

引込線および屋内配線の雷サージ解析用モデルの開発

低圧配電線の雷過電圧計算精度の向上にむけて

Development of a Lightning Surge Analysis Model for Drop Wires and Indoor Wires

Towards the Improvement of Measurement Accuracy of Lightning over Voltage for Low Voltage Power Distribution Lines

(配電部 計画G)

配電設備への雷撃時に配電線に発生する過電圧を計算するため、高圧配電線に加えて柱上変圧器などの雷サージ解析用モデルの開発に取り組み、配電線高圧側における計算精度を高めてきた。一方、柱上変圧器2次側に接続される引込線および屋内配線の解析用モデルが確立されていなかったため、配電線低圧側の雷過電圧を正確に計算する手段がなかった。今回、引込線および屋内配線の雷サージ解析用モデルを開発したので報告する。(委託先:(財)電力中央研究所、共同研究先:北陸電力(株))

(Planning Group, Distribution Department)

We have been working to develop a lightning surge analysis model for pole transformers, in addition to models for high voltage power distribution lines. We have improved measurement accuracy on the high-voltage side of the distribution line, in order to measure the over voltage of distribution lines occurring when power distribution equipment is hit by lightning. However, we had no means for accurately measuring lightning overvoltage on the low-voltage side of the distribution line, as an analysis model had not been established for drop wires connected with the secondary side of pole transformers and indoor wires. We have developed a lightning surge analysis model for drop wires and indoor wires, and therefore. (Outsourced to Central Research Institute of Electric Power Industry, researched jointly with Hokuriku Electric Power Company)

1 背景

配電線に発生する雷過電圧を精度よく計算するため、柱上変圧器などの雷サージ解析用モデルの開発に取り組んできたが、変圧器2次側に接続される引込線および屋内配線の解析用モデルが確立されていなかった。従来より用いられている相互インダクタンスの式は、導体半径に比べて導体間距離が十分大きいという仮定のもと導出されている。しかし、引込線および屋内配線は各導体が近接もしくは撚り合わせた構造(第1図)となっていること、さらに金属シースを有しないビニル被覆銅線であるため進行波が誘電率の異なる複合媒体中(ビニル被覆と空気)を伝搬することから、従来の式を用いた場合、需要家側の線間電圧が過大に計算(実測の3倍以上)されてしまうという問題があった。よって新たなモデル化手法の検討が必要であった。



第1図 引込線

2 モデル開発の概要

雷サージ解析精度向上のため、引込線および屋内配線における雷サージ伝搬の様相を2つに分解し、雷サージ解析用モデルを開発することとした。1つは、往路・復

路共に導体とする線間波モード(主にビニル被覆中を伝搬)、もう一つは復路を大地とする大地帰路モード(主に空气中を伝搬)とした。

(1) サージインピーダンスと実効比誘電率の測定

各種引込線および屋内配線に対して、パルス実験を実施することにより、線間波モードの電圧・電流比を決めるサージインピーダンス(第1表)と、線間波モードの伝搬速度を決める実効比誘電率(第2表)を得た。

第1表 サージインピーダンス

線種・太さ	線間波第1モード	線間波第2モード
DV 3.2 mm	45	43
DV 38 mm ²	40	39
DV 100 mm ²	39	39
VVR 2.0 mm	37	37
VVF 2.0 mm	61	31

第2表 実効比誘電率

線種・太さ	線間波第1モード	線間波第2モード
DV 3.2 mm	1.8	1.8
DV 38 mm ²	1.5	1.4
DV 100 mm ²	1.5	1.5
VVR 2.0 mm	2.2	2.2
VVF 2.0 mm	2.3	1.9

導体数が3つの場合の線間波モードには2つのモードが存在する。

(2) モデルの検討

導体間が近接もしくは撚り合わせた構造であり、電流が各導体の中心を流れず、偏って流れることを考慮するため、線間波モードサージインピーダンスの実測値(第1表)から等価的な導体間距離を算出し(第3表)、その値を線路定数計算に用いることとした。これにより、実際の施設状態に合った相互インダクタンスを求めること

ができ、線間電圧が適切に計算されることとなる。

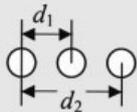
また、線間波モードは絶縁被覆の実効比誘電率の実測値(第2表)、大地帰路モードは空気の比誘電率を適用することにより、ビニル被覆と空気を伝搬する引込線および屋内配線の雷サージの伝搬速度についても適切に計算できる。

第3表 等価的な導体間距離

線種・太さ	実導体間距離	等価的導体間距離
DV 3.2 mm	5.6 mm	4.38 mm
DV 38 mm ²	11.4 mm	8.82 mm
DV 100 mm ²	17.0 mm	14.40 mm
VVR 2.0 mm	3.6 mm	2.50 mm
VVF 2.0 mm (d1/d2)	3.6 mm / 7.2 mm	2.56 mm / 4.06 mm
VVF2.0mm以外	VVF2.0mm	



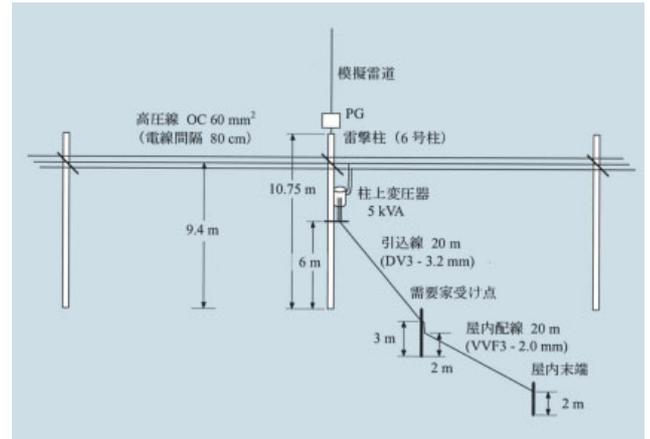
導体間距離



d₁
d₂

(3) 開発モデルの検証

(2)にて検討したモデルについて、電力中央研究所の塩原実験場にて実規模配電線を用いたサージ実験を行った(第2図)。実験結果と検討したモデルを適用したEMTP解析を比較(第3図)した結果、検討したモデルは実用精度を有していることが分かった。

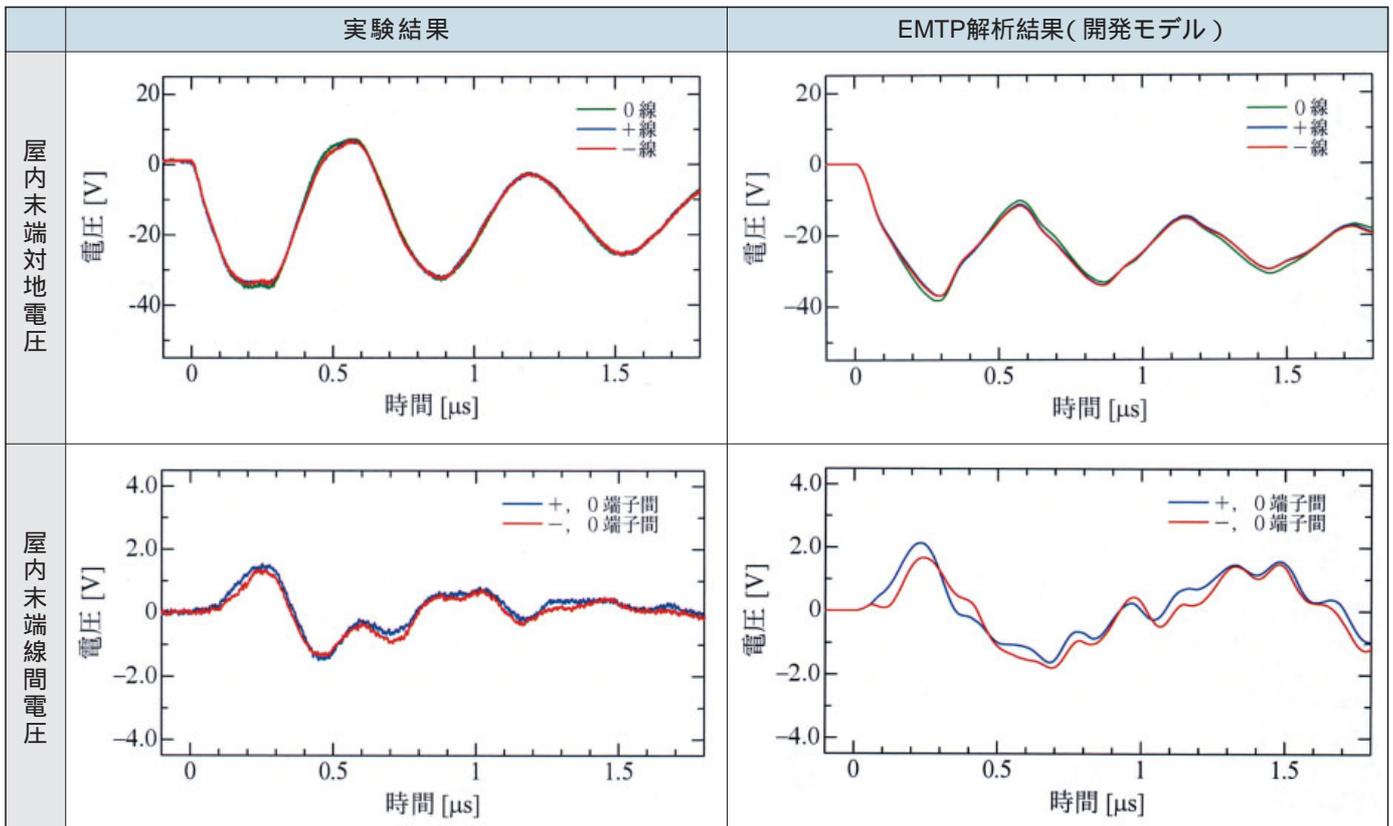


第2図 実規模配電線試験全体図

3 まとめ

各種引込線および屋内配線について精度のよい雷サージ解析用モデルを開発することができた。

今後は、電力量計などの雷サージ解析用モデルの開発に取り組み、それらのモデルを開発済みの雷シミュレーションへ反映し雷過電圧の計算精度を高めていく予定である。



第3図 実測結果と計算結果の比較



執筆者 / 後藤貴行
Gotou.Takayuki2@chuden.co.jp