

## 輸出客電車について

## On the Coaches for Export

齋藤節夫\* 大橋剛\*  
Setsuo Saito Tsuyoshi Ohashi

## 内容梗概

ボンベイ電車およびビルマ客車など最近の輸出客電車設計製作の実績をもとにして、輸出客電車設計に際して考慮しなければならぬ諸点を明らかにし、これに対する既製作車の実例を述べ、日立製作所がいかにして製作し検査試験を行つているかをまとめた。結論として、現地諸事情の調査が絶対必要であり、この調査結果を製品に適用するために平素よりたえざる研究が必要で、また製作の結果を確認するための検査試験は最も厳正に行われなければならないことを示した。

## 〔I〕 緒 言

ビルマ、フィリピンなど賠償関係国を含めた東南アジア各国および南米方面の経済的活況につれ、車輛の需要が急激に増加する傾向を示している。

これら各国向車輛は、乗心地、高速化、軽量化などの点において第一級品でなければならないと同時に、現地事情はかならずしもわが国と同様でないで、その設計に際しては十分な現地調査および検討が要望される。しかも納入後のその実績は、ただちに爾後の引合に關係しわが国将来の輸出の進展にも大なる影響を与えるので、その性能においては、いささかの欠陥をもたないものでなければならない。

日立製作所は1955年わが国初めての輸出電車としてボンベイ地区向け郊外電車24輛の受注に成功し、車体、台車、電気品の総合メーカーとしての実を發揮して本年5、6月にそれを完納した。客車においては、すでにタイ向け35輛、フィリピン向け10輛、台湾向け30輛などを納入しているが、最近では1955年ビルマ国鉄向一、三等混成客車30輛を納入、さらに現在一等寝台車9輛を製作中である。

以下は、これらのうち最近の実績を中心にして、日立製作所がいかにして輸出客電車を設計、製作しているかを述べたものである。

## 〔II〕 設計上考慮を要する事項

車輛の仕様、性能が顧客の要求に適合するものでなければならないのは当然であるが、特に客電車においては、現地諸条件について十分な検討を行い、一般乗客にアピールするものにしなければならない。特に考慮を要する点をあげると次のとおりである。

## (1) 風俗、慣習

人種により体位に大小があり、特に多

人種の混合される地区においては客室仕切構造の採否、座席、吊革などの寸法決定に注意を要する。実績からみれば、欧州方面の影響を多くうけているところでは仕切構造が多いようである。

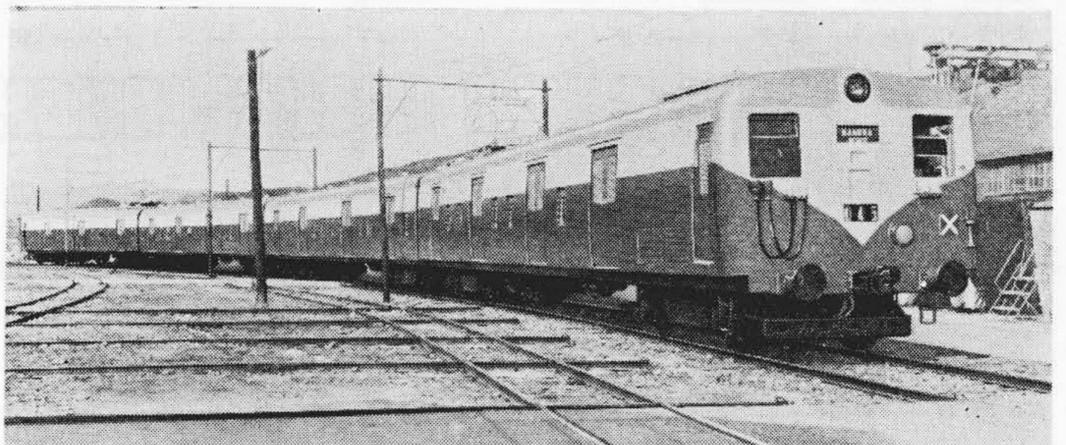
たとえば旅行用荷物が非常に多い地方があり、シャワー室、便所、洗面所の使用法も区々で、当然構造上の検討が必要で、洗面所ではカレー皿を洗うのが常識になっているところもある。砲金、真鍮など黄色いものは盗難の危険が多いので、室内部品類はかならずクロムメッキしなければならない場合もあり、一般には把手類、錠類は乱暴な取扱いに対しても破損せぬよう頑丈にしておく必要がある。

## (2) 気 候、風 土

高温地では、窓戸構造およびその大きさに考慮を要し、昼夜間の急激な温度差に対して凝結水の溜らない構造とする。このため外板内面には優秀な防熱材を裏張り、側構から天井に自由に外気が環流するようにしたのもある。扇風機、通風器に意を用いるのは当然である。

多雨、高湿地向けには室内部品の防錆、使用材料の吟味は当然であるが、配線材料の選定、処理法には特別の配慮が必要であり、たとえば、洪水中を走行する場合もあつて、このような場合には床下機器、電動機などの防水構造、艤装に高度の水密性と絶縁性が要求される。

室内関係の諸材料に防火性を要するのは当然であるが、乾燥度の高いところでは木材など防火処理を施す。



第1図 ボンベイ電車

\* 日立製作所笠戸工場

乾燥地では砂塵をまき上げることが多いので、床下機器および客室内への防塵には特に意を用いる必要がある。

白蟻などの虫害に対しては、木材、有機質材料の選定および処理に留意し、客室内は水洗、清掃の容易な構造とする。

(3) 鉄道の技術的慣習

既納車との関係で連結器、ブレーキ部品は輸入品を使用しなければならない場合があるが、灯具、軸受などはわが国においても優秀なものが製作されている現在、ぜひこれらを採用する方向にもつて行くべきだと考える。材料規格などにおいても同様であるが、現状でやむを得ないとすれば、今後の実績と啓発によりわが国産品の優秀性を広く認識してもらうまで待たざるを得ないと思われる。

道具類の使用勝手が異なる場合もあり、また誤操作による事故の発生を防止するためのインターロックについて十分研究されねばならず、車輜の保守、管理技術に未熟な場合や、新型式車輜を納入する場合は、親切な取扱い説明書をつけることが必要であるが、根本的には保守の容易な車輜とするのが望ましい。たとえば内張にヒッターライト（プラスチック化粧板）を使用して塗装の手間をはぶくなどである。

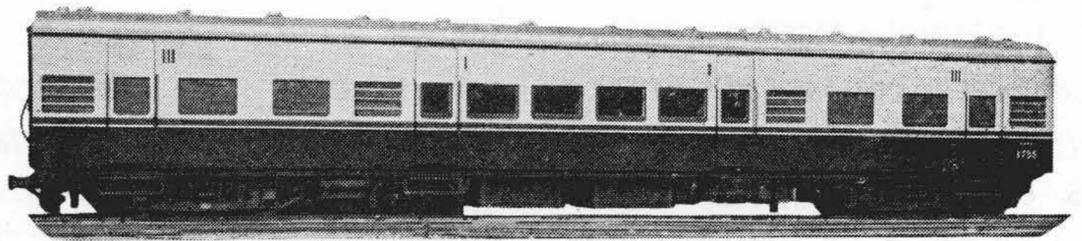
(4) 検査および試験

東南アジアおよび南米向けでは、鋼体の荷重試験そのほか特殊試験が指定される場合が多いので、常にこれらの研究を怠らないようにする必要がある。

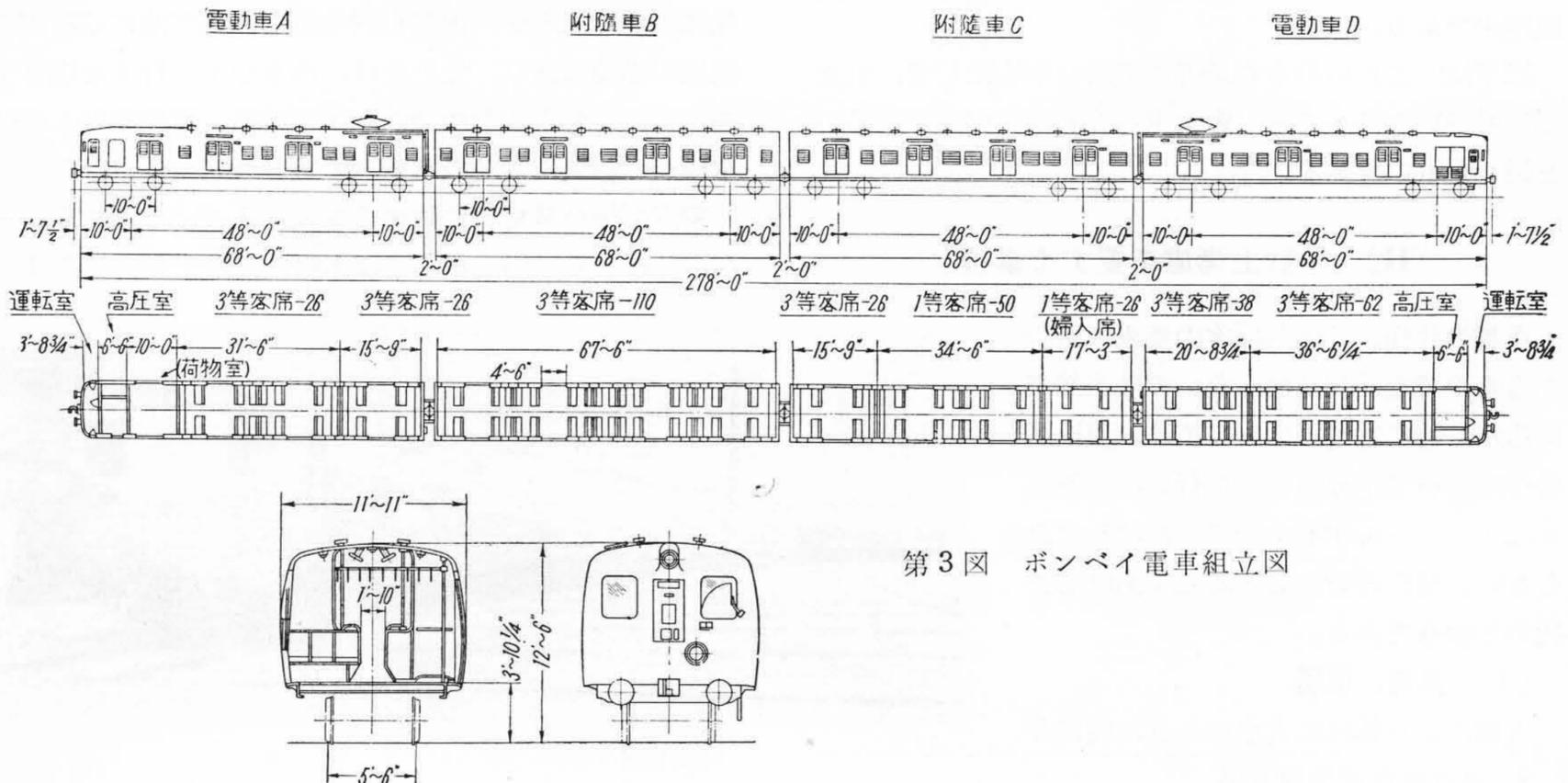
軌間と車輜定規の関係で、国内で十分の走行試験を行うことができないものが多いので、工場内に試運転線を設けてい

第1表 ビルマ客車、ボンベイ電車の一般仕様

仕 様	ビルマー、三等混成客車	ボンベイ電車
軌 間	1,000mm	5' ~ 6"
架 線 電 圧	—	D.C. 1,500V
編 成	—	M. T. T. M (4輛)
定 員	一等16(寝台8), 三等34	一等 76, 三等 312
全 長	58' ~ 0"	278' ~ 0" (編成)
最 大 幅	8' ~ 6"	11' ~ 11"
高 さ (レール面上 屋根面まで)	11' ~ 1 1/8"	12' ~ 6"
床面高さ (レール面 上)	3' ~ 9/16"	3' ~ 10 1/4"
台車中心距離	41' ~ 0"	48' ~ 0"
固定軸距離	6' ~ 6"	10' ~ 0"
車輪直径	2' ~ 4 1/2"	3' ~ 0"
自 重	27.5 t	M=52 t, T=35 t
最高運転速度	60 哩/時	65 哩/時
電 動 機	—	175HP×4個/M
制 御 器	—	電磁空気 ユニットスイッチ式
ブレーキ装置	真空ブレーキ	電磁空気 ブレーキ, 手ブレーキ
連結器	ABCカップラー	両端: マゼックス, 中間: アライアンス
給水装置	屋根上水槽	—
集電装置	—	パンタグラフ1個/M



第2図 ビルマー・三等混成客車



第3図 ボンベイ電車組立図

るが、一般にはごく短距離運転になるので、十分な試験ができない。したがって台車、電気品、ブレーキおよびその艤装については、事前に綿密な検査と、個別試験を行っておくことが必要である。

### 〔III〕 ビルマ客車、ボンベイ電車の構造

これら車輛の詳細についてはすでに本誌<sup>1)</sup>に紹介済であるので、ここでは輸出車としての特殊性に重点をおき、前述の事項との関連において述べる。主なる仕様を第1表に示す。

いずれも仕切構造の車輛で、主としてインド鉄道規格に準拠して製作された。ビルマ客車は車体中央部に一等室、両端部に三等室をそれぞれ二部屋宛有し、各室に便所、洗面所を設け、その外観は第2図のとおりである。ボンベイ電車は一等室および三等室の混合された M.T. T.M 4 輛編成、軌間5'~6"の大型車で、編成の両端に運転室を有し、3 編成(12 輛)までの多重連結ができる通勤車でその全体組立図を第3図に示す。軌条面上8吋の洪水中を走行するために、主要電気品を床上高圧室に収納したことが従来の電車と異なる最も大きな点である。

#### (1) 鋼 体

一部に鋸を使用した軟鋼溶接組立構造で、外板は 2.3 mm を使用した。ボンベイ電車では車端衝撃をうける端梁、中梁および枕梁に高抗張力鋼を使用した。

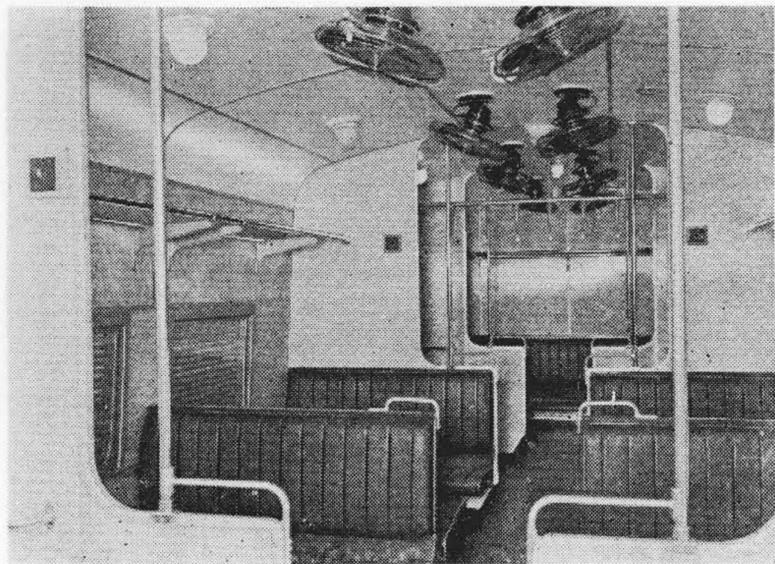
側構内は外気が自由に環流できるよう車体受部に空気口を設け、外板と屋根板の内面にはアスベスト吹付を行って熱絶縁を施した。

鋼体は車体の全荷重を負担するので、その設計にあたっては強度、剛性の適正配分に留意し、極力軽量化するように側構を窓上、窓下部材と柱とで結合されたフィレンディール・ラーメンとして綿密な強度計算を行つた。さらに鋼体完成後は、後述のように荷重試験を行つてその強度を確認した。

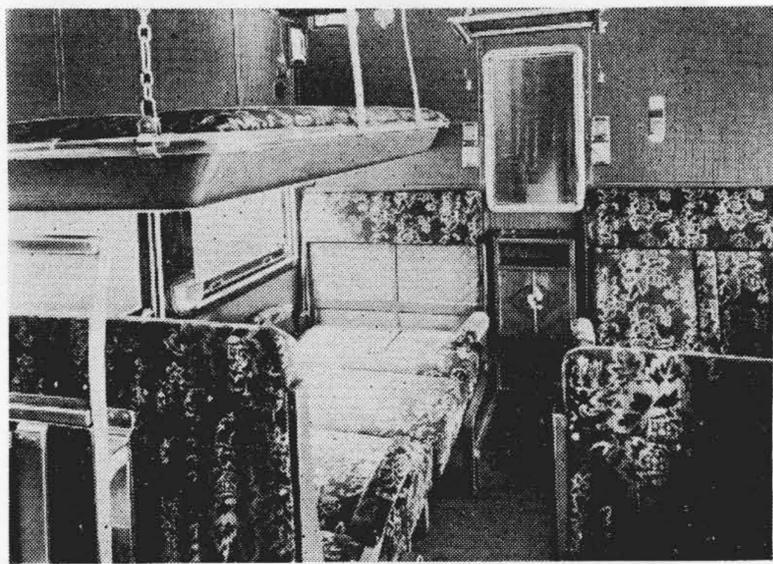
#### (2) 客室構造

内張(含天井)は、日立製作所多賀工場製のプラスチック化粧板(商品名ヒッターライト)を使用した。この材料は好みの模様、色調が得られるきわめて美しいもので、防火、防熱、耐薬品性にすぐれており、かつ塗装を要しないので保守面においても重宝がられている。押え面類は防錆の見地からアルマイト加工のアルミ型材とした。第4図はボンベイ電車、第5図はビルマ客車のいずれも一等室を示す。ボンベイ電車では防熱、防音の点より、床はキーストン板にコルクを詰め、硬質のフェロベスタスを上張りした構造とし、耐磨性をも与えている。

日光の直射をさけるように窓は低くし、鏡戸が設けられている。ビルマ客車では熱線吸収ガラスを使用し、ボンベイ電車では特に小型の窓とした。通風機および扇風



第4図 ボンベイ電車一等客室



第5図 ビルマ客車一等客室

機は十分な数量を設備して通風換気に意を用いている。

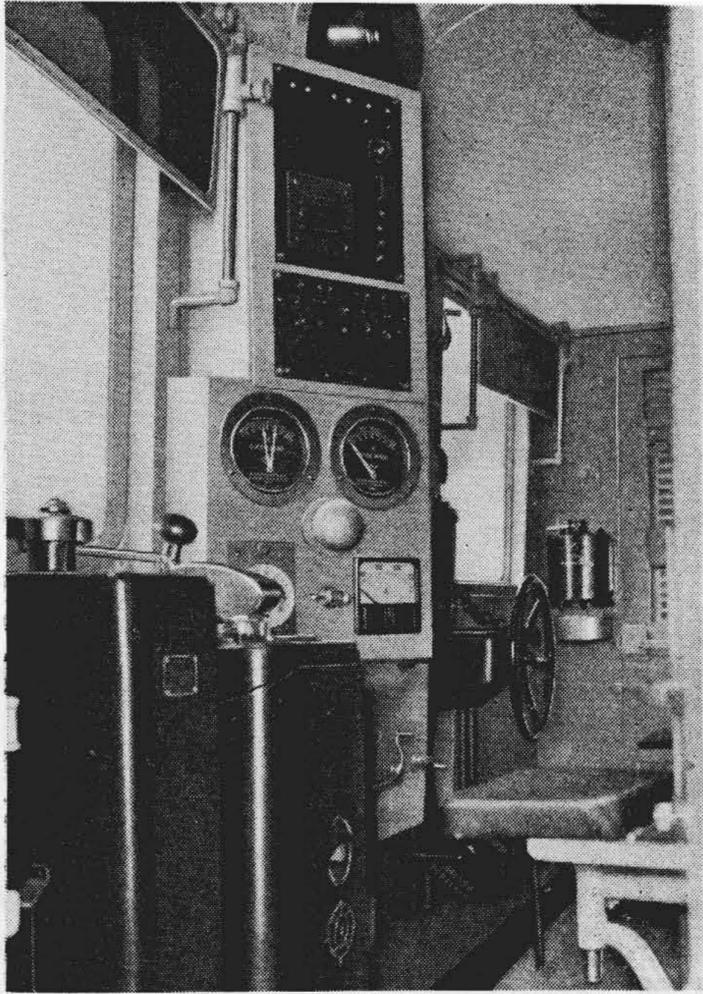
ビルマ客車は各室に片側一個宛の鋼板製開戸を有するが、ボンベイ電車ではアルミ鋳物製の頑丈なドアとし、手動二枚連動引戸構造として通勤車としての特色を与えている。またドアは開けたままで運転することもあるので、雨水が客室内に届かないように通路の両側に半仕切を設け、立席のため通路の中央部に吊革を設けた。

座席はすべて横型で、ボンベイ電車の一等室はラテックス・スポンジ入りのレザークロス張り、三等室は多賀工場製の積層プラスチックとし掃除のしやすい構造とした。ビルマ三等客室はチークの短冊張、一等客室はモケット張りの布団とし、夜間は寝台として使用できる構造とした。

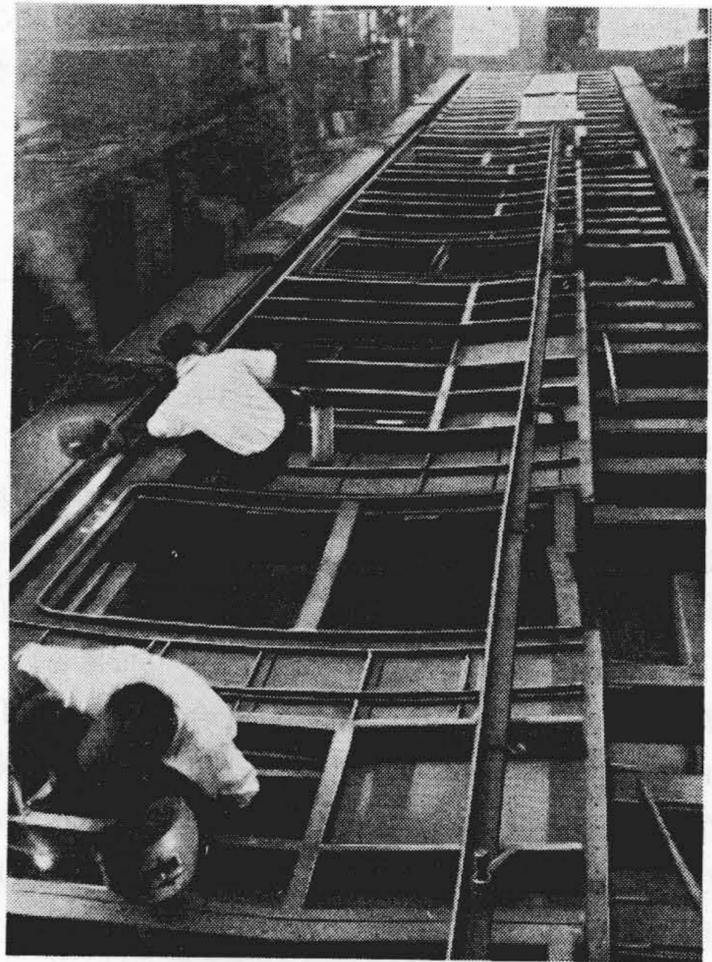
東南アジア向け客車には便所、洗面所が多いのが特色で、その型式も多種多様である。ビルマ客車では一等室に便所、洗面所およびシャワー室を設けている。

#### (3) 運転室、高圧室

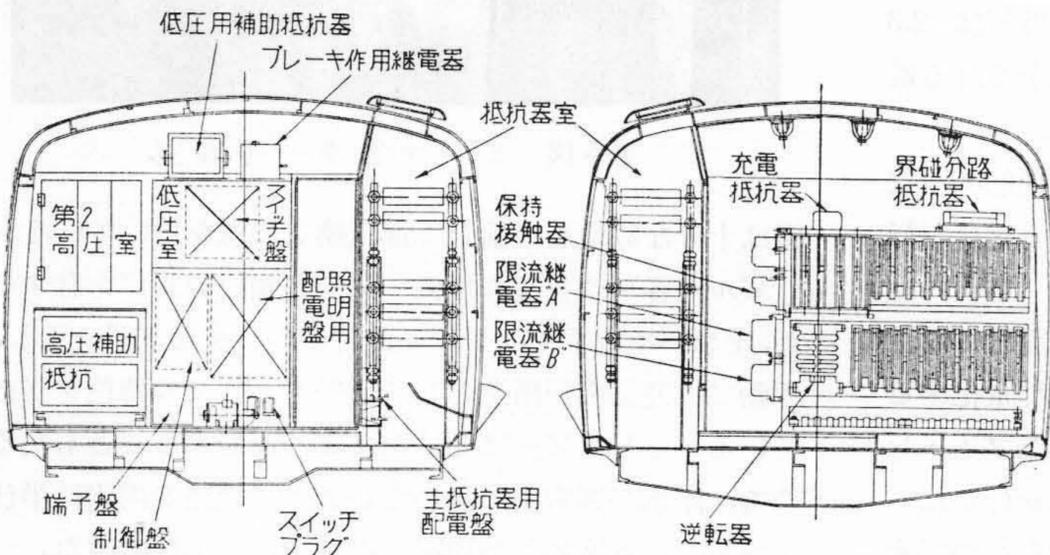
第6図はボンベイ電車の運転室、第7図は同高圧室を示す。高圧室には主要電気品を納めているが、抵抗器側は自然通風による冷却を行わせるため外板側に鏡戸を設け、屋根上に換気口を設けている。客室、運転室との仕切にはアスベスト吹付による熱絶縁を施している。



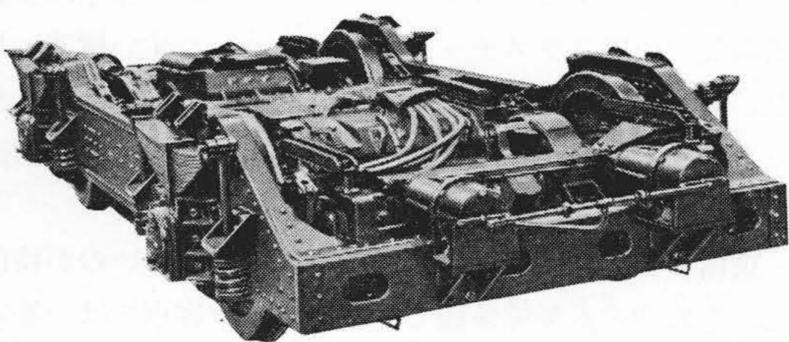
第6図 ボンベイ電車運転室



第9図 鋼体側構治具組立作業



第7図 ボンベイ電車高圧室



第8図 ボンベイ電車電動台車

運転室正面窓は固定で、窓拭器およびサンビザーを有する。高圧室と運転室間には開戸があるが、これには主断路器を開いて高圧室主回路を切らないと開閉できないようなインターロックを設け、取扱い上の誤りによる事故の発生を防止している。

(4) 艤装

艤装部品の仕様は第1表に示すとおりである。配線はすべて電線管工事により、水密と絶縁の点より高度の端末処理を行っている。ボンベイ電車の編成両端用の連結器はネジ式連結器との連結も可能な構造のものが採用された。

(5) 台車

台車枠はもつとも苛酷な運用荷重のくり返しに対しても十分な強度を有するように綿密な計算と、実物荷重試験の裏付けによつて設計製作され、枕バネ、軸バネの剛性については幾多の研究結果を採り入れて決定され、乗心地の向上を計っている。第8図はボンベイ電車の電動台車を示すが、電動機は防振ゴムによるノーズ支持となつている。

[IV] 客電車の製作と試験、検査

既述のように輸出車輛は納入後顧客の不評を買うものであつてはならないが、このためには設計、製作に細心の注意が必要であるとともに、発送前の試験検査はもつとも厳正でなければならない。以下車輛製作方法の概略とその検査、試験について述べる。

(1) 鋼体の製作と試験

部品は型板、治具により完全な互換性を有して製作されるが、その組立においても治具作業により、台枠、側構、妻構、屋根をそれぞれ単独にもつとも確実な作業の

できる姿勢で組立てる。第9図は治具による側構組立作業を示す。治具はすべて定期的に寸法検査を行い、歪が少なく、寸法精度の良好な鋼体の完成が可能である。完成後屋根上からシャワーをかけて雨洩試験を行っている。

鋼体の荷重試験は第10図に示すような装置により行い、垂直および水平車端荷重に対する鋼体強度を確認する。応力は抵抗線歪計を鋼体の各部に無数に貼付して測定され、撓はダイヤルケージで読み取られる。日立製作所は豊富な研究陣により、すでに多数の車種についての試験を独力で行っており、加うるに理論的強度解析をもつて、軽量にして強度、剛性の大きな車輛の設計に資している。

### (2) 艤装作業とその検査

窓枠のほか艤装部品はすべて完全な互換性を有するように製作される。配線配管作業を含めて艤装は熟練した作業員と、たえざる研究から得られた指導とによつて行い、各段階ごとに綿密な検査を行つて、完成車のできばえと性能の向上に努力している。

### (3) 塗 装

塗装は客電車仕上りの生命を制するもので、既述のように苛酷な気候条件に対して十分な性能が要求される。このため現地における見本の曝露試験、屈曲試験、耐薬品試験などによりいかなる塗料をいかなる方法で塗装するかが決定される。これらの実験研究結果に基づいて塗装の性状の均一化と十分な乾燥に意が注がれた。

### (4) 台車の製作と試験

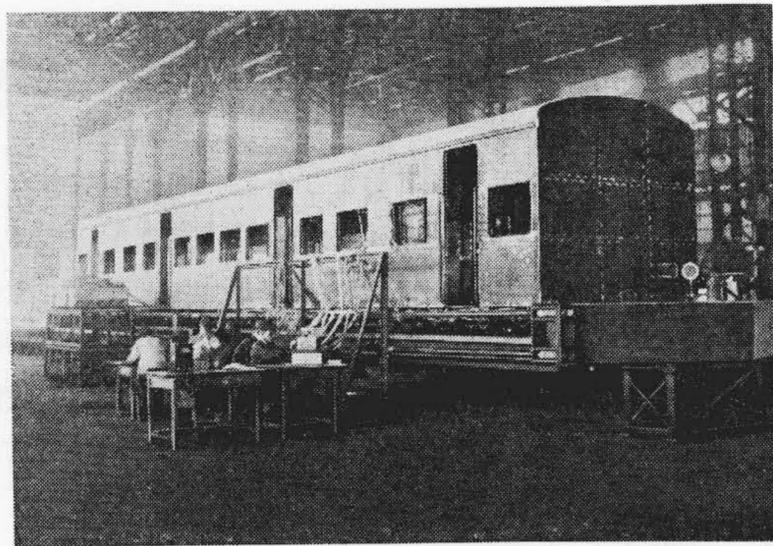
台車に使用される材料の検査は特に入念に行われ、たとえば車軸、輪心などは落重試験機による現物試験を行っている。部品はすべて完全に互換性を有するように加工されるのはいうまでもない。

台車は完成後心皿荷重を加えて静的に台車枠の強度を確認し、さらに台車試験機により、振動特性、走行性能、動的強度などの測定が行われる。

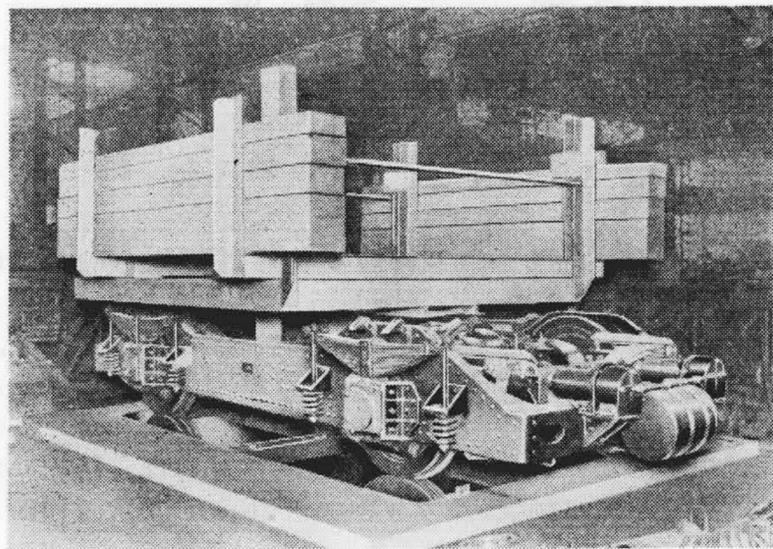
第11図は台車試験中のボンベイ電車の電動台車を示す、車輪は軌条に相当する軌道輪の回転により上下の強制力をうけるようになっていて、実物車体と同一の重量と慣性を有する模擬車体を心皿上にのせ、現車の運転速度に相当する速度で車輪を回転して諸測定が行われる。

### (5) 完成試験

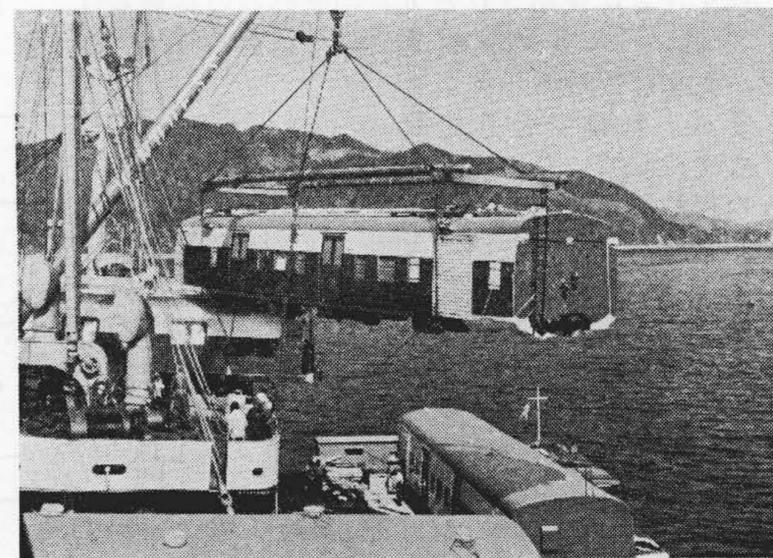
完成せる車輛は軸重測定器により各軸ごとの重量を測定する。工場内の試験線路上においてはごく短距離ではあるが走行試験を行つて、電気、ブレーキ、台車など全般についての試験が行われた。また現地最小軌道曲率半径に合せたカーブ試験を満員時の状態で行つて、現地の走行に問題がないことを確認している。



第10図 鋼体荷重試験状況



第11図 台車試験中のボンベイ電車台車



第12図 船 積 状 況

## [V] 船 積

大洋を航行して現地へ納入されるので、防錆、防湿などの荷造には万全を期した。船積は下松港で行われ、工場の120tクレーンにより舁取りを行い本船に積込む。第12図は船積中のボンベイ電車を示す。

## [VI] 結 言

ビルマ客車およびボンベイ電車製作の経験を中心にして、輸出客電車はいかに設計製作されねばならないかについて述べたが、要は、現地諸事情の綿密なる調査、こ

の調査結果を製品に適用するための平素からの研究，設計製作結果の確認をうるための厳正な検査試験を完全に達成することである。

日立製作所は東南アジアおよび南米各地に配置された技術陣によりたえず現地諸事情の研究調査を行っており，国内においては車輛の軽量化，高速化，乗心地向上のため強度，振動，諸材料の研究を推進している。工場内に設置された台車試験機，諸荷重試験装置，試運転設備は輸出客電車の性能を保証するに足る十分なものである。

うと思われる。これら調査，研究，試験の諸機関に加うるに多年にわたる車輛製作の技術と設備を存分に活用することは，われわれに与えられたる任務であると思つている。

車体，台車，電気品の総合メーカーとして，一貫した思想の下に今後ますます優秀な客電車の製作に努力するつもりである。

参考文献

- (1) 高森：日立評論 36, 1921 (昭29-9)

特許の紹介

実用新案第447942号

西田 薫・渡辺 喜雄

カム軸制御器の接触器

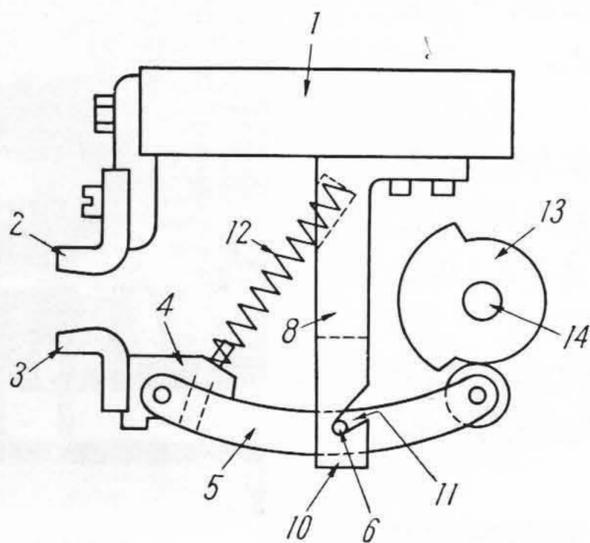
第1図は本案カム軸制御器の接触器単位を示す側面図，第2図は接触器の開閉レバーを支持する支持枠金の正面図であつて，図中1は絶縁台，2は固定接触子，3は可動接触子，4は接触子台，5は開閉レバー，6はレバー5の支軸，8は開閉レバーの共通支持枠金，9は支持枠金に切り込んだ溝，10は支持脚，11は支持脚に斜めに切り込んだ軸受溝，12はレバーもどしバネ，13はカム，14はカム軸である。

電車における起動抵抗の短絡，または電動機の直並列切換えなどに使用されるカム軸制御器の接触器は，これが開閉レバー5の支軸6を，従来は接触器単位ごとにそれぞれ軸受金具を設けて支持していたので，多数の接触器を並設したカム軸制御器は，その外態が大きくなるのを免れない。しかるに本案においては，1個の共通支持枠金8を使用し，この枠金に溝9と支持脚10とを櫛歯状に設け，各

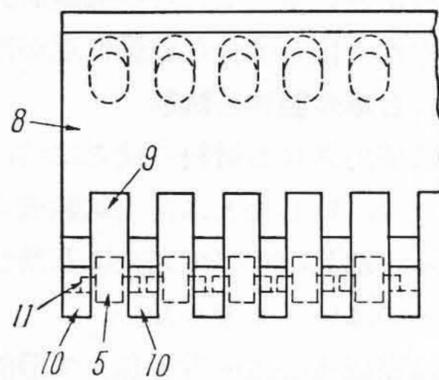
支持脚10の端部に斜めに切り込んだ軸受溝11を設け，各接触器単位の開閉レバー5をそれぞれ溝9内に嵌合し，その支軸6を支持脚10の軸受溝11に引懸けて支持するようにしたものである。

この構造によれば，並設される多数の接触器単位を接近して配列し，しかも簡単に組立てることができ，カム軸制御器を著しく圧縮して，小型軽量に製作することができる。

(滑川)



第1図



第2図

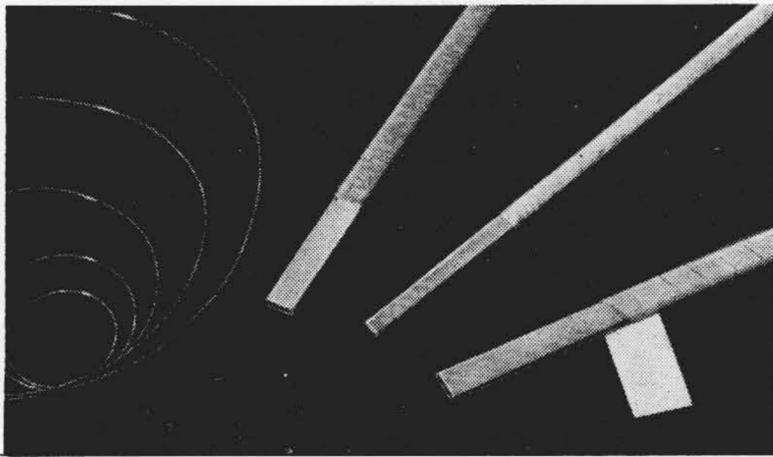
### 車 輛 用 電 線, 伸 銅 品

最近絶縁材料のめざましい進歩発達は、電線、電気機器に対して著しい進歩をもたらしている。いまここに、車輛関係電気機器の性能向上に貢献している新しい電線、伸銅品について紹介する。

#### 〔I〕 耐熱マグネット ワイヤ

##### (1) ガラス巻線

ガラス巻線には処理ワニスの種類によつてH種のもの、B種のものがあり、一般には前者にはシリコンワニス、後者にはアルキッドワニスが使用されている。



第1図 H種マグネットワイヤ (シリコンエナメル銅線, ガラス巻線, アスベスト被覆線, アスベスト紙巻線)

構造寸法は兩者とも、二重綿巻線と同程度の占積率をもっている。

第2図および第3図は高温下における絶縁耐力および絶縁抵抗の変化を示し、第4図は高湿下の絶縁抵抗特性を示したものである。いずれも初期常態では同程度の値を示しているが、時間とともにシリコンワニス処理のもの優秀性が表われてくる。

##### (2) アスベスト線

アスベスト線の製造法には種々の方法があるが、いずれの場合においても表面処理剤として、シリコンワニス一般に用いられている。

アスベスト線は一般的に機械的に強く、耐磨耗、耐衝撃、耐屈曲性などにおいてガラス巻線よりすぐれている。

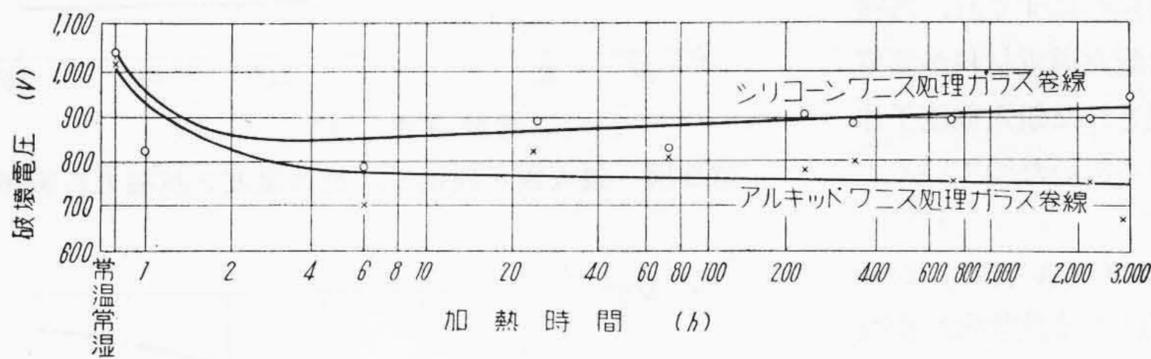
一方絶縁耐力はガラス巻線の半分程度で、高湿下の耐湿性も劣っている。しかしながら被覆厚さの均一化、ワニス処理法などの改善が進められているので、これらの欠陥も漸次改善されるものとみられている。

#### 〔II〕 車輛用ゴム絶縁クロロプレンシース電線

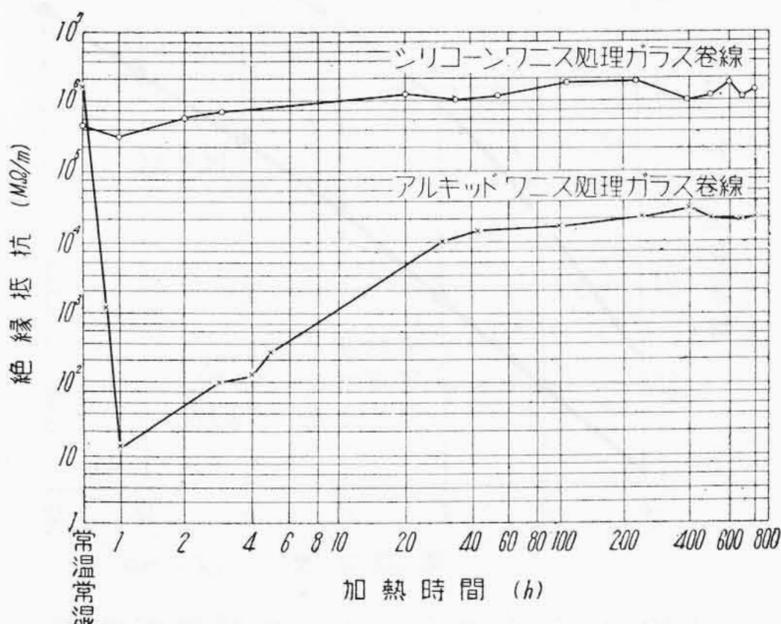
最近車輛用電気機器の口出、接続、または配線に従来の綿糸編組塗料引電線に代つて、クロロプレン (ネオプレン) シースの電線が多く用いられるようになってきた。

これは次に述べるような幾多のすぐれた性能をもっているためである。

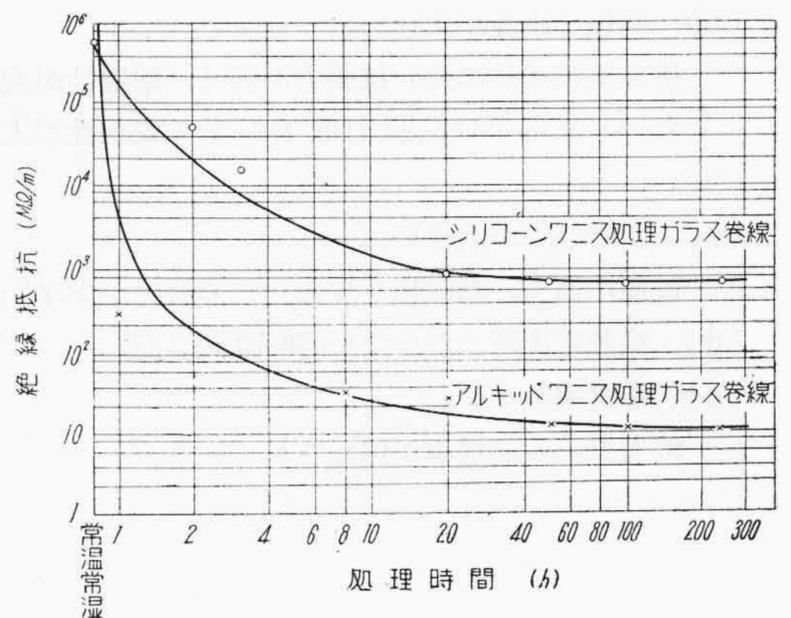
(a) 表面漏洩抵抗ならびに表面閃絡耐電圧が高い。



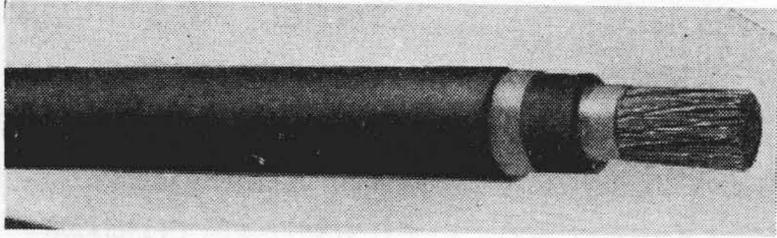
第2図 220°C 加熱処理による絶縁耐力の変化



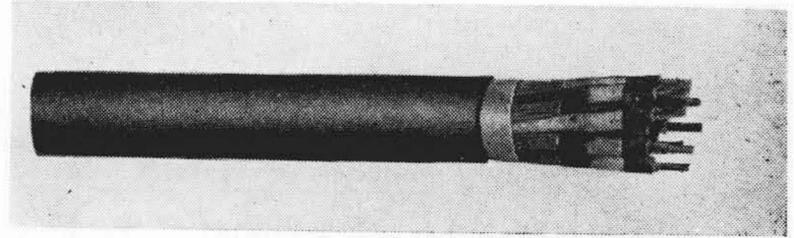
第3図 220°C 加熱処理による絶縁抵抗の変化



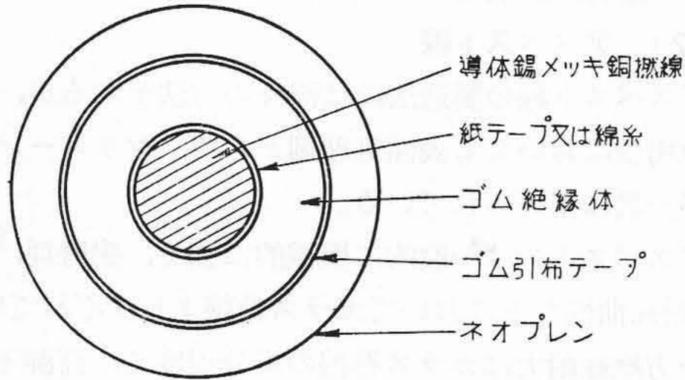
第4図 高湿下の絶縁抵抗特性 (90% RH, 40°C)



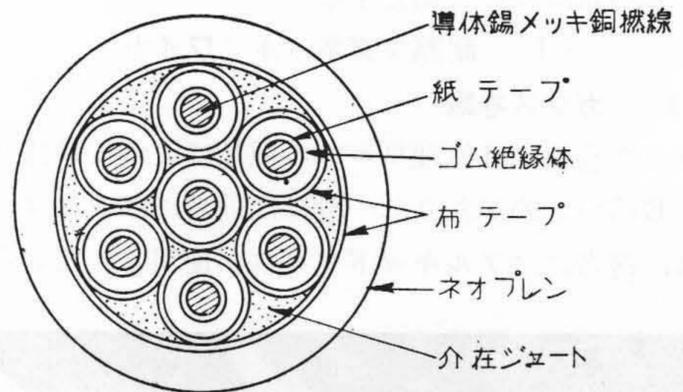
第5図 車輛用合成ゴムシース電線



第7図 ネオプレンシース車輛用多心ジャンパー線



第6図 車輛用合成ゴムシース電線断面図



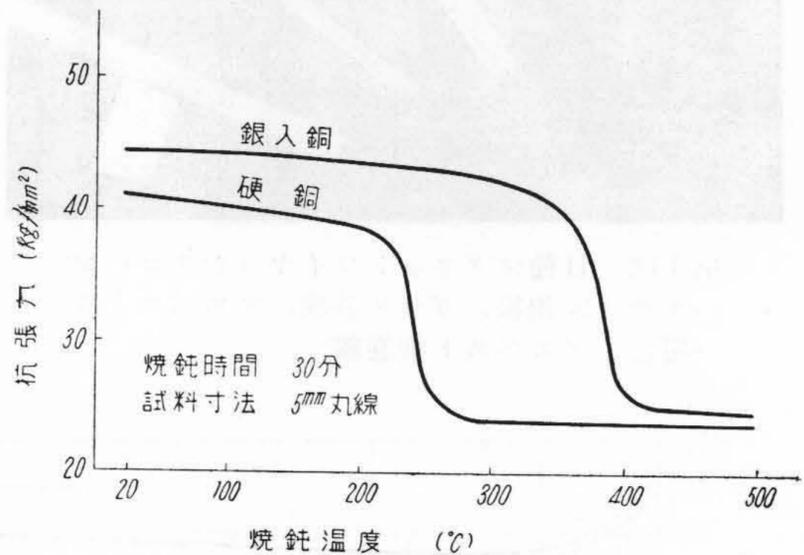
第8図 ネオプレンシース車輛用多心ジャンパー線断面図

- (b) 耐老化性がすぐれており性能の低下が少ない。
- (c) 耐熱，耐燃性である。
- (d) 耐油，耐薬品性が良好である。
- (e) 耐磨耗性にすぐれ保護被覆としての機械的強度が大きい。
- (f) 電気機器のワニス含侵処理に際しても熱劣化をあまり受けることがない。
- (g) 端末処理加工が簡単，容易である。

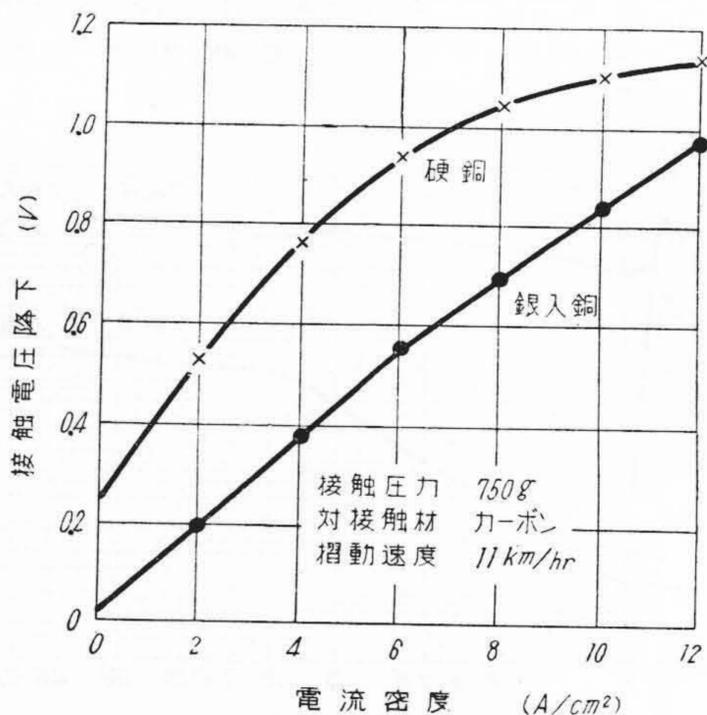
〔III〕 銀入整流子片

H種絶縁材料の開発に対応して耐熱性にすぐれ，機械的強度があまり低下しない高抗張力耐熱導電材料が要望されている。この要望に応じて開発された銀入整流子片は次に記す特長により広く使用されるにいたっている。

- (a) 耐熱性がすぐれている。  
 硬銅に比して軟化温度が約 100°C 高いため，シーズニング，整流の際の発熱などによる熱軟化が少ない(第9図参照)。
- (b) 機械的強度が大きい。  
 硬銅整流子片に比し抗張力が高く，耐熱性が大きいいため，使用中の抗張力低下が少く安全性が大きい。
- (c) 耐磨耗性が大きい。  
 硬度が高く，熱軟化が少ないため磨耗が少ない。
- (d) 接触電圧降下が少ない(第10図参照)。
- (e) 導電率が高い。  
 97%以上の導電率が保証されている。



第9図 銀入銅と硬銅との焼鈍温度と抗張力の関係



第10図 銀入整流子片の接触電圧降下