

亀甲橋（3方向分岐吊床版橋）の振動特性

金沢大学工学部 学生員○犬島 秀治
金沢大学工学部 正会員 梶川 康男
住友建設（株） 正会員 松元 香保理

1. はじめに

亀甲橋は、三重県久居市の青山高原カントリークラブ内に建設された吊床版橋である。（図-1参照）本橋は、支間中央から 120° の交角で3方向対称のスパンを有しており、支間中央には床版を支える橋脚がなく、3方向に生じる張力の釣り合いによって構造が成り立っている、国内最初の「三つ又」のPC吊床版橋である^{1) 2)}。一般にPC吊床版橋は支間長に比べて幅員や部材厚が極めて小さく、吊り構造であるために変形しやすく、低次振動領域に多くの固有振動数を有する³⁾。一方、本橋は「三つ又」構造となっているために従来の吊床版橋とは異なった振動特性を有していると考えられる。

そこで本研究では、人力による振動実験を実施し、本橋の振動特性を把握すると共に、本橋の解析モデルを構築した。

2. 実験概要

本実験では、人力による衝撃加振試験、定点加振試験（屈伸、ジャンプ、足踏み）および、歩行・走行試験を実施し、センサーとしてサーボ型速度計（東京測振（株）製・VSE-15、計測周波数0.1~70Hz、最大測点数10点）を配置した。一例として、屈伸による定点加振試験を行った時の配置を示す。衝撃加振試験では、吊床版橋の橋全体の質量が軽いという特性から人の飛び降りて十分な衝撃波形を得ることができるため、2人が椅子（高さ約40cm）から同時に飛び降りることにより加振した。定点加振試験では、前述の試験で得られた振動モードをもとにモードの腹となる地点において数パターンに分けて卓越振動数前後のピッチ音に合わせて屈伸やジャンプ及び足踏みをおこない、その振動モードだけが励起してから加振を止め自由振動させ減衰定数をもとめた。この際に、逆対称モードにおいてはピッチ音のタイミングを半分ずらすことにより逆位相加振もおこなった。吊床版橋は低い振動数に多くの振動モードが存在するため、それらは歩行者の歩調と共振する可能性がある。よって、歩行者に対する振動使用性を検討するために歩行・走行試験を行った。歩行・走行試験では、前述の試験で求めた卓越振動数前後のピッチ音に合わせて歩行（2人）および走行（1人）した³⁾。

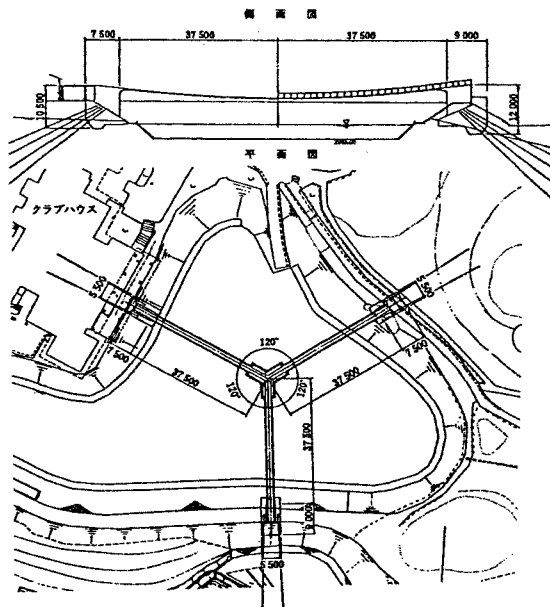
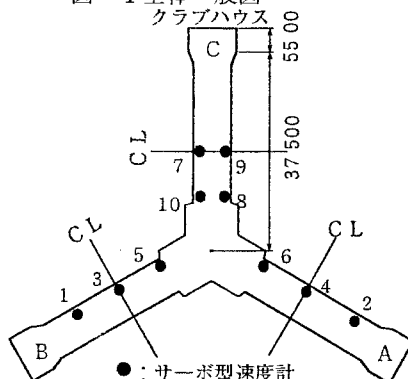


図-1 全体一般図
クラブハウス



●：サーボ型速度計
図-2 測点配置図

3. 固有振動特性

本橋を図-3に示すような三次元骨組構造モデルにモデル化して、固有値解析を行った。解析モデルは、床版を表す床版モデル部材、張力による幾何剛性を表す幾何剛性モデル部材、およびそれらを連結する横方向剛性モデル部材からなっている。なお、質量は集中質量

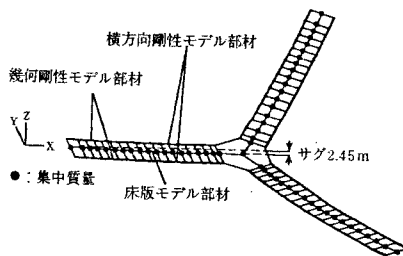


図-3 解析モデル

とし、床版モデル部材軸上のみ質量を配置し、橋台部での境界条件は全自由度固定とした。固有値解析と実験により得られた結果を表-1に示す。なお、表中の空欄は、実験により観測できなかったことを示している。また図-4にこの表に対応した固有振動モードを示す。この表から解析においては、1次と2次、5次と6次、および8次と9次のようにねじれモードと逆対称モードが近接した値となっていることがわかる。一方実験では、ねじれ1次とねじれ3次を除いて解析値とほぼ同じような結果が得られた。実験ではねじれ1次とねじれ3次のモードが測定できず、逆対称1次や逆対称3次が大きく励起していたことから、ねじれモードは励起しにくいということがわかる。

表-1 固有振動数の比較

次数	振動モード	解析値	実験値	減衰定数
1	ねじれ1次	0.94		
2	たわみ逆対称1次	0.95	1.0	0.0065
3	たわみ対称1次	1.15	1.2	0.01
4	たわみ対称2次	1.99	1.8	0.0083
5	ねじれ2次	2.01	2.2	0.0063
6	たわみ逆対称2次	2.06	2.2	0.0069
7	たわみ対称3次	2.95	3.2	0.0081
8	ねじれ3次	3.42		
9	たわみ逆対称3次	3.54	3.8	0.074
10	水平1次	3.92		

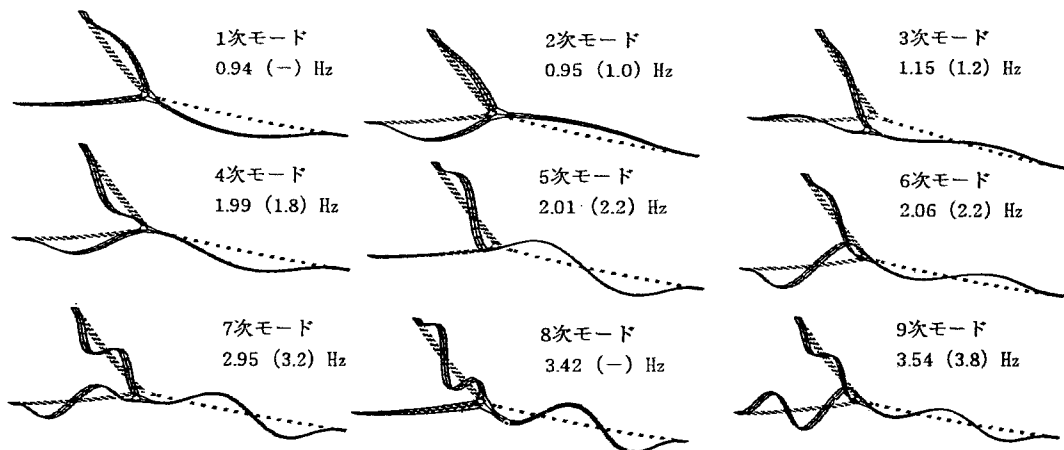


図-4 振動モード (かっこ内は実験値)

4. まとめ

(1) 解析モデルを構築し、固有値解析をした結果、ねじれモードと逆対称モードが近接して存在していることがわかった。

(2) 3方向分岐吊床版橋に対して、人力によるさまざまな振動実験を行いその振動特性を把握した。

<参考文献>

- 1) 新井・錦・中村・永井：亀甲橋の設計，プレストレストコンクリート，Vol.34，No.2，pp.7-17，1992.
- 2) 藤田・錦・清水：亀甲橋（PC吊り床版橋）の振動試験について，土木学会第47回年次学術講演概要集，pp.198-199，1992.
- 3) 梶川・深田・吉川：PC吊床版歩道橋の振動特性の調査，橋梁振動コロキウム'97論文集，pp.175-182，1997.