

20kV ゴム・プラスチックケーブルの端末構造

The Terminal Structure of 20 kV Rubber and Plastic Power Cables

依田 文吉* 留目 利男* 佐藤 祈美男*
 Bunkichi Yoda Toshio Todome Kimio Satō

内 容 梗 概

最近、需要の激増したゴム・プラスチックケーブルの大きな特長の一つは端末処理が簡単なことである。この報告では10 kV以下で実績のあるテープ巻処理方式を20 kV級のケーブルに適用するための基礎的検討を行い、この結果に基づいて最適の構造を設計し、国鉄新宿変電所に布設した。まだ汚損劣化の問題は残されているが、初期の性能は20 kV級の線路に十分適用できるものと確信する。

1. 緒 言

わが国における過去数年間のゴム・プラスチック電力ケーブルの普及は誠に目覚ましいものがあった。これはブチルゴム・ポリエチレンなど自体が絶縁体としてのすぐれた性質をもつほかに、端末処理および接続法の容易なことが、大きな理由となっている。すなわち油浸紙絶縁鉛被ケーブルで用いられていた終端箱のような、油浸ロール紙巻、がい子取り付け、排気処理および絶縁混和物注入などの一連の操作が単なる絶縁テープ巻処理のみで済まされる特長をもっている。

この情勢に対処し3~6 kV級について、電気学会では昭和32年3月ブチルゴム電力ケーブルに関するJEC-139を制定し（引続きJIS-C 3603となった）昭和32年11月ポリエチレン電力ケーブルに関するJEC-141も規程され、これらの付属書として端末処理基準の統合を図った。しかしながら各製造者は、それぞれ独自の材料と処理法により、その施行実績をもっている。

一方、さらに20 kV級の端末処理法についても、6 kVまでの方式を踏襲できることが確認された。端末構造の設計基準となるものは、明らかに内外のサージに対する電氣的裕度であり、送配電系統の電気機器との絶縁協調を基盤として考えなくてはならない。ちなみに20 kV級の電気工作物に対してJECで定められている基準衝撃絶縁強度は150 kVである。したがって20 kVケーブル端末構造を決定するために、衝撃強度を上記の基準以上とし、沿面せん絡電圧を測定した。しかし実際には、ケーブル端末部の経年変化、汚損および屋外の場合には風雨にさらされることなどによる絶縁の劣化がある。新製品の開発は初期の特性と同時に、経年変化まで予測できるだけの資料を必要とするが、本報告では前者のみについて論じている。

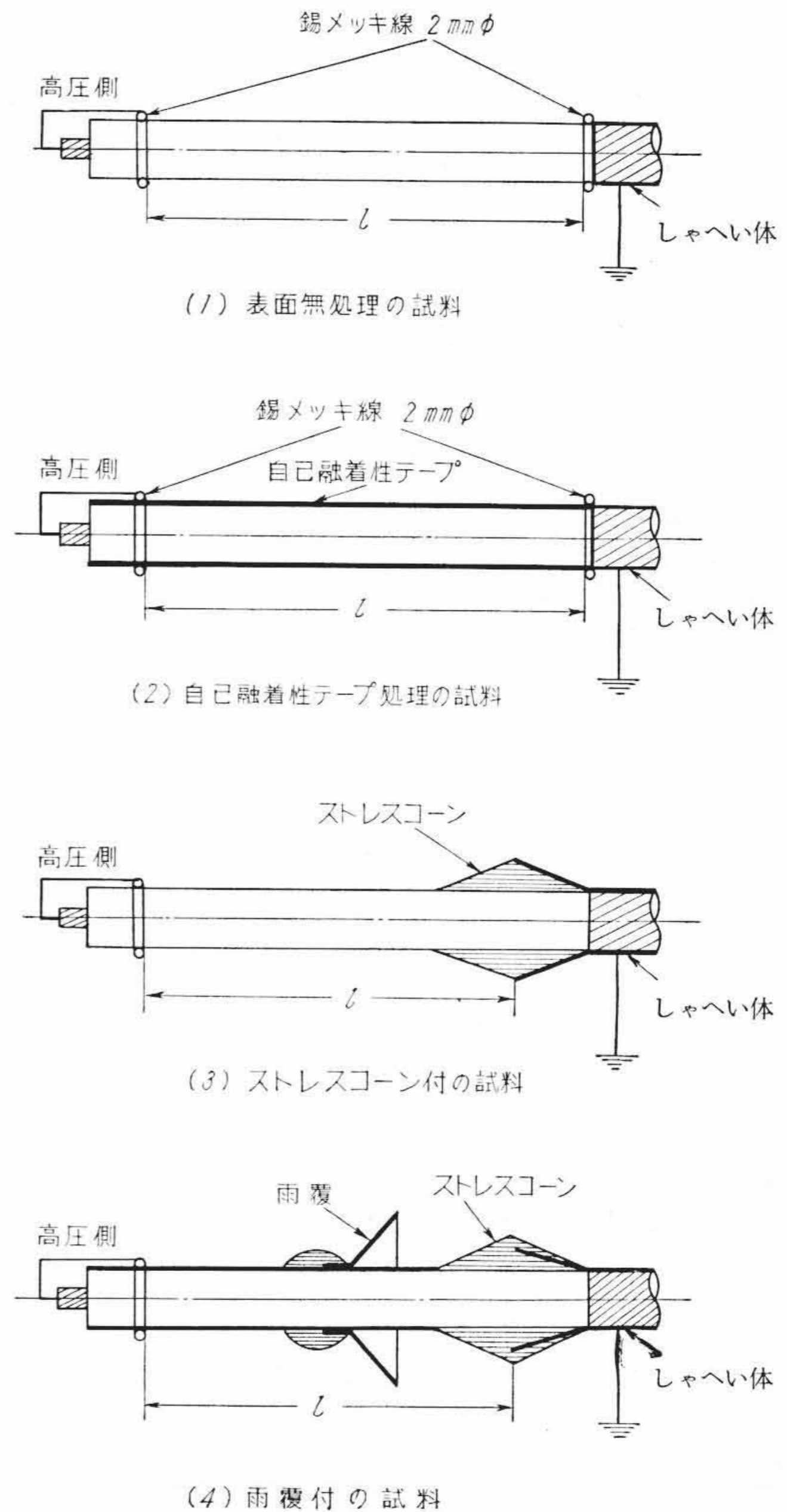
2. ケーブルの表面せん絡

実用ケーブルの端末処理に関しては、従来系統だった研究実績が少なく、内外の一部の資料を基にして設計されていた。一方材料自体に関するせん絡現象は多くの研究者によって究明されてきたが、特に衝撃せん絡電圧と距離との関係はM. Toepler氏の実験式が知られている⁽¹⁾。しかしケーブル端末の表面せん絡に直接これを適用することには問題がある。したがって実用ケーブルの端末構造に関しては、より適切な基礎実験が強く要望されていた。

端末部のせん絡電圧は、もちろん処理方法によって変化する^{(2)~(4)}。そこで端末部の施行順にしたがって最終構造にいたるまでの各段階ごとに特性を検討した。

供試料は全長約3 mとし、加工条件によって次の4種類について実験した。

* 日立電線株式会社電線工場



第1図 せん絡試験用試料の端末構造

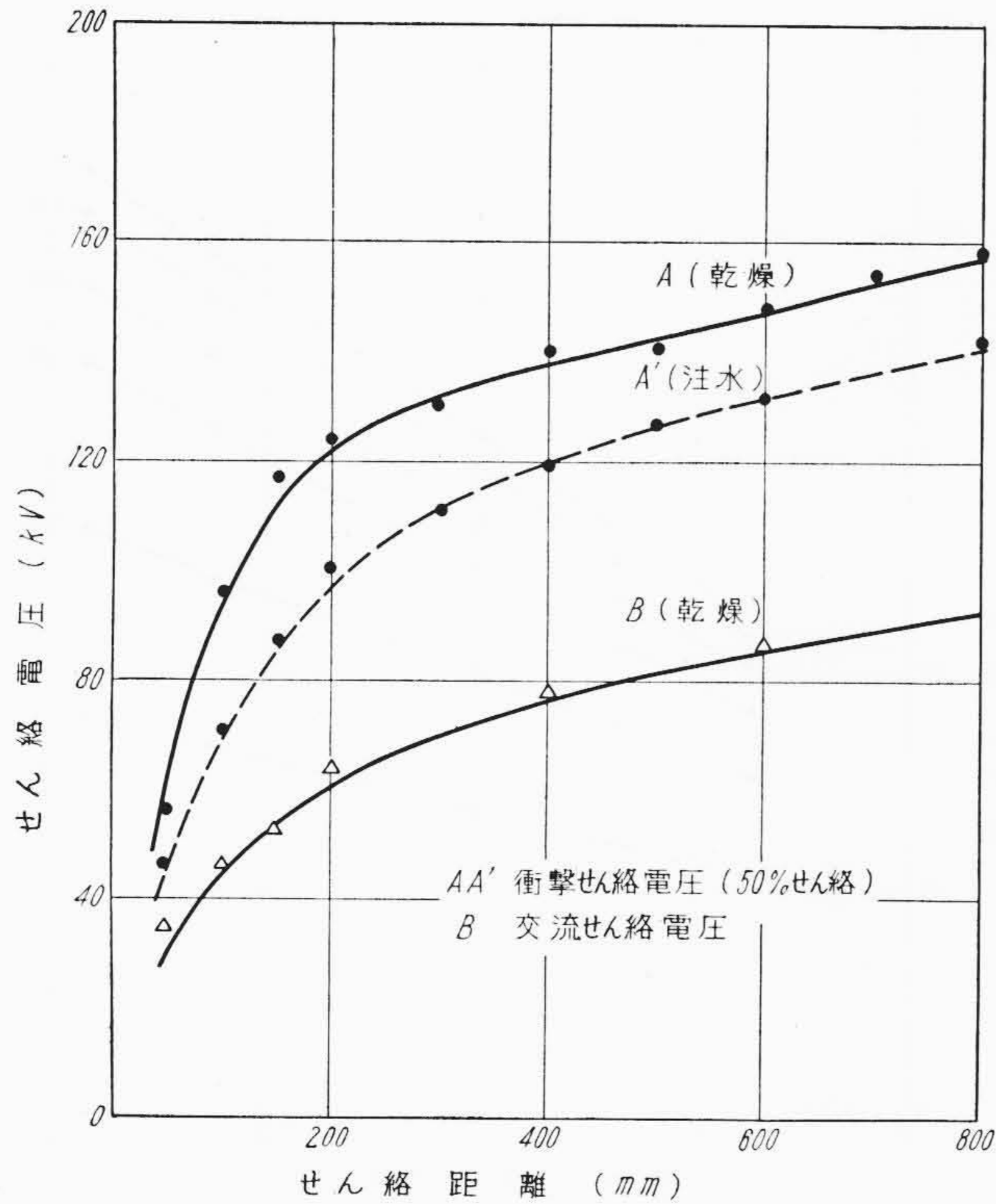
(1) ケーブル端末表面無処理：ブチルゴム絶縁体上にまったく何の加工も施さず、単に絶縁体上に2 mmφの錫メッキ線を巻いて電極としたもの。

(2) 自己融着性テープ処理：ブチルゴム絶縁体表面を清浄にし、この上に自己融着性テープを1/2重ねて1回巻いたもの。

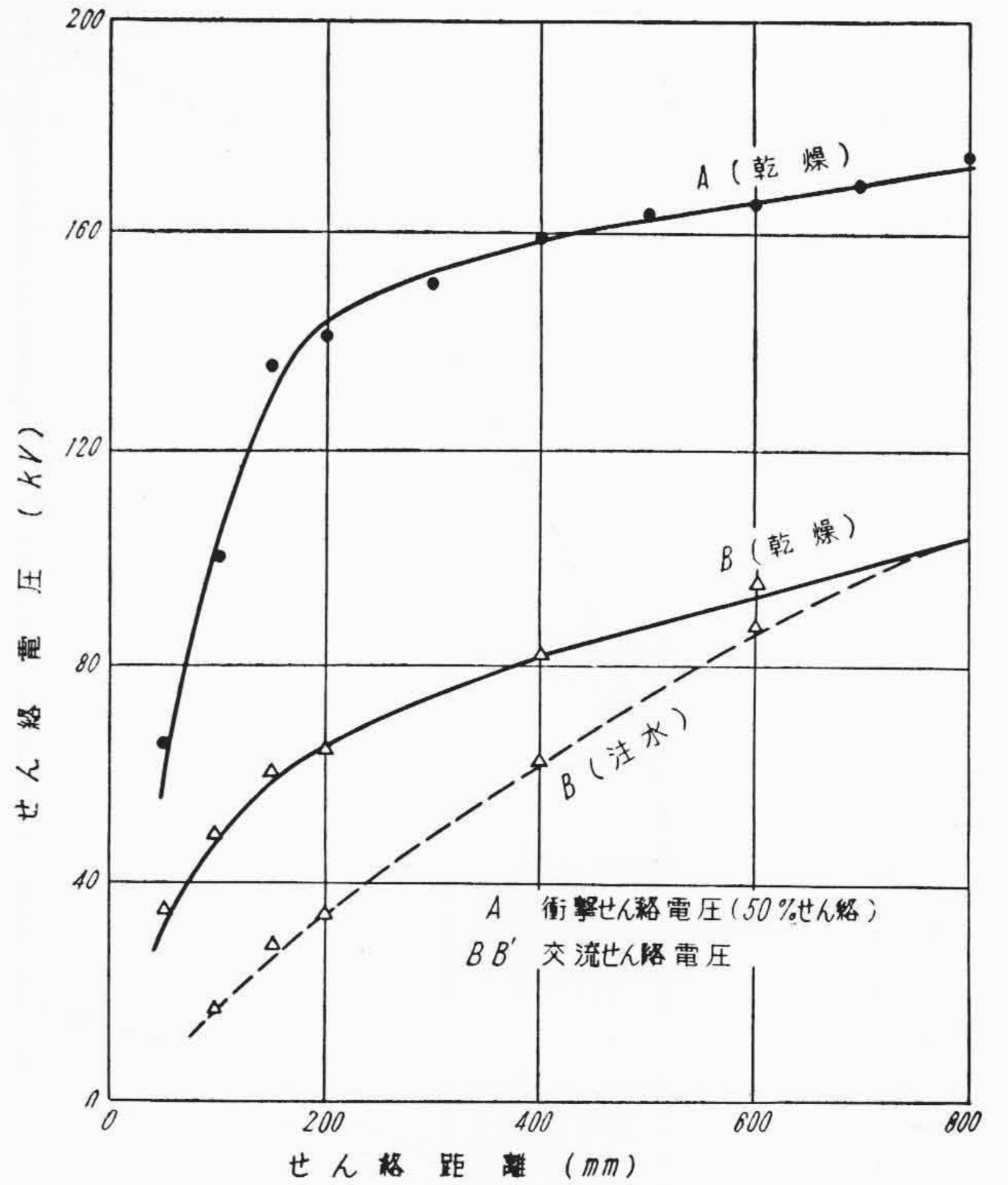
(3) ストレスコーン付：ケーブルのしゃへい体端部に自己融着性テープによるストレスコーンを設けたものでストレスコーンの最大巻き厚さは絶縁体厚さの3/4とした。

(4) 雨覆付：ケーブル端末部にストレスコーンを設け全体をテープ巻き処理とし、雨覆を1個取りつけたもの。

使用したケーブル(1)~(3)は20 kV 60 mm²、(4)は20 kV 125 mm²ブチルゴム電力ケーブルで、試料の状態は第1図のとおり



第2図 沿面せん絡電圧特性 (表面無処理)



第3図 沿面せん絡電圧特性 (自己融着性テープ処理)

である。

これらに交流 50 c/s, および $1 \times 40 \mu\text{s}$ 標準波衝撃電圧を加え, 乾燥および注水時のせん絡電圧を測定した。衝撃せん絡試験は負極性の衝撃波を 2.5kV 段階で各 5 回ずつ印加し, 放電率 100% まで上昇させ, これから内そうして, 50%せん絡電圧を求めた。電圧の測定は一球接地式球間隙により, 温度および気圧から標準状態 (20°C, 760 mmHg) に対する相対空気密度を求めて補正した。また相対湿度は 65~85% の範囲にあったが, これに対する補正は行わなかった。一方交流せん絡は試験変圧器を使用し, 印加電圧を 500V/s の割合で連続上昇させて求めた。

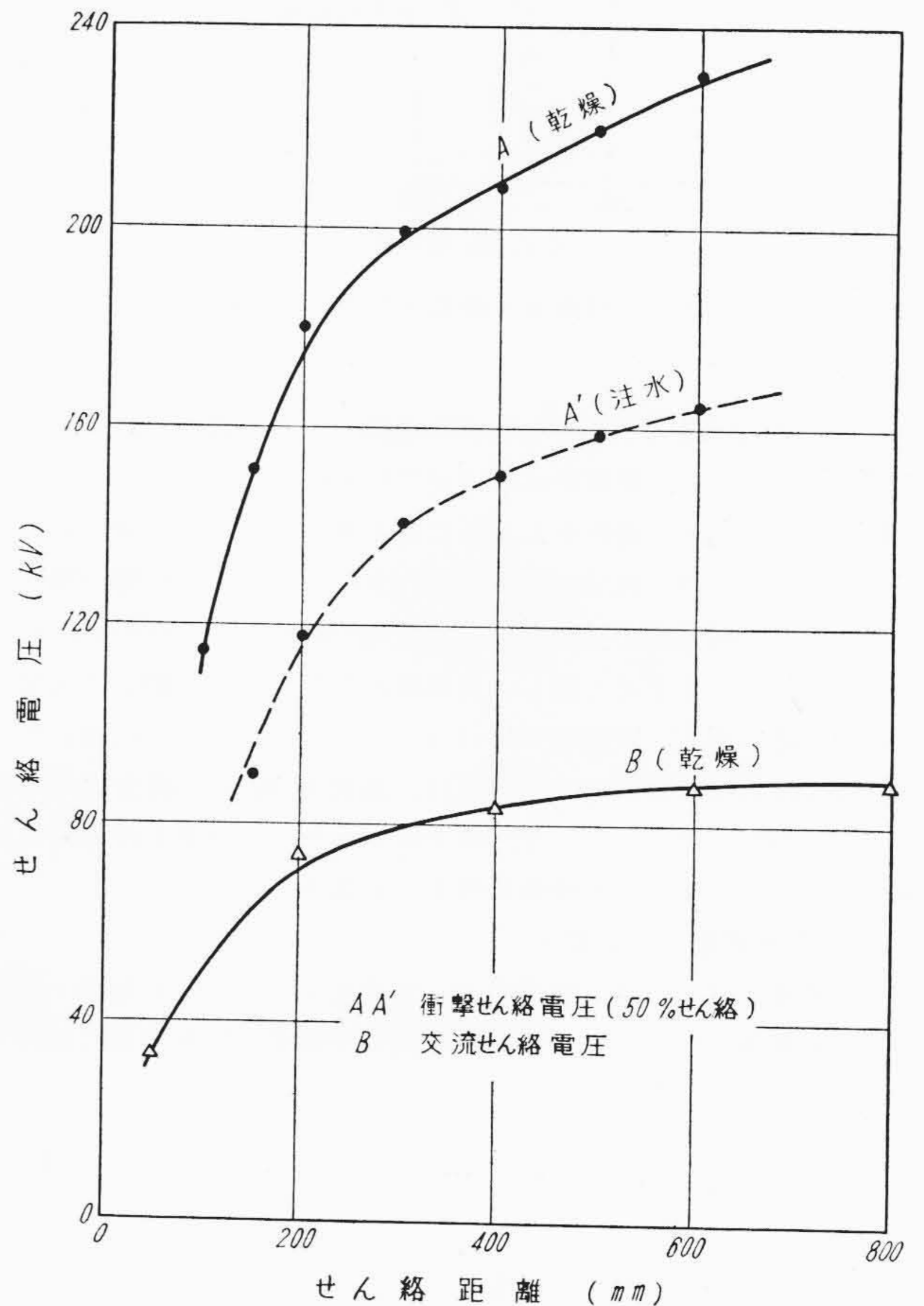
注水は一般水道水 (体積抵抗率 $6 \times 10^3 \Omega\text{-cm}$ 前後) を用い, 注水量は 55~60 mm/h, 注水角度は供試ケーブルに対して約 45 度で行った。

2.1 せん絡距離による変化

せん絡電圧と有効せん絡長との関係は第2~5図のとおりで, それぞれの構造条件による特性が現われている。

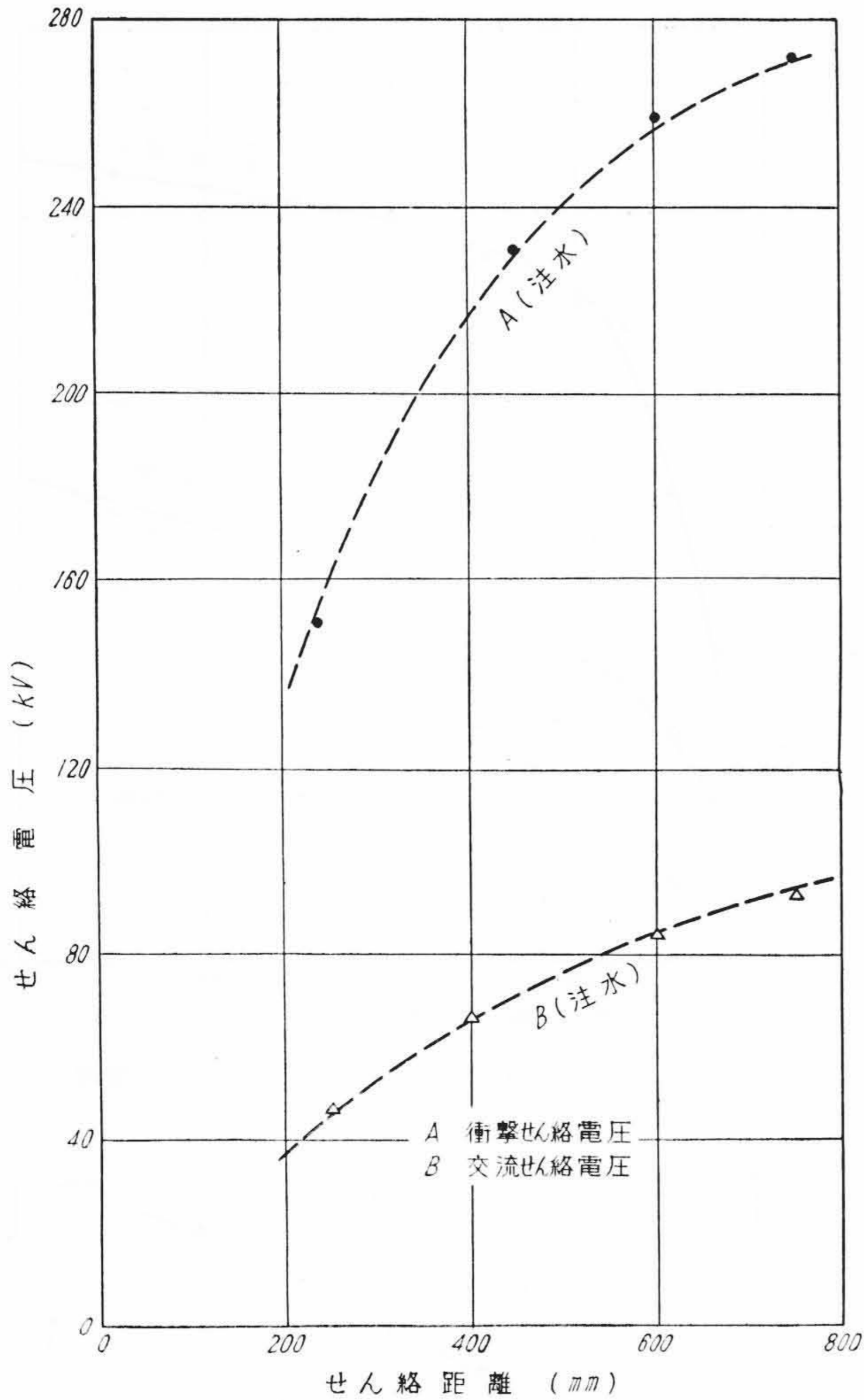
乾燥時の衝撃せん絡電圧は, 有効距離の短いほうで上昇が大きく, 20 cm 以上からはゆるやかに飽和の傾向を示している。注水時の場合も大体同様な特性であるが, 乾燥時のものに比べて 10~35% 低い。また自己融着性テープ巻, ストレスコーン, 雨覆の取付けでおのおのせん絡電圧は高くなる。ストレスコーンを設けると無処理のものより有効長が 60 cm 近辺で約 50% 高く, 自己融着性テープ巻の場合でも約 10% 高くなる。

乾燥時の無処理, テープ巻処理の場合は, 衝撃せん絡電圧のほうが交流せん絡電圧よりも上昇特性が大きく, ストレスコーン付の場合は飽和の傾向が著しい。しかしいずれの場合にも距離の短いほうの上昇率が高い。次に, ブチルゴム絶縁体が露出した状態で注水し, 交流電圧を加えると表面抵抗が相当低下し, いわゆるせん絡現象は生じない。表面テープ巻の場合には, せん絡電圧は距離に対して直線的に上昇するが, 表面抵抗値に著しく依存する。注水時には, 単に水の固有抵抗, 導電率, 注水時間などの影響だけでなく, 水の付着状態が微妙に作用する。表面無処理のものでは, ブチルゴム絶縁



第4図 沿面せん絡電圧特性 (ストレスコーン付)

体表面が大體一様にぬれ, 衝撃せん絡電圧値は比較的安定している。しかし交流の場合には, 漏えい電流が大きく, せん絡というよりも焦付状態を呈する。一方自己融着性テープ巻, 熱可塑性絶縁被覆チューブなどで表面処理すると, 絶縁体表面での吸水性が少ないた



第5図 沿面せん絡電圧特性 (雨覆付)

めに、一様なぬれ状態とならずに水滴として付着し、むらができる。この場合のせん絡電圧は不安定で値も低目となるが、これはせん絡現象が2段階の過程をたどるためと考えられる⁽⁵⁾。すなわち一部分はぬれほかの一部分が完全にぬれきらないような状態で電圧を印加すると、導電度の良好な部分は電極の延長として作用し、ぬれの少ない部分がまずせん絡し、次にぬれた部分がせん絡して次第に全路せん絡に至る。実験結果には示していないが、自己融着性テープ巻の注水時の衝撃せん絡電圧は、表面無処理の場合よりも低く、かつ不安定であった。またストレスコーンの効果も注水時には減少し、ほかの場合の乾燥時特性よりも低下率が大きい。

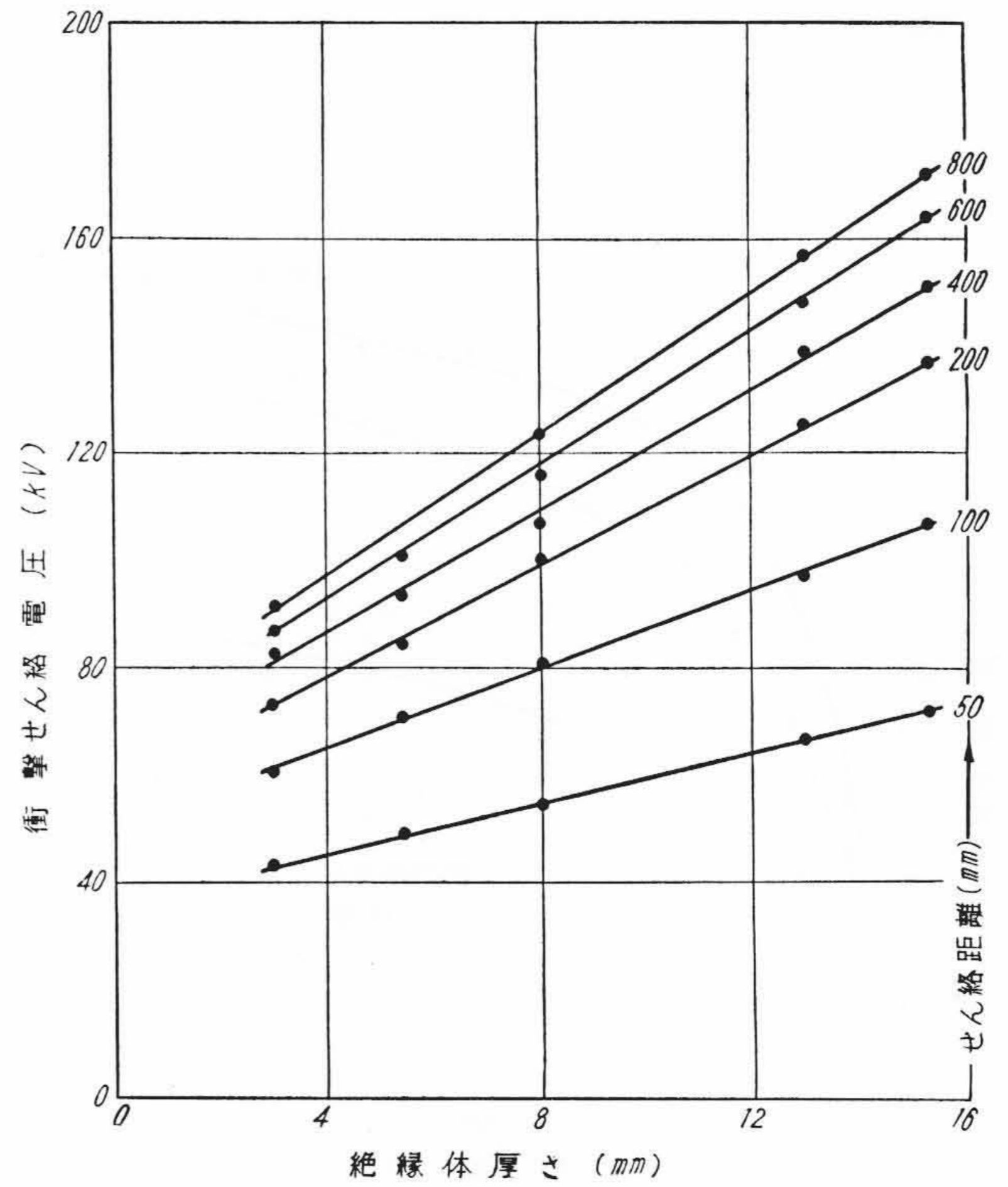
2.2 固有容量による変化

せん絡電圧はケーブル構成によって変化する。すなわち同一絶縁体厚さでも導体径によって変り一般に次式で示す⁽¹⁾固有容量に依存すると考えられている。

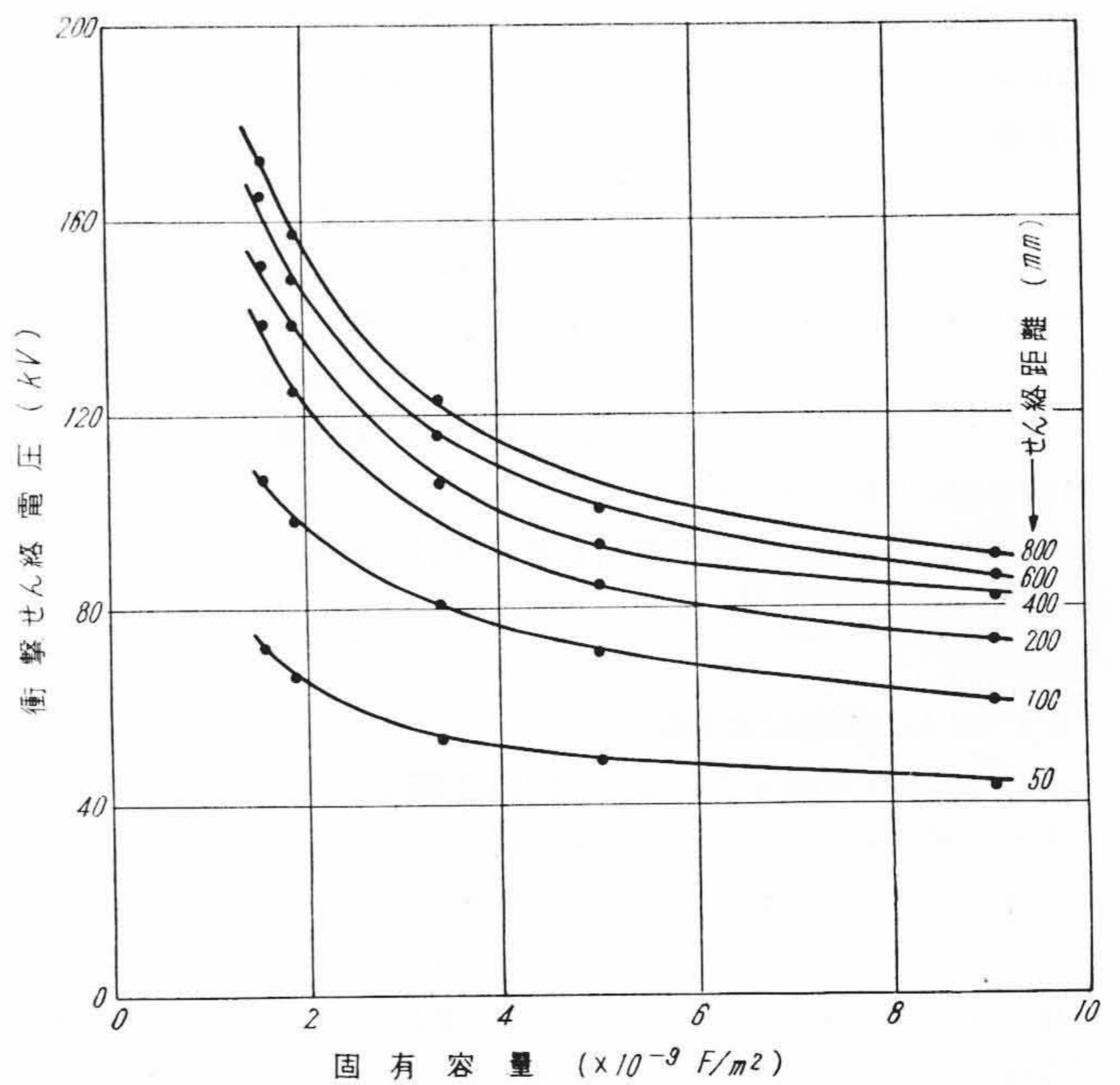
$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon}{\frac{r_i + r_0}{2} \log_e \frac{r_0}{r_i}} \dots \dots \dots (1)$$

- ただし ϵ_0 : 空気の比誘電率
- ϵ : ケーブル絶縁体の比誘電率
- r_i : ケーブル導体半径
- r_0 : ケーブル絶縁体外半径

普通、せん絡電圧は $C^{\frac{3}{8}}$ に逆比例する⁽¹⁾傾向がある。第6図は絶縁体厚さ、第7図は固有容量に対する衝撃せん絡電圧特性である。絶縁体の厚さは、背後にある高圧側電極の影響度合を左右し、極端



第6図 絶縁体厚さによる沿面せん絡特性 (表面無処理, 乾燥時)

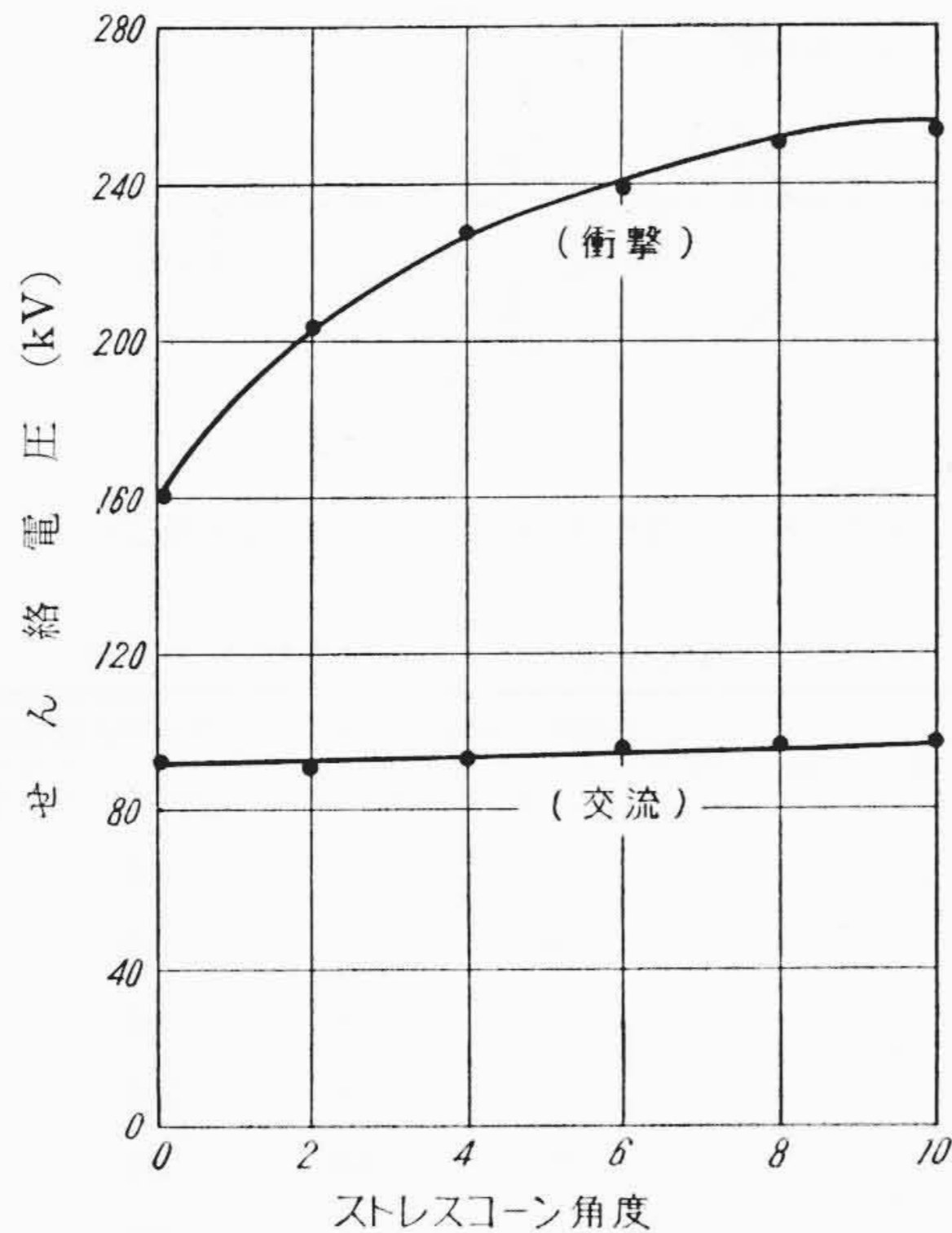


第7図 固有容量による沿面せん絡特性 (表面無処理, 乾燥時)

に厚い場合は、せん絡電圧が距離に対してほぼ直線の傾向となる。したがって固有容量が大きいとき、すなわち導体が太かったり絶縁体の薄い場合にはせん絡電圧は低下する。

2.3 残留電荷の影響

特に乾燥時の衝撃せん絡電圧は、残留電荷の影響を受けやすい⁽⁶⁾。今回の測定ではこの点について直接検討はしなかったが、前の電圧印加で誘電体に残留した電荷が、次の課電のときになんらかの影響を及ぼす結果、一般にはせん絡電圧が不安定な値を示す。すなわち最初からせん絡電圧を見越して高目の電圧を印加したものと



第8図 ストレスコーン角度による沿面せん絡特性

低電圧から開始し徐々に上昇させながら何回も印加した場合とで多少異なったせん絡値を示す。100%までのせん絡電圧範囲を乾燥時と注水時と比較してみると前者が広範囲にわたる。これは注水時には残留電荷が水によって連続的に放電されており、影響が少ないのに反し、乾燥時ではこの放電が緩慢なことを示していると考えられる。しかし測定値からみた放電域の差は極端なものではない。課電の各回ごとに錫はくを巻き付けて残留電荷を放電させると、放電しない場合に比較してせん絡電圧が数パーセント低下するといわれている⁽⁷⁾。

3. ストレスコーンの検討

3.1 角度の影響

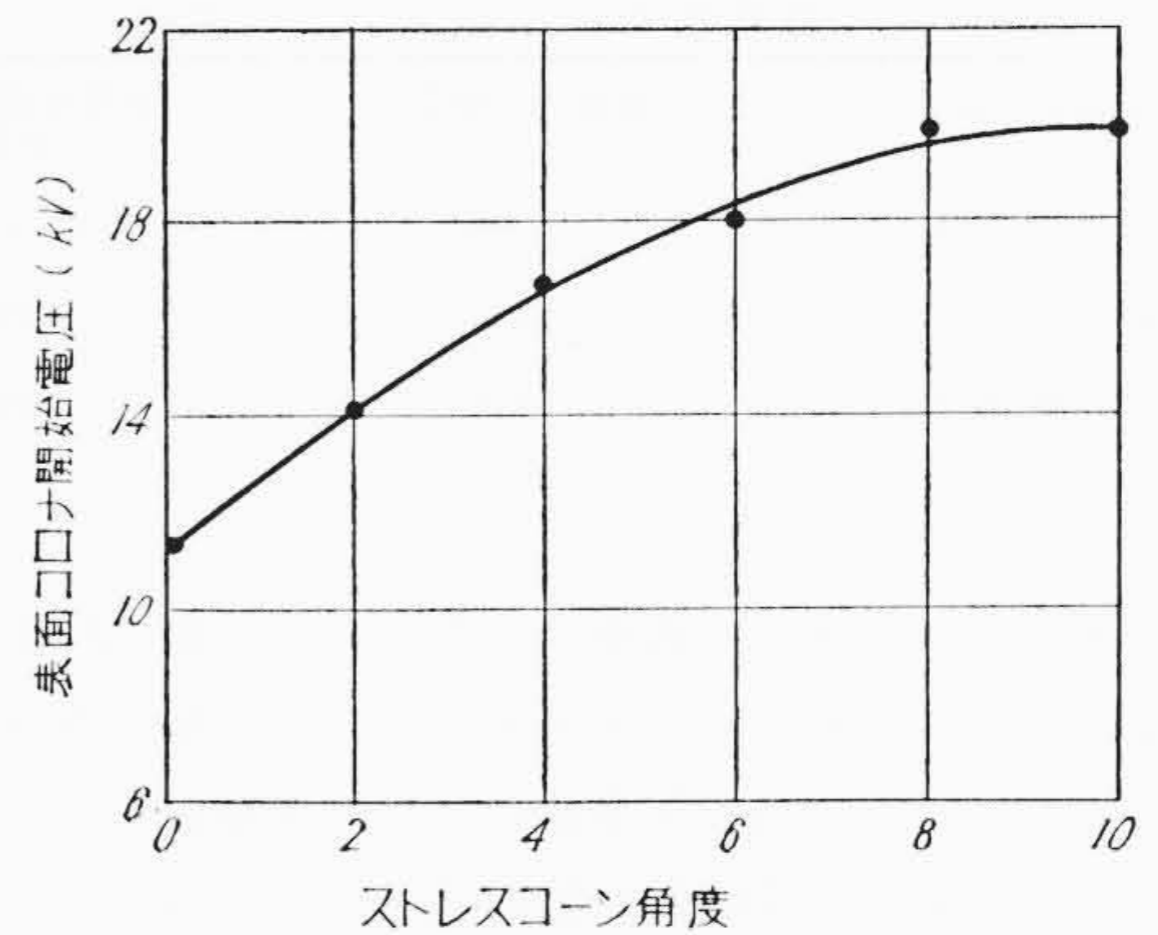
せん絡電圧に及ぼすストレスコーンの効用については前述のとおりであるが、これはケーブル端末部の電界を緩和することであり、ある意味では局部的に固有容量の減少をもたらすためとして説明される。次にストレスコーンの効果を最も有効にするための条件として、コーンの寸法による特性を調べた。試料として20 kV 60 mm² ブチルゴム電力ケーブルを用いて、有効長を760 mm一定とし、ストレスコーンの長さは120 mmとして、角度すなわち厚さを変えた場合の交流および負極性衝撃せん絡電圧を測定した。試験結果は第8図に示したとおりで、ストレスコーンの角度は衝撃波では相当の変化があるが交流ではそれほど影響がないことがわかる。したがって設計の基準角度としては、実際の処理作業そのほかの面を考慮して4～6度程度が適正である。

一方、端末部表面のコロナ放電に対してストレスコーン角度がどのように影響するかを検討した。試料は前と同じものであり、高感度コロナパルス測定装置を使用した。測定結果は第9図のとおりで表面コロナ開始電圧は使用電圧を上回ることもちろんであるが、角度とともに上昇し、8度以上では飽和の傾向を示している。したがって、これからもストレスコーン角度は約8度が適切と思われるが、交流破壊および作業性を考慮して6度くらいが好ましい。

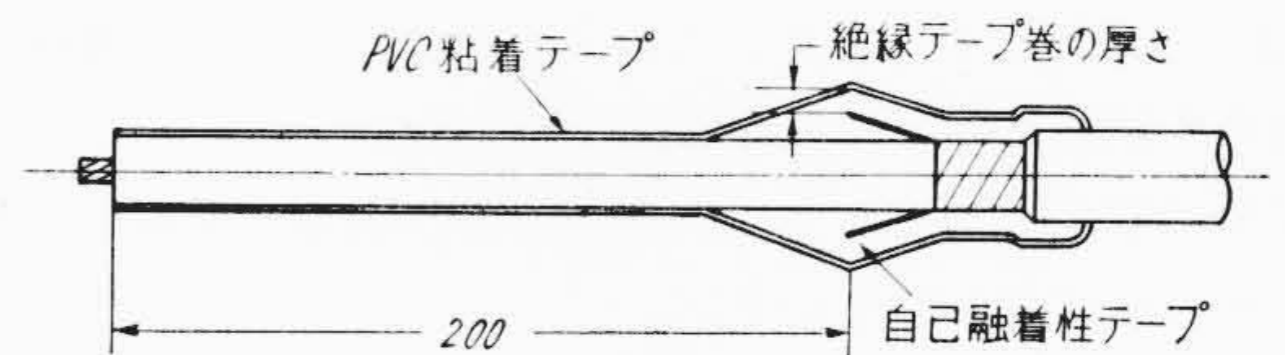
3.2 表面被覆の効果

ストレスコーン上のしゃへい体を絶縁すると、せん絡特性がいろいろ向上することが経験されているが、井上、松田、井戸本の各氏⁽⁷⁾は自己融着性テープを巻き衝撃せん絡電圧を実際に測定した。

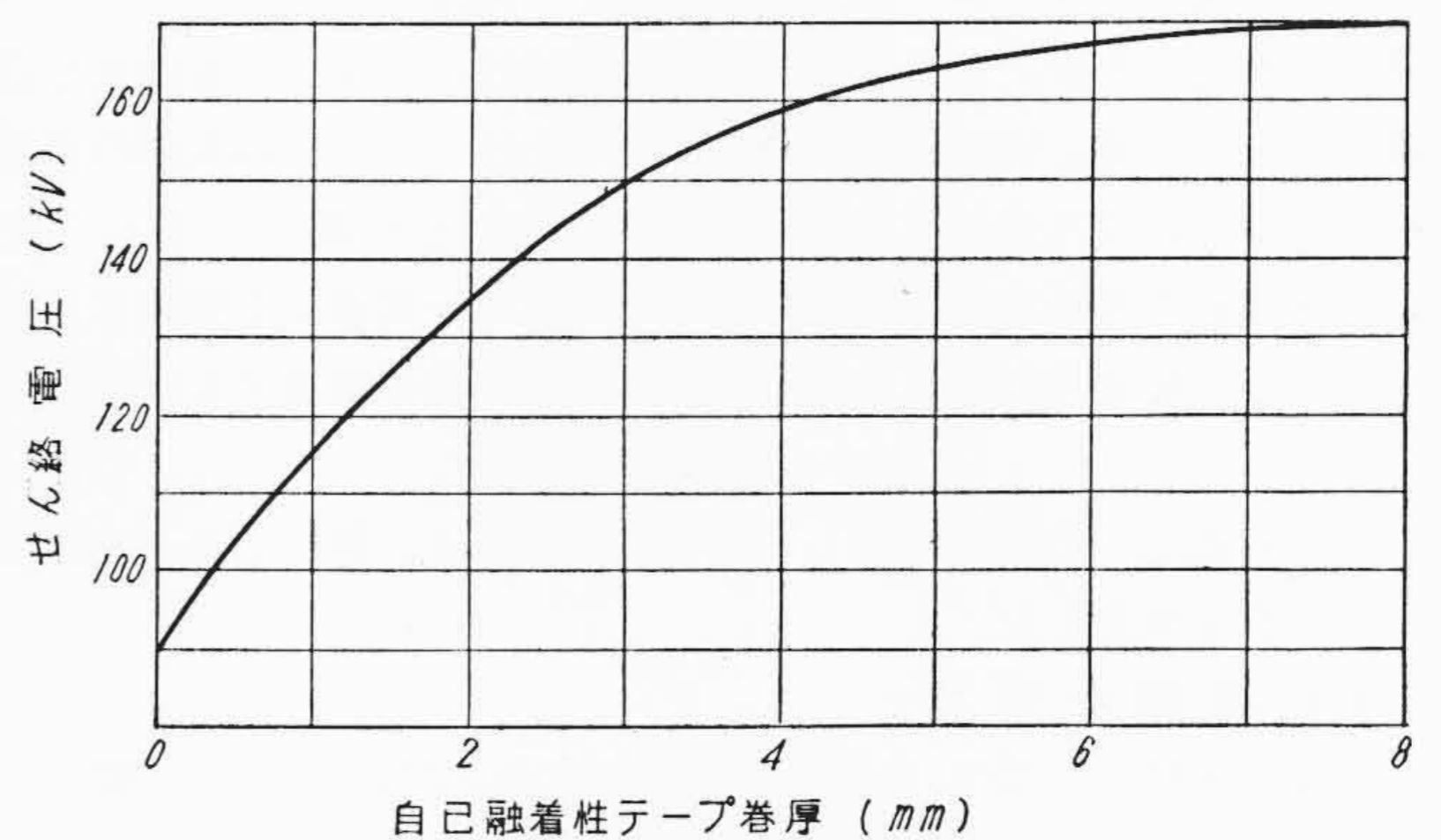
試料は第10図に示した10 kV 400 mm² ブチルゴム電力ケーブ



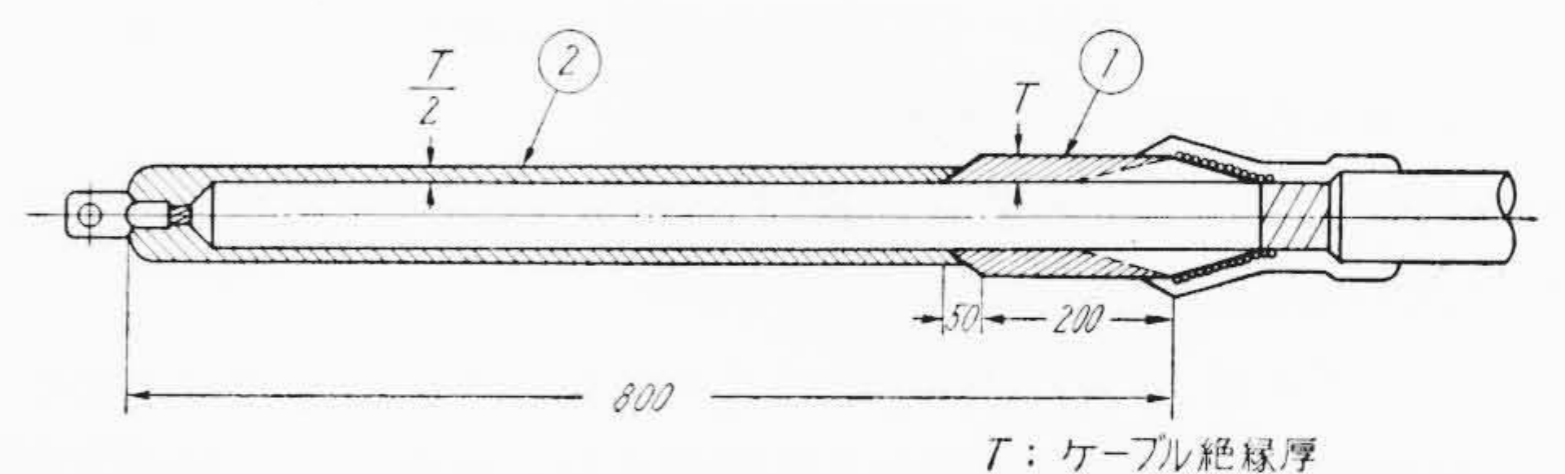
第9図 ストレスコーン角度による表面コロナ開始電圧の変化



第10図 表面被覆試料の端末構造



第11図 ストレスコーン上の絶縁テープの巻き厚さと衝撃せん絡電圧の関係



第12図 補強巻検討用試料の端末構造

ルである。ストレスコーン上部に自己融着性テープを0～7.5 mmの厚さに巻き、各厚さに対する端末部の衝撃せん絡電圧を測定した。この結果は第11図に示すとおりで、自己融着性テープの巻き厚さを厚くするとせん絡電圧は急速に上昇するが、ケーブルの絶縁厚(この場合は7.5 mm)に近くなると曲線は飽和する。すなわちしゃへい体上に被覆を施すことは、相当の効果をもたらすが、實際上このテープの巻き厚さは、ケーブル絶縁厚の0.5～0.6倍くらいが適当である。

3.3 補強巻の効果

さらに、しゃへい体端末部の電界緩和の一方法とし、端末部の補強巻が考えられる。これはケーブル端末部の絶縁体の厚さを増すことによってせん絡電圧を上昇させる方法である。換言すれば端末部の固有容量を減少させるわけである⁽⁸⁾(第7図)。

補強巻の効果は筆者らによって暗示されたものであるが、ここでは第12図のような端末処理を施した実験⁽⁹⁾を紹介する。まずスト

第 1 表 補強巻とせん絡電圧との関係

| 補強巻試料内容 | 交流せん絡電圧 (kV) | 衝撃せん絡電圧 (kV) |
|----------|--------------|--------------|
| 補強巻なし | 98 | — |
| ①の補強巻のみ | 104 | 240 |
| ①, ②の補強巻 | 112 | 290 |

レスコーン部しゃへい体上の被覆のみを行った、第 12 図 ①, ②の補強巻のないものと、①のみのストレスコーンの最大巻き厚さ部分を延長した場合、および端末部全長にケーブル絶縁厚の1/2厚さに②の補強巻を行った場合の3種類の試料について比較した。試料は 20 kV 38 mm² ブチルゴム電力ケーブル約 6 m で、両端に同一の処理を施して、先にせん絡したほうの値をとった。交流電圧は 1 秒間に 1,000 V の割合で連続上昇させた。衝撃電圧は、正極性標準波形で 180 kV より、5 kV ずつ上昇して各 3 回印加し、せん絡電圧を求めた。これらの試験はすべて乾燥状態で行った。

測定結果は第 1 表のとおりで、交流および衝撃せん絡とも補強巻の効果が明らかに現われている。

4. 雨覆の意義

従来雨覆は文字どおり端末部を降雨より保護するものとしてのみ考えられてきたが、この取付けはせん絡特性の立場からも重要な意義をもっている。実際単に有効長を増すだけでなく、端末部の表面せん絡をいわゆる沿面放電の域から多少なりとも離すことができる。すなわち火花放電が絶縁体表面を離れて一部通路を形成することにより、絶縁体に接した空気の部分の最弱点を補償する結果となる。

以上の観点から雨覆に関して形状、位置および数によるせん絡電圧の変化を検討した。

4.1 雨覆の形状

雨覆の形状としては、表面の有効長の大小が問題となる。一般にこれらの用途に使用されるものは単なる円錐形のかさ形雨覆と、懸垂が子のように有効表面距離を長くするために下面を波形としたペチコート形雨覆がある。従来構造寸法については各製造者独得の値をとっているが、かさ形のもので最大直径が 100 mm 前後が多かったが最近 6 kV 級までは規格統一された。

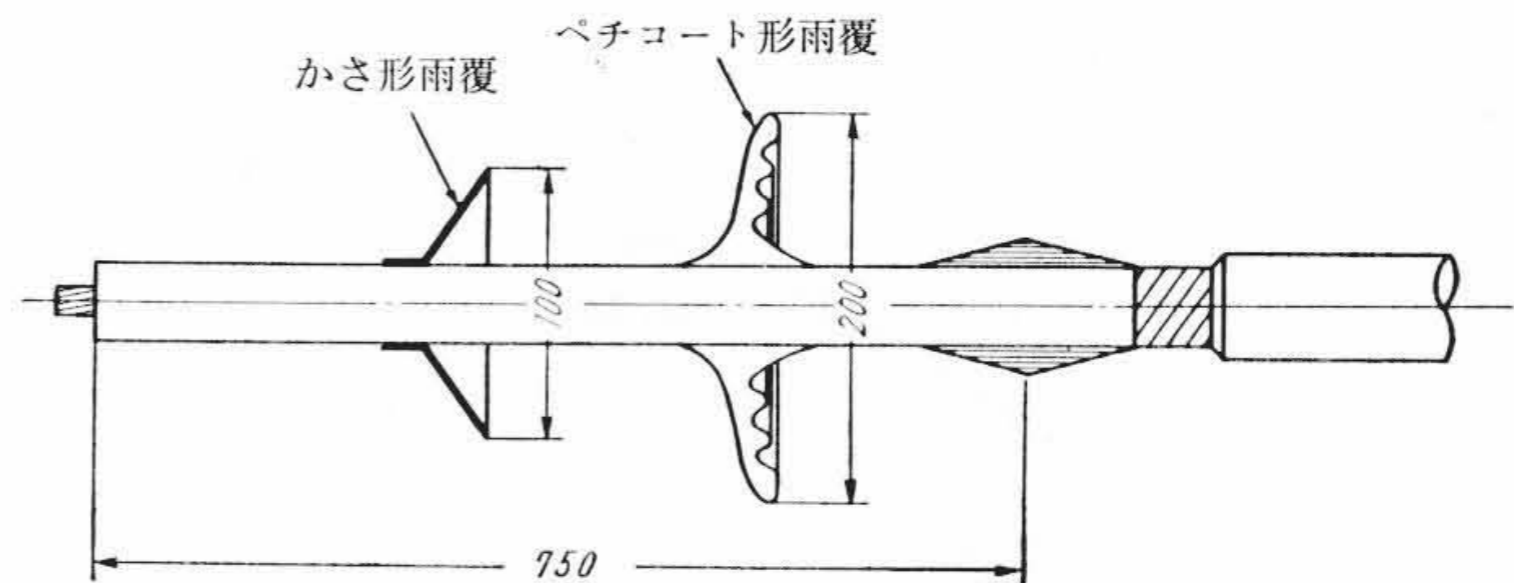
雨覆の取付けとその大きさに関するせん絡電圧特性の実験結果⁽¹⁰⁾は次のとおりである。

試料ケーブルは 30 kV 80 mm² ポリエチレンケーブルでせん絡距離は 750 mm とし、第 13 図のように組立てた。雨覆としてはかさ形およびペチコート形のを 1 個または 2 個取り付けたものを作成し、衝撃電圧を 100 kV 3 回印加後 10 kV 3 回ずつ昇圧して破壊させた。乾燥の場合は残留電荷を除去するために錫はくを巻いて各回ごとに 1 分間放電させた。

この試験結果を第 2 表に示す。雨覆の取付けは 1 個でも相当の効果があるが、ペチコート形のほうが若干せん絡電圧が高い。これは雨覆の形状の差よりも直径の大きさによるものと考えられる。注水の場合には、いわゆる形状による極端な差異はないものと思われる。

4.2 雨覆の位置と個数

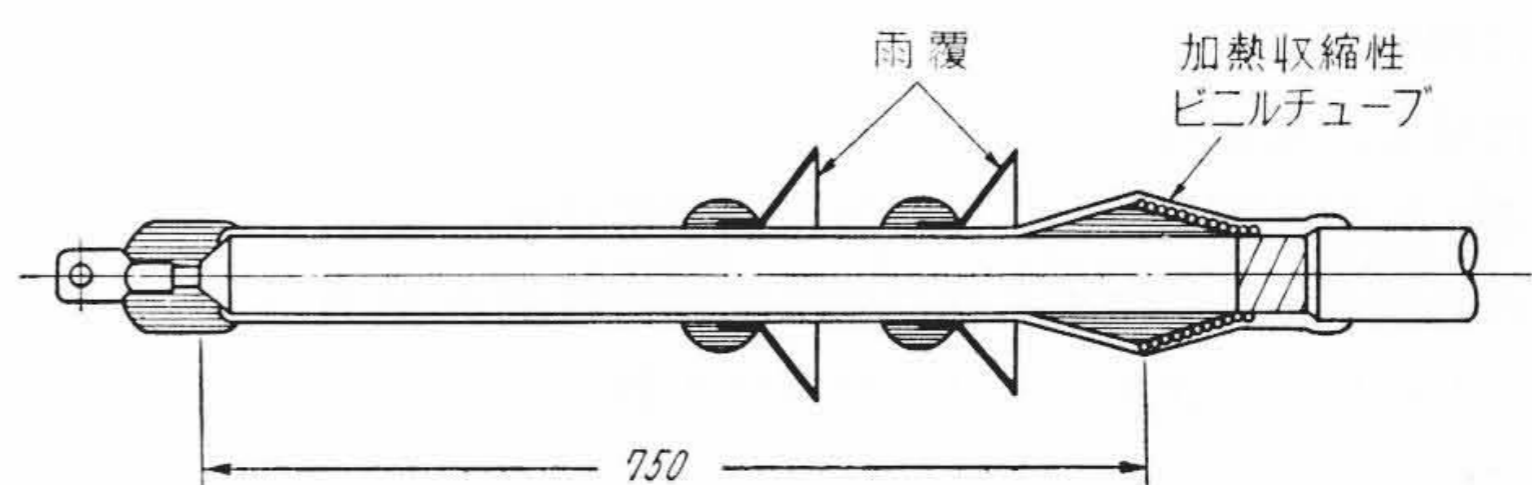
まず位置の影響をみるため第 14 図に示すような端末構造の試料に 2 個のかさ形雨覆を使用して各位置に対する衝撃せん絡電圧を測定した⁽¹¹⁾。試料は 20 kV 30 mm² ブチルゴム電力ケーブル約 3 m のものを垂直につり下げ、乾燥状態で正極性の標準波を印加し、前と同じ課電方法で破壊にいたらしめた。一方注水時における雨覆取付位置による変化は 6 kV 14 mm² ブチルゴム電力ケーブルを使用し



第 13 図 雨覆形状検討用試料の端末構造

第 2 表 雨覆形状と衝撃せん絡電圧との関係

| 雨 覆 | 極 性 | 乾燥せん絡電圧 (kV) | | 注水せん絡電圧 (kV) | |
|------------|-----|--------------|-------|--------------|-------|
| | | No. 1 | No. 2 | No. 1 | No. 2 |
| な し | 負 | 200 | — | 180 | — |
| | 正 | 130 | — | 180 | — |
| かさ形 1 個 | 負 | 250 | 290 | 310 | — |
| | 正 | 170 | 190 | 310 | — |
| かさ形 2 個 | 負 | 270 | 300 | 260 | 260 |
| | 正 | 230 | 220 | 260 | 310 |
| ペチコート形 1 個 | 負 | — | — | 230 | — |
| | 正 | — | — | 350 | — |
| ペチコート形 2 個 | 負 | 320 | 330 | 260 | — |
| | 正 | 320 | 310 | 350 | — |



第 14 図 雨覆付処理の端末構造

第 3 表 雨覆位置と衝撃せん絡電圧の関係 (その 1)

| 雨覆の位置 | No. | 20 kV 60mm ² せん絡電圧 (kV) (乾燥時) | 6 kV 14mm ² せん絡電圧 (kV) (注水時) |
|-------|-----|--|---|
| ○—◇ | 1 | 225 | 125 |
| | 2 | 240 | 115 |
| ○←◇ | 1 | 245 | 130 |
| | 2 | 235 | 135 |
| ○←←◇ | 1 | 250 | — |
| | 2 | 255 | — |
| ○←←◇ | 1 | 255 | 150 |
| | 2 | 270 | 155 |
| ○←←◇ | 1 | 285 | — |
| | 2 | 290 | — |
| ○←←◇ | 1 | 305 | 150 |
| | 2 | 310 | 165 |

て測定した。このときのせん絡距離は 600 mm である。注水は一般用水道水を 55~60 mm/h の割合で垂直試料に対し約 45 度の方向より行った。なおこの場合の表面処理は加熱収縮性ビニルチューブは使用しないですべて自己融着性テープと粘着性ビニルテープ巻処理によるものである。これに正極性標準波を 100 kV から 5 kV ずつ上昇し、各段階で 3 回印加した。

実験結果は第 3 表のとおりである。乾燥の場合は下部に 2 個つけたものが最も良く、以後先端に移るにしたがって低くなっている。先端に取り付けた場合の破壊通路をみると、いずれの試料でも必ず雨

第4表 雨覆の数とせん絡電圧の関係

| 雨覆の数 | 交流せん絡電圧(kV) | 備考 | 衝撃せん絡電圧(kV) | 備考 |
|-------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| ○← | 95 | — | 175 | — |
| ○←← | 120 | ケーブルのゴム絶縁破壊 | 195 | — |
| ○←←← | 147 | ケーブルのゴム絶縁破壊 | 210 | — |
| ○←←←← | 147 | ケーブルのゴム絶縁破壊 | 260 | 絶縁体表面をはってせん絡 |

覆の1個は内側を貫通破壊しており、2個とも破壊しているものもある。これは電界の集中するしゃへい体端部からの放電開始が問題で、雨覆が下部に取付けられている場合が特に有効なことを示している。注水時は明確ではないがやはり下部2個の場合が高くなっている。

この筆者らの暗示に基づいて行ったほかの研究者の実験結果も大体同様な傾向を示している。

試みに渡辺氏ら⁽¹²⁾の行った20 kV 60 mm² プチルゴム電力ケーブルを使用して、上部尖端に雨覆を4個まで取付けた場合の乾燥時における測定結果を第4表に示す。

以上の結果から交流で、雨覆がある場合は表面のせん絡が発生する以前にケーブル絶縁本体が破壊していることがわかる。また雨覆の数は1個より2個のほうが効果は大きい、それ以上取付けてもあまり変化しない。おそらく、汚損を考慮しても雨覆数は3個が限度であろう。

5. 最適設計

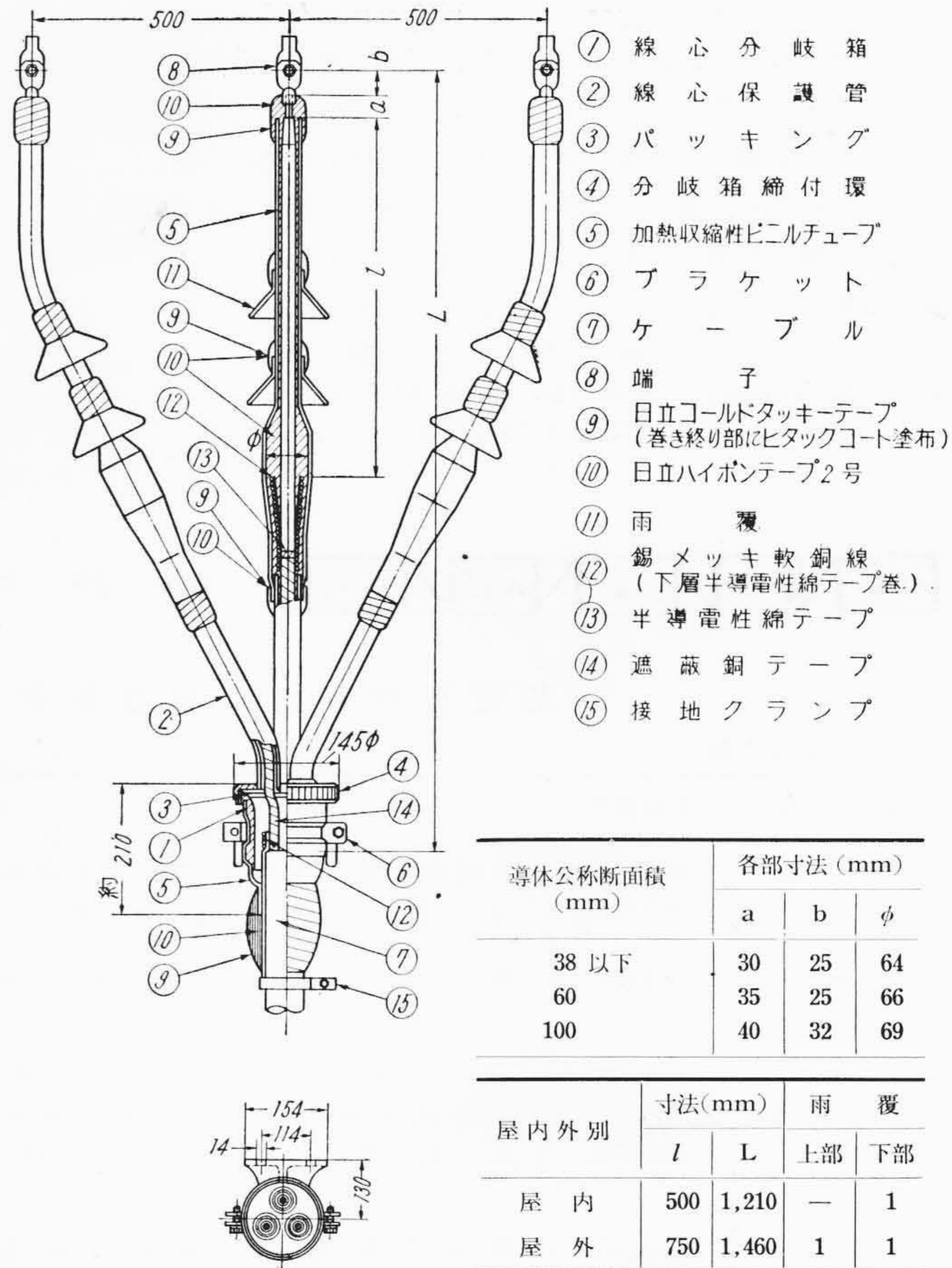
現在日立電線で採用されている20 kV 級ケーブルヘッドとしては、がい子形が標準となっている。しかし最近の各界の要望にこたえて、以上の基礎実験を参照して実用設計を試みた。

検討結果から主要構造に関する特性をまとめると、大体次の事項があげられる。

- (1) せん絡電圧は、沿面距離の短いほうで急増するが、あまり長くしても飽和してしまう。したがって端末有効長としては750~800mmが限度である。
- (2) ストレスコーンの取付けは、衝撃せん絡に効果が大きい。その大きさはせん絡特性および交流表面コロナの点から4~6度の角度が適切である。
- (3) 補強巻は効果が大きい、特にしゃへい体近辺のものが有意義であり、全長に施すかどうかは費用、作業能率などとの関連で検討しなければならない。
- (4) ストレスコーン部しゃへいテープ上の表面被覆は、絶縁厚さの範囲内で効果が大きい。
- (5) 雨覆は補強の意味でも効果があり、したがってストレスコーン近傍に取付けるのが良い。数は2個で実用上問題ない。

以上の結果から衝撃耐圧は基準衝撃絶縁強度(BIL)の120%(180 kV)、交流耐圧は44 kVとするとまったく問題なく、特に交流では裕度が大きい。また雨覆付の場合交流電圧に対しては、ケーブルの絶縁破壊がせん絡に先行する(第4表)。すなわちせん絡に対する設計基準は、衝撃波に対する絶縁耐力と考えてよい⁽¹³⁾。したがってプラスチックケーブルヘッドの設計は、一応初期の衝撃せん絡電圧と線路のBILとの比の選択に集約される。

第15図は以上の考察に基づいた20 kV プチルゴム電力ケーブル用プラスチックヘッドの最終構造を示したものである。沿面有効長は屋外用750mm、屋内用500mmとした。これはアメリカGE社で規程している15 kVまでのものを20 kVに延長した値760mm、およびOkonite社の屋内用29" (=737mm)と比較して妥当な値である。(一方国内各社の資料でも750~800mmとなっている) ストレ



プラスチックヘッド (20 kV 3心 プチルゴム電力ケーブル用)

第15図 プラスチックヘッド (20 kV 3心 プチルゴム電力ケーブル用)

スコーン厚さは絶縁厚さの約70%前後とし、錫メッキ線を最大径部まで巻く。この上に巻く表面被覆は補強巻と連けいして、仕上り厚さがストレスコーンを含めた全体でケーブル絶縁厚さと等しくなるようにしてある。補強巻の長さは、最大径部で80mm巻き、それから先は自己融着性テープを1/2重ねて2回巻(約1.5~2.0mm厚さ)とした。表面被覆および補強巻厚さは、実験結果ではさらに大きくしたほうが良いが、作業能率、仕上りその他から最も経済的な範囲の値としている。保護被覆としては当社独得の加熱収縮性ビニルチューブ仕上げとし、この上に屋外用では2個、屋内用では1個の雨覆をつける。取付位置は1個はストレスコーン近辺の下部に、屋外用の他の1個はこれより150mm離れた比較的下部にまとめて配置してある。

本方式の衝撃せん絡特性は屋外用で300kV以上、屋内用で240kV以上になっている。さらに長期間使用による汚損劣化は、いまだ結論を見るまでにはいたっていないので、今後の研究課題とする。したがって全面的な採用には検討の余地があるが、特にじんあい、塩害および化学性物質のふんいきなどの懸念が少ないところでは十分使用できると確信する。従来のがい子形では耐雷、表面汚損劣化という点の信頼度は高いが、処理作業の能率および価格の点で、プラスチック形のほうがすぐれている。

6. 結 言

以上20 kV プチルゴム電力ケーブル用端末処理に適用するプラスチックヘッドの設計にいたるまでの検討結果を述べた。一連の基礎実験では端末各部の構造について、その寸法とそれぞれの機能を調

べた。そして屋外，屋内用としての経済的なせん絡距離の設定と，ストレスコーンの最適角度を決定し，雨覆の意義を確めた。さらに経年汚損劣化の問題は，今後に残されているが，すでに使用されているものの実績と，模擬実験を参考として検討を進めたい。

かく筆に当り，種々ご討議いただいた東京工業大学斎藤教授，国鉄電気局福代幹事，高瀬，目黒の両氏をはじめとする日本国有鉄道絶縁電線専門委員会の各位に厚くお礼申しあげる。

参 考 文 献

- (1) M. Toepler: Ann. der Phys. 53, 217 1917)
- (2) 依田: 電学誌 80, 253 (昭 35-3)

- (3) 依田, 留目, 佐藤: 電学東京支部大会 96 (昭 33-11)
- (4) 依田, 留目, 佐藤: 電四連大 625 (昭 34-4)
- (5) 中島: 電学論 2, 255 (昭 16)
- (6) 大木: 第 8 回放電分科会 No. 21 (昭 26-10)
- (7) 井上, 松田, 井戸木: 住友電気 72, 34 (昭 34-12)
- (8) 大木: 電学連大会 18 (昭 27-5)
- (9) 国鉄絶縁電線専門委員会: No. E-35 (昭 34-11)
- (10) 国鉄絶縁電線専門委員会: No. E-21 (昭 34-9)
- (11) 依田, 留目, 佐藤: 電学東京支部大会 253 (昭 34-11)
- (12) 国鉄絶縁電線専門委員会: No. E-17 (昭 34-8)
- (13) 依田, 留目, 佐藤: 電学東京支部大会 253 (昭 34-11)



特 許 と 新 案

最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その 5)

(第 71 頁より続く)

| 種 別 | 登録番号 | 名 称 | 工 場 別 | 氏 名 | 登録年月日 |
|------|--------|--------------------|-------|--------|-----------|
| 特 許 | 621154 | 非直線抵抗を使用した複式火花消去方法 | 戸塚工場 | 三谷正一 | 35. 3. 18 |
| " | 261161 | 自動電話交換方式 | 戸塚工場 | 江森五郎 | 35. 3. 29 |
| " | 261162 | 指向性計算装置 | 戸塚工場 | 中三浦武雄 | " |
| " | 261158 | 高速度遮断器 | 水戸工場 | 沼小倉正健 | " |
| 実用新案 | 509457 | 風冷式水銀整流器冷却風通風検知装置 | 日立工場 | 高橋幸治 | 35. 3. 25 |
| " | 509480 | 電気弁の点弧制御装置 | 日立工場 | 小野田幸芳 | " |
| " | 509485 | 縦軸電動機の上部軸受給油装置 | 日立工場 | 鈴木高里 | " |
| " | 509495 | 交流発電機周波数制御装置 | 日立工場 | 大斎幸奎 | " |
| " | 509496 | 交流発電機周波数制御装置 | 日立工場 | 高斎藤奎 | " |
| " | 509497 | 単相交流発電機周波数制御装置 | 日立工場 | 高斎藤奎 | " |
| " | 509498 | 単相交流発電機周波数制御装置 | 日立工場 | 高斎藤奎 | " |
| " | 509507 | レオナード電動機速度制限装置 | 日立工場 | 高加藤春 | " |
| " | 509508 | 回転電機固定子線輪 | 日立工場 | 木村春源 | " |
| " | 509526 | 風冷形整流装置 | 日立工場 | 掛近札藤喜久 | " |
| " | 509527 | 半導体整流器の風冷装置 | 日立工場 | 前島和久 | " |
| " | 509536 | 高速度回転電機の固定子 | 日立工場 | 佐藤文 | " |
| " | 509537 | 磁気増幅装置 | 日立工場 | 今尾隆 | " |
| " | 510696 | 交流発電機自動周波数制御装置 | 日立工場 | 藤木勝美 | 35. 3. 30 |
| " | 510711 | 原子炉制御装置 | 日立工場 | 高吉柳清 | " |
| " | 510712 | レオナード電動機速度制限装置 | 日立工場 | 加藤藤 | " |
| " | 510719 | 同期電動機軸電流短絡装置 | 日立工場 | 佐藤秀夫 | " |
| " | 510721 | 界磁線輪支持装置 | 日立工場 | 坪内秀雄 | " |
| " | 507458 | コンデンサ | 国分工場 | 坪内亮二 | 35. 3. 3 |
| " | 509470 | 自動エレベータの案内放送装置 | 国分工場 | 山宮石池 | 35. 3. 25 |
| " | 509475 | 水銀整流器制御装置 | 国分工場 | 田沢正一 | " |
| " | 509479 | 不活性瓦斯入り避雷器直列間隙装置 | 国分工場 | 伊桑山正俊 | " |
| " | 509490 | 負荷電圧調整器用限流リアクトル | 国分工場 | 内木前川 | " |
| " | 509493 | 屋外用配电箱の防水装置 | 国分工場 | 滑川義一 | " |
| " | 509512 | コンデンサ | 国分工場 | 宮沢寿郎 | " |
| " | 509513 | 配电箱における電位変圧器箱引外装置 | 国分工場 | 丹原秀太郎 | " |
| " | 509514 | メタルクラッド配電盤の断路装置 | 国分工場 | 丹原秀太郎 | " |
| " | 509516 | 外部断路形遮断器制動装置 | 国分工場 | 丹原清寛 | " |
| 実用新案 | 509518 | 屋外用配电箱の通風装置 | 国分工場 | 丹原秀太郎 | 35. 3. 25 |

(第 82 頁へ続く)