

構造部材を利用した新しい屋根付き橋の提案

環境構造工学講座学部 11719 河原 萌
指導教員 後藤 文彦

1. はじめに

日本や、アメリカ、カナダ、ヨーロッパなど、森林資源が豊富な地域では古くから木橋が作られてきた。その中に屋根付き橋 (Covered Bridge) と呼ばれる橋がある。これはトラス部分やその他大部分が木造であり、屋根で覆われている特徴的な構造の橋である。歴史的に古くから存在しており、ヨーロッパでは 14~18 世紀に建造されたものが多く、1333 年にスイスで建造されたカベル橋は現在でも使用され、観光地になっている。橋に屋根を付けるアイデアは雨や雪によって引き起こされる腐朽を防ぐことが本来の目的であり、剛性への貢献については副次的な要素と言えるだろう。そこで、従来の屋根付き木橋の屋根部分が剛性に与える影響を観察し、屋根部分がより積極的に剛性に貢献するような新しい屋根付き木橋を考察する。

2. 解析手法

実際の屋根付き木橋を想定した 3D モデルを作成し、四面体メッシュ分割するためにプリポストプロセッサの Salome を用いた。FEM ソルバーには CalculiX(以降 CCX) を、ポストプロセッサに CalculiX GrahpiX(以降 CGX) を使用した。図-1 のように構造が複雑な場合には、メッシュ分割できないケースがあり、作成できるモデルに制約が生じた。

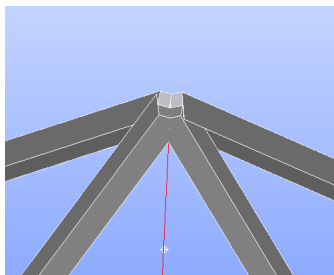


図-1 複雑なメッシュ分割

3. 屋根の与える剛性

以下の条件でモデルを作成し、剛性を測定した。体積は salome を用いて確認した。

- すべてラーメン接続
- 体積 : 5.5m^3 以内 (既存モデルに合わせるため)
- スパン : 12m
- ヤング率 : 2gpa
- ポアソン比 : 0.3

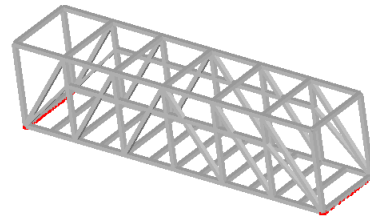


図-2 屋根なしモデル

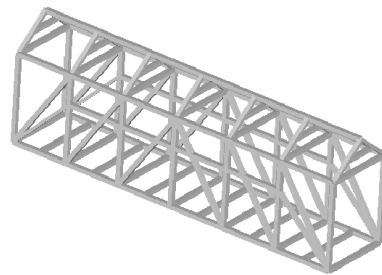


図-3 屋根付きモデル

図-3 に示される既存のモデルとしたのは、アメリカのオハイオ州にあるスコットタウン橋¹⁾を参考に作成した。この橋はハウトラスを主として剛性を持たせ、クイーンポストトラスを加えさらに補剛している構造になっている。屋根部分は単純な梁が 2

表-1 屋根ありとなしの比較

モデル	たわみ (mm)
屋根あり	7.3×10^{-3}
屋根なし	1.4×10^{-2}

本組まれ、真ん中で 2 つの屋根部分を繋いだ構造に

なっている。まず、屋根の寄与する曲げに対する抵抗を観察するため、屋根付きモデルと屋根なしモデル(図-2)を作成し、それぞれのたわみを比較した。図-2には橋の拘束点を赤い点で表示させた。比較の結果、表-1のような値が得られた。この実験の結果、簡単な構造でも屋根は構造物に剛性を与える一因であることがわかった。この結果から更に剛性を持った橋を考える。

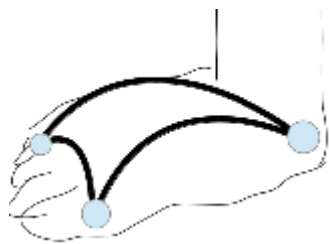


図-4 足の裏アーチ

剛性の高い屋根付き橋を考えるにあたり2つの提案をした。まずひとつに、人間の体重を支えられる足の形の構造を参考にしたモデルを作成した。図-4のように人間の足はアーチが縦アーチと横アーチの2方向にかかっており、このために小さな構造の何倍もの体積を持つ人間の体重を支えられる構造になっていると考えられる。この考えを元に作成されたのが図-5(モデル1)である。もうひとつは屋根の構造を橋本体部分と同じくトラス構造でもたせたモデルである(6)。屋根部分の剛性を高めると、全体の剛性も向上するのではないかという考えに基づいて作成し、屋根部分を剛性の高いキングポストトラスにしてモデル化した。

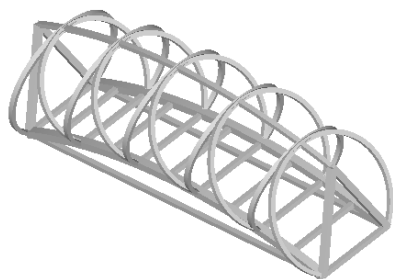


図-5 足の裏構造モデル

4. 解析結果

解析の結果を表-2に示す。モデル1は体積が既存モデルより小さく作成できたが剛性は試験モデル

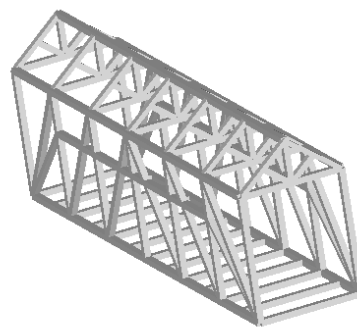


図-6 屋根をトラスとしたモデル

の中で最も低く出た。これは断面2次モーメントを稼ぐことが出来なかったことに原因があると考えられる。対してモデル2は試験モデルの中で最も高い剛性の構造になった。屋根部分をキングポストトラスにしたことで高剛性を持たせることができたと言える。

表-2 各モデルの体積とたわみ量

モデル名	体積 (m ³)	たわみ量 (mm)
モデル1	5.0	3.85×10^{-2}
モデル2	5.3	3.5×10^{-3}

5. まとめ

足の裏構造に期待した剛性が得られなかった原因に、断面2次モーメントが十分に得られなかったこと、トラス構造のセット数が少なかったことが挙げられる。上部材の増設、トラス同士の接続部材を増やすことで改善がなされると考えられる。また3Dモデルを完成させても、メッシュ分割が出来なかった場合が多くあり解決のために時間を費やしてしまい、十分に研鑽をすることが出来ず満足な結果が得られなかった。今後の課題としてはモデルの接続部分の条件を加えたモデル解析や、木材を使用した橋であるのでヤング率の異方性を考慮する必要がある。またsalome内で行う解析計算(code-aster)の利用や、salome以外のモデリングツールの可能性も検討していきたい。

参考文献

- 1) 志摩義男：アメリカ、カナダのカバードブリッジ，グラフ社，1995。