

# [XXIII] 電 線

## ELECTRIC WIRES AND CABLES

### 概 説 Introduction

日立製作所における昭和 29 年度の電線、ケーブルおよび伸銅品に関する技術的成果を顧るとき、製品分野に、性能の向上に目覚しいものが認められる。

これは鋭意設備の拡充、改善、真剣なる技術の研鑽、新しい材料の適切なる応用など、社内各工場および研究所との協力と相俟つて行つた努力の結実によるもので、これらの顕著なる技術的成果を製品を中心として集約してみるとつぎの諸点を列挙することができると思う。

- (1) 高電圧送電という時代の要請に即応して、ケーブルに、架空送電線に飛躍的に技術水準の向上が行われた。
- (2) テレビ関係を始めとする広帯域伝送通信に必要な各種ケーブルの製造技術の向上が著しく進展した。
- (3) 電気機器の構成材料となる電線ならびに伸銅品に、幾多の改善および新製品が作られた。
- (4) 電力、通信を始めとする各種分野にわたつて、ますます合成樹脂および合成ゴムの応用による取扱簡易にして、しかも性能のすぐれた各種電線、ケーブルが使用されて行く傾向にあり、各種新製品が製造された。
- (5) 電線、ケーブルおよび伸銅品において、全般的に高性能品を要求されるようになって来ているが、特に、耐熱性を要求される傾向が強くなり、各種耐熱電線および耐熱伸銅品が製造された。

これらの成果について概要を附言すると、

第1の点については、60 kV OF ケーブルの完成、圧縮導体特高圧ケーブルの進歩、超高圧送電線用 ACSR 特に  $610 \text{ mm}^2$  および  $590 \text{ mm}^2$  ACSR についての基礎的な応用研究ならびに、ACSR 附属品の改善が行われたことなどである。

第2の点については、工業テレビ伝送用ケーブル、テレビカメラケーブル、さらに電力会社の御指導によつて生まれた特殊搬送ケーブルなどを挙げることができる。

第3の点については、超耐熱性、導電性クローム入銅合金を用いた整流子片、接触子などの完成、耐熱性あるいは耐酸性マグネットワイヤの完成による電気機器の設計領域の拡大などが、顕著なものとして挙げられている。

第4の点については、ポリエチレンを絶縁体とした海底用電力ケーブル、コットレルケーブル、市外星ケーブル、搬送水底用ケーブル、メッセンジャーワイヤ付通信

線などが作られ、合成ゴムを応用したものとしてはブチルゴム絶縁ネオプレンシースケブル、色別を施した珪素ゴム絶縁電線などが数多く製造された。また取扱簡便にして確実なプラスチックケーブルヘッドが完成し好評を獲得した。

第5の点については、珪素樹脂エナメル線、アスベスト紙二重ガラス巻銅線、珪素ゴム絶縁電線、耐熱トロリ線、クローム入銅合金製品などが、これらの要求に応じて作られた。

以下に昭和 29 年度における技術的成果の跡を製品を中心として簡単に紹介することにする。

### 電力ケーブル Power Cables

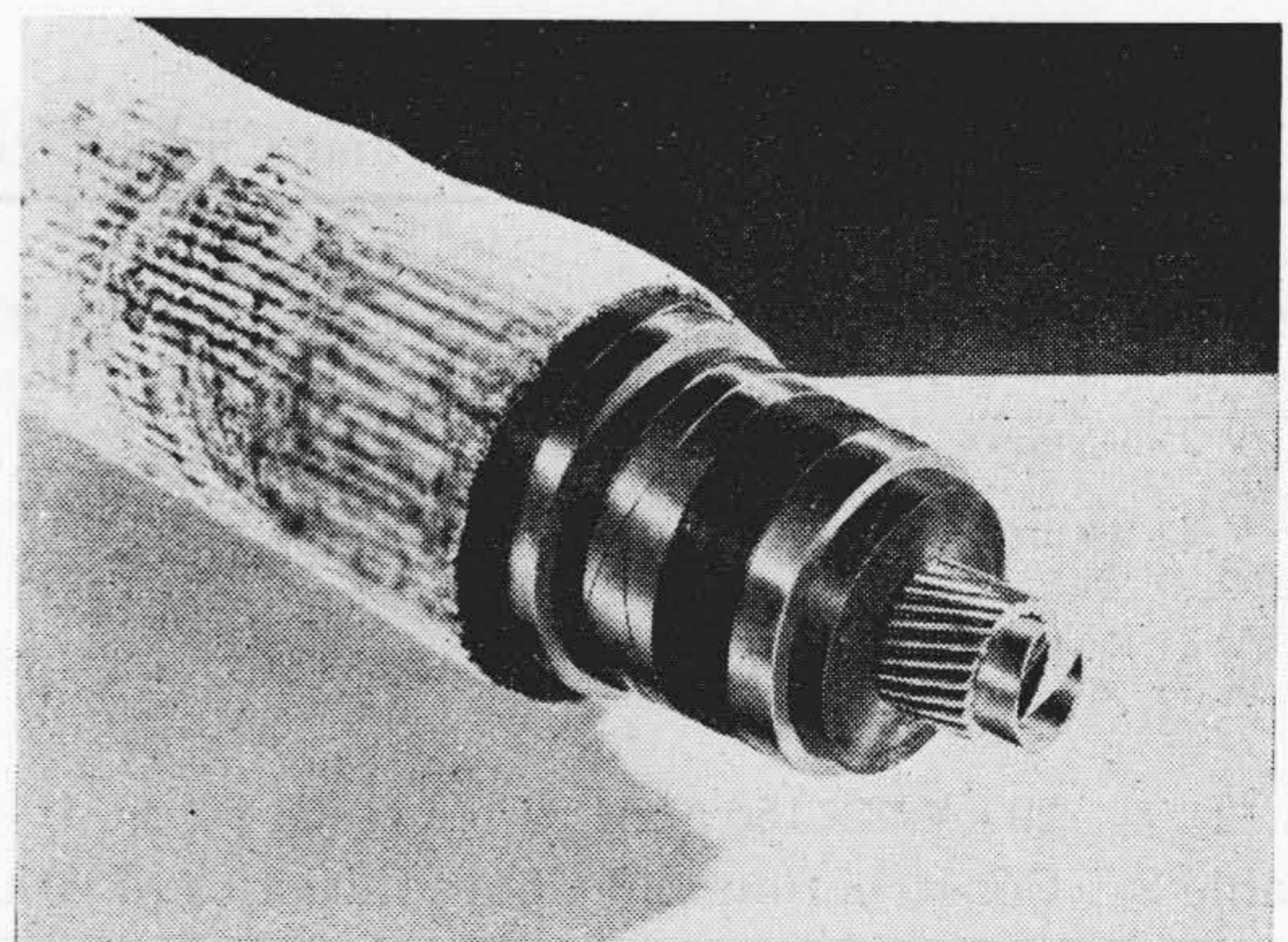
#### 60 kV OF (油入) ケーブル

近年電力需要の激増に伴い、OF ケーブルによる特別高圧送(受)電施設が各方面で計画されている。

日立製作所において、東邦亜鉛安中製錬所に納入、布設した 60 kV 単心 OF ケーブルは送電容量が比較的小さいこと、傾斜地布設であること、および雷害の多い地域であることなど、幾多の問題があつたもので、その構造は第1図および第2図(次頁参照)に、布設状況は第3図(次頁参照)に示した通りである。

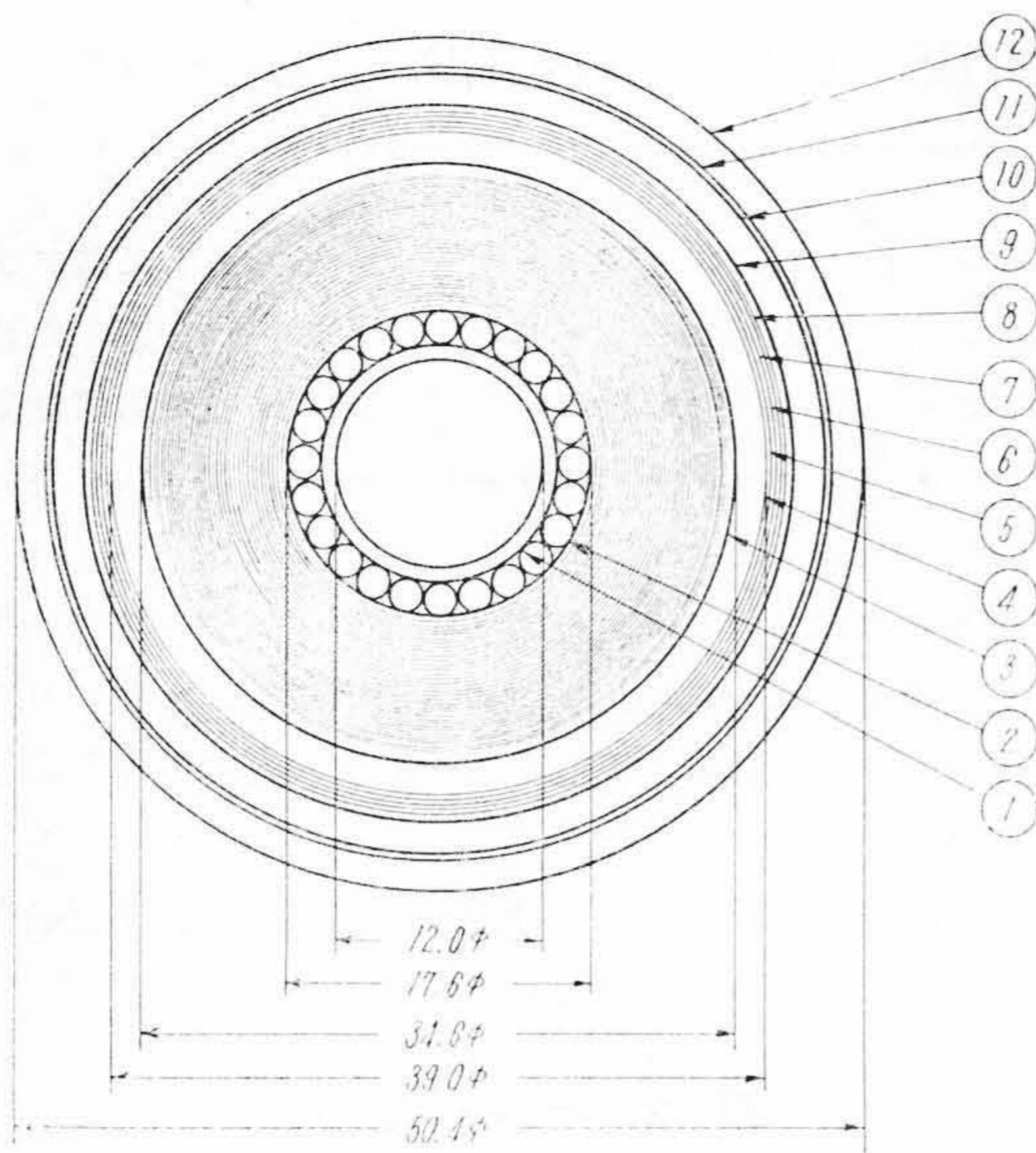
本ケーブルの設計布設に関する要点を述べるとつぎの通りである。

- (1) 電流容量と絶縁強度の点から単心型 OF ケーブルを採用した。
- (2) 単純な一方傾斜地布設であるため、高所側ケーブル端に重力油槽をおく給油方式を採用した。



第1図 60 kV  $1 \times 75 \text{ mm}^2$  二重鉛被ジュート巻 OF ケーブル

Fig. 1. 60 kV  $1 \times 75 \text{ mm}^2$  Jute Served Oil-Filled Double Lead-Sheathed Cables



- ① 油通路(硬銅帯スパイラル管)
- ② 導体 (24/2.0 mm)
- ③ 絶縁紙
- ④ 内部鉛被
- ⑤ 紙テープ
- ⑥ ゴム引綿テープ
- ⑦ 硬銅テープ
- ⑧ 黄銅テープ
- ⑨ ゴム引綿テープ
- ⑩ 外部鉛被
- ⑪ 紙テープ
- ⑫ 外装ジユート

第2図 60 kV 1×75 mm<sup>2</sup> 二重鉛被ジユート巻OFケーブルの断面

Fig. 2. Sectional Diagram of 60 kV 1×75 mm<sup>2</sup> Oil-Filled Cable

- (3) 給油槽の有効油量は変化油量のほゞ2倍とした。
- (4) ケーブルには適当な滑り止め金具を取付けた。

圧縮導体特別高圧電力ケーブル

導体を圧縮成形した圧縮導体ケーブルは、撚線間隙の余剰混和物が少ないので、急傾斜地を始め、含浸油の流下が問題となる箇所に布設する油浸紙絶縁電力ケーブルの導体として適するばかりでなく、仕上外径を縮小する特長をもっている。

第1表 圧縮導体 SL ケーブル構造および性能

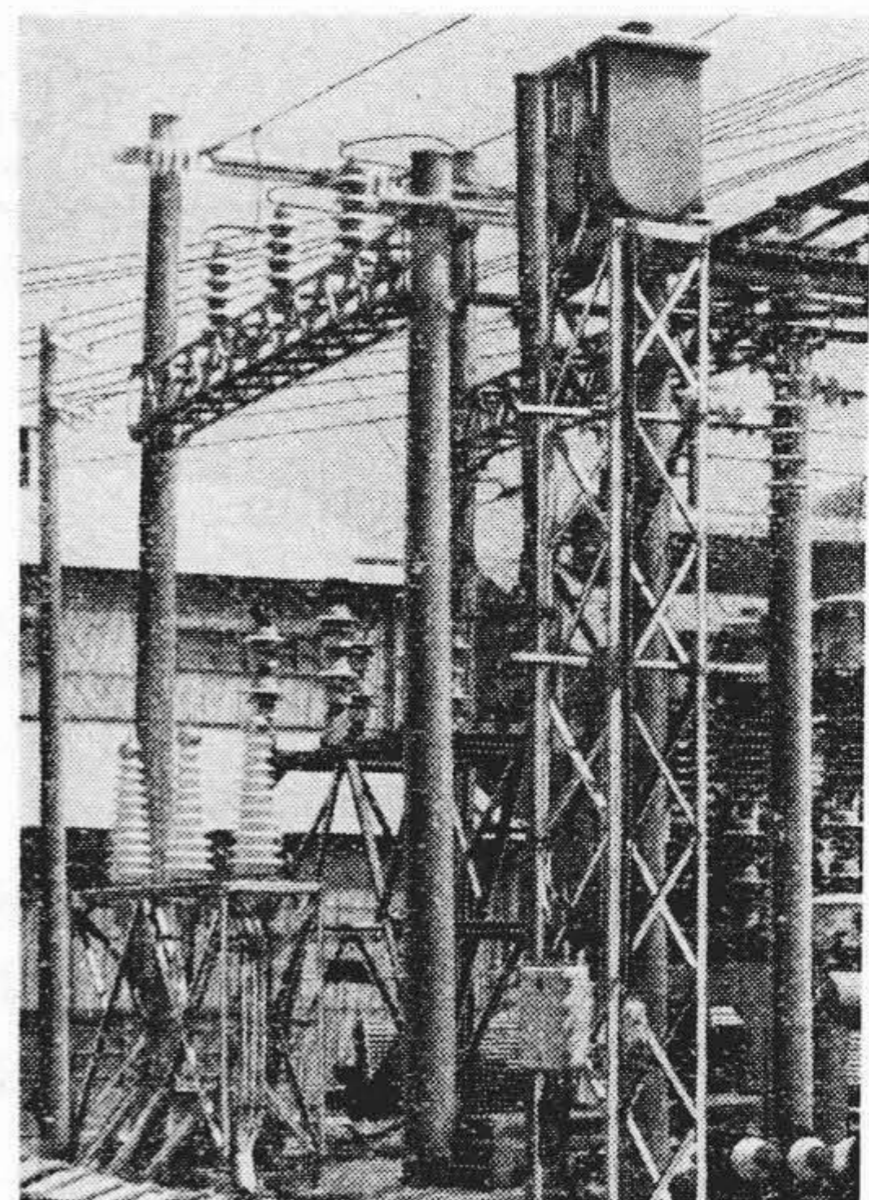
Table 1. Construction and Characteristics of Compack Conductor SL Type Cables

品名	導体		形状	外径 (mm)	半導体テープ厚 (mm)	コア線絶縁厚 (mm)	紙テープ厚 (mm)	布テープ厚 (mm)	燃合布テープ厚 (mm)	燃合布テープ外径 (mm)	外部鉛被厚 (mm)	仕上外径 (約) (mm)	製品重量 (約) (kg/km)	導体抵抗 (20°C) (Ω/km)	絶縁耐力 (20°C) (V/10 mn)	静電容量 (20°C) (μF/km)	
	素線数	計算断面積 (mm <sup>2</sup> )															
3) kV 3×150 mm <sup>2</sup> (試作品)	37	153.7	円形圧縮撚線	14.2	0.2	7.5	1.6	0.2	0.3	72.2	0.9	2.7	80	23,700	0.117	63,000	0.31
20 kV 3×100 mm <sup>2</sup> (東京電力)	19	100.9	円形圧縮撚線	12.0	0.2	5.5	1.5	0.4	0.3	60.1	0.9	2.4	67	16,620	0.180	44,000	0.4
20 kV 3×150 mm <sup>2</sup> (関西電力)	37	153.7	円形圧縮撚線	14.5	—	5.5	1.5	(ネオプレン防蝕層 1.5)		68.0	0.9	2.6	75	21,130	0.117	44,000	0.5

第2表 20 kV 3×150 mm<sup>2</sup> 扇形圧縮導体 H 型鉛被ケーブル構造および性能

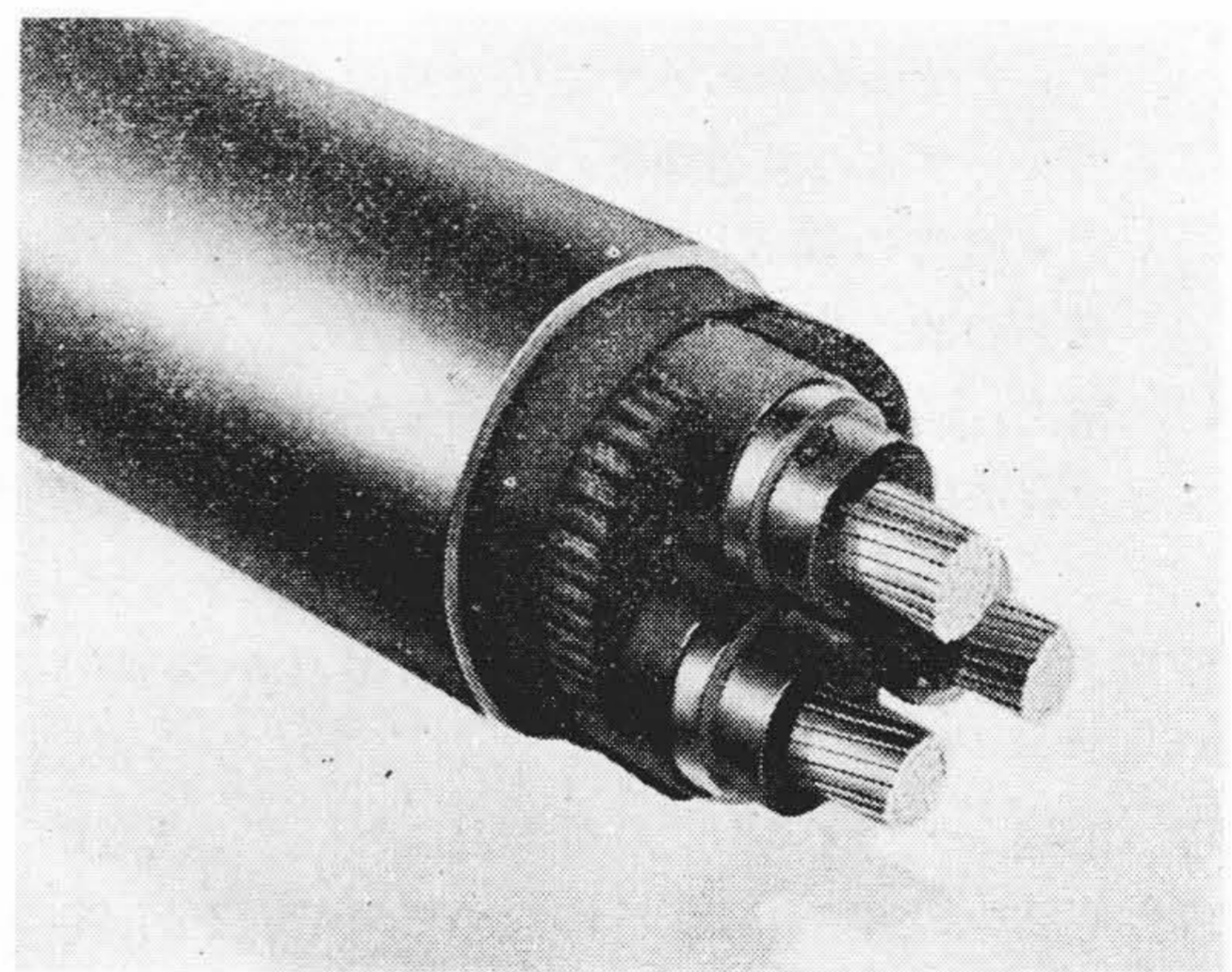
Table 2. Construction and Characteristics of 20 kV 3×150 mm<sup>2</sup> Sector Compack Conductor H Type Cable

素線数	導体		形状	外径 (mm)	コア絶縁厚 (mm)	遮蔽テープ厚 (mm)	燃合外径 (mm)	バインダーテープ厚 (mm)	鉛被厚 (mm)	仕上外径 (約) (mm)	製品重量 (約) (kg/km)	導体抵抗 (20°C) (Ω/km)	静電容量 (20°C) (μF/km)	絶縁耐力 (V/10 mn)
	計算断面積 (mm <sup>2</sup> )	形状												
37	153.7	扇形圧縮撚線	12.6	6.0	銅テープ 0.10 添紙 0.125	52.2	銅テープ 0.15 添紙 0.125	2.8	59	14,200	0.119	0.4	44,000	



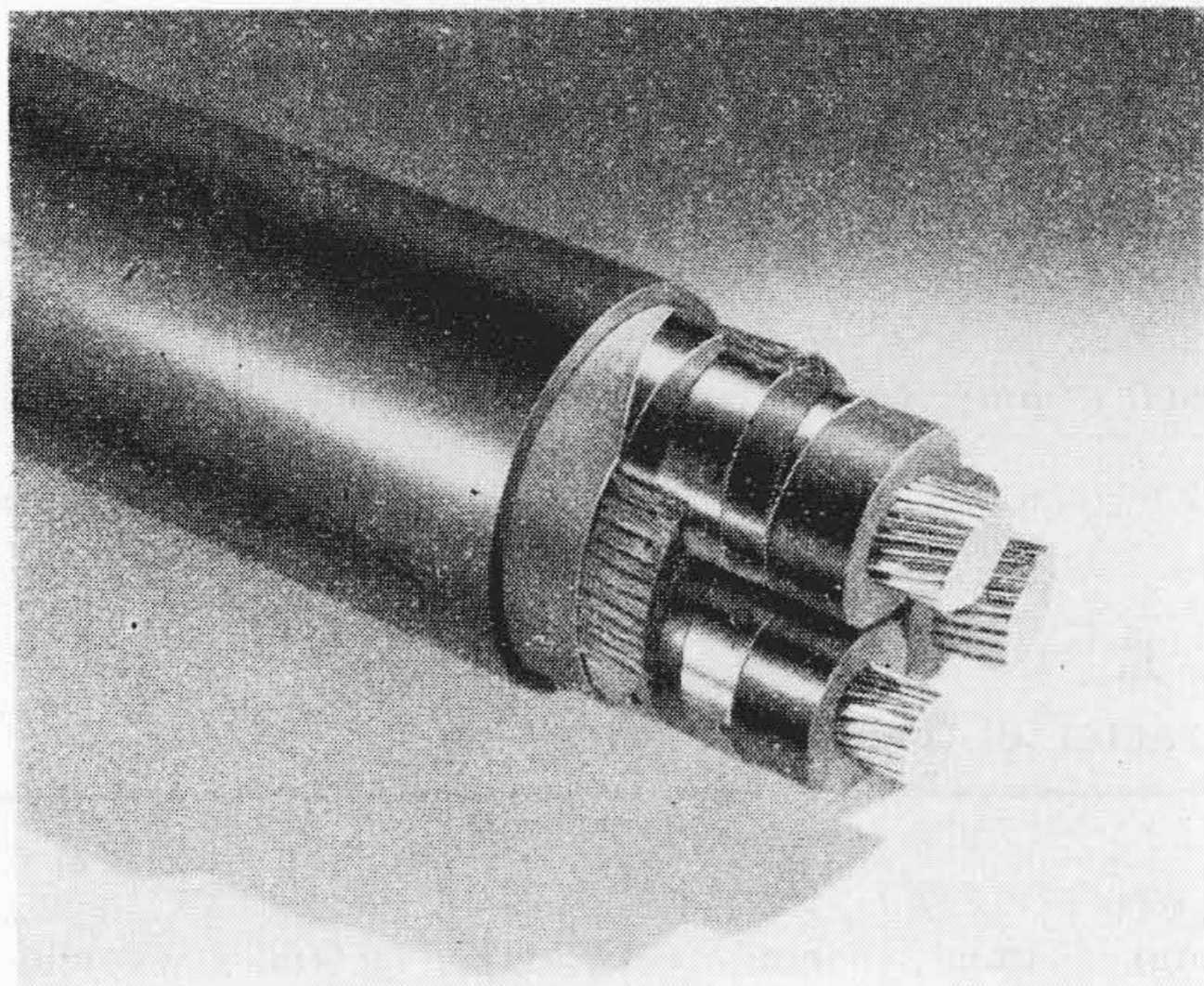
第3図 ケーブルヘッドおよび給油槽

Fig. 3. Cable Terminal Boxes and Feeding Tank



第4図 20 kV 3×150 mm<sup>2</sup> 圧縮導体ネオプレン防蝕鉛被 SL ケーブル

Fig. 4. 20 kV 3×150 mm<sup>2</sup> Compack Conductor SL Type Cable



第5図 20 kV 3×150 mm<sup>2</sup> 扇形圧縮導体 H型鉛被ケーブル

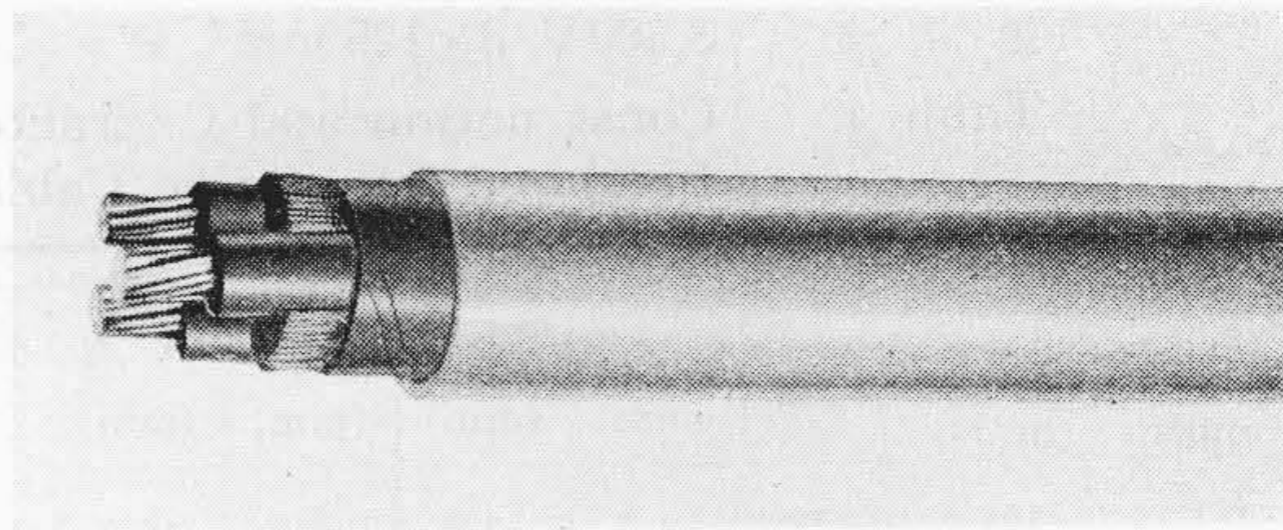
Fig. 5. 20 kV 3×150 mm<sup>2</sup> Sector Compact Conductor H Type Cable

最近日立製作所において納入または試作した 20 kV 以上の圧縮導体電力ケーブルの構造および性能は、第4図、第5図および第1表、第2表(前頁参照)の通りである。第1表における東京電力納 20 kV 3×100 mm<sup>2</sup> 圧縮導体鉛被 SL ケーブルおよび試作品である 30 kV 3×150 mm<sup>2</sup> 圧縮導体鉛被 SL ケーブルは、圧縮導体上に半導体紙を巻いたもので絶縁耐力特性のすぐれたものである。

アルミシース電力紙ケーブル

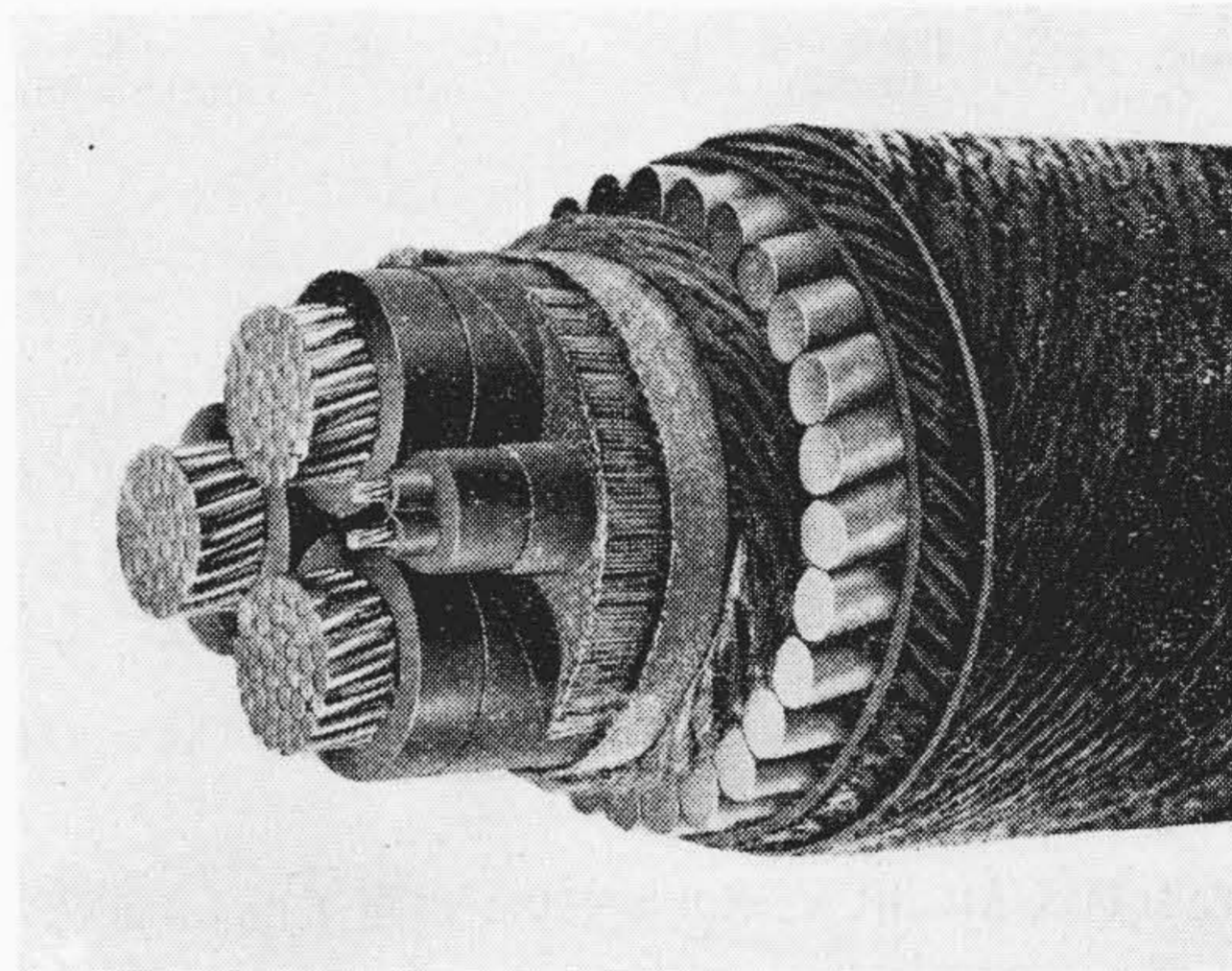
油浸紙を絶縁体とした電力ケーブルのシースとして鉛が広く使用されてきたのは、加工性に富み被鉛機により容易に被覆が可能であること。屈曲に対し相当柔軟性があること。化学的に安定であること。接続が内部心線には影響なく簡単に行えることなど紙絶縁電力ケーブルの被覆材料としてすぐれた特性をもっているからである。しかし鉛は世界的に不足物資であり、機械的、物理的に欠点があるため、これに代つてアルミを用いたアルミシースケーブルが、最近諸外国で製造されるようになり我国においても試作研究されている。

日立製作所において今回製作したアルミシースケーブルは 3,000V 3×14 mm<sup>2</sup> ベルト紙ケーブルで、その構造および性能は、第6図および第3表の通りある。



第6図 3,000V 3×14 mm<sup>2</sup> アルミシースベルト紙ケーブル

Fig. 6. 3,000V 3×14 mm<sup>2</sup> Aluminum Sheathed Belt Type Paper Insulated Cable



第7図 3,300V 3×125 mm<sup>2</sup> ポリエチレン絶縁海底ケーブル(電話線1回線入)

Fig. 7. 3,300V 3×125 mm<sup>2</sup> Polyethylene Insulated Submarine Cable

アルミシース電力紙ケーブルは従来の鉛被ケーブルに比べ加工性、加撓性、耐腐蝕性および接続など、不利な点が多いが、軽量であり、また機械的特性がすぐれている上に匍匐に対しても強いので架空布設の電力紙ケーブル、あるいはガス圧ケーブルなどの被覆材料として、その長所を活すことができる。

ポリエチレン絶縁鉄線鎧装海底用電力ケーブル

日立製作所においてはさきに我国最初の 3,000V 3×22 mm<sup>2</sup> ポリエチレン絶縁鉄線鎧装海底用電力ケーブルを若山炭砒に納入したが、今回電話線1回線入 3,000V 3×125 mm<sup>2</sup> ポリエチレン絶縁鉄線鎧装海底用電力ケーブルを運輸省へ製作納入した。

第3表 3,000V 3×14mm<sup>2</sup> アルミシースベルト紙ケーブル構造および性能  
Table 3. Construction and Characteristics of 3,000V 3×14 mm<sup>2</sup> Aluminum Sheathed Belt Type Paper Insulated Cable

導		体		絶縁厚		アルミシース厚 (mm)	仕上外径 (約) (mm)	製品重量 (約) (kg/km)	導体抵抗 (20°C) (Ω/km)	静電容量 (20°C) (μF/km)	絶縁耐力 (V/10 mm)
構素線数/素線径 (mm)	計算断面積 (mm <sup>2</sup> )	形状	外径 (mm)	導体相互間 (mm)	導体鉛被間 (mm)						
7/1.6	14.08	円形燃線	4.8	3.0	2.0	1.6	21	950	1.33	0.3	9,000

第4表 3,300V 3×125 mm<sup>2</sup> ポリエチレン絶縁鉄線鎧装海底ケーブル構造および性能  
Table 4. Construction and Characteristics of 3,300V 3×125 mm<sup>2</sup> Polyethylene Insulated Submarine Cable

導	体	ポリエチレン絶縁厚 (mm)	特殊テープ厚 (mm)	撚合外径 (mm)	ゴム引綿テープ厚 (mm)	ジュート厚 (mm)	鉄線径 (mm)	ジュート厚 (mm)	仕上外径 (約) (mm)	製品重量 (約) (kg/km)	導体抵抗 (20°C) (Ω/km)	静電容量 (20°C) (μF/km)	絶縁耐力 (V/10 mn)
37/2.1	円形撚線	3.0	0.5	46.9	0.5	2.0	6.0	1.7×2	71	13,400	0.1474	0.32	9,000

第5表 挿入電話線構造および性能  
Table 5. Construction and Character of Telephone Wire

導	体	ポリエチレン絶縁厚 (mm)	撚合外径 (mm)	ポリエチレンシース(充実型)厚 (mm)	ゴム引綿テープ厚 (mm)	仕上外径 (約) (mm)	概算重量 (約) (kg/km)	導体抵抗 (20°C) (Ω/km)	絶縁耐力 (V/mn)
7/0.5	円形撚線	1.0	7.0	1.0	0.25	9.5	64	13.54	1,500

このケーブルは浚渫船の給電用ケーブルとして用いられるもので、浚渫船の電源室と陸上の給電所とを結ぶため、海底に布設されるが浚渫の進行とともに移動されるものである。従来より使用されてきたドレッヂヤ、ケーブルよりすぐれたものとして採用されたもので、その成果は各方面の注目の的になっている。

なお絶縁体に用いたポリエチレンは電氣的にきわめて優れ、かつ耐水性で海底用電力ケーブルの絶縁体として好適なものである。

今回納入したケーブルのおもな特長はつぎの通りである。

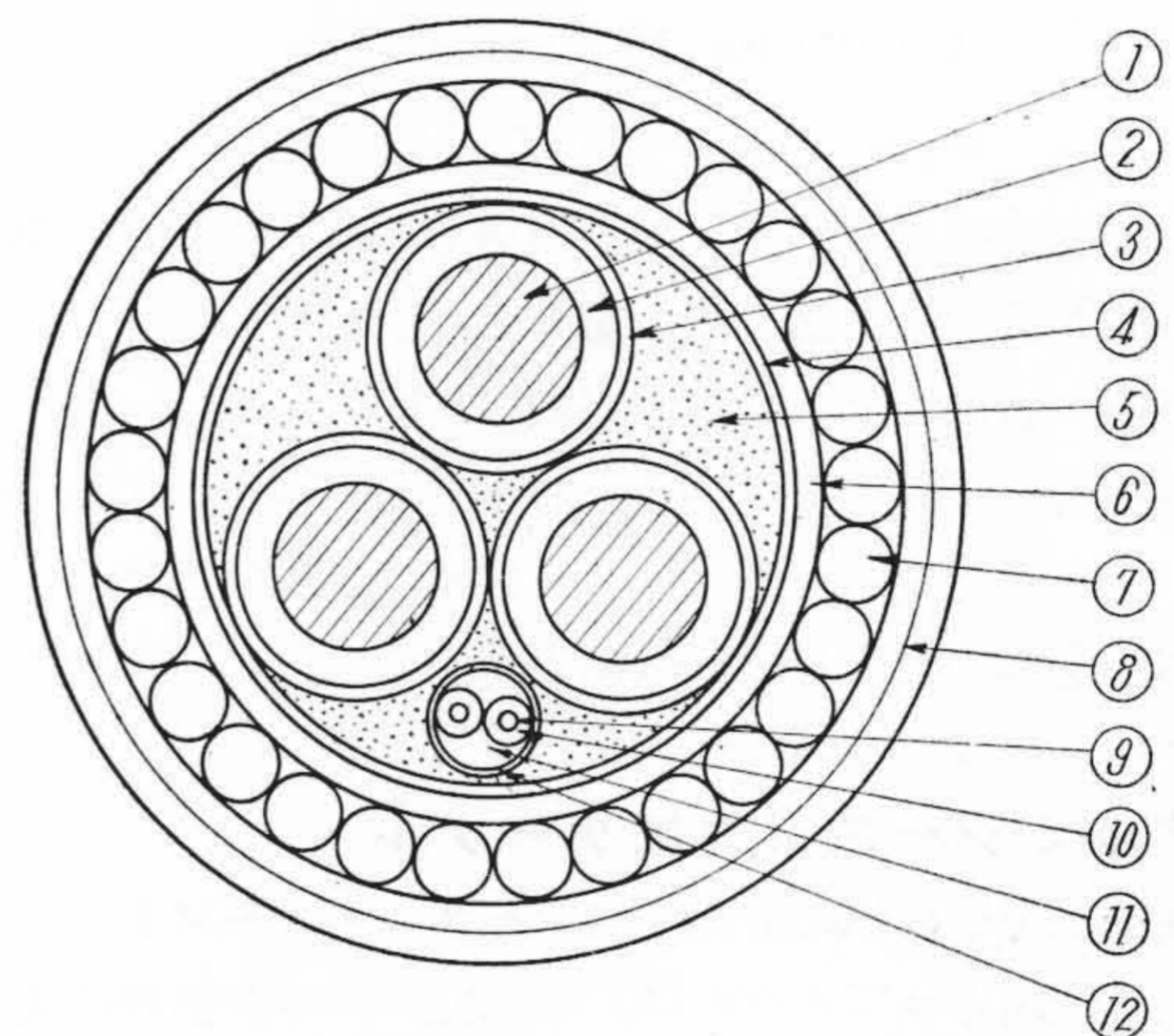
- (1) ポリエチレン絶縁体上に特殊テープを巻き、ポリエチレン絶縁体の弾性保護層としている。
- (2) 浚渫船と陸上給電所の連絡用として、電話線1回線が挿入されている。
- (3) ケーブル立上り水際の部分は、腐蝕、劣化などを防止するために標準海面上下約4mの部分に耐候性ネオプレンテープを施した。
- (4) 軽量であり、取扱が容易である。
- (5) ケーブルの終端は、日立製作所独得の技術による特殊設計ケーブルヘッドが採用されたので、従来の紙絶縁ケーブル用のケーブルヘッドに比べてきわめて小型化され、かつ軽量で接続工事も簡単である。

**ポリエチレン絶縁塩化ビニルシース鋼帯鎧装電力ケーブル**

最近、ポリエチレン絶縁塩化ビニルシースケーブルが広く使用されるようになってきた。

このケーブルは従来の紙絶縁ケーブルでは問題のあつた鉛被の電蝕、化学蝕の多い処とか、立上り傾斜地布設などの場合に適している。

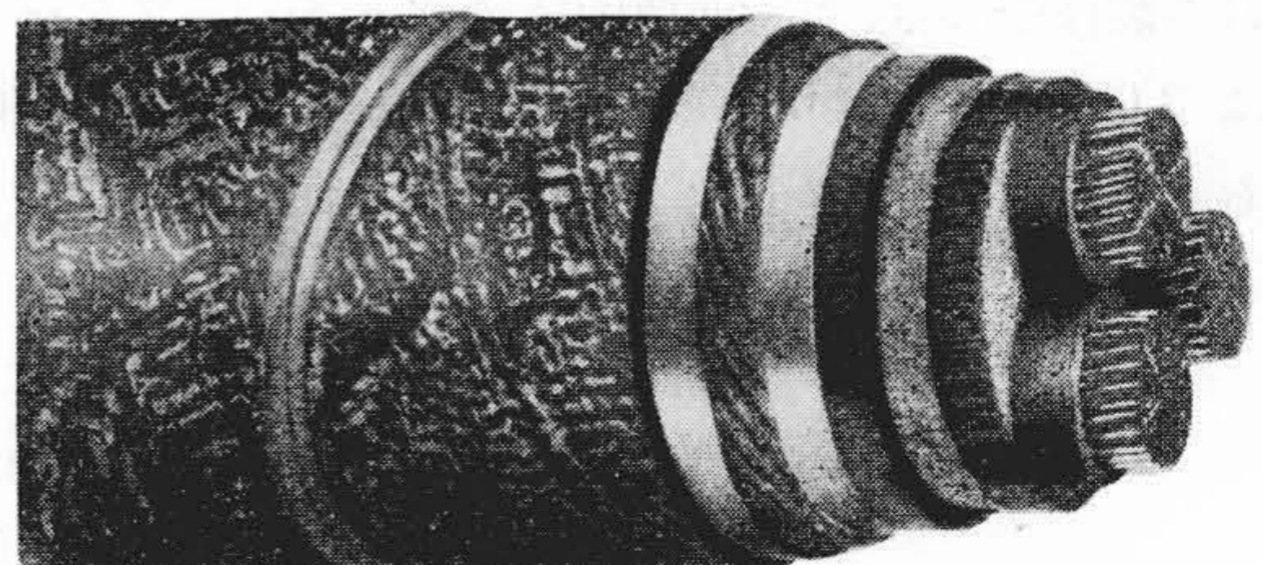
日立製作所においてはすでに関西電力を始めとして多くのポリエチレン絶縁電力ケーブルを納入した実績をも



- |             |   |                  |       |
|-------------|---|------------------|-------|
| ① 導         | 体 | ⑦ 鉄              | 線     |
| ② ポリエチレン絶縁体 |   | ⑧ 外装ジュート         |       |
| ③ 特殊テープ     |   | ⑨ 導              | 体     |
| ④ ゴム引綿テープ   |   | ⑩ ポリエチレン絶縁体      | 挿入電話線 |
| ⑤ 介在ジュート    |   | ⑪ ポリエチレンシース(充実型) |       |
| ⑥ 座床ジュート    |   | ⑫ ゴム引綿テープ        |       |

第8図 3,300V 3×125 mm<sup>2</sup> ポリエチレン絶縁海底ケーブル断面図

Fig. 8. Sectional Diagram of 3,300V 3×125 mm<sup>2</sup> Polyethylene Insulated Submarine Cable



第9図 600V 3×250 mm<sup>2</sup> ポリエチレン絶縁塩化ビニルシース鋼帯鎧装ケーブル

Fig. 9. 600V 3×250 mm<sup>2</sup> Steel Tape Armoured P.V.C. Sheathed Polyethylene Insulated Cable

第 6 表 600V 3×250 mm<sup>2</sup> ポリエチレン絶縁ビニルシース鋼帯鎧装ケーブル構造および性能  
Table 6. Construction and Character of 600V 3×250 mm<sup>2</sup> Steel Tape Armoured P.V.C. Sheathed Polyethylene Insulated Cable

導		体		ポリエチレン絶縁厚 (mm)	燃合外径 (mm)	ビニルシース厚 (mm)	紙テープ巻厚 (mm)	ジュート巻厚 (mm)	鋼帯厚 (mm)	ジュート巻厚 (mm)	仕上外径 (約) (mm)	製品重量 (約) (kg/km)	導体抵抗 (20°C) (Ω/km)	静電容量 (20°C) (μF/km)	絶縁耐力 (V/10 mn)
構成素線数/素線径 (mm)	計算断面積 (mm <sup>2</sup> )	形状	外径 (mm)												
61	253.5	円形撚線	25.7	2.5	55.6	3.6	0.4	2.0	0.8×2	2.0	76	13,150	0.07296	0.44	3,000

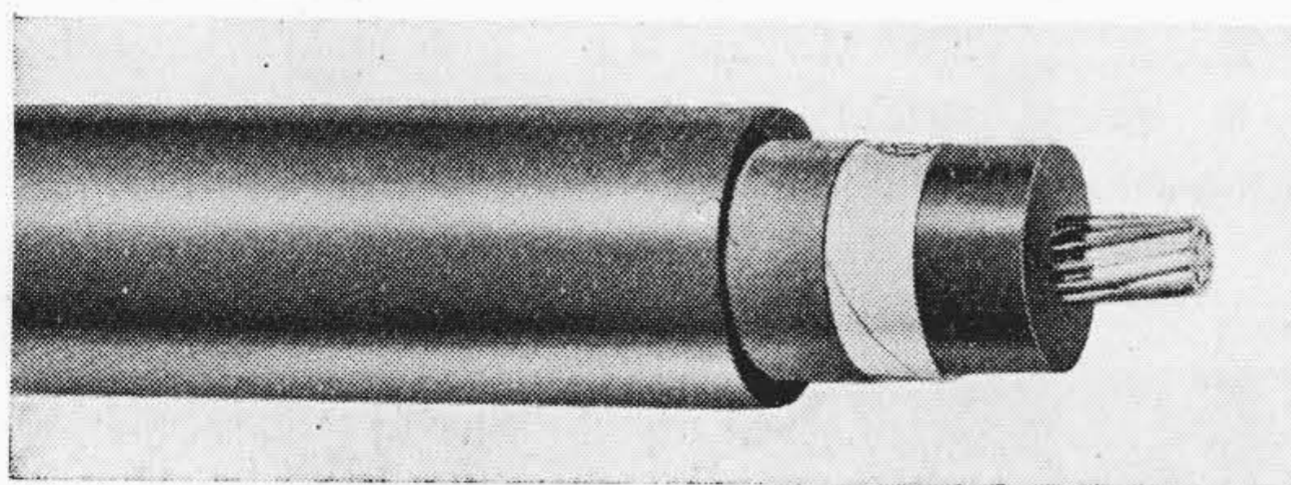
つているが、今回さらに塩化ビニルシース上に鋼帯鎧装を施した電力ケーブルを大量に東京瓦斯に納入した。このケーブルの構造および性能は第 9 図および第 6 表の通りである。

なお今回のケーブルには特につぎの点に注意を払って作られた日立製作所のプラスチックケーブルヘッドを用いてある。

- (1) 酸、アルカリなど化学腐蝕に対しすぐれた特性をもち、長期にわたり安定した電気的特性を維持できること。
- (2) 接続工法が簡易であること。
- (3) 従来の JCMS 型ケーブルヘッドより経済的であること。
- (4) 狭隘な場所にも取付けうること。

#### 直流 66kV ポリエチレン絶縁塩化ビニルシースコットレルケーブル

電気集塵装置の放電極線と電源を結ぶコットレルケーブルには、従来紙絶縁ケーブルが使用されてきた。しかしこのケーブルは布設工事ならびにケーブルの接続がかなり面倒である。このような問題を解決する目的で今回日立製作所において特殊のプラスチックコットレルケー



第 10 図 直流 66,000V ポリエチレン絶縁塩化ビニルシースコットレルケーブル

Fig. 10. D.C. 66,000V P.V.C. Sheathed Polyethylene Insulated Cottrell Cable

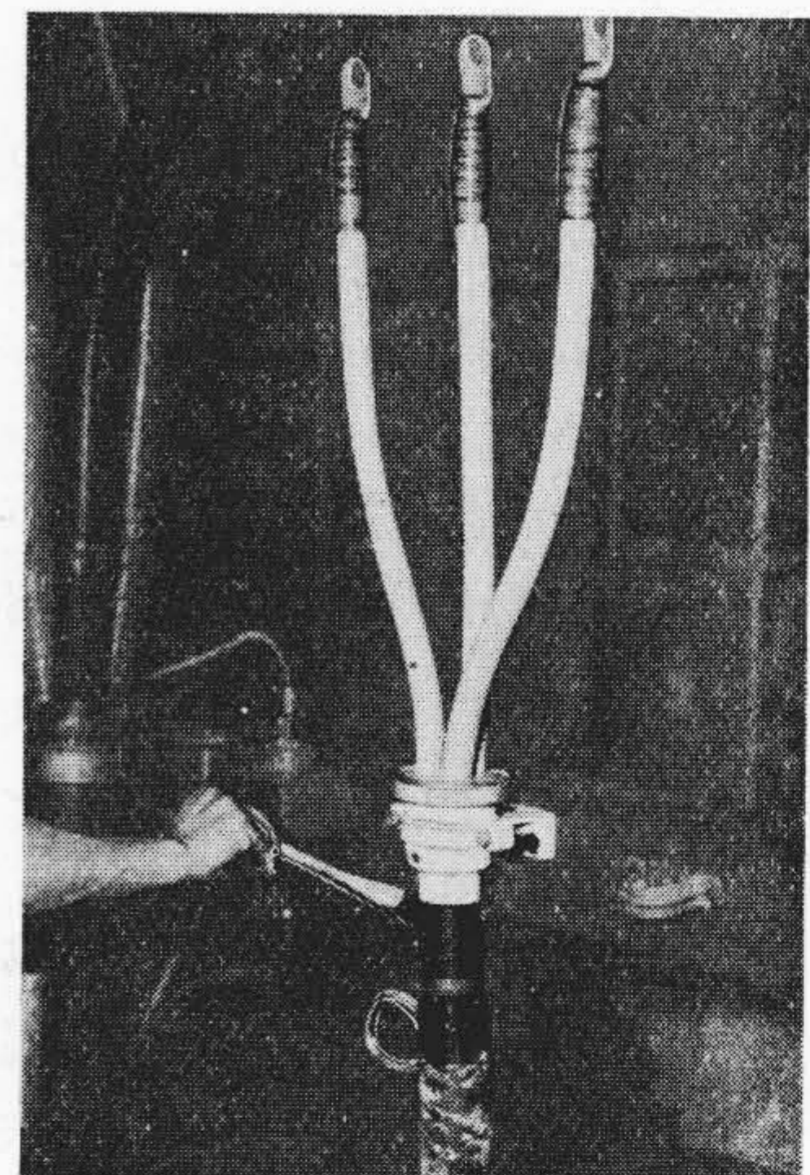
ブルを製作をした。

このケーブルは、電氣的にすぐれたポリエチレンを絶縁体とし、機械的にすぐれ、かつ化学的に安定した塩化ビニルを外部被覆に用いたもので、その構造および性能は第 10 図および第 7 表の通りである。

周知の通りポリエチレンは耐コロナ性に問題があり、したがってこの種の特高ケーブルの設計製造に当たっては、特に注意を払わねばならない。日立製作所においては特にこの点に対して特殊の製造法を採用し、成果を収めることができた。

#### プラスチックケーブルヘッド

ポリエチレン絶縁電力ケーブル、合成ゴム絶縁電力ケーブルの発展に伴って、これが接続部品の改良が要望されている。日立製作所が推奨しているプラスチックケー

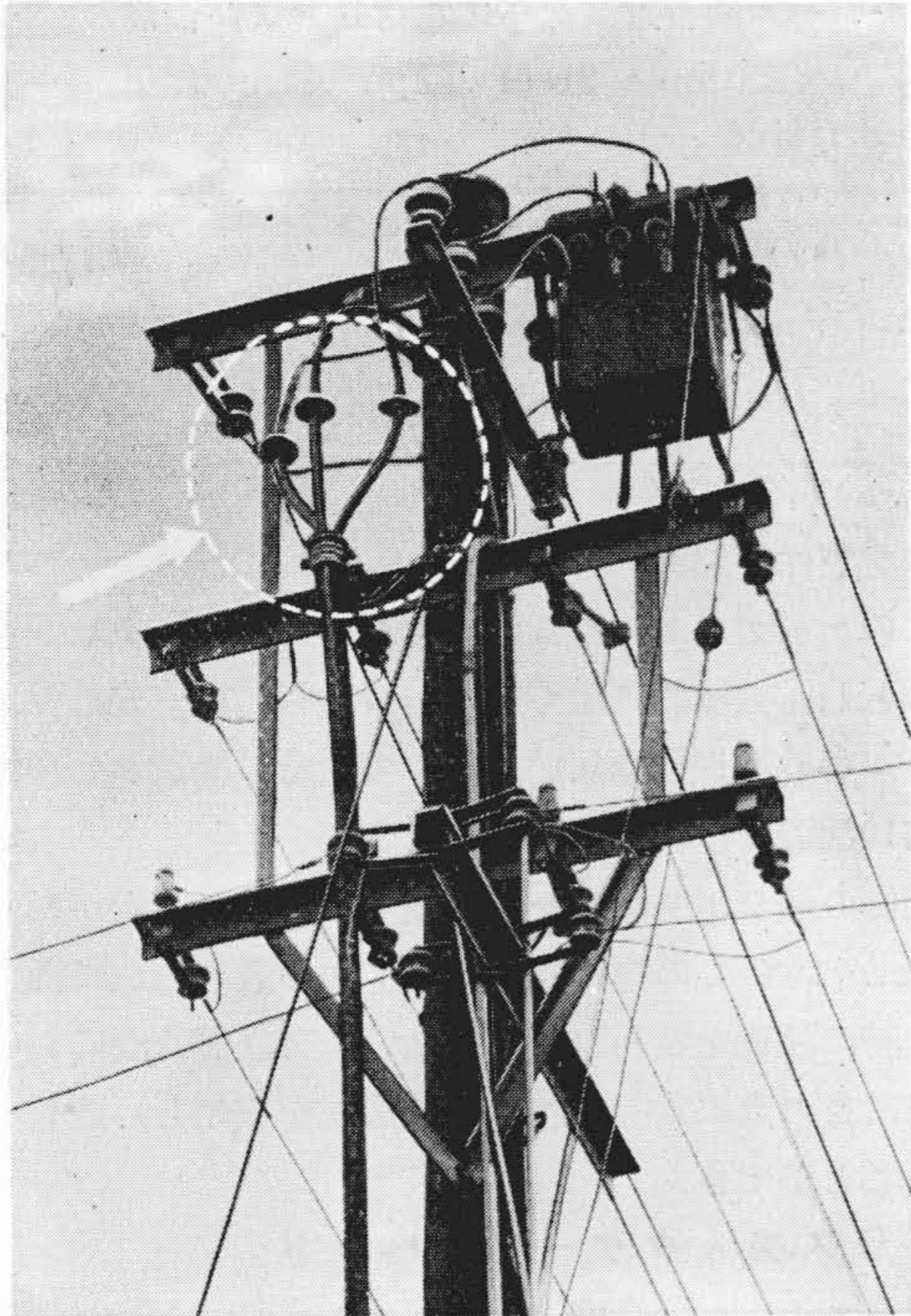


第 11 図 屋内用プラスチック大型ケーブルヘッドの取付状況

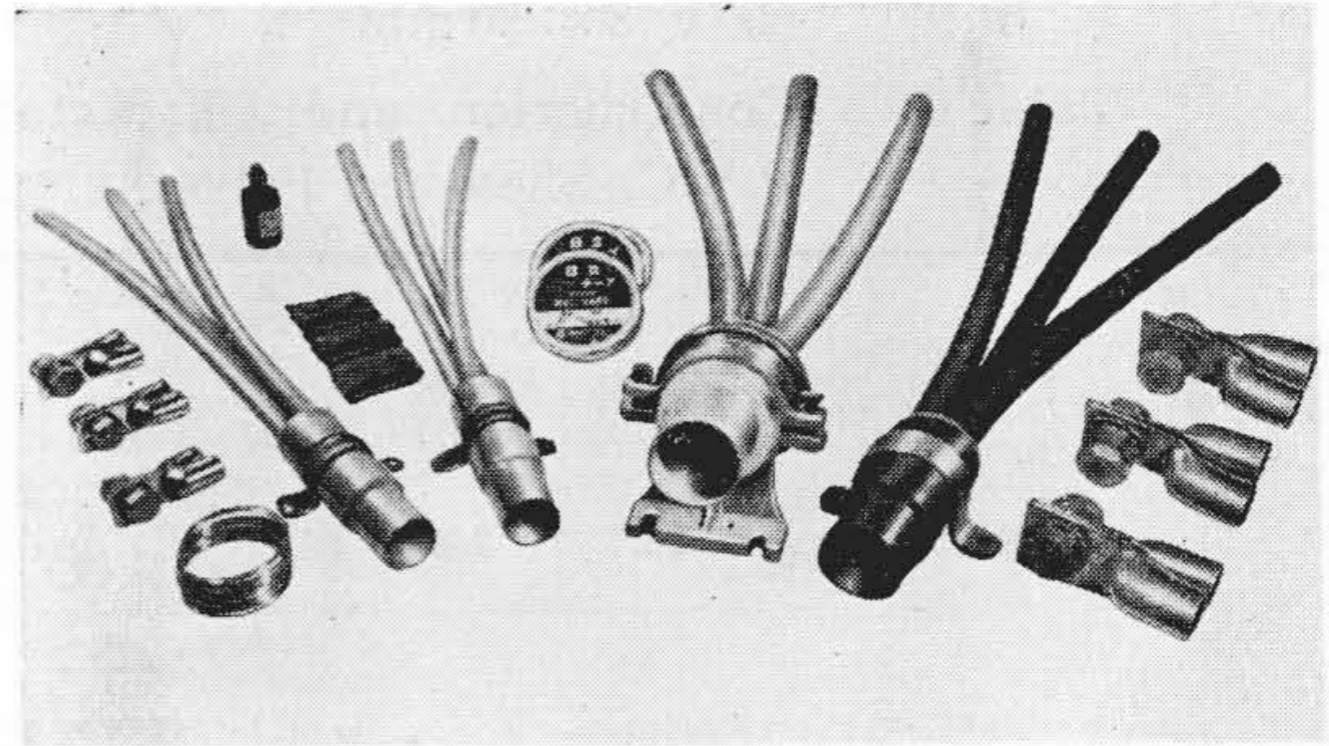
Fig. 11. Laying of Indoor Plastic Pothead

第 7 表 直流 66kV ポリエチレン絶縁塩化ビニルシースコットレルケーブル構造および性能  
Table 7. Construction and Character of D.C. 66kV P.V.C. Sheathed Polyethylene Insulated Cottrell Cable

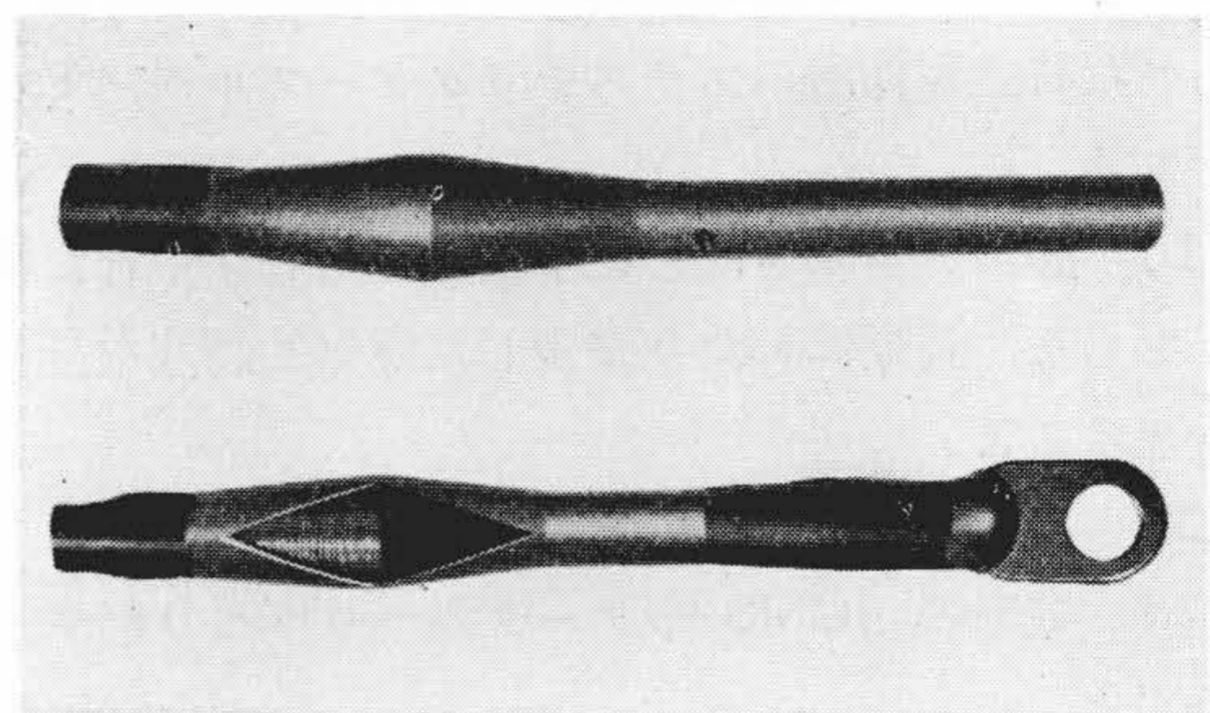
導		体		ポリエチレン絶縁厚 (mm)	遮蔽テープ厚 (mm)	ゴム引綿テープ厚 (mm)	塩化ビニルシース厚 (mm)	仕上外径 (約) (mm)	製品重量 (約) (kg/km)	絶縁耐力 (A.C.) (V/10 mn)
構成素線数/素線径 (mm)	計算断面積 (mm <sup>2</sup> )	形状	外径 (mm)							
19/1.6	38.21	円形撚線	8.0	6.0	銅テープ 0.1 金属化成紙 0.115 (組合せ巻き)	0.25	3.0	27	900	50,000



第12図 屋外用プラスチックケーブルヘッド  
取付状況  
Fig.12. Laying of Outdoor Plastic Pothead



第13図 各種のプラスチックケーブルヘッド  
および附属品  
Fig.13. Plastic Terminal Pothead and  
Accessories



第14図 特殊プラスチック端子 (ベルマウス付)  
Fig.14. Special Type Plastic Terminal  
(Shielded Type)

ブルヘッドはこれらケーブル用として好適のものでつぎのような特長をもっており需要家の好評をえている。

- (1) 小型かつ軽量である。
- (2) 気密性である。
- (3) 電氣的にも十分な信頼性がある。
- (4) プラスチック製であるので耐化学薬品性、耐蝕性にすぐれている。
- (5) 施工が容易で特別な熟練を必要としない。
- (6) 外観が優美である上に廉価である。

第11図(前頁参照)、第12図は取付状況、第13図は各種プラスチックケーブルヘッドおよびその附属品、第14図に特殊のベルマウスを設けた高圧用線心端末部(1部切断)を示してある。

### 通信ケーブル Communication Cables

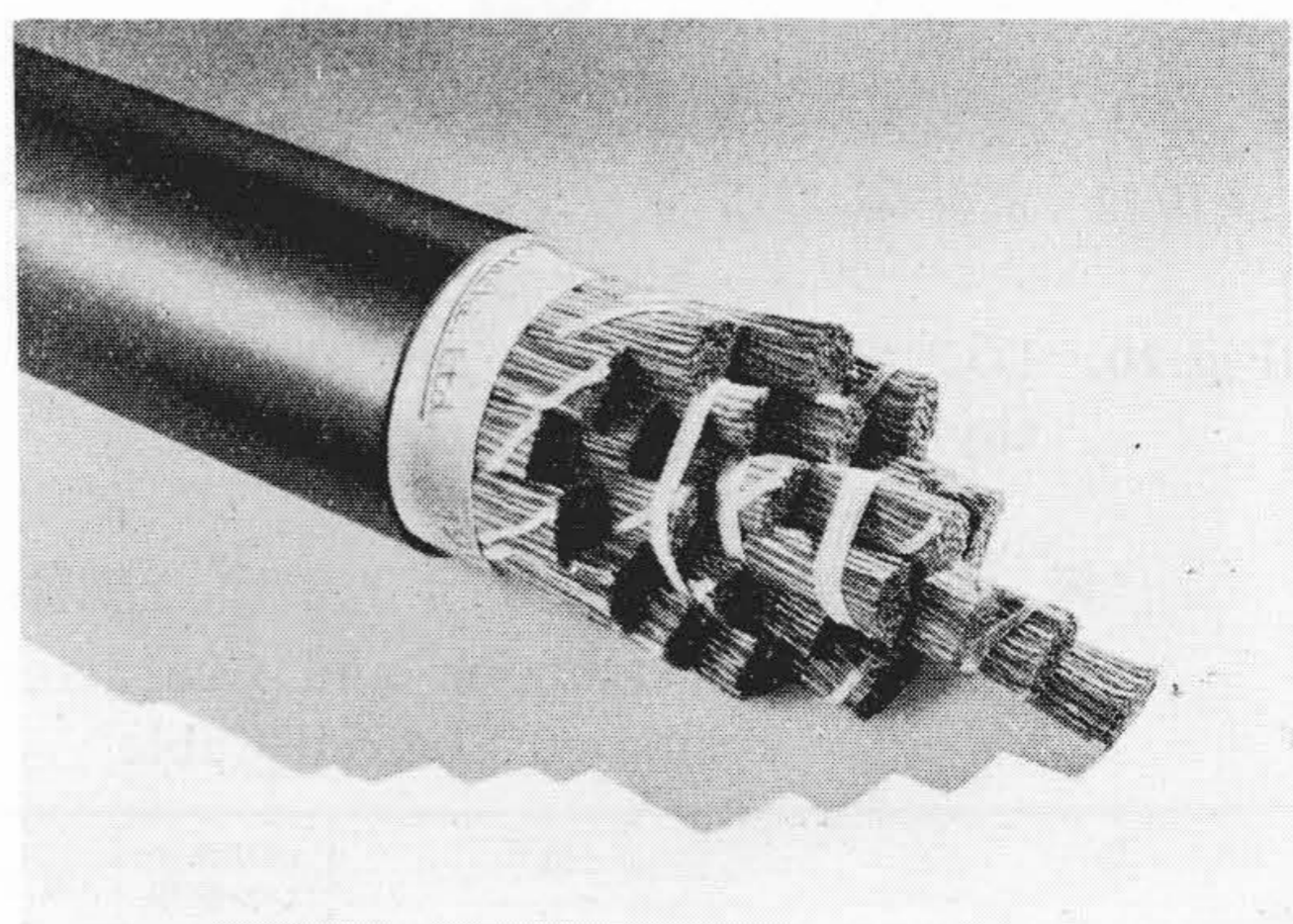
#### 0.4 mm×2,400 対ユニット市内星ケーブル

加入者の急激な増加により市内ケーブルにおいては、地下管路の飽和および資材経費節減などのために、電話機の性能改善と相俟つて細心多対化の傾向にある。アメリカにおいてはすでに 0.32 mm が使用されており、我国においても 0.4 mm が採用されている。

今回日立製作所で電々公社に納入した 0.4 mm×2,400

第8表 0.4 mm×2,400 対ユニット市内星ケーブル  
性能表  
Table 8. Characteristics of 0.4 mm×2,400 Pairs  
Unit Type Star Quadded City Cables

項目	規格	性能
導体抵抗	139±10 Ω/km	134.3±1.6 Ω/km
絶縁抵抗	2,000 MΩ/km 以上	43,000 MΩ/km 以上
静電容量	50 mμF±10%/km	49.7 mμF±8%/km
静電結合	平均値	300 μμF/500 m 以下
	最大値	1,800 μμF/500 m 以下
		59 μμF/500 m
		250 μμF/500 m



第15図 0.4 mm×2,400 対ユニット市内星ケーブル  
Fig.15. 0.4 mm×2,400 Pairs Unit Type Star  
Quadded City Cable

第9表 0.4mm ユニット市内星ケーブル構造表  
Table 9. Construction of 0.4mm Unit Type Star Quadded City Cables

導 体 径 (mm)	公 称 対 数	実 在 対 数	各 層 の ユ ニ ッ ト 数			鉛 被 内 径	非 ケ ー ブ ル		
			中 心 層	第 1 層	第 2 層		鉛 被 厚 さ (mm)	ケ ー ブ ル 外 径 (mm)	概 算 重 量 (kg/km)
0.4	400	408	4	—	—	23.0	1.8	約 27	2,777
	600	612	1	5	—	28.0	1.9	約 32	3,781
	800	816	2	6	—	32.3	2.0	約 37	4,772
	1,000	1,020	3	7	—	36.1	2.1	約 41	5,754
	1,200	1,224	4	8	—	39.4	2.2	約 44	6,725
	1,400	1,428	4	10	—	42.6	2.2	約 47	7,558
	1,600	1,632	1	6	9	45.5	2.3	約 51	8,553
	1,800	1,836	2	6	10	48.2	2.4	約 53	9,543
	2,400	2,448	4	8	12	55.6	2.8	約 62	12,734

第10表 ユニット局内ケーブル構造表 Table 10. Construction of Unit Type Switchboard Cables

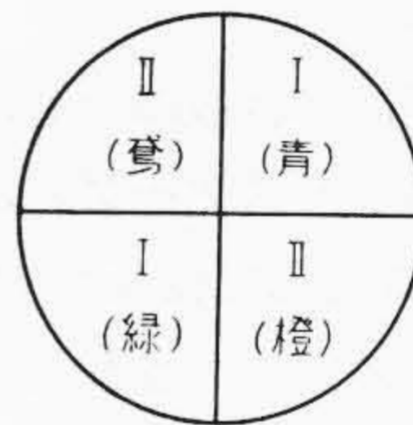
品 名	線 数	心 単 位 種 別	ユ ニ ッ ト 第 1 層		ユ ニ ッ ト 第 2 層		中 心 層		第 III ユ ニ ッ ト 第 1 層		第 III ユ ニ ッ ト 第 2 層		第 IV ユ ニ ッ ト 第 1 層		第 IV ユ ニ ッ ト 第 2 層		第 V ユ ニ ッ ト 中 心 層		形 状
			単 位 数	色 別 号 数	単 位 数	色 別 号 数	単 位 数	色 別 号 数	単 位 数	色 別 号 数	単 位 数	色 別 号 数	単 位 数	色 別 号 数	単 位 数	色 別 号 数	単 位 数	色 別 号 数	
164心局内ケーブル	164	対	1	21	1	19~14	1	13~1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	円
204心局内ケーブル	204	対	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	円
244心局内ケーブル	244	対	1	21	1	19~14	1	13~1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	円
246心局内ケーブル	246	3筒燃	1	21	1	19~14	1	13~1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	円
312心局内ケーブル	312	3筒燃 単線心 対	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	円
366心局内ケーブル	366	3筒燃	1	21	1	19~14	1	13~1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	円

対ユニット市内星ケーブルは、電々公社仕様、仕 376-2 版により製作したもので、その構造ならびに性能は第8表~第9表および第15図に示す通りである。

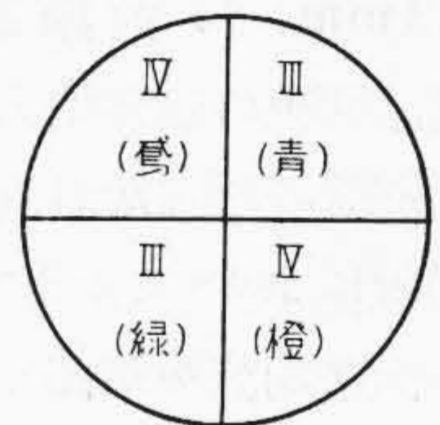
ユニット局内ケーブル

電話加入者の増加に伴って電話交換局内の配線に使用される局内ケーブルも多量に使用されるようになってきた。これに伴い、多対局内ケーブルを布設することによって架設工事を簡易化し、経済的にするため、ユニット

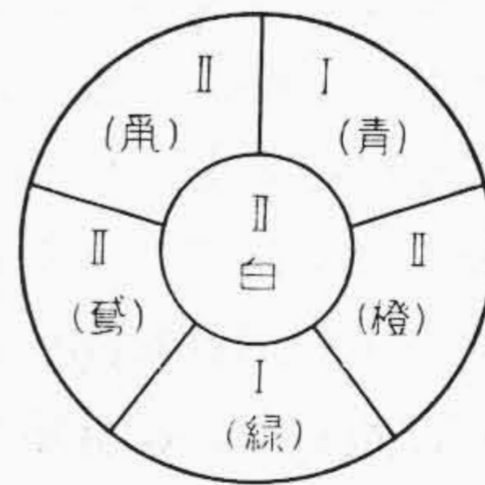
164心局内ケーブル (対燃ユニット)



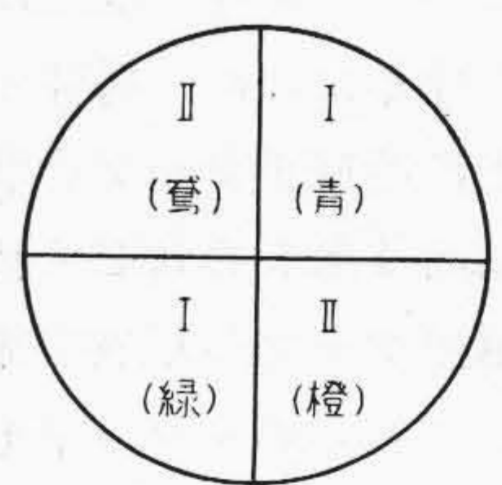
204心局内ケーブル (対燃ユニット)



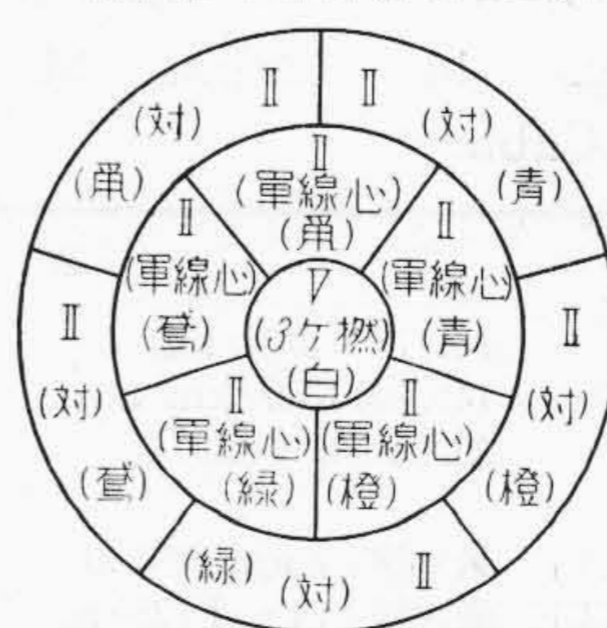
244心局内ケーブル (対燃ユニット)



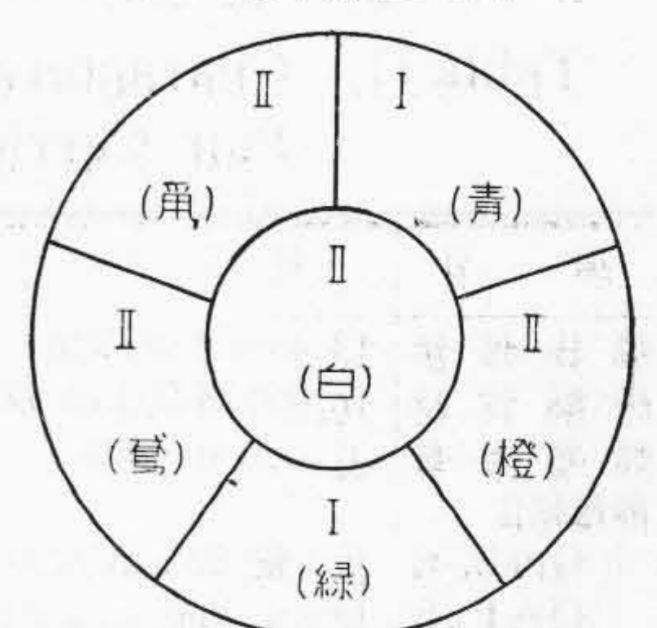
246心局内ケーブル (3ヶ燃ユニット)



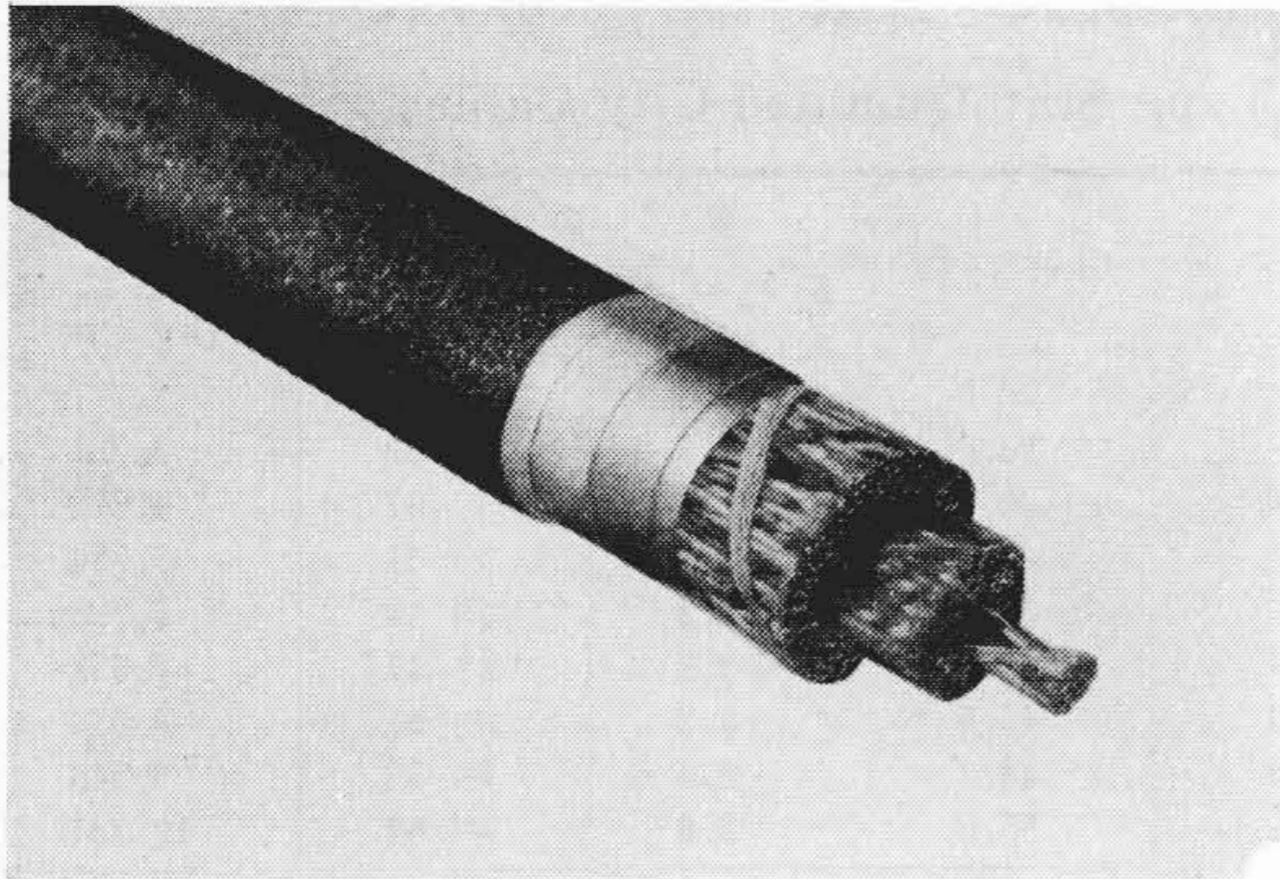
312心局内ケーブル (3ヶ燃単線心対燃ユニット)



366心局内ケーブル (3ヶ燃ユニット)



第16図 ユニット局内ケーブル構造図  
Fig.16. Construction of Unit Type



第17図 0.65 mm×312 心ユニット局内ケーブル  
Fig. 17. 0.65 mm×312 Conductors Unit Type Switchboard Cable

局内ケーブルの使用が実用化されてきた。

ユニット局内ケーブルの構造は第10表(前頁参照)および第16図(前頁参照)に示す通りで、その線心は、電々公社仕様、仕 1124-2 版一般局内ケーブルと同様である。

日立製作所においてはこの種ユニット局内ケーブルの発展に努力しており、電々公社仕様、特仕 1405 号によつて、164～366 心ユニット局内ケーブルを製作している。

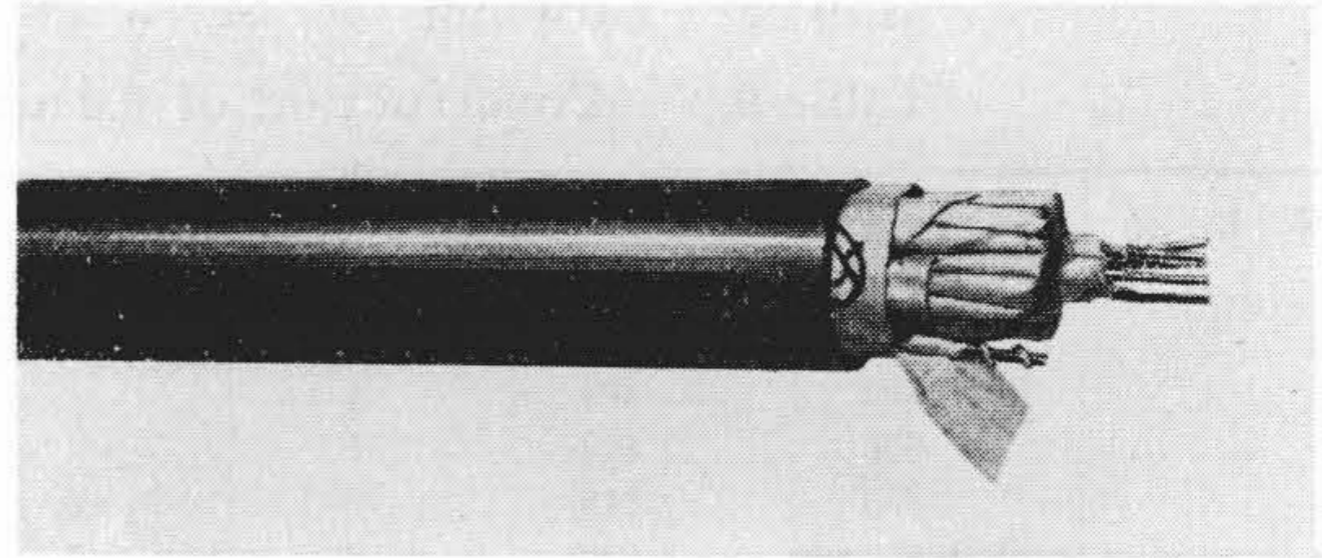
1.2 mm×14 対搬送ケーブル

電話回線の需要増大とともに使用周波数の上昇による通話回線の増加が計画されている。搬送ケーブルは長距離回線において多重搬送通信方式として使用されるため、伝送周波数が高く漏話が問題となり、また特性インピーダンスが小さいために、特に電磁結合に対しては設計製作上問題が多い。

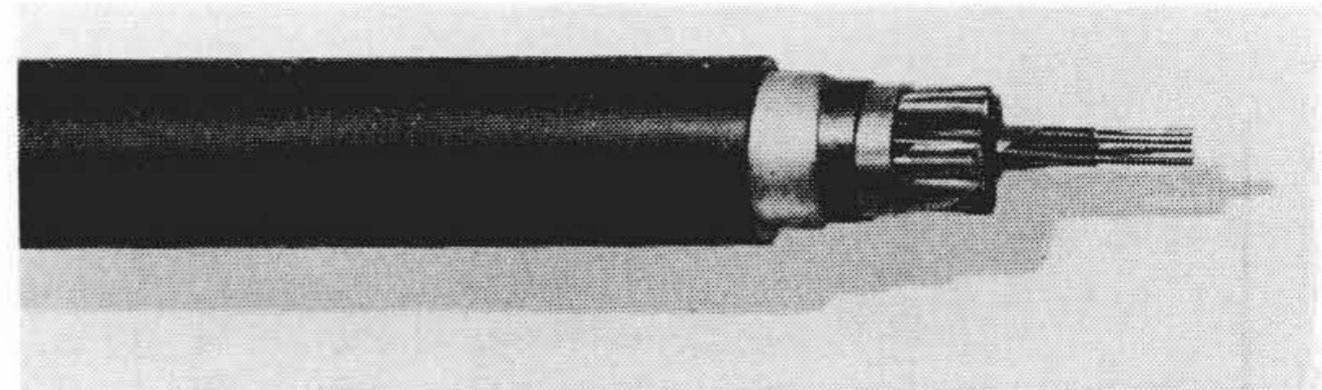
このケーブルの構造は静電容量を小さくして減衰量を少なくするために、導体上にコルデル(紙紐)を巻き、その上に絶縁紙テープを巻いたものを線心としている。この線心4条を撚合せて星型クワッドとし、クワッド上に絶縁紙テープの粗巻を施してクワッドの崩れを防いでいる。これらのクワッドを所要数だけ集合し、絶縁紙テープを巻いた後鉛被を施したものである。

第11表 1.2 mm×14 対搬送ケーブル性能表  
Table 11. Characteristics of 1.2 mm×14 Pair Carrier Cable

項目	規格	性能
導体抵抗	15.4±1.1 Ω/km	15.17±0.2 Ω/km
絶縁抵抗	10,000 MΩ/km 以上	140,000 MΩ/km 以上
静電容量	31.0 mμF±5%	30.0 mμF±3%
静電結合		
Q内S-S	最大値 30 μμF/250 m 以下	最大値 7 μμF/250 m
Q内P-S	最大値 400 μμF/250 m 以下	最大値 74 μμF/250 m
隣Q間S-S	最大値 12 μμF/250 m 以下	最大値 3 μμF/250 m
電磁結合		
Q内	最大値 90 mμH/250 m 以下	最大値 50 mμH/250 m
Q間	最大値 50 mμH/250 m 以下	最大値 20 mμH/250 m



第18図 1.2 mm×14 対搬送ケーブル  
Fig. 18. 1.2 mm×14 Pairs Carrier Cable

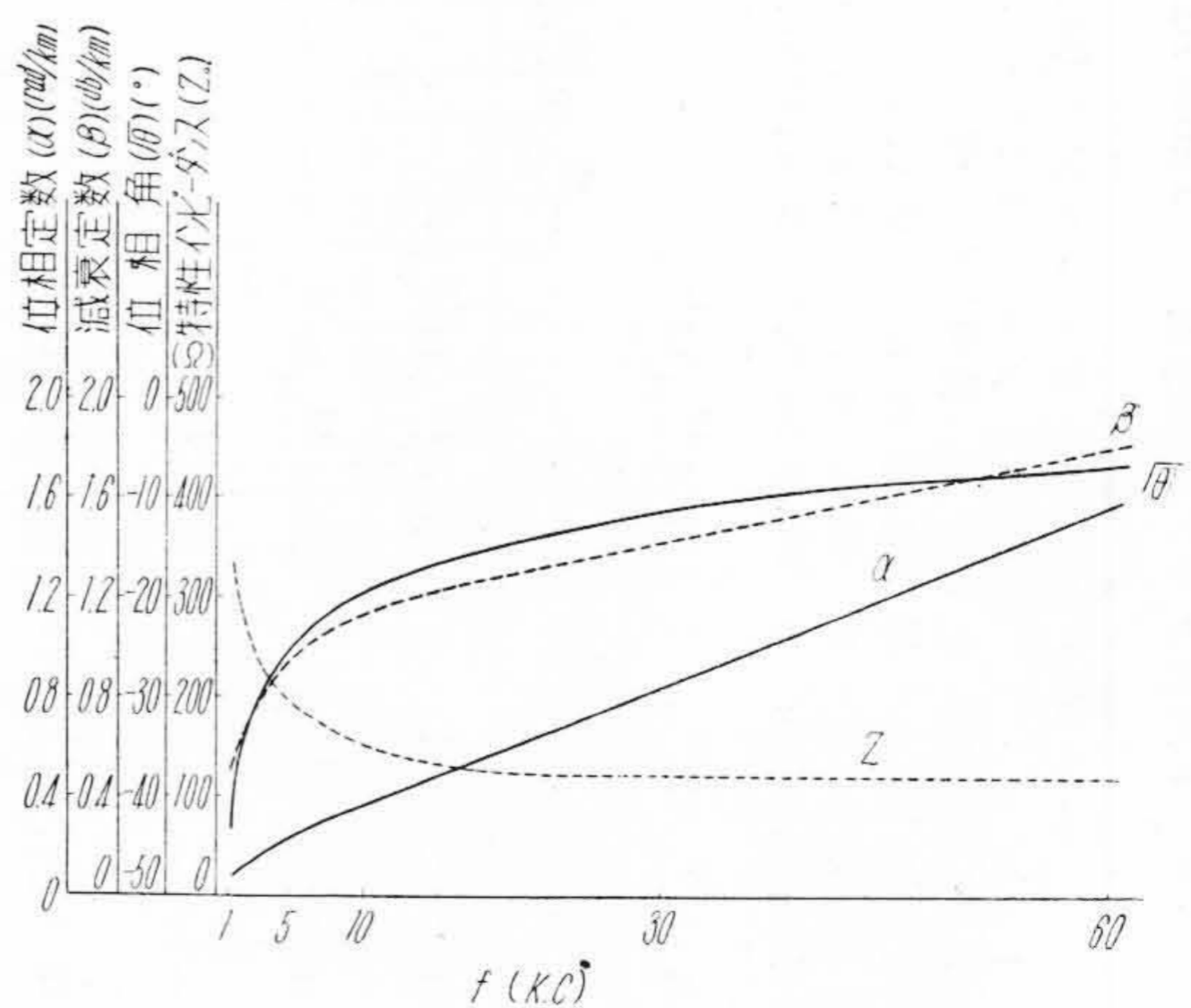


第19図 1.2 mm×14 対ポリエチレン絶縁塩化ビニル被覆市外星ケーブル  
Fig. 19. 1.2 mm×14 Pair Polyethylene Insulated P.V.C. Sheathed Star Quad-ded Toll Cable

第11表は日立製作所が国鉄に納入した 1.2 mm×14 対搬送ケーブルの性能を示したものである。

ポリエチレン絶縁塩化ビニル被覆市外星ケーブル

従来の紙絶縁鉛被通信ケーブルに比し、幾多のすぐれた特長をもっているプラスチック通信ケーブルが、経済的に製造されるようになったため、従来紙絶縁通信ケーブルを使用していた分野に、ますます広くかつ多く使用されるようになって来た。



第20図 1.2 mm×14 対ポリエチレン絶縁塩化ビニル被覆市外星ケーブル二次定数  
Fig. 20. Characteristics of 1.2 mm×14 Pairs Polyethylene Insulated P.V.C. Sheathed Star Quad-ded Toll Cable



第 12 表 1.2 mm×14 対ポリエチレン絶縁塩化ビニル被覆市外星ケーブルの性能

Table 12. Characteristics of 1.2mm×14 Pair Polyethylene Insulated P.V.C. Sheathed Star Quadded Toll Cable

項 目	規 格	性 能
導体抵抗 $\Omega/\text{km}$	14.3~16.5	15.00~15.33
不平衡 %	1 以下	0.7 以下
絶縁抵抗 $\text{kM}\Omega/\text{km}$	10 以上	1,000 以下
静電容量 $\text{m}\mu\text{F}/\text{km}$	41.4~50.6	平均 45.0
静電結合 $\mu\mu\text{F}/250\text{ m}$	—	—
Q 内 S-S	平均 40 以下	平均 3.6
Q 内 P-S	平均 120 以下	平均 50.0
隣 QS-S	平均 20 以下	平均 1.6
電磁結合		
Q 内 S-S	平均 40 以下 最大 100 以下	平均 9.3 最大 31.

プラスチック通信ケーブルは絶縁体としてポリエチレンまたは塩化ビニルを使用し、外部保護被覆として塩化ビニルが一般に使用されている。

プラスチック市外通信ケーブルにおいては伝送特性上、絶縁体として誘電率が小さく誘電体損失の少ない、また耐圧の高いポリエチレンが使用されている。

このケーブルのおもな特長はつぎの通りである。

#### (1) 回線の確保

非吸湿性のポリエチレンで絶縁されているので浸水などによる絶縁障害を起さない。したがってトンネル内架線など吸湿するおそれのある用途に対して適している。

#### (2) 耐高電圧性

絶縁にポリエチレン、外部被覆に塩化ビニルを使用しているので耐電圧が高く、混蝕を受けやすい電力線添架ケーブルなどの用途に適している。

#### (3) 防蝕性および軽量化

鉛被の代りに塩化ビニルシースを使用しているので、電蝕あるいは化学腐蝕を受けるおそれのある場所の布設に適している。またケーブルが軽量となり、メッセンジャーワイヤも細くて済む利点がある。

日立製作所において納入した 1.2 mm×14 対ポリエチレン絶縁塩化ビニル被覆市外星ケーブルは第19図に示す通りで、その性能は第12表および第20図の通りである。

#### 市 外 星 防 虫 ケ ー ブ ル

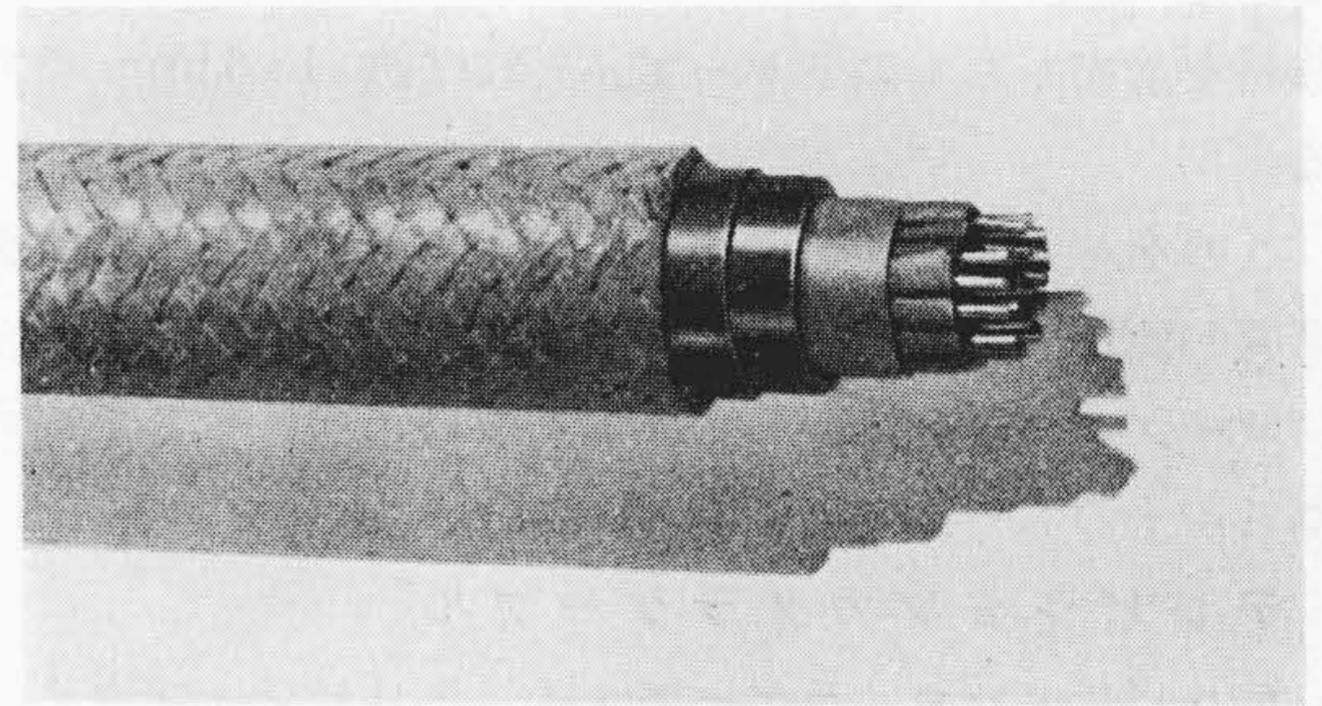
鉛被ケーブルは電氣的腐蝕および化学的腐蝕を受けるのでこれを防止するため防蝕ケーブルが広く使用されているが、最近巻梓木材内に巣をかけている昆虫により、輸送中または保管中に障害を受けることが発見され、使用木材を吟味しなければならぬことがわかった。

日立製作所においては防蝕ケーブルとして各種構造の

第 13 表 1.2 mm×10 対市外星防蝕ケーブル性能表

Table 13. Characteristics 1.2 mm×10 Pair Paper Insulated Lead Sheathed Insect Proof Armored Toll Cable

項 目	性 能
導 体 抵 抗 $\Omega/\text{km}$	15.06
絶 縁 抵 抗 $\text{kM}\Omega/\text{km}$	86.
静 電 容 量 $\text{m}\mu\text{F}/\text{km}$	39.
静 電 結 合 $\mu\mu\text{F}/250\text{ m}$	
Q 内 S-S	38.
Q 内 P-S	76.
隣 Q間 S-S	3.3



第 21 図 1.2 mm×10 対市外星防虫ケーブル

Fig. 21. 1.2 mm×10 Pair Paper Insulated Lead Sheathed Insect Proof Armored Toll Cable

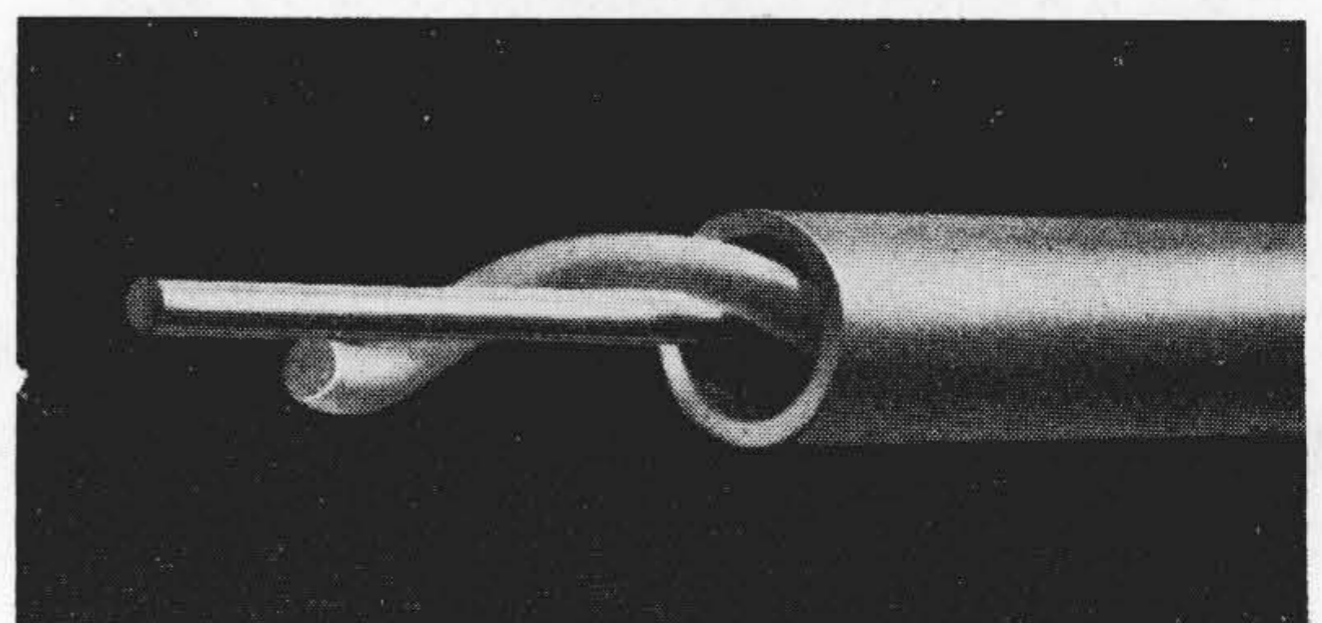
ものを製作納入し好評を博しておるが、今回台湾電力に納入した。1.2 mm×10 対市外星防虫ケーブルは鉛被に木蜂が喰い込むのを防ぐため、鉛被上に 0.32 mm 真鍮線を二重に編組したものである。

#### アルミシース同軸ケーブル

最近工業用テレビジョンは、その発達により発電所の遠方監視制御など各方面に応用使用される傾向にある。

これに伴い、工業用テレビ伝送波の短距離伝送に使用される高周波同軸ケーブルにおいても、減衰量、不均等性などに関し高度の性能を要求されるようになって来た。

第22図は、日立製作所より、中国電力明塚発電所へ納



第 22 図 アルミシース同軸ケーブル

Fig. 22. Aluminum Sheathed Coaxial Cable

第14表 アルミシース同軸ケーブル性能表  
Table 14. Characteristics of Aluminum Sheathed Coaxial Cable

項目	規格	性能
特性インピーダンス $Z_0$	75±3Ω	73.4
減衰量 db/km at 100 Mc	30 以下	25.9
波長短縮率 % at 100 Mc	約 91	90.3

入、布設された工業テレビ用アルミシース同軸ケーブルで、2.8 mm 導体上に 4.0 mm のポリエチレン紐を螺旋状に巻付け、外部導体および外部保護被覆として、標準厚さ 1.2 mm のアルミニウムシースを施し、その上に塗料を塗布したものでケーブル外径は約 13.5 mm である。

このケーブルの製造に当つては、特に不均等性の点を考慮し慎重に作業を行った。

ケーブルの詳細については稿を改めて報告する予定であるがそのおもな性能は第14表に示す通りである。

テレビジョンカメラケーブル

テレビジョンカメラケーブルは、テレビジョンカメラとカメラ制御装置間の映像、カメラの遠隔制御、信号および電源などに使用されるもので酷しい引張り、屈曲および捻回などを受けるので機械的特性が良好でなければならない。特に工業テレビ用としては、テレビカメラとその制御装置間が長距離になる可能性があり、ケーブル内の交流回路より同軸ケーブルへの誘導を考慮しなければならない。

日立製作所では中国電力明塚発電所工業テレビ用として 18 心テレビカメラケーブルを製作納入した。このケーブルの絶縁線心としては、電気的機械的特性のすぐれたポリエチレン絶縁ナイロン被覆線心を使用しており、その構造および性能は第15表、第23図および第24図に示す通りである。

なおケーブル内の誘導に関する電気的諸問題および機械的諸性能については稿を改めて報告する予定である。

ポリエチレン絶縁搬送海底用ケーブル

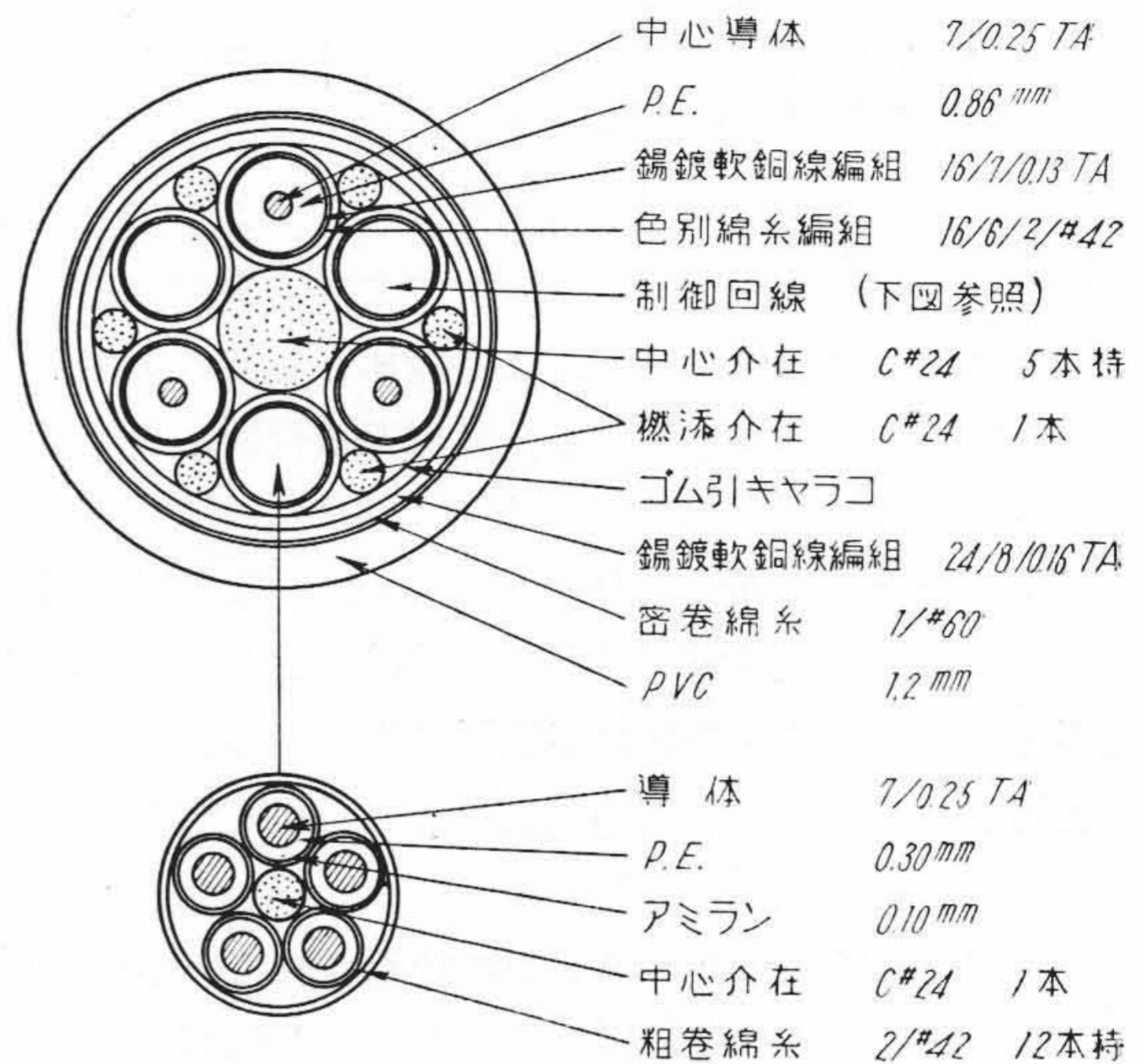
パラガッタの使用と遮蔽方法の解決により、搬送ケーブルの実現がなされた海底用通信ケーブルはその後耐水性、電気的特性のすぐれているポリエチレンの応用によりその構造も一変してきた。

ポリエチレン絶縁海底用ケーブルは布設条件および回線数によつてその構造が決定され、ケーブルの重量によつて布設可能深度がきまるものである。

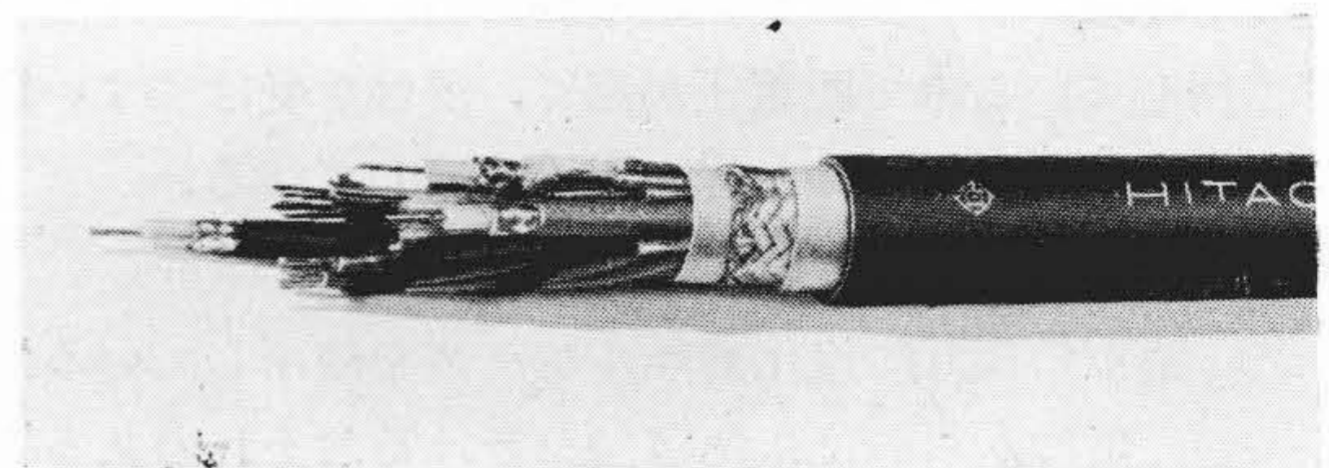
第25図および第16表は日立製作所において製作した 1.2 mm×6 対ポリエチレン絶縁搬送海底用ケーブルでその詳細については稿を改めて報告する予定である。

第15表 18心テレビカメラケーブル性能表  
Table 15. Characteristics of 18 Conductor T.V. Camera Cable

回線	項目	性能
制御回線	導体抵抗 Ω/km	52.0
	絶縁抵抗 MΩ/km	3,000 以上
	耐電圧 V/mn	A.C. 1,000V
同軸回線	特性インピーダンス Ω	50
	減衰量 db/km at 10Mc	26



第23図 18心テレビカメラケーブル構造  
Fig. 23. Construction of 18 Conductor T.V. Camera Cable

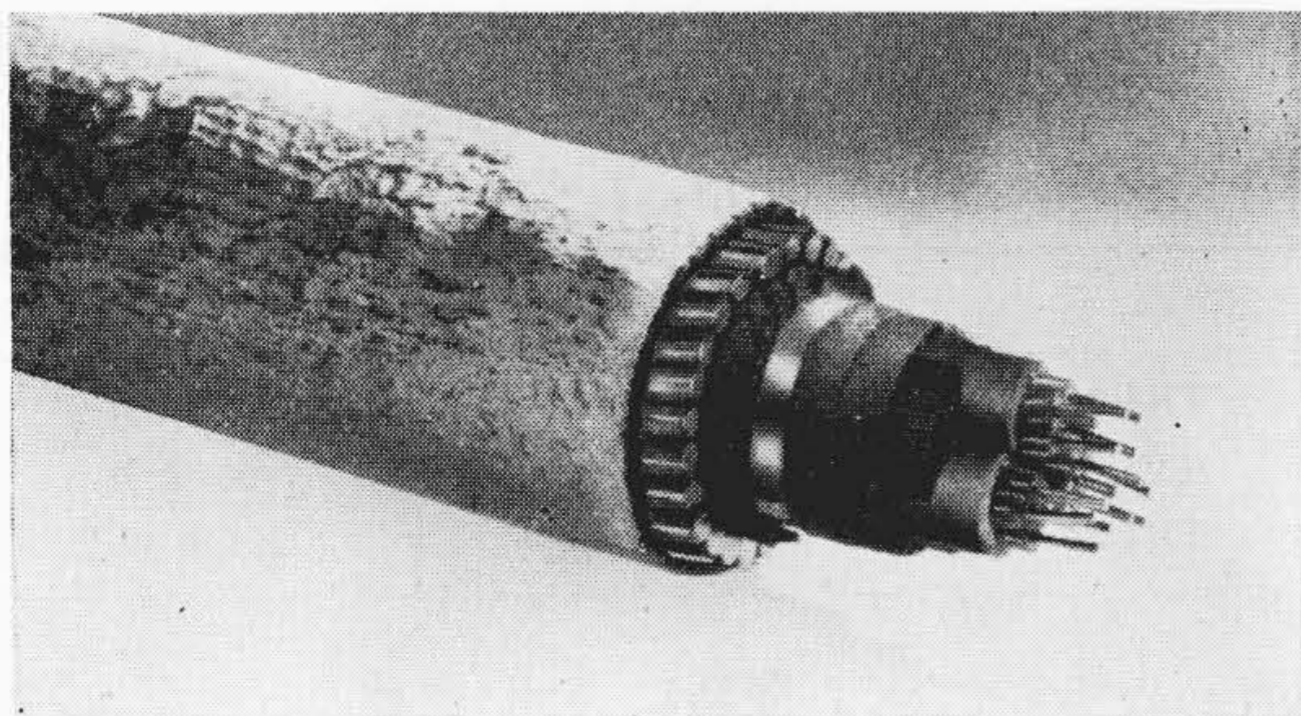


第24図 18心テレビカメラケーブル  
Fig. 24. 18 Conductors T.V. Camera Cable

第16表 1.2mm×6対ポリエチレン搬送海底ケーブル二次特性

Table 16. Characteristics of 1.2 mm×6 Pairs Polyethylene Insulated Carrier Type Submarine Cable

f (kc)	Z <sub>0</sub> (Ω)	√θ (°)	β (db/km)	α (rad/km)
1	360	39	0.6	0.1
10	170	15	0.9	0.4
30	155	6.5	1.2	1.1
60	152	3.5	1.5	2.2
100	150	2.5	2.1	3.5



第25図 1.2 mm×6 対ポリエチレン搬送海底ケーブル

Fig. 25. 1.2 mm×6 Pairs Polyethylene Insulated Carrier Type Submarine Cable



第26図 1.2 mm×2 対メッセンジャーワイヤ付通信線

Fig. 26. 1.2 mm×2 Pairs Self-Supporting Communication Cable



第27図 1.2 mm×2 対メッセンジャーワイヤ付通信線

Fig. 27. 1.2 mm×2 Pairs Self-Supporting Communication Cable

メッセンジャーワイヤ付通信線

メッセンジャーワイヤ付通信線に関しては、外国では数年前から多大の関心がはらわれ、最近においては各方面に使用されている状況である。

日立製作所においてはこの種ケーブルの広い用途とすぐれた特長に着目し、各種の試作実験を進めてきたが、東北電力に 1.2 mm×2 対メッセンジャーワイヤ付通信線を納入し好評を博した。すなわち、メッセンジャーワイヤ付通信線の特長としてはつぎの点が挙げられている。

第17表 1.2 mm×2 対メッセンジャーワイヤ付通信線構造表

Table 17. Construction of 1.2 mm×2 Pair Self-Supporting Communication Cable

項	目	構	造
導	体	径	mm
ポ	リ	エ	チ
レ	ン	厚	mm
P. V. C.	厚	mm	
メ	ッ	セ	ン
ジ	ャ	ー	ワ
イ	ヤ	mm	
バ	イ	ン	ダ
ー	テ	ー	プ
		mm	0.2×7

第18表 1.2 mm×2 対メッセンジャーワイヤ付通信線の特性

Table 18. Characteristics of 1.2 mm×2 Pairs Self-Supporting Communication Cable

一次および二次定数

$f$ (kc)	$R$ ( $\Omega$ /km)	$L$ (mH/km)	$C$ (nF/km)	$G$ ( $\mu\sigma$ /km)	$Z_0$ $\Omega$	$v \cdot \theta$ ·	$\beta$ (db/km)	$\alpha$ (rad/km)
1	30.6	0.796	45.5	4.92	328	39.8	0.54	0.071
5	31.1	0.790	44.9	22.0	168	25.2	0.91	0.213
10	32.5	0.787	44.6	40.6	145	16.3	1.03	0.389
20	36.8	0.780	44.6	76.1	137	10.1	1.20	0.752
30	42.0	0.761	43.9	112.	134	8.1	1.38	1.11
50	52.2	0.731	43.9	149.	131	6.4	1.74	1.79

漏話減衰量

$f$ (kc)	1	5	10	20	30	50
近端漏話	127	118	113	108	106	103
遠端漏話	116	105	100	96	93	91

(注) 試料長 30.5 m 架線状態にて測定

(1) 架設費用の低減

ハンガーを使用しないので架設工事が著しく簡単である。したがって架線費用が著しく軽減される利点がある。

(2) 架線はどこでもできる

強力なメッセンジャーワイヤとバインダーテープにより一体にされておるので、傷害を受ける心配が少く、容易にどこにでも架線することができる。また電柱間隔が大きくても架線することができる。

(3) 都市の美観を損なはない。

電柱に多数の電線が輻輳することがなく、また暴風によりハンガーから通信線がはずれるようなことがない。

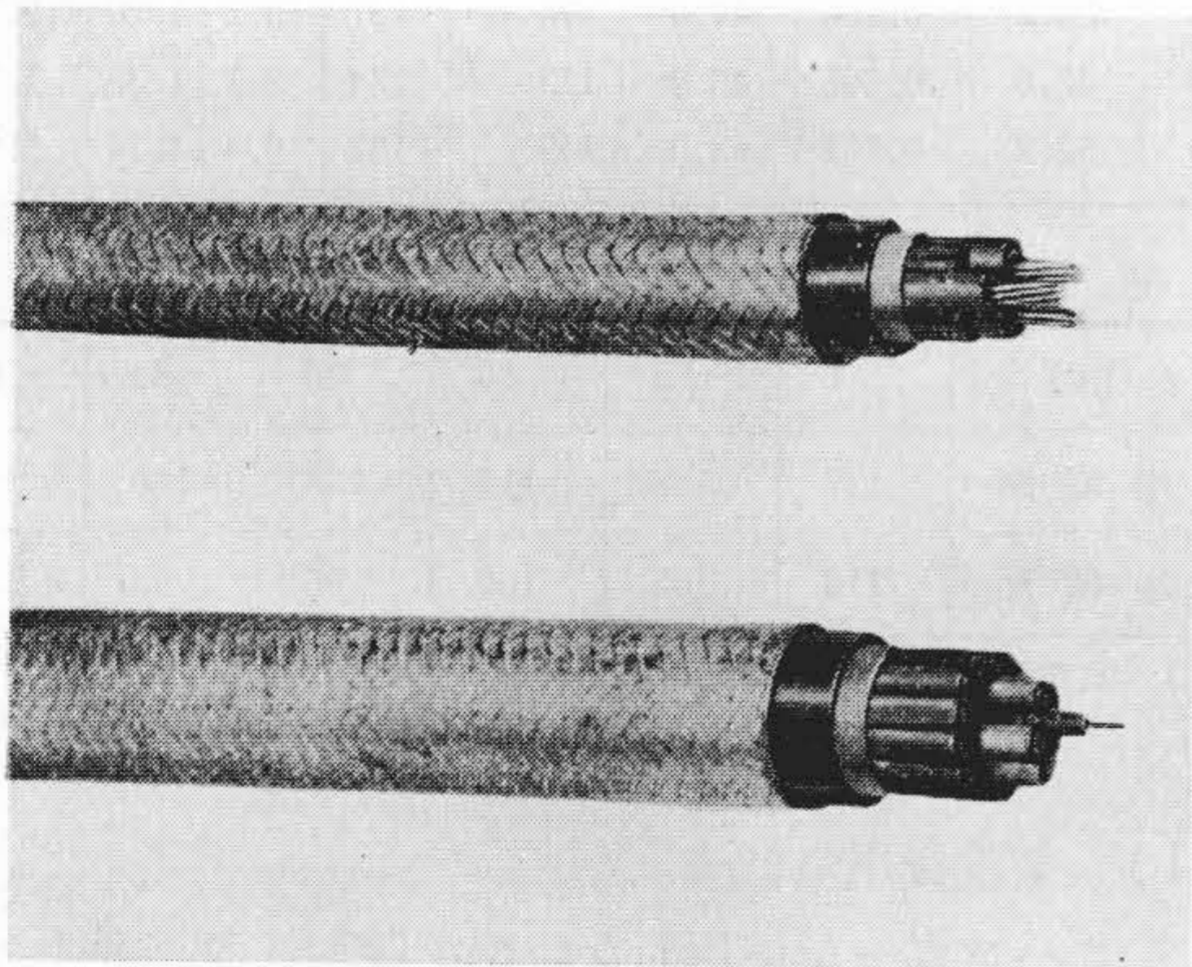
日立製作所から東北電力に納入した 1.2 mm×2 対メッセンジャーワイヤ付通信線の構造性能は第17表、第18表に示す通りである。

### 特殊絶縁電線 Special Type Insulated Wires

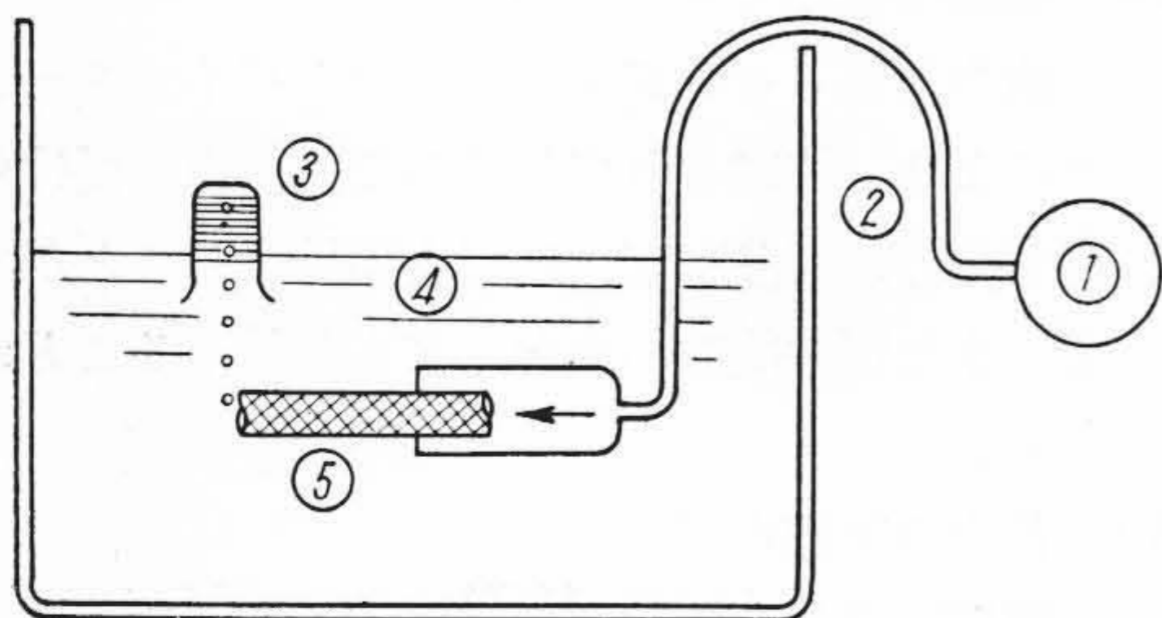
#### 水密型船舶用電線

船内の動力用、通信用、電灯用配線などに使用するいわゆる船舶用電線は、船舶の近代化に伴いますますその数量が増大するとともに、種々の新しい性能が要求される傾向にある。すなわち使用温度範囲では、従来のB種絶縁からさらにH種絶縁に、また保護シースとして用いられた鉛被は、軽量でかつ十分な強度を有するインパービラスシースに、また一旦浸水事故があつた場合に電線内部よりする浸水を防ぐため、電線自体を水密にすることなどである。

かかる時代の要請に対処して日立製作所では特殊な水密型コンパウンドをもつて内部間隙を充填した水密型電線を製作し、種々性能試験を行つた結果満足すべき性能のものを完成した。すなわち第29図に示す試験装置で、この電線の気密度試験を行つた。その結果は第19表に示す通りで、非水密型の電線に比較してその空気の漏洩量



第28図 水密型船舶用電線  
Fig. 28. Watertight Cable for Shipboard Use



- ① Air Compressor
- ② 水 槽
- ③ フラ ス コ
- ④ 水
- ⑤ 水密型船舶用電線

第29図 水密型船舶用電線の気密度試験  
Fig. 29. Airtight Test for Watertight Cable for Shipboard Use

第19表 水密型船舶用電線の気密度試験結果  
Table 19. Airtight Test Result of Watertight Cable for Shipboard

品 名	漏 洩 量
TRI-10 (水 密 型)	200 cc/h
ICI-19 (水 密 型)	90 cc/h
TRI-10 (非 水 密 型)	20 l/h 以上

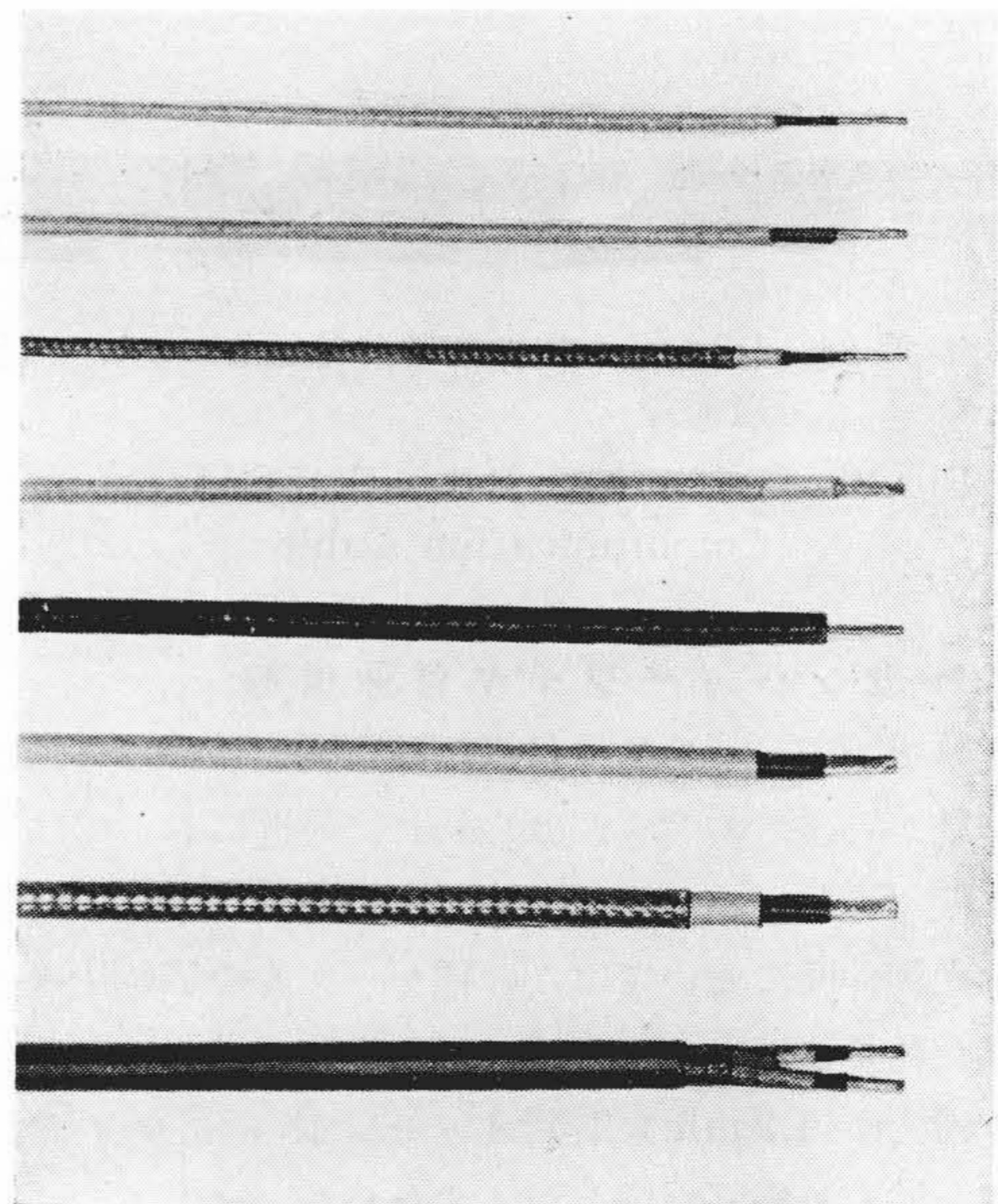
はきわめてすくなく、同時に 5m 落差の水圧を加えて行つた水圧試験においても全然水の漏れはなく水密型の電線として十分であることを立証した。

#### 航空機用電線

日立製作所においてはかねてから性能の向上と新品種の開拓を目的として各種の航空機用電線の試作を続行してきたが、(日立評論 Vol. 36, P. 1377 参照) 国内における航空機用電線の需要の増加に伴い相当量の航空機用電線の製造納入を行つた。

航空機用電線はその使用条件から考えて、つぎのような電氣的、機械的および化学的な要求を満すものでなければならない。

- (1) 軽量で外径が小さいこと。
- (2) 耐振強度が大きいこと。
- (3) 耐磨耗性がよいこと。
- (4) 使用温度範囲が広いこと。
- (5) 耐燃、耐油、耐湿性がよいこと。
- (6) 耐菌性がよいこと。
- (7) 電流容量が大きいこと。
- (8) 絶縁耐力が高いこと。



第30図 航空機用電線  
Fig. 30. Aircraft Wires and Cables

(9) 低気圧における性能の劣下がないこと。

第30図は最も一般的な600V絶縁電線(米国規格 MIL-W-5086), 遮蔽電線(MIL-C-7078), ナイロン被覆電線(MIL-W-5274A), 高圧イグニッションケーブル(MIL-C-3162)その他のケーブルを示している。

航空機用電線の試験項目としては普通の電線に適用される耐電圧, 耐燃, 耐熱, 耐寒, 耐油試験などのほかに寿命周期, かび抵抗試験などがありイグニッションケーブルにはさらにコロナ試験がある。製作納入品はいずれもこのような試験規格に合格したもので, さらに耐菌性能を向上させるため塗料に防かび剤配合を行つた場合のかび抵抗の改善についても研究してすでに多くの成果をえている。

### 耐振性キャブタイヤケーブル

電気ドリル, ブロワ, タイタンパなどいわゆる電動工具に用いられるキャブタイヤケーブルは使用中絶えず強い振動を受ける。このため普通のキャブタイヤケーブルでは使用開始後短期間に導体が断線する欠点があつた。

日立製作所においてはこの点に着目して電動工具用キャブタイヤケーブルとして特に耐振強度の優秀なものの試作を行いその成果をえた。すなわち耐振強度を向上させるため心線処理法, 電線の構造および製造方法などについて検討改善を加えた結果, 普通のキャブタイヤケーブルよりはるかに強い耐振強度をもつものをうることができた。電線の構造としては介在型を採用し可撓性を良くすることによつて耐振強度の向上を図つた。第20表は普通のキャブタイヤケーブルとの耐振比較試験結果を示したもので, 普通キャブタイヤケーブルに比べてはるかに強い強度を有し, このケーブルを使用することによつて電動工具の実際の使用時における断線事故を完全に防止することができるものと思う。第31図は耐振性のキャブタイヤケーブルの写真である。

### 珪素ゴム絶縁電線

珪素ゴム絶縁電線は $-60^{\circ}\text{C}$ から高温における連続使用の場合 $180^{\circ}\text{C}$ , 短時間使用の場合 $250^{\circ}\text{C}$ までのきわめて広い使用可能温度範囲をもち, さらに耐候, 耐オゾン, 耐湿, 耐油などにもすぐれた性能をもつているのでH種絶縁電線として広く使用されている。従来はH種絶縁電気機器口出線などに主として用いられてきたが, 最近では航空機, 自動車などの点火栓用電線, 熱電対補償導線, 炉周辺の高温部の配線などに使用分野を拡大している。

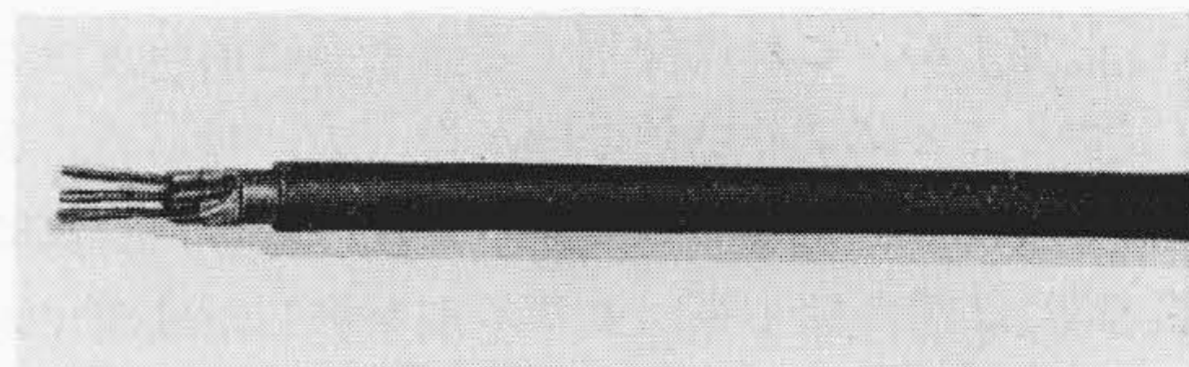
珪素ゴムは従来輸入品に依存してきたが最近では国産品の性能の向上により, 国内自給ができるようになってきた。日立製作所においてはすでに各方面の要望に応えて各種の珪素ゴム線を製造してきたが, さらに基礎的研

第20表 普通のキャブタイヤケーブルと耐振性キャブタイヤケーブルとの耐振比較試験結果 ( $3 \times 0.75 \text{ mm}^2$ )

Table 20. Result of Bending Test of Ordinary Cabtyre Cable and Vibration Absorbing Cabtyre Cable

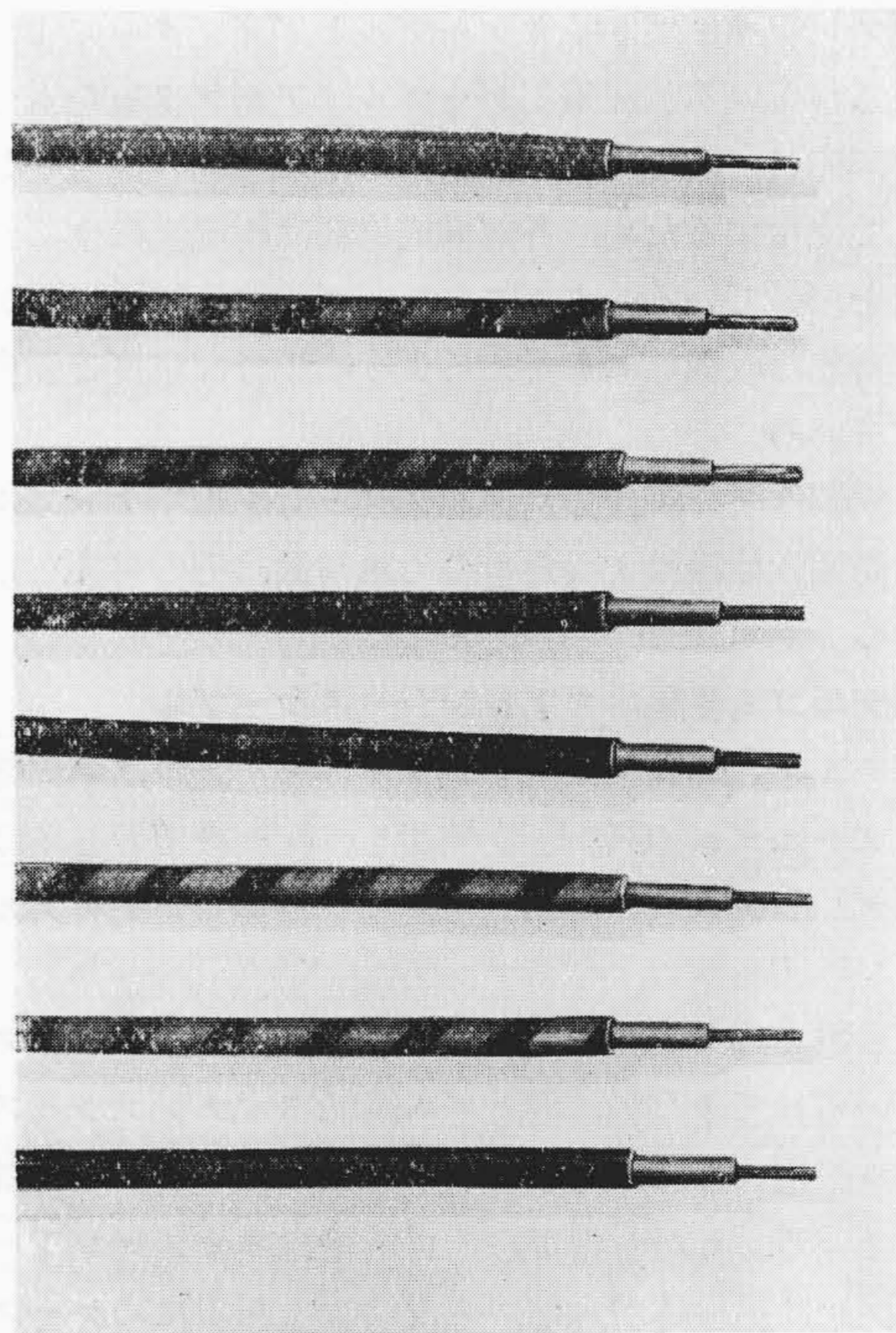
線種	心線処理法	構造	耐振強度(回)	
普通のキャブタイヤケーブル	普通	普通, 充実型	40,	50
耐振性キャブタイヤケーブル	改良	改良, 介在型	15,000以上,	15,000以上

耐振強度は電線を返し屈曲させた場合3心中の1心が断線するまでの屈曲回数で表した。



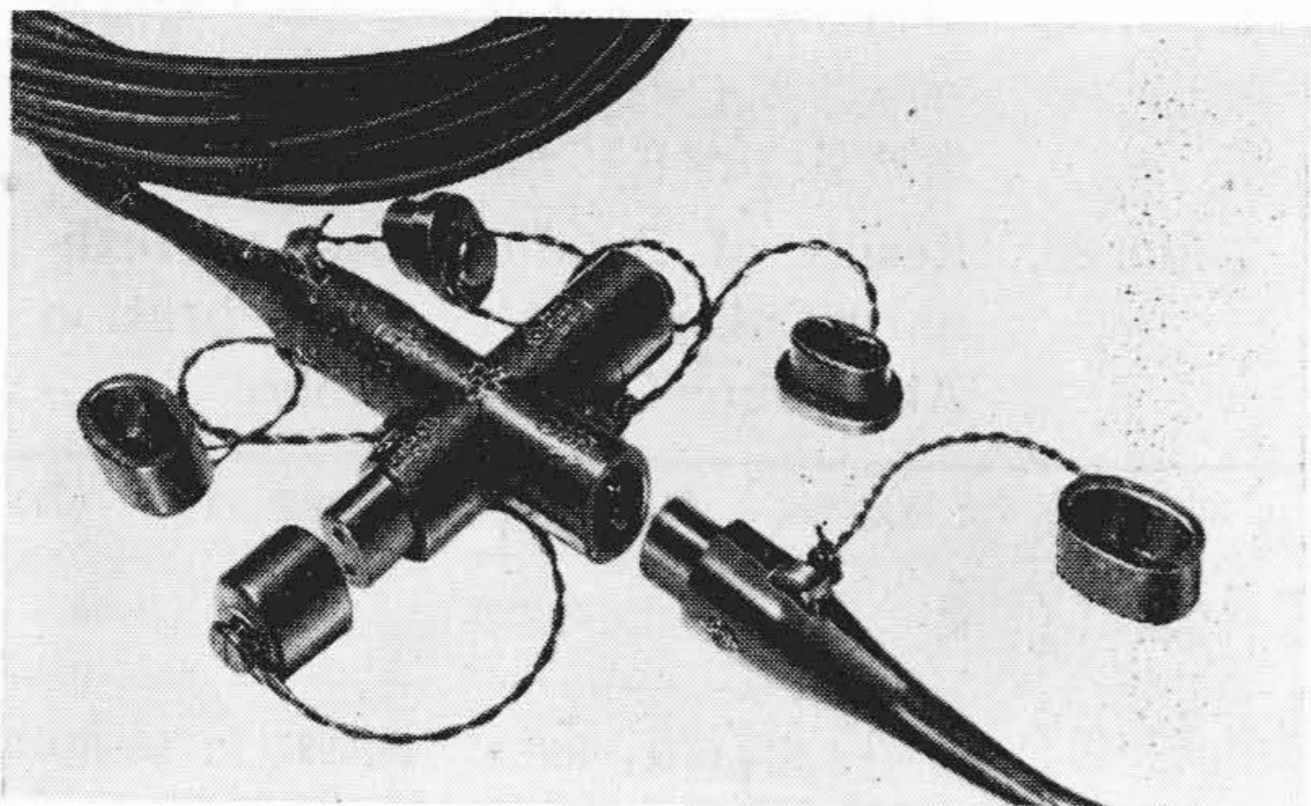
第31図 耐振性キャブタイヤケーブル  $3 \times 0.75 \text{ mm}^2$

Fig. 31. Vibration Absorbing Cabtyre Cable  $3 \times 0.75 \text{ mm}^2$



第32図 色別珪素ゴム絶縁電線  
Fig. 32. Color Coded Silicone Rubber Insulated Wires

究と製造方法の改善によつてその特性の向上に努力している。また珪素ゴム線にはその機械的保護のために硝子



第33図 アダプター付配線用ケーブル

Fig. 33. Adaptor Cable

糸編組を施すが、これに使用する硝子糸に着色ガラス糸を使用することにより白色のほか黒、赤、緑、青、黄など任意の色別を行うことができるようになった。第32図(前頁参照)は着色硝子糸により色別を施した珪素ゴム線を示したものである。

#### アダプター (Adaptar) 付配線用ケーブル

照明装置アダプター付配線用ケーブルは野外照明灯の配線に用いるものである。

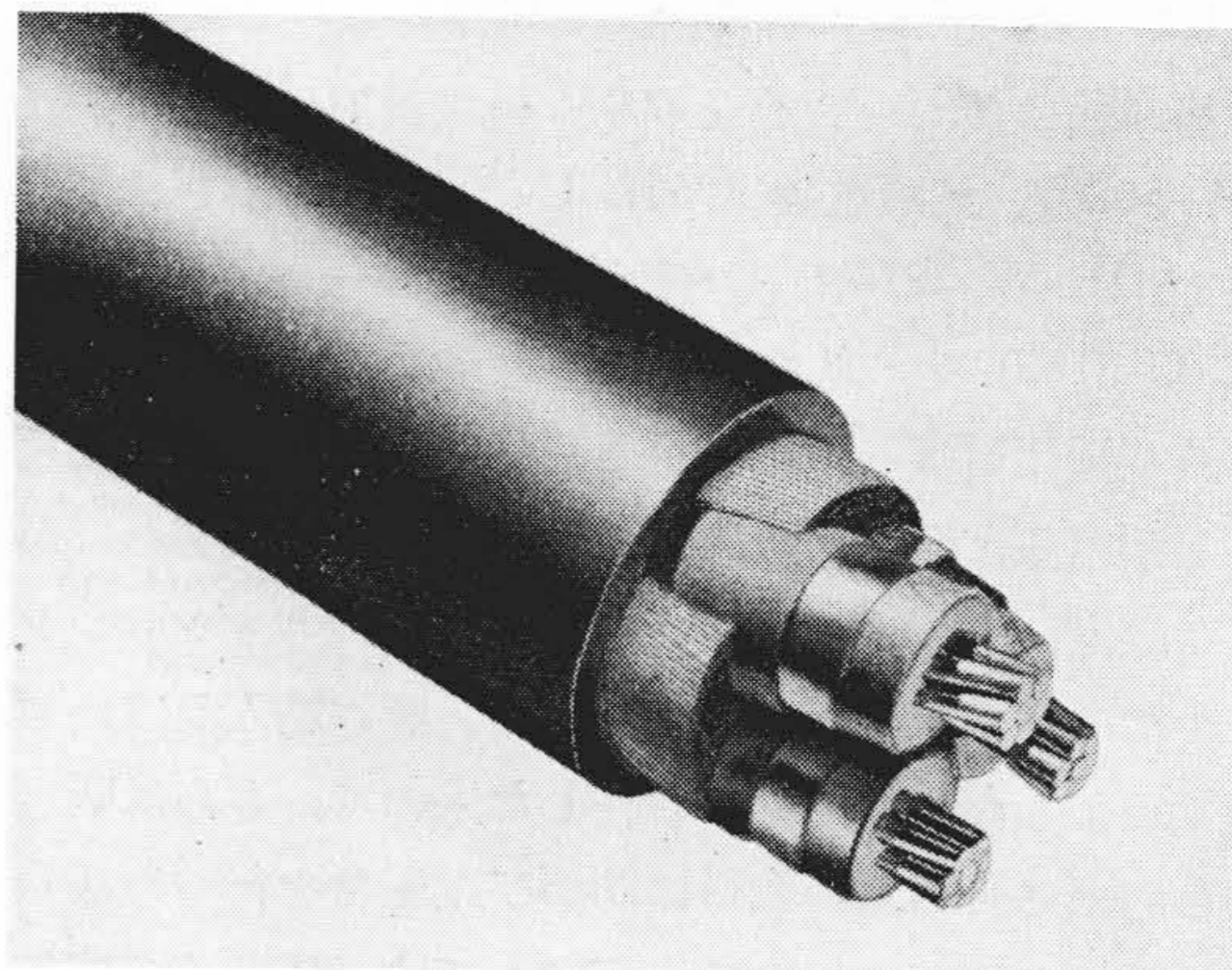
配線用ケーブルはプラグおよびレセプタクルをもつたネオプレンキャブタイヤケーブルとアダプターによつて構成されている。配線用ケーブルはアダプターをもつて所要に応じて接続され配線されるものであり、主として野外で使用するため、各部構成材料は耐湿性にすぐれたものを用いている。またこのケーブルは接続の操作が容易で苛酷な取扱いにも耐えるように十分な精度と強度をもっている。

日立製作所で製作したアダプター付配線用ケーブルは陸上防衛隊仕様によつたもので第33図はその外観を示したものである。

#### ブチルゴム絶縁ネオプレンシースケール

ブチルゴム絶縁ネオプレンシースケールは絶縁体としてブチルゴム (GR-I) を使用し、保護被覆としてはクロロプレンゴム (GR-M) を使用した新しいケーブルである。

従来電力用ケーブルとしては広く紙絶縁鉛被ケーブルが用いられてきたが、最近ゴム絶縁ネオプレンシースケールが用いられるようになり急激にその需要が増加してきている。しかしながら、ゴム絶縁ネオプレンシースケールは絶縁体が天然ゴム混合物であるためケーブルとしてはかならずしも十分なものではない。ところがブチルゴム絶縁ネオプレンシースケールは絶縁体としてブチルゴムを用いたもので、天然ゴム絶縁のものに比べてつぎのようなすぐれた点をもっている。今後需要分野が拡大される傾向にある。すなわち特長としては、つぎのごとき点が挙げられる。耐熱性が優秀であるので導



第34図 ブチルゴム絶縁ネオプレンシースケール

Fig. 34. Butyl Rubber Insulated Neoprene Sheath Cable

体温度を  $80^{\circ}\text{C}$  (天然ゴムは  $60^{\circ}\text{C}$ ) まで許容できるため電流容量が大きい。また耐オゾン、耐老化、対湿、耐寒性などもきわめて良好である。その他誘電率が低く電気絶縁性も優秀であるので高圧用ケーブルとして適したものである。さらに接続、端末処理なども簡単でケーブルとしての取扱もきわめて容易である。

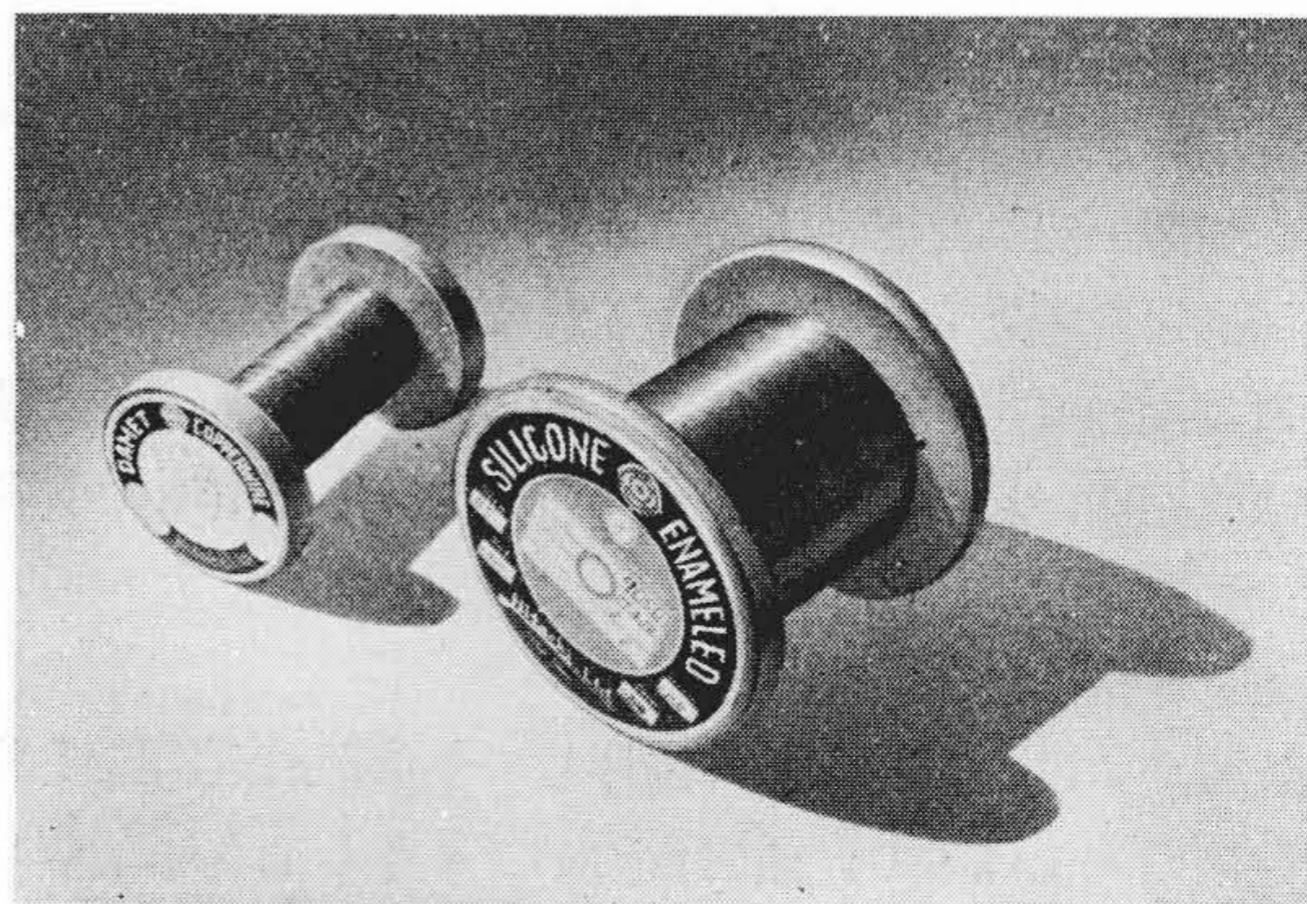
以上のような特長をもっているのでブチルゴム絶縁ネオプレンシースケールは我国においては最も新しい電線の一つであるが、日立製作所においてはすでに各方面よりの多量の需要に応じている。

なおこのケーブルの端末は前記プラスチックケーブルヘッドが使用されておる。

## 巻線 Magnet Wires

#### 珪素樹脂エナメル銅線

珪素樹脂のマグネットワイヤの応用はもつばらガラス巻銅線に行われているのが現状であるが、日立製作所においては、以前より耐熱性のすぐれた利用価値の高いマ



第35図 珪素樹脂エナメル銅線

Fig. 35. Silicone Enamelled Copper Wires

第 21 表 珪素樹脂エナメル銅線の性能  
Table 21. Properties of Silicone Enamelled Copper Wires

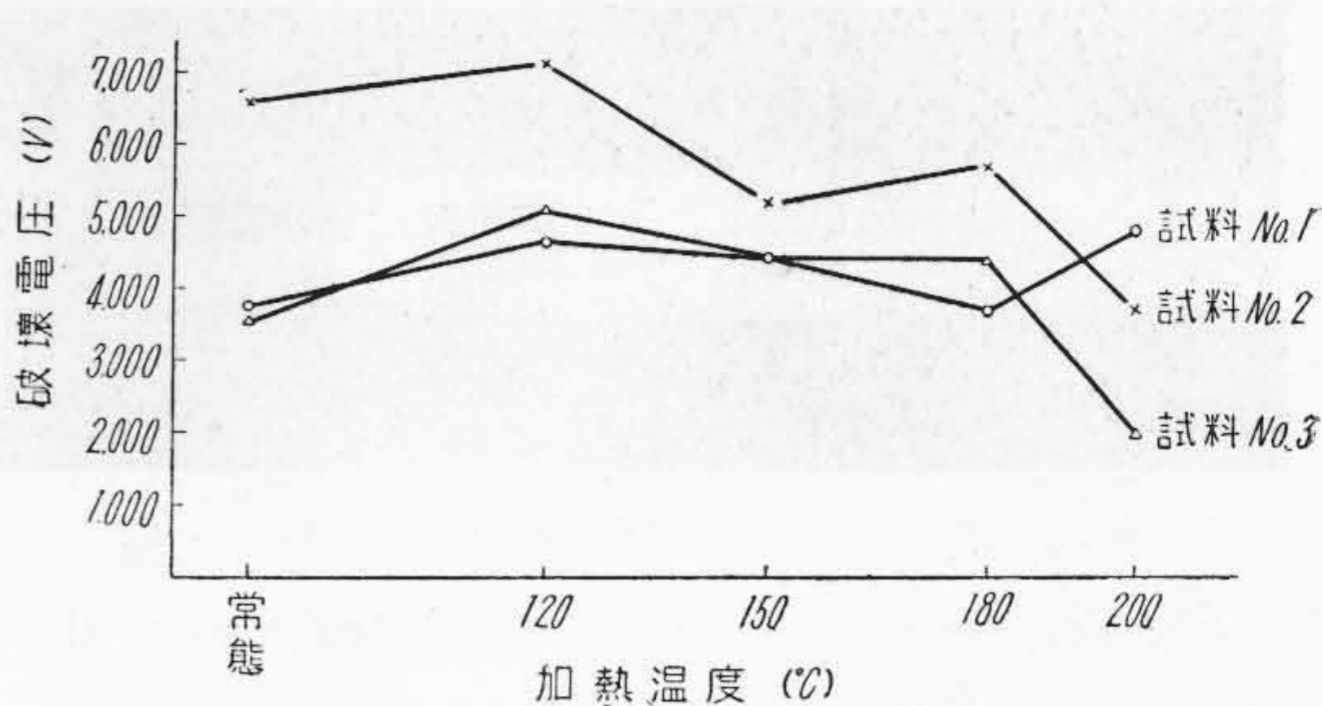
試験項目		試料		
		No. 1	No. 2	No. 3
ピンホール筒/5m		0	0	2
巻付	2 倍	1/3	0/3	0/3
	4 倍	0/3	0/3	0/3
	6 倍	0/3	0/3	1/3
絶縁耐力 (V)	無処理	*(9,250)	*(20,500)	*(5,800)
	120°C×24 h	3,700	6,560	3,600
	150°C×24 h	4,600	7,070	5,100
	180°C×24 h	4,400	5,140	4,400
	200°C×24 h	3,660	5,640	4,360
捻回試験	無処理	92	137	81
	120°C×24 h	110	134	80
	150°C×24 h	110	130	80
	180°C×24 h	87	88	50
	200°C×24 h	63	75	34
耐溶剤	エタノール	◎	◎	◎
	ベンゼン	◎	◎	◎
	アセトン	◎	○	◎
	ベンゼン+エタノール	◎	○	◎
耐酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (SG 1.2)		◎	◎	◎
耐アルカリ NaOH(SG 1.1)		◎	◎	◎
耐油 Tr. Oil(100°C)		◎	◎	◎
耐摩耗 (NEMA 式)		40	36	48

(注) (1) \* : V/0.1 mm の値  
(2) 記号: ◎ 変化なし, ○ 一部剥脱  
(△ 大部分剥脱, × 完全剥脱)

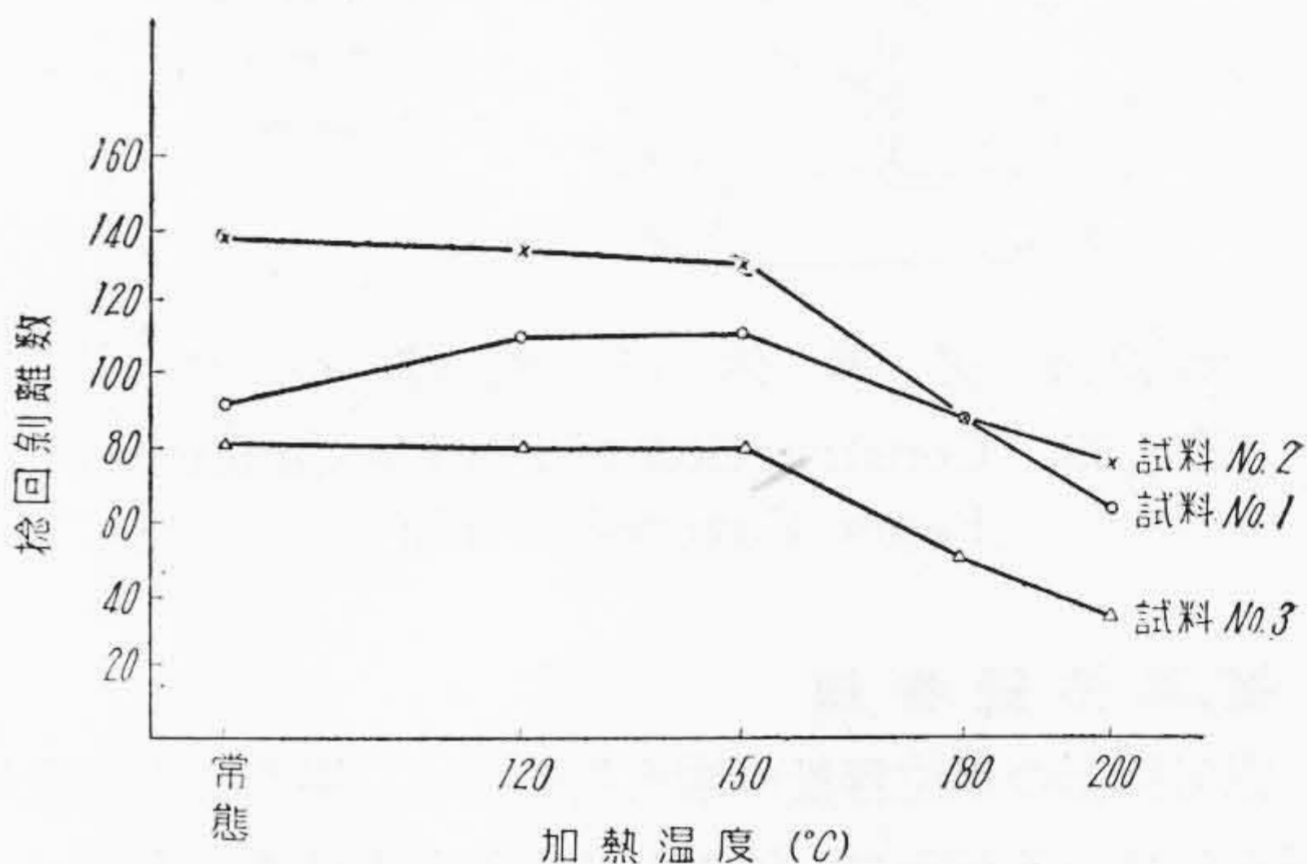
グネットワイヤをうるためにエナメル銅線への応用に着目し、製作上の難点となる機械的特性の面もほぼ克服し、耐熱性の良好な珪素樹脂エナメル銅線の実用化に成功した。

その性能は第21表および第36図、第37図に示した通りである。

すなわち、その特長とする耐熱性は電気試験（加熱—破壊試験）においては 200°C、24 時間まではほとんど変化はない。また機械的特性試験としての捻回試験では 150°C、24 時間まで同様に変化がなく、その後の低下も



第 36 図 珪素樹脂エナメル銅線の破壊電圧  
Fig. 36. Breakdown Voltage of Silicone Enamelled Copper Wires



第 37 図 珪素樹脂エナメル銅線の捻回剥離数  
Fig. 37. Torsion Number of Silicone Enamelled Copper Wires

急激ではない。また耐溶剤性も著しく良好で特にベンゼン+エタノール常温 24 時間にも耐えるものである。

耐酸エナメル銅線

特殊の用途に応じて、油性エナメル銅線、ビニールホルマール銅線などよりさらに耐酸特性を強いものにしたものが耐酸エナメル銅線である。

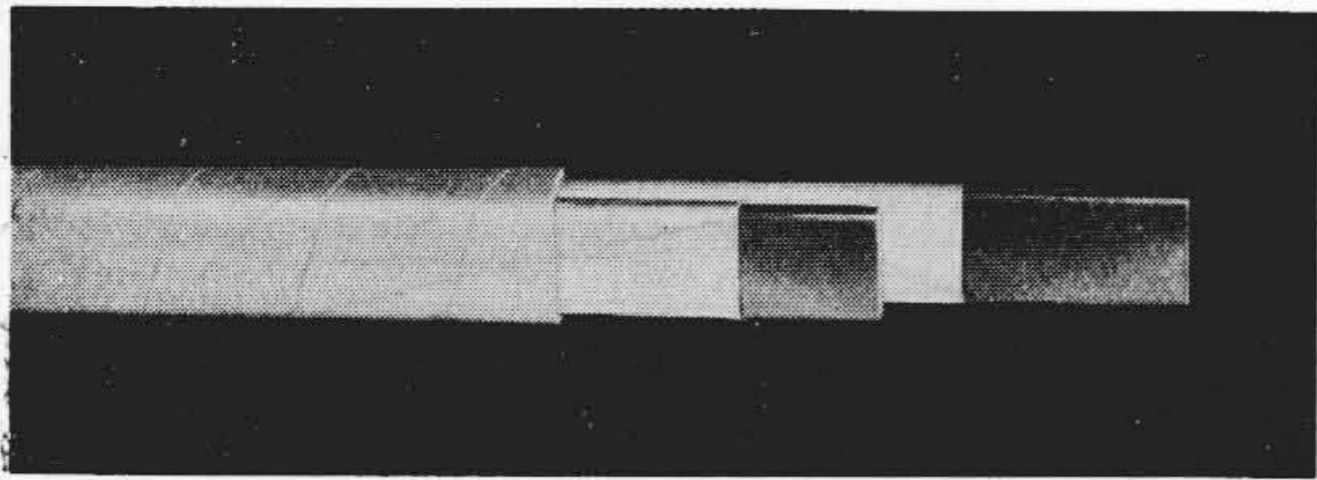
第 22 表は耐酸、耐アルカリ試験の結果である。

なおその他の性能は一般エナメル銅線とほぼ同等である。

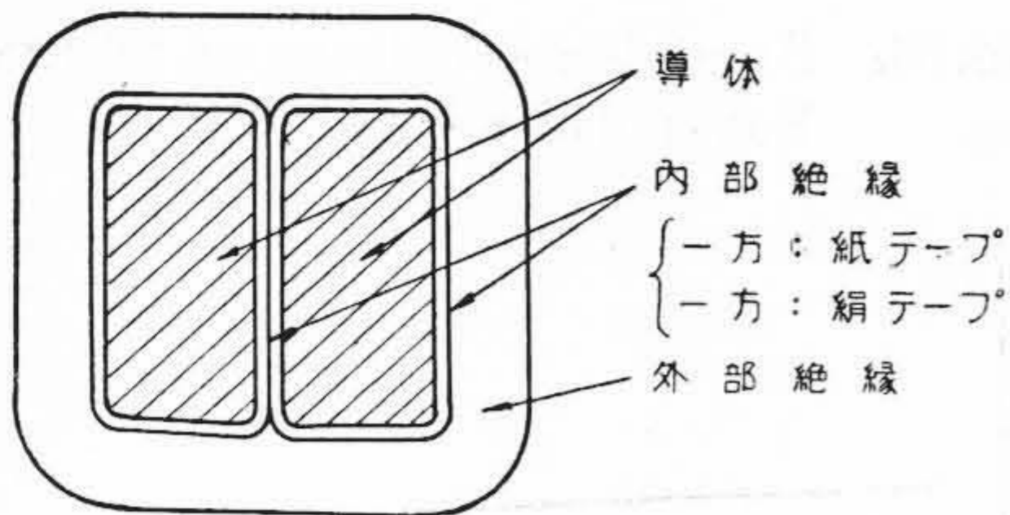
第 22 表 耐酸、耐アルカリ性  
Table 22. Properties for Acid and Alkali

試番	硫酸 SG 1.2			硫酸 SG 1.3			塩酸 SG 1.05			硝酸 SG 1.1			苛性ソーダ SG 1.1			苛性ソーダ SG 1.15					
	外観	布	爪	外観	布	爪	外観	布	爪	外観	布	爪	外観	布	爪	外観	布	爪			
	No. 1	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎
No. 2	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎
No. 3	良	◎	◎	良	◎	○	良	◎	◎	良	◎	○	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎
No. 4	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎
No. 5	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎	良	◎	◎

(注) 1. 常温 24 時間浸漬後 (HCl, HNO<sub>3</sub> の SG 1.1 のみ 6 時間)  
2. 記号: ◎ 変化なし, ○ 1 部剥脱 (△ 大部分剥脱, × 完全剥脱)



第38図 複 導 体 紙 巻 線  
Fig. 38. Double Conductor Paper Covered Wires



第39図 複 導 体 紙 巻 線 の 構 造  
Fig. 39. Construction of Double Conductor Paper Covered Wires

複 導 体 紙 巻 線

電気機器の単位容量の増大化に伴い、機器の小型化が図られているがその一端として大きな占積率を占めている巻線の占積率の向上を図つたものが複導体紙巻線である。

すなわち機器の電流容量が大きくなると、巻線は渦流損その他の理由によつて、2本ないし数本の導体を並列にして巻く構造が用いられるが、並列導体間の絶縁は単に渦流損を減少させる目的に対し、必要以上の絶縁を有することになり占積率の点から好ましくない。

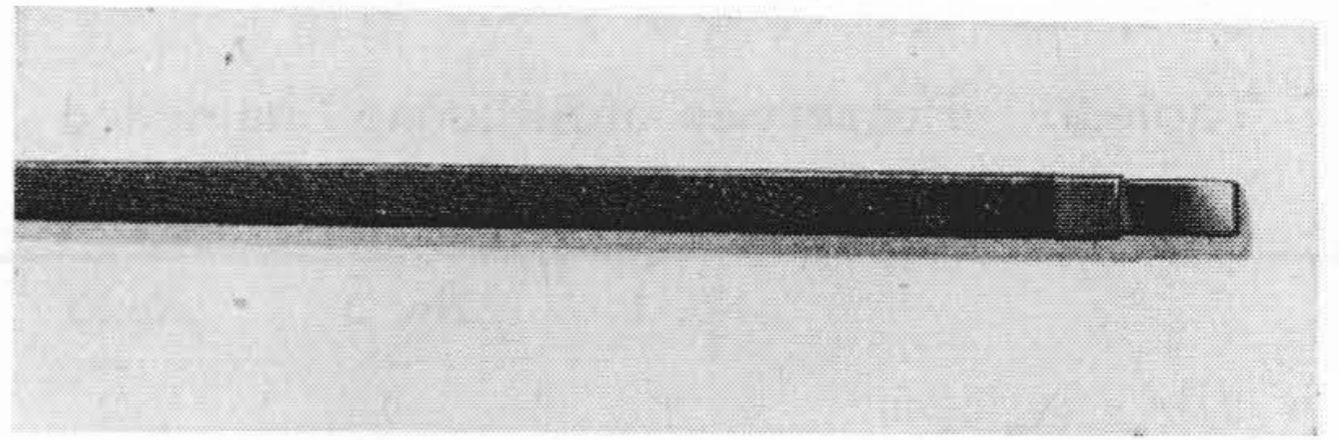
かかる目的より作られたものが第38図および第39図に示すような複導体紙巻線である。

複導体紙巻線の特長を列記するとつぎの通りである。

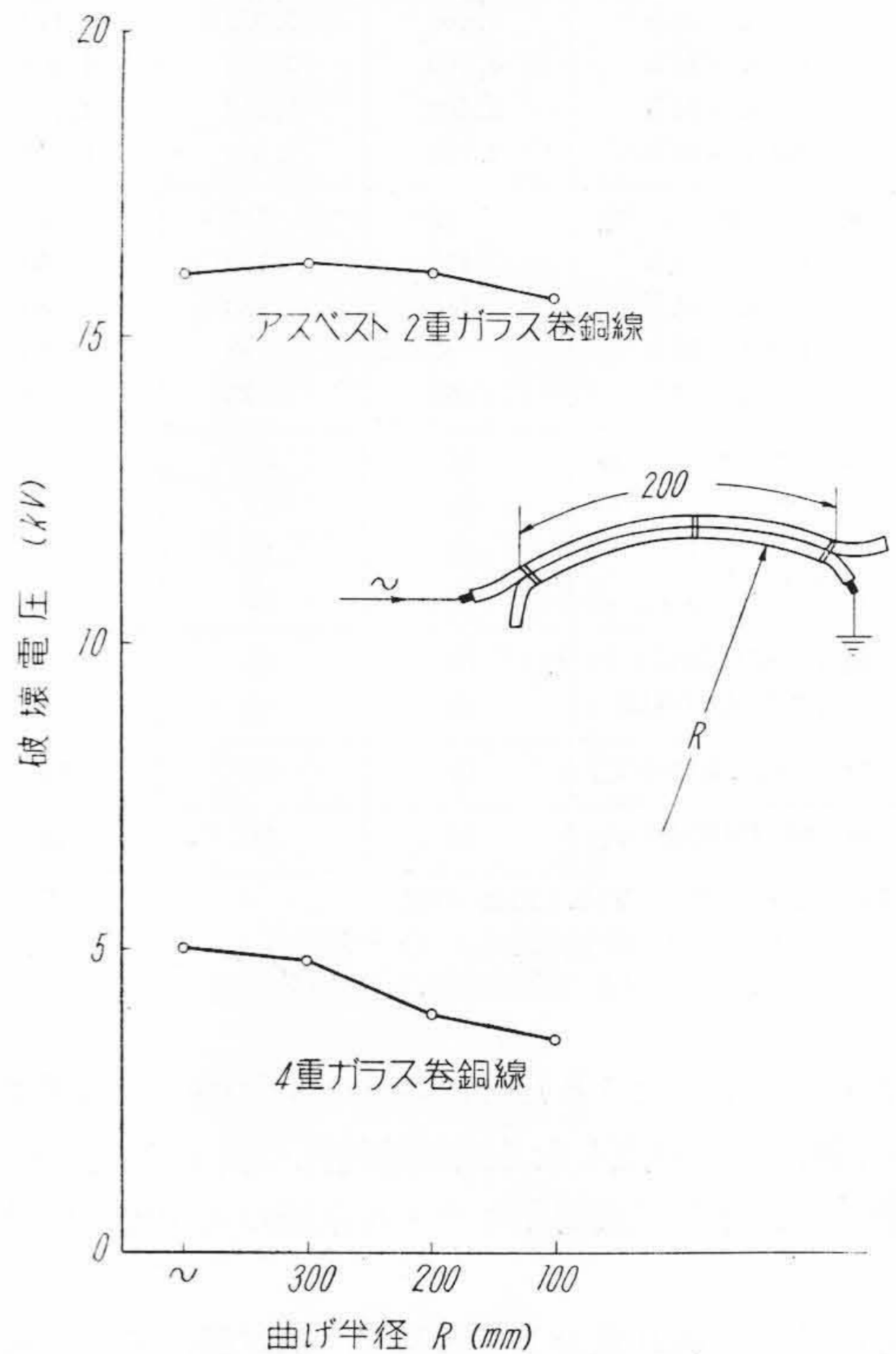
- (1) 2導体間の絶縁を必要限度に止めたので、従来のものを2本用いるよりもはるかに外径が小となる。
- (2) コイルの巻上り寸法が小型になり、使用機器全体を小型化することができる。
- (3) 小型化にしたがい使用機器の重量を軽く、運搬および据付工事を容易にするとともに価格の低減に資することができる。

アスベスト紙2重ガラス巻銅線

最近油なし乾式変圧器が諸方で使われるようになってきた。これに伴い温度上昇に対して永年使用に耐えうる耐熱巻線が必要とされている。耐熱巻線としては一般にガラス巻線が使われているが、さらに耐熱性の改良を図つて製作されたものがアスベスト紙2重ガラス巻銅線である。



第40図 アスベスト紙2重ガラス巻銅線  
Fig. 40. Asbestos Paper Double Glass Covered Copper Wires



第41図 アスベスト紙2重ガラス巻銅線と4重ガラス巻銅線の破壊電圧

Fig. 41. Breakdown Voltage of Asbestos Paper Double Glass Covered Copper Wires and Four Glass Covered Copper Wires

アスベスト紙は熱放散がきわめて良好で、マイカなどと同様450°C~500°Cに達すると機械的に幾分脆くなる傾向を示すが、850°Cまでは絶対に解体の懸念はなく、170°C、710日加熱後においても抗張力の低下は認められないという非常に耐熱性にすぐれたものである。また耐油、耐アルカリ、耐酸性を有し耐触性にもすぐれている。一方アスベストの欠点とする耐湿性に対しては、耐熱耐燃および耐湿性の混和物処理によつて改善がなされている。

第40図はアスベスト紙2重ガラス巻平角銅線と4重ガラス巻平角銅線の加熱破壊電圧試験結果を示すもので、前者は後者に比較して約4倍の破壊値をもっている。



## 裸銅線およびアルミ線 Bare Copper Wire and Aluminum Wires

### 防煤トバリ線

既設鉄道の電化に際し、早期に吊架してあるトバリ線に蒸気機関車の煤煙が固着し電気機関車あるいは電車への切換え、運転の際通電が阻害されるのが問題となっている。

防煤トバリ線はこの対策として附着した煤煙層を運転切替時に容易に剥しうるようトバリ線の大弧面に防煤材を塗布または接着したものである。この防煤材の具備すべき条件としては、

- (1) 価格が低廉であること
- (2) 架線に際し損傷を受けることなく、また取り去る際剥離が容易であること
- (3) 架線後3箇月間くらいは、品質性能の劣下がなく、十分防煤の効果を保持すること
- (4) 剥離後トバリ線に防煤材の残滓を留めないことなどである。

防煤トバリ線の研究は、国鉄を初め電線製造業者数社がこれを行つているが、未だ満足すべきものがえられていない。日立製作所は早くからこれが研究に着手し、種々の試作実験を進めてきた結果、防煤材としてシールピールを塗布することにより、必要条件をほぼ満足する防煤トバリ線をえられる見通しがついた。

シールピール塗布の防煤トバリ線の実用試験（鉄道線路に3箇月間吊架）の結果は、つぎの通りですぐれた性能を示している。

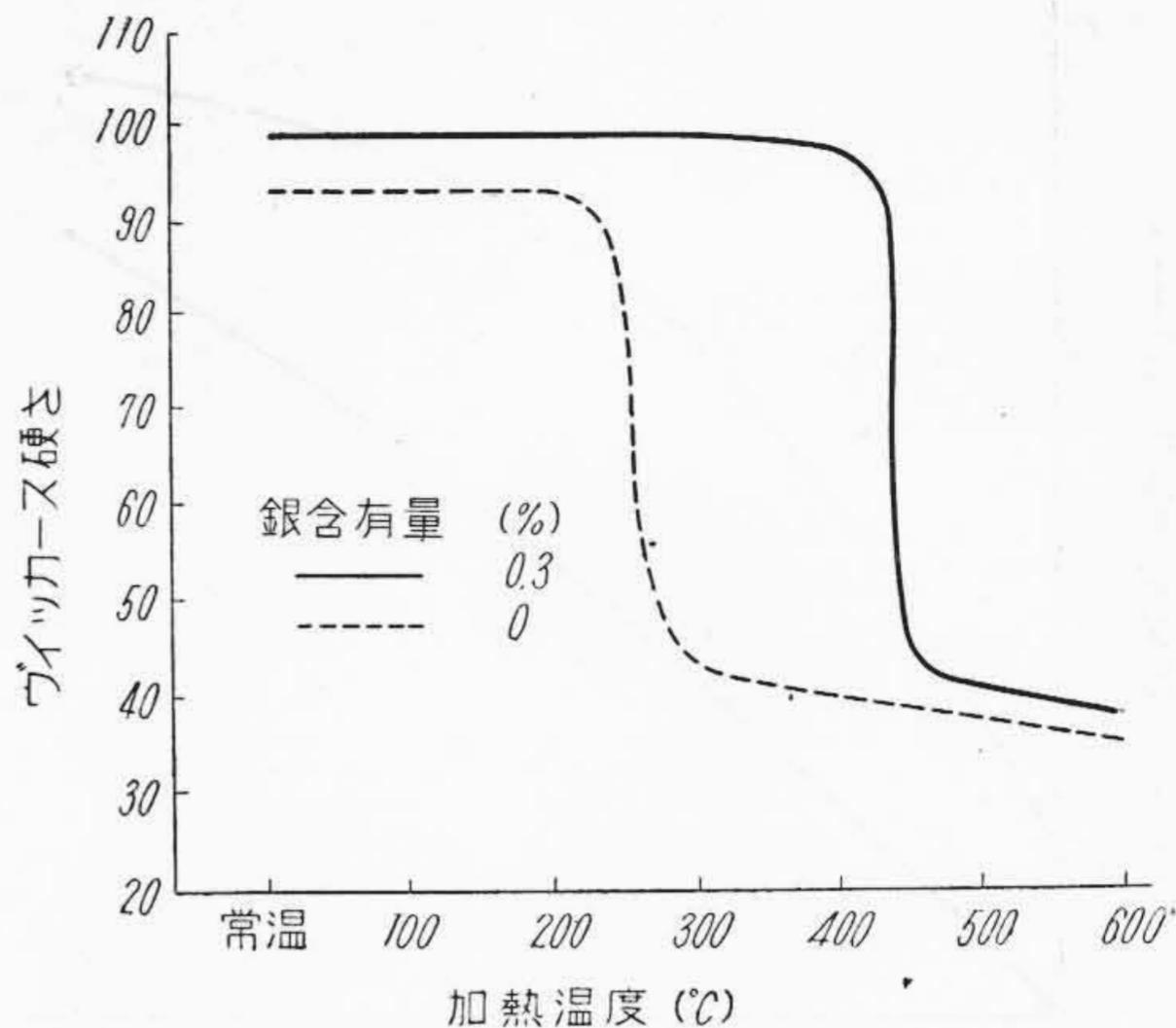
- (1) 煤の附着状態は他の接着テープ付防煤トバリ線に比べて非常に少い。
- (2) シールピールの剥離が容易である。すなわち、5 kg の圧力（パンタグラフの摺動圧着力を想定）で摩擦することによりシールピールは剥離する。

### 銀入（耐熱）トバリ線

最近電気機関車の大型化、電車通過間隔の短縮と通過回数の増加、大編成電車運転などの傾向が増大したため、従来使用されて来た硬銅トバリ線の耐熱特性の改善が要望されてきた。

日立製作所はトバリ線の寿命が磨耗、溶断、軟化および疲労断線などにより決定されることに着目し、これらの諸因を研究した結果、耐熱、耐磨耗性にすぐれた性能をもつ銀入（耐熱）トバリ線を製作してすでに西日本鉄道、名古屋市交通局、函館市交通局などに納入し、好評をえている。

日立銀入（耐熱）トバリ線の特長を挙げればつぎの通り



第42図 硬銅と銀入銅との耐熱特性  
Fig. 42. Annealing Effect of Pure Copper and Copper-Silver Alloy

第23表 硬銅と銀入銅の電氣的磨耗比較試験結果

Table 23. Arc Loss of Pure Copper and Copper-Silver Alloy in Addition of Current

試料	磨耗量 (g/5h)			
	第1回	第2回	第3回	平均
硬銅	1.02	1.08	1.08	1.06
銀入銅	0.07	0.10	0.10	0.09

である。

- (1) 耐熱性が硬銅トバリ線に比べ非常にすぐれている。

銀入トバリ線は、第42図に示すように300°C前後の温度で連続加熱されてもほとんど軟化しないため、従来の硬銅トバリ線より、電流密度を一段と上げることができる。

- (2) 電氣的耐磨耗性が大きい

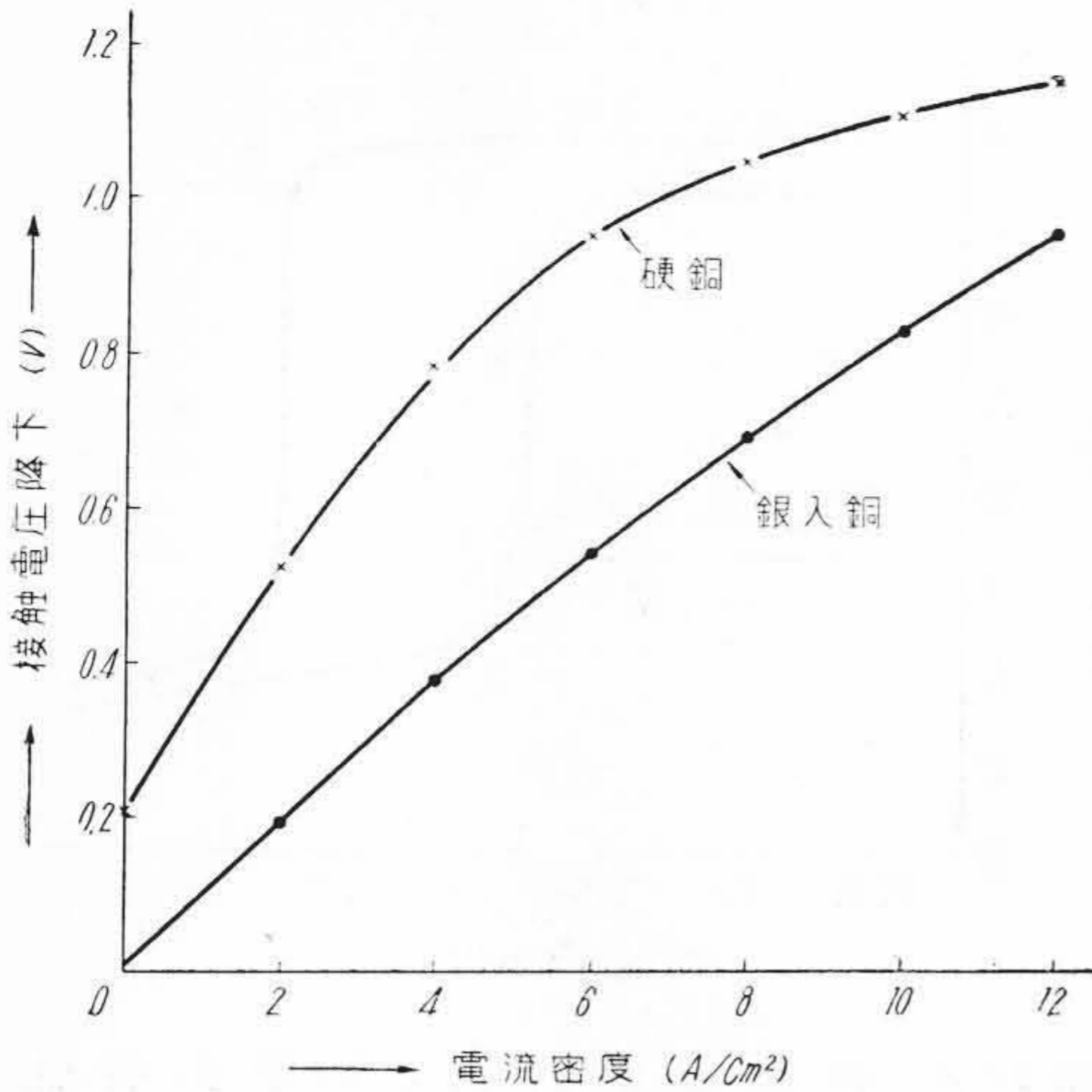
トバリ線とスライダとの接触は3点接触であり、接触点の急激な移動によつて微細なスパーク損傷があること、および電流密度は局部的にきわめて大きく過熱による局部軟化を生じ、磨耗が促進されるが、銀入トバリ線は第23表に示すように電氣的耐磨耗性が大きい。

- (3) 機械的耐磨耗性がよい

銀入トバリ線は硬銅トバリ線に比し硬度が高く、スライダによる機械的磨耗も非常に少い。

- (4) 耐振性が大きい

銀入トバリ線の耐振性は硬銅トバリ線に比べ約2倍のすぐれた値を示している。



第 43 図 硬銅と銀入銅との接触電圧降下比較

Fig.43. Contact Voltage Drop of Pure Copper and Copper-Silver Alloy between Carbon

(5) 接触電圧降下が少い

銀入銅とカーボンとの接触電圧降下は第43図に示すように、硬銅に比較して少い、このため停車中における電動機主回路や短絡事故に対して溶断の危険が軽減される。

(6) 導電率がよい

導電率は 96% 以上を保証している。

(7) 長尺製品ができる

従来の標準品の 2 倍の長尺品が製作可能である。

**ACSR**

日立製作所では使用条件に最適な ACSR の製造を目的として各種の基礎的な研究を採り上げ、着々その成果を挙げてきた。(1部は本誌別冊 No. 7 送变电特集号に発表済)

その結果格段の品質向上をもたらし、電源開発株式会社を初め各電力会社に納入して好評をえている。

日立 ACSR の特長を列記すればつぎの通りである。

(1) アルミ素線は品質均一で抗張力、導電率ともに高くすぐれている。

(2) ACSRは適度のピッチと十分な撚りの硬さを持ち、釣車通過に際しての突を防止している。

(3) 撚線作業に際しておこりがちな素線の性能劣化が少く抗張荷重が大きい。

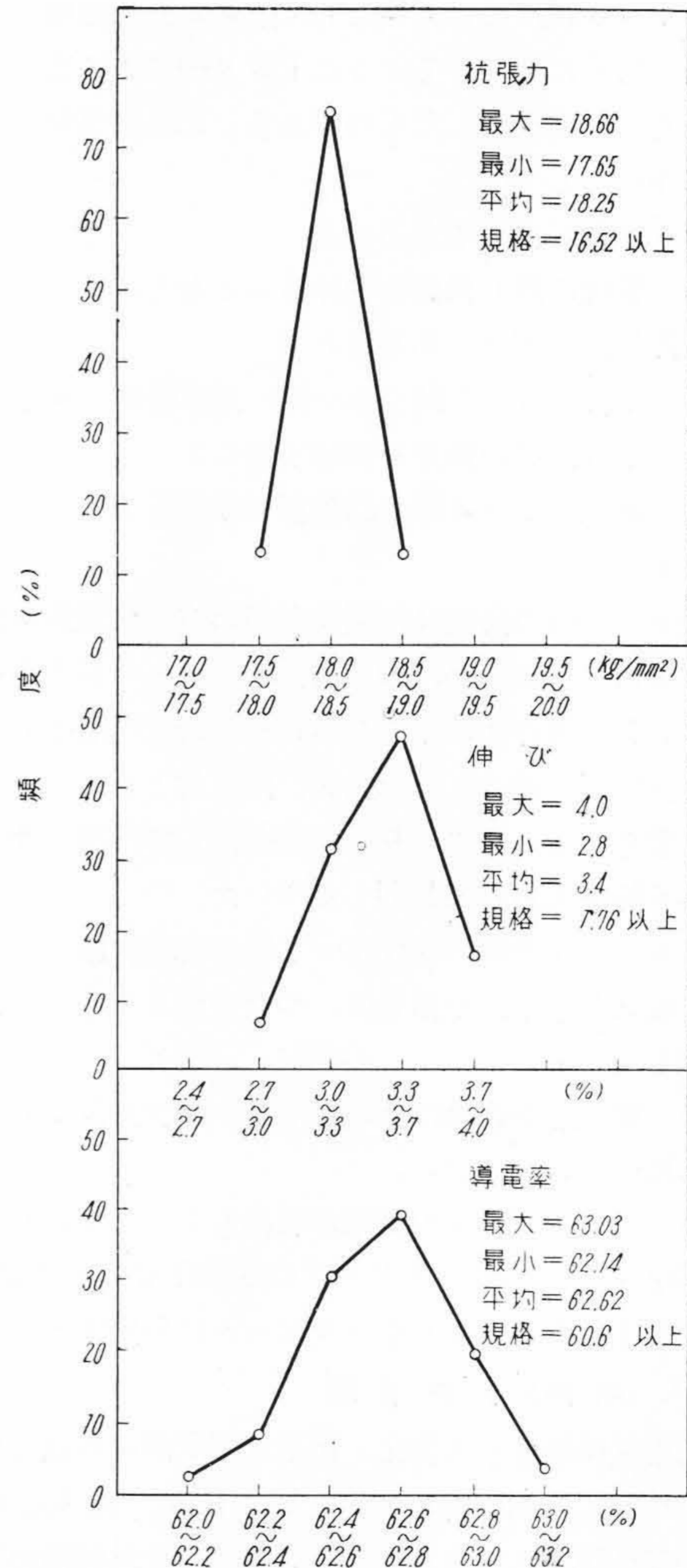
(4) 製作条長の点において JEC 130 規格に定められた標準条長に比べ 30~50% 増しの長尺ものの製作が可能である。

因みに最近製作した 610mm<sup>2</sup> ACSR の性能の 1 例を示すと第44図および第24表の通りである。第44図および第24表より解るようにいずれも規格値に対し、十分な裕

第 24 表 610 mm<sup>2</sup> ACSR の性能 (1 例)

Table 24. Properties of 610 mm<sup>2</sup> ACSR

公称断面積 (mm <sup>2</sup> )	外径 (mm)	抗張荷重 (kg)	電気抵抗 20°C (Ω/cm)	撚 程 (P/Pd)
610	34.2	20,800	0.0456	6 本層 31.8
				12 本層 15.9
				18 本層 13.3
				24 本層 11.4
規 格	34.2	以上 18,150	以下 0.0474	6 本層 20~40 外層, 中間層 20以下



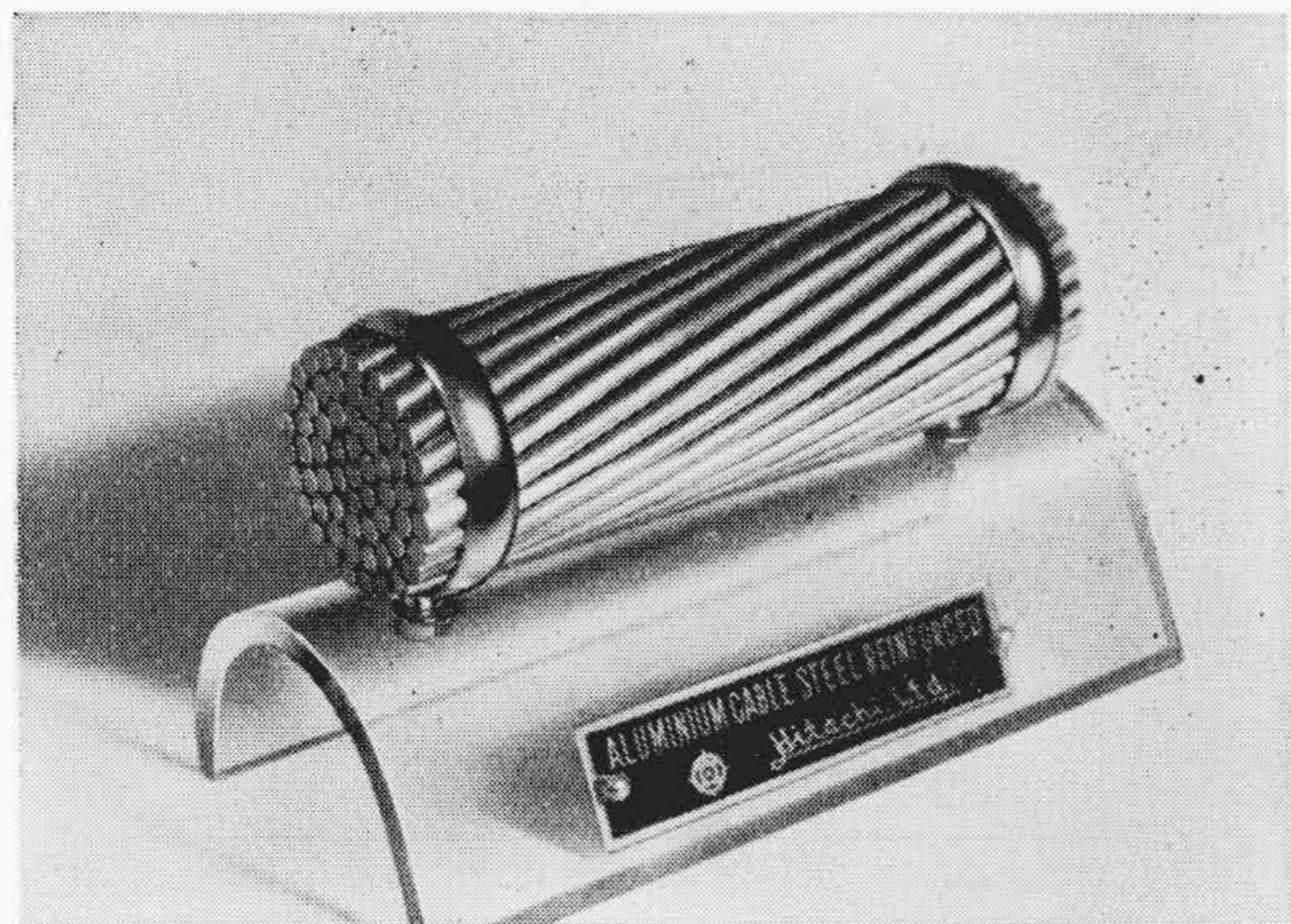
第 44 図 610 mm<sup>2</sup> ACSR 用 3.8mm 硬アルミ線の性能

Fig.44. Properties of 3.8mm Aluminum Component Wire for 610mm<sup>2</sup> ACSR

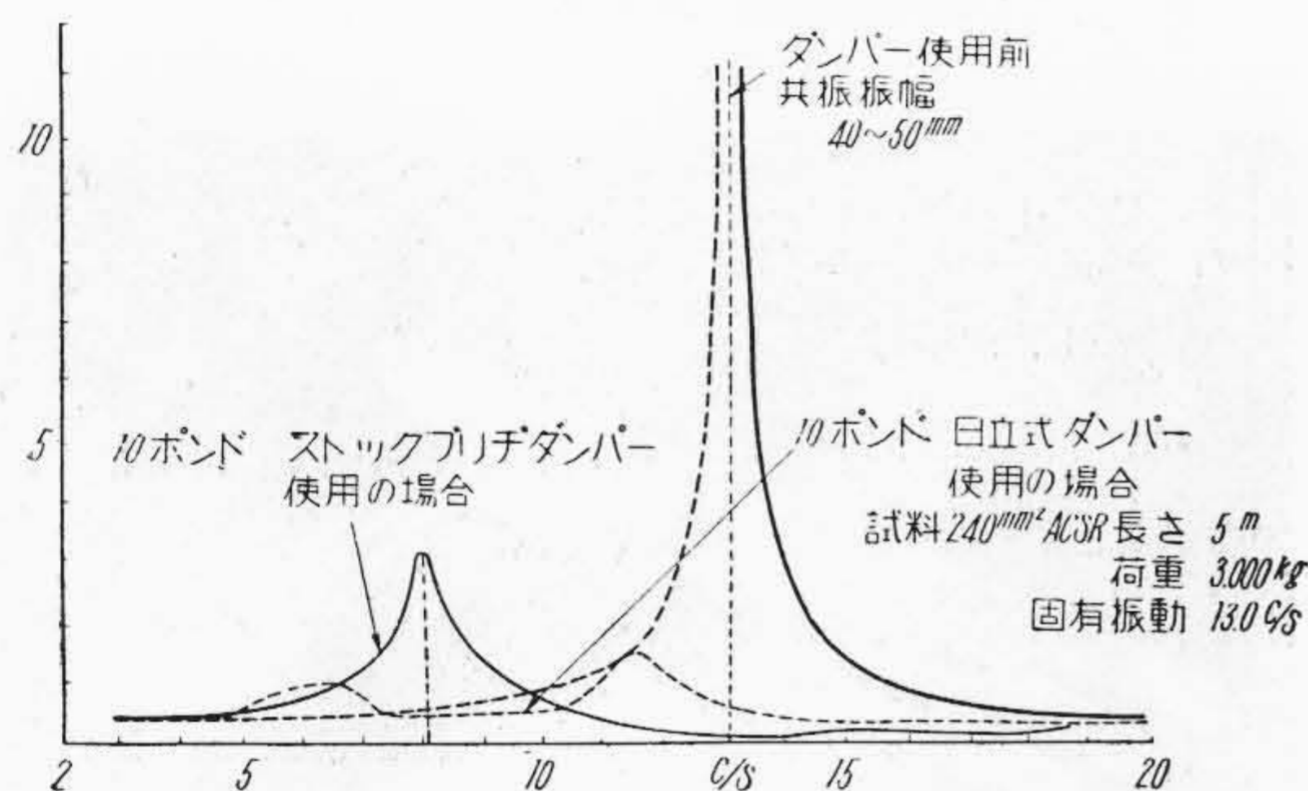
度をもっていることを示している。

**ACSR 附属品**

ACSR による架空送電線における附属品は本線と一体をなす重要な部分である。



第45図 610 mm<sup>2</sup> ACSR  
Fig. 45. 610 mm<sup>2</sup> Aluminum Cable Steel Reinforced



第46図 日立式ダンパー防振特性図  
Fig. 46. Character of Vibration Prevention for Hitachi Damper

日立製作所は ACSR 附属品についても各種の基礎的な研究を行い着々とその品質改善の成果を挙げ ACSR とともに各方面に納入して好評をえている。

昭和 29 年度の研究成果としては直線スリーブおよび補修スリーブの引抜材の使用、分岐スリーブの引抜材使用による溶接化、日立式ダンパーおよびゴム張釣車の試作などが挙げられる。

#### (1) 接続スリーブ

従来は鋳造品であつたが、これは圧縮による亀裂、品質の不均一性などに欠陥があるので、日立製作所はこれを全面的に改め高品位アルミ引抜材を使用することにより、あるいは引抜材を溶接することによつて、これらの欠陥を改善するとともに耐触性のすぐれたアルミスリーブの製造に成功した。

なお、鋼スリーブについても品質の検討を行い、適度の化学成分をもつ軟鋼を使用することによつて必要な強度と圧縮能率の調整を図つている。

#### (2) ダンパー

ACSR送電線の振動防止を目的とするダンパーについ

ては、従来品の欠陥である特定振動に対して効果の薄かつた防振効果を改善し、実際に起りうる広範囲にわたる振動に対して有効な日立式ダンパーの試作に成功した。

この試作ダンパーの特性を示せば第 45 図の通りである。すなわち、第 45 図は各種の振動に対してストックブリヂダンパーより試作ダンパーの方が防振効果の大きいことを示している。

#### (3) ゴム張釣車

ACSRの延線に際し、従来の釣車を使用する場合はアルミ素線の外傷発生がひどいため外傷防護処置を施した釣車が強く要望されている。

日立製作所ではこのような要望に応え、いわゆるゴム張釣車を試作して ACSR のアルミ素線の外傷防止に効果を挙げることに成功した。

## 伸銅品 Copper Products

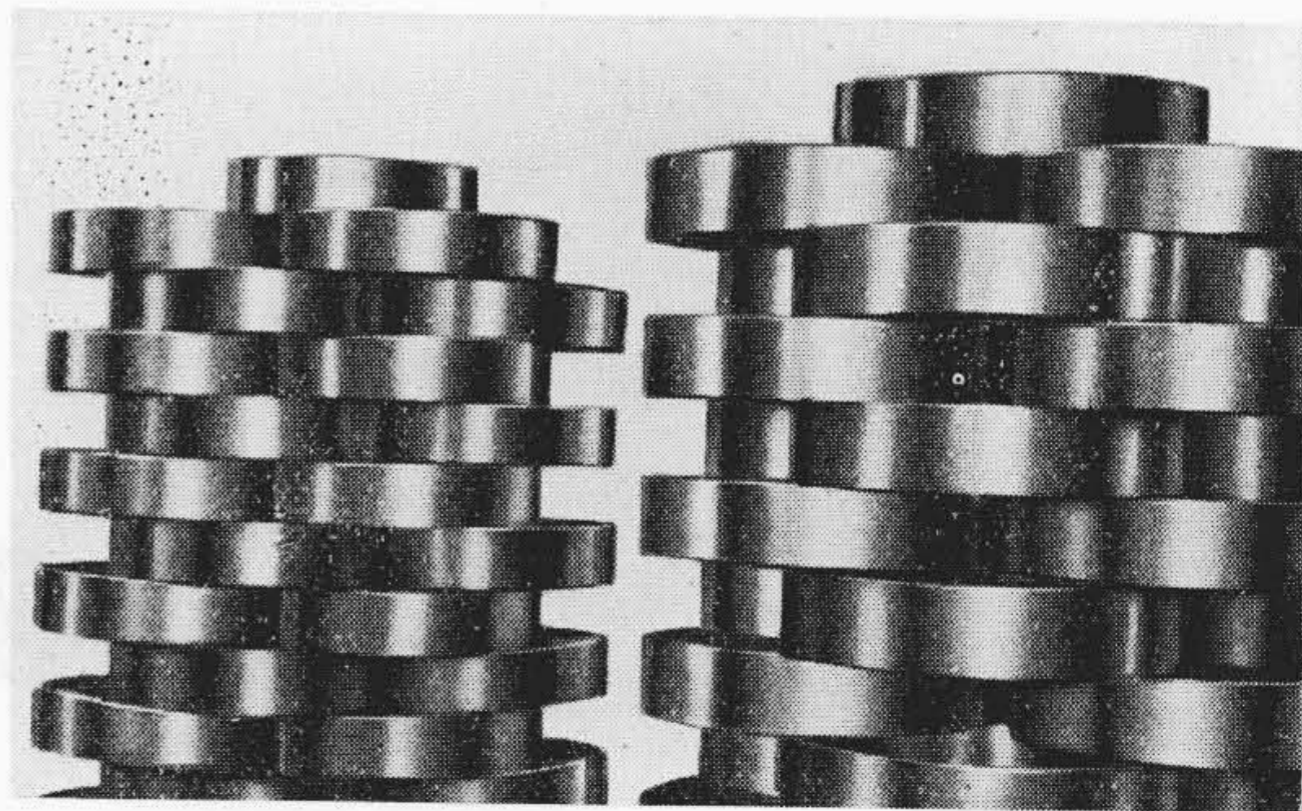
### 雷管用銅条

雷管用銅条は雷管の材料として連続打抜、圧搾、口拡、底上などの特殊な加工がなされ、さらに十分な強度をもつ必要があるので、これらの用途に適合する性能のものが要求される。

日立製作所は過去数年来需要家との緊密な連繋の下に材料、加工、熱処理の一連の研究を行い、数次にわたる作業法の改善を行つた結果つぎに列記するような特長のある製品をうる事ができるに至つた。その結果需要家の加工歩留率にも好結果をもたらし、その上昇率は過去 1~2 年間に 5~6% にも達している。

日立製作所の雷管用銅条のおもな特長はつぎの諸点にある。

- (1) 適度の抗張力と大きな伸びをもつている。
- (2) 寸法公差が小さい。
- (3) 仕上面が特に平滑である。
- (4) 長尺物の製作が可能である。



第47図 雷管用銅条  
Fig. 47. Copper Strip for Percussion Cap

第25表 雷管用銅条の性能表

Table 25. Properties of Copper Strip for Percussion Cap

試料	寸法 (mm)		抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
	幅	厚		
	日本工業規格 日立電線規格	0.37±0.03 0.01	49±1.0 0	24 以上
	0.37±0.02 0.01	49±0.5 0	24 以上	45 以上
0.37×49	0.380	49.25	25.23	49

なお最近納入した雷管用銅条の試験成績値と準拠日立電線規格、ならびに日本工業規格に規定された規格値との関係の一例を示すと第25表の通りである。

クローム入銅

最近電気機器の進歩に伴つて、導電材料としても従来用いられていた純銅に代つて導電率を下げることなく機械的強度、特に高温特性のすぐれた導電性耐熱合金が強く要望されるようになってきた。

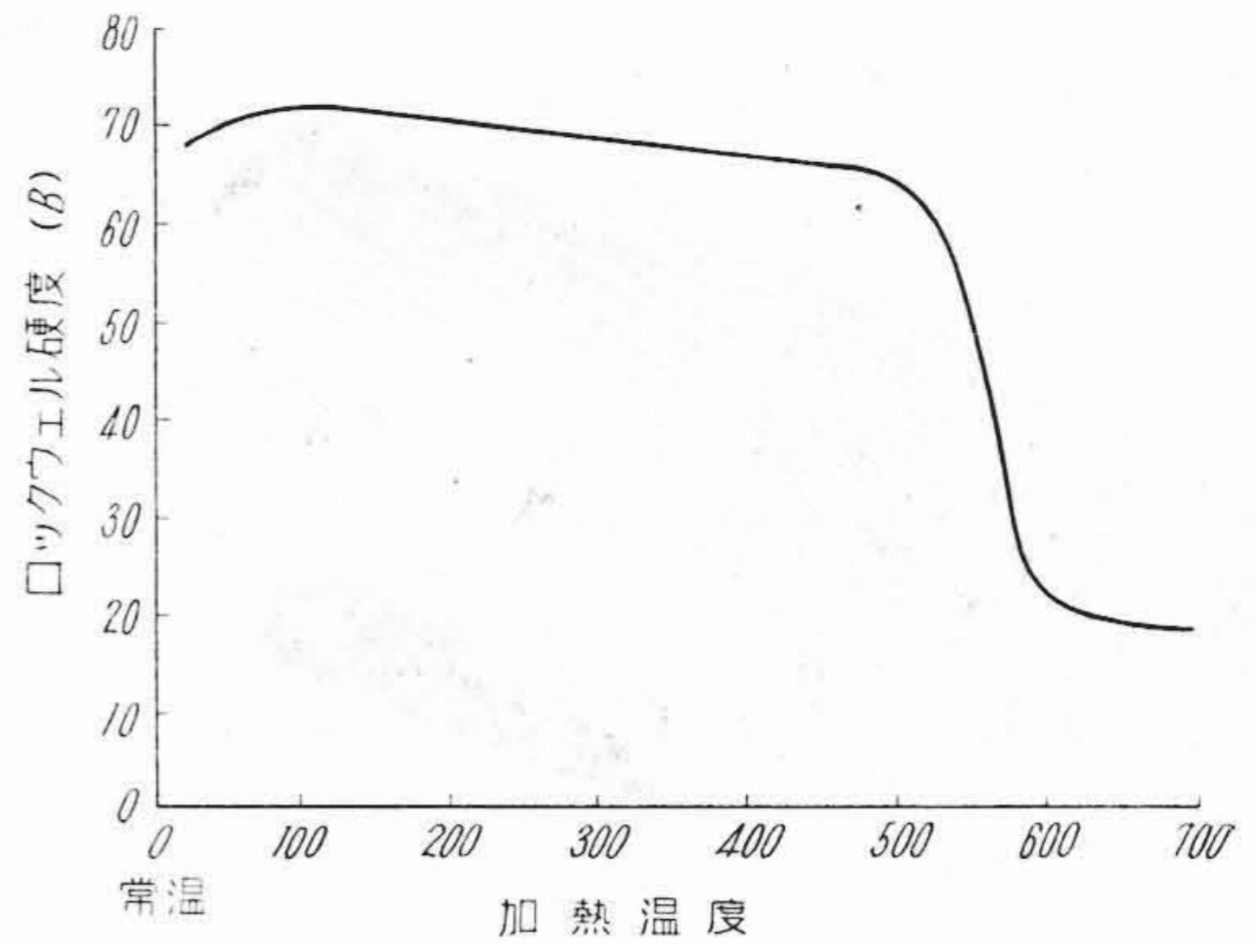
日立製作所はこのような状勢から過去数年来高抗張力、高導電率合金の研究を行つて、すでに銀入銅の量産を行つているが、29年度はさらにクローム入銅の試作に成功しすでに二、三の電機メーカーに納入し好評を博している。

クローム入銅は純銅に少量のクロームを添加したもので、銀入銅に比べさらに機械的強度、特に高温特性が高いので、電機メーカーから関心が持たれてきた。

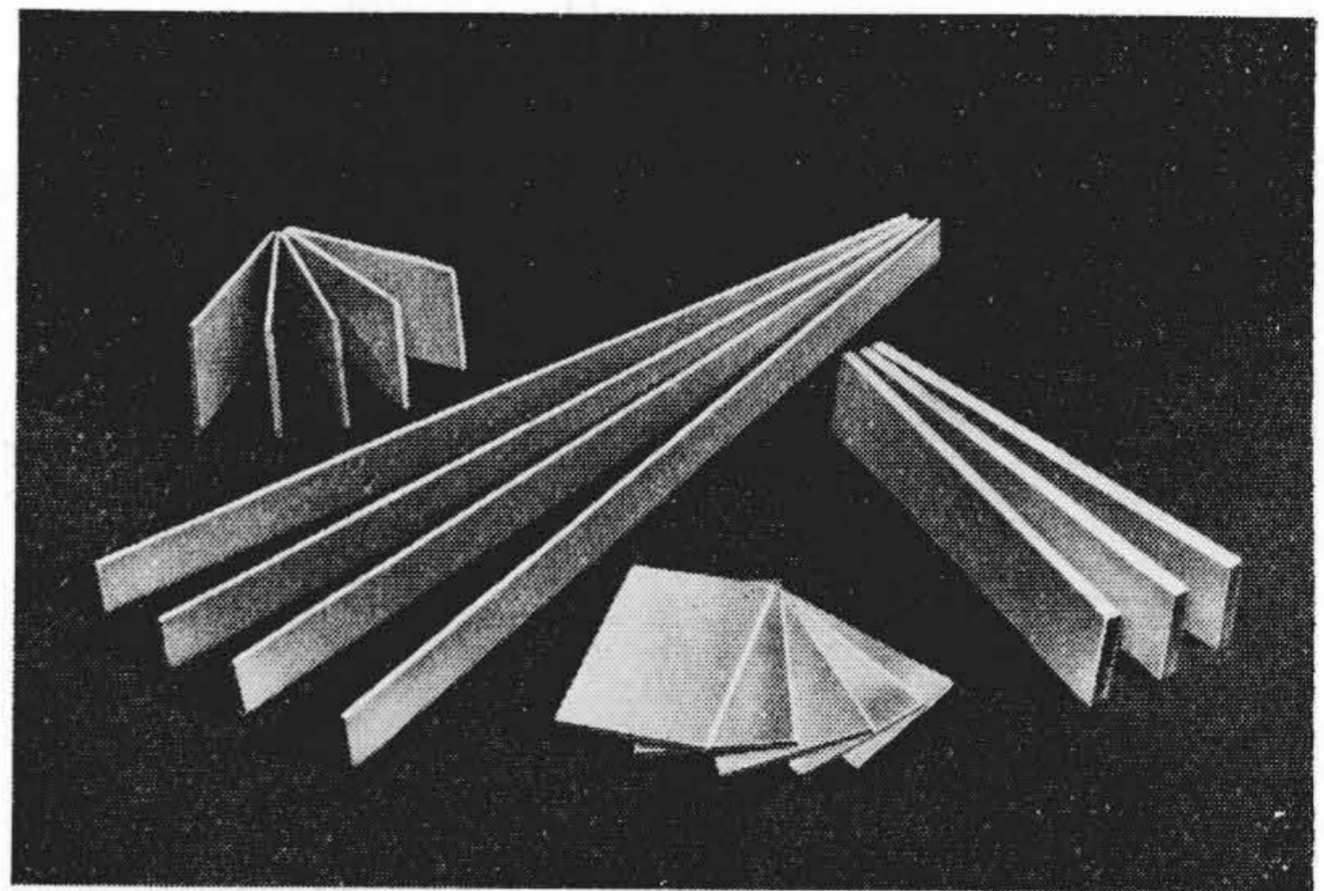
すなわちクローム入銅は第48図に示すように耐熱性が良く 500°C 前後の温度でも機械的強度の劣化が少く、かつ導電率の低下率が小さいことが大きな特長である。

銅にクロームを添加することは溶融点の相異およびクロームの酸化が激しいこと、またクローム入銅は熱処理合金であることから高度の技術が必要とされている。

今回完成した日立クローム入銅の性能の一例を示すと第26表の通りである。



第48図 クローム入銅の加熱温度と硬度との関係  
Fig.48. Relation between Annealing Temperature and Hardness for Copper-Chromium Alloy



第49図 クローム入銅  
Fig.49. Copper-Chromium Alloy

第26表 クローム入銅の性能の1例 (試料 1.2×7.5 mm)

Table 26. Properties of Copper-Chromium Alloy

抗張力	kg/mm <sup>2</sup>	47
伸び	%	7
硬度 (ピツカース)		170
導電率	%	86

