

車両走行による上路式 PC 吊床版橋の振動使用性

金沢大学大学院 正会員 梶川 康男
金沢大学大学院 学生員 〇市川 直樹

金沢大学大学院 正会員 深田 宰史
オリエンタル建設(株) 正会員 大木 太

1. はじめに

上路式 PC 吊床版橋は、従来からある PC 吊床版橋の床版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、張力を小さくすることでサグ量を大きくすることができることからアンカーが安価で済み、橋全体のコストを下げるができる。また路面の横断勾配を小さくすることができるので車両の走行にも対応した形式であることが挙げられる。

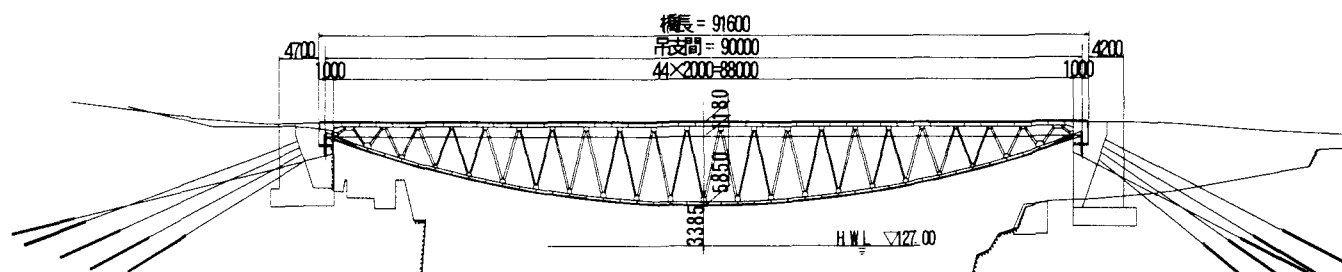


図-1 のぞみ橋一般図

平成 16 年 10 月に岐阜県内にある小和沢ダムの拡幅工事のために資材運搬線として、「のぞみ橋」が一時的に架設された。一般図を図-1 に示す。本橋は橋台に作用する水平力が従来型の上路式吊床版橋に比べて約 40%低減できる端部分離型の上路式吊床版の道路橋である。道路橋の設計においては現在の日本では、車両の通行による振動の明確な制限値は、橋梁設計上は用いられていない。また、吊床版橋は躯体重量が軽くフレキシブルな構造であるため、振動使用性が懸念されると考えられる。そこで対象橋梁において振動実験を行い、振動特性を把握し、振動使用性を検討することにした。

2. 構造概要

「のぞみ橋」の構造形式である端部分離型とは、橋台に剛結していた従来型の吊床版端部を、橋台から分離して上床版と接合する構造である。これにより、躯体自重は主に吊ケーブル(1 次ケーブル)で支持され、活荷重は吊床版、上床版および斜材からなるトラス桁としての曲げ剛性で支持される構造となる。その結果、橋台に作用する水平力は、従来型に比べて約 40%低減される。また、1 次ケーブルおよび吊床版にプレストレスを導入する 2 次ケーブルは、解体性に配慮して、全てプレファブタイプの外ケーブルとし、吊床版にはサドルを介して接合している。なお、吊床版にプレストレスを導入する 2 次ケーブルは、従来型では橋台に定着しているが、端部分離型では上部構造端部に定着している。端部詳細図を図-2 に示す。

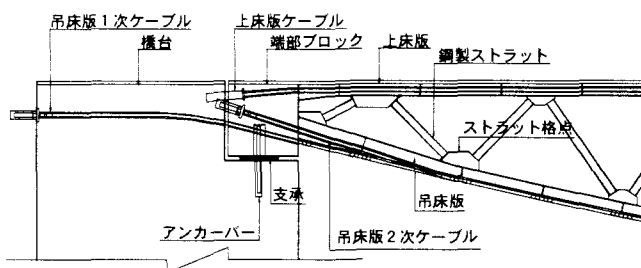


図-2 上部構造・橋台の接合部

3. 実験概要

静的載荷実験(大型車両 196kN 車 2 台を用いて上床版の支間の 25 等分点に載荷)、車両衝撃加振実験(車両前輪を踏み台より落下させ加振)、人力衝撃加振実験(人による椅子から橋面にジャンプをして加振)、人力定点加振実験(モードの腹となる部分で任意のピッチで人が

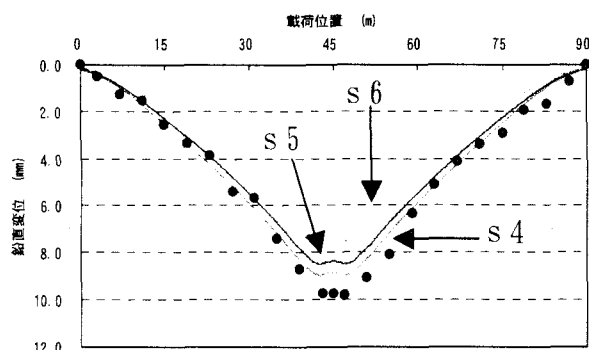


図-3 鉛直変位 1/2 点

ジャンプ、屈伸を行い加振)，車両走行実験

(走行速度は 20, 30km/h の 2 パターンで、それぞれ往復走行)を行った。

3. 静的特性

静的載荷実験から得られた実験値と解析

の結果を図-3 に示す。図は支間中央での鉛直変位を示している。解析モデルでは 1 次ケーブルと吊床版を繋げているサドル部をばね要素としてモデル化し、橋軸方向のばね定数を変化することで鉛直変位に大きく影響することがわかった。図中の s 4, s 5, s 6 とはばね定数を 1.0e4kN/m, 1.0e5kN/m, 1.0e6kN/m に変えたものに対応している。以上より実験値と解析値は概ね一致した形状を示しており、解析モデルの剛性評価の妥当性が確認できた。

4. 振動特性

衝撃加振実験から得られた振動数と減衰定数を表-1 にまとめた。また、実験で得られた卓越振動数に対応した解析上の振動モード図を図-4 に示す。対象橋梁においては車両のばね上振動数領域 (1~3Hz 付近) に数多くの卓越振動数が存在している。また、鉛直たわみの最低次モードは対称モードあり、次いで逆対称モードとなっている。この特性は従来型の吊床版橋とは異なり、剛性が高い桁構造に近い特性であるといえる。これは上床版、下床版および斜材からなる単純トラス桁としての曲げ剛性が卓越することが主な要因であると考え¹⁾。

5. 振動使用性

大型車両が 20km/h および 30km/h で走行した際の各測点で得られた応答速度の最大実効値を図-5 に示す。実験では、往復走行を 2 回行っているため、各実験ケースの結果をすべてプロットした。速度応答の最大実効値は最も大きいもので 30km/h 走行時の 2/8 点で観測された 0.72cm/sec であり、他の観測点も含め、歩行者が「少し歩きにくい」と感じる恕限度の提案値 1.7cm/sec²⁾ を大きく下回っていた。したがって使用性には問題がないことが確認された。また、図から観測点 2/8 点, 6/8 点で最大実効値が卓越していることがわかる。これは車両のばね上振動数 (3Hz) と橋梁のたわみ逆対称 1 次 (2.9Hz 付近) の卓越振動数が共振したためと考える。

参考文献

- 1) 梶川康男, 深田宰史, 久保修平, 近藤真一: 斜材を有する上路式 PC 吊床板歩道橋の振動特性, 構造工学論文集, Vol. 48A, pp. 389-397, 2002. 3.
- 2) 小堀為雄, 梶川康男: 橋梁振動の人間工学的評価法, 土木学会論文報告集, 第 230 号, pp. 23-31, 1974. 10.

表-1 固有振動数と減衰定数

次数	振動モード	人力定点		人力衝撃		車両衝撃	
		振動数(Hz)	減衰定数(-)	振動数(Hz)	減衰定数(-)	振動数(Hz)	減衰定数(-)
1	水平ねじれ1次			1.24	0.023	1.18	0.022
2	たわみ対称1次	2.17	0.016	2.19	0.013	2.12	0.014
3	水平ねじれ2次	2.48	0.010	2.49	0.009	2.52	0.011
4	たわみ逆対称1次	2.94	0.005	2.96	0.003	2.85	0.007
5	たわみ対称2次	4.41	0.006	4.43	0.005	4.46	0.007

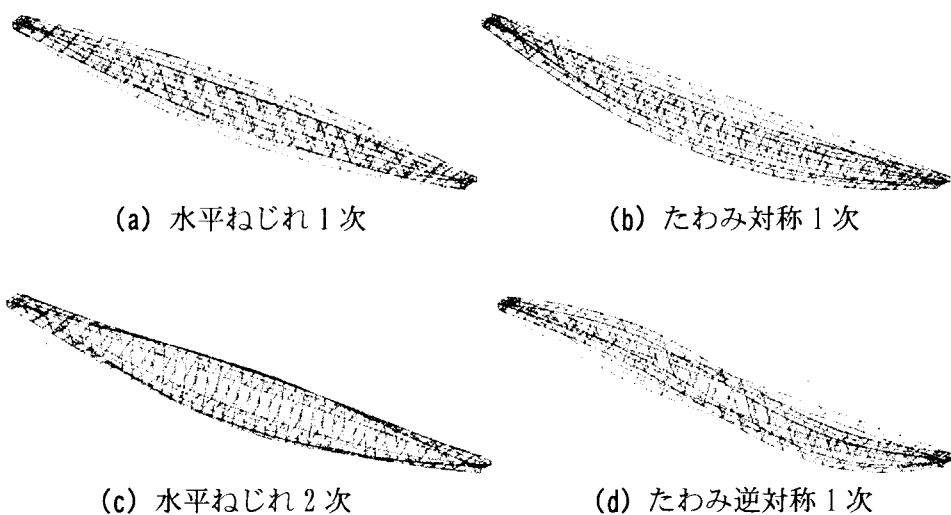


図-4 振動モード図

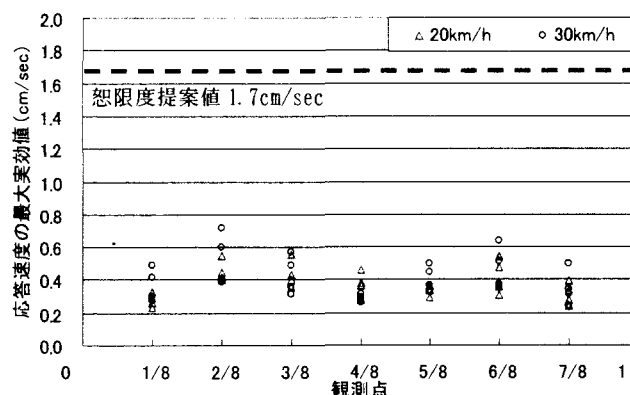


図-5 実験における最大実行値