

初期不整を有する LP 鋼板の I 形断面における挙動特性

長野工業高等専門学校 学生会員 松野健太
 長野工業高等専門学校 正会員 永藤壽宮

1.はじめに

橋梁の建設においてコストの削減が望まれている。これに対し、LP 鋼板 (圧延変厚鋼板、Longitudinally Profiled plate) が注目され、これが有効であることが知られている。LP 鋼板とは、長手方向に連続的に板厚を変化させた圧延鋼板のことで、応力分布に応じた断面を有することによって理想的な応力負担ができ、鋼重低減や加工数削減によるコスト削減が期待できる。

2.目的

初期不整を有する LP 鋼板について、不等曲げ問題や 2 軸曲げ問題の弾塑性有限変位解析を行う。

本研究では不等曲げを受ける LP 鋼板を用いた I 形断面を対象とし、SolidWorks を用いて数値シミュレーションを行い、得られた解析結果より不等曲げ、2 軸曲げなどを受ける鋼 I 形断面のフランジとウェブの相互拘束効果、また力学的挙動特性を明確にし、解析結果より、挙動・耐荷力特性等について調査することを目的とする。

3.解析対象と方法

1)モデル

モデルは I 形断面ばりを対象とし、上下フランジを変厚断面とする。上下フランジは中央部で断面が最大となるように設定する。各部諸元と使用した鋼の材料特性を表 1 に示す。

2)初期不整

参考論文より、図 1, 2 に示す初期たわみと残留応力をモデルに与えることにより初期不整を有するモデルとする。残留応力については、平均値をその値とする。

3)拘束条件

拘束条件は、モデルの両端において鉛直方向および水平方向に変位しないよう軸方向以外を拘束し、

表 1 各部諸元と使用した鋼の材料特性

	高さ	幅	厚さ
ウェブ	2400	2400	85
上下フランジ	2400	1560	85-91
材料	SS400		
X 方向の弾性係数	205000 N/mm ²		
XY 内面のポアソン比	0.29	N/A	
降伏強さ	282.69 N/mm ²		
X 方向の熱膨張率	1.2e ⁻⁵ K		
質量密度	7858 kg/m ³		
効果係数	0.85 N/A		

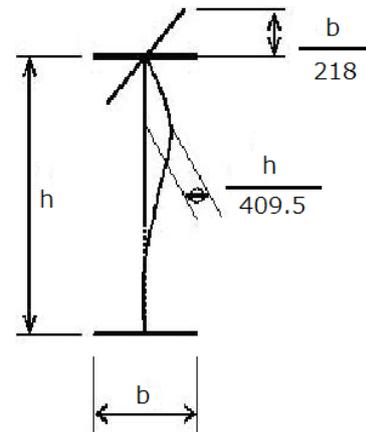


図 1 初期たわみ

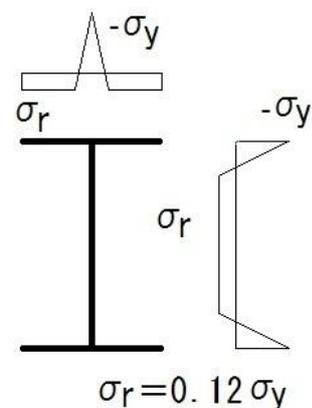


図 2 残留応力

モデル中央では軸方向に変位が生じないものとして拘束する。

4)荷重状態

荷重状態は限界状態の力学的挙動とその特性を得るため、両端に全塑性モーメントを作用させる。また、軸方向圧縮力または水平方向の曲げモーメント、ねじれ荷重などを考慮した不等曲げ状態、2軸曲げ状態についても解析を行う。

5)解析方法

前述のとおり SolidWorks を用いて非線形静解析を行う。荷重増分法を用い、反復解析手法として Newton-Raphson 法を用いる。また、Von-mises を降伏判定式とする。

4.解析結果

右に解析結果を示す。各モデル上段は左が応力図、右が変位図を示す。下段は左が 350N/mm^2 以上の応力の等位面、右が 20mm 以上の変位がある部分を示している。ただし、変位を 10 倍した変位図である。

図 3 は初期たわみ、残留応力を考慮しないモデルである。応力状態、変位ともに対称的な結果を得ることができた。図 4 は初期たわみのみを考慮し、残留応力を含まないモデルである。応力、変位ともに偏りがあることが分かる。図 5 は初期たわみ、残留応力を含むモデルで、応力、変位ともに図 3, 4 よりも大きな範囲に及んでいることが分かる。詳細は発表時に譲る。

5.今後の展望

各モデルに対し不等曲げ、面内曲げとねじれ荷重を載荷し解析を行い検討する。また、ウェブやフランジの無次元幅厚比のパラメーターを変化させて、塑性限界曲線を描き現在の強度式の検討を行う。

参考文献

- (1)座屈設計ガイドライン、改訂第 2 版、土木学会 2005
- (2)永藤ほか：曲げを受ける鋼 I 形断面の塑性限界幅厚比に関する研究、鋼構造年次論文報告集、2005

解析結果

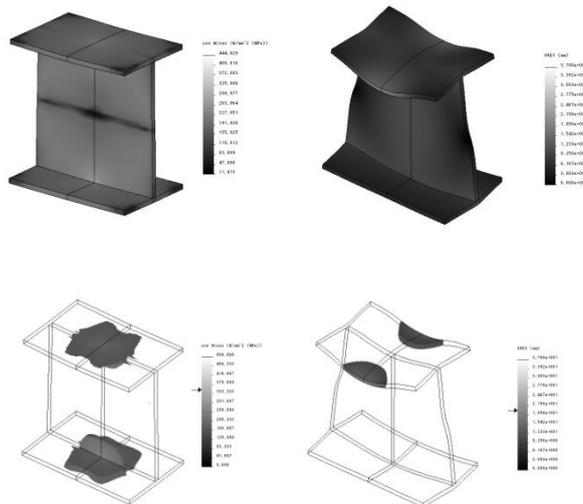


図 3 初期不整を考慮しないモデル

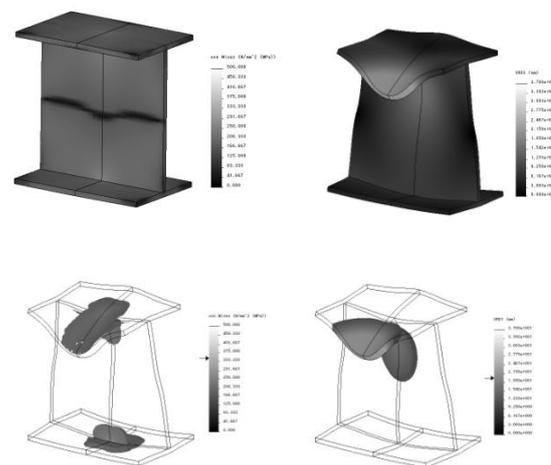


図 4 初期たわみのみ考慮するモデル

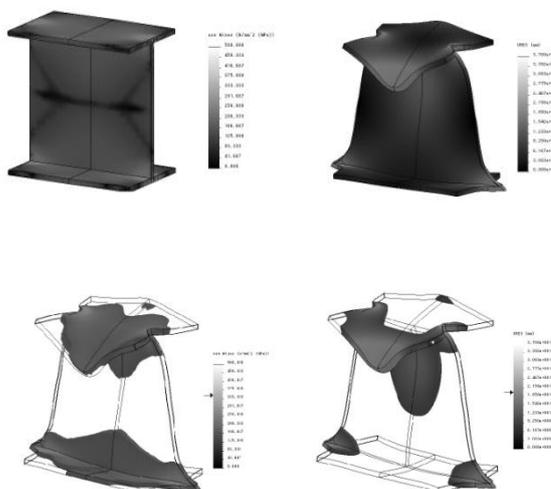


図 5 初期不整を考慮するモデル