

上路式 PC 吊床版橋の振動特性

金沢大学大学院 正会員 梶川康男
金沢大学大学院 久保修平

金沢大学大学院 正会員 深田宰史
住友建設（株） 正会員 近藤真一

1. はじめに

上路式 PC 吊床版橋¹⁾は、吊床版の上にストラットを介して路面となる上床版を載せた橋梁形式である。この橋梁形式は、我が国でも既に歩道橋 4 橋、道路橋 2 橋が架設されている。

本研究では、これまで架設された上路式 PC 吊床版橋の中で最大スパンを有する交流橋（岐阜県荘川村）を対象として振動使用性について検討することにした。

2. 対象橋梁の概要

交流橋は支間長 82m、有効幅員 2m、サグ量 3.28 m（サグ/スパン比 1/25）を有する。一般図を図-1 に示す。本橋では、河川の計画高水位の制約条件からサグ比を大きくとることができなかったため、全体剛性を増加させ、歩行者の使用性や耐風安定性を向上させるために、鋼トラス斜材で上床版を支持する構造となっている。そのため上部構造は、コンクリートの下床版、上床版、および鋼トラス斜材から構成されている。交流橋の特徴は、上床版が兩岸の橋台と剛結されており、スパン中央で温度変化などによる伸縮を可能とするためにスパン中央を含む 3 箇所の斜材部分において斜材上端と上床版との間にゴム支承が挿入されている。

3. 実験概要

上路式 PC 吊床版橋の有する剛性の確認および実験結果と解析結果との比較から解析モデルの妥当性を確認するために静的荷重実験を行った。交流橋では、19.6kN トラックにコンクリート塊を積載（計 40.57kN）し、上床版の支間の 8 等分点に荷重したときの下床版の鉛直変位を計測した。

振動実験ではサーボ型速度計を 10 個用いて、各測点に配置した。測点配置図を図-1 に示す。振動実験では、まず、各卓越振動数を把握するために衝撃加振実験を行った。次に、各モードの減衰定数を求めるために定点加振実験を行い、さらに、歩行、走行時においてどの程度振動し、歩行者にどの程度影響を与えるのか振動使用性を検討するために、共振歩行、走行実験を行った。なお、歩行時には 2 人が共振歩行、走行時には 1 人が共振走行を行った。

4. 解析概要

交流橋の解析モデルを図-2 に示す。解析モデルは、上床版、下床版、斜材を梁部材とし、ケーブル部材は幾何剛性を考慮した弦部材、横継ぎ材を剛部材とした。境界条件として、上床版と下床版の両端部を固定としている。なお、支間中央とその前後の斜材上端と上床版の間にはゴム支承が挿入されており、本解析では、それらをばね部材にモデル化している。

5. 静的特性

交流橋においての静的荷重実験により得られた実験値と静的解析により得られた支間 1/2 点における鉛直

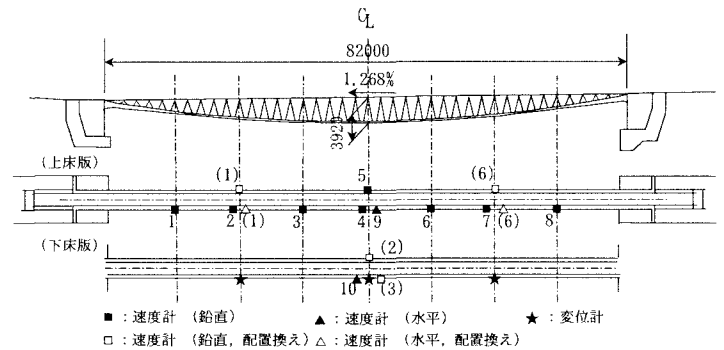


図-1 一般図および測点配置図

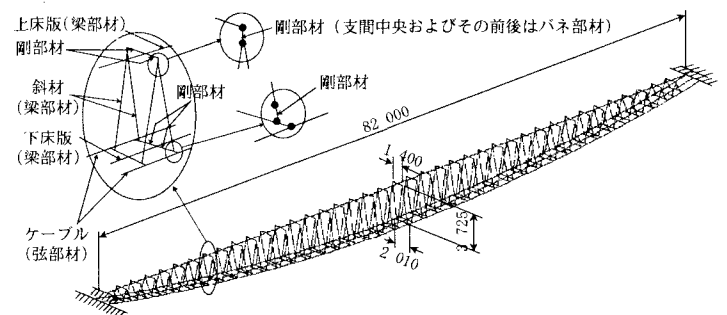


図-2 解析モデル

変位を図-3に示す。下床版の鉛直変位は、支間 1/2 点に載荷した場合には 4.5mm 程度の最大変位が実験と解析で得られた。交流橋の場合、斜材の剛性が大きいために梁の挙動に近い傾向を示している。また実験結果と解析結果は概ね一致した値となり解析モデルの剛性評価の妥当性を確認できた。

6. 固有振動特性

衝撃加振実験により得られた交流橋の卓越振動数と固有値解析の結果を表-1に示す。また、解析による振動モード図の一例を図-4に示す。交流橋において、振動モードは最低次に水平ねじれ連成 1 次モード、次いでたわみ対称 1 次モード、水平ねじれ連成 2 次モード、たわみ逆対称 1 次モードがみられた。これは一般的な吊床版橋の特性とは異なり、桁橋の特徴に類似している。その要因としては、斜材が大きく影響したためと考えられる。歩行者の歩調範囲である 2Hz 前後には、たわみ対称 1 次、水平ねじれ連成 2 次の 2 つの卓越振動数が存在し、また走行範囲である 3.0Hz 付近には、たわみ逆対称 1 次の卓越振動数が存在することがわかった。

7. 減衰特性

近年の研究²⁾により、ひずみエネルギーと減衰との関係が明らかにされてきている。そこで、本橋における各振動モードの各部材のひずみエネルギー比を図-5に示した。たわみ逆対称 1 次において斜材の寄与率が大きくなっている。すなわち、逆対称変形に対して斜材が大きく影響しているものと考えられる。

8. 動的応答特性

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、共振歩行、走行による卓越振動数と最大加速度、速度応答値との関係を図-6に示す。また、比較として本研究で以前行った単径間 PC 吊床版橋に対する値を同図に付記する。これより、単径間 PC 吊床版橋と比較すると本橋の値は比較的小さいといえる。また、本橋の振動使用性としては、日常の利用において問題はないと考えられる。

9. おわりに

- (1) 静的荷重に対する鉛直変位は、斜材形式の影響により、梁の挙動に近い傾向を示すことがわかった。
- (2) 固有振動モードは、桁橋同様に、面内において対称 1 次振動が最低次振動として現れた。
- (3) 歩行者の使用性については日常の利用において問題ないと考えられる。

参考文献

- 1) 梶川, 深田, 山田: 上路式 PC 吊床版歩道橋の振動特性と振動使用性, 構造工学論文集, Vol.47A, pp.363-370, 2001.
- 2) 角本, 梶川: PC 吊床版橋の減衰定数の評価と振動使用性照査における影響, 土木学会論文集, No.612/I-46, pp.337-348, 1999.

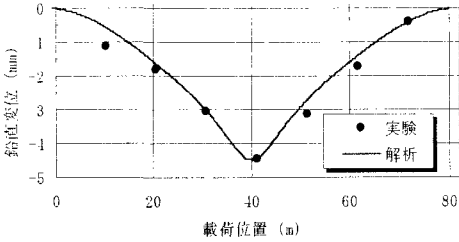
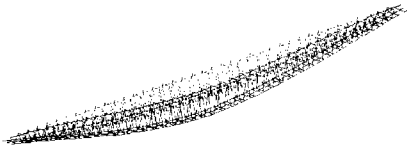


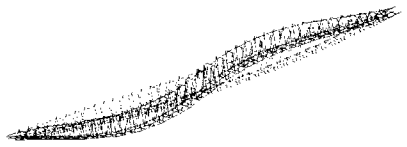
図-3 鉛直変位 (測点: 1/2 点)

表-1 振動特性

次数	振動モード	振動数(Hz)		減衰定数 (%)
		実験値	解析値	
1	水平ねじれ連成1次	1.43	1.38	0.65
2	たわみ対称1次	1.73	1.76	0.72
3	水平ねじれ連成2次	2.21	2.07	0.45
4	たわみ逆対称1次	2.94	2.89	0.68
5	水平ねじれ連成3次	3.87	3.67	-
6	たわみ対称2次	4.87	4.61	-



(a) たわみ対称 1 次



(b) たわみ逆対称 1 次

図-4 振動モード図

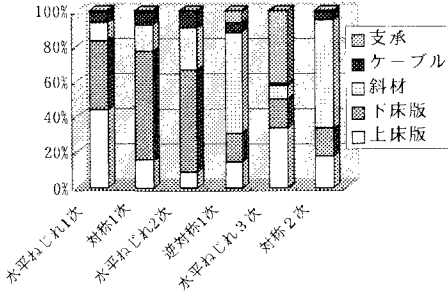


図-5 ひずみエネルギー比

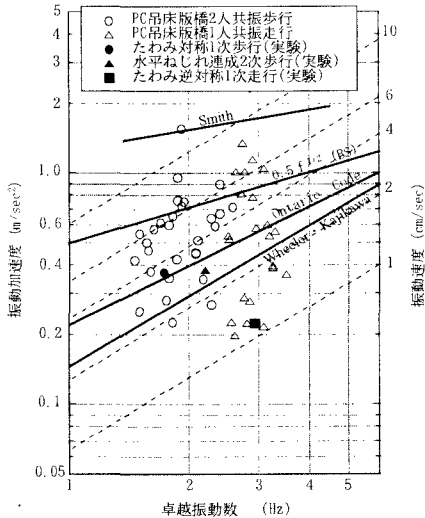


図-6 振動じよ限度