

常時微動による河ノ瀬橋の健全度評価

株式会社大林組

○山本修司

(研究当時 高知工科大学 学生会員)

高知工科大学 フェロー 藤澤伸光

1.はじめに 高知市河ノ瀬町にある河ノ瀬橋は国道 56 号にかかる橋梁で、1981 年に架設された単純非合成鋼箱桁橋である。この橋梁は、2006 年の橋梁点検で、遊間などに異常があることが報告されている。報告によれば、伸縮装置や支承に移動の余裕がなく、橋台の移動がその原因ではないかと推定されている。2006 年に、隣接する河ノ瀬交差点の立体化工事に伴い上り車線の橋梁が若干拡張されたが、基本的な状況は橋梁点検時と変わっていない。橋梁点検の結果、特に異常状態が進行しているようには思われないこと、ウェブの座屈などの危険な兆候も認められないことから、当面、補修などは行わずに経過を観察することとなった。しかしながら、橋梁の力学挙動にどの程度の異常があるかは明らかにされていない。そこで、本研究では、交通荷重による常時微動を計測し、振動挙動から橋梁の健全度を評価することを試みた。報告されている異常が遊間異常であることから、温度の影響が考えられるため、夏と冬に計測を行なった。また、固有値解析を実施し、実験値と解析値の比較、夏と冬の計測値の比較から、この橋梁の健全度を評価することとした。写真 1 に伸縮装置の遊間、写真 2 に可動支承の状況を示す。



写真 1 伸縮装置の遊間

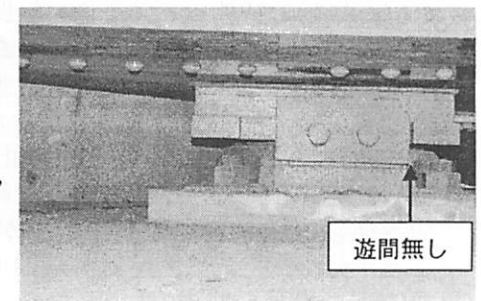


写真 2 可動支承

2.計測方法 橋台上のスペースに、発電機・パソコン・アンプなどの計測器を設置した。交通規制が不可能なことから、加速度センサーは歩道上に設置した。設置パターンは、CASE1 (両側に3個ずつ)、CASE2 (上り車線側に7個)、CASE3 (下り車線側に7個) の3ケースとして各ケース10回の計測を行なった。センサーの配置を図1に示す。使用した加速度計はサーボ型である。中央分離帯付近にも加速度計を設置し計測を行なうのが理想ではあるが、交通量が多く危険なため断念した。測定条件は次の通りである。フィルターカットオフ周波数16Hz、スキャンレート200サンプル/秒、サンプル数8192/チャンネル。できるだけ車が通るときを見計らって、計測した。計測の際、ビデオカメラで交通状況の録画も行ない、振動の起振源となった車両の特定に使用した。CASE1のデータを解析したところ、両車線で全く違った振動が得られたことから、上り車線と下り車線は独立な橋梁であると考えられる。よって、以降、CASE1は解析せず、CASE2、CASE3だけを解析することとした。計測から求めた固有振動数をまとめて表1に示す。

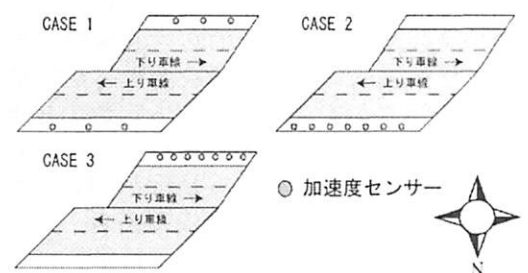


図 1 計測 CASE

表 1 実験値 固有振動数

上り車線		下り車線	
夏	冬	夏	冬
3.320	3.418	3.418	3.369
3.369	3.481	3.418	3.565
6.885	6.787	4.541	4.541
7.032	6.787	4.590	4.590
10.254	11.133		
11.084			

単位: Hz

3.解析方法 国土交通省から借用した設計書¹⁾を元に、構造解析ソフトを用いて骨組みモデルを作成した。横桁に関しては実長と要素長が異なるため、設計書に記載されている等価剛性を用いた。本橋は非合成であるた

め、当初は床板剛性を無視し、質量のみを考慮した解析を行った。その結果、実測固有振動数に比べて解析値が極めて小さなものとなった。従って、非合成橋梁ではあっても、微小振動時には床板剛性の寄与が無視できないものと考えられる。このため、板要素を用いて床板をモデル化することとした。床板と主桁は仮想的な剛要素で連結した。床板コンクリートのヤング率は、鉄筋の効果を考慮して、 $E_c=3.0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ とした。境界条件は、遊間異常の影響を評価するために、単純支持、および両端固定の2ケースとした。解析から求めた固有振動数をまとめて表2に示す。

表2 解析値 固有振動数

	上り車線		下り車線	
	単純支持	両端固定	単純支持	両端固定
モード1	1.957	3.370	2.578	4.440
モード2	2.902	3.810	4.264	5.700
モード3	6.223	7.213	8.164	9.926
モード4	6.459	7.761	10.186	12.206

単位: Hz

4. 振動数による比較 表1, 2によれば、比較的近接した固有振動数が2個ずつセットになっているように見える。上り車線の例で言えば、3.5Hz 弱、および7Hz 弱に2個ずつのピークが測定されている。解析の結果、モード1はいわゆるたわみ振動、モード2はねじれ振動であることが分かった。本橋はねじれ剛性が低いために、両側の主桁が同方向に振動するたわみ振動と逆方向に振動するねじれ振動の固有振動数が近接したものと推定される。測定は歩道のある側だけで行なったので、得られた固有振動がたわみかねじれかを判定する方法がない。そこで、ここでは、近接した2個の固有振動をセットとして捉え、解析値との比較を行なうこととした。表1, 2から、上り車線の実測固有振動数は両端固定の場合の解析値に近いと判断できる。一方、下り車線では測定値は単純支持と両端固定の間となっている。下り車線は単純支持ではないが、両端固定となるまでの拘束ではないという中間的な状況であると考えられる。なお、表1によれば、夏冬の測定値には大きな変化はない。

5. モードによる比較 上り車線のモード1を図2に示す。モード形状から見ると、実験値はむしろ単純支持に近いように見えないこともない。ただし、単純支持と両端固定時のモードの変化自体が小さいので、モード形状からは拘束度を評価するのは難しいとも言える。モード3の結果を図3に示す。このモードでは境界条件によるモード形状の変化はかなり大きく、実験値は明らかに両端固定に近い。よって、上り車線の橋梁はモード形状からも両端固定に近い状態にあると結論される。下り車線では信頼できるモードが2つしか計測できなかったため、振動数が近接している2つのモードで解析値と実験値の比較を行なった。境界条件によらず、実験値と解析値はほぼ同じような値となっており、モード形状から、単純支持、両端固定の判断は難しいと言える。

単純支持 解析値 ——— 実験値 夏 □
両端固定 解析値 - - - - - 実験値 冬 △

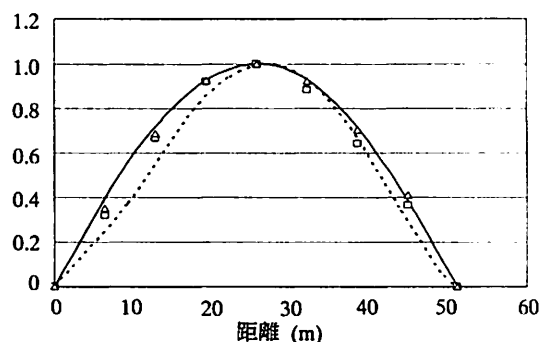


図2 モード1: 実験値 (上り車線)

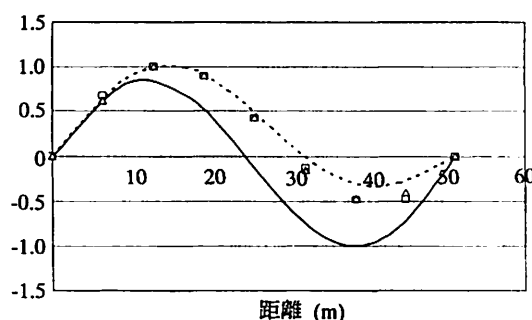


図3 モード3: 実験値 (上り車線)

6. 結論

- ① 上り車線は固有振動数、モードとも、両端固定の解析値に近い。
- ② 下り車線は単純支持として完全には機能していないが、両端固定となるまでの拘束はない。
- ③ 夏と冬の測定値に大きな差はない。

参考文献 1) 河ノ瀬高架橋予備設計業務委託 全体概要報告書 (2004年3月)