九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

送電用鉄塔の電線張力荷重に及ぼす吹上風の影響に関する研究

劉，暢達

https://doi.org/10.15017/1456106

出版情報：九州大学，2013，博士（工学），課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

（様式３）

氏　　名　：劉　暢　達

論文題名　：送電用鉄塔の電線張力荷重に及ぼす吹上風の影響に関する研究

区　　分　：甲

論　文　内　容　の　要　旨

台風などの強風により送電設備が強風被害を受けた場合，設備損傷だけではなく，設備損傷に伴ってライフラインが停止することにより社会的に甚大な被害をもたらす. 多くの調査報告によれば，強風被害を受けた送電鉄塔の多くは島嶼部や山岳部などの特殊地形上に位置しており，これらの被害発生には地形効果による風の増幅や風の乱れ，あるいは風の向きに対する送電鉄塔の変形挙動予測の不十分さが大きく影響したものが多い．日本や中国における現行の送電鉄塔設計規準や指針は動的耐風設計法に移行しつつあるが，風の変動に対する送電鉄塔の動的応答特性や自然風の持つ構造特性にはまだ多くの課題が残されている.

そのような状況において, 強風時の鉄塔−電線連成系の風応答に関する研究報告や耐風設計のための多くの指針等は，風が水平面に対して平行に吹くという仮定に基づいている．しかしながら，傾斜地や尾根などの地形上に建設される送電用鉄塔間をつなぐ送電線には，この仮定は一般に成立しない．そのような地形での地表面上では，風は水平面に対してある角度を持つため，風荷重は吹上風による上向きの外力成分を有し，場合によっては電線を持ち上げて，鉄塔に作用する電線張力のバランスを阻害し, その結果, 鉄塔−電線の連成系そのものの動的特性にも大きな影響を及ぼすと考えられる．実際に，そのような地形に建つ送電鉄塔において設計風荷重以下で電線間の短絡事故や電線張力のアンバランスによる鉄塔の損傷事故が発生している.

本論文は，鉄塔−電線連成系の応答性状に及ぼす吹上風の影響を解明したもので，以下の 6 章で構成し，取り纏めた.

第 1 章では，本研究の背景として，中国国内の電力輸送設備の状況，内外のいくつかの送電用鉄塔の耐風設計法における風荷重の基本的考え方，および送電線張力に関する既往の研究の概要を整理し，本研究の位置づけを述べた.

第 2 章では，50 万ボルトの実機鉄塔を参考にして，鉄塔の両径間長が等しい 1 基 2 径間の懸垂型および耐張型の鉄塔−電線連成系を模擬したモデルを用い，0º～30º までの吹上角を持つ吹上風が電線を支持する懸垂碍子の接合部変位や鉄塔−電線連成系の動特性に与える影響を明らかにした. なお，本研究では，電線の平均風速に対する静的釣り合い位置までを幾何学的非線形解析で，釣り合い位置からの変動風速に対する振動成分を線形手法で算出した。その結果，懸垂鉄塔では吹上角の増加に伴い，電線の線路方向及び線路直角方向においても懸垂碍子下端の変位及び碍子連の風向方向への傾斜角が水平風のみの時より増大することを定量的に示した．また，吹上角の増大に伴い，

懸垂型および耐張型の鉄塔腕金端部での電線張力が減少し，電線部の幾何学的剛性の低下を導くことを連成系の振動特性の変化を示すことによって明らかにした．

第 3 章では，鉄塔の両径間長が等しくない電線路に作用する吹上風に着目し，このような状況下での鉄塔に作用する送電線不平均張力の変化が鉄塔の変形挙動に及ぼす影響を幾何学的非線形解析によって明らかにした．ここでは，特に吹上風の影響を抽出しやすいように，中央の鉄塔を梁モデルに置換し，送電線を 1 条として，1 基 2 径間の単純モデルを作成して，吹上角の増加に伴う，送電線中央点の横振れ角の増大特性を算出した．その結果，両側径間に一様分布の静的水平風を作用させた状態で，吹上風を片側径間にのみ作用させると，径間長差の大小にかかわらず，吹上角の増加に伴う不平均張力荷重は顕著に増大することを示した．さらに風速変動がある場合には，不平均張力の最大値は静的解析値より極めて大きくなるが，風速増加に伴う電線の幾何学的剛性の増大が不平均張力のガスト影響係数を小さくすることがわかった．

第 4 章では，3 章と同じ 1 基 2 径間ではあるが，鉄塔の両径間長が等しい電線路の単純モデルを用いて，老い番側に電線の支持点高低差を与えた場合の不平均張力の変化を検証し，強風下で発生する不平均張力の静的および動的特性を以下のように明らかにした．すなわち，電線支持点高低差がある場合には，片側径間にのみの吹上風の作用が不平均張力をより大きくする場合があること，また風速変動を伴って平均風速値を大きくすると，電線張力の最大値そのものは静的風荷重時より極めて大きくなるが，不平均張力の増大あるいは減少は必ずしも風速に対して正の相関関係にないこと，などを明らかにした．

第 5 章では，台風通過時の強風観測記録をもとに実地形上の吹上風の分布を風況シミュレーションによって作成し，4 基 5 径間の実機鉄塔-電線連成系の動的応答解析を実施することで，鉄塔の変形性状に及ぼす吹上風の影響を総合的に比較検証した．その結果，吹上風の存在が必ずしも 4 基すべての鉄塔の不平均張力および変形量を増大させないが，鉄塔周辺の風の吹上風の分布状況によっては，特定の鉄塔の不平均張力荷重に強く影響して最大変形を増大させることを明らかにするなど，現行の設計手順に吹上風の影響を取り入れる重要性を示した．

第 6 章では，本論文の総括と今後の展望を述べた．