

重点課題 - リスクの最適マネジメントの確立

送配電設備の風雪害対策技術の実証

背景・目的

2005年12月、日本海側の送電設備において、過大な着雪(重着雪)による送電鉄塔の一部損壊や、電線のギャロッピング*による短絡、塩分を含む多量の雪ががいに付着したことによる絶縁低下(塩雪害)を原因とする供給支障が発生した。これらの雪害を受けて、当所では、10年計画(2007年度～2016年度)で架空送電設備の雪害対策研究を開始した。

本課題では、電力各社の協力の下、第一期研究(2007年度～2011年度)において、雪害現地観測システムの設置・運用、雪害に関するデータの一元管理、3つの雪害事象(重着雪、ギャロッピング、塩雪害)の解明と対策効果検証を中心とした成果を得た。第二期研究(2012年度～2016年度)では、実用的な雪害解析・予測手法による効果的な雪害対策技術を提案・実証する。

主な成果

1 送電設備の雪害現地観測の継続と取得データの一元管理・分析

雪害現地観測システム(全国7箇所)と雪害事例・気象データベースを運用して、雪害に関わる観測や各種データの一元管理を継続するとともに、上記データベースのグラフィックユーザーインターフェース(GUI)を改修して利便性を大幅に向上させた(図1)。また、雪害事象(重着雪、ギャロッピング、塩雪害)のメカニズム解明と評価手法の提案、

観測データに基づく対策技術の効果の検証を中心とした第一期研究成果のとりまとめを行った[N19]。

さらに、雪害事象の解明や対策品の効果検証を目的とした実環境での観測を実施するため、2013年度に北海道道東地区(釧路市)に導入する実規模送電線雪害試験設備の設計を行った(図2)。

2 雪粒子の着雪特性を考慮した簡易着雪モデルの開発

送電線着雪の現地観測データを分析し、雪質、風向・風速、および難着雪化対策品の影響を考慮した着雪率(電線に衝突した雪粒子が付着する割合)の算定方法と、着雪サンプラの観測データ[N12024]をもとに、風速と気温に依存する着雪体密度の算定式を考案した。また、これらを、筒状の着雪形状

を仮定した場合の着雪量の時間変化式に導入し、着雪モデルを構築した。このモデルは、気温・湿度、風向・風速、および径間の方位方向を入力することで簡便に着雪量を計算できる。これまでの観測結果との比較により、既存の着雪モデルに比べて着雪量の推定精度が改善されていることを確認した(図3)。

3 風洞実験によるギャロッピング基本特性の把握

4導体送電線部分模型を用いた風洞実験を行い、実径間と等価な大振幅・低振動数のギャロッピングデータを取得し、送電線のギャロッピングシミュレーションにおける空気力のモデル化の妥当性を評価した[N12021]。また、風上側2本の導体を回転方

向(電線ねじれ方向)に可動性を持たせて保持するルーズスペーサ設置径間の特性を再現した風洞実験により、ルーズスペーサのギャロッピング抑制効果およびそのメカニズムの基本的な特性を明らかにした(図4)[N12022]。

* 着雪した電線が、風を受けて上下に大きく揺れる自励的な振動現象。振幅が大きくなると電線短絡等の電気事故に至り、さらに大きな振動が継続すると疲労により導体支持部等で設備損傷に至る場合もある。

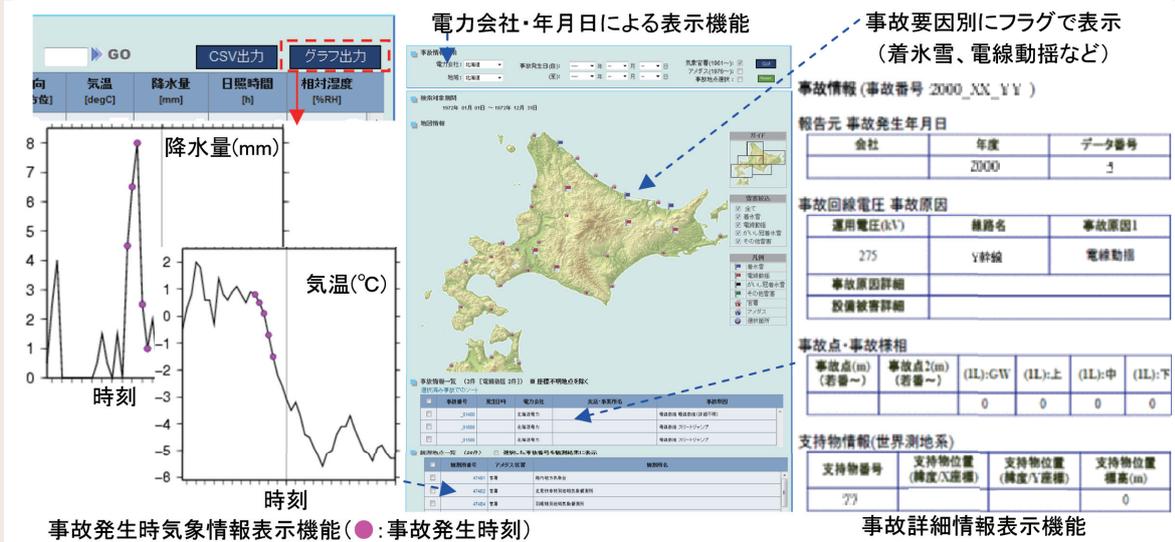


図1 架空送電設備の雪害事例・気象データベースの表示例(事故事例は模擬データを利用)

これまで、テキストデータ形式で構築してきた雪害事例・気象データベースは効率的に検索・分析することが困難であった。これを解決するために、全国の雪害発生地点や気象観測地点を地図上に表示する等、視覚的な取扱いが可能となるようにGUIを改修した。これにより、全体を俯瞰したデータの分析や事故原因の検討が容易になった。

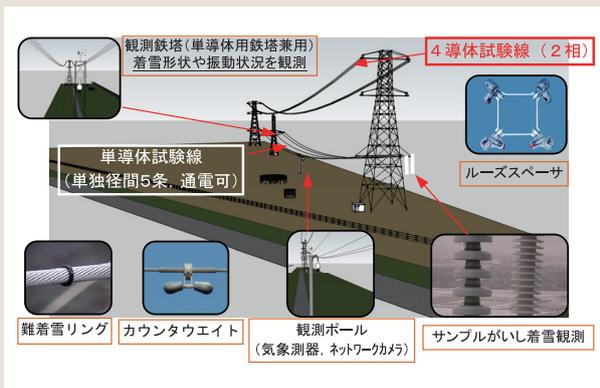


図2 北海道道東地区(釧路市)に導入する実規模送電線雪害試験設備

架空送電設備の雪害事象の解明や対策品の効果検証には、実環境での事象の観測が不可欠である。このため、3基の鉄塔(高さ50m程度2基、30m程度1基)に径間長400mの4導体2相、径間長250mの単導体5条からなる試験線の導入を決定し、詳細設計を行った。基本的な気象観測項目(風、気温・湿度等)、導体張力、ネットワークカメラによる着雪・電線動揺(画像処理による変位計測)のほか、GPS変位計、降雪粒子計測装置、ドップラーライダー、超高感度カメラ等を用いた観測も行う予定である。

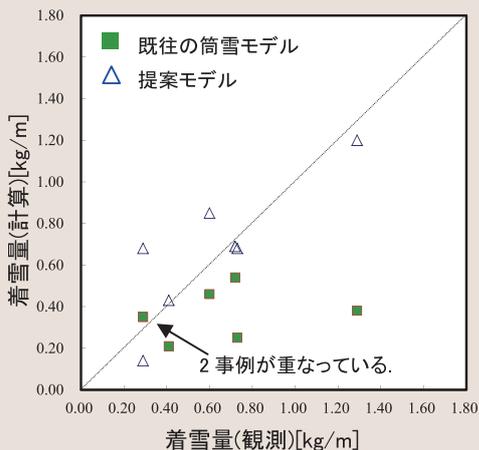


図3 簡易着雪モデルによる最大着雪量の適用評価例(北陸C線における7着雪事例)

新たに考案した算定方法・式により、着雪量の算定精度を改善できる見込みを得た。既提案の着雪区分判別チャートと気象観測データ(気温・湿度、風向・風速)をもとに、雪質(湿雪、乾雪)や風況に応じた着雪率の違いが一意的かつ定量的に推定されるため、全ての着雪事例に対して提案モデルを適用できる。また、当着雪モデルと気象モデルを連携させ、着雪量の詳細な分布を計算することができる。

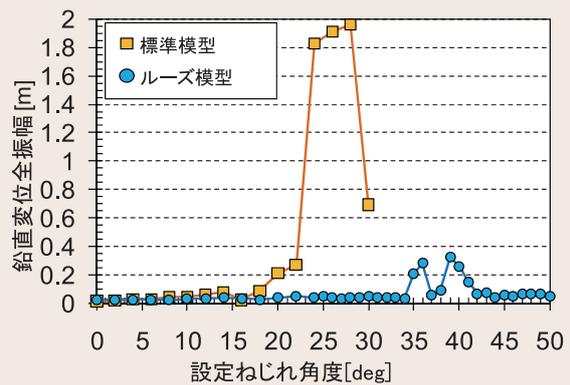


図4 ルーズスペーサによるギャロッピング抑制効果の確認例(風洞実験結果、鉛直変位全振幅特性)

ルーズ模型(風上側導体を回転方向に可動性を持たせて保持するルーズスペーサ設置径間を模擬した部分模型)および標準模型(標準スペーサ設置径間を模擬した部分模型)を用いて、当所が保有するギャロッピング屋内実験設備で、再現実験を実施した。上図は、同一風速で模型のねじれ角を変えて実施した実験結果の一例である。ルーズ模型では標準模型と比べて、初期条件として大きなねじれ角を与えた場合にのみギャロッピングが発生し、さらに、その鉛直振幅は大幅に抑制されることを確認した。