

66kV送電線電力線用絶縁カバーの開発研究

(株)四国総合研究所 電力技術部

新居 浩治

キーワード： 送電線
電力線
絶縁
架空電線防護
電気事故防止

Key Words : Power transmission line
Power line
Insulation
Overhead electric wire protection
Electrical accident prevention

Development study of the insulation cover for power lines of 66kV power-transmission line

Shikoku Research Institute, Inc., Electric Power Technologies

Kouji Nii

Abstract

Because becoming it can expect decreasing electrical accidents caused by the birds and beasts, ensuring safety at the work on the transmission-line-tower, the insulation of the power transmission line and jumper part is effective means to improve the supply reliability. Therefore, we perform the development study of the jumper shield (shade-shaped insulation protective pipe) which is applicable to the jumper parts and enable insulation of the length of approximately 1.5m.

This time, we have developed insulation protective pipe which can protect longer distance, and it can reduce rising in the electric wire temperature, and can expand the coverage. In this paper, we explain about the outline of development process of the insulation protective pipe.

1. はじめに

架空送電線やジャンパ部の絶縁化は、鳥獣害事故の減少や塔上作業・工事時の安全確保が期待できることから供給信頼性の向上の有効な手段である。このため、ジャンパ部などに適用できるジャンパシールド(笠型の絶縁防護管)の開発研究を行い、1.5m程の長さの絶縁防護を可能にしている。

今回、更に長い距離の絶縁防護や電線温度上昇の抑制ができるように改良して適用範囲を拡大できる絶縁防護管の開発研究を行ったためこれを紹介する。

2. 絶縁防護管の開発目標と基本検討

2.1 既開発の笠型絶縁防護管の性能と課題

ジャンパ部を絶縁化するために開発したジャンパシールドは、笠型の断面形状で下側を開放した形状としている。このため、

- ・腐食原因となる雨水などが電線に滞留しない
- ・導電物が接触しても絶縁破壊しない(注水条件で1分間)

性能がある。(図1)

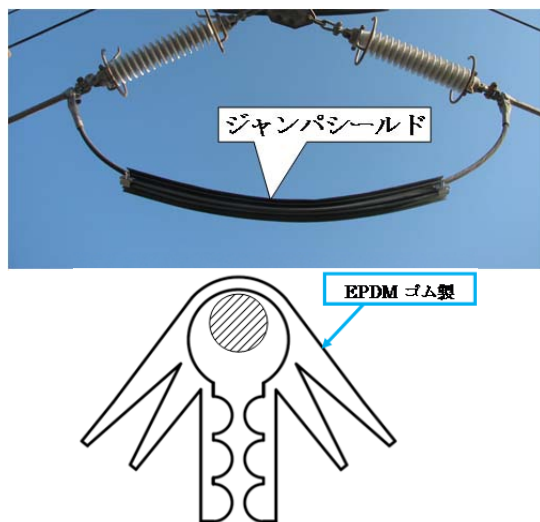


図1 ジャンパシールド(笠型の絶縁防護管)断面

この笠型の絶縁防護管には次の2つの課題があり適用できる線路や条件の制限が大きかった。

- ・電線周囲をゴムで覆うことによって電線の放熱特性の低下による電線温度上昇が大きくなる
- ・複雑な形状のため製作可能長さが短い(1.5m)

このため、より温度特性が優れ、長尺の絶縁ができる防護管の開発が望まれた。

2.2 基本形状の検討

上記の課題を解決できる基本形状の検討を行った。電線を絶縁するためには電線周囲を絶縁強度が小さい空気に替えて絶縁材料で覆うことが基本となる。一方、電線温度上昇の抑制は電線周囲の空気の流れによる熱放散による部分が大きい。このため、絶縁性能を維持しながら放熱特性を裸電線と同等にすることは困難であるので両方の性能をバランス良く有し、実現の可能性がある形状や大きさとなることを目指した。この結果、絶縁ゴムシートを空気の流れをできるだけ妨げないように面積を大きく取った円筒状に丸めて電線にかぶせる形状が最も適すと考えられた。円筒の径を大きくするほど絶縁性、放熱性ともに有利と考えられるが電線の曲線に沿って曲がる可とう性が低下することなどからφ20cm未満が実用に適する範囲と考えられた。

また、電線の腐食防止のために下方向を開放して雨水などを排水する必要がある。この開放する部分が絶縁破壊の経路となり絶縁上の弱点となる。このことに関連して、絶縁材の中心付近に電線を配置する方が空気の流動が良い等の利点もあると考えられるが、絶縁の弱点から遠い上部に配置する方が絶縁面では合理的であること、スペーサの材料には物理的強度、絶縁強度を備えるエンジニアリングプラスチックを用いる必要が生じるなどコスト高となることなどから、今回採用しなかった。

2.3 基本形状の性能確認試験

上記検討による絶縁ゴムシートを15cmφ程度の円筒状に丸めた形状(図2)を用いて耐電圧試験(図3)と電流による電線温度上昇試験(図4)を行ったところ、絶縁破壊は起こらず、電線温度上昇のうち電流によるジュール熱での電線温度の増加は10℃以下であることから、妥当な形状と判断した。

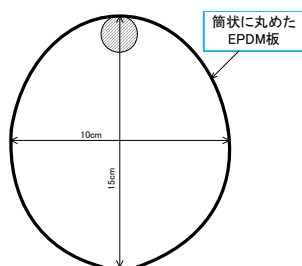


図2 温度上昇抑制、耐電圧が可能な基本形状

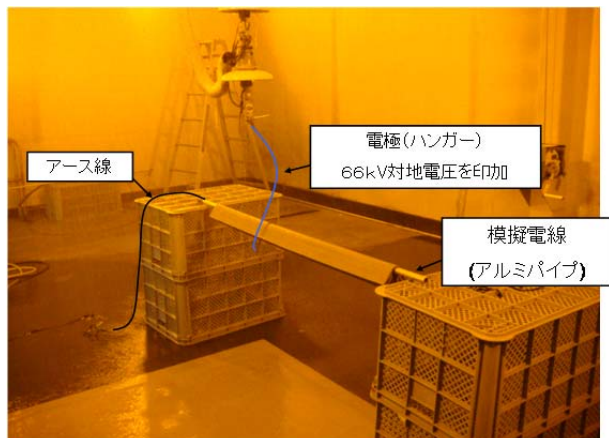


図3 耐電圧試験(注水条件で1分間耐電圧)

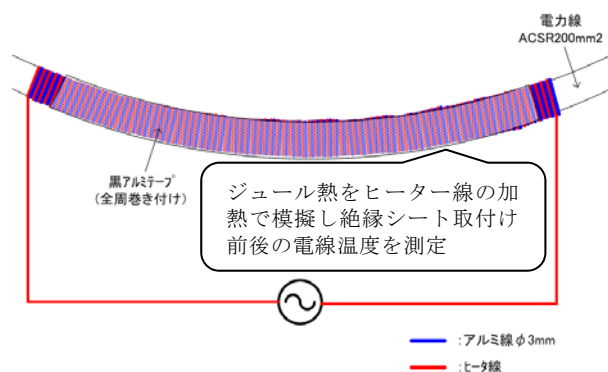


図4 電線温度上昇試験

3. 絶縁防護管の開発研究

3.1 絶縁ゴムシートの問題点

有望な円筒状の形状であるが、単に絶縁ゴムシートを円筒状にしても電線の曲線に沿わせようとすると断面にゆがみが生じ円筒状の形状を維持することができなかった。

このため、絶縁ゴムシートに替わる材料を模索することとした。

3.2 高密度ポリエチレン管の適用検討

高密度ポリエチレンは低圧電線の防護にも使用される物理的強度、耐久性に優れ、低コストな材料である。断面形状を維持しつつ電線に

沿わせるために用いることができる高密度ポリエチレン管を検討して市販製品を調査したところ、蛇腹状の構造を有した口径が150mmφ以下であれば適用できるものを見いだすことができた。前述の基本形状に適合するため、これを用いて性能を確認することとした。



図5 高密度ポリエチレン管を用いた絶縁防護

3.3 高密度ポリエチレン管の絶縁上の問題と改良

高密度ポリエチレン管で電線を覆って性能試験を行うと必要な注水時絶縁性能が得られたのは予想の150mmφよりも大きい200mmφ以上が必要であった。

絶縁ゴムシート150mmφで得られた注水時の絶縁性能をポリエチレン管でも150mmφで得るため、電線がポリエチレン管に接触しないなどの配置の工夫、ポリエチレン管を多重化して漏れ距離の拡大、表面の水弾きのためシリコンを塗布するなど種々の対策を試みたが、これらの対策では改善ができなかった。

絶縁破壊の経路を繰り返し観察すると、絶縁耐力が得られない原因は外側の蛇腹構造の谷部に注水が集中して有効な漏れ距離が減少するためではないかと考えた。^{※1}

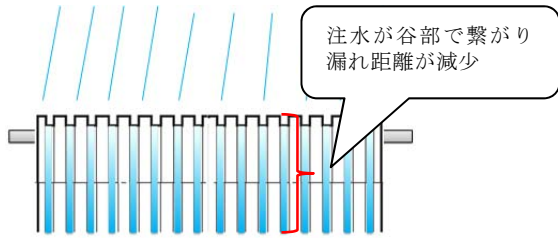


図6 蛇腹形状で絶縁性能が低下する原因

そこで蛇腹状になっている周囲をシリコンゴムシートで覆って耐電圧試験を行ったところ150mmφの蛇腹状ポリエチレン管の可とう性を損なわずに注水時絶縁性能を得ることができた。

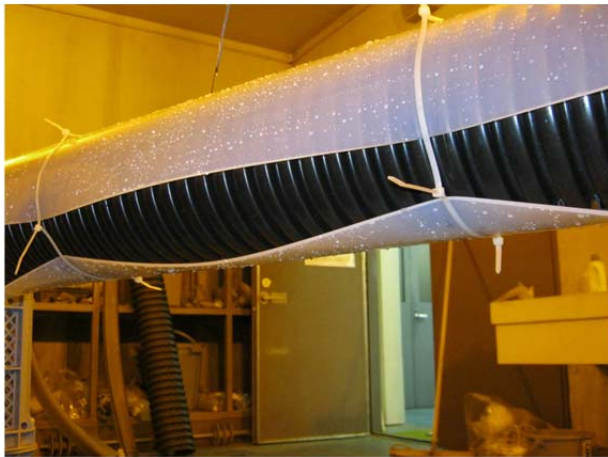


図7 蛇腹の周囲を絶縁シートで覆う構造

※¹参考試験としてシリコンシートをポリエチレン管内部に配置する構造では注水時の絶縁性能を得られなかった。

3.4 日射による温度上昇とその対策

電線の温度上昇の原因には電流によるジュール熱の他、日射による温度上昇がある。(図8)

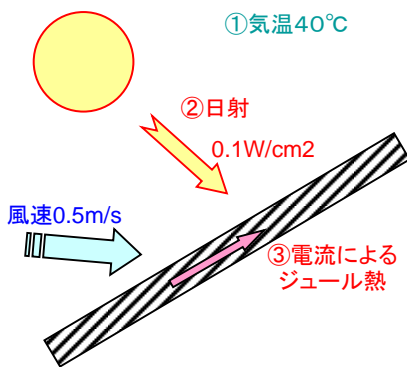


図8 電線温度の要因

ここまでの検討で得たシリコンゴムシートでポリエチレン管の外側を覆う構造を用いた場合、内部の電線温度はポリエチレン管で覆われているので日射による温度上昇は軽減できるのではないかと予測したが、実際には裸電線の温度よりも高くなることがわかった。これはポリエチレン管の厚さが薄いために日射を受けると裸電線よりも温度上昇が大きい(比熱が小さい)うえ、透明色のシリコンシートでは日射の透過を防ぐことができない等による影響を受けるためと考えられる。

このため、何種類かの絶縁ゴムのうち耐電圧性能を有するとともに日射による温度上昇を抑制することができるものを探すために無加電の電線を日中に暴露して日射による温度の確認試験を行った。



図9 日射による電線温度の確認試験状況

この結果、有色の絶縁シートであれば日射による内部の電線温度上昇は相当に抑制できることがわかった。(図10)

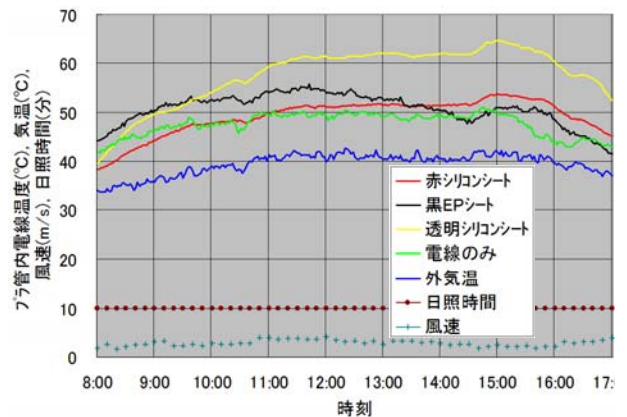


図10 1日の電線温度の様子

絶縁シートの素材配合によっては耐電圧性能が不足するものや漏れ電流の熱に耐えられないものもある中、シリコンスポンジシートが優れていることがわかった。これは独立した微小な気泡を含んだシリコンゴム材で断熱材として用いられるものである。断熱性、耐電圧性、耐熱性が優れている上、柔軟性に富み、加工に適することからこれを採用した。

電線温度計算に用いるエネルギーが大きい日射が実際に発生することは稀であるので、放射式ヒーターで日射を模擬して電線温度を確認したところ裸電線と同程度の温度になることが確認できた。(図11)

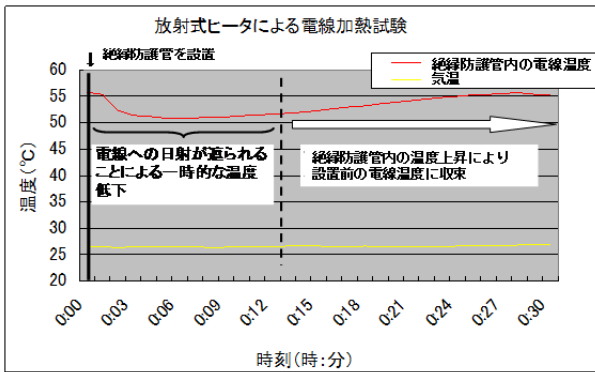
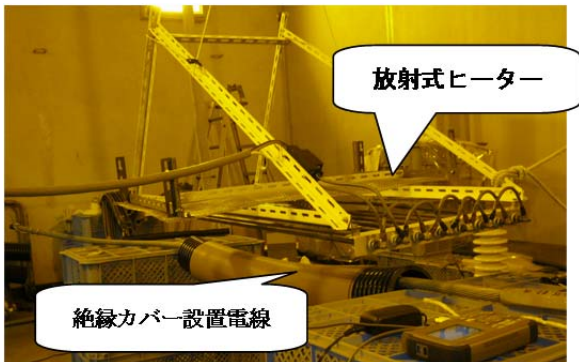


図11 放射式ヒーターで加熱状況下での電線防護管設置による電線温度の変化

3.5 筒型絶縁防護管の電流による温度上昇

電線のジュール熱をヒーター線の加熱で模擬して絶縁防護管取付け前後の電線温度測定を筒型絶縁防護管と笠型絶縁防護管とを用いて屋内での比較試験を行った。筒型の絶縁防護管は温度上昇を比較的小さくできることがわかった。

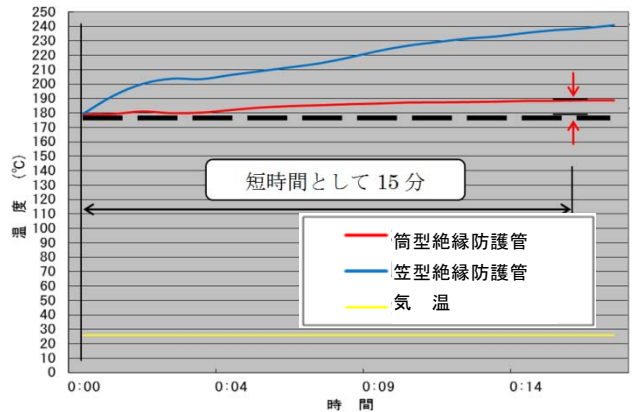


図12 各絶縁防護管の電流による温度上昇を模擬した試験

3.6 長尺防護できる試作品の製作検討

ここまでの検討で、耐電圧性能、可とう性に加えて電線温度上昇の抑制を満たすことができたため、長い距離の防護を行うための試作品の製作を実際に行った。

ここで円筒の管では運搬の過程でできる巻き癖で捻れが生じ、長い距離の防護管の製作に向いていない問題点があることがわかった。そこで、角形の絶縁防護管の角を切り欠いて作成することで捻れや直線性の問題が解決するとともに電線に取り付けたときの安定性も向上することができた。角形の防護管は同径の円筒型よりも容積比で3割程大きくなっており、耐電圧性能も向上していた。(図13)

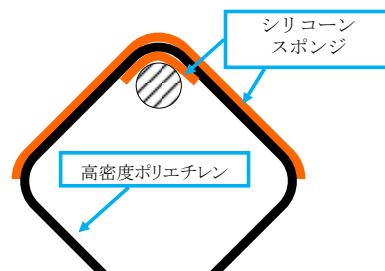


図13 温度上昇抑制、長尺防護が可能な筒型(角形)絶縁防護管

3.7 電線への取付確認試験

実際の電線に近い環境での取付による確認を行ったところ、運搬などの制約は考えられるものの5m程度の設置は問題ないと評価できた。

(図14)



図 14 模擬電線への取付状況

4. まとめ

今回開発した絶縁防護管は、一部送電線路の電線張替工事や線下クレーン作業に対する電線防護用として採用をいただいた。活線で取付・取外しができる既開発の笠型絶縁防護管と併せて電気事故の防止や作業安全の確保に寄与できると考える。



図 15 実送電線への設置状況

【謝辞】

本研究は、四国電力㈱送変電部より委託を受け実施したもので、ご協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。