

集成材林道橋の振動実測と固有振動解析

岩手大学工学部 学生員○大庭 浩

岩手大学工学部 正員 宮本 裕 岩崎正二 出戸秀明

日本大学工学部 正員 五郎丸 英博

1. はじめに

近年、木材資源の有効活用と、木材加工技術の発展により、品質、強度の安定した構造用集成材の製造が可能になったことから、集成材を主材料とした車道橋の試みが主に林道橋を中心に行われている¹⁾。その中で、今回秋田県内の林道に架設された集成材林道橋3橋（揚ノ沢橋、鶴養橋、坊川橋）に対し、その動的特性を明らかにするため、常時微動法と車両走行法による振動実測を行い、実測値と固有振動解析結果の比較検討を行った。著者は、これまで同じ林道橋に対して、大型車の走行実験等による振動実測を行いこれらの橋の動的特性について報告してきた²⁾。今回の実測にあたっては、簡単に実施できる乗用車を用いた車両走行実験を行い、その方法の妥当性について検討した。さらに、実測データの解析に、FFTアナライザを用いることなくMS-EXCELによるFFT解析を行うことで、振動実測システムの簡便化を図った。

2. 現場振動実測法とデータ処理法

本研究では各林道橋に対して、常時微動法、車両走行法の2種類の振動実測を行い、それぞれの測定方法から固有振動数、減衰定数を推定した。常時微動法では橋梁に作用する微弱な振動により生じるランダムな応答加速度を、各測点で10分程度測定し、得られたデータに40回の平均化を施し、MS EXCELを用いたFFT解析によりパワースペクトルを求め、その卓越振動数から各橋梁の固有振動数を推定した。車両走行法では、各橋梁に車両重量1852.4kgの乗用車を10~30km/hで走行させ、その時の応答加速度を波形データ観測ソフト（WAVE SHOT）にて測定し、常時微動法と同様にパワースペクトルから固有振動数を推定した。減衰定数に関しては、加速度の生波形から直接求める方法を採用した。

3. 固有振動解析

3. 1 集成材林道橋のモデル化

本論文で対象とするような短スパンで主桁質量の小さい林道橋では、床版、舗装の質量は無視できないものと思われる。そのため、これらの質量を考慮した数値解析を行い、実測値と比較することにより、これら林道橋の適切なモデル化の検討を行った。まず、プレストレス木床版橋である揚ノ沢橋は、直交異方性板にモデル化し有限帯板法(FSM)により固有振動解析を行った。また、

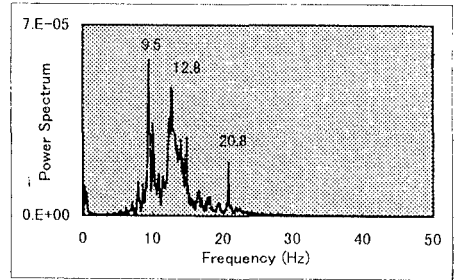


図-1 揚ノ沢橋の常時微動パワースペクトル

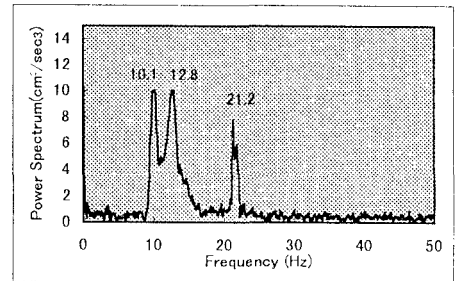


図-2 揚ノ沢橋の車両走行パワースペクトル

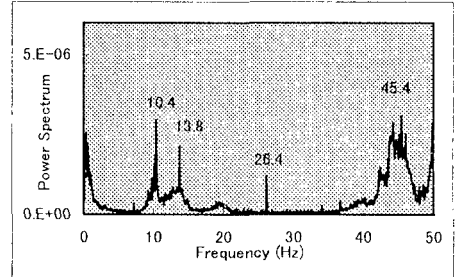


図-3 坊川橋の常時微動パワースペクトル

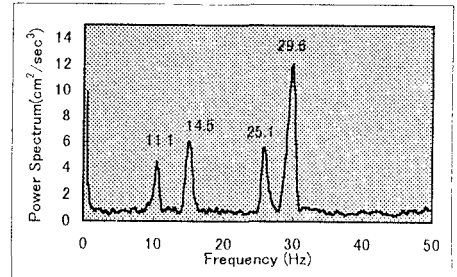


図-4 坊川橋の車両走行パワースペクトル

舗装質量のモデル化には、床版と舗装の2層板としての換算単位質量を用いた。鶴養橋、坊川橋は格子桁橋にモデル化し有限要素法(FEM)により解析を行った。床版質量のモデル化にあたっては、集中質量法を採用するとともに、床版質量による回転慣性の影響も考慮したモデル化を行った。鋼トラス横桁のモデル化に際しては、文献3)に従い、橋軸直角方向に連続版となっている床版の補剛の影響を考慮して、横桁断面を床版との合成断面としたモデルを採用した。また、坊川橋においては、床版質量に加え、舗装(アスファルト)の質量も考慮した。

3. 2 数値解析結果と実測値の比較

揚ノ沢橋、坊川橋の固有振動数と減衰定数をそれぞれ図-1、図-2、及び図-3、図-4に示す。固有振動数に関する実測結果、数値解析結果ならびに、減衰定数を表-1にそれぞれ示す。揚ノ沢橋の解析モデル①は、PC木床版のみの解析モデルであり、モデル②は舗装の質量を考慮したモデルである。また、鶴養橋については、格子桁の質量に加え、床版質量とその回転慣性を考慮したモデルを採用した。坊川橋については、格子桁橋のモデル化では、十分な結果が得られなかった。図-1～図-4より、車両走行法、常時微動法とも固有振動数には大きな違いは見られなかった。表-1より、林道橋のモデル化では、床版や舗装の質量を考慮した方がより実測に近い値が得られることがわかった。図-5は、機能別橋梁での鉛直方向の基本固有振動数と支間長との関係を示したグラフである。この図より、本論文で対象とした集成材林道橋は車道橋として十分な剛性を有しているといえる。

表-1 各橋梁の固有振動数及び減衰定数

	揚ノ沢橋				鶴養橋			坊川橋		
	常時	車両	モデル①	モデル②	常時	車両	解析値	常時	車両	解析値
1次	9.5	10.1	12.81	8.75	—	7.4	7.94	10.4	11.1	13.7
2次	12.8	12.8	15.97	10.92	—	10.5	9.12	13.8	14.5	15.4
3次	20.8	21.2	29.55	20.20	—	14.8	14.22	26.4	25.1	18.4
減衰定数	6.42%				5.33%			6.49%		

4. あとがき

今回の振動実測システムによって得られた固有振動数は、十分妥当な値であると思われる。波形データ観測ソフト(WAVE SHOT)により振動波形を測定し、MS-EXCELによるFFT解析を行う今回の振動実測システムは、今後木橋の振動測定に十分使用できるものと思われる。さらに、車両走行法による固有振動解析では、大型トラックを使用せずに乗用車でも妥当な結果が得られることが明らかになり、振動実測の全体的な簡便化が図れたと思われる。また、集成材林道橋のモデル化に際しては、桁上の床版質量とその回転慣性及び、舗装質量が固有振動数に対し大きな影響を与えることが明らかになった。今後の課題としては、坊川橋のモデル化を再検討する必要があると思われる。

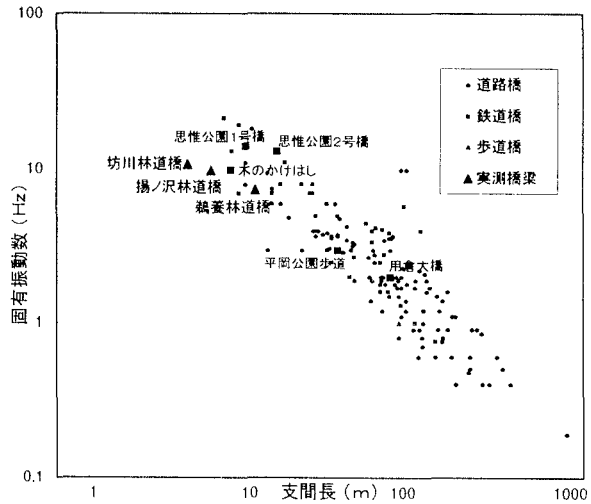


図-5 機能別橋での鉛直方向の基本固有振動数と支間長

参考文献

- 1) 株式会社山海堂 発行：土木施工, Vol. 38, No5, 1997. 5
- 2) 宮本 裕 五郎丸 英博 岩崎 正二 出戸 秀明 高橋 俊彦：振動実測による集成材林道橋の動的特性について, 橋梁交通振動に関するコンファレンス PART B, pp. 151-158, 1995. 11
- 3) 長谷部 薫・薄木 征三：集成材格子桁鶴養林道橋の現場実験と解析, 構造工学論文集, Vol. 35A, pp. 879～887, 1989. 3