

着雪発達過程のシミュレーション計算法の妥当性評価

藤井敬太郎, 渡邊幸樹, 吉松卓哉 (北海道電力㈱)

1. はじめに

着雪発達過程のシミュレーション計算法(以下, 本計算法)とは, 五藤らにより示された電線の着雪量等を計算する手法¹⁾であり, 当社では, 本計算法に基づいて捻れ防止ダンパ(ねじれ防止用カウンターウェイト)の取り付け方法等を定めている。

現在, ねじれ防止用カウンターウェイトの取り付け方法の最適化に向けた研究の中で, 本計算法の高精度化を実施しており, その前段として本計算法の妥当性について評価した。本稿はその結果について報告するものである。

2. 評価方法

電線サンプラによる人工着雪実験を実施し, 着雪が筒状(筒雪)に発達したときの実験値と, 実験から得られた条件等を諸元とした計算値とを比較することで, 本計算法の妥当性を評価した。比較項目を以下に示す。

- ・ 筒雪に発達した場合の実験結果(着雪重量, 電線サンプラの回転角度, 最大着雪直径)と計算値との推移比較
- ・ 実験時の着雪状況(写真)と計算結果から描画した着雪形状断面図との推移比較

3. 実験概要

3-1. 実験装置と方法

(1) 実験装置の構成

実験装置の概要図を図-1に示す。

本実験で使用した電線サンプラは, 短尺電線(1000 mm程度)の両端をベアリングで支持し, コイル状の引張りバネにより電線のねじり剛性を与え, 電線径間中央部を模擬する構造とした。²⁾

また, 電線径間中央部の筒雪の発生には, 径間中央付近の電線のねじれやすさと, 径間中の着雪による偏心モーメントの重畳(径間全体に着雪した場合, 径間中央に近いほど電線のねじれ角度が大きくなる現象)が大きく影響している³⁾が, 後者の現象は着雪の状態によって逐次変化するため短尺の電線サンプラで模擬することは極めて困難である。そこで本実験では, 同種電線よりもあらかじめ電線サンプラのねじり剛性を小さく(電線サンプラが回転しやすく)設定し, 後者の現象を考慮することとした。

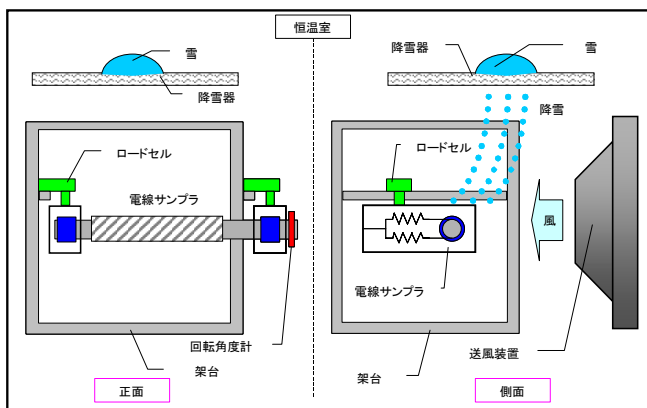


図-1 実験装置概要図

(2) 実験方法

実験は、冷凍庫（-25℃前後）で保存した自然雪を一定の雪質（含水率5～15%）に調整した上で、網目状の金属板により削り落とすように降雪し電線サンプラに着雪させた。また、発達過程における着雪量等を測定するため、降雪は一定間隔（10分間）で中断し、着雪が筒雪に発達して電線サンプラの回転角度が360°を超えるまで（または着雪が落雪するまで）、降雪と測定とを繰り返した。

3-2. 実験条件

実験条件については、これまでの知見も踏まえて表-1のとおりとした。

表-1 実験条件

電線種類	電線サンプラ径 (実測値) [mm]	径間長 [m]	模擬位置	ねじり剛性 (実測値) [kg-m ² /rad]	着雪時 風速 [m/s]	使用する雪の 含水率の範囲 [%]	恒温室内 温度 [℃]
ACSR160mm ²	18.8	500	径間 中央部	0.1625	5 (一定)	5～15	2前後

3-3. 実験結果

今回、筒雪に発達したのは2ケースであった。結果の概要を表-2に示す。

表-2 実験結果概要

ケース 番号	実験終了時				着雪		使用した雪	
	着雪重量 [kg]	回転角度 [°]	最大着雪直径 [mm]	着雪長 [mm]	比重 [g/cm ³]	含水率 [%]	比重 [g/cm ³]	含水率 [%]
実験値①	1.750	468	120.60	700	0.41	12.1	0.24	8.5
実験値②	1.411	405	114.38	700	0.37	17.3	0.33	12.8

4. 本計算法の計算概要と比較評価

4-1. 計算モデルの諸元

計算モデルの諸元は、実験条件ならびに実験結果より表-3のとおりとした。

表-3 入力諸元一覧

電線直径 [mm]	径間長 [m]	ねじり剛性 [kg-m ² /rad]	着雪の比重 [g/cm ³]	降雪角度 [°]
18.8	500	0.1625	0.35	50
径間分割区分数 (着雪長[mm])	角度分割区分数	1着雪段階あたりの 着雪増加量[mm]	計算時の 許容誤差角度[°]	落雪条件
1001 (約500)	24	0.1	0.1	無し

4-2. 比較評価

計算値と実験値の着雪重量等の推移比較を図-2, また, 計算結果から描画した着雪形状断面図と実験における着雪状況を図-3 に示す. これらの図より, いずれも計算値と実験値が概ね一致していることが確認でき, 本計算法により計算した着雪の発達過程が概ね妥当であると評価できる.

しかしながら, 着雪発達初期段階の着雪形状については, 計算と実験の結果に大きな差異が認められた. これは, 本計算法のアルゴリズム上, 降雪方向に接する電線(着雪)表面上の全ての点(図-3 左参照)に一様な着雪増加量を与えていることが原因であり, これについては, 実際の電線(着雪)表面上の着雪増加量の差異を適切に与えることにより改良され, 本計算法の計算精度をより高めることができると考える.

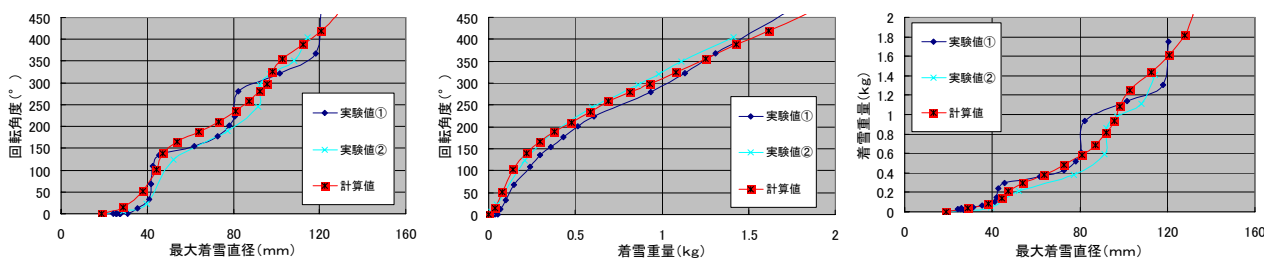


図-2 計算値と実験値との推移比較



図-3 計算結果による着雪形状断面図と着雪状況
(左: 計算値, 中央: 実験値②[全体], 右: 実験値②[断面])

5. おわりに

電線サンプラによる人工着雪実験の結果から, 本計算法の着雪の発達過程は, 概ね妥当であることが評価できた. 今後は, 電線(着雪)表面上における着雪増加量を適切に評価し, その結果を反映することにより本計算法の高精度化を進める.

【参考・引用文献】

- 1) 五藤: 捻れ回転による難着雪電線の着雪発達過程のシミュレーション計算法, 雪氷 Vol.38 No.3, 1976年, p127-137
- 2) 久保, 藤井, 高橋: 架空電線の捻れ剛性を模擬した電線サンプルによる着雪観測, 北海道の雪氷 第28号, 2009年, p47-62
- 3) 五藤: 北海道型着雪と対策, 北海道電力株式会社技術研究所, 昭和52年2月, p90-91