

九州大学 工学部 正員 小坪清真
九州大学 工学部 正員 島野 清
九州大学 工学部 学生員 安波博道

I. まえがき

本研究は、電力線を含めた送電線用鉄塔の振動を、理論的に解析することとを最終目的とする。若者等は、幸い実在する送電線用鉄塔で、電力線の架設前後において等時微動を測定することができた。そこで、電力線が無い場合と有る場合のそれぞれについて、FFT (Fast Fourier Transform) を用いてスペクトル解析を行ない、鉄塔の振動性状 (固有振動数、振動モード、減衰定数) を求めた。

本論文においては、まず電力線架設前の鉄塔の場合について、理論的に振動解析を行ない、実験値との比較を行なった。理論解としては、鉄塔を立体トラスとして扱う。この場合について求め、又、電力線方向の2次元トラスにおける換元場合を解析を行ない、2次元化の妥当性を確認した。さらに、今後電力線の振動を考慮して解析を行なう際に、鉄塔をトラスとして扱うと非常に煩雑になるので、鉄塔の固有振動数、振動モード、減衰定数と近似するよう、2次元だけ簡単な塔のモデルを仮定し、解析を行なった。

II. 実験

図1(a)は、鉄塔の概略図である。図中のA~Mは測定点を示しておき、同一柱上に設けた。又、換元を換出するため、A、B、Cの対角点A'、B'、C'に測定点を設けた。測定方向は、塔の立体的動きを把握するため、電線方向 (面内振動) と電線直角方向 (面外振動) を行なった。感振器は、速度型電磁式地震計 (固有振動数0.3 Hz、感度2 V/kine) を用いた。

データ処理としては、記録を時間刻み1/50 secでAD変換し、FFTにより、データ個数N=4096個で計算してパワースペクトルを3個ずつ求め平均した。このパワースペクトルより、固有振動数、振動モードを算出し、実験値とした。表1、図3に、電力線架設前結果を示す。図2は、FFTより算出したパワースペクトル図である。(なお、この実験の詳細については、土木学会第30回年次講演会報告集I-188に記してあるのを参照されたい。)

3次元振動は、換元振動である。

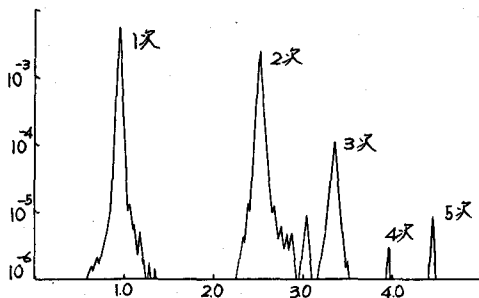


図2 パワースペクトル

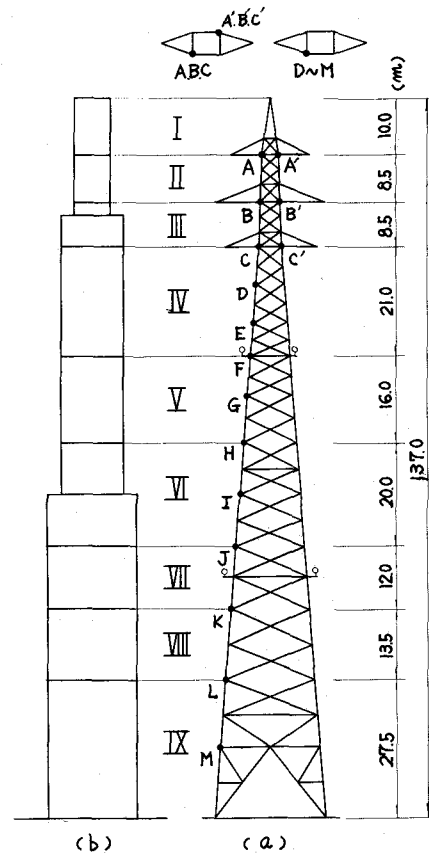


図1

III. 理論

・理論a—鉄塔を立体トラスとして扱い、有限要素法を用いた解析

実験で用いた鉄塔は、本来、立体トラス構造であるが、振動解析は、立体の寸法を考察するのが厳密であり望ましい。立体トラスの自由振動の解析には、全節点に対する変形法が適当であるが、本鉄塔は節点数が多過ぎ、電子計算機の容量を越えるため、解析困難である。そこで、図1(a)に示すように鉄塔をI～IVの9個のユニットに分割し、マトリックスの次数削減の理論を適用して解析を行った。即ち、各ユニットに代表点を定め、それらの点による全体マトリックスを代表させ、振動方程式を解くのである。この理論を適用するに当たって、次の仮定を施した。①トラスの一般の仮定が成立する。②トラス鉄塔の重量は各節点に集中させる。

③振動に対する減衰を考慮する。

・理論b—鉄塔を平面トラスとして扱い、有限要素法を用いた解析

これは、本来立体トラスである鉄塔を、平面トラスとして扱う場合、振動性状などの程度の差異が見られることを認識し、2次元化の妥当性を検討するために行ったものである。現在計算中であるから、解析結果については講義時に発表する予定である。

・理論c—鉄塔を一本の棒とみなし、有限要素法を用いた解析

本論文の目的の一つは、鉄塔をどうもだけ簡単な構造物に置換することであり、鉄塔を一樣断面の棒と仮定すると、振動モードが違ってしまうので、ここでは、図1(b)に示すように棒の断面が3つの部分で異なったものを仮定した。各断面の仮定の方法としては、まず、理論aで算出した剛性マトリックスを使用し、塔の頂部(図1のA点)に単位静荷重をかけたところ、図1(b)のX点(A,F,K)での撓みが、理論aの値と一致するように断面二次モーメントを算出し、断面積を決定した。さらに、この棒に対し、有限要素法を用いて固有振動数、振動モードを算出し、1次の固有振動数が実験値と一致するように断面重量の補正を行った。

それぞれの理論解(固有振動数、振動モード)を表1、図3に示す。

今後は、図1(b)に示す塔のモデルを使用し、電力線の振動の影響を考慮して解析を進めていく予定である。

参考文献; ①小井・島野「常時振動測定による構造物の振動性状解析」土木学会論文報告集 第222号

②高西・島野「外洋橋の振動性状測定とその理論的考察」橋梁と基礎 1975年4月

次数	実験値	理論a	理論c
1	0.952	1.054	0.953
2	2.502	3.001	2.473
3	3.345	3.818	—
4	3.809		7.303

表1 固有振動数 (Hz)

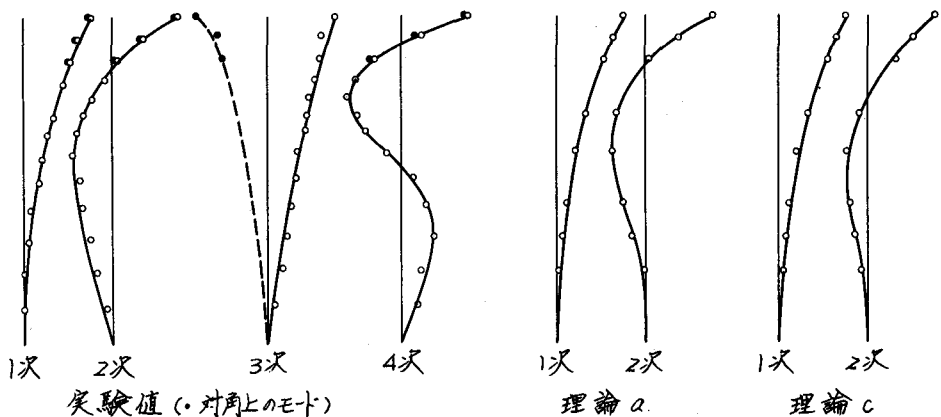


図3 振動モード