

防爆型クロロプレンキャブタイヤケーブル

炭鉱、鉱山における採掘機械の電力供給用としては、従来三種または四種キャブタイヤケーブルが使用されてきたが、鉱石や岩石の打撃、炭車による軋断などによつてケーブルが激しい機械的応力を受け、押しつぶされて絶縁を損じ、線間短絡による電気火花を発生することがあり、応々にしてこの電気火花のために爆発事故をひき起すことがあつた。

日立電線ではこの対策として防爆型クロロプレンキャブタイヤケーブルの研究を進め、その製品化に成功した。

このケーブルは導体が線間短絡に至る前に一線を地絡させ、比較的故障電流の小さい状態で継電器を働かせる構造としたもので、以下その概要について説明する。

(1) 構造

第2図にケーブル断面を示す。すなわち従来のゴム絶縁クロロプレンキャブタイヤケーブルの各線心に金属を蒸着したマイラーテープを巻き、その上に遮蔽編組（地絡時の継電器回路要素）を施したものである。

(2) 一般的性能の試験結果

四種キャブタイヤケーブルに適用される全試験を行い一般品に比べ劣ることのない結果が得られたが、さらにこのような特殊構造とすることによる一般性能上の差異を調べるために行つた特殊試験の結果の一例を次に示す（試験試料 $4 \times 30 \text{mm}^2$ ）。

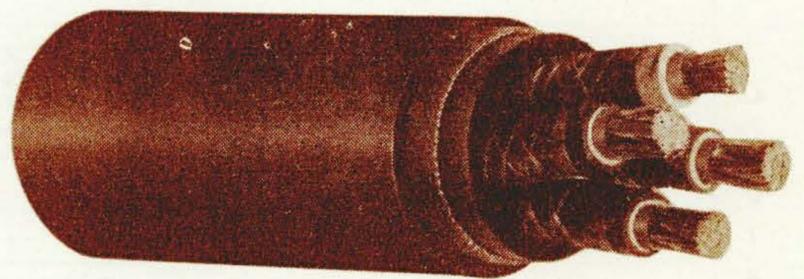
(A) 衝撃試験

JISC 3004 規定の試験方法に準拠し、特に衝撃荷重を 30 kg、落下高さ 2 m とし (JIS では 20 kg, 1 m) 試験したが、その結果異状は認めなかつた。

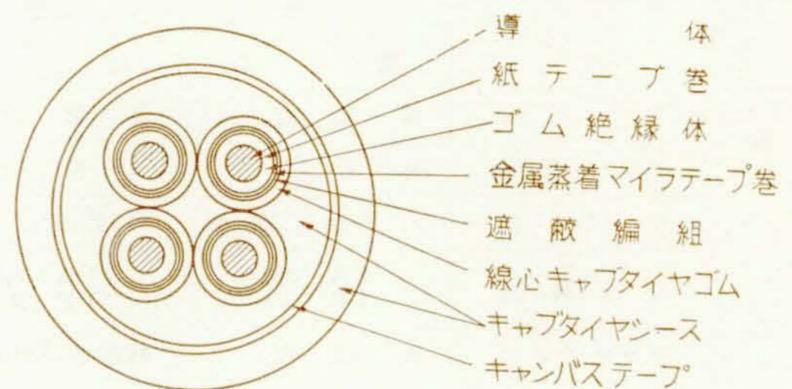
(B) 屈曲捻り試験

第3図のようにチャック間の距離が 850mm になるよう試料を取付け、230mm のストロークで試料に自己直径の 4 倍の屈曲を与え、それと同時に B 端においてケーブルの軸を中心とし左右 100 度の捻りを与え、1 ストローク (1 回屈曲) において 2 回捻るものとし、屈曲は 45 回/min、捻りは 90 回/min の速度で連続屈曲、捻り試験を行つた結果異常なかつた。

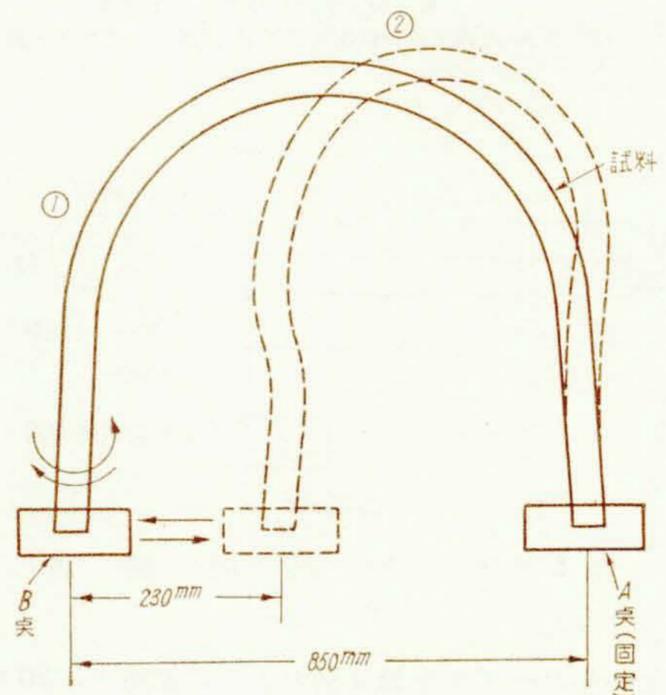
以上の試験により防爆構造としたことによる一般の性



第1図 防爆型クロロプレンキャブタイヤケーブル



第2図 防爆型クロロプレンキャブタイヤケーブル構造断面



第3図 屈曲捻り試験装置

能の低下は皆無であることが確認された。

(3) 防爆特性

ケーブルが圧縮外力を受けた場合、線間短絡前に地絡を起し、警報回路を形成することが防爆上絶対必要であるが、本ケーブルは使用中の事故時を想定した模擬試験を行つた結果好成績をおさめた。

(R=5 mm の場合)

第1表 圧縮試験結果

項 目	破 壊 状 況				備 考
	黒 心	白 心	赤 心	緑 心	
線	導 体	異 常 な し	異 常 な し	異 常 な し	異 常 な し
	ゴ ム 絶 縁 体	1mm 裂 け る	軸方向に3mm裂ける	ごくわずかに裂ける。ピンホール程度	軸方向に2mm裂ける
	マイラーテープ	破 壊	破 壊	破 壊	破 壊
心	遮 蔽 編 組	TA 切断 TP 良	TA 切断 TP 良	TA 切断 TP 良	TA 切断 TP 良
	クロロプレン	2mm の裂け 2箇所	軸方向に4mm裂ける	軸方向に3mm裂ける	軸方向に15mm裂ける
シ ー ス	クロロプレン	円周方向に10mm裂けあり			
	カンバステープ	破 壊			
	クロロプレン	円周方向に約3mm裂けあり			

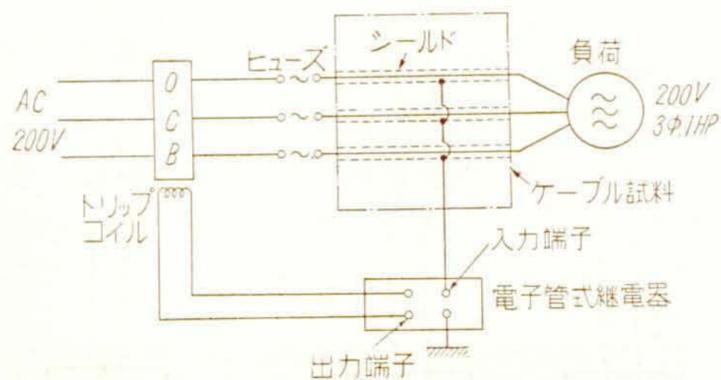


(平面の場合)

項 目	破 壊 状 況				備 考
	黒 心	白 心	赤 心	緑 心	
線	導 体	異 常 な し	異 常 な し	異 常 な し	異 常 な し
	ゴ ム 絶 縁 体	異 常 な し	異 常 な し	異 常 な し	軸方向に5mm裂ける
	マイラーテープ	わずかに破壊	わずかに破壊	わずかに破壊	破 壊
心	遮 蔽 編 組	TA 切断 TP 良	TA 切断 TP 良	TA 切断 TP 良	TA 切断 TP 良
	クロロプレン	異 常 な し	軸方向に35mm裂ける	異 常 な し	軸方向に25mm裂ける
シ ー ス	クロロプレン	異 常 な し			
	カンバステープ	破 壊			
	クロロプレン	3箇所裂けあり(長さ約3~4mm)			



注：(1) 継電器の感度は短絡抵抗が次の値以下になった場合動作するように調整した
 R=5 の場合 3 kΩ
 R=∞ (平面) の場合 20 kΩ
 (2) TA は錫メッキ軟銅線，TP は錫メッキピアノ線の略である



第4図 圧縮試験装置

すなわちケーブルを第4図のように結線し、20 t アムスラー試験機によつて圧縮したところ、R=5 mm のくさび型圧縮片を使用したときに4.3 t、平板状圧縮片使用のときは5.2 t で導体と遮蔽が接触して油入遮断器が動作し所望の防爆特性をもっていることが確認された。

圧縮後ケーブルを解体した結果は第1表のとおりである。

なお本ケーブルは各方面に大量の納入実績を有し、好評を得ている。

ヒヨウタン型 ブチルゴム絶縁ビニルシース 架空ケーブル

工場内の配線、河川の横断、森林地帯の通過など特殊な場所にケーブルを布設するにあたって、地下埋設とすることが困難な場合がある。

またこれが可能であつても布設回線が少なく、地下埋設すると経済的に不利となることもある。

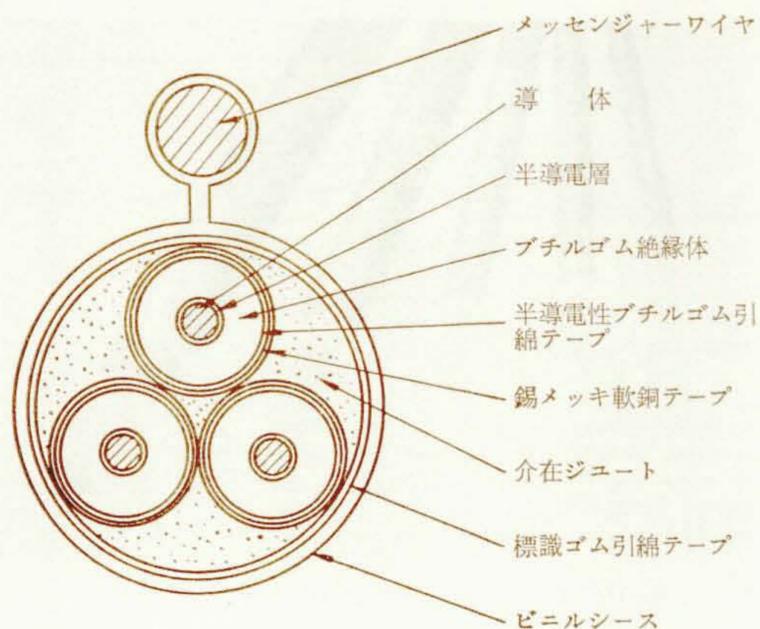
このような場合立体的に空間を利用し、架空布設とすることは実用的かつ経済的である。

架空ケーブルには大別して自己支持型、ハンガー支持型があるが、日立電線では第5図に示すような自己支持型ケーブルを製造している。

以下本ケーブルについての概要を紹介する。

構 造

従来のブチルゴム電力ケーブルの線心とメッセンジャーワイヤとを間隔をおいて並列させ両者を一括してビニルシースで被覆し断面ヒヨウタン型としたものである。



第5図 ヒョウタン型ブチルゴム絶縁ビニルシース架空ケーブル構造断面

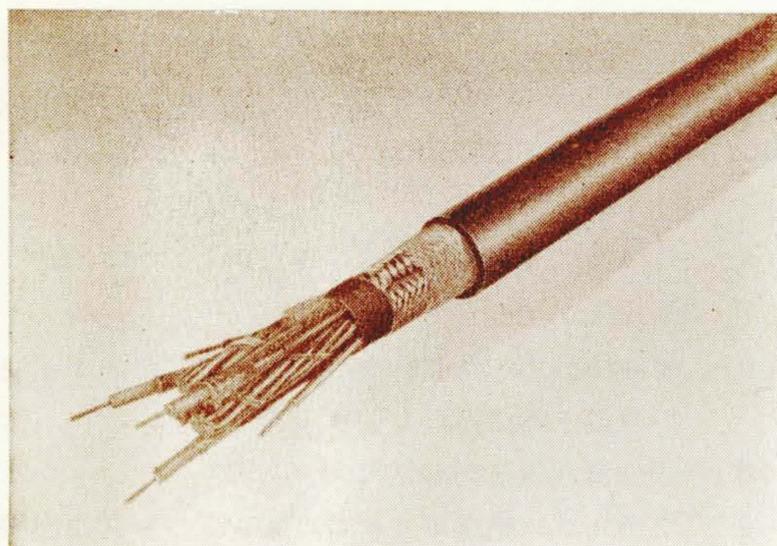
特 長

- (1) 架線工事が著しく簡単になる。
- (2) 絶縁体として耐熱性，耐オゾン性，耐老化性にすぐれ，かつ電氣的，機械的特性も良好なブチルゴムを使用しているのできわめて安定度が高い。
- (3) ケーブル重量が比較的軽く，可撓性に富むので架線作業が容易である。
- (4) 樹木の茂っている場所にもなんら支障なく架線できる。
- (5) 腐蝕性のガスの発生する場所でも使用できる。
- (6) 発，変電所の出口のように布設ケーブルの条数が多い場合や傾斜地の工事に好適である。

ネオプレンシース
テレビカメラケーブル

最近テレビジョンの発達と普及はめざましいものがあり，それに伴つてテレビカメラケーブルの需要も急激に増大している。

日立電線では今日まで各種のテレビカメラケーブルを設計製作し，性能の改善，向上を図つてきたが，最近新



第6図 28心ネオプレンシース，テレビカメラケーブル

型テレビカメラケーブルの製作に成功した。

テレビ放送の場合，テレビカメラの位置，方向を急速かつ頻繁に移動する必要上テレビカメラケーブルには相当きびしい屈曲，捻回を受けるため，十分な可撓性と機械的強度が要求される。

この新型テレビカメラケーブルは従来の塩化ビニルシースをネオプレンシースにしたもので，機械的強度を一段と高くしており，その特長は次のとおりである。

- (1) 耐圧縮力が強く，冬期自動車に轢かれても事故を生じない。
- (2) 冬期でも硬化せず屈曲半径を小さくすることができる。
- (3) 引裂きに対し強く尖つたものに当つても損傷を受けない。
- (4) 高所に吊上げる時でも面倒な処置がいらぬ。

PE・PEF 絶縁複合通信ケーブル

プラスチック通信ケーブルは主として音声周波伝送に用いられ，充実ポリエチレン (PE) 絶縁塩化ビニル (PVC) シースのものが一般に使用されている。

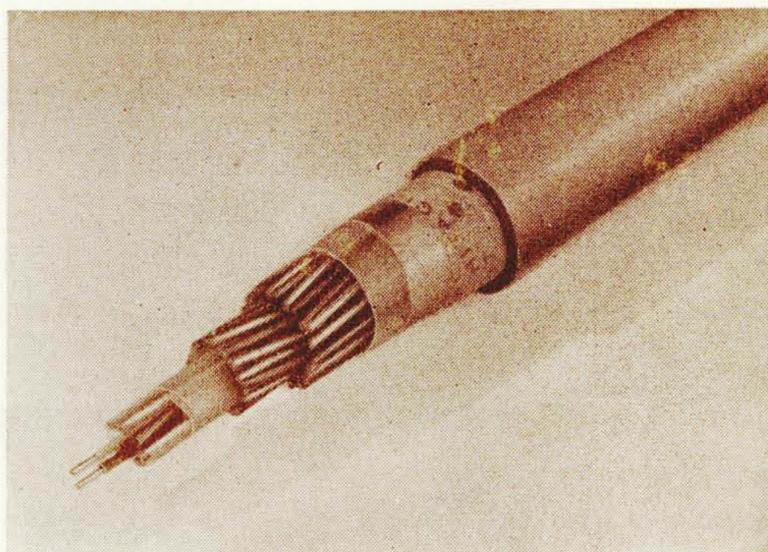
近時ポリエチレンに不活性ガスを混入させた，いわゆる発泡ポリエチレン (PEF) の出現によつて，PEのすぐれた特長をそのまま生かし，しかも誘電率を小さくかつ自由に変化できるようになつたので，発泡ポリエチレン絶縁通信ケーブルが搬送ケーブル用として用いられている。

日立電線では今回東京電力株式会社に保安通信用として

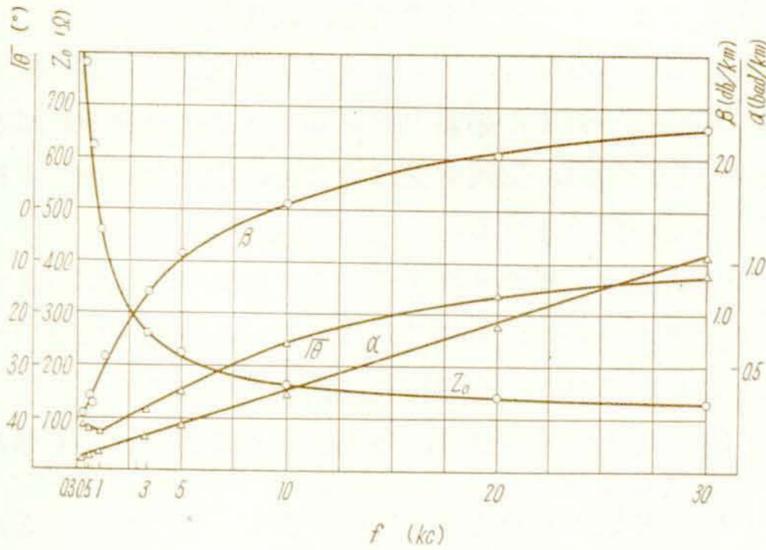
1.2 mm × 6 対 PEF 絶縁 } PVC シース複合ケーブル
0.9 mm × 24 対 PE 絶縁 }

9,300 m を納入した。

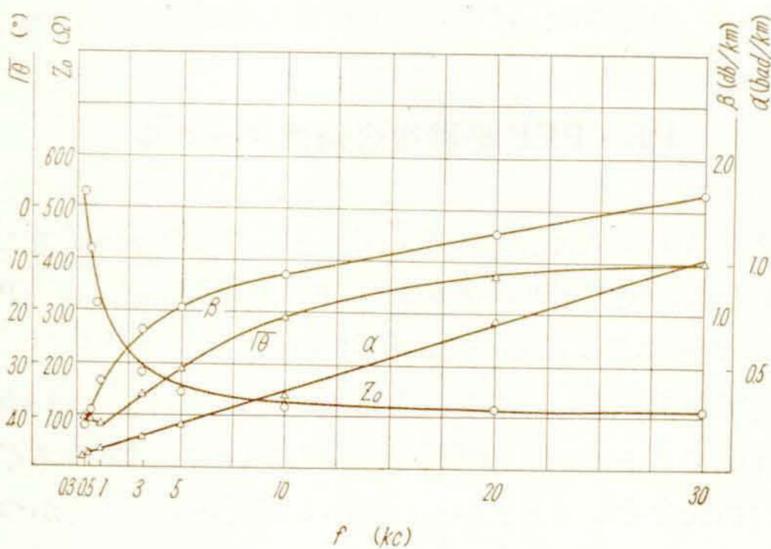
このケーブルには搬送回線用 PEF 絶縁線心と音声回線用 PE 絶縁線心が含まれており，その二次定数周波数特性は第 8，9 図のとおりである。



第7図 1.2mm × 6 対 PEF 絶縁 } PVCシース
0.9mm × 24 対 PE 絶縁 } 複合ケーブル



第8図 PEF絶縁線心二次定数周波数特性曲線



第9図 PE絶縁線心二次定数周波数特性曲線

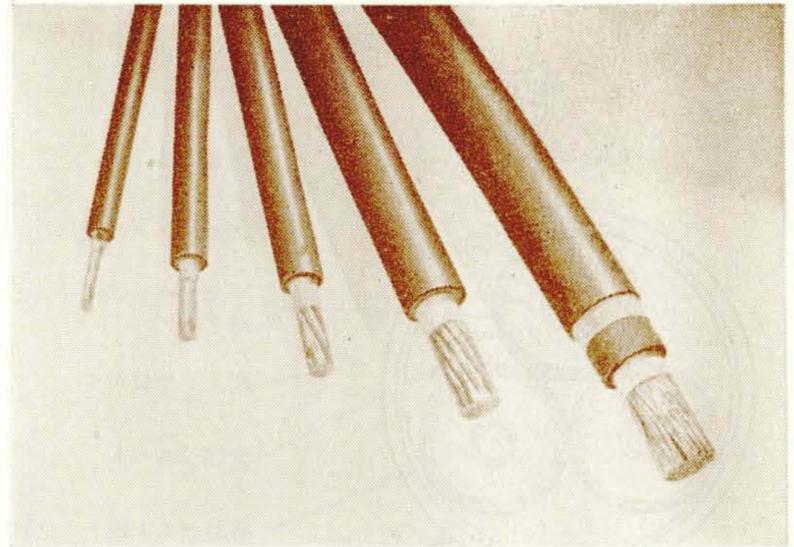
合成ゴムを使用した電気機器口出線

口出線は発電機、電動機などの一般電気機器および車輛電気機器の口出しならびに配線用として使われるが、最近電気機器の発達に伴って口出線に要求される性能も高度なものになり、従来の天然ゴム絶縁編組塗料型口出線(LRB)では満足を得られなくなり特に耐熱性、耐燃性、耐油性および表面漏洩抵抗などを改良する必要が生じてきた。

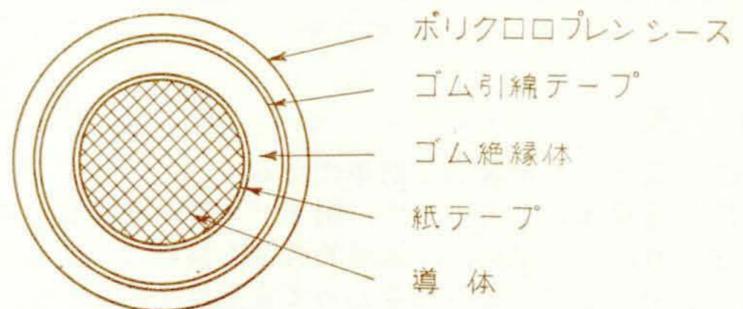
ポリクロロプレン、ブチルゴム、珪素ゴムなどは電線用合成ゴムとしてすぐれていることは周知のとおりであり、これらの合成ゴムを使用した口出線もその用途に応じ非常によい成績を示している。日立電気機器および車輛配線などにも多く使用されているので、これらの合成ゴムを使用した口出線について紹介する。

(1) 天然ゴム絶縁ポリクロロプレンシース口出線(LRN)

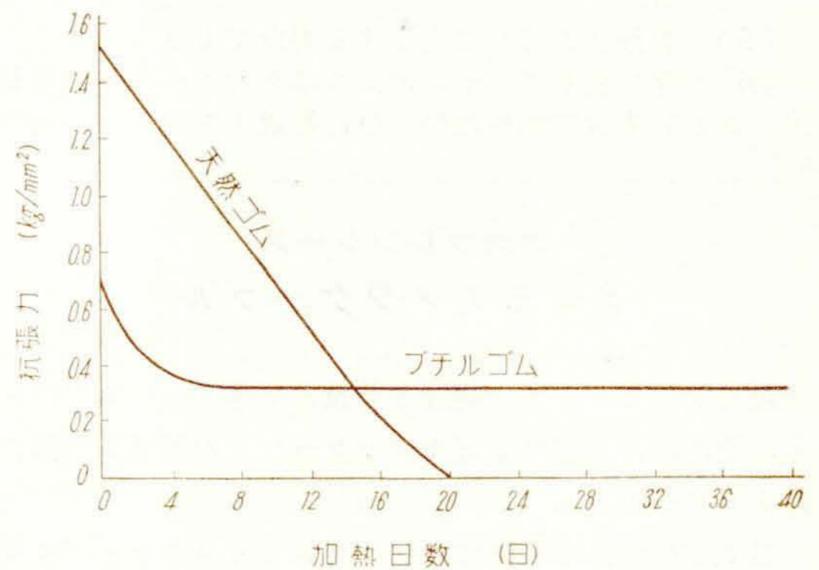
LRNは第10~11図に示すように可撓導体上に紙テープを巻き、天然ゴム絶縁を施し、ゴム引綿テープを巻いたのちポリクロロプレンシースを施したものである。



第10図 天然ゴム絶縁ポリクロロプレンシース口出線



第11図 天然ゴム絶縁ポリクロロプレンシース口出線の断面図



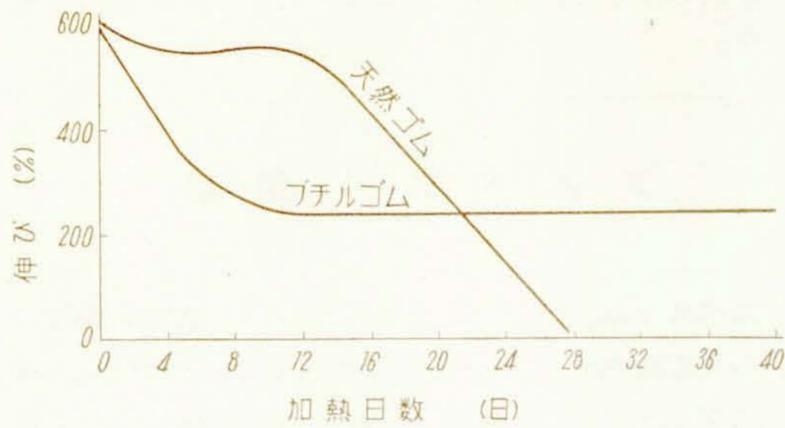
第12図 120度連続加熱における抗張力の変化

ポリクロロプレンは、耐熱、耐候、耐燃および耐油などの性能にすぐれているので、これを使用した口出線(LRN)は従来の口出線(LRB)に比較して次のようなすぐれた特性をもっている。

- (a) 可撓性はLRBに比べ同等である。
- (b) 耐燃性がすぐれている。
- (c) 耐油性がすぐれているので機器の潤滑油など油の飛散する場所にも使用できる。
- (d) 表面漏洩抵抗が非常に大きい。

(2) ブチルゴム絶縁ポリクロロプレンシース口出線(LBN)

LBNは可撓導体上に紙テープを巻きブチルゴムを



第13図 120度連続加熱における伸びの変化

絶縁層とし、ゴム引綿テープを巻いた後、ポリクロロブレンシースを施したものである。すなわち、LRNの天然ゴム絶縁体をブチルゴム絶縁体に置き換えたものである。

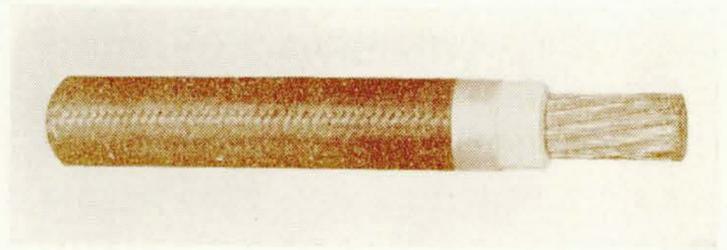
ブチルゴムは耐オゾン性がすぐれているので高電圧ケーブルの絶縁体として多く使用されているが、さらに耐熱性にすぐれているので、耐熱性を要求される口出線などにも適用される。口出線に使用した天然ゴム絶縁体と、ブチルゴム絶縁体の耐熱性を比較した例を示すと第12～13図のようになる。すなわち、ブチルゴムの初期の抗張力と伸びは天然ゴムに比較して多少低い値であるが長期の熱老化試験ではブチルゴム絶縁体の方が非常にすぐれた値を示している。したがって天然ゴム絶縁体を用いた口出線とブチルゴム絶縁体を用いた口出線と同じ温度条件で使用した場合の寿命を比較すると後者の方がはるかに長いことがわかる。逆に同じ寿命として考えた場合は、天然ゴム絶縁口出線の導体最高許容温度が60°Cであるのに対し、ブチルゴム絶縁口出線の場合は80°Cまで許されるので電流容量も多くとれる。

ブチルゴム絶縁ポリクロロブレンシース口出線はブチルゴムの持つすぐれた性能を有するほか、電気機器に取付けた後、高温熱処理を行うことができる利点をもっている。

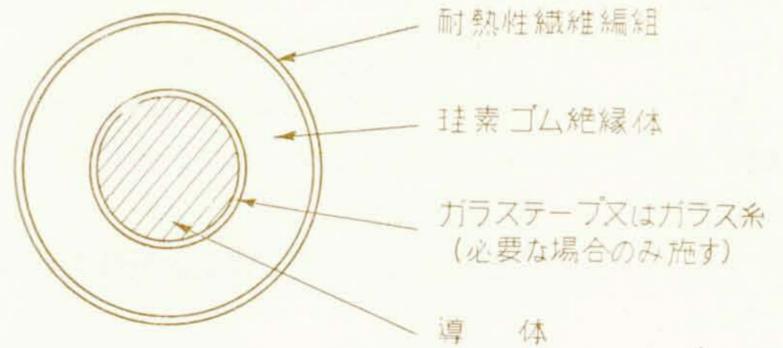
(3) 珪素ゴム絶縁口出線

電気機器の耐熱性の向上とともに口出線にも高度の耐熱性を要求されるようになり、従来の口出線では満足がえられない場合に使用されるものである。珪素ゴムはほかの電線用絶縁ゴムと異なり耐熱性が非常にすぐれ、きわめて高い温度においても電氣的、機械的特性の変化が非常に少ないので耐熱性電線の絶縁体として適したものである。

珪素ゴム絶縁口出線は第14～15図に示すように可撓導体上(必要な場合はガラステープなど耐熱セパレータを施す)に珪素ゴム絶縁体を施し、さらにガラス、テリレンなどの耐熱性繊維で編組を施した後、珪素樹脂を焼付けたものであり、口出線としての可撓性、電氣的、機



第14図 珪素ゴム絶縁口出線



第15図 珪素ゴム絶縁口出線の断面図

械的特性はLRBと比較して同等かそれ以上で、さらに導体最高許容温度はLBNをはるかに上回り180°Cまでとることが可能である。H級電気機器の口出線として欠くことのできないものである。

ヒタエステル銅線

ヒタエステル銅線(ポリエステルエナメル銅線)は多価アルコールと多塩基酸との縮合によつて生成されたポリエステル系の縮合樹脂塗料を導体上に塗布焼付した耐熱マグネットワイヤである。

最近電気機器に要求される性能はますます高度となり、小型軽量化への傾向は必然的に使用温度の上昇をきたし、このためマグネットワイヤの耐熱度の向上が必要となつてきた。

ヒタエステル銅線はこのような要望に応じて製品化された耐熱マグネットワイヤであり、その耐熱度はホルマール銅線のE種(120°C)ポリウレタンエナメル銅線のB種(130°C)に対してF種(155°C)の範囲まで使用可能のものである。

ヒタエステル銅線の特長をあげると次のとおりである。

- (1) 耐熱老化性がすぐれている。
F種(155°C)まで使用することができる。

- (2) 耐熱軟化性がよい。
ヒタエステル銅線は耐熱軟化性がよく200°C 6時間の軟化試験にもたえる。

- (3) 耐摩耗性が良好である。
ホルマール銅線よりはやや劣るがポリウレタンエナ

メル銅線の2～2.5倍程度の耐磨耗性をもっている。したがって巻線作業中における皮膜の機械的損傷を防ぐことができる。

(4) 皮膜の可撓性が良好である。

ヒタエステル銅線はホルマール銅線と同様に常温で自己径に巻付けても皮膜に亀裂が入ることはない。高温におけるこれらの特性はホルマール銅線に比べて著しく良好である。

(5) 耐溶剤性、耐薬品性が良好である。

耐アルカリ性には劣るが耐酸性は良好である。また耐溶剤性はホルマール銅線よりすぐれている。

(6) 電気的特性が良好である。

ホルマール銅線と同様にすぐれた電気的特性をもっている。

なおヒタエステル銅線は皮膜厚によつて0種、一種および二種の3種類に分類される。最小皮膜厚および最大仕上外径、そのほか寸法的にはホルマール銅線とまったく同じである。

ヒタウレタン銅線

ヒタウレタン銅線は油性エナメル銅線に比べて耐熱性、そのほかにすぐれた特長をもつたB種(130°C)耐熱マグネットワイヤである。

その構造は分子結合がウレタン結合



で重合している高分子物質を油性エナメル銅線やホルマール銅線と同様、導体上に塗布焼付したものである。

ヒタウレタン銅線の種類としては皮膜厚さによつて、0種、一種および二種の3種類があり、油性エナメル銅線およびホルマール銅線と同様のサイズ範囲のものを製造することができる。

ヒタウレタン銅線はホルマール銅線に比べて、次のような特長をもっている。

- (1) 皮膜の可撓性、電気的性能および耐アルカリ性は同程度である。
- (2) 耐熱軟化性、耐熱劣化性および耐湿特性がすぐれている。
- (3) 耐酸性、耐溶剤性がすぐれている。
- (4) 銲接性がすぐれている。すなわち、皮膜を剥離することなく半田揚げすることができるので電工作業における工数を低減することができる。
- (5) 耐磨耗性はやや劣るが油性エナメル線よりははるかにすぐれており、実際作業上支障となるほどではない。また耐アルコール性が悪いので、アルコー

ル系の溶剤の使用はできるだけ避けた方が安全である。

アスベスト銅線

アスベスト銅線は主としてH種絶縁の大型電気機器に用いられる耐熱マグネットワイヤであり、その構造は導体上にアスベストを被覆して耐熱塗料を焼付けたもので、塗料の種類によりB種(130°C)、F種(155°C)またはH種(180°C)用に分類される。

アスベスト銅線の特長とするところは磨耗、圧縮、衝撃などに対する機械的強度がガラス巻銅線に比べて著しくすぐれていることである。一方電気的特性はガラス巻銅線より劣るが実用上支障をきたすほどではない。また仕上外径はガラス巻銅線よりやや大きい。

アスベスト銅線はH種程度の耐熱性と機械的強度を必要とする機器のマグネットワイヤとして好適である。

トリントン社製平角ロール機による 画期的な平角銅線

最近における電気機器のめざましい進歩とともに、これに使用される巻線用平角銅線もますます高度の性能のものが要求されている。

日立電線では数年来、最新型の平角ロール機によつて大容量電気機器のコイル用導体に最適な平角銅線の製造を行つている。

このロール機は米国トリントン社製のもので、通常断面円形の荒引銅線またはこれを加工した丸線から、連続的に圧延によつて平角線を製造することができるものである。

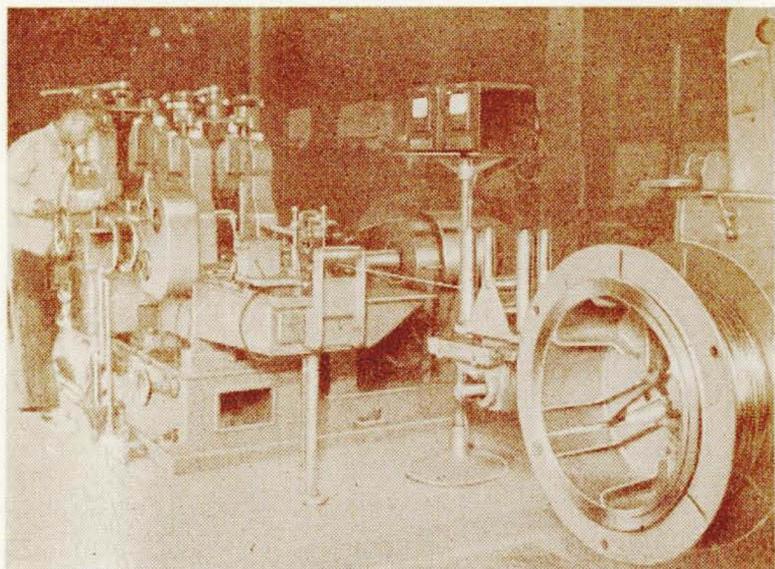
このロール機によつて製造した平角銅線は、従来のダイス引のものに比べて次のような特長をもつ画期的なものである。

(1) 銅粉の付着がきわめて少ない

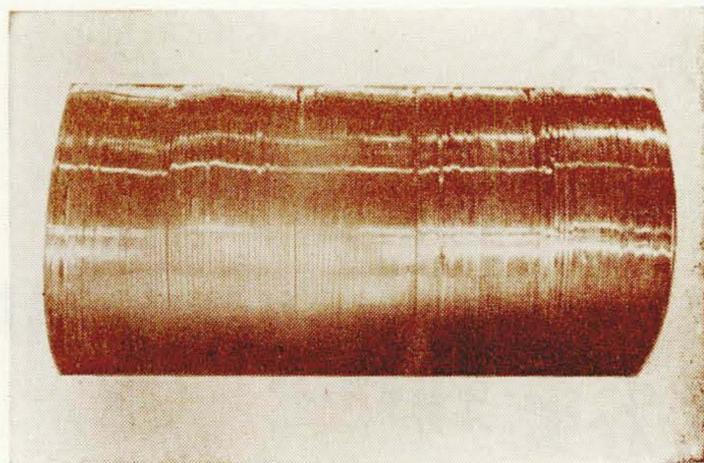
コイル用導体の銅粉付着は導体のコイル巻およびワニス処理作業時に絶縁を不安定にする一つの大きな原因である。特に薄層絶縁平角マグネットワイヤ(たとえば復導体紙巻線の導体間絶縁、平角ホルマール線など)において、銅粉の付着が絶縁耐力に大きな支障となるが、ロール機により製造されたものは銅粉の付着がダイス引のもの約1/3に急減するので、絶縁に対する信頼度が大きい。

(2) 銅線の表面が平滑である

ダイス引きのものに比べ表面が平滑であるので、絶縁



第16図 米国トリントン社製平角ロール機



第17図 平角ロール機により製造した平角銅線の荷姿

に対する信頼度が高く、特に薄層絶縁平角マグネットワイヤに好適である。

(3) エッジワイズ方向の曲りが絶無である。

従来ダイス引きによる平角銅線では避けられなかつたエッジワイズ方向の曲りは絶無となり、多層積立コイルにおいてなじみがよく容易にコンパクトになる。

(4) 断面正方形のものでも捻れることがない

このロール機を用いることによつて、断面正方形のものでも捻れずに製造できるため、機器の設計ならびにコイル巻作業が容易である。

(5) 寸法精度が高い

この平角銅線は寸法精度がきわめて高いので機器の設計ならびに製造が容易である。

(6) 線の荷姿は整列巻となるため、コイル巻作業が容易である

この線の荷姿は第17図に示すように、整列巻であるため取扱が容易で、コイル巻作業で矯正作業の必要がない。

(7) 長尺物が製造できる

1条で180kg程度のもので容易にできるので作業能率が向上し、接続箇所が減少する。

編集後記

日立電線株式会社は、昨年10月日立製作所より分離独立して以来、各方面において着々と技術的成果をあげており、その進展ぶりは注目し得るものがある。本特集号は、この日立電線の1年間における技術的成果の一端を取りまとめたもので、世界的記録品である因島4号海底ケーブルに関する論文を初めとして、各種新製品関係の論文ならびに基礎研究関係の論文を収録した。

海底用電力ケーブルの絶縁は、従来天然ゴムおよび油浸紙が主として使用されてきたが、最近の調査と研究の結果は、ブチルゴムが天然ゴムに劣らぬ電気的特性を有するだけでなく、耐熱、耐オゾン、耐水性においても非

常にすぐれていることが明らかとなり、高電圧海底ケーブルの絶縁材料としてきわめて優秀であることが確認された。日立造船因島造船所に、送電用として布設された22kV海底ケーブルは、このブチルゴムを絶縁体として使用したものである。本誌では、巻頭にこのブチルゴム絶縁海底ケーブルに関する3篇の論文を掲載したが、これらの論文がこの新製品の発展に貢献するところは決して少なくないであろう。

巻頭言には八木秀次博士の玉稿をいただくことができた。御多忙中をわざわざ本誌のために筆を執られた八木博士の御好意にたいし、誌上をかりて厚く御礼申し上げるとともに、この玉稿を得て、本特集号が一段と光彩を放ち得たことを、読者ととともに喜ぶたい。

日立評論 別冊 No. 21

「電線ケーブル特集号 第3集」

昭和32年12月5日印刷 昭和32年12月10日発行

< 禁 無 断 転 載 >

定価 1部 100円 (送料12円)

© 1957 by Hitachi Hyoronsha

編集兼発行人 鈴木 万 吉
 印刷人 本 間 博
 印刷所 株式会社日立印刷所
 発行所 日立評論社
 東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地
 電話千代田(27) 0111, 0211, 0311
 振替口座 東京 71824番
 取次店 株式会社 オーム社書店
 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
 振替口座 東京 20018番

広告取扱店 広 和 堂 東京都中央区新富町2丁目16番地 電話 築地 (55) 9028番