

プレストレス木箱桁橋ボルト接合部の数値モデル化

秋田大学	○ 学生員	川村 日菜子
秋田大学	正員	後藤 文彦
秋田大学	学生員	海老 拓紀
秋田大学	学生員	近藤 高誉
秋田県立大学	正員	佐々木 貴信

1. はじめに

プレストレス木箱桁橋は、山間部の登山道として既に秋田県内数カ所に架設され実用性が確認されてきている（図-1）。これまでの比較的短いスパンで荷重が小さい範囲であれば、フランジを設けない鋼板による接合で十分な剛性を確保できていたが、15m 以上のスパンでの使用を想定した場合には、剛性を確保するためにフランジを設けた接合部が必要となる。この際、フランジ部は角材の化粧材に隠れる幅に留めるためには、ボルト 1 列の幅で十分な応力伝達が可能かどうか検討する。



図-1 プレストレス木箱桁橋

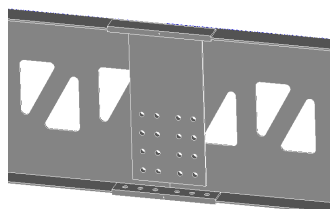


図-2 接合部分

2. 解析方法

今回の解析ではフランジ継手のボルト孔 1 つ分に着目し、応力の分布についての解析する。材料は

すべて、ヤング率 206GPa、ポアソン比 0.3 の鋼材とし、ボルト軸力は M20, S10T の設計ボルト軸力 165kN、静止摩擦係数は 0.4 とする。有限要素解析は Salome-Meca2016 の四面体要素を用いる。

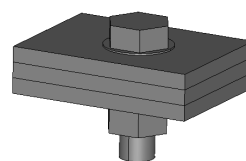


図-3 解析モデル

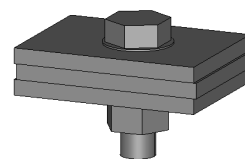


図-4 母材滑り出し後（母材がボルトに接触）

解析モデルは、実際のプレストレス木箱桁橋で想定されるフランジ継手部のボルト孔 1 本の周囲の母材と添接板を抜き出し（図-3）、幅員方向は添接板の幅 79mm とし、橋軸方向は隣り合うボルト間の中点間距離 108mm とする。ボルトの先端部分、座金と添接板と接触している面に面載荷で軸力を作用させて、添接板やボルトなどそれぞれの間には摩擦係数を設定する。まず、ボルトの軸力だけを与えてボルトから添接板、母材へと応力が伝達される状況を確認する。次に添接板の一端を固定し、母材だけに引張力を与えたときの応力状態を解析する。

最後に、図-4のように、母材がボルト孔の遊びのぶんだけ滑ってボルトと接触した状態について、互いに接触するボルト孔の内面とボルト表面との間に摩擦係数を設定し接触解析したモデルについても解析する。

3. 解析結果

ボルトの軸力だけを作用させた場合の座金、添接板、母材それぞれのミーゼス応力の分布を図-5, 6, 7に示す。座金には最大で 506MPa の応力が生じているが、座金のロックウェル硬さ 35HRC から座金の引張強度を推定すると、 $3.2 \times 35 \times 9.8 = 1098\text{MPa}$ となり、強度には達していない。添接板部は孔内面部に応力が集中し、最大で 545MPa に達する。SS400 など降伏点が 245MPa 程度であれば、計算上は一部降伏していることになる。母材については、添接板で応力が分散されるものの、孔内面には応力の集中が見られ、最大応力は 244MPa である。

次に、添接板の一端を固定した状態で、母材に SS400 の降伏点の 1/3 を目安に 85MPa の引張力を加えた場合の母材のミーゼス応力を図-8 に示す。母材がまだ滑りだしていない状態では、引張を加えられている右側の孔の内面の応力が大きくなり、最大で 269MPa である。

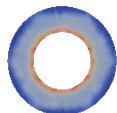


図-5 座金のミーゼス応力

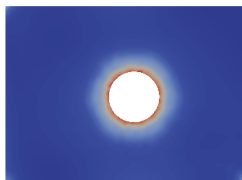


図-6 添接板のミーゼス応力

最後に、母材が滑ってちょうどボルトに接触した状態で、ボルト軸力のみを与えた場合の母材のミーゼス応力を図-9 に、その母材に 85MPa の引張力を加えた場合のミーゼス応力の分布を図-10 に示す。

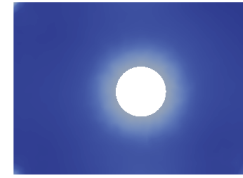


図-7 母材のミーゼス応力（軸力のみ）

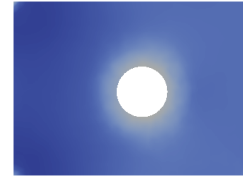


図-8 母材のミーゼス応力（滑りなし）

母材がボルトに接触した状態では、座金とボルト孔周辺の接触面は、ボルト孔右側の方が狭くなるため、この部分の応力が 326MPa と大きくなるのがわかる。母材に引張力が加わると、この部分の応力は 376MPa と更に大きくなる。



図-9 母材のミーゼス応力（母材がボルトに接触かつ軸力のみ）



図-10 母材のミーゼス応力（母材がボルトに接触かつ滑りなし）

4. 考察

添接板と母材との間に摩擦係数を設定した接触解析により、ボルト軸力が母材に伝達される状況、その状況で母材に引張が加えられた場合の応力の変化、母材に滑りが生じてボルトと接触した状態等を解析することができた。今回は弾性解析しかしていないが、座金や添接板の塑性変形の影響などについては今後の課題である。