

歴史的鉄筋コンクリートアーチ橋（大宮橋）の振動特性

愛媛大学 学生会員 ○江見 和泰
愛媛大学 正会員 森 伸一郎
ウエスコ 正会員 海野 豊数

1. はじめに

本研究では供用 94 年経過した鉄筋コンクリートアーチ橋（大宮橋）を対象に補修前の経年劣化、損傷が進んだ状態と IPH 工法による補修が完了した状態で打撃振動測定を実施し、固有振動数とモード形を求めることで、補修前後の比較を行った。

2. 対象橋梁概要

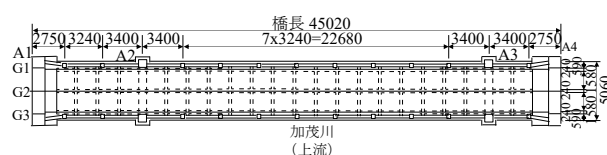
大宮橋は愛媛県西条市の加茂川に架かる橋長 42.9 m、有効幅員 4 m の鉄筋コンクリート開腹上路アーチ橋で 1927 年に建設されており、2021 年現在建設から 94 年経過している。本橋梁は 2005 年に土木学会選奨土木遺産に選ばれている。図-1 に大宮橋の平面図、側面図を示す。橋梁は 3 本のアーチリブと各桁あたり 21 本の支柱があり、計 63 本の支柱からなっている。また、補修前は判定区分Ⅲに指定されており、アーチリブのコンクリート剥落、鉄筋腐食が生じていた。

3. 振動測定方法

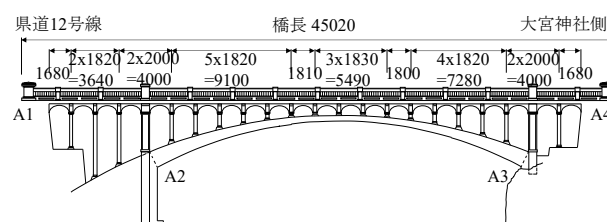
対象橋梁の振動特性を、打撃振動測定を実施した。図-2 に補修前後の速度計配置と打撃点を示す。振動測定では橋軸方向に C（中心測線）、S（センサー側車道測線）、A（センサー反対側車道測線）を設け、軸直角方向に測線を設け、その交点で橋の中央部（A2 橋台より 14.7m 地点）に打点 14C、14A を設けた。14C 打撃は 1 次曲げモード、14A 打撃は 1 次ねじれモードを励起したモードである。さらに軸直角方向の水平曲げについて検討するために、14A 側の高欄に対して水平打撃を行った。打撃時にはかけやを用い、路面・高欄に対して垂直になるように打撃した。速度計は路面上に設置し、X 軸を橋軸方向、Y 軸を橋軸直角方向に合わせた。使用した速度計は CR4.5-2S（ANET 社製）であり、3 成分（水平 2 成分、鉛直 1 成分）の感震器と AD 変換器が内蔵された 0.5~20 Hz で平坦な利得の動コイル型速度計である。6 台のセンサーを計測ステーション GEODAS-15D-24ch-USB（同社製）で 6 台 18 成分を同時計測した。測定条件は AD 周波数 200 Hz、ゲイン 0 db、ハイカットフィルター 25 Hz、LCF10 s とした。測定データは打撃 3 秒前から 20.48 秒間（データ数 4096）

キーワード 鉄筋コンクリートアーチ橋、振動測定、補修

連絡先 〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3 番 愛媛大学 森伸一郎 Email:mori@chime-u.ac.jp

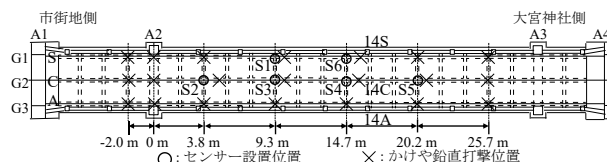


(a) 平面図

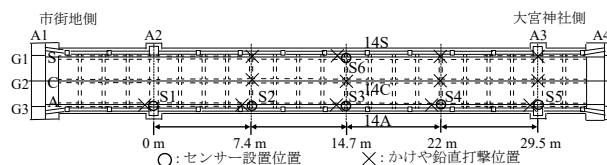


(b) 側面図

図-1 OMY 橋の平面図と側面図



(a) 補修前 センサー配置と打撃点



(b) 補修後 センサー配置と打撃点

図-2 速度計配置と打撃点

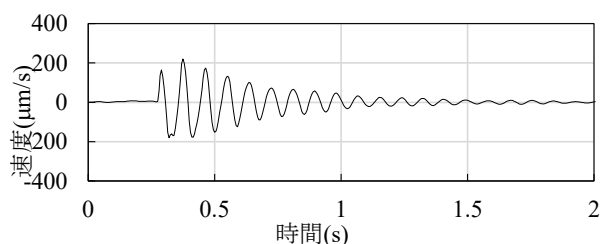


図-3 速度時刻歴波形

を抽出して高速フーリエ解析を行い、フーリエスペクトルを求めた。フーリエスペクトルからピークを低次から読み取っていき、卓越振動数を求めた。

4. 振動測定結果と解釈

図-3 に 14C 打撃時の 14S 応答の速度時刻歴波形を示す。図-4 に 14 測線打撃時の補修前後のフーリエスペクトルの鉛直成分を示す。中心測線打撃と車道外側打撃ではピークの出現に差異がみられ、車道外側打撃 (S, A) 時に 14 Hz 帯と 28 Hz 帯にピークが現れ、14C 打撃では現れないため、打撃とセンサー位置より車道外側が腹、車道中心が節になっており、ねじれのモード形であると考えられる。図-5 に補修前後の 14A 打撃のセンサー14S 応答時の 3 成分のフーリエスペクトルを示す。11.6 Hz は鉛直、橋軸方向成分のピークが卓越しており鉛直 1 次曲げと考えられる。11 Hz については 14.1 Hz では鉛直、橋軸、橋軸直角の 3 成分のピークが確認されており、ねじれのモード形である。打撃位置、センサー応答、スペクトルのピーク出現の有無より 11 Hz 帯は 1 次曲げ、14 Hz 帯は 1 次ねじれである。補修前の 14C 打撃時に確認された 1 次モード（鉛直 1 次曲げ）は 11.6 Hz であり、補修後は 12.1 Hz で 4.3%の振動数増加が認められた。また、14A, 14S 打撃時では補修前は低次から 1 次モードは 11.6 Hz（鉛直 1 次曲げ）、2 次モード（鉛直 1 次ねじれ）は 14.1 Hz であり、補修後の 1 次モードは 12.1 Hz、2 次モードは 14.8 Hz であり、2 次モードは 5.0%の振動数増加が認められた。図-

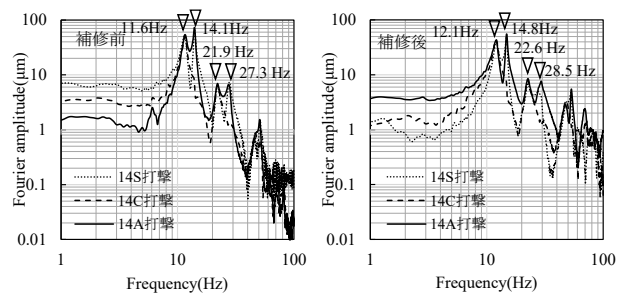
6 に補修前後 14A 水平打撃のフーリエスペクトルを示す。6 Hz 帯に橋軸直角成分のピークが確認された。また、鉛直打撃時の水平成分は鉛直成分より先に現れることが確認された。14A 水平打撃時の水平 1 次の振動数は補修前が 6.1 Hz であり、補修後は 6.7 Hz で 9.8%の振動数増加が認められた。鉛直成分、水平成分の両者から振動数の増加が認められ、梁の理論式を援用すると見かけの剛性が増加したと考えられる。また森ら¹⁾が並行しておこなった超音波測定では、ほぼ全部材で補修後に超音波速度の増加が確認されており、補修による橋の総合的な剛性の増加が両測定からみとめられた。

5. 結論

- 1) 鉛直打撃と水平打撃より 6 Hz 帯に水平 1 次曲げの振動モード形があらわれ、鉛直の振動モード形より水平の振動モード形が現れやすい構造物であることがみとめられた。
- 2) センサー配置、打撃位置、3 成分のスペクトルの組み合わせより鉛直 1 次の 12 Hz 帯が 1 次曲げ、鉛直 2 次の 14 Hz 帯が 1 次ねじれであることが確認された。
- 3) 橋梁の補修前後で鉛直 1 次曲げモードは 4.3%、水平 1 次モードは 9.8%の振動数の増加がみとめられ、並行して実施した超音波測定とあわせて補修による橋の総合的な剛性が増加したことを確認できた。

参考文献

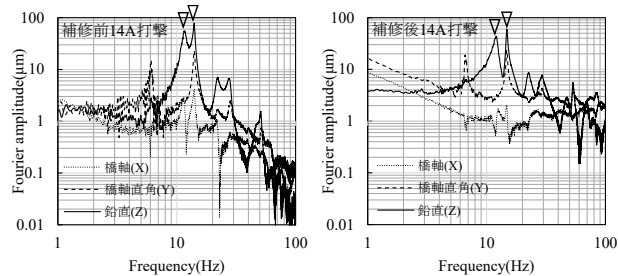
- 1) 森 伸一郎, 森本 大貴, 江見 和泰, 伊藤 弘樹, 海野 豊数, 藤川 正己, 加川 順一: 92 年経過したコンクリートアーチ橋の修復工事の前後の超音波速度計測, 日本非破壊検査協会第 28 回超音波による非破壊評価シンポジウム, 2021.1.



(a) 補修前

(b) 補修後

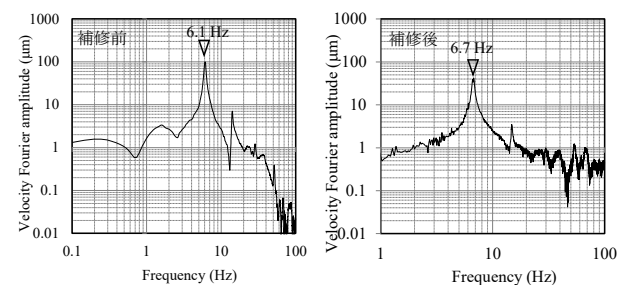
図-4 14 測線打撃のフーリエスペクトル



(a) 補修前

(b) 補修後

図-5 14S 応答の 3 成分フーリエスペクトル



(a) 補修前

(b) 補修後

図-6 水平打撃の補修前後のスペクトル