

I - B243

木道路橋の現状と振動実測データから見た構造特性

大日本コンサルタント 正会員 三品 吉彦
 秋田大学鉱山学部 フェロー 薄木 征三
 金沢工業大学工学部 正会員 本田 秀行

1. はじめに

大断面の集成材など材料とする「近代木橋」が、我が国に姿を現してから丁度10年になる。その殆どは公園などの歩道橋であるが、一般の自動車交通を設計荷重とする木道路橋の歴史も同様である。この度、25トノ荷重で設計された最初の木橋である「木のかけはし」について、その挙動を実測したデータが得られたので、これまでに発表された資料と合わせて木橋の一般的な構造特性を整理してみた。

2. 木道路橋の現状

我が国における近代木橋としての木道路橋は、1987年に架設された秋田県の坊川林道2号橋が最初であり、1993年までの間に14トノ荷重（当時の2等橋）によるものが6橋架けられている。主構造としては、集成材桁が3橋で支間長は6～14m、下路式アーチが1橋（支間長14m）、プレストレスト木床版が1橋（支間長7.6m）、および世界的にも長支間で知られる斜張橋が1橋（支間長は表-1を参照）である。

1994年に入って、当時の1等橋（設計荷重20トノ）である下路式アーチ橋が2橋架けられており、支間長も25m程度に伸びている。昨年から今年にかけて25トノ荷重による木道路橋が、何れも林道であるが3橋架けられており、構造形式も表-1に示した木床版橋（木のかけはし）のほか、 π ラーメン橋（橋長30m）、上路アーチ（支間長34m）と、形式、支間長とも多様化してきている。

3. 構造特性値

橋梁の総合的な性質を表す指標として動的な特性を用いるものとし、これまでに得られた実測値のうち、振動数と減衰定数を用いて、一般的な鋼橋、コンクリート橋と比較してみることとする。データとしては、表-1のとおり、土木学会関係の研究発表などで報告された木橋の実測値^{文献1～5)}を用いる。

表-1 実測値の得られている木橋

橋名	架設場所	完工時期	構造形式	設計荷重	橋長（支間割）	振動数	減衰定数	衝撃係数
坊川林道2号橋	秋田県鷹巣町	1987年	単純集成材桁橋	14ト	5.6	11.9	0.067	0.361
鵜養林道橋	秋田県秋田市	1988年	単純集成材桁橋	14ト	14.6	6.61	0.080	0.356
揚の沢橋	秋田県鷹巣町	1993年	木床版橋	14ト	7.6	8.90	0.076	0.344
用倉大橋	広島県本郷町	1993年	3径間斜張橋	14ト	33+77+33	2.04	0.022	0.110
木のかけはし	長野県上松町	1996年	連続木床版橋	25ト	4@10=40	9.18	0.041	0.265
平岡公園歩道橋	北海道札幌市	1993年	上路式アーチ（歩道）		12.5+45+12.5	2.70	0.037	----
思惟公園1号橋	岩手県田野畑村		下路式アーチ（歩道）		16.0	17.1	0.059	----
思惟公園2号橋	岩手県田野畑村		上路式アーチ（歩道）		20.1	16.0	0.044	----

(1) 鉛直方向の基本固有振動数

橋梁の支間長と鉛直方向固有振動数の関係は、設計荷重（道路、鉄道、歩道）や材料（鋼、コンクリート）にかかわらずほぼ一定であるとされている。多くの橋梁の実測値に表-1の値を重ねてプロットしてみると、木橋もその例外でないことは、本講演会で別に報告する「木のかけはし」の稿に示した。

木橋、木道路橋、測定、振動特性、衝撃係数

〒344 埼玉県春日部市大沼 1-43-B-402 TEL 048-737-3472 Fax 048-737-3472

さらに、道路橋についてもう少し詳しく見ると、構造形式別に4種類の回帰式が示されている^{文献6)}。ここでは思惟公園1号橋がトラストアーチであることを考慮して、次の2つの式を比較対象とする。

① 桁橋、連続トラス・ゲルバートトラス橋の対称1次／アーチ系橋梁の逆対称1次： $f = 49.1 L^{-0.779}$

③ 単純トラス橋・トラストランガー橋の逆対称1次／ランガー桁橋の逆対称2次： $f = 571 L^{-1.16}$

斜張橋の用倉大橋を除き、表-1の6橋の振動数をプロットして見ると、図-1のように上式と良い一致を示す。梁の曲げ振動の固有振動数は、振動方程式から曲げ剛性 EI と単位長当たり質量 m との比の平方根に比例する。木橋は軽いと考えがちであるが道路橋の場合はそれなりに重量があり、鋼橋に比べて幾分軽い程度である。したがって木橋は道路橋として相応の剛性を有することが確認されたと言える。

(2) 減衰性能

図-2は実測された162橋の減衰定数を支間長との関係で整理した^{文献6)}のものであり、その上に表-1の値をプロットした。一般に、鋼橋で0.02～0.03、コンクリート橋で0.03～0.05とされているが、木橋の場合は0.04～0.08を示している（用倉大橋を除く）。トラス桁を有する斜張橋の減衰定数はほぼ0.05程度とされているが、用倉大橋ではその4倍程度の値が得られている。

(3) 衝撃係数

カナダのオンタリオ州では設計衝撃係数を振動数との関係で与えており、大型車との共振を考慮して2.5～4.5Hzで最大値を取る。L荷重に対して示方書に規定する設計衝撃係数を、一般に言われている $f = 100/L$ の関係を用いて振動数に換算し、オンタリオ州の規定、および表-1に示す値のプロットとともに図-3に示した。ただし実測衝撃係数は、準静的な撓みに対する振動倍率であって、取り付け道路との境界におけるガタの影響も大きく、設計に用いる値との直接的な比較は難しい。さらにデータの蓄積が必要である。

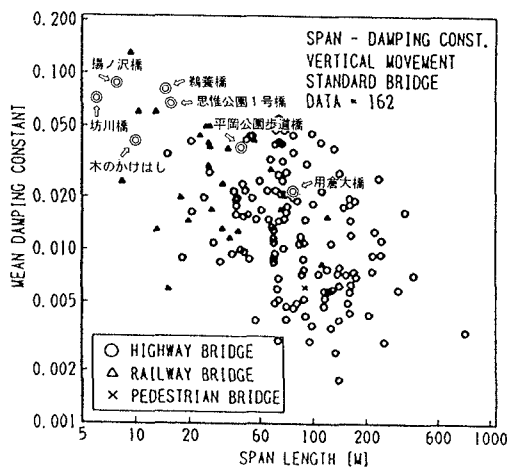


図-2 減衰定数の実測値

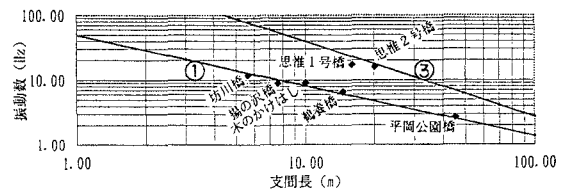


図-1 固有振動数回帰式と実測値

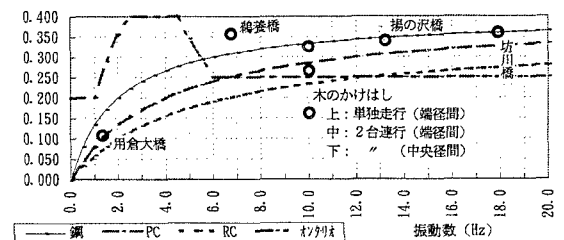


図-3 設計衝撃係数と実測動的倍率

<参考文献>

- 宮本 裕・五郎丸英博・岩崎正二・出戸秀明・高橋俊彦：振動実測による集材材橋の振動特性について、土木学会構造工学委員会橋梁交通振動研究小委員会・橋梁交通振動コロキウム論文集 PART B, pp.151-158、1995年11月
- 広島県立中央森林公園サクリソ・ポート「用倉大橋」振動実験報告書、東京大学工学部土木工学科橋梁研究室、1994年1月
- 長野県広域基幹林道台ヶ峰線1号橋「木のかけはし」実験報告書、金沢工業大学土木工学科橋梁研究室、1996年12月
- 鍵和田功・三品吉彦・薄木征三・林川俊郎・佐藤浩一、ほか：木造アーチ形式人道橋の振動および静的載荷実験について、土木学会第49回年次学術講演会概要集、I-179、1994年9月
- 出戸秀明・五郎丸英博・岩崎正二・宮本 裕・土田貴之：集材材を用いたアーチ形式歩道橋の振動実測と解析、構造工学論文集（土木学会編）、Vol.40A, pp.1321-1330、1994年3月
- 加藤雅史・島田静雄：橋梁実測振動特性の統計解析、土木学会論文報告集、No.311, pp.49-58、1981年7月