

ハイブリット鋼桁のせん断耐荷力

信州大学大学院	原 啓一
信州大学工学部 正会員	清水 茂
長野県長野工業高等学校	岸 圭太
長野県長野工業高等学校	○氏家 武之
長野県長野工業高等学校	黒柳 元貴

1. はじめに

近年になって、公共事業のあり方に対する関心が高まり、公共事業の予算が削減されている。そこで、鋼橋の建設コストを下げるために、合理化桁の適用が推奨されている。そのため材料費が安く経済的であるとされるハイブリット鋼桁が多く用いられるようになってきた。本研究では、ハイブリット鋼桁に関するさまざまな問題の中で、中間垂直補剛材間隔に注目し、ハイブリット鋼桁とホモジニアス桁とを比較することにより、ハイブリット鋼桁の崩壊挙動を明らかにすることを目的とする。

ここでハイブリット鋼桁とは、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ジニアス桁という。

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。フランジは、上下とも板厚 20 mm、幅 260 mm である。中間垂直補剛材は、共に板厚 8 mm、幅 100 mm である。腹

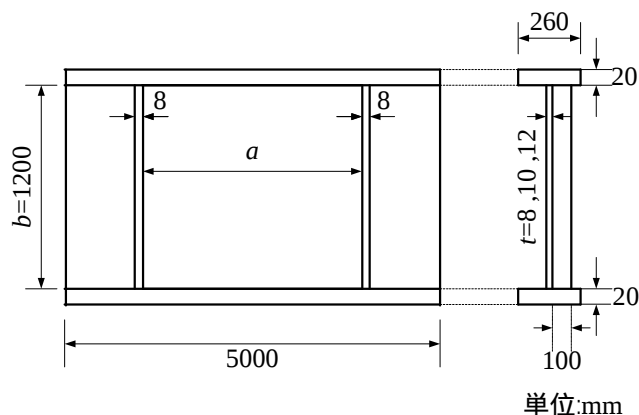


図1 解析モデル

板厚 t は 8, 10, 12 mm の 3 種類を用いる。 a は補剛材の間隔を示している。

また本解析では、鋼材として降伏応力 240MPa の 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ト鋼桁と SM400 材を想定したホモジニアス桁と SM570 材を想定したホモジニアス桁の 3 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。

図2に解析モデルの要素分割の一例を示す。ここでは、解析モデルの腹板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 $a = 1.0$ の解析モデルである。

本研究では、図1で示す2本の中間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、ハイブリット鋼桁のアスペクト比 $a = a/b$ (中間垂直補剛材間隔) を、それぞれパラメータに設定し、数値解析を行っている。

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 2005 r2』を用いる。

3. 結果

ここでは、図3、図4で2種類の荷重—面外変位曲線を示す。まず図3では、ハイブリット鋼桁の垂直補剛材間隔

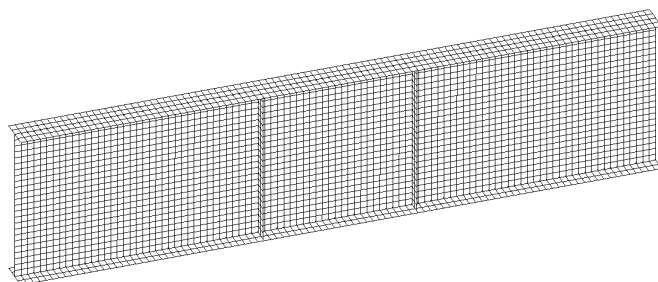


図2 要素分割図

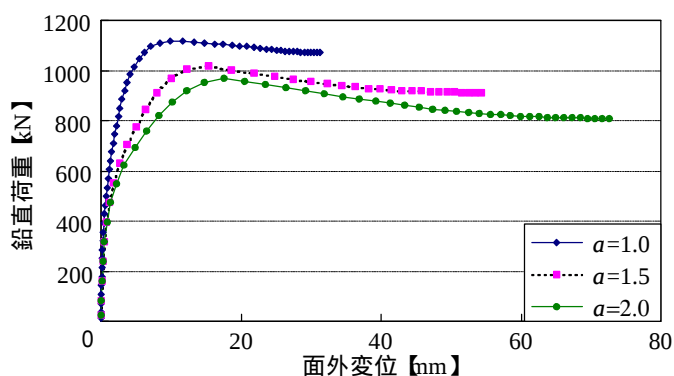
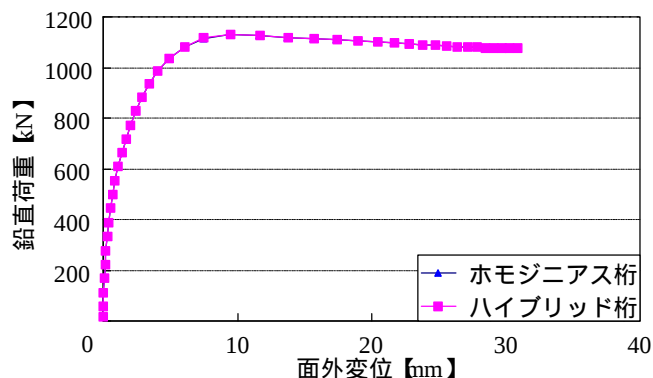
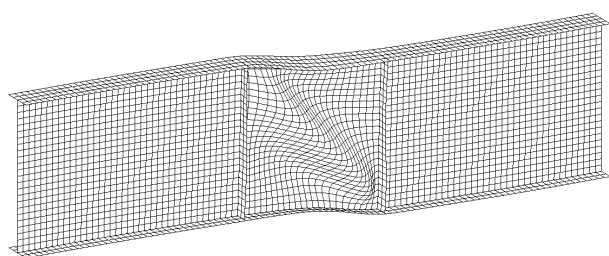
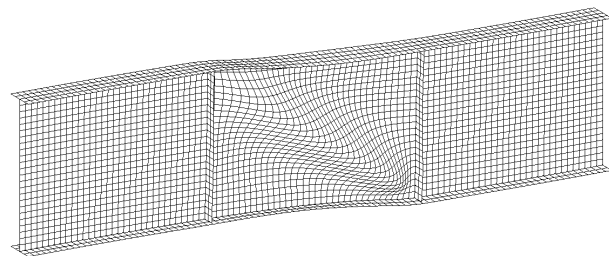
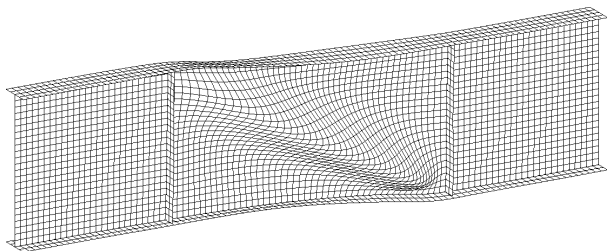


図3 荷重—面外変位曲線 (ハイブリッド鋼桁)

図4 荷重—面外変位曲線 ($a=1.0$ の場合)(a) $a=1.0$ (b) $a=1.5$ (c) $a=2.0$ 図5 変形図 倍率 $\times 10$

を変化させたグラフを示す。また図4では、 $a=1.0$ の場合の SM400 材を用いたホモジニアス桁とハイブリッド鋼桁のグラフを示す。ここで図3、図4とも面外変位は注目する中央パネルの中心の点をとる。また、図5では、ハイブリッド鋼桁の $a=1.0, a=1.5, a=2.0$ の場合の変形図を示す。

図3に注目すると、いずれのアスペクト比(a)のモデルにおいても、荷重が600 kN 付近において、面外変位が増加していることが確認できる。つまり、これらのモデルは荷重が600 kN 付近においてせん断座屈が発生していると

考えられる。また、アスペクト比(a)が小さい方が最大荷重が大きいことが読み取れる。そしてどのアスペクト比(a)でも、最大荷重を取った後、緩やかに荷重が減少する。

また図4に注目すると、SM400 材を用いたホモジニアス桁とハイブリッド鋼桁の荷重—面外変位曲線が同じ曲線を描いていることが読み取れる。つまり、フランジの材料の種類に関係なく、腹板が同じ材料ならば、注目した中央パネルは同じ座屈挙動を示す。

4. 考察

次に、桁の崩壊形式を考察する。ここで図5に注目すると、中間垂直補剛材間の注目している腹板パネルの中央に膨らみが観察できる。これは中央パネルの対角線上で発生しているようすが確認できる。また、パネルの中央付近で最も面外変形が大きくなっている。この変形にともなって、注目するパネルの右上、左下部分がへこむ変形も確認できる。これは、プレートガーターにみられる典型的なせん断による座屈変形である。その後、フランジの一部が内側にたわむ変形が見られる。これは、座屈発生後に引張応力が増加し、腹板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。これらの現象はアスペクト比(a)に関係なくすべてのモデルにおいて観察できた。

以上のことから、斜張力場作用がハイブリッド鋼桁でもホモジニアス桁と同様に起きる事が確認できた。また、斜張力場作用により腹板がせん断座屈した後も耐荷力を有することが確認できた。

本研究は、長野県長野工業高等学校と信州大学工学部の「高大連携プログラム」にもとづき、信州大学の研究活動の一部に長野県長野工業高等学校の生徒が参画して実施されたものである。