

低降伏比高張力鋼短柱の強度と変形能について

熊本大学 学生員 ○倉岡 徹 熊本大学 正員 山尾 敏孝
熊本大学大学院 学生員 日野雅夫 熊本大学 正員 崎元 達郎

1. まえがき： 最近、製鉄メーカーでは、高張力鋼の降伏点以降の応力-ひずみ関係にある程度コントロールできる製鋼技術が開発されてきている。これは、従来の高張力鋼が引張強さに対して降伏応力が高い、つまり降伏比（YR）が大きいのにに対して、低くできることがこの新しい鋼材の特徴である。変形性能を高め延性が大きいこのような鋼材を有効に活用できるか検討が望まれている。本研究では、解析対象として溶接H形鋼短柱を考え、ひずみ硬化の影響を考慮した上で、ひずみ硬化開始ひずみの変化または降伏比の変化による最大強度及び変形能特性について従来のSM58鋼とLYR鋼の比較検討を行った。

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用いて解析を行った。使用鋼材は、実験ならびに文献3)を参考にして、表1にその諸性質を、図2に応力-ひずみ関係を示す。

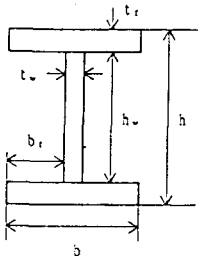


図1 H形断面

表1 鋼材の諸性質

鋼材	B-1	A-2	A-3	A-4	B-3	C-3
降伏応力 σ_y (tf/cm ²)	6.075	4.590	4.590	4.590	4.100	5.100
ヤング率 (tf/cm ²)	2100	2049	2049	2049	2049	2049
歪み硬化開始歪み $\epsilon_{0.01}$ (%)	1.400	0.500	1.000	1.500	1.000	1.000
歪み硬化曲線の係数 m	0.8914	0.9257	0.8079	0.7491	0.7556	0.8955
n	0.0759	0.0962	0.1320	0.1519	0.1742	0.0794
降伏比 (YR)	0.88	0.75	0.75	0.75	0.67	0.83

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

図2で、降伏応力は同じでひずみ硬化開始ひずみを変化させたタイプ(A-2, A-3, A-4)と、ひずみ硬化開始ひずみは同じでYRを変化させたタイプ(A-3, B-3, C-3)を使用した。B-1タイプはSM58鋼である。H形鋼短柱の解析モデルの断面寸法とその断面図をそれぞれ表2及び図1に示す。表中のlは短柱の部材長である。

また、解析には図3, 図4にそれぞれ示すような初期たわみ及び溶接残留応力の初期不整を考慮した。解析対象は変形が対称であると仮定してH形鋼の1/4を解析対象とし、分割方法はウェブ幅方向には3分割、フランジ幅方向及び軸方向に6分割とした。

表2 パラメトリック解析の断面寸法諸元

Specimens	b (cm)	t _f (cm)	h (cm)	t _w (cm)	b _f t _f	h _w t _w	l (cm)
PSH-A	4.95	0.45	7.65	0.45	5	15	14.32
B	4.95	0.45	9.90	0.45	5	20	7.55
C	9.45	0.45	5.40	0.45	10	10	9.19
PSH-D	9.45	0.45	7.65	0.45	10	15	10.99
E	9.45	0.45	9.90	0.45	10	20	13.05
F	9.45	0.45	12.15	0.45	10	25	16.20
PSH-G	12.15	0.45	12.15	0.45	13	25	16.50
H	14.85	0.45	12.15	0.45	16	25	17.95
I	14.85	0.45	14.40	0.45	16	30	19.96
PSH-A1	9.45	0.45	16.65	0.45	10	35	13.81
2	14.85	0.45	16.65	0.45	16	35	22.43
3	20.25	0.45	16.65	0.45	22	35	24.92
PSH-B1	9.45	0.45	23.40	0.45	10	50	18.46
2	14.85	0.45	23.40	0.45	16	50	21.79
3	20.25	0.45	23.40	0.45	22	50	31.95
PSH-C1	9.32	0.45	23.30	0.32	10	70	16.40
2	14.72	0.45	23.30	0.32	16	70	16.56
3	20.12	0.45	23.30	0.32	22	70	19.59

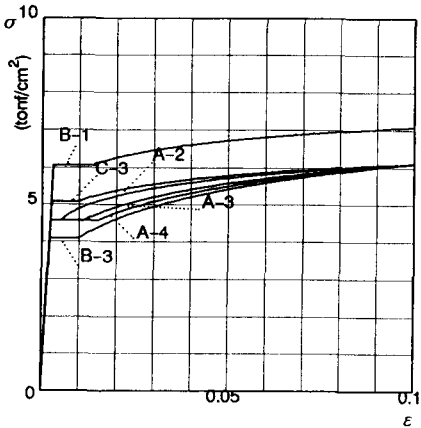


図2 応力-ひずみ関係

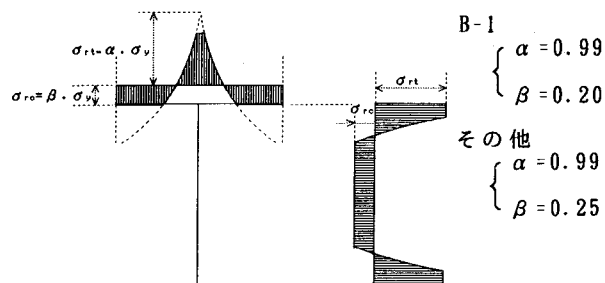


図3 残留応力図

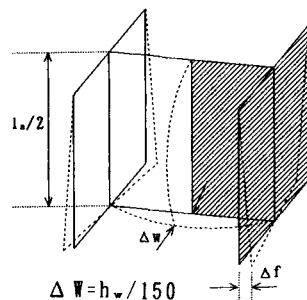


図4 初期たわみ

3. 解析結果と考察： 図5は、降伏応力と降伏比は同じでひずみ硬化開始ひずみを変化させた場合の結果の一例を示したものである。縦軸には荷重 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 で無次元化して示した。PSH-C, G, Iの幅厚比が小さいタイプでは、最大強度に達した後の挙動でひずみ硬化開始ひずみの差により若干の影響がみられる。しかし、PSH-BのA-2は、PSH-BのA-3、A-4と比べて最大強度に達する前からひずみ硬化の影響を顕著に受け最大強度が変化して大きくなっているのが分かる。図6は、図5と同様に無次元化し、ひずみ硬化開始ひずみは同じで降伏比を変化させた場合の結果を示したものである。図より降伏比が低くなるほど最大強度は少し増しており、最大強度に達するまでの変形能も良くなっていることが分かる。また最大強度を過ぎてからの強度の低下にも影響がでていることが分かる。図7は、横軸に幅厚比パラメータ R_{fw} を、縦軸には解析から求めた最大荷重を降伏荷重 P_y で無次元化して示したものである。図中の式は文献2)で示した構成板要素の相互の影響を考慮した幅厚比パラメータ R_{fw} を用いた最大強度推定式で、今回の解析結果と良い対応を示していることが分かる。つまりこの式は、ひずみ硬化が生ずるような幅厚比の小さい短柱の強度もうまく評価できるものと思われる。なお、他の結果は当日発表予定である。

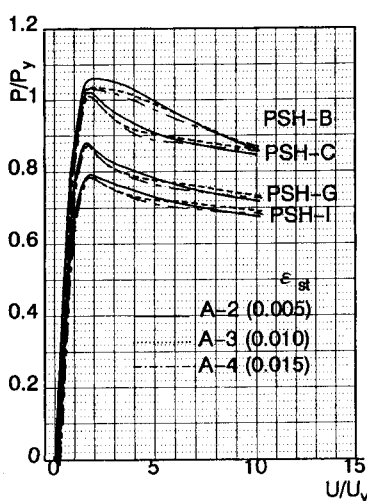


図5 荷重一軸変位曲線

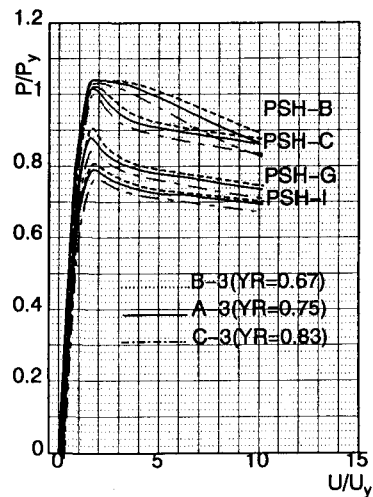


図6 荷重一軸変位曲線

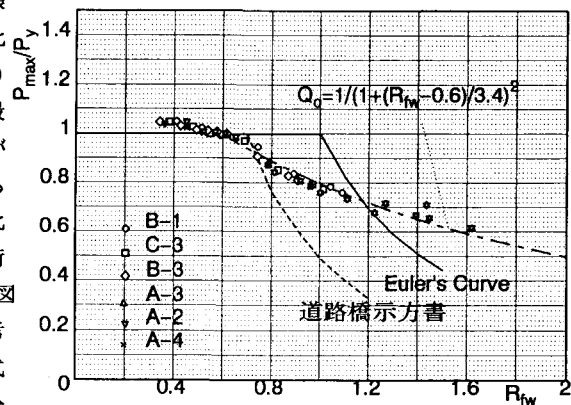


図7 最大強度と R_{fw} の関係

参考文献：1)山尾、崎元：板要素とはり要素の結合による・・・、構造工学論文集、VOL. 32A, 1986. 3

2)山尾、坪浦、崎元：圧縮と曲げを受ける薄肉H形・・・、構造工学論文集、VOL. 36A, 1990. 3

3)福本（研究代表者）：鋼構造の機能性向上から見た・・・、研究成果報告書、平成4年3月