

I-61

低降伏比鋼箱形短柱の耐荷力及び変形挙動について

熊本大学○学生員 石丸 淳也 熊本大学 正 員 山尾敏孝
 熊本大学 学生員 小金丸卓哉 (株)ピー・エス 正 員 竹中 誠

1. まえがき

著者らは、図-1に示すような応力-ひずみ関係を呈する低降伏比高張力鋼(LYR鋼)を用いて、種々の断面を有するH形鋼短柱供試体を作製し、その耐荷力や変形能について調べてきた¹⁾。今回、実験データの少ない箱形短柱について、従来型高張力鋼であるSM58鋼に対する比較、検討を行った。また、それぞれの鋼短柱をモデル化して解析を行い、最大強度及び塑性変形能力に関して実験と比較、検討した。

2. 実験概要

実験に用いた供試体は、3種類の幅厚比をもつ鋼短柱、計6体でその断面形状及び部材長を表-1に示す。なお、表中の幅厚比パラメータRは、次式によって求められた。

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

なお、kは座屈係数で4.0である。

部材長lは、細長比20以下として、最低長さとして断面の3倍とする。なお、供試体のBSシリーズはSM58鋼、BLシリーズはLYR鋼を示す。実験は予備実験として①引張試験、②初期たわみの測定、③残留応力の測定を行った後④本実験を行った。①により得られた応力-ひずみ関係の一例を図-1に、その機械的性質を表-2に示す。また、初期たわみについては表-3に示す。図-3は、残留応力分布の一例を示す。図において点線は実測値、実線は2軸補正後を示すものである。

表-2 鋼材の機械的性質

	t (mm)	σ_y (kgf/cm ²)	σ_n (kgf/cm ²)	$E \times 10^6$ (kgf/cm ²)	ν	伸び率 (%)	ε_{11}	ε_y
SM58	5.7	5334	6219	2.15	0.278	26.8	22300	2697
LYR	5.9	4952	6567	2.12	0.288	27.5	—	4384

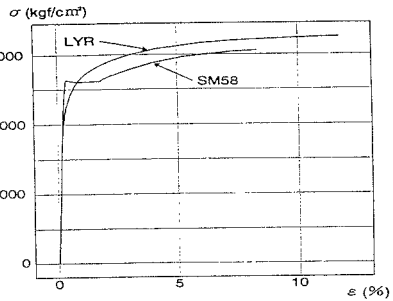


図-1 応力-ひずみ関係

表-1 供試体の断面諸元

供試体名	d (cm)	b (cm)	$\frac{b}{t}$	R	L (cm)
BS-1	12.13	10.77	18.0	0.488	32.57
BL-1	12.10	10.85	18.1	0.472	32.46
BS-2	21.65	20.42	34.0	0.922	61.33
BL-2	21.67	20.43	34.1	0.888	61.36
BS-3	31.87	30.54	50.9	1.380	91.93
BL-3	32.05	30.52	50.9	1.326	91.87

※板厚t全て0.6cm

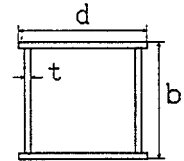


図-2 箱形断面図

表-3 供試体の最大初期たわみ

δ/b	1	2	3	平均
SM58	$\frac{1}{397}$	$\frac{1}{619}$	$\frac{1}{218}$	$\frac{1}{411}$
LYR	$\frac{1}{346}$	$\frac{1}{440}$	$\frac{1}{581}$	$\frac{1}{456}$

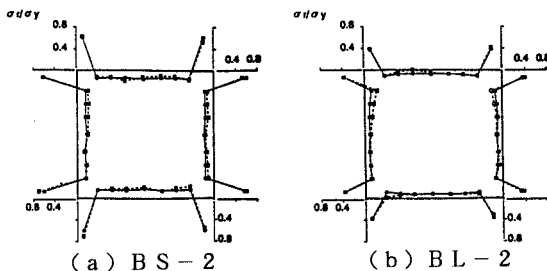
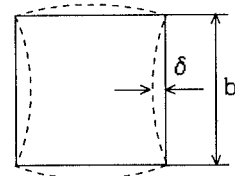


図-3 残留応力図(実験値)



3. 解析概要

文献2)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用いて解析を行った。解析のモデルの断面形状等は実験で得られた値を用いる。なおLYR鋼については、降伏棚の発生が見られなかったため、降伏点は0.2%耐力として求めた。解析対象は、それぞれの平面で変形が対象であると仮定して箱形断面の1/4を解析対象とした。解析においては、残留応力は表-4に示す最大圧縮（引張）残留応力値を図-4で示すような分布を仮定して用いた。

4. 結果と考察

図-5は幅厚比が同じタイプのBS-2, BL-2について、応力-軸変位曲線を示したものである。実験値に関してみると、BL-2が早く降伏点に達していることが確認される。降伏点以降の挙動は、応力の低下も小さく塑性変形能力が優れている。ここでは示していない他の実験結果にも共通していることである。次に解析結果と比較すると、解析値の方が最大応力が大きくなった。これは、ひずみ硬化の影響への考慮が足りなかったためであると考えられる。しかし、降伏後の挙動を追ってみると応力の低下もほぼ同じであるといえる。図-6は、横軸に構成板要素の幅厚比パラメータRを、縦軸に実験により得られた最大応力 σ_{max} を降伏応力 σ_y で無次元化したものである。図中に示されている北田らの曲線よりはずれている点は、残留応力の影響であると考えられる。

図-7は幅厚比の大きなBL-3と幅厚比の小さなBL-2の応力-軸変位曲線である。最大応力については当然BL-2の値が大きくて、最大強度までの変形能に関しては場合のみBL-3の方が大きくて、これは、実験の際の初期不整の測定誤差などが考えられる。なお、幅厚比が小さな供試体では、ひずみ硬化の影響を受けやすい為に最大応力が大きくなり、そのため最大強度までの変形能も大きくなると考えられる。

なお、他の結果については講演当日発表の予定である。

参考文献

- 1) 田尻他：低降伏比鋼短柱の・・・，土木学会第49回年次講演集，1994.9
- 2) 山尾他：板要素と梁要素の・・・，構造工学論文集 Vol.32A，1986.3

表-4 最大圧縮（引張）残留応力

σ_r/σ_y	BS-1	BL-1	BS-2	BL-2	BS-3	BL-3	平均
圧縮	-0.199	-0.214	-0.174	-0.122	-0.140	-0.105	-0.159
引張	0.348	0.362	0.602	0.370	0.501	0.519	0.450

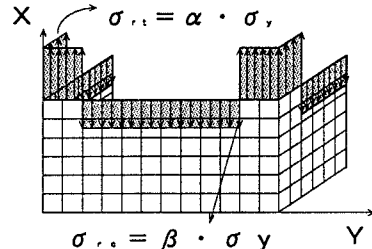


図-4 残留応力（解析値）

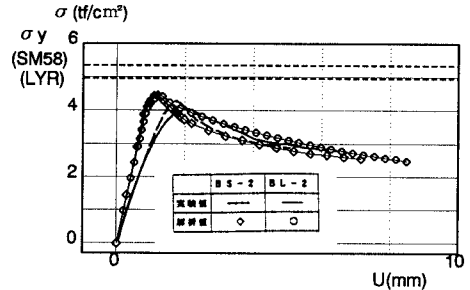


図-5 応力-軸変位曲線

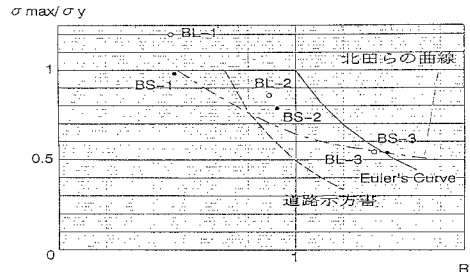


図-6 最大強度とRの関係

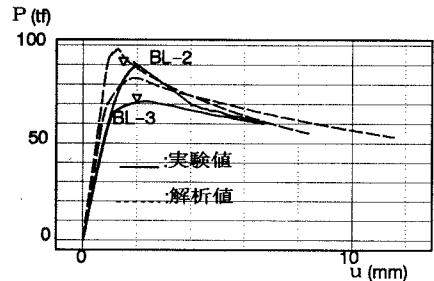


図-7 荷重-軸変位曲線