

岩国錦帯橋の強度試験について

早稲田大学大学院 学生員 富岡佐和子
早稲田大学 学生員 中山 大介
早稲田大学 フェロー会員 依田 照彦

1. はじめに

錦帯橋は、山口県最大の河川である錦川に架かる木造橋であり、1673年（延宝元年）の創建以来幾度の架替えが行われてきたが、昨年3月に約半世紀ぶりとなる全橋の架替え工事を終え、平成の錦帯橋が完成した。

本論文では、昨年8月に実施された、平成の錦帯橋の第1回強度試験についての概要を述べるとともに、架替え前の昭和の錦帯橋において実施されてきた、計9回の定期調査との比較を行うものである。

2. 計測対象および計測点

計測は中間部の3つのアーチ、第2、3、4橋を対象とし（図1）、計測点は上流側と下流側に、各橋6ヶ所ずつ計18ヶ所設定した（図2）。

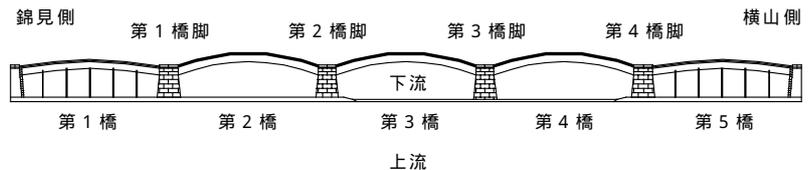


図1 計測対象橋梁の名称

下流側

3. 静的載荷試験

静的載荷試験は、橋軸対称載荷試験、その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種類で行った。

橋軸対称載荷試験では、岩国高校の生徒128名を各列32名ずつ4列に編成し、この荷重列を移動載荷させ、第2、3、4橋について、荷重列のうち1/4、1/2、3/4、全部が載

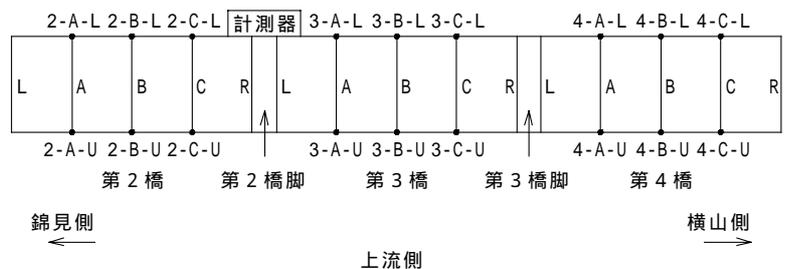


図2 計測点の詳細

った場合についての各点のたわみ、および移動終了後の残留たわみを計測した。また、橋軸対称載荷試験終了後、この荷重列を第4橋から第2橋へ反転させて載荷した場合についても同様に測定した。さらに、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も行った。

4. 振動試験

振動試験は、定点加振試験、走行加振試験を第2、3、4橋について、歩行加振試験を第4橋について行った。

定点加振試験では、学生3名が1/4点（A点）、1/2点（B点）、3/4点（C点）に横一列に並び、足を敷板につけたままで体を上下に揺すり、約4Hzで振動させる。この時、加振位置を含むアーチスパンの全体の計測点での加速度の変化を計測した。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歩くことにより加振させる。一つの橋につき、L RとR Lの2回行い、その時のアーチスパン全体での加速度の変化を計測した。歩行試験では、1/2点（B点）、3/4点（C点）にて、観光客が橋を渡っている時の加速度の変化を、上流側と下流側でそれぞれ水平方向（Y軸）、鉛直方向（Z軸）、橋軸方向（X軸）の3方向について計測した。

5. 試験結果

第2橋A点における橋軸対称載荷試験のたわみ曲線を図3に、第2橋のB点とC点における昭和と平成の竣工時のたわみの比較結果を図4に示す。また、固有振動数、対数減衰率の経年変化を図5、図6に、走行加振試験、歩行加振試験の固有振動数を表1、表2に示す。

キーワード 錦帯橋、木橋、強度試験

連絡先 〒169-8555 新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部社会環境工学科 TEL/FAX 03-5286-3399

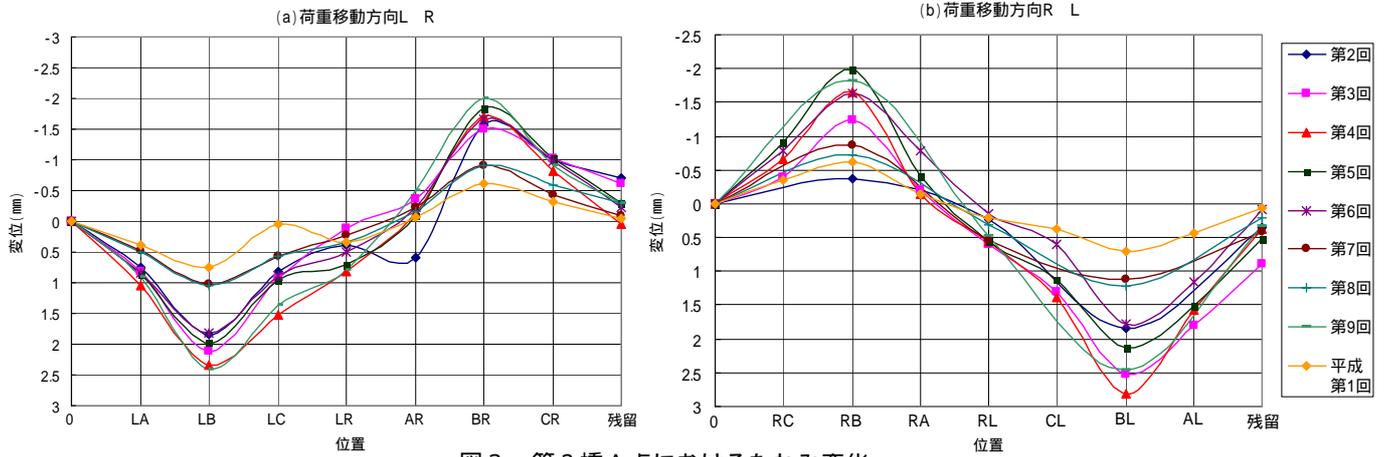


図3 第2橋A点におけるたわみ変化

表1 走行加振試験の固有振動数

	計測点	固有振動数	
		L R	R L
第2橋	1/4点 (A点)	3.54	3.91
	1/2点 (B点)	6.96	7.2
	3/4点 (C点)	3.42	3.91
第3橋	1/4点 (A点)	3.66	3.78
	1/2点 (B点)	7.45	7.57
	3/4点 (C点)	3.78	3.78
第4橋	1/4点 (A点)	3.54	3.91
	1/2点 (B点)	7.45	7.69
	3/4点 (C点)	3.66	3.78

表2 歩行加振試験の固有振動数

	計測点	固有振動数 (Hz)
	BY (水平方向)	3.17
	BZ (鉛直方向)	6.35
第4橋 C点	CX (橋軸方向)	-
	CY (水平方向)	3.17
	CZ (鉛直方向)	4.39

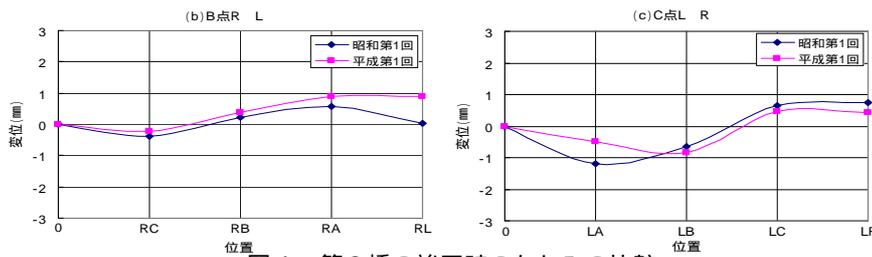


図4 第2橋の竣工時のたわみの比較

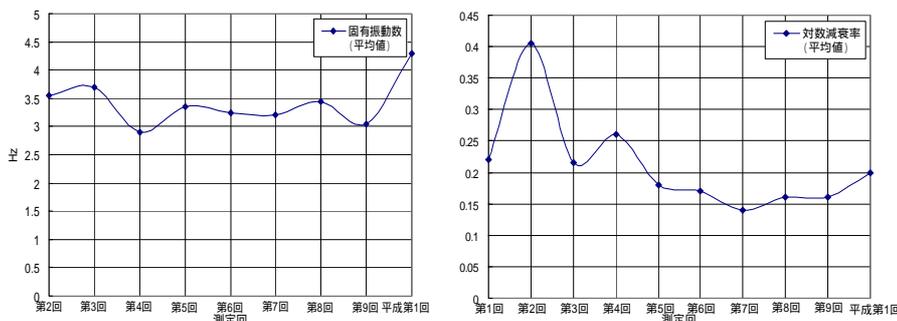


図5 固有振動数の経年変化

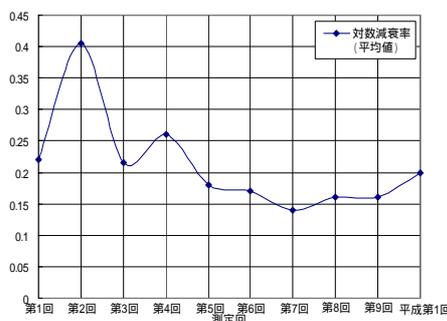


図6 対数減衰率の経年変化

6. まとめ

平成の錦帯橋は昭和の錦帯橋と比べ、図3に示すようにたわみは小さく、図5に示すように固有振動数は大きいことから、昭和の錦帯橋よりも少し木組みのしっかりした合掌式アーチ構造を保有している。また、図4に示すように、静的たわみの性状が昭和の錦帯橋の竣工時とほぼ同じになっている。

7. 今後の課題

今回の静的載荷試験と振動試験の結果から、錦帯橋のアーチ構造は、竣工時には力学的見地から見れば対称構造とはなっていないと思われるが、経年変化によって力学的にもアーチ構造に近づいていく可能性が示された。今後、昭和の錦帯橋における9回の強度調査結果と、平成の錦帯橋の強度調査結果を経年的に比較することによって、アーチ構造の変化がより明確になり、石積みアーチで見られる迫り持ち式や持ち送り式アーチとは違う、錦帯橋独自のアーチ構造としての位置付けがはっきりしてくると思われる。

参考文献

- 1) 東京大学大学院坂本功研究室：錦帯橋強度実験報告書、2002
- 2) 堀井健一郎：岩国錦帯橋のこと、土木学会誌、54巻5号、1969
- 3) 岩国徴古館：錦帯橋に関する史料、岩国徴古館、1988
- 4) 青木楠男：錦帯橋たわみ度及び振動試験報告、1953
- 5) 青木楠男：第2回錦帯橋調査結果報告、早稲田大学理工学研究センター、1963
- 6) 堀井健一郎：第3～8回錦帯橋調査結果報告、早稲田大学理工学研究センター、1967～1993
- 7) 依田照彦：第9回錦帯橋調査結果報告、早稲田大学理工学研究センター、1998
- 8) 依田照彦：錦帯橋の匠を守る、橋梁と基礎 2001 Vol.35 No.8
- 9) 依田照彦：日本が誇る木橋の最高傑作、橋梁と基礎 2003 Vol.37 No.8