

I-B73 上路式PC吊床版道路橋の振動特性

金沢大学工学部 正会員 梶川 康男
 金沢大学大学院 学生員 深田 宰史
 (株)中部開発コンサルト 西嶋 弥生

1. 吊床版橋の概要

吊橋は通常、ケーブル、塔、補剛桁、床組からなり、吊床版橋はそれらを一枚のコンクリート床版の要素に置き換えたものと考えられる。吊橋は補剛桁によって剛性を保たれた床版の上を車両が通過し、ケーブルは補剛桁を吊り上げるだけである。吊床版橋は張り渡された床版そのものの上を車両が走行するためにその緊張力は大きなものとなる。緊張力に抵抗するためにPC鋼棒を配置し、さらに防錆のためにPC鋼棒をコンクリートで覆い、車道と兼ねさせたものが吊床版橋である。吊床版橋の緊張力が活荷重や耐風安定性に対して優れた剛性を橋に与えている。

吊床版橋にとってサグ量は、全体の剛性や振動特性などに大きな影響を与える要素として重要である。このサグ量を小さくすれば床版に生ずる引張力が大きくなり、大きくすれば吊床版端部での勾配が急になり、使用性を悪くし、特に道路橋としては問題となる。そのため、道路橋としての利用を考えると上路式PC吊床版橋とせざるを得ない。現在も、20年前に建設された速日峰橋（宮崎県北方町・五ヶ瀬川支流深谷川）が唯一の上路式PC吊床版形式の道路橋（図-1の一般図参照）である。今後、山間部の渓谷を中心に建設が増えることが予想され、解決しなければならない多くの問題がある。そこで、問題点の一つとして速日峰橋を対象に動的な問題について検討した。

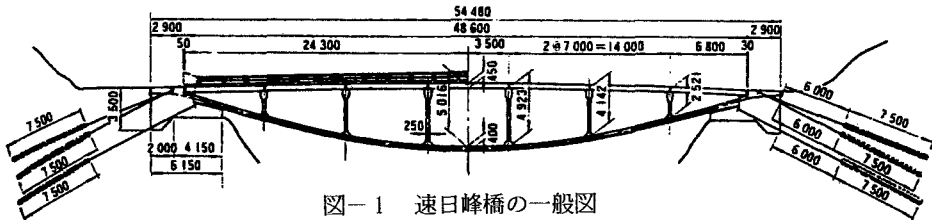


図-1 速日峰橋の一般図

2. 速日峰橋での振動試験

振動試験として、衝撃加振試験と車両走行試験を実施した。まず、高さ15 cmほどの踏台から約1.6tのワゴン車のタイヤを落下させ、路面に衝撃を与えた。その時の橋梁の振動をサーボ速度計と加速度計で測定した。測定後、直ちに現場でスペクトル解析をして図-2のように卓越する振動数と振動モードを求めた。そして、求められた卓越振動数のピッチに合わせて人がジャンプして加振し、静止後の減衰自由振動を得た。続いて、ワゴン車を時速40km/h程度で走行させた時の振動試験を実施した。

衝撃試験の結果、多くの加振点と観測点から求められた卓越振動数と振動モードを表-1に示した。この結果によると、1、2、4次には曲げによる鉛直たわみ振動モードが現れ、振動数としては他のアーチ系の道路橋の振動数と類似した振動数となっている。ところが、3次

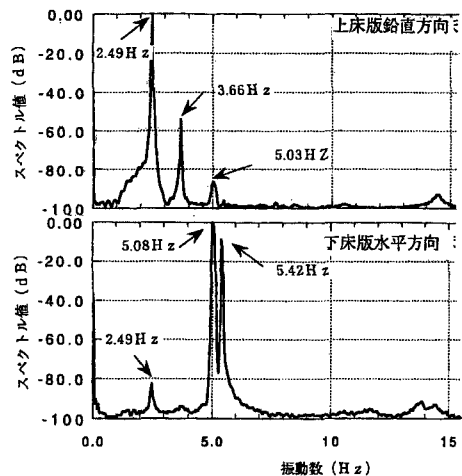


図-2 衝撃試験時のスペクトル

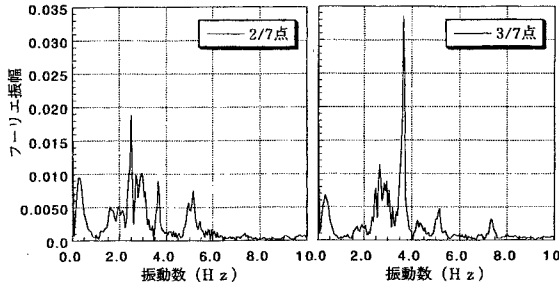


図-3 車両走行試験時の鉛直振動成分のスペクトル

表-1 卓越振動数と振動モード

次数	振動モード	振動数 (Hz)
1	逆対称1次	2.49
2	対称1次	3.66
3	上床版水平1次	4.98~5.08
4	対称2次	5.13
5	下床版水平1次	5.42~5.47
6	逆対称2次	7.28~7.32
7	対称3次	10.50~10.60

と5次に橋軸直角水平方向の振動モードが現れている。これらのモードは、吊床版橋特有のねじりと水平の連成振動と思われる。一方、車両走行試験時の鉛直振動成分のスペクトルの結果（図-3）では、加振位置や車両特性との関係もあるが、曲げ振動が卓越する結果となっているが、水平振動成分のスペクトルには連成振動が現れている。なお、減衰自由振動実験から得られた1次振動に対する減衰定数は約2%であった。

3. 固有振動解析

3次元骨組構造有限要素モデル（図-4）を用いた固有値解析によって固有振動数とモードを求めた。その結果を図-5に示した。実測でも観測されているねじりと水平の連成振動が接近して存在しており、吊床版部の場合と同様に同じ水平変位に対してねじれ方向が逆であることを示している。また、表-1に示した実測結果とよく類似しており、妥当な結果が得られている。

<参考文献> 1) 徳光・松下・別府・佐藤・佐藤・渡辺：速日峰橋の設計と施工、橋梁と基礎、1987.7.

2) 烏野・成富・日笠山・小坪：上路式P C吊橋の動特性とその改善、構造工学論文集、Vol. 32A, 1986.

3) 梶川・津村・角本：P C吊床版歩道橋の振動とその使用性、構造工学論文集、Vol. 36A, 1990.

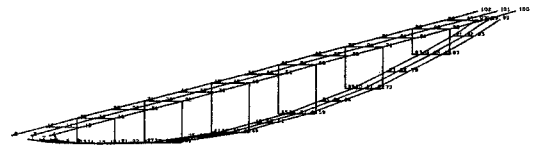
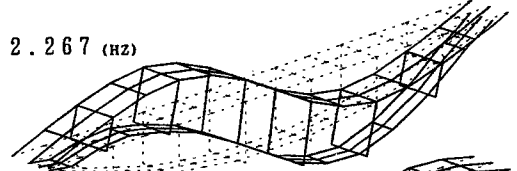
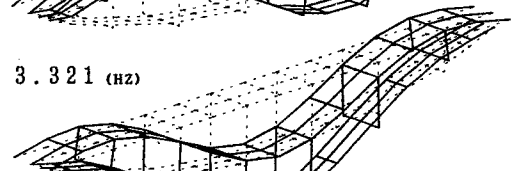


図-4 有限要素モデル

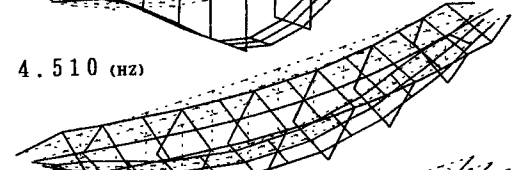
2.267 (Hz)



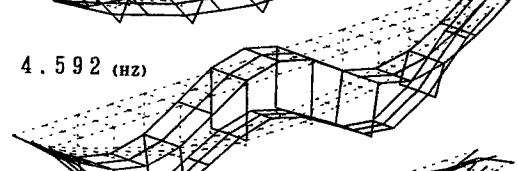
3.321 (Hz)



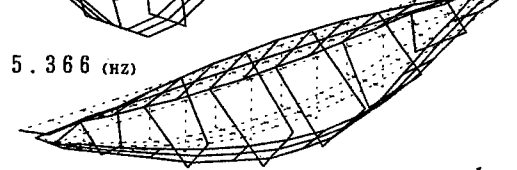
4.510 (Hz)



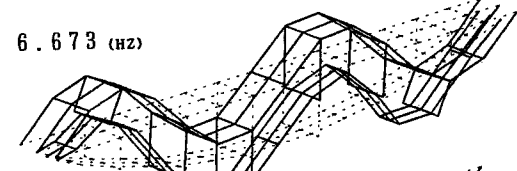
4.592 (Hz)



5.366 (Hz)



6.673 (Hz)



9.628 (Hz)

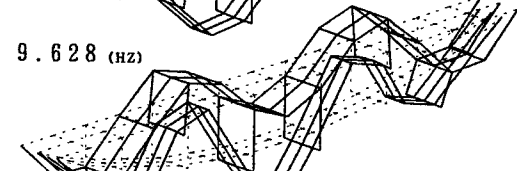


図-5 固有振動数とモード