

利別川第一橋（PC 床版連続合成 2 主桁橋）の実橋振動試験

日本道路公団 中村 元, 宮越 信
川田・トピーJV 藤浪紀雄, 橋 吉宏
川田工業 正会員 畠中真一, 枝元勝哉

1. はじめに

としべつがわ
利別川第一橋は、北海道横断自動車道中川郡池田町に位置する6径間+3径間+7径間のPC床版連続合成鋼2主桁橋であり、同型式の橋梁としては国内最大規模となる支間長86.5mの径間を2つ有している。また、鋼2主桁橋は横構が省略されていることから、従来の 桁橋に比較して、全体剛性の低下とこれに伴う空力振動の発生が懸念された。すなわち、本橋の振動特性を事前に把握しておくことは耐風設計上重要であり、本報告は、この目的に対して実施された全橋FEM解析ならびに実橋振動試験の結果について述べるものである。

2. 解析による事前検討

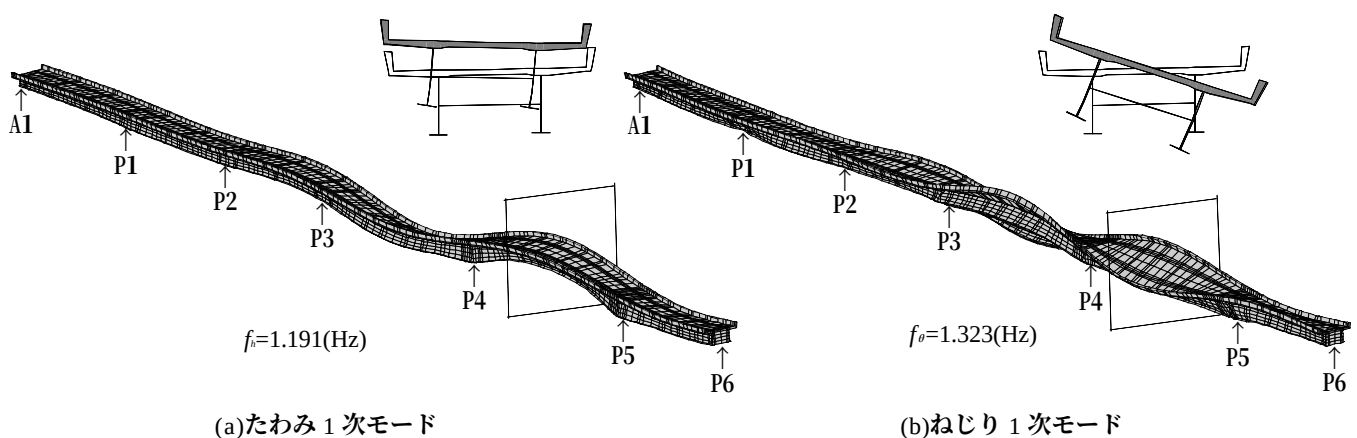
実橋振動試験に先立ち、全橋FEMモデルを用いた固有値解析を実施し、空力振動の対象となる低次の振動モードを求めた。なお、FEMモデルの作成に際しては、床版および鋼桁部をそれぞれソリッド要素とシェル要素でモデル化し、また、ゴム沓をばね要素で置き換えている。さらに、壁高欄についてもその剛性を考慮し、床版とともに全断面有効として解析を実施した。完成系に対する固有値解析結果を表－1、図－1に示す。

3. 試験概要

図－1に示すたわみ1次およびねじり1次振動モードの固有振動数・構造減衰を把握することを目的として振動試験を実施した。加振方法は、図－2に示すようにモード振幅が最大となる点(L1またはL2)にクレーンを配置し、吊り上げた重錘(約2.5tf)を周期的に落下・停止させる手法を用いた。振動の検出には8台の加速度計を床版上の鉛直方向に配置し(図中V1～V8)、得られた加速度信号波形から、たわみ1次振動数 f_b 、ねじり1次振動数 f_θ 、および各構造減衰 δ_b 、 δ_θ を求めた。なお、L2点での加振試験結果はL1点での結果とほぼ同じであったため、以下にはL1点加振についての結果のみを述べる。

表－1 固有値解析結果（完成系）

モード	固有振動数(Hz)	方向
1	0.657	橋軸1次
2	0.726	水平1次
3	1.021	水平2次
4	1.191	たわみ1次
5	1.221	水平3次
6	1.323	ねじり1次
7	1.688	たわみ2次
8	1.709	ねじり2次
9	1.825	たわみ3次
10	1.852	ねじり3次



図－1 固有振動モード（FEM 解析結果）

キーワード：2 主桁橋，固有振動数，減衰，振動試験

連絡先：〒114-8562，東京都北区滝野川 1-3-11，TEL: 03-3915-3301，FAX: 03-3915-3771

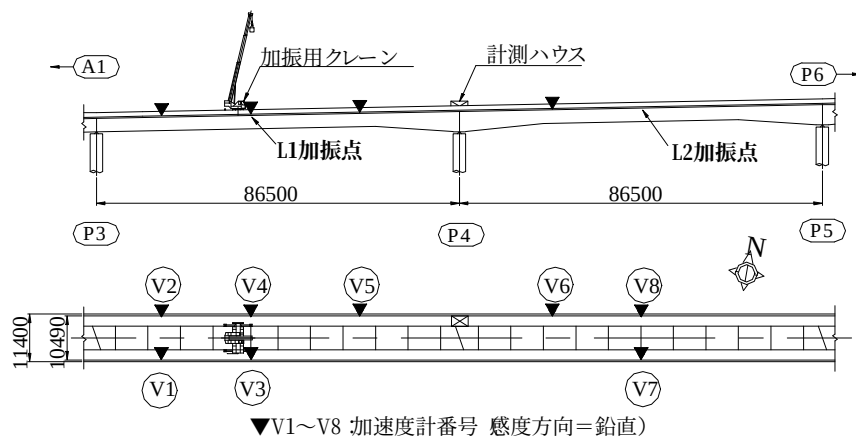


図-2 計測対象部一般図および計器配置図

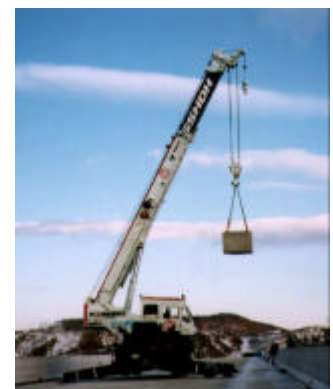
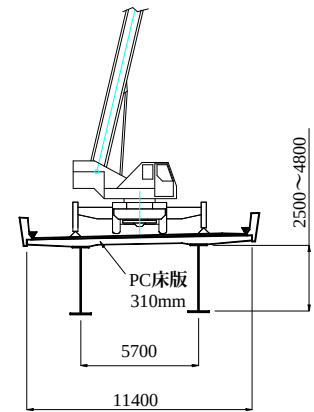


図-3 クレーン加振状況

表-2 実橋試験結果 (L1加振)

振動モード	解析結果	実橋試験結果		
	振動数	重錘落下回数	振動数 (試験/解析)	構造減衰 δ_h, δ_θ
たわみ 1次振動 f_h	1.191 Hz	1回	1.257 Hz (1.06)	0.040~0.043
		4回	1.245 Hz (1.05)	0.041~0.046
ねじり 1次振動 f_θ	1.323 Hz	1回	1.318 Hz (1.00)	0.081~0.084
		4回	1.318 Hz (1.00)	0.081~0.083

4. 結果と考察

各測点での加速度波形をもとに算出した固有振動数と構造減衰の結果を表-2に示す。

固有振動数 測定された固有振動数は、たわみ1次モードに対して $f_h=1.245\sim 1.257\text{Hz}$ 、ねじり1次モードに対して $f_\theta=1.318\text{Hz}$ となった。先の解析結果をこの結果と比較すると、最大でも6%程度の誤差にとどまっており、作成したFEMモデルはたわみおよびねじり剛性を適切に再現していると言える。なお、クレーン加振を行った際、対象とする振動モード以外のモードも同時に励起される現象が生じ、たわみ1次加振ではたわみ3次モードが、また、ねじり1次加振では水平3次モードがそれぞれ連成する結果となった。

構造減衰 自由減衰波形から算定された実橋の構造減衰は、たわみ1次振動に対して $\delta_h=0.040\sim 0.046$ となった。一方、ねじり1次振動に対しては、加振時に複数の振動モードが連成したうなり波形が観測されたため、図解法¹⁾にもとづき、比較的振幅の大きい応答区間に対する構造減衰を算出した。その結果、 $\delta_\theta=0.081\sim 0.084$ となり、ねじりの構造減衰値がたわみに対する値を大きく上回る結果となった。これらの値を従来の鋼2主桁橋における振動試験結果^{2),3)}と比較すると、ねじり1次の構造減衰値が卓越する結果となっている。この原因として、本橋の構造上の特徴(斜橋構造、変断面桁、景観に配慮した壁高欄など)も影響を及ぼしていることが考えられるため、今後さらに継続的な検討を行う予定である。

5. まとめ

利別川第一橋に対する振動試験の結果、FEM解析による固有振動数は実験値にほぼ一致し、解析の妥当性を確認する事ができた。また、実橋の基本的な構造減衰と低次モードでの振動特性が把握できたので、今後はこれらの結果を参考に最終的な耐風安全性について検討したい。

参考文献

- 1) 柴田 碧, 原 亮一: うなりをともし減衰波形の解析法, 生産研究, 第17巻, 第8号, pp.208~210.
- 2) 橋 吉宏ら: PC床版2主桁橋「ホロナイ橋」の载荷試験, 土木学会第51回年次講演会, I-A341, 1996.9
- 3) 大垣 賀津雄ら: 千鳥の沢川橋-PC床版連続合成2主桁橋-の実橋振動試験, 土木学会第54回年次講演会, I-B253, 1998.9