

雪荷重の軽減を目的とした床版開閉式木橋の数値解析及び防護柵の検討

環境構造工学分野 7021538 工藤日菜
指導教員 後藤文彦

1. はじめに

山間部の登山道では、景観性や環境性、運びやすさの観点から木橋が使用される。しかし、秋田県のような豪雪地帯では冬季の積雪による落橋の危険性が問題となっている。そこで当研究室で開発された橋が床版開閉式木橋¹⁾である。床版を開閉できるようになっており、冬季のみ床版を開けておくことで積雪の軽減が見込まれている。実際に行われた暴露試験でも積雪の軽減に効果があることがわかった。しかし、片側の桁に偏った積雪や雪庇などが確認された。そこで本研究では、様々な積雪において橋の各部材が基準の応力を超えないか数値解析によって確認を行った。また、現在は防護柵がないモデルを基本としているが、今後防護柵の設置が必要となることが考えられる。そこで防護柵についての検討も行った。

2. 床版開閉式木橋

床版開閉式木橋(図-1)は、2本の主桁の上に床版を並べた2主桁橋である。2本の主桁に通した鋼棒を回転軸とし、床版の一端につけた回転治具を鋼棒に引っ掛けることで回転できるつくりである。回転治具のない反対側の床版端部をロープなどで持ち上げることで人力で簡単に開閉することができる。¹⁾

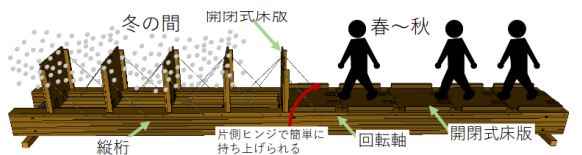


図-1 床版開閉式木橋

3. 数値解析

有限要素解析ツール「salome-meca」を用いて解析を行った。3Dモデルを作成し、死荷重・雪荷重をかけ各部材の応力が基準を超えていないか確認し

た。確認した部分は、集成材桁の中央部の橋軸方向応力(中短期許容応力:10.24MPa)、集成材と対傾構接合部の境界部分の応力(めりこみ応力:6.0MPa)、回転軸鋼棒の軸方向応力(降伏応力:235MPa)である。材料諸元を表-1、解析モデルを図-2示す。

表-1 材料諸元

	ヤング率(軸方向)	ヤング率(軸直角方向)
床版	4.4GPa	2.2GPa
桁	7.5GPa	0.3GPa
地覆木	7.5GPa	0.3GPa
鋼材	206GPa	206GPa

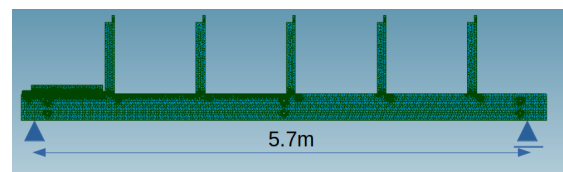


図-2 解析モデル

雪荷重は過去の暴露試験を参考にし、2つの桁に均等に積雪した場合と片方の桁に偏って積雪した場合の2つのパターンを想定した(図-3)。

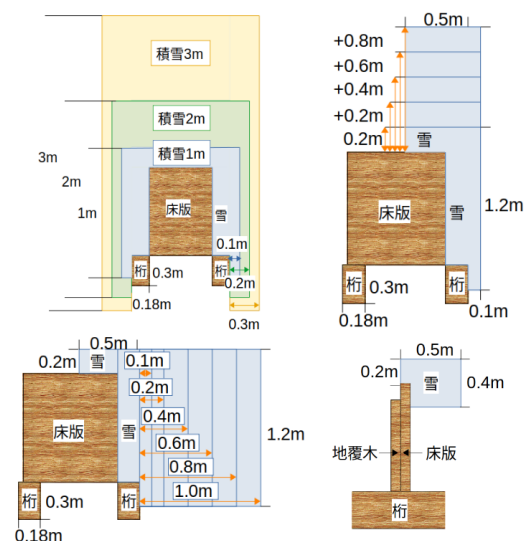


図-3 積雪モデル

結果として，集成材の橋軸方向応力（桁中央部），回転軸鋼棒の軸方向応力はいずれの場合でも基準を超えていないことが確認できた．積雪が多いときでもそれぞれ，積雪 3m のときに 7.03MPa，-51.28MPa，桁横の雪の幅 1.0m のときに 4.97MPa，-131.46MPa であった．しかし，積雪が 2m，3m のときや桁横の雪の幅を増やしていった時などに桁と対傾構接合部の境界部分の応力がめりこみ応力を超えていることがわかった．積雪 3m のときに-15.83MPa，桁横の雪の幅が 1.0m のときに-11.19MPa であった．

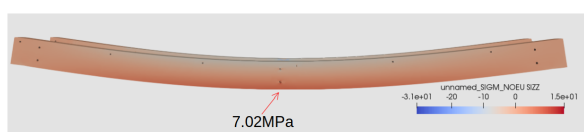


図-4 積雪 3m のときの軸方向応力

4. 防護柵

防護柵は雪がつきにくいように木製の支柱とワイヤーロープを用いたもの（図-5）を検討している．

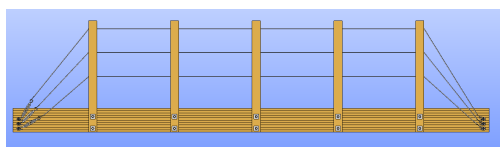


図-5 検討されている防護柵

この防護柵について，まず支柱の断面形状の検討を行った．流通材の中から 4 つの断面について検討した．防護柵設置基準³⁾より，歩行者用の防護柵は 390N/m(通常時)，2500N/m(集団歩行時)以上の強度が必要である．この荷重が支柱最上部に作用した場合，許容応力に対してどの程度の応力を示すかを計算式 (1) で算出した．

$$\sigma = \frac{M}{I}y \quad (1)$$

σ : 曲げ応力 M : 曲げモーメント I : 断面二次モーメント

許容応力: 16.66MPa

390N/m，2500N/m のときの応力，許容応力に対す

る割合は表-2 に示すとおりである．

表-2 計算結果

断面 (mm × mm)	390N	作用応力 許容応力	2500N	作用応力 許容応力
75 × 75	6.10MPa	37 %	39.11MPa	235 %
90 × 90	3.53MPa	21 %	22.63MPa	136 %
105 × 105	2.22MPa	13 %	14.25MPa	86 %
120 × 120	1.49MPa	9 %	9.55MPa	57 %

許容応力以内におさまっている 105mm × 105mm の断面に決定した．次に 1 スパン分を取り出し（ワイヤーを除く），支柱最上部に 390N の水平荷重をかけて数値解析を行った．結果は，引張側（平均）が 2.25MPa，圧縮側（平均）が -2.11MPa であった．理論値に近いこと，許容応力を下回ることが確認できた．しかし，支柱と桁を固定している座金周辺で応力が発生していることが確認できた．そこで，座金周辺を詳しく見るためにその部分をより細かく要素分割し，弾塑性解析を行った．座金周辺の応力を見ると -8.71MPa となり，基準の 6.0MPa を超えていることが確認できた．

5. まとめと今後の展望

雪荷重について，桁中央部や回転軸鋼棒では基準となる応力を超えていないことが確認できた．しかし，桁と対傾構の接合部周辺では基準となる応力を超えてめりこむ場合があることがわかった．防護柵について，支柱の断面を決定し，水平荷重をかけても許容応力を超えていないことが確認できた．しかし，座金部分でめりこみ応力を超えていることがわかった．今後の課題として，異種材料の境界部分でめりこみが起こらないようにゴムを挟んでみるなど対策を検討すること，防護柵のボルトやワイヤー部分の検討を進めることなどが挙げられる．

参考文献

- 1) 及川大輔，野田龍，後藤文彦，青木由香利，森岡吉己：雪荷重の軽減を目的とした床版開閉式木橋の積雪軽減性能について，2024.
- 2) 日本建築学会：木質構造設計基準・同解説-許容応力度・許容耐力設計法-、丸善出版，2015.
- 3) 国土交通省：防護柵の設置基準