

送電鉄塔異常検出に向けた加速度センサ最適位置の検討

東電設計(株) 正会員 ○栗原 幸也

1. はじめに

送電用鉄塔の巡視点検業務は人員削減や経費削減に伴い、近年、従来の規模よりも徐々に縮小している。そのため、設備の不具合を発見するのに時間を要することがしばしばある。また、大地震や台風が発生した場合、現地に臨時出向し鉄塔の巡視点検を行う必要があるが、現場に到着するまでの人員の安全面に問題がある上、技術者による診断レベルのばらつきが生じる可能性がある。

そこで、著者は災害時に人員の安全確保と早期に送電設備の異常を発見することを目的とし、加速度センサを用いたモニタリング手法を提案する¹⁾。送電鉄塔に加速度センサを設置し、その加速度センサから得られた加速度応答波形より地震や台風などの現象の判別を行い、臨時点検の必要有無を確認するとともに、現象前後で鉄塔に異常発生しているか確認する。

本報告では、解析上で地震やスリートジャンプを起こし、得られた変位応答波形を用いて、現象判別に適したセンサ位置を確認した結果を示す。

2. 現象および解析モデルについて

2.1 解析モデルについて

解析モデルを図.1に示す。図.1より、鉄塔3基4径間の鉄塔一架渉線連成系モデルを作成し、地震時、強風時およびスリートジャンプの時刻歴応答解析を実施した。鉄塔形状は3基同様の形状として検討を実施した。なお、解析に用いた地震動の波形を図.2に、変動風速の波形を図.3に示す。

2.2 解析対象の現象について

以下の現象を解析モデルに与え、対象鉄塔の変位応答波形の特徴を確認する。なお、対象鉄塔は中央の鉄塔とする。

(1) 地震

対象鉄塔付近に緊急地震速報と同等の地震が生じた場合に臨時点検を行う必要である。本検討では神縄・国府津-松田断層地震を線路直交方向に与え、送電鉄塔の変位応答を取得した。大地震による送電鉄塔設備の不具合としては斜材のボルト脱落や部材変形などが確認されている。

(2) スリートジャンプ

スリートジャンプは電線全体に付着した雪が溶け落ち電線が跳ね上がる現象である。本検討では1径間1相の電線直径約3倍程度の雪が一斉に溶け落ちた状態を想定し、送電鉄塔の変位応答を取得した。スリートジャンプによる送電鉄塔設備の不具合は、斜材のボルト脱落や碍子の損傷などが確認されている。

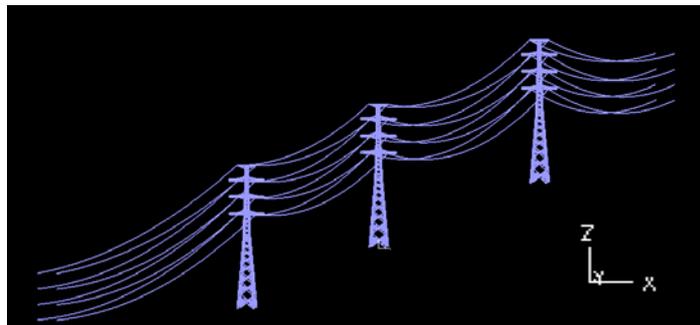


図.1 解析モデル

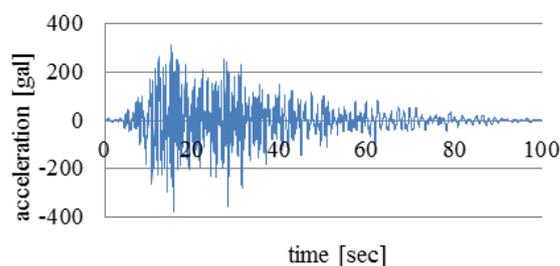


図.2 地震波

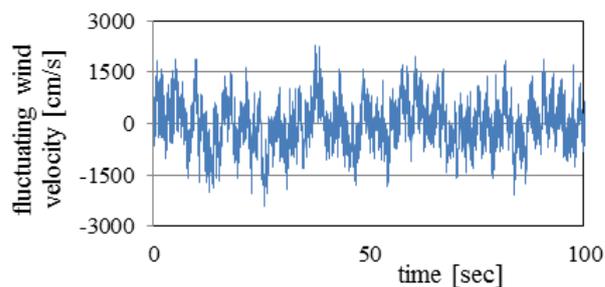


図.3 変動風速

キーワード 送電用鉄塔, 維持管理

連絡先 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-7-12 東電設計株式会社 PS 本部 Tel. 03-6372-5510

E-mail: t.kurihara@tepsc.co.jp

(3) バフェッティング

強風によって電線が揺れる現象。本検討では風速 0~20m/s の変動風速を線路直交方向に与え、送電鉄塔の変位応答を取得した。

3. 解析結果

3.1 波形確認位置の決定

3つの現象の頂部最大変位時の線路直交方向変位を図.4に示す。図.4の赤線は地震時の応答、青線はスリートジャンプ時の応答、緑線はバフェッティング応答、紫線は常時微振動の応答である。なお、常時微振動は風速 0~5m/s の変動風速を与えた結果である。

図.4より、バフェッティング応答が線路直交方向の変位で最大となり、スリートジャンプのみの変位は常時微振動よりも小さいことが確認できる。

3.2 実測結果と考察

図.5-7に以下の測定位置の変位波形を示し、図.5-7より各現象の波形による特徴を以下に示す。

- ①上部：最も変動が大きかった頂部
- ②中間部：変位が急激に大きくなる曲げ点付近
- ③最下：昇降せずに取付が可能な最下パネル

(1)地震

図.2, 5より、地震による応答波形は入力波形と同形状で、中間部では頂部の約20%程度、最下では頂部の約0.1%程度の振幅であった。また、最下は最初の振幅が最大となり、上部と中間部は25秒付近の振幅が最大となっている。これは最下が電線の影響を受けにくく、地震動の影響をそのまま受けるためである。

(2)スリートジャンプ

図.7より、スリートジャンプの波形は他の現象に比べて振幅小さかった。また、中間部では上部と同様の振幅波形を捉えられるが、最下では確認できなかった。スリートジャンプは鉛直方向に架線が振動するため、線路直交方向にはほとんど影響が無いと考える。応答波形は地震波形と少し似ているが、振幅の大きさで地震との違いを判別できる可能性を示した。

(3)バフェッティング

図.3, 6より、バフェッティングによる応答波形は入力波形と同形状。また、最下は0周りで変動していた。上記2つの現象とは波形が異なるため、風による応答は判別できる可能性を示した。

4. まとめ

今回検証した3種類の波形では各現象を判別できる可能性を示した。また、センサの最適な設置位置は作業性を考慮して中間部にセンサを設置することが望ましいが、最下で判別できる方法を今後検討するとともにその他の鉄塔に発生する現象も判別可能か確認する。

参考文献 1) 辻徳生, 山崎智之, 中村秀治, 栗原幸也, 関英俊, 高解像度カメラを用いた経年送電鉄塔の劣化診断に関する検討, 土木学会 構造工学論文集 Vol.63A, 9-0012, 2017.

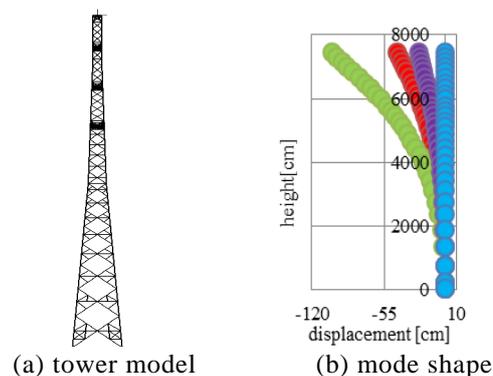


図.4 モード形状

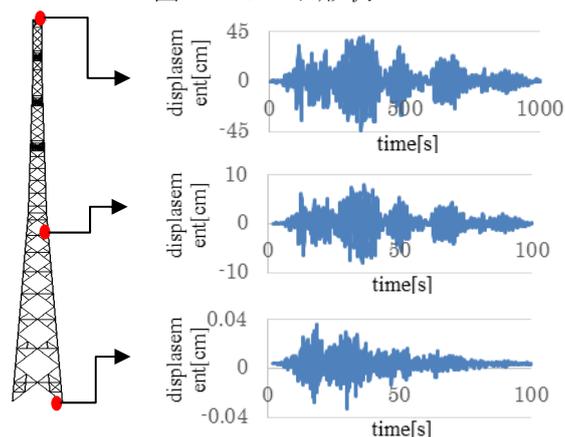


図.5 地震応答波形

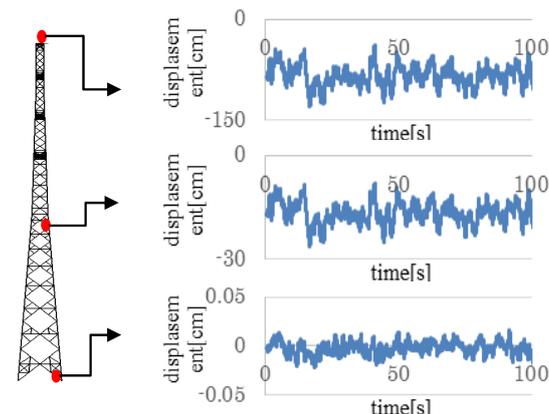


図.6 バフェッティング応答波形

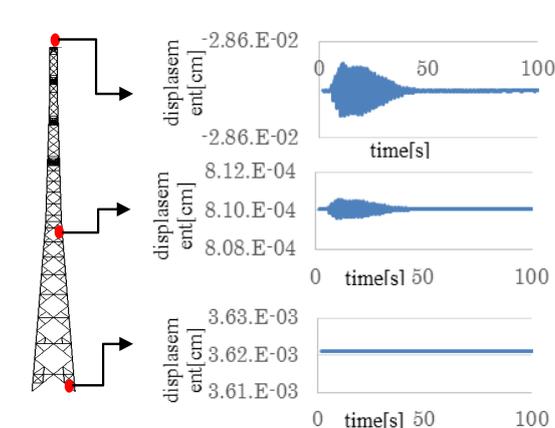


図.7 スリートジャンプ応答波形