定期強度試験に基づく錦帯橋の構造特性に関する考察

早稲田大学大学院　学生会員　○久保田成是
早稲田大学　　フェロー　　依田　照彦

１．はじめに

錦帯橋では，橋の延命を図るため定期的に調査が行われており，今回 2009 年 8 月に第 11 回目（平成第 2 回）となる強度試験を実施した．本文では，重要な文化財である錦帯橋とその架橋技術を後世に継承するため，試験結果の分析と考察を行い，構造特性を解明することを目的としている．

２．試験方法

2.1 計測対象および計測点

計測対象は 5 連のうち中央部の 3 つのアーチ橋であり，計測点は各橋とも共通に，スパンの左岸側を L，右岸側を R，左岸側から 4 分の 1 を A 点，中央を B 点，4 分の 3 を C 点とし，図-2 に示すように上流側（U）と下流側（L）について各橋 6 ヶ所ずつ，合計 18 ヶ所に設定した．

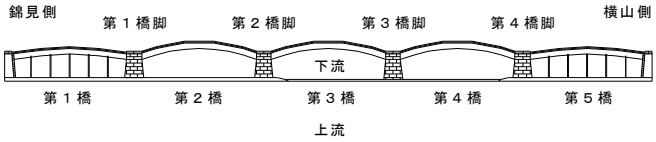


図-1　計測対象橋梁

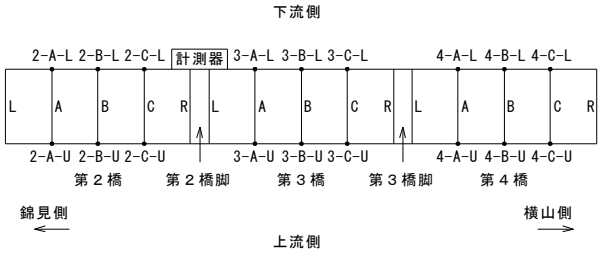
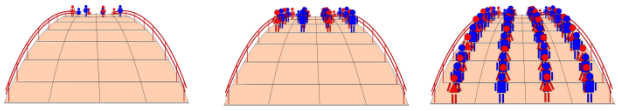


図-2　計測点の詳細

2.2 静的載荷試験

静的載荷試験では，橋軸対称載荷試験，荷重列を反転させて載せた載荷試験，および橋軸非対称載荷試験の 3 種類を行った．橋軸対称載荷試験では，参加した岩国高校の生徒のうち 128 名（平均体重 54.9kg）を，各列 32 名ずつ 4 列に編成し，この荷重列を移動させて載荷を行った（図-3）．

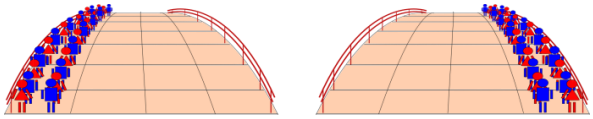
第 2 橋，第 3 橋，第 4 橋において，橋上に荷重列の 1/4，1/2，3/4，全部が載った場合についての各点のたわみ，および移動が完了した後の残留たわみを計測した．



（a）LB　　（b）LC　　（c）LR

図-3　橋軸対称載荷試験

さらに，図-4 に示すように，荷重列を上流側および下流側のみに偏載させた橋軸非対称載荷試験についても同様に行い，各計測点のたわみを測定した．



（a）上流偏載　　（b）下流偏載

図-4　橋軸非対称載荷試験

2.3 振動試験

振動試験では定点加振試験，走行加振試験を行った．定点加振試験では，学生 3 名が A 点，B 点，C 点に横一列に並び，約 3Hz～5Hz で振動させる．この時，加振位置を含むアーチスパン全体の計測点での加速度の変化を計測した．

また，走行加振試験では，学生 3 名が横一列に並び，スパンの端から端まで足並みを揃えて走ることにより加振させる．その時のアーチスパン全体での加速度の変化を，自由振動時を含めて計測した．

３．試験結果

試験結果は紙面の都合上，一部のみの掲載とする．

3.1 静的載荷試験

第 2 橋 A 点における橋軸対称試験の結果を，架替え直後の平成第 1 回（前回）の結果と比較できるよう解析値とともに図-5 に示す．なお，解析値は変位の傾向を知るため，汎用解析ソフト DIANA を用いて強度試験と同じ載荷条件で変位を計算したものである．また，第 2 橋 A 点における載荷状態 LB での最大たわみの経年変化を図-6 に示す．

キーワード：木造橋　強度試験
連絡先：〒169-8555　東京都新宿区大久保 3-4-1　51 号館　依田研究室　TEL　03-5286-3399

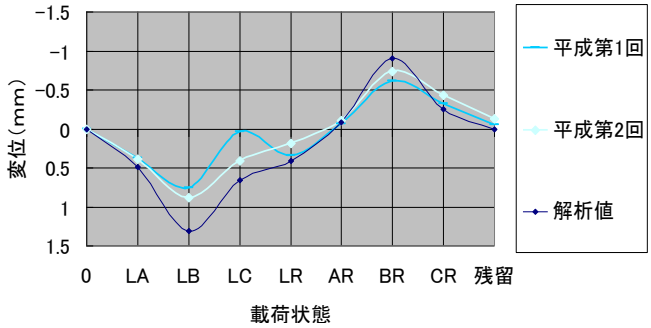


図-5　第 2 橋 A 点におけるたわみの比較

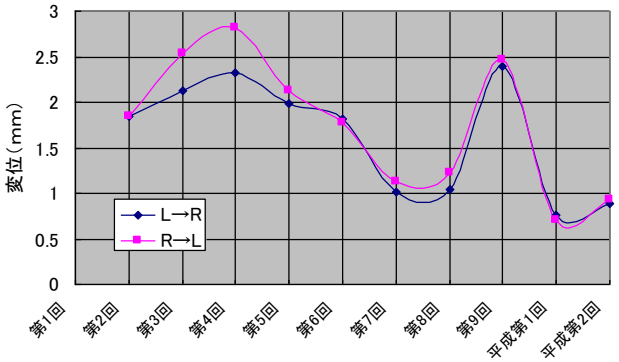


図-6　第 2 橋 A 点における最大変位の経年変化

3. 2 振動試験

振動試験では応答加速度の時刻歴データを基に，固有振動数と対数減衰率を求めた．定点加振試験における固有振動数と対数減衰率（ともに各測定点の平均値）の経年変化を図-7，8 に示す．

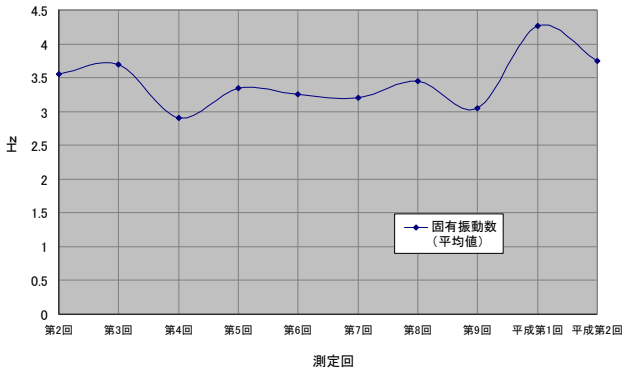


図-7　固有振動数（平均値）の経年変化

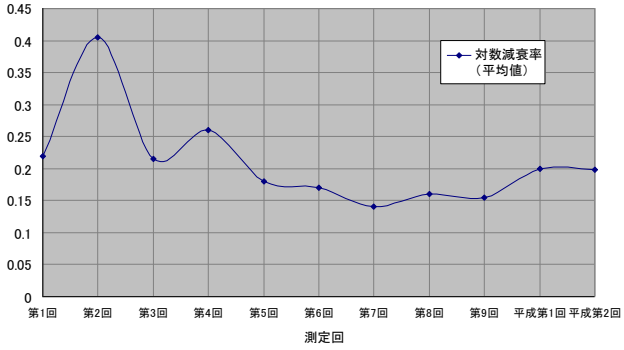


図-8　対数減衰率（平均値）の経年変化

4．考察およびまとめ

図-5 より，たわみの変動の傾向が，平成第 1 回の強度試験から 5 年が経過し，より解析値に近づいていることが分かる．

ここで，架替え前の錦帯橋におけるたわみの変動を含めたものを図-9 に，過去のデータとのたわみ計測値のずれの偏差をとったものを表-1 に示す．

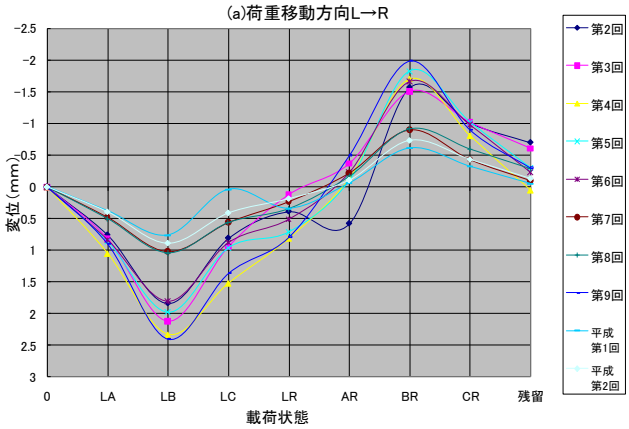


図-9　第 2 橋 A 点におけるたわみの変動の比較

表-1　平成第 2 回のたわみ計測値とのずれの偏差

2橋A点	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	平成第1回
ずれの偏差	0.58	0.60	0.77	0.63	0.54	0.10	0.14	0.80	0.15

図-9 より，第 2 橋 A 点のたわみの変動の全体的な傾向は，過去 9 回の強度試験と比べてほぼ等しいことが分かる．また，表-1 を見ると第 7 回，第 8 回の試験結果と今回の試験結果の値が最も近いことが分かる．架替え前の錦帯橋において，木組みがしっかりと安定していたと考えられる時期と，現在の錦帯橋のたわみが似ているということは，平成の錦帯橋の架橋技術が非常に優れており，架橋後 5 年を経た時点で，すでに木組み構造が安定しているということを意味している可能性が高い．

振動試験については，図-7 より，前回に比べ固有振動数が小さくなっているものの，過去のデータと比べて問題ない値であるといえる．また，図-8 より，対数減衰率には大きな変化がないことが分かる．

以上のことより，架替えから 5 年が経過した錦帯橋は，各部材が馴染み，アーチ構造が徐々に落ち着いてきていることが確認された．そして，今後の継続的な強度試験によって，それがさらに明らかになっていくものと思われる．

参考文献

1）依田照彦：錦帯橋強度試験報告書，早稲田大学理工学総合研究センター，2009 年