

局所系および全体系初期たわみが鋼部材の軸圧縮強度に与える影響

川田工業(株) 正会員 ○宮本 勇紀
熊本大学大学院 正会員 葛西 昭
熊本大学大学院 学生会員 久保 雅也

1. 目的

本研究は、鋼トラス橋上弦材の耐震設計に対して、塑性化を許容することを念頭に、部材に発生する局所系および全体系初期たわみと鋼圧縮部材の強度の関係を明らかにすることを目的としている。強度を推定するにあたり、弾塑性有限変位解析を行った。なお、数値解析モデルには初期不整として残留応力、全体系初期たわみ、局所系初期たわみの3つを考慮した。このうち、全体系初期たわみと局所系初期たわみの違いが部材の挙動にどのような影響を与えるかについて検討した。

2. 数値解析の概要

2-1 FEM による解析対象のモデル化

本研究で用いる数値解析モデルを図-1 に示す。本モデルには、部材座屈と局部座屈を両方考慮するシェル要素を使用した。断面形状は図-1 に示すように正方形無補剛のものを対象とした。ここで、 B はフランジ幅、 t は板厚である。これら数値解析を実施するにあたって、汎用 FEM プログラム ABAQUS を用いた。

2-3 解析対象の境界条件

境界条件は図-2 のように単純支持である。なお、部材軸を x 方向とし、部材の横たわみ方向を y 軸とする。

2-4 使用材料

基礎的研究として、SM490 を用いることとした。使用材料である SM490 の基本性能値は表-1 に示すとおりである。なお、表において E は弾性係数、 σ_y は降伏応力、 ν はポアソン比、 σ_u は引張強度である。

3. 解析モデルへの初期不整の導入

初期たわみと残留応力に関しては図-2 および図-3 に示す。本研究では、部材中央位置で最大たわみとなる全体系初期たわみを想定し、最大初期たわみ Δ_{max} は部材長の $1/1000$ を基本として、その他に $1/100, 1/5000$ となるものも解析を行った。また、形状は、sin 半波

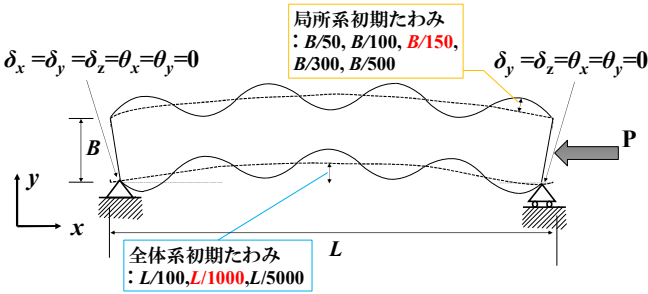


図-2 境界条件および考慮した初期たわみ

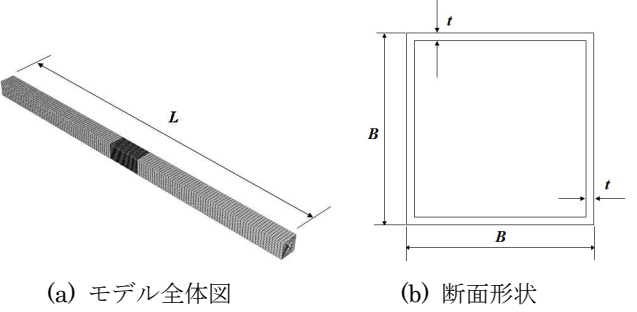


図-1 解析モデル概念図

表-1 材料定数

鋼種	SM490
E (Gpa)	200
σ_y (MPa)	315
ν	0.3
σ_u (MPa)	490

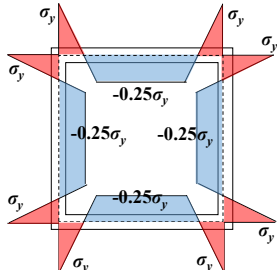
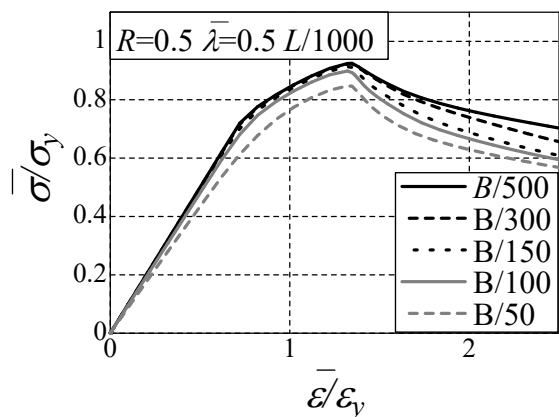
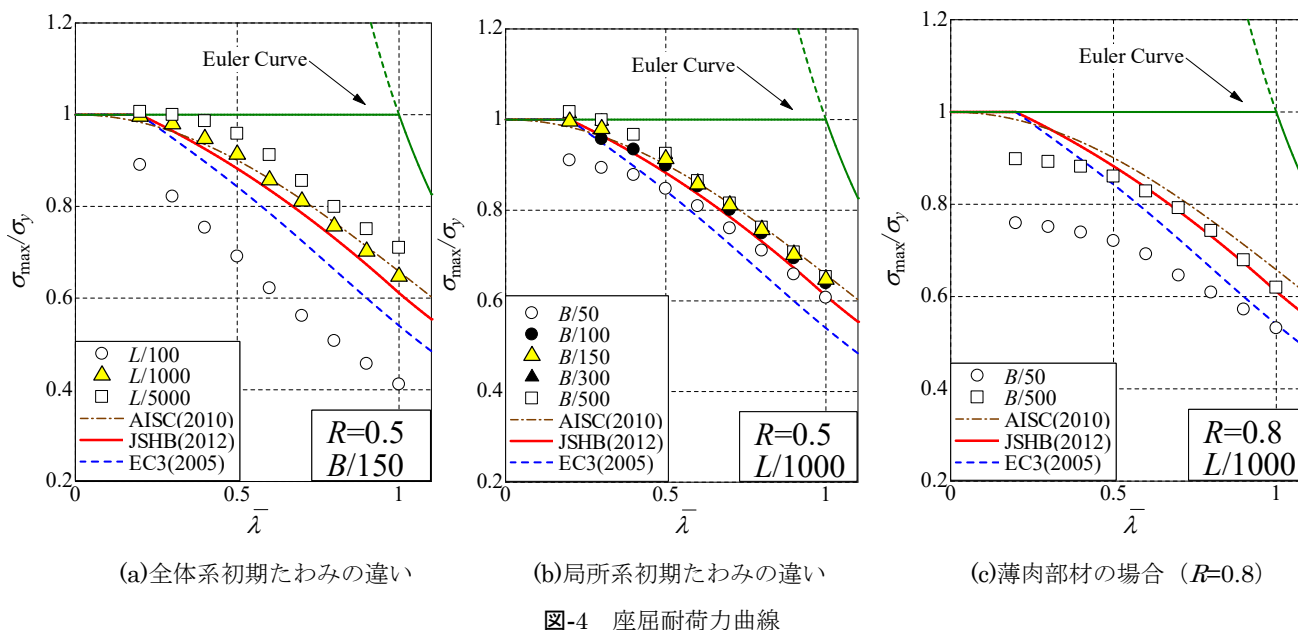


図-3 導入した残留応力分布

キーワード 耐震設計, 圧縮強度, 残留応力, 局所系初期たわみ
連絡先 〒550-0014 大阪府大阪市西区北堀江1丁目22-19 (シルバービル) TEL 06-6532-4891



を仮定した。また、局所系の初期たわみとして、部材幅ごとに $B/150$ の sin 波を基本として、その他に $B/50$, $B/100$, $B/300$, $B/500$ の計 5 ケースのモデルをもとに解析を行った。部材断面に導入した残留応力分布は、図-3 のように、角部に引張降伏応力が発生し、母材中央部は圧縮残留応力として降伏応力の 25% となるようにした。

4. 解析結果および考察

4-1 座屈耐荷力曲線

図-4 に座屈耐荷力曲線を示す。なお、同図には、道路橋示方書の基準強度式および、AISC の耐荷力式そして、Eurocode3 にまとめられた耐荷力式もプロットした。図-4(a)

と図-4(b)を比較すると、鋼圧縮部材の強度は局所系初期たわみよりも全体系初期たわみに大きく影響を受けることがわかる。また、 $L/1000$, $B/150$ と示方書やガイドラインに表記される標準値の場合には道示の基準式とよい相関関係を示していることがわかる。図-4(b)と図-4(c)を比較すると、薄肉パラメータのほうが局所系初期たわみの影響を受けることがわかる。

4-2 荷重－変位関係

図-5 に荷重－変位関係を示す。この図から局所系初期たわみが違っても荷重ピーク点までの挙動はあまり違いがないが、それ以降では差が生じることがわかる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編，2012.
- 2) 土木学会：座屈設計ガイドライン，土木学会鋼構造委員会，2005.
- 3) 葛西昭，宮本勇紀，河岡英明，Lilya Susanti：鋼圧縮部材の終局ひずみに関する解析的検討，土木学会論文集中 A2(応用力学)，Vol. 70, No. 2, p. I_575-I_586.