

プレストレス木箱桁橋ボルト接合部の応力挙動

環境構造工学分野 15816 酒井 大希
指導教員 後藤 文彦

1. はじめに

杉の人工林が多い秋田では、定期的の間伐が行われるものの、間伐材の有効利用は進んでいない。プレストレス木箱桁橋¹⁾は、こうした間伐材の有効利用を目的として開発されたが、森林景観にも馴染み、山間部の架設にも適しているため、秋田県内の主に山間部の登山道として数カ所に架設されてきた(図-1)。従来のタイプはスパン 10m 程度以下の比較的短いものが主だったが、今後は 16~20m といった比較的長いスパンにも対応することが求められている。そこで継手を設け、十分な剛性を確保するためにフランジ部を有する新しいタイプが提案された。本研究では、この新しいタイプのプレストレス木箱桁橋の継手部に加わる応力が、梁モデルとして計算した場合の応力で十分に評価できるのか、有限要素法によりモデル化し検討する。



図-1 プレストレス木箱桁橋

2. 解析手法

今回は青森県の東北電力大池第二発電所の敷地内に 2018 年に架設されたスパン 16m のプレストレス木箱桁橋をモデル化し、Salome-Meca2017 を用いて解析する。材料は鋼材部分はヤング率 206GPa、ポアソン比 0.3 の等方性材料とし、木材部分はヤング率 $E_{xx} = 7\text{GPa}$, $E_{yy} = E_{zz} = \frac{7}{25}\text{GPa}$, ポアソン比は、 $\nu_{yy} = \nu_{xz} = 0.4$, $\nu_{yz} = \nu_{yx} = \nu_{zy} = \nu_{zx} = 0.016$ の直交異方性材料とする。解析モデルは、計

算容量の節約のため、橋長方向、幅員方向を対称面に対して半分のみ取り出した 1/4 モデルを用いる(図-2)。荷重は、死荷重に積雪 2m 相当の雪荷重を合計した 22.569kN/m を用いる。解析ではモデルの上面の鋼材部と木材部に等分布荷重として面載荷する。境界条件は、スパン中央の対称面で軸方向変位を拘束、幅員中央の対称面で幅員方向変位を拘束、支点部の拘束線上でたわみ方向変位を拘束する。

まず、添接板の引張応力が最も大きくなると思われるスパン中央に最も近い継手の下側添接板(図-3)の中央上面(赤い破線)の位置の応力分布を調べてみる。

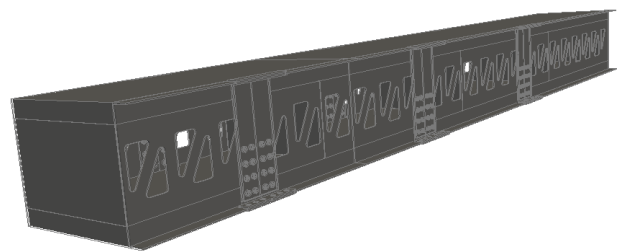


図-2 解析モデル

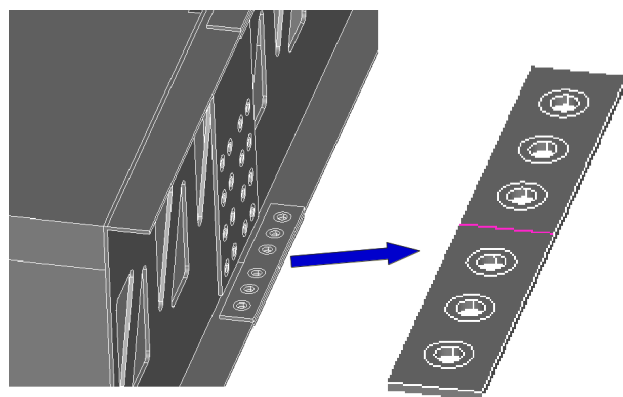


図-3 添接板

3. 解析結果

解析したモデルを全体で見ると(図-4)、一番応力が大きいと予想される中央部での応力はおおよそ 100MPa と許容応力内に収まっている。

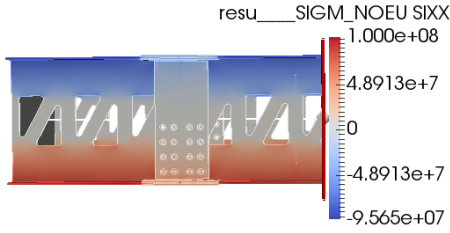


図-4 軸方向応力 (全体)

しかし、今回着目した下添接板での応力を分布図にすると図-5 の添接板継手位置のようになる。

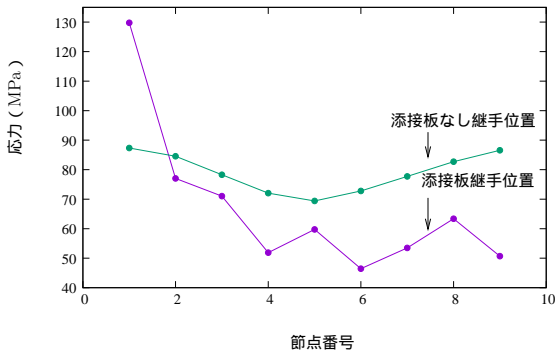


図-5 軸方向応力

図を見るとわかる通り、多少ばらつきはあるものの基本似たような値をとる。しかし、最も内側の一箇所のみ値が不自然に大きくなっている。

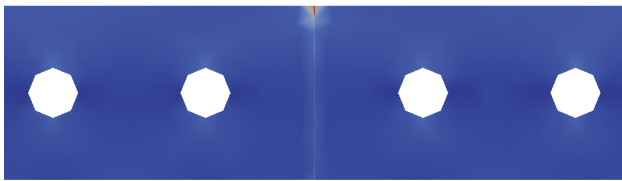


図-6 添接板位置のカウンター図

色分けをして見やすくすると図-6 のように中央に最も近い点のみ色が赤くなる。これはモデルの添接板と母材がボルトと摩擦による接合ではなく完全に一体化してしまっているからではないかと考えられる。そのため、添接板の端と母材に実際にはありえない節点が生まれてしまいそこで応力が大きくなってしまったと思う。しかし、本当にそれが原因なのかもしくは別に原因があるのかを調べるため、添接板を取り外しスリットの間を完全に埋めたモデルを作り解析し確認してみた。添接板を取り外した

モデルの同じ箇所での応力分布を図-5 の添接板なし継手位置に示す。

図-5 の添接板なし継手位置では添接板がない分その場所での鋼材の厚さが薄くなり全体的に値が大きくなるが、内側の1点が不自然に大きくなることはなくなった。よって、今回のモデルは添接板と母材がボルトと摩擦による接合ではなく添接板と母材が一体化しているところに原因があるのではないかと考えられる。また、応力は $\sigma = E\epsilon$ から求めることができるため、ひずみも見てみることにした。添接板があるときのひずみを図-7 に示す。

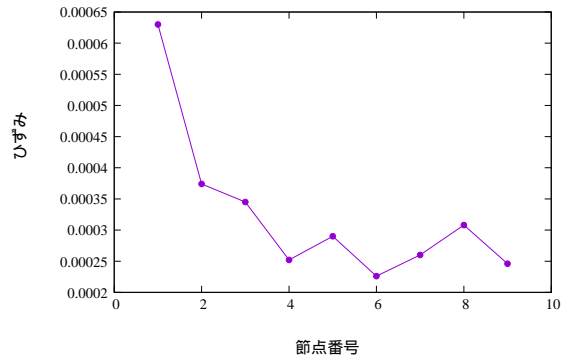


図-7 軸方向ひずみ

これは図-5 と同じ形となる。ここから、応力のみ不自然な値になっているのではなくひずみが不自然なため応力もそれに付随しているのではないかということがわかる。

4. まとめ

今回の解析モデルのように実際には摩擦接合の添接板を母材と節点共有して一体化してしまったことで、全体としての曲げ挙動には影響がないものの、添接板部分には、やや不自然な応力の集中が見られた。いくつか原因は考えられるが、母材と添接板の端部に一体化した材料による隅角部ができるため、それが応力の集中を誘発した可能性もある。今後は添接板と母材の間を接触解析とし、ボルト緊張力により摩擦接合をモデル化して、より実際の継手に近いモデルによる解析を検討したい。

参考文献

1) 佐々木貴信, 後藤文彦, 安部隆一, 熊谷誠喜: 秋田スギの角材を利用した組立・解体が容易な木橋の開発, 秋田県立大学ウェブジャーナル A/2013, Vol.1, pp.10-18, 2014.