

I - 28

振動実測による集成材林道橋の衝撃係数について

岩手大学工学部 学生員 ○高橋 俊彦

岩手大学工学部 正 員 宮本 裕 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1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および長大化に伴い、一般公道への使用が期待されている。

しかしながら、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、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を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、固有振動解析およ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ことを明らかにしたので、それらの結果と考察を報告したい。

2. 現場実測および解析結果

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1993年10月7-8日、1994年10月7-8日、1995年8月25日の3度にわたり、当時微動法、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、式(1)より算出した。

$$i = \frac{Y_{Dmax} - Y_{Smax}}{Y_{Smax}} \quad (1)$$

ここに、 Y_{Dmax} 、 Y_{Smax} はそれぞれ動的および静的の最大たわみ値である。固有振動解析に当たっては、本橋のような主桁重量の小さい木橋においては舗装アスファルト、床版等の重量が鋼橋などに比べてかなり大きいことから、これら重量の影響が固有振動数に与える影響について検討した。その結果、舗装アスファルトや床版等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や板理論で十分解析出来ることが分かった。表-1は固有振動数、1次減衰定数の実測値、解析値を、図-2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およ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。

表-1 固有振動数と減衰定数

		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

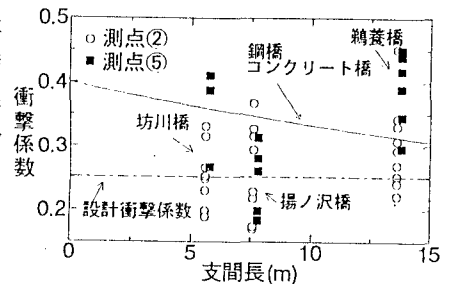


図-2 衝撃係数の実測値

2. 車両走行時の動的応答解析

まず車両のモデル化に当っては、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 系で計算を行った。

橋梁－車両の運動方程式は次式で表される。

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

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

$$V_i = c_i (\dot{z} - \dot{y}_c) + k_i (z - y_c) \quad (4)$$

ここに、 y_c 、 M_B 、 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_i 、 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、減衰係数、バネ定数である。また、添字・は時間に関する偏導関数である。各林道橋の動的応答は上式の(2)、(3)、(4)の連成振動方程式を、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、これは大変大きな容量を必要とし、大型コンピュータを使用しなければならない。しかし、本研究では、実測から予め橋梁の固有振動数、減衰定数が得られていることを利用し、梁理論を用いた式(2)にそれらを代入する事により、パソコンでも計算が可能になり、実測値と比較して妥当な応答結果が得られたものと思われる。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、本実測から得た衝撃係数、本実測橋梁の設計衝撃係数およ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

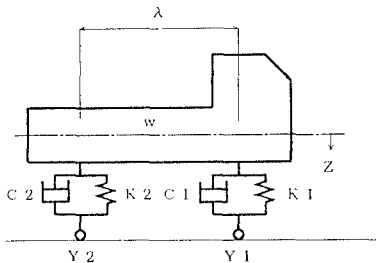
本研究は、集成材林道橋に対して振動実測を行い、これら橋梁の動的特性を明らかにし、また木橋おける固有振動解析および動的応答解析の手法について検討したものである。以下に本研究から得られた結果および提案を示す。

- (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) 木橋に対する固有振動解析は、舗装アスファルト等の重量を考慮することにより、従来の理論で解析可能なことが分かった。
- (3) 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。
- (4) 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確認した。

最後に、今回の実測および解析値から、鋼橋と同程度の衝撃係数が得られていることから、既に架設完了している木橋の衝撃係数がどのようになっているのか、そのデータの収集が早急に必要と思われる。



写真－1 車両走行実測状況



図－2 走行車両モデル

表－2 走行車両の入力値

	坊川橋	鶴養橋	揚ノ沢橋
w (tf)	16.1	1.37	16.1
C1(kgfs ² /cm)	10.4	4.94	10.4
C2(kgfs ² /cm)	31.6	32.8	31.6
K1(kgf/cm)	1443.8	687.2	1443.8
K2(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	鶴養橋	揚ノ沢橋
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