

ハイブリッド鋼桁の斜張力場作用を考慮したせん断耐荷力についての一考察

信州大学大学院

○原 啓一

信州大学工学部 正会員

清水 茂

1.はじめに

本研究は、ハイブリッド鋼桁の、せん断耐荷力および斜張力場作用を検討し、そのせん断耐荷力推定式を提案することを目的としている。

桁のせん断耐荷力は、斜張力場作用による後座屈強度を考慮した形で Basler はじめ多くの研究者により提案されている。しかし、それらのせん断耐荷力式をハイブリッド鋼桁にそのまま適応することには疑問が残る。

そこで本研究では、アスペクト比の違いやウェブパネルの厚さ、フランジの断面積の違いが斜張力場作用にどのように影響するのかを考察する。

ここでハイブリッド鋼桁とは、桁の同一断面において、曲げ耐力に寄与するところの大きいフランジに高張力鋼を使用し、腹板にはフランジよりも強度の低い普通鋼材を使用した異種鋼材混用桁である。これに対して、桁の全断面に同種類の鋼材を使用した桁をホモニアス桁という。

2. 解析モデル

本研究で用いた解析モデルを図 1 に示す。図 1 の解析モデルの寸法は、桁長 5000 mm、桁高 1200 mm とする。中間垂直補剛材は、共に板厚 8 mm、幅 100 mm である。また、本解析では、曲げ強度をパラメータとするために、フランジの厚さを変化させた。具体的には、フランジ厚を 4, 8, 12, 20 mm の 4 種類に変化させている。また、ウェブの厚さの違いにおける変化を調べるため、板厚を 8, 12 mm の 2 種類に変化させている。

また本解析では、鋼材として降伏応力 245MPa の

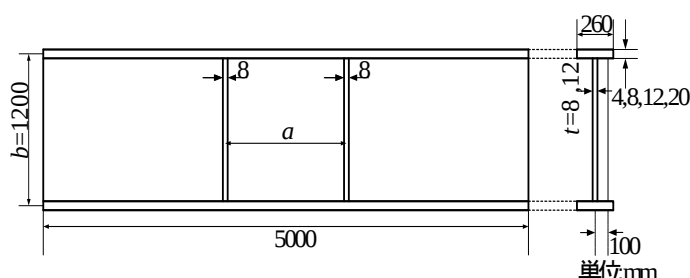


図 1 解析モデル

SM400 材と降伏応力 460MPa の SM570 材を用いる。フランジに SM570 材、腹板に SM400 材を想定したハイブリッド鋼桁と SM400 材を想定したホモニアス桁の二種類の桁を解析対象とする。ここで、SM400 材、SM570 材ともヤング率 200GPa、ポアソン比 0.3 とする。

本解析には、弾塑性大変形問題を扱うにあたり、汎用有限要素解析プログラム「MSC.Marc mentant 2005r2」を用いる。

図 2 に解析モデルの要素分割の一例を示す。ここでは、解析モデルのウェブを分割する各要素が 50 mm × 50 mm の正方形となるようにした。なお、図 2 は中間垂直補剛材のアスペクト比が $\alpha=1.0$ の解析モデルである。

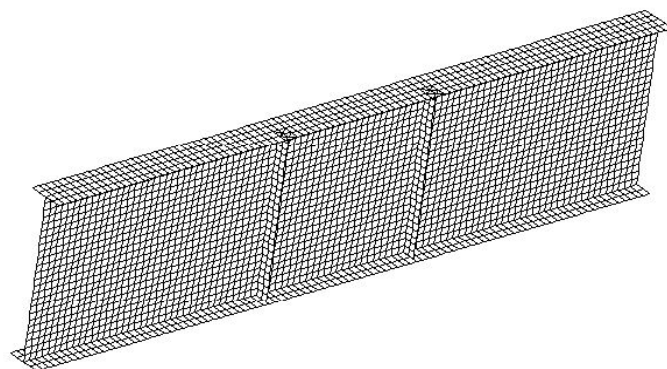


図 2 要素分割図 ($\alpha=1.0$)

本研究では、図 1 に示す 2 本の垂直補剛材間の腹板パネルに注目し、このパネルの挙動を明らかにする。なお、本解析では、注目した腹板パネルの板厚と、フランジの板厚、及びウェブパネルのアスペクト比 ($\alpha=a/b$) をそれぞれパラメータに設定し解析を行っている。ここで、アスペクト比 ($\alpha=a/b$) は $\alpha=0.75 \sim 3.0$ の 6 種類に変化させている。

3. 結果

図 3 にハイブリッド鋼桁の $\alpha=1.0$ の変形図を示す。図 3 より、中央のパネルに対角線上に膨らみが確認できる。ゆえに、ハイブリッド鋼桁においてせん断座屈が発生していることが確認できる。このようなせん断座屈は今回

解析したモデルすべてにおいて、アスペクト比によらず確認することができた。

図 3 に注目すると、フランジが滑らかに曲がっているのが確認できる。これは、中央パネルの座屈発生後に、引張応力が増加し、ウェブにつられてフランジが引っ張られたためだと考えられる。しかし、フランジ厚が 20mm のハイブリッド鋼桁では、フランジに塑性ヒンジが形成されることはなかった。

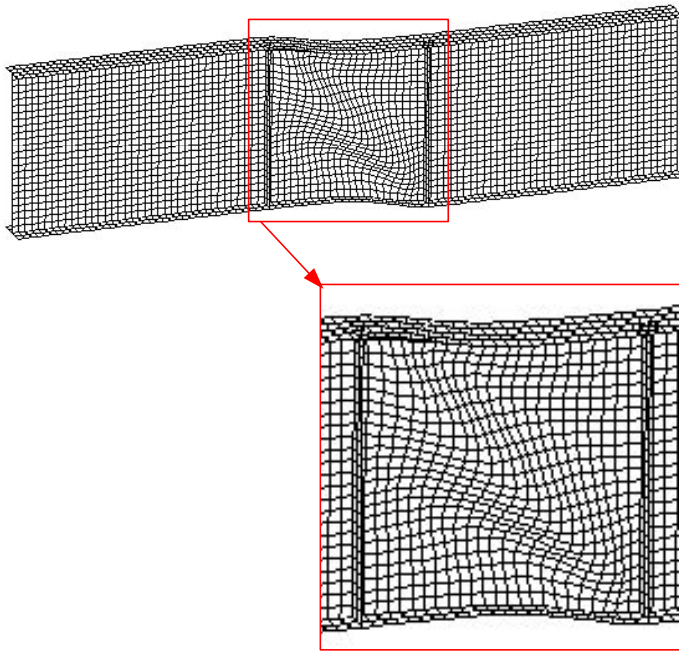


図 3 変形図(ハイブリッド鋼桁)

図 4 は、アスペクト比 1.0 のハイブリッド鋼桁のウェブの中央点での面外変位とせん断荷重の関係を示したグラフである。また図 5 は、フランジ厚が 20mm のハイブリッド鋼桁の荷重—面外変位曲線である。図 4 より、荷重が 600kN 付近で面外変位が増加しているのが確認できる。つまり、これらのモデルは荷重が 600kN 付近においてせん断座屈しているのが読み取れる。また、せん断座屈後荷重が増加しており、その後緩やかに減少する。以上のことから、ウェブパネルがせん断座屈後に後座屈強度を有していることが確認できる。さらに、フランジ厚が厚いモデルの方が、後座屈強度が大きいことが読み取れる。また図 5 に注目すると、アスペクト比が大きい桁の方が最大荷重が小さいことが読み取れる。つまり、アスペクト比の大きい桁の方が耐荷力が小さい。

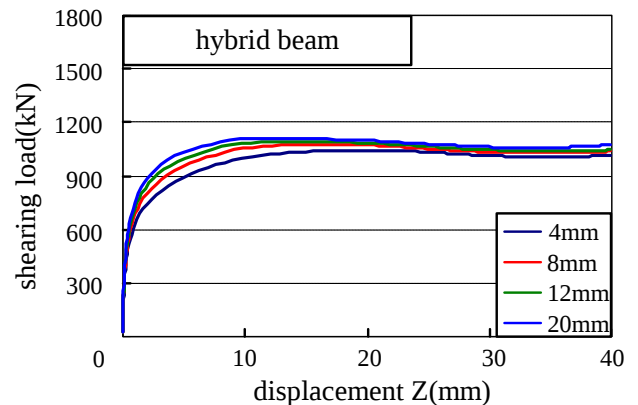


図 4 荷重—面外変位曲線

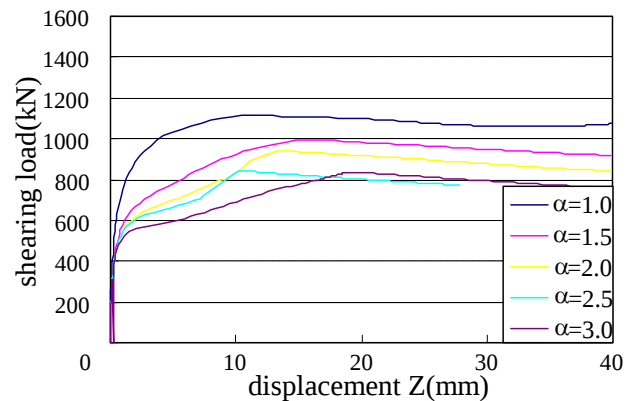


図 5 荷重—面外変位曲線(ハイブリッド鋼桁)

5. 結論

本研究で得られた結論は以下のようになる。

- (1) ハイブリッド鋼桁においても、ホモジニアス桁と同様に斜張力場作用が確認できた。
- (2) フランジが厚いハイブリッド鋼桁においては、Basler ら研究者の提案した桁の崩壊形式とは異なり、フランジに塑性ヒンジが形成されない。

参考文献

- (1) 福本編:座屈設計ガイドライン, 土木学会, 1987
- (2) 限界状態設計法に基づいたハイブリッド桁の設計基準(案), 日本鋼構造協会, 2002
- (3) 道路橋示方書・II 鋼橋編, 日本道路協会, 1996.7.