

トランスファー・マトリックス法による二・三の構造物の振動解析結果について

京都大学工学部 正員 山田善一

京都大学大学院 学生員 〇喜多河信介

構造の特性値としての固有周期、固有モードは、減衰性とともに、その動的応答を考える上で非常に重要であるが、近年電子計算機の利用によって、種々の複雑な構造物の、固有周期、固有モードが求められている。

また、電子計算機を用いたマトリックスによる構造解析法の1つとしての、トランスファー・マトリックス法が、閉じていない連鎖状構造物の解析に、有効に用いられることが知られている。

先年、山田・小堀によって、トランスファー・マトリックス法を用いてけた橋の固有周期と、その固有モードを求めるプログラムが開発されているが、¹⁾ このプログラムに若干の改良を加えて、二・三の構造物に応用し、興味ある結果を得たので、こゝに発表する。

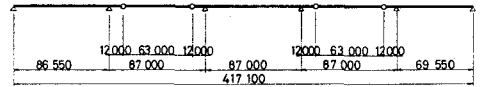


Fig 1

1) 少し対称性の崩れたゲルバー橋の解析

図-1に示したけた橋は、5スパンゲルバー構造である。これは両端のスパンについてだけ、少々対称性がそなわれていることに注意されたい。解析は全区間を79個の集中質量に分けておこなった。この固有周期、固有モードを図-2に示してあるが、これからわかるように、1次を除いてモードの対称性、逆対称性が、著しく失われている。一方、図-3は、同じ橋からヒンジを取り除いて連続構造にした場合の結果である。この時には、構造の対称性のズレは、モードの対称性(or 逆対称性)に、それほど特異な影響を与えていないことがわかる。

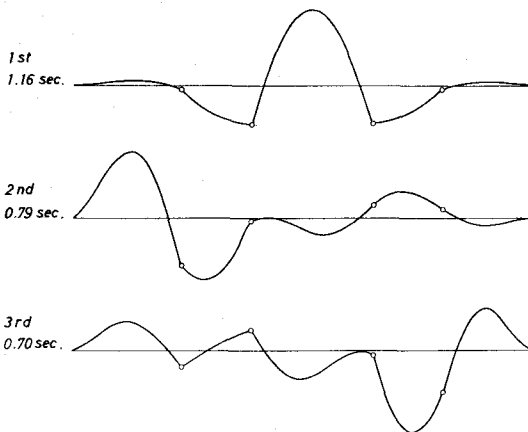


Fig 2 WITH HINGES

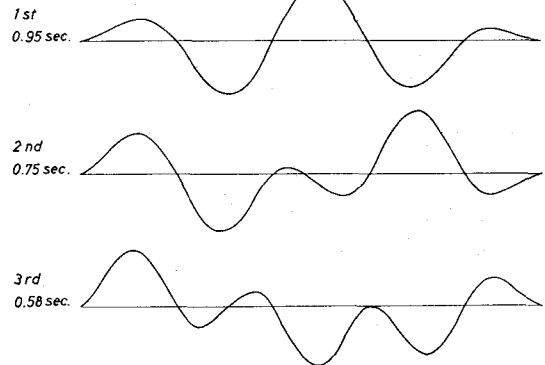


Fig 3 WITHOUT HINGES

1) 山田善一、小堀為雄、"けた橋の固有周期とその固有関数を求めるプログラムについて"、土木学会誌、Vol. 52, 9, 1967

2) つり橋タワー・ピアー系の解析

長大つり橋の耐震設計については、その合理化を図るためにこれまでに種々の研究がなされ、われわれの研究室でも、動的応答の面でそれだけ独立にとり出して考えられるタワー・ピアー系について、理論的・実験的に継続的な研究をおこなっている。

タワー・ピアー系を有限個の集中質量系におきかえ、2階の連立微分方程式群を作つてこれらを解く従来の方法は、数値計算上自由度に制限を受け、高次のモードでは誤差が大きくなると考えられる。また、剛体とみなせるピアーに関しては、それが地盤に支持されている状態を種々の仮定をおいた上で、静的に等価な並進バネ、おまひ回転バネで置き換えて微分方程式に組み入れている。

このような微分方程式による方法に対して、トランスファー・マトリックス法を用いた、固有周期、固有モードの計算では、

i) 系の自由度(分割数)を、ばるかに多くとることができる。

前者では、計算時間が自由度の少くとも2乗に比例して増大するのに比べ、後者では、自由度そのものには、比例すると考えられる。

ii) 系の自由度の変化に対して、プログラムの組み換えは不要であるし、また収束性の変動もない。

iii) 入力データと境界条件を変えることによって、同じプログラムで系の構造形態を、かなり自由に變更することができる。

iv) 地盤を半無限弾性体と仮定することによって、等価バネの概念を用いずに、分布バネを用いることができ、より忠実なピアーの支持状態の再現できる。

などの利点が考えられる。

図-4が、今回解析の対象として選んだタワー・ピアー系と、その理想化模型である。図のように、ピアーは地盤原数のそれぞれ異なる、地盤および基礎で弾性的に支えられ、底面には、不連続回転角に対して復元モーメントの働く機能をもったヒンジが入れられている。またタワー・頂部の、ケーブルによる弾性支持は、タワー本体とヒンジを介して適当な剛性を与えた片持梁に連結することによりモデル化されている。

図-5に、計算結果の一例をかげた。これは、基礎の並進バネ定数を $8 \times 10^5 \text{ t/m}$ 、回転バネ定数を $3 \times 10^3 \text{ t} \cdot \text{m}$ とし、その上の地盤を取り去った、すなわちピアーにつながる6つのバネの定数を0とおいたものである。数値計算はすべて京大大型計算機センターのFACOM 230-60によつた。

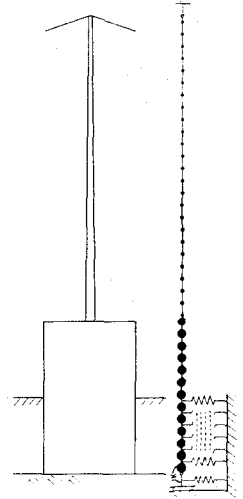


Fig 4 TOWER-PIER SYSTEM & ITS IDEALIZATION

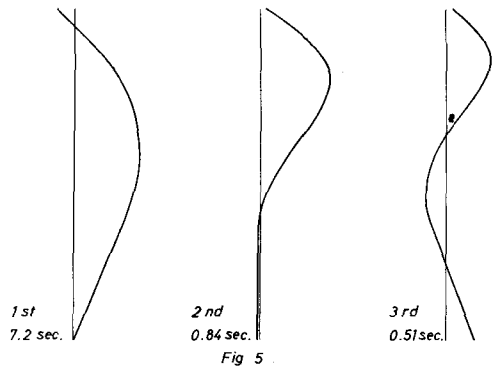


Fig 5