

大断面集成材トラス橋の振動特性評価

秋田大学 理工学部	学生会員	七五三 拓海
秋田大学 理工学部	非会員	青山 昌樹
秋田大学大学院 理工学研究科	学生会員	及川 大輔
秋田大学大学院 理工学研究科	正会員	後藤 文彦
秋田大学大学院 理工学研究科	正会員	青木 由香利

1. はじめに

国内でもかりこぼうず大橋や坊中橋など、大型の集成材トラス橋が架設され、既に20年前後の年数が経過しているが、木部材の劣化状況等を診断するには、コア抜き取りなど侵食性の高い方法は行えないため、振動試験による固有振動数の測定など、侵食性のない方法が推奨される。めおと橋やかじか橋など木アーチ橋に関しては、固有振動数の測定値とモード解析とを比較する検討が行われている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。一方、木トラス橋に関しては、骨組みモデルによる検討例⁵⁾はあるが、ソリッド要素による検討例は少ない。そこで、本研究では、木キングポストトラス橋のかりこぼうず橋を3Dモデル化して、部材に各種の劣化箇所を与え、固有振動数や振動モードが劣化状況によって、どのように変化するかを考察する。

2. 対象橋梁

振動解析の対象としたかりこぼうず大橋の対象部である大キングポストトラス橋の一般図を図-1、概要を表-1に示す。

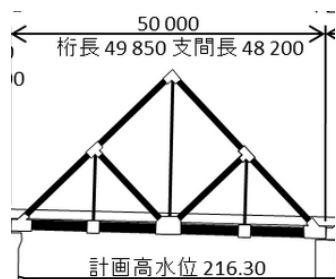


図-1 かりこぼうず大橋 一般図

表-1 大キングポストトラス橋 概要

所在地	宮城県児湯郡西米良村大字村所字田無瀬
形式	キングポストトラス橋
諸元	桁長 49.85m, 支間長 42.8m, 有効幅員 7.0m
管理者	宮城県
竣工	2003年3月
使用材料	地元スギ集成材

3. 解析モデルの設定

かりこぼうず大橋は単純桁1つ、50mキングポストトラス橋2つ、25mキングポストトラス橋1つの4連からなる木橋であるが、そのうちの1つ50mキングポストトラス橋を金沢工業大学で使用されていた設定をもとに梁・シェル要素の簡易モデルを作成し、それをもとに3Dモデルを作成、腐朽箇所の生成を行い、モデルの妥当性と腐朽による影響を検討した。3Dモデルを図-2に示す。この3Dモデルで、梁要素のモデルと同様の設定で振動解析を行うと、相対誤差が非常に大きくなった。そこで、現実にあるかりこぼうず大橋と同様に接合部分にある鋼材や上弦材等に乗っかっている銅板、各部材の断面の形状を考慮して解析を行った。

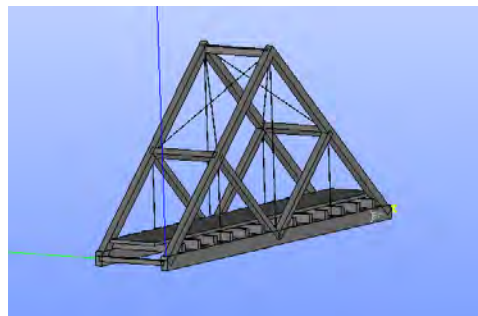


図-2 3Dモデル

4. 解析結果

(1) 振動解析の結果

今回作成した 3D モデルの材料設定での振動解析で得られた固有振動数のデータを表-2 に示す。

表-2 解析結果,() は測定値との相対誤差

	測定値	salome-meca
トラス水平	1.00	1.21(21.0 %)
鉛直曲げ対象 1 次	2.46	2.48(0.81 %)
ねじれ対象 1 次	3.30	2.98(-9.7 %)
鉛直曲げ逆対象 1 次	4.86	4.95(1.85 %)

3D モデルだとどの振動モードも相対誤差が非常に小さくなっており、特に卓越する振動モードである鉛直対称 1 次の振動モードでは非常に小さな相対誤差となっている。このことから、今回作成したモデル、設定を用いて著しく腐朽させたほとんど欠損に近いような腐朽箇所を作成し、振動解析を行い、各腐朽における橋全体の固有振動数の低減具合による検討を行う。かりこぼらず大橋は対称性があるので図-3 の下弦材に 5 つの腐朽箇所について固有振動数の低減具合による検討を行った。卓越する振動モードである鉛直対称 1 次の振動モード図-4 における、下弦材の箇所を腐朽させた際の固有振動数の低減具合を以下の表-3 に示す。

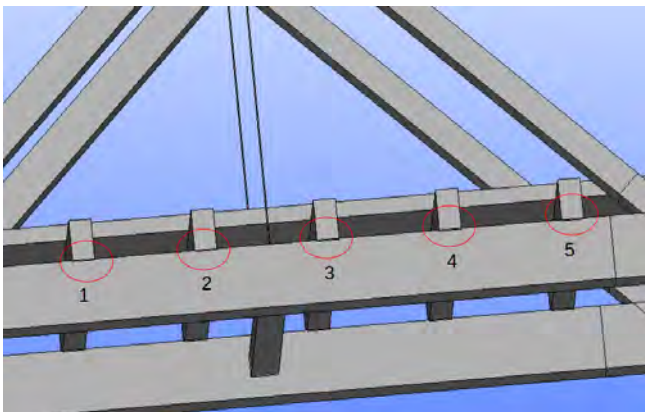


図-3 腐朽箇所

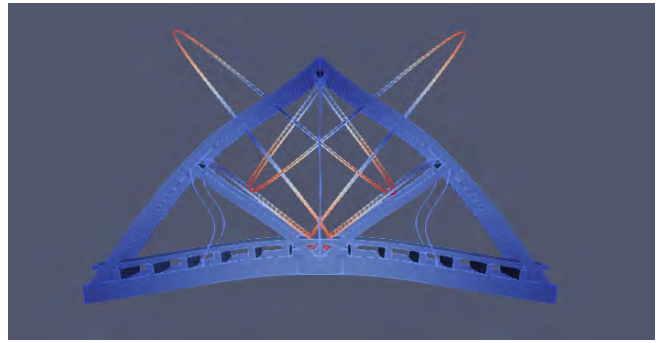


図-4 鉛直対称 1 次振動

表-3 腐朽、解析結果

腐朽箇所	固有振動数の低減 (Hz)
1	0.00261
2	0.00246
3	0.0019
4	0.00094
5	0.00022

5. まとめ

下弦材と横桁の接合部に腐朽を与えてモード解析したところ、鉛直対称 1 次モードが卓越モードとなり、腐朽箇所が支点到に近いほど固有振動数が健全状態から下がる傾向が認められた。固有振動数の低減は健全時に対する相対誤差で 1% 以下であり、今回のモデルで設定した程度の腐朽では、固有振動数の低減はそれほど影響を及ぼさないことがわかった。

参考文献

- 1) 青山 昌樹, 及川 大輔, 後藤 文彦: 木橋の劣化診断のための振動解析モデルの検討, 令和 2 年度 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集 (CD-ROM), I-2, 2021.
- 2) 根本 柊哉, 及川 大輔, 青山 昌樹, 後藤 文彦, 青木 由香利: 振動解析を用いた木橋の劣化状態の予測, 令和 3 年度 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集 (CD-ROM), I-1, 2022.
- 3) 及川 大輔, 故 菅沼 源二郎, 本田 秀行, 後藤 文彦: 経年による木製アーチ道路橋 (かじか橋) の構造性能と健全度調査, 木材工学論文報告集 19, pp.72-79, 2021.
- 4) 及川 大輔, 藤原 有沙, 後藤 文彦, 野田 龍, 石黒 駿: 27 年供用された木橋部材の劣化評価, 土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造), 77 巻 5 号, pp. I.45-I.54, 2021.
- 5) 伊藤隆博, 本田秀行: 大規模木製トラス車道橋の構造モデル化と構造特性