

I-730

コンクリート電柱の強風時応答解析

九州工業大学 学生員○生野 満 九州工業大学 正 員 山口 栄輝
九州工業大学 正 員 久保 喜延 九州大学 学生員 石田 千加志
(研究当時, 九州工業大学生)

I・はじめに

平成3年9月に発生した台風19号(T9119)により, 九州の電柱に, 折損・流出・倒壊が7656本および傾斜が12910本という被害が生じた。この原因のうち7割は2次的被害によるものであるが, 残りの3割は風圧によるものと考えられる。そこで本研究では, まずはじめに強風時に電柱に作用する外力の測定を行った。さらに数値シミュレーションによる外力推定の可能性を検討することを目的とした。

2・観測および解析方法

(1) 観測

観測システムを鹿児島県枕崎市の海岸近隣地区に設置した。このシステムより, 風向・風速, 各配電線の張力, コンクリート電柱のひずみ・加速度・傾斜を, それぞれ線路方向および線路直角方向について観測を行った。得られたデータは, 10分単位に区切り, 最大値・R.M.S.値を求め, 最大値の得られた時間に対し, スペクトルを求めた。なお, データに0点のドリフトが見られたため, 平均値を取り除いた動的なデータとして解析を行った。²⁾³⁾

(2) 解析方法(数値シミュレーション)

まずはじめに, 観測システムを骨組み構造にモデル化して, 固有値解析を行った。その後に観測された風を外力として, 線形加速度法によりシミュレーションを行った。また, この時に配電系の構造減衰率が不明であったため, 観測されたデータにRD(Random Decrement)法を用いて減衰率の推定を行った。¹⁾RD法とは, 期待値0のランダム応答波形 $X(t)$ を数多くの長さTの小サンプルに分割し, これを重ね合わせるものである。この時各小サンプルの初期値は, ランダム応答波形の極大値となるように分割する。この小サンプルを数多く重ね合わせると, ランダム成分はアンサンプル平均されて消え, 自由振動成分のみが残り, この自由振動成分より構造減衰率を推定する。

3・測定および解析結果

(1) 観測結果

観測は, 平成5年の台風13号(T9313), 平成6年の台風14号(T9414)について行った。なお, T9414では弛度を2倍にして観測を行った。観測結果の代表例を図1から図4に示す。これらの結果より, コンクリート電柱に発生する曲げモーメントの主要因は, 風荷重および風荷重による配電線の動揺にあり, 静的荷重の寄与は以外に小さいようである。

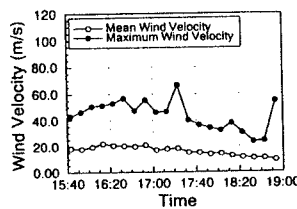


図1 T9313の風速

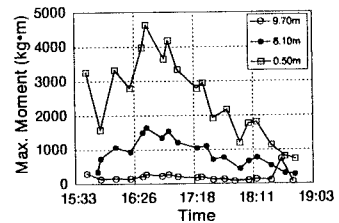


図2 曲げモーメントの最大値

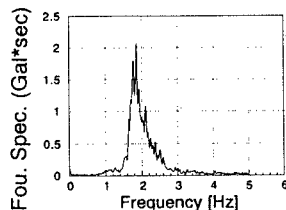


図3 加速度の線路直角方向成分におけるフーリエスペクトル

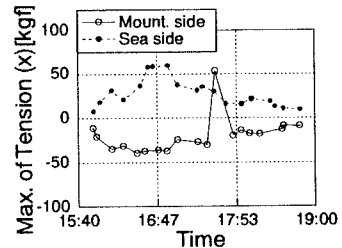


図4 高圧線線路直角方向成分の最大値(1本あたり, T9313)

(2) 解析結果

①固有値解析について

観測値のスペクトル解析の結果からコンクリート電柱が振動した最低次のモード形は, 線路方向で1Hz, 線路直角方向で2Hzで発生することがわかった。

②構造減衰率の推定（RD法）

ピークの立っている周波数成分毎の構造減衰率が必要であるため、バンドパスフィルターを用いて、対象とする周波数成分を取り出した。その後RD法による構造減衰率の推定を行った。RD法の一例を図5、6に示す。このことより2000回の重ね合わせにより構造減衰率が一定値に収束していることがわかる。他の結果についても、ほぼ同様の結果が得られた。表1に推定した構造減衰率を示す。

③線形加速度法による推定

以上の結果を用いて行った線形加速度法の結果を図7、8、9に示す。このことより、解析値は実測値に比べ2倍ほど大きくでている。またスペクトル解析の結果を比較すると、解析値ではより高周波の部分でピークが立っている。これは、今回の解析において、地盤を完全に固定したことや場所による風速の変化がなかったことが原因と考えられる。

構造減衰率の推定結果

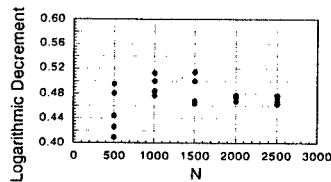
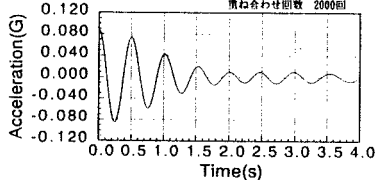
図5 重ね合わせ回数と対数構造減衰率の推定値との関係（標準弛度：1.8～2.2Hz）
重ね合わせ回数 2000回

図6 重ね合わせ波形（標準弛度：1.8～2.2Hz）

表1 各周波数成分における対数構造減衰率の推定値
（標準弛度）

バンド幅	0.5Hz以下	0.5～1.5Hz	1.5～1.8Hz	1.8～2.2Hz
対数構造の推定値	0.55	0.30	0.31	0.48
（標準弛度の2倍）				
バンド幅	0.5Hz以下	0.5～1.5Hz	1.5～2.5Hz	
対数構造の推定値	0.53	0.28	0.45	

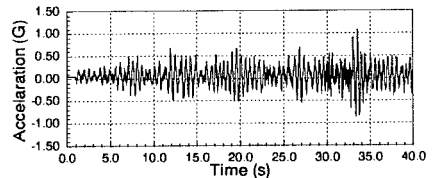


図7 加速度の時系列（観測値）

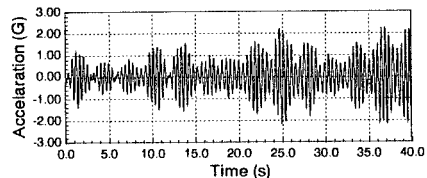


図8 加速度の時系列（解析値）

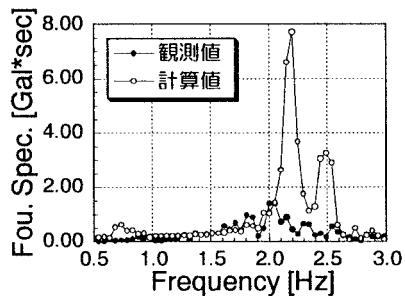


図9 加速度のフーリエスペクトル

4・おわりに

- ・コンクリート電柱に発生する曲げモーメントの主な要因は、風荷重および風荷重による配電線の動揺にある。
- ・複雑な構造系である配電系の構造減衰率推定にRD法を適用し、かなりの精度で推定できたと考えられる。
- ・今回のシミュレーション結果においては、観測値よりも大きな値となった。この原因は幾つか考えられるため今後検討を重ねてゆきたい。その後で、様々な配電系におけるシミュレーションを行う予定である。

【参考文献】

- 1) 田村幸雄, 佐々木淳, 佐藤民夫, 高坂隆一: 1992, RD法による強風時の構造物の減衰評価, 第12回風工学シンポジウム論文集, pp303-308
- 2) 久保喜延他: 台風9313号の強風特性, 平成6年度土木学会西部支部 研究発表会講演概要集, pp126-127
- 3) 生野 満, 久保喜延他: コンクリート電柱を含む配電系の強風時動的応答, 平成6年度土木学会西部支部 研究発表会講演概要集, pp128-129