

圧延H形鋼短柱の強度評価について

熊本大学工学部 学生員 佐藤 浩 熊本大学工学部 正 員 山尾 敏孝
 熊本大学工学部 正 員 崎元 達郎

1. まえがき

フランジ及びウェブの板厚が極めて薄く、断面性能が優れかつ製品の均質化と高い寸法精度が期待できる軽量圧延H形鋼部材を、圧縮部材として用いる場合の構成板要素の局部座屈挙動や最大強度はよくわからないのが現状である。本研究では、軽量圧延H形鋼短柱の最大強度を先に開発した板要素の有限要素弾塑性解析を用いて求め、既存の実験結果と比較検討した。さらに、部材を構成する板の幅厚比、部材の初期たわみや残留応力などの初期不整をパラメータとしたパラメトリック解析を行って、圧延短柱の強度特性やの強度の評価法について検討するものである。

表1 モデル寸法緒元

2. 解析方法の概要

解析方法は、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使用した。解析に使用したモデルは、文献1)の短柱実験で使用した供試体A, B, C, D, の4タイプで、測定断面寸法及び諸元を表1に、その断面を図1に示す。なお、供試体名の最初の文字が各タイプを表す。材料特性は引張試験で得たもので、フランジ、ウェブ及び平均による降伏応力(σ_{yf} , σ_{yw} , σ_y)を各タイプごとに表2に示す。平均降伏応力は $\sigma_y=4107(\text{kgf/cm}^2)$ で、ヤング係数 $E=2.14 \times 10^6$ (kgf/cm^2)、ポアソン比 $\nu=0.261$ となった。次に、板の初期たわみ形状を図2に示すように仮定し、その最大初期たわみ量は表3に示す測定値を用いた。残留応力の分布も図3に示すような実測値を用いた。解析対象は対称条件によりH形断面短柱全体の半分とした。分割方法は、フランジ、ウェブとも幅方向に6分割、軸方向も6分割した。さらに、表4に示すようなフランジとウェブの幅厚比をそれぞれ3種類考え、それらを組み合わせた断面を持つモデルを作成し、パラメトリック解析を行った。

Name of Specimen	L (mm)	h (mm)	b (mm)	t _f (mm)	t _w (mm)	Area (cm ²)
ASB201	469.2	150.0	99.7	4.24	3.16	12.92
ASB203	469.0	149.9	99.8	4.25	3.18	13.00
AS2	299.1	150.1	99.9	4.25	3.17	12.98
BSB201	438.9	200.2	99.8	4.52	3.17	15.08
BSB203	440.0	200.2	100.2	4.54	3.21	15.23
BS2	398.5	199.9	100.1	4.42	3.10	14.77
CSB201	552.3	250.7	124.9	4.44	3.38	19.51
CSB203	553.1	250.6	125.1	4.40	3.34	19.09
CS2	501.0	250.7	125.3	4.40	3.35	19.13
DSB201	690.1	249.8	150.1	4.46	3.40	21.58
DSB203	688.0	249.6	149.8	4.32	3.26	20.80
DS2	502.1	249.6	149.9	4.33	3.25	20.81

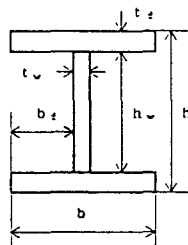


図1 H形断面

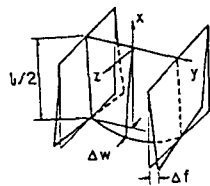


図2 初期たわみ形状

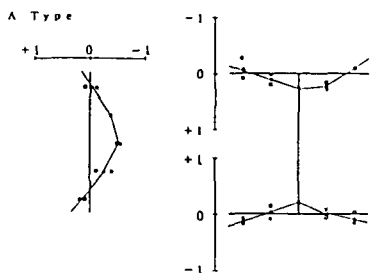


図3 残留応力分布

表2 降伏応力度

Type	σ_{yf} (kgf/cm^2)	σ_{yw} (kgf/cm^2)	σ_y (kgf/cm^2)
A	3891	4324	4075
B	4157	4457	4280
C	4337	4181	4270
D	3698	3939	3802
Mean	4021	4225	4107

表3 最大初期たわみ量

	$\Delta f(\text{mm})$	$\Delta w(\text{mm})$
ASB201	0.0063	0.1539
ASB203	0.1317	0.1350
AS2	0.0896	0.0875
BSB201	0.1567	0.3644
BSB203	0.2242	0.5544
BS2	0.2903	0.3025
CSB201	0.1872	0.3000
CSB203	0.2258	0.1700
CS2	0.1383	0.2483
DSB201	0.2623	0.0972
DSB203	0.1322	0.1839
DS2	0.2922	0.1322

3. 解析結果と考察

1) 荷重—平均軸ひずみ関係

図4は、各タイプごとの代表的な荷重—平均軸ひずみ関係で、縦軸に荷重Pを降伏荷重 P_y で、横軸には軸縮み量 u を長さ L でそれぞれ無次元化して示したものである。タイプごとで挙動を比較すると、ウェブの幅厚比の大きいタイプCとDは最大強度も低く、最大荷重に達した後の強度低下が大きいことがわかる。

2) 最大応力と幅厚比パラメータとの関係

H形断面部材は幅厚比が異なる板要素の集成断面であるので、これを等価の一枚と考え板全体の幅厚比パラメータを式(1)に示す。この等価幅厚比パラメータ R_{eq} と最大応力との関係を図5に示す。式(2)は各板要素の断面積について荷重平均をとった場合の幅厚比パラメータ R_{wm} で、このパラメータと最大応力との関係を図6に示す。

$$R_{eq} = \sqrt{R_f \cdot R_w} \quad (1)$$

$$R_{wm} = (A_f \cdot R_f + A_w \cdot R_w) / (A_f + A_w) \quad (2)$$

$$R = (b/t) \cdot \sqrt{(\sigma_y/E) \cdot \{12(1-\nu^2)/(\pi^2 \cdot k)\}} \quad (3)$$

ここで R_f はフランジ、 R_w はウェブの幅厚比パラメータであり、式(3)より求める。 σ_y 、 E 、 ν は、実測値を用いた。

解析結果による最大応力を図5及び図6に併せて示した。タイプによって多少ばらつきがあるものの解析値は実験値と非常に良い対応を示していることがわかる。なお、他のタイプやパラメータ解析の結果等については当日発表の予定である。

表4 解析パラメータ

E (ヤング係数)	206	(KN/mm^2)
σ_y (降伏応力)	245	(N/mm^2)
t_f, t_w	3.2, 4.5	mm
ν (ポアソン比)	0.3	
R_f, R_w ($b_f/t_f, b_w/t_w$)	0.603 (10, 35) 0.898 (16, 50) 1.020 (22, 50) 1.246 (22, 70)	
σ_{rc}/σ_y	0.3	
$\Delta H/h_v$	1/150	

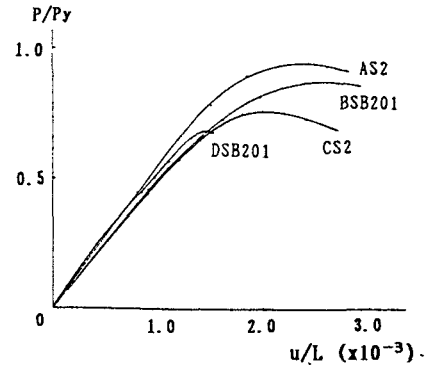


図4 荷重—平均軸ひずみ関係

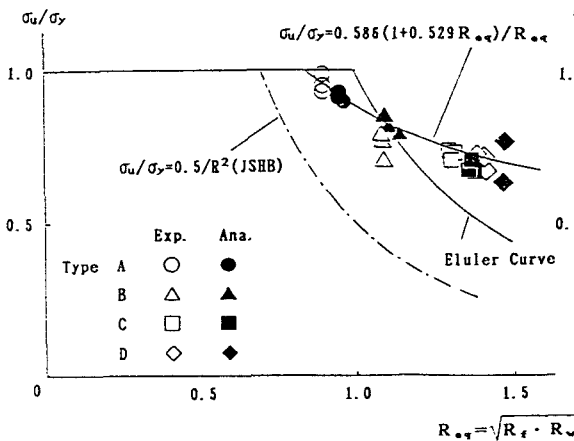


図5 最大応力と幅厚比パラメータ R_{eq} の関係

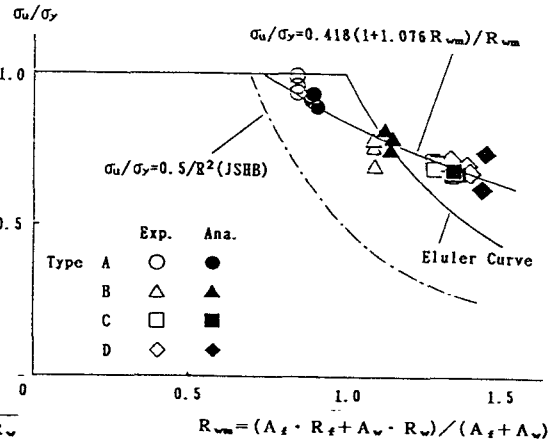


図6 最大応力と幅厚比パラメータ R_{wm} の関係

参考文献

- 1) 山尾, 崎元: 薄肉H形鋼柱の……, 土木学会論文集, 第380号/1-7, 1987.4
- 2) 山尾, 崎元: 板要素とはり要素の……, 構造工学論文集, Vol. 32A, 1986.3