

日立クロスバースイッチの特性 (第2報)

Characteristics of the Hitachi Crossbar Switch (Part 2)

三井忠夫* 菊地 誠* 海野 惟幸*

内 容 梗 概

新しい電話交換方式として、実用化を開始されたクロスバー方式に使用されるクロスバースイッチを、第1報にひきつづいて検討を加えてきたが、今回性能の均一安定化と、保守調整製造の容易化を目標とし、米国標準製品をも参考にして、多くの改良を行い、製作治工具を一新して新しい EA22 形クロスバースイッチを完成した。主な改良点は、磁気回路の構造、接点バネの動作特性と独立特性、接点の構造材質およびフレームの構造であつて、寿命試験の結果は、40年使用に相当する4,000万接続動作中、接触不良1件を除いて、ほとんど特性の変化を認めず、使用に極めて有能なスイッチであることが確認された。

〔I〕 緒 言

新しい電話交換方式として、幾多のすぐれた特性を有するクロスバー方式について、日立製作所はかねてより研究を続行してきたが⁽¹⁾⁽²⁾、昭和30年には我国最初のクロスバー式交換機を完成して日本電信電話公社ならびに関西電力株式会社姫路発電所へ納入し⁽³⁾⁽⁴⁾、現在予期どおりの成績で運転中である。

クロスバー交換機の最も重要な接続機構であるクロスバースイッチに関しては、すでに第1報⁽⁵⁾に紹介したとおり、数次の試作改良を経て、ほぼ先進諸国の性能に達したEA13形クロスバースイッチを完成し、上記交換機に実装したが、日立製作所においてはその後数次の工場実験の結果を生かし、さらに優秀なクロスバースイッチの製作に努力を続けてきた。今回その結果を総合し、米国ウエスタン・エレクトリック会社の最新標準形を参考として、すべての製作治工具を一新し、性能安定長寿命で保守の容易なEA22形クロスバースイッチを完成した。以下にその概要を紹介して御批判を仰ぎたいと思う。

〔II〕 スイッチの概要

クロスバースイッチの構造および動作原理に関しては、各種の文献⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾にのべられており第1報にも説明したので省略し、今回完成したスイッチの仕様を述べるにとどめる。

EA22形クロスバースイッチの外観を第1図にまた完成したクロスバースイッチ群を第2図に示す。

型式品名: EA22形クロスバースイッチ

外形寸法: 高さ.....236.5 mm

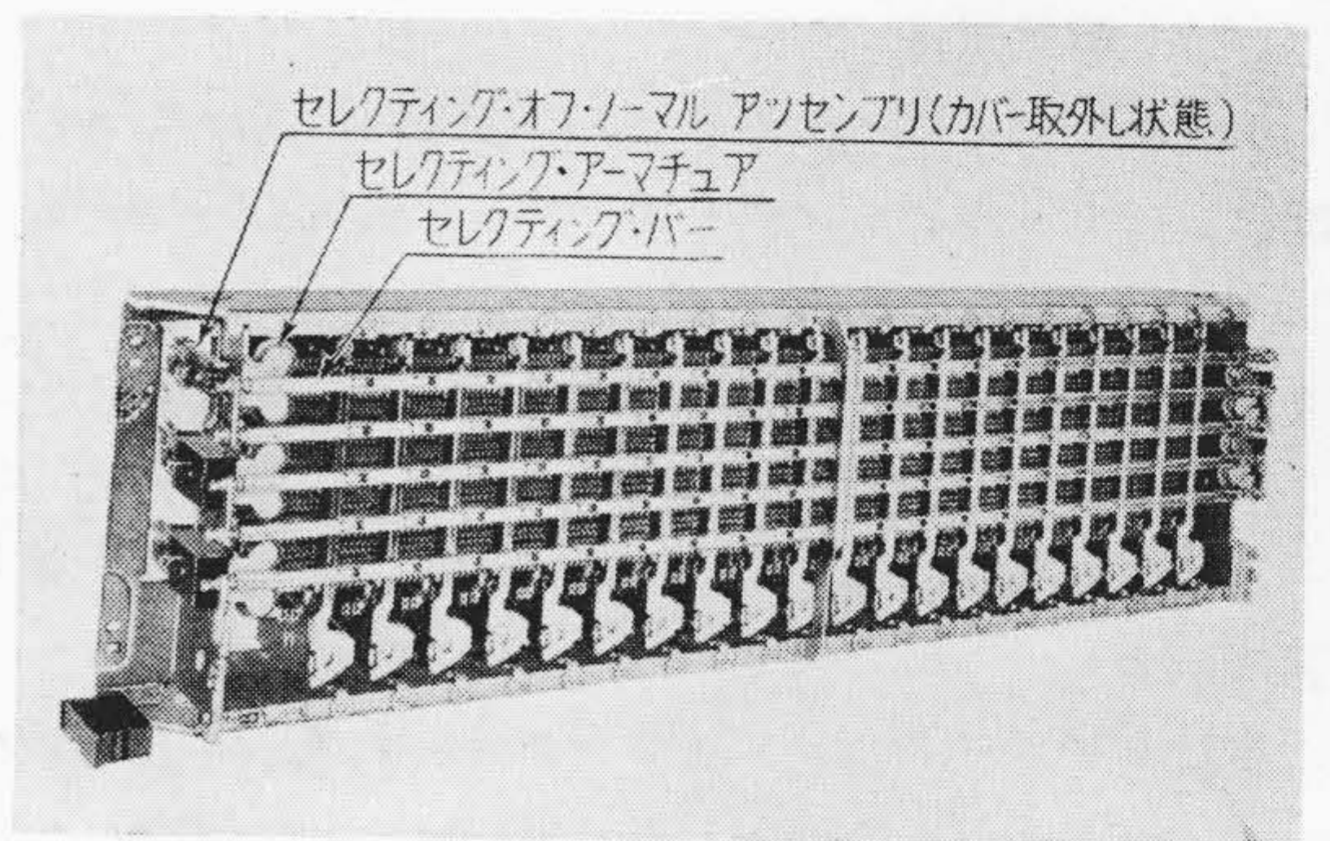
幅.....879.7 mm

奥行.....120.6 mm

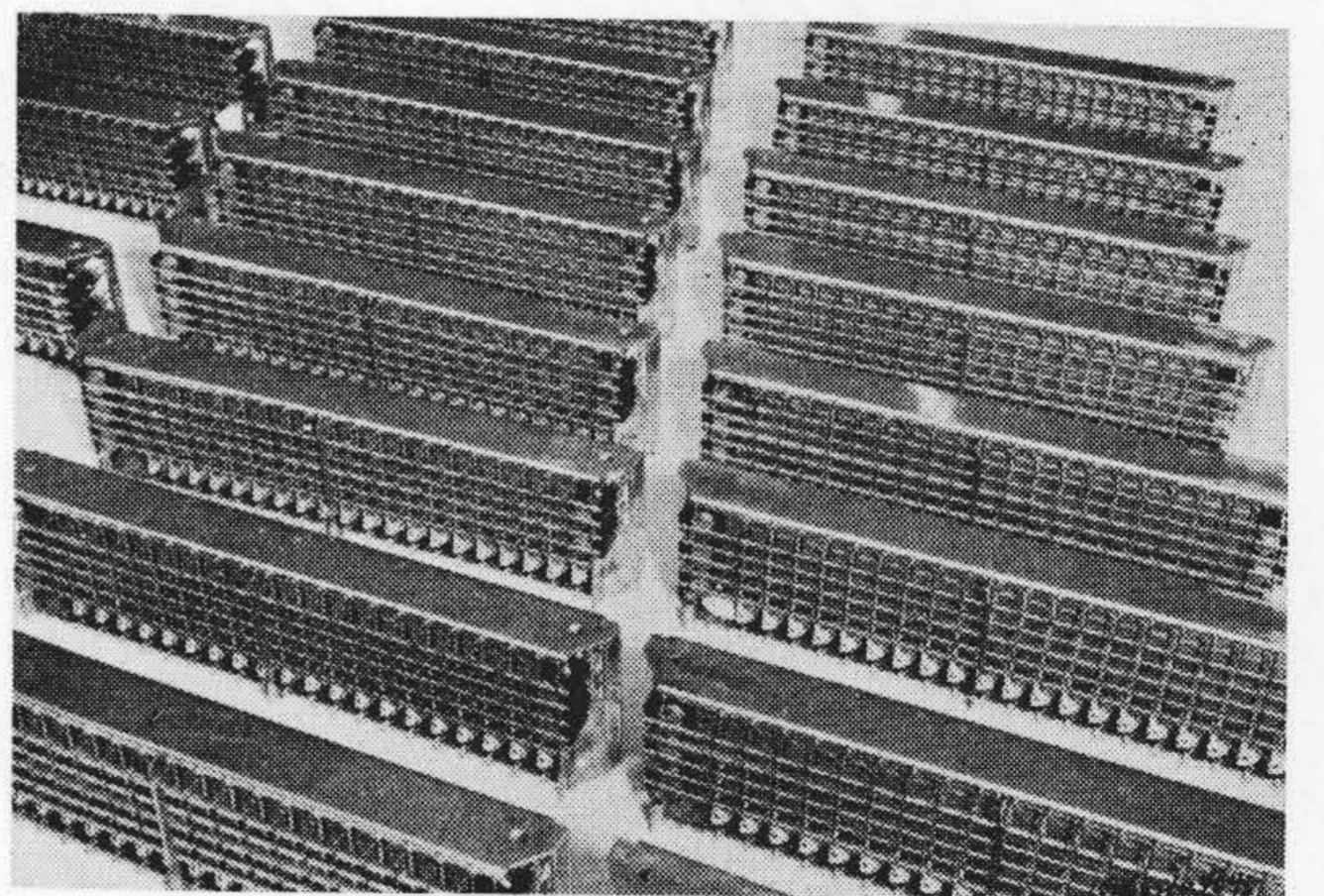
重 量.....約 25 kg

水 平 路.....10列

* 日立製作所戸塚工場



第1図 EA-22形 クロスバースイッチ
Fig. 1. Crossbar Switch Type EA-22



第2図 完成した EA22形クロスバースイッチ群
Fig. 2. Type EA22 Crossbar Switch in Mass Production

垂直路.....	20列
1交叉点の塔載接点数.....	6メーク
バーチカル・オフ・ノーマル・バネ	
.....	2トランスファー
セレクトイング・オフ・ノーマル・バネ	
.....	1メーク(防塵カバーを有す)
巻線抵抗: セレクトイング・マグネット.....	600Ω
ホールディング・マグネット.....	1,250Ω

〔III〕 EA-22形クロスバースイッチ の構造上の特長

EA22形クロスバースイッチの構造は原理的には従来のクロスバースイッチと全く同様であるが、性能の向上、均一化、長寿命化ならびに保守、製作の容易化をはかるため、以下のべるような改良を行つた。その結果、従来品に比較して横幅は約100mm大きくなつたが、高さは約10mm低くなり、重量はほとんど変つていない。そしてこの新寸法は米国標準形スイッチとまったく同様である。

以下に主な改良点を記す。

(1) 磁気回路

ホールディング・マグネットの磁気回路は、ヨークを廃止してホールディング・プレートを磁気回路の一部として利用するとともに、マグネットの取付法を改良して、コアとアーマチュアの相対的な関係位置を調節出来るようにした。この結果磁気回路の効率上昇し、性能が均一となつて保守にもすこぶる有利となつた。これを第3図に示す。

またマグネットのコアはセレクトィング、ホールディング・マグネットの両方とも、アーマチュア側端面々積を大にして空隙の広い場合の吸引力を増してある。これは後述のように負荷特性の改良に役立つている。

(2) ホールディング・アーマチュア支持法

従来のスイッチはヨークのナイフ・エッジ部でホールディング・アーマチュアを支持していたが、本スイッチ

では第2図に示すようにアーマチュアに設けられた角孔と切欠部を直接ホールディング・プレートで支持し、アーマチュアの脱出を防ぐためには、ロッキング・スプリングの代わりにストップ・ブラケットを使用した。これによつてアーマチュアの保持が確実にになり、動作中のアーマチュアの移動、変位がなくなつて、これによる障害も防止され、長寿命化をはかることが出来た。

(3) バーチカル・ユニット静止接点バネの組込

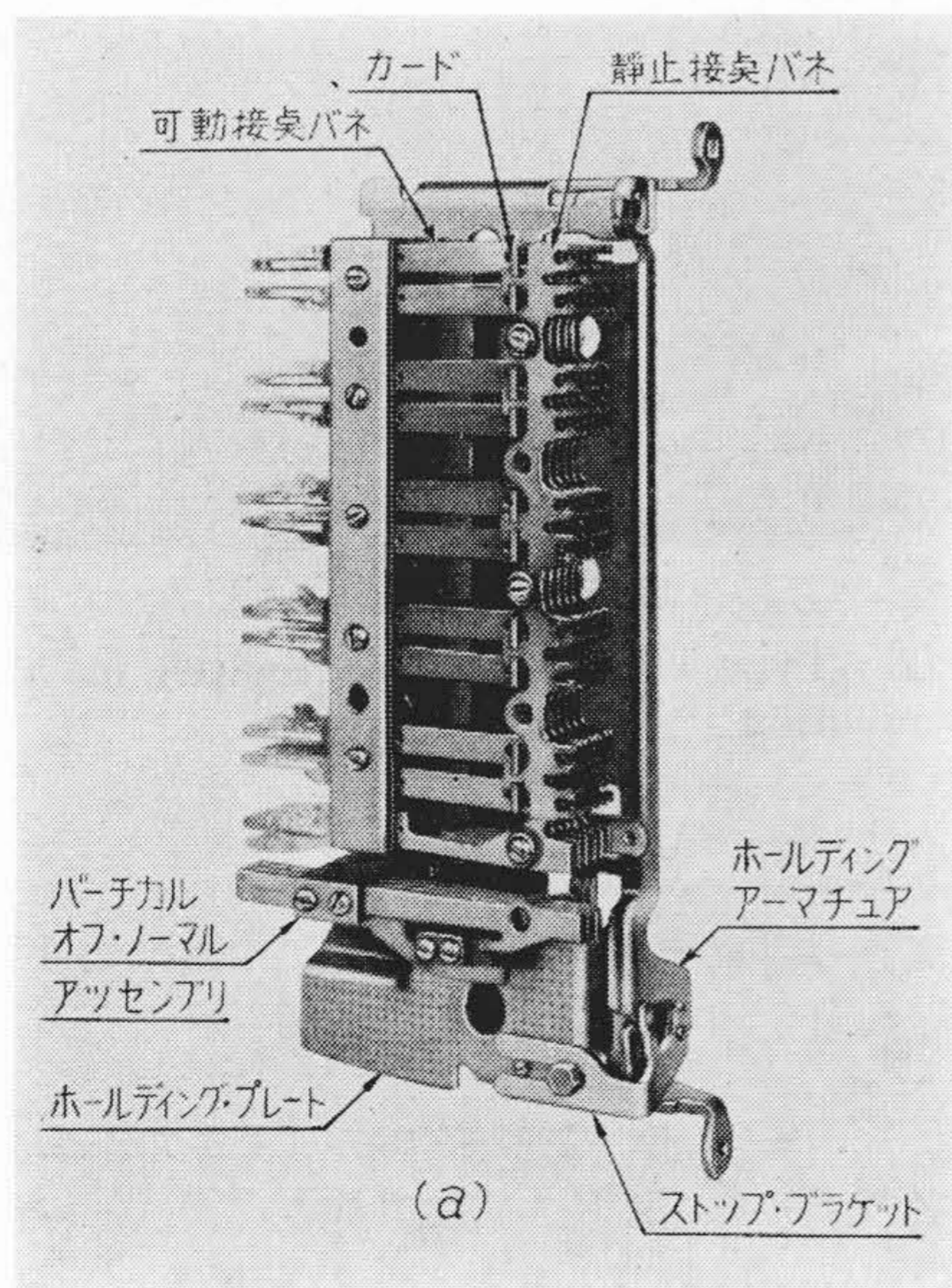
バーチカル・ユニット静止接点バネの間には金属製ワッシャを挿入して、バネの積厚を規制するとともに、絶縁板の膨脹収縮による積厚変化量を少くし、使用中の調整変化をほとんどなくすることができた。

(4) スイッチの調整

クロスバースイッチは構造上多数の接点バネを有しているため、各バネに対していわゆるバネ調整を行うことは非常に困難であり、したがつて保守を容易にし、障害を起さないスイッチとするためには、バネの無調整化をはかることがきわめて重要である。前述のように磁気回路バネ組込部品精度等種々の点を改善し、アーマチュア・トラベル接点間隔等を広げ調整範囲を大きくした結果調整がすこぶる容易となり、性能も安定均一化し、使い易いスイッチが完成した。これはとくに保守面からみた場合、もつとも重要な改良の一つである。

(5) 接点

クロスバースイッチは前項に述べたように多数の接点を有するので、接点障害を防止するためには、接点にも高級な材料を、吟味して使用することが望ましい。また



第3図 バーチカル・ユニット
(a) 上面図 (a) front view

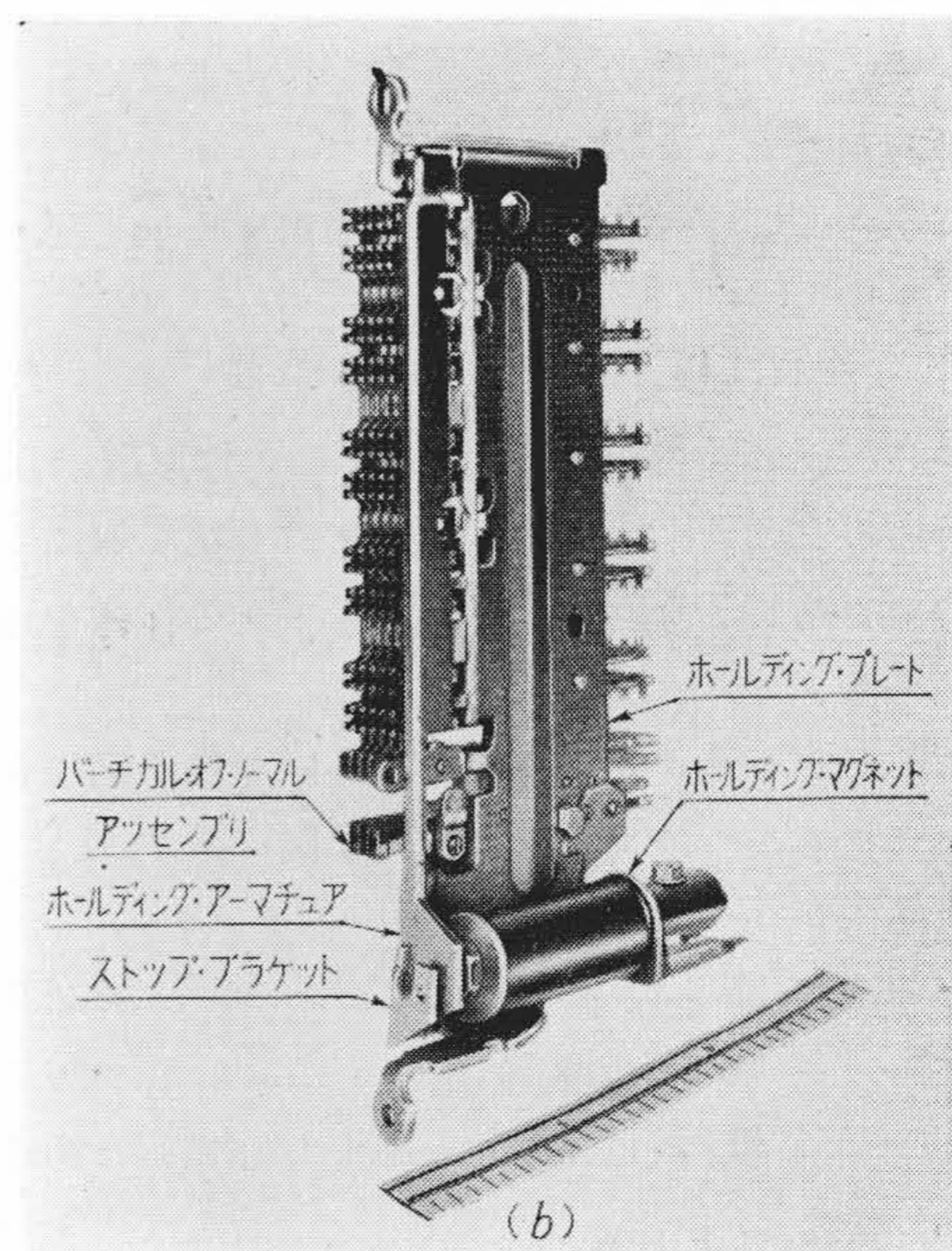


Fig. 3. Vertical Unit
(b) 下面図 (b) back view

コストの面より考えれば使用数量が多いので、当然安価な材料を使用しなければならない。さらにクロスバースイッチの交叉接点は、一般に電流を直接切断しないから接点の消耗も少く、したがって接点の全体積を単一貴金属で構成するのは不経済である。

この点に着目して研究を続けた結果、接点の必要な面のみに貴金属を使用したバイメタル形接点⁽⁸⁾を実用化することができた。

本スイッチに使用した接点は第4図に示すようにニッケル・ベースの上にパラジウムを接着させており、電気回路の開閉には従来の接点よりはるかに高級なパラジウムを使用して電気的特性を著しく向上させながら、必要な貴金属の体積を数分の1に減らしてコストの低減をはかっている。

(6) セレクティング・バーの制動

セレクティング・バーが復旧した時、その振動が急速に減衰するように2枚のバネを組合せて制動する。これを第5図に示す。すなわち“B”なるバネの凸部が“A”なるバネの凹部に入つて摩擦作用を起し制動するものであつてこれにより、後述のようにスイッチの接続時間特性の向上をはかることができた。

(7) セレクティング・オフ・ノーマルバネ部の防塵用カバー

セレクティング・オフ・ノーマル・バネも双子接点ではあるが、バネが水平におかれているので、垂直におかれている他の接点に比べて塵埃障害を起す可能性がある。そのためこの部分には特に防塵用カバーを備えて使用中の障害を防いでいる。

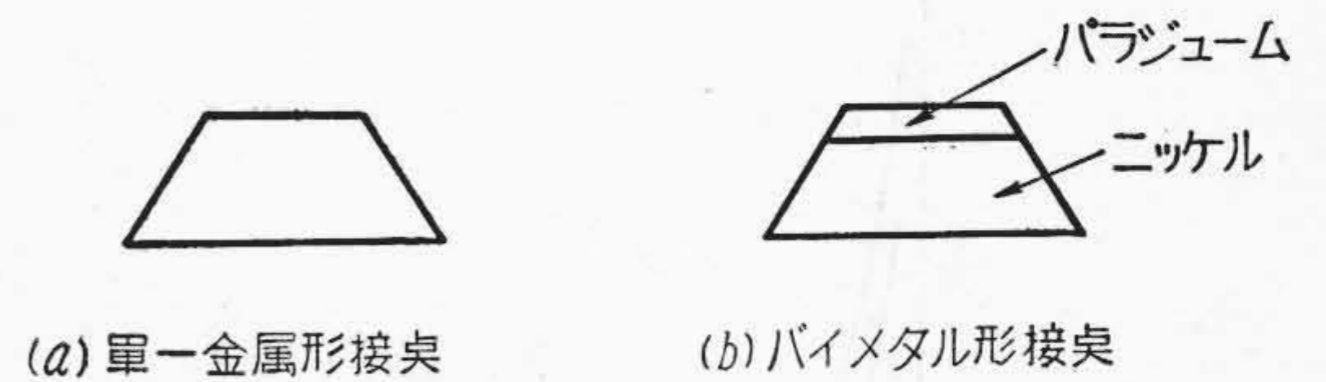
(8) フレームの構造

クロスバースイッチのフレームは、自重を支え、輸送中等に加わる振動に十分耐えることが必要である。そのため本スイッチでは十分な強度を有する鉄板を使用するとともに形状を考慮し、かつフレームの組立には電気スポット溶接を採用して強度の増大と精度の向上をはかつたが、輸送および振動試験の結果は十分この目的を達したことを証明した。

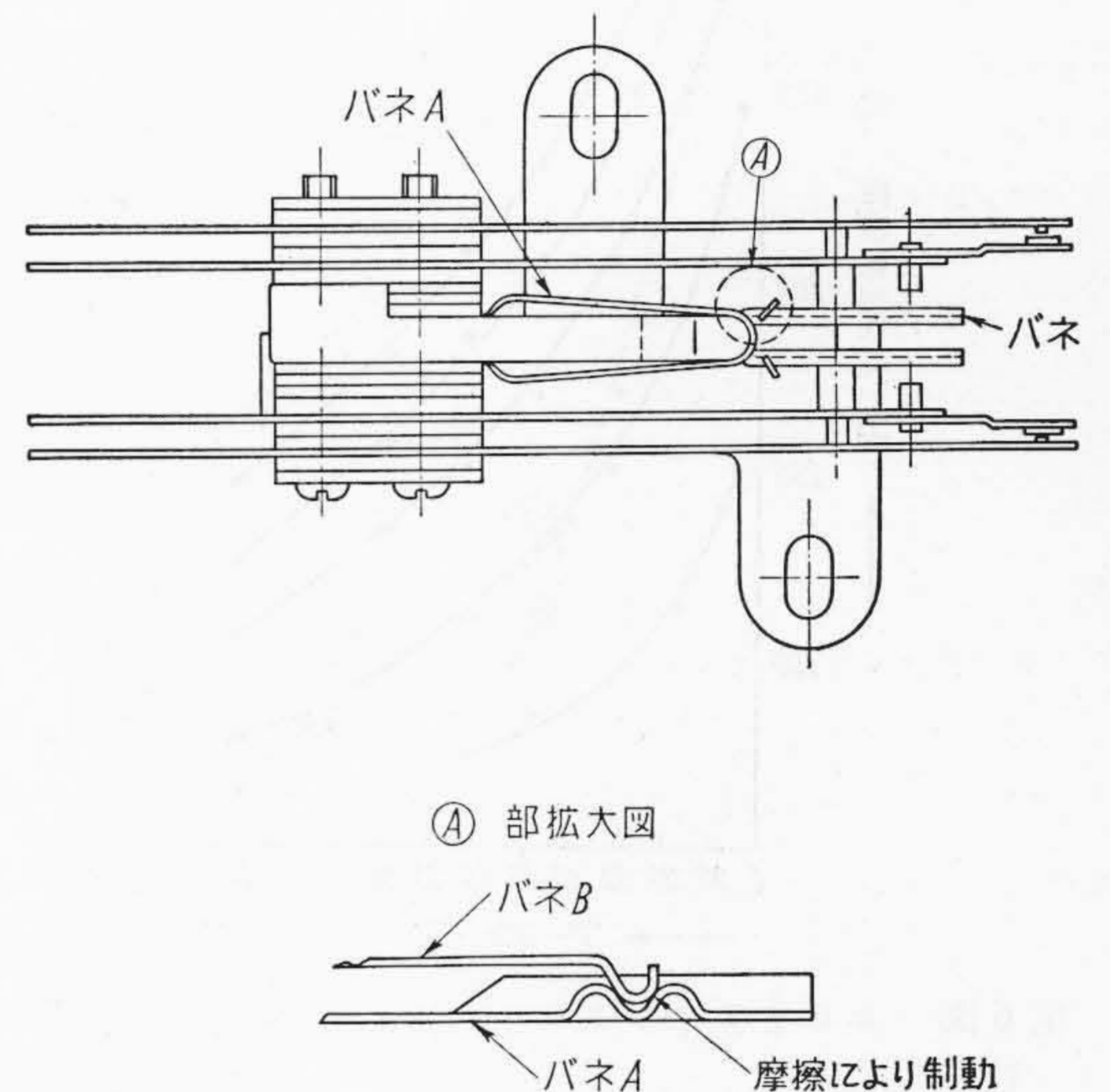
またフレームの左、右側板は交換機架への取付を考慮して左側板に2箇所、右側板に1箇所、計3箇所に突出部があり、その部分でスイッチは架に接触し、また締付けられる。すなわち、スイッチは3点で交換機架へ取付けられるが、これによつて取付時に調整値の変化することを防いでいる。

(9) その他

以上に述べたこと以外にも細部の構造、部品精度等を検討、改善して性能の向上均一化と使い易い保守の容易なスイッチを製作するよう努力した。



第4図 バイメタル形接点
Fig. 4. Bi-Metallic Contact



第5図 セレクティング・バーの制動機構
Fig. 5. Damping Mechanism for Selecting Bar

〔IV〕 EA22 形クロスバースイッチの性能

以下に EA22 形クロスバースイッチの性能を述べる。

(1) 吸引力および負荷特性

セレクティング・マグネットの吸引力および負荷特性を第6図に、ホールディング・マグネットのそれらの特性を第7図に示す。これらはコアの端面中心に対応したアーマチュア上における値である。

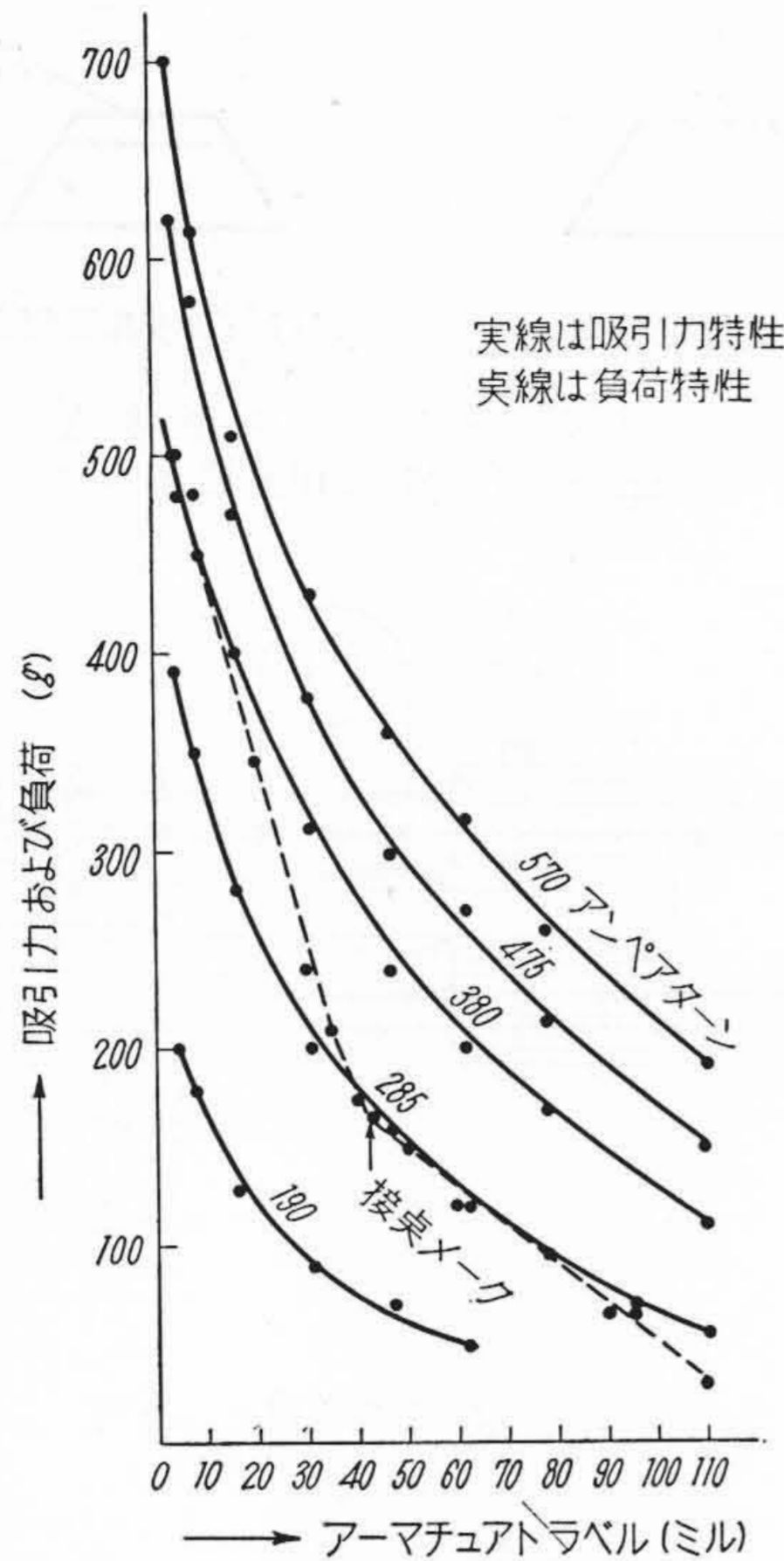
図からわかるとおり、マグネット・コアの端面面積を大にしているため、空隙の大きい状態の吸引力が増大し、アーマチュア・トラベルを大にすることが可能となり、フォローの大きい負荷特性を採用出来るようになった。その結果〔Ⅲ〕(4)項に示したように調整が容易になり、また感動電流、動作時間等の特性改善に役立つ。

(2) 接点動作特性

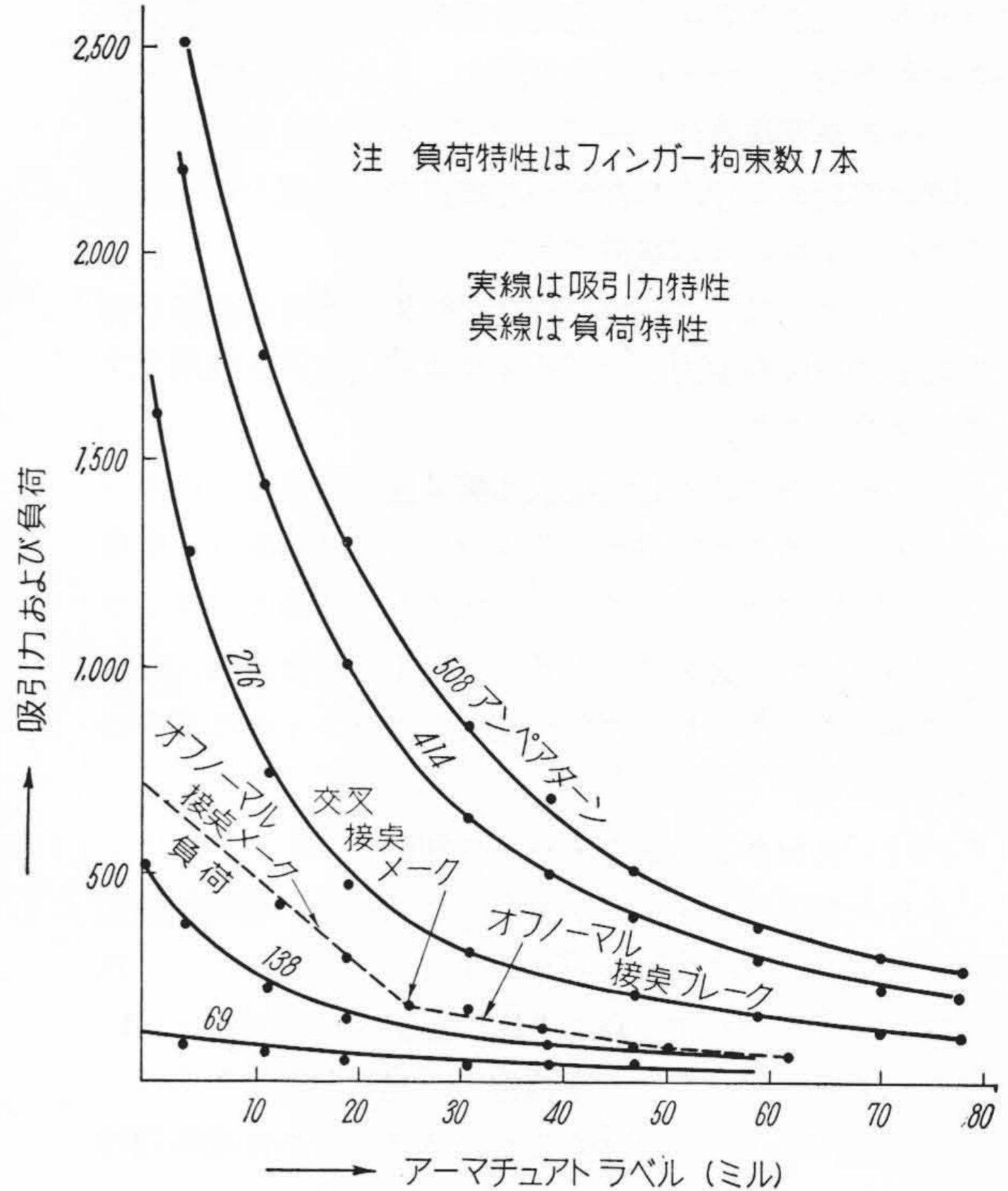
クロスバースイッチは多数の接点を有しているため接点障害には注意しなければならない。これに関しては構造上からもつぎのように十分な考慮を払っている。

(A) 接点の消耗による接点圧力の減少

接点が消耗し接点の高さが低くなると、接点圧力が減少する。この減少の程度を計算した結果を現用の水平形継器電と比較すると第1表のようになる。ただし計算



第6図 セレクティング・マグネットの吸引力、負荷特性
Fig. 6. Pull and Load Characteristics of the Selecting Magnet



第7図 ホールディング・マグネットの吸引力、負荷特性
Fig. 7. Pull and Load Characteristics of the Holding Magnet

式はつぎによる⁽⁹⁾。

(a) メーク接点の接点圧力減少

$$\beta_M = s'k_{21}$$

(b) ブレーク接点の接点圧力減少

$$\beta_B = \frac{s_{10}}{1 + \frac{s_{10}}{s_{(1)}}}$$

ここに

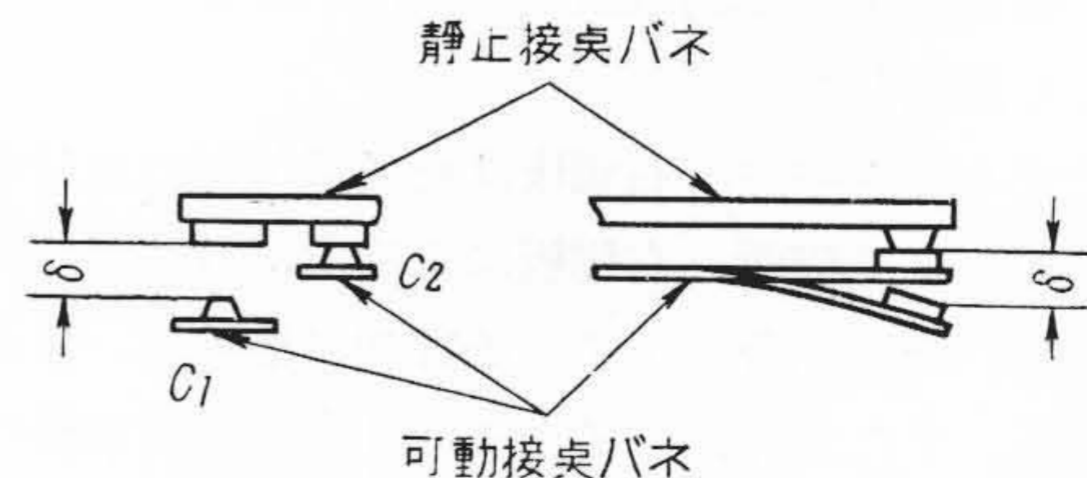
$$s' = \frac{s}{k_{12} \left(1 + \frac{s_{10}}{s_{(1)}} \right)}$$

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

- s_{10} : 可動バネの接点位置におけるスチフネス
- $s_{(1)}$: 静止バネの接点位置におけるスチフネス
- s_{20} : 可動バネのカード位置におけるスチフネス
- k_{12} : 接点位置に力点のある場合、接点位置の変位とカード位置の変化との比
- k_{21} : カード位置に力点のある場合、カード位置の変位と接点位置の変位との比
- s : 静止バネと可動バネのカード位置における総合スチフネス

第1表 接点の消耗による接点圧力の減少
Table 1. Decrease of Contact Pressure due to Contact Wear

接点名称	種類	減少率 (g/mm)	水平形継電器の減少率 (g/mm)
バーチカル・ユニット交叉接点	メーク	37.8	18.2 132
	ブレーク	1.3	
バーチカル・オフ・ノーマル接点	メーク	12.9	4.7 31
	ブレーク	1.3	



第8図 接点の独立性測定法
Fig. 8. Measuring Method of the Contact Independency

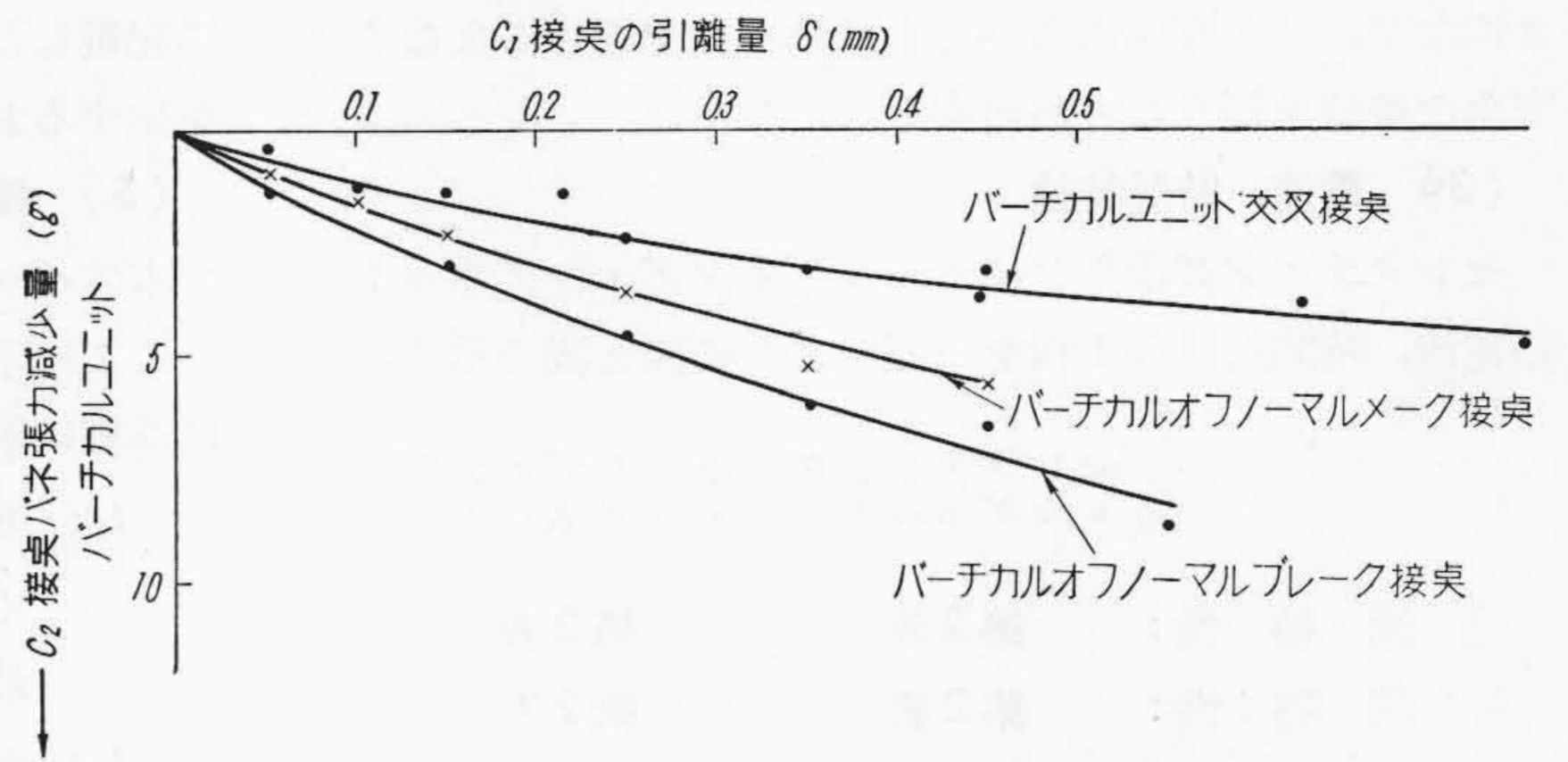
s' : 接点位置によける負荷とカードの移動距離との比

これからわかるように現用の水平形継電器に比べて本スイッチの方が一般に同一の接点消耗量に対して接点圧力の減少が少い。ただ交叉接点の減少率が他の接点に比べて若干大きい。この接点は通常電流の切断は行わず、接点磨耗が少ないので心配ない。これは後述のように寿命試験の結果もこれを証明している。

(B) 接点の独立性

接点はいずれも双子接点であつて塵埃等による障害を最小にするよう配慮されている。第8図に示すごとく双子接点の片側に δ なる大きさの絶縁性物質、たとえば塵埃が入つた時、他方の接点の接触圧力減少の実測値は第9図に示すとおりである。

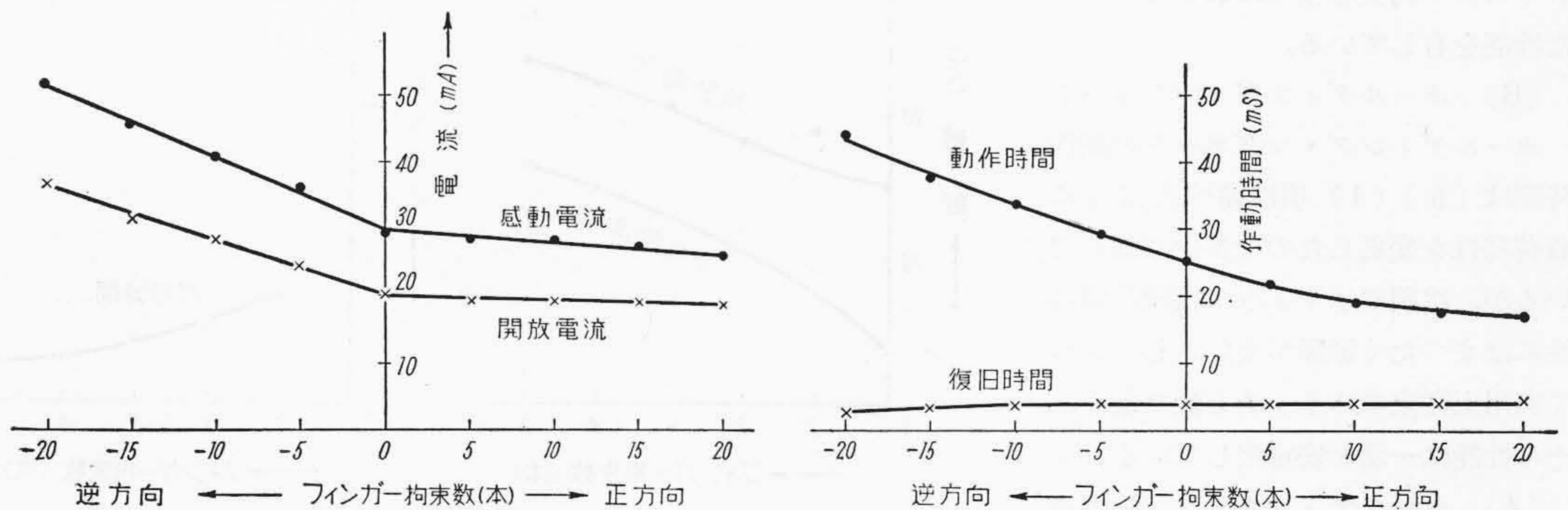
このうち交叉接点の減少率もつとも小であるが、これはバネの駆動にカードを使用しているので、駆動点より根元の方までバネを分割出来たからである。普通自動交換局内の塵埃は最大約100ミクロンといわれているので⁽¹⁰⁾、その場合の接点圧力減少は交叉接点で1g、パーティカル・オフ・ノーマルのメーク接点で1.6g、ブレーク接点で2.2gである。すなわち最初片側10gの接点圧力を有する交叉接点で、一方に100ミクロンの塵埃が入つても、他方はなお約9gの接触圧力を有するこ



第9図 双子接点の独立性
Fig. 9. Independency of Twin Contacts

第2表 各マグネットの特性
Table 2. Characteristics of the Selecting and Holding Magnets

区分	項目	最大	最小	平均	備考
セマレグ テネ イット グ	感動電流 (mA)	40	25	34.7	フィンガー拘束 0
	開放電流 (mA)	22	15	19.8	
	動作時間 (mS)	30	22	25.9	
	復旧時間 (mS)	5	3	3.9	
ホマ グ レ グ デ ネ イ ット グ	感動電流 (mA)	21	15	16.6	フィンガー拘束 0
	開放電流 (mA)	10.5	3.6	8.0	
	動作時間 (mS)	38	34	36	
	復旧時間 (mS)	17	10	15.3	



第10図 フィンガー拘束数によるセレクトイニング・マグネット特性の変化
(a) 電流 (b) 時間
Fig. 10. Change in the Characteristics of the Selecting Magnet According to the Numbers of Held Fingers
(a) Current (b) Time

とになり、この塵埃によつても接触不良を起すことなく完全な接続を行うことが出来る。

(3) 電流、時間特性

セレクトィングならびにホールディング・マグネットの電流、時間特性の1例を下記のように図と表で示す。

	セレクトィング ・マグネット	ホールディング ・マグネット
電流特性:	第2表	第2表
時間特性:	第2表	第2表
フィンガー拘束 電流特性:	第10図(a)	第11図(a)
フィンガー拘束 時間特性:	第10図(b)	第11図(b)

(A) セレクトィング・マグネット

セレクトィング・マグネットの巻線抵抗を従来の260Ωから600Ωに増して、消費電力を著しく減少させたにもかかわらず、〔Ⅲ〕(1)項に述べたように、磁気回路の改善により動作時間はほとんど変化がない。

またクロスバースイッチの動作に当つてはセレクトィング・フィンガーを一方向に拘束したまま、セレクトィング・バーが中立位置に復旧し、引続きバーが同方向または反対方向に動作してつぎの接続を行うことがある。この場合は当然既拘束のフィンガー張力の影響を受けるので電流値ならびに時間値が変化する。

本スイッチは第10図(a),(b)に示すように、1本のセレクトィング・バーに属する20本のフィンガーのうち、19本が同一方向に拘束されるという最も苛酷な場合でも、残りの1本を反対方向に動作させることができ、それに要する時間の増加もわずかである。したがつて本スイッチはいかなるフィンガー拘束の条件においても十分な性能を有している。

(B) ホールディング・マグネット

ホールディング・マグネットの動作時間は〔Ⅳ〕(1)項に述べたように負荷特性を変更したので多少増加しているが、次項に示すように接続時間特性にはまったく影響がない。したがつて実用上従来のスイッチと変りなく、その性能は一段と安定化している。

(4) セレクトィング・フィンガーの振動

セレクトィング・フィンガーはEA13形スイッチと同じく、衝突制動方式を採用しており、その振動特性は第1報

に記載したとおりわずか20mS以内で減衰し、誤動作を生ずるおそれはない。

(5) 接続時間特性

本スイッチの接続時間特性の1例を第3表に示す。

ここに示す t_1, t_2, t_3 および t_4 なる時間は第1報に詳細に説明してあるが以下簡単に述べる。

t_1 : セレクトィング・マグネット励磁後、ホールディング・マグネットを励磁するまでにおくべき最小時間々隔

t_2 : ホールディング・マグネットの励磁後、引続きセレクトィング・マグネットを励磁しておくべき最小時間々隔

t_3 : セレクトィング・マグネットの励磁切断後、誤接続を避けるためにつぎのホールディング・マグネット励磁開始までにおくべき最小時間々隔

t_4 : ホールディング・マグネット励磁切断後、同一のホールディング・マグネットが励磁されるまでにおくべき最小時間々隔 (t_3 と比べてセレクトィング・バーの振動を含まない点が異なる。)

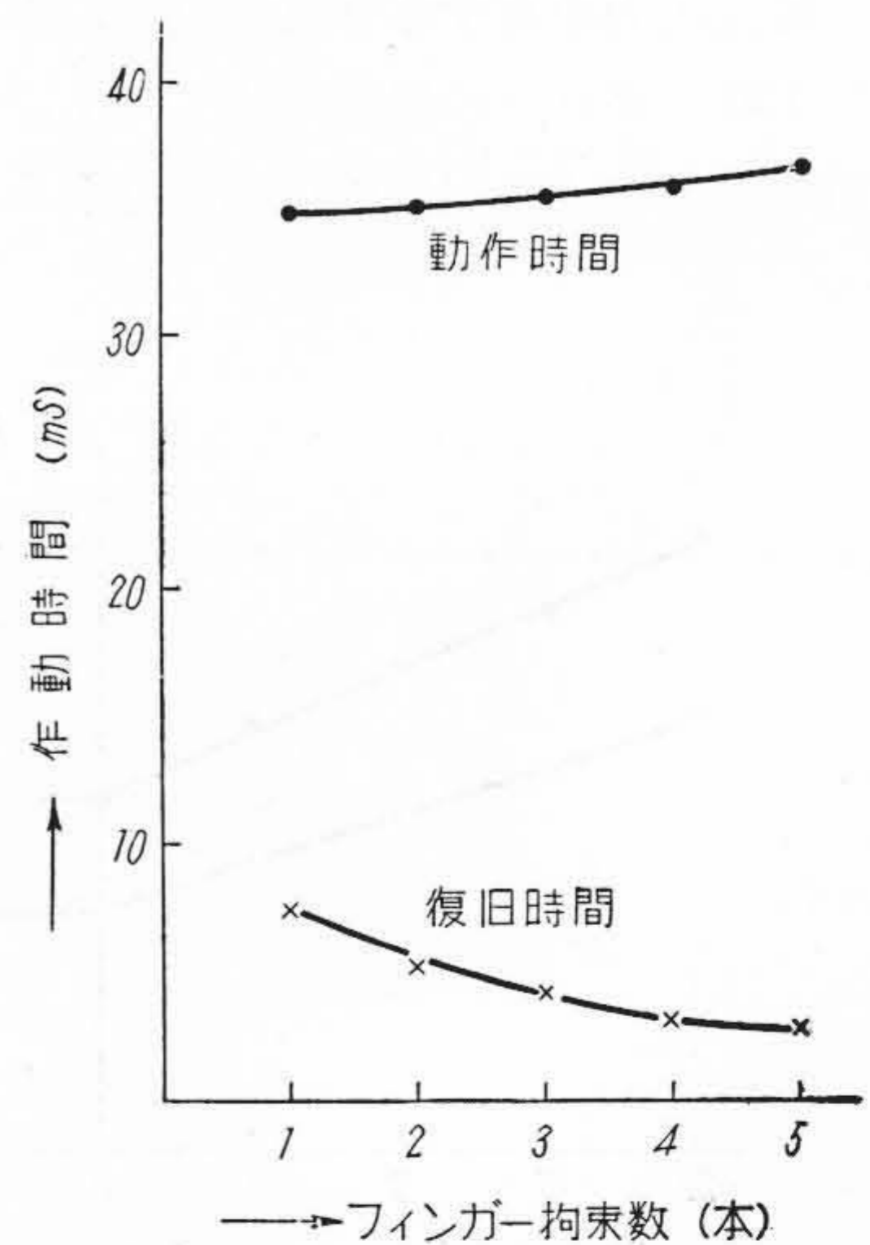
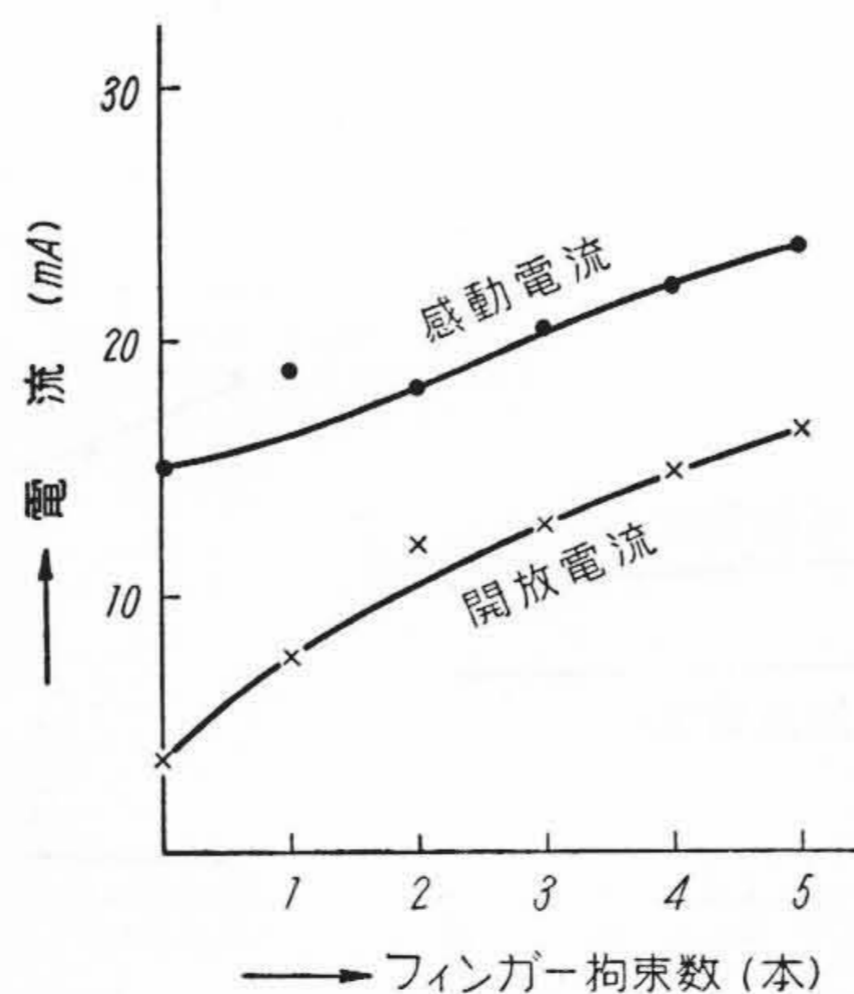
第3表よりスイッチの最小接続周期 T を求めると、つぎのようになる。

(A) フィンガー無拘束の場合

$$T = t_2 + t_4 = 28 + 4 = 32\text{mS}$$

(B) フィンガーが反対方向に本拘束された場合

第10図(b)よりセレクトィング・マグネットは動作時間が1mS長くなり、復旧時間が0.1mS短くなる。



第11図 フィンガー拘束数によるホールディング・マグネット特性の変化

(a) 電流 (b) 時間

Fig. 11. Change in the Characteristics of Holding Magnet According to the Number of Held Fingers

(a) Current (b) Time

しかるに t_2, t_4 に関係するものは復旧時間のみで、それも t_2 をその値だけ大とするにすぎない。

したがって

$$T = t_2 + t_4 = 28 + 0.1 + 4 = 32.1 \text{ mS}$$

(C) フィンガーが反対方向に 19 本拘束された場合
この場合も第10図(b)から復旧時間が 1.5 mS 短くなることわかる。したがって

$$T = t_2 + t_4 = 28 + 1.5 + 4 = 33.5 \text{ mS}$$

以上のように最小接続周期がすこぶる短いのみならずセレクト・フィンガーの拘束数が大巾にかわつても最小接続周期は僅かに 5% 程度変化するだけで、安定した値を有している。また前述のように EA13 形に比しマグネットの動作時間が若干増しているにもかかわらず、最小接続周期はほとんど同一である。

〔V〕 保証試験結果

本クロスバースイッチの寿命試験は現在実施中であるが、4,000万接続までの結果を報告すれば、発生障害は第4表、試験中の特性変化は第5表のとおりである。

EA13 形スイッチが 2,000 万接続で 7 件の障害を発生したのに比べて、今回の EA22 形スイッチは 40 年間使用に相当する 4,000 万接続にわずか 1 件にすぎず極めて障害の少ない使い易いスイッチであることが十分に証明された。

その内容は下記のとおりである。

(1) 接点障害

接点障害はわずかに 1 件 (1,270 万接続) であつて塵埃

によるものと考えられる。これは第1報にのべた EA13 形スイッチが 2,000 万接続の動作中に 4 件発生したのに比較すると、はるかに少く、その発生率は 600 組の接点が各 400 万回動作したことから実に 24 億の接触到 1 件であつて、本スイッチの性能のすぐれていることが十分立証される。しかし接点の接触不良はクロスバースイッチにとって重大な障害であるから、今後さらに検討して絶無を期さなければならない。

(2) セレクト・フィンガーの不嵌合

EA13 形スイッチはフィンガー不嵌合が 2,000 万接続

第3表 セレクト・マグネットとホールディン
グ・マグネットの最小接続時間々隔

Table 3. Minimum Pauses between Operations of
Selecting and Holding Magnet

項 目	最 大	最 小	平 均	備 考
	-1	+8	-5	+値はセレクトマグネットがホールディングマグネットより早く励磁されるべきことを示す。
	+28	+19	+23.4	+値はセレクトマグネット開放前にホールディングマグネットが励磁されるべきことを示す。
	-21	+25	-23	+値はホールドよりセレクトの方が先に励磁されることを示す。
	+4	+3.5	+3.8	

第4表 寿命試験中の障害
Table 4. Fault During Life Test

障害別	件 数	接 続 回 数
接点障害	1	1,270万接続

第5表 寿命試験中の特性変化
Table 5. Change of Characteristics During Life Test

試 験 項 目	規 格	試 験 前			1000万接続試験後			2500万接続試験後			4000万接続試験後			
		最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	
セレクト関係	感 動 電 流	40 mA 以下	36	34	34.8	36.5	34	35.2	36.2	34	34.6	35.0	31	33.5
	開 放 電 流	—	17	15	16	17.2	15.5	16.2	17.5	14.8	15.2	17.5	14.5	15.7
	動 作 時 間	—	28.5	25.5	26.2	29	25.5	27.1	29.0	25.5	26.8	27.0	24	26.1
	復 旧 時 間	—	5.8	5.0	5.2	6.8	5.5	6.4	7.0	5.5	6.4	4.8	4.8	4.8
	接 点 圧 力	10 g 以上	100	40	65	100	45	68.5	100	47	69.5	100	40	68.5
ホールド関係	感 動 電 流	25 mA 以下	20.2	17.5	19.3	23.8	18.8	21.5	23	18	20.4	25	16.5	20
	開 放 電 流	—	8	6.5	7.4	7	6.2	6.6	6.6	6.0	6.4	7.0	5.8	6.3
	動 作 時 間	—	32	29	30.6	42	33.5	36.4	34.5	32	33.6	42	34	39
	復 旧 時 間	—	7	6.5	6.8	6.5	4.9	6	9	7.8	8.4	11.3	8.3	10.3
	接 点 圧 力	7 g 以上	23	14	18.4	17.2	15	16.3	17.1	15.5	16.2	20	10	15.6
レスターバネ張力	40~60 g	55	46	50	49	45	47.5	50	45	47.5	50	45	47.5	

中に3件発生したが今回は全然発生していない。これは前述のごとく各種の改良を行つた結果によるもので動作がさらに安定したことを示している。

(3) 特性の変化

その他の特性の変化のうち、ホールディング・マグネットの開放電流が僅かに減少し、復旧時間が若干増加しており、またバーチカルユニットの交叉接点圧力も幾分減少する傾向があるが、いずれも実用上は全く問題とする必要のない程度である。

それ以外の特性変化はほとんど測定誤差の範囲にあるので本スイッチの実用性は十分確められたものと考えられる。

なおこの長寿命試験は第1報にのべた方法と全く同様である。

[VI] 結 言

以上新しいEA22形クロスバースwitchの特性についてその概要を説明した。このSwitchは従来のEA13形クロスバースwitchに比較して性能が均一安定であつて長期間の使用における障害、特性の変化がほとんど見られず保守の面において著しく改良されている。

したがつて本Switchを使用することによつて一層すぐれたクロスバースwitchを製作できるものと期待される。しかしながら、これに満足することなく、今後引き続き研究を行い、性能の改良、生産上の諸問題の解決をはかつてさらに保守の容易なクロスバースwitchの製作に

努めるつもりである。

最後に常に御指導を頂いている日本電信電話公社電気通信研究所米沢交換課長、窪小谷係長以下の諸氏に厚く御礼申し上げます。

また本Switch製作に当り格別の御援助、御協力を頂いた日立製作所日立工場、多賀工場の関係各位、接点の研究、製作に当られた日立製作所中央研究所南波博士、小林氏ならびにSwitch製作に努力された日立製作所戸塚工場内各位に深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 渡辺： 現在自動交換機の直面している諸問題
通学誌 2.37 (昭29-2)
- (2) 渡辺： クロスバー式自動交換機の試作研究について
日立評論 36 9 (29-9)
- (3) 江森，中村： クロスバー式交換機 (第1報)
日立評論 37 10 (30-10)
- (4) 江森，中村，若林： クロスバー式交換機 (第2報)
日立評論 38 3 (31-3)
- (5) 田島，菊地： 日立クロスバースwitchの特性
日立評論 37 10 (30-10)
- (6) F.J. Scudder and J.N. Reynolds: Crossbar
Dial Telephone Switching System B.S.T.J.
Vol. 18 No. 1 (1939-1)
- (7) 米沢： クロスバー自動交換方式の解説
電気通信 (昭29-9)
- (8) B.F. Runyon: Contact for Crossbar Apparatu
B.L.R. (1940-5)
- (9) 三井： 電話交換機用継電器の負荷特性
日立評論 36 9 (29-9)
- (10) 鈴木，飛内： 自動交換室における塵埃の調査研究
その1 施設 2.7 (昭30-2)

日立造船技報

Vol. 17

No. 2

目 次

- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| ◎高張力鋼の工作法に関する研究…… | 中井 恒男
国広 敏之
安藤 見 |
| リベット締めにおけるリベット穴 | |
| ◎付近の温度分布ならびにリベット… | 西牧 興
さら角度と締付力の関係について 田口 正雄 |
| ◎冷凍工船の冷凍および防熱装置に… | 下川 寛人 |
| ◎ひずみ取作業の際の加熱冷却条件… | 中井 恒男
が鋼材に及ぼす影響 国広 敏之
安藤 見 |
| ◎船舶用軽金属のリベット継手の研… | 木下 昌雄
究 広渡 智雪
田中 宏 |
| ◎250トン圧縮および曲げ試験機の… | 西牧 興 |
| 性能調査研究 | |

本誌につきましても御照会は下記発行所へ御願致します。

日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町60

日 立

Vol. 18

No. 7

目 次

- ◎涼風を求めて
- ◎季節の料理
- ◎蛍光灯に関する十二章
- ◎新しい照明器具
- ◎ショールーム (新型電気洗濯機)
- ◎明日への道標 (45,000 kVA 同期調相機)
- ◎オーバーフロー方式とは
- ◎モートルと生活 (2)
- ◎電気の教室 (4) 水車発電機の話
- ◎日立だより

誌代 1ヵ月 ¥60 (〒12)

日立評論社

東京都千代田区丸の内1ノ4 (新丸の内ビルディング7階)