

低降伏比高張力鋼を用いたH形短柱の純圧縮挙動について

熊本大学 学生員○小金丸卓哉
熊本大学 学生員 石丸 淳也熊本大学 正 員 山尾 敏孝
総合技術コンサルタント 正 員 葉玉 洋介

1. まえがき

従来の高張力鋼は降伏比(Yield Ratio)が高いため、耐震用鋼材として使用するには部材が塑性化して地震等によるエネルギーを吸収し構造物の崩壊を防ぐという点から問題が生じる恐れがある。そのため、最近、降伏比が0.75程度の低降伏比高張力鋼(LYR鋼)が開発されつつある。LYR鋼は建築分野で使用された実績はあるが、建築用鋼材はかなり肉厚であるのに対し土木構造物は中肉ないしは薄肉であることが多い。本研究では、一様圧縮を受ける溶接H形断面薄肉短柱を対象として最大強度や変形能特性について従来型高張力鋼(SM58)とLYR鋼との比較及び実験結果と解析結果との比較検討を目的とする。

2. 実験概要

実験に使用したH形鋼短柱の断面諸元を表-1に示す。供試体断面は8種類で、各々SM58鋼とLYR鋼の2タイプがあり、計16体について実験を行った。細長比は全て20以下とした。表中の R_{tw} は大きな幅厚比を有するH形断面の幅厚比パラメータである。SM58鋼はHSシリーズ、LYR鋼はHLシリーズとする。実験は引張試験、初期不整の測定及び短柱圧縮試験である。

まず、JIS5号試験片による母材(SM58鋼、LYR鋼)の引張試験により得た平均降伏応力 σ_y 、引張強さ σ_m 、ヤング率 E 等の機械的性質を表-1に示す。次に、初期たわみを各供試体のフランジ・ウェブについて3~5cmの格子間隔の測定点を取り変位計で測定した。残留応力は応力解放法により切断前後のひずみを測定して求めた。補正後の最大圧縮応力は降伏応力の2~3割程度だった。又、短柱圧縮試験は供試体を300ton試験機により平押しで載荷した。予想最大荷重の80%まで荷重制御で、それ以降は軸変位制御で行った。

3. 解析概要

文献5)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。各平面で変形が対称であると仮定し、供試体の1/4を解析対象とした。使用鋼材及びその諸性質は実験で用いたものを採用する。引張試験により得た応力-ひずみ関係をモデル化したものを図-1に示す。また、初期たわみは測定値の最大値を図-2のように与え、残留応力は全ての供試体において図-3のように統一した。

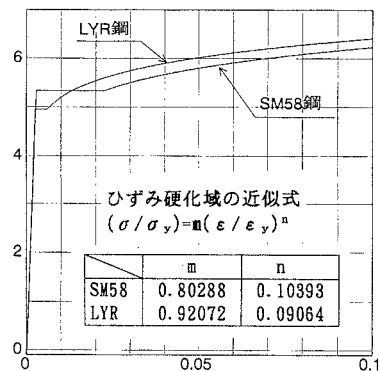
 $\sigma(t/\text{cm}^2)$ 

図-1 モデル化した応力-ひずみ関係

表-1 供試体の公称断面諸元

Specimens	$\frac{h_w}{t_w}$	$\frac{b_f}{t_f}$	h (mm)	b (mm)	R_{tw}	
					SM58	LYR
HL, HS-1	3.5	1.0	222	120	0.867	0.835
HL, HS-2	3.5	1.6	222	192	1.064	1.024
HL, HS-3	5.0	1.0	312	120	1.208	1.154
HL, HS-4	5.0	2.2	312	264	1.488	1.429
HL, HS-5	6.5	1.6	402	192	1.578	1.517
HL, HS-6	6.5	2.2	402	264	1.692	1.634
HL, HS-7	2.0	5	132	60	0.491	0.468
HL, HS-8	2.0	1.0	132	120	0.641	0.615

材料の機械的性質						
	t (mm)	σ_y (kgf/cm ²)	σ_m (kgf/cm ²)	$E \times 10^4$ (kgf/cm ²)	ν	伸び率 (%)
SM58	5.7	5334	6219	2.15	0.278	26.8
LYR	5.9	4952	6567	2.12	0.288	27.5

図-2 初期たわみ図

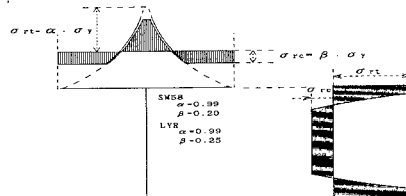


図-3 残留応力図

4. 結果の考察

図-4, 5は横軸に軸変位、縦軸に応力を取り、供試体のうちHL, HS-2及びHL, HS-5を例に挙げ、実験値と解析値とを比較したものである。H-2, H-5のウェブの幅厚比は各々35, 65であり、その他の公称断面諸元は等しい。（表-1参照）いずれの図でも実験値と解析値の初期剛性はよく対応している。HL-2, 5及びHS-5において解析の最大応力が実験値よりも大きくなり、その他の供試体においても同様の傾向が見られた。

図-6は変形能の一つの指標として、荷重-軸変位曲線の最大強度までのエネルギー吸収量を各供試体の幅厚比パラメータ R_{tw} を横軸にとって表したものである。但し、本図では実験値のみを表示している。実験値では幅厚比パラメータが1.0以下と1.5以上の範囲でLYR鋼がSM58鋼よりも変形能が大きくなっており、LYR鋼の特性が見受けられる。しかし解析値においては、SM58鋼の方が変形能が大きい。

これらのことより、解析において残留応力や応力-ひずみ曲線のモデル化の更なる検討を要する。

図-7は横軸に幅厚比パラメータ R_{tw} 、縦軸に最大応力を降伏応力で無次元化したものとして、最大荷重と R_{tw} の関係を示したものである。図中の一点破線（ Q_0 ）は文献4）で提案された短柱強度推定式を表示したもので、本研究の短柱強度はこの推定式で推定できることが伺える。但し、幅厚比の小さな短柱の強度はひずみ硬化の影響を受けて多少の差が生じている。

なお、他の結果については当日に発表する予定である。

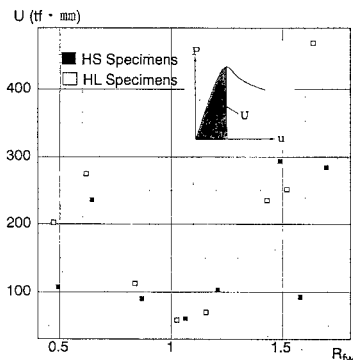


図-6 エネルギー吸収量

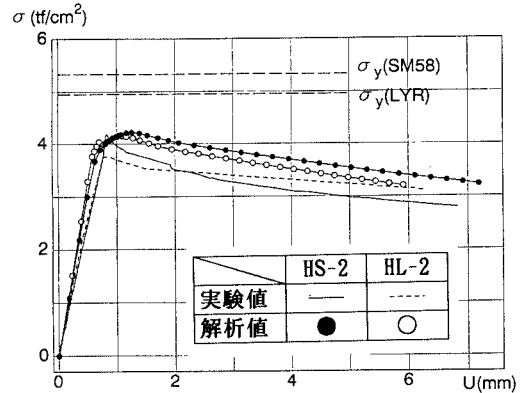


図-4 応力-軸変位曲線（HS, HL-2）

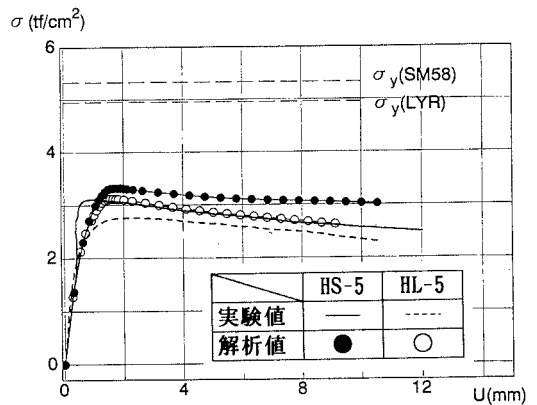


図-5 応力-軸変位曲線（HS, HL-5）

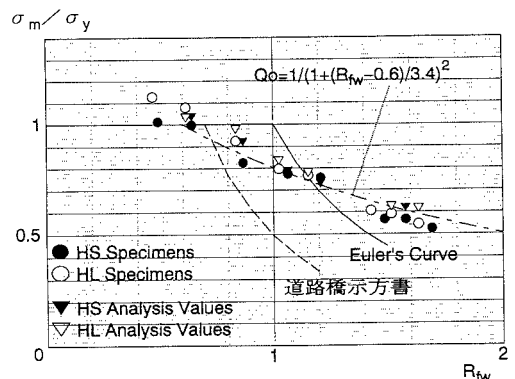


図-7 最大応力と R_{tw} の関係

- 参考文献：1) 研究代表者 福本：鋼構造の機能性から見た・・・，研究成果報告書，1992.3
 2) 葉玉他：低降伏比高張力鋼を・・・，土木学会西部支部講演概要集，1995.3
 3) 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
 4) 山尾他：薄肉H形断面部材に・・・，構造工学論文集Vol. 36A，1991.3
 5) 山尾他：板要素と梁要素の結合による・・・，構造工学論文集Vol. 32A，1986.3