

コンクリート電柱を含む配電系の強風時動的応答

九州工業大学 学生員 〇生野 満 九州工業大学 正 員 久保 喜延

九州工業大学 正 員 山口 栄輝 九州工業大学 学生員 石田 千加志

1. まえがき

平成3年9月に発生した台風19号(T9119)により、コンクリート電柱に、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7割は2次的被害によるものだが、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、強風時におけるコンクリート電柱の応力を測定し、その発生機構を解明することを目的とした。

2. 観測および解析方法

(1)観測 観測場所は、台風の進路および台風襲来直前に人員の移動が可能なることを考慮して、台風銀座と呼ばれる鹿児島県指宿半島枕崎市の海岸近隣地区が選定されて、観測システムが設置された。観測システムを図1に示す。観測は、風向・風速、各配電線の張力、コンクリート電柱のひずみ8点・加速度8点・傾斜を、それぞれ線路方向および線路直角方向について行われた。

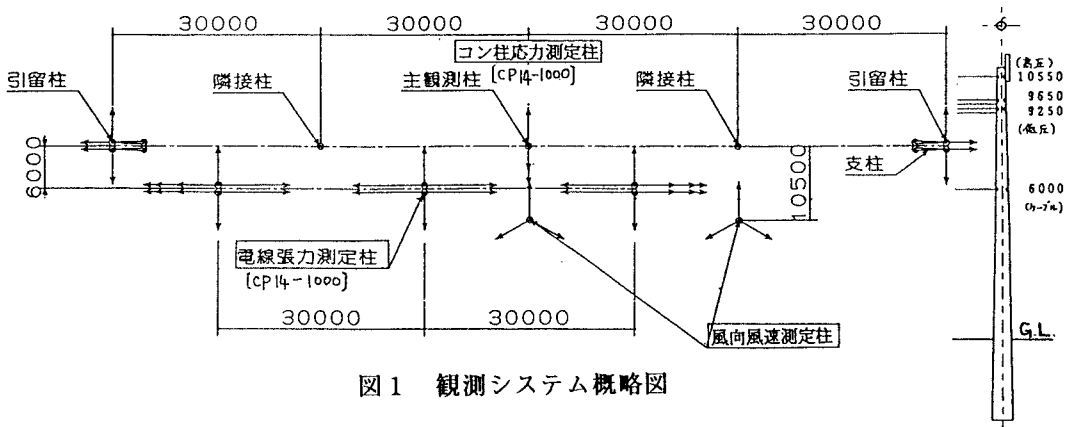


図1 観測システム概略図

(2)解析方法 各データはAD変換をして、10分単位に区切った。風についての解析は、風向・平均風速・瞬間最大風速・ガストファクター・インテンシティーについて行った。その他のデータについては、最大値・R.M.S.値を、また平均風速・瞬間最大風速の最大値の得られた時間に対し、スペクトルを求めた。なお、ひずみは曲げモーメントに直して解析を行い、風速以外のデータは零点のドリフトが見られたため、平均値を除き動的なデータとして解析を行った。また、スペクトル解析の結果を考察するために、モード解析も行った。

3. 測定および解析結果

観測は平成5年9月に発生した台風13号について行った。

(1)コンクリート電柱の変動合成曲げモーメント 各測点における最大値を図2に、この時のR.M.S.値を図3に示す。また、最大値発生時における0.5m地点でのスペクトル解析の結果を図6および図7に示す。最大値が発生したのは、最大瞬間風速が現れた16:33~16:43で、0.5m高さの4631kg・mであった。R.M.S.値は、風速の変動と高い相関を示していた。曲げモーメントを求める際、平均値を引いた変動分として計算しているが、平均値より求めた曲げモーメントは変動曲げモーメントの10~15%程度であった。スペクトル解析の結果、各測点とも線路方向に1Hz、線路直角方向に1Hz・2Hzのピークが発生した。

(2)配電線の張力 高圧線・低圧線・NTT線の全てにおいて、応答の形状が似ていたため、ここでは高圧線の1つを図に示す。高圧線の線路直角方向における張力の最大値を図4に示す。また、高圧線の線路方向における張力の最大値を図5に示す。張力の最大値は曲げモーメントの最大値と同じ時間帯に現れ、線路直角方向において1本当たり高圧線で60kg・低圧線で10kg・NTT線で100kg、線路方向において、高圧線で400kg・低圧線で200kg・NTT線で200kg、発生している。つまり、線路直角方向において張力による曲げモーメントMは、もし同時刻に張力の最大値が発生したとすると $M=60 \times 6 \times 10.55 + 10 \times 4 \times 9.35 + 100 \times 1 \times 6.0 = 4772 \text{ kg} \cdot \text{m}$ となる。線路方向において張力の最大値が大きくでているが、実際には山側の値と海側の値の差が電柱にかかる力となるので、それほど大きな力がかかっていない。張力のR.M.S値は曲げモーメントのR.M.S値と同じような変動であった。その大きさは最大値のほぼ1割程度であった。スペクトル解析の結果、全ての配電線において、線路方向に1Hz・2Hz、線路直角方向に2Hzのピークが発生した。

ただし、ここで求められた張力の値は、上で求めている曲げモーメントとは異なった系で測定されているため、単純に比較することはできない。

(3)観測システムのモード形 コンクリート電柱が変動した最低次モード形を線路方向について図8に示し(この時の周波数は1.031Hz)、線路直角方向について図9に示す(この時の周波数は1.819Hz)。この結果は、曲げモーメントおよび配電線のスペクトル解析の結果と一致する。

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たる要因は、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。

現在、得られたデータをもとにして、数値解析をしている。この数値解析で問題となる大きな点は、モーダルマトリックスを何次(何Hz)まで使用するかということと、構造減衰をどのようにして決めるかということである。そこで、各周波数成分ごとの減衰率を観測データより求めている。

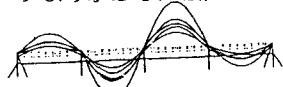


図8. 周波数1.031Hzにおけるモード形

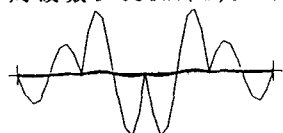


図9. 周波数1.819Hzにおけるモード形

<注> 観測システムを前からみた図

<注> 観測システムを上からみた図

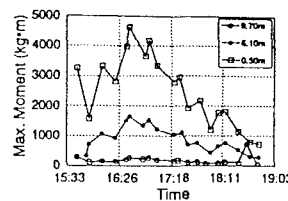


図2 変動合成曲げモーメントの最大値

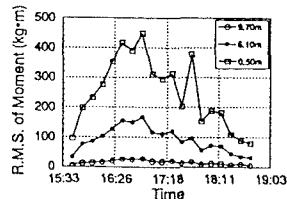


図3 変動合成曲げモーメントのR.M.S.値

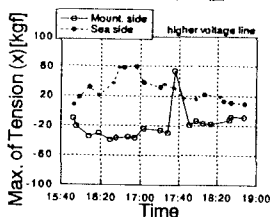


図4 張力の最大値(高圧線、線路直角成分)

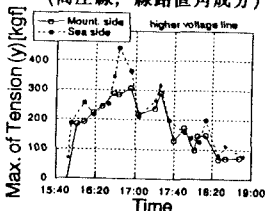


図5 張力の最大値(高圧線、線路方向)

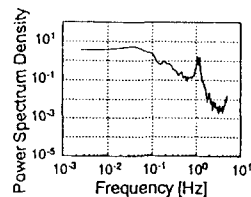


図6. 線路方向の曲げモーメントのスペクトル(0.5m地点・16:33~16:43)

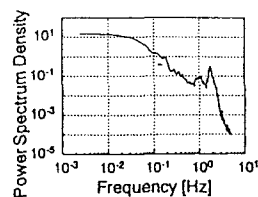


図7. 線路直角方向の曲げモーメントのスペクトル(0.5m地点・16:33~16:43)