

軸圧縮を受ける山形鋼の座屈特性

秋田大学 学生会員 ○畑中 裕志
 秋田大学 正会員 後藤 文彦
 秋田県立大学 正会員 佐々木 貴信

1. はじめに

近年、二酸化炭素削減という視点に限らず、例えば災害時の応急橋など、現場で簡単に組み立てるといった視点からも木橋が見直されてきており、現地製材された角材を鋼トラス部材を用いて連結した新しいタイプの複合橋なども提案されている。このような小規模な木・鋼複合橋では、連結用のトラスに手軽に利用できる既製品の山形鋼を用いることが想定されているが、こうした山形鋼の座屈が強度の支配要因となり得る。そこで本研究では、両端部の1辺ずつで単純支持され偏心圧縮を受ける山形鋼の座屈特性を数値解析してみる。

2. 解析モデル

解析モデルは、図-1 に示すような山形鋼で、表-1 に示す等辺と不等辺の2種を解析する。座屈解析には汎用有限解析ソフト CalculiX¹⁾の8節点48自由度シェル要素を用いる。境界条件は図-2 に示す

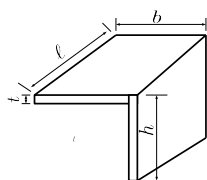


図-1 山形鋼寸法図

表-1 モデルの寸法

諸元	等辺山形鋼	不等辺山形鋼
断面の縦幅 h	100mm	100mm
断面の横幅 b	100mm	75mm
厚さ t	10mm	10mm

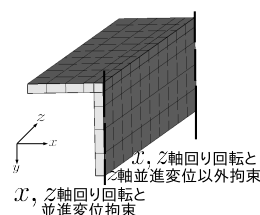


図-2 山形鋼拘束図

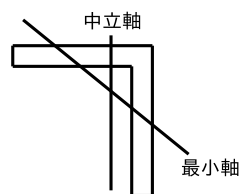


図-3 それぞれの断面二次モーメント

ように、端部の長辺側1辺ですべての並進変位と x 軸、 z 軸回りの回転変位を拘束、他端の長辺側1辺で z 軸方向変位以外の並進変位と x 軸、 z 軸回りの回転変位を拘束する。載荷は、軸方向変位が拘束されていない端部長辺に軸方向分布荷重を与え、厚さ方向に1分割、2辺の幅方向にそれぞれ10分割、載荷軸方向に100分割する。

$$P_{cr} = \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^2 EI \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 P_{cr} はオイラーの座屈荷重、 ℓ は z 方向軸の長さ、 E はヤング率で 206GPa、 I は断面二次モーメントである。但し、座屈が zx 平面で起こるとした場合の中立軸 (y 軸) 回りの断面二次モーメントを I_y 、図-3 に示すように断面二次モーメントが最小となる軸 (最小軸) 回りの断面二次モーメントを I_v とする。断面二次モーメントの値は表-2 に示す。

表-2 モデルの断面二次モーメント

	等辺山形鋼	不等辺山形鋼
I_y	175mm ⁴	76.1mm ⁴
I_v	72mm ⁴	41.3mm ⁴

3. 解析結果

等辺山形鋼に対する解析結果を図-4 に示す。

キーワード：山形鋼、木橋、座屈

〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 TEL:018-889-2207

FAX:018-889-2219

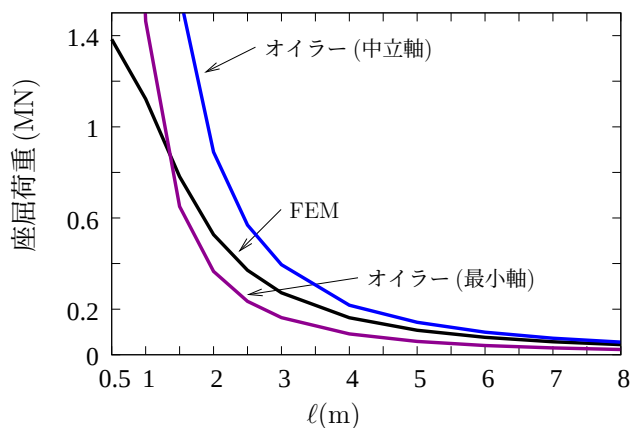


図-4 座屈荷重 (等辺山形鋼)

FEM 解は、 l が短い領域では中立軸 (y 軸) 回り、最小軸回りの解よりも低い値となり、 l が長い領域では中立軸 (y 軸) 回りのオイラーの解より低い値となる。 l が 0.5m と 8m の時の座屈モードをそれ

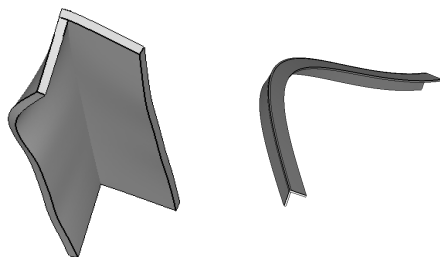


図-5 $l=0.5m$

図-6 $l=8m$

ぞれ図-5 と図-6 に示す。図-5 では、載荷・拘束されている側の板に変形が集中し、特に載荷辺側に変形が集中して局部座屈に近い座屈が発生する一方、図-6 では sin1 半端に近いモードで座屈し、載荷されていない端部側でやや回転拘束されたようなモードが現れている。また、モード図を拡大して見ると、 l が長いほど最小軸に近い軸回りで座屈しているように見受けられる。つまり、 l が短いほど、変形が集中し局部座屈に近いモードが発生するために座屈荷重が低くなる一方、 l が長くなるほど、sin1 半端に近いモードなるものの 1 端がやや回転拘束されたようなモードとなっているため、最小軸回りのオイラー座屈よりも高めの解が出ているものと思われる。

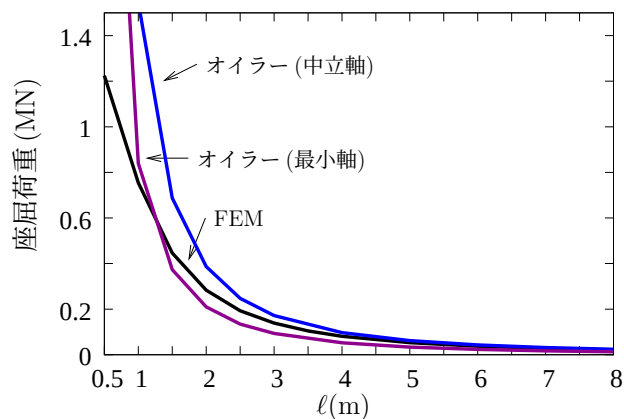


図-7 座屈荷重 (不等辺山形鋼)

不等辺山形鋼に対する解析結果を図-7 に示す。不等辺山形鋼の FEM 解は、等辺山形鋼の結果と同じように l が短い領域では、中立軸 (y 軸) 回り、最小軸回りのオイラーの解よりも低い値を示し、 l が長いと中立軸 (y 軸) 回りのオイラーの解よりも低く、最小軸回りのオイラーの座屈荷重よりは高い値を示した。 l が 1m の時と 8m の時の座屈モードの

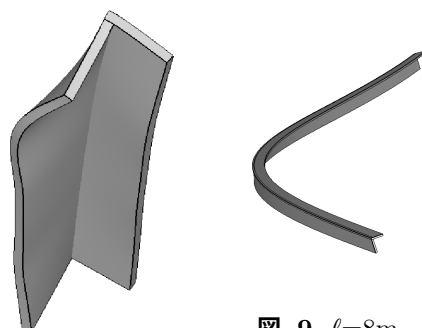


図-8 $l=0.5m$

図-9 $l=8m$

図を図-8 と図-9 に示す。等辺山形鋼と同じで図-8 では、載荷・拘束されている板に変形が集中し、局部座屈のような座屈が発生させ、図-9 では全体座屈になり、sin1 半端に近い座屈モードだった。

4. まとめ

境界条件や載荷条件など、必ずしも実際の状況を正確にモデル化できている訳ではないが、今回の解析からは、小規模複合橋のトラス部材などで想定しているような短めの山形鋼では、変形が載荷・拘束されている側の板の載荷端側に集中した局部座屈が発生し、座屈荷重が最小軸回りのオイラー座屈よりも低くなる可能性が示唆された。

参考文献

1) <http://www.calculix.de/>