

近代木車道橋（粟飯戸橋）の振動特性に関する研究

金沢工業大学教授 正会員 ○本田 秀行 金沢工業大学大学院研究生 表 孝拓
奈良県黒滝村 前田 斉 トリミス集成材(株) 高木 和芳

1. まえがき

奈良県黒滝村にある粟飯戸橋（図-1）は、スギ、ヒノキの産地として知られる吉野の里に、森林浴を目的にアウトドア・ジャングジー、マウンテン・アスレチックや昔の山村の生活様式が体験できるように学習館や宿泊施設を兼ね揃えている『黒滝森物語』への架け橋として建設された。本橋は、一部に鋼材を使用しているが、大断面構造用集成材を用いているハイブリッド木橋である。アーチ部材及び高欄には、地元産のヒノキをラミナ材とした集成材を使用している。防腐剤の加圧注入は、ラミナの時点で行なわれている。設計の概要を表-1に示す。

本研究では、平成11年7月の粟飯戸橋に対しての静的および動的実験を実施した。その実験データと3次元静的解析、固有値解析とを比較し、振動特性、剛性評価、設計係数の検証の検討を行った。

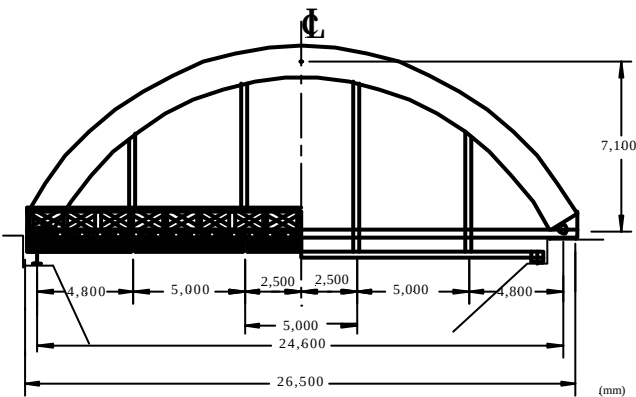


図-1 粟飯戸橋一般図

2. 実験概要

図-2 はデータ計測の測定点を示している。図中の▲は静たわみ、●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、■は振動変位計の測定点である。実験項目については表-2に示す。砂袋落下衝撃試験では約 30kg の砂袋を約 1m の高さから落下させることで衝撃力を与えた。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。試験車は約 26tf と約 29tf のダンプ車の 2 台を用いた。静的载荷試験では試験車 1 台 (29tf のダンプ車) の単独载荷 (偏心、幅員中央载荷) と 2 台並列载荷 (上流側 26tf、下流側 29tf) を、さらに試験車両走行試験では単独走行と 2 台並列走行を実施した。なお、走行速度は約 15km/h である。

3. 実験結果

3.1 静的特性

図-3 の上段に、静的载荷試験の実験値と解析値の一例を示す。スパン 1/4 点 (下流側の向かって左側の点) に 29tf の試験車を 1 台载荷した時のたわみ形状を、図-3 の下段に示す。

構造的にモデル化するのが困難であったが実験値と解析値の差

近代木橋、集成材、実験、振動特性

〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1

金沢工業大学土木工学科 TEL.076-294-6712 Fax.076-294-6713

表-1 設計の概要

橋 格	1 等木造車道橋
形 式	大断面集成材によるタイドアーチ橋
橋 長	26.5m
支 間 長	24.6m
幅 員	8.0m(有効幅員 7.0m)
設計活荷重	TL-20
衝撃係数	0.25
使用部材	集成材ヒノキ 35.5m ³ 、集成材米マツ 71.2m ³ 、床版・バツ材 12.3m ³ 、鉄骨 42.9t

表-2 実験項目

静的実験	・試験車両载荷試験
動的実験	・常時微動载荷試験
	・砂袋落下衝撃試験
	・試験車両走行試験

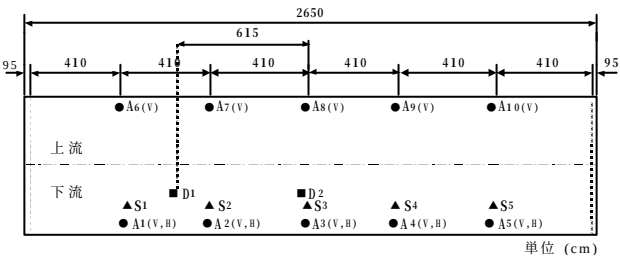


図-2 測点配置図

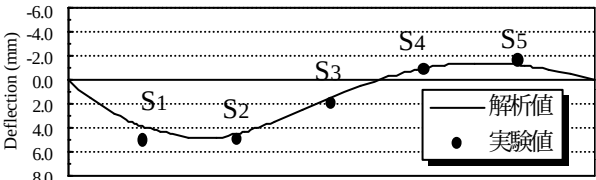


図-3 静的特性の一例

異なるものの両者は一般的に近い値が得られた。この実験値と解析値に若干の差異が生じたのは、123 本にも及ぶ床組のモデル化、橋軸方向の H 鋼縦桁のモデル化および鋼横桁と集成材縦桁との拘束条件の評価が困難であったことに起因している。

3.2 固有振動特性

表-3 は、栗飯戸橋の固有振動数の実験値と解析値、及び減衰定数の各値を表している。本解析より水平以外の振動次数の順番と、解析値と実験値の値がかなり近いと言える。

図-4 は、固有値解析での振動モードを示している。実験では計測できなかったが、解析の結果アーチ部材が 1 次振動に出現している。また、3 次～5 次、7 次振動の実験値と解析値の振動モードがよく一致している。

3.3 減衰特性

各振動モードに対する減衰定数を表-3 に示す。本橋の減衰定数は同形式同支間長のアーチ系鋼橋より同程度の値となっている。原因として、本橋に 4 本の鋼縦桁、4 本の鋼横桁、吊材にパイプ型の鋼材が使用されるなど、鋼橋に近いことから、近代木橋としての減衰定数が小さくなったものと判断される。また、本橋の集成材で造られた 15 本の縦桁は横桁との接合点で連続していないが、本橋の縦桁の鋼材部分は連続している。そのため、鋼橋のように縦桁が連続している橋梁とほぼ同程度の値を示していると判断される。従って、本橋に鋼材が使用されることによって、鋼橋とほぼ同等な値が得られたものと考えられ、本実験での値は、これらの構造的な特性に起因している。

3.4 動的増幅率(設計衝撃係数)

図-5 は試験車両走行試験における動的応答変位の一例を示している。走行車両による橋梁の動的影響評価としての動的増幅率はこの応答波形の動的変位から静的変位を引いた値を静的変位で算出した。

試験車 1 台が約 15km/h で走行した場合の最大動的増幅率は、0.101 であった。試験車 2 台の並行走行の場合での最大動的増幅率は、0.096 の値を得た。設計衝撃係数の検証は、車を橋面に

に満載状態で並べるのに対して、本実験では 1 台単独で走行していることから、両者を比較することは困難である。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、日常交通流においてクリティカルな走行状態で得られた実験値であるので、設計衝撃係数の 0.25 より低い値を示しているものと評価される。

4. あとがき

本研究は、栗飯戸橋に対する静的载荷試験、常時微動測定試験、砂袋落下衝撃試験、及び試験車両走行試験によって得た実験値と構造解析値の両面から、その橋梁の橋梁剛性や振動特性を検討し、近代木橋に対する基礎データを提示した。なお、近代木橋は 10～30m 程度の橋が多いことから、確定的な設計衝撃係数 0.25 の検証が必要であることも課題として残されている。今後、走行車両による本橋の動的応答解析を進め、衝撃係数の評価を検討したい。

最後に、本研究の一部は H11 年度文部省科研費・基盤研究 C (No.11650497) の助成で行った。記して感謝の意を表します。

表 - 3 振動特性のまとめ

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	ハーフパワー法	自由減衰振動
1	アーチ水平振動	—	2.55	—	—
2	水平曲げ 1 次	—	4.72	—	—
3	ねじれ 1 次	5.86	6.09	—	0.006
4	鉛直曲げ 1 次	7.12	7.16	0.012	0.009
5	鉛直曲げ 2 次	7.63	7.57	0.017	0.004
6	水平曲げ 2 次	—	8.83	—	—
7	ねじれ 2 次	10.45	10.47	0.014	0.011

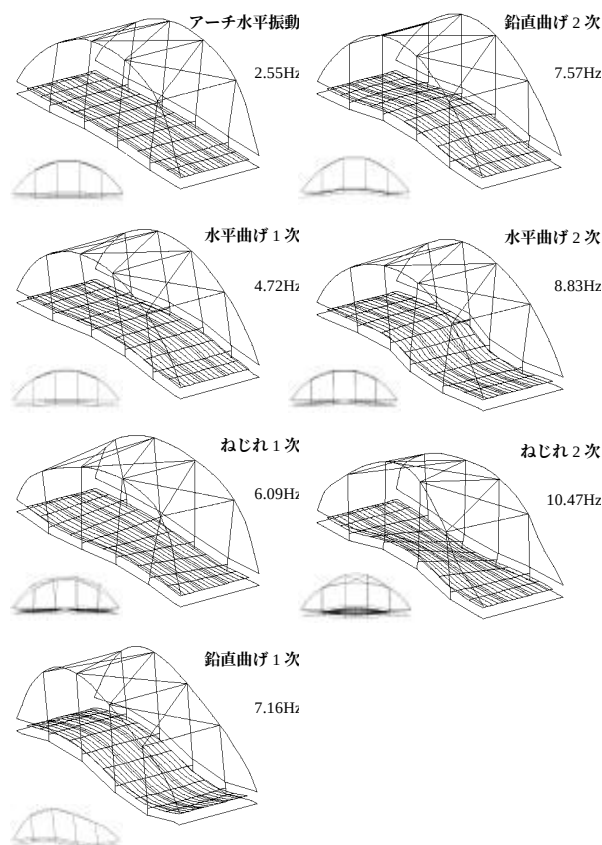


図 - 4 解析の振動モード図(数値は解析値)

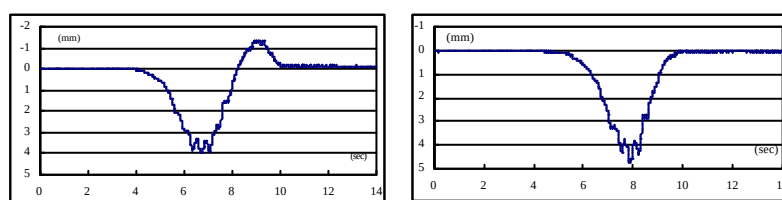


図 - 5 動的応答変位の一例
(試験車 1 台下流側 15km/h 走行)