

## 大規模木製トラス車道橋の構造モデル化と動的挙動

金沢工業大学大学院 学生会員 ○伊東隆博 金沢工業大学 フェロー 本田秀行

**1. まえがき** かりこぼうず大橋は宮崎県児湯郡西米良村に平成 15 年に架設された地元産材のスギ集成材を用いたキングポストトラス木車道橋であり、世界最大の木製トラス橋である。本橋は一般的な集成材木車道橋と比べ大規模な木車道橋であり、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。そこで本研究では、過去の実験結果と構造解析を行った結果<sup>1)</sup>を踏まえた上で新たに FORTRAN 言語でのプログラムにより、実際の構造により近い忠実なモデルと中間的なモデル、簡易的なモデルの 3 種類の床組構造の違う 3 次元構造解析モデルを作成した。そして、固有値解析と 3 次元動的応答解析から、実験値と解析モデル化の相違による解析値との比較を行い、構造解析モデル化と動的挙動に対して検討を行う。本橋の側面図と設計概要を図-1、表-1 に示す。

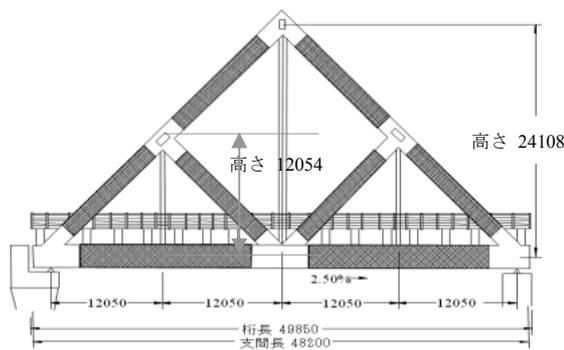


図-1 側面図

表-1 設計概要

橋種	車道橋
形式	キングポストトラス
桁長	49.85m
支間長	48.2m
幅員	7.0m (車道部)
設計活荷重	A活荷重
縦断勾配	250%
横断勾配	-1.50%
舗装	アスファルト舗装
床版	プレストレスト木床版
使用部材	地元スギ集成材

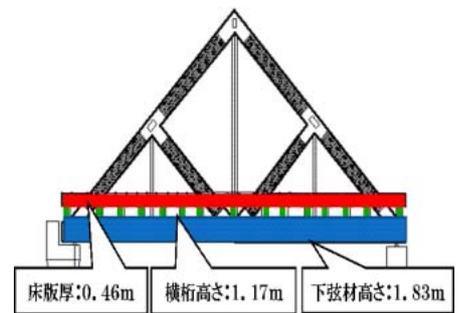


図-2 各部材の寸法

**2. 3次元構造解析モデルと固有値解析結果** 図-2に本橋の床組構造の床版、横桁、下弦材の寸法を示す。この合計約 3.5m と顕著に巨大な床組構造に対し、床版厚、横桁高さ、下弦材高さを忠実に面要素で構成し、実際の床組構造を忠実に再現した解析モデルをモデル A とする。しかし、モデル A はトラス部も面要素で作成し木材特有の異方性についても考慮することで、さらに実橋に忠実な構造モデル化とすべきであるが、プログラムの作成上の制約により棒要素で作成した。図-3にモデル A の詳細図を示す。床版厚、下弦材高さを面要素、横桁高さを棒要素とし棒要素（剛体要素）を用いることでモデル A より簡易な構造モデル化ではあるが、解析モデルに高さを再現した中間的な解析モデルをモデル B とし、図-4にモデル B の詳細図を示す。床版厚を面要素、横桁高さ、下弦材高さを棒要素で作成しこれらを下弦材の図心を基準とし同一平面として簡略化した解析モデルをモデル C とする。図-5にモデル C の詳細図を示す。表-2に本橋の平成 15 年度に行われた実験の振動モードと固有振動数の実験値とモデル A、B、C の解析値を示す。全てのモデルにおいて実験値と解析値の振動モードの出現順は同様となっている。モデル A の固有振動数の解析値は実験値と比べ差異が他の 2 モデルより大きい。特に鉛直曲げ振動における剛性が高くなっている。モデル B は概ね一致していると言える。モデル C では全体的に実験値と解析値に若干の差異が見られ、特に振動次数が高次になるほど差異が大きくなっている。

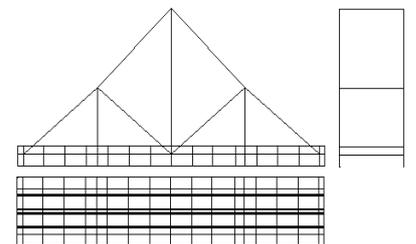


図-3 解析モデル A

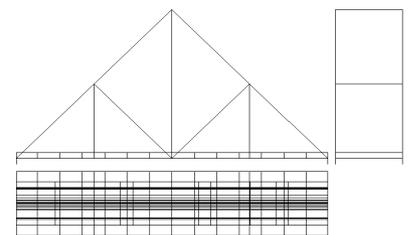


図-4 解析モデル B

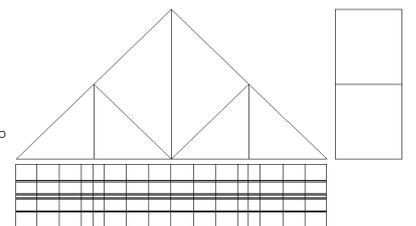


図-5 解析モデル C

キングポストトラス木車道橋, 3次元構造解析モデル, 3次元動的応答解析

連絡先〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇ヶ丘 7-1 金沢工業大学大学院 環境土木工学専攻

表-2 固有振動数と振動モード

振動次数	振動モード	固有振動数 (Hz)			
		実験値	解析値		
			モデルA	モデルB	モデルC
1	トラス水平	1.00	0.86	0.99	0.75
2	鉛直曲げ対称1次	2.46	2.61	2.46	2.58
3	ねじれ対称1次	3.30	2.68	3.18	3.36
4	鉛直曲げ逆対称1次	4.86	5.28	4.87	4.61
5	ねじれ逆対称1次	6.74	8.14	6.71	5.71
6	鉛直曲げ対称2次	7.16	10.61	7.21	5.83

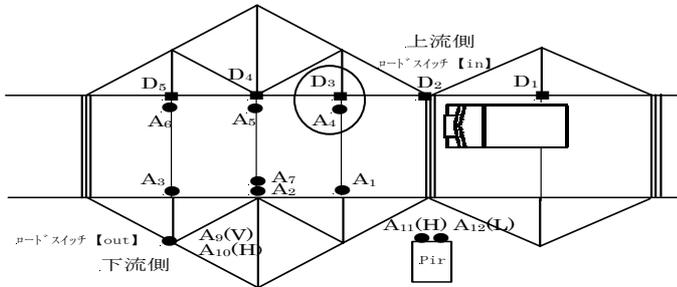


図-6 センサー配置図

3. 3次元動的応答解析 図-6に試験車両走行試験におけるセンサーの設置位置を示す。図中の●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。■はゲージ型振動変位計で橋梁の振動変位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。本研究では路面凹凸を考慮した車両-橋梁の運動方程式を直接積分法による Newmark's  $\beta$  法を用いて解析を行い、減衰マトリックスは Rayleigh 減衰を仮定し、係数については対象橋梁における実橋実験より得られた固有振動数および減衰定数から決定している。図-7に本橋の路面形状を示す。車両モデルは3次元11自由度系車両モデルを用いて数値計算を行う。一例として196kNの大型車両が上流側を20km/hで走行したときの実験および解析での応答変位、応答加速度を図-8、9に示す。図-8、9からモデルAの応答変位と応答加速度は実験値と比べ非常に小さくなっている。モデルB、Cの応答変位は若干の差異があるが形状や最大値と最大値の位置は概ね一致している。モデルBの応答加速度は他のモデルより大きな波形となっていることがわかる。また、モデルCの応答加速度は波形の形状に近いが、非常に小さいため実験値と一致しているとは言い難い。この結果から、3つの構造解析モデルの床組構造の相違が及ぼす影響が明確に表れていることがわかる。

4. まとめ 固有値解析および3次元動的応答解析の結果、各構造解析モデルの整合性が高いとは言い難い。よって今後も、走行車両による対象橋梁の3次元動的応答解析を行い、応答の振動波形を含む動的応答特性から今後の課題を含めた構造解析モデル化法に検討を加えて行く所存である。

参考文献 1) 伊東隆博・本田秀行：大規模木製トラス車道橋の構造モデル化と構造特性,第7回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集, pp.21-28,2008年8月。

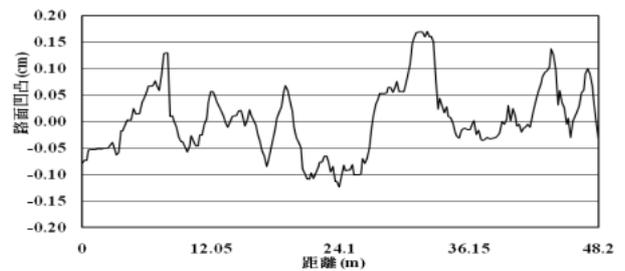


図-7 路面凹凸形状

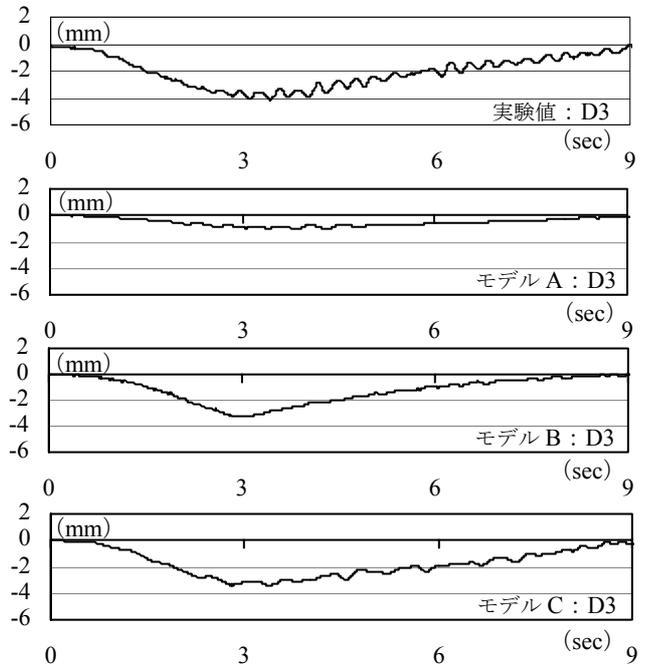


図-8 3次元動的解析による応答変位の一例

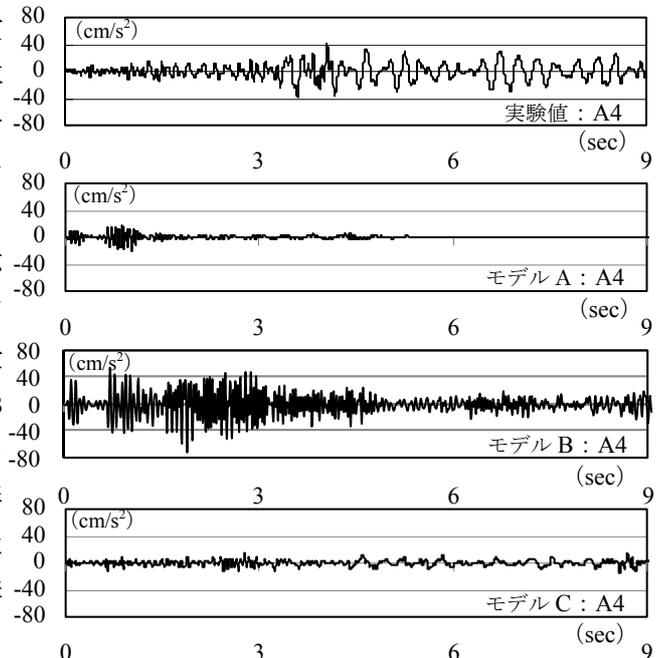


図-9 3次元動的解析による応答加速度の一例