

坊中橋の部分的腐朽が固有振動数に与える感度

環境構造工学分野 7021591 永山 大智
指導教員 後藤 文彦

1. はじめに

現在の日本において既設橋の維持管理は重要であるが、目視や打音検査は危険や労力を伴う場合がある上に、劣化を数値的に評価することは難しい。一方、固有振動数からは橋全体の剛性を推定し、数値的に評価することが可能である。また、振動試験は目視や打音検査に比べて安全に行うことができる。そこで、本研究では、キングポストトラス橋である坊中橋の 3D モデルを作成し、一部に腐朽を与えることで、部分的な部材の劣化が全体の固有振動数に与える影響を感度解析から検討していくものである。

2. 対象橋梁

感度解析の対象とした坊中橋は秋田県山本郡藤里町にあるキングポストトラス橋である。桁長 54.8m、支間長 27m、有効幅員 9m であり、2001 年 1 月に架設された。鋼床版と木桁のハイブリッド構造を有しているのが特徴であり、地元産のスギ集成材を使用している。

3. 解析モデルの設定

坊中橋の図面を参考に有限要素ツールである Salome-Meca で 3D モデルを作成した。作成したモデルを図-1 に示す。

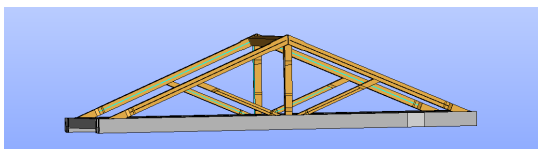


図-1 作成したモデル

モデルの妥当性を確認するため、架設当初の振動実験から得られた測定値¹⁾と作成したモデルに振動解析を行うことによって得られた解析値の比較を行った。結果を表-1 に示す。

表-1 測定値と解析値の比較

	測定値	解析値	相対誤差
水平対称 1 次	2.54Hz	2.53Hz	-0.39%
鉛直逆対称 1 次	4.39Hz	4.41Hz	0.45%
鉛直対称 1 次	4.88Hz	4.22Hz	-13.52%
ねじれ逆対称 1 次	8.01Hz	9.03Hz	12.73%

どの振動モードも小さな相対誤差となり、特に水平対称 1 次モードは非常に小さなものになった。

腐朽箇所は雨水が溜まりやすいと考えられる上弦材、斜材、吊材の根元付近に 10 箇所作成する。腐朽箇所を作成したモデルを図-2 に示す。

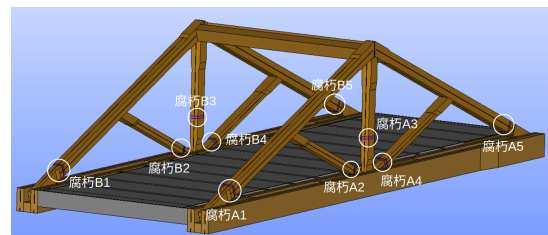


図-2 腐朽箇所

4. 解析手法

腐朽はヤング率を健全次の状態から落とすことで再現し、健全時のヤング率を 1 倍として、1 倍、0.9 倍、...、0.2 倍、0.1 倍の計 10 段階のヤング率を用いる。ヤング率以外の値は健全次と同じとする。10 段階のヤング率で振動解析を行うことで腐朽による固有振動数への影響を調べる。水平対称 1 次モード、鉛直対称 1 次モード、鉛直逆対称 1 次モード、ねじれ逆対称 1 次モードの 4 つの振動モードと腐朽箇所ごとに 10 段階のヤング率と固有振動数をプロットする。プロットした点から回帰直線を作成し、この傾きの大きさから感度を評価する。

5. 解析結果

作成したグラフの例として図-3 を示す. このようにしてグラフを作成した後, 得られた回帰直線の傾きを感度として取り出す. 腐朽箇所と 4 つの振動モードごとに回帰直線の傾きを棒グラフとしてまとめたものが図-4 と図-5 である. 今回得られた回帰直線の傾きは全体的にかなり小さくなっており, 挿入されている鋼板が原因で木材の腐朽による影響が少なくなったのではないかと考えられる. 水平振動において吊材を腐朽させた時に感度が大きくなることから, 水平振動の固有振動数は吊材の腐朽具合に大きく影響することが分かった.

また, 腐朽 A1 と腐朽 A5, 腐朽 B1 と腐朽 B5 というトラス上の対称な位置の感度が大きく異なるという結果が得られたが, これは作成した坊中橋モデルの非対称性が原因だと考えられる. そこで左右で非対称なトラスの簡易モデルと橋梁の簡易モデルを作成し, 感度解析を行った. 作成したモデルは図-6 と図-7 に示す. 解析の結果, 両モデルとも剛性が大きくなっている側の腐朽箇所の感度の方が高いという結果だった.

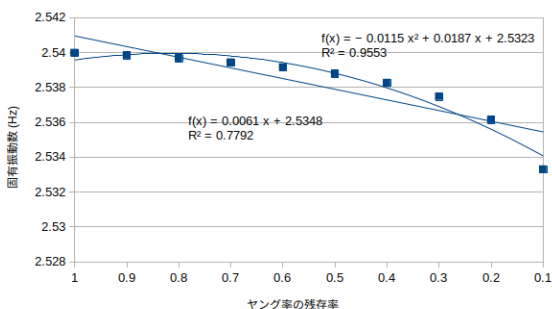


図-3 腐朽 A1 が腐朽時の水平対称 1 次

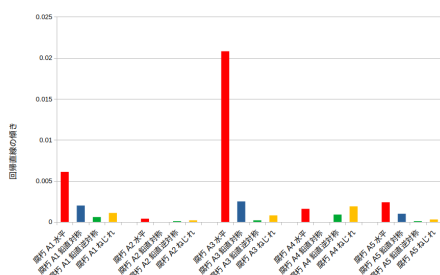


図-4 腐朽 A1 から A5 における感度の評価

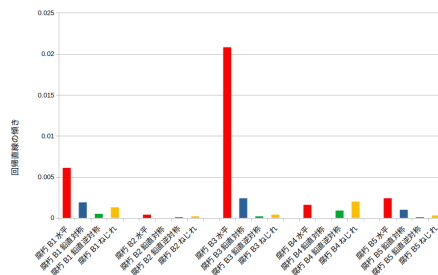


図-5 腐朽 B1 から B5 における感度の評価

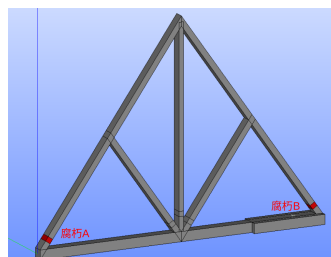


図-6 トラスの簡易モデル

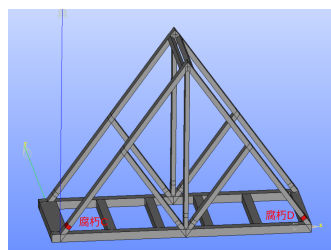


図-7 橋梁の簡易モデル

6. まとめ

Salome-Meca を使用し, 坊中橋の 3D モデルを作成した. 仮設当初の測定値と作成したモデルを振動解析して得られた解析値を比較した結果, モデルの精度が高いことが分かった. また, 上弦材, 斜材, 吊材に腐朽を与えて感度解析を行った結果, 水平振動において吊材を腐朽させた時に感度が大きくなること, 対称な位置の感度に差が出ることが分かった. そして, 左右非対称な簡易モデルを 2 つ作成し, 感度解析を行ったところ, 両モデルとも剛性が大きくなっている側の腐朽箇所の感度の方が高いという結果だった.

参考文献

- 1) 草薙 貴信, 本田 秀行, 寺田 寿, 佐々木 貴信: ハイブリッド型キングポストトラス木車道橋の構造特性の評価, 第 2 回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集, pp.73-80, 2003.