

中路的アーチ木車道橋（おおさる橋）の振動特性評価

(財) 林業土木コンサル技術研究所 正会員 ○壁村 秀水 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 草薙 貴信 金沢工業大学大学院 学生員 小川 史彦

1. まえがき おおさる橋は群馬県勢多郡粕川村と新里村とを結ぶ赤城東麓線に平成12年に架設された中路的2ヒンジアーチの木車道橋である。架設位置である赤城東麓線のうち生活環境保全林に隣接する大猿地区に本橋があることから、景観への配慮、木材のPR、木材の有効活用、地域の活性化などを目的として、本橋が計画・架設された。本橋は林道に架設された中路的アーチ木車道橋としてはわが国最大級のプレストレス木床版を用いた中路的2ヒンジアーチ橋である。その一般図と設計概要を図-1と表-1に示す。平成12年に本橋に対して静的実験および動的实验を行い、その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結果との比較から、剛性評価、振動特性、設計係数の検証などの検討を行った。なお、本研究では特に振動特性を中心に報告する。

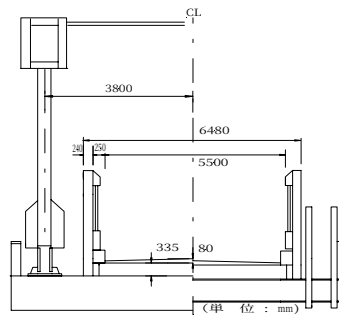
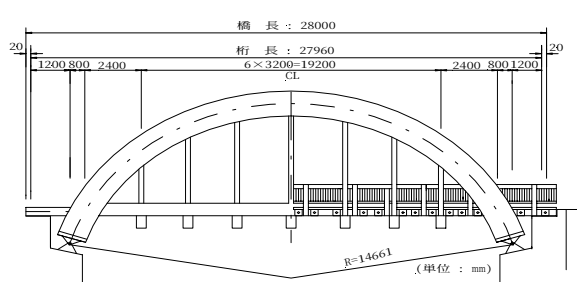


表-1 設計概要

橋種	車道橋
橋格	1等林道橋
形式	中路的2ヒンジアーチ (プレストレス木床版)
橋長	28m
支間長	25.6m
アーチ支間長	25.6m
幅員	5.5m(車道幅員)
設計活荷重	TL-25 (A)
衝撃係数	0.25
雪荷重	100kg/m ²
舗装	弾性アスファルト舗装
使用部材	主にすぎ集成材

図-1 おおさる橋一般図

2. 実験概要 本橋は5種類の振動実験および常時微動測定を行った。砂袋落下衝撃試験では、30kg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、ねじれ加振を与えた。試験車両は約20tfのダンブ車を2台用い、静的載荷試験では試験車1台載荷(偏心、幅員中央載荷)と2台並列載荷を行った。図-2に走行試験時の各測定点を示す。▲は静的載荷試験における測定点を示す。●はサーボ型速度計による速度と加速度の測定点でVは鉛直方向、Hは水平方向である。■は振動変位計の測定点である。試験車両走行試験、アーチ部材振動挙動試験では1台単独走行、2台連行走行を実施した。試験車両走行試験では、本橋の応答加速度、応答速度および応答変位を測定した。アーチ部材振動挙動試験では、アーチ部材と床版の振動特性を把握する為に、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。また、走行速度は車両走行試験に対して1台単独走行の時は30km/h、20km/h、10km/h、徐行、2台連行走行の時は10km/h、15km/h、徐行、またアーチ部材振動挙動試験に対して1台単独走行の時は30km/h、10km/h、2台連行走行の時は18km/h、10km/hである。

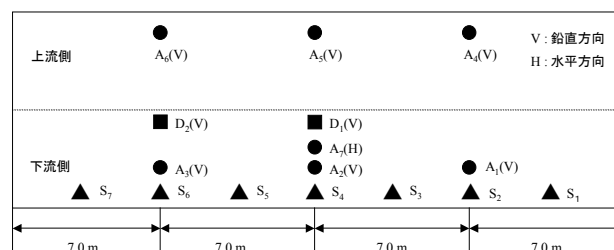


図-2 試験車走行試験でのセンサー配置図

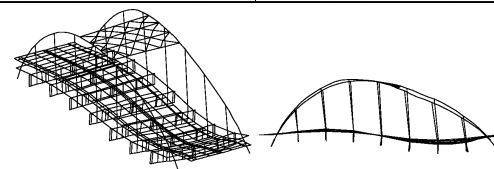
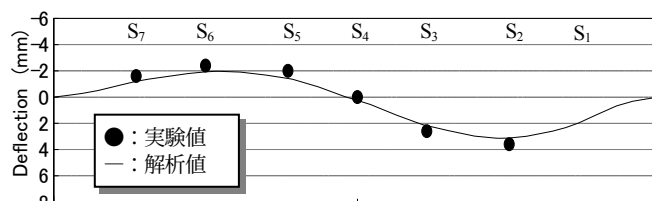


図-3 静的載荷試験の一例

表-2 固有振動数と減衰定数

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	減衰自由振動
		常時微動	砂袋落下	走行試験		
1	アーチ水平曲げ対称1次	—	—	2.59	2.57	—
2	鉛直曲げ逆対称1次	4.08	4.00	—	3.91	0.0096
3	ねじれ逆対称1次	6.25	6.34	—	6.15	0.0112
4	鉛直曲げ対称1次	6.54	6.64	—	6.86	0.0095
5	水平曲げ対称1次	6.91	6.73	—	6.91	—
6	ねじれ対称1次	9.72	9.67	—	9.62	0.0088
7	鉛直曲げ対称2次	11.25	11.43	—	11.67	0.0163

3. 実験結果 (1)静的特性 図-3は静的載荷試験の一例として、スパンL/4点(上流側)での載荷時に対する実験値と解析値を示す。本橋の有する剛性および解析モデルの

木橋、アーチ橋、実橋実験、動的特性、構造解析

〒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

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た。また、実験、解析の両結果から中落式アーチ橋としての特性を有していることが確認された。

(2) 固有振動数 表-2に本橋の固有振動数の実験値と解析値を示す。図-4に解析結果による振動モード図を示す。これらのうち、アーチ水平曲げ対称1次、鉛直曲げ逆対称1次、ねじれ逆対称1次、鉛直曲げ対称1次、水平曲げ対称1次、ねじれ対称1次、鉛直曲げ対称2次の固有振動数が実橋で特に卓越している。実験値と解析値を比較するとほぼ同等な値が見られるため、解析モデルの妥当性が検証された。

(3) 減衰特性 表-2に減衰定数を示す。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1次モードの0.0096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0.024となる。この値と本橋の減衰定数と比較すると明らかに本橋の減衰定数の方が小さい。これは本橋の床組構造に縦桁が無く、横桁(床桁)のみで床版を支えており、その床版をアーチ部材で吊っている構造上の特性に起因していると考えられる。

(4) 動的増幅率(衝撃係数) 図-5に車両走行試験時における動的応答変位の一例を示す。動的増幅率は、この波形の動的最大変位から静的最大変位を引き、その値を静的最大変位で除して算出した。試験車両走行試験は前節で述べたケースで試験を行った。これらのケースの内日常的に起こりうる可能性があるケースは1台単独走行(30km/h)のケースである。その動的増幅率の最大値、 $D_2=0.136$ は、衝撃係数を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、本橋は安全側の値が設計に用いられていると判断される。

(5) 振動使用性 図-6に日常的に起こりうる可能性がある1台単独走行(30km/h)で試験車両が走行した時の各応答速度(平均値)と振動の恕限度を示す。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。各センサー($A_1 \sim A_6$)ともに恕限度は「振動を明確に感じる」程度の振動感覚を得た。従って、架設地点の状況を考えて、日常的な交通量によって歩行者は「歩きにくい」反応を示す確率は小さく、このことから本橋の使用性に対して問題はないものと判断される。

(6) アーチ部材振動挙動試験 図-7に車両走行試験における橋長3L/4点での床組の応答加速度を示す。図-8に同試験、同測定点におけるアーチ部材の応答加速度を示す。両応答加速度とも鉛直方向の波形を見ると、最大値はほぼ同等な値である。また、アーチ部材の応答加速度のスペクトルには、表-2に示す鉛直曲げ逆対称1次、ねじれ逆対称1次における固有振動数とほぼ同等な値が検出された。床組とアーチ部材が相互に同等の振動特性で振動していると判断される。

最後に本橋の実験ご協力を賜りました関係各位に感謝の意を表します。

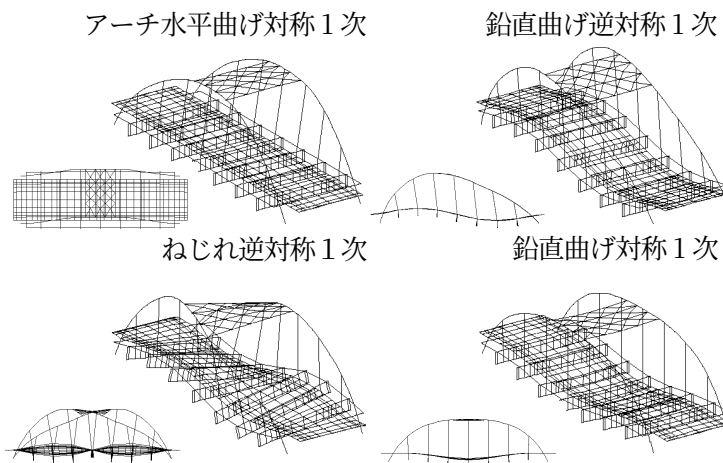


図-4 解析によるモード図

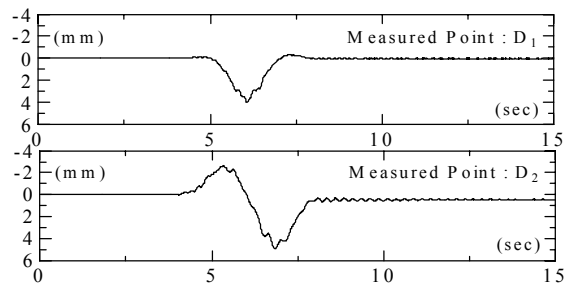


図-5 動的応答変化の一例

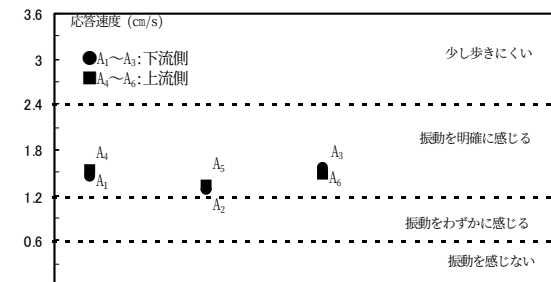


図-6 振動感覚の恕限度

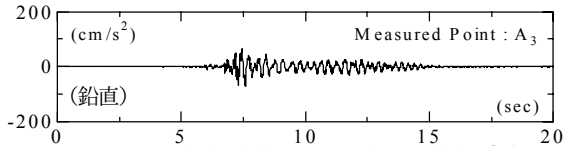


図-7 走行試験による床組の応答加速度

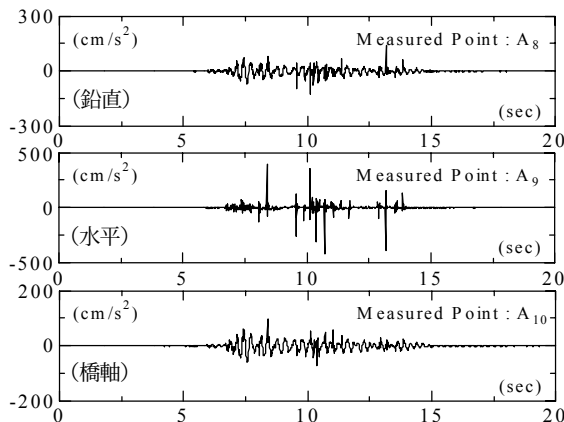


図-8 走行試験によるアーチ部材の応答加速度