

I-104 鋼 H 形短柱の耐荷力について

熊本大学工学部 正員 山尾 敏孝
 NTT 九州 正員 荒木 栄次
 川鉄建材工業(株) 荒牧 浩
 熊本大学工学部 正員 崎元 達郎

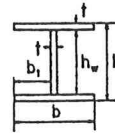
1. まえがき: 著者らは、複数の板要素で集成された薄肉開断面部材が圧縮あるいは圧縮と曲げを受ける場合の全体座屈と局部座屈との連成座屈挙動を解析する手法を開発してきた¹⁾。薄肉部材の連成座屈強度を求めるには局部座屈強度を知る必要があるが、構成板相互の座屈挙動や初期不整の影響を含めて座屈強度を求める方法は少ない。本報告は、板要素相互の連成作用やその局部座屈強度(耐荷力)および変形性状を明らかにするため、H形断面を有する短柱を供試体を選び、幅厚比を変化させて実験を行い、文献¹⁾で用いた板要素の解析法の妥当性と、短柱の耐荷力の推定式について検討したものである。

2. 実験の概要: 実験で使用した鋼材は、4.5mmと3.2mm厚で引張試験の結果、ヤング率E、降伏応力 σ_y はそれぞれ4.5mm材で、2080(tonf/cm²)、2.55(tonf/cm²)、3.2mm材で、1990(tonf/cm²)、2.25(tonf/cm²)であった。供試体は溶接集成のH形断面で、フランジ、ウェブの幅厚比を変化させた計7体であり、その諸元を表1に示す。表中のRは幅厚比パラメータで添字wはウェブ、fはフランジ、fwは両要素の連成を考慮した場合である²⁾。また、断面内の溶接残留応力は機械切断による応力解放法で測定した。表2には、フランジ部圧縮最大値およびウェブ部の平均圧縮値を示した。初期たわみの測定はフランジ、ウェブとも幅方向に6等分点、部材軸方向には5cm間隔で行った。結果は表2に示すように、板要素の最大たわみは示方書の製作精度を満足していることがわかる。また、载荷は写真1に示すように中心圧縮の平押しで、端部は11mm厚鋼板を溶接し载荷辺が固定の条件となるようにした。なお供試体の下部には荷重が均一に载荷されるように斜円盤を入れた。フランジとウェブの変形状態を測定するため、写真1に示すように、中央断面に変位計(1/100mm精度)を取付け、ひずみは中央断面のウェブ中央、フランジ4隅の位置に一軸ゲージを配して測定した。

3. 実験結果: 実験で得られた最高荷重Pmax、残留応力等をまとめて表2に示す。図1~3は、縦軸に最大平均応力を降伏応力で無次元化した σ_{max}/σ_y を、横軸には幅厚比パラメータRをとってある。最大強度(耐荷力)はウェブの圧縮残留応力が約0.3~0.6 σ_y とばらついており、それが結果に表れたと思われる。幅厚比パラメータRfwに比較してRf、Rwを用いて整理した場合には、耐荷力のばらつきが大きいことがわかる。また、この結果より幅厚比パラメータを用いて、短柱の耐荷力を推定すると、図中に示すような式となった。そして、別報³⁾に

表1 供試体の寸法諸元

供試体	b(mm)	h(mm)	t(mm)	A(cm ²)	$\bar{\lambda}$	h _w /t	b _f /t
SH-1	180.0	189.4	4.37	23.6	0.19	41.4	20.6
SH-2	150.0	235.3	4.37	23.0	0.21	51.9	17.2
SH-3	185.2	233.9	4.39	26.1	0.19	51.3	21.1
SH-4	80.0	166.7	3.14	10.1	0.20	51.1	12.7
SH-5	105.1	166.3	3.12	11.6	0.20	51.3	16.8
SH-6	129.9	165.8	3.15	13.3	0.20	50.1	20.4
SH-7	130.8	198.1	3.11	14.1	0.20	61.7	21.0



$$\bar{\lambda} = \frac{L}{r} \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}}$$

表2 実験結果

供試体	最大初期 たわみ δ/h_w	残留応力 σ_{rc}/σ_y web flange	P max (tonf)	$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_y}$	R _w	R _f	R _{fw}
SH-1	1/860	0.32 0.56	53.5	0.89	0.76	1.14	0.95
SH-2	1/660	0.57 0.71	49.0	0.84	0.96	0.94	0.95
SH-3	1/680	0.36 0.55	50.5	0.76	0.94	1.16	1.01
SH-4	1/640	0.53 0.43	24.0	1.06	0.91	0.67	0.88
SH-5	1/700	0.40 0.57	27.5	1.06	0.92	0.90	0.91
SH-6	1/460	0.38 0.52	27.5	0.92	0.91	1.09	0.96
SH-7	1/180	0.36 0.41	25.0	0.79	1.10	1.12	1.07

δ : 板としてのたわみ

$$R_w = \frac{h_w}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k}} \quad (k=4.0)$$

$$R_f = \frac{b_f}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k}} \quad (k=0.425)$$

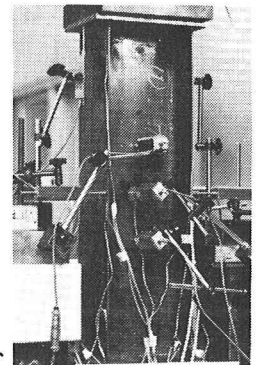


写真1 実験装置

示すように、連成を考慮した R_{fw} を使用した結果が耐荷力を一番良く近似できることが明らかになった。写真2は、実験後の供試体SH-6の変形状態であり、局部座屈の様子がよくわかる。

4. 解析結果との比較:

解析対象は短柱全体とし、初期たわみの測定点と節

点に対応するように、フランジ、ウェブとも6分割し、軸方向に10~14分割した。材料定数は実験で測定した値を、残留応力は測定結果を自己つりあい条件と二軸補正により修正した値を用いた。また、圧縮外力は一樣変位の変位制御により与えた。図4と5は供試体SH-3の解析結果と実験結果の応力-変位関係をウェブ、フランジについて比較している。変位は板厚 t で無次元化し、両図とも実線が解析値であり点線が実験値である。図4は中央断面ウェブ中央点での変位曲線であり、初期勾配に多少差が見られるが最大荷重時及びその後の降下状態などよく解析できていると思われる。図5は、中央断面フランジ両端部における変形状態を示すが、変形に伴いフランジの一端が断面の外側へ、他端は内側へ変形する様子がよく対応している。図6は、供試体SH-3の中央断面の変形状態を示したものであり、ウェブ、フランジとも実験値と解析値がよく一致しており、局部変形する状態がよくわかる。他の供試体についても解析した結果、実験値と非常によい対応が見られ、この解析法の妥当性が確認された。

参考文献

- 1) 山尾・崎元,「板要素とはり要素...」, 構造工学論文集, 1986.3
- 2) Bleich, F,「Buckling Strength...」, McGraw-Hill, 1952.
- 3) 山尾他,「H形鋼柱...」, 第41回土木年講概要集, 1986.11

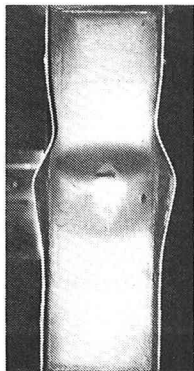


写真2 載荷後の変形状態

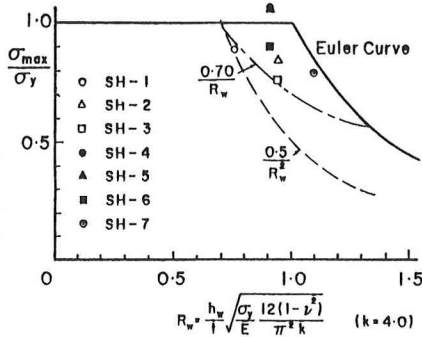


図1 最大平均応力 (R_w)

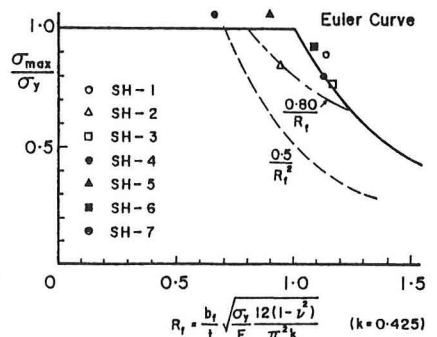


図2 最大平均応力 (R_f)

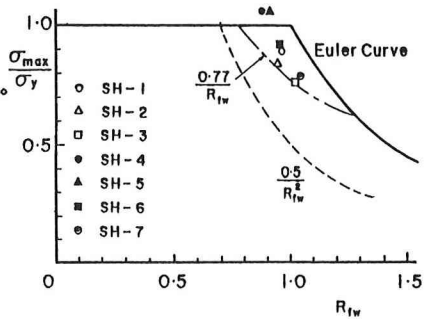


図3 最大平均応力 (R_{fw})

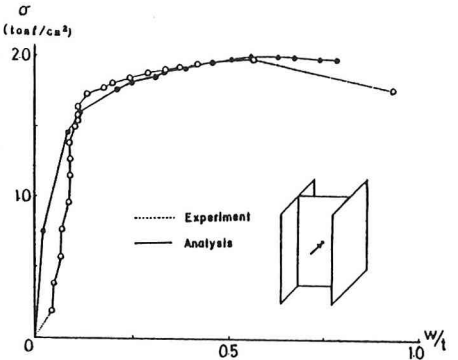


図4 応力-変位曲線 (SH-3, WEB)

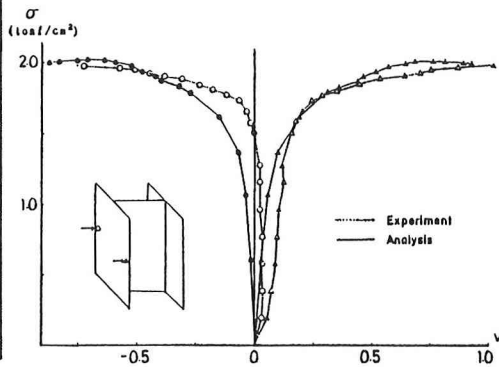


図5 応力-変位曲線 (SH-3, FLANGE)

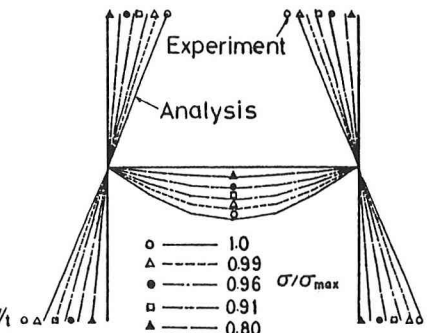


図6 中央断面の変形状態 (SH-3)