

加速度計を搭載したタブレット端末を用いた木製 橋梁の振動特性調査

環境構造工学分野 7021554 佐々木新
指導教員 後藤文彦

1. はじめに

簡単で安全な木橋の点検方法として加速度計搭載のタブレット端末を用いた振動試験の研究¹⁾が進められている。これまで深沢橋とめおと橋と立川橋の三橋について振動試験を行っており、固有振動数と振動モードの推定が可能であると確認されている。本研究ではさらに剛性の大きい道路橋や橋長の長い歩道橋に対しても同様の測定ができるのか確認し、加速度計を搭載したタブレット端末を用いた振動試験方法の実用性を検討することを目的としている。



図-1 対象とした橋梁

2. 振動測定の方法

床版部分にタブレットを設置し、人力により加振を行い、振動波形を得た。タブレット端末を設置する箇所は図-4 に示すようにする。簡単な加振方法として砂袋を落下させる他、アーチやトラス部分を人力で押す方法を使った。MATLAB を使用してタブレット端末で測定した応答加速度に FFT 処理を施すことで固有振動数を推定し、各測点の位相関係を確認して振動モードを推定する。

3. 坊中橋

坊中橋の試験では、1.2m 程度の高さから 20kg の砂袋を落下させて加振を行なった。図-2 より、坊中橋のデータはタブレットの自己ノイズ程度の波形を示しており、固有振動数の推定が難しい結果となった。ただし例外的に、測点 1 では一部固有振動数と見られる 4.39Hz で卓越していた。(図-3 に示す。)

トラス構造の縦部材の影響により、もっとも低次のモードは鉛直逆対称と見られるため、鉛直逆対称

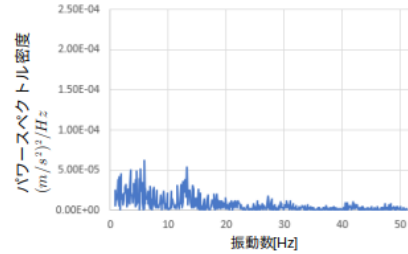


図-2 坊中橋

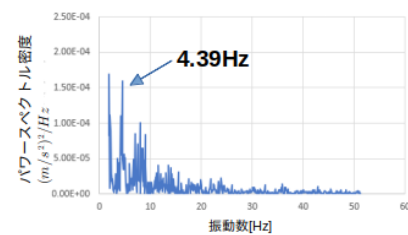


図-3 坊中橋

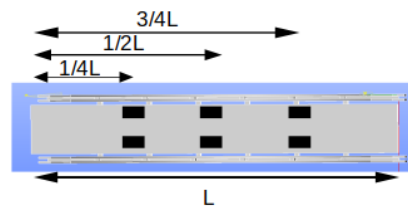


図-4 設置箇所

モードの固有振動数が 4.39Hz と考えられるが、すべての測点が振動するには衝撃が不十分であった可能性がある。もう少し衝撃を大きくしたら他の測点でも卓越する可能性があるという点ではタブレット端末を用いた振動試験の実用性がないとは言えない結果となった。

4. 百目石橋

百目石橋の解析結果を図-5、表-1 に示す。



図-5 百目石橋

表-1 百目石橋の解析結果

振動モード	固有振動数
水平一次モード	3.027Hz
鉛直対称二次モード	6.74Hz

百目石橋の試験では高さ 1.8m 程度から 20kg の砂袋を落下させ、坊中橋の試験よりも衝撃を大きくした。その結果、固有振動数と振動モード、減衰定数の推定をすることができた。百目石橋の実験日は降水があり、地覆部分が濡れていたが、粘着による固定方法を採用していたためタブレットを完全に固定することが困難であったため、天候によって対応できるように固定方法を複数用意する必要がある。また、固定不十分が試験にどのような影響を及ぼすのか検討するため、今後タブレット端末を用いた振動試験を適用する場合は完全に固定する試験としない試験を両方実施する必要がある。

5. みどり橋

みどり橋の解析によって得られた各振動モードの固有振動数を表-2 に示す。

表-2 みどり橋の解析結果

振動モード	固有振動数
鉛直逆対称一次モード	1.66Hz
鉛直対称一次モード	2.78Hz

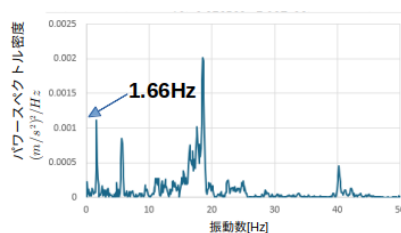


図-6 みどり橋

測定された基本振動の固有振動数 1.66Hz を基準とし、固有値解析を用いた逆解析により橋全体のヤング率低減を推定した。新設時のボンゴシ材のヤング率を 19.3GPa とし逆解析を行なった結果、7.66GPa のときに 1.66Hz に一致した。このグラフを図-7 に示す。全体として 61.7 % のヤング率低減が生じていることがわかった。石川県のこおろぎ

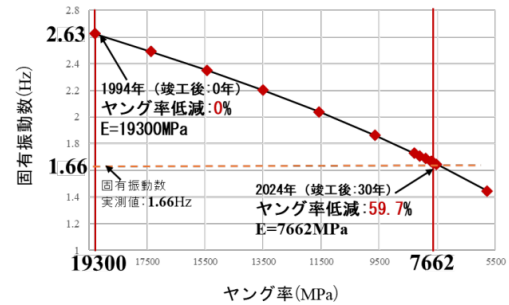


図-7 ヤング率低減

橋はヤング率低減が 60 % の時点で架け替えとなっているのでみどり橋もその時期に差し掛かっていると言える。また、各測点の波形より減衰定数を算出した。各測点における減衰定数の最小値平均が 0.0223、最大値平均が 0.0513 であった。以上より、橋長の大きい歩道橋の固有振動数と振動モードの推定ができ、歩道橋に対するタブレット端末を用いた振動試験の実用性を示す結果となった。橋梁は橋長が長いと揺れやすくなる性質があるため、今後は橋長が小さい歩道橋についても検討をする必要がある。

6. まとめ及び今後の展望

タブレット端末を用いた振動試験は剛性の小さい歩道橋に対して十分な実用性を有していることがわかった。今後は逆に橋長が小さく、揺れづらい歩道橋に対しても適用できるかという検討が必要であり、道路橋に対しては加振方法に課題が見られるので、滑車を用いて持ち上げる高さを大きくしたり、落とす際に力を加えるなどの工夫が必要である。本実験を通して加振方法以外にも作業効率・固定方法などの課題が確認されたが、対策次第で発揮される実用性には従来の方法に置き換わる利便性が期待できるためネットワーク環境の利用や固定方法の考案などの対策をするべきである。また、タブレット端末を用いた振動試験から得られたデータを木橋のメンテナンスに活用できるようにデータから橋梁の劣化度や健全度を推定する方法を確立することが求められる。

参考文献

- 1) 及川大輔, 岩崎圭音, 後藤文彦, 青木由香利: 加速度センサー搭載タブレット端末を用いたみどり橋の振動特性調査, 土木学会論文集, Vol.79, p.1-10, 2023.