

送電鉄塔の架線有無による基礎変位の支柱材傾斜変化の検討

東電設計株式会社 正会員 栗原 幸也

1. 背景・目的

送電用鉄塔は橋梁などの社会基盤構造物と同様に高度経済成長期に多数が建設されており、現在、部材腐食、ボルト緩み、基礎変位、部材変形、疲労亀裂などの経年劣化事象が発生している。これらの事象のうち基礎変位は、基礎の脚間距離が変化する事象であり、鉄塔の損傷や倒壊に至る可能性があるため、管理箇所では1年に1度、測量により変位の進行を確認している。現行の管理基準は、法令外の基準類である送電用支持物設計標準 JEC-127-1979¹⁾に記載されている許容基礎変位量とされており、その値は次式により定められている。

$$\left. \begin{aligned} \text{鉛直許容基礎変位量(mm)} &= \frac{\text{脚間距離(mm)}}{1200} \\ \text{水平許容基礎変位量(mm)} &= \frac{\text{脚間距離(mm)}}{800} \end{aligned} \right\} (1)$$

地盤が軟弱な平野部での地盤地下が一般的であるが、主として山間部では地震や豪雨による土砂崩壊を原因として、基礎変位が発生している。山間部では臨時的にヘリコプター巡視を行うなど、巡視が強化されてきたが、ヘリコプター巡視は天候により実施できない場合や、現地への移動にともなう遅延、上空からの目視では確認できない小さな基礎変位や土砂崩壊の進行等の見落とし等が発生する可能性がある。そこで著者は、これらの遅延や不確実性を取り除くとともに、効率的なモニタリングを実施するため、基礎変位による鉄塔倒壊リスク、およびそれに伴う周辺設備の損傷や人的被害のリスクを迅速かつ定量的に評価するシステムの開発を進めている。このシステムでは、傾斜計を送電鉄塔の4脚と土砂崩壊面近傍に打設された単管杭に設置し、その計測値を遠隔からモニタリングする。そして、計測値の変化量を、予め設定しておいた閾値と比較することにより土砂崩壊による鉄塔異常を判定し、異常と判断された場合にはアラートを出して、測量・解析によりリスクを

評価する。すでに遠隔地からリモートでデータを取得する仕組みは完成しており、現在は試験的に実フィールドで数十基の鉄塔の傾斜変化をモニタリングしている。

現在、運用で使用されている閾値は図1に示す鉄塔のある1脚に、式(1)の許容基礎変位量を負荷し、最下3パネルまでの支柱材4脚に設置した傾斜センサが計測した最大傾斜変化量 0.05deg に設定している。しかし、実規模試験を実施した鉄塔は昇塔訓練用の鉄塔であったため、電線が架線されていない状態であった。そのため、本論文では解析を用いて電線による鉄塔最下パネル部材の傾斜変化の影響度を確認した。その内容について報告する。

2. 検討内容

電線有無による支柱材傾斜変化の違いを確認する鉄塔解析モデルは図1に示す実規模試験を実施した鉄塔とした。図1の鉄塔は、L型断面をもつ山形鋼で製作されており、塔高は28.2m、脚間距離は6.1m、鉄塔重量は10.3 tonである。また、式(1)から計算される鉛直許容基礎変位量は5mm、水平許容基礎変位量は7mmであったため、今回は上記の許容基礎時の電線有無による支柱材傾斜変化を比較した。なお、検討した脚は実規模試験で最も傾斜変化が大きかった基礎変位脚とした。

解析モデルはADINA Ver. 9.4を用い、図2に示す対象鉄塔単体の解析モデルと、図3に示す3基2径間の解析モデルを作成した。なお、解析で考慮する電線は実際に送電鉄塔で使用しているACSR160mm²（重量：0.733kg/m、外径：18.2mm）6条で地線はなしとし、単体モデルでは鉄塔の電線支持点部に質量を負荷し、連成モデルでは電線支持点部に架線を張った。また、電線の長さは前後ともに300mとし、前後鉄塔の高低差や水平荷重はないものとした。今回は図1の①～⑦の区間の支柱材傾斜変化を架線なし

キーワード 傾斜センサ、送電鉄塔、架線、基礎変位

連絡先 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-7-12 KDX 豊洲グランスクエア 3階
東電設計株式会社 パワーソリューション本部 PS 送電部 TEL 03-6372-5510

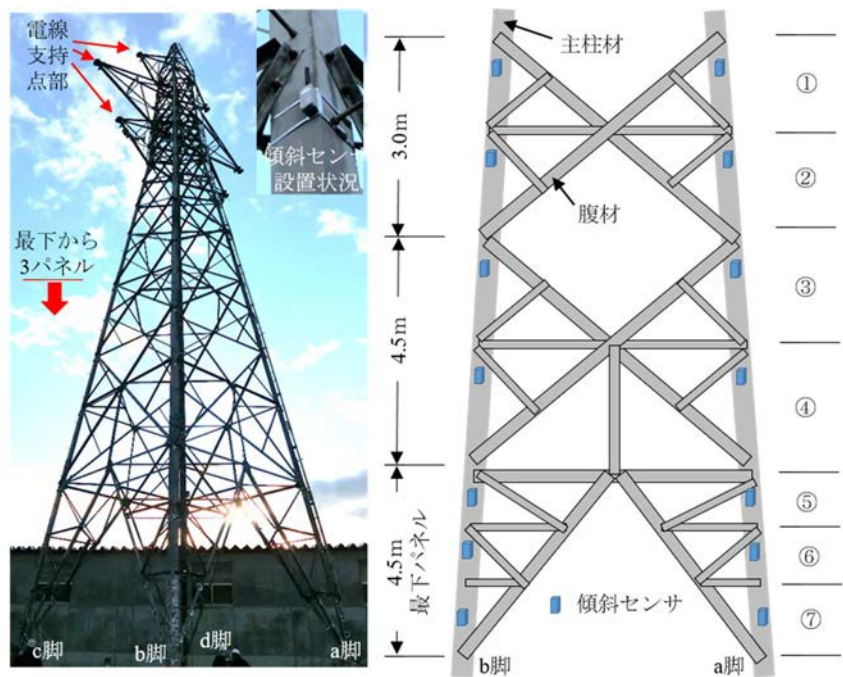


図1 実規模試験を実施した鉄塔と比較検討位置

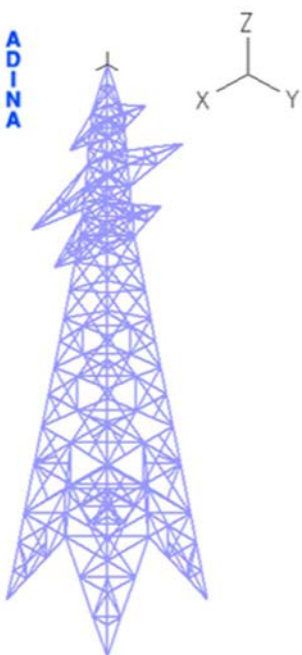


図2 解析モデル（単体）

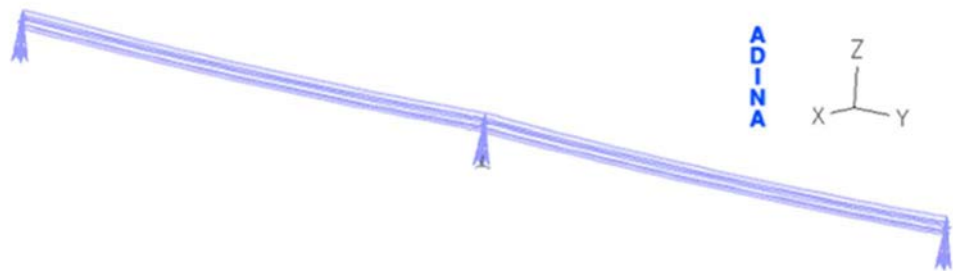


図3 解析モデル（連成モデル）

表1 最下3パネルの主柱材傾斜変化

	鉛直基礎変位 [deg]							水平基礎変位 [deg]						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
CASE1	0.045	0.052	0.027	0.035	0.056	0.050	0.070	0.001	0.002	0.015	0.011	0.031	0.043	0.100
CASE2	0.045	0.052	0.027	0.035	0.056	0.050	0.070	0.001	0.002	0.015	0.011	0.031	0.043	0.100
CASE3	0.030	0.031	0.029	0.022	0.045	0.043	0.066	0.000	0.001	0.010	0.010	0.029	0.040	0.099

(CASE1), 架線質量のみ考慮 (CASE2), 連成モデル (CASE3) で比較した。

3. 比較検討結果と考察

表1に解析結果から得られた鉛直許容基礎変位時および水平許容基礎変位時の主柱材の傾斜変化を示す。表1より、電線の質量がない場合 (CASE1) と電線の質量を付加させた場合 (CASE2) を比較すると、鉛直水平ともに基礎変位による傾斜変化は最大で0.0002deg程度でほとんど変化しなかった。次に、電線の質量を付加させた場合 (CASE2) と連成モデルの場合 (CASE3) を比較すると、鉛直基礎変

位時は①, ②, ④, ⑤で0.01degを超える差を確認し、最下パネルの⑥, ⑦は0.05deg程度の差であった。対して水平基礎変位時は鉛直基礎変位と比べて傾斜変化の差は小さかった。これは鉛直変位の方が水平変位よりも電線支持点位置に変位が大きかったことから、電線モデルに張力が発生した影響で鉄塔上部の拘束力が強くなり、鉛直変位時は連成モデルの方が主柱材の傾斜変化が小さくなったと考える。

参考文献

1) 電気学会 電気規格調査会標準規格：送電用支持物設計標準 JEC-127-1979