

I - B241

振動実測による集成材林道橋の衝撃係数

岩手大学工学部 学生員 ○鈴木 秀市

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. まえがき

近年、木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。この背景には、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が大きな要因と思われる。このような状況のもと、木橋としては日本最大の橋長 145.0m を有する用倉大橋（広島県）や、設計荷重 20t を初めて採用した一等橋である神の森大橋（愛媛県）などが次々に架設されており、今後木車道橋の大型化及び長大化にともない、一般国道への使用が期待されている。

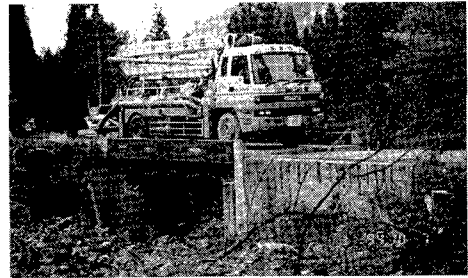


写真-1 車両走行実測状況

我が国においては道路橋としての木橋示方書が確立しておらず平成6年度から「木橋技術基準検討委員会」を設置し、検討を続けている状況である。その中でも動的増幅率、つまり衝撃係数については昭和15年内務省制定の「木道路設計示方書案」以来改正されていない。また、このような木車道橋に対しての動的実測の例はほとんど報告されておらず、この衝撃係数が現在のような大型車走行下で有効かどうか検討することが早急に必要と思われる。

従って本研究は、今後の木橋建設の一資料として秋田県内に架設された集成材林道橋3橋に対し振動実測を行い、構造物から得られた応答加速度より、固有振動数、減衰定数、衝撃係数を推定することにより、集成材林道橋の動的特性を明らかにしようとした。また、固有振動解析及び大型車両走行時の動的応答解析については実測値との比較により、鋼橋等に用いられている従来の解析モデル、解析手法が木橋に対しても十分適用できるかどうかを検討したので報告したい。

2. 現場実測及び解析結果

本研究では、大断面集成材を主材料に使用した、坊川林道2号橋、鶴養林道橋、揚ノ沢林道橋の3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、これら橋梁の動的特性を推定した。実測データの解析にはFFTアナライザを用い、固有振動数はパワースペクトルのピーク値より、減衰定数、衝撃係数*i*はそれぞれハーフパワー法と式(1)より算出した。

$$i = \frac{Y_{D\max} - Y_{S\max}}{Y_{S\max}} \quad (1)$$

ここに、 $Y_{D\max}$ 、 $Y_{S\max}$ はそれぞれ動的及び静的の最大たわみ値である。

表-1は3橋について、固有振動数の実測値と解析値及び減衰定数の実測値を示したものである。固有振動解析では、木橋の全体重量に対する床版、舗装アスファルト、高欄等の重量

表-1 固有振動数と減衰定数

	次数	実測値 (Hz)	解析値 (Hz)	減衰定数 (%)
坊川橋	1次	13.5	14.5	3.42
	2次	21.1	20.6	3.23
鶴養橋	1次	9.8	6.3	4.13
	2次	20.2	22.9	2.18
揚ノ沢橋	1次	10.8	8.8	3.49
	2次	18.9	16.3	2.71

の占める割合が大きいため、これらの重量が固有振動数に与える影響について検討した。その結果、これら

キーワード：集成材、衝撃係数、林道橋、動的応答解析

〒020 盛岡市上田4丁目3-5 TEL(019)621-6436 FAX(019)621-6436

の重量を考慮したモデル化を行えば、従来鋼橋で使用されてきた格子桁理論（坊川橋、鵜養橋）や直交異方性板理論（揚/沢橋）で十分解析できることが明らかとなった。図-1は衝撃係数の実測値を鋼橋、コンクリート橋設計時の衝撃係数及び本実測橋梁に用いられた設計衝撃係数と比較したものである。図中の測点②、⑤は、それぞれの橋梁の支間中央幅員の左右の点を表す。図より衝撃係数の実測値は広い範囲に分布しているがおおむね設計衝撃係数よりも大きな値となった。

3. 車両走行時の動的応答解析

まず車両のモデル化にあたっては、写真-1に示す坊川橋を例にとると、短スパン橋であるため、車両の前輪と後輪の影響を無視できない。従って、図-2に示すような前後の車軸間距離を考慮したSpring-Mass系で解析を行った。このモデルにおける橋梁の運動方程式と車両の運動方程式は、次式で表される。

$$\ddot{y}_c + 2h\omega \dot{y}_c + \omega^2 y_c = \sum_{i=1}^2 \left\{ (mg + V_i) \sin \frac{\pi x_i}{l} \right\} / M \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^2 (m\ddot{z} + V_i) = 0 \quad (3)$$

ただし、 $V_i = c_i(\dot{z} - \dot{y}_i) + k_i(z - y_i)$

ここに、 y_c, M, h, ω はそれぞれ橋梁中央点のたわみ、橋梁の質量、減衰定数、固有振動数であり、 m, k_i, c_i （ i は前後車両の車軸を表す指標）はそれぞれ車両の質量、バネ定数、減衰定数である。また、添字・は時間に関する微分を表す。各林道橋の動的応答値は上式の(2),(3)の連成運動方程式を、Newmarkの β 法により数値積分を行うことにより求めた。ここで、橋梁に対し格子桁や板にモデル化して各モードベクトルを用いて計算を行うことが一般的であるが、本研究では、実測から得られた橋梁の1次固有振動数、1次減衰定数を梁理論を用いた式(2)に代入することにより、簡単に動的応答解析を行った。走行車両の各入力値を表-2に示す。表-3は動的応答解析から得た衝撃係数を、実測から得た衝撃係数、各橋梁の設計衝撃係数及び各橋梁と同支間を有する鋼橋の衝撃係数と比較したものである。

4. あとがき

本研究は、集成材林道橋に対して振動実測を行い、これら橋梁の動的特性を明らかにし、また木橋における固有振動解析及び動的応答解析の手法について検討したものである。以下に本研究から得られた結果を示す。

- (1) 本実測により、集成材林道橋の動的特性が明らかになった。
- (2) 本実測橋の衝撃係数は設計衝撃係数より大きいことが明らかになった。
- (3) 車両走行時の動的応答解析においては、固有振動数、減衰定数の実測値を利用するならば、梁理論を用いても妥当な応答結果を得られることを示した。

最後に本研究ではアプローチランニング部を含めた橋梁路面の凹凸や初期段差が考慮されていない。特に短スパンの橋梁ではこれらの影響が大きいと思われるので、今後の検討課題としたい。

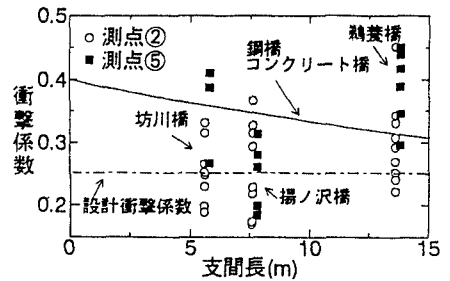


図-1 衝撃係数の実測値

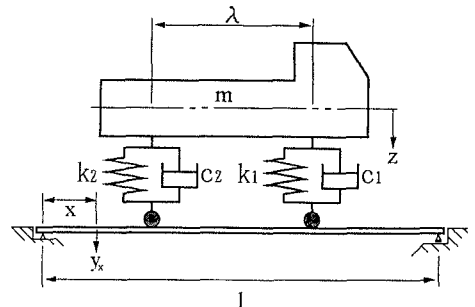


図-2 解析モデル

表-2 走行車両の入力値

	坊川橋	鵜養橋	揚/沢橋
W(tf)	16.1	1.37	16.1
C ₁ (kgfs/cm)	10.4	4.94	10.4
C ₂ (kgfs/cm)	31.6	32.8	31.6
K ₁ (kgf/cm)	1443.8	687.2	1443.8
K ₂ (kgf/cm)	4398.8	4565.4	4398.8
λ (cm)	450	400	450
速度(km/h)	30	30	30

表-3 衝撃係数の比較

	坊川橋	鵜養橋	揚/沢橋
解析値	0.330	0.282	0.310
実測値	0.301	0.326	0.294
設計衝撃係数	0.250	0.250	0.250
同支間の鋼橋	0.360	0.314	0.347