

大規模木製トラス車道橋の床組構造の高さの変化による構造性能

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 近年、我が国では構造用集成材を用いた木橋の建設技術はめざましい発展を遂げており、スパンの長大化と多形式化が進んでいる。それに伴い様々な研究が行われている。しかしながら、それらの研究において3次元構造解析モデルに関しては多種多様であり、一般的な構造モデル化が無いことが現状である。そこで、本研究ではかりこぼうず大橋を対象橋梁とした。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。実際の構造により近い忠実な3次元構造解析モデルを作成した。固有値解析と車両走行による3次元動的応答解析から、実験値と解析値の比較を行い、さらに、床組構造の高さを変化させた固有値解析と車両走行による3次元動的応答解析を行う。そこから、構造解析モデル化と構造性能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。

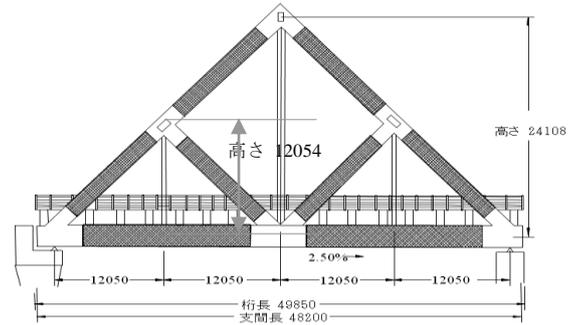


図-1 側面図

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

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、床版厚を面要素、下弦材高さ、上弦材、横桁高さを棒要素とし下弦材と横桁の間に棒要素(剛体要素)を用いることで簡易的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解析モデルとなっている。図-4にモデルの詳細図を示す。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解析値を示す。実験値と解析値の振動モードの出現順は同様となっており、実験値と解析値の固有振動数は概ね一致していると言える。

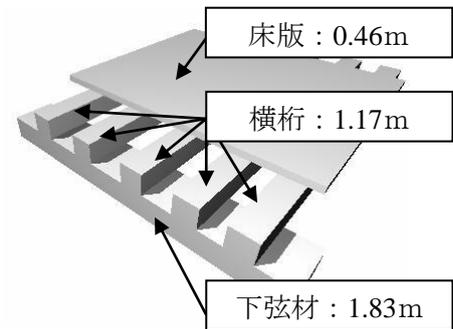


図-2 各部材の寸法

3. 走行車両による3次元動的応答解析 図-3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 β 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-4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30km/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-5、6に示す。図-5、6より実験値と比較して応答変位は波形の形状と最大値の位置がほぼ一致している。応答加速度では波形の最大値においては差異が見られるが、波形の形状はほぼ一致していることが見て取れる。

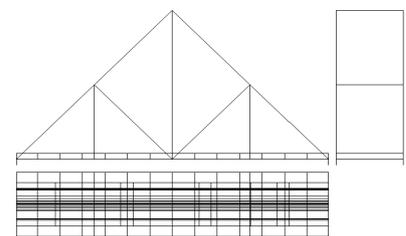


図-3 構造解析モデル

表-2 振動モードと固有振動数

振動次数	振動モード	固有振動数 (Hz)	
		実験値	解析値
1	トラス水平	1.00	0.99
2	鉛直曲げ対称1次	2.46	2.46
3	ねじれ対称1次	3.30	3.18
4	鉛直曲げ逆対称1次	4.86	4.87
5	ねじれ逆対称1次	6.74	6.71
6	鉛直曲げ対称2次	7.16	7.21

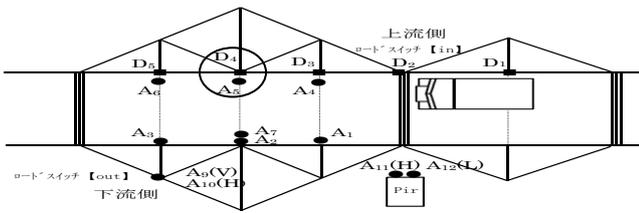


図-3 センサー配置図

4. 床組構造の高さの変化による固有値解析と3次元動的応答解析

次に床組構造の高さの変化による影響を調べるため本来の床組構造の高さである3.46mを基準とし0.5m間隔で床版と下弦材の間にある横桁の高さを変化させることにより、解析モデルの床組構造の高さを変化させた。固有値解析の結果を表-3に、車両走行による3次元動的応答解析の一例として車両が上流側30km/hで走行した時のA5点における応答加速度を図-7に示す。表-3より、基準とした3.46mより高くしたモデルでは鉛直曲げ振動に対する剛性が高くなり、逆にねじれ振動の剛性は低くなる傾向が見られる。図-7より、3次元動的応答解析の結果を見ても床組構造を高くするにつれ応答加速度の波形の形状は変化がないが、最大値は小さくなる傾向にある。

5. あとがき 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。また、床版以外の部材を棒要素で作成し剛体要素を用いることで実際の高さを再現しているため、この解析モデルはより実橋に近い剛性を得たと考えられる。床組構造の高さの相違の影響が振動特性に明確に表れた。そのため本研究のように巨大な床組構造の高さを考慮し、モデル化する場合は、実際の高さと同様の高さを持たせることが最良のモデル化と言える。

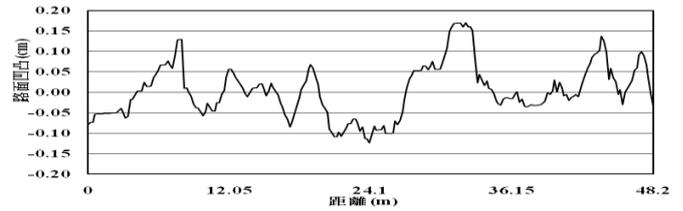


図-4 路面凹凸形状

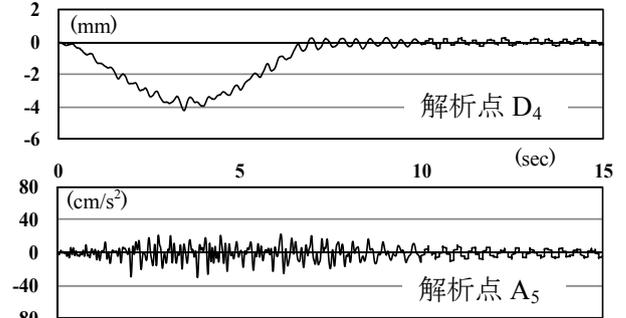


図-5 実験波形一例

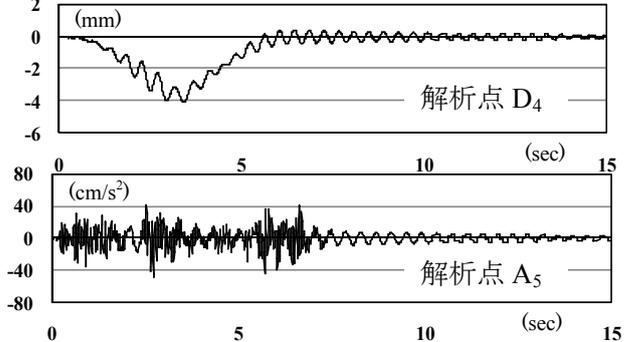


図-6 解析波形一例

表-3 高さの変化による振動モードと固有振動数

振動次数	振動モード	固有振動数 (Hz)				
		解析値				
		2.46m	2.96m	3.46m	3.96m	4.46m
1	トラス水平	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
2	鉛直曲げ対称1次	2.38	2.40	2.46	2.55	2.66
3	ねじれ対称1次	3.21	3.20	3.16	3.09	3.01
4	鉛直曲げ逆対称1次	4.56	4.66	4.90	5.22	5.58
5	ねじれ逆対称1次	6.70	6.70	6.70	6.68	6.63
6	鉛直曲げ対称2次	6.72	6.92	7.26	7.59	7.93

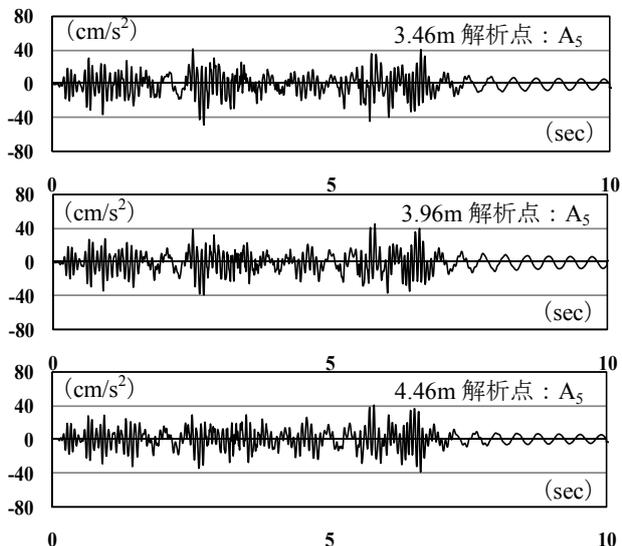
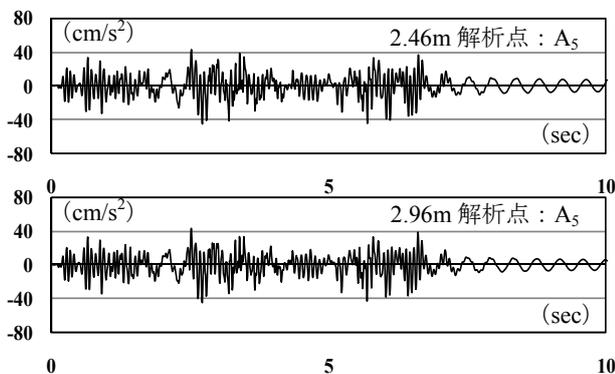


図-7 床組構造の高さの変化による3次元動的応答解析の応答加速度の一例