

走行車両による 4 径間連続プレストレスト木床版橋の動的応答特性の検討

金沢工業大学大学院 学生員 ○高橋宗臣
金沢工業大学 正会員 本田秀行

1. はじめに

近年、構造用集成材を用いた木製橋梁が数多く建設されるようになってきた。一般的に木材は、軽量かつ圧縮と引張が同程度の強度である特性を有している。しかし構造用材料としては強度にばらつきがある。そこで木材の特性を向上させる手段として開発された集成材が大型構造物への実用化に至っている。しかし木製橋梁の構造解析と動的特性評価に関する研究は、世界的にも極めて少ないのが現状である。そこで本研究では、振動特性を把握する目的として木製車道橋の 3 次元構造解析モデルを作成し、走行車両によるその橋梁の 3 次元動的応答解析を行い動的応答特性に検討を加えた。

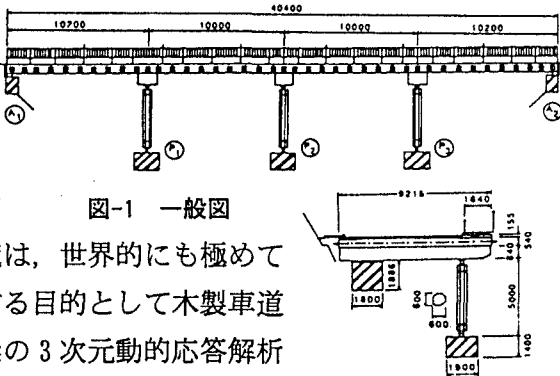


図-1 一般図

2. 動的応答解析 (1)対象橋梁 本研究で対象とした橋梁は、長野県の広域基幹林道台ヶ峰線一号橋として 1996 年 10 月架設された我が国最大規模の 4 径間連続プレストレス木床版車道橋（木のかけはし）である。本橋は設計荷重 25A によって設計され、また図-1 に示す床版及び橋脚に構造用集成材を用いた、全幅員 9.14m 橋長 40.4m の世界的にも最大規模の一等木造車道橋である。この対象橋梁に対する総接点数 240 の 3 次元構造解析モデルを作成した。その 3 次元構造解析モデルを図-2 に示す。

(2)動的応答解析法 本研究では、4 径間連続プレストレス木床版道路橋で、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った。減衰マトリックスの作成においては Rayleigh 減衰を仮定し、時間間隔 Δt を 0.01 秒、 $\beta=1/4$ として解析を行った。なお解析においての減衰定数は実験値の 0.0408 を用い、振動次数によって値は変わらないものとした。

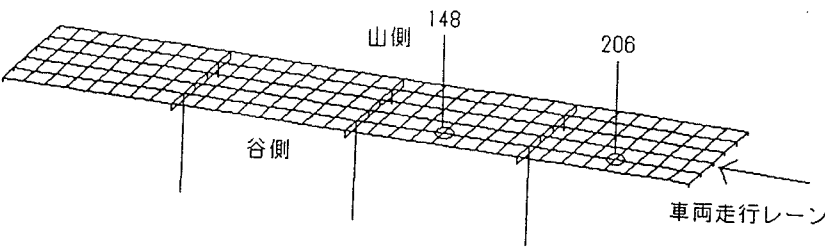


図-2 解析モデル

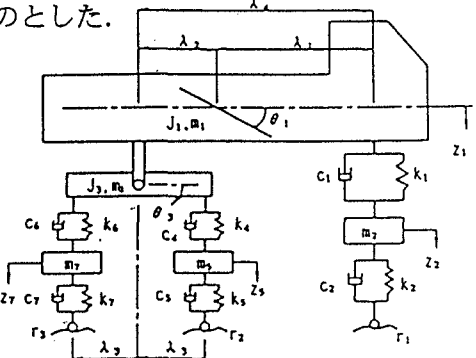


図-3 6 自由度平面車両モデル

(3)路面凹凸

対象橋梁における路面凹凸データは、1998 年 12 月に行われた弾性舗装に対する路面凹凸の実態調査結果を用いた。この路面をパワースペクトル密度による解析を行い、「普通」の路面状態と評価¹⁾できる。この試験結果の路面凹凸を図-4 に示し、図-5 は対象橋梁の路面凹凸パワースペクトル密度である。

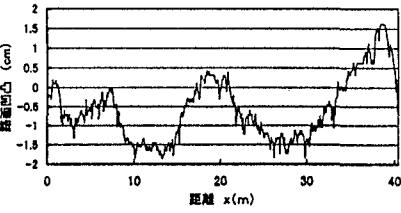


図-4 路面凹凸

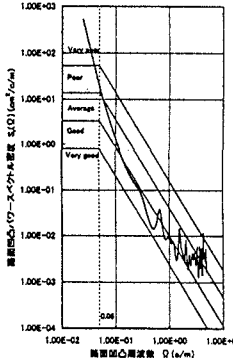


図-5 パワースペクトル密度

(4)固有値解析 対象橋梁の振動特性を求めるために、有限要素法による固有値解析を行った。表-1 に本橋の振動特性の解析値と実験値を、図-6 に各次の振動モード図を示す。本解析で得られた固有振動数と

振動実験で得られた値は比較的よい一致を示しており、各振動モードについては、1, 2, 3, 4 次モードに鉛直曲げモードが得られ一致している。対象橋梁のモデル化について妥当性が確かめられたと考えられる。

表-1 対象橋梁の振動特性

		(Hz)			
	モード次数	1次	2次	3次	4次
実験値	固有振動数	9.180	10.350	12.210	14.450
	振動モード	曲げ1次	曲げ2次	曲げ3次	曲げ4次
解析値	固有振動数	9.440	9.803	12.160	14.201
	振動モード	曲げ1次	曲げ2次	曲げ3次	曲げ4次

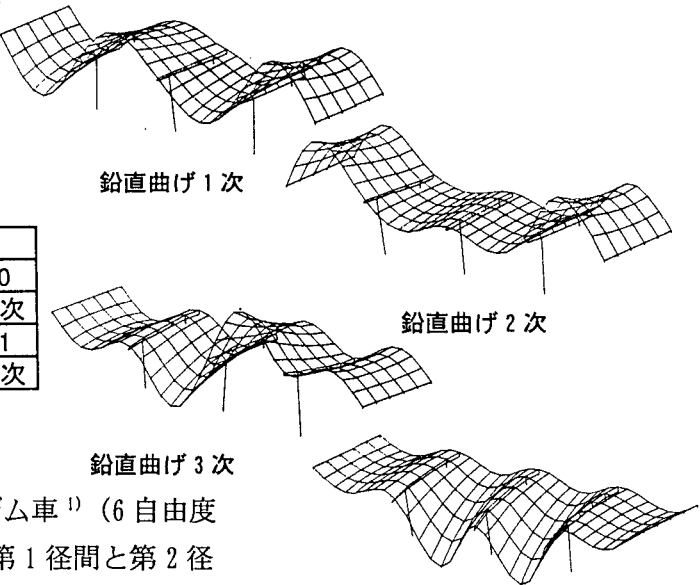
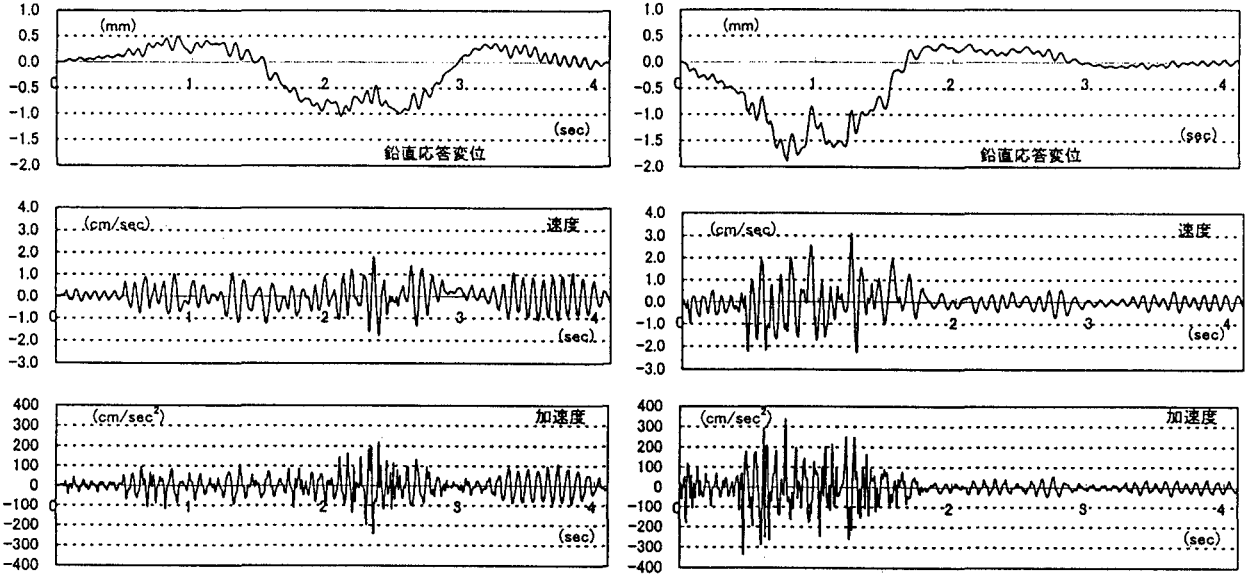


図-6 振動モード

3. 動的応答解析

本研究では走行車両は図-3 に示す 196kN 後軸タンデム車¹⁾ (6 自由度平面車両モデル) 1 台を、30km/h の速度で図-2 に示す第 1 径間と第 2 径間の中央の着目点 2 つ (接点番号 148, 206) を結ぶ谷側車線のレーン上を図の右から走行させた場合の鉛直応答変位、速度および加速度を求めた。

図-7 に着目点 148 および 206 における各波形を示す。また実態調査による路面データに任意的に伸縮継手部での衝撃の影響を与えるために幅約 20 (cm)、2 (cm) の凹型突起形状を加えた。その結果、着目点 206 には車両の進入とともに強い速度、加速度が現れた。本解析により得られた結果は、全体的に大きめの値が得られた。これらについては、本解析で使用した車両が、一本の車両走行レーンを通過するため、大きめの値が得られたと考える。そのため解析に用いる車両を検討する必要がある。また対象橋梁が構造用集成材で造られているため、木材の異方性を考慮し解析をしていないためと考える。さらに本解析で使用した減衰定数は実験値から求めた約 4% の値を用い、各振動次数によって変化をさせなかったため、減衰定数についても各振動次数での値を求め解析を行う必要もある。このように走行車両および路面凹凸が橋梁振動にどの程度影響するかという概略的な値が、直接積分法により得ることができた。今後、走行車両台数、走行車両速度などの移動荷重の検討を行い、動的増幅率の評価等の検討を進める予定である。



着目点148

図-7 動的応答解析の結果

着目点206

謝辞：最後に、本研究をまとめるにあたり、金沢大学工学部の深田宰史助手に貴重な助言、ご指導を頂きました。ここに深甚の謝意を表します。

＜参考文献＞ 1) 橋梁振動研究会 編：橋梁振動の計測と解析，技報堂出版，1993. 10