

木製中路式アーチ車道橋の動的挙動に及ぼす縦桁の影響

金沢工業大学大学院 学生員 ○中田 雄太

金沢工業大学 フェロー 本田 秀行

1. まえがき 本研究で対象とした橋原橋は、縦桁と横桁を有する床組構造であり、従来のアーチ橋で主に採用されてきた横桁のみで木製床版を吊っている構造と異なり、橋軸と橋軸直角方向の荷重分配を考慮した本格的な中路式アーチ車道橋である。そのため、このような床組構造に対して、実橋実験による剛性評価や構造特性の検証などがほとんど行われていないのが現状である。このことから、本研究では、本橋を対象に静的実験および動的実験を実施し、実験で得たデータ分析の結果と3次元構造解析結果の両面から本橋の構造特性に検討すると同時に、縦桁を有することによる本橋の動的特性および動的挙動に検討を加える。本橋の設計概要を表-1、側面図を図-1、平面図を図-2に示す。

2. 縦桁の構造特性評価 本橋の縦桁の構造特性を検討するため、本橋と形式および規模が同程度のおおさる橋と神の森大橋と比較・検討を行った。図-3に近代木橋に対する最大支間長と鉛直曲げ基本固有振動数に対する減衰定数の関係を示す。また、図-3に本橋と同形式である神の森大橋とおおさる橋の実験値を示す。同規模の支間長であるおおさる橋と比較すると、実験当初、縦桁を有する本橋の方が減衰定数が大きくなると予測していたが、おおさる橋と同等の結果であった。すなわち、本橋はRC床版よりも軽い木床版をアーチ部材で吊っている構造や縦桁の構造が鋼橋に見られるような橋軸方向の荷重分配を期待する鉛直曲げ剛性を考慮した縦桁ではなく、床版を支える簡易的な受桁を兼ねた補剛桁であることが起因していると思われる。このことから、近代木橋の中路式アーチ橋の減衰性能を高めるためには、橋軸方向の荷重分配の効果を期待する鉛直曲げ剛性が大きい縦桁の設計が必要であると思われる。そこで、解析的に縦桁の断面の大きさを変更して縦桁の構造特性を検討することにした。

3. 解析方法 最初に床版を SHELL 要素、アーチ部材を含めたそれ以外の部材を BAR 要素で構成した3次元構造モデルを作成して固有値解析を行う。次に縦桁のみの断面を実在橋の1.5倍、2倍、1/1.5倍、1/2倍に変更したそれぞれの構造解析モデルを作成して固有値解析を行う。なお、縦桁の断面を変更するに合わせて断面2次モーメント、ねじれ定数もそれぞれ変更されている。

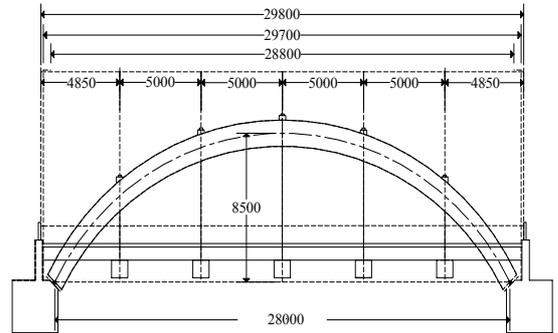


図-1 側面図

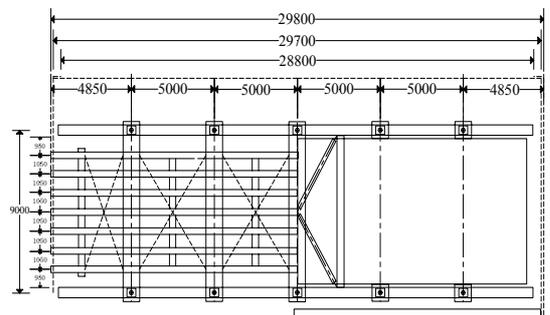


図-2 平面図

表-1 設計概要

架設年	2007年4月
橋種	車道橋
形式	中路式アーチ橋
橋長	29.8m
アーチ支間長	28.0m
幅員	車道 5.0m 歩道 2.0m
設計活荷重	A活荷重
使用部材	主要部材：スギ集成材 吊材：構造用ストランドロープ ストラット：鋼管 横構：鋼管 床版：木床版
縦桁の断面	400×600 (mm)
支承部	ゴム支承(2.2cm)使用
アーチ部	クラウン部1箇所継手

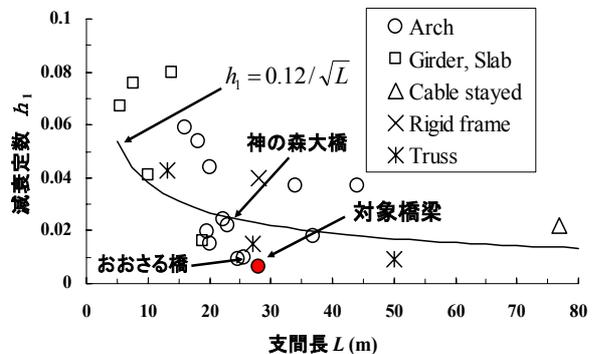


図-3 支間長と減衰定数

近代木橋, 中路式アーチ橋, 縦桁

〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 金沢工業大学大学院 Tel.076-248-1100

4. 固有値解析 解析方法で示したそれぞれの構造解析モデルで固有値解析を行った結果を表-2に示す。本橋を代表する振動モードである鉛直曲げ逆対称1次振動モードで解析結果を比較してみると、縦桁の断面を大きくした場合は固有振動数の変化が見られるが、小さくした場合には若干の変化しか見られないことが確認できる。このことから、縦桁の断面の設計値の妥当性が検証されたと同時に、縦桁の大きさが鉛直曲げ剛性を高めることに起因していることが考えられる。

5. 3次元動的応答解析 固有値解析と同様の構造解析モデルで3次元走行車両による本橋の3次元動的応答解析を行った。一例として、196kNの大型車両が下流側を10kmで走行した場合のA₁点の実験および解析での加速度波形を図-5に示す。図-4にセンサー配置図を示す。図中の●(A₁~A₆)はサーボ型振動速度計であり、橋梁の振動を計測する測定点である。なお、解析点も同様の位置である。図-5の実験波形と設計値で作成した解析モデルでの解析波形を比較してみると、よく一致していることが確認できる。このことから、構造解析モデルの妥当性が確認された。また、縦桁の大きさの違いによる解析波形の変化は、固有値解析での固有振動数の変化よりも3次元動的応答解析の方が明確に表れていることがわかる。この結果から、縦桁は動的な影響による橋軸方向の荷重分配の効果を期待するものであることが判断できる。

6. まとめ 固有値解析および3次元動的応答解析の結果より、縦桁には橋軸方向の荷重分配を高める効果があることが考えられる。また、本研究で得られた結果や知見が今後の近代木橋の設計係数や維持管理の基礎資料となれば幸いである。今後も縦桁の配置法を含め、走行車両による3次元動的応答解析での検討を進めたい所存である。

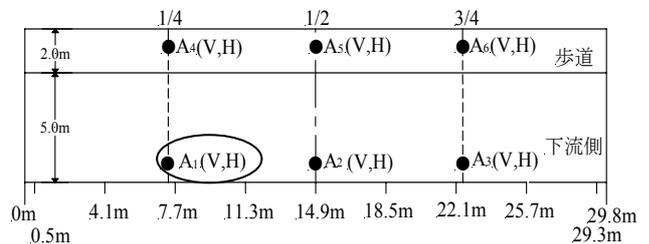


図-4 センサー配置図

表-2 固有値解析結果

振動次数	振動モード	固有振動数 f_i (Hz)							
		実験値			解析値				
		常時	砂袋	走行	設計値	1.5倍	2倍	1/1.5倍	1/2倍
1	アーチ水平対称1次	1.25	-	-	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
2	鉛直曲げ逆対称1次	4.83	4.79	4.88	4.72	6.24	8.41	4.30	4.23
3	鉛直曲げ対称1次	5.28	5.30	5.30	5.61	-	-	5.72	5.76
4	ねじれ逆対称1次	7.98	7.71	7.71	8.03	9.17	10.50	5.63	5.59

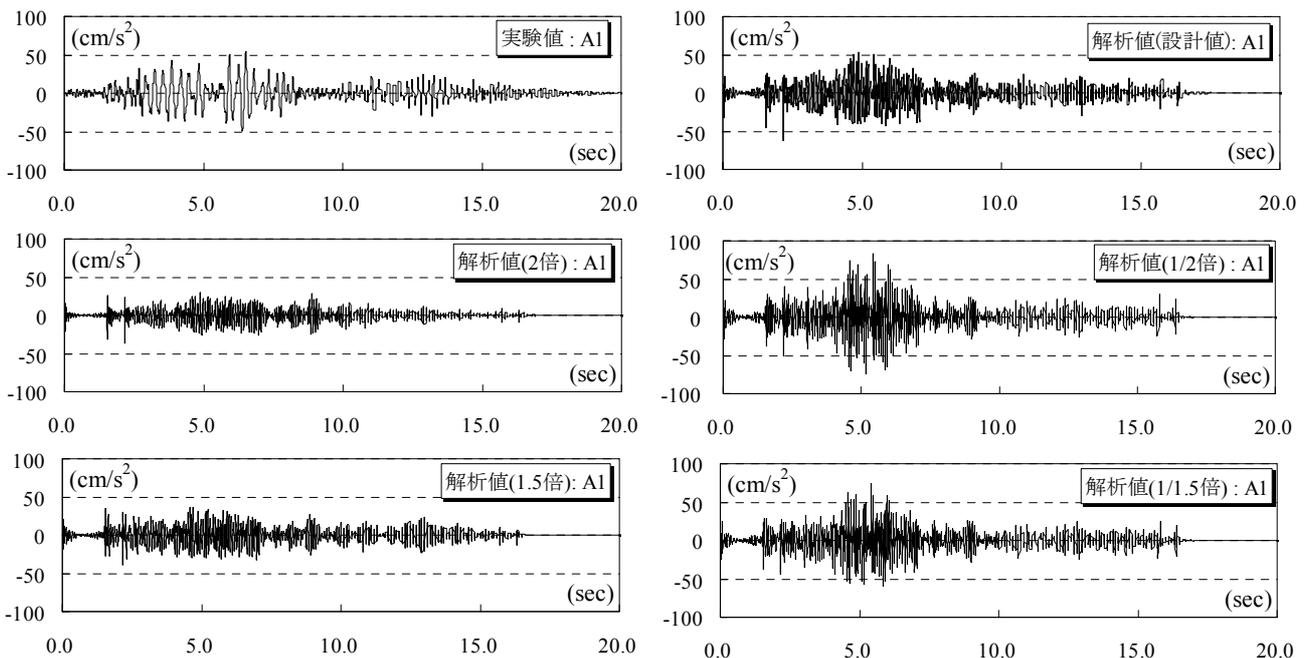


図-5 3次元動的応答解析結果