

2 連アーチ木車道橋(八幡橋)の振動特性

金沢工業大学大学院 学生員 ○吉川 彰彦 金沢工業大学 フェロー 本田 秀行
大日本コンサルタント(株) 正会員 三品 吉彦

1.まえがき 八幡橋は、新潟県山北町に架設される地元産材の杉集成材を用いた2連アーチ木車道橋であり、新潟県で初の本格的な木橋である。さらに、橋軸方向の荷重分配効果を期待する縦桁の設置は、わが国での木アーチ車道橋で初の構造形式となっている。八幡橋の一般図と設計概要を図-1 と表-1 に示す。平成 15 年 3 月に本橋に対して静的実験及び動的実験を実施して、実験データを分析すると共に、3 次元静的解析および固有値解析との比較から、本橋の剛性評価、振動特性、設計係数の検証を行った。本概要では特に実験結果を中心に報告する。

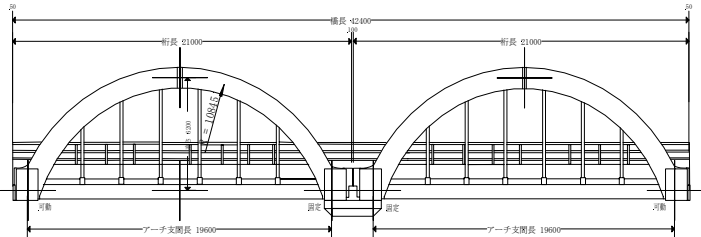
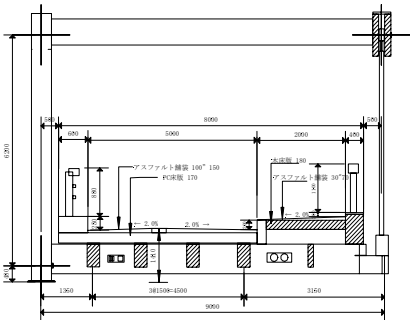


表-1 設計概要

橋種	車道橋
形式	下路式タイドアーチ
形状	2連アーチ
橋長	42.4m
実験対象部	
橋長	21.2m
支間長	19.6m
アーチ支間長	19.6m
幅員	8.0m(車道・歩道込)
設計活荷重	A活荷重
舗装	アスファルト舗装
使用部材	地元スギ集成材

図-1 八幡橋一般図

表-2 実験概要

静的実験	試験車両載荷試験
	常時微動測定試験
	砂袋落下衝撃試験
動的実験	試験車両走行試験
	アーチ部材振動挙動測定試験
	路面凹凸測定試験
その他実験	地盤振動測定試験

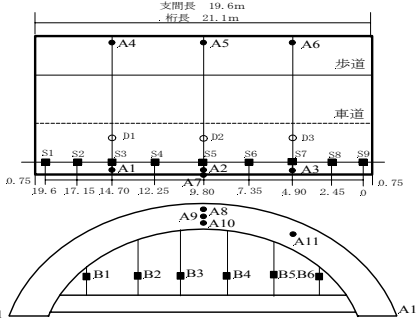


図-2 測定機材設置場所

2.実験概要 実験項目を示したのが表-2 である。また、実験時のセンサーの配置図を図-2 に示している。砂袋落下衝撃試験では、40kgの砂袋を約1mの高さから落下させることにより、本橋に鉛直、ねじれ加振を与え、その時の応答速度などを測定した。試験車両は約20tfのダンプ車を1台用い、静的載荷試験では試験車1台載荷(1/4・3/4 載荷、幅員中央載荷)を行った。また、試験車走行試験・アーチ部材振動挙動測定試験では、試験車1台を走行(歩道付近,車道センター,車道地覆付近)させた。試験車両走行試験では、本橋の応答加速度、応答速度および振動応答変位を測定した。アーチ部材振動挙動測定試験では、アーチ部材と床版の振動特性を把握するために、アーチ部材の鉛直、水平、橋軸方向と、床版の鉛直、水平方向の振動加速度を測定した。なお、車両の走行速度は試験車両走行試験において試験車両の走行速度は、各ケースごとに10km/h・25km/h の2パターンで走行した。またアーチ部材振動挙動測定試験に対しては、10km/h である。

3.実験結果 (1)静的特性 図-3 は静的載荷試験結果の一例として、スパン L/4 点での載荷時に対する実験値を示す。

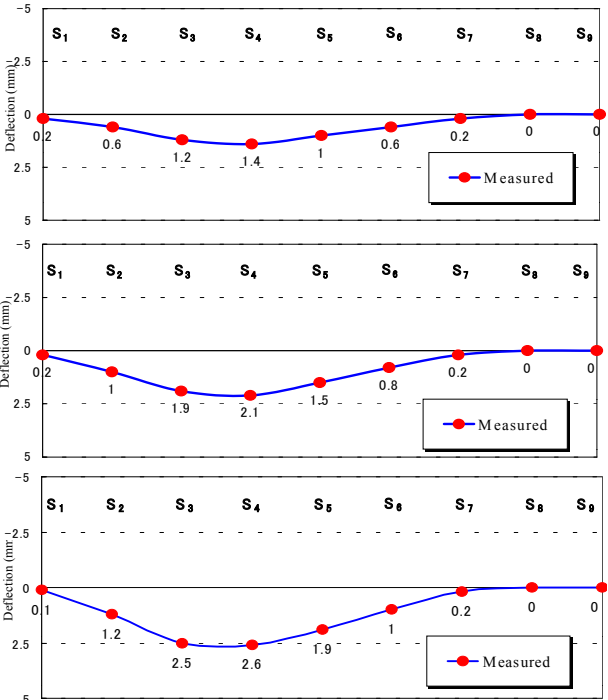


図-3 車両載荷試験結果一例

近代木橋 アーチ橋 振動特性

〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 Tel.076-248-9609 Fax.076-294-6713

(2)固有値振動特性 表-3 に本橋の固有値振動数の実験値を示す。これらのうち、アーチ曲げ1次(アーチ水平)、鉛直曲げ対称1次、鉛直曲げ逆対称1次、ねじれ対称1次、ねじれ逆対称1次の固有振動数が実験値で特に卓越している。

(3)減衰特性 表-3 に減衰定数を示す。図-4 は減衰定数の一例を示す。本橋を代表する減衰定数 h は減衰自由振動波形より得られた鉛直曲げ対称1次モードの0.019 と考えられる。一般的な鋼橋やコンクリート橋に用いられる減衰定数と支間長との関係の概算式を用いて計算すると、減衰定数 h は0.027 である。この値を本橋と比較すると、本橋の方が多少小さいと言える。これは、本橋は設計上縦桁を設けているが、実際的には横桁間の縦桁という形式で設置されており、橋軸方向に通して一本の桁として設置されていない。構造上床版を横桁で支えられており、その床版をアーチ部材で吊っている下路式アーチの構造に起因しているものと考えられる。

(4)動的増幅率(衝撃係数) 図-5 に車両走行試験における動的応答変位の一例を示す。動的増幅率は、応答波形の動的変位から静的変位を引き、その値を静的変位から除して算出したものである。走行試験では、日常的に起こりうる1台単独走行時(25km/h)のケースで行われた。その動的増幅率0.129 は、衝撃係数を本橋に対する現実的な一つの応答係数と考えた場合、設計衝撃係数である0.25より小さい値を示す。このことから、本橋は安全と評価された値が設計に用いられていることが判断できる。

(5)振動使用性 図-2 に試験車両走行試験でのセンサー配置図を示す。図-6 に日常的に起こりうる最大速度(25km/h)で車両が走行したときの各応答速度(平均値)と振動の恕限度を示す。評価基準として、実効値によって算出した値を振動感覚の恕限度と考え評価する。また図-7 には上述したケースでの応答加速度の一例を示す。恕限度では、橋梁振動により、歩行者が歩行時に受ける振動感覚から、橋梁に対する一つの使用性を評価するため、振動感覚の一般的な分類をしている。全体的に本橋では、「振動を全く感じない」に示している。架設地点での日常交通量の状況から、本橋を時速25km/hでトラックが走行する確率は低く、本橋での振動感覚が「歩きにくい」となることは考え難いと判断される。

(6)アーチ部材振動挙動試験 車両走行試験における橋長3/4点でのアーチ部材の応答加速度を、床版とアーチ部材に設置したセンサーでの振動レベルを検討する。本橋の振動挙動試験に対しては同測定点でほぼ同様の振動波形性状を示していることが確認できた。また応答加速度の最大値もほぼ同様の応答レベルであることが認められた。これは、床版と吊材、吊材とアーチ部材の接合部が精度よく連結されているものと判断される。

4.まとめ 実橋実験と解析の両方から構造特性を検証した結果、八幡橋の振動特性を明らかにすることにより、設計条件の妥当性を検証することができた。本研究で行った実橋実験・解析の検証により、近代木車道橋の構造特性を把握する上で有効であると確認された。

表-3 固有振動特性

振動 次数	振動モード	固有振動数(Hz)		減衰定数
		実験値		減衰自由振動
		常時微動	砂袋落下	
1	アーチ水平曲げ対称1次	2.41	—	0.013
2	鉛直曲げ対称1次	6.41	6.54	0.019
3	鉛直曲げ逆対称1次	8.66	8.88	2.462
4	ねじれ対称1次	11.98	12.01	3.302
5	ねじれ逆対称1次	—	13.08	2.624

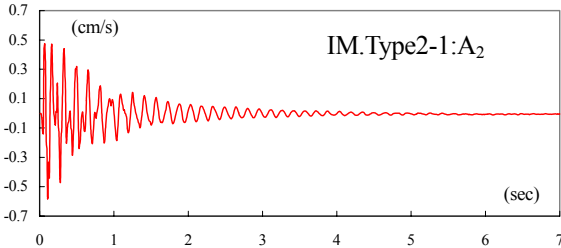


図-4 減衰定数の一例

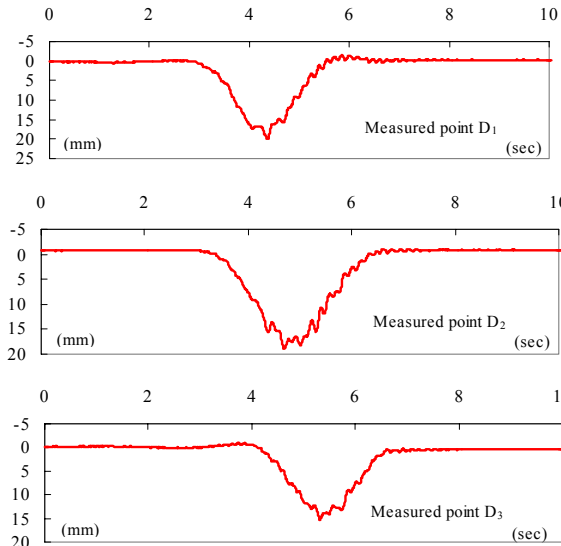


図-5 動的応答変位の一例

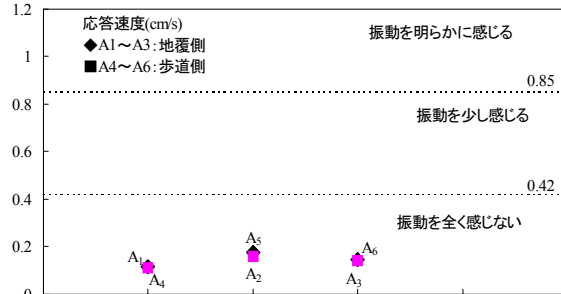


図-6 歩行者振動恕限度の一例

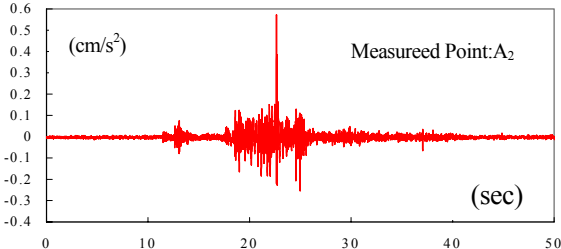


図-7 応答加速度の一例