

## 木造桁橋「鶴の舞橋」の改修設計と高欄構造の検討

北海道大学大学院	正会員	○佐々木貴信	北海道大学大学院	澤田 圭
新日本コンサルタント	正会員	豊田 淳	北海道大学大学院	古舘 匠
北海道大学大学院		佐々木義久	辻・本郷税理士法人	井上真吾

## 1. はじめに

青森県鶴田町にある鶴の舞橋（写真-1）は津軽富士見湖に架かる橋長 300m の木製歩道橋であり、青森県産ヒバ材を使用して平成 6 年に完成した。岩木山を背景に、周辺には富士見湖パークや丹頂鶴自然公園がある鶴の舞橋には近年、観光客が増加しており、町にとって極めて重要な観光資源となっている。このため、橋の維持管理の重要性が増しており、町では研究機関と協力して継続的に橋梁上部工及び下部工の形状測定や部材の劣化診断等を実施している<sup>1)</sup>。架設後 15 年を経過した頃に、床板の交換や高欄の改修が実施されているが、25 年を経過した現在、主桁や枕梁、橋脚の一部などの主要構造部材に腐朽による劣化が認められており、今後、大規模な改修が計画されている。本研究では、鶴の舞橋の改修設計における高欄構造の安全性を評価することを目的として、実験及び解析による検討を行った。



写真-1 鶴の舞橋

## 2. 鶴の舞橋の構造

鶴の舞橋の構造形式は 5m 間隔に配置された橋脚の上に主桁が 3 本架けられた単純桁形式（写真-2）であり、20 径間の 100m でアーチ形状が形成され、大小のステージを挟んで 3 連のアーチが形成されている。橋脚は、写真-2 に示すようにヒバの丸太の柱が 2 本の橋脚と 4 本の橋脚が交互に配置されている。図-1 に 4 本の橋脚位置での断面図を示す。この構造では、高欄支柱は主桁直上にあり、床板と地覆を挟む形で主桁に短ほぞ差しで固定されている。このため、床板の交換が容易にできない構造となっている（写真-2）。また、2 本の橋脚位置では図-1 に示すような高欄支柱の頬杖が設置できず、水平荷重に対する高欄の耐荷力が劣ることが懸念される。

このため改修設計では、図-2 に示すように高欄支柱は枕梁の上面に、間柱は主桁の側面にそれぞれ金物を介して取り付ける構造が検討されている。これにより、床板は容易に交換できるようになる。本研究では、この改修設計案に基づき作成した高欄支柱の水平載荷試験を行い、支柱金物の固定方法の検討を行った。

## 3. 実験

図-3 に高欄支柱の水平載荷試験方法を示す。試験では、実際に使用されるヒバ材の入手が困難であったことから、ヒバ材と強度等級が近いカラマツ集成材を使用した。試験体は先ず枕梁を想定したカラマツ集成材に箱状の支柱金物をラグス



写真-2 鶴の舞橋の構造

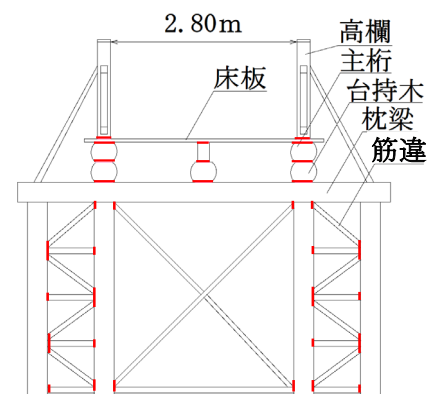


図-1 断面図(4本橋脚部)

キーワード 木橋, 改修, 高欄, 維持管理

連絡先 〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目 北海道大学大学院・農学研究院 TEL 011-706-3340



図-2 改修案の構造

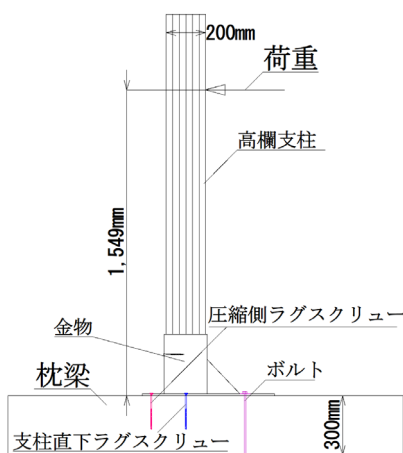


図-3 高欄支柱の水平荷重試験



クリューで固定し、次に高欄支柱を差し込みラグスクリューで金物と固定した。また、金物と枕梁はボルトで固定した場合と、しない場合について比較し、支柱直下のラグスクリューの長さを変えた場合についても比較した。荷重は油圧ジャッキで枕梁上面から 1549mm の位置で荷重し、同じ高さで水平変位を測定した。各条件について荷重と水平変位の関係から回転剛性を算出した。

4. 結果と考察

図-4 に各条件での荷重と水平変位の関係を示す。表-1 に示したのは荷重点高さと水平変位から求めた回転角と荷重の関係から求めた回転剛性値である。これらの結果より、ラグスクリューのみで固定した試験体では長さ 150mm と 180mm で結果に明確な差が認められなかった。また、ボルトを用いた条件②、条件③でも、弾性域での回転剛性値に大きな差は認められなかった。

表-1 の回転剛性値を接合部のバネ定数として与えて FEM 解析を行った結果、ボルトを用いて固定した条件②、条件④において、設計条件を満足した。設計条件は、高欄の頂部に水平方向に 2.5kN/m の水平力を荷重したときの防護柵の水平変位が橋脚間隔スパン  $L$  の 300 分の 1 の値以下であることとした<sup>2) 3)</sup>。ここで、スパン  $L$  は類杖材のない高欄支柱の間隔の 10m とすると、設計基準値は 33.3mm である。図-5 に示したのは条件②のときの FEM 解析結果であり、このときの最大変位が図中の丸印の箇所で 29.1mm であった。条件④の解析結果も 29.1mm であり、両者とも設計基準値(33.3mm)を満足しているが、ラグスクリューの長さが短い条件②がコスト面でも最適であった。

参考文献

- 1) 平沢秀之ら:木橋「鶴の舞橋」の上下部工 3 次元計測について, 木材利用研究論文報告集 13, pp.60-65, 2014.
- 2) 公益社団法人日本道路協会:防護柵設置基準・同解説, 2017.
- 3) 日本建築学会:木質構造設計規準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—, 2006.

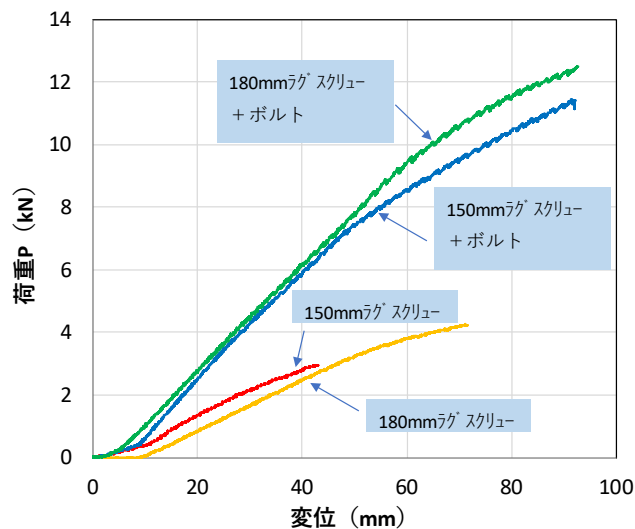


図-4 各条件の荷重-水平変位関係

表-1 各条件における回転剛性値

条件	ラグスクリュー長さ(mm)	ボルト	回転剛性 (k・Nm/rad)
①	150	無し	11,640
②	150	有り	23,703
③	180	無し	11,114
④	180	有り	23,492

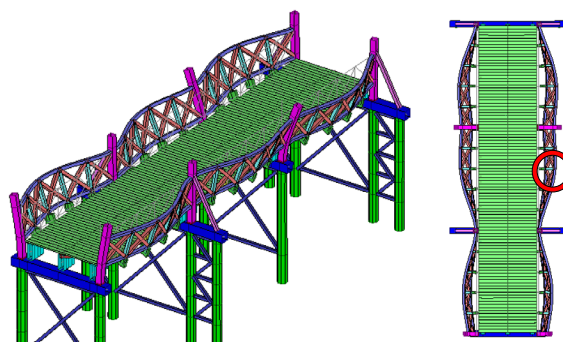


図-5 水平変位の FEM 解析結果