

近代木歩道橋（神楽橋）の構造特性と振動性状

金沢工業大学大学院 学生員 ○山田 基司
 川田建設株式会社 正会員 古村 崇
 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富山県新湊市に架設された神楽橋（仮称）は、県内でも初の本格的な木橋で、集成材を用いた下路式アーチ木歩道橋である。本橋の一般図を図-1、設計条件を表-1に示す。本橋は、わが国での下路式アーチ木橋では珍しい構造形式である橋軸方向の荷重分配効果をもたらす縦桁の配置、部材断面の設計法、雨水対策に基づく耐久性対策法などが採用されている。平成14年7月12日に本橋の実橋実験を行った。静的試験および動的試験から得た実験値および3次元構造解析での解析値の両面から、本橋の剛性評価や振動特性、などの検証を行った。

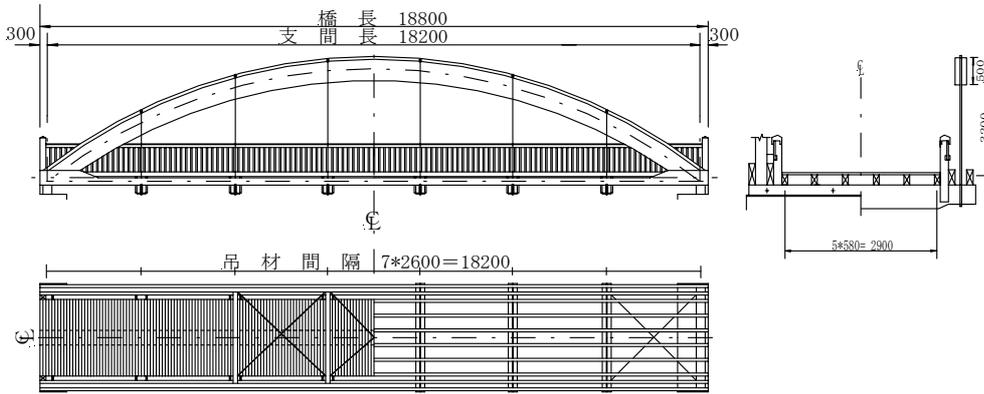


図-1 神楽橋一般図

表-1 設計条件

橋種	歩道橋
アーチ形式	木製下路式アーチ
アーチ種類	ローゼタイプ
橋長	18.8m
支間長	18.2m
幅員	3.0m
主構造	主にベイマツ集成材

表-2 実験概要

静的実験	静的載荷実験
動的実験	常時微動測定試験
	砂袋落下衝撃試験
	人力加振試験

2. 実験概要

表-2に実験項目を示す。そして各試験で用いた測定点の位置と番号を図-2に示す。静的載荷試験では、総重量4.41kNのH鋼を用いて支間L/4点、L/2点、3L/4点の踏板(幅員方向)載荷させた。載荷後0.1mm精度での測定が可能な2台のオートレベル計で鉛直たわみ値を測定した。常時微動測定試験では、橋梁に外力がない状態で本橋の応答加速度、応答速度を測定した。砂袋落下衝撃試験では、約0.294kNの砂袋を高さ1mから落下させ鉛直曲げやねじれ加振を与え、その時の応答速度を測定した。人力加振試験では、歩行者1人や2人、5~6人を屈伸や歩行、走行させることにより共振振動を行う。この時の応答加速度を測定した。本橋は市立中央病院の近くに架設されていることから、歩行試験や走行試験に関しては、被験者を歩行者、車椅子に乗っている人を対象として振動感覚についてアンケートを実施した。

表-3 アンケート項目

No.	振動感覚ケース
①	振動を感じない
②	少し振動を感じる
③	明らかに振動を感じる
④	少し不快感を感じる
⑤	大いに不快感を感じる

3. 実験結果

(1)固有振動特性 動的実験から得られた本橋の固有振動数の実験値と解析値と振動モードの結果を表-4に示す。MSC/NASTRANを用いて図-3に示す3次元構造解析モデルを作成した。固有値解析結果による振動モードを図-4に示す。これから、アーチ曲げ1次、水平曲げ1次、ねじれ逆対1次、鉛直曲げ1次、ねじれ対称1次、鉛直曲げ対称2次の固有振動数が本橋で特に卓越している。実験値と解析値を比較すると、各振動モードで両者に差異が生じ、精度の高い解析モデルの再検討が必要である。

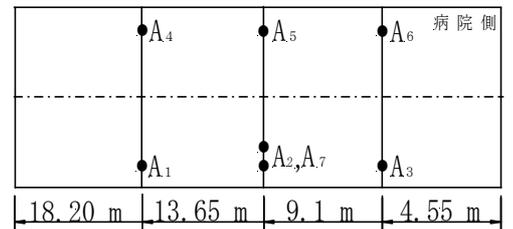


図-2 動的試験でのセンサー配置

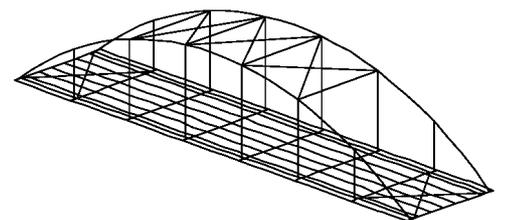


図-3 3次元構造解析モデル

(2)静的特性 静的载荷の一例として、支間 L/4 点(病院側)での载荷時に対する実験値と解析値を図-5 に示す。横梁上に载荷時した時の実験値と解析値はほぼ一致している。しかし横梁がない所に载荷した場合は実験値と解析値に差異が生じた。これは床版の構造が踏板単体で出来ているため、床版自体の局部的なたわみが生じていることに起因している。

(3)減衰特性 表-4 に減衰定数を示す。減衰自由振動波形より得られた減衰定数は鉛直曲げ逆対称 1 次振動で 0.0054、ねじれ逆対称 1 次振動で 0.0162 の値が得られた。一般的なコンクリート橋など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は 0.0281 である。この値と本橋の減衰定数を比較すると本橋の減衰定数のほうが小さい。これは本橋の下路式アーチとしての構造上の特性に起因しているものと考えられる。

(4)使用性 本研究では、人力加振試験で得られた応答速度の実効値から本橋の使用性を評価した。各ケースの応答速度の実効振幅から求めた使用性の評価を図-6 に示す。橋梁に対する使用性を評価するために、橋梁が振動して歩行者が受ける振動感覚の限度を表-3 に示している。

図-6 より、1、2 人歩行では被験者が『振動を全く感じない』ことが認められる。5 人走行、5 人ランダム走行になるにつれて振動を少し感じ始めているのが認められる。

被験者によるアンケート結果より、2 人歩行による被験者の回答はすべて『振動を感じることはない』であった。5 人ランダム走行での被験者の回答は、半数が『明らかに振動を感じる』の回答であった。そして、最も被験者が『振動を感じる』回答が多かったのは、5 人走行であった。これは 5 人が共振しながら走る試験内容であるが、ランダム走行では振動を打ち消しあう相殺効果も認められた。そのため、上記のような結果を生じたものと推測される。

4. まとめ 実橋実験と解析の両方から構造特性を検証した結果、使用性に関して問題がないことが検証された。しかし、本橋の実験値と 3 次元構造解析における解析値の両者が精度の高い整合性を得られるための 3 次元構造解析モデルの検討が必要であり、後の課題としたい。

参考文献 1) 田中信治、歩道橋の振動使用性、橋梁交通振動に関するコロキウム論文集 PART A、pp. 55 ~60、1995。

表-4 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)		解析値	減衰定数
		実験値			
		常時微動	砂袋落下		
1	アーチ1次水平曲げ対称1次	2.63	2.63	2.77	0.0095
2	水平曲げ対称1次	4.41	***	5.22	***
3	鉛直曲げ逆対1次	***	6.64	6.18	0.0054
4	ねじれ逆対称1次	6.93	6.93	7.53	0.0162
5	鉛直曲げ対称1次	10.44	10.35	9.69	0.0011
6	水平曲げ対称2次	***	***	10.66	***
7	ねじれ対称1次	***	13.57	12.46	0.0181

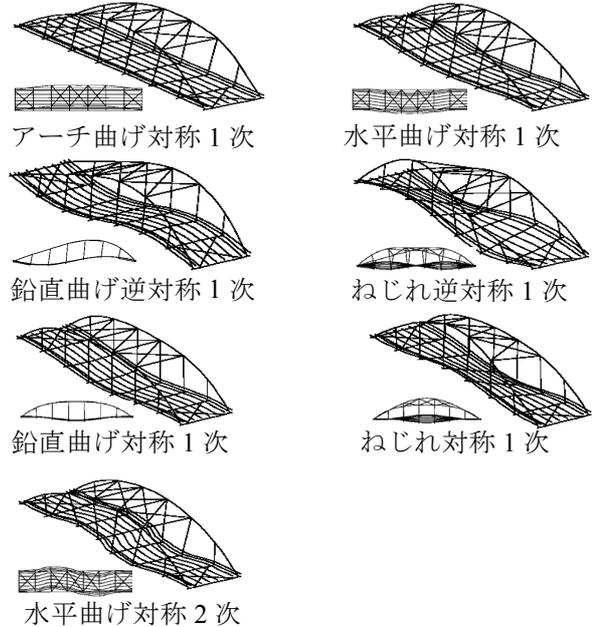


図-4 解析による振動モード

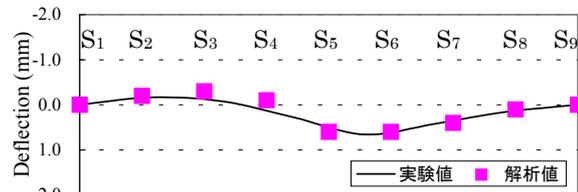


図-5 静的载荷の一例

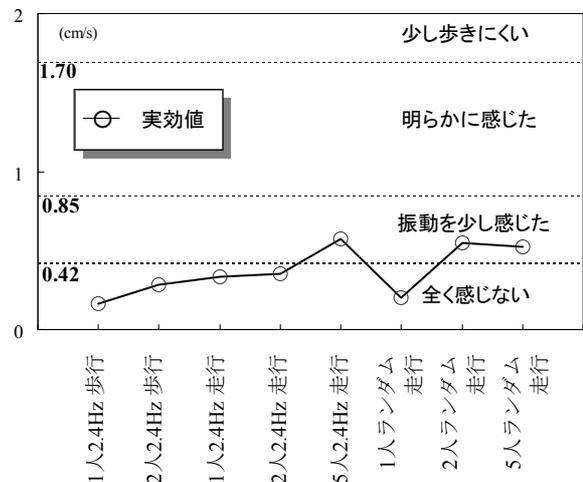


図-6 使用性(実効値)