

I - 178

アーチ形式木歩道橋の実験的モード解析

（株）建設技術研究所 正員 土田 貴之
 岩手大学 正員 宮本 裕
 日本大学 正員 五郎丸 英博
 岩手大学 正員 岩崎 正二
 岩手大学 正員 出戸 秀明

1. まえがき

時代の流れとともに、土木構造物も本来の機能だけではなく、周辺の景観を考慮したものや、時にはシブルの要素までも要求されるようになってきた。特に歩道橋においては、その性格上、利用する対象が人だけに限られ、人々が間近に目にすることから、橋梁の構造および材料などに関して、本来の目的以外の要素が求められることが多くなってきた。このような背景から、各地で集成材を用いた様々な形式の木歩道橋が架設されている。

本研究では、岩手県下閉伊郡田野畑村の思惟公園内に集成材を用いて架設された下路式トラストランガー橋（1号橋）と上路式逆ランガー橋（2号橋）に対し、電磁式振動加振器を用いて正弦波掃引加振実験を行い、実験的モード解析を行うことにより、アーチ形式木歩道橋の振動特性を検討した。

2. 加振器による振動実験

正弦波掃引加振においては、電磁式振動加振器により、一定加振力で1 Hzから50 Hzの正弦波掃引加振を鉛直方向に入力し、そのときの各測点の鉛直方向の応答加速度を測定し、FFT解析により、入力加振力のパワースペクトルと各測点の応答加速度のパワースペクトルを求め、両者の比から周波数応答関数を求めた。その周波数応答関数の卓越振動数から固有振動数と減衰定数を推定し、さらに、周波数応答関数の虚数部より虚数部応答法を用いて振動形の推定を行った。なお、減衰定数はハーフパワー法を用いて推定した。1号橋、2号橋の加速度計と加振器の設置位置を、図-1、図-2に示す。また、加振器は固有振動モードによって現れにくいものがあるため、両橋とも $l/2$ 点と $l/4$ 点の2カ所について行った。

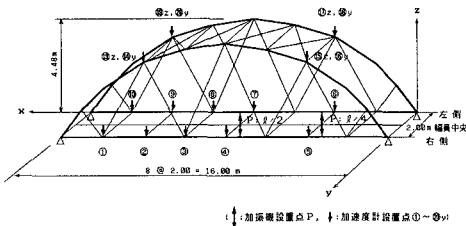


図-1 1号橋 実験方法

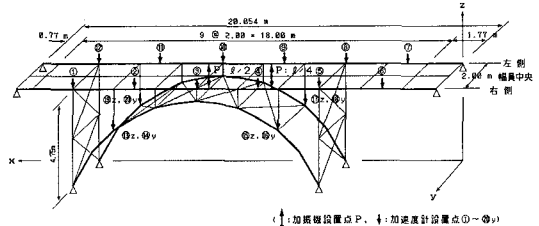


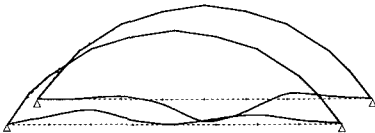
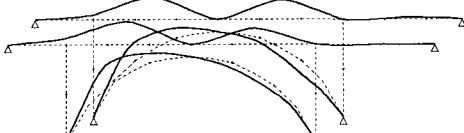
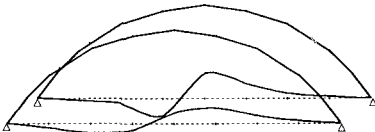
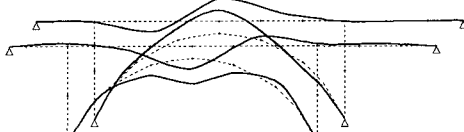
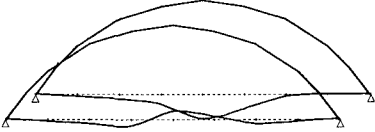
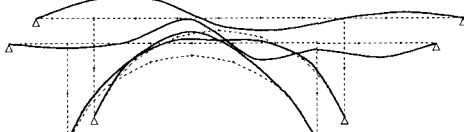
図-2 2号橋 実験方法

3. 実験結果

各測点で得られた周波数応答関数を用いて推定した1号橋および2号橋の鉛直方向の1次から3次固有振動モード（固有振動数、減衰定数、振動形）を表-1に示す。加振器の設置位置により現れにくい固有振動モードがあるため、本研究においては両橋ともに加振位置を $l/2$ 点と $l/4$ 点について行い、表-1の振動形においては2カ所の加振位置により明瞭な挙動を示したものを採用し、さらに、各測点で得られたモードベクトルから全体の振動形を推定し描画した。その結果、アーチ形式木歩道橋の振動は、鋼桁橋などに比べ、かなり複雑な挙動を示すことが明らかになった。さらに、トラストランガー橋（1号橋）のアーチ部の振動に比べ、逆ランガー橋（2号橋）では、アーチ部での振動が極めて大きいということが明らかになった。

た。これは、トラストランガー橋においては、吊り材の部材接合条件がトラスのようなピン接合であるのに対し、逆ランガー橋では、支柱の部材接合条件がラーメンのような剛結であるためと考えられる。

表-1 1号橋および2号橋 固有振動モード

次数	1号橋	2号橋
1次	 16.9~17.1Hz (5.51~6.40%)	 16.0~16.5Hz (3.71~5.29%)
2次	 20.3~22.4Hz (4.87~6.07%)	 16.8~17.9Hz (3.74~4.79%)
3次	 23.8~25.5Hz (2.18~2.58%)	 18.8~19.7Hz (2.76~4.79%)

4. まとめ

各地で近代のかなり大型の木歩道橋が架設されているが、木歩道橋を対象とした振動実測例は極めて少なく、一般に鋼橋やコンクリート橋に対して用いられている常時微動法や人力による加振実験が木歩道橋に対して有効であるか確認されていないが、本研究においては、両橋に対し、常時微動法と人間の走歩行による人力加振を行った¹⁾。その結果、これらの2種類の振動実験法により得られた結果は、加振器による正弦波掃引加振実験の結果と比較して、多少の違いはあるものの明瞭な違いは認められず、常時微動法および人力加振実験に関しても、木歩道橋に対する振動実験法としての有用性が確認された。

1号橋、2号橋はともに公園内に架設された歩道橋であるため、周辺環境などを考慮しているため構造的には必要以上に強いものであり、固有振動数に関しては、通常の使用条件で使用される歩道橋よりもかなり高くなっている。減衰定数に関しては、木材自体の減衰定数と接合部におけるエネルギー消散の影響により、かなり大きく、振動低減の効果が大きいという本橋の振動特性が明らかになった。振動形に関しては、トラストランガー橋(1号橋)のアーチ部の振動に比べ、逆ランガー橋(2号橋)のアーチ部の振動がかなり大きいことから1号橋のアーチ部と主構部と接続する吊り材の部材接合条件は、トラスのようなピン接合、2号橋のアーチ部と主構部と接続する支柱の部材接合条件は、ラーメンのような剛結として扱うべきであることが明らかになった。このことは、FEMによる固有振動解析における部材接合条件においても同様の結果が得られ²⁾、その妥当性が明らかになった。

参 考 文 献

- 1) 土田 貴之, 五郎丸 英博, 宮本 裕, 岩崎 正二, 出戸 秀明: 集成材を用いたアーチ形式歩道橋の振動特性について, 土木学会第48年次学術講演会 講演概要集, 第1部, pp.1118~1119, 1993.9
- 2) 出戸 秀明, 五郎丸 英博, 岩崎 正二, 宮本 裕, 土田 貴之: 集成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, Vol.40A, 1994.3