

I-B 448

3方向分岐PC吊床版橋の振動使用性照査

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 $120^\circ$ 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<sup>1) 2)</sup>。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<sup>3)</sup>。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を配置し測定を行った。衝撃加振試験では、吊床版橋の橋全体の質量が小さ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ビ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求めた。この際に、逆対称モードにおいてはビ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行った。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。

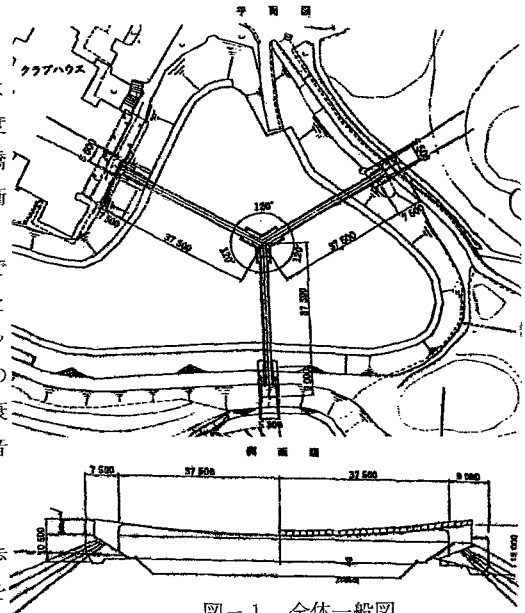


図-1 全体一般図

3. 固有振動特性

本橋を三次元骨組構造にモデル化して、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。また図-2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。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。

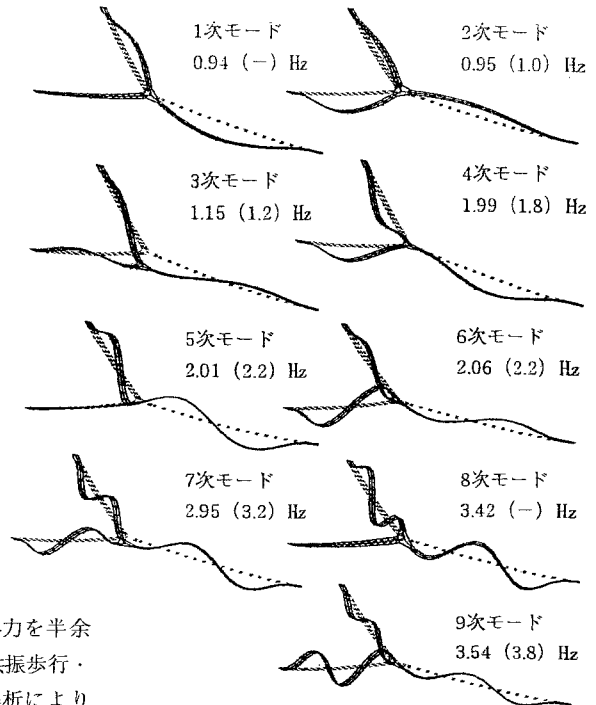
キーワード PC吊床版橋, 振動特性, 振動使用性

〒920-8667 金沢市小立野2丁目40番20号金沢大学土木建設工学科構造力学研究室

TEL(076)-234-4603 FAX(076)-234-4632

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 | 0.0074 |
| 10 | 水平1次     | 3.92 |     |        |



図－2 振動モード（かつこ内は実験値）

#### 4. 振動使用性の検討

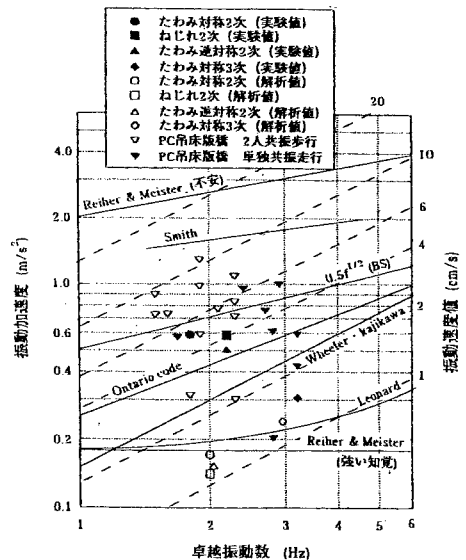
解析モデルに与える人間の歩行による床面への外力を半余弦波と仮定し、歩行者が（歩行時2人、走行時1人）共振歩行・走行したときの応答解析を行った。また、実験と解析により得られた波形から最大応答加速度および速度を求め各基準値と比較することで、振動使用性を検討した。（図－3参照）これより実験では、人間の歩調範囲と考えられる（1.5～2.3歩/秒）においてたわみ対称2次、ねじれ2次、たわみ逆対称2次の3つの振動モードがカナダのOntario codeやWheeler・Kajikawaの基準を越えていた。また解析ではたわみ対称2次、ねじれ2次、たわみ逆対称2次、たわみ対称3次の振動モードは全てカナダのOntario codeやWheeler・Kajikawaの基準を越えていなかった。解析から通常の歩行では不快を感じることはないと考えられる。

#### 5. まとめ

- (1) 対象橋梁における振動実験から、本橋は複雑な振動モードを有していることがわかった。
- (2) 実験と解析から、固有振動数と振動モードは概ね一致しており、解析モデルの妥当性が示された。
- (3) 本橋は人間の歩調範囲に（1.5～2.3歩/秒）においてたわみ対称2次、ねじれ2次、たわみ逆対称2次の3つの振動モードが存在するが、解析から通常の歩行では不快を感じることはないと考えられる。

#### <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：単径間PC吊床版歩道橋の振動特性，構造工学論文集，vol.41A，pp.811-817，1998.



図－3 最大加速度値と各基準