

アルペス形電磁遮蔽ケーブルの遮蔽効果と屈曲特性

Shielding Factor and Bending Characteristics of Alpeth Type Magnetic Shield Cables

萩原 英二* 大畠 芳昭* 高木 賢二郎*

Eiji Hagiwara

Yoshiaki Ohata

Kenjiro Takagi

内 容 梗 概

電磁遮蔽ケーブルの遮蔽効果は遮蔽層の抵抗値に大きく支配される。従来のケーブルでは銅テープをケーブル心の上に横巻する方式が用いられているが、ケーブルの屈曲による抵抗変化によって遮蔽効果が大きく悪化するので、この欠点を改良した構造としてひだ付銅テープをケーブル心の上に縦添したいわゆるアルペス形に類似の遮蔽ケーブルを製作し、今回日本国有鉄道に納入した。

ケーブルの曲げ特性について検討した結果、機械的に安定した銅テープの構造が選定された。

なお遮蔽層の構造の異なる各種遮蔽ケーブルを試作し、ひだ付銅テープ縦添、軟鉄テープ横巻方式を採用した今回のケーブルは銅テープ横巻方式に比べて誘導電圧 50 V/km で約 10% 以上遮蔽効果の向上することを確めた。

1. 緒 言

日本国有鉄道（以下国鉄と略称する）の交流電化計画は着々と進んでおり、北陸線の営業運転開始に引続き、主要幹線が次々と電化されている。

交流電化になると線路近傍に布設された通信ケーブルは電磁誘導障害をうけるためケーブルを電磁的に遮蔽することが必要になる⁽¹⁾⁽²⁾。国鉄においては仙山線での交流電化試験線路による電磁誘導防止対策の調査研究結果に基づいて、北陸線に使用する遮蔽ケーブルとして、銅テープおよび軟鉄テープを横巻した構造を採用し、米原—敦賀間にこのケーブルが埋設された。本ケーブルを初めとして通信設備諸施設が交流電化区間用として妥当であるかどうかの検討が昭和32年4月から同年10月にわたり行われた。その結果ケーブルの遮蔽効果がケーブル布設の際に受ける屈曲により製造時の特性より悪化するという欠陥が明確になり、遮蔽体構造の再検討が必要となった。

銅テープ横巻方式においては、重り部の接触抵抗がケーブルの屈曲によって変化するため前記のような遮蔽効果の悪化が起るのであるから、銅テープを縦添して円筒状に被覆すればこの欠点は除去できるわけである。

この遮蔽効果の点と、従来使用されてきた紙絶縁鉛被ケーブルの重量が大きい、腐蝕しやすい、絶縁障害を起しやすいなどの欠点を解決するものとして米国で大量に使用されているアルペス⁽³⁾⁽⁴⁾、スタルペス⁽⁵⁾被覆が着目された。昭和33年1月鉄道技術研究所において試作ケーブルの構造、電気的特性の試験ならびに検討が行われ、国鉄幹線用ケーブルとしてアルペス形被覆を採用した発泡ポリエチレン絶縁ポリエチレンシース市外星搬送複合

* 日立電線株式会社電線工場

ケーブルが仕様化された。ケーブルの種類としては直流電化用の電磁遮蔽層のないB形と、交流電化用の電磁遮蔽層付のA形（以下アルペス形電磁遮蔽ケーブルと略称する）がある。日立電線においてはこの仕様書に基づき、今回 1.2 mm, 28 対アルペス形電磁遮蔽ケーブル 22,500 m を受注し、良好な成績で無事納入した。本ケーブルはわが国ではじめて大量に使用されたオールプラスチックの電磁遮蔽ケーブルとして特色のあるものであるが、今回は本ケーブルの遮蔽体構造と電磁遮蔽効果の関係、ならびに屈曲特性について検討した事項について報告する。

2. アルペス形電磁遮蔽ケーブルの構造

今回国鉄に納入した 1.2 mm, 28 対アルペス形電磁遮蔽ケーブルの外観を第1図に、構造の概要を第1表に示す。

3. 遮蔽係数測定結果とその考察

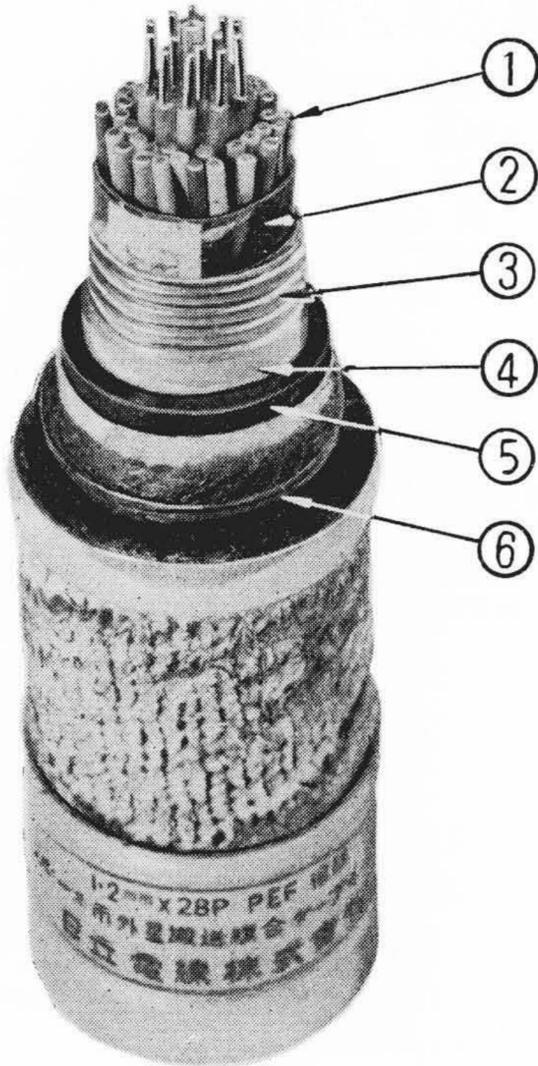
3.1 商用周波における遮蔽係数

3.1.1 測定方法

一般に誘導障害が問題とされる周波数は商用周波数であるので、遮蔽係数の測定も商用周波数で行われる。測定の方法として、従来はケーブルの遮蔽層に電流を流し、誘導電圧を位相も考慮して測定していたが⁽⁶⁾⁽⁷⁾、今回から擬似接地抵抗を測定回路の一部に入れて、直接電圧を測定する方法を採用した。次に測定回路を第2図に示す。

3.1.2 測定結果

従来の銅テープ横巻方式では、ケーブルが屈曲を受けた場合遮蔽効果が悪化することは前に述べたが、銅テープ縦添方式の場合の傾向をみるため屈曲前後の遮蔽係数を測定した。測定結果の一例を第3図に示す。



- ① 発泡ポリエチレンコア
- ② マイラー付ゴムテープ
- ③ ひだ付銅テープ
- ④ 鉄テープ
- ⑤ ポリエチレンシース
- ⑥ 鋼帯外装

第 1 図 1.2 mm 28 対アルベス形電磁遮蔽ケーブル

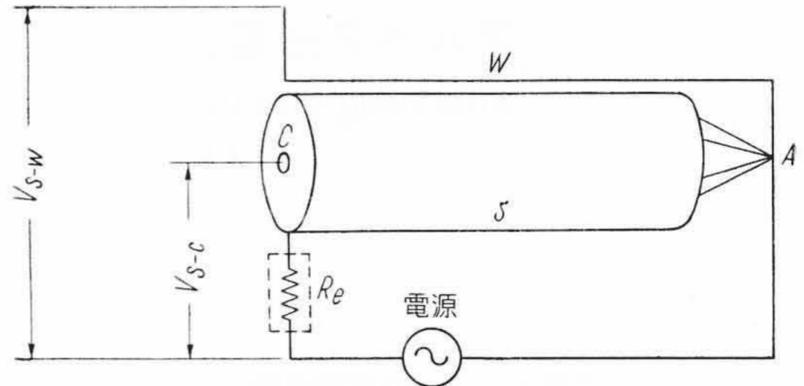
第 1 表 1.2 mm 28 対アルベス形電磁遮蔽ケーブルの構造

構成材料	条	件
心線	1.2mmφ	
絶縁	発泡ポリエチレン, 厚さ約 0.5mm	
4 コ	搬送カッド (中心 4 カッド) のピッチは全部変え, マイラーテープのおさえ巻を行う。音声カッドは隣接カッドのみピッチを変える。	
集合	4×10 カッド	
ゴムテープ縦添	マイラー付ゴムテープ 1 枚縦添 ゴムテープ上にプラスチックの糸を巻く	
銅テープ	ひだ付縦添, ひだの深さ約 1.1mm ピッチ 2.54 mm, テープの厚さ 0.2mm, 幅 84 mm	
軟鉄テープ	横巻 厚さ 0.1mm, 幅 25mm 2 枚重ね巻	
ポリエチレンシース	厚さ 約 2.1mm	
鋼帯外装	鋼帯の厚さ 0.6mm, 2 枚 外径約 42mm	

ただしこれはケーブル外径の 10 倍径に往復 3 回屈曲した場合の結果である。

3.1.3 考察

国鉄では仙山線, 北陸線の試験結果にもとづき, 交流電化区間に使用するケーブルの遮蔽係数は誘導電圧 50 V/km, 接地抵抗 1 Ω/km で 60% 以下であれば満足な通信が可能であるとしており, そのように規格で

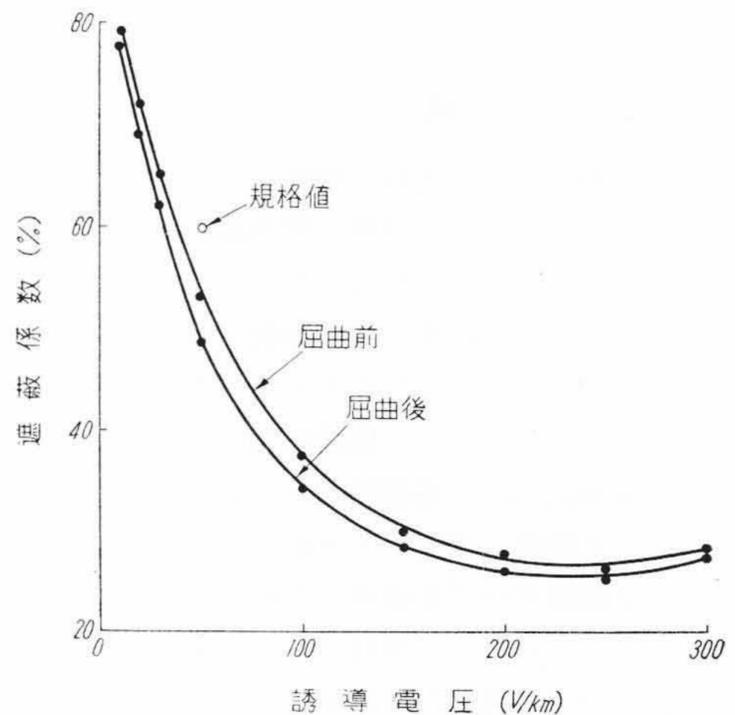


- R_e : 接地抵抗に相当する擬似抵抗
- W : 第三心線, ケーブルの外被に添わせる
- C : 心線
- S : 遮蔽層

$$\text{遮蔽係数 } \gamma = \frac{V_{s-c}}{V_{s-w}} \times 100\%$$

A 点では心線遮蔽層を一括してリード線に結ぶ

第 2 図 遮蔽係数測定回路



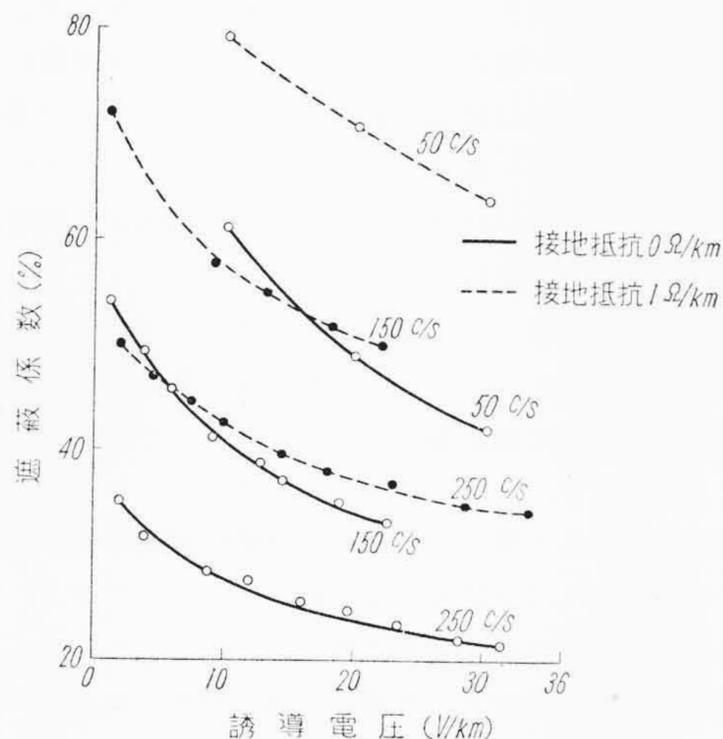
(ケーブルの構造, 第 1 表参照, 接地抵抗 1 Ω/km 周波数 50c/s)

第 3 図 屈曲前後の遮蔽係数

決めている。第 3 図の結果によると今回の遮蔽ケーブルの遮蔽係数は十分規格に合格している。

ケーブルを屈曲した場合にわずかではあるが, 遮蔽係数のよくなることが認められる。これは屈曲によって遮蔽テープ (銅テープおよび鉄テープ) のなじみがよくなるためと考えられる。銅テープ横巻の場合にも屈曲によって遮蔽係数の良くなることがあるが, 一般に悪くなることが多い。米国でアルミテープを縦添したアルベスケーブルを大量に使用しているのも, 横巻方式に比べて抵抗が小さく, 雷害防止のための電氣的遮蔽効果が良好なためである。

第 3 図は接地抵抗を 1 Ω/km とした場合の結果であり, 接地抵抗を零とすると遮蔽係数は 20% 程度小さくなる。



第4図 高周波における遮蔽係数

3.2 高周波における遮蔽係数

3.2.1 測定結果

交流電化区間では電気機関車などから発生する高調波が雑音の原因になる⁽⁸⁾。高調波の中で雑音として問題になる周波数は約 5 kc までであるが、今回は傾向をみるため第 3, 第 5 高調波の遮蔽係数を測定した。測定結果を第 4 図に示す。ただし測定の方法は第 2 図と同様の方法を用いた。

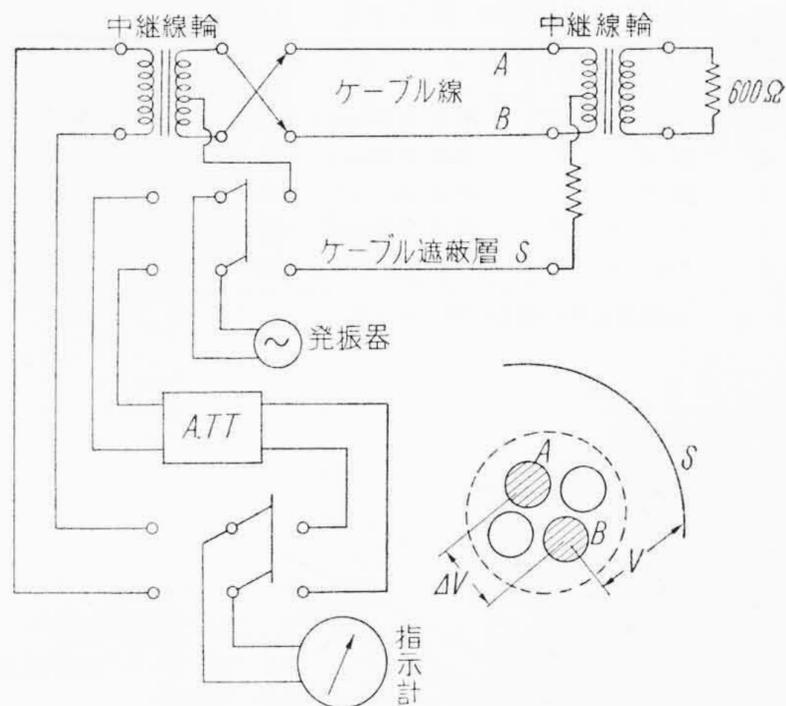
3.2.2 考察

第 4 図によって周波数が高くなるとともに、遮蔽係数は急速度に小さくなり、遮蔽効果の向上することがわかる。高周波になると磁性体の比透磁率 μ_s は小さくなるものであるが、磁性体内部リアクタンスが周波数に比例して増加し、これが μ_s の変化に比較して大きいので遮蔽効果がよくなる。したがって商用周波数の遮蔽係数の小さいケーブルは高周波の遮蔽係数も一般に小さく、商用周波数で測定を行えば十分であると考えられている。

3.3 心線平衡度

3.3.1 心線平衡度と雑音

電磁誘導によって発生する電圧としては、通常ケーブルの心線と遮蔽層の間の電圧を考えている。しかし実際にケーブル回線の雑音として問題になるものは心線相互間の電圧差であるので、誘導障害を考える場合には心線遮蔽層間の電圧と、心線相互間の電圧差の両者を考慮する必要がある。心線遮蔽層間の電圧は遮蔽層の遮蔽効果によって決まるが、心線相互間の電圧差は遮蔽効果に無関係であり、心線平衡度によって決まる。次に心線平衡度の関係式を (1) 式に示す。



第5図 心線平衡度測定回路

$$B = 20 \log \frac{V}{\Delta V} \dots \dots \dots (1)$$

B : 心線平衡度 (db)

V : ケーブル心線と遮蔽層間の電圧

ΔV : ケーブル対心線間の電圧

3.3.2 測定方法

心線平衡度測定回路を第 5 図に示す。

3.3.3 測定結果および考察

国鉄規格においては心線平衡度をケーブル 1 条当たり (250 m 当り) 85 db 以上としているが、今回の納入ケーブルの測定結果によると 90 db 以上の値が得られており問題はない。

一方 CCIF の勧告書によると、ケーブル回線の雑音電圧は 2 mV まで許容されているので、心線平衡度を 85 db とすると心線遮蔽層間の雑音電圧はケーブルの長さ 250 m の場合約 35 V まで許容できることになる。

心線遮蔽層間の雑音電圧に影響する要素は電車線電流の高周波含有率、雑音評価係数⁽⁸⁾、高周波におけるケーブルの遮蔽係数などである。周波数が高くなるとケーブル自体の遮蔽効果はよくなるが、無遮蔽誘導電圧が周波数に比例して大きくなるので⁽⁹⁾、高周波の誘導電圧は案外小さくならない。しかしながら北陸線交流電化の際の実績によると、心線遮蔽層間の雑音電圧は最大 2.5 V 程度であり⁽²⁾、今回のケーブル程度の心線平衡度の値をもっていれば雑音障害の問題を起すことはまずないと思われる。

4. 導電層の構造と遮蔽効果

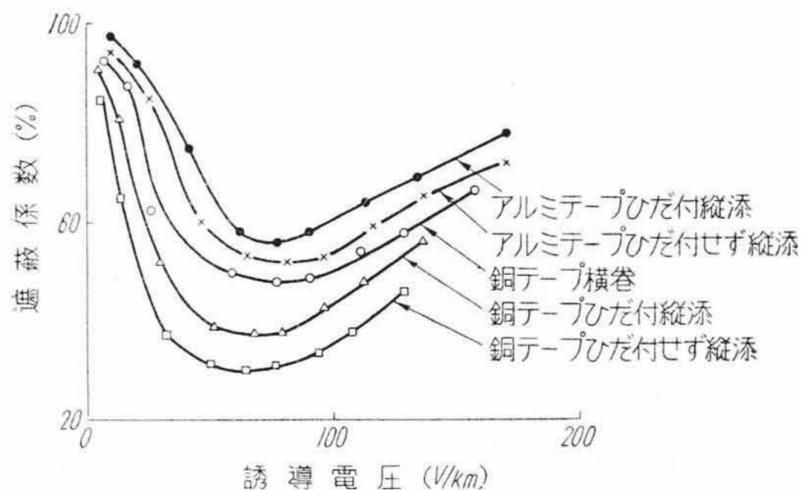
4.1 試作ケーブルの構造

ケーブルの遮蔽係数は遮蔽層の抵抗値の小さいほど小

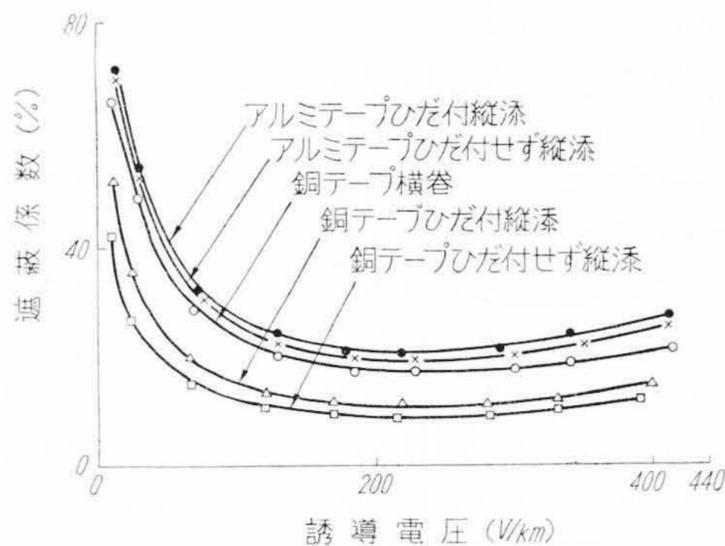
第2表 導電層の構造を変えた試作ケーブル

番号	材 料	寸 法	構 造
1	銅 テ ー プ	厚さ 0.2mm 1枚	ひだ付せず縦添
2	銅 テ ー プ	厚さ 0.2mm 1枚	ひだ付 縦添
3	銅 テ ー プ	厚さ 0.1mm 2枚	横巻 (重ね巻)
4	アルミテープ	厚さ 0.2mm 1枚	ひだ付せず縦添
5	アルミテープ	厚さ 0.2mm 1枚	ひだ付 縦添

注：導電層以外の構造は第1表と同一



(鋼帯外装前の値, 周波数 50 c/s 接地抵抗を含まず)
第6図 導電層構造の相異と遮蔽係数 (1)



(鋼帯外装後の値, 周波数 50 c/s 接地抵抗を含まず)
第7図 導電層構造の相異と遮蔽係数 (2)

さくなることはすでに述べた⁽⁶⁾。遮蔽層は一般に銅テープよりなる導電層と、鉄テープの磁性体層によって形成されるが抵抗値は導電層によってほとんど決まる。したがって導電層を形成する材料の種類および被覆の方法によって遮蔽効果の変ることは当然である。そこで導電層の構造を変えたケーブルを試作し、遮蔽係数との関係をしらべた。試作ケーブルの構造を第2表に示す。

4.2 測定結果

第2表のケーブルについて商用周波で測定した遮蔽係数を第6図および第7図に示す。

4.3 考 察

測定結果によると導電層構造の相異による遮蔽係数の

大きさの順序は銅テープひだ付せず縦添, 銅テープひだ付縦添, 銅テープ横巻, アルミテープひだ付せず縦添, アルミテープひだ付縦添の順になっており, これは導電層の抵抗値の順と一致する。遮蔽効果の面からいえば, ひだはない方がよいわけであるが, 屈曲特性とも関連があり, 一概には決められない。

銅テープを横巻とした場合, 電流はケーブルの長さ方向に流れる成分と, スパイラル状に流れる成分に分かれる。両者の比率は遮蔽層の構成条件, テープ巻の強さなどによって変り, 一概には決められない。しかしながら実測結果によると横巻の場合の抵抗値は等価厚みの銅パイプに比較して 1.5 倍またはそれ以上となっており, この抵抗増加分だけ遮蔽効果は悪くなることになる。

結論として従来銅テープ横巻の構造であった遮蔽ケーブルの導電層をひだ付縦添の方式に変えることにより, 遮蔽係数は外装前約 13%, 外装後約 10% 向上し, (ただし誘導電圧 50 V/km, 接地抵抗零の場合) 銅テープ縦添の効果が認められた。

またアルミテープは抵抗値が銅に比べて大きいため, 遮蔽係数もかなり劣った結果となった。

5. 磁性体層の構造と遮蔽効果

以上導電層を縦添方式にしたケーブルについて論じたが, 同様のことは磁性体層についても考えられる。鉄テープを縦添にしたケーブルはいわゆるスタルペスケーブル⁽⁵⁾に相当するわけであるが, 遮蔽ケーブルとして使用する場合, 鉄テープの合せ目半田付の有無は重要な問題ではない。鉄テープの材質, ひだ付成型時の磁気特性の変化の方が重要である。そこで鉄テープひだ付縦添, およびひだ付焼鈍縦添の両方法によってそれぞれ被覆したケーブルを試作し, 鉄テープ横巻の場合と比較した。

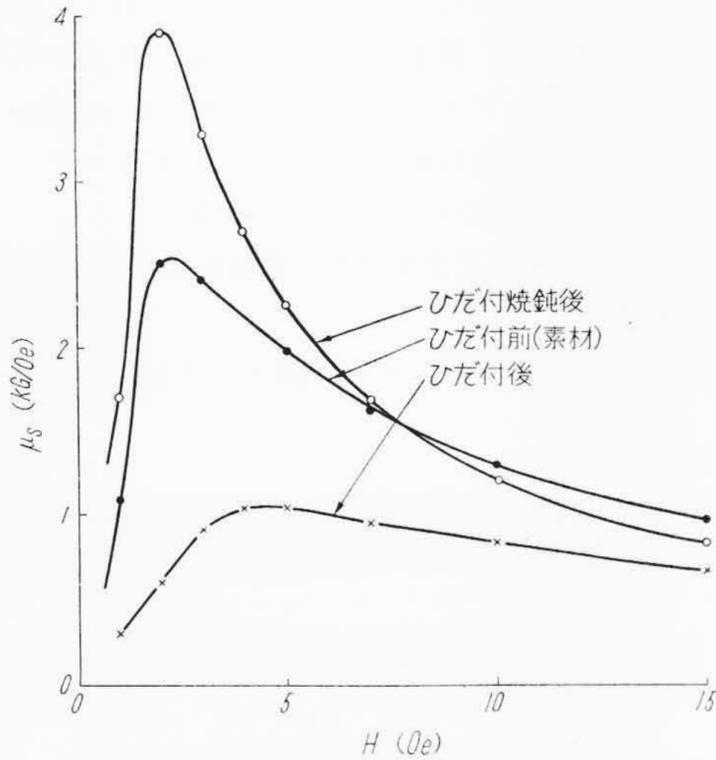
5.1 鉄テープひだ付および焼鈍による磁気特性の変化

5.1.1 測定結果

厚さ 0.1 mm の軟鉄テープの素材, ひだ付後およびひだ付焼鈍後の磁気特性を環状試料について測定したところ第8図の結果を得た。ただしひだの深さは約 1 mm, 焼鈍条件は温度 800°C, 3時間の水素焼鈍であり, 磁気測定は弾動検流計による逆転法である。またひだ付後の比透磁率 μ_s は磁束が等価厚みの鉄テープの断面を通過すると仮定して求めたものである。

5.1.2 考 察

第8図によると, ひだ付によって μ_s はかなり低下するが, 焼鈍によってひだ付前と同等または若干それを上回る値になっており焼鈍によってほぼ完全に磁性が回復したとみることができる。焼鈍後弱磁場の μ_s が素材の値以上になったのは入荷テープに残っていた



(軟鉄テープ 厚さ 0.1mm)

第8図 鉄テープのひだ付および焼鈍による磁気特性の変化

ひずみによるものと思われる。今回はひだ付したテープの磁路が等価厚みの鉄テープの断面を通過すると仮定して μ_s を求めたが、磁路がひだの形状に添っているものとするれば μ_s の値は若干大きくなる。

第8図は鉄テープの長さ方向に磁気特性を測定した結果であるが、縦添の場合には直角方向の μ_s が遮蔽効果に関係する。したがって厳密には直角方向の磁性を測定する必要があるが、軟鉄テープには異方性がなく、焼鈍によって鉄テープの長さ方向の μ_s が回復すれば直角方向の μ_s もほぼ同程度に回復するとみることが出来る。

この結果からみて鉄テープをひだ付縦添しただけではひずみによる磁性の悪化によりスタルペス形遮蔽ケーブルの特性を向上させることはむずかしく途中で焼鈍の工程を入れることが必要と思われる。

5.2 試作遮蔽ケーブルの構造および遮蔽効果

5.2.1 試作遮蔽ケーブル

磁性体層の構造を検討するために試作した遮蔽ケーブルの構造を第3表に示す。

5.2.2 測定結果

第3表の試作ケーブルについて商用周波数で測定した遮蔽係数を第9図に示す。

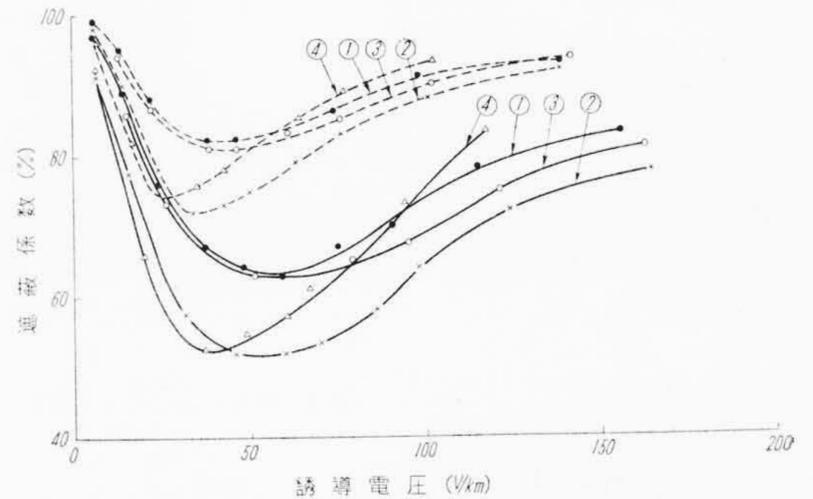
5.3 考察

5.3.1 鉄テープひだ付焼鈍の効果

第9図によると軟鉄テープひだ付後焼鈍してから縦添する作業法はたしかに遮蔽の面で効果のあることがわかる。焼鈍による遮蔽係数の改善は誘導電圧 50V/km で約 12%である。このケーブルに鋼帯外装

第3表 磁性体層の構造を変えた試作ケーブル

項目	構造	
ケーブル心導電層	22φ 厚さ 0.2mm 銅テープ ひだ付 縦添	
磁性体層 (メッキなし軟鉄テープ 1枚 厚さ 0.1mm)	No. 1	ひだ付 縦添
	No. 2	ひだ付 焼鈍 縦添
	No. 3	ひだ付 焼鈍 縦添 (ただしテープ合せ目に厚さ0.65mmのシートを挿む)
	No. 4	突合せ 横巻



番号	構造	
①	鉄テープ ひだ付	縦添
②	鉄テープ ひだ付	焼鈍縦添
③	焼テープ ひだ付 (合せ目に厚さ 0.65mm のビニルシート挿入)	焼鈍縦添
④	鉄テープ 突合せ	横巻

点線：鉄テープ1枚の場合

実線：鉄テープ2枚の場合

鉄テープ厚 0.1mm

(鋼帯外装なしの値、周波数 50c/s 接地抵抗を含まず)

第9図 磁性体層構造の相異と遮蔽係数

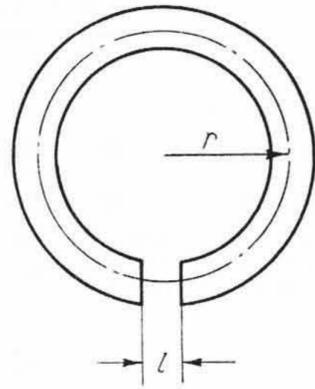
を行うと遮蔽係数は全体的によくするのでその差は小さくなり、5%程度となる。

一方鉄テープをケーブルに突合せで巻いた場合の遮蔽係数はひだ付焼鈍の場合に比較して 50V/km 以下の電圧ではやや良好、それ以上では縦添の方がかえってよくなっている。このような傾向の相異はケーブル構造のちがいによるものと思われる。

今回の実験結果によると軟鉄テープをひだ付したままで被覆するスタルペス形では、軟鉄テープにひずみが残っており遮蔽係数が大きく、軟鉄テープ横巻の方がよい。ひだ付後焼鈍すれば遮蔽係数は横巻の場合と同程度となり、ひだ付後ある程度成型してから焼鈍する方法が可能となれば遮蔽効果のさらによくなることが期待できる。しかし現状においてはこの方式によるケーブルの量産化は焼鈍速度、鉄テープ酸化の防止などの困難な問題を残しており、今回の国鉄納入ケーブルの遮蔽層には軟鉄テープ横巻方式を用いることになった。

5.3.2 鉄テープ間隙の影響

スタルペスケーブルの鉄テープの合わせ目は水密性を保つため連続的に半田付されているが、電磁遮蔽の面から考えると合わせ目はできるだけ接近している方がよく、合わせ目に半田が入ることは鉄テープの磁気抵抗を増加させる意味で不利である。



第 10 図 ギャップを有する磁気回路

鉄テープの合わせ目のギャップと磁気抵抗の間には次のような関係がある。すなわちギャップを有する磁気回路を第 10 図であらわすと磁気抵抗 R_1 は (2) 式で示される。

$$R_1 = \frac{2\pi r + l(\mu_s - 1)}{\mu_0 \mu_s S} \text{ (AT/Wb)} \dots\dots\dots (2)$$

ただし $\mu_0: 4\pi \times 10^{-7}$

μ_s : 磁気材料の比透磁率

S : 磁気回路の断面積

一方まったくギャップがない場合の磁気抵抗を R_2 とすると (3) 式が成立する。

$$R_2 = \frac{2\pi r}{\mu_0 \mu_s S} \dots\dots\dots (3)$$

したがってギャップによる磁気抵抗の増加は (4) 式のようになる。

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{2\pi r + l(\mu_s - 1)}{2\pi r} = 1 + \frac{l(\mu_s - 1)}{2\pi r} \dots\dots (4)$$

第 10 図においてギャップを鉄テープ縦添の場合の空隙と考えれば、合わせ目にビニルシートを挿入した場合の遮蔽係数の悪化をよく説明することができる。

ギャップによって磁気回路の抵抗が大きくなると、それだけ磁束の通過が困難になり内部リアクタンスが減少して遮蔽効果が悪くなる。(4)式からギャップによる遮蔽係数の悪化はギャップと円周との比 $\left(\frac{l}{2\pi r}\right)$ と鉄テープの比透磁率 μ_s の積にほぼ比例することがわかる。したがって μ_s の大きい材料を用いた場合⁽¹⁰⁾ ほどギャップによる遮蔽効果の悪化が著しいことになる。

6. アルペス形被覆の屈曲特性

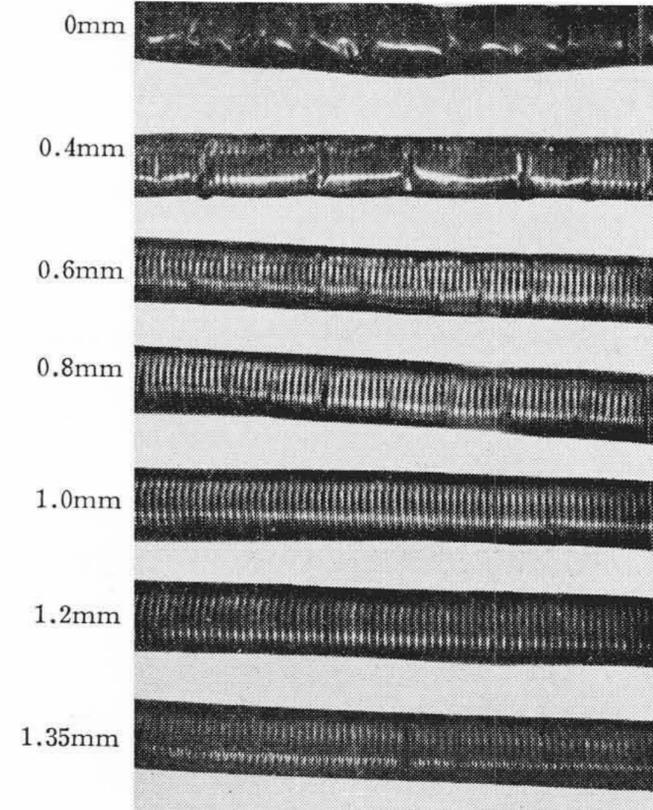
アルペス形被覆では金属テープをひだ付して被覆するが、これはケーブルの屈曲特性を改善するためである。屈曲特性の規格として国鉄ではケーブル外径の 10 倍の直径の円筒にくり返し 3 回往復して巻きつけた場合、ケーブルに異常のないことと規定されている⁽¹¹⁾。そこで

屈曲特性に及ぼすひだの深さ、そのピッチおよび屈曲直径の影響を調べた。供試試料は 1.2 mm, 28 対アルペス形ケーブルのケーブル心 (外径 22.5 mmφ) に銅およびアルミテープをひだ付縦添し、その上にポリエチレンを被覆して外径 30 mmφ としたものである。

6.1 屈曲特性に及ぼすひだの深さおよびピッチの影響

厚さ 0.2 mm, 幅 84 mm の銅テープをひだのピッチ

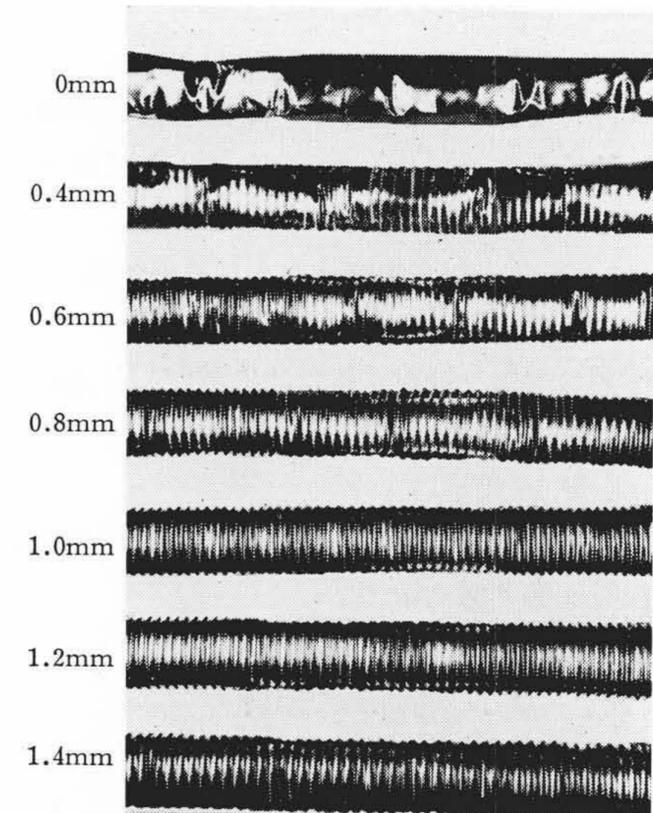
ひだの深さ



(銅テープ被覆, ひだのピッチ 2.54mm)

第 11 図 屈曲試験後の試料の外観とひだの深さの関係

ひだの深さ



(銅テープ被覆, ひだのピッチ 3.14)

第 12 図 屈曲試験後の試料の外観とひだの深さの関係

2.54 mm および 3.14 mm, その深さを 0~1.4 mm の範囲に変化させて被覆した各試料について屈曲試験を行い, 試験後ポリエチレン被覆を除去してその外観を調べた。

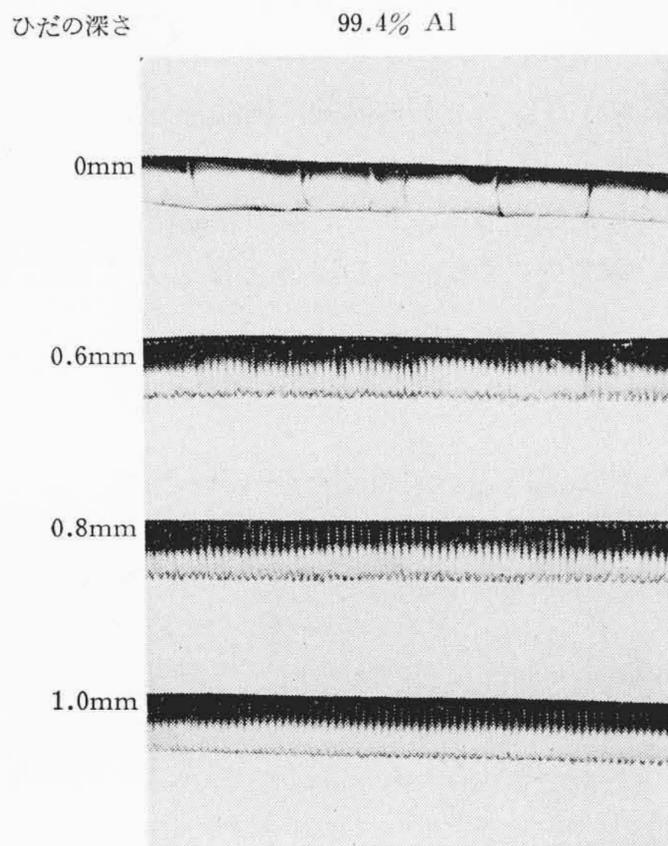
屈曲試験は国鉄規格に準じて外径 300 mmφ のドラムに 3 回往復して巻きつけた。試験後の各試料を第 11 図および第 12 図に示す。第 11 図はひだのピッチ 2.54 mm の場合の試験後の試料である。図からわかるようにひだの深さが 0.6 mm まではテープに亀裂が発生しており, 深さが増加するにしたがって良好な外観を

示すようになるが, 深さ 1.35 mm の場合はふたたび亀裂が発生している。これは深さをあまり深くするとひだの両角(ひだの肩に当る部分)の断面積が減少し, この部分に応力が集中するためと考えられる。したがってひだの深さは 1.0~1.2 mm の範囲が良いことがわかる。第 12 図はひだのピッチ 3.14 mm の場合の試験結果である。第 11 図とほぼ同様な傾向を示しているが, その外観は第 11 図の場合より悪く, 深さ 1.0~1.2 mm の場合でも皺が発生している。以上の検討結果から銅テープの場合はひだのピッチ 2.54 mm 深さ 1.0~1.2 mm の加工条件がよいことがわかる。

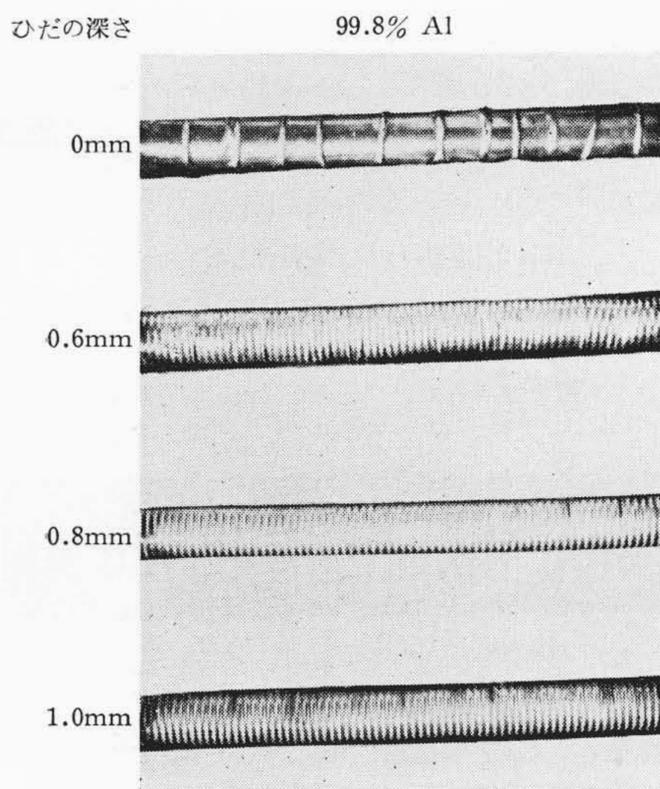
第 13 図および第 14 図はそれぞれ 99.4% Al および 99.8% Al のアルミテープ(厚さ 0.2 mm, 幅 82 mm)をひだのピッチ 2.54 mm で被覆した試料の試験結果である。これらの結果も銅テープ被覆の場合と同様な傾向を示しているが, 銅テープより深さが浅くても良好な外観を示している。また 99.8% Al を被覆した方が 99.4% Al に比べて良好な結果を示している。一般に金属管の屈曲特性は軟い材料ほど良好であることが知られているから上記の結果は当然予想されることである。

6.2 屈曲特性と屈曲直径の関係

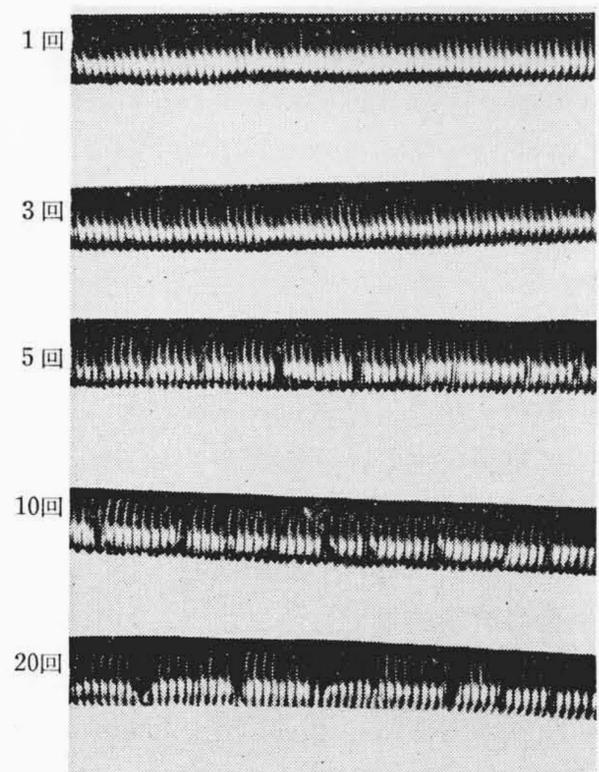
屈曲特性は屈曲直径によって変化する。この関係を明らかにするため屈曲直径を 200~500 mmφ, 屈曲回数を 1~20 回の範囲に変化させて試験した。その結果を第 15~17 図に示す。なお屈曲回数は所定の直径の円筒に巻きつけ, 次に反対方向に巻きつけてこれを 1 回と数えた。供試試料は 6.1 の場合と同一寸法のケーブル心に銅テープをひだのピッチ 2.54 mm, 深さ 1.2 mm として被覆し, この上にポリエチレンを被覆して外径 30 mmφ としたものである。



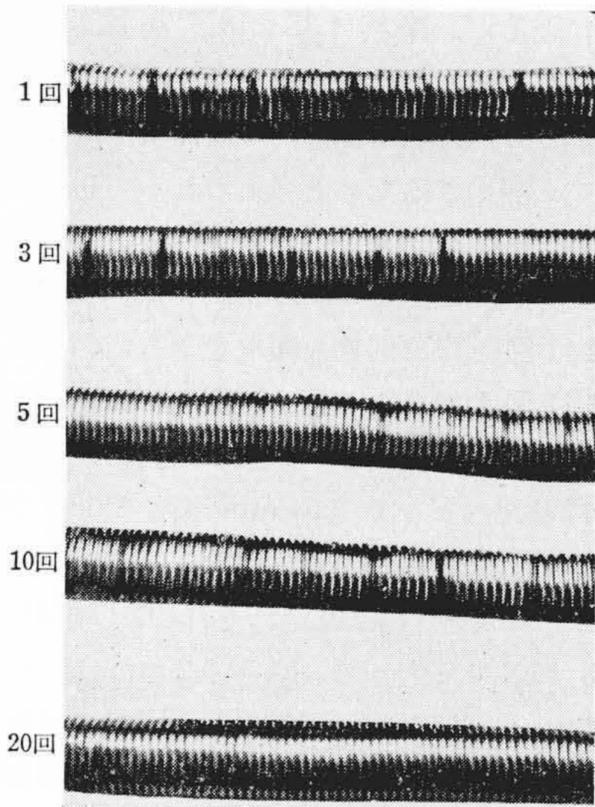
第 13 図 (99.4% Al ひだのピッチ 2.54mm) 屈曲試験後の試料の外観とひだの深さの関係



第 14 図 (99.8% Al ひだのピッチ 2.54mm) 屈曲試験後の試料の外観とひだの深さとの関係

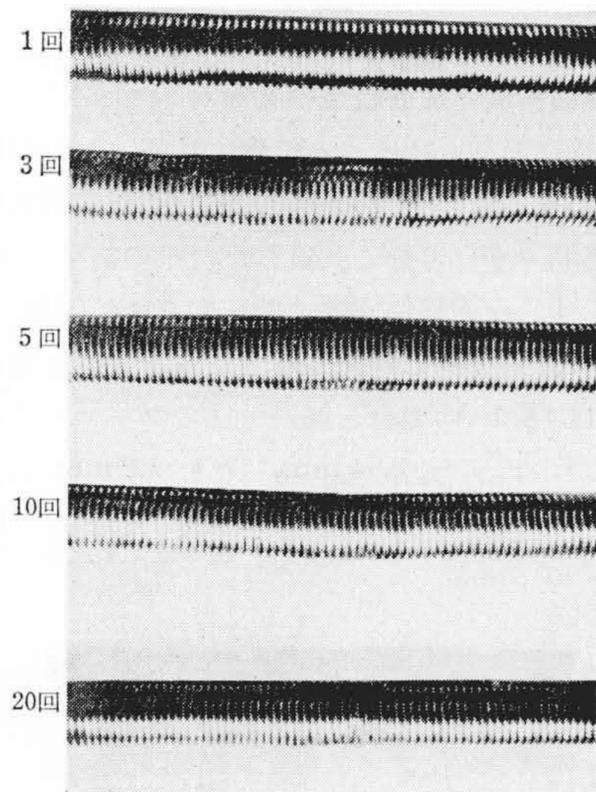


第 15 図 (屈曲直径: 200mmφ) 銅テープ被覆の屈曲試験後の外観



(屈曲直径: 300 mmφ)

第 16 図 銅テープ被覆の屈曲試験後の外観



(屈曲直径: 500 mmφ)

第 17 図 銅テープ被覆の屈曲試験後の外観

第 15 図は屈曲直径 200 mmφ の場合の試験結果である。屈曲回数が 3 回までは被覆に亀裂は発生しないが、5 回以上では亀裂を生じ、回数が多くなるにつれて著しくなっている。

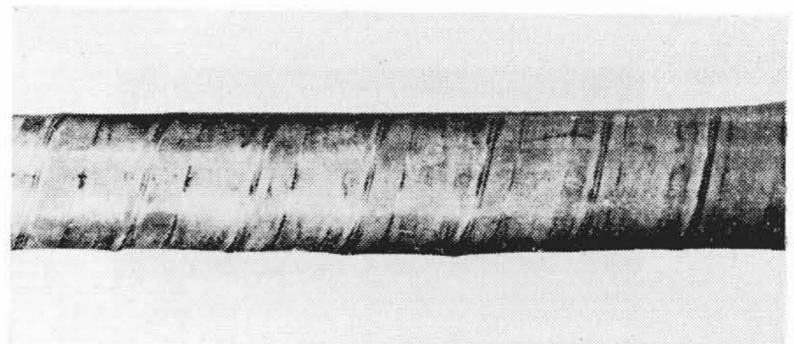
第 16 および 17 図はそれぞれ屈曲直径 300 および 500 mmφ の場合の試験結果である。これらの結果からわかるように、屈曲直径が大きくなるにしたがって亀裂を発生する屈曲回数は増加し、屈曲直径 500 mmφ の場合には 20 回の屈曲試験後も被覆に異常が認められない。一方国鉄規格と対比してみると、この試料の場合には屈曲

直径 300 mmφ の場合に相当するから第 16 図をみればわかるように 10 回まで異常がない。したがって規格値の 3 回に対しては十分余裕をもっていることがわかる。

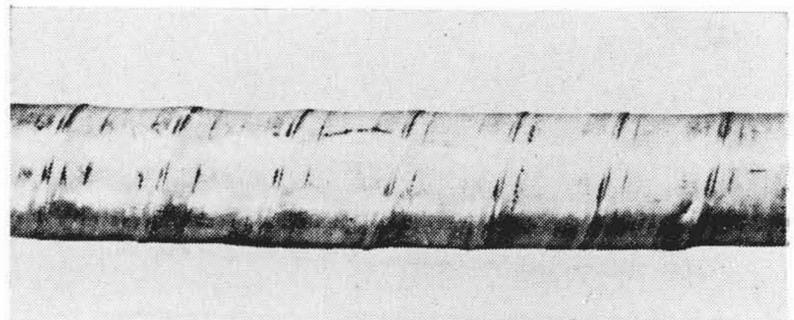
6.3 1.2mm, 28 対 アルペス形電磁遮蔽ケーブルの屈曲特性

国鉄納 1.2 mm, 28 対アルペス形電磁遮蔽ケーブルの遮蔽層は第 1 表に示したようにひだ付銅テープ縦添の上に鉄テープを横巻した構造を採用した。このような構造では鉄テープの巻き方によって、ケーブルの屈曲特性が著しく変化することが考えられる。

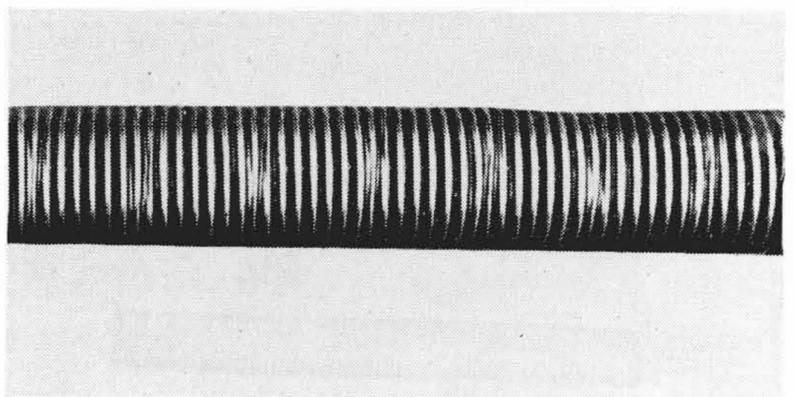
このため種々検討した結果、重ね巻方式を採用して好結果を得た。国鉄納アルペス形ケーブルの屈曲試験結果を第 18 図に示す。なお屈曲試験は国鉄規格によって行ったものである。この結果からわかるように、鉄テープの巻き方さえ良好ならば、ケーブルの屈曲特性は軟鉄テープのない銅テープ添縦のみの場合とほとんど変わらない。



No. 1 鉄テープを 2 枚まいたまま



No. 2 上側のテープを除去した



No. 3 鉄テープを全部除去した

第 18 図 国鉄納 1.2 mm 28 対アルペス形電磁遮蔽ケーブルの屈曲試験結果

7. 結 言

以上アルペス形電磁遮蔽ケーブルの遮蔽構造と遮蔽効果ならびに屈曲特性について検討した結果について述べた。得られた結論は大略次のとおりである。

- (1) 今回国鉄に納入した発泡ポリエチレン絶縁アルペス形電磁遮蔽ケーブルの構造は銅テープ(厚さ 0.2 mm) 1枚縦添, 鉄テープ(厚さ 0.1 mm) 2枚横巻の上にポリエチレン被覆および鋼帯外装を行ったものである。遮蔽係数は誘導電圧 50 V/km で約 50% であり, 十分の余裕をもって規格に合格している。
- (2) 通信回線の雑音を少なくするため心線平衡度の規格が決められているが, 規格値 85 db に対し 90 db 以上のすぐれた結果が得られた。
- (3) アルペス形ケーブルは銅テープ縦添方式になっているため遮蔽層の抵抗値が小さく, 同一構造のケーブルで銅テープ横巻の場合に比較して遮蔽係数は約 10% 向上しており, また屈曲により遮蔽効果の悪化する心配はない。
- (4) 鉄テープをひだ付して縦添したケーブル, およびひだ付後焼鈍してから縦添したケーブルを試作し, 焼鈍の工程を入れることにより大幅に遮蔽効果の向上することをたしかめた。

(5) 銅テープを導電層に用いたアルペス形被覆の良好な屈曲特性をうるためには銅テープのひだはピッチ 2.54 mm, 深さ 1.0~1.2 mm がよい。またアルペス形被覆の上に鉄テープを巻く場合は重ね巻がよいことを確認した。

終りに本研究に終始御熱心な御指導を賜わった日立電線株式会社電線工場斎藤工場長, 水上副部長および御助力をいただいた堀口主任さらに磁気特性の測定に御配慮いただいた日立製作所日立研究所渡辺主任に深く感謝する。

参 考 文 献

- (1) 横山, 伊藤: 施設, 7, 62 (昭 30)
- (2) 京増: 鉄道通信, 9, No. 1~No. 3 (昭 33)
- (3) F. W. Horn, R. B. Ramsey: E. E., 70, 1070 (1951)
- (4) W. T. Eppler: B. S. T. J. 33, 559 (1954)
- (5) R. P. Ashbaugh: B. L. R., 29, 353 (1951)
- (6) 星, 萩原, 庄司, 堀口: 日立評論, 37, 1656 (昭 30)
- (7) 萩原, 渡辺: 日立評論, 38, 1519 (昭 31)
- (8) 横山, 吉村: 施設, 8, 92 (昭 31)
- (9) F. H. Gooding, H. B. Slade: T. A. I. E. E., (Commun and Elect) 74, 378 (1955)
- (10) P. Simon: E. T. Z.-A, 75, 814 (1954)
- (11) 日本国有鉄道: 発泡ポリエチレン絶縁ポリエチレンシース市外星搬送複合ケーブルの物品規格仕様書 (昭 33)



新 案 の 紹 介



実用新案第 474968 号

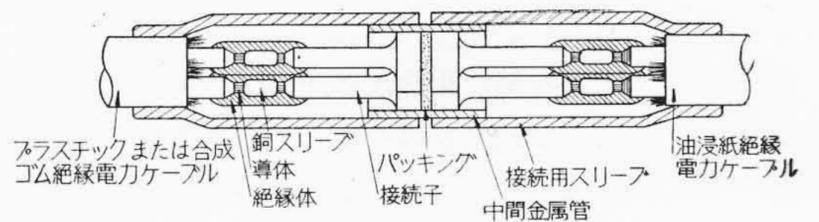
大 和 和 夫 ・ 高 橋 長 一 郎

電 力 ケ ー ブ ル 接 続 部

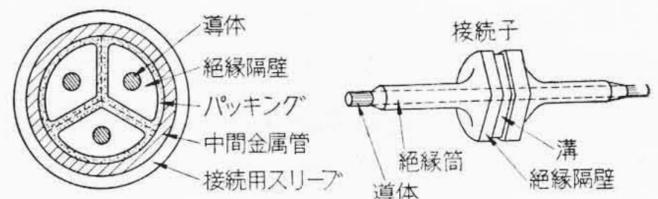
既設の油浸紙絶縁電力ケーブルと, 最近進出したプラスチックまたは合成ゴム絶縁の電力ケーブルの接続に際して, 油浸紙絶縁電力ケーブルより滲出する絶縁油が, プラスチックまたは合成ゴム絶縁電力ケーブル側に浸入してそれらケーブルの電気的特性を著しく低下させるのを防止するため, 接続部中央に油遮断用隔壁を設ける必要がある。

この考案はこのような油遮断用隔壁を有する接続部に関する。その構造を図について説明すれば, 第 3 図に示すようにパッキングを充填する溝を中央周上に有する断面扇形の絶縁隔壁と, その両側に伸びた絶縁筒と, それらの軸方向に貫通する導体とよりなる接続子の複数個を, 第 1 図に示すように異種ケーブル間に介在させてそれぞれの導体を銅スリーブで連結し, 隔壁の周上に包被した中間金属管と, 両ケーブルのシースとに跨がって設けた接続用スリーブによって水密に接続したものである。

このようにすれば第 2 図に示すように, 接続子の隔壁と, その溝を充填するパッキングと, 外周の金属管とによって両ケーブルは気密に遮断されるので, 油浸紙絶縁



第 1 図



第 2 図

第 3 図

体より滲出した油の移動は完全に防止される。しかも接続子は分割されてあるので, 線心接続の際の絶縁テープ巻付作業が至って容易である利点を有する。(斎藤)