U. D. C. 621.315.212.3

扇形導体プラスチック絶縁電力ケーブルの諸特性

Characteristics of Segmental Conductor-Plastics Insulated Power Cables

庄司一男* 吉岡正幸*
Kazuo Shôji Masayuki Yoshioka
加藤直義* 浜田義雄*
Naoyoshi Katô Yoshio Hamada

内　容　梗　概

扇形導体の採用は，3心電力ケーブルの仕上り外径を縮小するためにきわめて有効な方法である。最近，電力ケーブルにアルミ導体が使用されるようになってきたが，この場合は特に外径の縮小が重要な課題である。

筆者らは，6kV級の地中配電回路用として，各種扇形導体を用いたポリエチレンおよび架橋ポリエチレン電力ケーブルを開発し，電気的，機械的特性を中心に検討して実用化したので，その概要を述べる。

1. 緒　　言

ここ10数年間の合成ゴム，合成樹脂絶縁電力ケーブルの進歩はめざましい。まず，ブチルゴムは合成ゴムの代表的なものであるが耐オゾン性，耐水性，耐熱性に富み，高電圧ケーブル用絶縁材料として適しているため，広くケーブル分野に使用されている[1][2]。

一方，合成樹脂の代表であるポリエチレンは，誘電損失が小さく絶縁耐力が大きく，耐薬品性もすぐれているので，熱軟化性を除けば電気絶縁材料として理想的なものに近い。このポリエチレンの熱軟化性を分子間の化学結合により改善した架橋ポリエチレンは，ブチルゴムと同等の耐熱性を持ち，しかもケーブルとして比較した場合に軽重量で外径も小さくなるので，現在急速な普及を遂げている。

これらの絶縁材料を用いたケーブルの大きな利点は，取り扱いが容易で，布設場所の立地条件にほとんど左右されず，また，保守を必要としないことなどである。しかし，大量に使用される6kV以下の3心ケーブルについても大多数が円形導体構造であるため，扇形導体のベルト紙ケーブルと比較して外径がかなり大きい欠点がある。ケーブル外径の縮小には，絶縁性能を向上させて絶縁体厚さを軽減すると同時に，絶縁線心の占積率を高めることが必要である。

この目的のために，筆者らは，特高ケーブルの製造経験[3]を基として，扇形導体のポリエチレンおよび架橋ポリエチレンケーブルを開発した。扇形導体ケーブルは，普通円形導体ケーブルの外径を10%以上縮小することができる。また，このためアルミ導体を採用しても，従来とほぼ同一外径のケーブルで，同一の電流容量を確保することができる。

現在，銅資源の需要供給のアンバランスから，ケーブル導体はしだいにアルミ化の方向へ移行しているので，本報告では特に扇形アルミ導体ケーブルを主体として述べる。

2. 各種ケーブルの比較

一般配電用回路に用いられる6kV3心ゴム・プラスチック電力ケーブルについて，空中布設時の電流容量を基準とし，ケーブル外径，重量を比較した結果は**第1図**に示すとおりである。

電気用アルミニウムの導電率は電気用軟銅の約61%であるので銅導体と同じ電流容量を持たせるには，約1.6倍の導体断面積のケーブルを使用しなければならないが，扇形より線または扇形ソリッド導体を採用することにより，銅導体円形より線とほぼ同一外径でよいことになる。さらに，重量が著しく軽減されるので，輸送や布設工事上での利点は大きい。

次に銅導体ケーブルのみを比較すれば，扇形より線架橋ポリエチレンケーブルは，電流容量450Aにおいて，外径，重量ともにそれぞれ，ブチルゴムケーブルの83%および81%，円形より線架橋ポリエチレンケーブルの90%および93%となる。また，この傾向は大容量のものほど顕著であるので，小容量ケーブルを除けば経済性が期待できる。

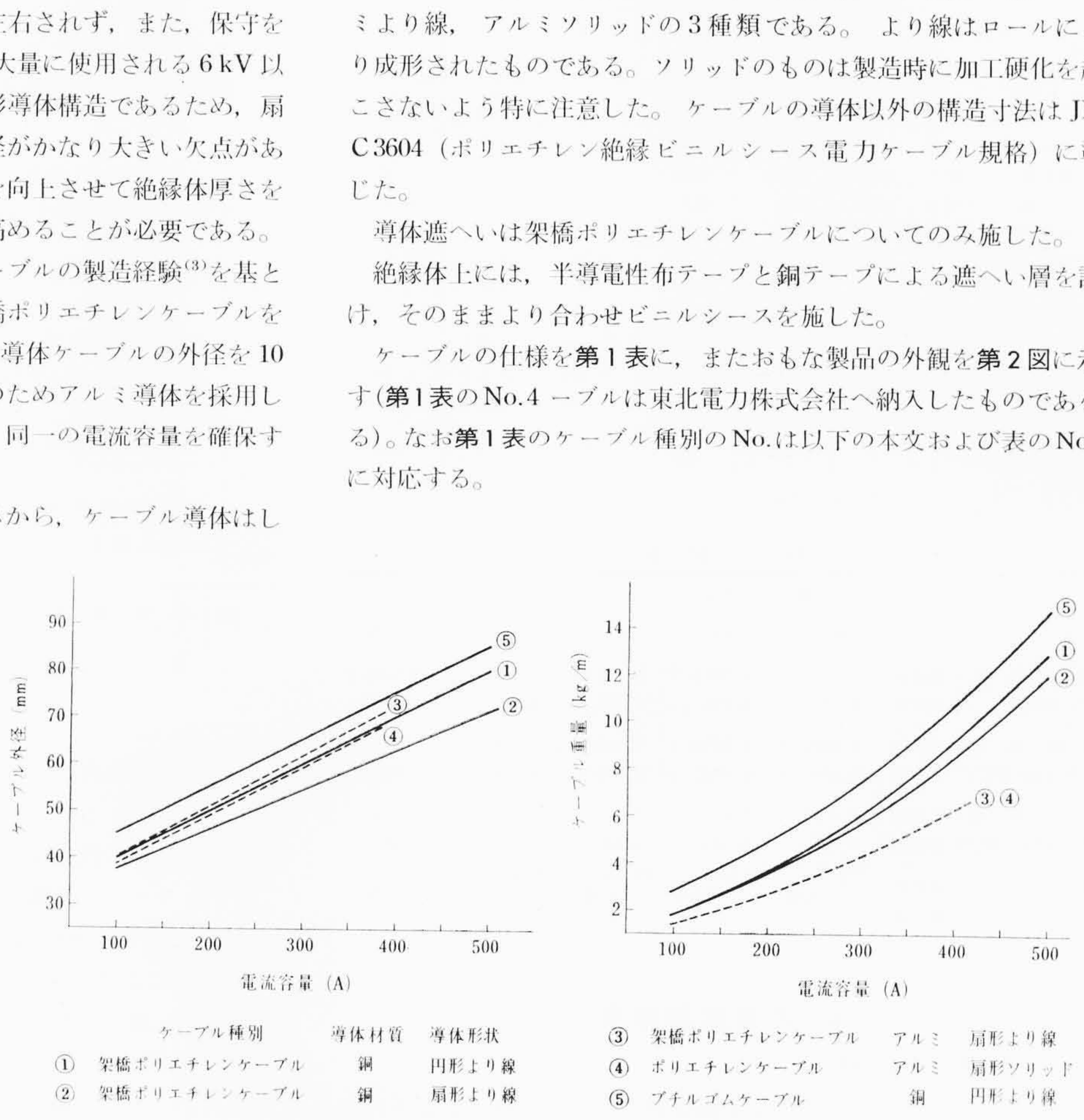
3. 扇形導体ケーブルの構造

ケーブル諸特性の検討に用いられた扇形導体は，銅より線，アルミより線，アルミソリッドの3種類である。より線はロールにより成形されたものである。ソリッドのものは製造時に加工硬化を起こさないよう特に注意した。ケーブルの導体以外の構造寸法はJIS C 3604（ポリエチレン絶縁ビニルシース電力ケーブル規格）に準じた。

導体遮へいは架橋ポリエチレンケーブルについてのみ施した。

絶縁体上には，半導電性布テープと銅テープによる遮へい層を設け，そのままより合わせビニルシースを施した。

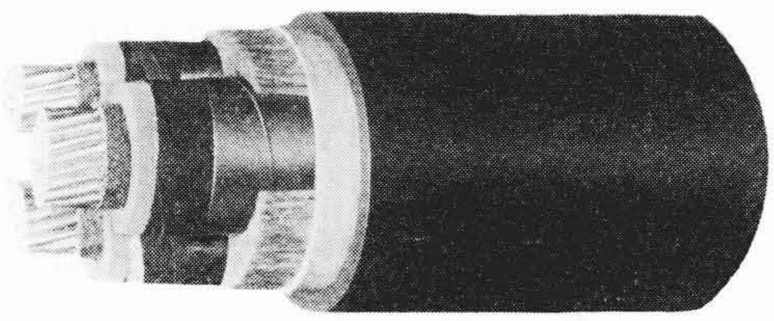
ケーブルの仕様を**第1表**に，またおもな製品の外観を**第2図**に示す（**第1表**のNo.4ーブルは東北電力株式会社へ納入したものであケる）。なお**第1表**のケーブル種別のNo.は以下の本文および表のNo.に対応する。



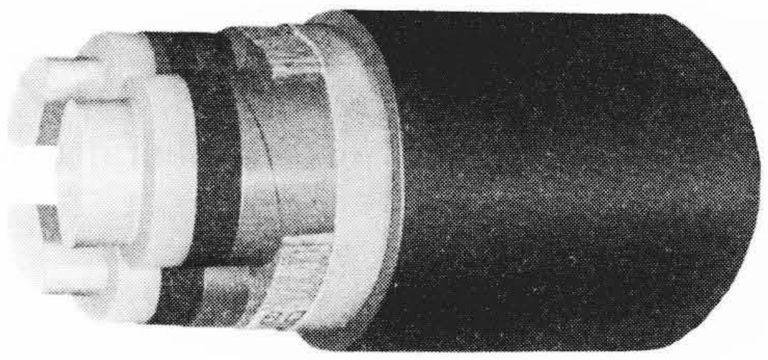
	ケーブル種別	導体材質	導体形状
①	架橋ポリエチレンケーブル	銅	円形より線
②	架橋ポリエチレンケーブル	銅	扇形より線
③	架橋ポリエチレンケーブル	アルミ	扇形より線
④	ポリエチレンケーブル	アルミ	扇形ソリッド
⑤	ブチルゴムケーブル	銅	円形より線

第1図　各種ケーブルの比較

* 日立電線株式会社日高工場

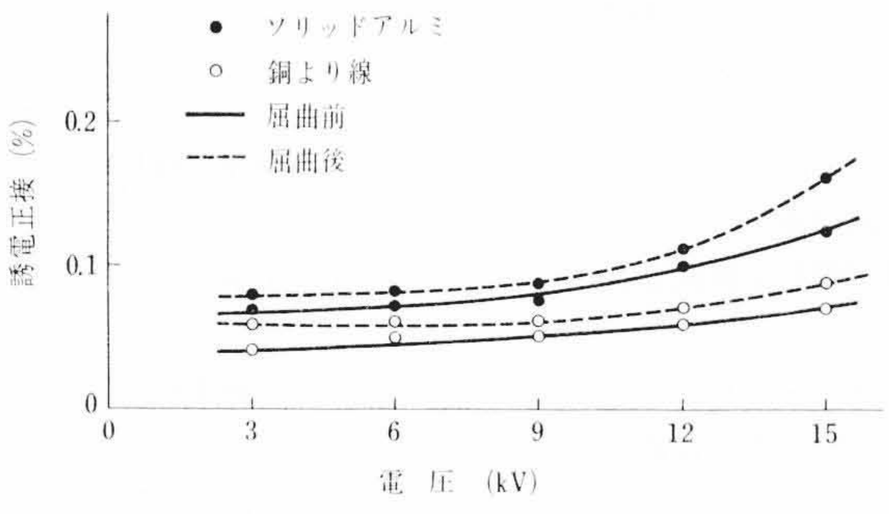


（1） 6kV 3×150 mm² 扇形導体架橋ポリエチレンケーブル

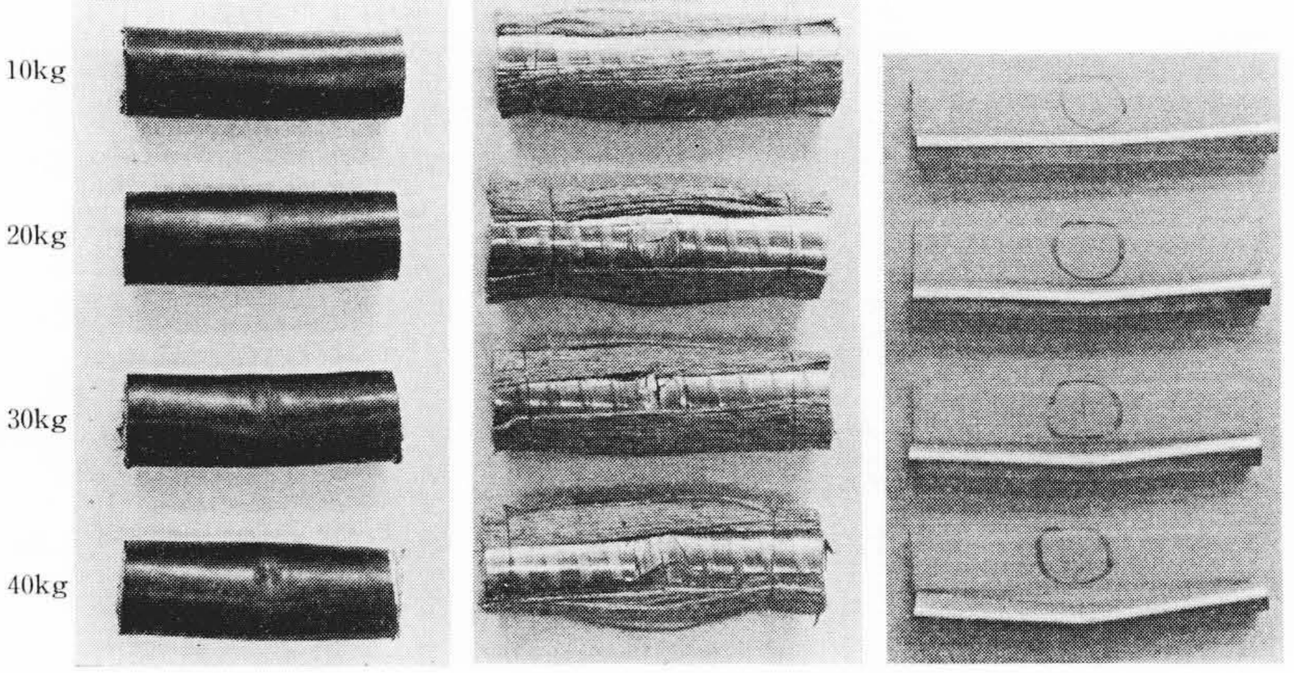


（2） 6kV 3×325 mm² ソリッドアルミ導体ポリエチレンケーブル

第2図　ケ　ー　ブ　ル



第3図　屈曲前後の誘電正接



第4図　衝撃荷重落下試験解体結果

第1表　6kV 3心ケーブルの仕様

項目		単位	架橋ポリエチレンケーブル No. 1	架橋ポリエチレンケーブル No. 2	架橋ポリエチレンケーブル No. 3	ポリエチレンケーブル No. 4	ポリエチレンケーブル No. 5
導体	公称断面積	mm²	150	150	150	200	325
	材質	—	銅	アルミ	アルミ	アルミ	アルミ
	形状	—	扇形より線	扇形より線	扇形 ソリッド	扇形 ソリッド	扇形 ソリッド
	寸法(高さ×幅)	mm	14.0×20.0	13.5×20.0	11.5×19.0	13.7×22.6	17.5×27.8
絶縁体厚さ		mm	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5
半導電性テープ厚さ		mm	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
遮へい銅テープ厚さ		mm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
より合わせ外径(約)		mm	48.3	48.3	44.9	51.0	59.0
布テープ巻き厚さ		mm	0.5	0.5	0.35	0.5	0.5
ビニルシース厚さ		mm	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5
標準仕上外径（約）		mm	56	56	52	59	67
概算重量		kg/km	6,420	3,460	3,270	4,220	5,770
最大導体抵抗(20℃)		Ω/km	0.128	0.204	0.204	0.148	0.0914
最小絶縁抵抗(20℃)		MΩ-km	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
許容電流(空中または暗渠内布設)		A	315	250	250	270	370

（注） No. は以下の表に対応する。

第2表　わ　く　試　験　成　績

項目		架橋ポリエチレンケーブル No. 1	架橋ポリエチレンケーブル No. 2	架橋ポリエチレンケーブル No. 3	ポリエチレンケーブル No. 4	ポリエチレンケーブル No. 5
導体抵抗 Ω/km(20℃)	規格値	0.128以下	0.204以下	0.204以下	0.148以下	0.0914以下
	測定値	0.124	0.194	0.191	0.137	0.0871
絶縁抵抗 μF/km(20℃)	規格値	1,500以上	1,500以上	1,500以上	1,500以上	1,500以上
	測定値	40,000以上	40,000以上	30,000以上	50,000以上	30,000以上
静電容量 MΩ/km (20℃)	規格値	0.4 以下	0.4 以下	0.4 以下	0.4 以下	0.4 以下
	測定値	0.327	0.310	0.342	0.294	0.356
耐電圧 kV	規格値	17kV ×10分 良	17kV ×10分 良	17kV ×10分 良	17kV ×10分 良	17kV ×10分 良
	測定値					

4. 各種試験結果

4.1 電気的特性

完成ケーブルのわく試験成績を第2表に，短尺試料によるコロナ試験ならびに破壊試験成績を第3表に示す。

第3表　破　壊　試　験　成　績

項目		ケーブル種別	架橋ポリエチレンケーブル No. 1	架橋ポリエチレンケーブル No. 2	架橋ポリエチレンケーブル No. 3	ポリエチレンケーブル No. 4	ポリエチレンケーブル No. 5
長時間破壊電圧（kV）（30 kV/30分+5 kV/30分昇圧）			75	80	75	90	95
			75	70	65	85	95
			80	75	70	90	90
インパルス破壊電圧（kV）（負波150 kV/3回+10 kV/3回昇圧）			220	250	300	270	310
			280	260	240	290	310
			270	260	240	270	330
屈曲試験後の特性	コロナ開始電圧（kV）		20<	20<	18	17	17
	長時間破壊電圧（kV）（30 kV/30分+5 kV/30分昇圧）		75	70	60	—	80
			75	70	55	—	75
			70	80	65	—	75
ヒートサイクル試験後の特性	コロナ開始電圧（kV）		20<	—	20<	20<	20<
	長時間破壊電圧（kV）（30 kV/30分+5 kV/30分昇圧）		80	—	75	85	—
			75	—	75	80	—
			80	—	70	80	—

（注） 1. 屈曲条件 { 屈曲直径：ケーブル外径の10倍 / 屈曲回数：30回

2. ヒート試験条件 { 電流値：許容電流の1.2倍 / 通電時間：1サイクル8時間通電，16時間休止 / 通電サイクル：12サイクル

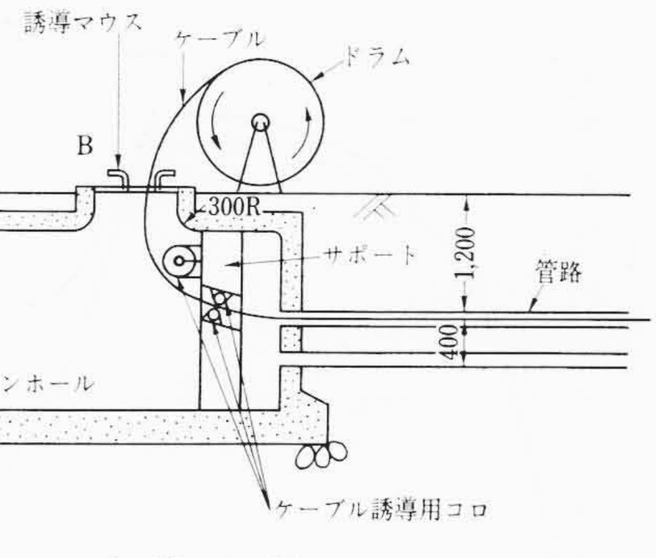
屈曲試験の条件は，ケーブル外径の10倍のマンドレルに沿って180度屈曲し，これを直線に戻して反対側に180度屈曲し，また直線に戻す。この操作を1回として30回くり返した。

ヒートサイクル試験は，ケーブル許容電流の1.2倍の電流を1サイクル24時間中8時間のみ通電し，これを12サイクル行なった。

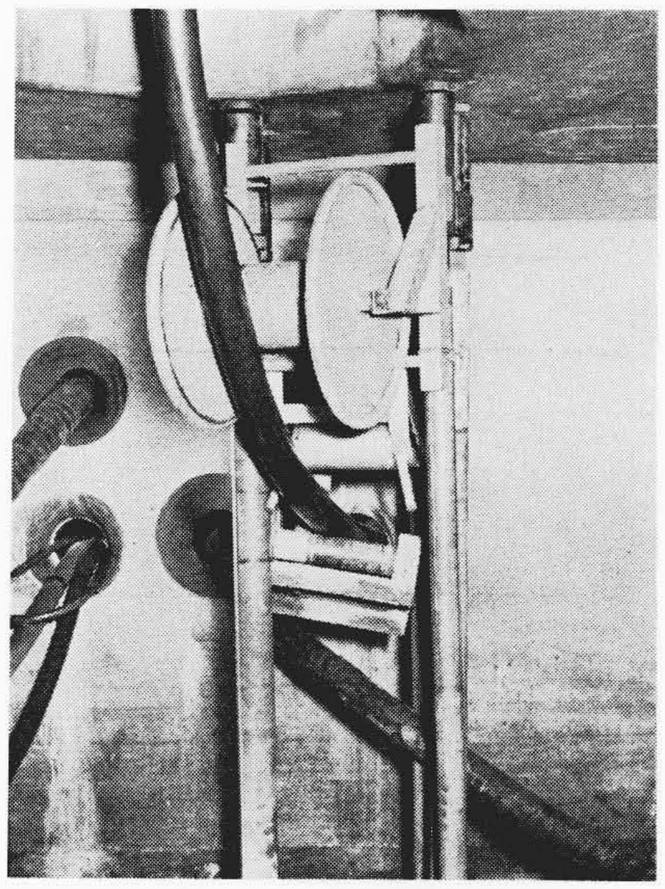
第3図には，No. 1およびNo. 4ケーブルの，くり返し屈曲前後の誘電正接—電圧特性を示す。この結果ではより線導体ケーブルのほうがわずかにすぐれている。これは，ソリッドアルミ導体の曲げ強さが大きいため，銅テープなどにいくぶんしわが寄りやすいものと考えられる。しかし実際の工事に際して，このような過酷な曲げは

第4表　衝撃荷重落下試験解体結果

荷重(kg-m)	種別	変形率(%)	線心	導体	絶縁体	半導電性布テープ	遮へい銅テープ	おさえ布テープ	ビニルシース	備考
10	No.2	0	1	○	○	○	○	○	○	(1) 衝撃方向
			2	○	○	○	○			
			3	○	○	○	○			
	No.5	0	1	○	○	○	○	○	○	
			2	○	○	○	○			
			3	○	○	○	○			
20	No.2	3.2	1	○	△	×	×	△	△	(2) おもりの形状
			2	○	○	○	○			
			3	○	○	○	○			
	No.5	2.9	1	○	△	×	×	×	△	
			2	○	○	○	○			
			3	○	○	○	○			
30	No.2	5.8	1	△	△	×	×	×	△	(3) 符号
			2	○	○	○	○			○印：異常なし
			3	○	○	○	○			△印：ひずみ
	No.5	4.6	1	○	△	×	×	×	△	×印：き裂
			2	○	○	○	○			
			3	○	○	○	○			
40	No.2	10.7	1	△	△	×	×	×	△	(4) 変形率
			2	△	△	△	△			$\frac{a-b}{a}\times 100$
			3	○	△	△	△			a：変形前の寸法
	No.5	8.4	1	△	×	×	×	×	△	b：変形後の寸法
			2	○	○	○	△			
			3	○	○	○	△			



第5図　ケーブル引入れ状況略図



第6図　マンホール内の誘導用コロの配置

第5表　EI値測定結果

項目 ＼ ケーブル種別 ／ 単位	単位	架橋ポリエチレンケーブル No. 1	架橋ポリエチレンケーブル No. 2	架橋ポリエチレンケーブル No. 3	ポリエチレンケーブル No. 4	ポリエチレンケーブル No. 5
導体断面積	mm²	150	150	150	200	325
導体種別	mm	より線銅	より線アルミ	ソリッドアルミ	ソリッドアルミ	ソリッドアルミ
仕上外径	mm	55.6	55.2	50.0	60.6	67.6
EI測定値	kg-cm²	9×10^4	6×10^4	1.3×10^5	2.1×10^5	2.7×10^5

（注）　No. 仕上外径は定測値を示す。

困難であり，また誘電正接の絶対値と**第3表**のコロナ開始電圧から，実用上問題ないと考えてよい。

4.2　機械的特性

4.2.1　衝撃荷重落下試験

一般にケーブルは衝撃落下荷重に対し最も弱く，落下物の先端形状が鋭利なものほど影響は大きい。プラスチックケーブルはゴムケーブルに次いで耐衝撃性は大きいが，ここでは導体種類の差をみるためNo. 2とNo. 5すなわち，より線アルミとソリッドアルミ導体ケーブルについて比較した。

試験はJIS C 3004（ゴム絶縁電線試験方法）によって，10, 20, 30および40 kgのおもりを高さ1 mの点より，絶縁線心の直上に落下するよう試料の方向を定めて行なった。またNo. 2では交流17 kVを加電したままの状態で試験した。

試験後の解体調査結果は**第4表**に示すとおりである。加電中に衝撃荷重を加えても，その瞬間あるいは直後にはブチルゴムケーブルの場合[4]と同じく容易に絶縁破壊は起こらない。しかし，20～40 kg-mでは外観にはほとんどこん跡は残らないが，**第4図**に示すように銅テープや絶縁体などにき裂がはいっており，ケーブルの寿命を著しく短縮する原因となる。

なお，ソリッドアルミ導体ケーブルは衝撃応力が一線心のみで緩和されるため，他線心への被害はより線導体ケーブルより少ない。

4.2.2　曲げ強さの比較

ケーブルの取り扱いやすさを知る一つの目安として，片持ばり法によるたわみ試験で曲げ強さの比較を行なった。曲げの強さはケーブルの合成ヤング率(E)と，合成断面二次モーメント(I)の積で表わされる。試験は長さ1.5 mの試料の上端を固定して垂直につり下げ，下端に張力計を取り付けて水平方向に往復数回引張って，張力とたわみ量の関係を求めた。この関係はヒステリシス曲線として図示されるので，この傾斜角より低荷重状態でのEI値を計算により求めた[5]。

試験結果は**第5表**に示すとおりである。

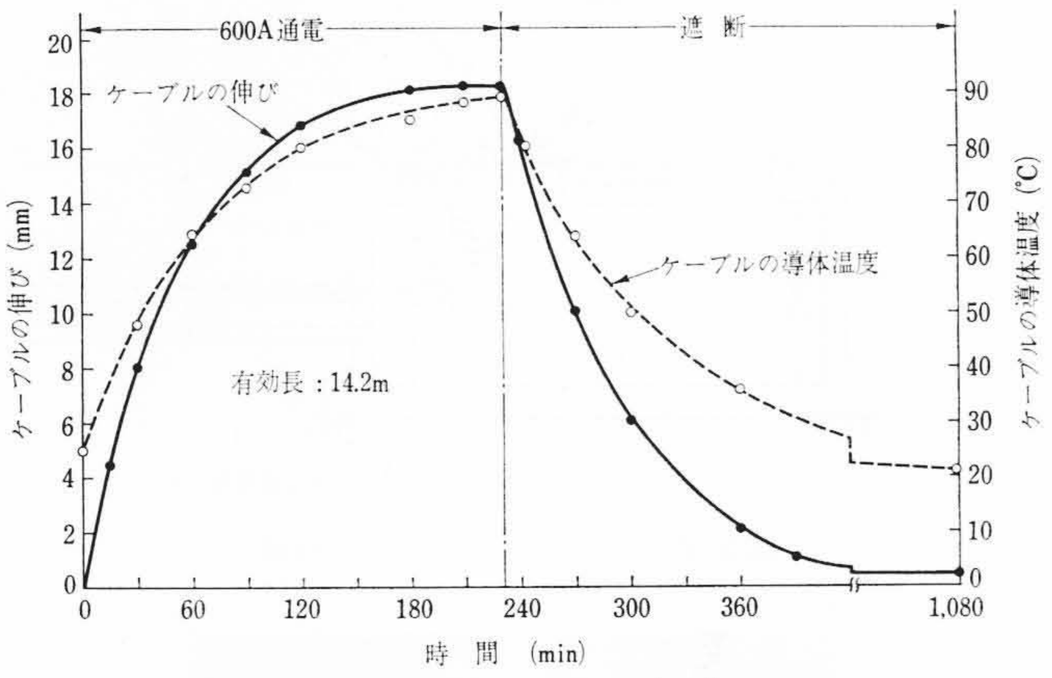
No. 2とNo. 3を比較すれば，ソリッドアルミ導体ケーブルはより線導体ケーブルの約2倍の曲げ強さといえる。また，EI値は導体断面積にほぼ比例している。次にNo. 5の325 mm² ケーブルを，70 kV 1×400 mm² OFケーブルのEI値19.2×10^5 kg-cm²[5]と比較すれば，曲げ強さは1/7であるので延線にはあまり問題でない。ただ，曲げ強さに対しケーブルが軽いこと，曲げに対する塑性変形量が小さいこと，端末および接続工事の際の小細工がより線導体ほど容易でないことから，曲げにくいという印象を受ける。前2者は金車による架空延線工事の際などではむしろ有利な特性である。後者は今後工具の開発により解決しなければならない問題である。

4.2.3　引入れ試験

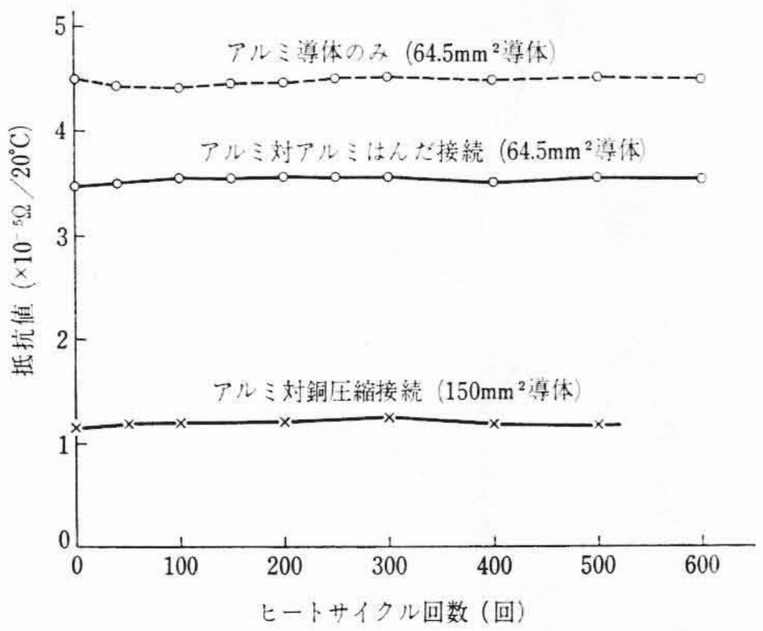
前述のたわみ試験から，ソリッドアルミ導体ケーブルの布設工事は問題ないことがわかるが，ここではNo. 5の325 mm² ケーブルを試料とし，管路引入れ試験を行なった。試験には日立電線株式会社日高工場構内の実験用マンホールと6インチのエタニット管路を用いた。

第5図はその状況を示した略図である。

この試験では引入れ条件を過酷にするため，管路口に近い側の



第7図　ソリッドアルミ導体ケーブルの伸びの温度特性



第8図　ヒートサイクルによる抵抗の変化

Bマンホール口よりケーブルを引入れた。引き入れ準備としてはマンホール口にラッパ状の誘導マウスを固定し，管路口にケーブル誘導用コロを**第6図**のように配置した。

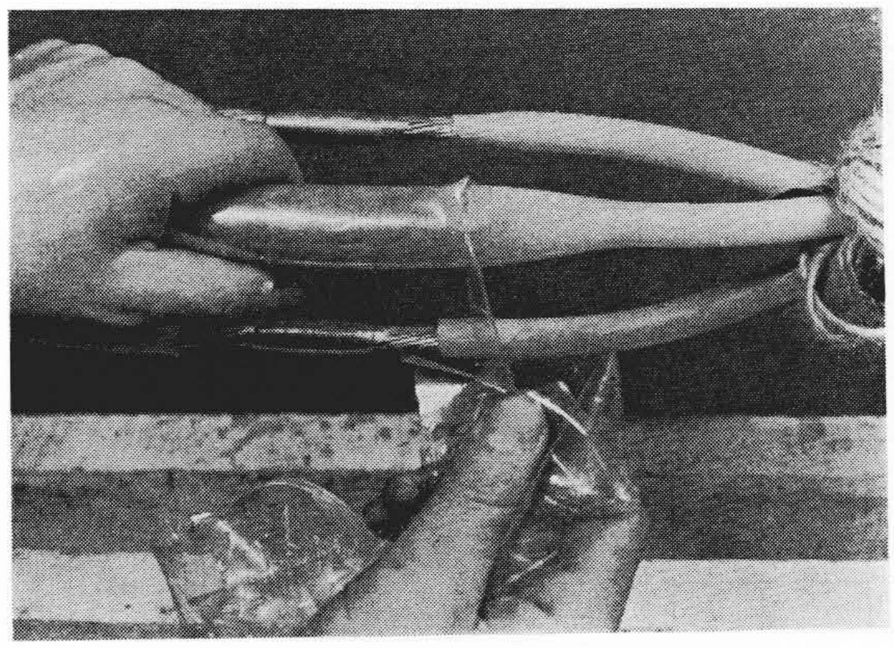
この状態でケーブルを40m引き入れたが，最終張力は140～150 kgであった。管路のみの摩擦抵抗は，摩擦係数を0.5としても約60 kgであるので，80～90 kgがドラムの繰出し張力と，ガイド屈曲部分での抵抗に相当する。マンホール入口側の抵抗は管路長さとは無関係であるので，長距離管路延線の場合ほとんど無視できる。

この試験の終わりに管路出口の引出し部にて，立上り工事の癖取り試験を行なったが，4名の作業者によりケーブル外径の約15倍の屈曲半径を保ち，容易に立ち上げることができた。

4.3　熱膨張伸縮試験

電気用アルミと銅の線膨張温度係数はそれぞれ1℃につき23×10^{-6}と17×10^{-6}であり，アルミのほうが約30%大きい。このためアルミ導体ケーブルを採用する場合には，あらかじめ使用時の熱膨張収縮を考慮し，ケーブルのスネーク布設やマンホール内でのオフセット量に注意しなければならない。

この試験は，伸縮が問題と考えられる325 mm²ソリッドアルミ導体ケーブルを15.5 m（有効長14.2 m）用いて行なった。ケーブルをコロの上に水平に配置して片端を固定した。他の自由端にはダイヤルゲージを取り付け，導体温度がほぼ90℃となるような電流（約600A）を通電したときの伸びと，電流を遮断して導体温度がほぼ室温に戻るまでの収縮を調べた。この結果は**第7図**に示すとおりである。ケーブルの伸縮量は計算値より15%ほど少ないが，この差は線心に“より”があるため，円周方向への逃げで緩和されたものと考えられる。しかし，実際の布設工事計画に際しては，この差は安全率として無視し，計算上の伸縮量を基準としてよい。



第9図　モールド後のおさえテープハク離状況

なお，この試験の際，ケーブル表面長手方向に粘着ビニルテープを直線上にはりつけ，伸縮時のねじれを調べたが，ねじれは全然なかった。また，絶縁体，シースともに導体にまったく追従していることも確認した。

5.　ケーブルの接続

5.1　導体の接続

扇形銅より線の接続は，普通導体と同じくスリーブを用いたはんだ揚げまたは圧縮接続が容易にできるので，ここではアルミ導体の接続について述べる。

アルミ導体の接続として実用，または検討されているものに，はんだ揚げ接続法，圧縮接続法，溶接接続法，アルミ鋳込法，テイカウエルド法やボルトによるクランプ法などがある。これらの接続法のうち，従来の銅導体接続技術をそのまま利用できるものは，はんだ揚げ法と圧縮法である。前者はアルミ対アルミ，アルミ対銅の接続に，後者はアルミ対アルミの接続に適している。

5.1.1　はんだ揚げによる接続

銅，銅合金，鉛および鉄などのはんだ接続は，スズ-鉛系合金と，樹脂などのフラックスを使って行なわれる。しかし，アルミは空気中においてきわめて短時間に酸化被膜を形成し，この被膜が機械的に強固で，電気的に高絶縁性であるため，アルミの接続に当たってはこの被膜を特殊なフラックスで化学的に溶解するか，あるいは機械的に破壊して除去しながら行なわなければならない。より線接続の際，各素線の表面をはんだで“湿らす”ためには，特殊フラックスの助けが必要であるが，いったんアルミ表面をはんだメッキすれば，あとは銅などとまったく同様にはんだ付けが可能となる。

5.1.2　圧縮による接続

圧縮による接続はスリーブと圧縮工具を用いるだけでよく，簡便であるので広く用いられている。ところがアルミ対銅などの異種導体接続においては，互いの金属の電極電位が異なるため，わずかな水分があっても局部電池作用による低品位金属（ここではアルミ）の腐食が起こる[6]。これを防止するためアルミと銅の接触面に特殊な合金層を介在させたうえで圧縮接続する。この特殊合金層はアルミとほぼ同電位のもので，アルミが直接腐食するのを防止している。

5.1.3　導体接続部の特性

導体接続部の特性判定の基準としては，導体接続部抵抗，引張荷重などがある。前者は接続部と同等長の導体抵抗値より接続部の値が低いこと，後者は導体自身の引張荷重値の50%以上であることが要求されている。これらの性能のほかにさらに重要なことは，負荷ヒートサイクルによって接続部の抵抗値が変化しないこ

とである。ヒートサイクルにより接続部の抵抗値が上昇するものでは，長年月にわたる満足な使用に耐えることがむずかしい。

第8図ははんだ接続部および圧縮接続部のヒートサイクル後の抵抗値の測定結果を示したものである。いずれも抵抗値の上昇はなく良好な結果を示している。

5.2 絶縁体の接続

6kV級ゴム・プラスチックケーブルの絶縁体接続は，通常自己融着性テープ巻きで十分であるが，寸法に制限がある場合，完全水密性を要する場合や，移動用を目的とする場合などでは，ケーブル絶縁体と同質材料によるモールド接続が必要になる。

モールド接続においても，導体を接続し絶縁体を鉛筆削り状に削りとるまではテープ巻き式と同様である。このあとモールド部分の絶縁体として，照射ポリエチレンテープ（ハイレイテープ）を所定の厚さに均一に巻き，内部加圧と整形のためマイラーテープを2層巻いて軽くおさえ，この部分を加熱し溶融接着させる。この加熱には電熱線を巻いて通電加熱するか，トーチランプを用いて部分加熱をしてもよい。ただし，トーチランプによる場合は，直接裸火を線心に当てないよう保護層が必要である。

架橋ポリエチレンケーブルではモールド部を150～180℃に約10分間保ち，内部が透明になるまで加熱を続ける。このあと徐冷して80℃以下になったらマイラーテープをはぎとる。**第9図**はモールドを終了した線心を示している。

ポリエチレンケーブルの場合も同様の方法で可能であるが，加熱温度を低目に保ち線心が溶けないよう注意しなければならない。

絶縁体モールド接続後の外部シース接続処理は，使用場所，使用目的に応じて，一般テープ巻式接続の場合と同様に行なえばよい。このモールド接続は30kVケーブルまで実施し実用に供している。

なお，6kV以下のケーブルの絶縁体接続には，以上の方式より簡便な，絶縁コンパウンド注入方式も検討中である。

6. 結　　言

以上，今回開発実用化した6kV扇形導体ケーブルについて述べたが，これらの要点をまとめると次のようになる。

（1） 扇形導体3心ケーブルは，従来の円形導体ケーブルより仕上外径が10%以上小さい。このため重がい装を必要とする鉱山用立坑ケーブルや，化学工場用重防食ケーブルで特に経済性を発揮できる。

（2） 扇形導体構造のケーブル製造技術が確立されたため，導電率の低いアルミ導体の採用が容易となった。

（3） ソリッドアルミ導体ケーブルは，取扱作業の困難性が懸念されていたが，普通導体ケーブルと大差ないことが確認された。むしろ，金車による架線工事などでは軽量でたわみが小さいため布設が容易である。

（4） アルミ導体ケーブルの接続法としては，はんだ揚げ法，圧縮接続法が確立され，負荷ヒートサイクル試験でも異常は認められなかった。

（5） 絶縁体の接続は目的に応じてモールド接続ができる。

この種ケーブルについてはまだ多量の使用実績を得るまでには至っていないが，今後6kV級をはじめとし，さらに高電圧ケーブルへと進められるものと考えられる。

終わりに種々ご指導いただいた東北電力株式会社関係各位，日立電線株式会社の各位に厚く謝意を表する次第である。

参　考　文　献

（1） 真田，大和，水上：日立評論 別-**21**，8（昭 32-12）
（2） 依田，吉岡，富田，佐藤：日立評論 別-**35**，47（昭 35-5）
（3） 増岡，吉岡，橋本，浜田：日立評論 **45**，1869（昭 38-11）
（4） 富田，橋本，加藤，佐藤：電四連大 905（昭 36）
（5） 渡辺，網野，千葉，卜部，遠藤：日立評論 別-**43**，12（昭 36-6）
（6） 川西，大内：日立評論 **45**，828（昭 38-5）

特　許　の　紹　介

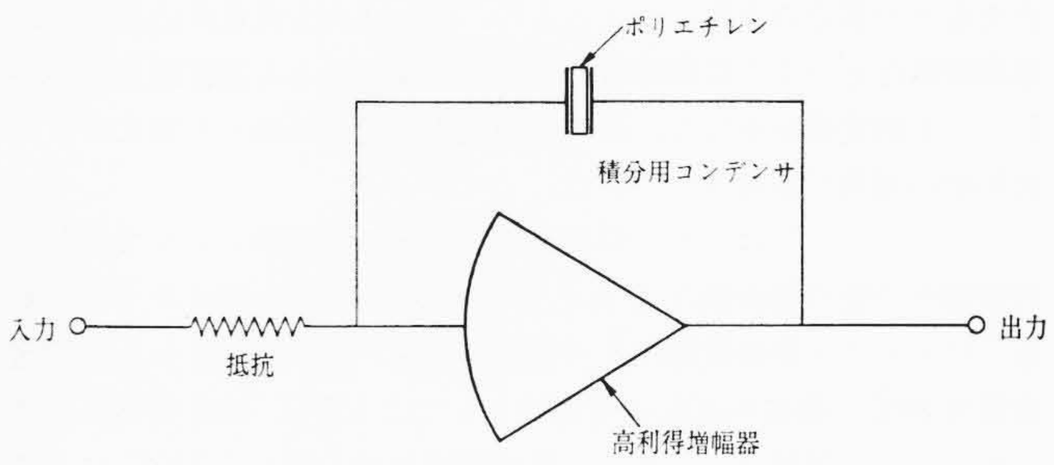
三浦武雄・川松俊治

特許 第315241号(特公昭39-1471号)

アナログ計算機用積分コンデンサー

アナログ計算機の総合演算誤差は，従来からその原因解明のための種々解析が行なわれてきたにもかかわらず，決定的な要因がいかなるものであるかについては全く不明であった。本発明はその要因が積分器内におけるコンデンサーに依存することを見いだし，この演算誤差を従来のものに比し，著しく小となし得たものである。

一般にコンデンサーは吸収現象を呈するが，図示するような積分器のためのコンデンサーとして使用した場合，演算誤差は誘電体の分極率をα，演算周波数をωとすると$K(\alpha)\omega^{\alpha}$で表わされることがわかった（$K(\alpha)$を積分器吸収誤差係数と呼ぶ）。そのため本発明は誘電体として吸収誤差係数が小さい高密度（比重0.94以上）のポリエチレンを使用し，さらに静電容量温度係数が常温で影響のない状態（1×10^{-4}以下）のものを用いるようにしたものである。このような構成を有する本発明のコンデンサーは，アナコン用の積分コンデンサーの領域で使用した場合，従来のものに比し演算誤差の著しい減少が可能なものである。（高崎）



第 1 図