

大規模キングポストトラス木車道橋(かりこぼうず大橋)の振動特性

金沢工業大学大学院
駒井鉄工株式会社学生員 ○吉川 彰彦
正会員 有村 秀樹金沢工業大学
清本鐵工株式会社フェロー 本田 秀行
正会員 宮里 順

1. まえがき かりこぼうず大橋は、宮崎県西米良村に架設された地元産材の杉集成材を用いたキングポストトラス木車道橋であり、世界最大の木トラス橋である。本橋は一般的な集成材木車道橋と比べ大規模な木車道橋であり、構造的な実態を把握することは重要な事項と考えられる。そこで、平成15年7月に本橋に対して静的実験及び動的实验を実施した。本文では、実験で得られた結果を述べるものとする。対象橋梁である『かりこぼうず大橋』の一般図と設計概要を図-1と表-1に示す。

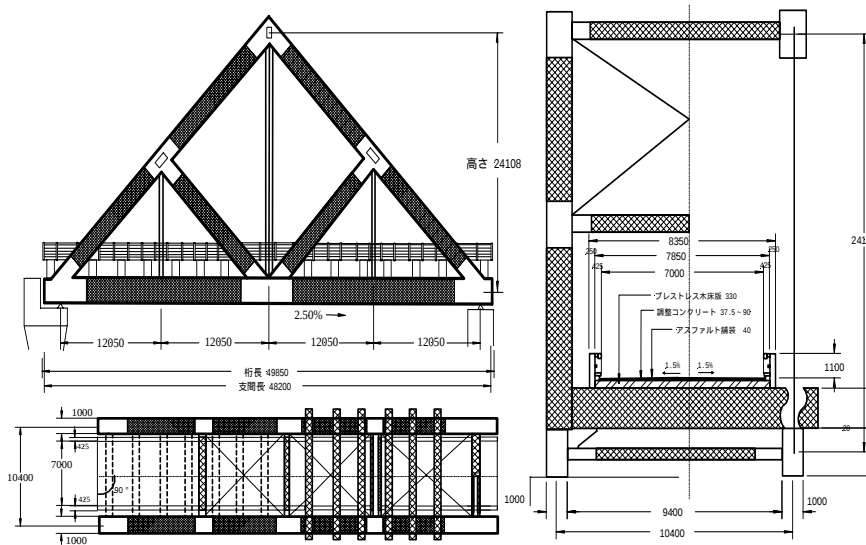


図-1 かりこぼうず大橋一般

2. 実験概要 実験項目を表-2に示す。また、実験時のセンサーの配置図

を図-2に示す。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。実験で使用する試験車両は約20tfのダンプ車を1台用い、静的載荷試験では試験車1台載荷試験および2台載荷試験を行った。また、試験車走行試験・トラス部材振動挙動測定試験では、試験車1台走行および2台連行、2台平行させた。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たわみを測定した。トラス部材振動挙動測定試験では、トラス部材と床版の振動特性を把握するために、トラス部材の鉛直、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・20km/h・30km/h・40km/hの4パターンで走行した。またトラス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。

(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。これらのうち鉛直曲げ1次、ねじれ1次、鉛直曲げ2次、かりこぼうず大橋 近代木橋 トラス橋 振動特性

表-1 設計概要

橋種	車道橋
形式	キングポストトラス
桁長	49.85m
支間長	48.2m
アーチ支間長	19.6m
幅員	7.0m(車道部)
設計活荷重	A活荷重
縦断勾配	2.50%
横断勾配	-1.50%(標準部)
舗装	アスファルト舗装
床版	プレストレス木床版
使用部材	地元スギ集成材

表-2 実験概要

静的実験	試験車両載荷試験
動的実験	常時微重加振試験 砂袋落下衝撃試験 試験車両走行試験 トラス部材振動挙動測定試験
その他実験	路面凹凸測定試験 キングポスト鋼材張力測定試験

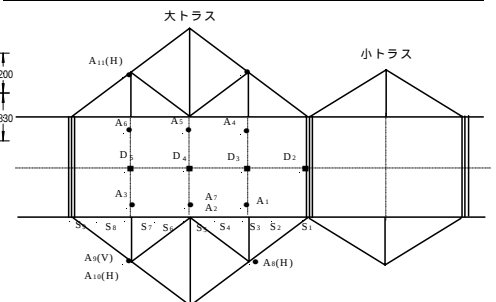


図-2 測定機材設置場所

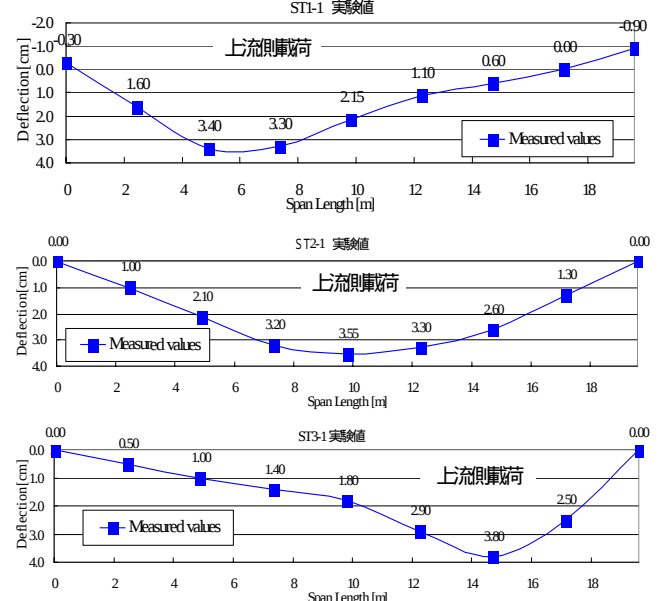


図-3 車両載荷試験結果一例

ねじれ 2 次、鉛直曲げ 3 次の固有振動数が実験値で卓越していた。

表 - 3 固有振動数と振動モード

振動 次数	振動モード	固有振動数(Hz)			減衰定数
		実験値			
		常時微動	砂袋落下	走行試験	減衰自由振動
1	鉛直曲げ1次(対称)	2.46	2.43	-	0.009
2	ねじれ1次(対称)	3.15	-	3.30	-
3	鉛直曲げ2次(逆対称)	4.82	4.86	-	0.013
4	ねじれ2次(逆対称)	-	-	6.84	-
5	鉛直曲げ3次	7.17	7.16	-	0.018

(3)減衰特性 表-3 に減衰定数を示す。本橋を代表する減衰定数は、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 0.009 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より、本橋の減衰定数は $h=0.017$ であると算出される。この値は、一般的な鋼橋トラス橋で算出される概算値と同等もしくは、若干小さい結果が得られた。

(4)動的増幅率(衝撃係数) 図-4 に車両走行試験における動的応答変位の一例を示す。車両速度 40km/h の走行ケースで行われた時の動的増幅率は 0.204 であった。衝撃係数を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 より小さい値を示しており、本橋は安全側に評価された値が設計に用いられたと判断できる。

(5)振動使用性 図-5 に日常的に起こりうる最大速度(40km/h)で車両が走行したときの応答加速度・応答速度の波形を示す。応答速度(平均値)と振動の忍限度を図-6 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忍限度と考え評価する。忍限度では、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。本橋では、計測地点の大半が「少し感じた」に属している。従って、時速 40km/h はクリティカルな速度であることから本橋の場合、歩行者の振動感覚が「少し歩きにくい」となることは考え難いと判断される。

(6)トラス部材振動挙動試験 車両走行試験における橋長 L/4 点でのトラス部材の応答加速度を、床版とトラス部材に設置したセンサーでの振動レベルを検討した。本橋のトラス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形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各設置点でほぼ同様の応答レベルであることが認められた。

(7)キングポスト鋼材張力測定試験 上流側キングポスト鋼材に加速度計を設置し、人為的に加振を行った時の応答加速度波形より、曲げ対称 1 次振動数を選出した。1 次振動時の振動数を表-4 に示す。中央鋼材では 1 次振動数 4.7Hz、左右鋼材では 1 次振動数をそれぞれ 6.81Hz・6.88Hz でスペクトルが卓越した。実験値より、振動次数の 3 次・4 次に近似しているが、大型車両走行時に、走行車両とキングポスト鋼材の共振は考え難いものと判断される。

4. まとめ かりこぼらず大橋は、世界でも例のない規模の木トラス橋として大変貴重な橋梁である。本研究で述べた内容は実橋実験の結果だけであり、今後、本橋に対して構造解析を基にした検討、走行車両による 3 次元動的応答解析の検討も行う必要があると考えられる。今後の課題としたい。

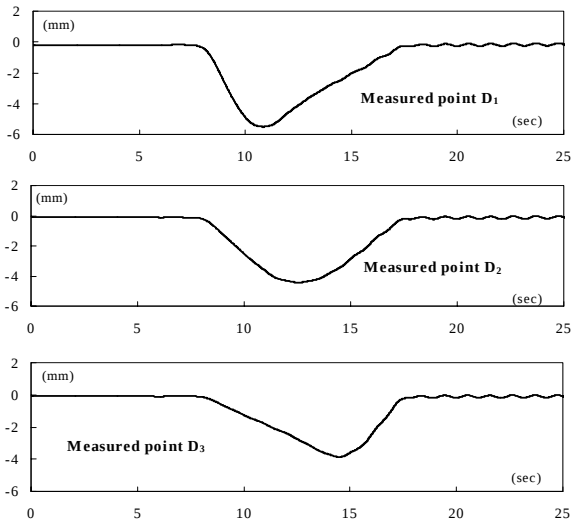


図-4 動的応答変位の一例

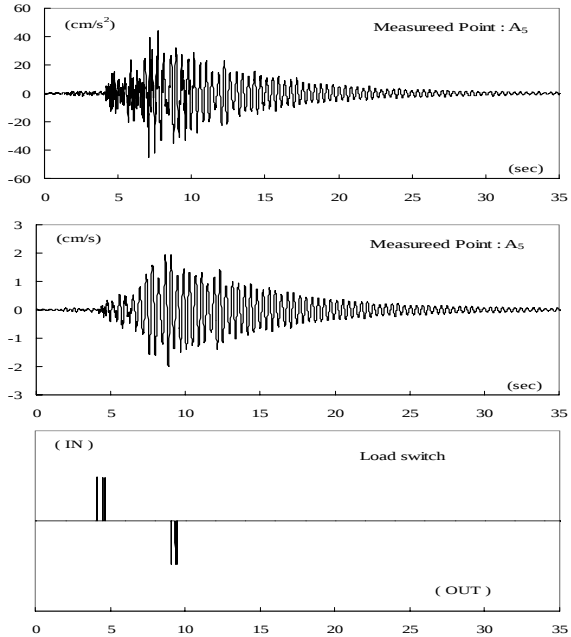


図-5 応答加速度・応答速度波形

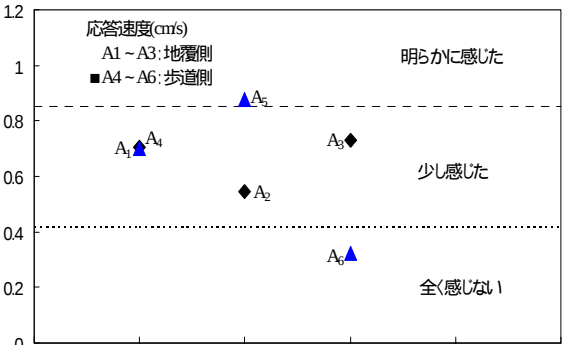


図-6 振動使用性の一例

表-4 キングポスト鋼材振動測定結果

上流側	曲げ対称1次振動数
中央鋼材	4.70Hz
左鋼材	6.81Hz
右鋼材	6.88Hz