

床版取替工事を実施する橋梁（淀川大橋）の振動解析

舞鶴工業高等専門学校 正会員 ○玉田 和也

舞鶴工業高等専門学校 専攻科 学生会員 二上 稜太

IHI インフラシステム・横河 NS エンジニアリング特定建設工事共同企業体 伊藤 安男

1. 研究背景・目的

淀川大橋では床版を取替えることで死荷重を軽量化し、耐震性の向上と長寿命化を図る工事が行われており、床版取替工事の前後における橋梁の固有振動数の違いから耐震性能の向上・長寿命化に対する検証を進めている。供用中や工事中における振動計測には各種の制約があるため、動特性の把握を補完することを目的とし施工ステップごとの振動解析を実施した。供用中の橋梁の振動解析におけるモデル化や質量分布等について振動計測結果と対比しながら条件設定を行い、そこから得られた知見について報告する。振動解析は淀川大橋の鈹桁橋とトラス橋に対して実施したが、ここでは鈹桁橋に着目することとする。なお、対象橋梁と工事概要については参考文献¹⁾を参照のこと。

2. 振動解析の条件設定

淀川大橋の鈹桁橋は、支間長が 21.9m、総幅員は 20.8m、7 主桁(主桁間隔 3.048m)を有する橋梁である。鈹桁橋の骨組みモデルの振動解析には修繕工事に係る構造解析データから座標、部材結合、支承条件はそのまま流用した。分布質量については、構造解析で用いられた荷重載荷図から 1-0 法によって各主桁の分担質量を算出した。

主桁及び横断方向の対傾構・横リブの断面 2 次モーメントについて、修繕工事での応力計算・照査では床版を非合成と仮定して安全側の解析・計算としている。一方、振動解析では現場での挙動を反映したモデルを構築する必要があるため、鋼桁と RC 床版・鋼床版の合成断面としての断面 2 次モーメントを改めて計算した。さらに、横断方向の対傾構・横リブについても淀川大橋に特有の床版形態により鋼部材と RC 床版・鋼床版の合成断面としての断面 2 次モーメントを計算し振動解析に使用した。

淀川大橋の RC 床版はかつて路面電車が併用していたこともあり、図-1 に示すように一般の橋梁とは異なり、上フランジの下面から対傾構の上面の間に RC 床版が配置されており、その上に枕木相当の調整コンクリートが敷かれて上フランジを包み込むような形態となっている。写真-1 に示すように、RC 床版と調整コンクリートの間にエラストイトがあるため、主桁の断面 2 次モーメントの計算では、図-2 に示す 3 パターンを考えた。

淀川大橋の RC 床版は橋軸方向が主鉄筋方向であり、

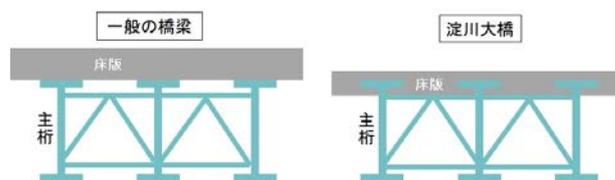


図-1 RC床版の形態の相違

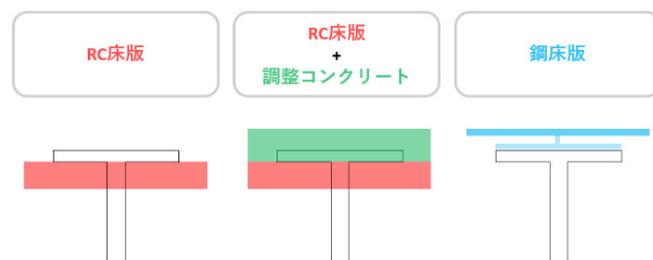


図-2 断面 2 次モーメントの有効断面



写真-1 床版断面

キーワード 振動解析, 解析モデル, 床版取替, 淀川大橋

連絡先 〒625-8511 京都府舞鶴市宇白屋 234 舞鶴高専 TEL0773-62-8983 tamada@maizuru-ct.ac.jp

1. 0.95m ピッチで配置された対傾構が RC 床版の支点であるため、対傾構の上弦材と RC 床版は密着しており、その合成効果を考慮した対傾構の断面 2 次モーメントを計算した。対傾構・横リブは施工ステップに応じて図-3 に示す配置とした。

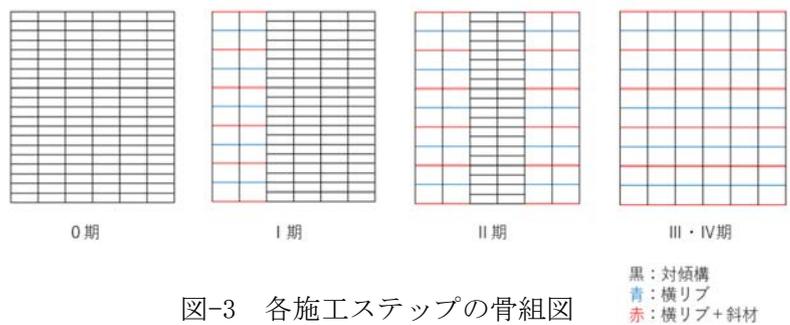


図-3 各施工ステップの骨組図

3. 振動解析結果

振動計測²⁾と振動解析を比較した結果、合成断面の計算では RC 床版に加えて調整コンクリートも鋼桁と一体となって挙動していると考えの方が合理的であると判断できた。

表-1 に工事着手前である 0 期の振動計測と振動解析の比較を示す。表-1 より、支間長に比較して幅員が広いいため、低次のモード形状はねじれモードが発現すること、モード形状はほぼ一致しているが固有振動数の値に差異が生じた。しかしながら、センサ数の少ない振動計測結果に対して、振動解析が補完することで橋全体の振動モード形状が判明し、各施工ステップにおける同一振動モードの固有振動数の変化を追跡できた。

表-1 0 期の固有振動数と横断方向のモード形状図の比較

0 期	計測		解析	
	固有振動数 [Hz]	モード図	固有振動数 [Hz]	モード図
1 次	5.250		5.642	
2 次	5.450		5.857	
3 次	9.050		7.833	

各施工ステップの 1 次の振動計測と振動解析による固有振動数を図-4 に示す。全面鋼床版に取替えられた 3 期と 4 期に乖離がみられる。このことより、鋼床版と主桁・横リブの剛性の設定に齟齬がみられるが、鋼床版と主桁は断続的に高力ボルトで接合されているため評価することが困難であった。

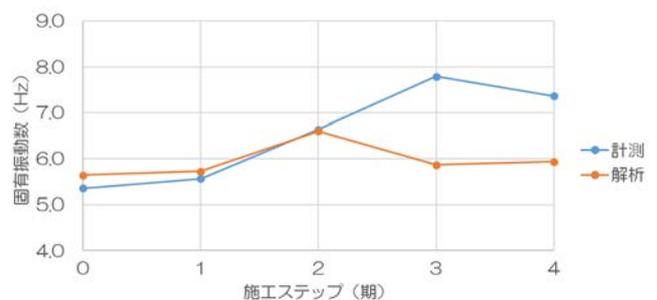


図-4 施工ステップによる固有振動数の変化

4. まとめ

淀川大橋の修繕工事の各施工ステップの振動計測に応じた振動解析を実施した結果、そのモデル化にあたっては、既存橋梁の図面や構造詳細から設計背景も類推していく必要があり、淀川大橋の場合は、撤去中の状況を観察することでより妥当性のあるモデルの構築ができた。また、床版の版としての効果を骨組構造解析で精確に表現することは難しいが、モード形状の出現順序、及びおおよその固有振動数を求めることは可能であり、振動計測の補完として有用である。

謝辞

国土交通省近畿地方整備局 大阪国道事務所には工事関係資料を提供いただき感謝いたします。また、振動解析プログラムを供用いただいたコスモ技研(株)に対し感謝いたします。

参考文献

- 1) 牟田口拓泉, 伊藤安男, 畠中俊季, 仲村篤, 高橋啓輔: 大正時代に構築された淀川大橋の大規模更新, 橋梁と基礎, 第 54 巻第 12 号, 2020.
- 2) 二上稜太, 玉田和也, 伊藤安男: 床版取替工事を実施する橋梁(淀川大橋)の振動計測 第 3 報, 第 76 回年次学術講演会, 2021. 9.