

高電圧ブチルゴム絶縁電力ケーブルの設計

Design of Butyl-Rubber Insulated High Voltage Power Cables

依田 文吉* 増岡 信雄*

内 容 梗 概

高電圧電力ケーブルには従来主として油浸紙絶縁鉛被ケーブルが使用され、すぐれた安定性と多年の実績をもっているが、近年発達した合成ゴムの一種ブチルゴムは化学的に安定で、耐熱、耐オゾン、耐水性がすぐれ、かつ電氣的にも良好な性質をもっているために各所で高電圧電力ケーブル用絶縁体として用いられ始めた。さらにこのケーブルの保護被覆には耐燃、耐油、耐老化、耐磨耗などの諸性質がきわめてよいポリクロロプレン系合成ゴムが使用され、鉛被紙ケーブルの宿命的欠陥を排除している。

本報告ではまず、このブチルゴム絶縁クロロプレンシースケーブルの概括的動向を述べ、他種ケーブルとの利害得失を論じ、つぎにブチルゴム絶縁体の諸特性をケーブル設計の観点から考察した。最後に電力ケーブル設計の基準と方法の概要を説明し、2, 3の代表例を紹介する。

このケーブルは現在なお使用されてから日が浅く、実績も少ないが、他種ケーブルにみられないすぐれた特性が広く認識され、十分な研究と実績を増すことによつて、600V級から30kV級の高電圧ケーブルに至るまで広範囲に普及することが期待される。

〔I〕 緒 言

“電力ケーブルは導体にクラフト紙を巻き油を浸み込ませたもの、あるいはこれに種々の方法で圧力をくわえたもの”というのが従来一般の常識であつた。しかしながら、最近における合成ゴムおよび合成樹脂の驚異的な発達には普通高圧はもちろんのこと特別高圧のケーブルにまで紙に代つてこれらの新しい材料がもちいらははじめ、着々とその実績をあげつゝある。したがつて近い将来、上記した電力ケーブルの一般常識は一部修正を必要とされるであろう。

本報告の目的は代表的な合成ゴムの一つブチルゴムを絶縁体とし、クロロプレンを保護被覆とした新型ケーブルの利害得失を述べ、他種ケーブルと比較し、その設計上の諸問題をあきらかにすることである。

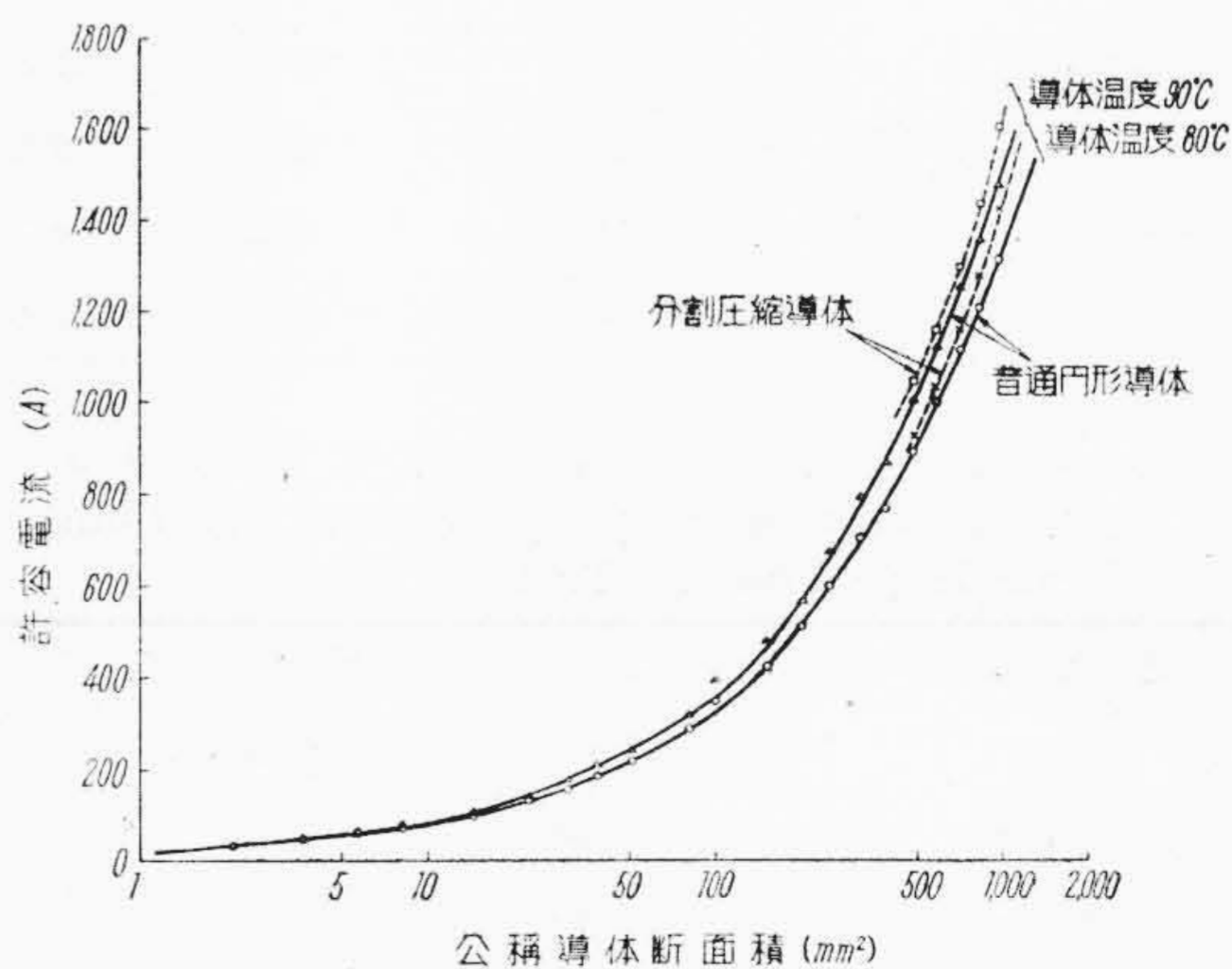
〔II〕 ブチルゴム絶縁体の諸性質

化学的に完全に飽和しているブチルゴムが実用されるための鍵は加硫の可能性にあつたが、1937年 J. Sparks氏と R.M. Thomans 氏の発見⁽¹⁾により解決されその後1944年にはじめて米国でケーブル絶縁体として用いられた。実際に、このゴムが天然ゴムや GRS などと較べていかにすぐれているかということは国内外の各誌および講演会などで多数の報告⁽²⁾があるので、ここでは2, 3の代表例について特に設計上の観点から説明する。

(1) 耐熱老化性

電力ケーブルの電流容量は絶縁体の耐熱老化性によつていちじるしく異なる。ブチルゴムはきわめてこの性質がよいため⁽³⁾連続運転可能のケーブル導体許容温度は紙ケーブル同様 80°C であるが⁽⁴⁾、使用実績が増せば85

～90°C まで上昇可能と思われる⁽⁵⁾。第1図は導体の公称断面積に対する許容電流の大きさを示したものである。(ただし、周囲温度は 40°C とした) また図中の点線は分割導体の許容電流であり表皮効果の減少⁽⁶⁾が現われている。他方、筆者らは瞬間的な温度上昇に対するケーブルの性能劣化をしらべ、ブチルゴムケーブルについてすぐれた結果をえた。3kV 2×5.5mm² の試料ケーブルに約 1～2 秒間、500～1200A 程度の電流を流し、導体および絶縁体の温度を測定し⁽⁷⁾、通電前後の電氣的諸特性を測定した。この結果から、一回の短絡による劣化開始条件はブチルゴムケーブルでは約 1,200A, 1秒、導体温度 285°C となり、従来筆者らのもちいてきた瞬時導体最高許容温度 130°C の 2 倍強の数値をえた。もちろんこの温度をただちに限界温度とするわけにはいかないがかなりの安全度を見積つても現用の短絡定格は小さ過ぎると思われる⁽⁸⁾。



第1図 ブチルゴムケーブルの許容電流
Fig. 1. Current Carrying Capacity for Butyl Rubber Cables

* 日立電線株式会社電線工場

(2) 耐オゾン性

耐オゾン性はゴム絶縁体を高電圧ケーブルに使用するためには不可欠な性質である。耐オゾン性に対する化学試験の結果は省略し、これがたゞちに耐コロナ性を示すものと考えて行われた電気試験結果について説明する。耐オゾン性は屈曲状態や応力の加わり方で種々ことなるが普通U型屈曲試験で耐コロナ性として評価している。J.C. Carroll 氏そのほかの研究者は試料ケーブルをその外径の4倍の直径をもつマンドレルに巻付けて100V/mil (≒3.9kV/mm) の電界を加えて試験し、100時間後にも異常を認めなかつた⁽⁹⁾。筆者らは屈曲によるケーブルの絶縁耐力の減少をみるため屈曲状態で長時間破壊試験を行い第1表の結果をえた⁽¹⁰⁾。この際の電圧印加法は第2表のとおりである。表中の最大伸び ε は

$$\varepsilon = \frac{100}{1+x} \%$$

である。ただし、 x はケーブル外径とマンドレル外径との比である。絶縁破壊個所はいずれも屈曲の外側であつたが、その近辺に目に見える程度のオゾンクラックは発見されなかつた。絶縁耐力の減少はゴム弾性体の伸びによる有効絶縁厚さの減少か、ゴム絶縁体固有の破壊電界強度の減少によるものとも思われるがいまだ明確な結論はでていない。とも角、実際にケーブルを布設する場合

第1表 屈曲によるケーブル絶縁耐力の低下
Table 1. Decreasing of Breakdown Strength by Bending

試料ケーブル種類	ブチルゴム絶縁厚(mm)	(マンドレル外径) (ケーブル外径) x	破壊時 最大電位傾度 Gmax (kV/mm)	最大伸び ε (%)
6 kV 400mm ²	5.0	5	9.5	15.7
		10	13.0	9.2
		15	10.7	6.3
		∞	15.4	0
11 kV 100mm ²	7.5	5	11.2	16.7
		7	12.2	11.8
		10	16.2	9.2
		15	14.2	6.3
		∞	15.2	0

第2表 長時間破壊試験電圧上昇法
Table 2. Voltage Step up Method for Long Time High Voltage Test

絶縁体厚 (mm)	開始電圧 (kV)	上昇電圧 kV/時間
0~4	30	5/1.0
4.5~6.0	40	
6.5~9.0	50	
10~13	70	
16	90	

には少くともケーブル外径の8倍以下の直径で曲げることは避けた方がよい。

一方、耐オゾン性が同時に耐コロナ性であるかどうか疑問をもつ研究者もあり⁽¹¹⁾、種々の実験を試みているがまだ方法自体に問題が残つていて決定的な耐コロナ性の判定基準になるかどうかは不明である。

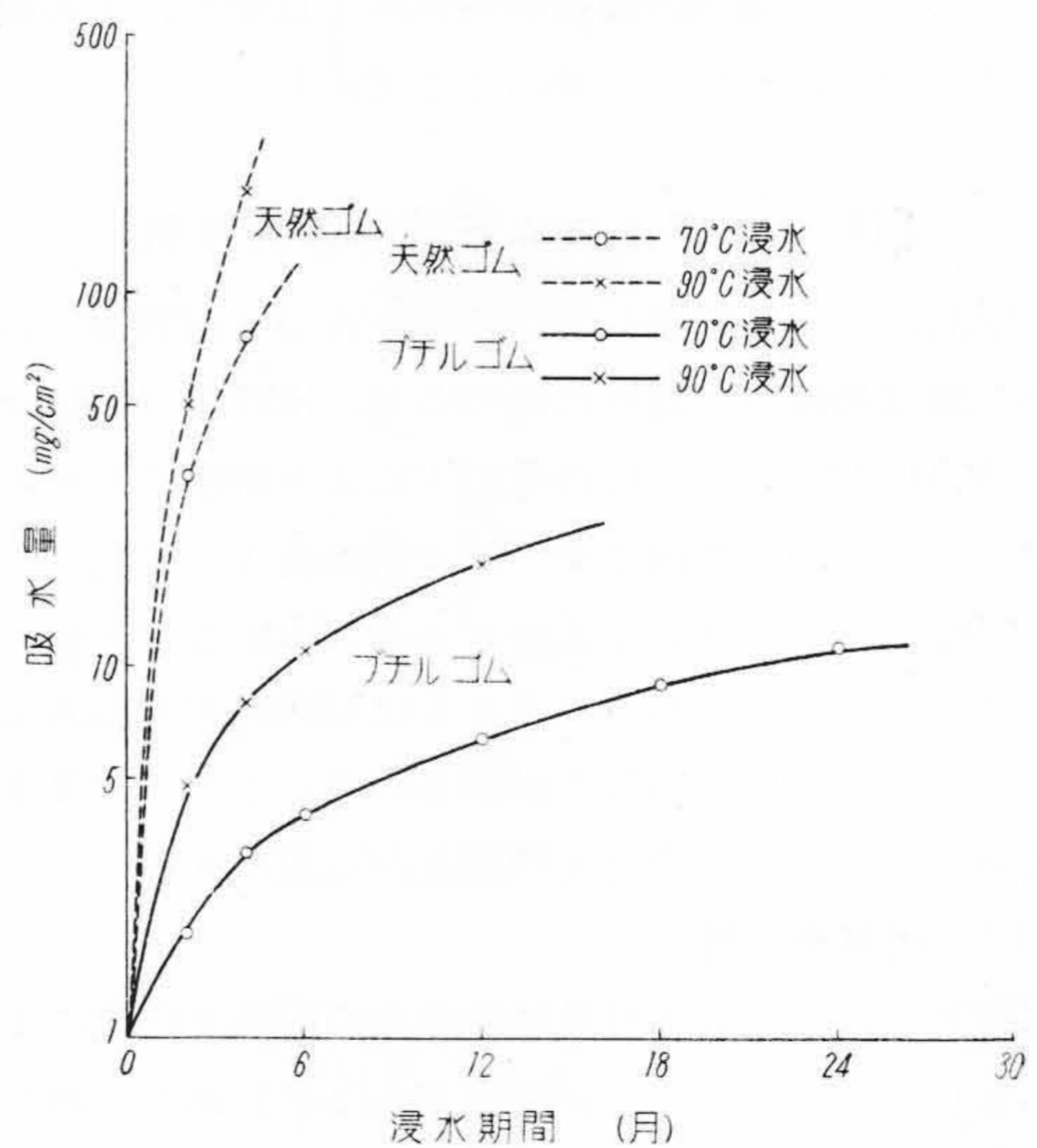
(3) 耐水性

ブチルゴム絶縁体の重要な特性の一つに浸水特性がある。吸水量は第2図のようになるがいずれもほかのゴムとは比較にならないほどすぐれている。また電氣的性質の変化もきわめて少く、耐菌性もよいため河川や海中などの水底に使用するケーブル絶縁物としても最適と思われる。

(4) 電氣的性質

(A) 電氣的強度 普通ブチルゴム混和物のシートの交流短時間破壊電圧は約 23~28kV/mm であるが、配合および加工操作によりかなり変化がある。筆者らは高電圧ケーブルに限り最低限界を 30(±2)kV/mm として品質を管理している。第3図は 20mmφ の球状電極を用いて行つた測定結果である。破壊電界強度の算出方法は厚さ t の 2/3 乗で (慣習的に) 破壊電圧を除しているが、ほぼ合理的と思われる。また標準波 (±1×40μs) による衝撃強度は 50~60kV/mm である。

(B) 誘電的性質 ブチルゴム混和物の配合および処理により破壊電圧以上にいちじるしい変化があるが、普通誘電率は 3.0~5.0 で誘電正接は常温で約0.2~2.0%程度である。これらの値は天然ゴムと比較すると絶対値は小さくかつ安定している。第4図はブチルゴムケーブル



第2図 浸水による吸水量の増加
Fig. 2. Increasing of Water Absorption on Immersion

の誘電正接 $\tan \delta$ 温度特性の一例である。

また第3表は 20°C における絶縁抵抗を1とした場合の温度換算係数である⁽¹²⁾。これらから高温における誘電損失はイオン伝導によるものと推測される。

〔III〕 設計上の諸問題

(1) 導体

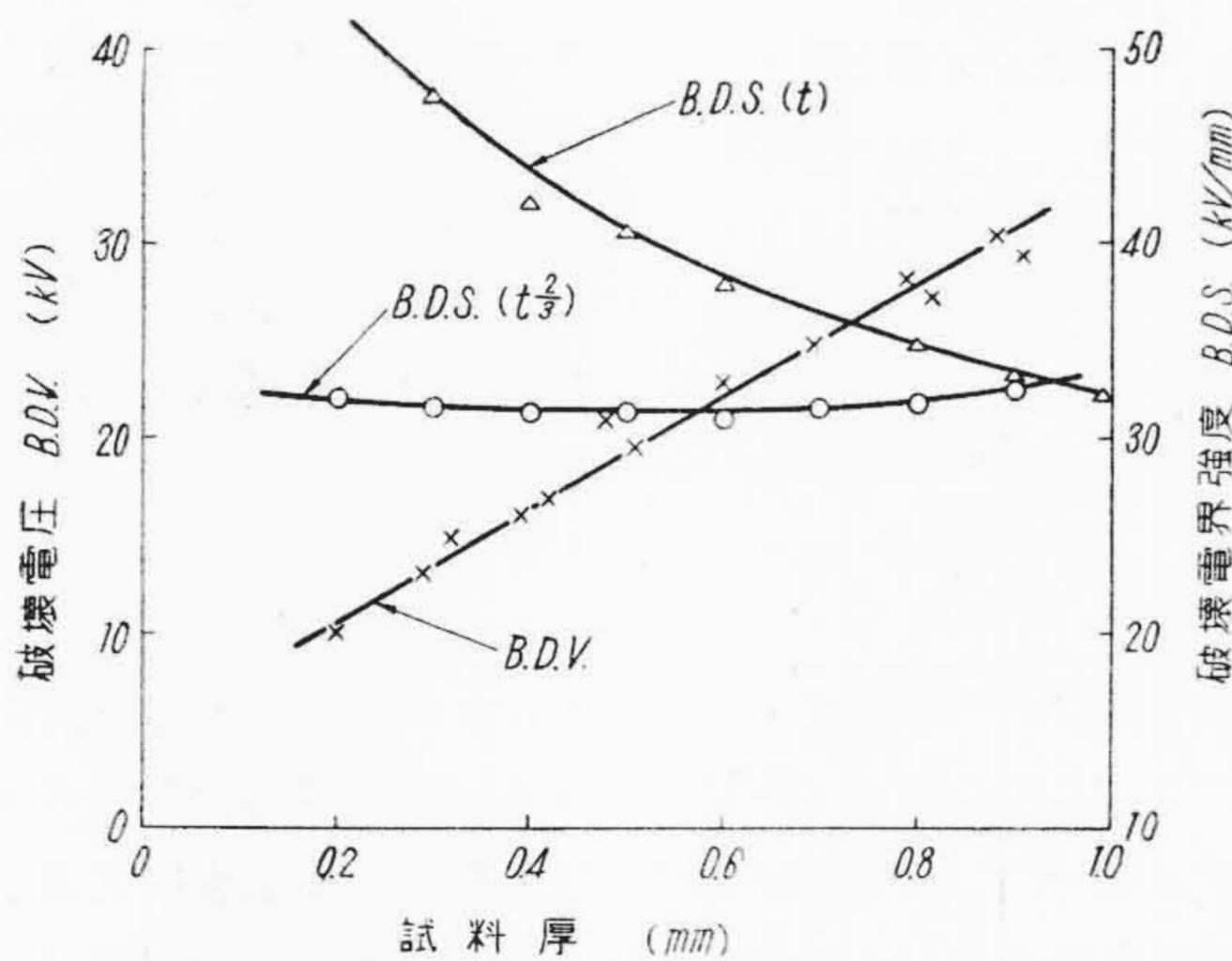
電線やケーブルに用いる導体には普通 JIS に規定された電気用軟銅線を用いるが、ブチルゴムケーブルでは各素線の直径が 2.3mm 以下であることを原則としている。この目的は可撓性をよくすること、およびゴムの撚線間への喰込みを防ぎ、空隙の発生を少なくすることである。

(2) 絶縁体

絶縁体厚さを決定することは設計の中心課題であり、もつとも困難なことである。なぜならば電氣的要素と機械的要素の組合せであり、かつ長期間における種々の劣化に対してある程度までの推定を必要とするからである。ここではブチルゴムの諸特性はきわめてすぐれているとして、電氣的な設計基準を考察する。ブチルゴムシートの電氣的強度は第3図に示したが、実際ブチルゴムケーブルの破壊時における最大電位傾度はかならずしもこの曲線の延長ではない。第5図はこの状態を示したもので、同一導体径 (60mm², 10mmφ) のケーブルで絶縁

第3表 ブチルゴム絶縁抵抗温度係数
Table 3. Temperature Coefficient of Insulator

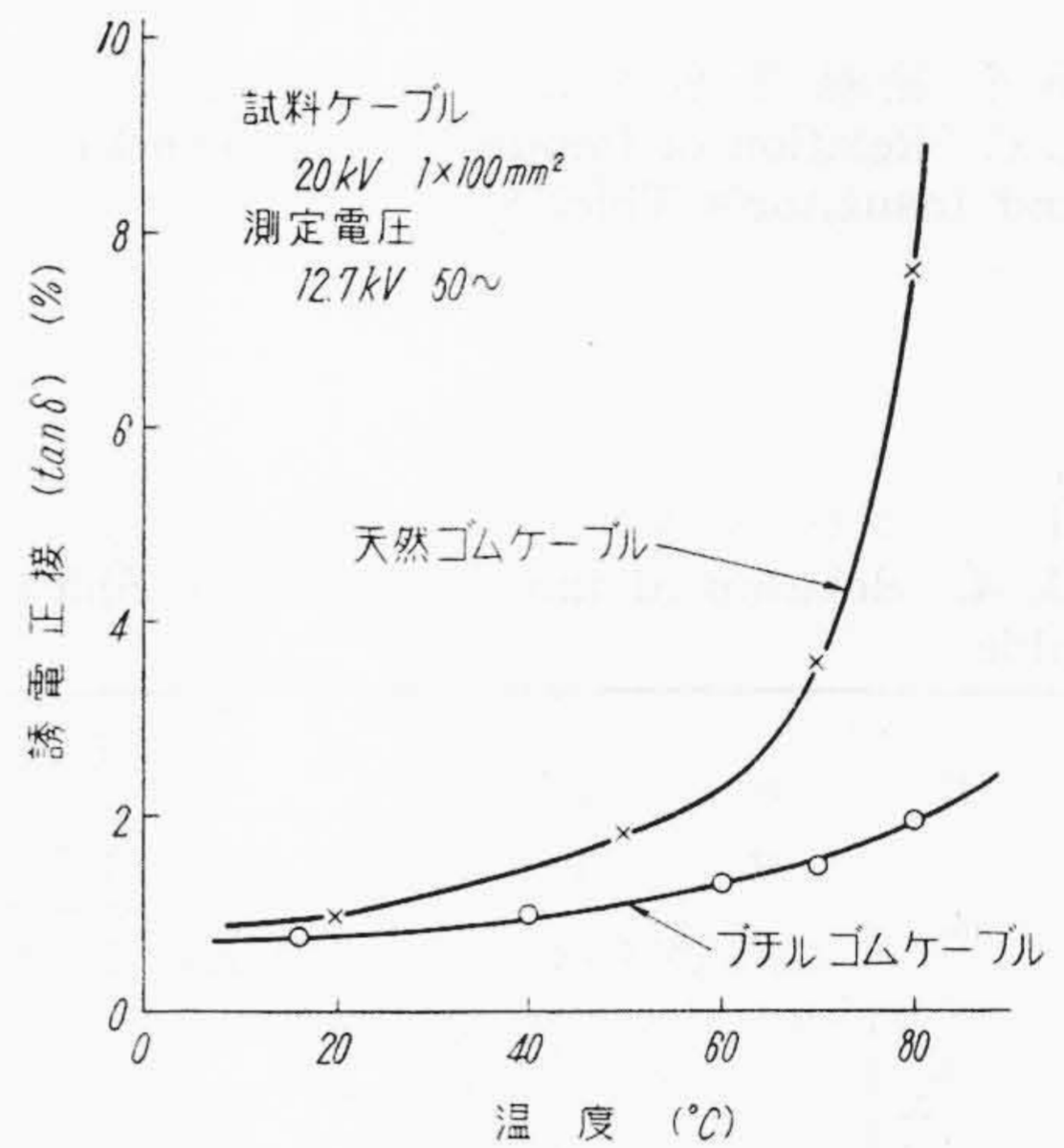
温度	係数	温度	係数	温度	係数	温度	係数
0	0.34	10	0.58	20	1.00	30	1.89
2	0.38	12	0.64	22	1.14	32	2.15
4	0.42	14	0.72	24	1.30	34	2.50
6	0.46	16	0.81	26	1.45		
8	0.52	18	0.90	28	1.65		



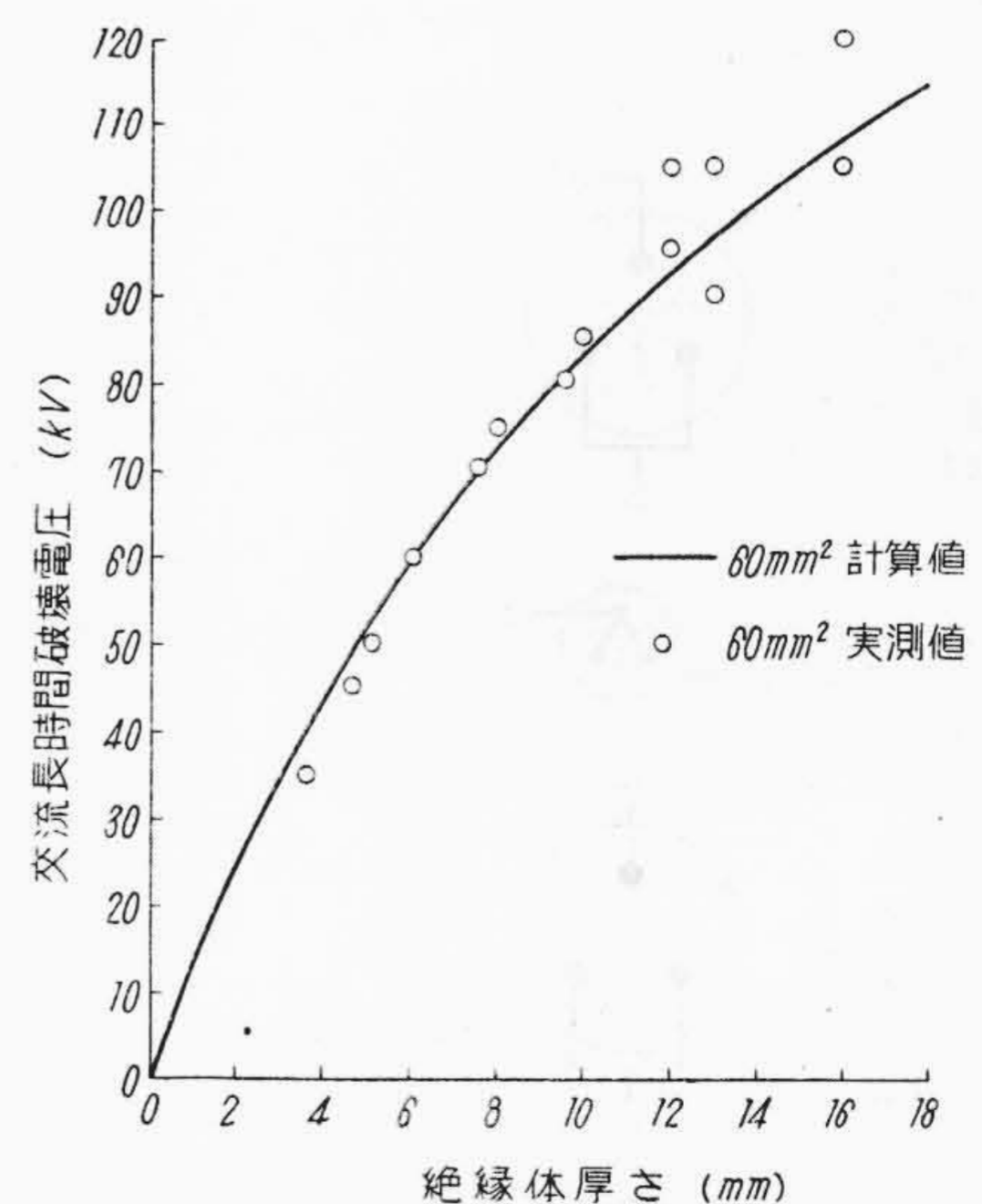
第3図 ブチルゴムシートの電氣的強度
Fig. 3. Breakdown Strength of Butyl Rubber Seat

体厚さの増加により破壊電圧がどのように変わるかを実測した結果である⁽¹³⁾。実線は最大電位傾度を 15kV/mm とし計算した値である。なお、これはケーブルを遮蔽外径の約 10 倍の直径の円筒に 180° 以上巻付け、第2表の方法で課電した結果であり、いわゆる長時間破壊電圧値である。

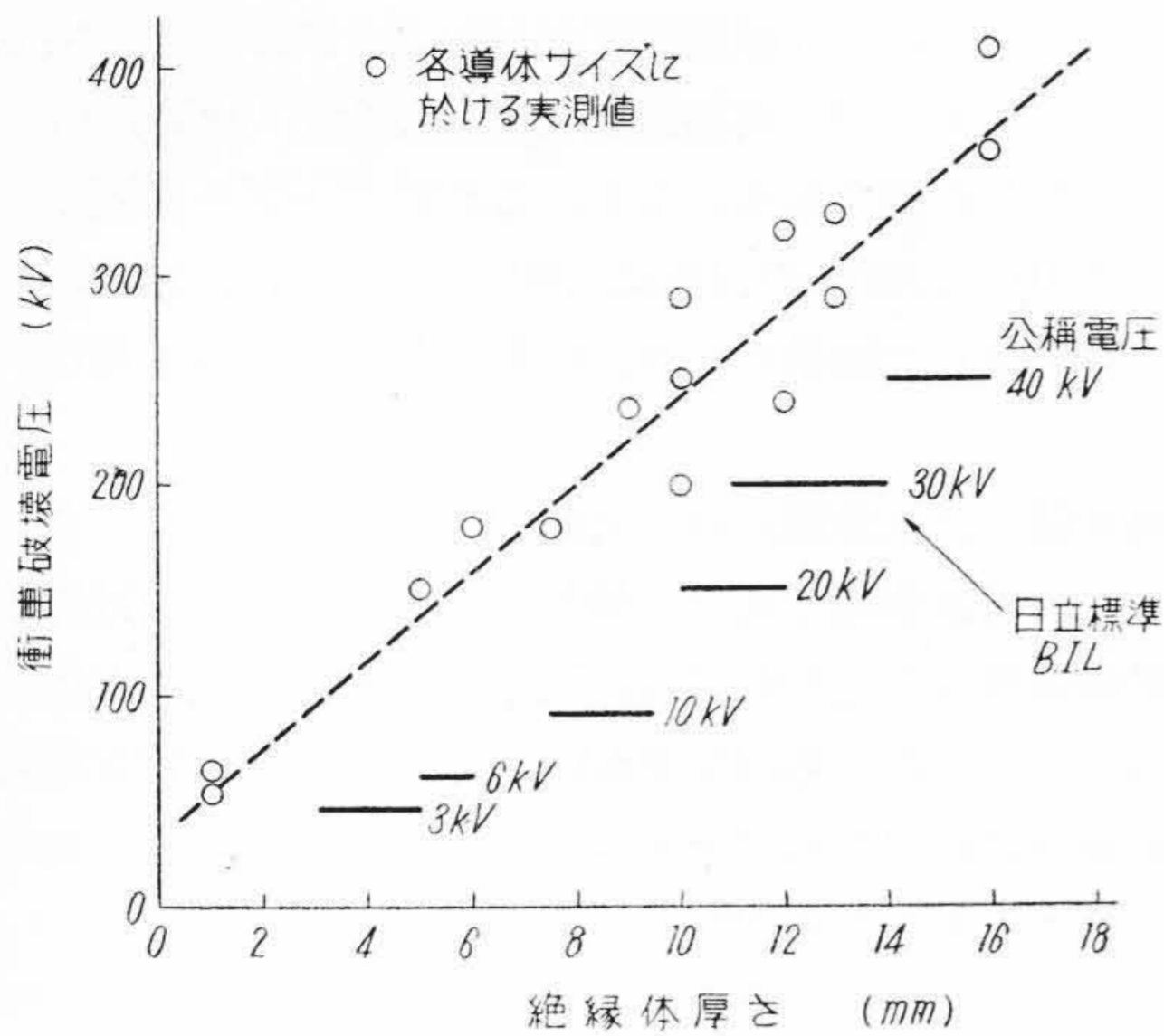
第6図 (次頁参照) は上と同一試料について行つたインパルス破壊強度であり、横軸と平行な実線は当社標準の絶縁体厚さを施した場合の基準衝撃絶縁強度 (BIL) である。この図から、約 40kV 以下では系統の電気機器と絶縁協調が保たれブチルゴムケーブルが安心して使用できることがわかる⁽¹⁴⁾。



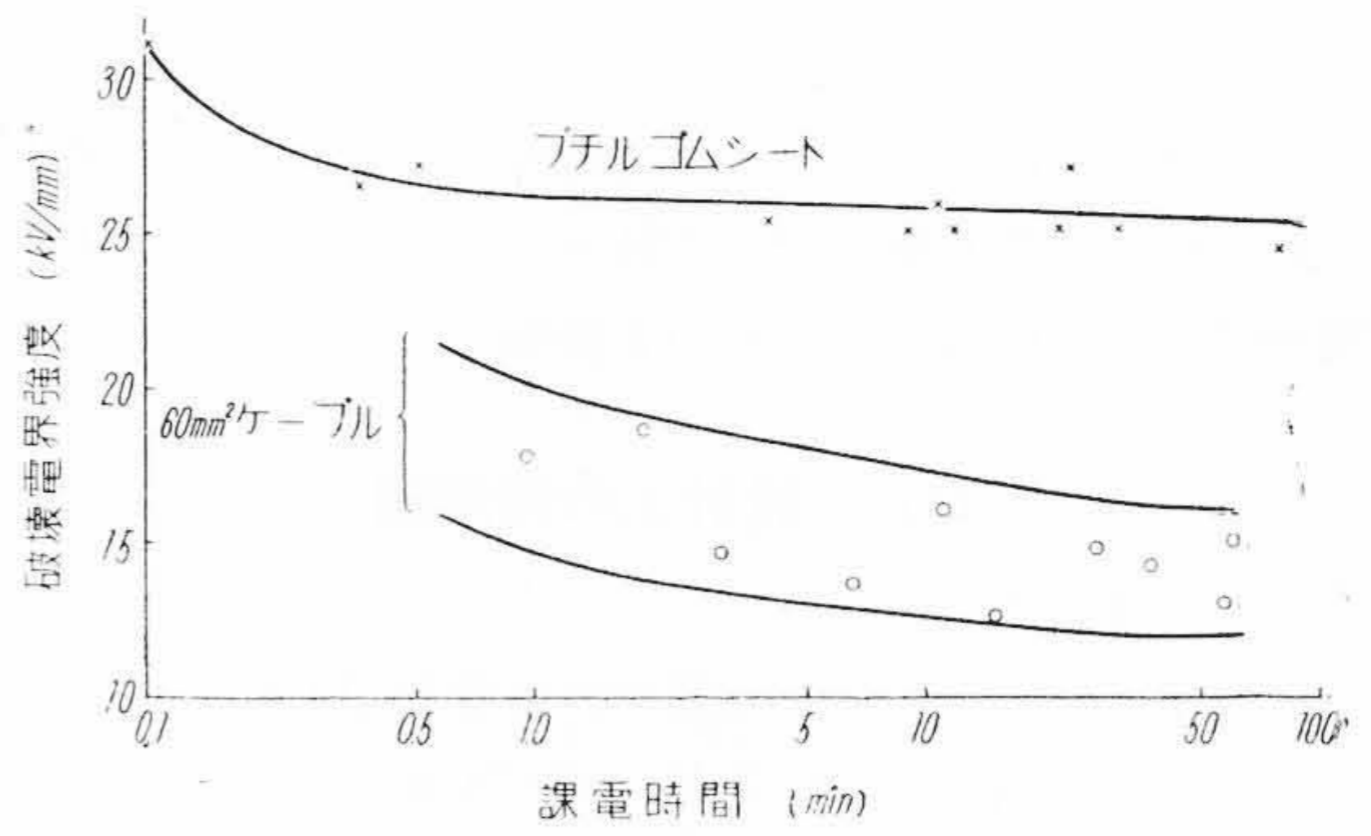
第4図 誘電正接温度特性
Fig. 4. Tan- δ -Temperature Characteristics



第5図 絶縁体厚と破壊電圧の関係
Fig. 5. Relation of A.C. Long Time Breakdown Voltage and Insulator's Thickness



第6図 絶縁体厚さと衝撃破壊電圧の関係
Fig. 6. Relation of Impulse Breakdown Voltage and Insulator's Thickness



第7図 破壊電界の時間特性
Fig. 7. Relation of Breakdown Field Strength and Applied Time

また、交流絶縁耐力試験電圧の印加時間を決定するための基準は第7図からえられる。これはブチルゴムシートおよびケーブルの破壊電界強度の時間特性を示したものでSL型やベルト型の紙ケーブルと比較していちじるしくすみやかに安定することがわかる。しかし、初期の数分間の変化はきわめて急激であり、高電界印加のためにコロナ開始電圧が下つてゆくことも知られている⁽¹⁵⁾。筆者らはこの結果と紙ケーブルの従来の規格を併慮して試験電圧印加時間を10分間と定めた。(ASTM & IPCEA 規格ではこれを5分間としている)

(3) 遮蔽
絶縁体上には安全と特性向上の目的で遮蔽を施すのが原則である。遮蔽方式は種々あるが、筆者らは3kV多心ケーブルには共通方式、6kV以上のケーブルには各心方式を標準とし、電圧、導体断面積および使用目的により金属帯を重ね巻きしたり、開き巻きしたりして用いる。

(3) 遮蔽

一方遮蔽効果を完全にし、かつコロナ発生を防止する目的(半導体からの電子放射が比較的少ないと考えられる。)で遮蔽金属帯の下に導電性テープを重ね巻きすることもある。このテ

テープ

第4表 ブチルゴムケーブルの静電遮蔽方式と誘電正接の関係 (3kV 3×100mm²)
Table 4. Relation of tan δ and Static Shielding Method for Butyl Rubber Cable

試料構造	結線 H B (高圧)(ブリッジ)	色別	誘電正接 (tan δ) (%)						温度 (°C)
			$\frac{1}{\sqrt{3}}E$ 1.9kV	$\frac{1.5}{\sqrt{3}}E$ 2.9kV	$\frac{2}{\sqrt{3}}E$ 3.8kV	E 3.3kV	1.5E 5.0kV	2.0E 6.6kV	
A 各線心共 導電性ゴム引 綿テープ、遮 蔽銅テープあ り。		青	0.71	0.72	0.73	—	—	—	20.0
		赤	0.69	0.71	0.71	—	—	—	
		白	0.77	0.78	0.79	—	—	—	
B 各線心共 導電性ゴム引 綿テープあり。 3線心撚り合 せ上に銅テー プあり。		青	—	—	—	0.71	0.72	0.73	21.0
		赤	—	—	—	0.72	0.73	0.75	
		白	—	—	—	0.73	0.74	0.75	
C 各線心上に導 電性ゴム引綿 テープ、遮蔽 銅テープなし。 3心撚り合せ 上に銅テー プあり。		3心1括	0.85	0.86	0.87	—	—	—	26.0
		青	—	—	—	10.6	10.7	10.8	
		赤	—	—	—	10.4	15.5	15.6	
		白	—	—	—	10.4	10.5	10.7	
		3心1括	21.1<	21.1<	21.1<	—	—	—	

(注) Eは公称電圧、測定周波数 50~, 試料長 3.5m, 有効長 2.5m

ブチルゴムは導体上に用いる導電性ゴム⁽¹⁶⁾やテープと同種のもので $10^3 \sim 10^5 \Omega\text{-cm}$ 程度の体積固有抵抗をもっている。これは温度や電圧の上昇について小さくなる一方、ヒステリシス特性も示し、測定がきわめて困難であるが、高電圧ゴムケーブルには不可欠のものであり、その物理機構の実明ははなはだ興味深いものがあると思う。筆者などはこのテープの遮蔽効果を調べ第4表の結果をえた。すなわち、導電性テープのある(A)(B)構造は遮蔽金属帯の有無にかかわらず誘電正接の値は小さくかつほぼ一定であるが、(C)の構造(いわゆる共通方式)では非常に大きな値を示している。

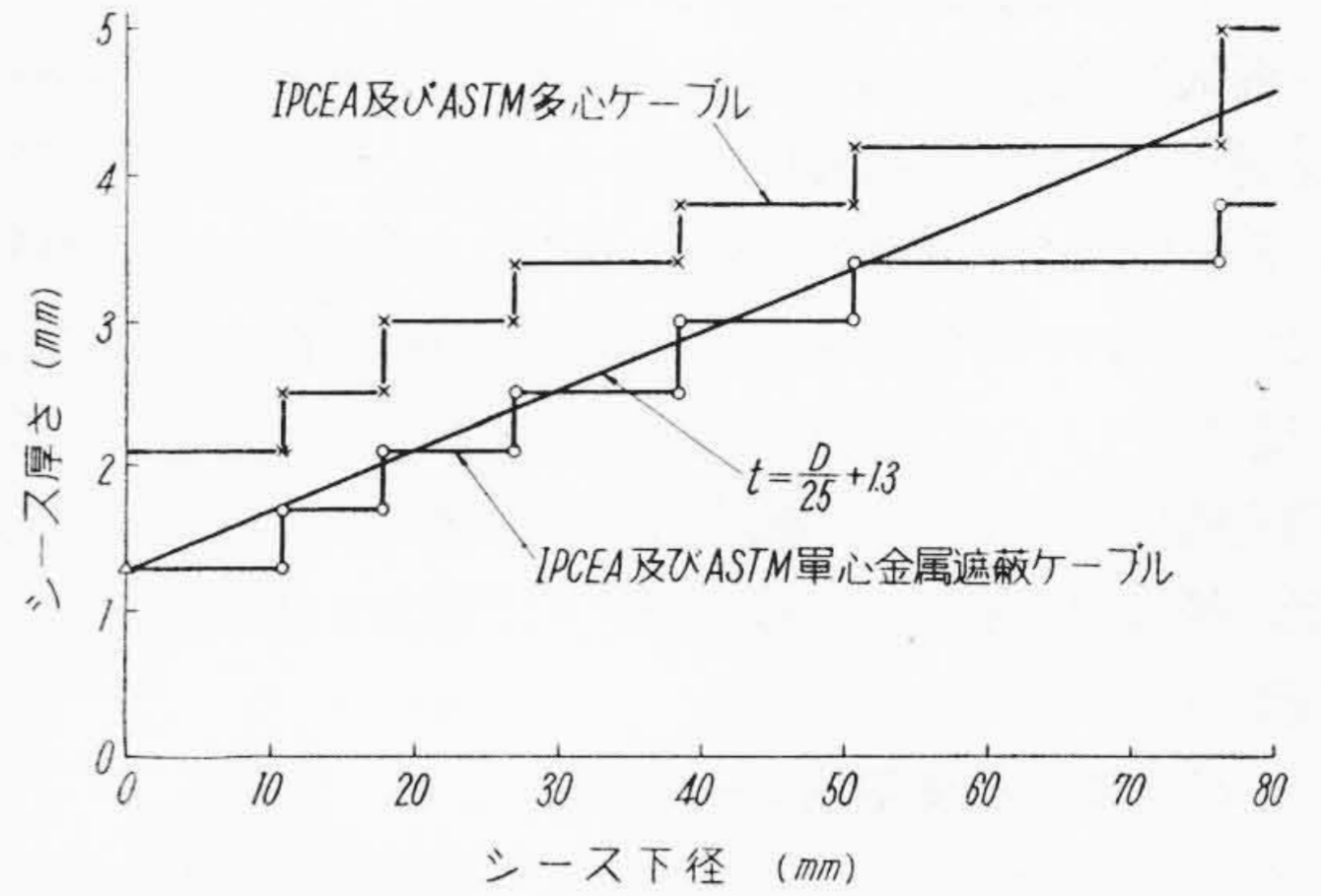
さらに、このテープは絶縁体からの剥離性がよいことが要求されるが、筆者などは特殊な処理を施したテープを作り、剥離性の難易と残留カーボンの影響を調べきわめてよい結果を得た。

(4) シース

ブチルゴムケーブルの保護被覆には通常ポリクロロブレン系合成ゴム(通称ネオプレン)が用いられている。このゴムは耐油・耐蝕・耐燃などの電線およびケーブルのシースとして必要なすぐれた諸特性をもっている⁽¹⁷⁾。この所要厚さの決定も絶縁体同様困難なものであるが、筆者らは初期のうちには米国規格に準じて設計ならびに製造を行っていた。(第8図)その後国内で天然ゴム絶縁クロロブレンシースケーブルの規格が審議されてからはこれに基づき

$$t = \frac{D}{25} + 1.3 (\text{mm})$$

の算式を用いている⁽¹⁸⁾。ただし、 t はクロロブレンシース厚、 D はクロロブレンシース下径である。なおある程度以上の太さのものに対してはクロロブレンシース上に綿帆布を巻けば製造上も布設上も便利である。なおクロロブレン以外にビニルシースなども考えられるが、可塑剤のゴム内への移行などの問題もあり、合成ゴム絶縁ケーブルには合成ゴムシース、合成樹脂絶縁ケーブルには合成樹脂シースという組合せが被覆材料の熱的特性が協調する意



第8図 クロロブレンシース厚さ Fig. 8. Thickness of Poly-Chloroprene sheath

味で用いられている。

[IV] 設計例

以上のすぐれた特性をもつブチルゴムケーブルの設計—製造例を2, 3 紹介する。

(1) 発電所主幹ケーブル

このケーブルは主発電機と主変圧器とを接続するために使用するもので、従来は単心紙ケーブルが独占してい

第5表 15kV 1×1000mm² および 20kV 3×150mm² ブチルゴムケーブル構造および試験成績

Table 5. Cable Construction and Electric Test Results for 15kV 1×1000mm² and 20kV 3×150mm² Butyl Rubber Cables

(1) ケーブルの構造概要		
納入先	電源開発株式会社	関西電力株式会社
公称電圧	15kV	20kV
導体断面積	1000mm ² (4分割圧縮)	150mm ²
線心数	1	3
導体外径	41.6mmφ	16.2mmφ
絶縁体厚さ	10.0mm	12.0mm
クロロブレン・シース厚さ	3.4mm	4.0mm
仕上外径	72.0mmφ	99.0mmφ
(2) ケーブルの試験成績		
絶縁抵抗 (20°C)	5,500MΩ/km (500<)	10,000MΩ/km (1230<)
静電容量 (20°C)	0.480μF/km (<0.70)	0.200μF/km (<0.288)
導体抵抗 (20°C)	0.0173Ω/km (<0.0176)	0.112Ω/km (<0.123)
交流耐電圧試験	35kV/10min 良	38kV/10min 良
誘電正接試験	17.3kV印加 { 20°C 1.03% (<5.0) 80°C 2.58% (<10.0)	25.4kV印加 { 20°C 0.92% (<5.0) 80°C 2.04% (<5.0)
長時間破壊試験	(30kV/1h)+5kV/30min up 85 kV/13min 端末補強部	(70kV/1h)+5kV/30min up 105kV/50min 端末補強部
衝撃電圧破壊試験	(108kV/3回)+20kV/3回 up 248kV/1回 端末部閃格	(180kV/3回)+20kV/3回 up 280kV/1回 端末部閃格

(注) 試験成績中の () 中は規格値を示す。

たものである。第5表2列目はこのケーブルの構造および電気的性質の概略である。設計上新規な点は電流容量を増すため分割圧縮導体を用いたこと、および送電容量の大きいこと(20,000kVA)である。定格電流は1,050Aであるが、一時的な過負荷電流は1,600A程度まで許容できる。(このときの導体温度は90°C)なお急激な大負荷変動に基く鉛被の伸縮疲労、ケーブルヘッドの油面変動、絶縁油の漏洩など紙ケーブルで懸念された保守上の問題点は皆無である。

(2) 変電所受電用ケーブル

狭隘で高低差の激しいビルディング内の変電所の配線に於てブチルゴムケーブルは最適と思われるが第5表3列目はその代表例の一つである。このケーブルは従来の3心SLケーブルに匹敵するもので設計上新規な点は特別高圧3心ケーブルであり外径がいちじるしく大きい(約100mm)ことおよびSLNケーブルと接続することである。この種の油止接続函は新記録品であり、今後ブチルゴムケーブルを紙ケーブル系統へ差し込むための試金石となるものである⁽¹⁹⁾。

(3) 水底ケーブル

河川横断や海底に布設する水底ケーブル⁽²⁰⁾に於て、もつとも必要な性質は絶縁体の吸水による諸特性の変化が少いことである。この観点からすれば紙ケーブルはまったくその資格を失うのであるが、今までは2重鉛被を施すことによつて陸上部と同じ特性を保つようにして用いられてきた。

最近耐水特性のよいポリエチレン絶縁ケーブル⁽²¹⁾やブチルゴム絶縁ケーブルが用いられ始めた。現在日立電線では瀬戸内海に布設する20kV3×60mm²のブチルゴムケーブルを製造中である。(第9図はその断面を示したもの)浸水による被壊電圧の減少は第2図に示したとおりであるが、完全に吸水飽和した状態でもなおかつ回路系統との絶縁協調が保たれるように設計してある。

(詳細は後刻報告する)この種のケーブルは材料が新しいため類例がほとんどないものであるが、今後はその特

性が認められ各所で用いられると思われる。

(4) 架空ケーブル

市街地などの電力伝送に架空ケーブルが用いられる場合がしばしばある。これに対してブチルゴムケーブルは軽量でかつ端末処理が簡単なため各所で採用され始めている。吊架方式により、メッセンジャーワイヤをケーブルに沿わせ金属テープを巻付ける型とケーブルをメッセンジャーワイヤに吊る型とが考えられるが前者が多く用いられる。いずれもケーブルの製造にはさほど難点はないが吊架工事にかかりの創意と工夫が必要とされるものである。

[V] 結 言

以上ここ数年来急激に発達したブチルゴムケーブルに於て、設計上の観点から一通りの説明を行つた。

(1) まだ不十分な点もあるが、このケーブルの利点は将来大いに発展する要素を含んでおり、高電圧送配電回路は近い将来ほとんどブチルゴムケーブルに置換えられることが期待される。

(2) それにしても、合成ゴムの国産化とケーブル製造工程の改良による価格低減が目下の急務である。

(3) なお電力ケーブルとして必要な研究は一応済んだ段階であるが、なお十分な検討と実績の獲得とが残されている。

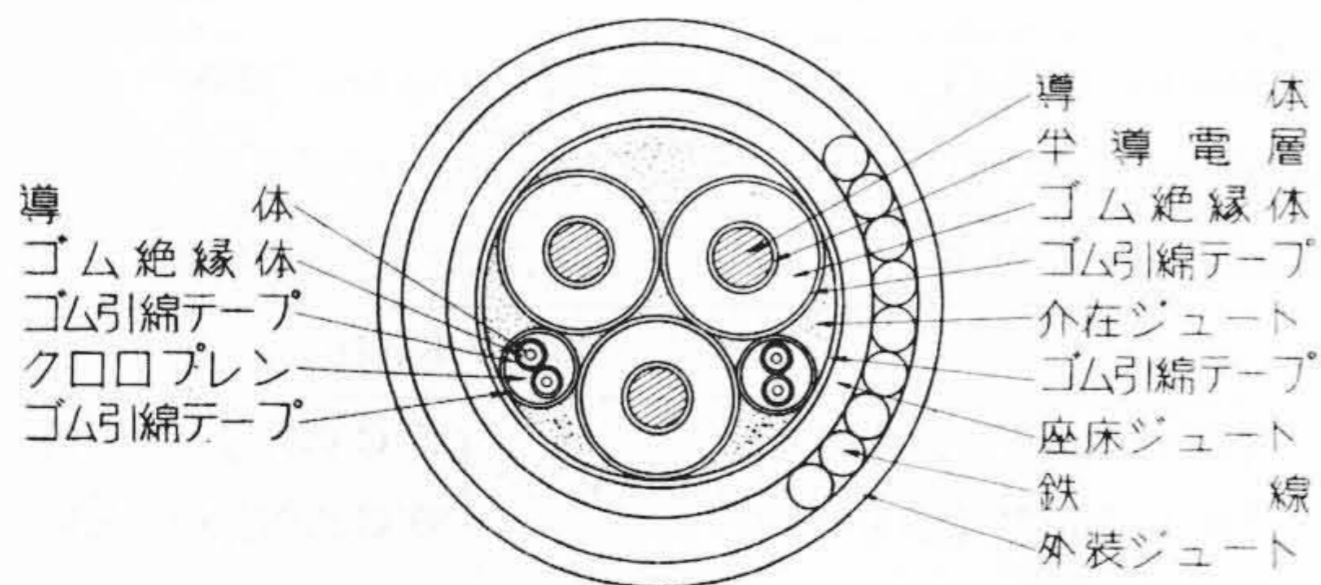
(4) またこのような新しいケーブルの進歩と発達に於ては製造者の努力はもちろんであるが、使用者および監督者各位の理解と協力も不可決の要素となる。

擱筆に當りこれら関係の各位に今後の御指導と御鞭撻をお願いする次第である。

最後に、執筆に當り、種々御指導をいただいた東北大学鳥山教授、日立電線株式会社電線工場内藤、大和両部長に深謝する。また終始御鞭撻いただいた久本課長、設計上の諸問題で御指導いただいた杉山課長ならびに試作製造に當つて適切な御指示と御協力をいただいた山野井部長、庄司、水上両課長に御礼申上げる。各種のゴム配合の改良に當つては吉川主任、渡辺、伊勢の三氏の御努力に於ては、各種の測定に當つては永野、今井の両氏の御協力に於ては、また試作製造の任に直接当たられた鈴木、桧山両主任始め関係各課の担当各位の感謝の意を表す所である。

参 考 文 献

- (1) R.M. Thomas etc.: Ind. Eng. Chem. 32, 1283 (1940)
- (2) 例えば、渡辺、吉川、庄司:日立評論別冊 No. 9 73 (昭30), 吉川、渡辺、依田: 電気学会講演予稿 No. 161 (昭30-5), 一色: 藤倉電線技報 6, 43 (1954), 合成ゴム特集: ゴム協会誌 28,



第9図 一重鉄線鎧装ゴム絶縁海底ケーブル断面図 (海底部)

Fig. 9. Section of Single Layer Steel Wire Armoured Butyl Rubber Insulated Submarine Cable

- No. 11 (1955)
- (3) W.H. Couch etc.: Trans. Paper No. 55~693, 5~24 (1955)
 - (4) IPCEA 規格, Appendix O (1951)
 - (5) S.J. Rosch: Power App. and sys. No.21 1219 (1955)
 - (6) L. Meyerhoff etc.: Trans. A.I.E.E. 68, (II), 816 (1949)
 - (7) 宮沢, 依田: 電気学会講演予稿 No. 124 (昭30-10), No. 462 (昭31-4)
 - (8) 宮沢, 依田: 詳細について本誌原稿執筆中
 - (9) J.C. Carrol etc.: Power App. and Sys. No.21 1204 (1955)
 - (10) 永野, 依田, 今井: 電気学会講演予稿 No. 451 (昭31-4)
 - (11) 咲田, 乙骨, 横瀬, 井上: " " No. 394 (昭31-4)
 - (12) 電線工業会: 電気学会 JEC 審議委員会資料 No.26
 - (13) 庄司, 渡辺, 依田, 増岡: 電気学会講演予稿 No. 450 (昭31-4)
 - (14) 明楽, 高橋, 川井, 上山: " " No. 452 (昭31-4)
 - (15) T.W. Liao etc.: Power App. and System 1046 (1955)

- (16) 馬場: 電気学会講演予稿 No. 122 (昭31-4)
- (17) 吉川, 福田, 渡辺: 日立評論 35, 721 (昭28): 37, 1451 (昭30)
- (18) JCS-248: 天然ゴム絶縁クロロプレンシース規格 (昭31)
- (19) 加賀谷, 秋山: 電気学会講演予稿 No. 447 (昭31-4)
- (20) 高田, 飯田, 曾我部: 住友彙報 56, 89 (昭30)
- (21) 和田, 音成, 秋山: 藤倉電線技報 No. 8, 42 (1955)

「日立評論」既刊号在庫案内

本誌「日立評論」の既刊号が少数ながら在庫しております。

御入用の方は下記へ直接御申込下さい。

日立評論社

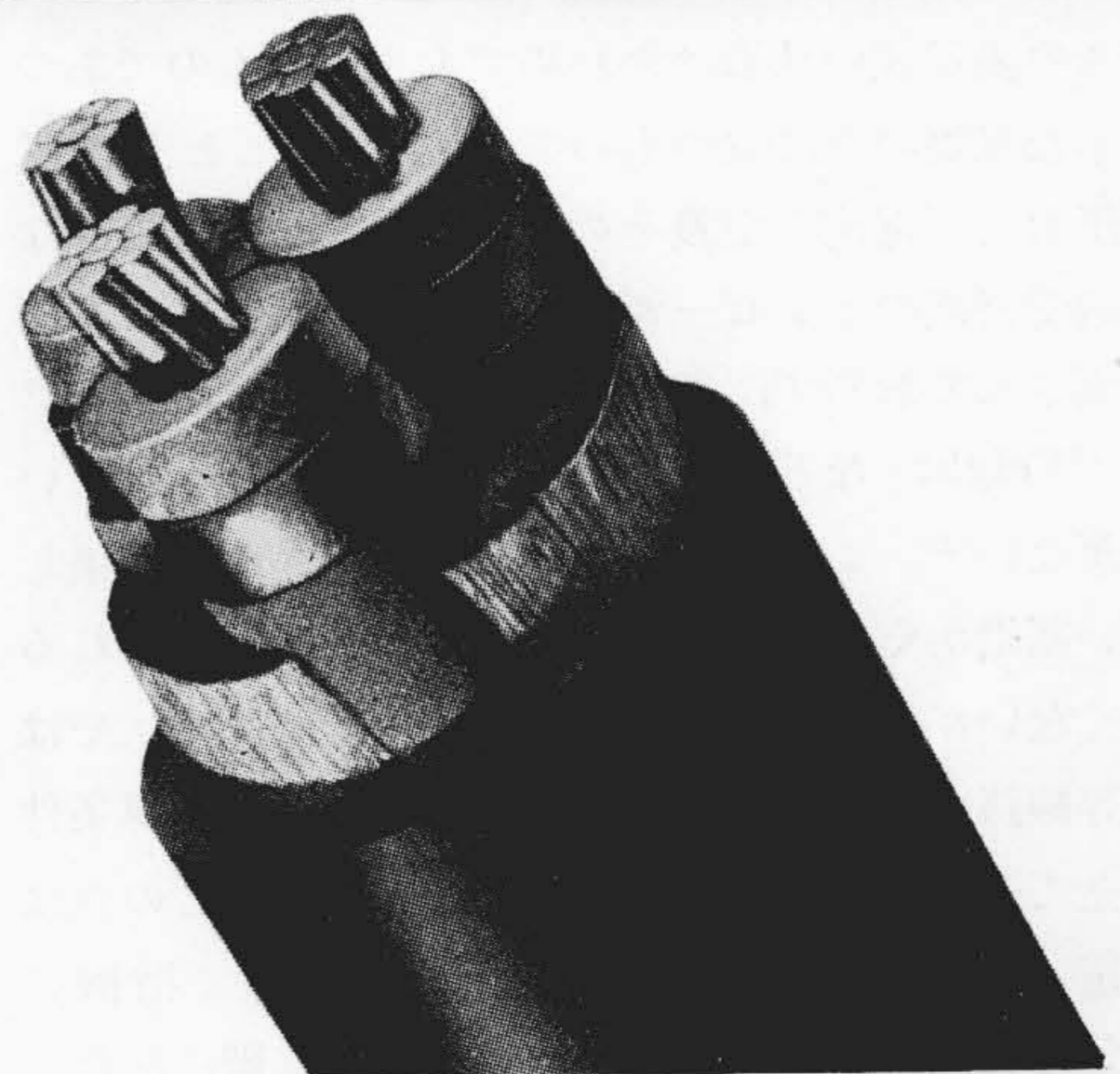
東京都千代田区丸の内1ノ4
(新丸の内ビルディング7階)

超高压送電に
信頼を以て使用される



日立の3心OFケーブル

近年電力需要の激増に伴い高圧の送・受電施設が広く要望されています。超高压電力を末端にまで能率よく伝える電線として弊社の3心OFケーブルは信頼をもって各方面で使用され御好評を頂いて居ります。



東京・大阪・福岡・名古屋

日立電線株式会社