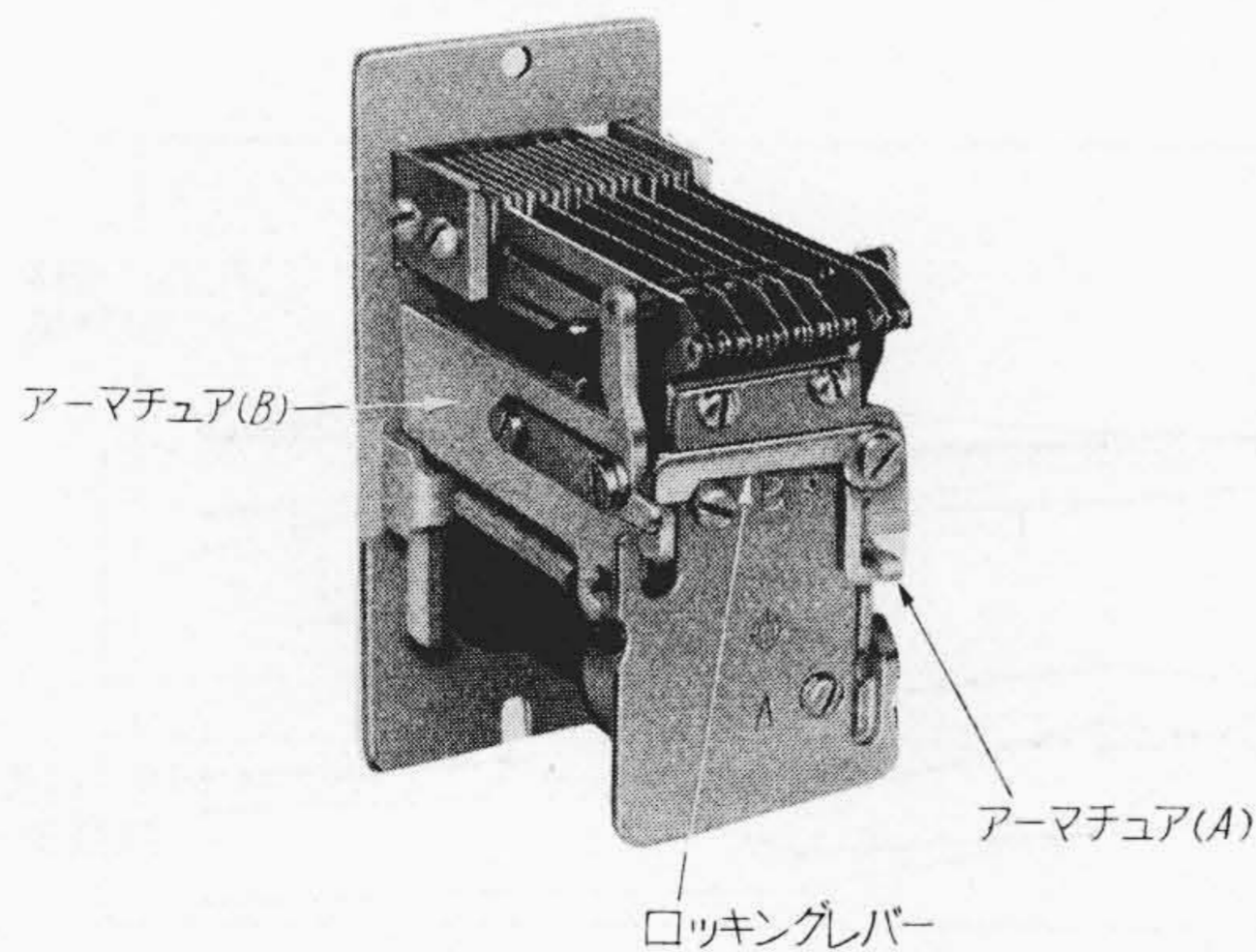


第3図 A形(ストロージャ形)及び10号形(ジーマンス形)度数計

Fig. 3. A Type (Strowger Type) and No. 10 Type (Siemens Type) Service Registers



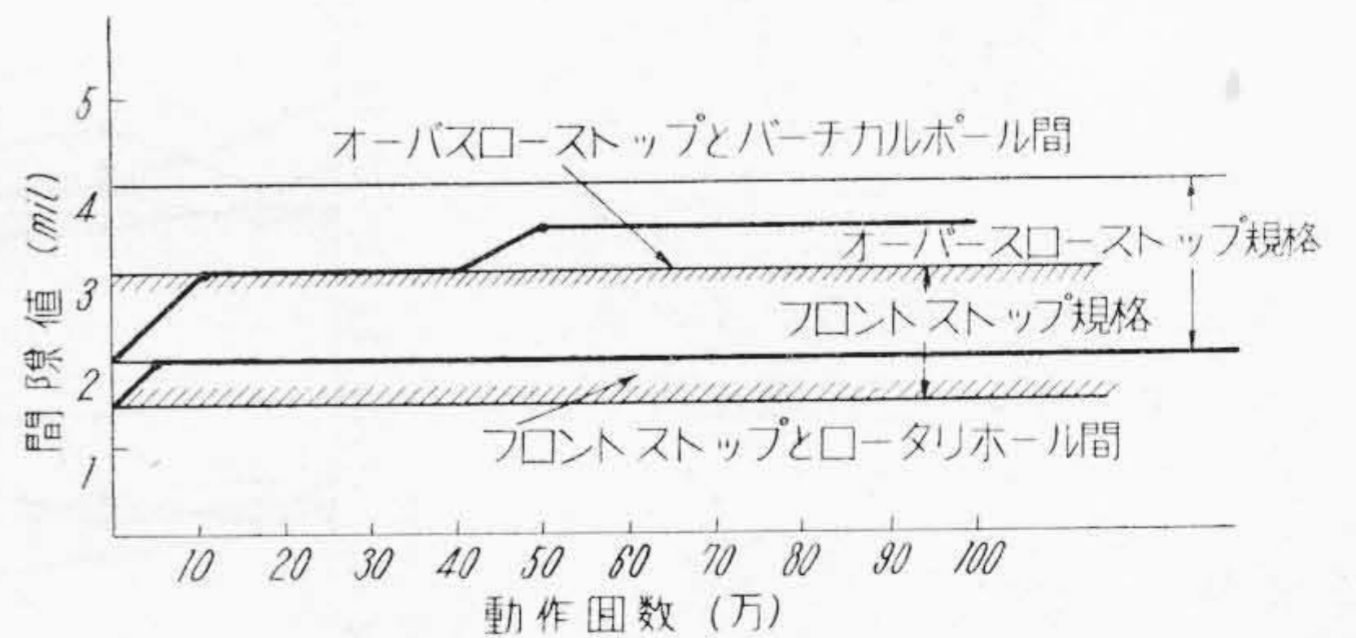
(1)水車形リレー



(2)ラインカットオフリレー

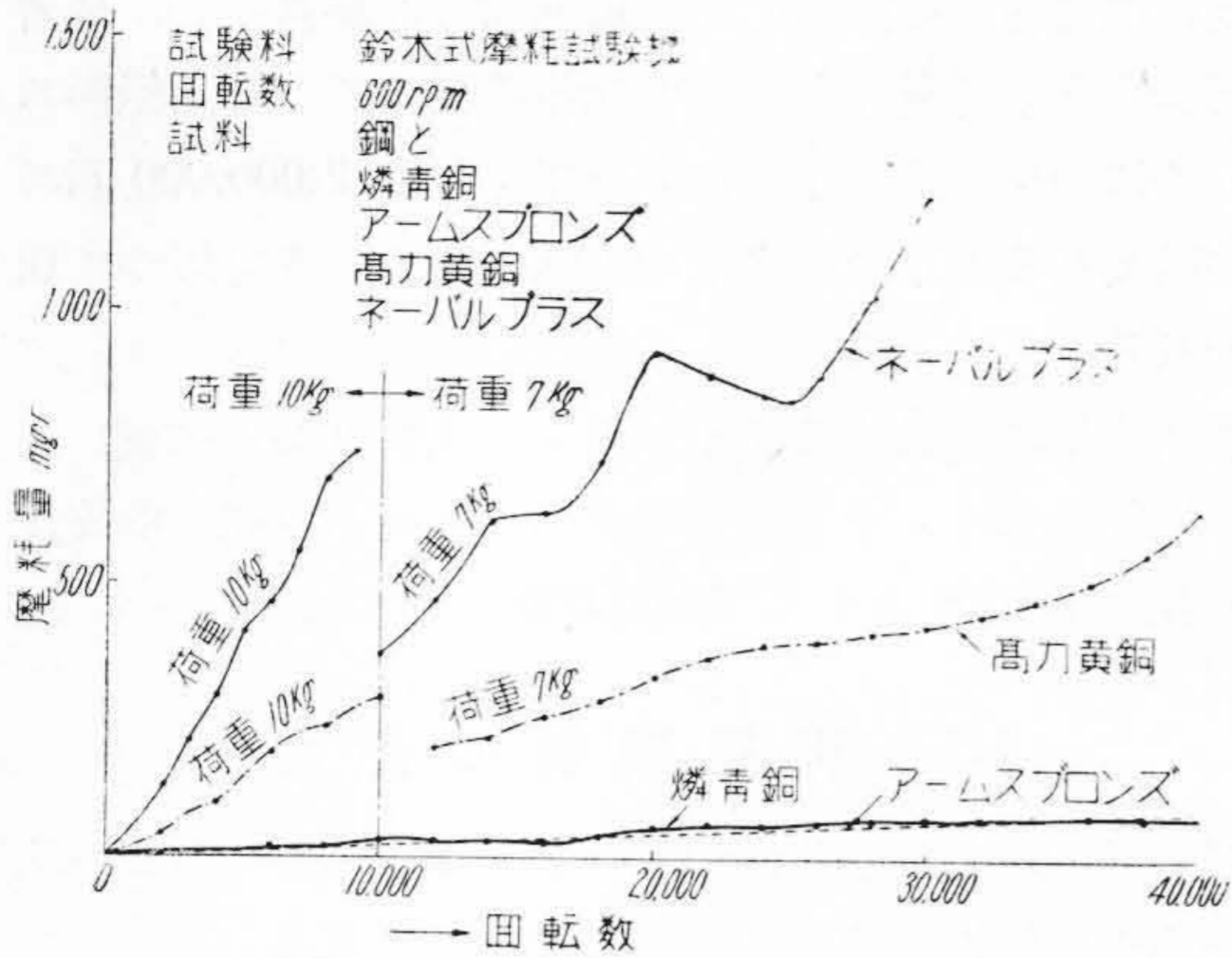
第4図 A形自動交換機に使用するリレー

Fig. 4. Sample of Relays (Horizontal Type Relay and Line Cut-off Relay)



第5図 間隙変化の一例(オーバーストップとバーチカルポール間及びフロントストップとロータリポール間)

Fig. 5. Change of Gap between Over Throw Stop and Vertical Pawl, and Rotary Front Stop and Rotary Pawl



第6図 摩耗試験結果の一例
 Fig.6. Result of Defacement Test

する。パンクの磨耗を防ぐためにワイパを軟くしてワイパを磨耗せしむるような方針が取られている。軟くして且つ自からの磨耗をも少くするワイパ材料の研究が今後の課題である。

(2) 回転形スイッチ

寿命試験の成績によると 250,000 回転までは無調整無事故使用が保証される。加入者用ラインスイッチとしては米国の目標である 40 箇年の無事故に耐える実力があるとみてよい。

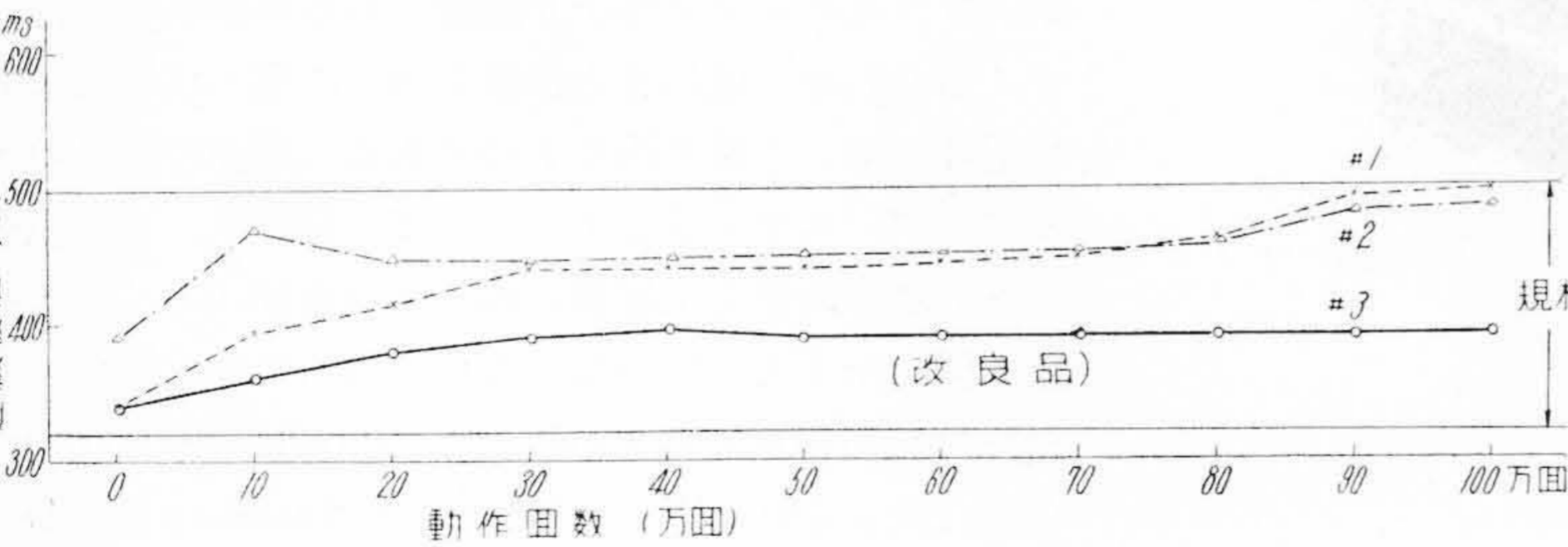
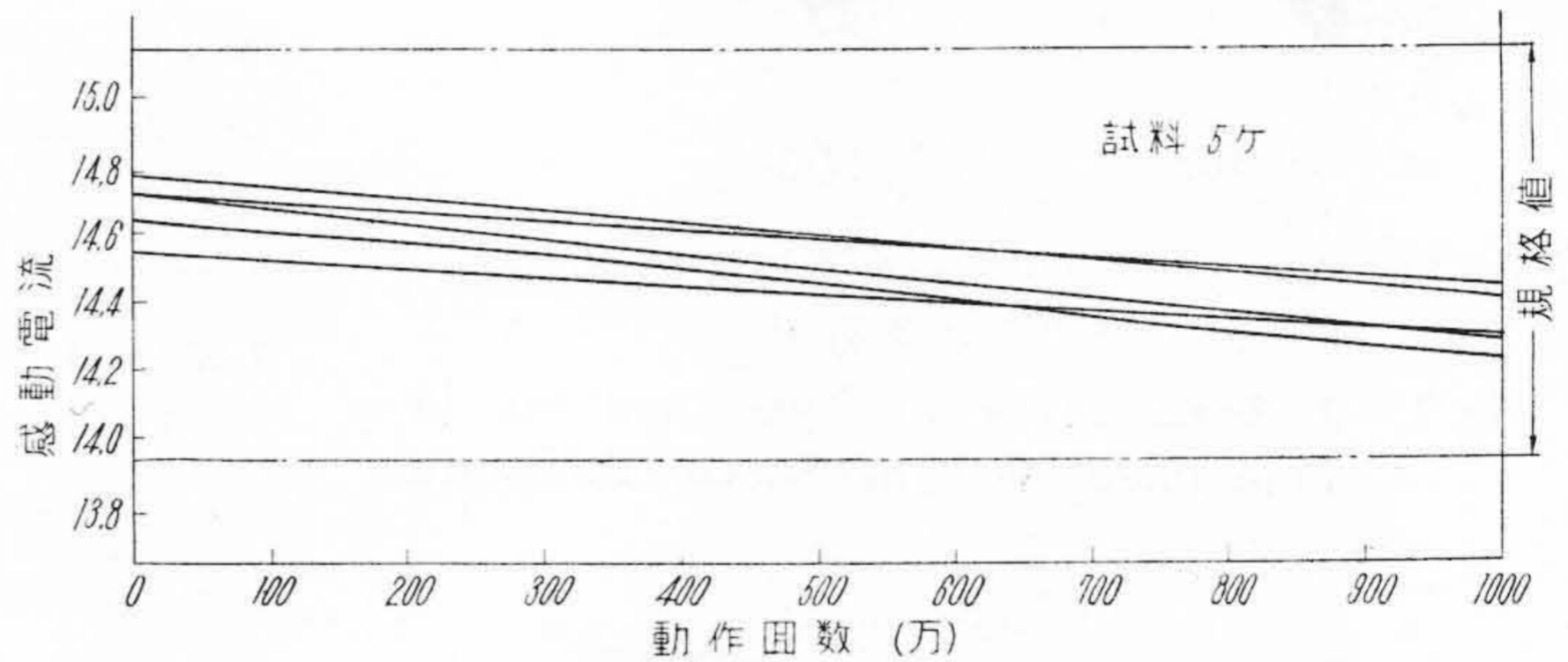
しかしこれを重負荷用スイッチとして使用するためにはその構造の繊細であることから生じる機械的衝撃によつて調整の狂い易い点を改良しなければならぬ。

(3) 度数計

寿命試験の結果によると A 形(ストロージャ形)度数計

第7図
 寿命試験中に於ける1号Aセレクト
 Aリレーの感動電流値の変化

Fig.7.
 Change of Operating Current
 about A Relays of No. 1-A
 Selectors

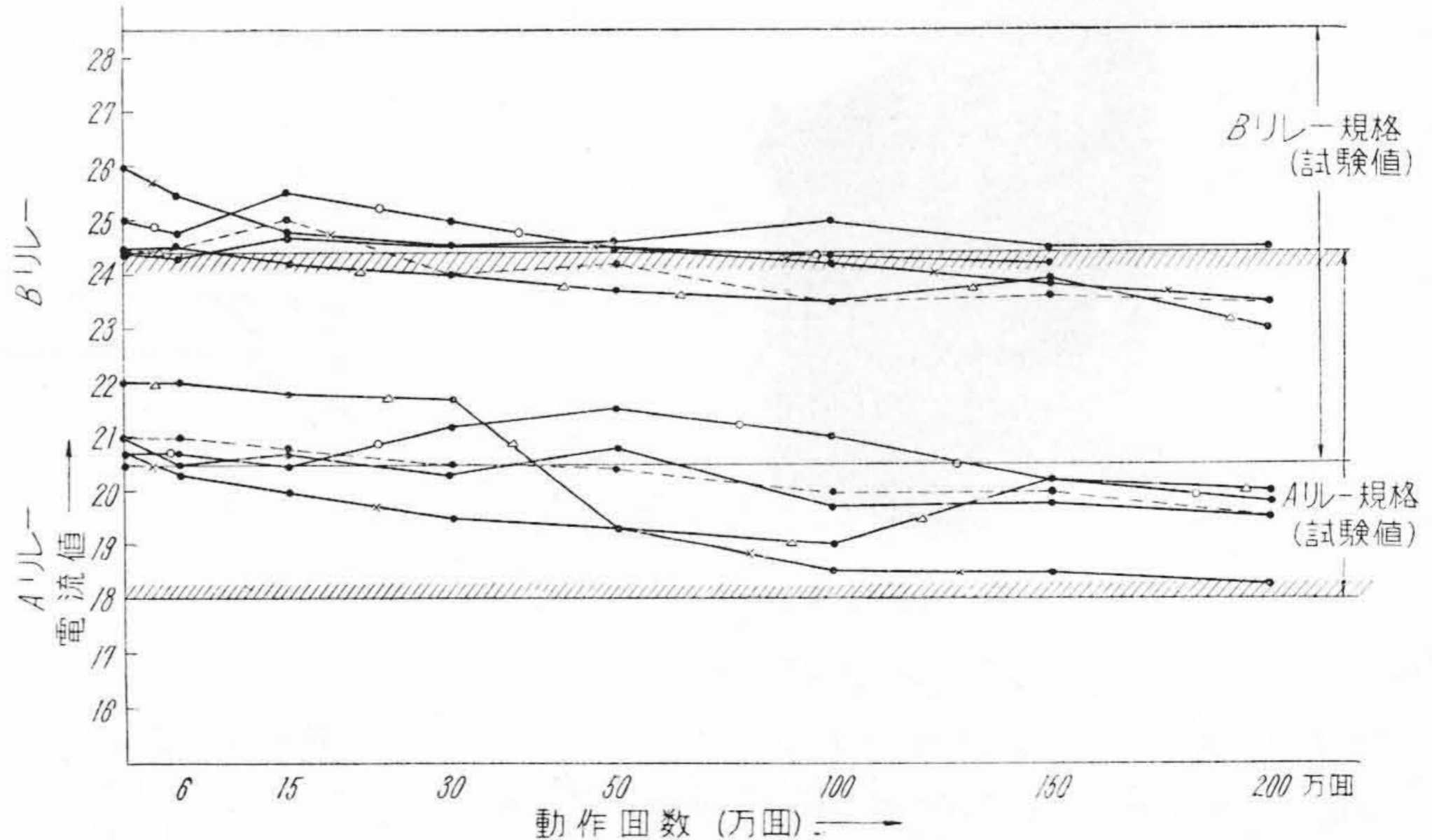


第8図
 寿命試験中に於ける1号Aセ
 レクタBリレーの遅緩復旧時間
 の変化の一例

Fig.8.
 Change of Slow Release
 Time about B Relays of No.
 1-A Selectors

第9図
 寿命試験中に於けるラインカ
 ットオフリレー感動電流値の
 変化

Fig.9.
 Change of Operating Cur-
 rent of Line and Cut-Off
 Relays in Life Test



の一次的寿命は 6,000,000 回であり、10 形 (シーメンス形) 度数計の一次的寿命は 2,500,000 回である。

(4) リレー

水平形リレーの感動電流値は第7図に一例があるように使用回数の重さなるにつれて逐次低下し 1,000,000 回動作で 14.6 mA のものが 14.2 mA となる。遅緩復旧時間も使用回数と共に延びるが鉄心の引力を強くしてエアギャップを過当に大きくすればBリレーの場合に第8図のように 1,000,000 回の動作で復旧時間は最初の 340 m/sec に対し 50 m/sec 延びる程度であつて、セレクトアの安全動作を保証する 500 m/sec に対して 100 m/sec の余裕があることになる。水平形リレーは一般にセレクトアの 1,000,000 回の動作に対しては十分これに相当する寿命を有するものといつてよい。

ラインカットオフリレーは 2,000,000 回を無事故で動作しその時の電流値の変化は第9図のようなものである。

[IV] 今後改善すべき事柄

上述のように現在の自動交換機はセレクトアの動作を標準にして 1,000,000 回の無事故無調整にきているようであるが、更にこれを米国の目標である 2,000,000 回のところまで持つて来るには材質、工作法、処理法をどうすべきかに就いて幾多の問題がある。

(1) 上昇回転スイッチ

(A) スイッチフレームのダイカスト化 (第10図)

この工作方法によれば寸法の一様性即ち互換性は鋳物を切削加工する場合に比べて非常に良好に保たれる⁽³⁾。従つて型の精度と材料の厳選に留意すれば生産性の高いダイカストによるスイッチフレームを使うことは進歩した方法といえる。殊に材料事情もよくなつた今日ではこの方向に行くことは当然である。

(B) 上昇歯及び回転歯 (第11図)

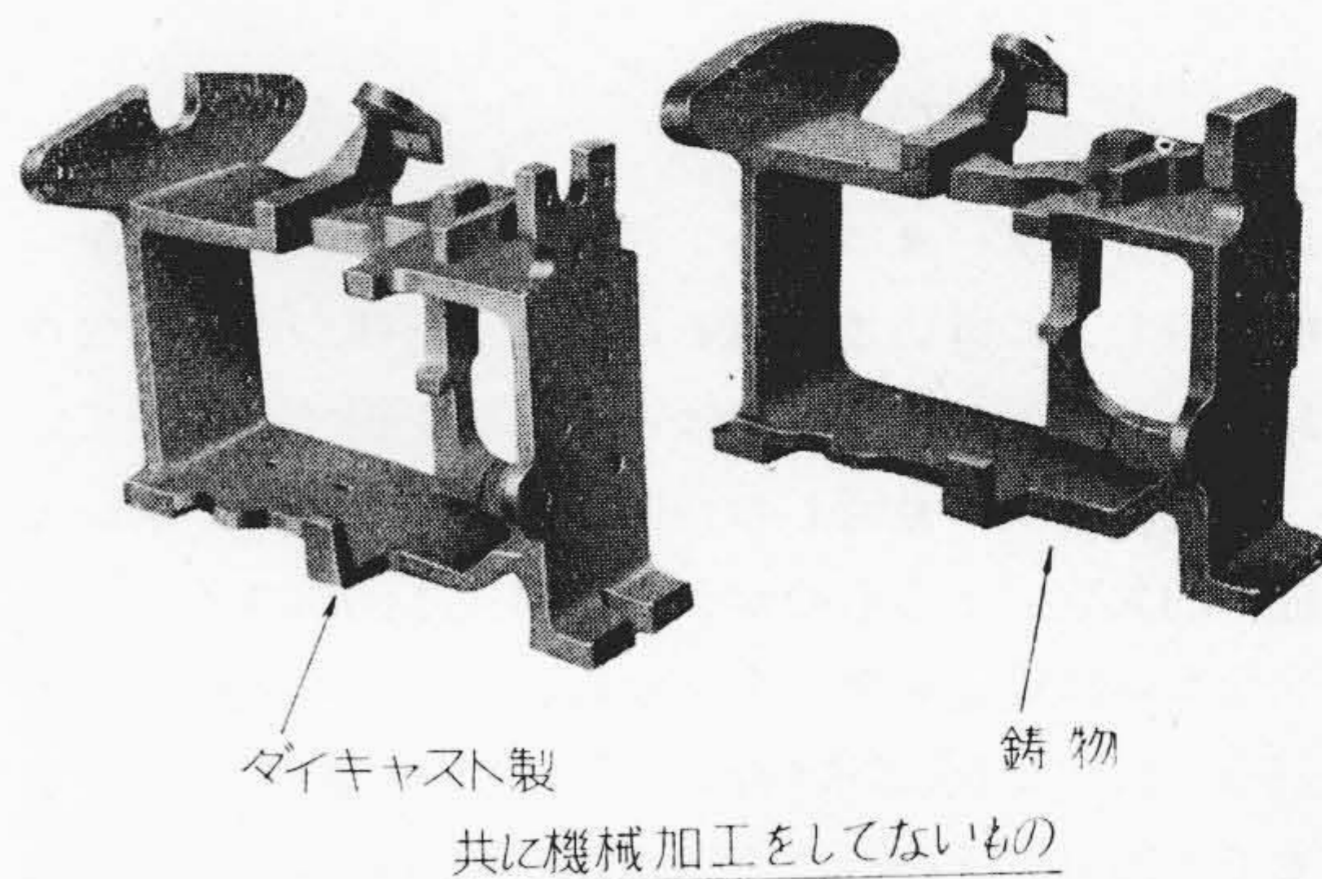
歯面の工作精度と表面の粗さに就いてはなお検討の余地がある。いずれも普通の切削加工の限度まで来ているので、図面公差及び表面粗さの指定をあげるためには特別の加工の方法をとらなければならぬ。初期磨耗による調整の変化と関連して検討している。材質は燐青銅でよい結果を得ている。

(C) ワイパ

ワイパの寿命を増すためには米国で行つているような特殊貴金属合金をワイパに張り合せる必要がある。そして軟くはあるが磨耗は少ないとの方法を取らなければならぬ。この検討には相当の時日を必要とするようである。

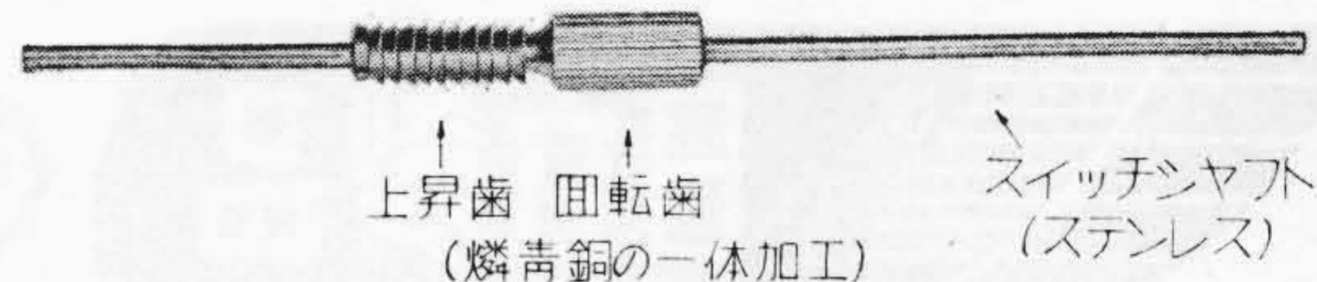
(2) 回転スイッチ

回転スイッチを重負荷にも適応させるためにはワイパの磨耗を少くなるようにしなければならぬ。これには形



第10図 スイッチフレーム

Fig. 10. Switch Frames



第11図 上昇及び回転歯

Fig. 11. Vertical and Rotary Teeth

状、接触圧力と共に材質を考えることが必要である。バンクはワイパ以上に持続させねばならぬから異種金属を用いた異種磨耗としてその組合せを考慮することが適切であると考えられる。

(3) 度数計

A形度数計はアンカーストップの問題を解決すれば無事故無調整で10,000,000回まで使用の出来る可能性がある。これには形状、材質及び調整を検討すれば目的を達することが出来る。

10号形度数計の寿命はA形度数計のそれより短い。この改良はシャフトの表面仕上及びピニオンの材質を考えなければならぬ。

(4) リレー

水平形リレーを更に長寿命たらしむるためには次のことを考えねばならぬ。

(A) 鉄心材料

純鉄を使つているためエージングによる影響が多い。水素焼鈍することである程度の防止は出来るがこれだけでは解決しない。材質的の検討を行う必要がある。

(B) 接点材接

接点の磨耗は調整の変化を起す。現在の使用材料では今の寿命が限度のようである。材質から考えなければならぬ。

(C) レジジュアルネジ

このネジの磨耗は復旧時間や開放電流等の特性に影響することが多い。先端の形状、材質は鉄心の硬度と合せ考える必要がある。

〔V〕 結 言

以上最近のデータに基づいて日立製作所製のA形自動交換機器の寿命に就いて説明したが、まだ残っている欠点を除くための対策に就いては逐次結論を得て実施している。未だに解決の見通しのつかないものは、その構造上の根本的欠陥によるものが多い。例えば回転スイッチのようなものは構造を全く変えなければ、その機械的外力に基づく調整変化は防げない。従つてA形機器に対する今までの製品と互換性に支障のない範囲の改良は遠からず限界迄到達すると思われる。こゝ迄行けば現在のような用途に対しては十分であつても、進歩途上にある電話交換方式上から要求される性能を満足し得ない場合も多

いと想像される。現用機器の改良に力をそゝぐと共に新機器の開発に努力する積りである。

終りに種々有益な助言を賜つた日本電信電話公社の方々、資料を提供して下さつた日立製作所中央研究所南波主任研究員、内山氏並びに始終御指導御鞭撻を戴いた日立製作所戸塚工場橋本工場長、渡辺副工場長、中岡部長、小林部長、山田副部長、近藤副部長、松本課長及び実験に協力された三井氏、菊地氏、長屋氏、兼子氏をはじめその他の方々に厚く御礼申上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) 渡辺： 通信学会誌 37 No. 2 (1954)
- (2) 渡辺, 菊地： 日立評論 33 No. 4 p. 39 (1951)
- (3) 山田, 菊地： 日立評論 32 No. 7 p. 27 (1950)



保安隊用交換機

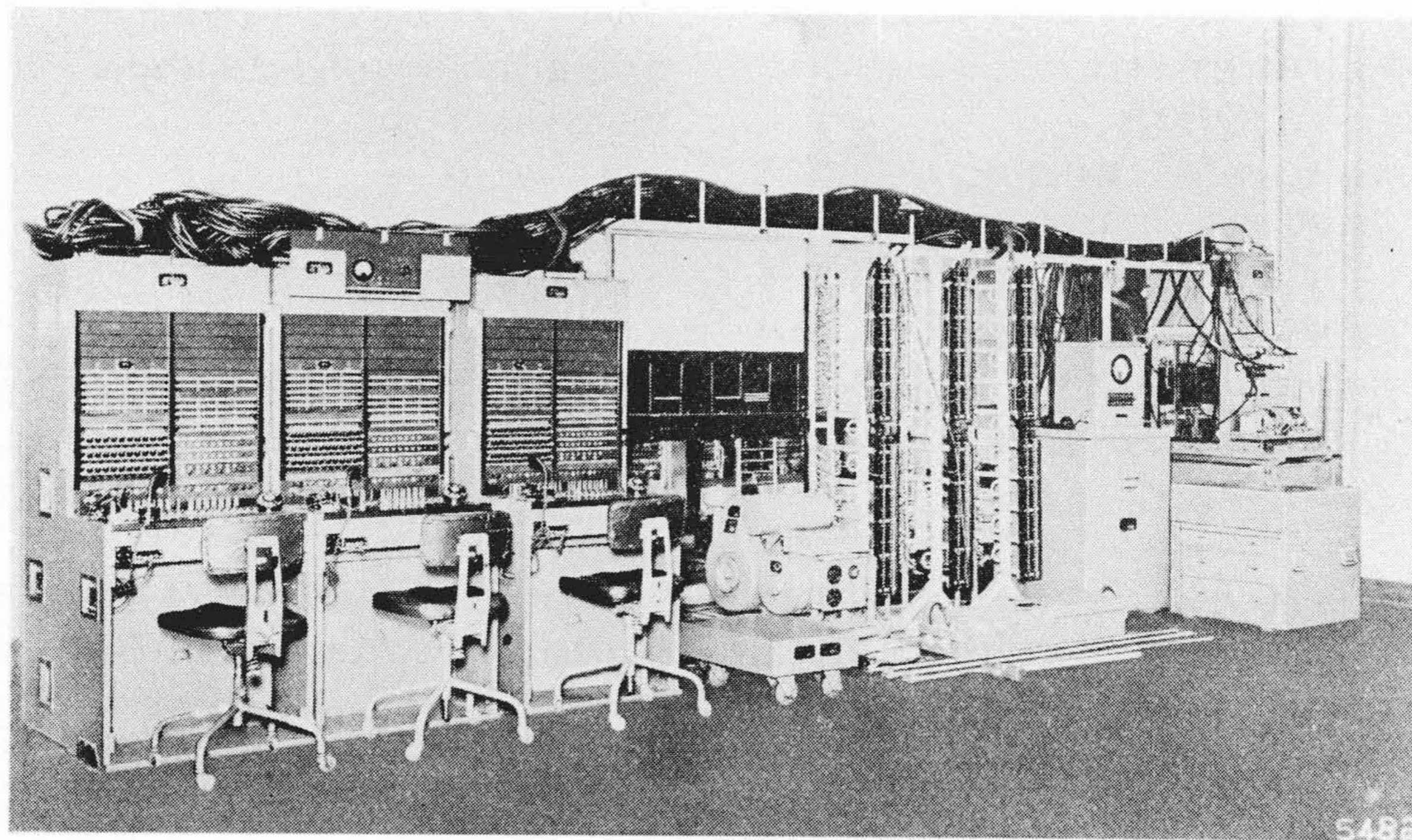
Telephone Set for Security Preserving Corps

野外用交換機として我国最初の JTC-10 及び JTC-2 共電式交換装置を先般保安隊に納入した。

この交換装置は何れも移動型として使用される共電式交換装置で、交換機のほかに配線盤、試験装置、保守及び建設用工具、電源装置、地気棒、雨覆い、交換手用椅子に至る迄備えられ、野外の何れの場所に移動しても一般の電話交換局設備と同様に使用出来るものである。

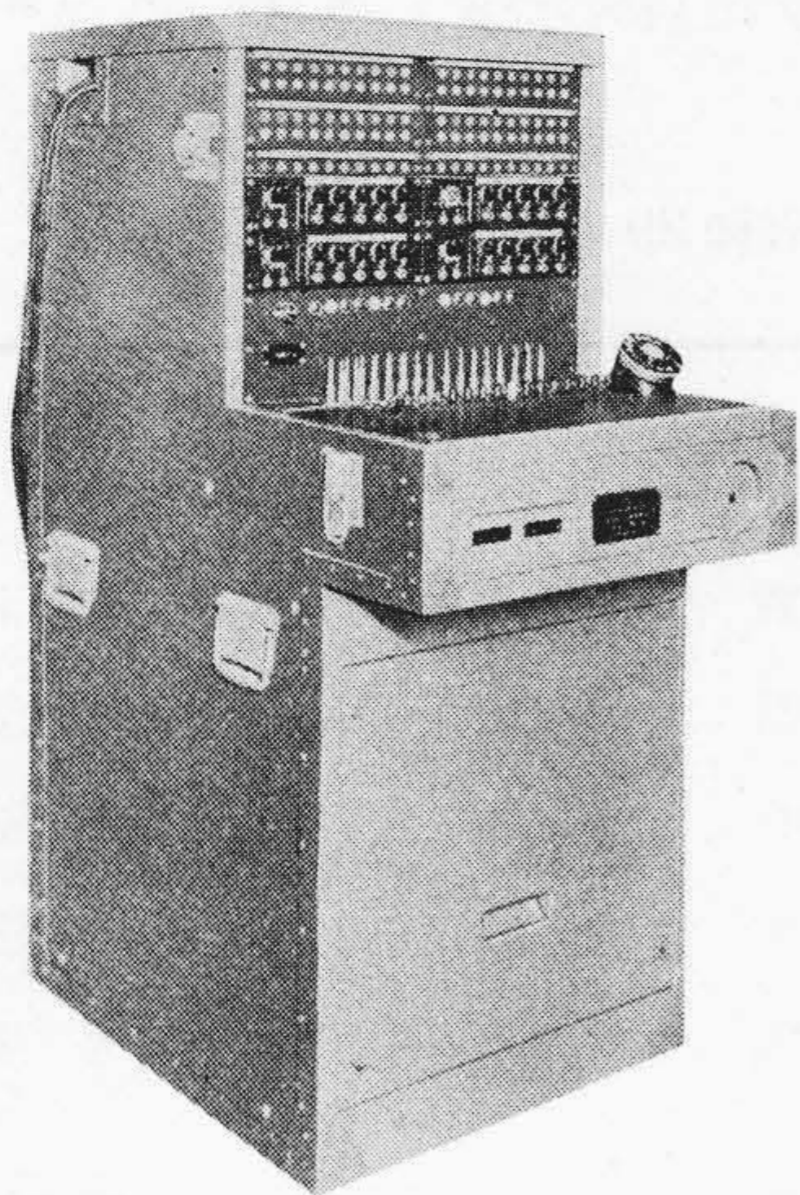
第1図は JTC-10 電話交換装置の全景であつて、交換機は場合により6台迄連結して使用することが出来るが、一般には3台を標準としており、保安隊の有線装備としては最も規模の大きいもので、284 回線の電話回線が収容される。第1図の左端から順に交換機3台、非常用発動発電機、配線盤、試験器、電源設備の順序で並び、配線盤上部にはケーブル鉄架、機器連絡用キャブタイヤケーブルが取り付けられている。

JTC-2 電話交換装置は JTC-10 電話交換装置より規模が小さく、交換機は単座席1台で収容回線は64回線が

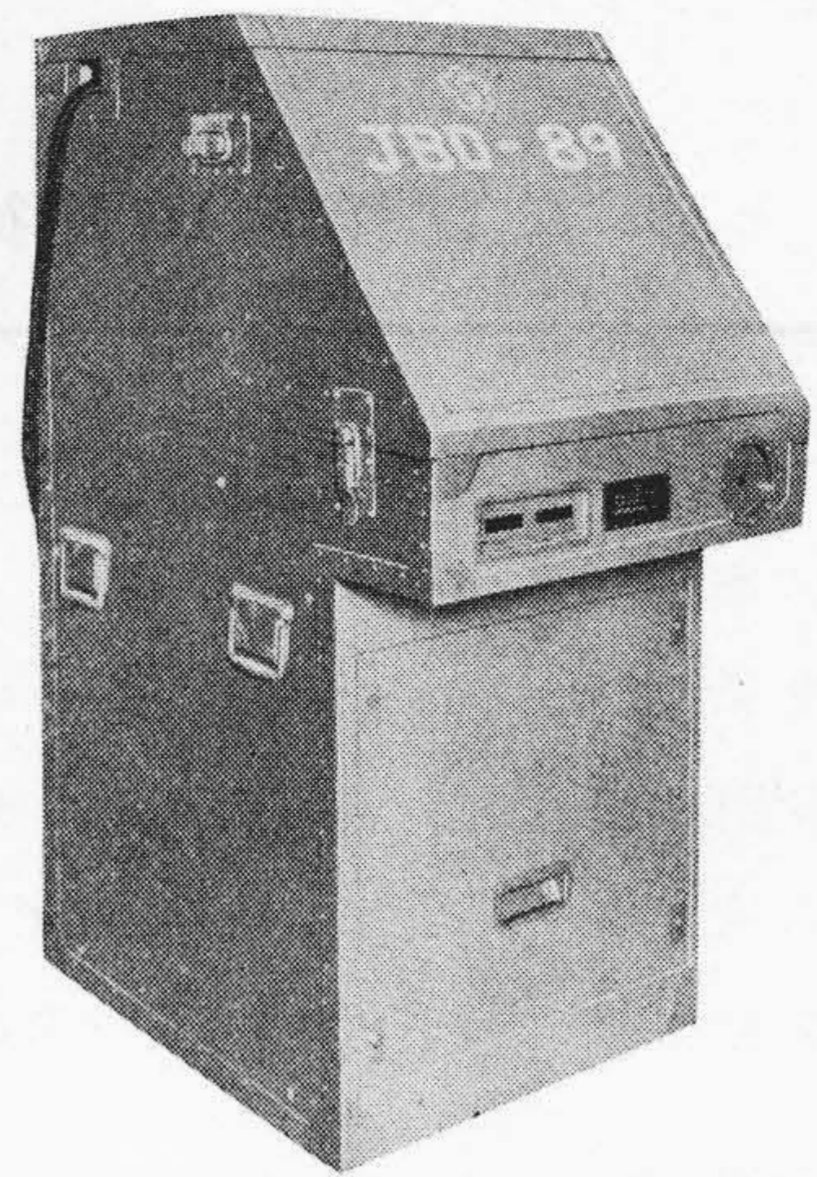


第1図 JTC-10 電話交換装置の全景

Fig. 1. Telephone Central Office Set JTC-10



第2図 JTC-2 電話交換装置に使用される交換機
Fig.2. Switchboard for Telephone Central Office Set JTC-2



第3図 交換機の荷姿
Fig.3. Package for Switchboard

標準であるが、場合により2台迄連結使用出来る。なおその他の附属品は多少の差異はあるが、JTC-10 電話交換装置と同様に移動型としての条件を備えている。

第2図は JTC-2 電話交換装置に使用される交換機の正面を示したものである。写真中ジャック面の下段にある表示器は我国最初の3線式自復形表示器であつて、表示器のシャッターは従来のように扱者の手で復旧操作することなく、該回線のジャックにプラグを挿入するのみで自動的に復旧するようになつている。

次にこの装置の特長を列挙すると

(1) 装機並びに保安上

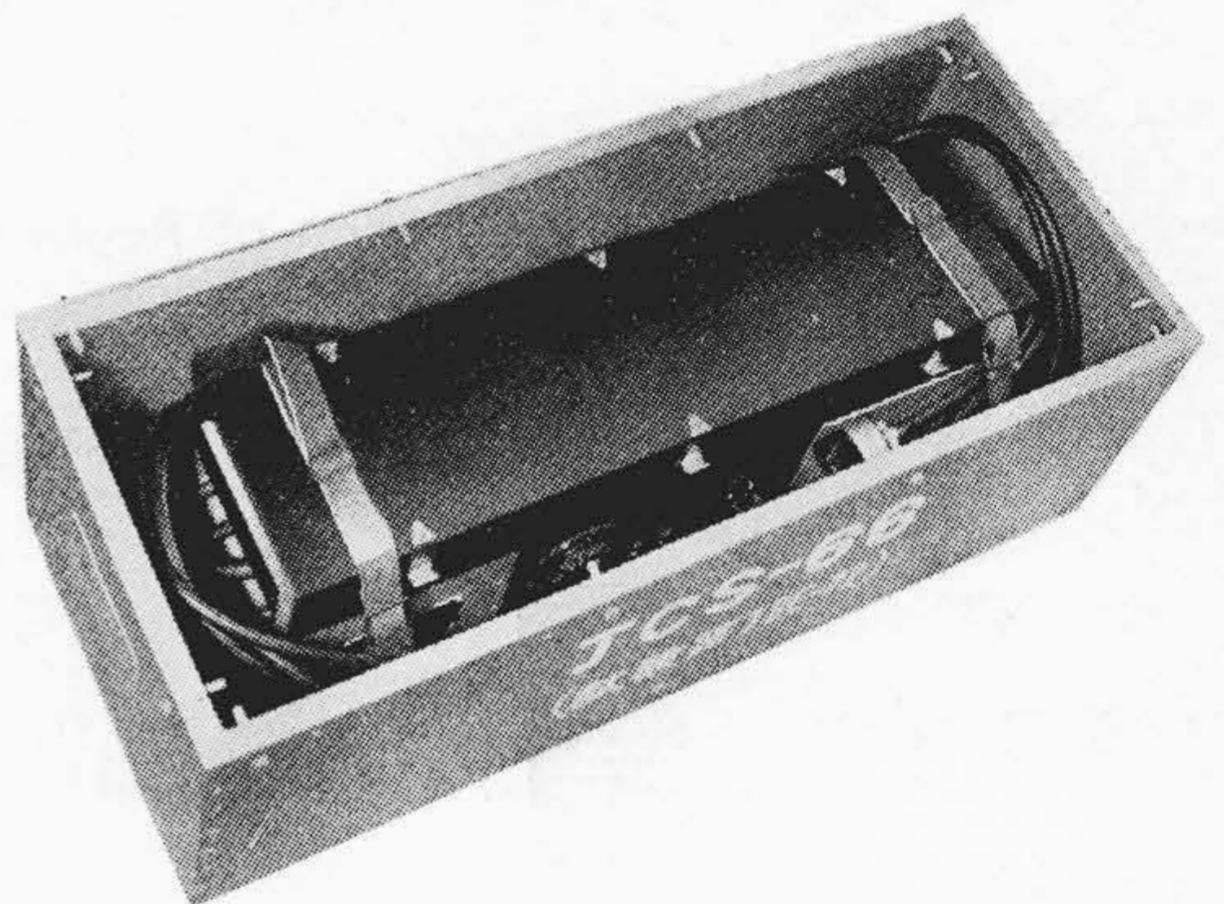
機器相互間の配線は、用途により異つた接続器を取付けたキャブタイヤケーブルにより、ハンダ付作業を要することなく、はめ込みにより簡単に行える。又回路も簡単で使用機器が極めて少いので保守が容易である。

(2) 構造上

交換機は鉄骨を主体とした強固な筐体に特殊合板を覆い、移動のために起る諸事故の発生を防いでいる。

(3) 絶縁抵抗の保持上

配線材料はアミラン P.V.C. 線、使用する部品の絶縁材料はすべて日立製の絶縁ワニスにより処理され更に組



第4図 輸送筐に収容した試験器
Fig.4. Package for Test Cabinet

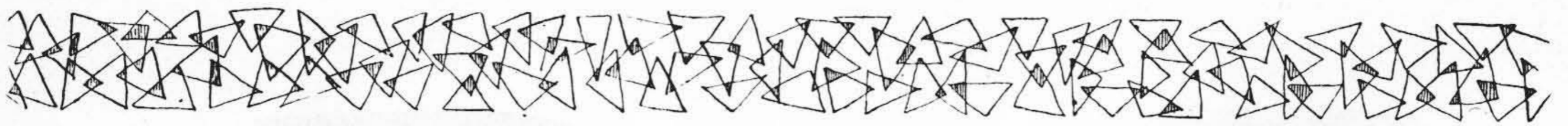
立後防湿防黴処理を施す等深甚な注意が払われている。

(4) 解体輸送上

各機種共簡単に解体され、それぞれ用意された保護覆い又は輸送筐により移送することが出来る。第3図は保護覆いを取付けた交換機の正面を、第4図は輸送筐に収容した試験器を示したものである。

又本装置は何れも米国製の同機種のものゝを連結し得るよう、ジャック、プラグ、レセプタクル、コンセント等の部品の嵌合に就き注意を払つている。





日立製作所社員社外寄稿一覧表 (昭和29年2月分受付)

寄稿先	題名	執筆者所属	執筆者
自動車技術会	電気装置	多賀工場	杉浦慎三
自動車技術会	三輪車用気化器	多賀工場	萩原連
日本自動車整備振興会	電装品の取扱い方(その四)	多賀工場	杉浦慎三
電気研究会	日立カルダン台車に就いて	笠戸工場	山田一男
日本鉄鋼協会	マグネット製造工程に対する推計的手法の適用例	安来工場	橋場弥吉 小弥寛芳
日刊工業新聞社	ミリングユニットに就いて	川崎工場	藤原健之輔 栗原忠夫
丸善出版株式会社	資材管理	亀戸工場	田中栄
電気書院	発電所間の連絡に使用する超短波通信の話	戸塚工場	三木正一
高分子学会	重合反応に伴う収縮と分子屈折の関係に就いて	日立研究所	鶴田四郎
東大工学部総合試験所	On Resolution of Replica	中央研究所	土倉秀次
東京産業安全協会	安全の管理図	亀戸工場	寺下信
高分子学会	フェノール、ホルムアルデヒド樹脂の研究(第18報) (乳化現象に就いて)	日立研究所	鶴田四郎
三栄書房	マツダ2気筒車用気化器に就いて	多賀工場	萩原連
日本鋳物協会	鋳鉄生型鋳物の欠陥と生型砂の結合構造に就いて (第一報)(絞られの実験)	亀有工場	南郷忠喜 西山太喜 片桐稔
日本鋳物協会	鋳鉄生型鋳物の欠陥と生型砂の結合構造に就いて (第二報)(生型砂の結合構造)	亀有工場	南郷忠喜 西山太喜 片桐稔
小峯工業技術株式会社	精密治具ボーラーとその作業	多賀工場	永井厚
電気書院	モーターの故障と修理	亀戸工場	広瀬相
日本電信電話公社 電気通信研究所 通信用磁性材料研究会	純鉄抗曲げ面の肌荒れに就いて	中央研究所	岩田篤
小峯工業技術株式会社	ベッド面の仕上法と経年に依る精密推移	多賀工場	安藤恒夫
電気通信学会	我国の自動交換機が直面する諸問題に就いて	戸塚工場	渡辺孝正

