

# 小形リレーの環境と信頼性

## Environment and Contact Reliability for Miniature Relay

高橋 義典\* 頗 羅 墮 彰\*  
Yoshinori Takahashi Akira Harada

### 要 旨

近時、エレクトロニクス技術が高度に発達し、その応用にはめざましいものがある。従来の有接点リレーに代わってサイリスタやトランジスタを応用した無接点リレーも、いたるところで使用されるようになった。

しかし一方、有接点リレーはコストが比較的安く、取扱いや保守が簡単であるという特長があり、その用途は依然として多い。また最近の傾向としてエレクトロニクス応用装置と協調をとりながら組み合わせて使用するケースが多くなってきており、低電圧低電流回路での使用も含めた接点接触信頼性が強く要求されるようになった。

このため現地環境調査や接点接触機構の解析を行ない、これを基にして実験計画的に諸要因の影響度を調べた。この結果を積極的に考慮に入れて製作したMS形リレーの低電圧低電流回路における接触不良発生率は $\frac{1}{3 \times 10^8}$ 以下、DC48V以上の回路では $\frac{1}{3 \times 10^9}$ 以下で、非常に接触信頼度は高いことを確認した。また接点はDC100V、0.1A、L/R=0.18の誘導負荷で500万回の寿命を有し、AC1,500Vの耐圧をもつもので、各種の試験装置を駆使して製作したものである。

### 1. 緒 言

有接点リレーは非常に広い分野で使用されており制御装置には必ず使用されているといっても過言ではない。最近の傾向として各分野で自動化が進み、サービス向上のためにその制御装置は大形化・複雑化しこれに伴って使用されるリレー数も多くなっている。

たとえばエレベータに例をとってみると、10階床のビルでエレベータ3台を並列運転する場合には約300個のリレーを使用している。しかし超高層ビルになるとエレベータは高速化し、サービス階床も増加し、さらにエレベータ群の全自動群管理化も増加する傾向にある。40階床のビルでエレベータ8台を全自動群管理運転する場合には約3,500個のリレーが必要である。

もちろんこれら各種回路も大幅に無接点化しているが、エレベータの現地調整や保守などの作業性を考えた場合、高信頼度の有接点リレーを使用したほうが有利な場合も多い。

エレベータの運転頻度(ひんど)は高く、一般には1日2,000回を越え、特殊ビルでは昼夜連続運転しなければならないこともあり、1日4,000回を越えることもある。

リレーはこのエレベータの運転Dutyにじゅうぶん耐えなければならず、エレベータ8台の全自動群管理運転の場合の1年間の総動作回数は約5億回にも達する。したがってこれらエレベータ群の事故発生率を1回/年以下に押えるためにはリレーの事故発生率は $\frac{1}{5 \times 10^8}$  ( $\frac{1}{\text{個} \cdot \text{回}}$ )以下にしなければならない。

このため既存の実績あるリレーや市販の汎用品を組み合わせるのでは在来の信頼度を保持するのみか、むしろそれ以下にもなりかねない。そこで現地環境調査、接点接触機構の解析、諸要因の接触不良に及ぼす影響の度合など調べるため、実験計画法による総合的な試験を実施し、これらの結果を基にしてリレー類に体系的な検討を加え、さらに高信頼度とすぐれた性能をもつ小形リレーを開発する必要が生じた。

MS形リレーを開発するに際して、今回特に留意した点は次のとおりである。

- (1) 最も用途の多いDC48V以上の回路における接触不良発生率を $\frac{1}{10^9}$  ( $\frac{1}{\text{個} \cdot \text{回}}$ )以下にする。
- (2) 電氣的に500万回(保守日や休日などを考慮すれば約10年間)以上の寿命を有すること。

- (3) 110V回路にも使用できるようにするためAC1,500V、1分間の耐圧性能を有すること。
- (4) エレベータ用として使用しているリレーの使用接点数は最大12であるが、全体の90%が6接点以下であることおよび6接点を越えるような場合には2個並列使用したほうが総合して経済的であり、リレー単体としても構成上適切である。常閉接点あるいは常開接点どちらでも任意に使用でき、さらに回路によりトランスファが適切な場合もあることを考慮して接点数は6トランスファとする。
- (5) エレクトロニクス応用装置と組み合わせて使用するため、接点チャタリングをできるだけ少なくし接点接触抵抗は安定していること。
- (6) 現地でエレベータを調整するときの作業性を良くするために、たとえばシーケンスチェックを行なうときの便宜上手動操作部をリレー可動子に設ける。

以上は特に高信頼性を要求されるエレベータ用としてその開発目標を決めたものである。エレベータは運転Dutyが高く、またビル建築中に搬入するときを考慮した防塵(じん)性や、温泉地区などの特殊環境地区における腐食性ガスに対しても実用上さしつかえない程度の高信頼性を考慮しなければならない。したがってここに開発したMS形リレーは、一般の制御装置用としてもじゅうぶん使用するものである。

### 2. 現地環境調査

エレベータはビルの建築中に搬入し据付けなければならず、したがって塵埃(じんあい)は相当浮遊堆積(たいせき)する。そのほか最近公害で問題になっているガス、特に温泉地区や化学工業地帯など特殊環境地区においては接点への影響も大きい。これらの影響度を調べるに先だち現地の環境調査を行なった。

#### 2.1 現地の塵埃調査

エレベータ据付工事中から稼働後の経過年数別に現地の塵埃量を測定した。この結果の一例を示したものが表1である。これらの値は短時間かつ局部的なデータであり建屋の状況、測定場所、風の有無などの周囲条件により当然左右されるが、堆積塵埃量の時間的変化は大略図1のような傾向を示すものである。すなわち一般のビルではエレベータ据付工事や調整中には最も塵埃は多く、稼働後約1年を経過すると塵埃は大幅に減少しかつ安定するものである。しか

\* 日立製作所水戸工場

表1 塵埃量

調査場所	浮遊塵埃量	堆積塵埃量
都内 A ビル	10.8 mg/m <sup>3</sup>	8.75 mg/m <sup>2</sup> ・h
都内 B ビル	3.3~5.3 mg/m <sup>3</sup>	6.25 mg/m <sup>2</sup> ・h

注：(1) 浮遊塵埃は空気汚染計にて捕集した。  
 (2) 堆積塵埃量は捕集板を放置しておき、板上への堆積量から求めた。  
 (3) Aビルは据付工事中、Bビルは稼動後5年経過。

表2 ガス濃度測定結果

測定場所	測定結果	濃度	
日光湯本温泉	エレベータ機械室床面 (床面より 10 cm 上)	H <sub>2</sub> S	4 ppm
	ピット (床面より 10 cm 上)	H <sub>2</sub> S	4 ppm
某旅館	浴場 (湯面より 5 cm 上)	H <sub>2</sub> S	60 ppm
	湯畑 (湯面より 30 cm 上)	H <sub>2</sub> S	80 ppm
草津温泉	エレベータ機械室周辺	H <sub>2</sub> S	(1) ppm
	ピット	H <sub>2</sub> S	(1) ppm
某旅館	浴場 (湯面より 5 cm 上)	H <sub>2</sub> S	5 ppm
	エレベータ機械室周辺	CO	0.1 ppm
川崎某製鋼所	スラッグ捨て場	H <sub>2</sub> S	40 ppm
	出銚(せん)口付近	SO <sub>2</sub>	30 ppm

注：(1) ガス濃度は北川式ガス検知器(真空法)を使用した。  
 (2) ( )内数字は微弱につき検知不能。ただし微臭あり、普通1ppm程度から腐卵臭が感じられることから1ppm程度と予想した。

表3 ふん囲気試験の要因と水準

要因	水準		
	0	1	2
H <sub>2</sub> S	なし	小	大
SO <sub>2</sub>	なし	小	大
NO <sub>2</sub>	なし	小	大
暴露時間	小	中	大
温度	小	中	大
湿度	小	中	大
接触力	小	中	大
油	なし	グリーン	マシン油
表面あらさ	▽	▽▽	▽▽▽
形状	平面对円錐	平面对球	平面对平面

し、その後もロープ孔などからエレベータ機械室内に侵入する塵埃量は約  $6 \frac{\text{mg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$  を保っており完全になくなるものではない。

さらに現地の堆積塵埃組成の分析結果から40~50%が土砂やほこりでこれらは建屋側のコンクリートから出るものと思われる。次いで約35%が水分や有機物(繊維くずなど)でこれらは耐火被覆や清掃用布などから発生したものと思われる。エレベータ用制御装置が一般の制御装置に比較して非常に塵埃の多い環境でかつ高信頼度を保証しなければならないことを示している。

2.2 現地のガス調査

文献<sup>(1)</sup>によれば国際電話交換器室ではCO(7ppm), NO<sub>2</sub>(0.4ppm), SO<sub>2</sub>(0.4ppm), H<sub>2</sub>S(0.076mg/m<sup>3</sup>), O<sub>3</sub>(76μg/m<sup>3</sup>)などのガスが検出されている。このほかにNH<sub>3</sub>(某電工), HCl(某化学工場), HCHO(某病院)などが検出されている。

さらにエレベータは温泉地区などへ納入することも増加しているので、これら特殊環境地区のガス調査も実施した。現地ふん囲気の臭気や温泉などの調査結果から特にH<sub>2</sub>Sに注目して測定した。この結果を示したのが表2である。この結果からたとえば国際電話交換器室などに比較してエレベータを納入する現地のふん囲気は1~2けた以上のガス濃度であるから、接点接触信頼性の要因としてぜひガスを採り上げなければならない。

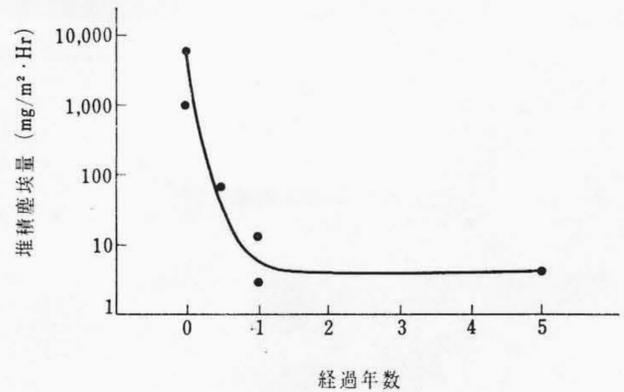


図1 塵埃量の経年変化

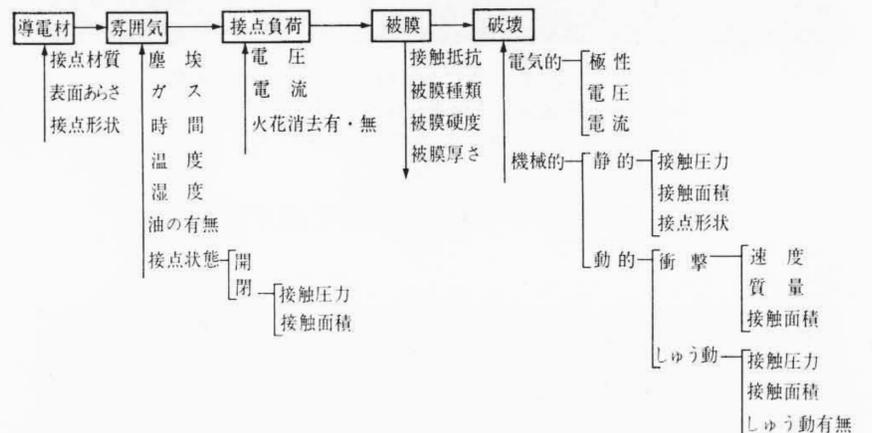


図2 接触機構の考察

3. 接点接触機構の考察

接触不良に及ぼす諸要因および接点表面に発生した絶縁物を破壊し清浄に保とうとする諸要因について考察してみた。これらの関係をまとめて示したのが図2である。すなわち、接点はある仕様をもって製作され、それが塵埃やガスなどのふん囲気で、ある接点負荷を開閉しながら使用される。このとき接点表面に被膜・絶縁物が発生、付着し接触不良の原因になる。一方接点には、これら被膜や絶縁物を破壊して良好な接触を保つような電氣的・機械的な特性も付与されている。

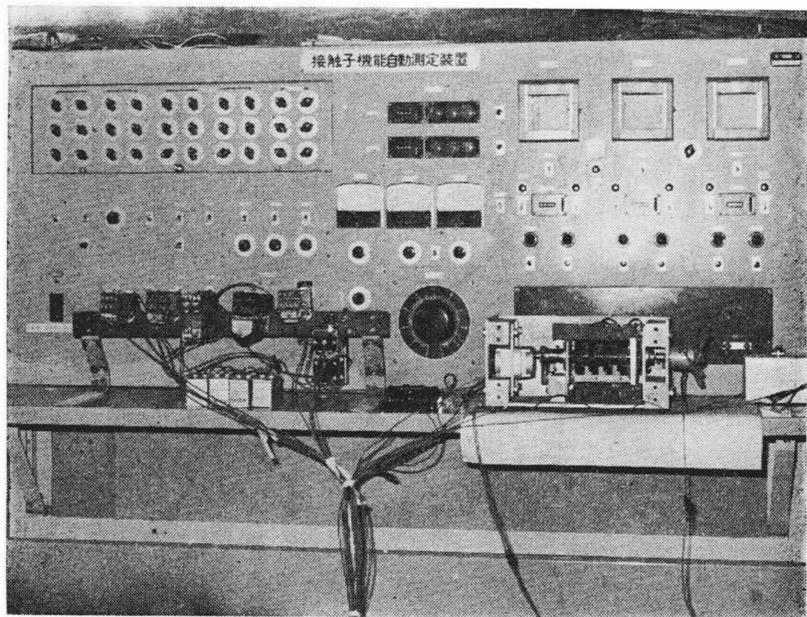
結局、接点表面には被膜・絶縁物の発生を促す諸要因と、これらを破壊して接触を良好にしようとする諸要因があり、これら諸要因の影響の大きさを調査・測定することにより接触信頼性向上の手段・方針が判明すると考えるのが妥当である。

4. 接点接触信頼性向上のための基礎試験

試験に際してはまずふん囲気(特にガス)の接触抵抗に及ぼす影響の大きさを測定(ふん囲気試験)し、次いで接点負荷を開閉しながら接触抵抗を連続的に測定(実負荷試験)し、負荷の種類すなわち被膜の発生を促す要因とこれを破壊する要因、たとえば接触圧力、開閉速度、しゅう動の有無などを同時に測定し、各要因の影響度合を試験することにした。

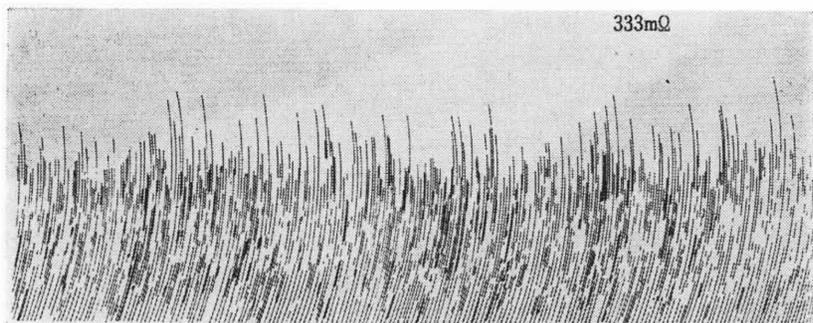
4.1 ふん囲気試験

接点があるふん囲気に放置して接触抵抗を測定するものであるが、接点製作時の仕上げ程度や形状および接触圧力などの要因、ガスや温度・時間などのふん囲気の要因が多くあり比較的短時間に、しかも総合的な結果を得るため実験計画的に試験した。この取り上げた要因および水準を表3に示した。なお表3中ガスの種類については、エレベータ納入先の実情に合わせてH<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>の3種を選び、水準については現地実測値を参考にして最高50ppmまで試験することにした。

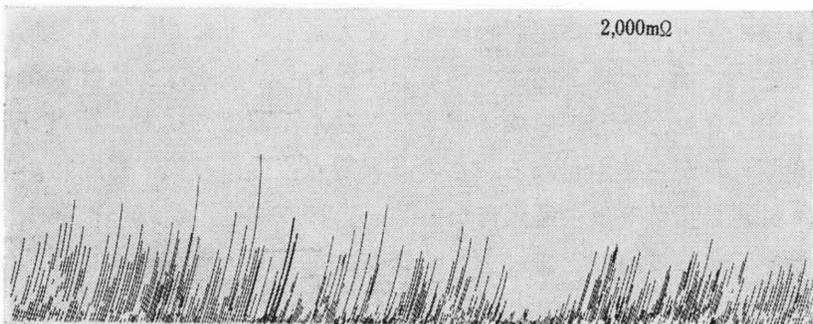


1. 接点回路電圧： AC 24~440 V, DC 24~220 V
2. 接点負荷電流： 1 mA~10 A
3. 高抵抗(セット値任意)カウンタ付き
4. 動作および測定回数計付き

図3 接触子機能自動測定装置と接点試験装置



供試No.1接触抵抗(接点電流 0.3A)



供試No.2接触抵抗(接点電流 0.05A)

図4 接触抵抗測定結果

#### 4.2 実負荷試験

ふん囲気試験と同様に実験計画的に試験した。このときの試験中の接触子機能自動測定装置と接点試験装置の外観は図3に示すとおりである。表4は採り上げた要因および水準を示したものである。要因としては15項目を選びそれぞれの供試品について8,100回開閉させ、この回数のうち接触抵抗が200 mΩ以上になった回数をカウントしてデータとした。このときの接触抵抗測定結果の一例は図4に示すとおりである。

この試験においては調査したい要因が多く、したがってまず主効果に注目して試験した。これら主効果のうち要因効果の小さいものや、塵埃のように要因効果が大きいことを確認して当然防塵構造とすべきであると結論をだした要因については除き、そのほかの要因について交互作用も考慮して第2次試験を実施した。第2次試験における要因および水準を表5に示す。

以上の試験結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 塵埃の影響は大きく、有接点リレーの防塵は絶対必要である。

表4 第1次試験の要因と水準

要因	水準	水準		備考
		1	2	
A	接触圧力	小	大	双子の場合は双子接点にて。固定側は平面で可動側接点の先端形状を鋭、鈍とした。
B	接点形状	鋭	鈍	
C	接点開閉方向	縦	横	ありは Flexure 式でなしは Lift off 式で代用した。
D	防塵カバー	あり	なし	
E	接触指	双	単	L/R≒0.15 の負荷
F	接点しゅう動	あり	なし	
G	ひん度	大	小	ボルトランドセメントを使用した。
H	電圧	DC 110 V	DC 24 V	
J	電流	大	小	油=マシン油
K	ギャップ	小	大	
L	閉成速度	小	大	ありなし
M	開放速度	小	大	
N	塵埃	あり	なし	ありなし
P	CR火花消去	あり	なし	
Q	油	あり	なし	

表5 第2次試験の要因と水準

要因	水準	水準		備考
		1	2	
A	接触圧力	小	大	双子の場合は双子接点にて。固定側は平面で、可動側接点の先端形状を鋭鈍とした。
B	接点形状	鋭	鈍	
E	接触指	双	単	L/R≒0.15 の負荷
J	電流	大	小	
L	閉成速度	小	大	ありなし
M	開放速度	小	大	

- 注：(1) L<sub>16</sub>(2<sup>15</sup>)表を使用した。  
 (2) 試験回数は8,100回にそろえて行なった。  
 (3) 交互作用として J×M, A×E, A×J, A×L, B×E, B×J, B×L, E×J, J×L が求まるように計画した。  
 (4) なお、接点開閉方向は横、清浄ふん囲気、しゅう動なし、頻度5回/分、電圧は DC 24 V、ギャップは小、CR火花消去なし、油もなしで試験した。

- (2) 接触圧力を小さくすると接触抵抗は不安定となり接触不良が多くなる。目標にした接触信頼度から、その接触圧力の大きさを決めなければならない。
- (3) 接点は双子がよい。
- (4) 接点負荷と接点開放速度の間には交互作用があり、接点負荷が大きいときには接点開放速度は大きいほうがよく、接点負荷が小さいときには接点開放速度は小さいほうがよいようである。すなわち接点には少しアークがあるほうが清浄作用があり好ましいようである。
- (5) 接点のしゅう動作用の有無は接触信頼性に関してあまり関係がないようである。

#### 5. MS形リレーの構造

4.の試験結果を積極的に採り入れたMS形リレーの外観は図5に、その構造は図6に、仕様は表6に示すとおりである。磁気回路は鉄心、可動子、コイルおよびしゃへい板から成り、コイルは鉄心にそう入するのみでストッパの一端をその抜け止めとして使用し<sup>(2)</sup>、可動子は独自のヒンジ機構<sup>(3)</sup>により回転自在に支持されている。接点部分はフィンガをモールド中に埋め込み絶縁支持し、組立作業を容易にするとともに、塵埃がフィンガ間に侵入するのを防いでいる。可動フィンガと固定フィンガのモールド高さを変えてこの間の沿面距離を大きくするとともに、可動および固定フィンガ内の隣接するフィンガ間には凹凸(おうとつ)を設けて実効沿面距離を大きくしている。これらフィンガ類および戻し板バネは、バネ作用をもつバンドで鉄心に締め付け、モールド品の経年変化の影響をなくしている。固定フィンガは固定カードによりささえられているが、この固定カードの他端はストッパの抜け止めを兼ねている。接点数は6トラン

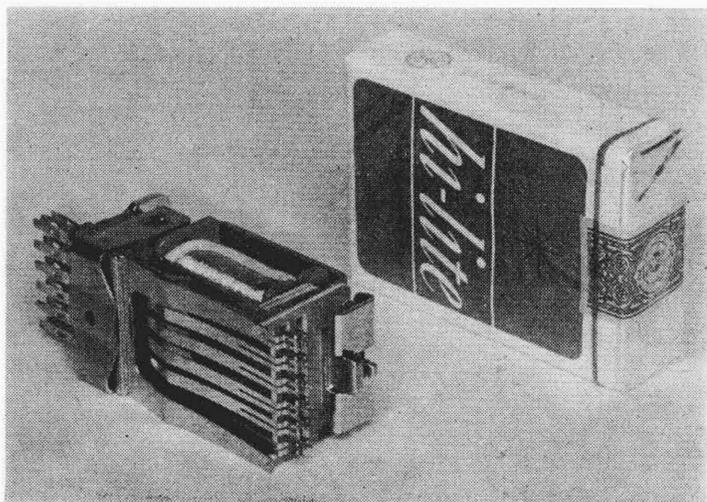


図5 MS形リレー外観

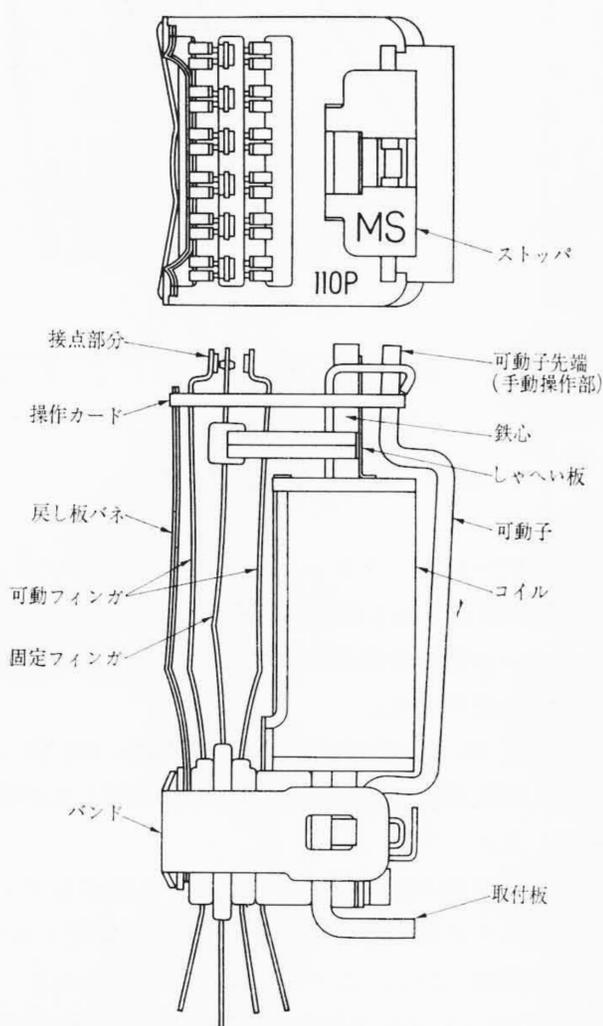


図6 MS形リレーの構造および概略寸法

表6 MS形リレーの仕様

項	目	仕	様
1	接点	負荷電圧	DC 110 V
		通電容量	1 A
		しゃ断容量	DC 110 V 0.1 A L/R=0.18 (最大しゃ断容量は図 11 参照のこと)
		構成	6 トランスファ
2	寿命	機械的	1,000 万回以上
		電氣的	DC 110 V 0.1 A L/R=0.18 で 500 万回以上 (表 7 参照のこと)
3	耐	圧	DC 1,500 V 1分間

スファでその開閉は可動子と戻し板バネで操作される可動カードで行なわれる。

接点は双子で Lift off 式で、フィンガをできるだけ長くしてスティフネスを小さくし、接点チャタリングを少なくするとともにフィンガの予備たわみを大きくして、接点消耗による圧力変化を少なくし、接点接触信頼性を高くするよう配慮してある。また接点は可動カードの表面側に配置され、可動子を手動操作で確認できるように表面に突き出し点検の便も図ってある。防塵についてはリレー全体

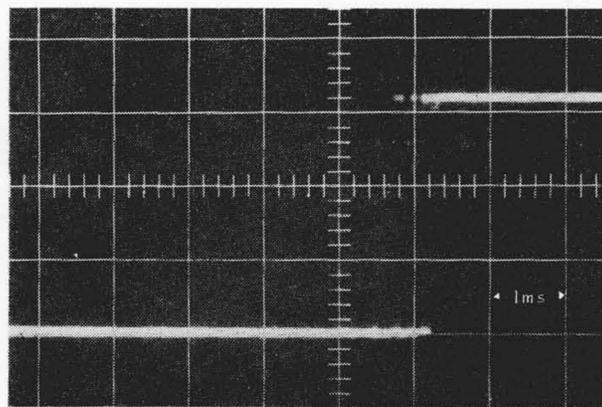


図7 接点チャタリング

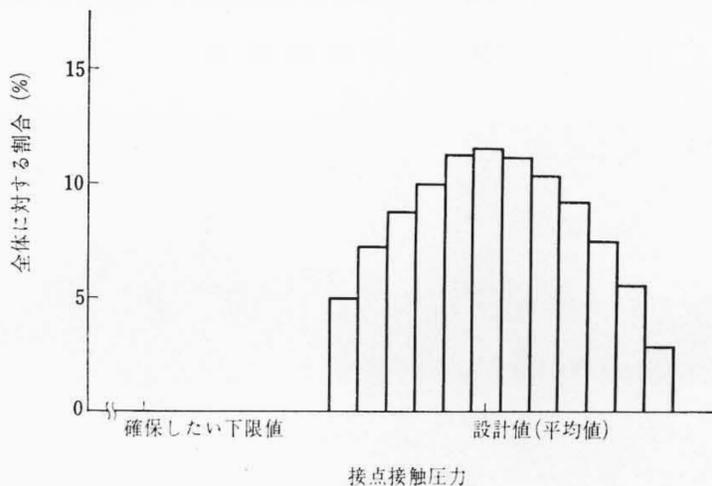


図8 接点接触圧力分布

をまとめて防塵構造とするようにしてある。さらに取付板を非磁性体とし取付けパネルへの漏えい磁束をなくしてコイルの効率を良くし、隣接して取り付けたりリレー間の影響をなくしている。

このように部品相互間の機能的な配置をじゅうぶん考慮し、バネ作用を利用して押える構造にすることで部品数を減らし、組立作業を容易にし高信頼度、小形化、低コストを実現している。

### 6. MS形リレーの性能

各種試験装置を駆使して実施した信頼度試験のうち、接点性能および耐圧特性について説明する。

#### 6.1 接点チャタリング

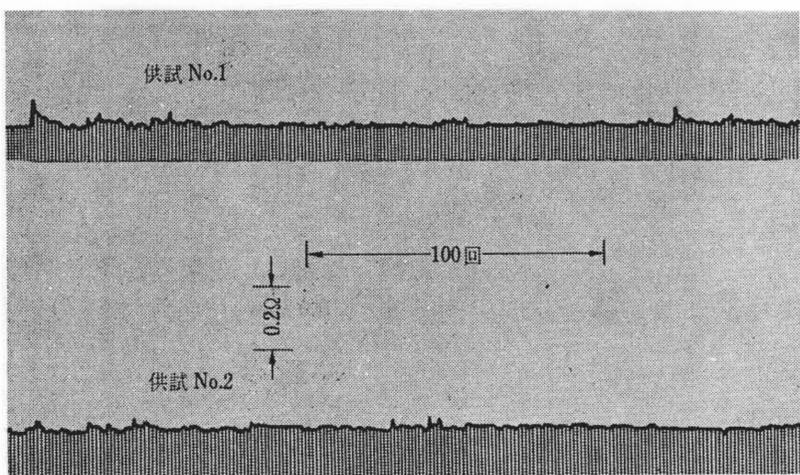
MS形リレー 30個について測定した接点接触時の接点チャタリングの一例を示したのが図7である。チャタリング時間は 0.5 ms 以下で非常に良好である。リレー接点は接点負荷開閉中に生ずるアーク、グロー放電によってしだいに移転、消耗する。これら接点消耗を最小限にとどめ接点の長寿命化を図るため、たとえば火花消去回路の採用なども非常に効果的であるが、接点チャタリングが少ないことが基本的な条件である。MS形リレーでは接点チャタリングを少なくするため、図5, 6に示すように接点フィンガを比較的長くとりスティフネスを小さくし、さらに Lift off 式としてコイル印加電圧変化による可動子動作速度の影響を少なくするよう考慮している。

#### 6.2 接点接触圧力とその経年変化

一般に接点接触圧力を小さくすると接触抵抗が不安定となり、その接触信頼性も低下する。4.の試験からも必要な接触信頼度から決めるものであり、MS形リレーでは接触不良発生率を  $\frac{1}{10^9}$  以下とすることを目標にして接触圧力を決めた。

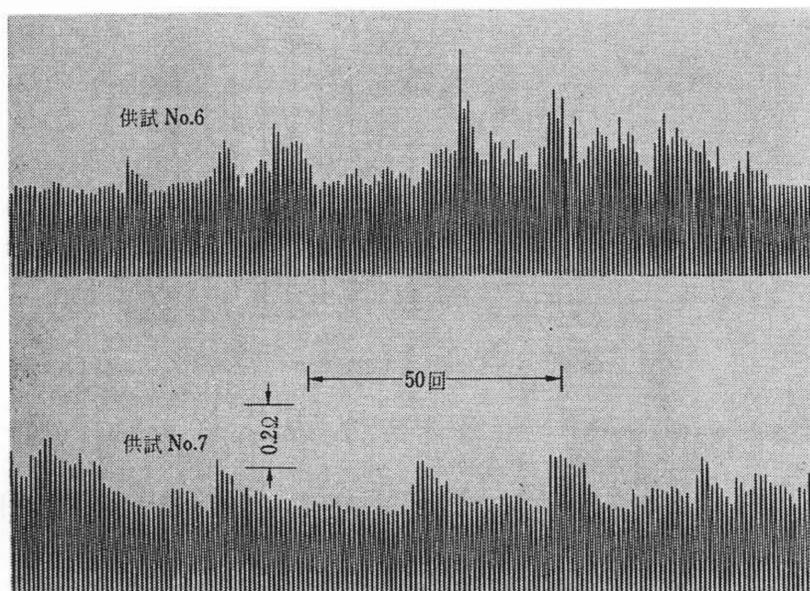
供試員数 50 個の測定結果は図8に示すとおりであるが、平均値は設計値どおりであり  $3\sigma$  を考慮しても所定の接触圧力をじゅうぶん満足している。

接点接触圧力が低下すると、接点チャタリングが増して接点消耗や接点荒損が増し、接触抵抗が不安定となり接触信頼性が低下する。



接点負荷は DC 110 V, 270 mA, L/R=0.01 で配線抵抗を 100 mΩ 含んでいる。

図9 接点接触抵抗



接点負荷は DC 110 V, 270 mA, L/R=0.01 で配線抵抗を 100 mΩ 含んでいる。

図10 接点接触抵抗

このため 6.1 でも述べたが接点チャタリングをなくし接触圧力変化のないよう考慮してある。MS 形リレー 20 個についてそれぞれ 100 万回動作後の接触圧力変化は最大 1 g で非常に安定している。

### 6.3 接点接触抵抗

接点接触抵抗は低いというよりもむしろ安定していることが重要である。特に接触抵抗は開閉ごとのばらつきに関してさらに詳細に観察すると、時間の経過とともに微妙な変化が生じていることがわかる。したがって接触抵抗の測定は所定の回数だけ開閉させた後、1 回あるいは数回断片的に測定してそのデータから判断するという方法には当然無理があることがわかる。

ここでは MS 形リレー 5 個について負荷を開閉しながら毎回接触抵抗を測定しその安定性を確認することを目標に試験した。接触抵抗自動測定装置で測定した動作回数 20 万回付近の 250 回の測定結果を一例として図 9 に示した。図 10 はほぼ同一仕様の市販リレーの性能を参考までに示したものであるが、MS リレーが市販リレーに比べ非常に安定していることが明白である。

### 6.4 低電圧低電流接触信頼度

DC10V, 15 μA を接点負荷として MS 形リレー 30 個の計 30 接点を直列に接続し各リレーとも 1,000 万回の開閉試験を行なった。もちろんどの接点の一つでも接触不良を起こすと試験装置を停止する(ブザーを鳴らして知らせる)ようにした自動試験装置で試験したものである。

この結果 1,000 万回の動作中接触不良は皆無であり、低電圧低電流回路での接触不良発生率は  $\frac{1}{3 \times 10^8}$  (個・回) 以下である。

### 6.5 一般負荷回路における接触信頼度

試験法として MS 形リレーの接点で順次 MS 形リレーを動作させ

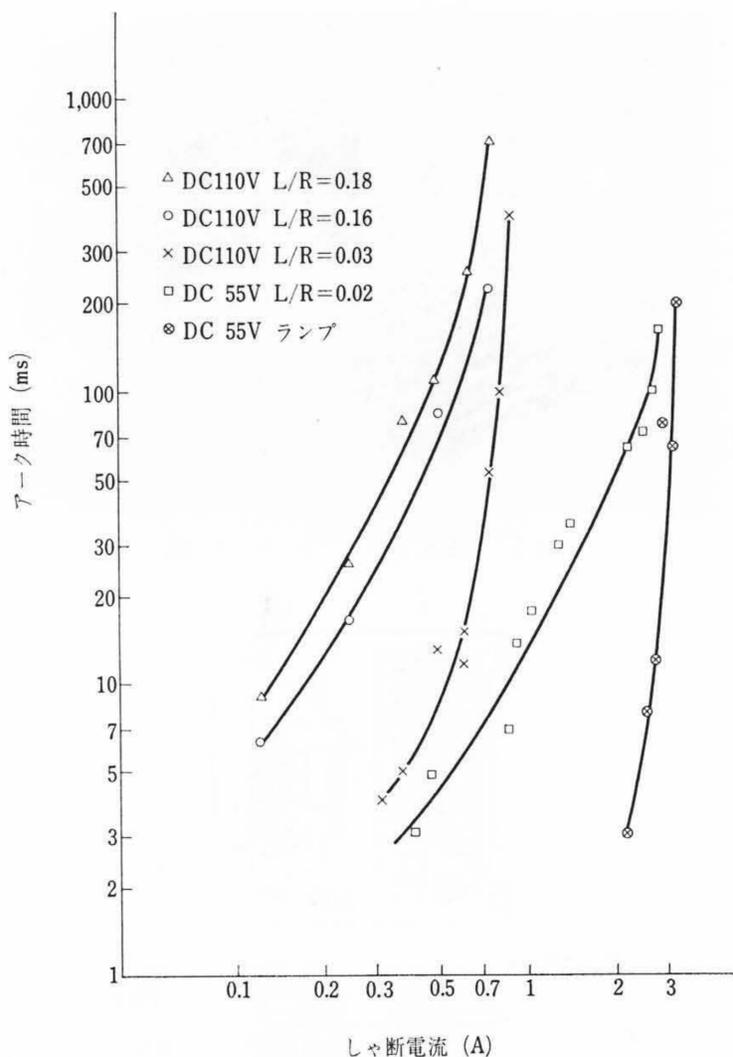


図11 接点しゃ断特性

ていくいわゆるアーレン・ブラッドレー回路を改良して、接触不良を起こして 0.5 秒経過すると試験装置全体を停止し、かつ接触不良を起こしたリレーの動作を保持させておき、あとで解明できるようにした測定回路を使用した。

供試員数はまず DC110V コイルの MS-110 p, 100 個で各リレーの動作回数を 1,000 万回、総動作回数 10 億回実施したが接触不良はまったく発生しなかった。

MS 形リレーの接触不良発生率は  $\frac{1}{10^9}$  を目標にしているから 1 回発生させるための供試員数とその動作回数は少なくとも (供試リレー数) × (動作回数) が  $10^9$  よりも大きい必要がある。

さらに続いて MS-110 p, 5,000 個, DC48V コイルの MS-048 p, 5,000 個, 計 10,000 個で 20 万回の接触信頼度試験を実施した。この結果でも接触不良は発生しなかった。

このことから一般環境下で、DC48V 以上の回路のときには接触不良発生率は  $\frac{1}{3 \times 10^9}$  以下という非常に高信頼度である。

### 6.6 接点しゃ断試験

接点負荷しゃ断時のアーク時間特性は接点性能の一つとして重要なことである。MS-110p, 10 個で直流負荷をしゃ断したときの接点しゃ断特性は図 11 に示すとおりである。図中 L/R の数値は負荷としてリレー類, コンタクタ類を使用しこれら可動子を機械的に動作させておき、定格電圧を印加しこのときの電流が定格電流の 63.2% に達するまでの時間をオシログラフで測定して求めたものである。

負荷の時定数によりアーク時間は大きく異なっている(図 11)。リレーの多くは時定数は約 0.02~0.05 であるが、特殊コンタクタなどでは 0.1~0.2 程度のものがあることも考え、接点使用に際しては負荷の性格をよく把握(はあく)しておかなければならない。

エレベータにおけるように動作頻度は大きく約 10 年間の使用に耐えなければならないが、アーク時間はだいたい 10 ms 以下で使われるものとしている。この条件から考えてみると、負荷の L/R=0.18 のときには DC 110V, 0.13 A 以下で使えばよいことがわかる。もちろんこの接点容量はエレベータ用としての過酷な条件から決め

表7 電氣的に500万回の寿命を有する接点負荷

接点負荷			備考
電圧 (V)	電流 (mA)	L/R	
DC 110	270	0.01	直流コイル負荷
DC 110	180	0.03	直流コイル負荷
DC 110	170	0.07	直流コイル負荷
DC 110	120	0.18	直流コイル負荷
DC 110	500	0	ランプ負荷
DC 55	220	0.03	直流コイル負荷
DC 55	700	0	ランプ負荷
AC 110	500	0.7	交流コイル負荷
AC 100	700	0	ランプ負荷

表8 絶縁破壊電圧試験結果  
(周囲温度 20°C, 相対湿度 80%, 昇圧率 200 V/s 50 Hz)

項目	位置	コイルとアース間	接触子とアース間	接触子相互間
	耐圧 (V)			
耐圧 (V)		3,600~4,400	2,800~3,400	2,600~3,000

表9 輸送中に生ずる振動

車種	条件	上下方向		左右方向		前後方向		試験最高速度 (km/h)
		加速度 (G)	振動数 (c/s)	加速度 (G)	振動数 (c/s)	加速度 (G)	振動数 (c/s)	
鉄道貨車	普通積	1.0	4~80	1.2	2	0.5	5~10	70
	良空	2.8	2~50	1.5	8~50	0.7	8~50	55
トラック	良積	2.0	2~50	1.3	8~50	0.5	8~50	55
	悪空	2.4	2~50	1.4	8~50	0.6	8~50	30
	悪積	1.8	2~50	1.2	8~50	0.5	8~50	30

注意：速度変化により 3~5G, 非常制動時の最高減速度は 0.4~0.5G に達する。

られたものであり、一般制御装置用として使用するときはその寿命はさらに長くなると思われる。

なお接点負荷として交流リレー、ランプやコンデンサを使用するときには、かなり大きい突入電流が流れるのでこれをじゅうぶん考慮する必要がある。

6.7 接点寿命

実際にリレーを制御装置用として使用するとき、その接点寿命から装置の保証期間にじゅうぶん耐えられるかどうか検討しなければならない。MS形リレー20個で実施した接点負荷と接点寿命をまとめて見ると表7のようになる。この寿命判定は接点厚みの減少が可動側と固定側の和で0.4mmを限度として判定したものである。なお接点厚みは可動側、固定側ともにこれら摩耗をじゅうぶん考慮した厚みにしてある。

6.8 絶縁抵抗と耐圧特性

リレーが何V回路まで使用できるかはリレー使用上重要なことである。

まずMS形リレーの対アースの絶縁抵抗特性を示すと図12のようになる。横軸に周囲温度、縦軸に1,000Vメガで測定した対アースの絶縁抵抗について相対湿度をパラメータとして示している。周囲温度が40°C程度では少なくとも200MΩはあり、リレーを200個使用しても1MΩ程度は確保できることが推定できる。

耐圧に関しては、コイルとアース間、フィンガとアース間、フィンガ相互間の絶縁破壊電圧を測定した。その結果をまとめたのが表8である。JEM-1021によれば50V以下の回路ではAC500V、600V以下の回路では2E+1,000VでたとえばDC100V回路の耐圧試験値は1,200Vであるが、MS形リレーはAC1,500V、50/60Hz、1分間を保証しており実用上は2,500V、コンタクタ類をしゃ断したときに発生するようなサージ波形では3,000Vにじゅうぶん耐えることも実証済みである。

しかし実際の回路に使用したとき、たとえばDC110V回路のコンタクタから発生するサージ電圧が3,000Vを越えることもあり、

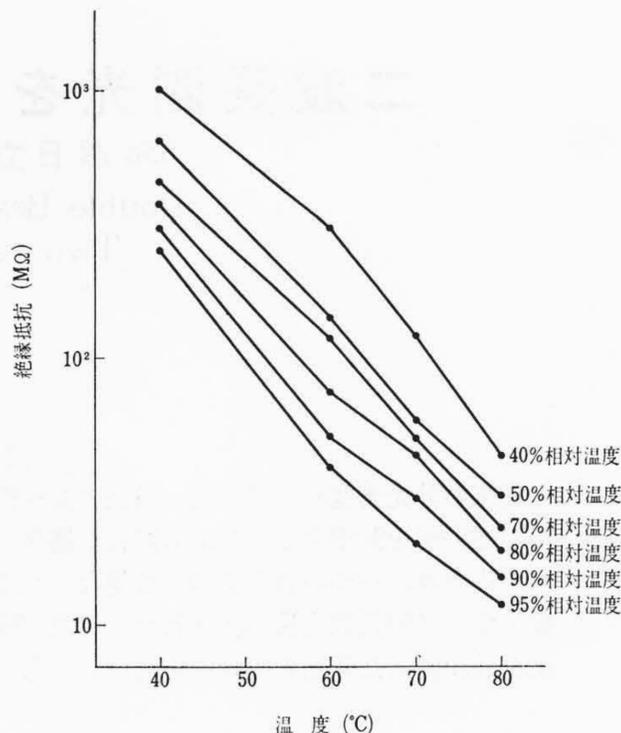


図12 絶縁抵抗特性

このときにはダイオード、バリスタおよびCR回路などのサージアブゾーバを使用する必要がある。

6.9 そのほか

製品としては輸送中の振動や衝撃はもちろん、その装置特有の振動に耐えなければならない。

文献(4)によれば輸送中の振動は表9のようになり、また別の実測データから悪路をトラックで輸送すると衝撃としては15Gにも達することがある。

MS形リレーはこれらにもじゅうぶん耐え、振動や衝撃後も異常なく動作する。なおJIS-E4031に準じた試験にも合格し異常はない。その他、温度サイクル試験、耐候試験などの各種試験結果については紙面の都合で割愛するが、いずれも好結果で使用上の問題はまったくない。

以上説明したように特に接触信頼度試験には、10,000個を越す供試品で徹底した試験を実施しその高信頼度を確認している。接点寿命に関しても各種接点負荷で試験し、電氣的に500万回耐える接点負荷範囲も明確にした。さらに絶縁破壊試験からAC1,500V、1分間を保証しサージ波形では3,000Vに耐える。これにより、ほぼ同一仕様の従来のリレーに比べ、その使用範囲を大幅に拡張することができた。

7. 結 言

各分野で自動化が進み、サービス向上のためその制御装置は大形化し複雑化している。これら制御装置にはエレクトロニクス応用装置はもちろんであるが、一般に有接点リレーも数多く使用されており、種々の環境使用条件に耐える高信頼性が強く要求されるようになっている。今回は動作頻度が高く、環境条件に関して最もきびしい条件下にあるエレベータ用として開発したMS形リレーの接触信頼性について述べたが、一般制御装置用としてもじゅうぶん使用に耐えものである。今後さらにField Dataを集めつつ、よりいっそう高信頼性を確保するとともに、メンテナンスフリー化を進展させ顧客の要望にこたえたいと考えている。

参 考 文 献

- (1) 三上, 千田: 国際電話交換機室雰囲気の実情とワイヤスプリングリレー接点に及ぼす影響 電気通信学会
- (2) 実用新案申請中
- (3) 実用新案申請中
- (4) 振動衝撃専門委員会: 電気学会技術報告(昭32-12)
- (5) 石塚, 高橋ほか: 日立評論 50, 66(昭43-9)
- (6) 水戸道雄訳: 電流を開閉しない接点の障害 電気通信研究所