木製中路式アーチ車道橋の構造特性評価

金沢工業大学大学院　学生会員　○中田　雄太　　金沢工業大学　フェロー　本田　秀行

１．まえがき　対象橋梁は、高知県高岡郡檮原町に町産の木材の有効活用､地域の活性化などを目的として架設された木製中路式アーチ車道橋である。さらに、集成木材橋梁では､我が国で最大規模を誇る木製中路式アーチ車道橋であり､構造性能などの実態を把握することは重要な事項と考えられる。また、近代木橋の剛性評価に関する研究はあまり進んでいないのが現状であり､今後の維持管理や近代木橋の発展には貴重な情報である。そこで、平成 19 年 8 月に本橋に対して静的実験及び動的実験を実施した｡本橋の一般図を図-1 に、設計概要を表-1 に示す。

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、約 30kg の砂袋を約 50cm 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、その時の応答速度を測定した。実験で使用される試験車両は約 20tf のダンプ車を 1 台用い、静的載荷試験では試験車両を 1 台載荷させ、鉛直たわみを 0.1mm 以下の精度で測定した。試験車両走行試験では、試験車両を 1 台走行させた時の応答速度、応答加速度、応答変位を測定した。試験車両の走行速度は徐行，10km/h，20km/h である。

３．実験結果　**(1)静的特性**　図-3 に一例として下流側中央 1 台載荷時の実験たわみ値と解析たわみ値を示す。本実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、実験値と解析値が近く、形状も一致していることから、アーチ構造の特性を示す挙動が確認できた。

(2)固有振動特性　表-3 に本橋の固有振動数の実験値と解析値を示す。図-4 は、固有値解析での振動モードを示している。表-3 より 6 次振動以降では若干の差異が見られるが、5 次振動まではよく一致していることから、ある程度の解析モデルの妥当性が検証された。図-5 に近代木橋の最大支間長と鉛直曲げ基本固有振動数の関係を示す｡図-5 より、鉛直曲げ基本固有振動数の観点から、本橋は一般的な道路橋とほぼ同等な剛性で設計されているものと評価される。

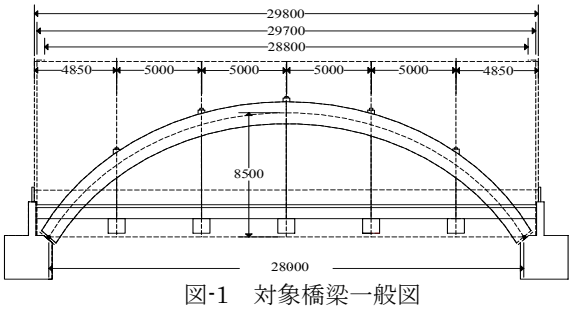

図-1　対象橋梁一般図

表-1　設計概要

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	主にスギ集成材

表-2　実験項目

静的実験	静的載荷試験
動的実験	常時微動測定試験
	砂袋落下衝撃試験
	試験車両走行試験
その他実験	路面凹凸測定試験

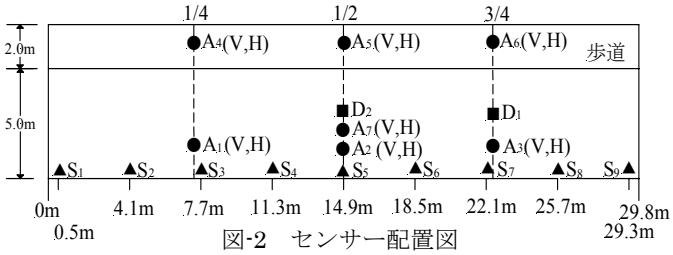

図-2　センサー配置図

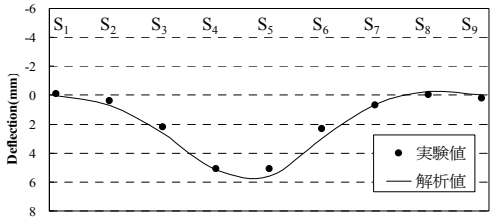

図-3　静的特性

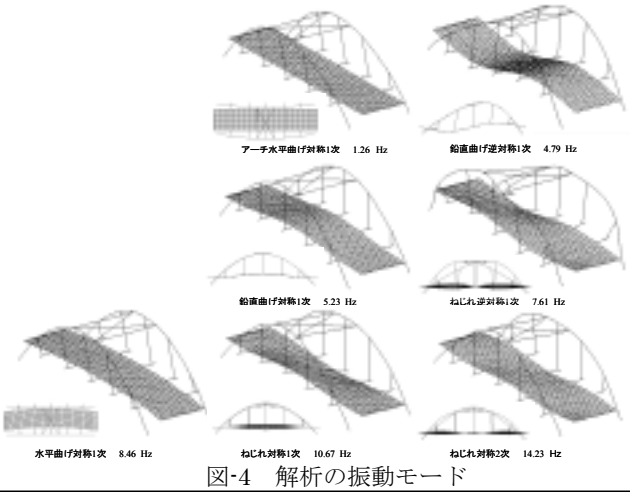

図-4　解析の振動モード

中路式アーチ車道橋，構造特性，近代木橋，剛性評価

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

(3)減衰特性　表-3 に減衰定数を示す。図-6 には減衰自由振動波形の一例を示し、図-7 に対象橋梁の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。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 0.0062 と考えられる。図-7 より近代木橋の減衰定数と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を示す概算式で比較すると、明らかに本橋の減衰定数の方が小さい。これは床組をアーチ部材で吊っている中路式アーチの構造特性に起因していると考えられる。

(4)動的増幅率　動的増幅率は、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から除して算出した。図-8 は、従来の近代木橋の設計衝撃係数 0.25 および、提案係数 i=16/(30+L)、鋼橋での一般的な概算式 i=20/(50+L)と実橋実験より得られた実験値(0.085)を比較したものである。本橋においては、支間長に対して設計衝撃係数 0.25 を下回っている。この値との単純な比較は困難である。しかし、動的増幅率を一つの動的応答係数(衝撃係数)と考えた場合、本橋は安全側に評価された設計値が用いられたものと思われる。

(5)振動使用性　図-9 に日常的に起こりうる最大速度(20km/h)で車両が走行した時の各応答速度と振動の恕限度を示す。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恕限度と考え評価する。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。本橋では、計測点の大半が「振動をわずかに感じる」に属している。従って、本橋での振動感覚が「歩きにくい」となることは考え難いと判断でき、本橋の架設地点での日常交通量を考えると、本橋の振動使用性として特に問題が無いものと思われる。

４．まとめ

本研究では、実橋実験と解析から構造特性を検証した結果、実験値と解析値との整合性のある結果が得られた。本研究で同定された値が近代木橋の維持管理や設計係数値の評価に参考になれば幸いである。

今後は、本橋の走行車両による 3 次元動的応答解析を行い、解析的に動的性能を検討して行く所存である。

表-3　固有振動数と減衰定数

振動次数	振動モード	固有振動数 f_i (Hz)		減衰定数 h_i
		実験値	解析値	減衰自由振動
1	アーチ水平対称1次	1.25	1.26	0.0133
2	鉛直曲げ逆対称1次	4.79	4.79	0.0062
3	鉛直曲げ対称1次	5.30	5.23	0.0016
4	ねじれ逆対称1次	7.71	7.61	0.0038
5	水平曲げ対称1次	8.30	8.46	0.0018
6	ねじれ対称1次	9.64	10.67	0.0064
7	ねじれ対称2次	12.65	14.23	0.0013

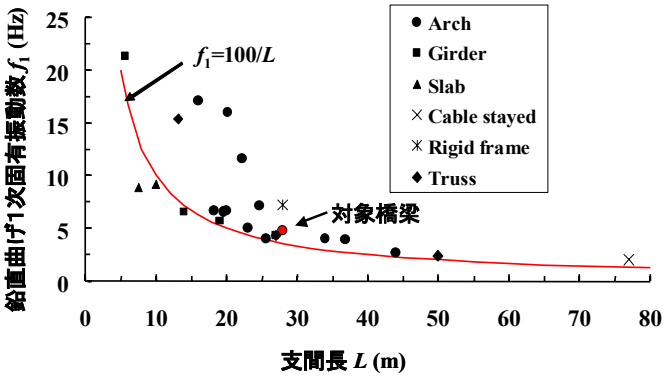

図-5　支間長と鉛直曲げ 1 次固有振動数

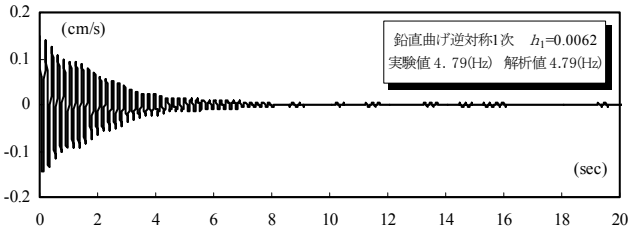

図-6　減衰自由振動波形の一例

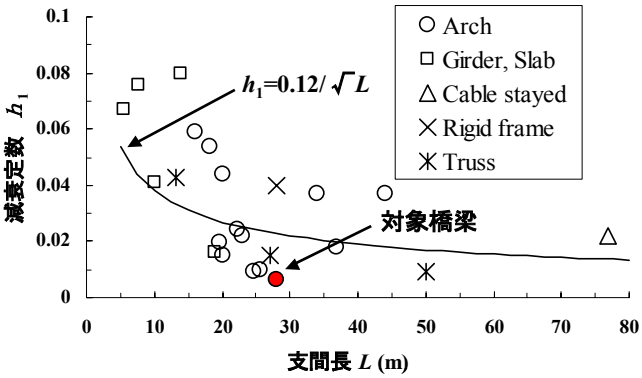

図-7　支間長と減衰定数

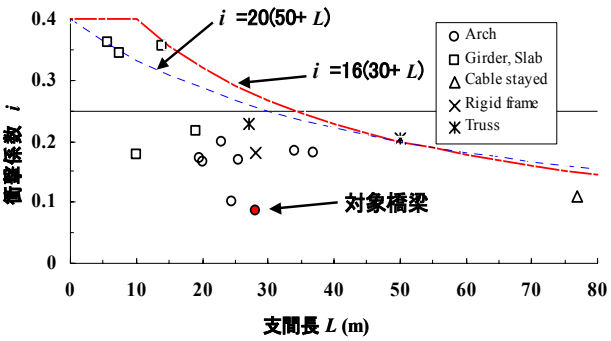

図-8　支間長と衝撃係数

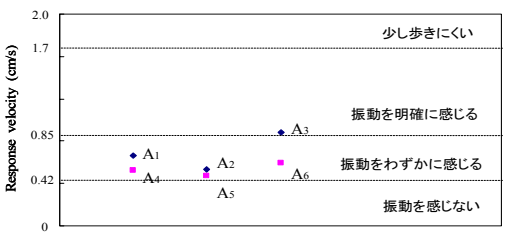

図-9　振動使用性の一例