

I-11

箱形鋼短柱の局部座屈挙動について

神戸市〇学生員 野田 祐史 熊本大学 正員 山尾 敏孝
 熊本大学 正員 崎元 達郎 新日本製鐵㈱ 正員 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困難である。本研究では、圧縮及び圧縮と曲げを受ける場合の薄肉鋼箱形断面短柱の座屈挙動について有限変位弾塑性解析により調べた。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を行った。

表1 鋼材の諸性質

鋼 材	L Y R 鋼	S M 5 8	S S 4 1
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 $(\sigma/\sigma_y)=a(\varepsilon/\varepsilon_y)^b$

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。ひずみ硬化の影響を調べるために完全弾塑性形による解析も行い比較した。。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。解析対象は対称性を考慮して1/4の部分とした。図2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 $\Delta f, \Delta w$ は最大初期たわみである。要素の分割は、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。

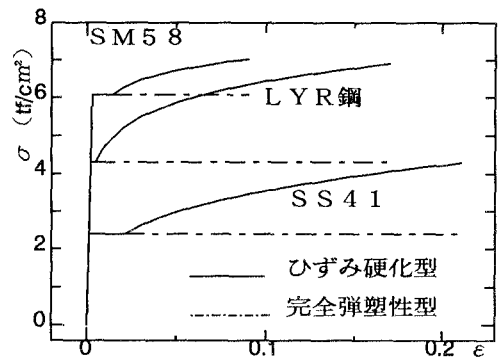
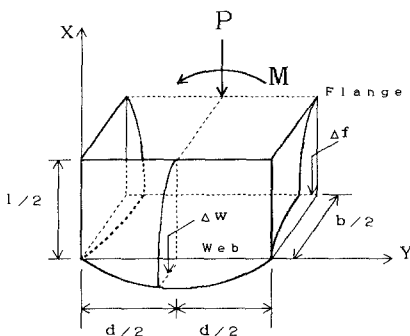
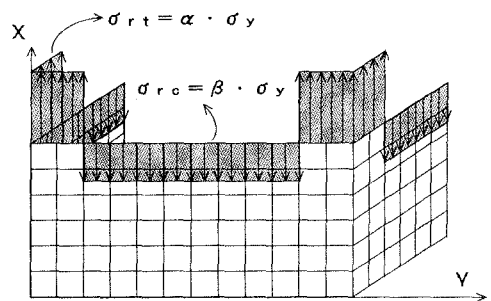


図1 鋼材の応力－ひずみ曲線



(a) 初期たわみ形状



(b) 残留応力分布

図2 箱形鋼短柱解析モデル

3・解析結果と考察：図3は純圧縮を受ける箱形鋼短柱において鋼種としてLYR鋼を用い、図1に示すひずみ硬化型と完全弾塑性型による解析結果で、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。モデルは式(1)で表される幅厚比パラメータ R を0.4, 0.8, 1.2と変化させた。図からわかるように3タイプとも挙動に差が生じており、特に R が0.4の時は最大強度にまで影響を及ぼしている。よって、ひずみ硬化型での解析は鋼材の特性を良く捉えていると言える。これ以後の解析は全てひずみ硬化型によるものである。

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

図4は純圧縮を受ける箱形鋼短柱において、鋼材としてLYR鋼、SM58を用い、 $R=0.4, 0.8, 1.2$ と変化させた時の挙動を示したものである。 R が0.8, 1.2の時は最大強度以降の挙動に差が表れており、 R が0.4の時はSM58が最大強度に達してからほぼ横ばいなのに対し、LYR鋼はそこからさらに強度が上がっている。図5は R を0.4, 0.8, 1.2と変化させたとき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が出てないが R が0.4の時は顕著に表れている。Little、小松らの解析結果とも良く一致している。図6は純曲げを受ける箱形鋼短柱において、鋼材としてLYR鋼、SM58を用い、 $R=0.4, 0.8, 1.2, 1.6$ と変化させたときの挙動を縦軸にモーメント M を降伏モーメント M_y で、横軸に曲率 ϕ を降伏曲率 ϕ_y でそれぞれ無次元化して示した。 R が0.8, 1.2, 1.6の時は大きな差はないが、 R が0.4の時は傾きが明らかに違っており、強度がさらに上がっていくものと予想される。

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/I-4, 1985, 10
- 3) Little: The strength of ..., The Structural Engineer, Vol. 57, A, No. 2 1979, 2
- 4) 中井・北田他：圧縮を受ける・・・、構造工学論文集、Vol. 31A, 1985, 3

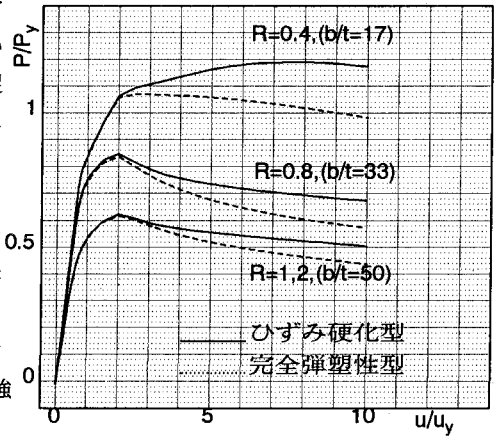


図3 荷重－軸変位曲線（LYR鋼）

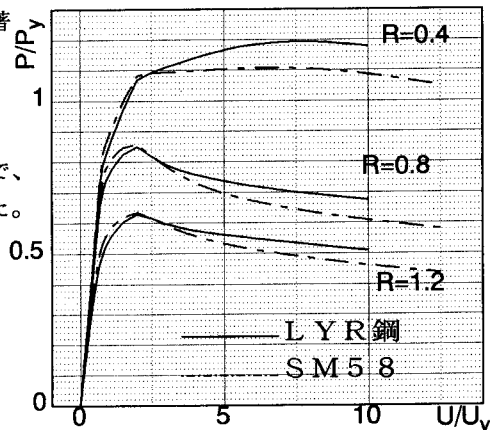


図4 軸力－軸変位曲線（純圧縮）

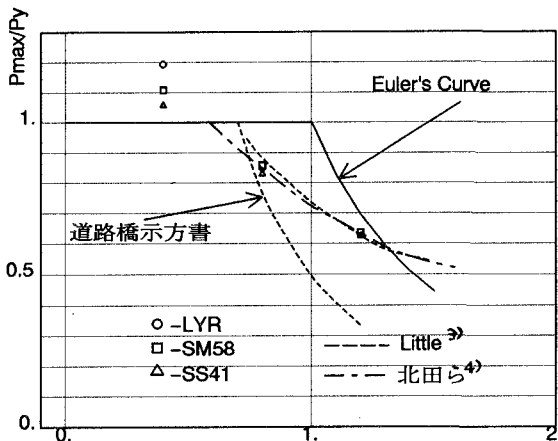


図5 最大強度と幅厚比パラメータ R との関係

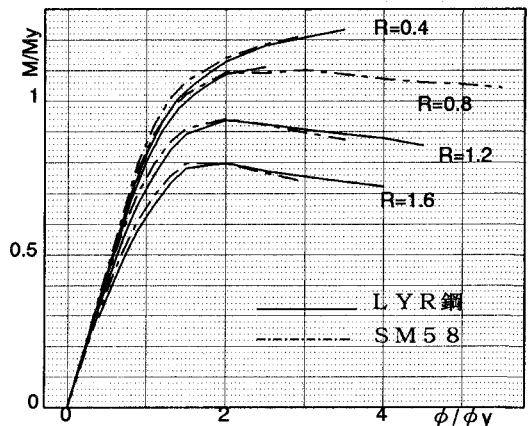


図6 モーメント－曲率曲線（純曲げ）