絶縁物の耐コロナ性に関する二、三の特性

Some Characteristic on Corona Resistance of Dielectrics

依田文吉*佐藤祈美男* Bunkichi Yoda Kimio Satō

內 容 梗 概

電力ケーブルや変圧器などの高電圧機器においては、コロナ放電による絶縁劣化の問題が重要視され各方面 で活発に研究されている。特に最近の高電圧化と高分子絶縁材料などの進歩は、絶縁設計を簡略化する傾向に あるところからコロナ放電の発生機会を多くした一面も考えられる。これは熱劣化とともにケーブルや機器の 寿命に大きな影響をもつものである。

今回筆者はボイドコロナおよび沿面コロナの2点から,ブチルゴム,ポリエチレンなどのコロナ放電による 劣化と寿命について実験した。ブチルゴムではコロナ放電の影響が大きいにもかかわらず,その表面変化が放 電様相を微弱化することによってカバーしており,ポリエチレンでは初期の耐コロナ性はすぐれているが,破 壊機構が特異なために寿命の観点から本質的な改善を試みることが必要であることがわかった。

1. 緒 言

電気機器絶縁とコロナ現象とは密接な関連性をもっていることが 着目され,生産技術の進歩とともに重要な研究対象となってきた。 すなわち,高電圧を絶縁するために低電圧絶縁を外挿して設計する



と製造がきわめてむずかしくなり,経済的にも不利となる。したが っていきおい高電圧になるほど,使用状態での裕度が少なくなる。 すなわち強電界にさらされる機会が非常に多くなり局部的なコロナ の発生が考えられる。この意味ですぐれた絶縁強度の材料の開発と ともに,そのコロナ放電に対する特性を解明すること,いわゆる耐 コロナ性の問題が大きくとりあげられることになった。

コロナ放電の研究はかなり以前から行われてきたが、大別して次 の二つにわけて考えられる。その一つは絶縁材料の表面で発生する 沿面放電であり、他の一つは絶縁物中のボイド(気泡)で発生するボ イド放電である。これらのコロナがどのような機構で絶縁材料の劣 化、ひいては絶縁破壊をじゃくきするかは一概に説明できない。そ の理由は問題が単に電気的な機構のみに限られるわけではなく、局 部的熱作用、化学的腐食があり、実際の現象はこれらのすべての要 因が複雑に錯綜しあっているところにある。

さらにコロナ放電自体が非常に不規則で安定性がなく問題をいっ そう複雑にしている。すなわちコロナの発生状況,周囲媒質,温度, 湿度電極部分の形状などが大きく影響し,単純な測定ではこれらの 要因を除去して本質的な耐コロナ性に触れることはむずかしい。

このため当初は"耐コロナ性"ということがどういうことか,ま たどのような試験によって評価できるかわからないままに出発し た。しかしようやくIECの試験法が規格化され,国内においても電 気学会放電専門委員会で統一化するための研究を進めている。

またこれらに関しては堀井氏⁽¹⁾などの多くの興味ある実験や検討 結果が報告されているし、百武氏⁽²⁾は各種の絶縁物について電圧印 加時間と、試料の重量減との関係や、コロナ劣化の前後の試料につ いての破壊電圧を求め、耐コロナ性の評価を行っている。また岡本 氏⁽³⁾はポリエチレンシートについて検討し、放電エネルギーとパル

第1図 ケーブルのボイド検出回路

ボイド検出法を実際ケーブルに応用して好結果を得ている。

上記の諸研究から絶縁材料の耐コロナ性はかなり明確になった が,現象が複雑なためまだ決定的な結論はでていない。筆者は,コ ロナ放電から絶縁破壊への過程を究明する目的でポリエチレン,ブ チルゴムのシートおよびケーブルを試料として用い,各種の実験を 行って考察した。

2. ケーブルのボイド放電と絶縁破壊

2.1 ケーブル中のボイドの影響

ケーブル絶縁体中のボイドの有無はその電気破壊に重大な影響を 与える。すなわち絶縁体に長期間課電するとボイドの放電が原因と なって破壊にいたる場合が多い。この影響度合はその絶縁材料の性 質,特に耐コロナ性のいかんによって大きく左右される訳である。

まず,レントゲン用に製造された AD-50/100-2 天然ゴム絶縁ケー ブルを供試料としてコロナ開始電圧と破壊電圧の関係を調べた⁽⁶⁾。 有効長さ40mmの電極を作製し,ごく短かい部分についてブラウン 管オシログラフによってコロナ開始電圧を測定した。第1回に使用 した回路を示す。1回の測定にあずかる部分を短かくしたのはその ご行った破壊電圧の測定結果とボイドの位置,含有率との関係を確 実にみるためである。

以上の方法で上記のケーブルについて電極を次々に移動しながら ボイドのある部分をコロナパルスの測定から検出した。このときの

ス発生ひん度分布を求め、コロナ総数と破壊までの関係、印加周波	印加電圧は最高 30 kV(交流)とし、コロナパルスの発生しない部分
数の影響,周囲ガス体の効果などについて報告している。そのほか	は有害なボイドがないものとした。以下同様にしてコロナパルスの
原氏(4)はマイカの特性についてコロナエネルギーと寿命との関係曲	観測された部分についてはそのつどコロナ開始電圧を測定し、同時
線についてふれ,加子氏(5)は IEC 法を改良した非破壊試験を主体	にその部分のケーブルに標示を行った。次に同一試料に 49.5 kV 10
とし,放電電力と消耗量の関係,酸化反応と発生ガスの測定など,	分間を印加しこれに耐えたものは 55 kV に上昇して10 分間保ち以
各種の方面から検討している。一方橋本氏(6)は高電圧ケーブル中の	後5kV 10分間隔で階段状に電圧を上昇し破壊までの電圧と時間を
* 日立電線株式会社電線工場	測定した。破壊したものはその破壊箇所を確認し、先に行ったコロ

---- 23 -----

昭和36年6月

電線ケーブル特集号 第6集

日立評論 別冊第43号



(AD-50/100-2 天然ゴム絶縁レントゲンケーブル) 第2図 ボイド検出部分のコロナ開始電圧と破壊電圧の関係



第1表 ボイド検出後ケーブル各区間の交流破壊電圧 (D-50-2 ブチルゴム絶縁レントゲンケーブル)

番 号	破壞電圧 (kV)	備	考
1	65.0	ボイドの検出されな	cかった部分
2	40.0		
3	45.0	} 10kV でボイドの核	演出された部分
4	50.0)	
5	50.0	- 15kV でボイドの核	後出された部分
6	50.0)	

第2表	各種破壞電圧力	sよびコロナレベル測定結果
	(20 kV 60 mm ²	ブチルゴムケーブル)

試料別およ び試料番号		<u>コロナレベル (kV)</u> 開始電圧 消滅電圧	交流準長時間 破壊電圧 (kV/min)	交流短時間 破壞電圧 (kV)	衝撃破壊電圧 (kV/回)	
A)	No.2	13	11	85/30	85	350/2
1.	No.3	9	7	85/7	100	290/1
	No.4	11	9	80/10	96	
	No.1	20	18	135/55	155	410/2
B)	No.2	20	18	145/30	148	430/3
	No.3	20	18	145/15	150	450/3
	No.4	20	18	140/10	159	
備	考	試 *	≯長	5 m	3 m	6 m

電極 ボイド

ナ開始電圧を測定した箇所と対応させてみた。これらの関係を示す と第2図のようになる。測定値にはかなりのばらつきがあるがコロ ナ開始電圧が 30 kV 以下のものはすべて 60 kV 以下で破壊してお り、それ以外のいわゆるボイドの検出されなかった部分はすべて 70 kV 以上の耐電圧を有することがわかった。またコロナ開始電圧 の低い部分ほど破壊電圧は低くなる傾向にある。また天然ゴムケー ブルでは、5 kV 10 分間隔の電圧課電においてもすでにボイドの影 響があることがわかった。

一方ブチルゴム絶縁のレントゲンケーブル D-50-2について、印 加電圧 10 kV 以下で放電を開始するボイドの検出を行った。たまた ま 2,3 箇所でコロナパルスの発生を認めたが、次に印加電圧を 15 kV とし、このとき新たに検出された部分を前の部分と区別して標 示した。その後 25 kV より 5 kV 30分間隔の階段状課電方式で破壊 試験を行った結果が第1表である。低電圧でボイドの検出された部 分はやはり破壊電圧も低い傾向を示しており、ボイドの検出されな いものではすべて 60 kV 以上になっている。









これに関して, 奥, 青木, 井上の諸氏 ⁽⁷⁾ は 20 kV ブチルゴム絶
縁ケーブルについて多数の泡状ボイドを含有するケーブル(A)と,
顕微鏡観察でほとんどボイドの認められないケーブル(B)について
交流短時間破壊, 交流準長時間破壊および衝撃破壊などを行い 第2
表のような結果を得ている。また $300\pm5\mathrm{kc/s}$ の狭帯域増幅器を使
用して測定したコロナレベルと交流準長時間破壊電圧の関係を第3
図のように示している(18)。

交流短時間破壞特性(1)

2.2 シートによるモデルボイド実験

----- 24 ------

筆者はこれらの状態をモデル化するためシートの場合について実験した。第4回に示すように3枚の電力ケーブル用クラフト紙(乾紙)を平板電極間にはさみ,そのうち中央部のものに直径6mm¢の円形打ち抜きをしたモデルボイドを作り,これらの試料の厚さをい



第6図 モデルボイド入りクラフト紙の 交流短時間破壊特性(2)







 Z_X : 試料インピーダンス



第8図 接触表面コロナによる耐コロナ試験法

ろいろ変えて約500 V/s 上昇率の交流短時間破壊試験を行った。 このときの結果は第5,6図に示すとおりである。これからわかる ように比較的ボイド放電の影響が少ないと思われる短時間の破壊で さえも、ボイドの厚さの割合が大きくなれば破壊電圧はかなり低下 する。そして破壊点はすべてボイド箇所である。

以上述べたようにケーブル絶縁体内部に存在するボイドは,大き ければ電圧印加時間の長短にかかわらずかなりの悪影響を及ぼす。 長時間の課電にさらされる場合にはたとえ微小なボイドといえども コロナ侵食により絶縁破壊へ進展することが想像される。したがっ てその影響度を各種の材料について適切に評価し最も耐コロナ性の よいと思われるものをケーブル絶縁体として選ばなければならな い。

3. 絶縁物の耐コロナ性と絶縁破壊

3.1 実 験 方 法

10

3.1.1 試料と電極

 第9図 放電間隙の等価回路
 第10図 コロナ測定回路

した。シートの沿面コロナによる実験では第7回に示すような平 板対尖鋭電極間に 0.25~0.5 mm の空隙を設けて試料を置きこの 間にコロナを発生させた。一方ボイドコロナとしては第4回のよ うな配置とし片面金属の状態でコロナを発生させるようにした。

絶縁線では第8図に示すように試料外径の10倍の直径に1回だ け巻きつけ,このままの状態で一点を接地板に接触させ試料表面 と接地板とで発生するコロナによる影響を調べた。実験はシート の場合には乾燥状態を保った容器に入れ,湿度の影響を極力さけ るようにし乾燥剤を用いた。絶縁線の場合は恒温槽中で行った。

3.1.2 放電電荷量の測定法

---- 25 -----

次に発生コロナの放電電荷量をなんらかの方法で測定する必要 がある。これについては電気学会放電専門委員会で取りまとめら れた方法⁽⁹⁾があるが,筆者は以前から検討してきた次のような方 法によって放電電荷量を測定した。

コロナ放電は微小間隙のコンデンサ放電と考えられるから一般 に**第9図**のような等価回路で示される。 C_v の放電によって瞬間 的に間隙の電圧は δV だけ低下する。いま,コロナの放電時間内 に電源からの電荷の移動がないとすると、試料 C_x の電圧も ΔV だけ低下する⁽¹⁰⁾。

したがって第10図のような測定回路に流れるパルス電流はこの系統に *AV*1の電圧を印加したときの過渡充電電流であり,われわれの測定できるのはこのとき測定検出素子端に現われる電流

	前記したように耐コロナ試験法としては種々の方法が発表され
	ているが(3)(4),これは電極の構造をいろいろな面から考慮した4
	ので、今回の実験ではおもにコロナ放電によって絶縁破壊が生う
	るまでの時間を測定することにした。この間,伸び,印加電圧,
	放電電荷量との関係,一定時間コロナにさらしたのちの残存絶縁
	耐力の測定などを行った。試料は上記絶縁体のシートと 1.1 mn
-	厚のブチルゴムおよび厚さ 0.6 mm のポリエチレン絶縁線を使用

であるから,見掛上の放電電荷量は次のように求められる。 第10図で *ΔV* によってこの系統に流れる過渡電流 *i*_x は次式 のようになる。



 α は回路の定数によって決まる。したがってこのときの電荷量 q'は、 昭和36年6月

電線ケーブル特集号 第6集

日立評論 別冊第43号



となる。この場合検出素子端 Z_P で観測されるパルス電流は正確に は i_x そのものではなく、測定器の増幅特性そのほかの影響もあっ てパルスの立ち上り部分がかなり変歪したものとなる。そこでパル ス発生器を接続して Z_P 端に現われるパルス波形の測定から等価的 に q'を算出した。 Z_P 端で観測されるパルス電流は **第**11 図 に示す ように実際の放電による過渡電流 i_x と異なる波高値を示す。これ はあたかも波形の変歪が漏えい損失分 i_r の形で示されるようにみ なされる。そこで検出電流 i_p から i_r の影響が少なくなると思われ る点 I_{P1} と、このときの時間 t_1 を測定する。次に $I_{P2} = \frac{1}{2} \cdot I_{P1}$ になるような I_{P2} と t_2 を測定する(実測 I_{P1} は $\frac{1}{2}$ i_{Pmax} とした)。 これから(2)式を用いて

$$\alpha = \frac{\log 2}{t_2 - t_1}.....(4)$$
となる。(3)式で、 $\frac{\Delta V}{Z_T + Z_X + Z_P}$ 、およびαを消去すると q' は次式
で示される。
 $q' = -\frac{I_{P_1}}{t_1 \cdot \log 2} \cdot \frac{t_2 - t_1}{\log 2}.....(5)$

したがって *I*_{P1}, *t*₁, *t*₂ の測定によって見掛上の放電電荷量は(5) 式で求められる。測定表示は記録計を連続運転としコロナパルス数 との相乗積に比例した値の時間平均値を求めた。この装置のブロッ クダイヤグラムを **第12** 図 に示す。

3.2 結果と考察

3.2.1 印加電圧と伸びの効果

 ε t_2-t_1

まず第7図の電極を用いてブチルゴム・天然ゴム・ポリエチレンシートに対する印加電圧と伸びの効果を検討した。このときの上部電極は先端0.2R以下の針端電極で間隙長は0.5mm一定とし

第14図 各種シートの耐コロナ特性

大きいことがわかる。ちなみにブチルゴムでは,10~15%,天然ゴ ムでは数%,ポリエチレンでは15~20%に臨界点をもっている。

しかしこれらの特性からただちに耐コロナ性の良否を判定する ことはできない。なぜならば試料厚さが異なることのほかに、そ れぞれの放電様相にかなりの違いがあって純粋な観点からの評価 ができないからである。ただし天然ゴムでかなりコロナの影響が 大きいことは耐オゾン性の点からも明らかである。これはコロナ 放電によるオゾンの発生が二次的な効果を与えるからと思われ る。

3.2.2 見掛上の放電電荷量と破壊時間

次にコロナ強度をなんらかの形で定量化しなければならない が、ここでは見掛上の放電電荷量を連続測定して尺度とし、これ と破壊時間特性を求めた。試料はブチルゴム、ポリエチレンシー トには20%の伸びを与え、ほかにクラフト紙を用いても行った。 この場合**第7回**の使用電極は、放電をできるだけ安定化するため に先端に 2.5Rの砲弾形電極を使用し、間隙を 0.25mmとした。 印加電圧は放電開始電圧の 2~3 倍で行った。シートが破壊する まで電荷量の変化を**第15回**(A)(B)(C)に示す。これからわかる ようにブチルゴムでは最も複雑な変化を示している。すなわち、 まず時間とともに放電量は急速に減少する。この点クラフト紙も 同様であるが、その後は急激に増加して短時間で破壊するもの、 割合い平坦な状態で長時間耐えたのちに破壊にいたるものなどが あり、放電量の大きさと破壊時間の関係が明確でない。この原因 はコロナ放電により試料表面が逐次導電化し、次に放電が分散化 するとともに弱まり最後に大きなコロナの集中化が起って破壊へ

た。第13図は破壊電圧時間特性であるがそれぞれ材料によって 傾向が異なっている。すなわちゴム類は短時間で急しゅんな低下 を示すのに対して,ポリエチレンではほぼ直線である。特に天然 ゴムでは放電開始電圧(約2,000 V)よりわずかに高い印加電圧で もコロナ放電が消滅しない限り30分以内で絶縁破壊している。 第14図には試料の伸びを変化させた場合の時間特性を示す。伸び が零の場合にはいずれにも破壊時間は長くなりこの影響が非常に 進展するものと考えられる。一方ポリエチレンの場合にはもっと も安定した結果を示しており,放電量と破壊時間特性も一応電圧 特性と比較できる結果が得られた。しかし試料表面には酸化物そ のほかの主成物が多く認められた。このような状態で破壊の機構 がどのよう進展するものかは明確ではないが,表面酸化の多くが 試料中への劣化侵食を示し有効絶縁厚る減少していることは事実 である。またポリエチレンの場合は破壊口の状態からみて局部的

性に関する二、三の特性 絶 縁 物 0 耐 ナ P 1



(C) 第15図 クラフト紙の放電電荷量・時間特性

な発生熱による影響も要因の一つではないかと思われる。 3.2.3 コロナ放電曝露時間と残存絶縁耐力

沿面コロナの影響を調べるために放電曝露時間による残存絶縁 耐力を測定した。これは絶縁体が放電に長時間さらされた場合の 劣化程度を短時間破壊電圧の低下状態から検討したものである。

まず実際の電線について第8図のような状態で交流8kV を印 加した。この時は一点が接地板に接するのみで、わん曲部と接地 板との間隙で放電が起りこの部分がコロナにさらされたことにな り,実際の使用状態を模擬した寸法である。電圧印加後の放電継 続時間すなわち放電にさらした時間と, その後の短時間破壊電圧 の関係は第16図に示すとおりである。ポリエチレンでは目立っ た傾向はなく曝露時間による耐電圧の低下は少ない。また破壊点 はそのほとんどが屈曲部以下の箇所であった。これに対しブチル ゴムの特性をみると2,000分以内で残存絶縁耐力がかなり低下し, その後は変化が少なくかなり長時間にわたって低下の傾向は少な い。また破壊箇所はすべて接地板との接触点から少し外側のわん 曲部の下面または側面であった。 次にシートについて 第7図 に示す尖鋭電極(2.5R 砲弾形)を使

用し, 間隙を 0.5 mm として 6.5 kV を印加し同様な実験を行っ た。放電曝露後の試料はその部分に導電性塗料を塗布しこれを平 板電極にはさみ油中で短時間破壊試験を行った。第17回はこの 結果を示す。ポリエチレンでは 10,000 分以上から低下しており, このときの破壊点はすべて中央部だが、これより曝露時間の短か いものでは電極縁端部であった。ブチルゴムでは短時間で破壊電 圧が低下し破壊点はいずれも中央部よりわずかにそれた部分で, これは放電曝露試験の尖鋭電極直下より少し離れた周囲の位置で あった。

一方ポリエチレン,ブチルゴム電線について放電曝露試験と同 様な状態で、印加電圧による破壊までの時間を測定した。第18図 はこの結果を示したがポリエチレンは比較的低電圧でも時間が長 くなると絶縁破壊し、破壊点はごく短時間のもの以外はすべて接 地板との接触点に限られていた。ブチルゴムでは高電圧の寿命は 短かいが8kV以下では30,000分まで破壊していない。そして破 壊点は残存絶縁耐力試験の場合と同様であった。

3.2.4 破壊状況とその考察

以上の結果からポリエチレンとブチルゴムではコロナ放電によ る劣化から破壊までの機構にかなり相異し, 耐コロナ性という点 で疑問をいだかせる。すなわち屈曲した線で一点を接地板に接触 させた場合にコロナ放電は、その外側のわん曲部で発生しており 間隙の広い方へと強烈な放電ストリーマは伸びている。少なくと も接触板との接点ではコロナの影響はない訳だが、ポリエチレン では破壊点がここに限られている。この接点はストレスとしては 昭和36年6月

電線ケーブル特集号 第6集

日立評論 別冊第43号



第19図 モデルボイドを含むクラフト紙の 放電電荷量時間特性

最大の点である。しかしブチルゴムの場合は電線でもシートでも この現象はみられない。これらの考察をおし進めると、特にポリ エチレンの破壊はいわゆるコロナによる破壊というよりは一般的 なストレスによる破壊が要因の大部分を占めると考えられる。ブ チルゴムの場合は長時間にいたっても極端に絶縁耐力が低下して いないのは、放電そのものが短時間で弱化するためであり長時間 での特性を単にコロナ劣化の影響が少なくないと判断することも できないのではなかろうか。本質的な耐コロナ性の観点にたてば、 やはりブチルゴムではコロナ劣化がかなりあって問題となり、ポ

4. 結 言

実用的な見地からケーブル絶縁体のコロナ放電劣化について,そ の破壊特性の研究を行ったが以上の結果を要約すると次のとおりで ある。

(1) 高電圧用ケーブルの絶縁体ではその内部にボイドがある場 合絶縁強度を低下させる。特にボイドの大きいものでは絶縁体の 材質にかかわらず大きく影響する。

(2) たとえ微小ボイドであっても長時間の課電使用状態にあれ ばやはり危険である。これはコロナ開始電圧との関連があり特に 天然ゴム,ブチルゴムが機械的ゆがみを受けた状態では加速され 問題となる。

(3) 沿面コロナ放電による劣化はポリエチレン・ブチルゴムで はかなり異なり,前者はむしろこの影響は少なく破壊はほかの原 因によることが考えられる。ブチルゴムでは表面状態の変化がコ ロナ放電の様相を変えることにもなって,寿命の点では有利に進 展するが本質的にはコロナ放電による侵食劣化は大きいと考えら れる。

(4) 乾紙クラフト紙ではその構造からみてコロナ放電が伸びや すく,コロナ強度が直接寿命に影響するようである。

耐コロナ性の問題は複雑な要素を多く含んでおり,簡単な実験で はその本質をつきとめることは容易でない。しかしここでは一応工 業的な立場からコロナ放電と寿命との関連性をつかみ,ケーブル絶 縁体としての二,三の特性をうることができた。

リエチレンではコロナ劣化は少なく本質的には耐コロナ性がすぐ れているように思われる。

3.2.5 絶縁紙のボイドコロナ特性

ケーブル絶縁紙として使用されるクラフト紙はポリエチレンな どのような均質的なものではなく、セルローズ繊維の結合からな るもので、そのコロナ放電による劣化も特異な様相を示してい る⁽¹¹⁾。 今回は劣化のミクロ的な観察ではなく放電特性と寿命の 関係という現象を調べた。

試料は乾紙クラフト紙の中央に6mmφの円形打ち抜きのもの でモデルボイドを作成し、印加電圧を1,960V(コロナ開始電圧の 約1.4倍)一定とし放電電荷量を連続測定して破壊時間を求めた。 結果は第19図のとおりで一定電圧にかかわらず寿命がかなり異 なるのはやはり放電量が破壊に影響することを示している。また 熱発生とともに無数の微小孔が貫通することによって破壊してい るものが多く、電子、イオンの機械的衝撃作用が大きく影響する と思われる。 終りに臨みご指導を賜った武蔵工業大学鳥山教授ならびに日立電 線株式会社久本部長に深く感謝の意を表する。

参考文献

- 堀井: 電学誌 80 p. 59 (昭 35-1) (1)百武: 電学誌 80 p. 371 (昭 35-3) (2)(3)岡本: 電学誌 80 p. 379 (昭 35-3) 原: 電学誌 80 p. 372 (昭 35-3) (4)加子: 日立評論 42 p. 646 (昭 35-6) (5)橋本: 電学誌 80 p. 368 (昭 35-3) (6)奥,青木,井上: 電四連大, 予稿 No. 624 (昭 34-4) (7)奥,青木,井上: 電四連大, 予稿 No. 821 (昭 35-7) (8)岡本: 絶縁劣化研究懇談会資料 No.13-6 (昭 35-9) (9)
- (10) 堀井: 電学誌 80 p. 357 (昭 35-3)
- (11) 下山田, 阿部: 日立評論 42 p. 580 (昭 35-5)



用

28 —

ス

三 導 体 送 電 線

超高圧送電において,一相を二条ないし四条の電線に分割し通電 することにより,送電容量の増加ならびに誘導障害の低減を計って いるが,それら分割された導体には,風圧あるいは電磁誘導による 相互間の衝突を避けるためにスペーサを一定間隔ごとに設置してい る。

この考案は、特に三導体送電線に用いられるスペーサに関するも



ので、Y字形の接続子の腕に、スプリングを放射状に取り付け、さらにその先端に電線引留用クランプを固着したものである。 このように構成するスペーサを鉄塔に架線された電線に取り付ければ、三導体を等間隔に保持することができる。また、それら三導体が強風あるいは電磁誘導による吸引力のために、異なった振動数で振動したとしても、クランプと接続子との間に設けてあるスプリングが、その衝撃を吸収同化させることができるので、この場合においても三導体は等間隔に維持され、スペーサとしての役割を十分 果す特長がある。