

[XIX] 電 線

ELECTRIC WIRES AND CABLES

昭和 27 年度に於ける電線、電纜及び伸銅品は新しい材料の実用化、高性能製造機械及び新作業管理方式の採用等により、その品質並びに生産技術は格段の進歩を遂げた。

アルミ線、特に A.C.S.R. については 27 年初頭から生産を再開したのであるが、日立製作所に於ては過去に於ける経験と、各方面の需要に応じて銅の加工々場と、完全に独立したアルミ専用工場を設けたことと、従来の標準をはるかに上廻る長尺物を作ることが出来るようにしたことなど画期的改善をして各方面の好評を得ているが、更に社内各研究所並びに各関係部門の積極的な協力のもとに超高圧送電に関する研究を進め品質の改善にそれぞれ対策を講じている。

また銅合金関係に於ては耐熱銅の研究と設備の充実により大寸度の整流子片や長尺平角耐熱銅線が製造され、大容量電気、機械の設計、製造の領域を著しく拡げた。

合成ゴム及び合成樹脂の研究とその応用は特筆に値するもので、新製品の域を脱却して完全に実用期に入つたものといえる。特にネオプレン、ポリエチレン及び塩化ビニルに対する応用範囲は極めて広く、その一端を示すと次に述べる通りである。

クロロプレン系合成ゴム(ネオプレン)、アクリロニトリル共重合体(ハイカーOR)、珪素ゴムなどはそれぞれ特異な性質を有するものであるので、これを単独または天然ゴム混和物と構造的に組合せて使用することによつて電線の性能を大巾に改善することが出来るようになった。なおGR-S ゴムも天然ゴムに比べ耐老化性に優れているので、さらに安価に入手出来るようになれば一般配線用として有利なものといえる。

合成樹脂に於ては塩化ビニル樹脂の研究が進み、前年度に比べて電氣的性能、熱安定性などの点は著しく改善され、価格の低廉と相俟つてこの種電線の需要を飛躍的に増加させた。ポリエチレンの輸入が容易になつたのでその応用範囲は漸次拡大され、高周波同軸ケーブル及び通信線に適用され大量に使用された。特にポリエチレン絶縁ビニルシースの所謂オールプラスチック通信ケーブルは通信系統の事故僅少なことゝ工事が簡単であるため、従来の紙絶縁通信ケーブルよりはるかに優れたもので将来性のあるケーブルであるといえる。また珪素樹脂ガラス巻線、および珪素ゴム絶縁ガラス編組線など一連の耐熱電線は超耐熱性を要求するH級絶縁の電気機器用

として使用され始めたが、今後需要の伸びる電線の一つといえる。さらにナイロンまたはアミランのようなポリアミド系の合成樹脂を保護シースとして実用化することも 27 年度に於て実現された。

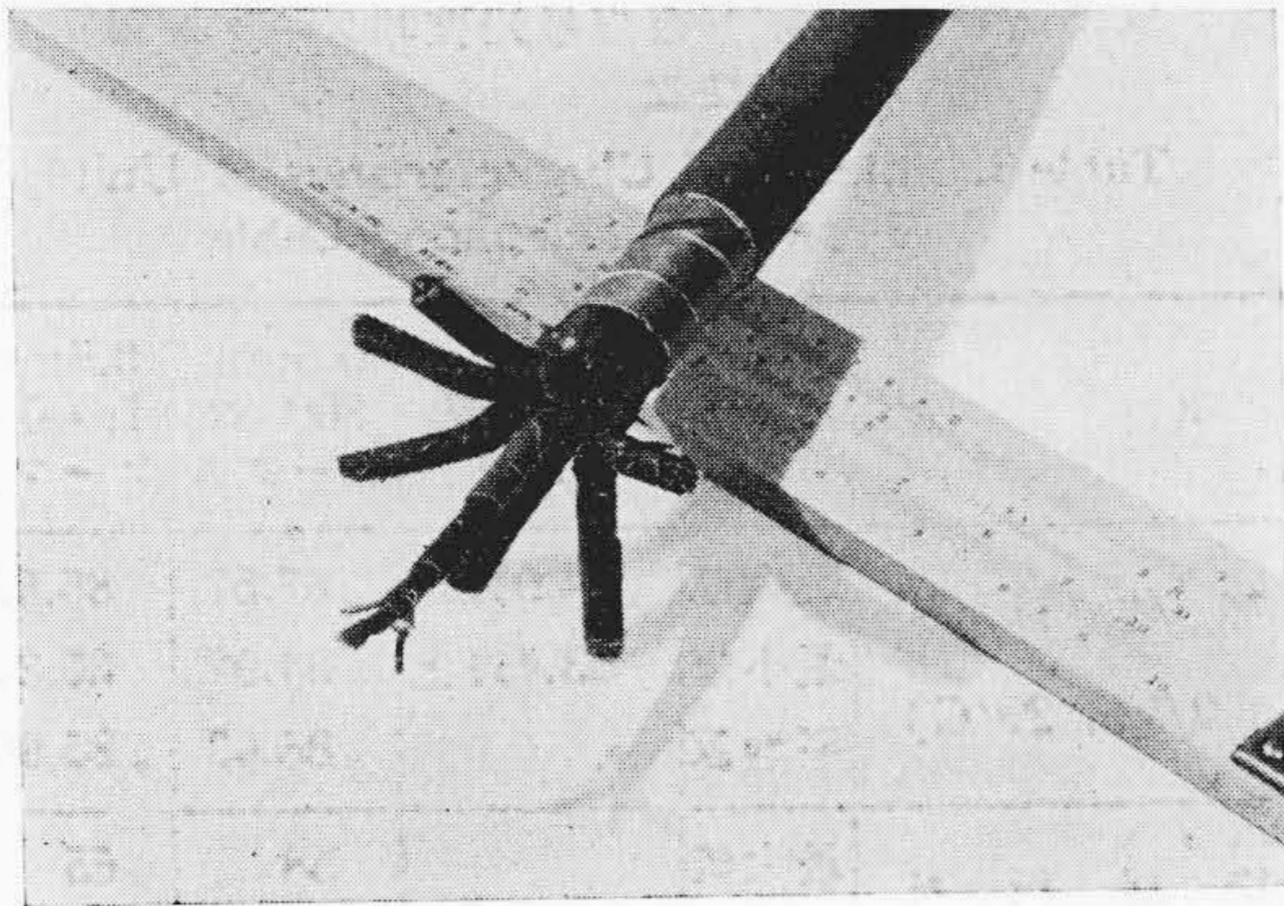
通信ケーブルに於ては前述のようにオールプラスチックケーブルの出現が特記される記録であるが、さらに鉛被の代りにアルミシースが登場し各方面で実用化に対する研究が行われているが、日立製作所に於ても研究試作が完成した。アルミシース通信ケーブルは従来の鉛被ケーブルに比べ軽量で耐震性があり外傷に強いという特長があるけれども、なおシース接続部の防蝕につき多少問題が残されている。さらに通信ケーブルに於ては以上の外に搬送ケーブルの製造研究が行われた。

電力ケーブル関係にも大きな進歩をみた。即ち絶縁油を主体とする材料の検討と含浸技術の改善とによつてその品質は著しく改善され、また最近特に問題となつている防蝕とガス圧ケーブルに於ても活潑な研究が行われた。ケーブルの防蝕としては紙テープと綿テープの組合せによる簡易防蝕層を始めとし、ガラステープ防蝕、天然ゴム防蝕及びネオプレン防蝕などが挙げられ、特にガラステープ防蝕層とネオプレン防蝕が種々の点で採用される範囲が広く、また防蝕層については従来鉛被の防蝕に主眼が置かれていたが、鎧装用鋼帯の化学腐蝕に対する防蝕法も問題になり、鋼帯の特殊処理と前記防蝕材料を併用することによつてこの方面も改善されている。ガス圧ケーブルは比較的低廉な価格で OF ケーブルと同じく線路の鉛被外傷を監視することが出来、さらに含浸油が少なくて済むので傾斜地帯の布設に適すること及び性能が安定であるなどの特長を持つているので極めて将来性のあるケーブルである。日立製作所に於ては既にこのケーブルの試作を完了して性能を検討中である。またこのケーブルに於ては附属品類の研究も重要なものでこの方面に対しても試作品を製作して検討を加えている。

電力及び通信ケーブル Power and Communication Cables

特殊搬送乙局内ケーブル Switchboard Cables of Carrier Type

搬送局内ケーブルは端局装置機器間の配線に使用される関係上、電氣的特性、不燃性、防湿性ならびに可撓性



第 1 図 0.9 mm×8 対特殊搬送乙局内ケーブル
Fig. 1. Switchboard Cable of Carrier Type

などに優れていることが必要とされている。

この度日立製作所で製作したものは 0.9 mm×8 対特殊搬送乙局内ケーブルで、その構造は電信電話公社（旧電気通信省）規格で第 1 表に示す通りである。

(1) 心線

0.9 mm 軟銅線上にエナメル皮膜を 0.02 mm 以上に焼付け、絹糸厚 0.1 mm 以上、色別綿糸 2/#42 12 本で横巻する。

(2) 遮蔽対

心線 2 条で対を構成し、紙テープを巻いた上を鉛テープで縦方向に包み遮蔽を行い、さらに色別紙テープを重ね巻きする。

(3) ケーブル心

遮蔽対を上記規格によつて集合した上を製造所名及び製造年を印刷した紙テープで重ね巻きし、パラフィン 75 %以上の混和物を真空乾燥した後含浸させる。

(4) 編組

ケーブル心上を綿糸 2/#42 で密巻きした後、綿糸 2/#20 で編組を施す。

特性

特殊搬送乙局内ケーブルの特性に於て、製造上最も留意しなければならない点は漏話の原因となる電磁結合値を小さくすることである。静電結合はその構造上から考慮を払わなければならない程の値とはならない。

今回電信電話公社に納入した製品は第 2 表に示すように優れた性能をもっている。

ユニット型市内ケーブル
Unit Type City Telephone Cables

東京都を初めとして大都市の復興に伴い、市内通信は近時益々股賑を極め、所謂 400 対以上の多対ケーブル即ちユニット型ケーブルの必要性が増大して来た。

日立製作所に於ては、既に 0.65 mm 400~600 対ユニ

第 1 表 特殊搬送乙局内ケーブル構造
Table 1. Constructions of Switchboard Cables of Otu Carrier Type

品名	各層の対数				ケーブル外径約 (mm)
	中心層	第 1 層	第 2 層	計	
1対特殊搬送乙局内ケーブル	1	—	—	1	7
2対特殊搬送乙局内ケーブル	2	—	—	2	11
4対特殊搬送乙局内ケーブル	4	—	—	4	13
6対特殊搬送乙局内ケーブル	1	5	—	6	16
8対特殊搬送乙局内ケーブル	1	7	—	8	18
10対特殊搬送乙局内ケーブル	2	8	—	10	20
12対特殊搬送乙局内ケーブル	3	9	—	12	21
14対特殊搬送乙局内ケーブル	4	10	—	14	22
24対特殊搬送乙局内ケーブル	2	8	14	24	29
28対特殊搬送乙局内ケーブル	3	9	16	28	31

第 2 表 0.9 mm×8 対特殊搬送乙局内ケーブルの性能

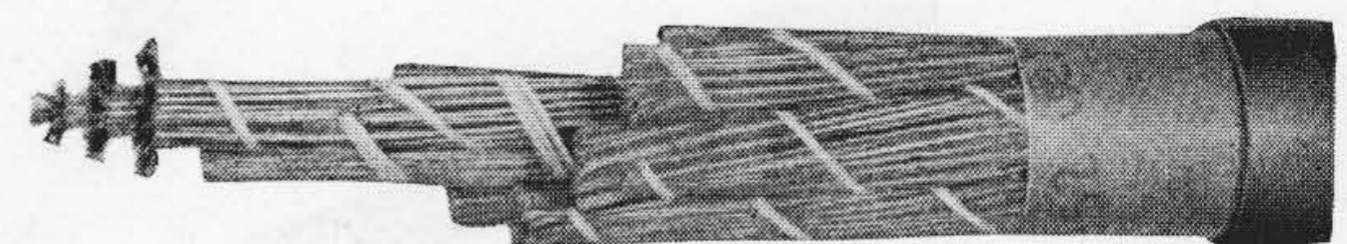
Table 2. Characteristics of Hitachi Switchboard Cables of Otu Carrier Type, 0.9 mm×8 Pairs, in Comparison with Standard Ratings

項目	規格	性能
導体抵抗 ($\Omega/\text{km } 20^\circ\text{C}$)	30.4 以下	27.6
絶縁抵抗 ($M\Omega/\text{km } 20^\circ\text{C}$)	150 以上	1,838
静電容量 ($\text{m}\mu\text{F}/\text{km}$)	130 以下	98.1
静電結合 ($\mu\mu\text{F}/200\text{m}$)	5 以下	0~0.2
電磁結合 ($\text{m}\mu\text{H}/200\text{m}$)	20 以下	最大 3.4
		最小 0
		平均 0.87



第 2 図 0.5 mm 1,000 対ユニット市内星鉛被非ケーブル

Fig. 2. Unit Type, Paper Insulated, Star Quadded, Lead Sheathed City Telephone Cable 0.5 mm 1,000 Pairs



第 3 図 0.5 mm 800 対ユニット市内星鉛被非ケーブル

Fig. 3. Unit Type, Paper Insulated, Star Quadded, Lead Sheathed City Telephone Cable 0.5 mm 800 Pairs

ット型ケーブルを初め 0.5mm 400 対等のユニット型ケーブルの製作を行い、日本電信電話公社及び在日兵站本部に納入した実績を持つているが、今回更に 0.5mm 800 対並びに 1,000 対ユニット市内星鉛被非ケーブルを製作し、日本電信電話公社に納入した。

本品は総て日本電信電話公社規格（仕-367 号 2 版）に準拠するものであつて、それらの電氣的性能は第 3 表の通りであり、規格を十分満足するもので良好な成績を収めた。即ち、製作に当つては細心の注意のもとに各工程の厳密な中間検査を経て許容された不良クワッドはなく、良好な成績が得られたものである。

高 周 波 ケ ー ブ ル

High Frequency Cables

近年に於ける無線通信の発達は顕著なものがあり、報道に治安にまた業務連絡にと超短波無線機の利用は益益増加の一途を辿つている。このような超短波無線の発達は通信機器に対する携まない研究結果によることは勿論であるが、反面優秀な高周波ケーブルの出現に与ることも大きいといわなければならない。

従来超高周波用の絶縁物としてはステアタイト、ポリスチロールなどがあつて、これらの誘電特性は優れてはいても機械的な面、特に可撓性に欠けているのでケーブル製造上に種々の難点があり、電氣的特性の均一なしかも安定性のあるケーブルを量産することが出来難かつた。しかしポリエチレンが輸入され始めてからはこれらの欠点を除去することが出来、今日まで永らく渴望されてきた超高周波用の特性の優れた可撓性ケーブルの製造が可能となつた。

日立製作所に於ては夙にこれを用いた充実型同軸ケーブルを製造して需要に応じてきたが、テレビジョン放送実現の時期到来に先んじてテレビジョンフィーダに関する研究に着手、現在に於てはその成果として種々の型式のケーブルの製作を開始して好評を得ている。以下にこ

第 3 表 ユニット市内星鉛被非ケーブルの電氣的性能

Table 3. Electrical Characteristics of Unit Type City Telephone Cable

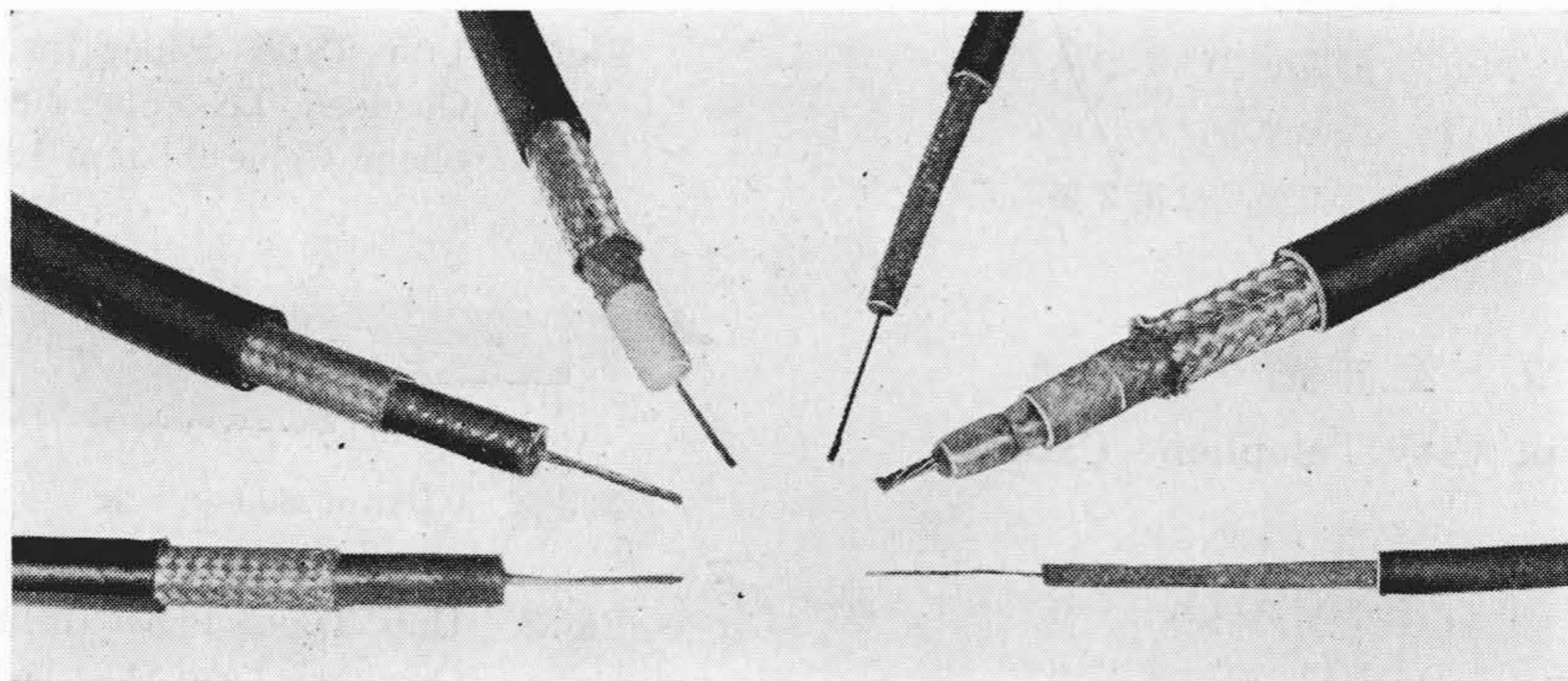
項 目	規 格 (仕-367 号 2 版)	0.5mm 800 対 ケーブル	0.5mm 1,000 対 ケーブル
導 体 抵 抗 (Ω /km 20°C)	最大値	94.0 以下	87.57
	最小値	83.4 以上	84.92
	平均値		86.43
絶 縁 抵 抗 (kM Ω /km 20°C)	最大値		58
	最小値	2 以上	43
	平均値		54
静 電 容 量 (nF/km)	最大値		57.6
	最小値		46.3
	平均値	45~55	50.6
静 電 結 合 (pF/150 m)	最大値	800 以下	420
	平均値	150 以下	58
			380
			39

れら高周波ケーブルの 27 年度に於ける成果の二、三について紹介することとする。

可 撓 性 同 軸 ケ ー ブ ル

このケーブルは超短波無線機のアンテナ饋電線、機器間の配線等に広く使用されているケーブルであるが、種々の同軸ケーブルの構造のある中で現在第 4 図に示すようなポリエチレンの充実型が主として使用されている。このようなポリエチレン充実型の構造にすると機械的には非常に頑丈になり電氣的特性も優秀でしかも線路全長に亘つて均一なケーブルを得ることが出来る。更に可撓性の点についても従来使用されてきたポリスチロール釣鐘型、スポンジゴム充実型に比較して何ら遜色がない。

従つて移動無線装置のような可撓性を要求される線路として最適のもので、しかも使用周波数が数百メガサイクルに及んでも高度の電氣的性能を発揮することが出来る。



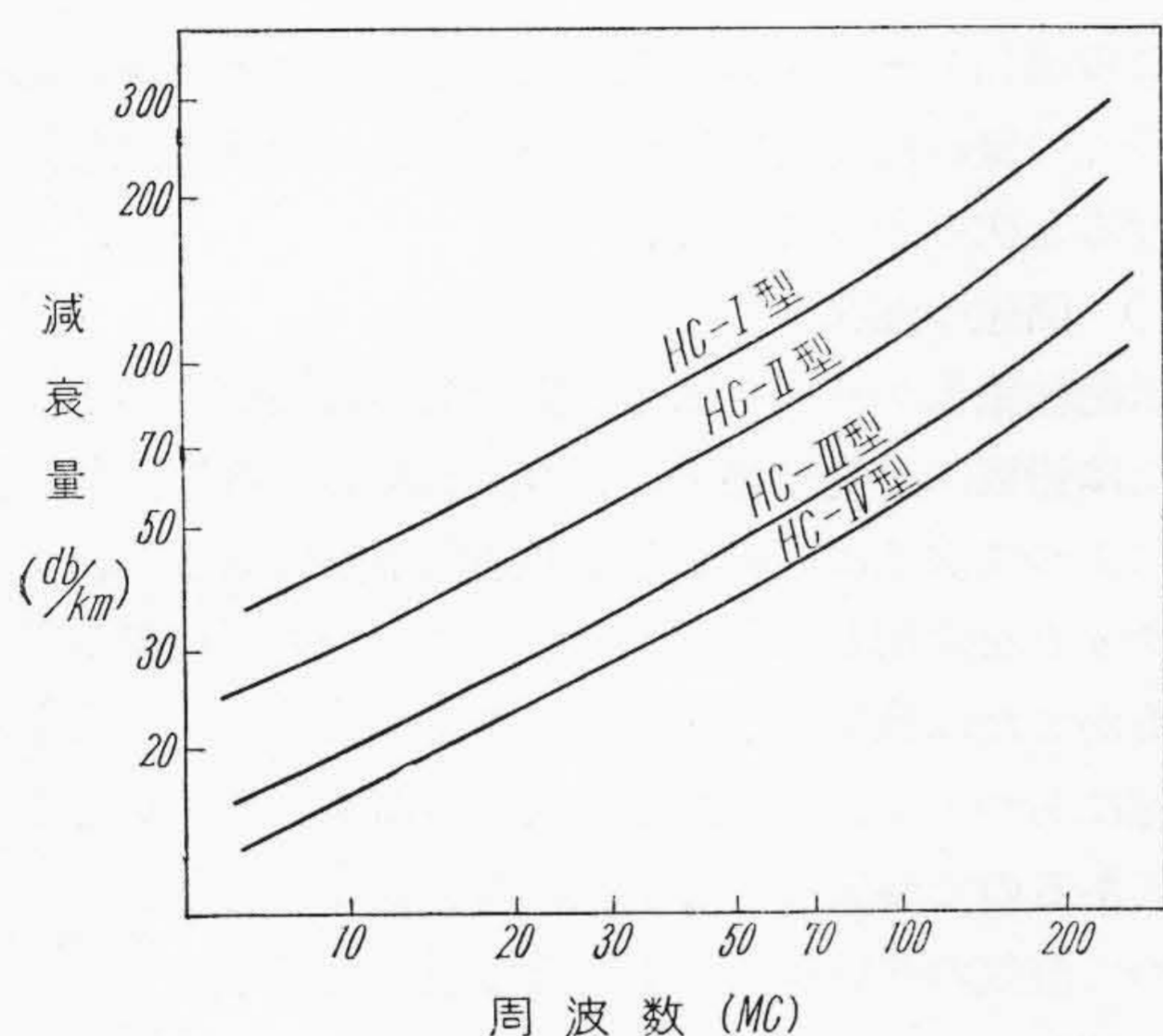
第 4 図 可 撓 性 同 軸 ケ ー ブ ル

Fig. 4 Several Types of Flexible Coaxial Cables

第 4 表 ポリエチレン充実型同軸ケーブルの構造と特性

Table 4. Construction and Characteristics of Solid Type Polyethylene Insulated Coaxial Cables

型 式	内 部 導 体		絶 縁 層		外 部 導 体		保 護 被 覆		重 量 (g/m)	試 験 電 圧 (V/1分)	絶 縁 抵 抗 (MΩ/km)	特 性 イ ン ピ ー ダ ン ス (Ω)	波 長 短 縮 率 (%)
	軟 銅 撚 線		ポ リ エ チ レ ン		軟 銅 線 編 組		塩 化 ビ ニ ル						
	本 数 / 素 線 径	外 径	厚	外 径	打 数 / 持 数 / 素 線 径	外 径	厚	外 径					
HC-I	7/0.18	0.56	1.37	3.3	24/ 5/0.14	3.9	1.0	6.0	50	1,000	1,000 以上	75±3	67±2
HC-II	7/0.26	0.78	2.0	4.8	24/ 6/0.14	5.4	1.0	7.5	85	1,000	1,000 以上	75±3	67±2
HC-III	7/0.4	1.20	3.1	7.4	24/ 8/0.8	8.2	1.2	10.5	160	1,000	1,000 以上	75±3	67±2
HC-IV	7/0.5	1.50	3.9	9.3	24/10/0.2	10.2	1.5	13.0	250	1,000	1,000 以上	75±3	67±2



第 5 図 ポリエチレン充実型同軸ケーブル減衰量の周波数特性

Fig. 5. Relation between Frequency and Attenuation of Solid Type Polyethylene Insulated Coaxial Cables

第 4 表は日立製作所が製造しているポリエチレン充実型同軸ケーブルの代表的な型の構造と特性である。第 5 図はそれぞれの型の減衰量の周波数特性で、この特性は大體周波数の 1/2 乗に比例している。またポリエチレンによる減衰量は僅かで空気絶縁をした間歇型ケーブルに匹敵する特性をもっている。

テレビジョンケーブル

このケーブルはテレビジョン及び FM 受信機の引込線機器配線に使用する平衡型の平型二心電線である。従来はゴム電線がこの用途に使用されていたが、高周波損失が多く不満足なものなので、日立製作所は絶縁体にポリエチレンを用いてこの問題を解決し高度な平衡型ケーブルを製作している。

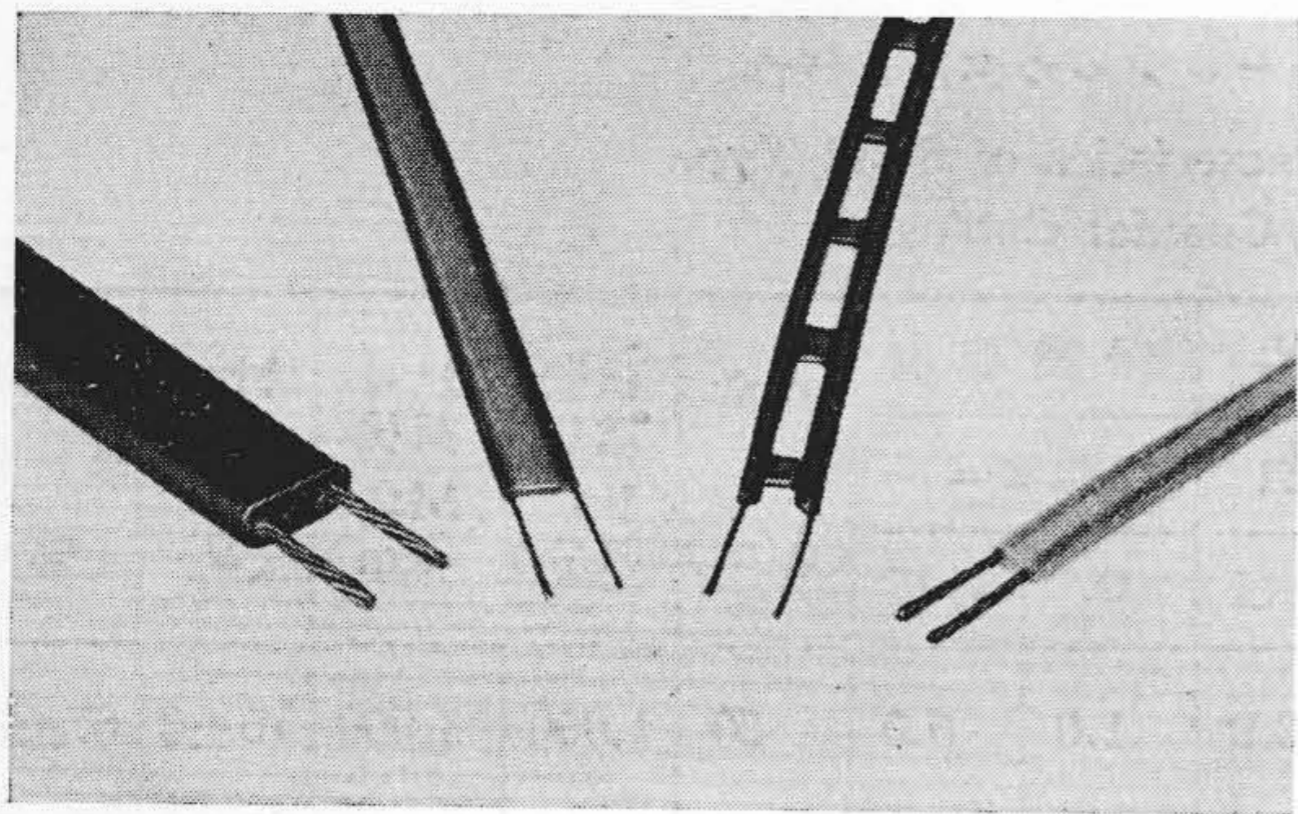
このケーブルの構造は第 6 図に示すように 2 条の軟銅撚線上に押出機によつてポリエチレンを平型に被覆し線条間隔を一定に保ち所要の電気的特性を満足させるようにしたものであり、つぎのような特長をもっている。

1. 軽量で丈夫である。(このケーブルと同一の伝送特性をもつ同軸ケーブルの重量は 2 倍以上となる)

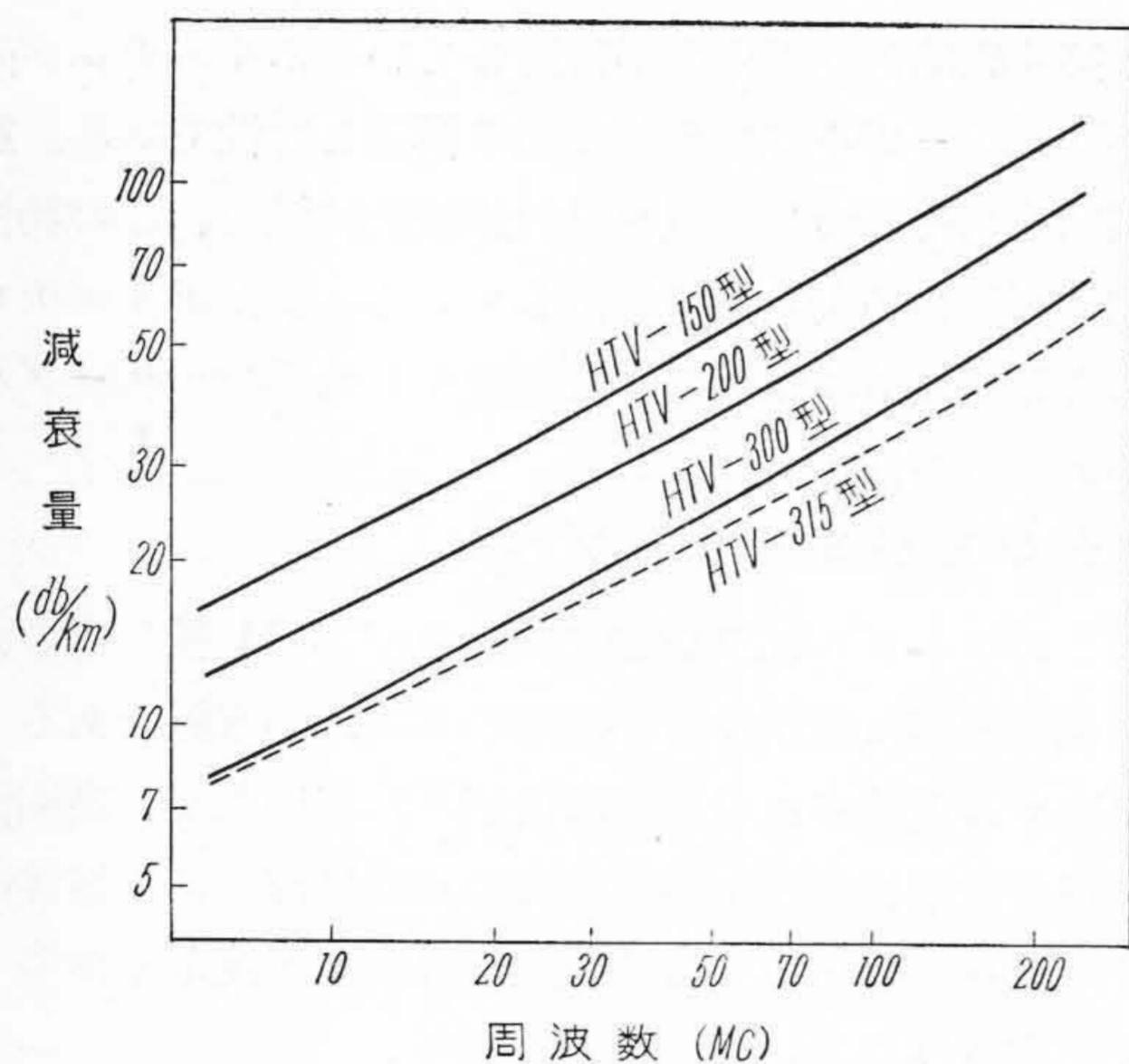
第 5 表 テレビジョンケーブルの構造と特性

Table 5. Construction and Characteristics of Television Cables

型 式	導 体		絶 縁 体		重 量 (g/m)	試 験 電 圧 (V/1分)	絶 縁 抵 抗 (MΩ/km)	特 性 イ ン ピ ー ダ ン ス (Ω)	静 電 容 量 (pF/m)	波 長 短 縮 率 (%)
	軟 銅 撚 線		ポ リ エ チ レ ン							
	本 数 / 素 線 径	外 径	巾	厚						
HTV-150	7/0.32	0.96	4.5	1.8	15	1,000	100 以上	150±10	32	72
HTV-200	7/0.32	0.96	6.0	1.8	17	1,000	100 以上	200±10	23	75
HTV-300	7/0.32	0.96	9.7	1.8	20	1,000	100 以上	300±15	14	86
HTV-315	7/0.32	0.96	9.5	2.0	14	1,000	100 以上	315±15	13	89



第 6 図 テレビジョンケーブル
Fig. 6. Several Types of Television Cables



第 7 図 テレビジョンケーブル減衰量の周波数特性
Fig. 7. Relation between Frequency and Attenuation of Polyethylene Insulated Television Cables

2. 価格低廉であり、簡単に架設出来る。
3. アンテナのインピーダンスに正確に整合するように製作されている。従つてテレビジョン受像などの場合は画像を鮮明にする。
4. 減衰量が非常に少い。しかも屋外に曝露されてもポリエチレンの老化防止に対する考慮が払われているので長期間安定に使用出来る。

ポリエチレンによつて生ずる漏洩減衰量を更に少なくする方法として 2 線条間に空隙部を設けた構造のケーブルも製作している。

現在日立製作所が製作しているテレビジョンケーブルの代表的な型の構造と特性を示すと第 5 表及び第 7 図の通りであるが、日立製作所はこれ以外にも用途に応じて各種のポリエチレンケーブルを製作している。

ポリエチレン絶縁ビニルシース 通信ケーブル

Polyethylene Insulated P.V.C. Sheathed Communication Cables

ポリエチレン絶縁ビニルシース通信ケーブルは、ポリエチレンで絶縁した対（線心）を所要数集合し、その上に塩化ビニルを主体とした混和物をシースとして被覆した通信ケーブルで、従来のケーブル構成材を凡てプラスチック材料におき換えた注目に値するケーブルである。

日立製作所からこのたび大阪市交通局に納入した 0.9 mm 30 対ポリエチレン絶縁ビニルシース通信ケーブルは、我国ではこの種のケーブルの尖端を往くものでその特長と構造は以下に述べる通りである。

特 長

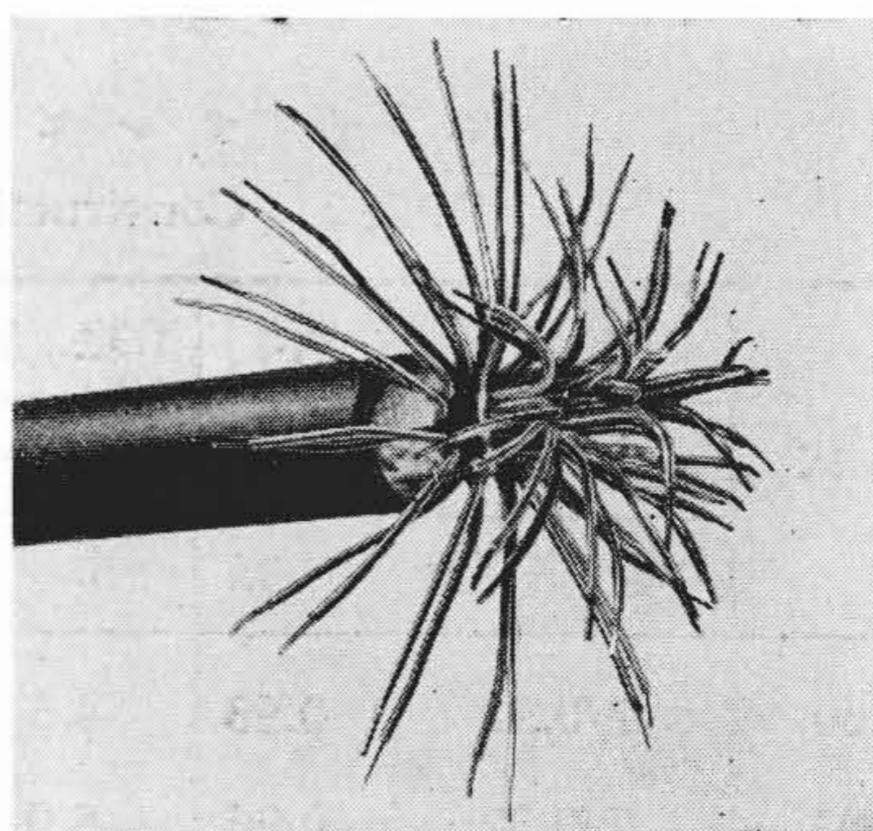
この通信ケーブルは従来の紙絶縁鉛被ケーブルに比べて多くの優れた特長をもっているが、そのうち主な点を挙げると次の通りである。

(1) 回線の確保

紙絶縁鉛被ケーブルはその構造上から接続部の不完全または鉛被に針孔や亀裂などの障害がおきると湿気の侵入によつて次第に絶縁が低下し通信不能に陥るが、プラスチックを使用した通信ケーブルは万一外部被覆が損傷するかまたは接続の不完全などによつて湿気が侵入する状態にあつても、線心が非吸入性のポリエチレンで絶縁してあるので湿気による絶縁障害を受ける心配がない。従つて湿気の多い場所や不完全な取扱を受け勝ちなところに適している。

(2) 耐電圧と電氣的な遮蔽

紙絶縁ケーブルの心線相互間の耐電圧は A.C. 1,000 V 程度であるが、ポリエチレン絶縁通信ケーブルはポリエチレンの耐電圧が約 40 kV/1 mm であるので、絶縁厚



第 8 図 0.9 mm × 30 対大阪市交通局納ポリエチレン絶縁ビニルシース通信ケーブル

Fig. 8. 0.9 mm × 30 Pairs Polyethylene Insulated P.V.C. Sheathed Communication Cable

第 6 表 0.9 mm×30 対ポリエチレン絶縁塩化ビニル被覆通信ケーブルの構造

Table 6. 0.9 mm×30 Pairs Polyethylene Insulated P.V.C. Sheathed Communication Cable

項 目	仕 様
心 線	0.9 mm
ポリエチレン厚	0.35 mm
接地線構成	7/0.4 錫鍍軟銅撚線
上 卷 紙	厚さ 0.065 mm 以上の絶縁紙 3 枚
金属化成紙	2 枚
塩化ビニル厚	3.0 mm
ケーブル外径	約 27 mm

第 7 表 0.9 mm×30 対ポリエチレン絶縁塩化ビニルシース通信ケーブルの性能

Table 7. Characteristic of 0.9 mm×30 Pairs Polyethylene Insulated P.V.C. Sheathed Communication Cables

項 目	規 格	性 能
導 体 抵 抗	27.4±1.8 Ω/km	27.04~27.2 Ω/km at 20°C
絶 縁 抵 抗	10kVΩ/km 以上	最小 30 kMΩ/km at 20°C
絶 縁 耐 力	心線相互間	2,000 V 1 分間
	心線大地間	2,000 V 1 分間
静 電 容 量	65 nF/km 以下	52.0~54.3 nF/km
減 衰 定 数	約 0.85 db/km at 1 kc	0.82 db/km at 1 kc

にも関係するが大体 A.C. 1,000~5,000 V 程度の高い耐電圧をもっている。さらに外部シースには絶縁に優れた塩化ビニルを用いているのでケーブルの外部からの高圧混入を防止することが出来送電線と並行架設にも適している。

(3) 防 蝕 性

鉛被ケーブルは電氣的及び化学的腐蝕を受けるので、鉛被上に種々の防蝕層を設けて鉛被の腐蝕を防いでいるが、プラスチックを用いたこの通信ケーブルは塩化ビニルシース自体が防蝕性物質であるので腐蝕によるケーブルの障害は全くない。

(4) 軽 量

プラスチックを用いたこの通信ケーブルは極めて重量が軽いので、メッセンジャーワイヤなども細いもので十分である。

第 8 表 ポリエチレン絶縁物の性能
Table 8. Characteristics of Polyethylene

項 目	規 格	性 能
常 温 温 度 27°C 湿 度 72%	伸 %	> 350
	抗張力 kg/cm ²	> 100
加 熱 老 化 90°C 120hr	伸 %	加熱前の値の 65% 以上
	抗張力 kg/cm ²	加熱前の値の 80% 以上
吸水量試験	mg/100cm ²	蒸溜水中に24 hr 1mg 以下
亀 裂 試 験		100°C±1°C に1時間加熱 自包直径に5 回巻付ける

表面に異状を認めず

第 9 表 塩化ビニルシースの性能
Table 9. Characteristics of P.V.C.

項 目	規 格	性 能
常 温 温 度 27°C 湿 度 69%	伸 %	> 100
	抗張力 kg/mm ²	> 1
加 熱 老 化 100°C 120hr	伸 %	加熱前の値の 65% 以上
	抗張力 kg/mm ²	加熱前の値の 85% 以上
耐 油 試 験 70°C 変圧 器油 4 hr	伸 %	加熱前の値の 60% 以上
	抗張力 kg/mm ²	加熱前の値の 80% 以上
巻 付 加 熱 試 験		仕上外径の 10 倍の円筒 120°C 1 hr

表面に亀裂を認めず

(5) 経 済 性

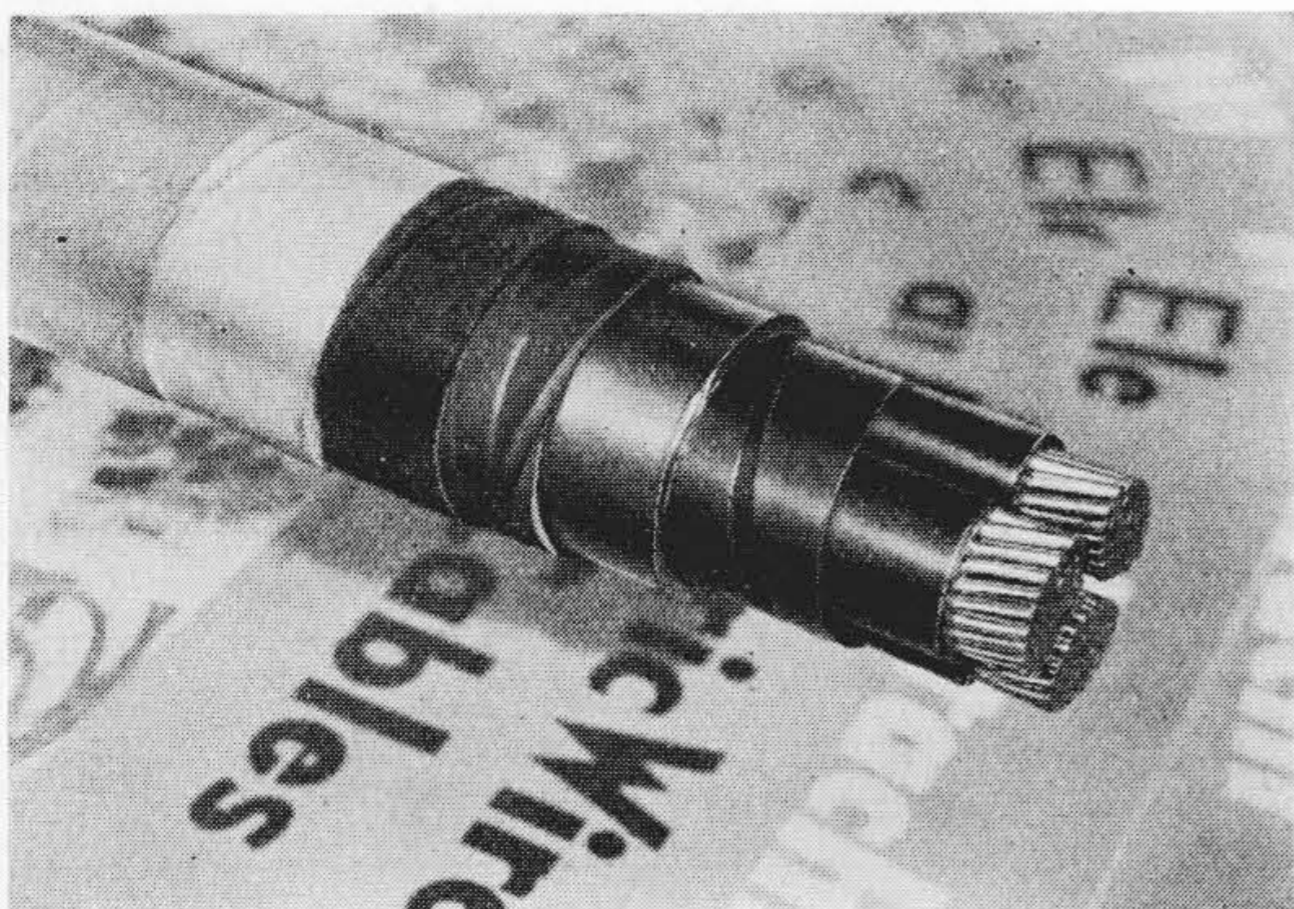
紙絶縁鉛被防蝕通信ケーブルより 20~30% 安価であるので軽量であることと共に建設費を安くすることが出来る。

大阪市交通局に納入したケーブルの構造

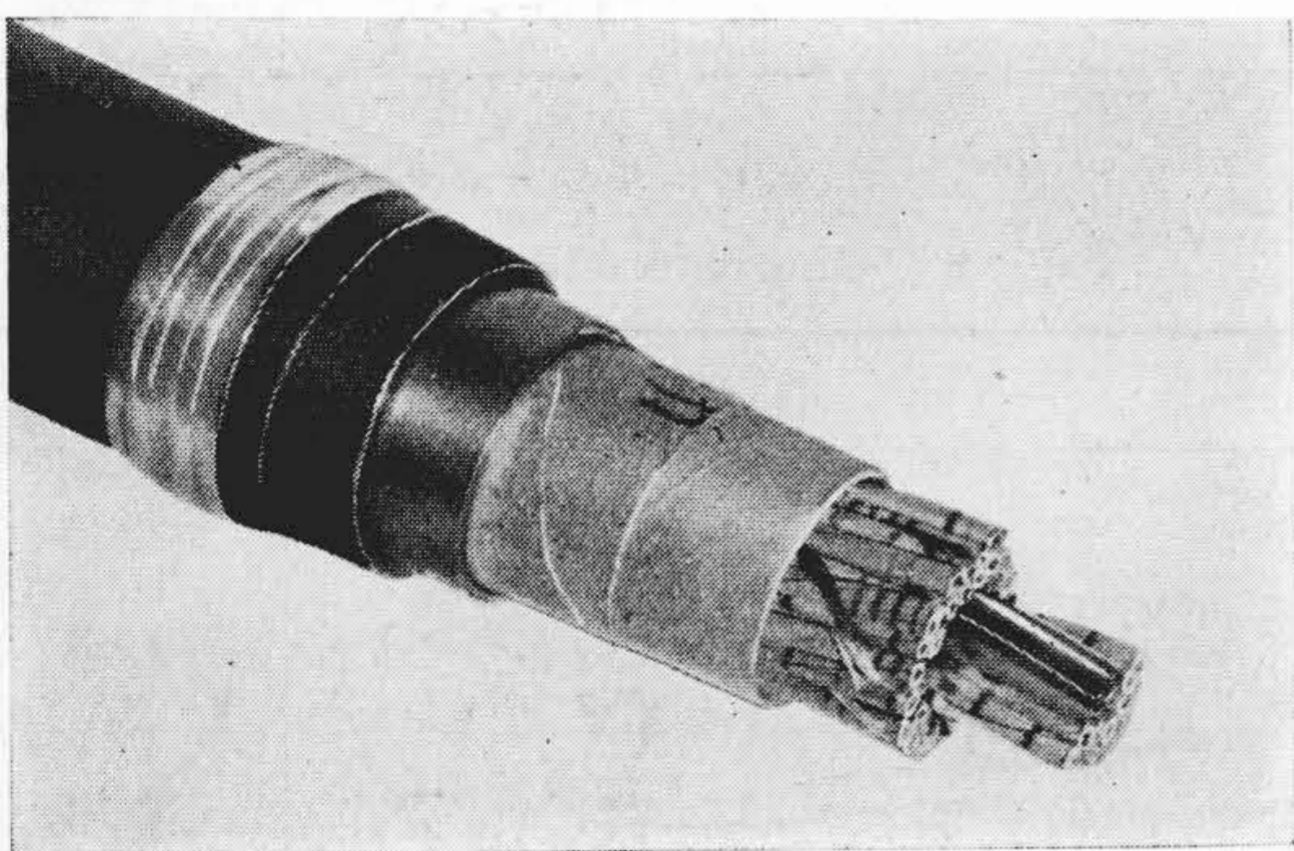
今回納入した 0.9 mm×30 対ポリエチレン絶縁ビニルシース通信ケーブルの構造は第 6 表の通りである。

防 蝕 ケ ー ブ ル
Corrosion-Proof Cables

最近諸種の原因により地下ケーブル鉛被の電蝕障害が各都市及び電気鉄道沿線に頻繁に発生しその防止策が重大な問題になつてきている。これの具体的対策として近時広く防蝕ケーブルが使用されるようになった。



第9図 3,000V 3c×150mm² 防蝕ケーブル
Fig. 9. 3,000 V 3c×150 mm² Corrosion-Proof Power Cable



第10図 1.2mm×28対市外防蝕ケーブル
Fig. 10. 1.2 mm×28 P Corrosion-Proof Toll Cable

防蝕ケーブルとして今後問題になるのは主として管路引込用ケーブルについてであろう。管路に防蝕ケーブルを引込む場合絶対に必要とされ満足されなければならない条件は主として次の二つである。

- (1) ケーブル引込みの際ケーブルと管路引込み口並びに管路との間に大きな摩擦力が働くのでケーブルの表面は特に機械的に強靱でなければならない。
- (2) ケーブルを管路から引抜く場合容易に引抜けるようケーブルの表面は或る程度の滑性を必要とする。そのためには布設使用中に温度の影響によつて防蝕層が軟化し管路に粘着してはならない。

これらを満足するものは従来仲々得られなかつたが種々検討した結果、ネオプレンを用いたものによつてこれらの条件は十分満足されるようになった。

ネオプレンの特長はいうまでもなく次ぎのようなどころにある。

- (1) 老化に対して強い(酸素、オゾン、コロナ等)
- (2) 耐候性、耐油性、耐化学薬品性が優れている。
- (3) 耐熱性が大である。(80~150°C)

第10表 3,000V 3c×150mm² 防蝕ケーブルの構造
Table 10. Constructions of 3,000 V 3c×150 mm² Corrosion-Proof Power Cable

鉛被	天然ゴムテープ		ネオプレンテープ		ネオプレン引綿テープ	
	厚(mm)	外径(mm)	厚(mm)	外径(mm)	厚(mm)	外径(mm)
	1.0	41.2	1.0	43.2	1.0	45.2

備考 最外層表面にパラフィン系滑性塗料塗布

第11表 1.2mm×28対市外防蝕ケーブルの構造
Table 11. Constructions of 1.2mm×28 Pairs Corrosion-Proof Toll Cable

鉛被	天然ゴムテープ		ネオプレンテープ		ネオプレン引綿テープ	
	厚(mm)	外径(mm)	厚(mm)	外径(mm)	厚(mm)	外径(mm)
	1.0	29.6	1.0	31.6	0.6	32.8

備考 最外層にはアスファルト系塗料を塗布した後マイカ粉を混入した滑性塗料を塗布した

- (4) 不燃性である。(塩素含有量は約40%)
- (5) 気体及び水分の透過率が小である。

以上の外に機械的にも強靱で、例えば耐磨耗性についても使用条件が苛酷の場合は天然ゴムより遙かに優れている。唯体積固有抵抗が $10^{12}\Omega\text{-cm}$ 程度で低いために一般絶縁用としてよりは保護被覆用として米国などで広範囲に使用されている。

このネオプレンを防蝕ケーブルに応用する場合には上述の諸特性を生ずと共に固有抵抗の低い点を補う行き方でケーブルの構造を外層にネオプレン、内層に天然ゴムを使用する。

日立製作所に於けるこの種の防蝕ケーブルについて以下具体的に述べることにする。

昭和27年度に製作納入したものの中で東京電力納入の防蝕ケーブルの構造は第10表に、関西電力へ納入のものは第11表にそれぞれ示した。

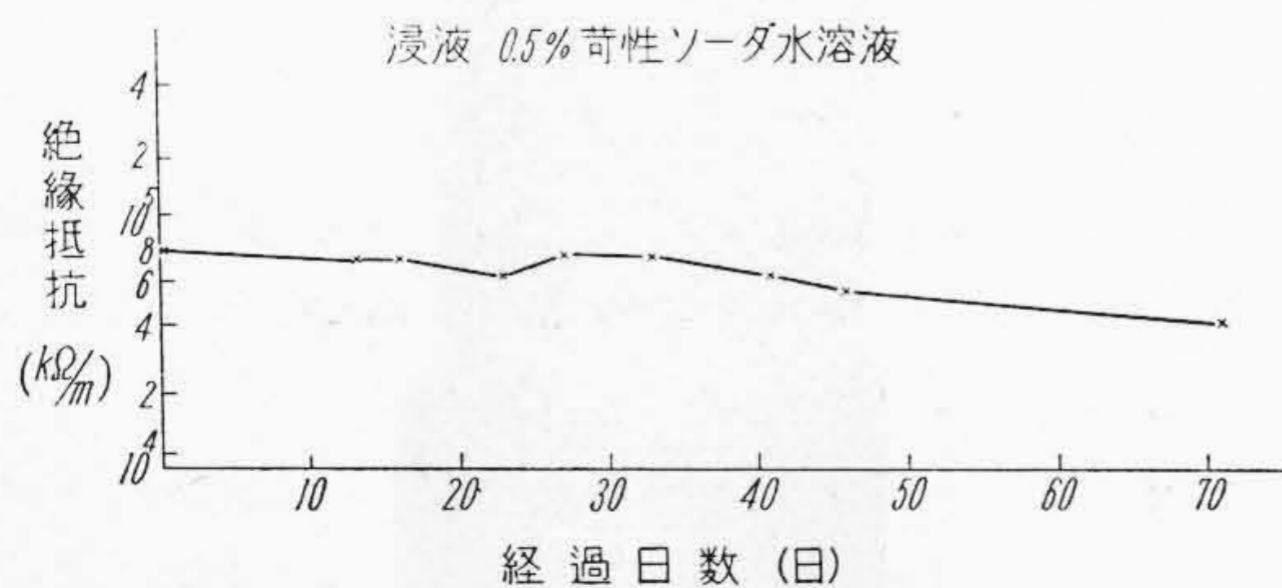
防蝕ケーブルの製作に当つては鉛被と防蝕層及びゴムとネオプレン間の接着が問題であり、特に鉛被との接着が重要である。この目的には特別接着剤を使用して鉛被との接着に完全を期した。

これらの防蝕ケーブルの規格、試験方法及び試験結果を第12表に示した。

第 12 表 防 蝕 ケ ー ブ ル の 規 格
Table 12. Specifications of Corrosion-Proof Cables

項 目	東 京 電 力		関 西 電 力		試 験 方 法
	規 格 (1)	実 測 値	規 格 (2)	実 測 値	
絶 縁 抵 抗	2 MΩ/km 以 上	123.3 MΩ/km	2 MΩ/km 以 上	192.5 MΩ/km	(1) 全長を常温水中に 2 時間浸漬後の値 (2) 試料を 3% 食塩水中に 24 時間浸漬後の値
絶 縁 耐 力	A.C. 1,000V 1 分 間	良 好	A.C. 3,010V 1 分 間	良 好	(1) 全長常温水中に浸漬直後の値 (2) 全長を常温水中に浸漬 1 分後の値
屈 曲 浸 液 試 験	0.5% H ₂ SO ₄ 1MΩ/m 以上 0.5% NaOH 1MΩ/m 以上	570,000 MΩ/m 535,000 MΩ/m	0.5% H ₂ SO ₄ 0.1MΩ/m 以 上 0.5% NaOH 0.1MΩ/m 以 上	150,000 MΩ/m 80,000 MΩ/m	(1)(2) 5~10°C に 1 時間保ち 20 倍の屈曲を 2 回行った後 40°C の 0.5% H ₂ SO ₄ 水溶液及び 40°C NaOH 水溶液に 2 時間浸漬後の値
摩 擦 試 験	裂傷剥離せず 0.1MΩ/m 以 上	良 好 176,500 MΩ/m	裂傷剥離せず 0.1MΩ/m 以 上	良 好 3,300MΩ/m	(1)(2) 0.6~0.8 摩擦係数のコンクリート平板上に自重の 24 倍の荷重を加え 20 m/分の速度で約 8m 移動する。これを常温水中 2 時間浸漬後の値
温 度 試 験	-10°C 1 時間、60°C 1 時間 著しく軟化又は亀裂を生じない	良 好			-10°C に 1 時間保ち亀裂を生じない。 (1)(2) 更に常温後これを 60°C に加熱しても著しく軟化しない
密 着 試 験			平均剥離速度 10cm/5分 以 下	剥離せず	(1)(2) 巾 2cm の短冊形切傷を入れ 2kg の錘を吊して平均剥離速度を測定する

上記の試験結果は両者とも規格に対して優れた値となっている。更に関西電力へ納入のものは長期浸液試験を行った。その結果は第11図に示している。図に明かなように約 70 日間の浸漬結果ではその低下は極めて少ない。また紙綿帯の軽防蝕に比較すると約 1 万倍以上の値を示している。ゴム、ネオプレン系統の防蝕層は製作途中に於て加硫工程があるのが普通であり、加熱を受けるので特に電力ケーブルの場合は製品そのものゝ電気的特性の性能低下が懸念される場所であるが、今回製作した東京電力納入の防蝕層付電力ケーブルについてその防蝕層の加硫前後の絶縁抵抗及び誘電体力率について測定した



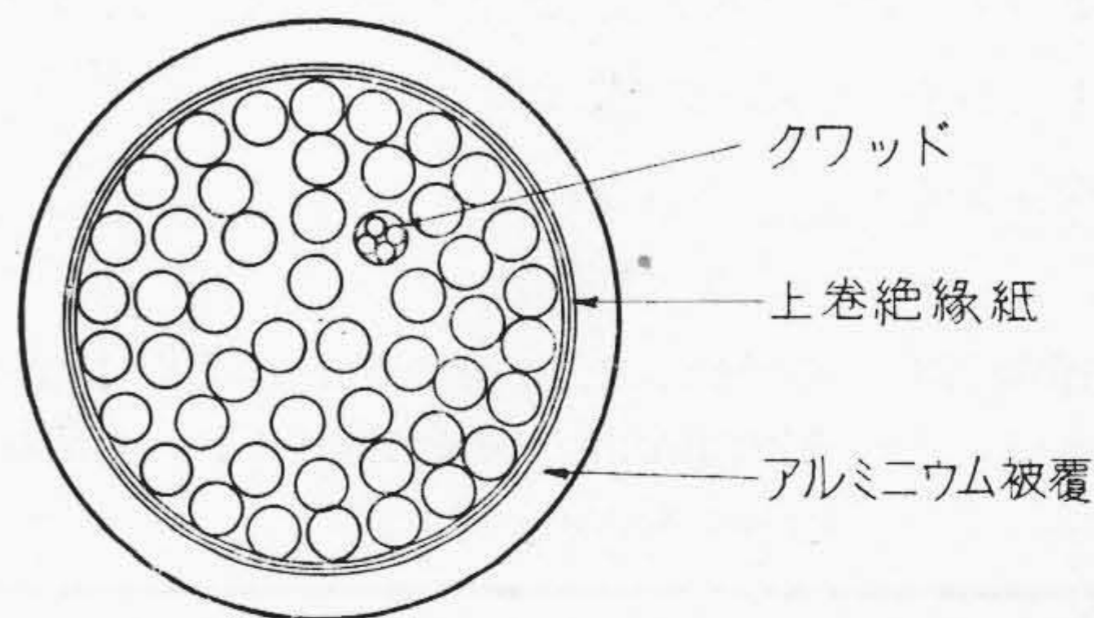
第 11 図 1.2×28P 市外鉛被ネオプレン防蝕ケーブル
屈曲後の長期浸液による絶縁抵抗の変化
Fig. 11. Insulation Resistance of 1.2 mm×28 P
Corrosion-Proof Toll Cable which is
Bended in 0.5% Caustic Soda Solution

結果第13表に示す通り全くその性能に差はなく劣化が認められない。

アルミシースケーブル Aluminium Sheathed City Cables

ケーブルのシースとして従来鉛が使用されてきているが、最近これをアルミに置き換えた所謂アルミシースケーブルが各方面で取り上げられるようになってきた。

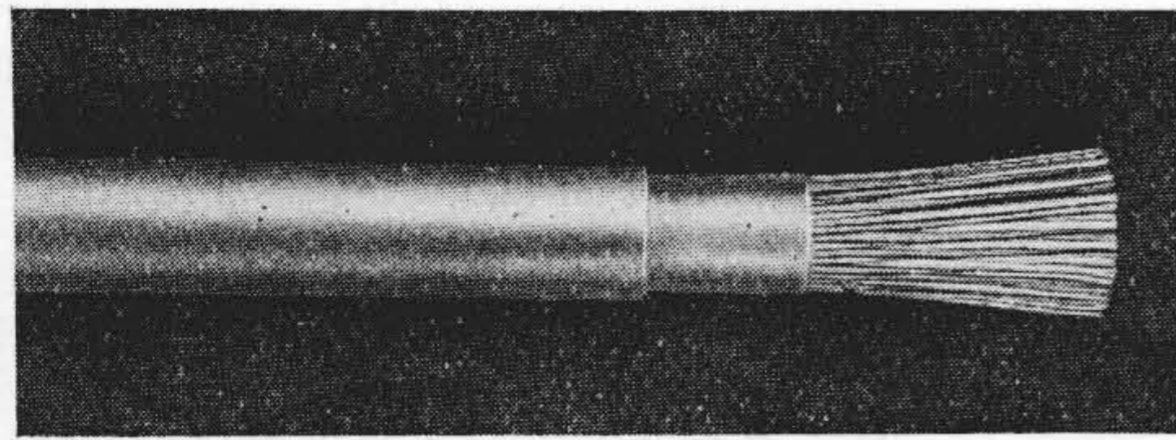
工業的に成り立つと考えられるアルミシースケーブルの製造法にはこれを大別して次の二つをあげることが出来る。



第 12 図 市内星アルミシースケーブル断面図
Fig. 12. Sectional Diagram of Aluminium
Sheathed City Cable (Star Quad)

第 13 表 3,300 V 3c×150 mm² 防蝕層付加硫前後の性能
 Table 13. Effect of Curing on Electrical Characteristics of 3,300 V
 3 C×150 mm² Corrosion-Proof Power Cable

色 別	絶縁抵抗 (MΩ/km at 20°C)		誘 電 体 力 率 (%)					
	加 硫 前	加 硫 後	加 硫 前			加 硫 後		
			1.9 kV	3.8 kV	4.75 kV	1.9 kV	3.8 kV	4.75 kV
青	140	154	0.382	0.448	0.465	0.576	0.432	0.455
赤	135	142	0.345	0.392	0.443	0.338	0.417	0.531
白	133	143	0.338	0.379	0.413	0.351	0.414	0.471



第 13 図 0.5 mm 100 対市内星アルミシースケーブル
 Fig. 13. 0.5 mm 100 Pairs Aluminium Sheathed City Cable (Star Quad)

1. アルミを被鉛と同じようにケーブル心上に直接被覆する方法 (主として独乙で研究されている)。
2. 長尺のアルミパイプを予め作っておき、このアルミパイプにケーブル心を挿入しさらにダイスによつて所定の外径に絞る方法 (英国ジョンソン・アンド・フィリップ社が採用している)。

日立製作所に於て今回製作したアルミシースケーブルは後者の方法によつたものでその構造は第13図、寸法は第14表に示すとおりである。

なお今回のアルミシースケーブルの諸性能については、別の機会に詳しく述べる予定であるが、従来の鉛被ケーブルに比較して、一般的な特長として次のようなことを挙げる事が出来る。

- (1) 軽量である為運搬、布設などの取扱いが容易である。
- (2) 機械的強度、特に耐振性、耐張性が優れている。
- (3) 架空ケーブルとして耐蝕性が良好である。
- (4) 誘導遮蔽効果が大である。

第 14 表 0.5 mm 100 対市内星アルミシースケーブル構造表

Table 14. Construction of 0.5 mm 100 Pairs Aluminium Sheathed City Cable (Star Quad)

アルミシース寸法	厚さ (mm)	外径 (mm)
	1.2	17.5

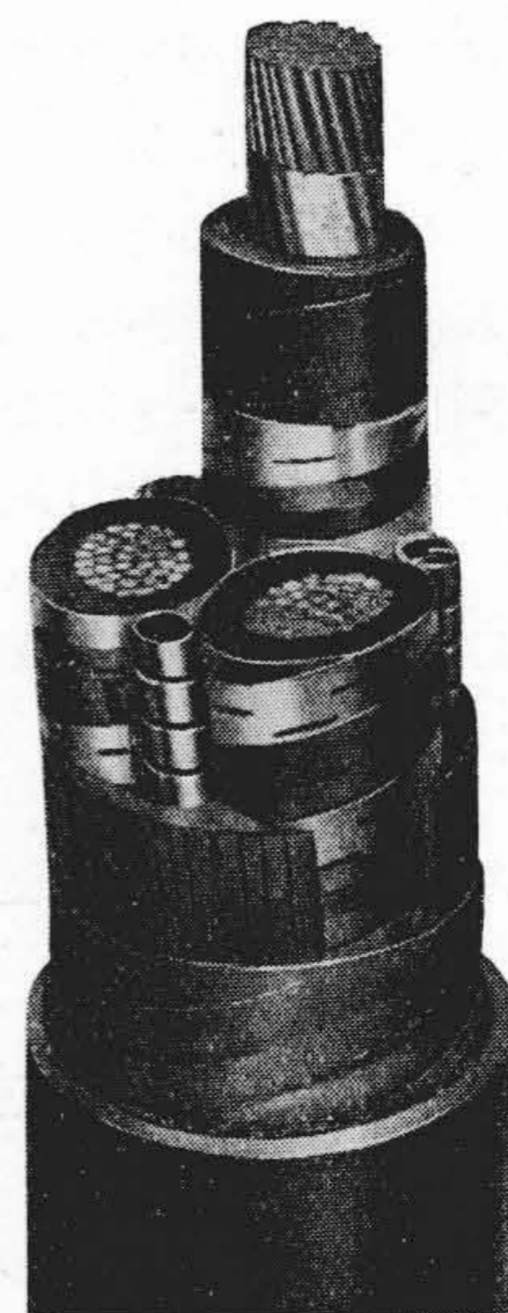
低ガス圧ケーブル Low Pressure Gas Filled Cables

かねてより製作を進めていた低ガス圧ケーブルの試作品がこの程完成した。

このケーブルは静電遮蔽された線心の捻合せ間隙にガス通路を設け 0.7 乃至 1.2 気圧の中性ガス (窒素ガスが一般に使われている) を封入したもので、ガス圧によりケーブル絶縁物に発生せる気泡の膨脹を防止し、更にガス圧の変動を監視することによつて、ケーブルの鉛被の外傷を早時に発見出来る電氣的に信頼度の高いケーブルである。

日立製作所がこの度試作した低ガス圧ケーブルを第14図に示す。

試作ケーブルに対しては引続き各種の性能を測定しており他の機会に発表する考えである。



第 14 図 22,000 V 3×150 mm² 低ガス圧ケーブル
 Fig. 14. 22,000 V 3×150 mm² Low Pressure Gas Filled Cable

巻線及び絶縁電線
Magnet Wires and Insulated Wires

特殊マグネットワイヤ
Special Magnet Wires

珪素樹脂のマグネットワイヤへの応用は専らガラス巻線に重点がおかれていることは、米国のみならず本邦に於ても同様である。しかし皮膜が導体に強固に接着して機械的特性にも優れた珪素樹脂エナメル線を作ることが出来れば、それは占積率がよくて耐熱性の高いことと相俟つて利用価値の高いマグネットワイヤとなる。問題はどのような珪素樹脂ワニスがどんな導体表面条件のときに強固でかつ均一な皮膜を構成することが出来るかという点にある。

日立製作所に於てはこの方面の基礎研究を行つており、一応この珪素樹脂エナメル線を製作し現在電気機器の応用面の検討を待つ段階になつていたので 27 年度の業績の一部としてここに紹介することとする。

珪素樹脂ジメット線

ジメット線は周知のように電球並びに小型真空管用導入線として広く使用されている。このジメット線は導体表面が亜酸化銅であるので珪素樹脂の導体への接着が良くなり製造が割合に容易である。そこで米国製 DC 996 を 0.26 mm 径のものに塗布焼付(皮膜厚 0.026 mm)した一例を第15表に示す。

即ち上記結果から判るよう一応油性エナメル線のようなピンホールのないものを製作することが出来たが、屈曲性、伸張性が著しく劣り、絶縁耐力は約 1/4 に過ぎなく、耐溶剤、耐油、耐薬品性もやゝ劣つてゐる。但し常温時の耐摩耗性は同程度といえる。従つてホルマ



第 15 図 珪素樹脂ジメット線(向つて左)
珪素樹脂エナメル線(向つて右)
Fig. 15. Silicon Resin Insulated Dumet Wire (Left) Silicon Resin Insulated Copper Wire (Right)

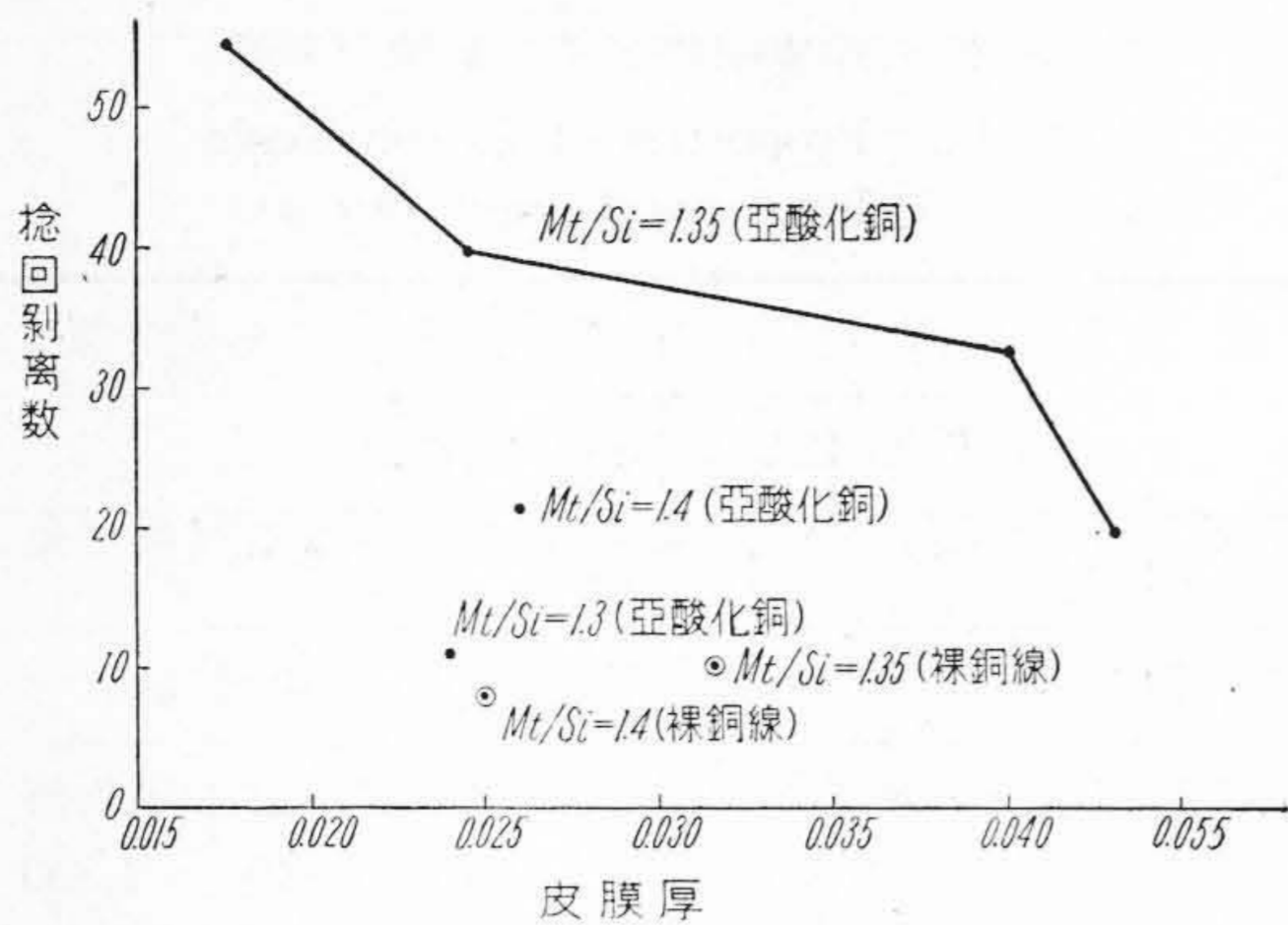
第 15 表 珪素樹脂ジメット線の性能
Table 15. Properties of Silicon Resin Insulated Dumet Wires

試験項目		試験結果		
1	ピンホール数(12V)	5 m にて零		
2	屈曲性	導体径の 2~8 倍屈曲で亀裂		
3	伸張性	5% 伸張にて亀裂		
4	絶縁耐力(撚合法) 常温(V) 150°C 6 hr 後	最高値	最小値	平均値
		1,580	1,140	1,350
5	耐摩耗性(回転式) 荷重 95 gr 常温(回数) 150°C 6 hr 後	217	138	165
		75	51	61
6	耐溶剤性 メタノール エタノール ベンゼン ガソリン アセトン ベンゼン 50+ エタノール 50	布	爪	
		1~5 hr	1~5 hr	大部分剥離
		僅に剥離	24 hr	完全剥離
		24 hr	大部分剥離	完全剥離
		大部分剥離	1~5 hr	大部分剥離
		1~5 hr	24 hr	完全剥離
24 hr	大部分剥離	完全剥離		
1~24 hr	1 hr	完全剥離		
大部分剥離	1~24 hr	大部分剥離		
1~24 hr	1~5 hr	大部分剥離		
僅に剥離	24 hr	大部分剥離		
1~5 hr	1~5 hr	完全剥離		
大部分剥離	24 hr	完全剥離		
24 hr	1 hr	完全剥離		
完全剥離	24 hr	完全剥離		
1~5 hr	1 hr	完全剥離		
大部分剥離	24 hr	完全剥離		
24 hr	完全剥離			
7	耐油性 (100°C 変圧器油)	1 hr 僅に剥離	1 hr 大部分剥離	
		3 hr 大部分剥離	3 hr 完全剥離	
8	耐薬品性硫酸 (ρ=1.2) 苛性ソーダ(ρ=1.01)	24 hr 僅に剥離	24 hr 大部分剥離	
		24 hr 僅に剥離	24 hr 大部分剥離	

ール線、ポリアミド線に比べてなお性能が劣り未だ改善しなければならぬ幾多の点がある。

珪素樹脂エナメル線

次に珪素樹脂の種類即ちメチルクロロシラン系のもので Mt/Si を 1.3 1.35 1.4 の 3 段階に変え、導体が 0.5 mm 径の裸銅線の場合と、亜酸化銅を作つた場合の珪素樹脂エナメル線について皮膜が剥離するまでの検回剥離数(掴み間隔 200mm)をこれまでのエナメル線で行つたと同様な方法で測定したところ第16図のような結果となつた。



第 16 図 珪素樹脂エナメル線の捻回剥離数
Fig. 16. Torsion Number of Silicon Enamelled Wires

即ち皮膜厚が大きい程皮膜が剥離し易いが導体表面を亜酸化銅とすることにより、性能は向上し皮膜は油性エナメル線の 1/2 とすることが出来る。また概して Mt/Si の値が大きい程エナメル線用には良いようである。

このように単なる裸銅線では珪素樹脂エナメル線の製造は困難であるが、導体表面を亜酸化銅にすることによって、一応珪素樹脂系のエナメル線を製造することが出来る。

今後更に導体の表面条件と珪素樹脂の組成を十分に吟味検討しなければならない点を残しているにしても、この珪素樹脂エナメル線は本邦に於て日立製作所が初めて製造したものである。

ガラス巻線

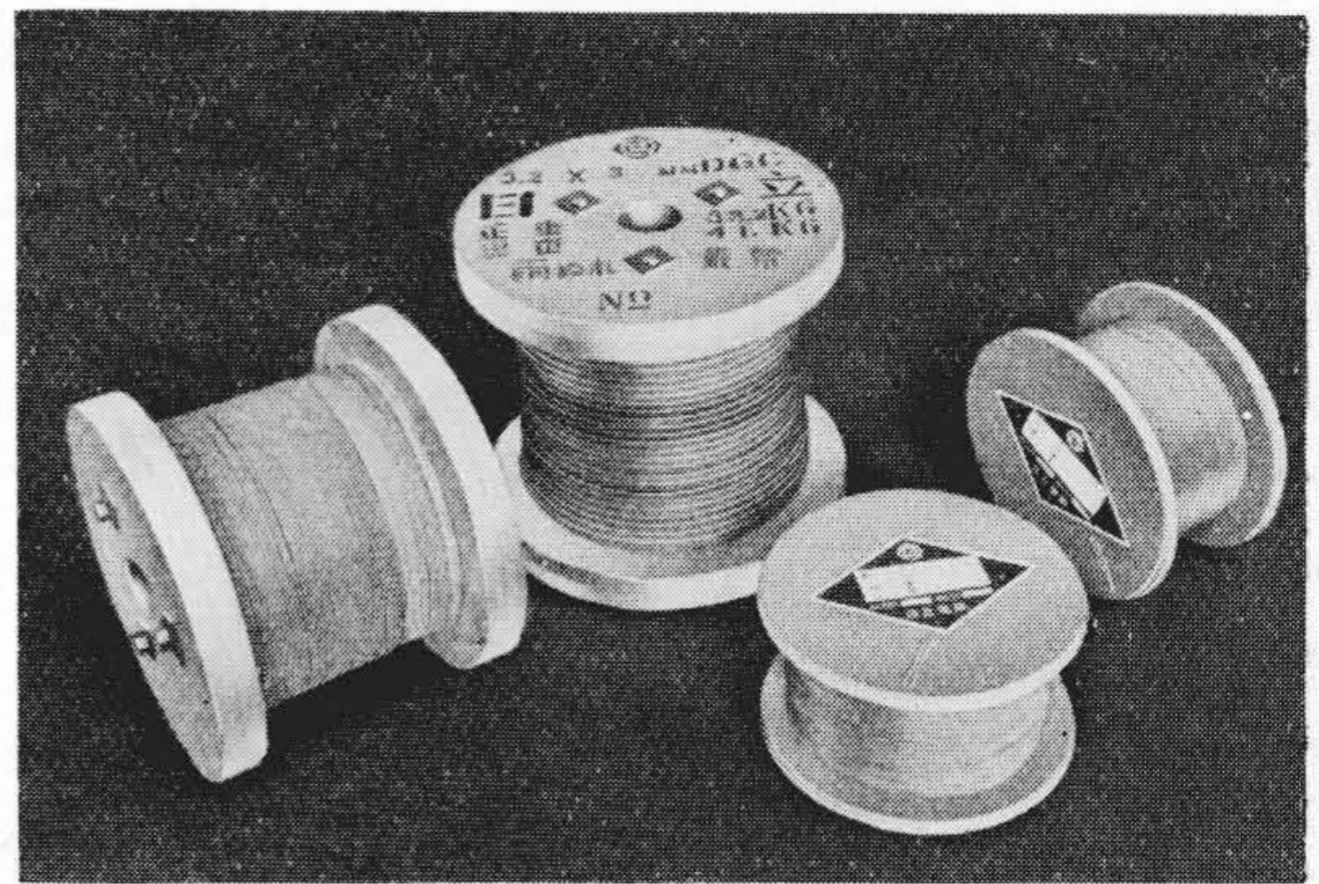
最近電気機器方面からガラス巻線への関心が高まつてその需要は増大する傾向になつてきているので、日立製作所はこの要求に応ずるため社内電機部門ならびに他の紡績会社と緊密な連絡をとつて質の向上を図ると同時にこれが量産化の実現に努めてきたが大體所期の目的に到達することが出来た。

ガラス巻線の性能は塗布焼付するワニスの種類によつて左右されるが、これだけではなくガラス繊維に含まれているアルカリ金属、紡糸の際の潤滑剤の種類や量によつても異なる性能のものとなると共に作業の難易に及ぼす影響も大きい。即ち含有アルカリ金属や潤滑剤の量が多くなれば紡糸作業横巻作業は容易になるが性能が低下するので、これは極力少いことが望ましい。

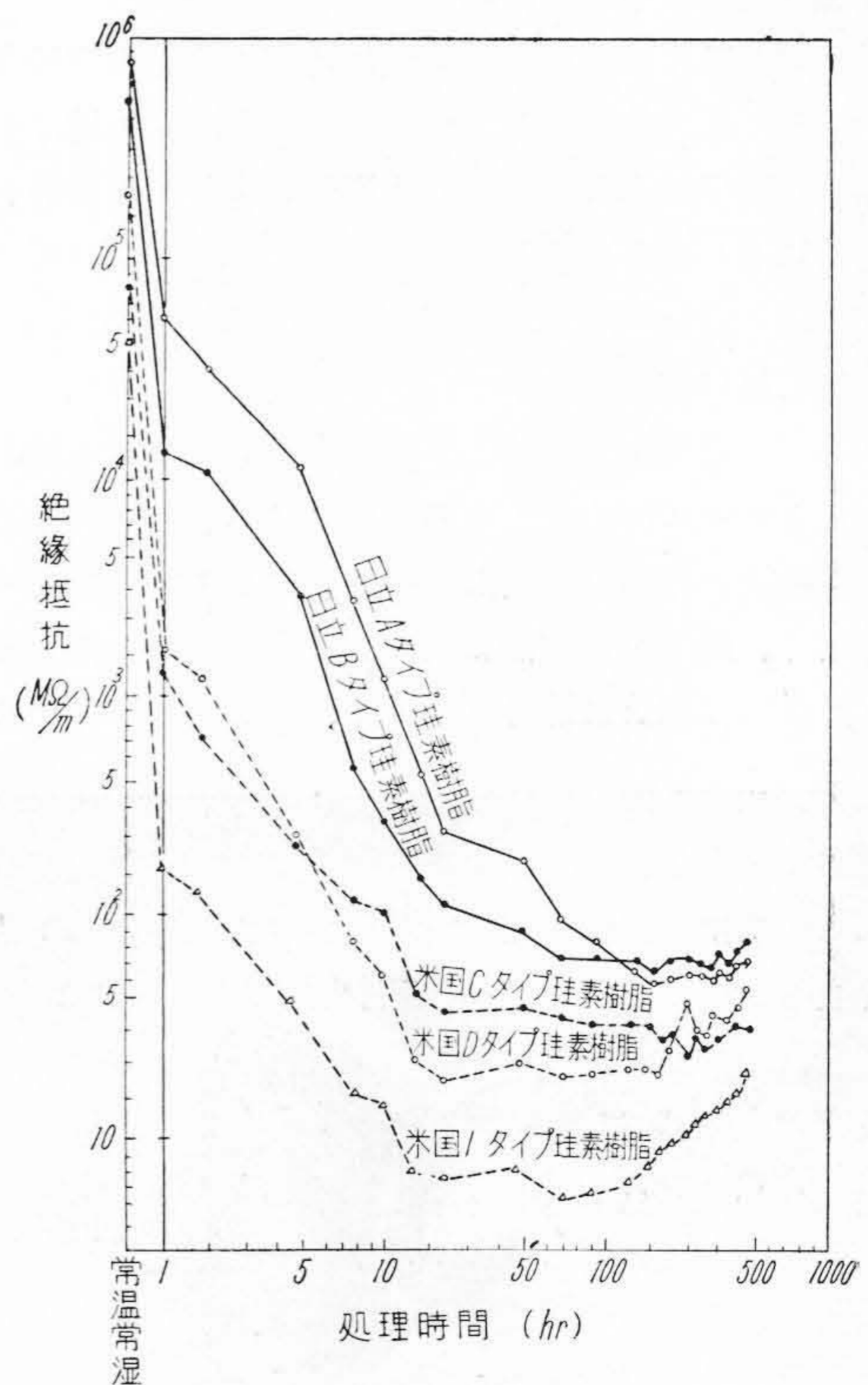
日立製作所は横巻法及び耐熱ワニスの焼付法などの改良によつてアルカリ金属 0.5% 以下の無アルカリ繊維で織度が細く、また潤滑剤を極度に少くして製作されたガラス糸を使用して所望の性能のガラス巻線を製作し、DCC(二重綿巻銅線)と同一被覆厚みで均一性のあるものを数 10t 生産の実績をあげている。またガラス繊維自身

の本質的な性質から、線径が細くなれば横巻作業は難しくなるが 0.4 mm 程度までの細物の製造にも成功している。

しかし、米国のように H 級絶縁として用いるためにはグリプタルワニスではこの目的を果すことは出来ない。



第 17 図 ガラス巻線
Fig. 17. Various Kinds of Glass Covered Wires



第 18 図 高温処理時間と絶縁抵抗 (40°C, RH 90%)

Fig. 18. Relation between Insulation Resistance and Transaction Time in High Moisture (at 40°C RH 90%)

このためには珪素樹脂を用いる必要があり、日立製作所では先きに珪素樹脂製造に関する特許問題を解決して本格的な研究を進めている。即ちエチルクロロシランとメチルクロロシランの加水分解生分の比較、またこれらの二塩化物と三塩化物との割合の効果及び Mt/Si の比の変化が性能に及ぼす影響などについて検討を加えるとともに、これらの検討を加えたガラス巻線を高温 (220°C) 高湿 (RH 90%) 下の電氣的、機械的性能を吟味した結果、ほぼ珪素樹脂ガラス巻線としての結論を得られ、その一部については電気学会誌及び日立評論に発表している。

ここに日立研究所製の珪素樹脂と米国製の珪素樹脂を 0.9 mm の二重ガラス巻線に塗布焼付したものの特性の一部を比較した。(第 18 図及び第 19 図参照) 図より明かなように日立製のは米国製のものに比べて決して遜色がない。

このように吟味された絶縁材料を使用したガラス巻線は尖頭負荷のかゝる電車用電動機、高温高湿下で使用される坑内、船舶用電気機器、乾式変圧器または化学工業方面の電気機器などに使用されてその有利性を発揮している。

口 出 線 Lead Wires

ネオプレンシースコ出線

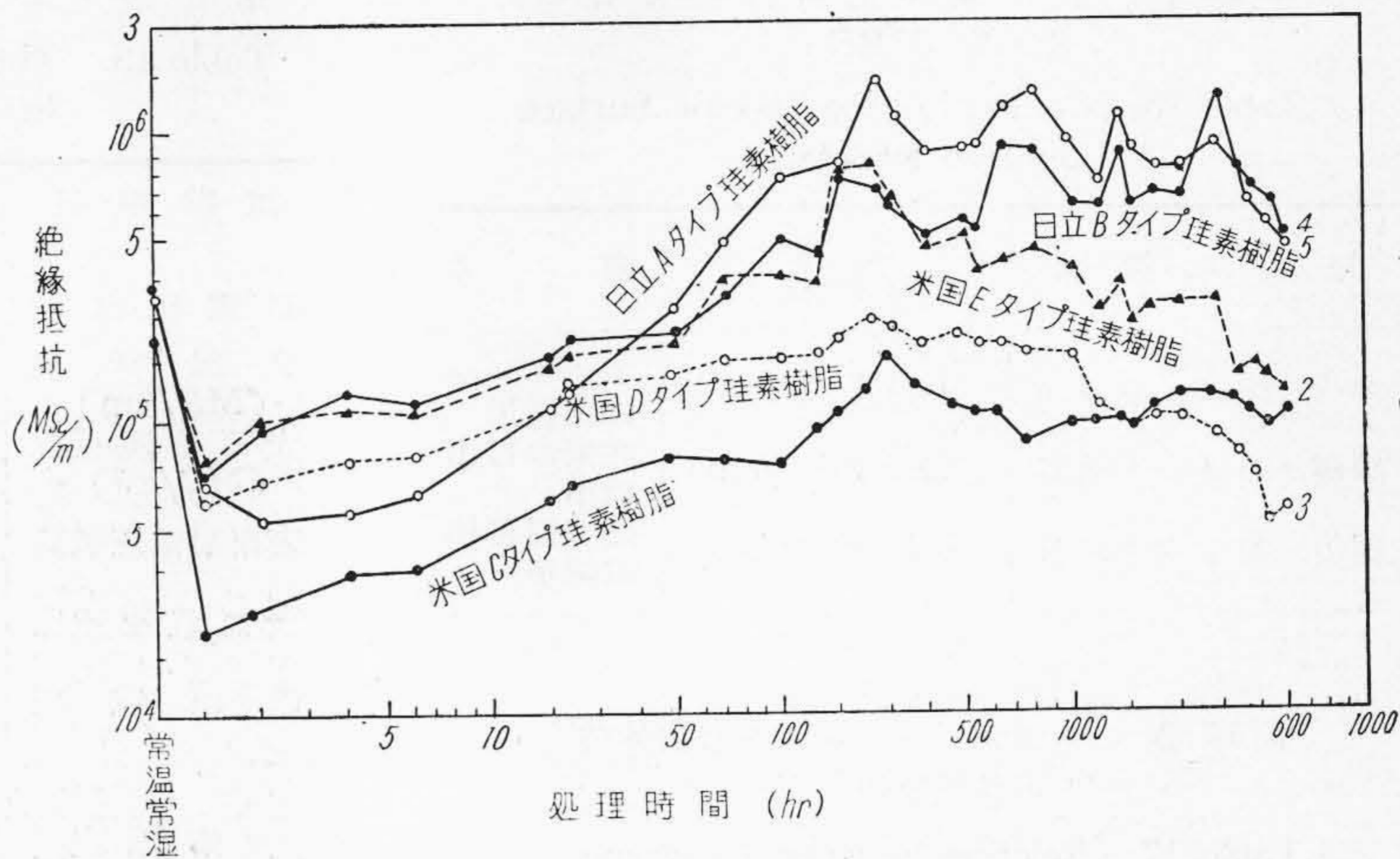
この口出線は第 21 図に示すように絶縁ゴムの保護被覆として、耐候性並びに耐老化性に優れたクロロプレン系合成ゴム (ネオプレン) を用いた新しい口出線で、従前からこの電線で問題となっていた表面漏洩並びに耐熱耐老化性を大巾に改善した所謂新機軸を劃した電線である。

従来の電気機器口出線は絶縁ゴムの外装として綿糸編組の上に防水絶縁性塗料を施したものが採用されていたが、このような外装は機械的特性及び耐熱、耐油性に十分でなく、更に口出線のように高い表面漏洩抵抗が要求されるものでは電氣的諸特性とその信頼度に欠ける点が多かった。

ネオプレン口出線はこれらの諸欠点を効果的に改善したもので従来の口出線に比べてつぎのような優れた特長をもっている。

(1) 表面漏洩抵抗 (表面耐電圧) が大きい。

一般に電線の表面漏洩抵抗は最外層にある物質の表面漏洩固有抵抗と表面の平滑度とか清浄度などによつて決まるものであるが、ネオプレンシースコは第 16 表乃至第 17 表に示すように従来の編組の上に塗料を施したものに勝り、また従来の塗料のように剥れるとか亀裂を生ずるなどということがないので、表面漏洩抵抗が大きくなお長期に亘つて使用しても変ることがない。

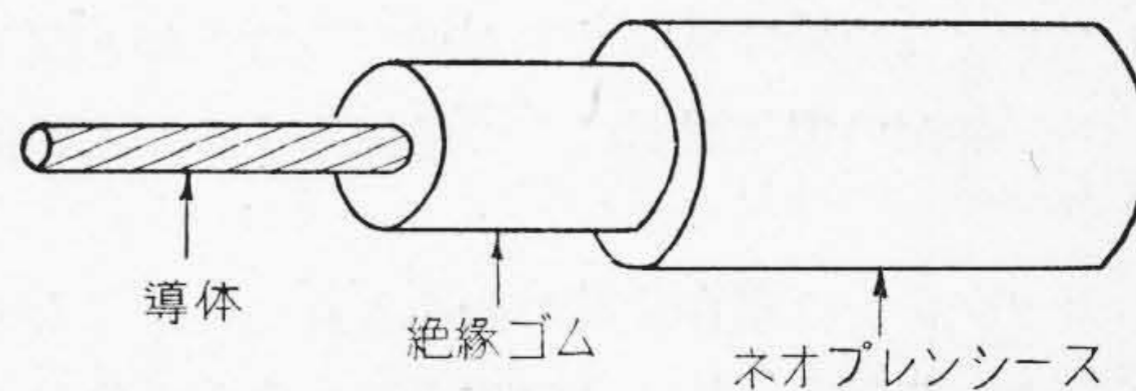


第 19 図 高温 (220°C) 処理時間と絶縁抵抗

Fig. 19. Relation between Insulation Resistance and Transaction Time in High Temperature (at 220°C)



第 20 図 ネオプレンシースコ出線
Eig. 20. Neoprene Sheathed Rubber Insulated Dynamo Lead Wire



第 21 図 ネオプレン口出線の構造
Fig. 21. Constructions of Neoprene Sheathed Rubber Insulated Dynamo Lead Wire

第 16 表 表面漏洩固有抵抗の比較
(於湿度 50 RH)

Table 16. Comparison of Specific Surface Leakage Resistance

外装の種類	表面漏洩固有抵抗 (ρ)	備考
ネオプレンシース	$9 \times 10^5 \Omega/\text{cm}$	ネオプレン口出線用
編組+ペイント塗料	$2.8 \times 10^4 \Omega/\text{cm}$	従来の口出線用
編組+ワックス塗料	$1.5 \times 10^5 \Omega/\text{cm}$	配線用可撓電線用

第 17 表 ネオプレンシースと編組外装との特性比較

Table 17. Relation between Neoprene Sheathed Wire and Cotton Covered Braided Wire

外装の種類	撥水性	平滑度	清浄度
ネオプレンシース	撥水性に富む	表面が平滑にして長期に亘り変ることがない	汚れ難い汚れても簡単にきれいになる
編組+塗料	塗料は撥水性に富むが編組+塗料のときはムラが多く信頼度が劣る	塗料が厚ければ平滑であるが比較的剥れ易くケバ立易く信頼度が劣る	汚れ易い、更に表面に凸凹が生じ易いので汚れがとれ難い

(2) 耐老化性に優れている。

ネオプレンは初期の機械的強度は天然ゴム (60%) 混和物に劣るけれども老化が少ないので信頼度が高い。

(3) 耐熱耐油性に優れている。

ネオプレンは $80^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の高温に耐えることが出来なお油に対する劣化も少ないので電気機器の乾燥処理その他に於ても何等问题がない。

(4) 端末処理が簡単である。

従来の口出線では表面漏洩の点から端末処理に段剥きを行わなければならないがネオプレン口出線はその必要がないので端末処理が簡単である。

(5) 外径寸法は従来の口出線と同じである。

ネオプレン口出線は外径寸法が従来の口出線と同じであるから、従来の電気機器にその儘使用することが出来る。

なおネオプレンは現在我国で製造されていなくともであるが、日立製作所に於ては常時十分な量を準備しており各方面からの大量の需要に応じられるように態勢を整えている。

第 18 表 珪素ゴム口出線試験結果

Table 18. The Test Results of Silicon Rubber Insulated Lead Wire (600 V, 2.0 mm^2)

試験項目	試験結果	摘要
耐電圧試験	A.C. 1,500 V/1 min, 良	浸水 1 時間後
絶縁抵抗 ($M\Omega/\text{km}$)	85	浸水 12 時間後
表面漏洩抵抗 ($M\Omega/\text{in}^2$)	45	湿度 95%, 16 時間後
表面耐電圧試験	A.C. 1,500 V/5 min, 良	50 mm 間隔
表面破壊電圧	29.5 kV	50 mm 間隔
破壊電圧	18 kV	

第 19 表 200°C , 熱老化試験結果

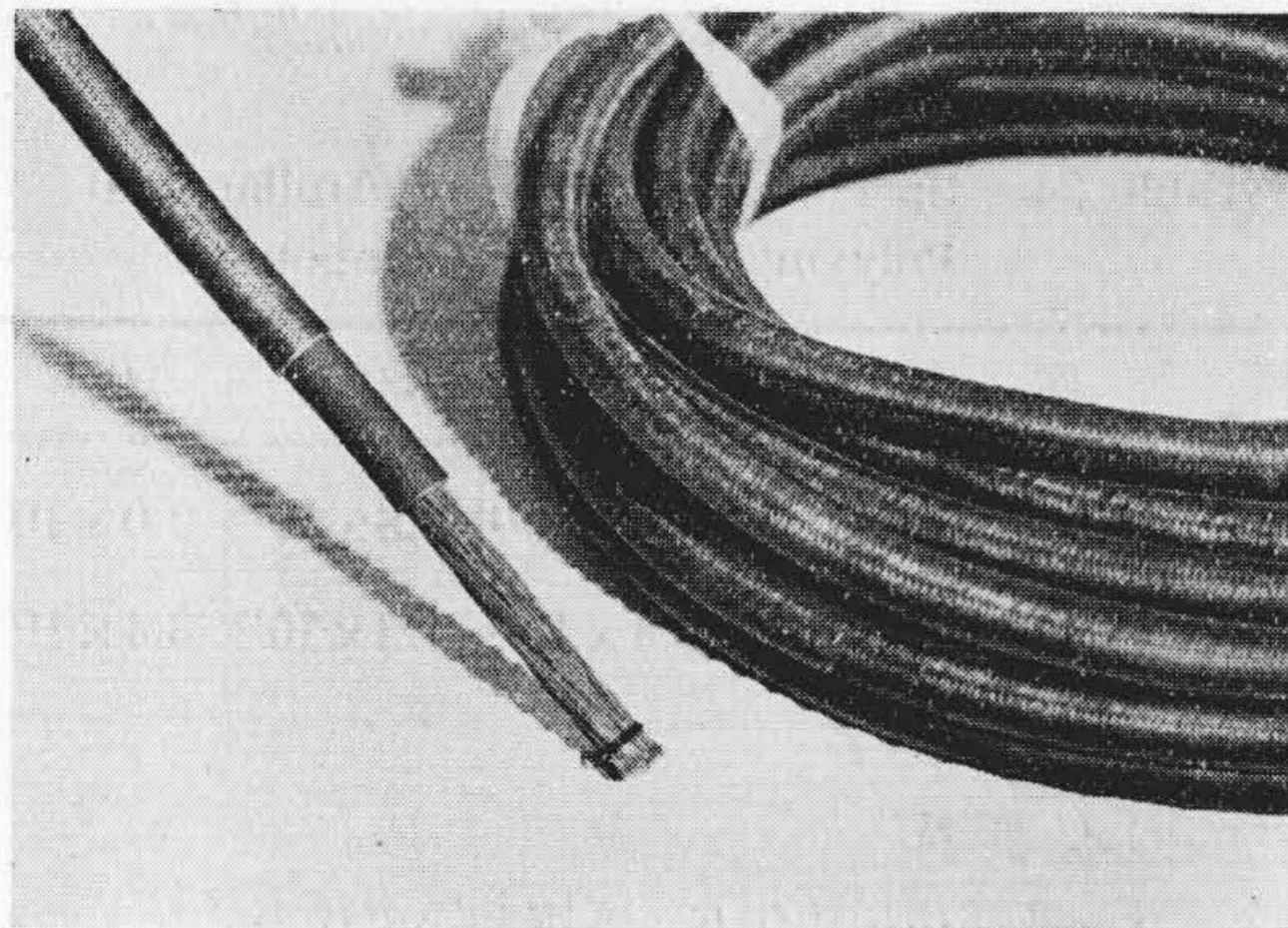
Table 19. The Results of the Heat-Ageing Test at 200°C

試験条件	抗張力		伸	
	(kg/mm^2)	変化率 (%)	(%)	変化率 (%)
老化前	0.304		70	
200°C , 5 日後 (編組付)	0.301	-1.0	60	-14.3
200°C , 5 日後 (裸)	0.310	+2.0	60	-14.3

珪素ゴム口出線 Silicon Rubber Insulated Lead Wires

珪素ゴムは $-60^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ の極めて広い温度範囲で使用に堪える驚くべき耐熱、耐寒材料である。珪素樹脂が発明されたため米国では電気機器用絶縁材料の規格が追加され、無機材料と珪素樹脂を組合せて使用する所謂 H 級絶縁体 (最高使用温度 175°C) の規格が制定されているが、H 級絶縁を施した電気機器のゴム部分には珪素ゴムを使用する必要がある。つぎに有機珪素化合物の特長として、温度による特性の変化が極めて小であり、例えば $-60^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ の間で硬度の変化は 25% 以内であり、 -70°C 迄は可撓性を失わない。このように使用温度範囲の広い材料は珪素ゴムの出現以前には想像もできなかったところである。加えて電気的特性もすぐれ、耐湿性、耐油性耐化学薬品性も著しく大きい。たゞ抗張力、伸、引裂強度等の機械的性質が低いため、今回製作した口出線は珪素ゴム絶縁の上にガラス編組を施し珪素樹脂ワニスで処理して補強してある、600 V, 2.0 mm^2 の口出線についての試験結果を第 18 表に掲げた。

この珪素ゴム口出線は特に高湿度下の表面漏洩試験に対して優れた結果を示している。



第 22 図 珪素ゴム口出線
Fig. 22. Silicon Rubber Insulated Lead Wires

つぎに珪素ゴム絶縁層にガラス編組を施したものと裸のままのものについて 200°C、5 日間の熱老化試験を行った結果を第 19 表に示した。

耐燃試験を行うと、十分燃焼させても延焼せず、更に燃焼によつて炭化が起らずシリカの被覆が残るため絶縁が破壊されない特長がある。老化試験後に試料を自己径の 3 倍の径に巻いて屈曲試験を行い、更に浸水して破壊試験を行つても著しい低下は認められない。

上記の口出線は電車用電動機を目的としたものであるが、珪素ゴムの特性を考慮するとその応用範囲は極めて大であろう。

合成樹脂応用の絶縁電線類 Electric Wires Insulated with Thermoplastics

アミラン被覆電線 Amilan Sheathed Wires

最近米国で野外の電話通信に用いている WD-1/TT 軍用線は導体上をポリエチレンで絶縁被覆し、その上をナイロンで保護被覆したものを使用している。これはナイロンの優れた機械的特性を利用して野外における乱暴な取扱いに耐えられるようにしたものである。

一般に酸アミド結合 (-CO, NH-) をもつ巨大な分子をポリアミドと呼び、この中には次のものがある。即ち米国 Du Pont 社がナイロン (これは専らポリヘキサメチレンアデパミドである) という商品名で市販しているものと、東洋レーヨンがアミラン (これはポリカプラミドである) の商品名で市販しているものとである。このナイロンとアミランとの性質上の異なる点は溶融点が違う以外は大きい差異はない。

第 20 表 アミラン被覆電線の構造
Table 20. Constructions of Amilan Sheathed Wires

構造	心線径(mm)	被覆厚(mm)	仕上径(mm)
寸法	0.8	0.35	1.5

第 21 表 抗張力及び伸び試験結果
Table 21. Results of Tensile Strength and Elongation Measurements

項目	材 料		
	アミラン	塩化ビニル	ポリエチレン
抗張力(kg/mm ²)	5.67	2.50	1.40
伸 び (%)	329	308	576

ナイロンおよびアミランは他の熱可塑性高分子物質に比べて、従来の樹脂よりもはるかに高くするどい融点をもっており、融点以上で急に油状となる。即ちそれぞれの融点はアミランでは 215°C、ナイロン (#10001) では 256°C である。

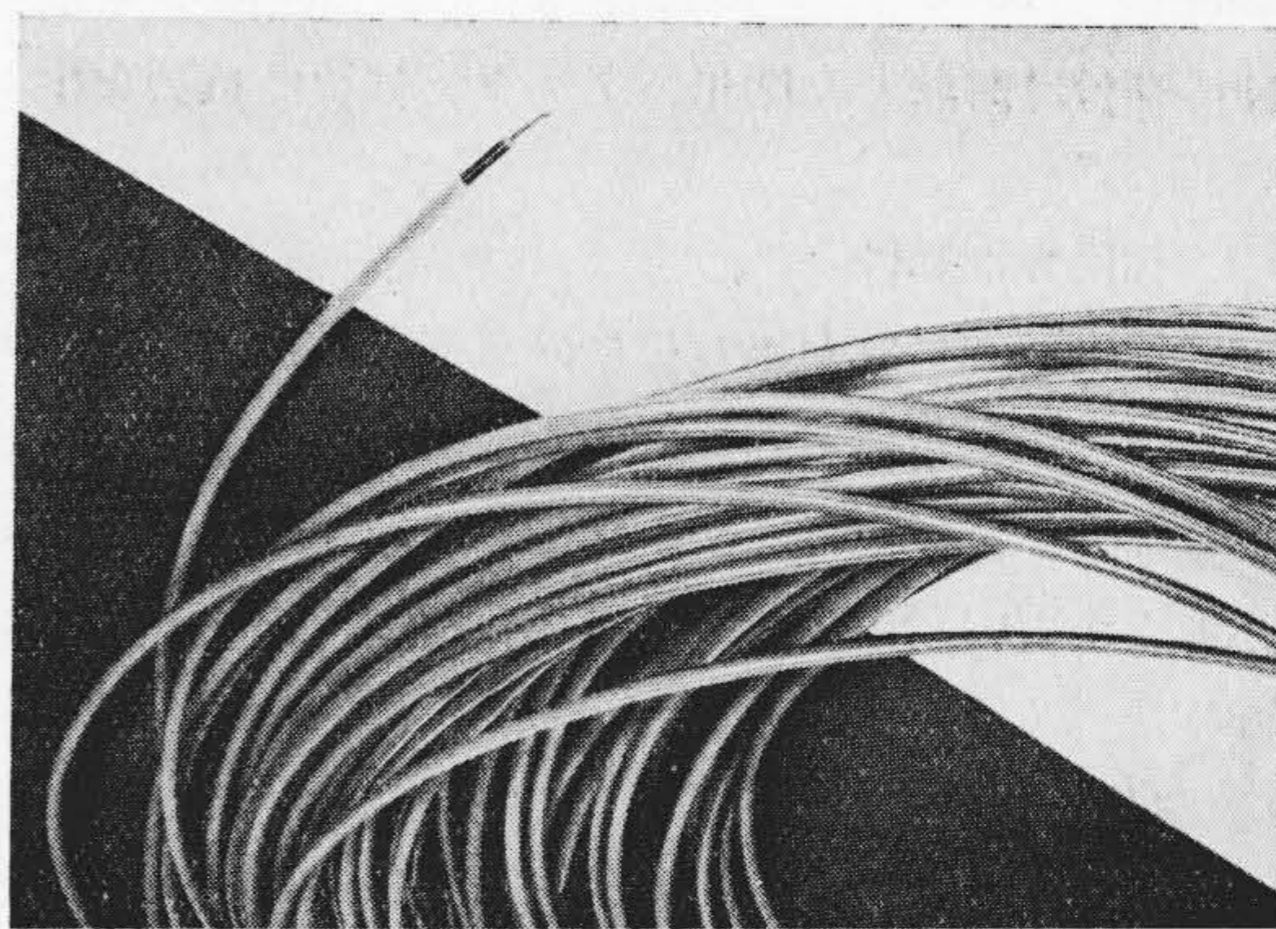
日立製作所に於てはその押出加工法について研究を重ねてナイロン及びアミラン被覆電線を製造している。つぎに当社製のアミラン被覆電線を第 20 表に示すものに例をとつてその性能を述べることにする。

(1) 抗張力及び伸び

室温 20°C、相対湿度 53% に於ける抗張力及び伸びの試験結果は第 21 表の通りである。なお参考までにポリエチレン・塩化ビニル線についても測定を行つて比較検討した。

(2) 衝撃特性

アミラン被覆の耐衝撃の強さをみるためにアミラン被覆電線の上に 220 g の衝撃棒を高さ 50 mm のところか



第 23 図 アミラン被覆電線
Fig. 23. Amilan Sheathed Wire

第 22 表 耐 磨 耗 試 験 結 果
Table 22. Results of Abrasion Resistance Test

材 料	アミラン	塩 化 ビニル	ポ リ エ チ レ ン
回 転 (0.1 mm 対し)	109	7.0	25.6

第 23 表 加 熱 変 形 試 験 結 果
Table 23. Results of Thermal Deformation Tests

試 験 温 度 (°C)		107	120	150
ア ミ ラ ン	負荷前厚さ (mm)	0.36	0.35	0.35
	負荷後厚さ (mm)	0.36	0.35	0.35
	減 少 率 (%)	0	0	0
塩 化 ビニル	負荷前厚さ (mm)	0.383	0.36	0.36
	負荷後厚さ (mm)	0.344	0.29	0.13
	減 少 率 (%)	10.2	19.4	64
ポ リ エ チ レ ン	負荷前厚さ (mm)	0.41	溶融する	溶融する
	負荷後厚さ (mm)	0.40		
	減 少 率 (%)	2.4		

ら落下させてこの電線被覆が破れるまでの回数を測定した結果、塩化ビニルを 1 とするとアミランはその 3.05 倍の耐衝撃力をもっている。

(3) 耐 磨 耗 特 性

被覆線について回転式耐摩耗試験器と 60 メッシュのサンドペーパーを併用して耐摩耗値を回転数で求めた。その結果は 第 22 表 の通りである。但し磨耗部の回転は 53r.p.m. 荷重は 928 g を使用した。試験の結果ビニルの耐摩耗性を 1 とすると、ポリエチレンが 3.6 アミランは 15.6 となり、アミラン被覆が機械的に高性能をもっていることが明かである。

(4) 耐 寒 特 性

製品を -30°C に 1 時間保持した後自己径の 6 倍の丸棒に巻付け試験した結果、アミラン被覆に亀裂を生じない。

(5) 加 熱 変 形 特 性

恒温槽中に取付けた平行板型熱変形試験機で荷重 500 g で実験した結果は 第 23 表 の通りである。但し予熱時間 30 分、試験時間 30 分である。同表に明かなようにアミラン被覆電線の加熱変形特性は塩化ビニル、ポリエチレン線に比べてはるかに優れている。

(6) 耐 老 化 特 性

耐老化性も優れており 80°C 457 hrs で抗張力は 6.25 kg/mm^2 で 16% 減、伸びは 425% で 1% 減の程度である。

第 24 表 アミラン及び塩化ビニル混和物の固有抵抗 ($\Omega\text{-cm}$)

Table 24. Specific Resistance of Amilan and Polyvinyl Chloride Compounds

温 度	30°C	40°C	50°C	60°C
アミラン	1.0×10^{13}	8.9×10^{11}	8.8×10^{10}	2.0×10^{10}
塩化ビニル 混和物	9.8×10^{13}	9.4×10^{12}	1.3×10^{12}	3.4×10^{11}

(7) 固 有 抵 抗

アミラン及び現用塩化ビニル混和物の代表的なものについて、水銀電極を使用し D.C. 100 V を加え直偏法で 1 分間充電後測定した値は 第 24 表 に示す通りであつて、アミランの固有抵抗は塩化ビニル混和物に比較してやゝおとる。

以上を総括して、アミラン電線は耐摩耗性が非常に優れていること、耐衝撃及び加熱変形特性が塩化ビニル、ポリエチレンに比してはるかに優れている点が特長であるのでアミランの使用法は内部にポリエチレン或は塩化ビニルを使用して、その外層にシース用として被覆し機械的性質の優れている点を利用するのが最も望ましい方法である。野外通信用或は一時配線用として乱暴な取扱いをするものに最も適当な電線である。

野 外 通 信 線 Field Wire

野外通信線は戦時中我国でも九二式小被覆線の名称で野戦に於ける通信線として多量に使用されたが、終戦と共に需要がなく生産が杜絶えていた。最近保安隊の誕生によつて再びこの種の通信線の需要がおこり生産されるようになったが、現在この通信線は米軍規格によつて製作されるようになった。

この種の野外通信線は野戦通信に使用されるものなの



第 25 図 JW-130 C 野 外 通 信 線
Fig. 24. Type JW-130 C Field Wires

第 25 表 各種野外通信線
Table 25. Kinds of Field Wires

名 称	絶 縁 体	保 護 被 覆
JW-130	ゴム クロロプレーン	—
JWD-3/TT	ゴム クロロプレーン	JW-130 を 2 ケ撚 した後綿糸編組耐 候性塗料引き
JW-130A	合成樹脂	—
JW-130C	ポリエチレン	—
JWD-1()/TT	ポリエチレン	ナイロン
JW-110B	ゴム	綿糸編組耐候性 塗料引き
JW-143	ゴム (ゴム上にカ ーボンペー パー、金属 化成紙巻き)	綿糸編組耐候性 塗料引き

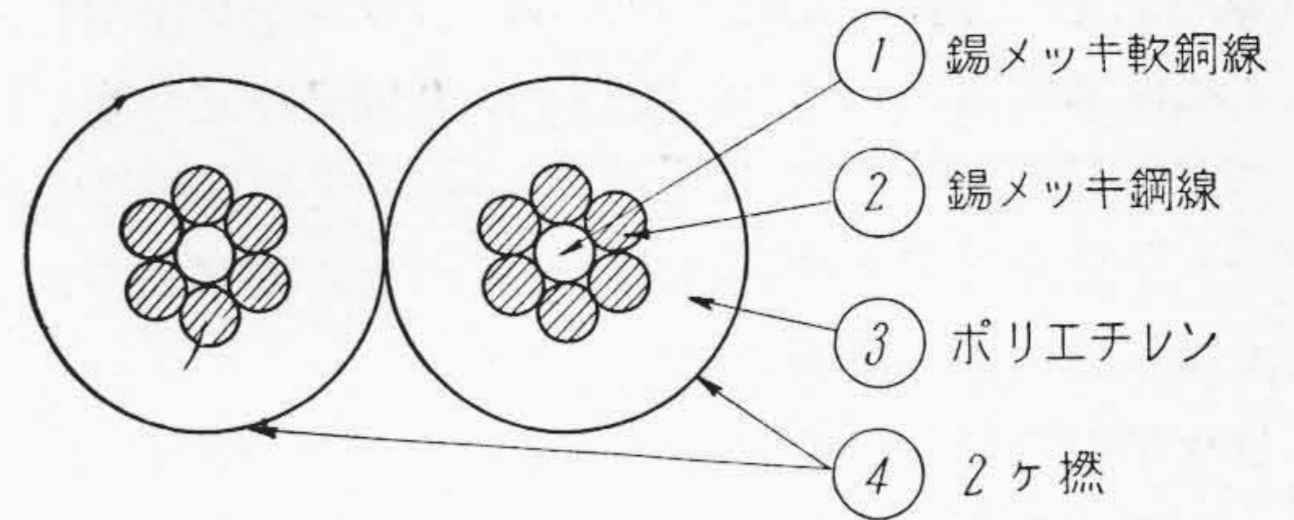
第 26 表 野外通信線 JW-130C の構造寸法
Table 26. Dimensions of Field Wire (JW-130-C)

項 目	規 格 値	測 定 値
導 体	素線数/素線径 (mm) 外 径 (mm) 撚 ピ ッ チ (mm)	1/0.26 錫メッキ軟銅線 6/0.26 錫メッキ鋼線 0.78 約 15
絶縁体	厚 さ (mm) 線 心 外 径 (mm)	0.4 { 最大 0.48 最小 0.36 約 1.6
撚 合	撚 ピ ッ チ (mm) 撚 方 向 二箇撚外径 (mm)	約 100 左 約 3.2
概 算 重 量 (lbs/miles)	34	
標 準 条 長 (Mile)	1/4	
絡 車 (荷造巻替)	DR-8	

第 27 表 電 氣 的 性 能 試 験
Table 27. Electrical Characteristics

試 験 項 目	規 格 値	測 定 値
導 体 抵 抗 試 験 (Ω /Loop mile) 20°C	819 以下	645~682
絶 縁 抵 抗 試 験 (M Ω /1,000 ft) 20°C	2,000 以上	1,125,000 ~1,690,000
耐 電 圧 試 験 (V/min) 導 体 相 互 間	D.C. 500 V 1 分間	異常なし

で、寒冷、暑熱地帯の何れの野外にも架線されて苛酷な取扱いを受けるから、次のように多様な性能が要求される。



第 25 図 野外通信線 JW 130-C の構造
Fig. 25. Constructions of Field Wire (JW-130 C)

第 28 表 減 衰 量 試 験
Table 28. Attenuation Characteristics

周 波 数 (kc)		1	8	11	20	30
Wet	規格値(約)	4.30	12.00	13.0	16.00	18.00
	試験値(約)	4.13	9.65	11.10	13.73	16.33
Dry	規格値(約)	3.00	7.00	8.00	10.00	12.00
	試験値(約)	2.65	6.12	6.75	8.36	10.40

註：マックスウエルブリッジによる測定値である。

第 29 表 機 械 的 性 能 試 験
Table 29. Mechanical Characteristic

試 験 項 目	規 格 値	測 定 値
線心抗張力試験	25 kg 以上	34.6kg 以上
絶縁体耐寒試験	-30°C に 1 時間保持後 3×D に 6 回捲付けたとき亀裂を生じないこと。	異常なし
絶縁体捲付加熱試験	3×D (線心外径) に 5 回捲付 100°C に 1 時間保持したとき亀裂を生じないこと。	異常なし
平坦性試験 (Lie Flat Test)	固定点と線条標点間の距離が 96 ft 以上のこと。	96 ft + 11 1/4 in

註：平坦性試験 (Lie Flat Test)

絡車から線をひき出し張力を加へないで地上に置いたとき、線のひき出し端から 3ft の点と、絡車から 100 ft の地点の距離が 4ft 以上はなれてはならない。線のくせをみる試験である。

- (1) 寒冷地に於て硬化亀裂することがなく、また暑熱地に於ては軟化しない絶縁体であること。
- (2) 苛酷な取扱いを受けても容易に損傷しない機械的強度をもつこと。
- (3) 人力によつて架線、撤収を行うので軽量柔軟で取扱いが便利であること。

この野外通信線として米国で使用されている電線は、

絶縁物として天然ゴム合成ゴム及び合成樹脂を使用し、さらに保護被覆として合成樹脂や綿糸編組などを施したものが一般的であるが、これらの絶縁物と保護被覆との組合せは使用場所や電氣的性能などにより第26表のようなものがそれぞれ採用されている。

日立製作所で今回保安隊に納入した JW-130 C は上記の諸条件を満足させるためにその構造は錫メッキ軟銅線1本と錫メッキ銅線6本とを同心撚りに撚り合せ、その上に絶縁性能の高いポリエチレンを被覆し、これを2本撚り合せたものとした。その構造寸度は第25図及び第26表に示す通りである。

(1) 電氣的性能

保安隊に納入のこの野外通信線の電氣的試験は保安隊及び米軍仕様の両者によつて行つたもので、その性能は第27表及び第28表に示す通りである。

(2) 機械的性能

この通信線は野戦に使用されるので木に縛りつけたり車馬に踏まれたり苛酷な取扱いを受けるので前述のように高度の機械的強度をもつことが必要である。この要求に対する日立製作所製品の性能は第29表の通りで極めて高度の性能をもっている。

日立製作所の野外通信線 JW-130 C は以上述べたように極めて優れた通信線であるが、合成樹脂の進歩に伴いさらに機械的強度の優れたナイロンジャケットを施した JWD-1 ()/TT に移行する趨勢にある。日立製作所においても鋭意研究を重ねた結果ナイロンジャケットの押出しに成功し、己に工業的生産の準備を完了し万全の態勢を整えている。

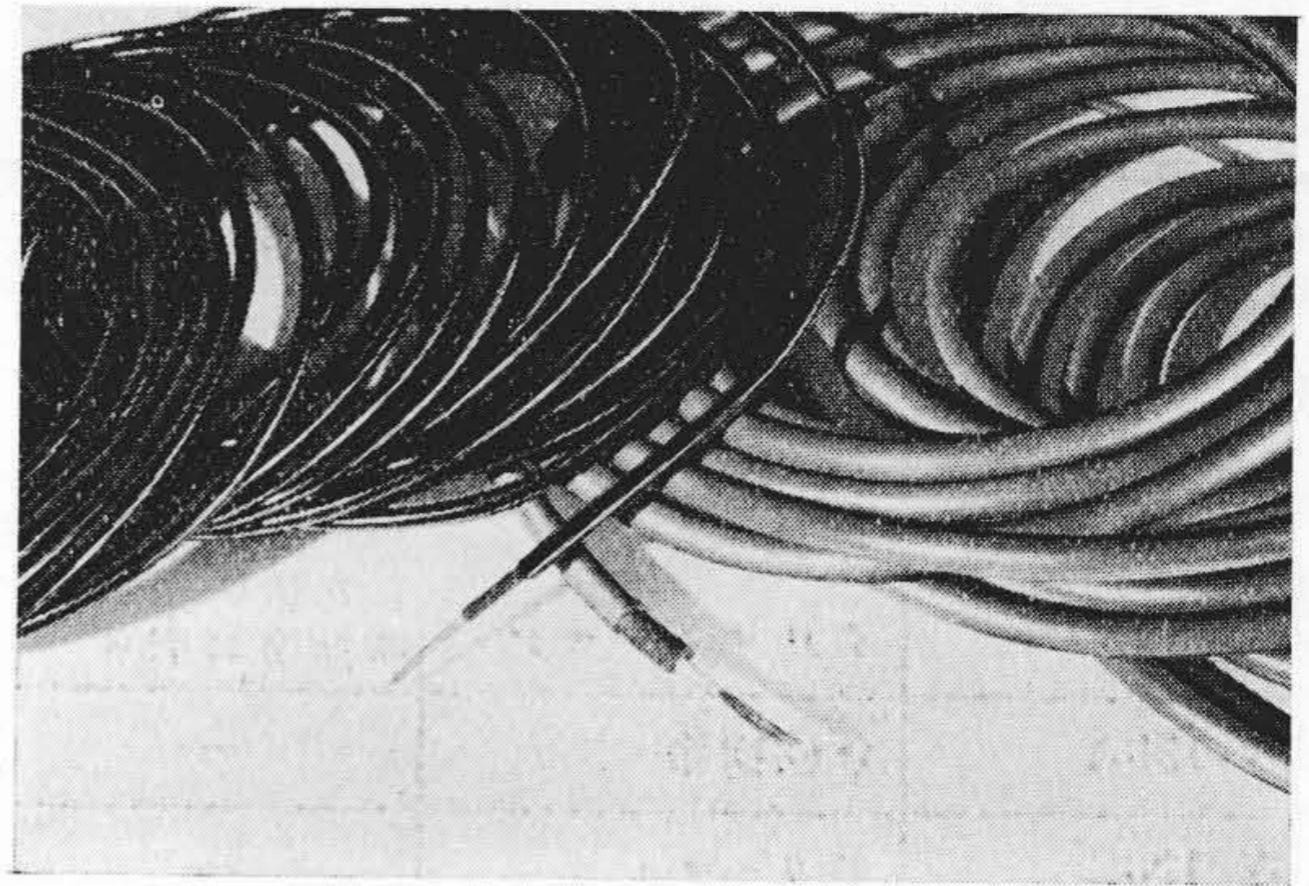
ビニルシースゴム絶縁電線

P. V. C. Sheathed Rubber Insulated Cables

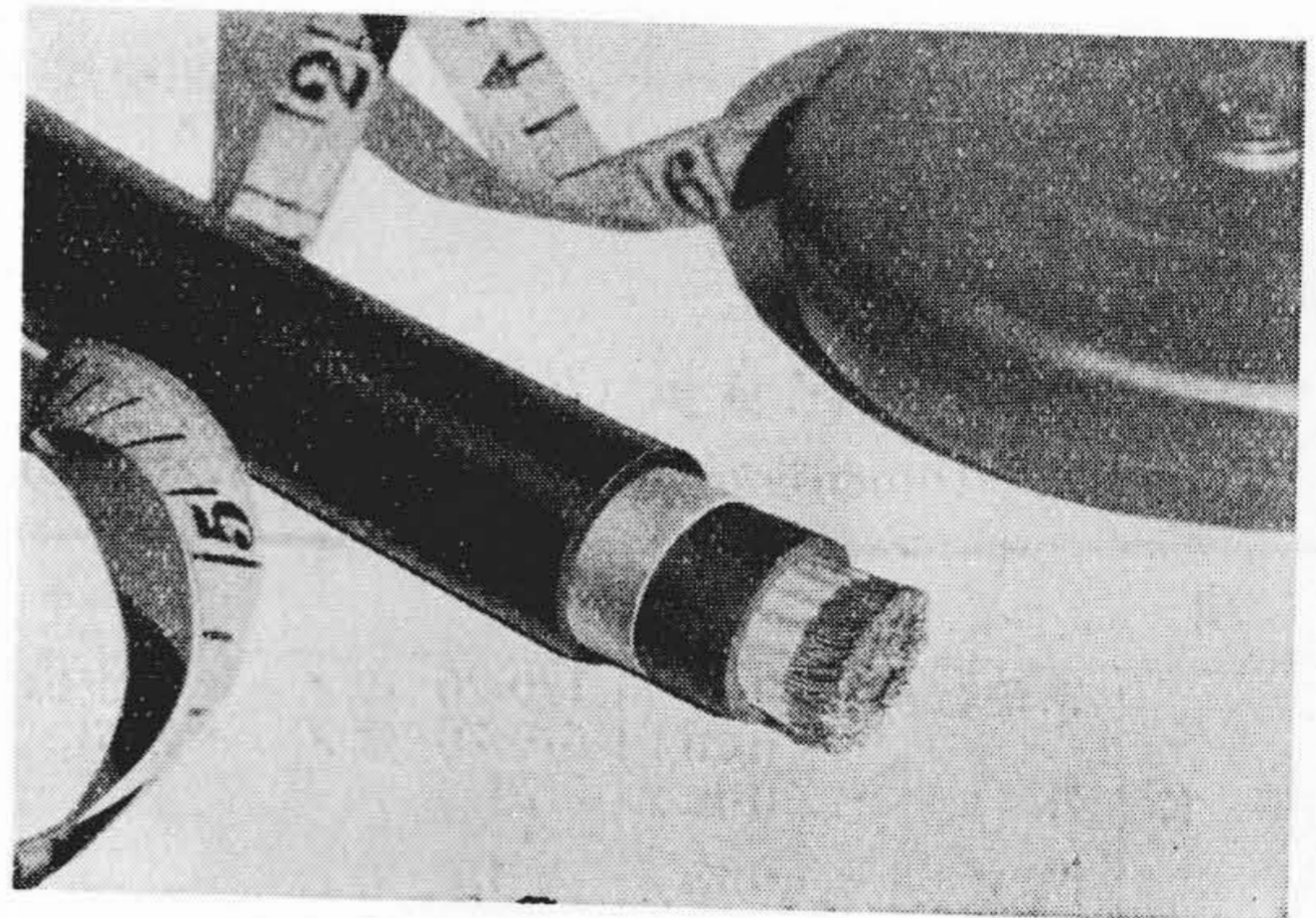
近時ゴム絶縁ビニルシース電線の使用が各方面で取上げられるようになってきた。このゴム絶縁ビニルシース電線は絶縁ゴム上の綿糸編組または鉛被の代りにビニルシースを被覆したもので、鉛被線に比べて重量が軽く価格も低廉であり、また編組線に比べては表面漏洩抵抗が大きく、耐燃性、耐老化性及び耐水性に優れた特長をもっている。

日立製作所に於ては既に扇風機コード、電気機器口出線、船舶用電線、及び車輛用電線など各種のものに応用し、それぞれ好評を博しているが、こゝには車輛用電線と電気機器口出線について紹介することとする。

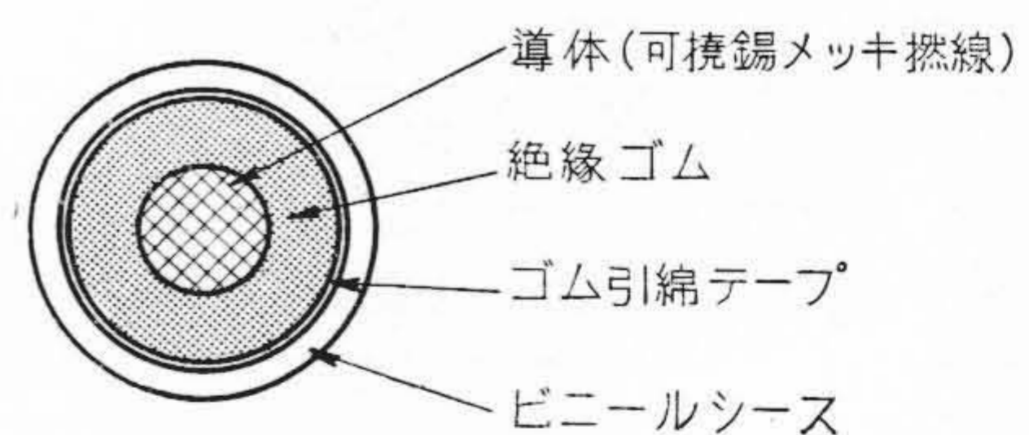
車輛用及び電気機器口出用ゴム絶縁ビニルシース電線の構造は第28図に示すようなもので、その特長は以下に述べる通りである。



第26図 ネオン管灯用電線
Fig. 26. Neon Gas Sign Tube Cable
(P.V.C. Sheath Type)



第27図 1,500 V 200 mm² 車輛用ビニルシース電線
Fig. 27. 1,500 V 200 mm² Single Core Rubber Insulated P.V.C. Sheathed Cable



第28図 ゴム絶縁ビニルシース電線の構造
Fig. 28. Constructions of P.V.C. Sheathed Rubber Insulated Wire

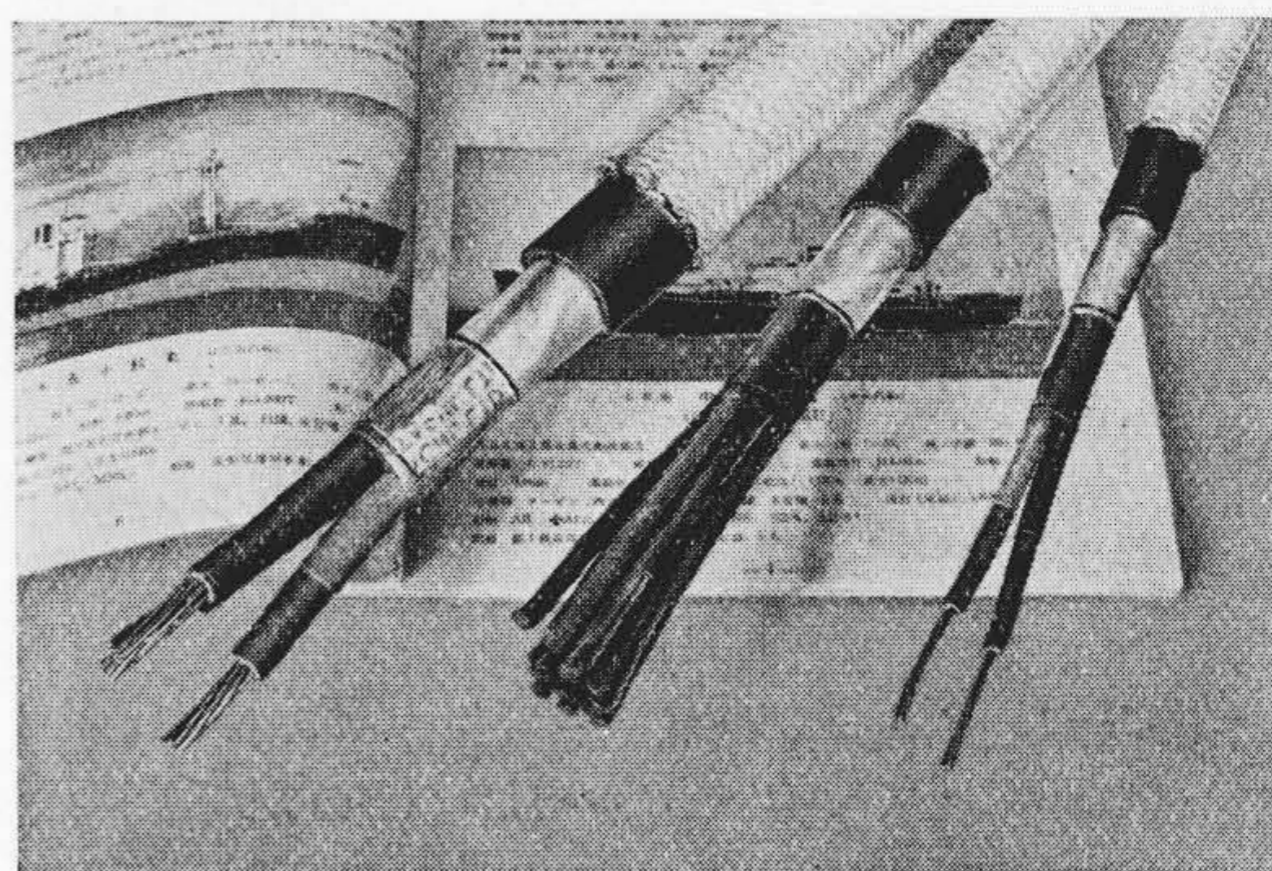
(1) 表面漏洩抵抗が大きい。

ゴム絶縁編組口出線などに於て従来問題となつていた表面漏洩抵抗がビニルシースによれば完全に解決することが出来る。

即ちビニルシースは表面が平滑で耐吸湿性、耐候耐老化性に於て、編組に塗料を施したものより遙かに優れているので、このような欠陥を完全に除くことが出来、なお長期に亘つて使用してもその性能を維持することが出来る。

- (2) 耐候耐老化性及び耐オゾン性に富んでいるので、絶縁ゴムの保護シースの役目を十分に果すことが出来る。
- (3) 機械的強度に於ては長期に亘つて使用しても殆んど変ることがないので信頼度が高い。
- (4) 難燃性である。

その他この電線に於てはビニルの特長である色別容易、軽量でまた耐アルカリ性などに優れている性能をもっているため、今後車輛用、電気機器口出用として将来性のある電線であるということが出来る。



第 29 図 インパービウス船舶用電線
Fig. 29. Rubber Insulated Impervious and Armored Cables

インパービウス船舶用電線 Rubber Insulated Impervious and Armored Cables

最近船舶用電線の傾向としてビニルシース若しくは合成ゴムを使用した所謂インパービウス型(AB, NK 規格)とか HR 型(ロイド規格)の電線の要求が増大してきたことが挙げられる。

この種の電線は AB 及びロイド規格には既に規格化されているが、我国では比較的新しい型の船舶用電線である。周知のようにこの電線は第 29 図及び第 30 図に示すような構造のもので、次に述べるような優れた特長をもっているため、今後の船舶用電線として期待されている。

- (1) 重量が軽い。

船内配線に用いる電線の量は実に膨大となるので、電線の重量を出来るだけ軽いものにするということが大きな問題となつている。インパービウス電線はこの目的に最も適合するもので、第 30 表に示しているように被鉛電線に較べ約 68%~35% の重量で極めて軽い。

- (2) 可撓性に富みなお耐屈曲疲労性、耐衝撃性にも優れている。

塩化ビニル及びクロロプレン合成ゴムは何れも鉛に比べ弾力性や可撓性に富むので、これらをシースに用いた電線は被鉛シースのものに較べ、可撓性、耐屈曲疲労性及び耐衝撃性に優れた特性をもっている。

- (3) 耐燃性である。

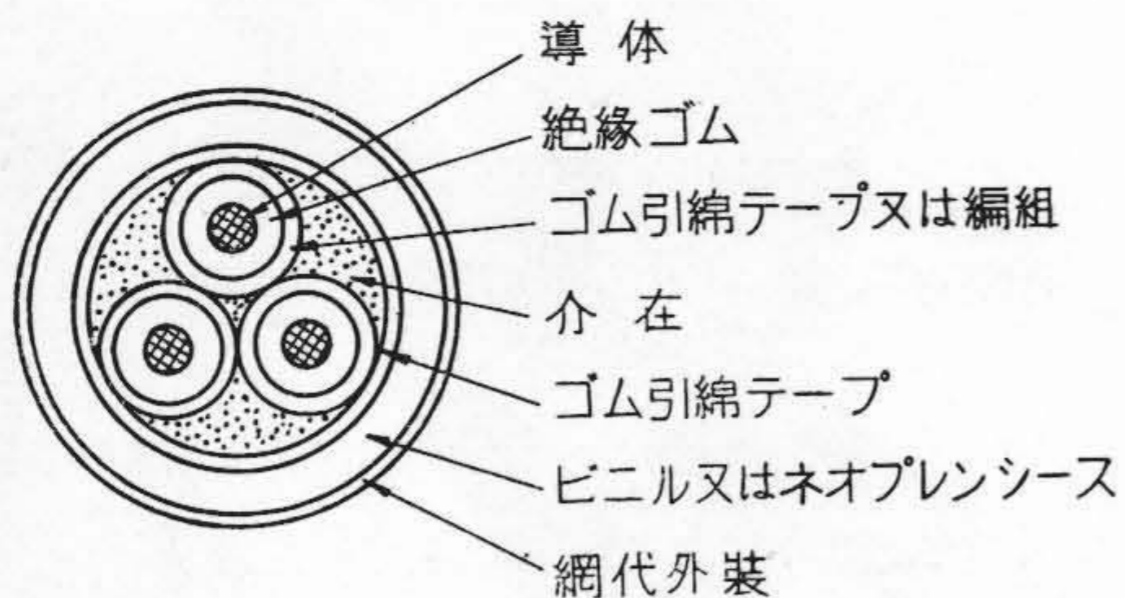
クロロプレン系ゴム及びビニル混和物は何れも耐燃性であり、特にビニルに於ては従来の電線に見ることが出来ない高度の耐燃性をもっているため船舶用電線として最も望ましいものである。

以上述べたようにインパービウス電線は船舶用電線に適した優れた特長をもつものであるが、さらに資源的にも不足勝ちな鉛に比べ有利であり、今後ますます需要が増大するものと期待される。

第 30 表 TRL と TRI の重量比較表
Table 30. Weight Comparison between TRL and TRI

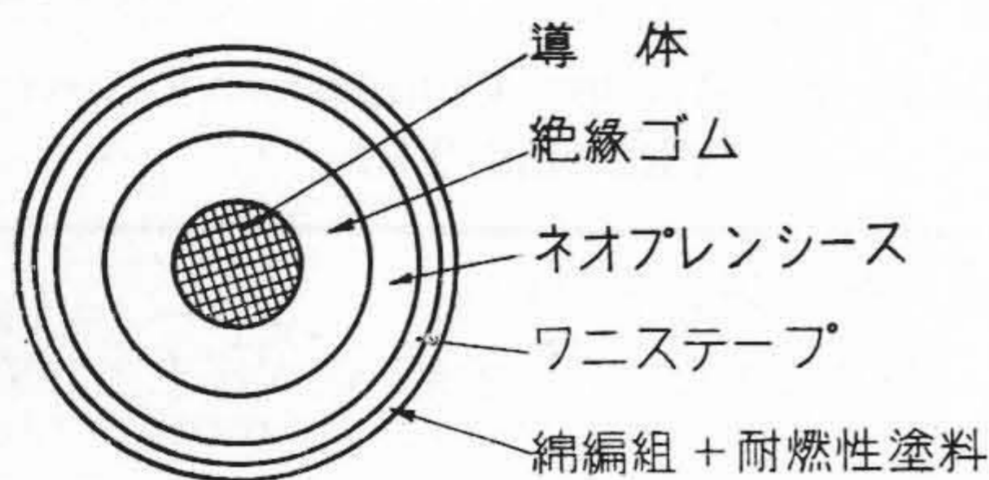
導体の 大きさ 10 ³ cm	鉛被鎧装 (TRL)		インパービウス シース 鎧装	
	最大仕上径 (mm)	概算重量 (kg/km)	最大仕上径 (mm)	概算重量 (kg/km)
600	76.45	19,600	74.73	14,000
550	74.27	18,800	72.54	11,500
500	70.10	16,900	68.38	10,300
450	67.67	15,800	65.94	9,480
400	65.05	14,700	63.32	8,620
350	61.60	12,700	59.87	7,640
300	58.65	11,800	56.92	6,700
250	55.47	10,300	53.75	5,810
212	50.93	9,000	49.20	4,870
168	46.79	7,300	45.06	4,190
133	43.82	6,430	42.09	3,410
106	41.20	5,690	39.47	2,870
83.7	38.84	5,090	37.11	2,460
66.4	33.91	3,820	32.18	1,970
52.6	32.05	3,430	30.33	1,640
41.7	30.45	3,100	28.73	1,410
33.1	28.96	2,800	27.23	1,220
26.3	27.66	2,590	25.93	1,085
20.8	26.52	2,380	24.79	954
16.5	24.69	1,920	22.96	838
10.4	21.16	1,480	19.43	575
6.53	19.81	1,320	18.08	512
4.11	18.75	1,180	17.02	409

日立製作所に於ては既に多量のインパービウス電線を製造して各方面の需要に応じているが、さらに需要家各位の協力によつてこの種の新しい電線の開発普及に努めたいと念願している。



第 30 図 3 心ゴム絶縁インパーピアスシースケーブル(TRI)の構造 (AB規格)

Fig. 30. Constructions of Three Conductors, Rubber Insulated Impervious and Armored Cable (TRI) (American Bureau of Shipping)



第 31 図 単心 HR 型ケーブルの構造

Fig. 31. Constructions of HR Type Cable (Lloyd's Register of Shipping)

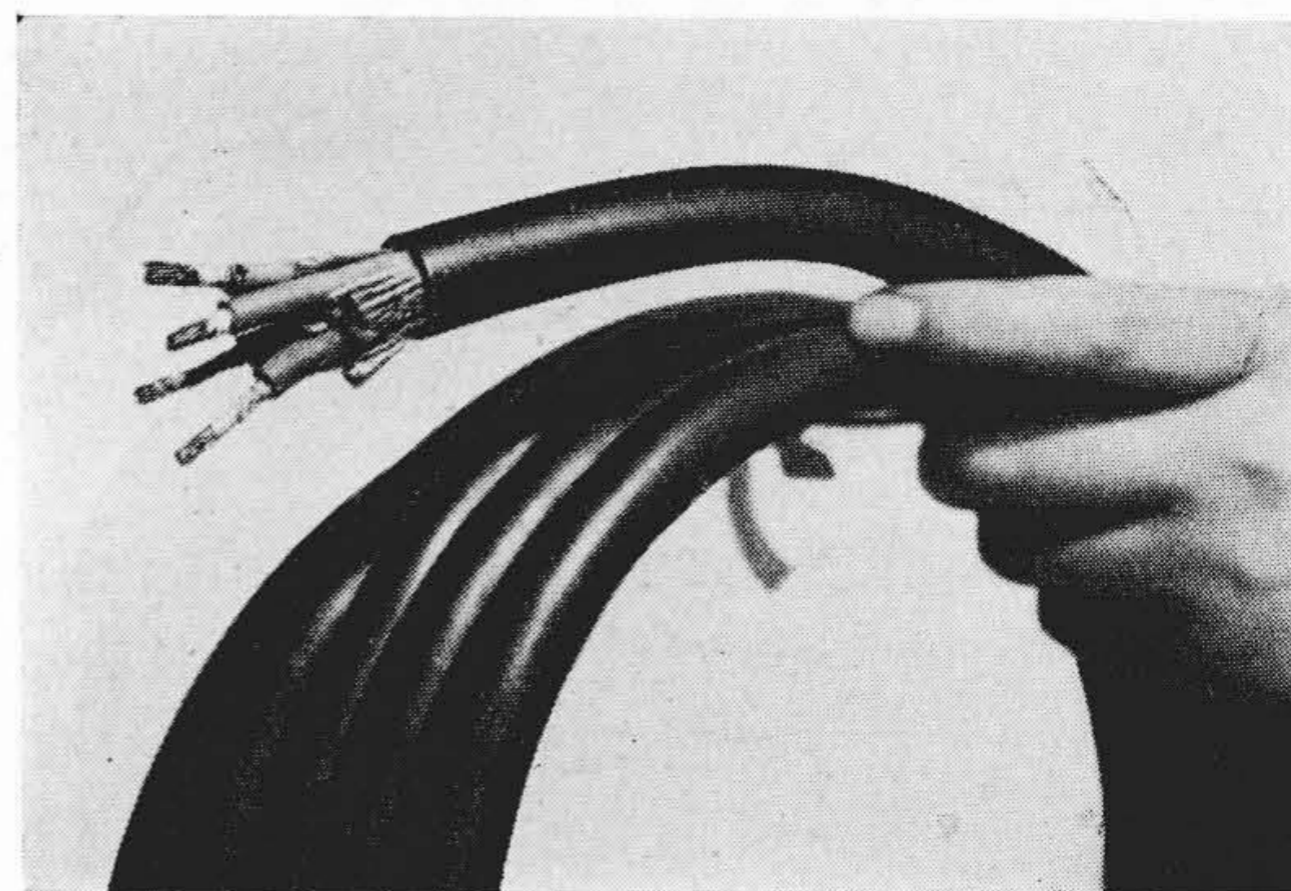
合成ゴム応用の絶縁電線 Synthetic Rubber Sheathed Rubber Insulated Wires

耐油性キャブタイヤケーブル Oil-Resistant Cabtyre Cables

合成ゴムは天然ゴムに比べて一般に耐油性、耐熱性及び耐老化性に優れ外国に於ては広く電線用として実用に供されているが、日立製作所に於てもこれが試作研究の上鋭意実用化に努めた結果その特長を発揮し得て各方面の需要に応じつゝある。

合成ゴムの中でもアクリロニトリル・ブタジエンの共重合体は耐油、耐摩耗性が特に優れており、日立製作所が最近製作して某所に納入した油輸送車配線用のキャブタイヤケーブルもケーブルシースとしてアクリロニトリル・ブタジエンの共重合体を使用したものである。これは米国 Goodrich 社製のハイカー OR-15 で耐油、耐熱耐摩耗性に優れた性能をもっている。

以下はハイカー OR-15 を使用した耐油性キャブタイヤケーブルについてその構造並びに性能について大要を紹介する。



第 32 図 耐油性キャブタイヤケーブル

Fig. 32. Oil-Resistant Cabtyre Cable

第 31 表 ハイカー OR の性質

Table 31. Properties of Hycar OR

項 目	ハイカー OR-15	ハイカー OR-25	
比 重	1.0	0.98	
抗 張 力(kg/mm ²)	2.8	2.5	
伸 率 (%)	800	700	
固 有 抵 抗(Ω cm 25°)	10 ² ~10 ¹⁰	10 ² ~10 ¹⁰	
絶 縁 耐 力 (V/mil)	500	500	
透 電 恒 数 (60~)	20	20	
膨 潤 度	灯 油(容積百分率)	-5~+ 10	-5~+ 15
	ガソリン(容積百分率)	-5~+ 10	-5~+ 15
	ベンゼン(容積百分率)	-75~+125	+100~+150
	アセトン(容積百分率)	+100~+200	+150~+250
	アルコール(容積百分率)	+3~+ 10	+3~+ 10
	四塩化炭素(容積百分率)	+25~+ 40	+35~+ 50
潤 滑 油(容積百分率)	-15~+ 10	-15~+ 15	
最高使用温度(°C)	120~140	120~140	
耐 磨 耗 性	優 秀	優 秀	
デ イ ロ メ ー タ 硬 度	10~100	10~100	

アクリロニトリル・ブタジエン共重合体の性質

ブタジエンとアクリロニトリル共重合体は製造会社によつてハイカー OR, ケミガムなどの商品名で呼ばれている。

日立製作所で使用したものは前述のように米国 Goodrich 社製のハイカー OR-15 でアクリロニトリルが 45%で耐油性は最上級のものである。また耐熱性、耐老化性及び耐摩耗性も良好であるが、たゞニトリル基(-CN)があるために電気的性能は期待出来ない。従つて絶縁ゴムには不適當であるが保護被覆には優れた特性をもっている。第31表にアクリロニトリル・ブタジエン共重合体であるハイカー OR の性質を示した。

第 32 表 耐油性キャブタイヤケーブルの構造
Table 32. Constructions of Oil-Resistant Cabtyre Cables

導 体		構 卷	絶 縁 ゴ ム		撚 合 せ	押 え 卷	キャブタイヤゴム	
素線数/素線径 (mm)	外 径 (mm)		厚 さ (mm)	外 径 (mm)			厚 さ (mm)	外 径 (mm)
65/0.26	2.4	1/40綿糸	1.3	5.2	ピ ッ チ 100 mm 右撚介在 絨斗	2/10綿糸 粗巻	2.3	17.1

第 33 表 耐油性キャブタイヤケーブルの性能
Table 33. Characteristics of Oil-Resistant Cabtyre Cables

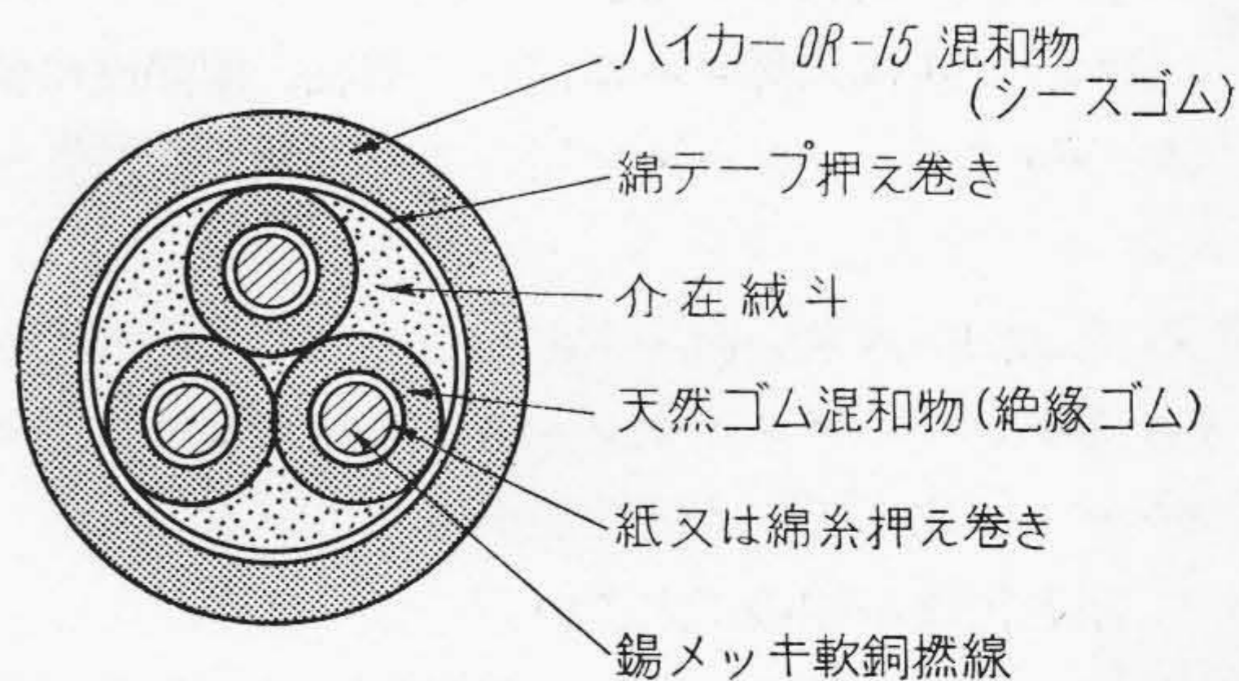
試 験 項 目		耐 油 性 キャブタイヤ ケーブル	現用(天然ゴ ム)キャブタ イヤケーブル	SAE 規 格	備 考
老 化 前	抗 張 力(kg/mm ²)	2.54	1.8~2.0	1.75 以上	シヨッパーダーレン型引張試験機を 使用して測定
	伸 率 (%)	506	460~490	350 以上	
老 化 後	抗 張 力(kg/mm ²)	2.63	-15~-25	-20 以下	1. ギャーオープンの老化試験器に よる 2. 100°C 70 時間老化後測定
	変 化 率 (%)	+3			
	伸 率 (%)	388			
油 老 化 後	伸 率 (%)	23.3	-20~-30	-50 以下	100°C の変圧器油中に 70 時間浸潤 し後取出し測定
	容積変化率 (%)	0.67			
	抗 張 力(kg/mm ²)	2.59			
	変 化 率 (%)	+2			
硬 度	伸 率 (%)	412	測定不能	-20 以下	デュロメーター硬度計にて測定
	変 化 率 (%)	-18.6	測定不能	-40 以下	
	常 温	59	66	60±5	
磨 耗 (回)	老 化 後 測 定 値 変 化 率 (%)	64	72	+15 以下	JIS C 3302 に定められた方法にて 測定
	油 潤 浸 後 測 定 値 変 化 率 (%)	60	測定不能	-5~+15	
		3,342	600~800		

第32表で判る通りアクリロニトリル・ブタジエン共重合物はケトン類例えばアセトンのような溶剤以外に強く耐油性をもっている。灯油、ガソリン、潤滑油及びアルコールなどなら高温でそれらに浸漬させても膨潤は極めて小さく、ベンゼン、四塩化炭素などに対しては飛沫を浴びる程度ならば実用上問題がないと考えられる。

構 造

今度某所に納入した耐油性キャブタイヤケーブルの主要構造は第33図並びに第33表に示す通りである。

第33図に示した通り線心間隙に絨斗を介在に入れて断面を円形にし、この上にキャブタイヤ混和物を円筒状に被覆したもので通称ジャケット型と呼ばれているものである。



第 33 図 耐油性キャブタイヤケーブルの構造

Fig. 33. Constructions of Oil-Resistant Cabtyre Cables

性 能

納入先の要請によつて性能試験は SAE 規格（米国自動車、航空機用ゴムの規格）に基いて実施した。なお天然ゴムを使用した現用キャブタイヤケーブルも参考までに比較試験した。

その結果は第33表に示す通りであるが、耐油、耐磨耗性に於ては天然ゴムに比べ遙かに優れた特性を示している。また抗張力、伸び及び耐熱、耐老化性なども良好で当初危惧された SAF 規格 SB 級 625 に十分合格した。

以上の通り某所に納入した $3.5 \text{ mm}^2 \times 4 \text{ C}$ 耐油性キャブタイヤケーブルをその一例として示したが、これ以外にも JIS, C-3302 キャブタイヤケーブルの 2 種と同一である充実型は勿論、3 種および 4 種に相当するものも製作している。

従来の天然ゴム使用のキャブタイヤケーブルでは耐油、耐磨耗性の不足であるとする処に、この耐油性キャブタイヤケーブルが適当している。

耐燃性キャブタイヤケーブル
Flame-Retarding Cabtyre Cables

従来のキャブタイヤケーブルは耐磨耗性、耐屈曲性及び耐衝撃性などの機械的強度に優れているので、鉱山、工場、農村などの移動用電気機器の導線として広く使用されているが、その反面このキャブタイヤシースは天然ゴムを主体としたゴム混和物であるので、耐燃、耐熱、耐油、耐老化性にやゝ不十分な点がある。

耐燃性キャブタイヤケーブルはこのような諸欠点を改善した電線として日立製作所は推奨しているもので、その構造及び特長は以下に述べる通りである。

(1) 構造寸法

構造は第35図に示す通り従来のキャブタイヤケーブルのキャブタイヤシースの代りにネオプレンを被覆したもので、その寸法は従来のものと同じである。

(2) 耐燃性に優れている。

このケーブルは天然ゴムに比べて耐燃、耐熱性に優れているネオプレンシースを用いているので耐燃性が大きい。

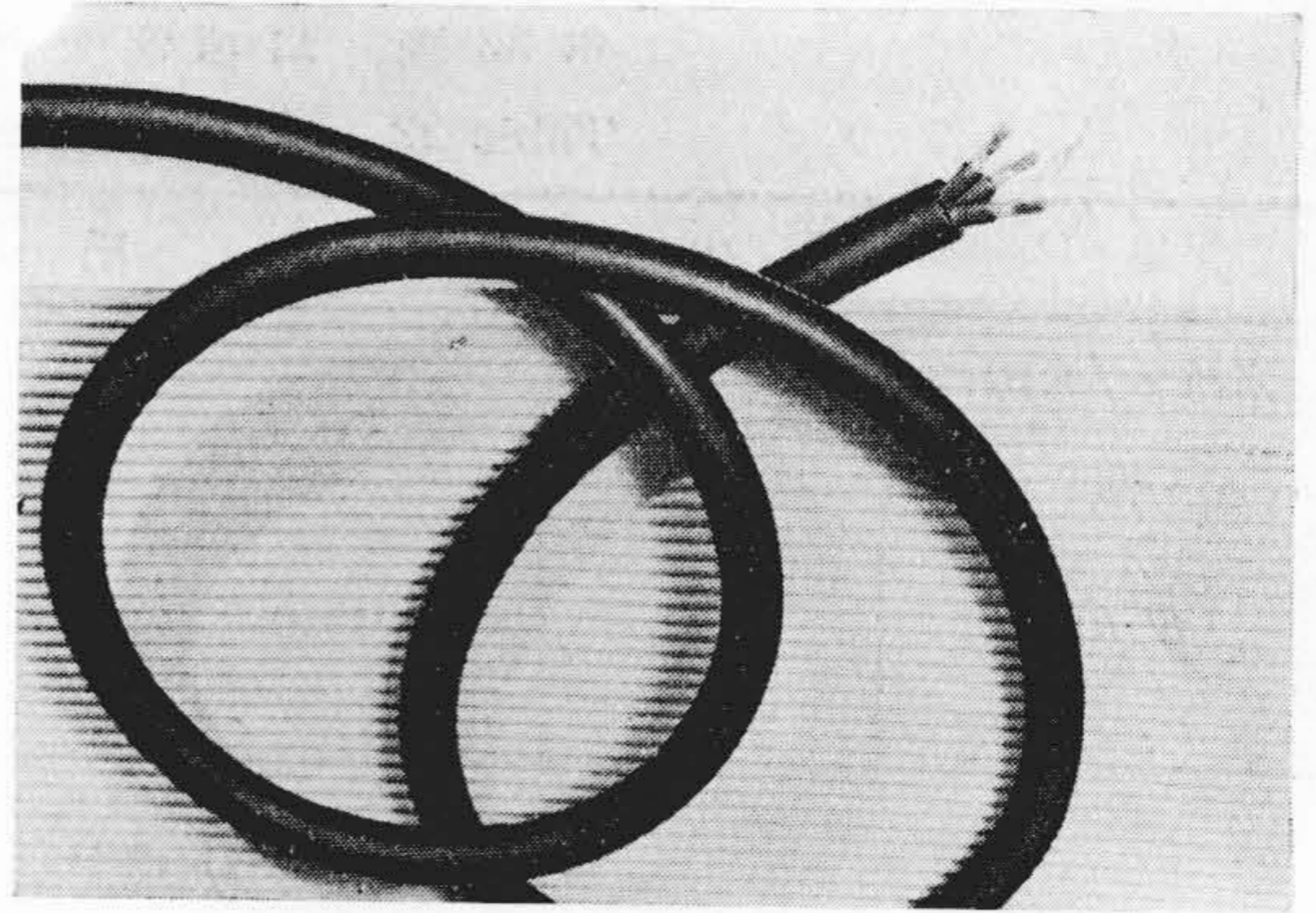
(3) 耐油性が大きい。

ネオプレンキャブタイヤシースは天然ゴムキャブタイヤシースに比べて約 2 倍性能が優れている。

(4) 耐老化性が極めて大きい。

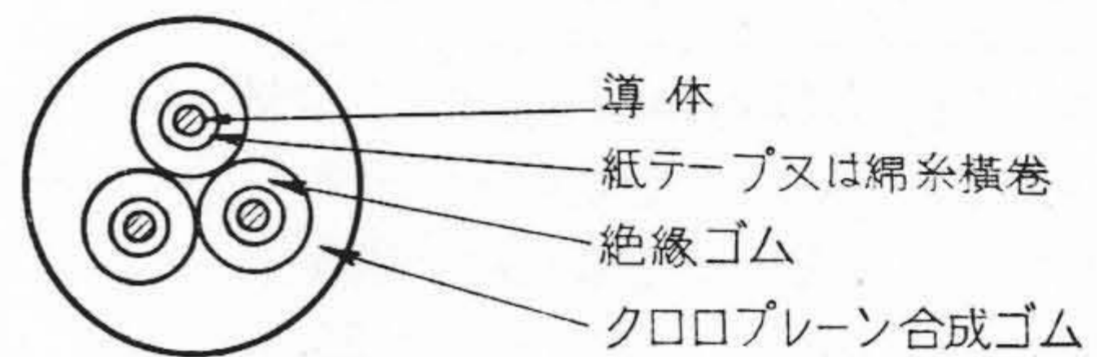
ネオプレンは天然ゴムに比べ耐老化性が大きく、従つてこれをシースに用いた耐燃性キャブタイヤケーブルは従来のキャブタイヤケーブルよりはるかに大きな耐老化性をもっている。

第36図はネオプレンキャブタイヤシースと天然ゴムキ



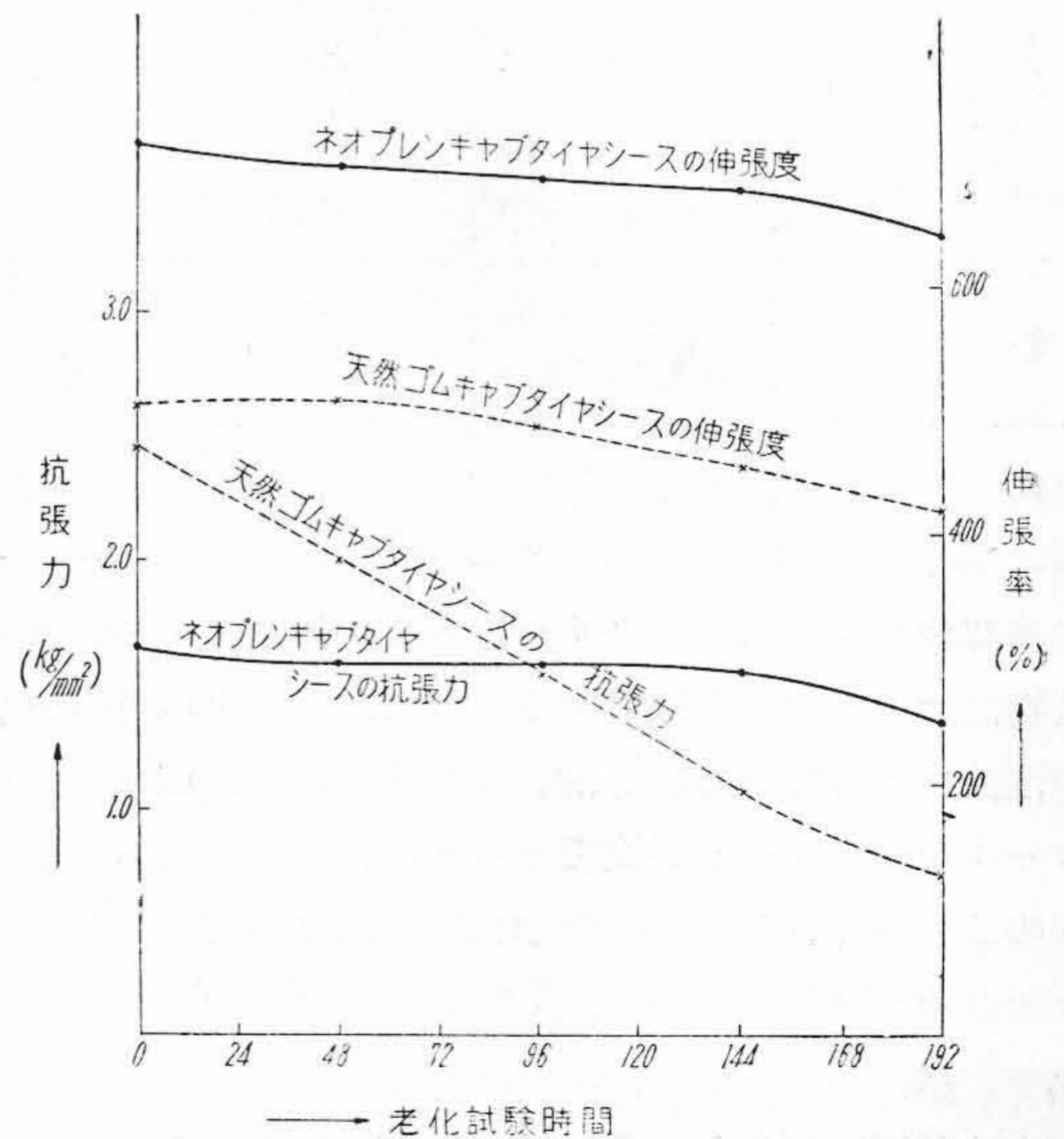
第 34 図 $3.5 \text{ mm}^2 \times 3 \text{ C}$ 第二種 耐燃性キャブタイヤケーブル

Fig. 34. $3.5 \text{ mm}^2 \times 3 \text{ C}$ Grade No. 2 Flame-Retarding Cabtyre Cables



第 35 図 耐燃性キャブタイヤケーブルの構造

Fig. 35. Constructions of Flame-Retarding Cabtyre Cable



第 36 図 天然ゴム及びネオプレン原料にしたキャブタイヤシースの 120°C 熱空気老化結果の例

Fig. 36. Heat Aging Test at 120°C , Comparison of Natural Rubber Sheathed and Neoprene Sheath

キャブタイヤシースの耐老化性の比較を示したもので、図に明かなようにネオプレンは初期に於ては天然ゴムより抗張力は低い、殆ど老化がないので約96時間で天然ゴムと同等になり、更にその後の老化に於ては天然ゴムより相対的に高い抗張力を保持することを示している。

以上述べたように耐燃性キャブタイヤケーブルは多くの特長をもつネオプレンをキャブタイヤシースとして用いたもので日立製作所は既に各方面に納入している。

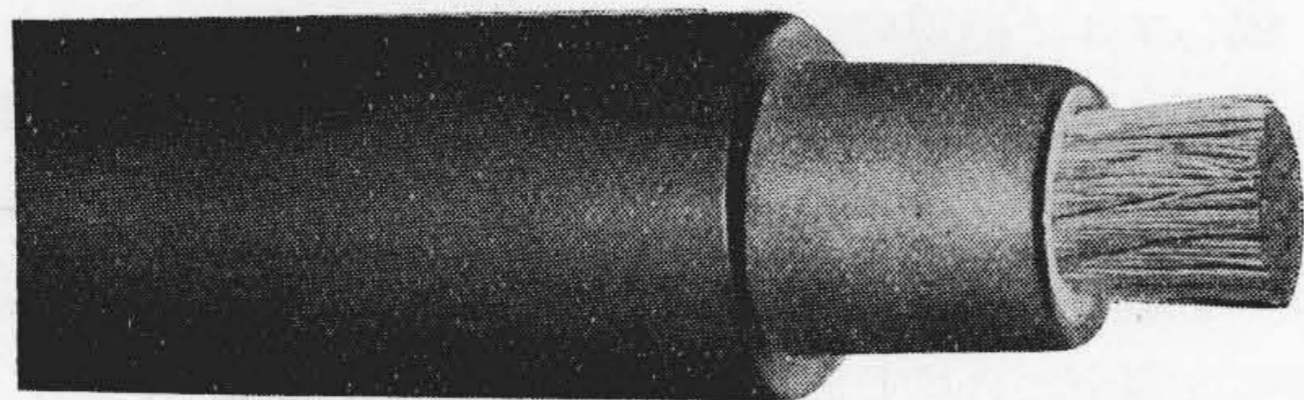
ドレッチャーケーブル Dredger Cables

陸上の電源から浚渫船までの電力輸送に用いるドレッチャーケーブルとしては従来第38図のような構造のものが広く使用されている。しかしこの構造のものではキャブタイヤシースの耐候、耐オゾン及び耐老化性が不十分であり、また麻糸編組に塗料を施した外装も耐蝕性に劣るためケーブルの寿命を著しく短いものとしている。

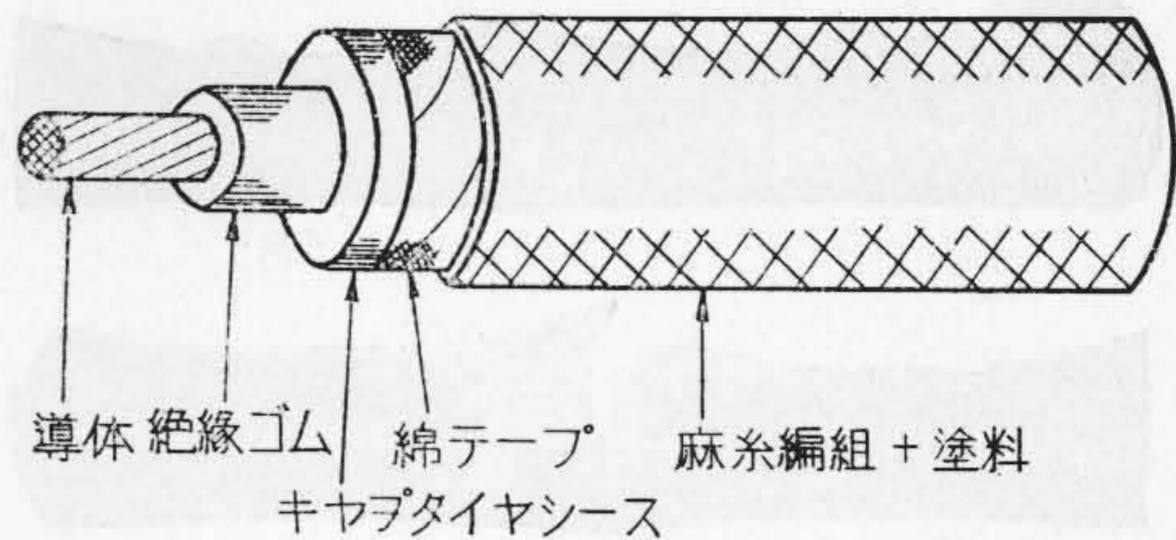
周知のようにドレッチャーケーブルは強い日光の直射のもとで絶えず河水または海水などで乾湿の繰返しを受けるものなので、上述の保護外装では数箇月を経ないで剥脱するほどに腐蝕してしまう。また絶縁ゴムの補張として被覆するキャブタイヤシースも、このような条件のもとでは著しく老化が促進され、更にコロナ発生が加わつてシースに亀裂が生じて使用不能に陥ることが多い。

日立製作所製のドレッチャーケーブルはこのような欠陥をネオプレンまたはビニル系混和物を用いて改良したもので、その種類は構造によつて第39図及び第40図に示した3種に分けている。

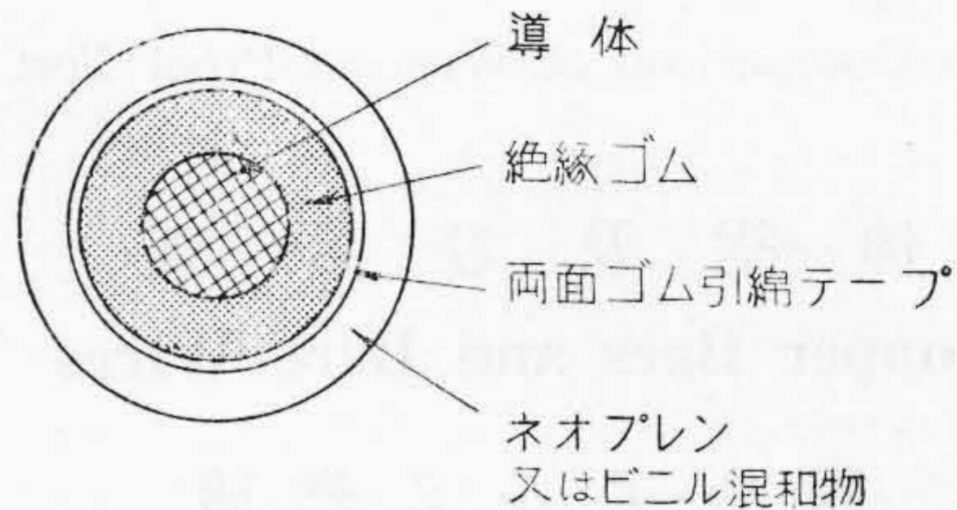
第1種と第2種とは外部シースの材質によつて分け第3種は第2種のケーブルの上に、さらに保護物として編組にアスファルト塗料を施したものを被覆し、なお第3種の編組は従来用いていた綿糸編組の外装で差支えないが、耐蝕性能をさらに要求される向にはポリアミド系合成繊維(ナイロン糸等)またはガラスのような無機質繊維で編組した保護被覆とすることになっている。つぎに改良ドレッチャーケーブルと従来のケーブルとの耐オゾン、耐候性とを比較し、これを第41図及び第42図に示した。



第37図 ドレッチャーケーブル
Fig. 37. Dredger Cable

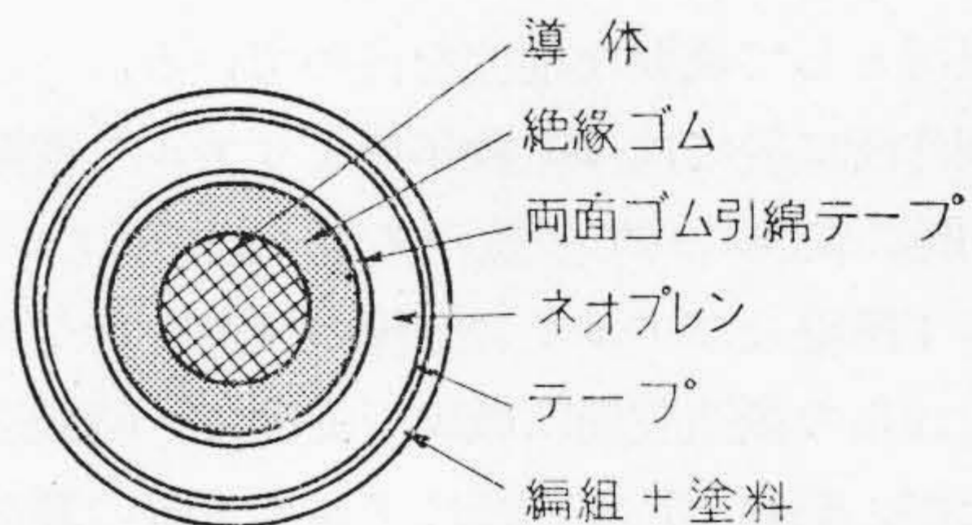


第38図 従来のドレッチャーケーブル
Fig. 38. Old Type Dredger Cable

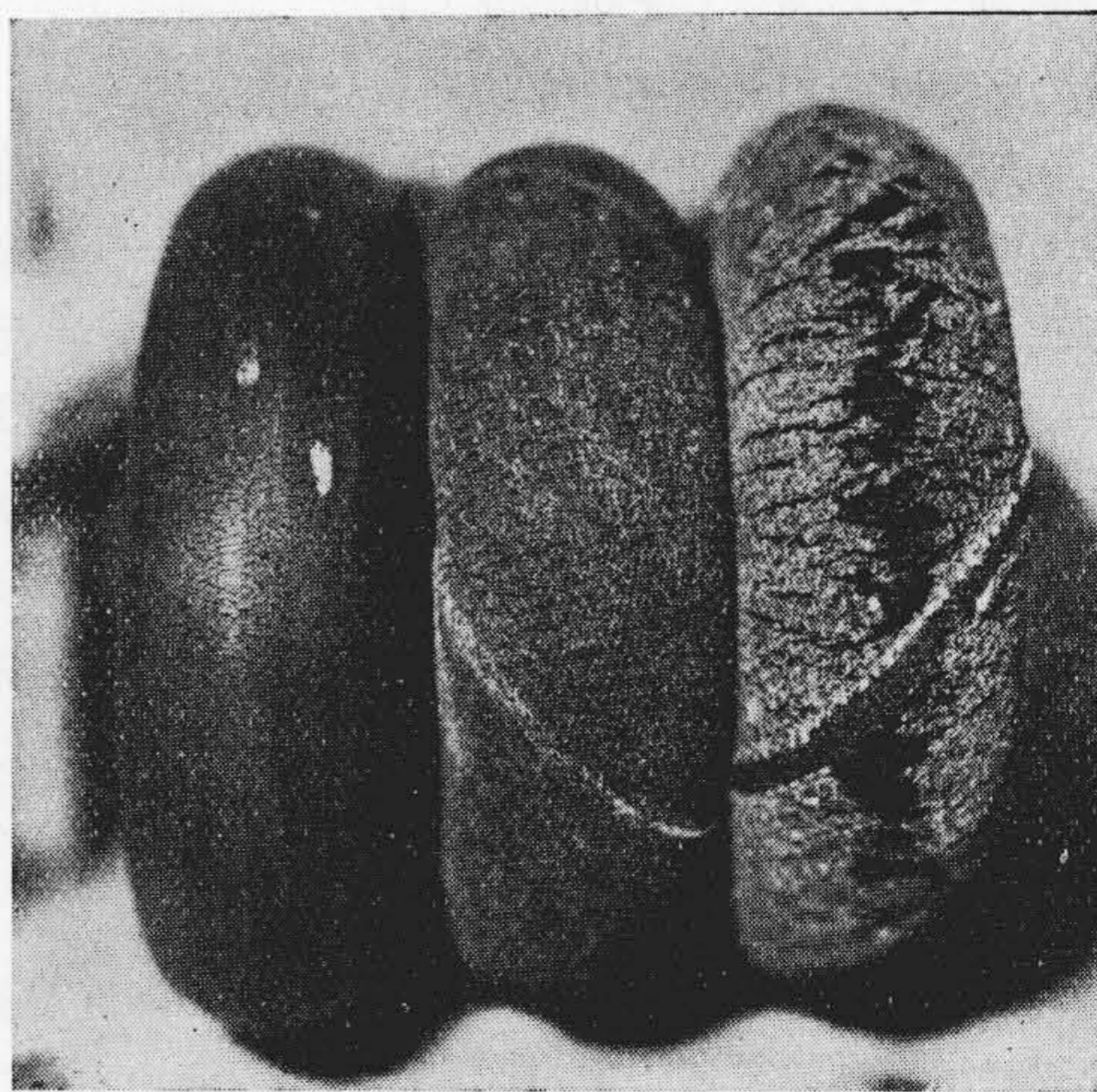


第39図 第1種、第2種ドレッチャーケーブル
(第1種 ビニルシース)
(第2種 ネオプレンシース)

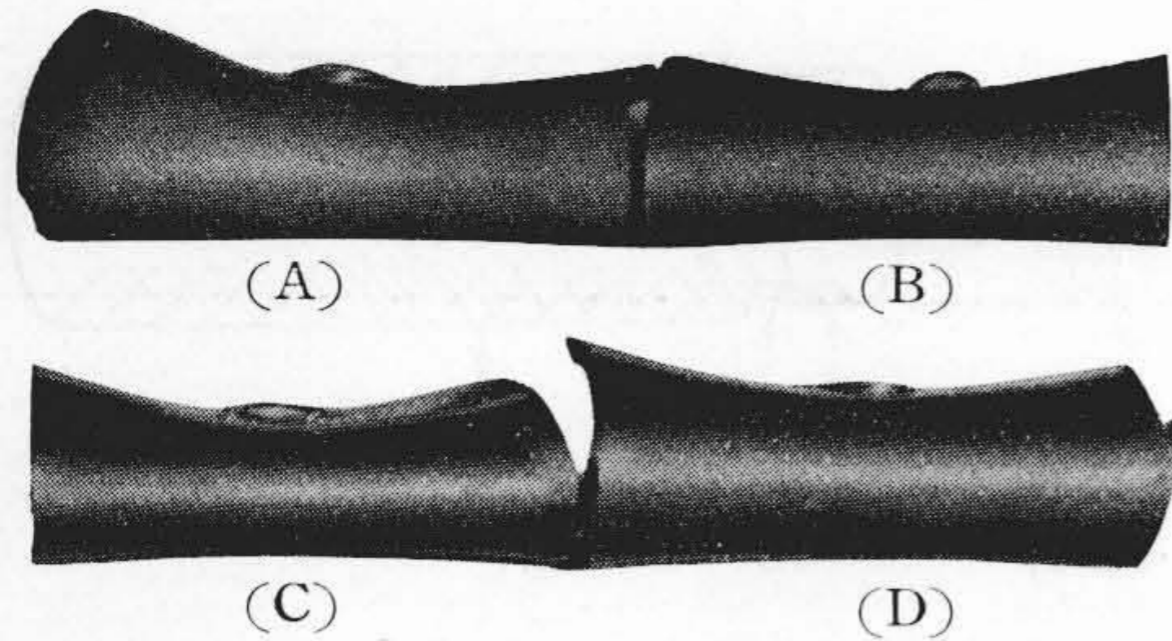
Fig. 39. Neoprene Sheath or P.V.C. Sheath Type



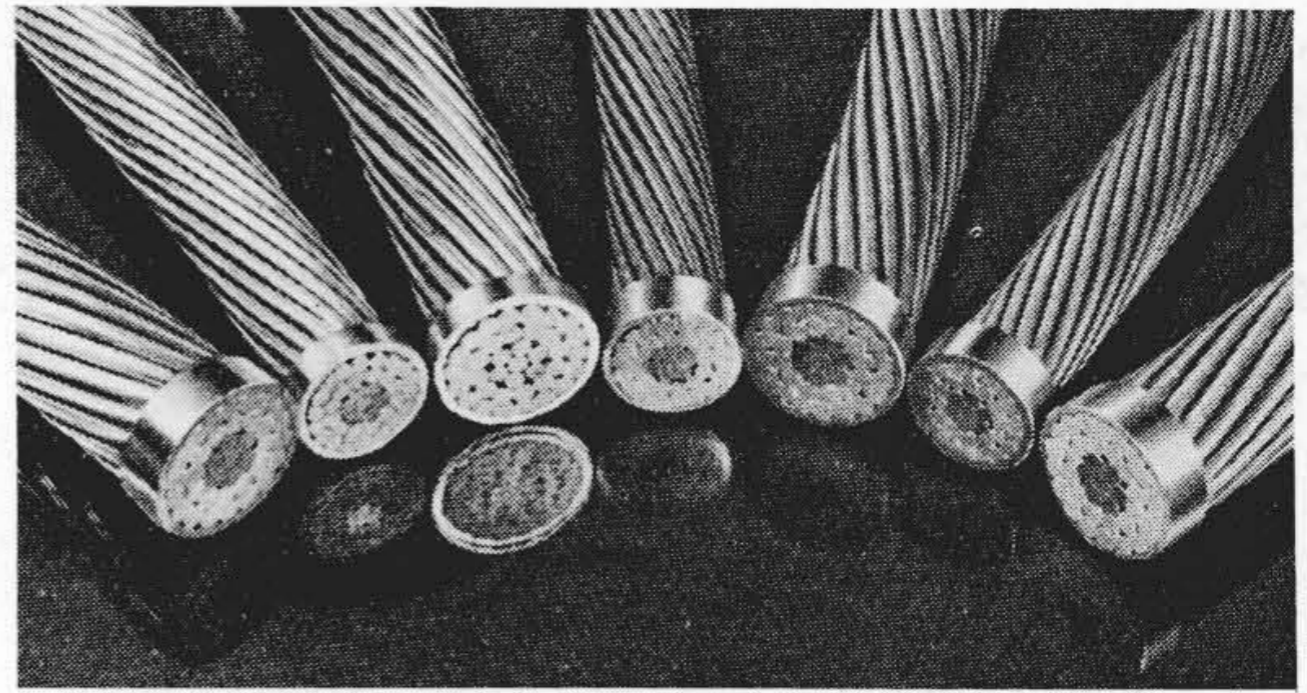
第40図 第3種ドレッチャーケーブル
Fig. 40. Neoprene Sheath Braided Type Dredger Cable



↑天然ゴム
ネオプレン
第41図 オゾン試験比較
Fig. 41. Comparison of Ozone Tests



第 42 図 耐候性試験の比較 水銀灯照射24時間後
(A) (B) 天然ゴム混和物
(C) (D) ネオプレンゴム混和物
Fig. 42. Comparison of Weather-Proof Test



第 43 図 鋼心アルミ撚線
Fig. 43. Aluminium Cable Steel Reinforced

伸銅及び裸線 Copper Bars and Bare Wires

鋼心アルミ撚線 Aluminium Cable Steel Reinforced

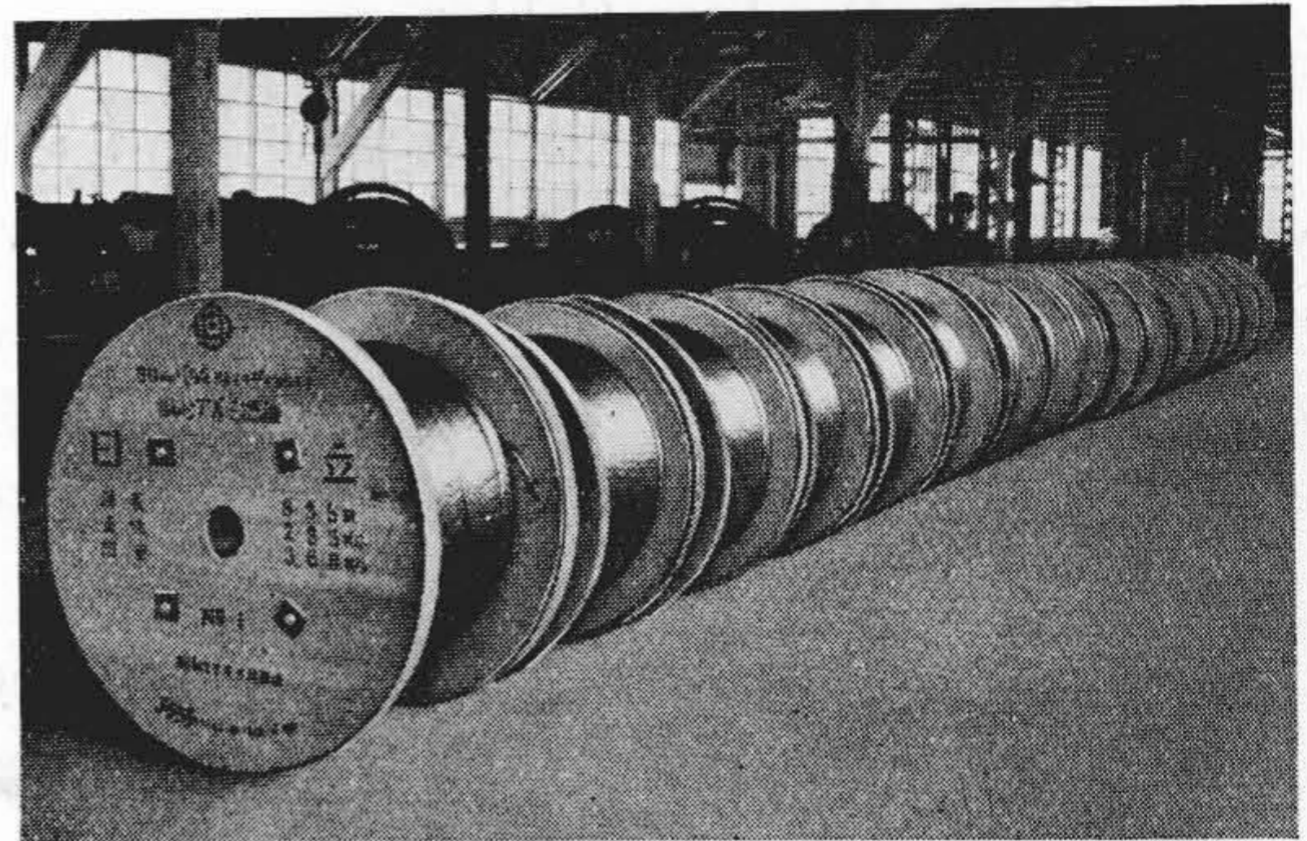
鋼心アルミ撚線 (A.C.S.R.) は銅原料の世界的逼迫ということもあるが、その本質的利点として電氣的並びに機械的性能に優れ且つ経済的にも有利であるので、超高压送電線用として重要な地位を占めている。

日立製作所に於ては 20 数年前よりアルミ電線の研究を行い、既に戦前に於て多量のアルミ線、硬アルミ撚線、鋼心アルミ撚線及びアルミ合金線の製造を行つていた。戦時中これらの製造設備は戦災を受けて一時製造を中止していたが、昭和 27 年初頭にアルミ電線の製造設備を復旧して生産を再開し需要家の要望に応じている。生産の再開に當つて特に留意した処は過去の経験から銅線加工場と全く分離したアルミ線専用の展延工場、伸線工場及び撚線工場を新設して銅の混入並びに附着によるアルミ線の耐蝕性その他の劣化を防止した点である。

生産再開後 3 箇月間のうちに昭和電工納 90 mm^2 鋼心アルミ撚線、東京都交通局納 590 mm^2 硬アルミ撚線及び国鉄納 500 mm^2 硬アルミ撚線等約 100 t の製品を納入し、なおこれに引続いて従来の条長より 20~30% 長い条長の 160 mm^2 鋼心アルミ撚線 (30/2.6 Al+7/2.6 St) 及び 240 mm^2 鋼心アルミ撚線 (30/3.2 Al+7/3.2 St) の製造を行い、こゝにアルミ電線製造の態勢を確立した。以下鋼心アルミ撚線の成果について概観することとする。

アルミ棹の品位

一般にアルミ線は使用するアルミニウムの純度が低いもの程耐蝕性並びに導電率が悪くなるが、その反面抗張力が増大する。しかしこれは純度だけで制約されるものではなく、含有する不純物の種類及び量によつても大きく左右される。



第 44 図 昭和電工納 90 mm^2 (6/4.3 Al + 1/4.3 St) 鋼心アルミ撚線
Fig. 44. 90 mm^2 (6/4.3 Al + 1/4.3 St) A.C.S.R.

日立製作所では使用するアルミニウムの品位を 99.7~99.8% のものとし導電率に悪影響を与える Ti, Mn 及び V を最小限に押さえ、また Si と Fe の含有量の比をほぼ 1:1 のものであることを目標に於て電氣的並びに機械的性能の向上を図つている。第 34 表は日立製作所使用のアルミニウム棹の分析値の一例である。

硬アルミ素線の性能

日立アルミ線は第 34 表に示している純度の高いアルミ棹を使用し、これをアルミ専用の展延工場で圧延して出来た荒引線を導電率を最良とする温度で焼鈍均一化した後、特殊の伸線方式で仕上げられたものでキズその他の欠点なく、またその性能は第 35 表及び第 36 表に示す通り何れも優れた値を示している。

亜鉛メッキ鋼線の性能

鋼心アルミ撚線の寿命は鋼線の寿命に左右されるといわれるほど鋼線の性能は重要性をもつものなので、日立製作所は亜鉛メッキ鋼線の購入に當つては信用あるメーカーを選定し、その上厳重な立会並びに受入試験を行い規格に完全に合格したものを採用している。

第 37 表及び第 38 表は亜鉛メッキ鋼線の性能を示すもので、その値は何れも規格に完全に適合している。

第 34 表 アルミニウム棒の分析表

Table 34. Table of Analysis of Aluminium Bar

試験番号	成分	Al	Si	Fe	Cu	Ti	Mn
1		99.77	0.09	0.12	0.01	0.006	0.002
2		99.79	0.10	0.09	0.01	0.007	0.002
3		99.81	0.08	0.09	0.01	0.007	0.002

第 35 表 2.6 mm 硬アルミニウム素線の性能

Table 35. Characteristics of Aluminium Wire for A.C.S.R.

線種	直径 (mm)	抗張力 (kg/mm ²)		伸 (%) (250 mm)		導電率 (%)		
2.6 mm	2,590 ~2,615	平均 2,603	17.04 ~18.81	平均 18.03	2.4~3.2	平均 2.8	61.41 ~62.10	平均 61.82
規格	2.6±0.03		16.68 以上		1.5 以上		60 以上	61 以上

第 36 表 3.2 mm 硬アルミニウム素線の性能

Table 36. Characteristics of 3.2 mm Aluminium Wire for A.C.S.R.

線種	直径 (mm)	抗張力 (kg/mm ²)		伸 (%) (250 mm)		導電率 (%)		
3.2 mm	3,195 ~3,205	平均 3,189	17.22 ~18.59	平均 17.86	2.6~3.6	平均 3.14	61.00 ~62.29	61.76
規格	3.2±0.04		16.26 以上		1.6 以上		60 以上	61.0 以上

第 37 表 2.6 mm 亜鉛メッキ鋼線の性能

Table 37. Characteristics of 2.6 mm Galvanized Steel Wire for A.C.S.R.

線種	直径 (mm)		抗張力 (kg/mm ²)		伸 (%) (250 mm)		捻廻 (250 mm)	アルカリ 200 分 以上	円パン		巻付 (直径 ×18)	亜鉛附着量 (gr/m ²)	
	2.58~ 2,635	平均 2,602	139 ~149	平均 142.8	4.5 ~6.0	平均 5.4			4	平均 4		222.5 ~297.0	平均 250.7
規格	+0.07 -0.05		135 以上		4.0 以上		15以上	良	3		良	213.6 以上	

第 38 表 3.5 mm 亜鉛メッキ鋼線の性能

Table 38. Characteristics of 3.5 mm Galvanized Steel Wire for A.C.S.R.

線種	直径 (mm)		抗張力 (kg/mm ²)		伸 (%) (250 mm)		捻廻 (320 mm)	アルカリ 200 分 以上	円パン		巻付 (直径 ×18)	亜鉛附着量 (gr/m ²)	
	3.17 ~3.20	平均 3.19	149 ~157	平均 153	4.5 ~6.0	平均 5.2			5	平均 5		277.7 ~302.0	291.5
規格	+0.08 -0.06		130 以上		4.0 以上		12以上	良	4		良	228.9	

第 39 表 160 mm² (30/2.6 Al+7/2.6 St) 鋼心アルミニウム撚線の性能
Table 39. Characteristics of 160 mm² (30/2.6 Al+7/2.6 St) A.C.S.R.

試験番号	外 径 (mm)	抗 張 荷 重 (kg)	電 気 抵 抗 (20°C Ω/km)	重 量 (gr/m)	撚 程 (P/Pd)	1 条 の 長 さ (m)
1	18.2	7,550	0.1730	734.9	{ 6本層 33.3 12本層 18.3 18本層 12.1	2,300
規 格	—	6,910 以上	0.181 以下	734.2	6本層 20~40 18本層 20以下	1,800

第 40 表 240 mm² (30/3.2 Al+7/3.2 St) 鋼心アルミニウム撚線の性能
Table 40. Characteristics of 240 mm² (30/3.2 Al+7/3.2 St) A.C.S.R.

試験番号	外 径 (mm)	抗 張 荷 重 (kg)	電 気 抵 抗 (20°C Ω/km)	重 量 (gr/m)	撚 程 (P/Pd)	1 条 の 長 さ (m)
1	22.4	11,200	0.1145	1,104.9	{ 6本層 32.7 12本層 18.6 18本層 12.2	1,500
規 格	—	10,150 以上	0.120 以下	1,112	6本層 20~40 18本層 20以下	1,200

鋼心アルミ撚線の性能

日立鋼心アルミ撚線の性能は第39表及び第40表に示す通り規格値に対して優秀な値をもっている。

撚線一条の長さは、鋼線メーカーと緊密な技術的連繫をとり在来のものより 20~30% 長尺のものを作ることに成功した。従つてこのような長尺撚線の採用は架線工事の際のジョイント数を減少させて建設費を節減する許りでなく、送電線の性能を高めたお安定のよいものとする事が出来る。

撚線の線間々隙(笑い)についても理論的検討を加えて製造しているので線間に隙が少なくまた素線の撚角を大きくしているので取扱上の変形が少ない特長をもっている。

従来防蝕塗料としては一般に亜麻仁油系のものが使用されているが、日立製作所に於てはより防蝕効果の多いビニル系特殊塗料を施している。

以上日立鋼心アルミ撚線の性能の概要について述べた。いうまでもなく電線の生命は線全長に亘つて性能均一で弱点のないことが必須条件である。これは鋼心アルミ撚線について特にその重要性が大きいので日立では性能並びに均一性の優れた長尺撚線を製作することを主眼としているが、なお引続き鋼心アルミ撚線に関する各種の研究を進めている。

特 殊 伸 銅 品

Special Copper Bars

日立製作所は設備の改善、作業法の改良を累次重ねてその品質、性能の向上を図ると共に、さらに短納期で価格低廉の良品を供給する努力を続けているが、27年度の成果として一般伸銅品の他に特殊伸銅品として多量生産に移行したもののうち、加工用材料として雷管用銅条、また導電用材料としては、特殊ローターバー及び耐熱整流子片などがある。以下これらについて述べることにする。

加工用特殊伸銅品

加工用材料としては新製品の一つとして雷管用銅条がある。この雷管用銅条は雷管材料として連続打抜、圧搾、口拡底上をされるので、特殊な性能即ち打抜性能を良好にするための適度の抗張力と、特に連続圧搾にたえることの出来る伸びが要求される。今回日本化薬へ納入した雷管用銅条について実施した試験成績値と JIS 並びに日立電線規格で規定されている規格値とを比較すると次のようになる。

雷管用銅条の機械的性質

	抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)
JIS	24以上	40以上

日立電線規格.....	24以上	45以上
日化納0.37×49.....	25.43	49.2

(註) 日化納の数値は納入品試験成績表中5種類の平均値とす。

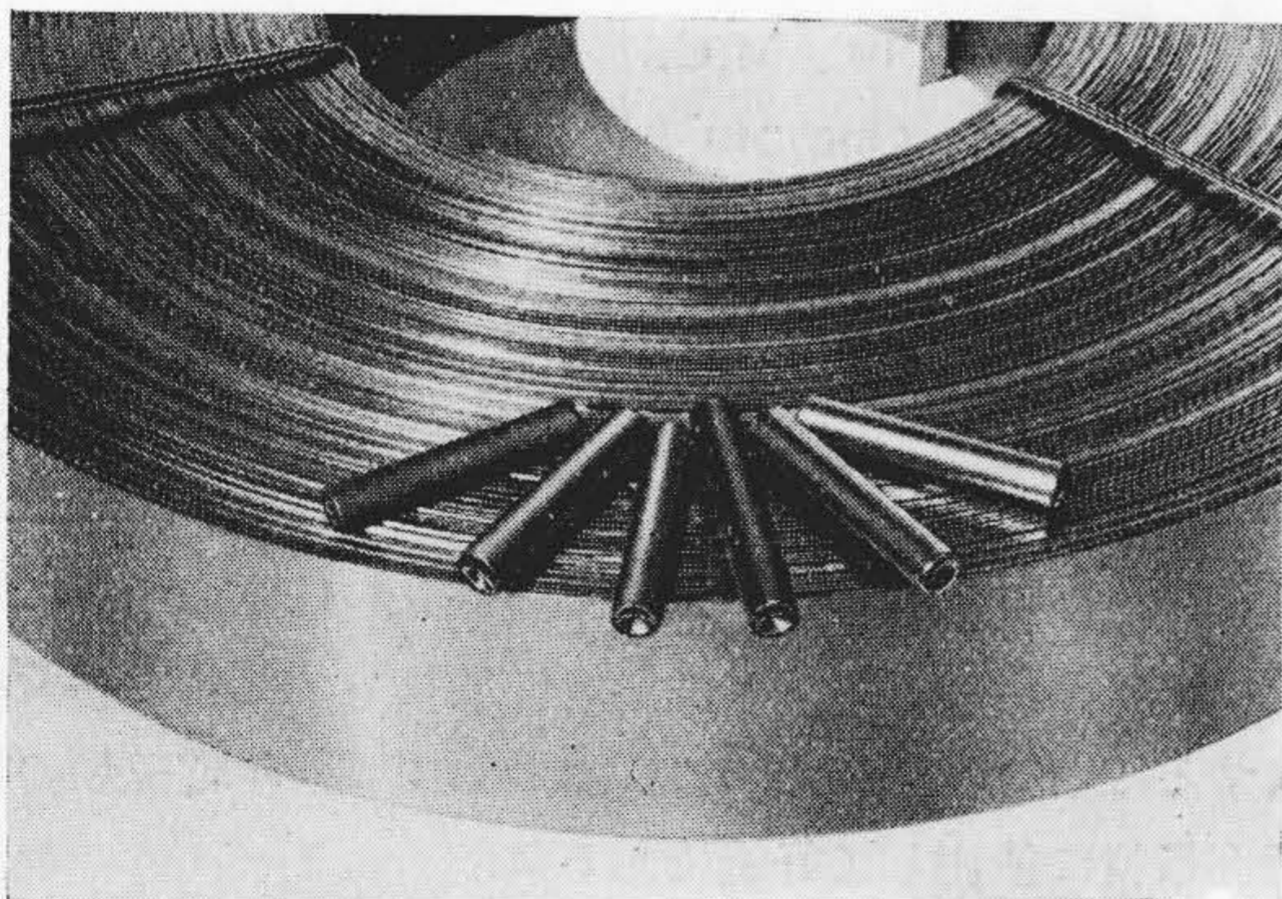
以上のようにその性能優秀であるが特殊作業法によるこの特殊成分の雷管用銅条の性能の向上にはなお一連の研究を続行している。

導電用特殊伸銅品

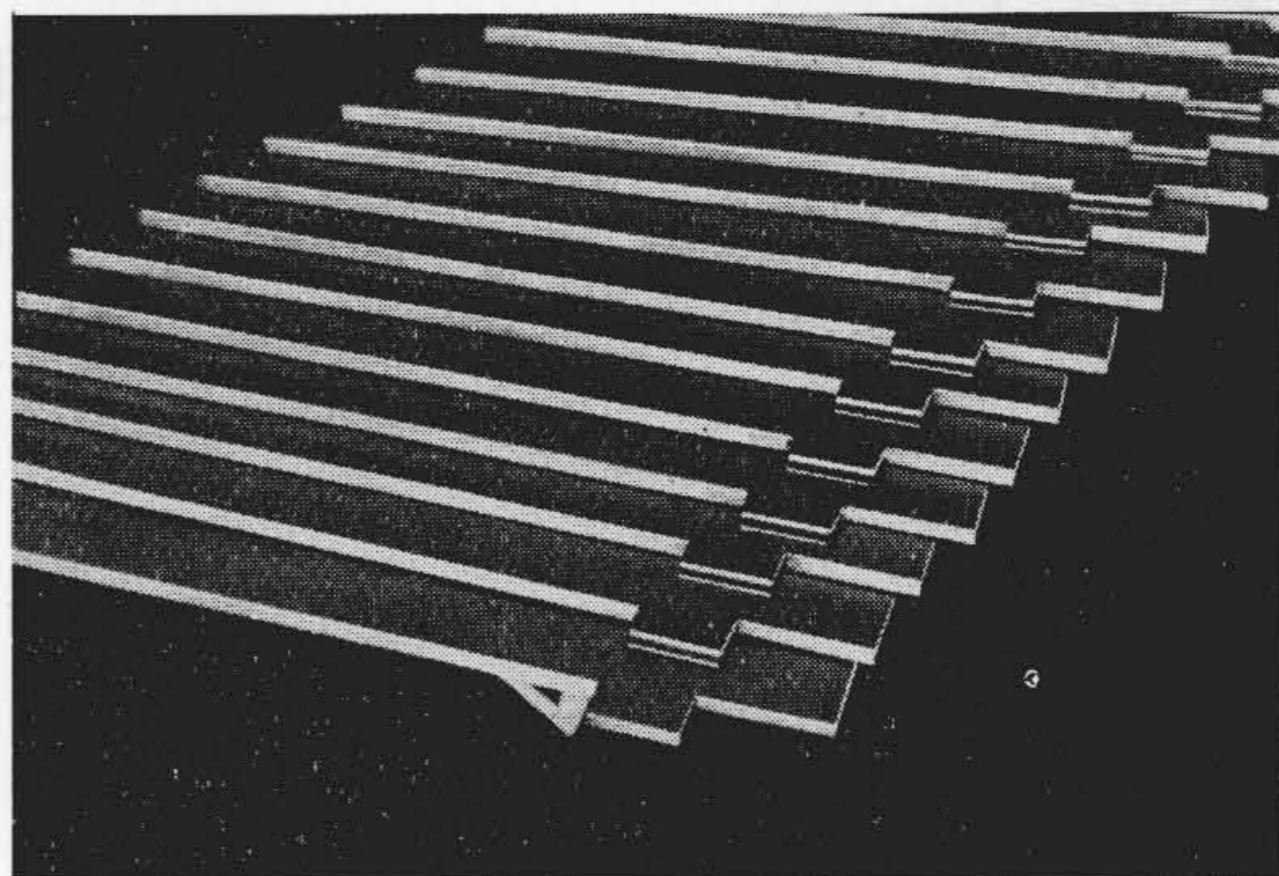
導電用材料としては発電機用ローターバー及び電動機用耐熱整流子などがある。

近年回転電機の性能向上を目指して回転数増加の傾向と特殊用途のためそれらに使用するローターバー、整流子片などが、従来の純銅製品では温度上昇のため軟化して事故の一つの原因ともなつてきている。

この対策として特殊微量元素(例えば Ag 0.05~0.20%)を添加して導電率の低下を最小限にし、軟化温度を 300°C 以上に上げることによつて性能を向上させている。日立製作所製造の回転電機のローターバーにはこの長尺物の特殊導電用材料が用いられ、また整流子には耐熱整流子片が用いられており、また広く一般需要家の要望にも応えている。



第45図 雷管用銅条
Fig. 45. Copper Strip for the Percussion Cap



第46図 耐熱整流子片
Fig. 46. Heat-Resisting Commutator Segment Bars

なお安価で効果的な材料については引続き研究を続けている。

次ぎに日立電線規格「耐熱整流子片」の一部を抜萃して紹介することとする。

日立電線規格

耐熱整流子片 (抜萃)

(1) 耐熱性

この整流子片は 300°C の温度に於て8時間以上加熱しても軟化しないものとする。

その硬度はショアー硬度計により測定したとき次ぎの規定に適合するものとする。

断面上底厚さ	硬さ (ショアー度)
5.0 mm 未満.....	22以上
5.0 以上 1.00 mm 未満.....	21以上
10.0 以上 15.0 mm 未満.....	20以上
15.0 mm 以上.....	19以上

(2) 導電率

JIS C 3001 により試験を行いその導電率は 96% 以上でなければならない。

