アルミニウム被覆ケーブル

ALUMINUM SHEATHED CABLES

塚 本 勉*
TSUTOMU TSUKAMOTO

It has long since been in practice to protect telephone and power cables with a lead or lead alloy sheath. on the other hand, studies have been made on substitutes for such sheath. Quite lately, we have succeeded in the manufacture of aluminum-sheathed telephone and power cables. According to the process developed by us, cable cores are first drawn into a long aluminum pipe and then the pipe is compressed by a die so that it may closely tighten the cores. Therefore, the aluminum sheath is seamless and free from pinholes or any other defects and regarded as an ideal tubular sheath.

The results of various tests made by us show that the aluminum sheath is superior to lead sheath in respect of resistance against vibration fatigue, mechanical strength and strength against creep. Moreover, it is much lighter than, and can compare favourably with, lead sheath in point of anti-corrosiveness in case it is used for aerial cables. Aluminum sheathed cables can also be installed or jointed more easily and securely than lead sheathed cables.

The results of the actual installation and jointing of thousands of meters of our aluminum sheathed cables by way of trial testify to the aforesaid merits. It is safe to say that they represent a novel type of cables rather than mere substitutes for lead sheathed cables.

緒 言

紙で絶縁された動力或は電話ケーブルの保護被覆用として従来鉛が使用されて来た。

これは特に防湿性が完全であり、適当な可撓性を有しているので取扱、運搬等が容易であり、他の金属に比して耐蝕性も比較的優れて居る等幾多の特長があるので、それが重過ぎるとか、機械的強度が充分でないとか、地下埋設の場合電氣的、化学的腐蝕を受ける場合があるとか、震動特性が良好でないとか等の欠点があるにも拘らず永らく使用されて居るものと考え。併し鉛資材は世界的に不足しているので之が代替品に就いて、十数年来研究を続け、其の間種々の鉛被代用被覆を得たが何れも満足すべきものはなかつた。最近に到りアルミニウム被覆ケーブルの製造に成功したが、これには以下に述べるような幾多の利点があるのでその僅かの欠点を補つて使用するならば恐らく鉛被覆に勝るものといへよう。

1. ケーブル被覆用鉛とアルミニウム

日本に於ける金属鉛の需給状況は第1表に示す如く年間需要 60,000 吨に対し生産は 42,000 吨であり而もその内 24,000 吨は故鉛よりの再生鉛で新しい鉛は 18,000 吨に過ぎない。再生鉛の供給は近く殆ど枯かつするものと考えられる。再生鉛を除くと 42,000 吨の不足となりこの大部分は外国よりの輸入に待たなければならない。然し鉛は

世界に於ける重要物資の一つであつて各国共その不足に悩んでいるので円滑な輸入を期待することは困難である

第 1 表 鉛の需給状況

供	給	需	要
新 鉛	18,000	電 線	21,600
再 生 鉛	24,000	蓄 電 池	12,000
		鉛 管 板	18,000
		其 他	8,400
計	42,000		60,000

年間鉛所要量 60,000 吨の内電線用は 21,600 吨で約 36% に達する。

ケーブルの現行鉛被厚を更に低減してその使用節減を計ることも考へられるが、その厚さは諸外国の規格に比して寧ろ薄過ぎる感があり、戦時中これを薄くして鉛の節約を計つた際被鉛事故の続出に悩まされた苦い経験があるので単なる被鉛厚の軽減は好ましくないものであり且幾分か軽減することが出来たととしても、その量は極めて僅かのものでこれは鉛不足を緩和する手段とはなり得ない。

我社は鉛の代りにアルミニウムを使用したケーブルの製造研究を行い、1950 年より製造を開始したのであるが鉛とアルミニウムの特性を比較すると次の如く色々の優れた点がある。

* 古河電気工業株式会社

The Furukawa Electric Co., Ltd.

イ、物理的性質

アルミニウムと鉛との顕著な相異は第2表に示す如く鉛の熔融点 327°C に対しアルミニウムのそれは 658°C 、熱伝導率は鉛の $0.085\text{cal/cm}^3 \cdot \text{sec C}$ に対しアルミニウムは $0.51 \sim 0.53\text{cal/cm}^3 \cdot \text{sec C}$ で約6倍、比重は鉛の11,344に対してアルミニウムの2.70~2.71で1/4.2となつてゐる。純度99.5%以上のアルミニウムは通常 200°C 以下では再結晶を生ぜず鉛に比して安定である。

第2表

区 分	アルミニウム	商用純鉛
原子量	26.97	207.22
原子配列	面心立方格子	同 左
線膨脹係数	$a=4.04\text{A}^{\circ}$	$a=4.91\text{A}^{\circ}$
比重 (20°C)	2.70~2.71	11,344
線膨脹係数	24.0×10^{-6}	29.5×10^{-6}
熔 融 点	($20 \sim 100^{\circ}\text{C}$) 658°C	($10 \sim 100^{\circ}\text{C}$) 327.35°C
沸 点	$2,270^{\circ}\text{C}$	$1,555^{\circ}\text{C}$
熔 融 潜 熱	92.4cal/g	6.26cal/g
比 熱	$0.22\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$	0.050cal/g
熱 伝 導 度	$0.51 \sim 0.53$ $\text{cal/cm}^3 \cdot \text{sec C}$	0.085cal/cm^3 sec C

ロ、機械的性質

第3表は外国に於ける実験例を示すものであつて、アルミニウムは純鉛及びアンチモン1%鉛合金に比し抗張力、硬度が高く、振動疲労強度耐腐蝕等が優れている。

第3表

材 質	抗張力 kg/mm^2	伸 (%)	ブリ ネル 硬度	屈曲回 数 屈曲 半 =25× 丸棒 径	振動 疲 勞 回 数	耐腐蝕 kg/mm^2
純 度	1.5	55	3.5	25	1.5×10^6	0.07~0.1
Sb1% 合 金 鉛	2.6	33	7	21	4×10^5	0.1~0.2
アルミ (99.5%)	7.5~8.6	30	22	25~32	$> 110^5$	—
高純アルミ (99.99%)	4~4.5	40~50	14	25~32	$> 100^5$	0.8

ハ、電気的性質

アルミニウム及鉛の電気的抵抗、及導電率は第4表に示す如く銅の値を100%とする時アルミニウムは61%鉛は8%である。電気抵抗の温度係数は 0°C 乃至 100°C 間に於て銅の値に略等しい。

第4表

性 能	銅	アルミニウム 99.5%	鉛
固 有 抵 抗 ($10^{-8}\Omega\text{cm}$) 20°C	1.72	2.828	21.5
導 電 率	標準 100	61.00	8.00
固有抵抗の温度係 数 (20°C)	0.00393	0.00407	0.0039

以上の如くアルミニウムは軽量で、機械的強度大であり、伸も充分あるのでケーブル被覆としては好適な金属であることが予想される。

2. アルミ被ケーブルの製造

ケーブル被覆としてアルミニウムを使用することが十数年来世界各地で研究せられその結果も発表されているその内代表的なものは次の如きものである。

イ、アルミニウムテープを使用する方法

- a. アルミニウムテープをケーブルの縦方向に沿はせて合せ目を折曲げて管とする方法

これは第1図に示す如く折曲げたアルミニウムテープの端部を圧縮して、気密性としたものであるが、合せ目が機械的弱点となり易いと考へられる。

- b. アルミニウムテープをケーブルの縦方向に沿はせて、合せ目を圧縮して密着させる方法。

これはアルミテープの合せ目の表面の酸化被膜を取り、圧縮して、合せ目を密着させたものであるが、この方法も亦合せ目の接着をケーブル全長に亘り完全にすることが困難であり、亦屈曲の際この合せ目に亀裂を生ずる危険がある。

アルミテープは任意の巾で長尺のものを比較的樂に製造することが出来るので材料の入手は容易であるが、その合せ目の接着に問題があるので未だ広く使用されるに至っていない。

ロ、アルミニウム押出機を使用する方法

- a. アルミニウム押出機を用いてケーブル心より直接被覆する方法。

これは戦時中狂逸、日本其の他で研究されたもので、被鉛機と同じく熔融アルミニウムを押出機に入れて圧出し、ケーブル心に直接被覆する方法であるが、この方法では99.99%の高純度のアルミニウムを使用することが必要であり、純度が低いものは圧出圧力並に湿度が高過ぎて、ケーブル心を焼損する惧れがある。尙アルミニウムは押出機の鉄と合金を作り易いので、特別の金属を以つて押出機の内面を内張りしなくてはならぬ。且亦鉛被と同様に被覆に二ヶ所縦方向に継目が出来て、これが機械的弱点となり易い。狂逸は第二次世界大戦末期にこの継目の出来ないような特別な押出機の設計を行つたが終戦となり遂に実現しなかつた。

- b. アルミニウム管を作り、之にケーブル心を引き込む方法

これは加熱したアルミニウムを押出機に従つて、肉厚の大きく短いアルミニウム管を作り、ダイスを用いて引落し、ケーブル心より太目の素管を作り、之

にケーブル心を引込んで後、ダイスを通して圧縮しケーブル心に密着させる方法である。

この方法で製造したアルミニウム素管には、縦方向の継目なく、方法も鉛被に比して非常に正確に出来る等色々の特長があつて理想的な保護被覆である。

従来長いアルミニウム素管が得られなかつたので、この種のケーブルが実現しなかつたが、我が社は長尺アルミニウム素管の製造に成功し、アルミニウム被覆ケーブルを製作するに至つたものである。

即ち 1950 年 7 月 8 日、日本で最初の長尺アルミ被電話ケーブル（一条の長さ約 100 米）を製作して弊所構内に布設し、8 月末 0.5% 100 対の市内アルミ被ケーブル、300 米（最長のケーブル一条の長さ約 120 米）を電通省電気通信研究所構内に電通省の手で布設、接続が行はれたが何れも順調に進行し、我国最初のアルミ被ケーブルが実現するに到つた。

我社は引続き日本鋼管株式会社に電話ケーブル 1,300 m、電力ケーブル 100 m、関西電力に市外星電話ケーブル 3,000 m を納入したが何れも成功裡に布設、接続を終了し、アルミ被ケーブルは実用し得られるという確信を有するに到つた。その後引続き製造を継続しているが、現在製作可能なケーブル寸法は次の如きものである。

アルミ被ケーブル外径 30%以下（一条の長さ約300m）
30%以上（一条の長さ約120m）

3. アルミ被ケーブルの特性

イ、アルミニウムの純度

アルミ被に使用せられるアルミニウム地金は、J I S H 2,102 第2種即ち純度99.5%以上のものである。実際使用しているアルミニウム地金の純度は99.6%乃至99.85%のもので、現在鋼心アルミニウム線（A.C.S.R.）に用いているアルミニウム導体と同一である。アルミ被ケーブルより取つたアルミニウムの分析の一例は次の如きものである。

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ti	Al
含有量	0.10	0.19	0.007	0.003	0.001	0.003	残部(99.90)

ロ、アルミ被の厚さ

アルミ被は機械的強度強く導電率も高いので鉛被より薄くすることが出来る。然し適当な厚の決定をする為の調査研究は尙充分でないので取敢えず従来の鉛被厚と略同一とした。

第 5 表 アルミ被厚と鉛被厚（標準値）

ケーブル心 外径 mm	アルミ被厚 標準値mm	鉛 被 厚	
		標準値mm	最小値mm
10mm以下	1.0	1.2	1.02
10mm乃至 14mm	$\frac{D}{40} + 0.875$	1.2	1.02
14mm乃至 25mm	同 上	$\frac{D}{40} + 0.875$	$\left(\frac{D}{40} + 0.675\right) \times 0.85$
25mm乃至 45mm	$\frac{3D}{80} + 0.56$	$\frac{3D}{80} \cdot 0.56$	$\left(\frac{3D}{80} + 0.56\right) \times 0.85$
45mm以上	0.05 D	0.05 D	0.05 D $\times 0.85$

次に参考の為英国のアルミ被動力ケーブル規格との比較を第6表に示す。

その値は英国の現行動力ケーブル鉛被より薄く我国の鉛被厚に似た値となつている。

第 6 表

ケーブル外径 (mm)	アルミ被 厚(mm)	鉛 被 厚(mm)			
	(英)動力 ケーブル 最小値	(英)動力 ケーブル 最小値	(日)動力 ケーブル 最小値	(日)電通 ケーブル 最小値	
12.2以上	0.76	1.52	1.17	1.02	
12.2~15.2	1.02	1.52	1.17	1.02	
15.2~20.8	1.27	1.52	1.22	1.14	
20.8~26.9	1.40	1.78	1.38	1.26	
26.9~32.8	1.52	1.78	1.54	1.43	
32.8~38.3	1.78	2.03	1.67	1.59	
38.3~43.8	2.03	2.29	1.81	1.75	
43.8~49.5	2.29	2.54	1.95	1.91	
49.5~55.8	2.54	2.54	1.11	1.16	

ハ、アルミ被ケーブルの構造

ケーブル線心の構造は鉛被の場合と全く同様である。アルミ被は普通の鉛被に於て見られるような縦方向の継目或はストップリング（鉛を追加する為鉛機と停止する際に生ずる輪状の凹部）なく、表面平滑な円筒管である。試作ケーブルの数例に就いて、その特製を次に述べるが、その構造は第7表の如きものである。

第 7 表

試 料 番 号	ケーブル線心	被覆の構造(mm)			
		材質	内径	厚	外径
1	0.5%100P市外ケ ーブル	合金鉛	16.8	1.30	19.4
2	"	アルミ	17.0	1.38	19.8
3	"	アルミ	16.1	1.28	18.7
4	"	アルミ	14.9	1.26	17.4

ニ、機械的 特性

第 8 表

試 験 項 目	試 料 番 号			
	1	2	3	4
被 覆 の 材 質	合金鉛	アルミ	アルミ	アルミ
被 覆 抗 張 力 (kg/mm ²)	1.92	8.78	7.15	7.37
" 伸 (%)	35.0	41.8	44.0	40.0
硬 度 (V. H. N.)		25.0	21.8	22.8
屈 曲 疲 勞 試 験	56×10 ⁵	98×10 ⁵	93×10 ⁵	97×10 ⁵
屈 曲 試 験 (回往復)				
20倍 挫 屈	7~15	3	5	4.5
亀 裂		7.5	7.5	9
30倍 挫 屈		12	10	11.5
亀 裂		24	13.5	16

屈曲試験は挫屈、或いは亀裂発生迄に要する屈曲回数

を示す。

第8表に示す如く鉛被ケーブルの場合には、自己径の20倍で、数回曲げても大きな皺、挫屈変形等が発生することは殆どないが、アルミ被の場合には数回で大きな挫屈変形が発生する場合がある。これは力の加え方或は曲げ速度の大小に依り、挫屈発生状況が非常に異つて来る。尚亀裂を生ずる迄には更に数回の曲げの繰返しに耐える。

自己径の30倍以上の曲げに対しては、一般にそれが限界圧縮量以下の曲げであるから、数回の曲げには挫屈せず、楕円変形を生じ、後挫屈を生ずるに至る。

依つてケーブルの捲返へし、布設等に於てケーブルを曲げる場合は、自己径の30倍以上で曲げるようにすることが望ましい。アルミ被ケーブルを単に一回曲げる場合は、徐々に力を加えることに依り、自己径の数倍でも大きな皺や屈曲変形が発生することなく曲げることが出来る。

アルミ被の外圧に対する強度

一般に金属円筒が外圧を受けた場合、その圧潰する限界圧力は(1)式、肉厚に比して管外径小なる場合には

(1) 式大なる場合には(2)式で示される

$$P = \left(\frac{h}{\gamma} \right)^3 B \frac{m^2}{m^2 - 1} \quad (1)$$

$$P = \frac{h}{\gamma} \frac{\sigma_{YP}}{1 + 4 \frac{\sigma_{YP}}{E} \left(\frac{\gamma}{h} \right)^2} \quad (2)$$

ここにEはヤング率 mはポアッソン比の逆数、 σ_{YP} は限界応力 hは管厚 γ は管径である。(1)の場合を、アルミニウムと鉛で比較してみると

$$R = \frac{E_{Al} \left(\frac{m^2 a l}{m^2 a l - 1} \right)}{E_{Pb} \left(\frac{m^2 b}{m^2 b - 1} \right)} \div 4$$

で約4倍の強度を有することになる。

従つて海底線に使用する場合、鉛被は水深約40m位迄無補強であるが、アルミ被の場合には約4倍即ち水深160m迄は補強の必要がないと考えられる。

亦金属管を側方から圧した場合に変形する量は(3)式で示される。

$$\delta = \frac{24PY^3}{\left(\frac{m^2}{m^2 - 1} \right) E h^3} \left(-\frac{\pi}{8} - \frac{1}{\pi} \right) \quad (3)$$

従つて前の場合と同様アルミ被は、鉛被に比して約4倍の強度を有すると考えられる。この強度は鋼帯外装ケーブルに匹敵するものであるから、厚さを適当に選定することに依り、地下ケーブルに鋼帯のない単なるジュート巻ケーブルとして使用することが出来る。

亦鋼帯外装ケーブルの場合は、鉛被鋼帯ケーブルに比し丈夫になるので、埋設の場所に依つて布設深度を浅く

して、工事費を節減し得られる利点がある。

ホ、アルミ被ケーブルの電気的特性

a. 市内市外ケーブルに於いてその電気的特性は鉛被ケーブルに比して大差はない。即ち、外被の導電率に依り左右されないで、導電率の優劣に依り電気特性に優劣が生じることは考えられない。

b. 搬送ケーブルの電気特性

次に艇送ケーブルの電気特性は、外被の導電率が影響する。一例を挙げれば次の如くである。

鉛被ケーブルと比べて甚だしい差はないが、高周波に於ける抵抗増加率が多少小さいので減衰量については多少有利であると考えられる。

アルミ被 1.2mm8 対艇送ケーブルの電気的特性

(i) 一次及二次定数

第 9 表

f (K. C.)	Ω /km Ro	mH/ km Lo	μ /km Go	nF/ km Co	Ω Zo	DB/ km β	Rad/ km α
1	29.23	0.8075	0.8221	31.16	380.6	0.425	0.057
10	30.87	0.7662	9.504	30.93	172.3	0.817	0.319
20	34.07	0.7523	35.04	30.50	161.8	0.952	0.611
30	37.51	0.7430	56.34	30.43	158.9	1.072	0.901
40	41.35	0.7324	81.91	30.35	157.1	1.210	1.192
60	48.81	0.7165	138.7	30.30	154.8	1.460	1.763
80	55.70	0.7042	199.8	30.25	153.2	1.707	2.333
100	62.01	0.6939	266.0	30.20	151.5	1.937	2.897

t=11°C

(ii) 1.2%14対鉛被搬送ケーブルとの比較

(10試料の平均) t=10°C~17°C

第 10 表

	30 K. C			100 K. C			R100/ R1
	Zo	β	α	Zo	β	α	
アルミ	158.9	1.07	0.901	151.5	1.94	2.897	2.12
鉛	165.5	1.07	0.923	160.4	1.94	2.941	2.30

ヘ、誘導遮蔽ケーブルの特性

電力線に依る通信回線への誘導障害はケーブルを鋼帯鋼装することに依つて軽減することが出来る。

この場合遮蔽効果は被覆の抵抗が低い程良い。被覆外径約15mmのケーブルの場合、アルミ被を鉛被の遮蔽効果と比較すると第3図の如くなる。ここに遮蔽係数とは

$$\text{遮蔽係数} = \frac{\text{ケーブル心線に誘起される電圧}}{\text{遮蔽のない場合に誘起される電圧}}$$

で定義されたものである。

第 3 図

ト、アルミ被ケーブルの重量

架空用アルミ被ケーブルの重量を現行鉛被ケーブルと比較したものは第 11 表に示す如く、通信ケーブルに於ては鉛被ケーブルの約 2 分の 1 程である。

第 11 表

ケーブル種別	0.5 mm 50P 市内	0.65 mm 200P 市内星	0.9 mm 54P 市内星	0.9 mm 100P 市内星	1.2 mm 14P 搬送	1.2 mm 38P 搬送
重量比率% 鉛被ケーブル を 100 % とす	44.4	55.6	47.5	51.3	41.4	46.1

重量が少いので運搬、布設等の取扱いが鉛被ケーブルに比して遙かに容易となり、亦メツセンジャーワイヤーも鉛被ケーブル程の強度を必要としない。現行のものはケーブルの太さに応じ、メツセンジャーワイヤーの寸法が数段階に異つてゐる。今迄の布設実験の結果では、之を一段階下げても差支へないと考へられる。

チ、アルミ被の耐蝕特性

アルミ被用として使用せられる純度 99.5 % 以上のアルミニウムの大氣中に於ける耐蝕性は鉛と著しい相違はない。アルミニウム表面は強固な酸化被膜に覆われているため、長年月の使用に耐えることが出来る。

当社に於ては第 12 表に示す如く A.C.S.R. として、15 年に亘る長期実験を行いこの結果からこの事実を確認している。

第 12 表

試験場所	曝露期間	直 径 mm	抗張力 kg/mm ²	伸%	捻回数 (75 mm)
新 線	—	2,304	20.0	1.0	16.7
		2,301	21.0	1.1	17.3
		2,304	20.3	1.1	16
		2,309	20.8	1.0	14
逗子海岸	4年6月	2,309	19.83	0.9	11.7
		2,305	20.60	1.0	11.7
		2,308	20.2	0.9	13
		2,361	19.0	0.8	12
日光工場	5年5月	2,320	18.5	1.0	13.2
		2,341	19.1	0.6	10.8
		2,301	20.2	1.1	17
		2,304	21.1	1.1	16
東京箱内	4年6月	2,305	18.76	1.1	13.9
		2,309	19.57	0.9	14.1

(古河電工時報第 1 号 12 頁)

但しアルミニウムは他種金属との直接接触に因る腐蝕を発生する場合があるので注意を要する。特に真鍮と鉛は濕気のある場所でアルミニウムと接触した場合、galvanic action による腐蝕を生じ易い。亜鉛は接触腐蝕を生じ難いから、アルミ被と接触する金属には亜鉛鍍金を施すがいい。

現在の処アルミ被ケーブルは架空用として最も適当であるが、地下埋設用としても使用することが出来る。直設埋設の場合には特に防蝕性を良好にした、ジユート巻ケーブル或は鍍帯鍍装ケーブル、管路引込みの場合には合成ゴム或は塩化ビニールの被覆を施した防蝕ケーブルが適当である。

4. アルミ被ケーブルの価格

アルミニウム及び鉛の市場価格は固定していないが、現在の処単位重量当りの価格は略同等である。従つて同じ厚さを採用した場合、アルミニウム原料の価格は鉛に比して約 23 % に当り、相当廉くなる。

アルミニウムはボーキサイト、鉛は鉱石又は鉛金属を輸入に俟たなければならないので、アルミニウムの場合には必要な外貨資金が 4 以下になる筈である。

ケーブルの製造費を比較すると鉛被の場合には、被鉛機一回の圧出で出来るに反し、アルミ被は圧出後十数回のダイス加工及び数回の焼鈍が必要であるから、その加工費はアルミ被の場合が高くなる。

5. アルミ被ケーブルの架設及接続

アルミ被ケーブルの架設は次に述べる様に鉛被ケーブルに於て既に確立している場合と略々同一工法に依つて行い得る。

イ、アルミ被ケーブルの標準架設法

- 測 量
- 建 柱
- メツセンジャーワイヤーの取り付け
- ケーブルドラムの配置、導索の取り付け
- 釣車の取り付け
- ケーブルの架設
- ハンガーの取り付けと同時に釣車のとりはずし、アルミ被ケーブルのジョイント、の順となる。

以下例を挙げて説明する。

a. 測量 鉛被ケーブルの場合と同様であるから説明を省略する。

b. 建柱 電柱の種類(防蝕処理をした場合も含めて)電柱長及柱間々隔等に関しては現在未だアルミ被ケーブルに対する確立したデータが得られないので一応鉛被ケーブルの場合と同一にしている。支柱に関しても同様である。

c. メツセンジャーワイヤーの取り付け

メツセンジャーワイヤーの種類(素線径及撚数)はケーブル重量、風圧の程度、氷雪の程度等に依り当然変化するものであるがアルミ被ではケーブル重量が特性の項で述べた様に小さいから鉛被ケーブルに比して小さいメツセンジャーワイヤーを使用出来ると考へられる。しかし小対ケーブルでは釣車の取り付け、ハンガー掛け等の作業に要する人の重量がメツセンジャーワイヤーを決定する要素となるからこの場合は鉛被ケーブルと同一にとる。ケーブル引き替へ即ち鉛被→アルミ被とする場合は従来のメツセンジャーワイヤーがそのまま使用出来るのは勿論である。多対ケーブルに関するメツセンジャーは従来通りか或いは一段下の寸法のものを使用するか適当であろう。アルミ被は鉛被ケーブルに比し耐振動特性は良いから多少強く張れると考へられる。しかし前述した様に重量が軽いから振動数は鉛被より多いわけである。これらの諸点を勘案して現在の所は鉛被ケーブルと同一にしている。

d. ケーブルドラムの配置、導索の取り付け、

c. 項までに関してはアルミ被と鉛被ケーブル間に多少の差はあるが何れも大同小異であるから現状通りとして差支へないことを述べた。

ケーブルドラムの配置と導索の取り付けに関する二項以下は特にアルミ被ケーブルに重要であるので例を挙げて説明する。

第4図 $\theta \leq 30^\circ$
補助導索 釣車を用心る方法

第5図 $\theta = 30^\circ$
補助釣曲に依る方法

電通省電気通信研究所で行った結果に依ればドラムの位置は第4図及第5図に示す様な場合が最適である事がわかった。第4図は導索を併用するもので導索の種類は釣車を吊架することにより dip しない程度のものであれば良い。

e. 釣車の取り付け

吊線が架渉され、釣車を取り付けられて後それに索引用網を通す。釣車は取り付け方向によつて容易に吊線に沿うて滑るから釣車の取り付け方はケーブルを引く方向を考へてから取り付けるのである。引き通した網の端にはケーブル撚返し金具を介し、クリップを以つてケーブルをバインドするのは鉛被ケーブルと同様である。ケーブル引き通しの準備が出来たならばケーブルドラムに適當なブレーキを掛け、引き通し中ケーブルのたるむのを防止する必要がある。

g. ハンガーの取り付け

釣車をとりはづしながらハンガーを掛けていく事は鉛被ケーブルと同一であるがハンガーの間隔は 110cm 前後が適當である。これは前記通信研究所及関西電力に納入したアルミ被ケーブル敷設結果より得た結論である。

なおハンガーを掛ける時は小さく生じた「くせ」をなおすようにしたい。

ロ、アルミ被ケーブル架設の実際

第6図乃至第18図に電通省関西電力その他二三の敷設の際の写真を示す。以下各写真について説明する。

ハ、アルミ被ケーブルの接続

一般にアルミニウムを接続するには鉛被ケーブルの場合と同様に、心線を接続した個処を鉛スリーブを以つて覆いその両端に於てアルミ被と鉛工用半田で玉付を行う。その場合アルミ被の表面を強固に被覆している酸化被膜のため鉛工用半田とアルミ被との接着が困難であるから、半田の接着すべきアルミ被表面の酸化被膜を予め除去して、その部分にアルミニウム用半田を鍍金する。斯くしてアルミ被はアルミ半田を介して鉛工用半田と密着する。

接続法は次に示す如く上記の点を除き、鉛被ケーブルの場合と全く同様で容易に行うことが出来る。

a' 接続の標準工法

(i) アルミ被接続の準備及必要な工具材料

接続すべき2本のケーブルの端部を鉛被ケーブル接続の場合と同様に位置を整へ、接続に差支へない部分を固定する。

アルミ被接続用として特に必要な工具

スクレパー (酸化被膜除去用)

半田鍍 (アルミ用特殊半田鍍、表面にはアルミ半田で鍍金したもの)

アルミ被接続用として特に必要な材料

第6図 導索を用いてケーブルドラムよりの引き出しを行つている所、第7図 第一の釣車にケーブルカーがかかっている所で $\theta=35^{\circ}0'$ 位である。メツセンジャーワイヤーの方へケーブルが飛び出している。第8図 ケーブル先端にワイヤー・クリップを取り付けて引き通し中の所、第9図 小釣車のみで架設されている所、釣車間隔は約6mである。第10図 曲線路で屈曲をした所約 90° 屈曲している。第11図 ハンガー掛作業、第12,13図 アルミ被へのアルミ半田メツキ作業、第14図 心線接続完了後の乾操作業、第15図 完成せる接続部、第16図 完成せる絶縁接続部、第17,18図 架設後のアルミ被ケーブル(直線路)、

アルミ半田 (EM半田) 1 本約 130g

接続点 1 ケ所の所要量 アルミ被外径約 20 mm の場合 10g

防蝕用塗料 同上の場合の所要量 1 ケ所当約 40g

刷 毛 塗料塗布用

其の他の材料及工具はすべて鉛被ケーブルの場合と同様である。

但し鉛工に使用するトーチランプ用ガソリンは「ゴム揮」を使用すること、鉛工部冷却用にはパラフィンが適当である。

(ii) アルミ被表面の酸化被膜除去

アルミ被上に鉛スリーブと鉛工する個所を決定し印をつける。鉛スリーブとの鉛工部分に接するアルミ被の表面の長さ約 5 cm の部分をスクレーパーで薄く削り取り、表面の酸化被膜を残す所なく除去する。

スクレーパーで削り取る場合には一方向のみ移動する様注意を要する。

(iii) アルミ半田鍍金

半田鍍をトーチランプで加熱して赤熱に近い状態としトーチランプと併用しながら E.M 半田を鍍で溶かし、アルミ被の酸化被膜を除去した部分に擦りつける。

鍍はアルミ被表面に摩擦する様に左右に動かす、E.M 半田鍍金が完全に行はれた場合には加熱した鍍でアルミ被の表面を撫でた場合に、跡が鍍金で一樣にぬれた様になつて、光沢面があらわれる。

第 19 図

鍍金の出来ていない箇所は光沢面が途切れてアルミ被の鈍い面が現はれる。鍍金が完了した後、酸化被膜を除去しない部分にはみでた半田層を布片で拭き取る。

アルミ半田鍍金面の上には通常鉛工用半田を薄く鍍金して前者の酸化を防ぐ。

(iv) アルミ被の切断

ケーブルの一端より絶縁心線の接続必要な長さを取り切取る。アルミ被に、中目鉋を以て厚の約二分の一の深さに切目を入れる。ケーブル端部を前後左右に軽く折曲げてアルミ被を切断し取除く、その際アルミ被の鋭利な切口がケーブル心を傷付けないように注意を要する。

アルミ被切口に接してケーブル心上に巾約 3cm 以上の綿テープを 2 尺に巻く。

(v) 絶縁心線の接続及び乾燥

鉛被ケーブルの場合と全く同一工法で接続し乾燥する

(vi) 鉛スリーブ両端の「かしめ」付け

鉛スリーブをアルミ被ケーブル接続部上に移動し、木

鉋及小型の金鉋を以て両端をかしめる。

鉛スリーブの両端をワイヤブラツシで擦り鉛の酸化被膜を除去する。

以上は鉛被ケーブルの場合と同一工法である。

(vii) 鉛スリーブとアルミニウム被との鉛工

鉛スリーブとアルミ被と接する部分をトーチランプで予熱する。鉛被ケーブル用鉛工半田を、トーチランプの加熱で鉛スリーブ上に溶かし、モールスキンでアルミ被と鉛スリーブとを鉛工する。アルミ被上で鉛工半田をこねまわすことは避ける。鉛工終了後パラフィンの如き油脂を塗布して鉛工部分を冷却する。パラフィンの如き油脂はなるべく鉛工終了後冷却用としてのみ用いること、この工法も亦鉛被ケーブルの場合と殆んど同一である。

(viii) 鉛工部分に防蝕塗料の塗布

玉付部分よりはみ出たアルミ被上のアルミ半田はスクレーパーで掻取つて除去する。接続部に於けるアルミ被との境目を中心にして長さ約 5 ㎝の間に防蝕塗料を塗布する。

(ix) 接続終了後の処置

接続終了後に於ける接続部の固定その他は鉛被ケーブルの場合と同様である。

b. 接続部の特性

(i) アルミ半田の特性

接続部に於てはアルミ被が異種金属アルミ半田と相接して Contact Corrosion を生ずる恐れが有るので半田の成分は特に注意して選定する必要がある。アルミ被用アルミ半田は他の Al 材の接続を行う場合と非常に異なるものである。第 1 の条件として溶融温度が問題となる。なんとすればケーブルは内部に絶縁紙を使用して居るのでこの特性を損するが如き温度はさけることは当然である。第 2 の条件としては耐腐蝕性が良好であること。第 3 の条件としてはメッキ作業の容易であること等である。我社は長年アルミ導体接続用として研究を行い、以上の条件に耐うる如きアルミ半田の製造を行い、商品名を E.M 半田 (我社特許品) と称している。アルミ半田の接続の試験法としてアルミ板 (巾 20mm 厚 3mm) に接続を行い、1 日 7 時間計 40 時間、加熱冷却を繰返して行い、抗張力試験に依り接着状態の良否を調査した。その結果は次表に示す如くである。

条 件	全抗張力 kg	材料処所
接続のまま	622~771	Al 板
煮沸蒸溜水	700~730	〃
60°C 蒸溜水	723~800	〃
AL 素 板	780~840	〃

以上の如く加熱試験を実施するも何ら異状を認めないものである。

(ii) 接続部の腐蝕試験