

通信用鉄塔上における強風特性と対風応答特性

徳島大学工学部 正会員 宇都宮 英彦
西松建設(株) 神谷 宏

徳島大学工学部 正会員○長尾 文明
名古屋大学大学院 学生員 土橋 勝

1. はじめに 一般に、通常の塔状構造物の設計は、静的な荷重のみによって行われ、動的な耐風安定性が特に問題となることは少ない。しかし、構造物の高層化にともない風の乱れによる強制振動現象のパフェッティングが設計荷重に及ぼす影響についてより詳細な検討も必要になってきた。最近では平松ら¹⁾によって通信用鉄塔の強風下における振動現象の観測・解析が行われ、成果があげられている。そこで、本研究では徳島市に建設されている通信用鉄塔を用い、建設地点での風況および強風下の鉄塔の振動現象の把握を目的として、観測・解析を実施した。

2. 鉄塔及び計測機器 図-1に示すように対象鉄塔は剛なRC構造のビル上に建つマイクロ波通信用鉄塔で、塔頂高さは82 mである。観測機器は、最上段リング上にダイナベーン風速計と加速度計を設置している。ここで加速度計は真北から時計回りに約26°回転した方向をX、直交する方向をYとしており建物の短辺、長辺および鉄塔主軸とも一致している。第一段プラットホーム上には、X,Y成分とY成分の加速度計が設置されており、Y方向成分の差、和よりそれぞれ振れ振動、並進振動を検出する。さらに第二段プラットホーム上に、塔東側の位置にクリーンベーン風速計が設置されている。

3. 長期観測結果 ダイナベーン風速計によって2年間観測を行った結果を図-2に示す。上の図は15年間の徳島気象台によるデータ²⁾である。風配図を比べると両者とも類似の傾向が見られる。下の風向別平均風速は、外側が現地のデータ、内側が高度補正したものであるが、西風は眉山のウェイク、南南東風はパラボラアンテナのウェイクの影響が現れているが、これらを除くと両者の観測結果には差がなく、通信鉄塔周辺部での風況を徳島気象台のデータにより推定することが可能であると考えられる。

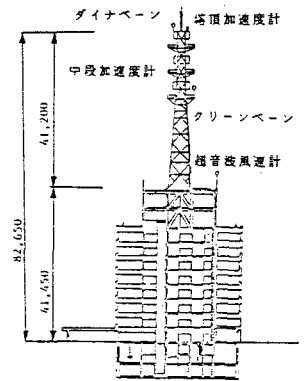


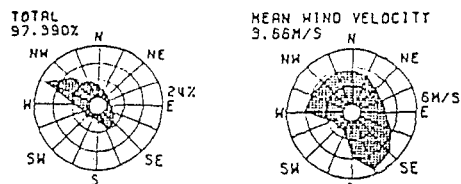
図-1 対象鉄塔立面図

4. 現地観測結果 現地観測は1987年10月16日台風8719号襲来時と1988年10月29日季節風の作用時に実施した。まず応答加速度のパワースペクトルを図-3に示す。図より並進振動は1個、振れ振動は2個卓越した振動数が見られる。また、並進振動での塔頂と中段の応答加速度の標準偏差の関係を図-4に示すと塔頂の応答加速度が大きく、中段が小さいが同様の経時変化している。以上のことより並進振動では1次モードで振動している可能性が大きい。応答加速度の標準偏差と風速の関係を図-5に示す。これより応答加速度にばらつきが見られるがほぼ風速の2乗に比例し、台風時(○)と季節風時(□)では若干の違いが見られる。これは平均風速以外の要因が応答に影響を及ぼしていることを示しており、主たる要因として変動風速の乱れの大きさを表す乱れの強さ I_u (σ_u/U) が考えられる。そこで、応答加速度の標準偏差を塔の高さと平均風速で無次元化した無次元応答量と I_u の関係を図-6に示す。これより台風時、季節風時ともに無次元応答量はほぼ I_u に比例して大きくなることがわかる。さらに先に述べた無次元応答量を乱れの強さ I_u で正規化したものと風向の関係を図-7に示す。これより並進振動は風向と構造軸が一致した場合、主流方向の応答が卓越している(Y軸)。これは振動の軌跡(台風時)を見ても同様であった。

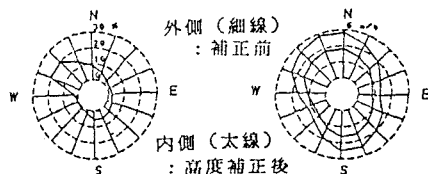
5. おわりに 振れ振動に関してはパラボラアンテナの偏心距離が影響する傾向があるが特に大きな違いはなく、更にデータの蓄積、風洞実験等の検討を行い、静荷重への変換を考慮する予定である。

【参考文献】1) 平松ら; 通信用鉄塔の風による振動の観測 第7回風工学シンポジウム論文集(1982)

P303 2) 白石ら; 「超長大橋の耐風設計システムに関する研究」(1984)



a) 徳島気象台によるデータ



b) ダイナペンによるデータ

図-2 風配図および風向別平均風速

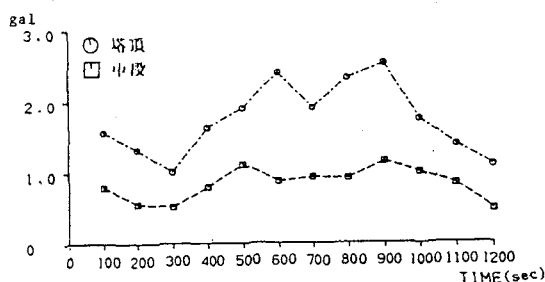


図-4 応答加速度の標準偏差の経過

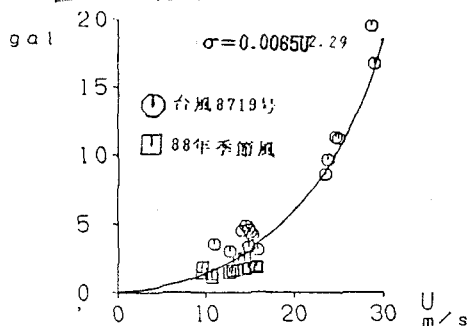
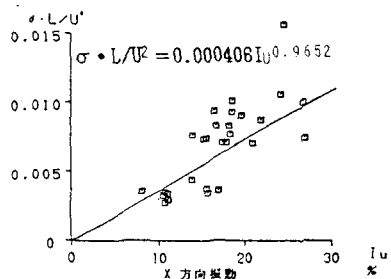
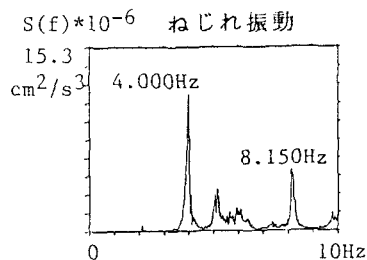
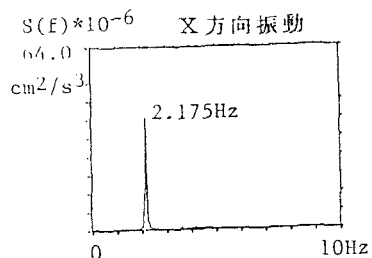
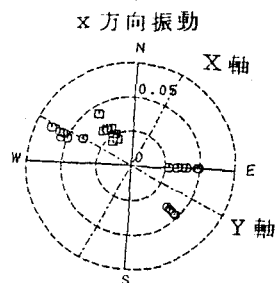
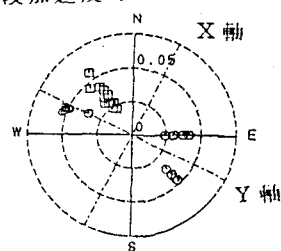


図-5 平均風速と応答加速度の標準偏差

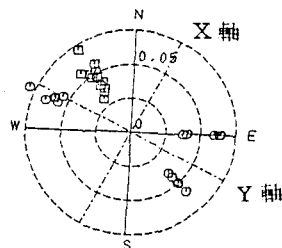
図-6 無次元応答量 ($\sigma \cdot L / U^2$) と乱れの強さ I_u 

1987年台風8719号襲来時

図-3 中段加速度のパワースペクトル



Y方向振動



ねじれ振動

図-7

無次元応答量 ($\sigma \cdot L / U^2 / I_u$) と風向