

上路式 PC 吊床版橋の構造特性について

金沢大学大学院 学生員 ○山田智之
金沢大学大学院 正会員 梶川康男
金沢大学工学部 正会員 深田幸史

1. はじめに

上路式PC吊床版橋¹⁾は、吊床版の上に鉛直材を配置しその上に路面となる上床版を架設するという形式の橋梁である。本形式橋梁の特徴としては吊構造特有のスレンダーな外観を持つことや、路面の横断勾配を小さくすることができるのでバリアフリーに対応した形式であること、吊床版のサグを大きくできることから張力の軽減につながりアンカーが安価ですむことなどがあげられる。しかし問題点として、吊構造であるがゆえに低振動数に多くの固有振動数を持つことが考えられ、歩行者の通行時に大きな振動が発生し歩行者に不快感を与える可能性がある。そこで、本研究では対象とした上路式 PC 吊床版橋に対して、解析を行い対象橋梁の構造特性について調べた。また実橋にて実験を行い解析結果との比較から解析手法の妥当性を検討した。

2. 実験概要

本研究で対象とした上路式 PC 吊床版橋の一般図ならびに実験時の測点の配置図を図-1に、構造諸元を表-1に示す。対象橋梁は単径間の上路式 PC 吊床版橋で、橋長 67.5m、支間長 55.0m、吊床版のサグ量は 2.2m (サグ・スパン比 1/25) である。そして実橋にて静的載荷実験と振動実験として衝撃加振実験、定点加振実験ならびに歩行・走行実験を行った。静的載荷実験では既知の重量 (17.64kN) を上床版上に載荷し、その鉛直変位を求めた。衝撃加振実験では二人が椅子から飛び降りることにより、橋梁に振動を与え、得られた速度波形から FFT によるスペクトル解析を行い、卓越する振動数・振動モードを求めた。歩行・走行実験では、卓越振動数前後のピッチにあわせて歩行時には 2 人が共振歩行、走行時には 1 人が走行を行った。

3. 解析概要

解析として対象橋梁を図-2に示すように、節点 226、要素数 330 の 3 次元骨組み構造にモデル化し、上床版・吊床版・鉛直材を梁部材、ケーブルを幾何剛性を考慮した弦部材、横継ぎ材を剛部材として解析を行った。

4. 静的特性

静的載荷実験において既知重量 (17.64kN) を対象橋梁の 1/4、1/2、3/4 それぞれに載荷した時の実験と解析によって得られた鉛直変位を図-3 (a)、(b) に示す。これより下床版の

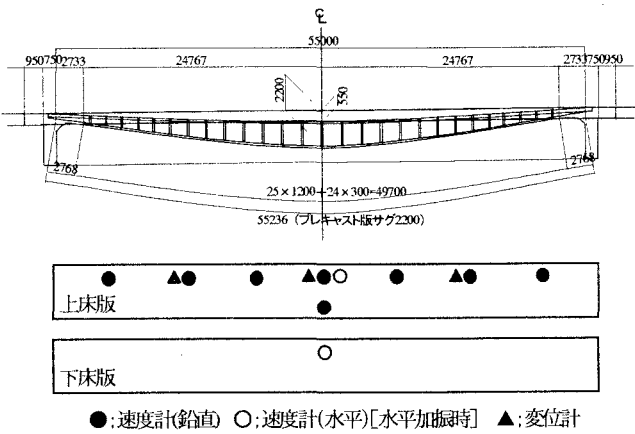


図-1 一般図・測点配置図

表-1 構造諸元

構造形式	上路式PC吊床版橋
橋長	67.500m
支間長	55.000m
幅員構成	0.400m(地覆)+2.000m(歩道部)+0.400m(地覆)
縦断勾配	4.0%(下床版) 1.0%(上床版)

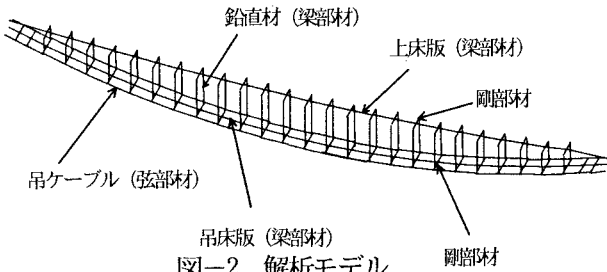
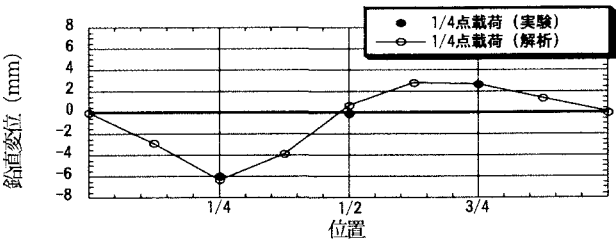
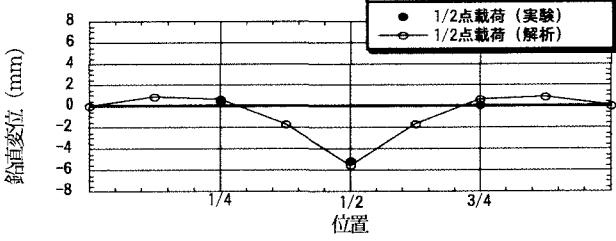


図-2 解析モデル



(a) 1/4点載荷時



(b) 1/2点載荷時

鉛直変位は1/4で6mm, 1/2で5mm程度の最大変位が実験と解析によって得られた。また荷重が1/2に载荷されたときに1/4, 3/4点では、鉛直上方向に変位する傾向が見られた。

5. 固有振動特性

実験で得られた値と固有値解析の結果を比較したものを表-2に示す。これより、まず最低次の基本モードとして、たわみ逆対称1次モードが確認された。また人が歩いた時の歩調範囲である1.5~2.5Hzには、たわみ対称1次とたわみ対称2次の2つの固有振動数が、走行範囲である3.0Hz付近には水平1次、逆対称2次、水平2次の固有振動数が存在することがわかった。また、解析と実験の結果は鉛直方向においては概ね一致したが、水平方向の結果に違いが見られた。これは上床版の支間中央部に挿入されているゴムが影響しているものと考えられる。また実験結果から、支間中央部において水平1次モードは、上床版、下床版それぞれがねじれ、さらに上床版、下床版の橋軸直角水平方向の位相が同じであった。水平2次モードは、上床版、下床版それぞれがねじれ、上床版、下床版の橋軸直角水平方向の位相が逆位相となっていることが確認された。図-4に表-2で得られた固有振動数のモード図を示す。

6. 動的応答解析

固有値解析の結果を用いて、歩行外力による動的応答解析を行った。歩行者歩調として固有値解析によって得られた水平方向の振動を除く歩行者歩調付近の1次(1.77Hz)から5次(2.99Hz)のモードのうち、図-5(a)・(b)に解析と実験によって求めた対称1次の鉛直方向速度波形を示す。次に、歩行者の振動に対する心理的な影響からみた振動じよ限度に対し、人間の歩行および走行の歩調範囲と考えられる(1.5~3.0歩/秒)付近において先の解析と実験により得られた卓越振動数とその時の最大応答値との関係を図-6に示す。これによると、強制的に振動させると本橋の値はWheeler-Kajikawaの提案値を超えているが、日常の利用時での歩行外力では問題は生じないであろう。

7. まとめ

- 1) 本橋梁の構造特性を把握することができ、人が歩いた時の歩調範囲である1.5~2.5Hzにはたわみ対称1次とたわみ対称2次の2つの固有振動モードの存在が確認された。
- 2) 実験結果と解析結果は、鉛直方向については概ね一致した値を得ることができたので、解析モデルの妥当性が示されたが水平方向については更に検討が必要である。

参考文献

1) 赤堀, 荒川, 浦, 斎藤: バリアフリーの上床版を持つPC吊床版橋の設計と施工, プレストレストコンクリート技術協会第8回シンポジウム論文集, pp. 661~664, 1998.

表-2 固有振動数

次数	振動モード	解析値(Hz)	実験値(Hz)
1	逆対称1次	1.30	1.4
2	対称1次	1.77	1.7
3	対称2次	2.49	2.5
4	水平1次	2.81	2.8
5	逆対称2次	2.99	3.2
6	水平2次	3.47	3.0

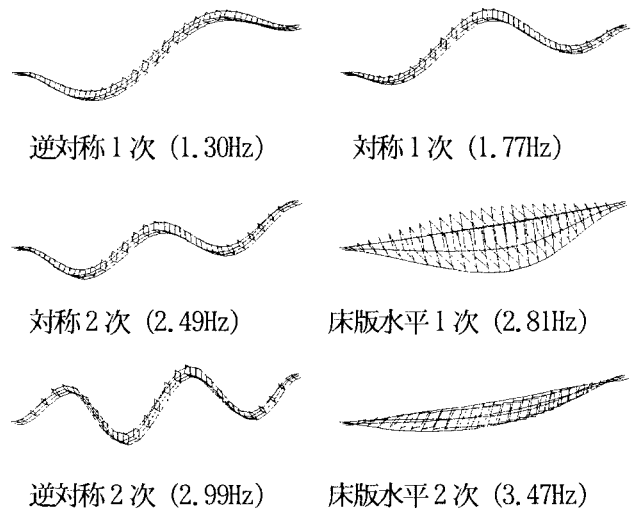


図-4 振動モード

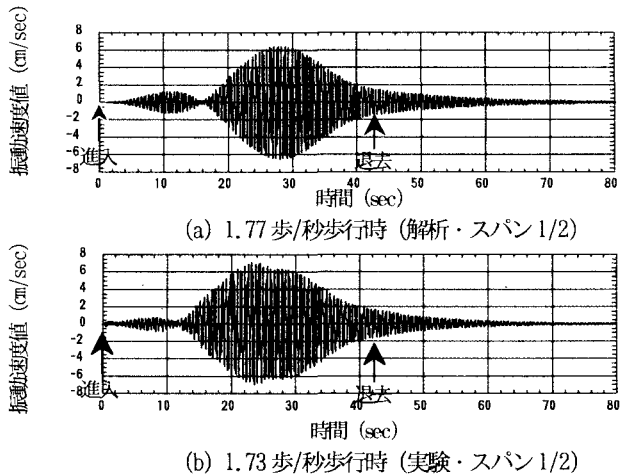


図-5 鉛直成分応答速度波形

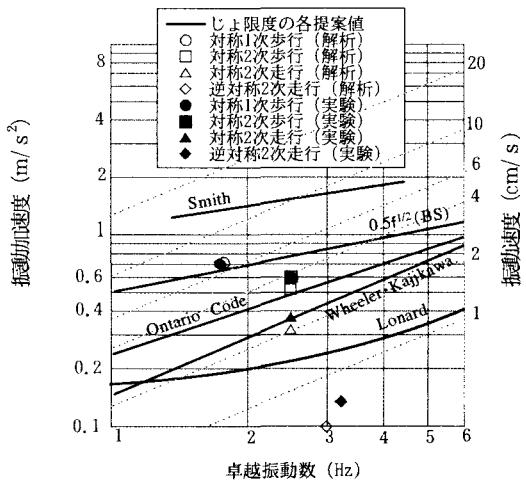


図-6 振動速度および加速度と振動じよ限度