

上路式アーチ木車道橋(金峰 2000 年橋)の振動特性評価

金沢工業大学 正会員 本田 秀行 金沢工業大学大学院 学生員 北城 章
 金沢工業大学大学院 学生員 小川 史彦 金沢工業大学大学院 学生員 田辺 義博
 鹿児島県伊集院農林事務所 久保 孝巳 鹿児島県伊集院農林事務所 児玉 栄司
 山佐木材株式会社 神田 稔

1.まえがき 金峰 2000 年橋は、鹿児島県日置郡金峰町大野地内金峰山線にふるさと林道緊急整備事業として架設されている。このふるさと林道金峰山線は、金峰町大野を起点に南薩の霊峰である金峰山を經由して金峰町尾下に至る総延長 7,720 m の林道で、利用区域内での森林業の推進が期待されている。金峰 2000 年橋の写真と諸元を図-1 と表-1 に示す。平成 12 年 3 月に鹿児島県伊集院農林事務所の協力を得て、本橋に対して静的および動的実験を行い、実験データを分析すると共に解析結果との比較から設計係数の検証、剛性評価、振動特性等を検討した。

2.実験概要 本橋の振動特性を把握するため、常時微動測定試験、砂袋落下衝撃試験、試験車両走行試験、アーチ部材振動挙動試験、静的特性を把握するため約 20tf のダンプ車 2 台を用い、静的載荷試験を実施した。図-2 に各測定点を示す。図中の Δ は静的変位の測定点で L は橋軸方向、 Δ はサーボ型速度計による速度と加速度の測定点で V は鉛直、H は水平方向である。また、 Δ は振動変位計の測定点である。砂袋落下衝撃試験における衝撃加振点としては、スパン 1/4、1/2、3/4 点の幅員中央と偏心の計 6 ヶ所で行った。静的載荷試験では単独載荷(偏心、幅員中央載荷)と 2 台並列載荷を、試験車両走行試験では単独走行、2 台連行走行、2 台並列走行を実施し、走行速度は徐行、10 km/h、30 km/h とした。また、本橋の路面性状を把握するため路面凹凸を測定した。

3.実験結果【①静的特性】 図-3 に静的載荷試験の一例として、スパン中央試験車 2 台並列載荷時の実験値と解析値および静解析変位図を示す。静的載荷試験は、本橋の有する剛性および解析モデルの剛性を確認するために行った。その結果実験値と解析値がよく一致し、アーチ構造の特性を示す挙動がよく確認できた。また、この解析モデルに本橋の設計計算で用いられた同じ強度の活荷重を端部のアーチ部材上の床版に載荷した結果、アーチ部材中央において最大たわみ 3.6mm を得た。本橋の設計活荷重によるたわみ値は 6.0mm であり、両者の値を比較すると、本橋は設計値より 1.6 倍程度実際の鉛直曲げ剛性が大きいと判断され、鉛直曲げ剛性から本橋の静的強度と安全性に問題はないと考えられる。

【②固有振動数】 表-2 に、本橋の固有振動数の実験値と解析近代木橋、アーチ橋、実橋実験、動的特性、構造解析



図-1 金峰 2000 年橋

表-1 金峰 2000 年橋の諸元

橋種	上路式集成材アーチ橋、アーチリブ 5 組
橋格	2 車線 (道路構造令 3 種 4 級相当)、一等木造車道 (林道) 橋
形式	2 ヒンジ集成材アーチ橋、プレストレス木床版
橋長	42.0 m
支間長	41.0 m
アーチ支間長	36.9 m
幅員	総幅員 10.10 m (車道部 7.00 m、路肩部 1.60 m、歩道部 1.50 m)
設計活荷重	T L-25(A)
設計速度	30 km/h
衝撃係数	0.25
主要部材	構造用集成材 (スギ集成材、ヒノキ集成材)

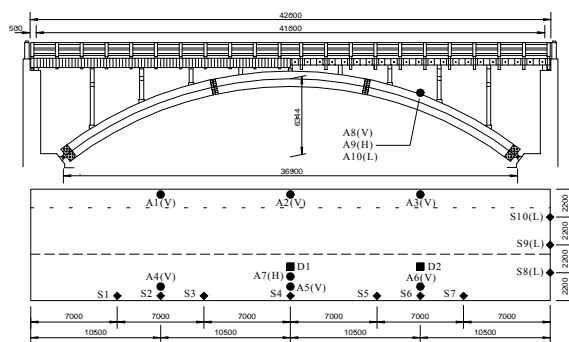


図-2 測点配置図

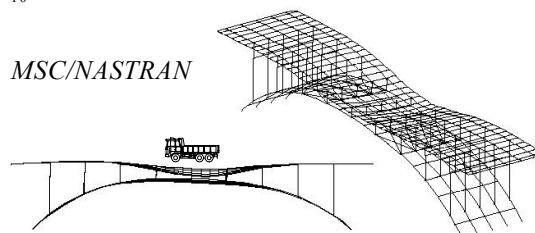
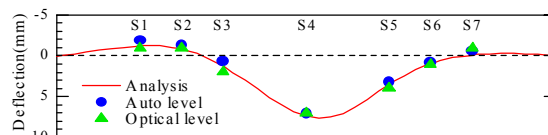


図-3 静的特性 (2 台並列載荷)

〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇ヶ丘 7-1 金沢工業大学

Tel.076-248-9609 Fax.076-294-6713

値を示す。これらの内、鉛直曲げ逆対称1次、水平曲げ対称1次、ねじれ逆対称1次、鉛直曲げ対称1次の固有振動数が実橋で特に卓越している。実験によって同定された振動モードおよび固有値解析での振動モードを図-4に示す。ねじれ対称1次、2次振動モードは実験から検出できなかったが、それ以外の対象とした全モードにおいて固有振動数、振動モードが実験値と解析値でよく一致し、解析モデルの妥当性が検証された。

【③減衰特性】 表-2に対象モードのモード減衰を示す。

各振動モードの減衰定数を比較すると、鉛直曲げ対称1次モードが他の振動モードの減衰定数に比べて小さい値となっているが、全体的に同支間長の鋼橋やコンクリート系橋梁と比較してほぼ同等の値を示していると判断される。集成材橋梁の合理的な設計法、耐震性能、健全度などの評価に減衰定数の値は重要な因子となることから、今後、多くの集成材橋梁で実験を行い、そのデータの蓄積に基づく統計分析によって定量的に評価をしていくことが必要である。

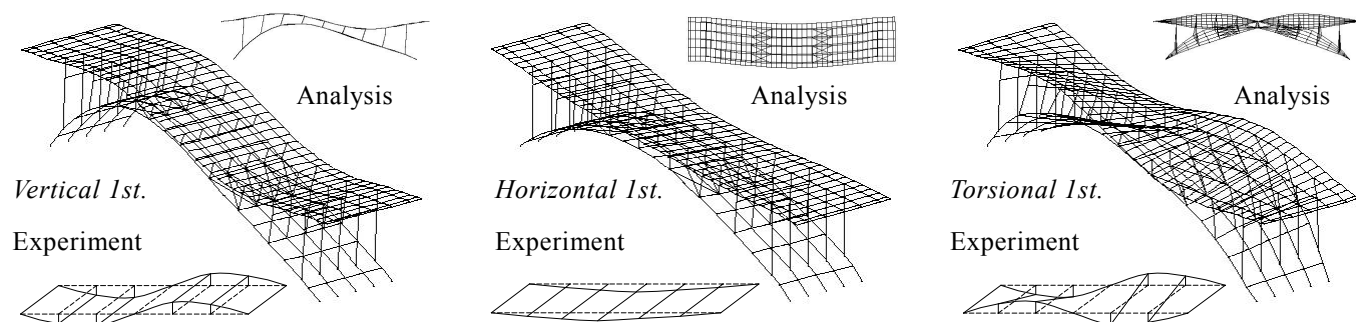


図-4 固有振動モード（実験/解析）

【④動的増幅率(衝撃係数)】 図-5に試験車両走行試験における動的応答変位の一例を示す。動的増幅率はこの波形の最大動的変位から最大静的変位を引き、その値を最大静的変位で除して算出した。この動的増幅率に対しては、本橋の設計で用いた衝撃係数0.25との厳密な比較は困難である。しかし、短支間橋梁であり衝撃係数を一つの応答係数と考えた場合、クリティカルな走行状態で得られた実験値であることから、本橋の動的増幅率(衝撃係数)の最大値0.180は、設計衝撃係数である0.25より小さい値を示し、安全側に評価された値が本橋の設計で採用されていると評価される。

【⑤振動使用性】 本橋の使用性に対して、試験車両走行試験における各速度計の最大応答速度の最大値を平均し、歩行者が歩行時に受ける振動感覚の恕限度を検討した。その結果を図-6に示す。日常の一般的な大型車両と通常の走行速度による橋梁振動を受ける歩行者の振動感覚は、「振動を明確に感じる」程度の反応であると推定される。従って、本橋の使用性に関しては特に問題がないように思われる。

4.まとめ 本研究では「金峰2000年橋」の振動特性を明らかにし、設計係数の妥当性や構造剛性を検討した。なお、路面凹凸のスペクトル解析を行った結果、「良好な路面状態」と判断された。本研究で同定された値が近代木橋の構造特性などの評価に参考になれば幸いである。最後に、本実験に対して御協力を賜りました鹿児島県を始め関係各位に感謝の意を表します。

表-2 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		解析値	
		常時微動	砂袋落下		
1	鉛直曲げ逆対称1次	4.00	4.00	3.91	0.018
2	水平曲げ対称1次	4.71	4.69	4.78	—
3	ねじれ逆対称1次	5.52	5.47	5.47	0.019
4	鉛直曲げ対称1次	5.79	5.86	5.63	0.015
5	ねじれ対称1次	—	—	6.18	—
6	ねじれ対称2次	—	—	8.47	—
7	鉛直曲げ対称2次	8.40	8.50	8.53	0.018
8	水平曲げ逆対称1次	9.03	—	8.59	—

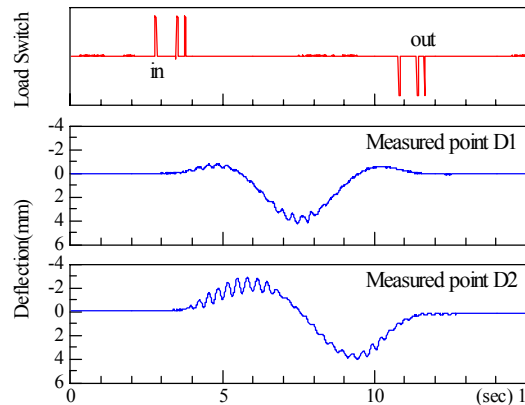


図-5 動的応答変位（単独20km/h）

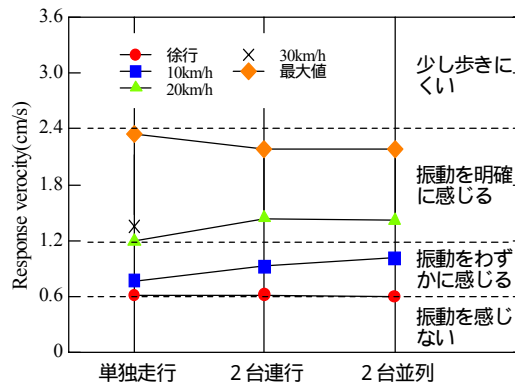


図-6 振動感覚の恕限度