

鋼短柱の局部座屈特性について

熊本大学 ○ 学生員 野田 祐史 熊本大学 正 員 山尾 敏孝
熊本大学 正 員 崎元 達郎 熊本大学大学院 学生員 三輪 清貴

1・まえがき 局部座屈を考慮した薄板集成鋼

圧縮部材の荷重変形挙動や最大強度を厳密に把握することは難しい。そこで、本研究では、薄板集成鋼圧縮部材として箱形断面を、板要素の有限要素弾塑性解析を用いて、特に部材の板厚比、鋼種等をパラメータとして解析し、最大強度および最大強度以降の挙動を比較検討するものである。

2・解析方法 文献1)に示されている板要素

の有限変位弾塑性解析法及び計算方法を使用して解析した。最大強度以降の挙動を論ずるにあたって歪み硬化の影響は無視できない問題であるので、図1に示すような3種の鋼材について実際の挙動に最も近いと思われるひずみ硬化を曲線で近似した。使用鋼材の諸性質は表1に示す。箱形断面鋼短柱を解析するのに先だって、単一板でまずその妥当性を検討し、次に短柱の解析を行った。図1、表1のLYR鋼とは高張力鋼の中でも比較的、降伏比(YR=降伏応力度/引張強さ)が小さい鋼材で、YRが小さいほど塑性変形能力が高い。解析の対象は、単一板、箱形短柱ともに対称性を考慮して1/4の部分とした。図2は、単一板解析で仮定した初期たわみ形状と残留応力の分布を、図3には、箱形鋼短柱の解析において仮定した初期たわみ形状及び、残留応力の分布を示す。図に示す Δf 、 Δw は最大初期たわみである。要素の分割は、単一板では 6×6 分割箱形鋼短柱では、ウェブは幅方向に12分割、フランジは幅方向に6分割、軸方向に6分割とした。

表1 鋼材の諸性質

鋼 材	LYR鋼	SM58	SS41
降伏応力 σ_y (tf/cm ²)	4.310	6.095	2.400
ヤング率 (tf/cm ²)	2090	2100	2100
歪み硬化開始歪み ϵ_{st} (%)	0.480	1.400	2.110
歪み硬化曲線の係数 a	0.894	0.891	0.480
b	0.132	0.759	0.268
降伏比 (YR)	0.6247	0.8653	0.5145

ひずみ硬化を曲線で近似した式 $(\sigma/\sigma_y)=a(\epsilon/\epsilon_y)^b$

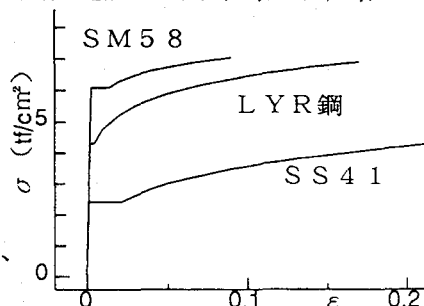


図1 ひずみ硬化曲線

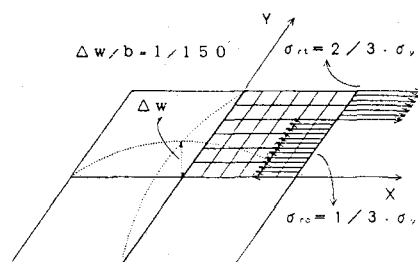
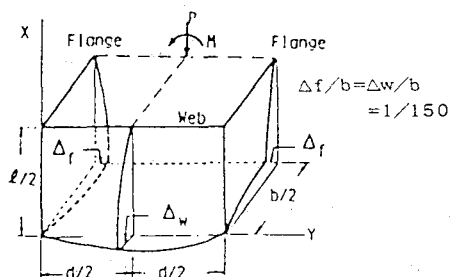
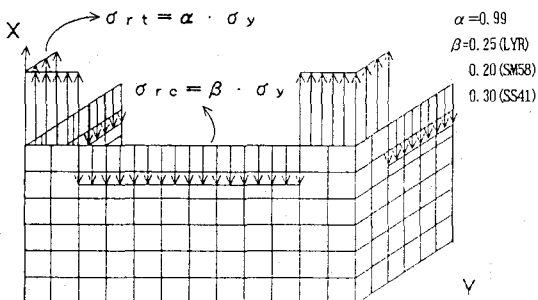


図2 単一板解析モデル



(a) 初期たわみ形状



(b) 残留応力分布

図3 箱形鋼短柱解析モデル

3・解析結果と考察

1) 単一板の挙動 図4は純圧縮を受ける単一板において図1に示す3種の鋼材を用いた場合のひずみ硬化の影響を調べたものである。モデルは全て式(1)で表される幅厚比パラメータにおいて $R=0.8$ とした。図から分かるように最大強度に達するまでは3種とも全く変わらないが、ひずみがかかなり大きくなったときに差が生じている。又、鋼種による特性も表れており、LYR 鋼においてひずみ硬化の影響が大きく出ている事が分かる。

$$R=b/t \cdot \sqrt{\sigma_y/E \cdot 12(1-\nu^2)/(\pi^2 k)} \quad (k=4.0) \quad (1)$$

図5は、 R を0.4, 0.8, 1.2と変化させた時の最大強度をプロットしたものである。幅厚比が大きい場合には、ひずみ硬化の影響は出てないが、 $R=0.4$ ではLYR 鋼の最大強度がひずみ硬化の影響で上昇している事が分かる。又、西村ら解析結果ともよく一致している。

2) 箱形鋼短柱の解析 図6は純圧縮を受ける箱形鋼短柱において、 $R=0.8$ の板厚で構成されている場合の結果で、縦軸に荷重 P を降伏荷重 P_y で、横軸には軸変位 u を降伏軸変位 u_y でそれぞれ無次元化して示した。最大強度に達するまでは、単一板と比べて徐々に剛性が変化しており、最大強度に達した後は逆に緩やかになっている。図7はLYR 鋼で $R=0.4$, $R=0.8$, $R=1.2$ と変化させた時の挙動を示したものである。単一板と同様に $R=0.4$ ではひずみ硬化の影響が顕著に表れている事が分かる。曲げを受けた場合の解析結果については講演当日に発表予定である。

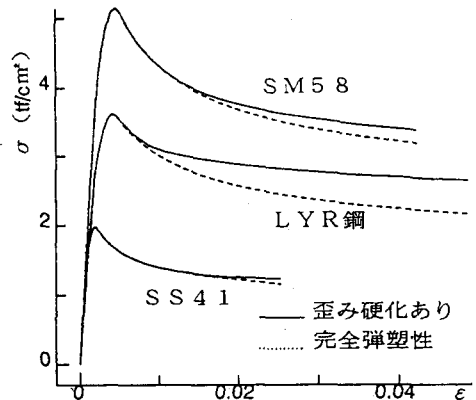


図4 単一板の応力-ひずみ曲線

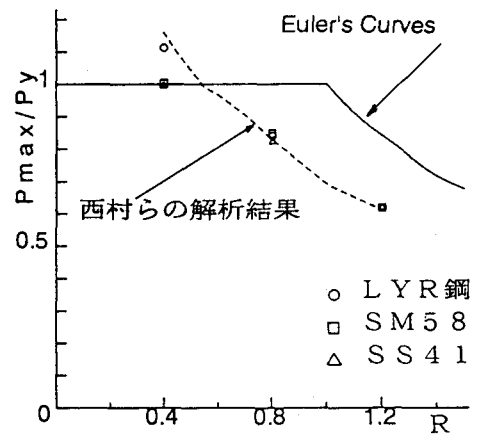


図5 単一板の最大応力と幅厚比パラメータRの関係

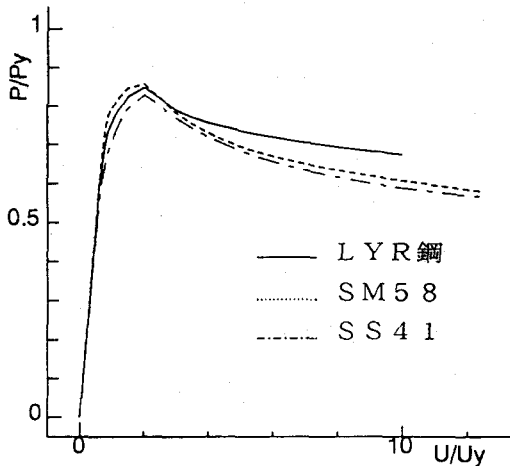


図6 荷重-軸変位曲線($R=0.8$)

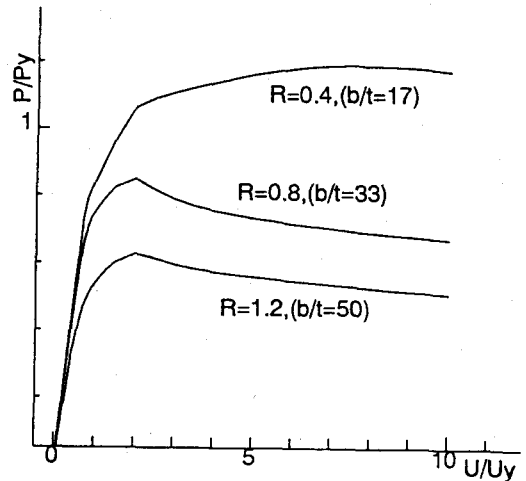


図7 荷重-軸変位曲線 (LYR 鋼)

- 参考文献 1) 山尾、崎元：板要素とはり要素の・・・、構造工学論文集、Vol. 32A, 1986, 3
2) 宇佐美他：薄板集成短柱の・・・、土木学会論文集、第362号/1-4, 1985, 10
3) 福本他：鋼骨組み構造物の極限強度の統一評価に関する総合的研究