

# I-34 軽量圧延H形鋼短柱の強度特性について

福岡市 正員 佐藤 浩 熊本大学 正員 山尾 敏孝  
 熊本大学 正員 崎元 達郎

## 1. まえがき:

著者らは、構成板要素が局部座屈を生じるような薄肉の軽量圧延H形鋼部材を、圧縮部材として用いる場合に必要となる設計基本強度を実験的に明らかにしてきた<sup>1)</sup>。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変位弾塑性解析を用い、部材を構成する板要素のフランジとウェブの幅厚比をパラメータとしたパラメトリック解析を行って、圧延短柱の座屈挙動や強度特性を調べ、最大強度の評価法について検討するものである。

## 2. パラメトリック解析の概要:

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。解析には、フランジとウェブの幅厚比をそれぞれ4種類考え、フランジの幅厚比は10, 16, 18, 22 およびウェブの幅厚比は35, 50, 60, 70 とした。両者とも比較検討のため道路橋示方書(以下JSHBとよぶ)に定める許容値よりかなり大きな値をとった。図1はH形断面形状で、表1には解析に用いた材料定数、板厚及び4種類の $R_{t,w}$ を示す。表の $R_{t,w}$ は文献1)より求めたもので、( , )内の数値は左がウェブ、右がフランジの幅厚比である。解析モデルの断面寸法と最大強度を表2に示す。表中の $l_0$ は短柱の部材長である。また、幅厚比パラメータ $R_{e,q}$ ,  $R_{w,m}$ は次式(1)、(2)より求めた。

$$R_{e,q} = \sqrt{R_t \cdot R_w} \quad (1)$$

$$R_{w,m} = (A_f \cdot R_t + A_w \cdot R_w) / (A_f + A_w) \quad (2)$$

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

ここで $R_t$ 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)より求めた。また、図2に示すような板の初期たわみ形状を仮定し、残留応力分布も図3に示すように一般的な分布を仮定した。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、ウェブとも幅方向及び軸方向とも6分割した。

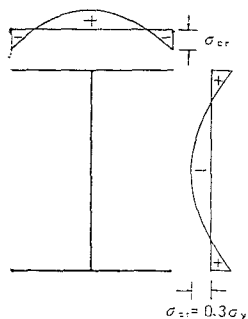


図3 残留応力分布

表1 解析パラメータ

E (ヤング係数)	206 (KN/mm <sup>2</sup> )
$\sigma_y$ (降伏応力)	245 (N/mm <sup>2</sup> )
$t_f, t_w$	3.2, 4.2 (mm)
$\nu$ (ポアソン比)	0.3
$R_{t,w}$ ( $b_f/t_f, h_w/t_w$ )	0.591 (10.35) 0.893 (16.50) 1.014 (22.50) 1.234 (22.70)
$\sigma_{e,q}/\sigma_y$	0.3
$\Delta w/h_w$	1/150

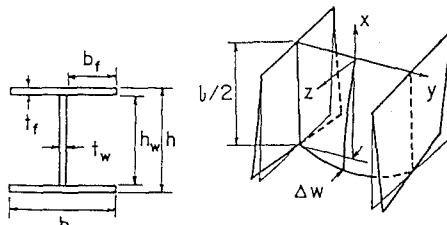


図1 H形断面

図2 初期たわみ形状

表2 解析モデルの断面寸法と最大強度

Specimens	b (mm)	h (mm)	$b_f/t_f$	$h_w/t_w$	$l_0$ (cm)	$R_{e,q}$	$R_{w,m}$	$R_{t,w}$	$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_y}$
PSH-A1	94.5	166.5	10	35	13.81	0.595	0.592	0.591	0.995
	2	148.5	166.5	16	35	22.43	0.752	0.802	0.969
	3	165.5	166.5	18	35	23.01	0.798	0.884	0.925
	4	202.5	166.5	22	35	24.92	0.882	1.060	0.924
PSH-B1	94.5	234.0	10	50	18.46	0.711	0.747	0.811	0.888
	2	148.5	234.0	16	50	21.79	0.899	0.898	0.893
	3	202.5	234.0	22	50	31.95	1.054	1.111	1.014
PSH-C1	93.2	233.0	10	70	16.40	0.841	0.886	1.046	0.854
	2	147.2	233.0	16	70	16.56	1.064	1.024	1.054
	3	201.2	233.0	22	70	19.59	1.247	1.238	1.181
PSH-D1	69.2	230.4	10	70	18.54	0.841	0.998	1.142	0.773
	2	105.6	230.4	16	70	18.54	1.064	1.086	1.141
	3	144.0	230.4	22	70	21.18	1.247	1.245	1.234
PSH-E1	124.5	282.0	10	60	20.00	0.779	0.796	0.905	0.885
	2	196.5	282.0	16	60	20.89	0.985	0.958	0.935
	3	268.5	282.0	22	60	64.24	1.155	1.188	1.118

3. 解析結果と考察 : 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。図よりウェブ幅厚比が小さなタイプほど大きな強度が得られているが、最大強度にばらつきが見られることから、フランジ幅厚比の変化に比べウェブ幅厚比の変化の方が最大強度に及ぼす影響が大きいと思われる。

次に、幅厚比パラメータ $R_{eq}$ 、 $R_{wm}$ 、 $R_{fw}$ と最大応力の関係及び最小二乗法で求めた曲線を図5~8にまとめて示す。図5、図6では実験結果より得られた曲線を、図7では溶接H形短柱の耐荷力曲線<sup>1)</sup>を併せて示した。それぞれの幅厚比パラメータに対して圧延H形鋼短柱の強度曲線は、ほぼ同様な曲線となっているが、 $R_{fw}$ で整理した結果が比較的まとまりがあり、短柱の最大強度をよく表していると思われる。また、実験結果と同様にJSHBの耐荷力曲線に比べて強度に余裕があり、幅厚比の大きいモデルにおいても十分な強度が得られることが分かる。実験値が解析値に比べ高い値が得られているのは、実験値の初期たわみの大きさやウェブとフランジ降伏応力の相違等の影響が考えられる。図8は同じ幅厚比パラメータ $R_{eq}$ を持つ部材で、フランジとウェブの幅厚比を種々に組み合わせた場合の強度を比較したものである。最大強度にばらつきがみられ、このパラメータでは十分評価できないと思われる。他の幅厚比パラメータを用いた結果については講演当日に発表する予定である。

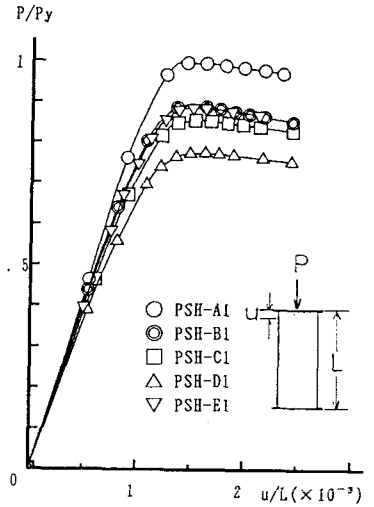


図4 荷重-軸方向ひずみ関係

参考文献: 1)山尾他:軽量圧延……, 構造工学論文集, Vol. 38A,

1992.3 2)山尾他:板要素と……, 構造工学論文集, Vol. 32A, 1986.3

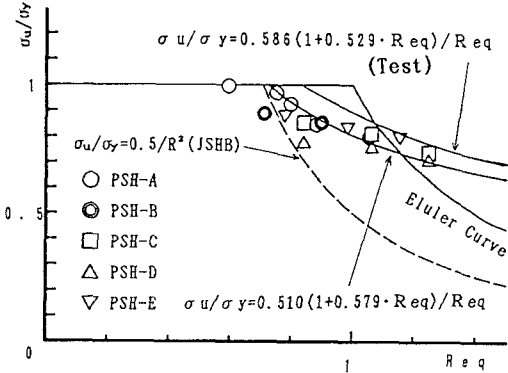


図5 最大応力と幅厚比パラメータ $R_{eq}$ の関係

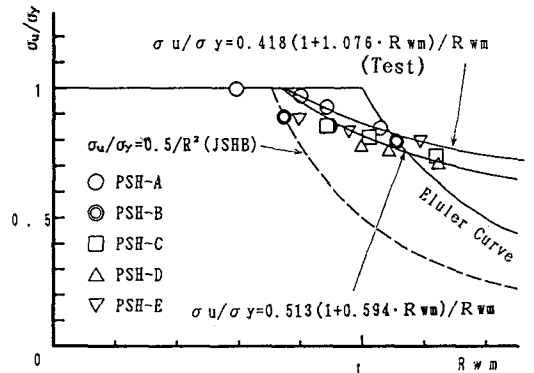


図6 最大応力と幅厚比パラメータ $R_{wm}$ の関係  
 $\sigma_u/\sigma_y$

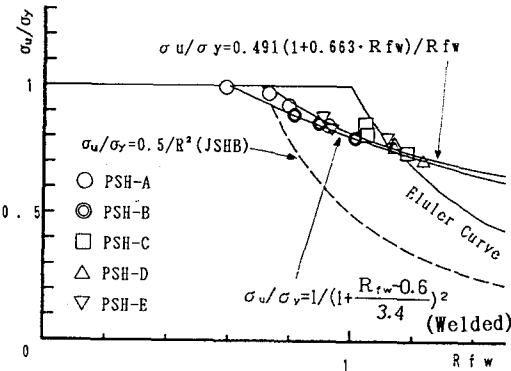


図7 最大応力と幅厚比パラメータ $R_{fw}$ の関係

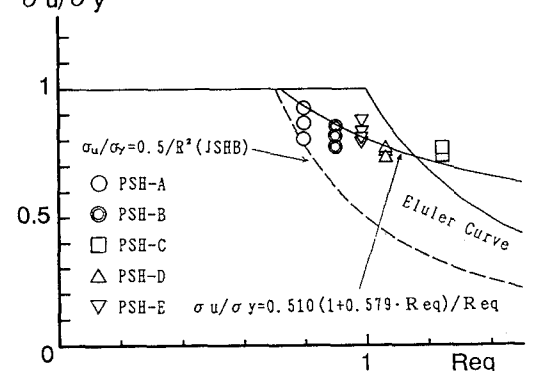


図8 同幅厚比パラメータと最大応力の関係