

高圧絶縁電線用接続材の開発

凍結膨張抜け防止を図ったジャンパースリーブの開発

Development of connection components for high-voltage insulated wire

Development of jumper sleeves aiming at prevention of freezing, swelling, and removal

(配電部 技術G)

高圧絶縁電線の接続材として使用しているジャンパースリーブは、過去、雨水浸入による凍結膨張抜け防止を目的にスリーブ内部にコンパウンドを塗布した。

しかしながら、氷雪が多い地域では、いまだに凍結膨張抜け事象が発生している。このため、排水性の向上を図った改良型ジャンパースリーブを開発したので報告する。

(Engineering Group, Distribution Department)

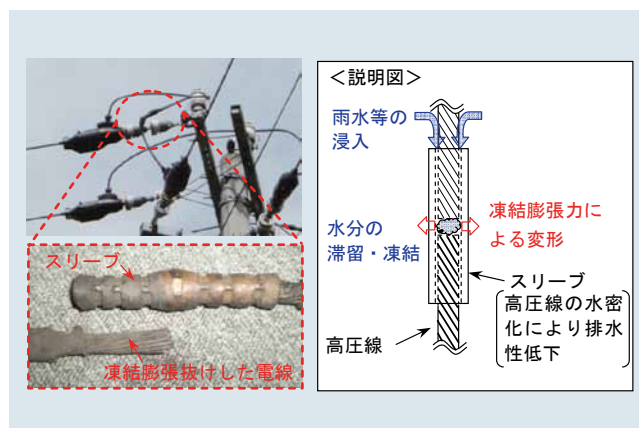
Jumper sleeves are used as connection components for high-voltage insulated wires, and in the past, to prevent their freezing, swelling, and removal caused by the infiltration of rainwater, a compound was applied to the inside of the sleeve.

In regions subject to heavy snow and ice, however, the phenomena of freezing, swelling, and removal would still occur. To solve this problem, an improved model of jumper sleeve with better drainage properties was developed as reported below.

1

背景と目的

高圧絶縁電線の縁廻し部の接続材として使用しているジャンパースリーブ（以下、「スリーブ」という。）は、過去、高圧絶縁電線を水密化したことにより、スリーブ内に浸入した水分が排出できず、冬季の気温低下に伴う水分の凍結膨張力によって、スリーブが徐々に変形し、電線抜けに至る事象（以下、「凍結膨張抜け」という。）が発生していた（第1図）。



第1図 凍結膨張抜け状況図および説明図

このため、凍結膨張抜けによる停電、欠相事象の防止を目的に、平成元年頃にスリーブ内部に導電性のコンパウンド（油性グリス、摩擦増加剤）を塗布し、スリーブ内部への浸水防止による凍結膨張抜け対策を図ったスリーブ（以下、「現行スリーブ」という。）に改良した経緯にある（第2図）。



第2図 現行スリーブの外観図および断面図

近年、上記対策を施した現行スリーブにおいても、凍結膨張抜けが発生し始めたため、現行スリーブにおける発生メカニズムを解明するとともにスリーブの改良を行うこととした。

2

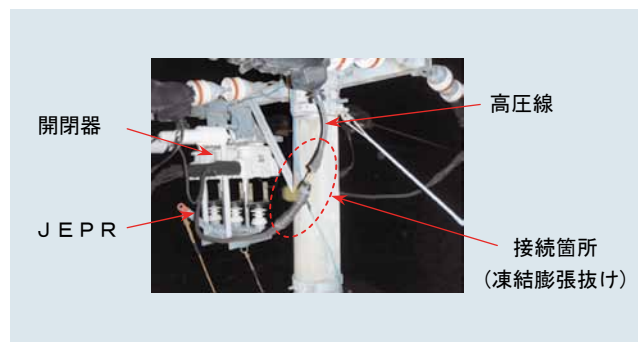
現行スリーブにおける発生メカニズム

2-1 現地調査および撤去品調査

現行スリーブにおける凍結膨張抜けの発生メカニズムを推定するため、現行スリーブにおける凍結膨張抜け発生箇所の施設状況調査および岐阜（支）高山（営）、長野（支）佐久（営）の接続点点検によって撤去されたスリーブの解体調査を実施した。

＜施設状況調査結果＞

- ①現行スリーブの凍結膨張抜け事象は、開閉器接続箇所（第3図）での発生が全体の8割を占めている。
- ②全ての箇所において、非水密の縁廻し用エチレンプロピレンゴム絶縁電線（以下、「JEPR」という。）が接続電線として使用されていた。
- ③気象庁の観測データより、降雨、降雪を観測し、気温が氷点下から0℃超過した日をカウント（過去20年分）した結果、高山では225日、佐久では330日であり、年10～15日程度、凍結解凍を繰り返したと推定できる。



第3図 開閉器接続箇所

〈スリーブ解体調査〉

- ①撤去スリーブ46本中31本の表面に腐食を確認するとともに、一部のスリーブおよびカバー内に浸水を確認した。
- ②撤去スリーブカバーのテーピング部を用いて、テーピング隙間からの浸水有無を確認した結果、19試料中5試料に浸水を確認した。
- ③撤去スリーブ3本にスリーブ中央部の変形（膨張）を確認した。
- ④上記3本のスリーブを解体したところ、内部のコンパウンドが流出していた（第4図）。
- ⑤撤去スリーブのコンパウンドを熱分析した結果、新品に対して50%程度までグリスが減少していることを確認した。



第4図 コンパウンド流出状況図

2-2 発生メカニズム

- 上記より推定した発生メカニズムは以下のとおり。
- ①スリーブカバーのテーピング隙間やJEPRの皮剥ぎ部から導体素線間を通じて、雨水がスリーブ内部に浸水、滞留する。
 - ②浸水によりコンパウンドに加水分解反応が起こり、酸化劣化・漏洩によるグリスの減少により、コンパウンドが流出するとともに、水分の滞留量が増加する。
 - ③冬季の外気温度の低下により、浸入した水分が凍結し、膨張力が発生する。
 - ④気温上昇または通電電流による発熱により、解凍する。
 - ⑤上記①～④の繰り返しにより、スリーブ中央部が膨張、電線把持力が低下し、電線抜けに至る。

3 改良案の検討

3-1 改良の方向性

上記発生メカニズムより、凍結膨張抜けの防止に対して、浸水、滞留、凍結の防止が考えられるが、実現性、コストの観点から排水性を向上させスリーブ内での滞留防止を図ることとした（第1表）。

第1表 改良の方向性の検討結果

課 題	改良の方向性	評 価	
		技術的難易度	コスト
スリーブ内への浸水	電線等の耐浸水性向上	×	△
スリーブ内での滞留	スリーブの排水性向上	○	○
スリーブ内での凍結	凍結防止機能の具備	×	×

3-2 詳細改良案の検討

現行スリーブと同等以下のコストにすることを前提に排水性の向上が図れる構造を3案検討した（第2表）。

なお、コンパウンドは、凍結膨張抜けに対して延命効果があるが、圧縮作業時に水抜き孔等から漏洩し作業性が悪くなること、また、経年により劣化することから廃止した。

第2表 改良案の概要

	案1 水抜き孔①	案2 水抜き孔②	案3 スリット
内 容	スリーブに水抜き孔を1箇所設ける	スリーブに水抜き孔を2箇所設ける	スリーブにスリットを設けC型とする
概要図			
	水抜き孔(φ3×1)	水抜き孔(φ3×2)	スリット(幅 2mm)

4 性能評価

改良案の性能評価として、スリーブを水没させ、凍結（-30℃：1時間）、解凍（50℃：30分間）を繰り返す冷熱試験を実施した。

その結果、案1、2は、500サイクルにおいても、スリーブ中央部に変形（膨張）が認められなかったが、案3については、277サイクルで凍結膨張抜けした。これは、構造がC型であるため、膨張に対する機械的強度が弱くなり、排水しきれない水分の凍結膨張力によって電線抜けに至ったと推定される（第3表）。なお、現行スリーブについては、最短185サイクルでスリーブ中央部に膨張を確認した。

第3表 凍結サイクル試験結果

	案1	案2	案3
概要図			
結 果	異常なし	異常なし	電線抜け発生
サイクル数	500回*	500回*	277回

※ 試験期間の都合により、500回を上限とした。

また、コンパウンドを廃止したことから、海塩等の浸入影響を評価するため、スリーブに電線を接続した状態で、塩水噴霧試験（120サイクル）を行い、試験後の導通抵抗に変化がないことを確認した。

5 今後の予定

今回開発した改良型ジャンパースリーブ（案1）は、凍結膨張抜けの防止が図れるとともに、コンパウンドの廃止等により、コストダウンに対しても期待できることから、H26年度下期より、現場へ導入する予定である。



執筆者／中島浩一