

吊橋主塔と基礎岩盤の連成振動について

神戸大学大学院 学○友次武昭

神戸大工学部 正 北村泰寿

神戸大工学部 正 畑中元弘

1. まえがき

従来構造物の動的解析を行なう場合、構造物の基礎は固定もしくは地盤の影響をばねにモデル化して解析する方法がとられている。このようなモデル化には種々の問題点が存在する。このため筆者等は吊橋主塔を例にとり主塔と基礎岩盤の一体とした系に注目し、有限要素法を適用して剛性マトリックスを作成し、動的解析を行なうとしてゐる。今回は適用した解析法の妥当性を確かめるプログラムの開発を主としており、質量マトリックスには集中質量を用いる系の固有値問題のみを取り扱った。なお数値計算には京都大学大型計算機センターFACOM230-60を用いた。

2. 解析手法および解析モデル

主塔のような構造物の場合、三次元構造物として取り扱われなければならないが、現在の計算機の容量では三次元として取り扱うことは不可能に近い、したがってわれわれは次のように構造物を近似化した。主塔部については三次元の断面諸量を基礎の真付と同じ中にならし、単位中の梁として取り出したわみ内理論より剛性マトリックスを求め基礎および基礎岩盤については二次元平面全状態に対する剛性マトリックスを用いる。質量マトリックスについては分布質量の考え方が現実により近いといわれているが、今回は取り扱りの容易さから主塔部では要素の全質量の1/4、基礎および基礎岩盤では要素の全質量の1/2が各節点に集中質量としてあると考える。図-1に基礎岩盤で考慮した場合(Case 3)のモデルを示す。また主塔部のみ取り出した場合をCase 1として理論と比較する。主塔基礎底面を固定した場合をCase 2としCase 3で塔頂を拘束した場合をCase 4とする。使用した諸数値は主塔部： $E = 2.1 \times 10^6 \text{ t/m}^2$, $\nu = 0.3$, $I = 1.169 \text{ m}^4$, $A = 0.119 \text{ m}^2$, $r = 7.85 \text{ t/m}$ 基礎部： $E = 2.1 \times 10^6 \text{ t/m}^2$, $\nu = 0.17$, $r = 2.4 \text{ t/m}$ 側方土部： $E = 2.1 \times 10^6 \text{ t/m}^2$, $\nu = 0.3$, $r = 1.8 \text{ t/m}$ 基礎岩盤部： $E = 2.1 \times 10^5 \text{ t/m}^2$, $\nu = 0.17$, $r = 2.2 \text{ t/m}$ である。なお固有値の数値計算は係数の対称化を行なってヤコビ法により求めた。

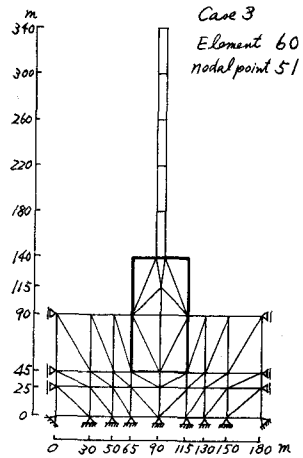


図-1 解析モデル

3. 数値計算結果および考察

各Caseで主塔部の曲げ振動をしてゐる次数を取り出しその固有周期を表-1に示す。またCase 1について縦振動の固有周期を表-2に示す。両表には理論値を併記してあるが、よく一致している。また表-1より塔頂が拘束されてゐないCase 1, 2, 3と比較すると、1, 2次では周期はわずかにのびてゐるが3次より高次ではCase 1と同じである。Case 2の3次, Case 3の2次で2つの値を併記してあるのは、Case 2においては基礎の変形、

Case 3 において基礎の回転の影響がそこに現われてゐるが主塔のモードとしてはその次数になっているためである。塔頂を拘束して Case 4 では低次においてその影響があらわれ高次では他の Case と同じになっている。また固有モードを Case 2, 3, 4 について 3 次まで図-2~6 に示す。なお他の固有値, 固有モードについても現在検討を行っている。さらに入力地震波による応答, 質量マトリックスの問題など今後検討する予定である。

表-1 曲げ振動の固有同期

条件 次数	Case 1		Case 2	Case 3	Case 4
	理論値	計算値	計算値	計算値	計算値
1次	4.453 ^{sec}	4.541 ^{sec}	4.552 ^{sec}	4.560 ^{sec}	1.042 ^{sec}
2次	0.711	0.760	0.763	(0.882) 0.745	0.846
3次	0.254	0.283	(0.347) 0.282	0.282	0.316
4次	0.130	0.152	0.152	0.152	0.158
5次	0.078	0.103	0.103	0.103	0.103

表-2 縦振動の固有同期

条件 次数	Case 1	
	理論値	計算値
1次	0.156 ^{sec}	0.157 ^{sec}
2次	0.052	0.054
3次	0.031	0.035
4次	0.022	0.028
5次	0.017	0.025

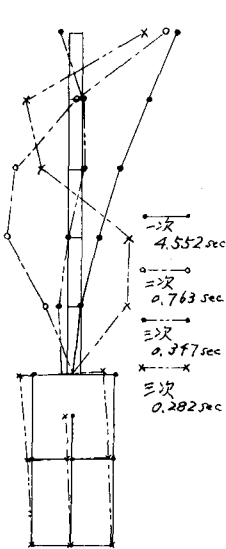


図-2 Case 2 のモード

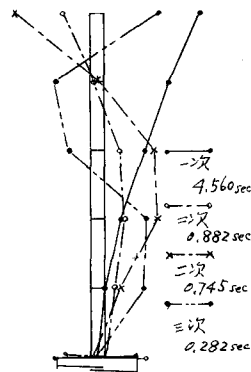


図-3 Case 3 のモード

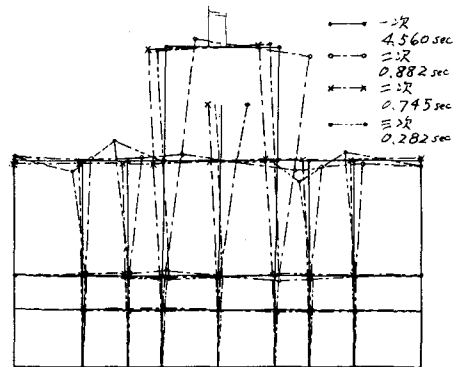


図-4 Case 3 のモード (塔頂自由)

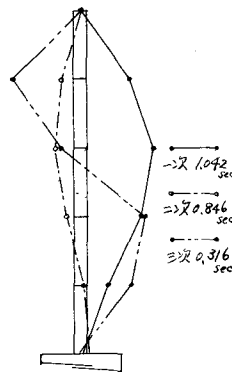


図-5 Case 4 のモード

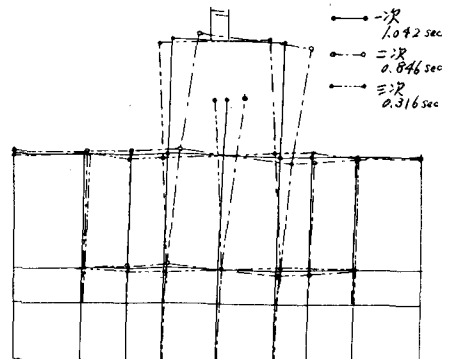


図-6 Case 4 のモード (塔頂拘束)

参考文献

- 1) 阪部外: 線材と有限要素,
との混合せる系に就する応用解析
日本建築学会大会学術講演梗概集
pp. 561~2 昭和43年10月