

500kV実規模送電線における雷サージ特性の測定

耐雷設計の精度向上を目指して

Measurement of Tower Surge response of an actual 500kV Overhead Transmission Tower

With the aim of Improvement in Accuracy on Lightning Protection Design

(基幹系統建設センター 技術G)

現在、架空送電線の耐雷設計時の各種定数は過去に実測された結果をもとに作られ、実用に供されている。しかしながら、これらは近年の実測結果を正確に再現できるものではなく、設計に使用する定数に不明確な部分も多い。このため、実規模鉄塔で雷サージ特性を測定し耐雷設計の精度向上を目指す。

(Technical Section, Transmission & Substation Construction Office)

The current design parameters of the lightning protection design for overhead transmission lines are based on the results of past various measurements. These parameters, however, cannot reproduce the recent high-precision measurement results, and parameters applied to the design contain some imprecise factors. Therefore, this study aims at the improvement in the accuracy on the lightning protection design by measuring tower surge response of an actual tower.

1 背景・目的

現在、架空送電線の電気故障要因のうち、70%以上は雷が原因である。一方、基幹送電線の鉄塔形状は、主に耐雷設計による絶縁間隔により決定されている。この絶縁間隔は雷故障率計算をもとに設定したアークホーン間隔に左右されるため、精度の高い雷故障予測を行うことが、合理的な耐雷設計に対して重要である。

現状の耐雷設計のもととなっている雷サージ特性は、30年以上前の測定結果であり、測定機器の精度は現在と比べて高くない。また、縮小モデル実験から、測定方法により鉄塔サージインピーダンスが異なることが報告されている。

そこで、今回、500kV架空送電線の耐雷設計見直しに向けて、実規模送電鉄塔において、架空送電線の雷サージ特性を実測した。

2 測定概要

測定は実規模500kV架空送電鉄塔において、建設工事の進捗に併せて、以下の方法で実施した。

2.1 鉄塔塔脚接地抵抗特性

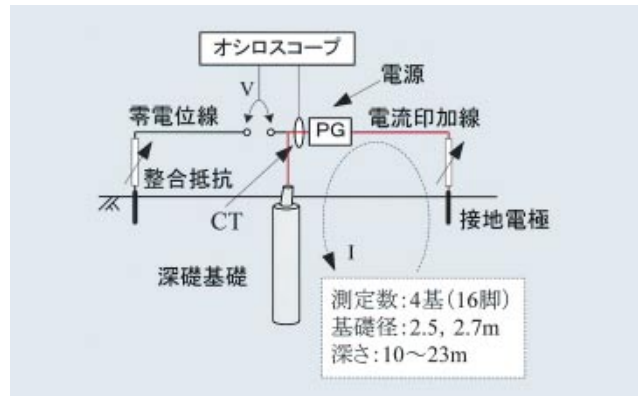
第1図に示すように鉄塔組立前の基礎体頂部に直角波および雷インパルス電流を印加した際の塔脚電位を測定し、電流 I と電位 V の比から過渡接地抵抗特性を求めるとともに定常接地抵抗値と比較する。

2.2 鉄塔サージ特性(鉄塔単体)

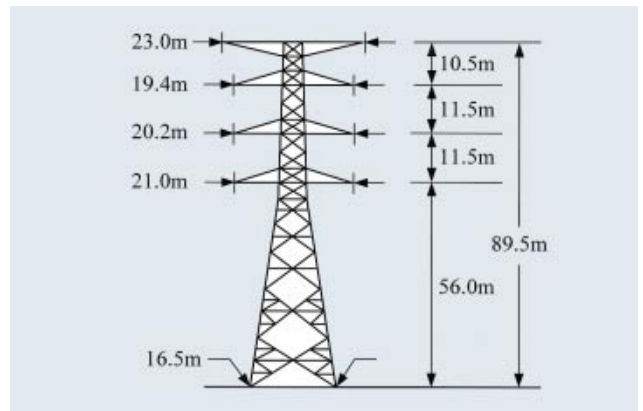
第2図の鉄塔において第3図に示すように鉄塔頂部に直角波電流を印加した場合の鉄塔各部の電位と印加電流を測定し、両者の比較より鉄塔サージインピーダンスを求める。電流印加線角度をバルーンにより変化させ、鉄塔サージインピーダンスへの影響を確認する。

2.3 鉄塔サージ特性(架線後)

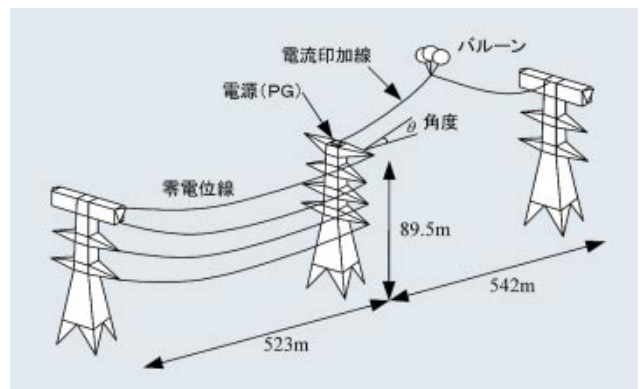
電力線(TACSR/AC810mm² 4導体)および架空地



第1図 基礎サージ測定回路概要

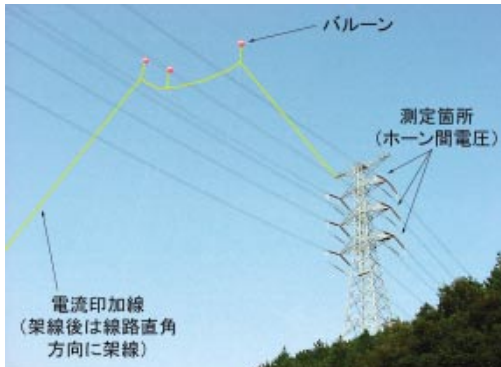


第2図 測定鉄塔形状



第3図 鉄塔サージ測定回路概要(鉄塔単体)

線(AC、OPGW260mm² 3条)架線後、鉄塔頂部より雷インパルス電流を印加する。この時各アークホーン間に発生する電圧応答特性を鉄塔単体と同様に測定し、従来設計値と比較する。(第4図参照)



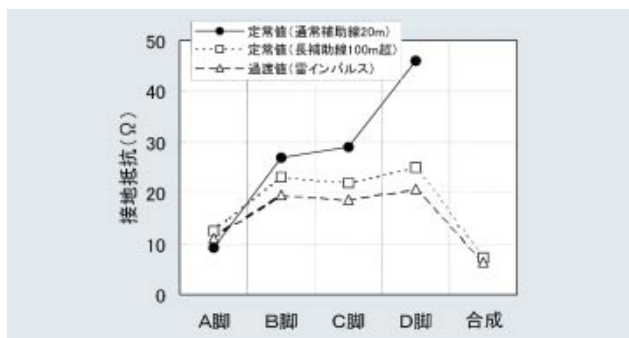
第4図 鉄塔サージ特性測定状況(架線後)

3 測定結果

3.1 鉄塔塔脚接地抵抗特性

測定された地域(大地抵抗率200~600 m)での直角波電流に対する過渡接地抵抗は、概ね時間と共に増加する容量性を示す結果となった。また、第5図より雷インパルス電流での4脚合成接地抵抗は、概ね定常接地抵抗と同等であることから、定常接地抵抗での管理は妥当であると考えられる。

しかし、通常の測定補助線では基礎体の大きさや地形の起伏等の影響により、第5図のように測定結果が異なることがあるため、測定方法に注意する必要がある。



第5図 接地抵抗測定比較

3.2 鉄塔サージ特性(鉄塔単体)

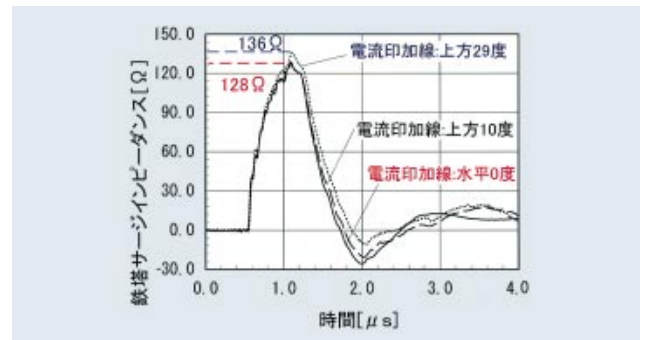
電流印加線角度により鉄塔サージインピーダンスは、第6図に示すとおり変化し、上方にするほど大きくなる。これは電流印加線と鉄塔との電気的な結合によるものである。このため実際の雷撃時のようにさらに上方から鉄塔に電流が流入される場合、鉄塔サージインピーダンスはさらに高く、従来の設計値(100 Ω)よりも大きくなると推定される。

また、塔体内の電位分布は第7図より概ね塔高比例

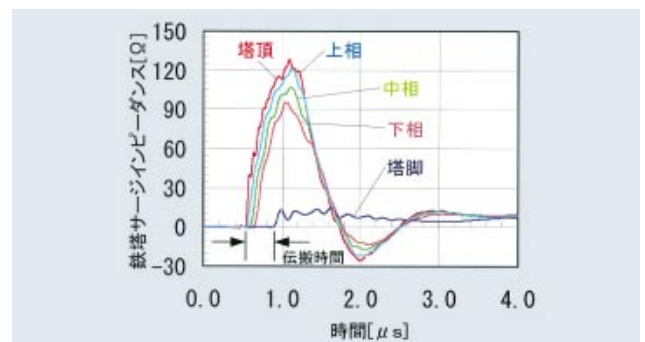
であり、鉄塔内の電流伝搬速度は従来の設計値(光速の70%)よりも早く光速の90%程度となった。

3.3 鉄塔サージ特性(架線後)

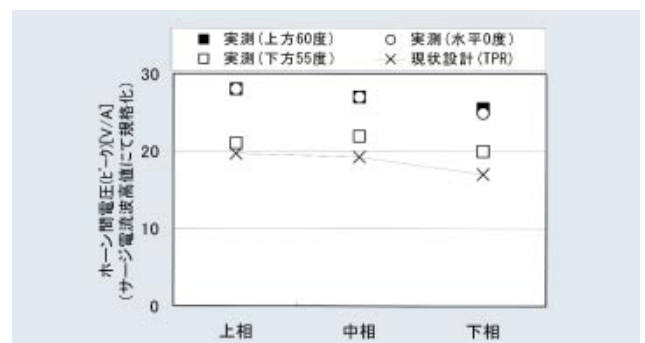
架線後のアークホーン間電圧も鉄塔と同様に、第8図のとおり電流印加線角度に依存する結果である。これは前述のとおり、雷撃時の電流経路を模擬している電流印加線と鉄塔あるいは電線間の電気的結合のためと考えられる。また、現状の設計手法(TPR法)により求めたアークホーン間電圧は実測値よりも小さく見積もられる結果となった。すなわち現状設計手法では、実際の雷撃時におけるアークホーン間電圧が過小評価されていることを示唆している。



第6図 鉄塔サージインピーダンス



第7図 鉄塔各部の電位上昇(電流印加線:上方29°)



第8図 アークホーン間電圧実測値と計算値比較(電流波頭長1μs)

4 今後の展開

今回の測定により従来設計と相違する点については、今後実測結果を反映した設計定数を検討し、耐雷設計の精度向上および合理化を図る。



執筆者 / 木下靖英
Kinoshita.Yasuhide@chuden.co.jp