

70 kV 1 × 100 mm² 移動用ケーブル

70 kV 1 × 100 mm² Portable Power Cable

増岡 信雄*
Nobuo Masuoka

吉岡 正幸*
Masayuki Yoshioka

橋本 勇二郎*
Yuujiro Hashimoto

浜田 義雄*
Yoshio Hamada

内 容 梗 概

このたび日立電線株式会社では、関西電力株式会社に 70 kV 単心 100 mm² 架橋ポリエチレン絶縁の移動用ケーブルを納入した。

このケーブルの開発に当たっては、20, 30 kV 級のブチルゴム絶縁移動用ケーブルの知識を取り入れ、さらに、60, 70 kV 移動用ケーブルをブチルゴムと架橋ポリエチレンの両者によって試作し、各種検討をしながら完成した。また移動用ケーブルの要点であるケーブルの絶縁構成、ケーブルヘッドの寸法縮小と軽量化、取り扱いやすいケーブルドラムの開発などに重点をおいて研究を進めた。本報告ではこれらをまとめ、その概要を述べる。

1. 結 言

ブチルゴムを絶縁体としたケーブルは、たわみ性に富み、電気的、熱的に安定な特性と、布設、接続、端末処理など工事の簡易性から電力ケーブルとして、ここ 10 年間に著しく普及し、30 kV までは大量に使用されるようになった⁽¹⁾。

架橋ポリエチレン絶縁ケーブルは、ポリエチレンの分子間を架橋させることにより、熱軟化性とストレスクラッキング性が改善されたケーブルであるため、ポリエチレン本来のすぐれた電気的、化学的特性と、軽量なことから、ブチルゴムケーブル以上に急速な発展を遂げつつある⁽²⁾。

移動用ケーブルは、変電所の点検、工事の際の仮設備、事故時の応急用、臨時負荷の給電用など多種多様の目的に用いられるため、ブチルゴムや架橋ポリエチレンの利点を有効に生かさねばならない。

移動用ケーブルには、一般電力ケーブルと同様な電気的、機械的特性のほかに、次のような性質が必要である。

- (1) 巻き取り、巻き戻しを繰り返すので、たわみ性が良好なこと。
- (2) 繰返し屈曲による特性変化のないこと。
- (3) 軽量で取り扱いが容易なこと。
- (4) 使用時に端末処理が不要で、直ちに使用できること。
- (5) 端末付きケーブルを収納するに容易なドラムを持つこと。

これらの要求を満たすためには、ゴム・プラスチック系の固体絶縁材料を用いたケーブル以外には適当なものがなく、従来の 30 kV 移動用ケーブルでは、ブチルゴムを絶縁体とし、両端にブチルゴムのモールド端末を設けて数年間使用してきた。しかし、さらに高電圧化し、60, 70 kV 級の移動用ケーブルを実現させるには、単位絶縁厚さ当たりの絶縁耐力の高い架橋ポリエチレンの採用が望ましく、また、目的に応じては、ブチルゴムが使用される場合もあるので、両者の試作を 60, 70 kV 級ケーブルについて行なった。またこの端末は、それぞれ、架橋ポリエチレンおよびブチルゴムのモールドによるコンデンサ分圧形ケーブルヘッドで試作し完成した。

今回、関西電力株式会社に納入した 70 kV 単心 100 mm² 架橋ポリエチレン移動用ケーブルと同一のケーブルは、日立電線株式会社日高工場構内の実負荷試験場で、長期課電試験を実施中であるが、本報告では、60 および 70 kV 移動用ケーブルの設計、製造と性能試験結果から、一応の結論を得ることができたので以下報告した

* 日立電線株式会社日高工場

第 1 表 移動用ケーブルの設計基準値

ケーブル種類 項 目	60 kV ケーブル		70 kV ケーブル	
	初期課電 電圧(kV)	試 験 方 法	初期課電 電圧(kV)	試 験 方 法
交流耐電圧(わく長)	95	10 分間印加	110	10 分間印加
衝撃耐電圧(試料)	420	420 kV/3 回+ 20 kV/3 回昇圧	480	480 kV/3 回+ 20 kV/3 回昇圧
交流長時間耐電圧 (試料)	130	130 kV/1 時間+ 10 kV/1 時間昇圧	150	150 kV/1 時間+ 10 kV/1 時間昇圧

い。

2. 設計上の諸問題

移動用ケーブルでは、ケーブル外径は極力小さく、また軽量なことが望ましいので、電気的な所要性能も必要以上に高目を選ぶ必要はないが、繰返し屈曲⁽³⁾や長期使用による経年変化を考慮して、その初期特性の設計基準値を第 1 表のように定めた。

一般にブチルゴムや架橋ポリエチレンケーブルの設計では、絶縁体厚さの決定基準は、衝撃耐電圧よりむしろ交流長時間耐電圧に依存する⁽⁴⁾。OF ケーブルでは逆に衝撃耐電圧が絶縁体厚さを左右する。これはブチルゴムや架橋ポリエチレンケーブルでは単位厚さ当たりの絶縁耐力が、OF ケーブルより低いため、絶縁体が厚目になるが、衝撃破壊電圧は絶縁体厚さにほぼ比例して増加するためである。

第 1 表の全長交流耐電圧は、OF ケーブルの JCS 267 の規格値と同じ値を選んだもので、系統の大地間電圧の約 2.5 倍に相当する。また試料の交流長時間破壊試験初期値は、OF ケーブルでは JCS 267 によれば、交流耐電圧値を 6 時間印加することになっているが、上記設計条件と、ゴム、プラスチックケーブル特有の時間特性があまり顕著でない⁽⁵⁾⁽⁶⁾ ことから、電圧を約 40% 高め、時間は 1 時間と短縮した。衝撃耐電値は BIL の 120% と、JCS 267 と同一とした。

ケーブルヘッドの所要特性は、第 1 表に合わせ、70 kV の特性のもので検討した。

3. ケーブルおよびケーブルヘッドの構造

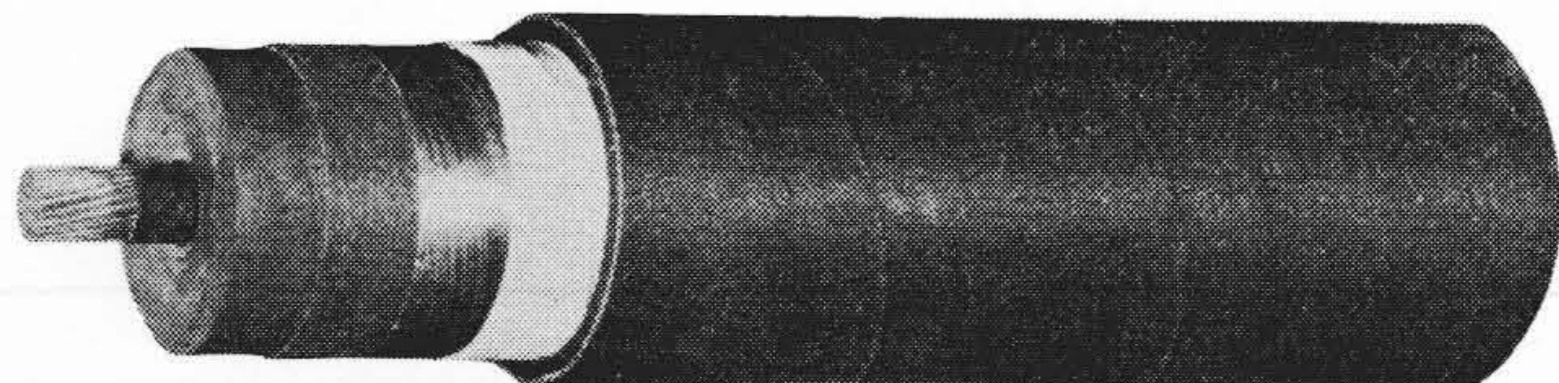
3.1 ケーブル構造

ケーブルの導体断面積は通常電流容量から定められるものであるが、移動用ケーブルでは 100 mm² 程度が適当であり、70 kV ケーブルでは送電容量が約 30 MVA となるので、まずこの断面積を選んだ。60~70 kV ケーブル構造は第 2 表のとおりである。

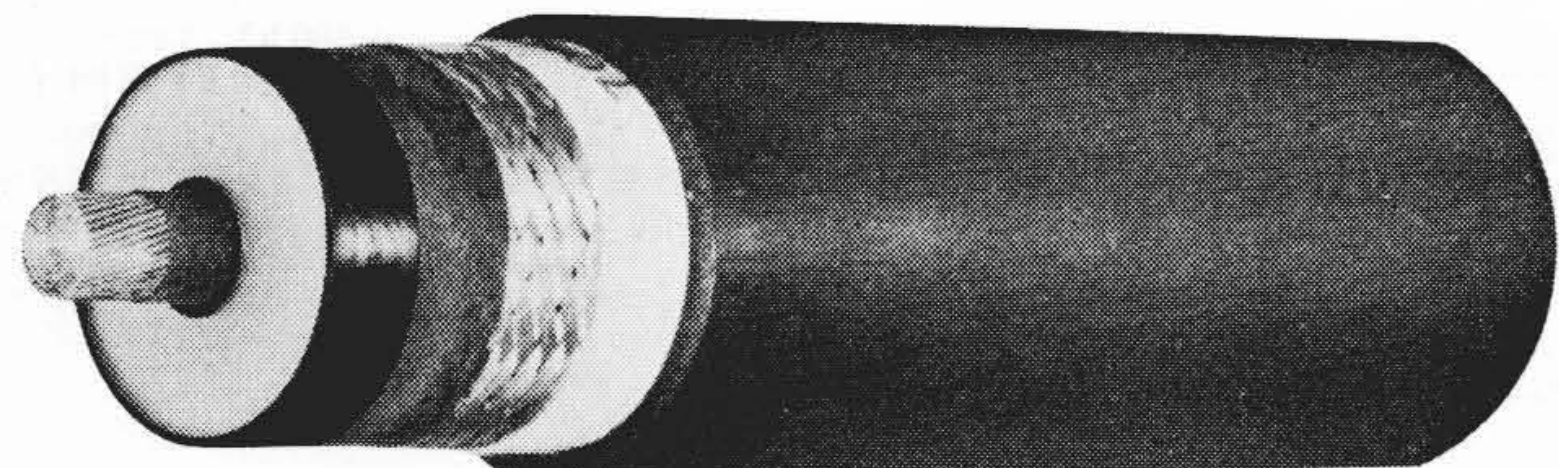
60 kV 試作ケーブルの導体構成には太目の素線を用いたが、実際

第 2 表 移動用ケーブル構造表

項 目	単 位	仕 様			
ケ ー ブ ル 種 類	—	ブチルゴムケーブル		架橋ポリエチレンケーブル	
公 称 電 圧	kV	60	70	60	70
導 体	断 面 積	mm ²	100	100	100
	構 成	No/mm	37/1.8	127/1.0	37/1.8
	外 径	mm	12.6	13.0	12.6
絶 縁 体 厚 さ (内部半導電層を含む)	mm	18.0	20.0	15.0	17.0
外部半導電層厚さ	mm	0.35	0.35	1.85	1.85
遮 へ い 層 厚 さ	mm	0.15	0.5	0.15	0.5
綿 テ ー プ 厚 さ	mm	0.5	0.5	0.5	0.5
外 部 シ ー ス 厚 さ (材 質)	mm	4.0 (クロ ロブレン)	4.1 (クロ ロブレン)	3.2 (塩化ビニル)	3.3 (塩化ビニル)
概 算 外 径	mm	59	63	55	60
概 算 重 量	kg/km	5,240	5,500	3,370	3,500
標 準 静 電 容 量	μF/km	0.2	0.2	0.15	0.15
許 容 電 流	A	300	300	320	320
備 考	—	試 作 品	試 作 品	試 作 品	納 入 品



第 1 図 60 kV 単心 100 mm² ブチルゴム電力ケーブル



第 2 図 70 kV 単心 100 mm² 架橋ポリエチレン
移動用ケーブル

に長年月使用される移動用ケーブルでは、よりたわみ性に富んだ構成が望ましく、細い素線を同心よりとした導体を採用した。

導体遮へいは、交流耐電圧に対する電位傾度を軽減し、絶縁体と一体化して、繰返し屈曲による電気的特性の低下を防止する目的でブチルゴム、架橋ポリエチレンケーブルともに絶縁体と同質の半導電性混和物による層を設けた。

試作ケーブルの絶縁体の外部遮へいはブチルゴムケーブルでは半導電性テープと金属テープ巻の組み合わせとしたが、架橋ポリエチレンケーブルについては、テープと絶縁体との接着が不完全となるので、導体上と同じく、半導電性混和物による層を施した。実際の移動用ケーブルでは金属テープ巻の代わりに従来どおり編組構造を採用している。第 1, 2 図に完成ケーブルの構造外観を示す。

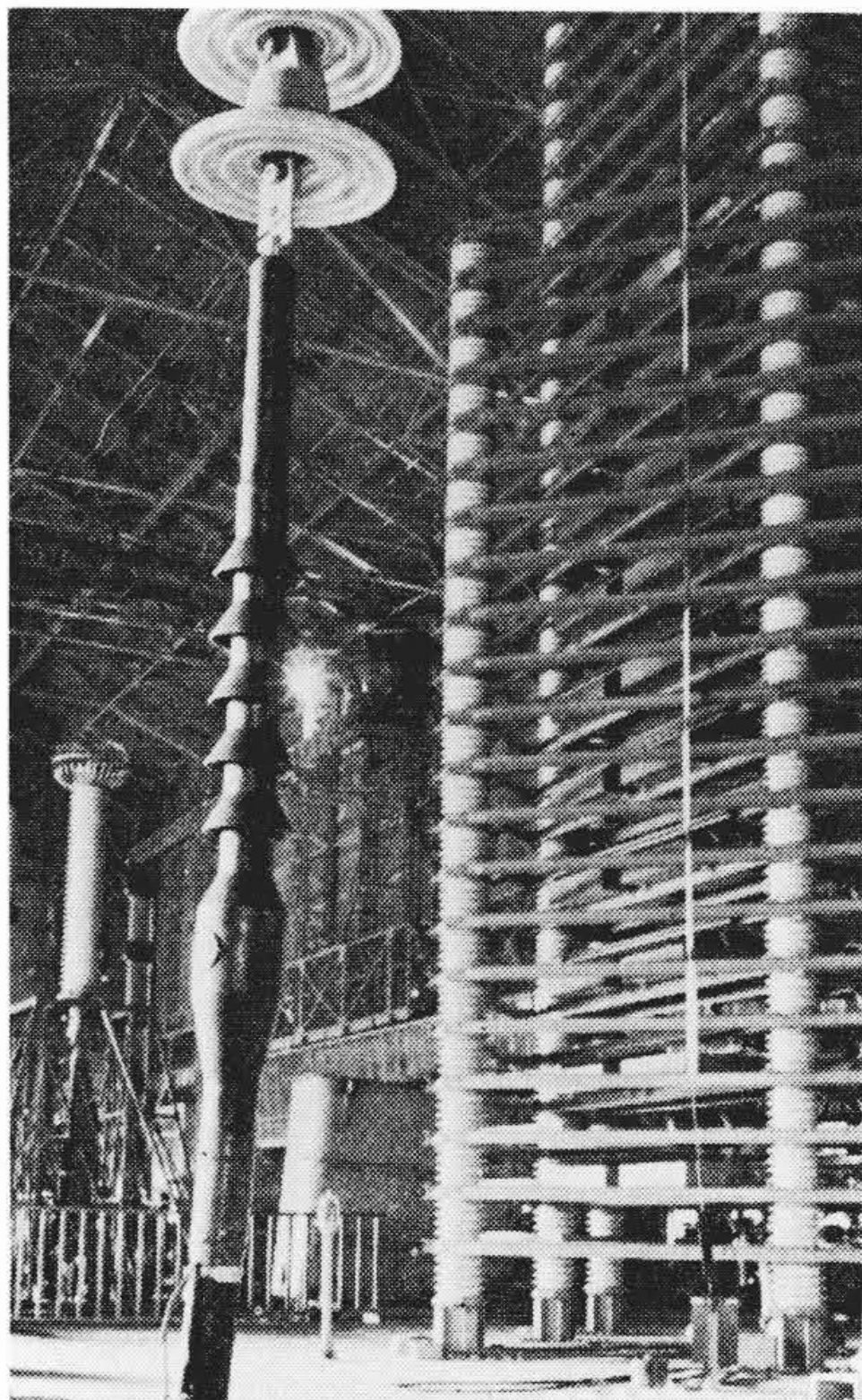
3.2 ケーブルヘッドの構造

移動用ケーブルでは、ケーブルヘッドが重要な地位をしめる。ケーブルヘッドに要求される一般的な性能は次のとおりである。

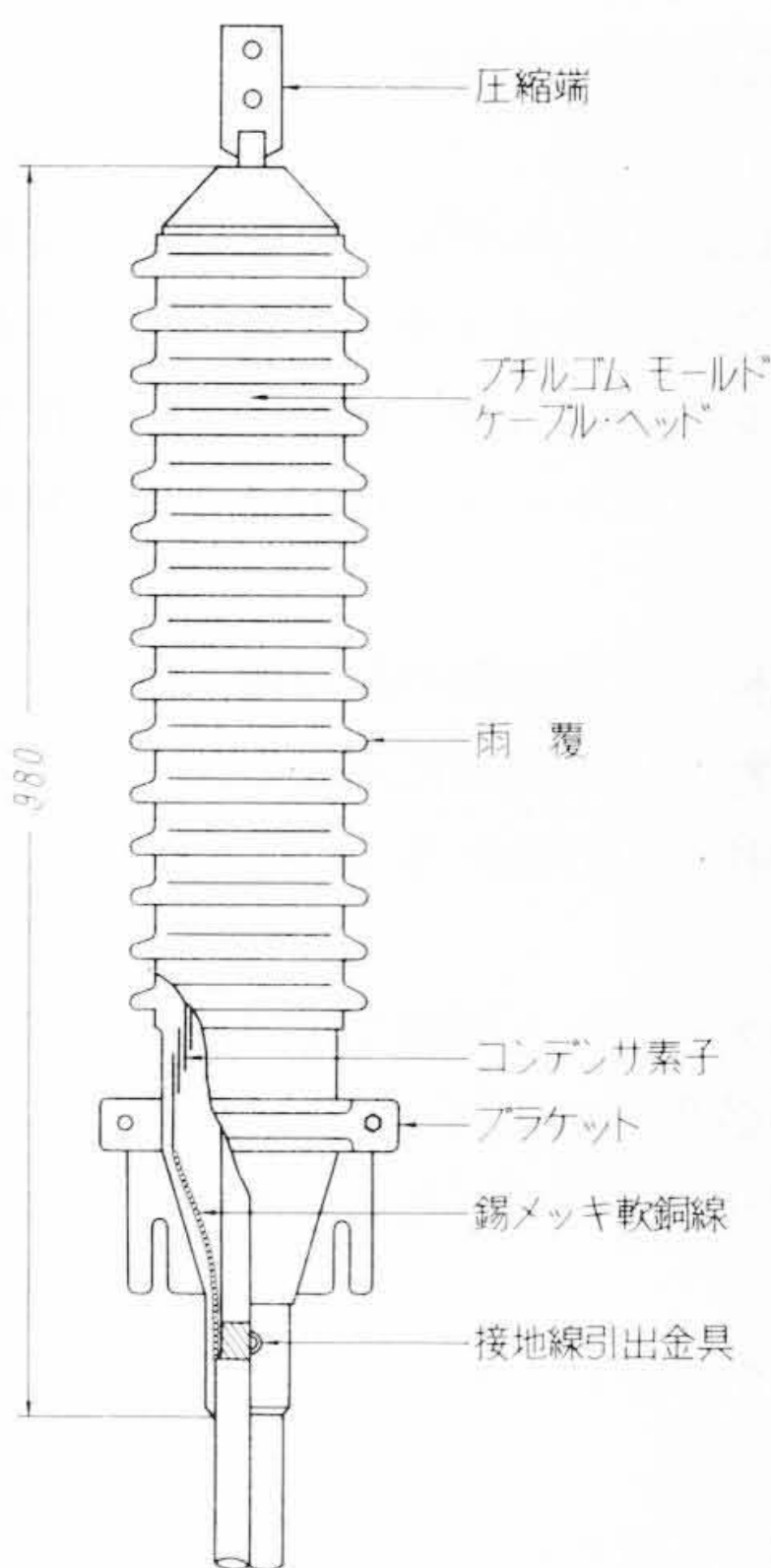
- (1) 移動による使用が可能なこと。
- (2) ケーブルと同等以上の電気的特性を持つこと。
- (3) なるべく軽量で、小寸法であること。
- (4) 耐汚損性の良好なこと。
- (5) 機械的な強度がすぐれていること。

従来の 30 kV 級までの移動用ブチルゴムケーブルでは、第 3 図のようなブチルゴムをモールドした、遮へい形ケーブルヘッドが用いられてきた⁽⁷⁾。このケーブルヘッドは、ケーブルとほぼ同程度のたわみ性をもち、取り扱いが便利であるが、全長が長くなる欠点がある。

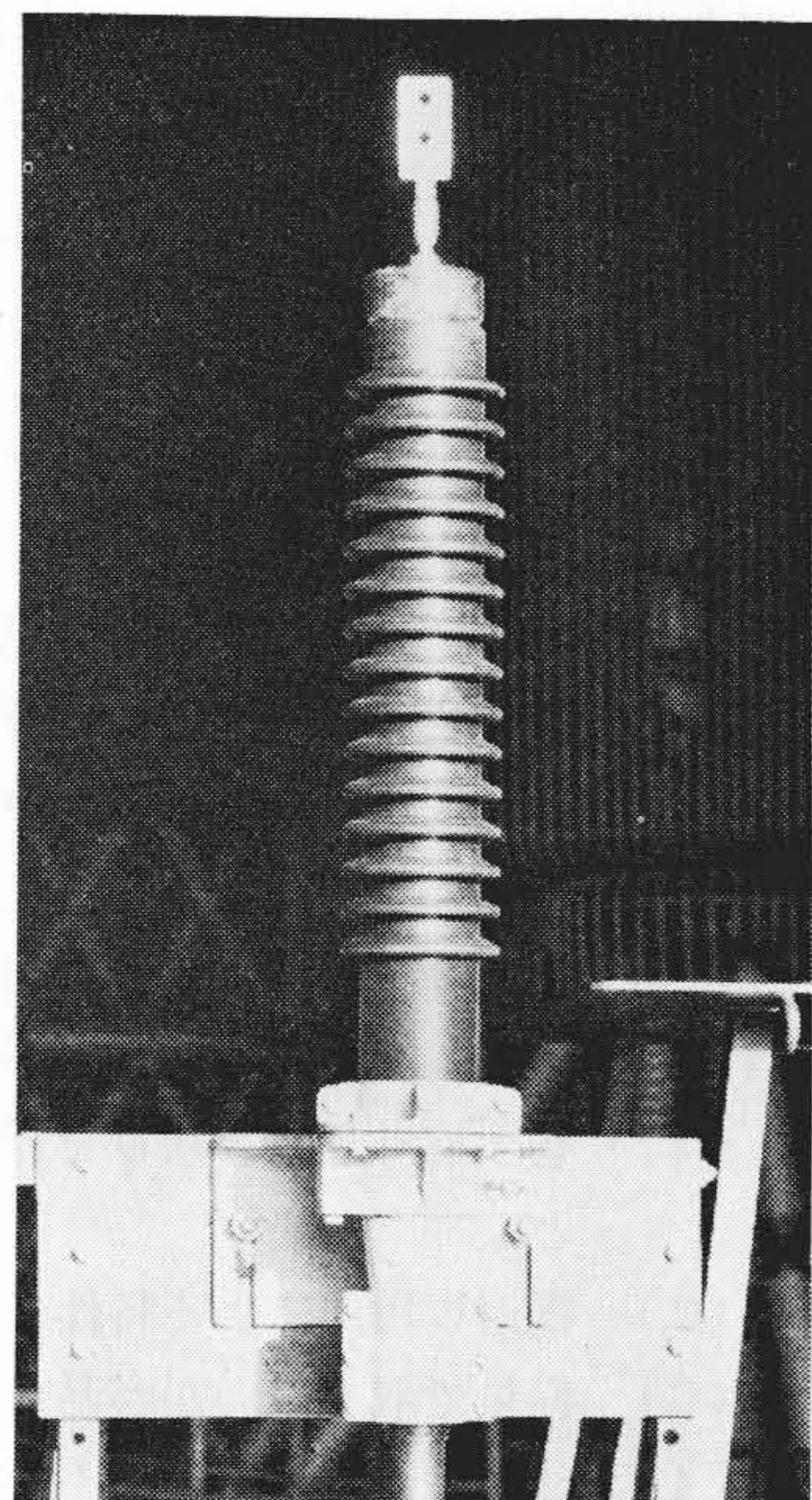
70 kV 級のケーブルに対しても同様の構造で、所要特性が得られるものと予想されたが、今回は全長の寸法を縮小する目的でコン



第 3 図 30 kV 単心 100 mm² ブチルゴム移動用ケーブル
ブチルゴムモールド遮へい形ケーブルヘッド



第 4 図 70 kV ブチルゴムモールド
コンデンサ形ケーブルヘッド



第 5 図 70 kV 架橋ポリエチレンモールドコンデンサ形
ケーブルヘッド

デンサ分圧形ケーブルヘッドを採用した。ブチルゴムケーブルに対してはブチルゴムのモールドを行ない、架橋ポリエチレンケーブルに対しては架橋ポリエチレンでモールドした。コンデンサ素子は、ケーブルの導体遮へいに用いた導電性混和物と同質の材料を使用した。第 4 図にブチルゴム、第 5 図に架橋ポリエチレンモールドケーブルヘッドを示す。

ブチルゴムおよび架橋ポリエチレンは、耐トラッキング特性がすぐれ⁽⁸⁾、機械的性能も移動用端末としてそんな色がないので、将来実績が増えれば、この寸法も次第に縮小できるものと期待される。

4. 各種試験結果

4.1 電気的諸特性

4.1.1 わく長試験結果

完成ケーブルの主要特性を第 3 表に示す。従来の 20 kV 級ブチ

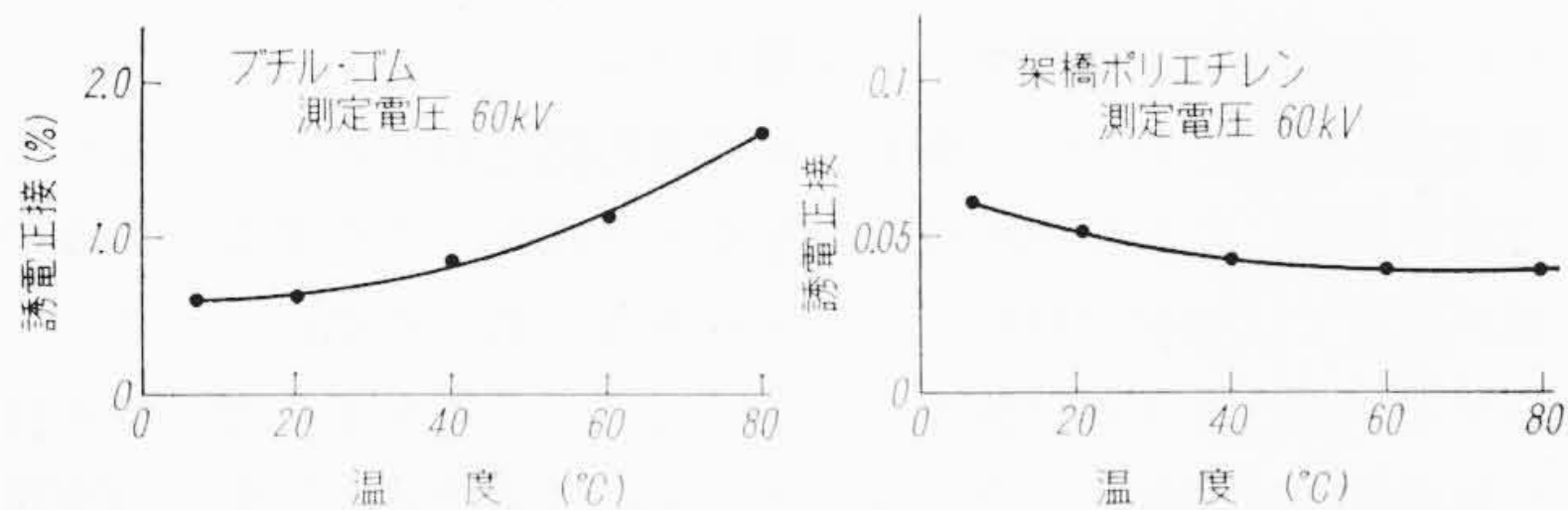
第3表 ケーブルのわく試験成績

項 目		ケーブル種別			
		ブチルゴムケーブル		架橋ポリエチレンケーブル	
公称電圧 (kV)		60	70	60	70
導体抵抗 Ω/km (20℃)	規格値 測定値	0.195 以下 0.193	0.186 以下 0.184	0.195 以下 0.193	0.186 以下 0.184
絶縁抵抗 $M\Omega/\text{km}$ (20℃)	規格値 測定値	1,500 以上 11,600	1,600 以上 13,000	7,000 以上 20,000	8,000 以上 20,000
静電容量 $\mu\text{F}/\text{km}$ (20℃)	規格値 測定値	0.2 以下 0.157	0.2 以下 0.154	0.15 以下 0.128	0.15 以下 0.121
耐電圧 kV	規格値 測定値	95×10分間 良	110×10分間 良	95×10分間 良	110×10分間 良

第4表 各種破壊試験結果

項 目		ケーブル種別			
		ブチルゴムケーブル		架橋ポリエチレンケーブル	
公称電圧 (kV)		60	70	60	70
交流長時間耐電圧 (kV)		170	230	200	240
		180*	190	200	260
		210	200	180*	220
		180	190*	220	240
交流短時間耐電圧 (kV)		192	218	232	265
		196	246	215	242
		197*	235	228	260
		205	—	196*	210*
衝撃耐電圧 (kV)		680	720	580	740
		700	680	600	720
		640	680	560	700
		560*	540*	500*	500*
		580*	580*	500*	520*

* モールドケーブルヘッド付で実施 衝撃耐電圧はいずれも表面閃絡



第6図 ブチルゴムおよび架橋ポリエチレンケーブルの誘電正接—温度特性

ルゴム、架橋ポリエチレンケーブルの特性と比較して特に差異は認められなかった。これは導体遮へい、絶縁体遮へいが所期の目標どおりの効果を持っているためと考えられる。

4.1.2 誘電正接—温度特性

試料について測定した結果を第6図に示す。架橋ポリエチレンは本質的に誘電正接が小さくその点ですぐれている。

4.1.3 各種破壊試験結果

短尺試料について交流長時間絶縁耐力試験、交流短時間絶縁耐力試験および衝撃電圧破壊試験を実施した。その結果を第4表にまとめて示す。また、この表には一部ケーブルヘッド付の試料で行なった結果も併記した。これらの結果は60, 70 kV級ケーブルの特性として十分満足なものである。通常のOFケーブルと比較すれば、特に衝撃破壊電圧においてすぐれており、その他の破壊電圧では同程度である。

4.2 機械的諸特性

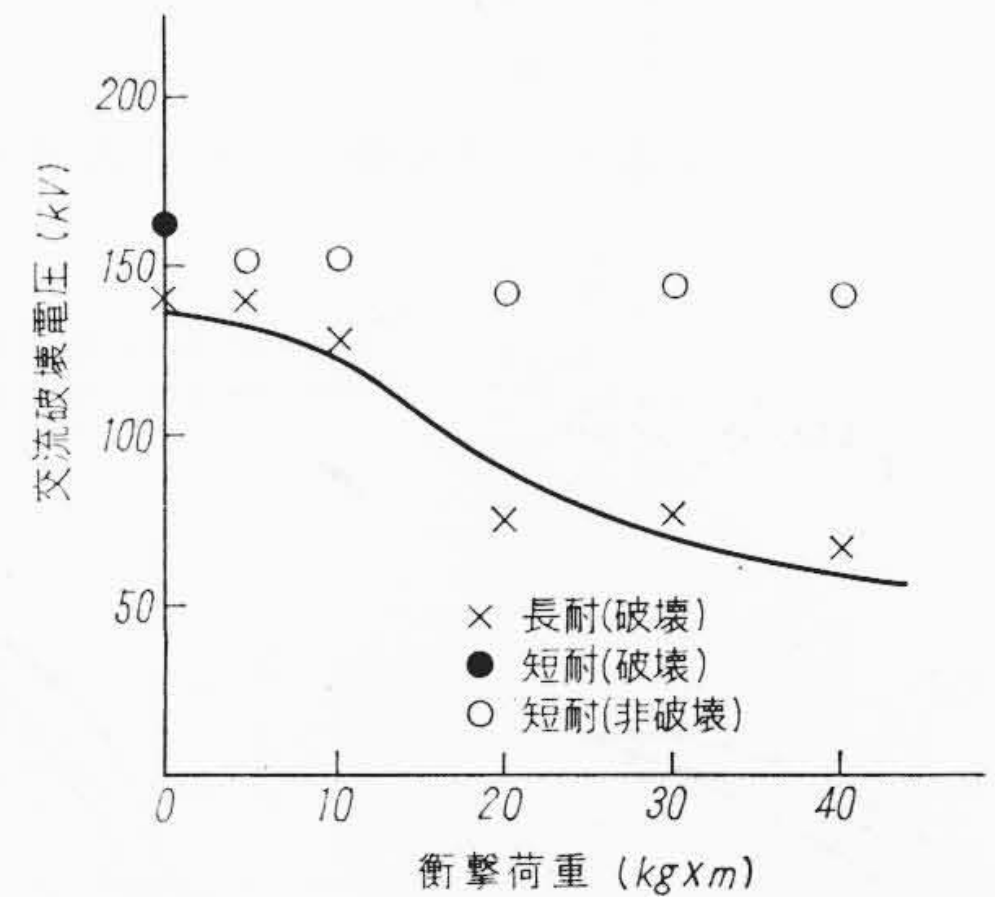
4.2.1 繰返し屈曲試験

移動用ケーブルでは、使用中多数回屈曲をうけるので、屈曲径および屈曲回数がケーブル特性に影響⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾を与えるのでこれについて検討した。その試験結果を第5表に示す。ブチルゴムケー

第5表 60kV 移動用ケーブルの30回繰返し屈曲後の電気特性

項 目	ケーブル種別	ブチルゴムケーブル			架橋ポリエチレンケーブル		
		屈曲せず	10倍径	5倍径	屈曲せず	15倍径	10倍径
誘電正接 (%)	38 kV	0.62	0.63	0.63	0.05	0.051	0.05
	66 kV	0.63	0.65	0.64	0.05	0.05	0.052
長時間破壊電圧 (kV)		170	160	170	180	180	170
		210	210	200	220	240	220
コロナ開始電圧 (kV)		60以上	60以上	60以上	60以上	60以上	60以上

(注) 一方向に180度屈曲後、もとに戻し、次に反対方向に180度屈曲したのちもとに戻し、これを1回とし、この動作を30回繰り返した。



第7図 30 kV 単心ブチルゴム移動用ケーブル衝撃荷重

ブルでは、コア径の5倍、架橋ポリエチレンケーブルでは10倍の屈曲直径で30回繰返し屈曲しても電気特性の低下は、全く認められず、良好な屈曲特性を示している。なお、この屈曲径はきわめて過酷なもので、架橋ポリエチレンケーブルではコア径の5倍径の屈曲は困難なので実施しなかった。実際使用時には、このような小さな径に屈曲されることは、ほとんどないと思われるが、高電圧ケーブルでもあるので安全性を見て、直径1m以下の極端な屈曲は避けることが望ましい。

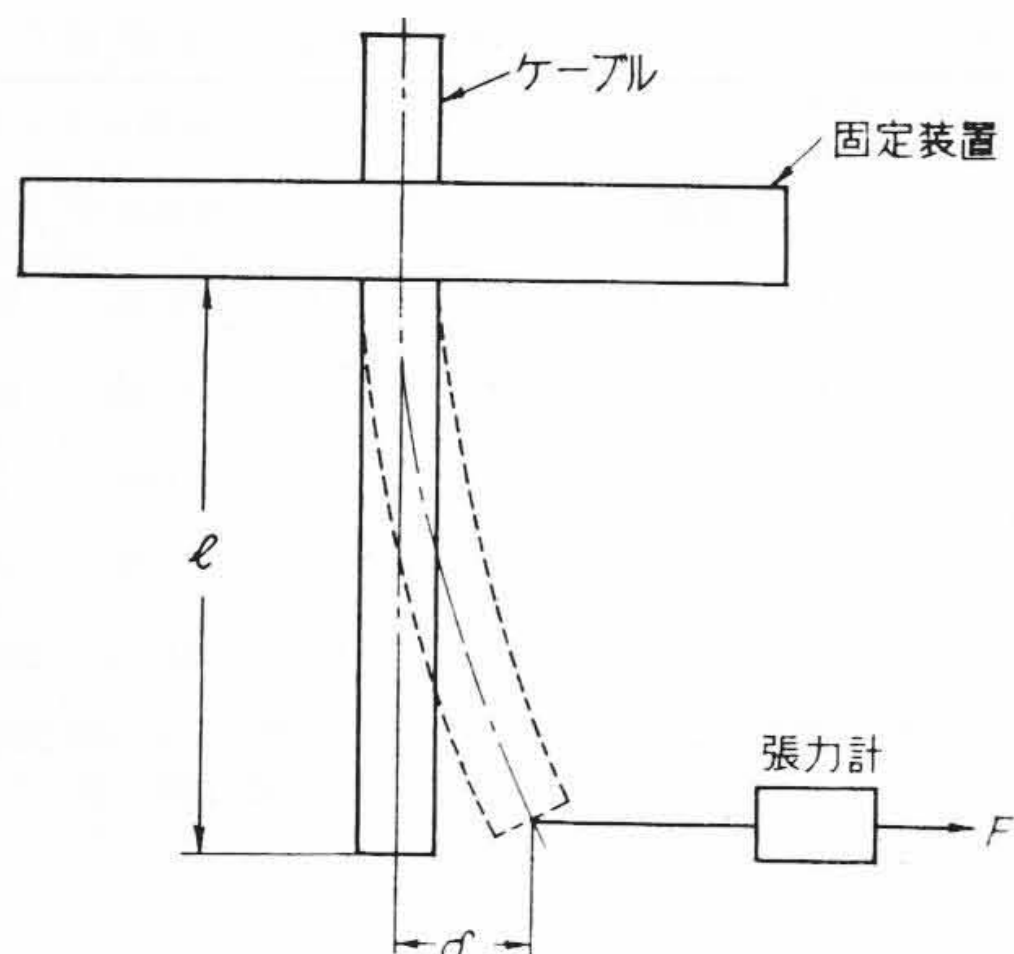
4.2.2 衝撃荷重試験

移動用ケーブルは、その用途上一般のブチルゴムケーブル以上の機械的性能を要求される。ここでは、衝撃荷重を破壊電圧特性との関係について述べる。試料には、30 kV 単心100 mm² 移動用ブチルゴムケーブルを用いた。これに予想破壊電圧以下の電圧を印加しながら、JIS C 3004 ゴム絶縁電線試験方法によって、5, 10, 20, 30 および40 kgのおもりを高さ1mの点より落下させ、ケーブルが絶縁破壊するかどうかを調べた。絶縁破壊を起こさないものについては、その後長時間絶縁耐力試験を行なった。

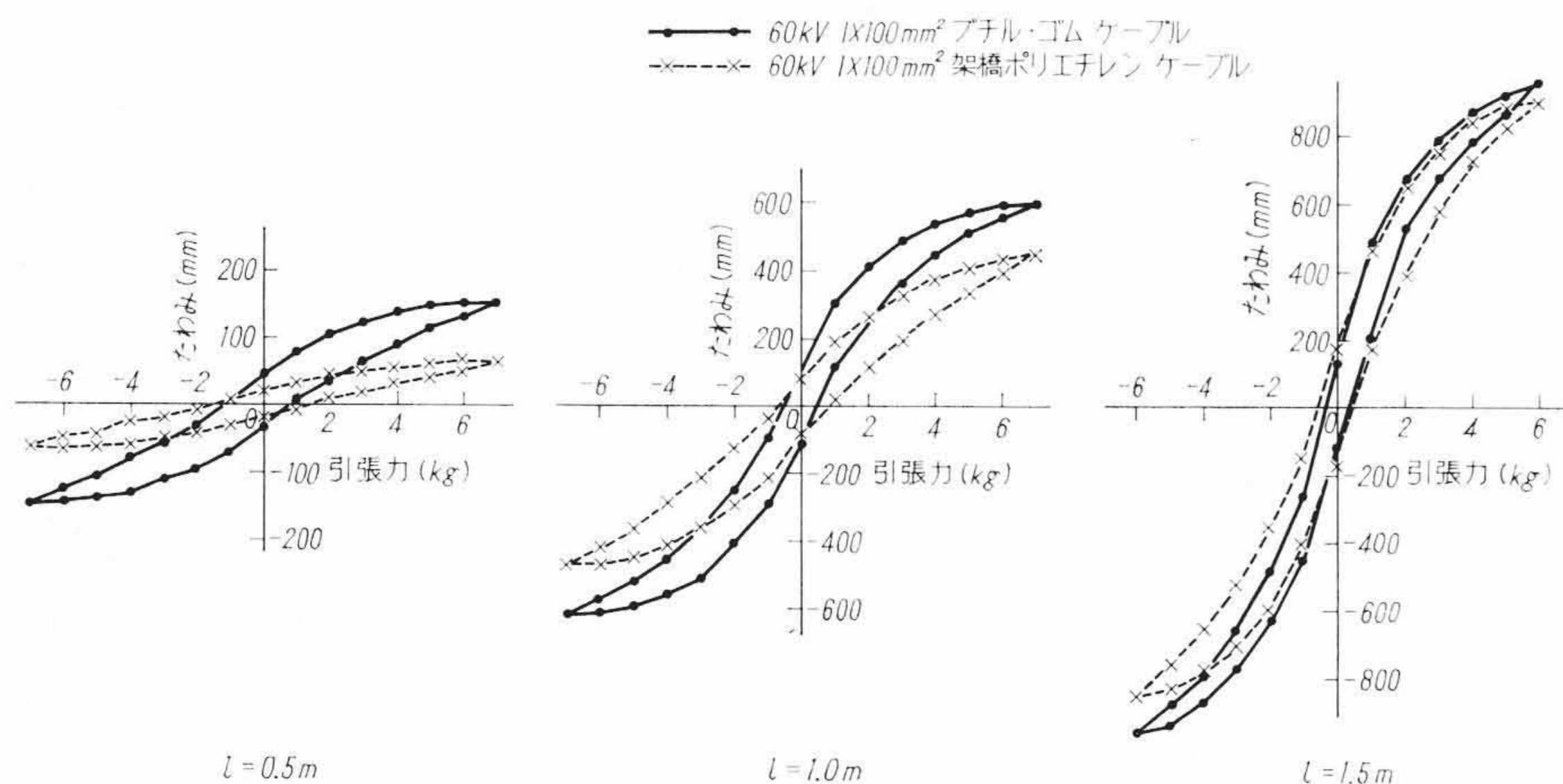
試験結果を第7図に示す。加電中に衝撃荷重を加えた場合、その瞬間あるいは直後には絶縁破壊は起こらない。しかし、衝撃荷重加圧後のケーブルの長時間破壊電圧の低下は著しく、本ケーブルの場合、その限界荷重は10~20 kg-mである。これは、10~20 kg-m以上の衝撃荷重によって、ケーブルの衝撃部はかなりの損傷をうけるが、短時間耐圧には影響が少なく、長時間耐圧ではこの損傷個所が弱点となり、コロナ放電による劣化が進むためと考えられる⁽¹¹⁾。このため、ケーブルの取り扱い時の外部応力によるケーブルの損傷(ケーブル外観は正常な場合が多い。)には十分注意が必要である。

4.2.3 曲げの強さ

移動用ケーブルの取り扱い易さの要因の一つとして曲げの強さが考えられる。曲げの強さは、ケーブルの合成ヤング率と合成断面二次モーメントの積(EI)によって表わされる。架橋ポリエチレンケーブルは、電気特性が特にすぐれており、軽量で外径が小さいなどの特長をもつが、屈曲性が劣り取り扱いが困難であると



第8図 片持ばりによるケーブル張力—たわみ特性測定法



第9図 ブチルゴムおよび架橋ポリエチレンケーブルの張力—たわみ特性

第6表 60kV 移動用ケーブルのEI測定値 (kg-cm²)

項目	試料長	0.5 m	1.0 m	1.5 m
ブチルゴムケーブル		1.50×10^4	1.92×10^4	2.46×10^4
架橋ポリエチレンケーブル		3.54×10^4	3.96×10^4	4.11×10^4
架橋ポリエチレン ブチル・ゴム		2.36	2.06	1.67

いわれていた。筆者らは、ブチルゴムケーブルおよび架橋ポリエチレンケーブルの屈曲性を求めるため、EIの測定を行なった。

EIの測定方法は片持ばり法によった。すなわち、第8図に示すように、ケーブルの片端を固定し、自由端に張力計を取り付け水平方向に往復数回引張って、張力(F)とたわみ(δ)を求め、張力たわみのヒステリシスループを描かせる。60kVブチルゴムケーブルと架橋ポリエチレンケーブルの張力たわみのヒステリシスループの一部を第9図に示す。このヒステリシスループよりEIを求める方法を次に述べる。

片持ばりの荷重とたわみの関係式は

$$\delta_{\max} = \frac{Wl^3}{3EI} \quad (1)$$

ただし、 $\delta_{\max}$: はり端の変位 (cm)

W: 荷重 (kg)

E: ヤング率 (kg/cm²)

I: ケーブルの断面二次モーメント (cm⁴)

l: 試料の長さ (cm)

となり、ヒステリシスの直線部分では

$$EI = \frac{l^3}{3} \frac{\partial W}{\partial \delta_{\max}} \quad (2)$$

となる。平行四辺形状のヒステリシスループの2辺より、低荷重

状態および重荷重状態のEIが求められる。

試料の長さlを種々変えた場合のEIの実測値を第6表に示す。ケーブルの長さの短い場合、架橋ポリエチレンケーブルのEIは、ブチルゴムケーブルのそれの約2.4倍となり、かなり屈曲性が劣るといえる。しかし、実際ケーブルを布設するときの最小屈曲径を想定すると、試料長1.0~1.5m以上に相当すると考えてよく、この場合のEIは、架橋ポリエチレンケーブルがブチルゴムケーブルの約1.7倍となり、屈曲性はかなり差がなくなり取り扱い上架橋ポリエチレンケーブルもなんら問題のないことがうかがえる。

5. 移動ケーブル用特殊ドラム

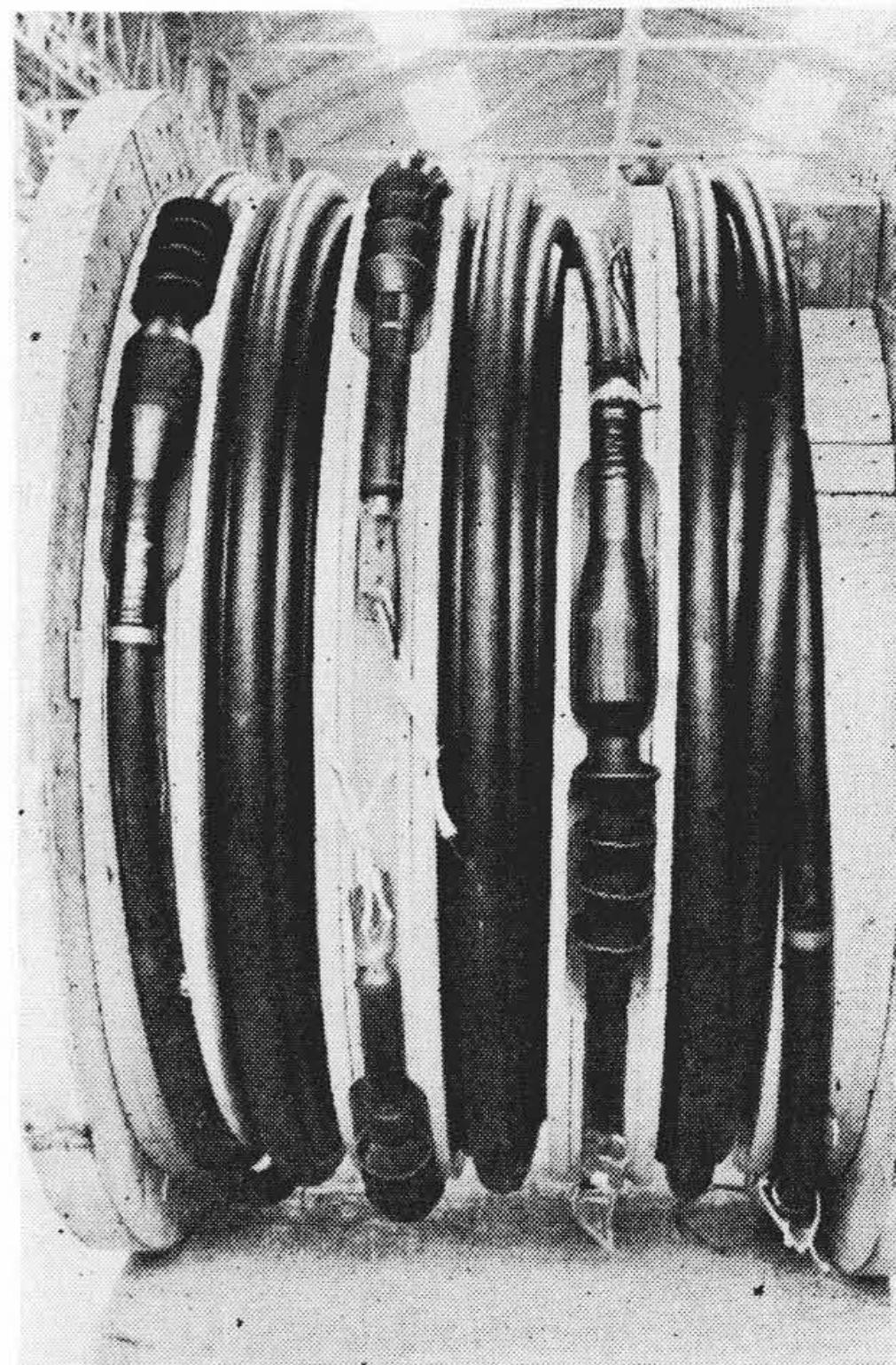
すでに述べたように移動用ケーブルは、両端にケーブルヘッドを取り付けており、何回もケーブルの巻付け、巻戻しを行なうため、普通のケーブルドラムと全く違った特殊な構造が必要である。そのほかの条件としては、

- (1) ケーブルヘッドを簡単に収納できること。
- (2) 軽量かつ堅ろうで運搬が容易であること。
- (3) ケーブル巻込み、巻戻しが簡単であること。
- (4) 保管、輸送中のケーブルおよびヘッドの保護が十分であること。

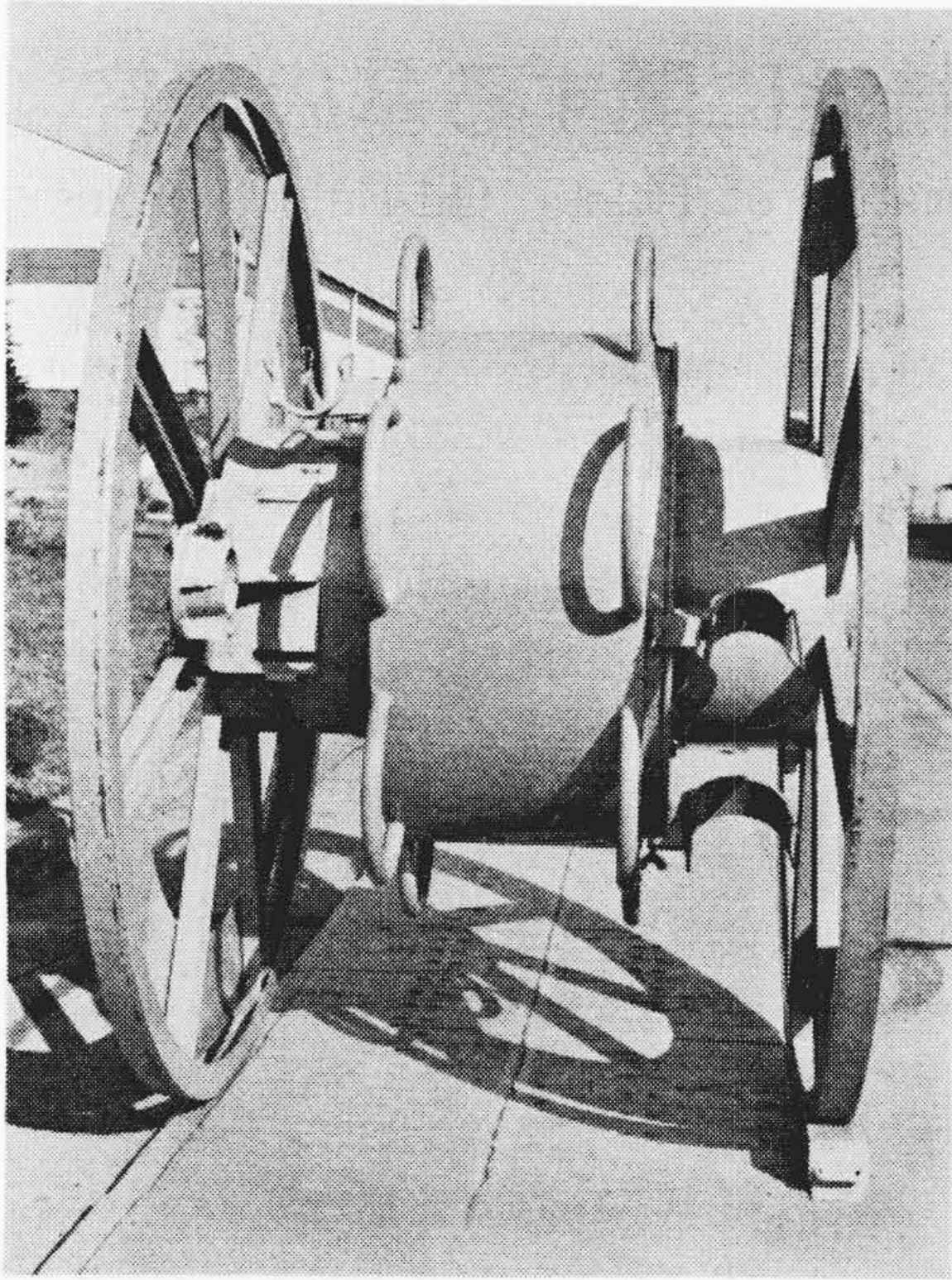
などである。これらの条件を満足するよう種々の考案を加えたドラムを作成し使用しているため、以下これらについて述べる。

5.1 30kV級以下移動ケーブル用ドラム

第10図に示すように、雨おおいの変形防止のためケーブルヘッドの型を型取った収納みぞ付のたなをもうけた。この場合、みぞの位置が固定では巻付け時にケーブルの重なり具合の差によって、両端のケーブルヘッドの位置が合わなくなることがあるので、みぞ付のたなが自由に回転し任意の位置で固定できる方式とした。(実用新案522869) この構造のドラムは、多少複雑で高価となるが、保護が完全で、また3条のケーブルを任意に取り出すことができるなど



第10図 30kV級以下ブチルゴム移動ケーブル用回転棚付き特殊ドラム



第 11 図 60～70 kV 級移動ケーブル用
特殊 2 重回転ドラム

の利点があり、多方面に好評を博している。ドラム外周保護カバーは小割板をすだれ状に連結し、着脱の容易な特殊構造を考案し現在使用中である。

5.2 60 kV 級移動ケーブル用特殊ドラム

60 kV 以上のケーブルヘッドは、前述のようにコンデンサ形であり、その直径が大きいたわみ性が乏しいので、30 kV 級ケーブルのようにみぞ付たなに収納することは不可能で、大きな取り付け空間が必要となる。そこで、60 kV 以上では原則として 1 ドラムにケーブル 1 条巻きとし、また重量も大きくなるので金属製ドラムとした。従来のドラムではケーブル巻付け、巻戻しにジャッキを使用していたが、60 kV 級ドラムには、当社独自の考察になる 2 重回転ドラム方式(実用新案申請中)を使用している。これは、第 11 図に示すように外ドラムの中央に取り付けたケーブル巻付けおよびケーブルヘッド取付け用のドラムを自由に回転できるようにしたものである。外ドラムに停止用ストッパをかければジャッキなしでケーブル巻付け巻き戻し作業が可能となり、狭い場所でも作業に便利である。第 12 図はケーブル巻付け出荷状況を示している。

6. 結 言

以上、今回開発実用化された 60, 70 kV 移動用ケーブルの各種特性について述べたが、要約すると次のようになる。

- (1) 30 kV 以下の移動用ケーブルとしては、従来ブチルゴムケーブルのみが実用化されていたが、60, 70 kV 級移動用ケーブルとして、ブチルゴムとともに架橋ポリエチレンケーブルも完成した。これらは、いずれも所要特性を十分満足し、屈曲による特性低下も認められない。
- (2) ケーブルヘッドは、従来の遮へい形に対し、コンデンサ分圧形のブチルゴムおよび架橋ポリエチレン系モールドケーブルヘッドを完成し、ケーブルと同等のすぐれた特性が得られた。
- (3) 移動ケーブル用ドラムとして当社独自の考察になるものを



第 12 図 70 kV 単心 100 mm² 架橋ポリエチレン
移動用ケーブル巻付け出荷状況

開発した。すなわち 60 kV 級ケーブル用として、ジャッキ不要の 2 重回転ドラムを完成してこれを実用に供した。

(4) 架橋ポリエチレンケーブルの屈曲性は、ブチルゴムケーブルに比較してやや劣っているが実用上全く問題がない。しかし、比較的移動屈曲の多い使用場所にはブチルゴムケーブルが望ましい。

以上本文においては 60, 70 kV ブチルゴムおよび架橋ポリエチレンケーブルは、移動ケーブル用として比較的特殊目的に開発されたものであるが、固体絶縁体によって従来の 30 kV 以下の使用範囲を大幅に更新した点に大きな意義がある。電力供給の無停電化の機運は強く、今後移動用としてますます多く使用されるであろうが、さらに技術の改良、特性の向上によって 60 kV 級固定回路送配電用としてもこの種のケーブルが使用される日も近いものと思われる。

終わりに、移動用ケーブルの開発に当初よりご指導いただいた関西電力株式会社関係各位、ご教示ご激励を賜った日立電線株式会社間瀬副工場長をはじめ研究、製造、検査の関係各位に深く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 依田, 増岡: 日立評論別冊 15, 49 (昭 31-10)
- (2) 川和田, 常松, 初谷, 増岡, 鎌田: 日立評論 43, 97 (昭 36-6)
- (3) 依田, 増岡: 電学東京支大 98 (昭 33)
- (4) 依田, 吉岡, 富田, 佐藤: 日立評論別冊 35, 47 (昭 35-5)
- (5) 増田, 卜部, 依田: 電四連大 669 (昭 33)
- (6) 加藤, 増岡, 大内, 伊勢: 電四連大 709 (昭 37)
- (7) 依田, 佐藤, 留目: 電学東京支大 253 (昭 34)
- (8) 佐藤, 依田: 電四連大 591 (昭 38)
- (9) 吉岡, 今井, 卜部, 桑原: 電四連大 667 (昭 33)
- (10) 北村, 橋本, 川和田, 吾妻: 電四連大 712 (昭 37)
- (11) 富田, 橋本, 加藤, 佐藤: 電四連大 905 (昭 36)