

送電用がいしのフラッシュオーバー特性および着雪特性に基づく雪害対策手法の提案

屋地, 康平

<https://doi.org/10.15017/1866320>

出版情報：九州大学, 2017, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：

氏 名 : 屋地 康平

論 文 名 : 送電用がいしのフラッシュオーバー特性および着雪特性に基づく雪害対策手法の提案

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

2005年12月に新潟県下越地域において、暴風雪に伴う送電線の雪害事故により、大規模の停電が発生し、復旧までに長時間を要した。この事故を契機として、送電設備に関わる風雪害事故について、その原因究明と対策技術の構築に対する要請が高まり、電気事業連合会からの要請の下、電力中央研究所が中心となり、電気事業が一体となって各種の雪害事象に対応した試験・研究を開始した。塩雪害については、国内外ともその発生事例は稀であり、これまでに上記の塩雪害を含めて4例が報告されているのみである。このため、その詳細については明らかでない点が多い。また、上記の塩雪害を受け実施された研究において、がいしの基本的な着雪特性が示されているが、着雪がいしのフラッシュオーバー機構や、がいしの種類、気象条件による着雪特性への影響を定量評価するには至っていない。

本論文では、この試験・研究の一環として、塩分を含む湿雪ががいしに圧密着雪したことによる事故（以下、塩雪害）の原因究明と対策構築を目的として、着雪がいしのフラッシュオーバー特性の解明、がいしへの着雪特性の解明、その対策手法提案に関する一連の研究を行い、その成果をまとめたものである。本論文の検討手法ならびに検討結果は、今後の雪害対策を検討する上で有用なヒントとなろう。本論文は、これらの研究成果をもとめたものであり、以下の7つの章から構成されている。

第1章では、がいしとは何か、雪害の影響はどのようなものか、本論文の目的と効用は何かを理解できるように、これらについて丁寧に説明した。まず、日本経済に対するインフラとしての電気事業の重要性、日本の電力品質の高さ、電力輸送技術におけるがいしの役割、2005年の下越雪害事故が社会に与えたインパクトについて順を追って説明し、この雪害事故の原因究明と対策技術の確立の重要性を述べた。

第2章では、湿雪の含水率と誘電特性の関係に着目し、環境試験室内で作製した人工雪を用いた独自の基礎実験を行い、含水率とインピーダンスの関係を明らかにした。雪の誘電正接を評価することにより、商用周波電圧への絶縁特性が直流漏れ抵抗で評価することを示した。

第3章では、塩雪害の状況が、これまでに知られてきた冠雪によるものと異なる様相であったことを、小規模なモデル実験により定量的に明らかにし、そのフラッシュオーバー過程と関連付けた。このことを踏まえたフラッシュオーバー機構の詳細は第6章にまとめた。また、着雪がいしのフラッシュオーバー電圧は、着雪の導電率が高いほど低下することを示した。更に、第2章の結果を援用し、着雪がいしの漏れ抵抗を用いたフラッシュオーバー電圧の評価方法を提案した。この方法を、上昇法による長幹がいしの着雪フラッシュオーバー電圧特性に適用して、その有用性を示した。

第4章では、これまでに例のない154 kV実規模着雪がいしのフラッシュオーバー試験方法を開発し、開発した手法を各種の実規模がいし装置に適用して、フラッシュオーバー電圧特性を確認した。既存の長幹がいしと耐塩用懸垂がいしについて、導電率とフラッシュオーバー電圧の関係を確認するとともに、塩雪害対策の一例として、ポリマーがいし類も供試した。その結果、耐塩用懸垂がいしとポリマーがいしの最低フラッシュオーバー電圧が、いずれの導電率でも、長幹がいしに比べて高くなることを示した。特に東日本大震災以後、国内の送電線路への導入が急速拡大しており、今後、塩雪害環境でポリマーがいしを使用する状況での適用性を評価した点でも本章の示す意味は大きい。

第5章では、各種がいしへの着雪発達様相、脱落様相のフィールド観測を行い、これまで知られていなかった各種気象条件の自然環境下で実際の着雪特性を明らかにした。さらに、アメダスから得ることのできるデータを用いて、降雪の単位時間・単位面積当たりの質量フラックスである「着雪ポテンシャル」を算出し、下越雪害時の気象について着雪の面から数値的に評価することができ、今後の塩雪害発生リスクについて一つの指標となることを示した。加えて、第4章と同様の理由で、ポリマーがいしの雪害環境への適用性を調べた。その結果、ポリマーがいしの持つ撥水性は、従前の予想とは反対に、強風湿型と弱風乾型のいずれの着雪形態に対しても、磁器がいしとポリマーがいしの材質の違いによる着雪特性への影響は実用レベルでは認められないことを示した。その一方で、ポリマーがいしについては、笠間隔と笠直径を大きくすることにより、笠間の橋絡を抑制できることが見出され、その形状次第では、各種の冠着氷雪環境下において、懸垂がいしと同等か、それ以上の性能を期待できることが分かった。

第6章では、2~5章の結果を踏まえて雪害発生時のがいしフラッシュオーバーメカニズムを検討し、既存の磁器がいしと新規ポリマーがいしの塩雪害対策品としての有用性を評価した。従来よく知られた冠雪がいしのフラッシュオーバー現象は、そのプロセスの中に必ず、冠雪後、日射によって冠雪の融解する時間が必要であったが、このことがネックとなり、2005年の下越雪害で、暴風雪の最中に複数の送電線で繰り広げられたフラッシュオーバーを上手く説明することができなかった。本論文の示した結論は、このような場面では、むしろ暴風雪が継続することにより局部アーク放電が活発に発生し、着雪の一部が融解・脱落することであり、これが次第にがいし着雪の電圧分担を大幅に崩し、局部アーク放電を大きく伸展させる原因であることを明らかにした。

また、この塩雪害への対策について、がいしへの着雪特性の観点から、および、着雪したがいしのフラッシュオーバー電圧特性の観点から、の二つにおいて論理的な結論を導き、現在の最善策が「懸垂がいし、あるいはポリマーがいしを用いること」であることを示した。このことから、2005年の下越雪害の発生を受けた直後に東北電力が採った対応策、ならびに、これを妥当と判断した当時の経済産業省（総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会電力安全小委員会）の判断が、適切なものであったと結論づけた。しかし、今後の雪害対策として、ポリマーがいしの形状設計に関して、機能面での優位性を見出し、適切な設計を行うことも視野に入れることが必要であることにも言及した。

第7章では、本研究で得られた成果を要約し、本論文を総括すると共に、今後の課題について述べた。