

フランジを用いた鋼板挿入集成材梁の継ぎ手の挙動

環境構造工学分野 7019524 岡田 潤
指導教員 後藤 文彦

1. はじめに

カーボンニュートラルの推進や景観への調和から、構造部材に対しても木材の利用促進が叫ばれる中で、剛性の低い木材を鋼板で補剛する鋼板挿入タイプの集成材梁は、今後 期待されるハイブリッド木質部材である。集成材梁の継ぎ手は集成材部分と同等以上の鋼板を挿入して接合すれば、継手部で剛性が落ちるということはない。一方、鋼板挿入集成材梁の場合、挿入鋼板を延長して接合すると、接合部は集成材部分が欠損することにより剛性が低下してしまう。そこで、接合部で剛性を落とさずに接合できるようにフランジ付きの継ぎ手を提案した。このフランジ付き継ぎ手のフランジ形状等の諸元が集成材の欠損を補う上で十分な性能を有しているかについて、数値解析により検討を行った。

2. 解析モデル

本研究で用いるモデルは 2 主桁の歩道橋の梁として用いた場合を想定する。梁は全長 10 m、支間長 9.7 mとした。木材は構造用集成材を用い、挿入する鋼板には SS400 材を用いる。継手部は梁中央に設け、図-1 のようにフランジによって集成材が欠損している分の剛性を補っている。

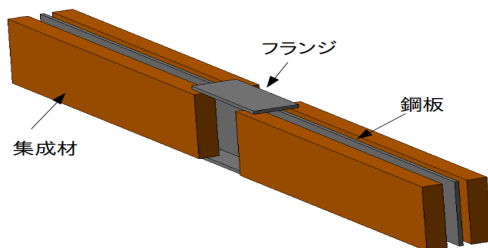


図-1 鋼板挿入集成材梁

なお、フランジに用いるのは挿入鋼板と同じ SS400 材である。また、今回の梁では曲げ変形をしたときに、圧縮側で集成材がフランジに押し付けられるように変形し、引張側では集成材がフランジから離れるように変形することが考えられる。その

挙動を再現するため、フランジ端部の集成材との間に 3mm の仮想材を入れた。表-1 に使用する材料の諸元を示した。

表-1 材料諸元

	集成材	鋼板 1	鋼板 2	仮想材
幅 B	200mm	6mm	9mm	3mm
高さ H	500mm	480mm	480mm	10mm
ヤング率 E	7.5 GPa	206 GPa	206 GPa	0.001 GPa
ポアソン比 ν	0.4	0.3	0.3	0.4
降伏点	24 MPa	245 MPa	245 MPa	-

今研究では FEM の Slome-meca 上でモデルを作成し、鋼板の板厚が 6mm と 9mm のそれぞれの場合で弾塑性解析を行なった。梁の下面を線拘束し、一方を全固定、他方を軸方向自由の単純支持とした。比較として継ぎ手のないモデル、継ぎ手のあるモデルを作成した。継ぎ手のあるモデルは、継ぎ手部の長さを 500mm とし、フランジのないモデル、フランジの長さが継ぎ手部より短い 300mm モデル、継ぎ部と同じ長さの 500mm モデル、継ぎ部より長い 700mm モデルの 4 種類を作成した。フランジの幅は継ぎ手部のヤング率 E と断面 2 次モーメント I を乗じた EI が梁断面の EI より大きくなるように設定した。継ぎ手部の断面図を図-2 に示した。

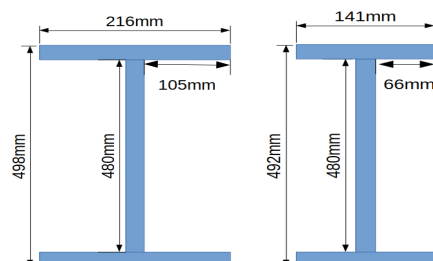


図-2 継ぎ手部の断面

3. 解析結果

既往研究¹⁾より、秋田などの豪雪地域における歩道橋の主荷重は雪であることが分かっている。積雪

深と梁の側面に付着した雪が合計で 3m, 4m の時の雪荷重はそれぞれ 14kN/m, 10.5kN/m であるため, 2 本の梁が均等に荷重を負担すると考えると, 1 本の梁にかかる荷重はそれぞれ 7kN/m, 5.25kN/m となる。梁の死荷重と雪荷重を合計した梁にかかる全荷重を表-2 にまとめた。

	6mm 鋼板	9mm 鋼板
3m 積雪	70.3kN	71.59kN
4m 積雪	87.8kN	89.09kN

解析から得られた継ぎ手中央部の挿入鋼板における応力と荷重の関係を 6mm の鋼材, 9mm の鋼材のそれぞれの場合で図-3, 図-4 に示した。

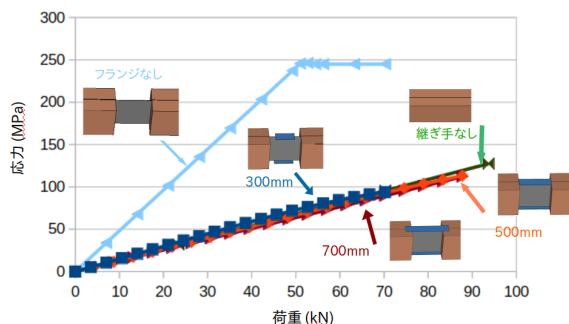


図-3 応力と荷重 (6mm 鋼材)

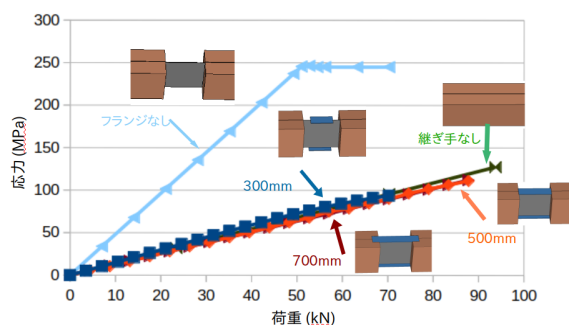


図-4 応力と荷重 (9mm 鋼材)

フランジがないモデルでは 6mm 鋼板, 9mm 鋼板のどちらでも荷重が 50kN 程度の荷重で降伏していることが分かる。フランジがあるモデルはどちらの鋼板も継ぎ手がないモデルに近い値が得られた。また, フランジの長さが 300mm のモデルは 500mm と 700mm のモデルに比べて, 継ぎ手なしモデルとの誤差が大きくなった。

図-5 に 3m 積雪時の荷重を載荷した時の継ぎ手部周りの応力分布を示した。継ぎ手の中央を 0 点と

して, 800mm までの応力の分布を各モデルごとに示した。フランジがある部分では継ぎ手なしモデルと近い値となっているが, フランジがない部分では降伏が見られた。またフランジが 500mm, 700mm のモデルではフランジ端部の仮想材を入れている点で応力が高くなっていた。

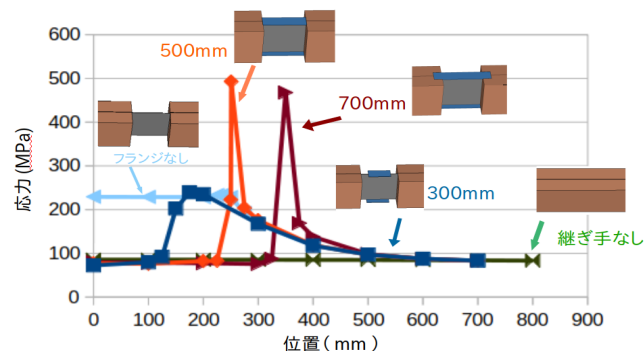


図-5 継ぎ手まわりの応力分布

4. まとめ

本研究では継ぎ手を行った梁のモデルを作成し数値解析を行なった。梁の応力を測定したところ, フランジの長さが集成材の欠損している分の長さを超えていれば, 鋼板が 6mm の場合, 9mm 場合の両方で継ぎ手のないモデルに近い値が得られた。フランジの長さが十分であれば継ぎ手によって梁の剛性が低くなることは避けられると思われる。応力分布からフランジがない部分で応力が大きくなることがわかったが, フランジ 500mm モデルと 700mm モデルの場合は木材より剛性の低い仮想材が入っている分, その部分の剛性が低下したと考えられる。本研究では鋼板挿入梁の継ぎ手の応力状態を知ることができたが, フランジの端部で応力が高い点が見られたため, フランジや仮想材の諸元を変更するなどの追加の検討が必要であると思われる。また今回のモデルは解析の簡易化のため接合のためのボルトや添接板などを除外したものとなっているが, 鋼板と集成材をどの程度一体化できるかなどは不明な点が多いため, 今後はより現実に近いモデルを検討していきたい。

参考文献

- 1) 及川大輔, 野田龍, 後藤文彦, 森岡吉己: 雪荷重の軽減を目的とした床版持ち上げ型木橋の屋外暴露試験, 第 73 回木材学会大会講演概要集, 2023