

鋼 H 形断面はり一柱の連成座屈強度について

熊本大学工学部 学生員 津末 征一郎

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:

著者らは文献1)で AISC²⁾の考え方にに基づき、弱軸回りを対象とした中心圧縮を受ける薄肉H形断面鋼柱の全体座屈と構成板要素の局部座屈の連成座屈強度の評価式の提案を行った。そして、板要素とはり要素を結合した弾塑性有限変位結合解析法を用いたパラメータ解析によりその評価式の妥当性の検討を行った。そこで本報告では、強軸回りを対象とした中心圧縮及び圧縮と曲げを受ける溶接H形断面部材が面外崩壊及び面内崩壊する場合の構成板要素の局部座屈の影響を考慮した最大強度の評価式の提案を行い、結合解析法を用いたパラメータ解析によりその提案式の検討を行うものである。

2. 中心圧縮を受ける部材の連成座屈強度式の提案:

図1に示すような薄肉H形断面寸法を有する部材が両端に軸方向圧縮力Pを受け、連成座屈を生じる場合の最大強度 σ_{max} の算定式として弱軸回りと同様に次式を提案する¹⁾。

$$\frac{\sigma_{max}}{Q\sigma_y} = \begin{cases} 1.0 & (\bar{\lambda}' \leq 0.2) \\ 1.109 - 0.545 \bar{\lambda}' & (0.2 \leq \bar{\lambda}' \leq 1.0) \\ 1.0 / (0.773 + \bar{\lambda}'^2) & (\bar{\lambda}' \geq 1.0) \end{cases} \quad (1)$$

ここに、 $\bar{\lambda}' = \sqrt{Q} \bar{\lambda}$, $\bar{\lambda} = \frac{L}{r\pi} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}}$ (2)

L: 部材長, r: 強軸回りの断面二次半径

また、Qは構成板要素の局部座屈による降伏応力の低減係数であり、文献1)の短柱のパラメータ解析から得られた次式を用いる。

$$Q = 1 / \left(1 + \frac{R_{fw} - 0.6}{3.4} \right)^2 \quad (3)$$

$$R_{fw} = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k_{ws}}} \quad \left(\frac{h_w t_r}{b_r t_w} > 3.07 \right) \\ = \frac{b_r}{t_r} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k_{rs}}} \quad \left(\frac{h_w t_r}{b_r t_w} \leq 3.07 \right) \quad (4)$$

ここで、式(4)の σ_y は鋼柱の降伏応力度であり、 k_{ws} 、 k_{rs} はウェブとフランジの連成作用を考慮した座屈係数である¹⁾。

3. 提案式の検討:

式(1)の提案式の妥当性を検討するために、次に述べるような解析パラメータと結合モデルを用いて解析を行った。弱軸回りと同様にフランジ幅厚比(b_f/t_f)を16, 22, ウェブ幅厚比(h_w/t_w)を35, 50, 70, で、これらを組合せた断面を使用し、その寸法、断面定数、幅厚比パラメータ(R_{fw})及び細長比(L/r)をまとめて表1に示す。解析モデルは図2に示すように対称条件によりL/2について結合解析法を用いて行った。また、面外崩壊が先に生じないように支間中央断面のウェブ両端部のZ軸方向変位を拘束して行った。なお、断面および軸方向の分割方法お

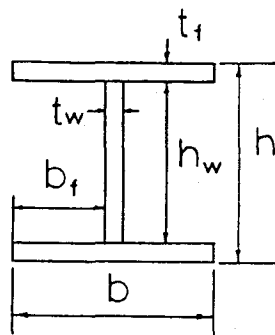


図1 H形断面

表1 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_r, t_w	3.2, 4.5 (mm)
ν (ポアソン比)	0.3
R_{fw} ($b_f/t_f, h_w/t_w$)	0.729 (16, 35)
	0.893 (16, 50)
	0.924 (22, 35)
	0.935 (16, 60)
	1.046 (10, 70)
(L/r)	1.234 (22, 70)
	50 (0.549)
	100 (1.098)

よび、溶接残留応力分布の与え方は文献1)と同様である。また、部材の初期たわみの大きさは $L/1000$ 、形状は半波の正弦関数とし Y 軸方向に与えた。図3は中心圧縮を受けるH形鋼柱の荷重-変位曲線の一例を示したものである。縦軸は圧縮荷重 P を降伏荷重 P_y で、横軸はスパン中央断面のウェブ中央点の鉛直たわみ v を強軸回りの断面二次半径 r でそれぞれ無次元化し、細長比50及び100のについて幅厚比パラメータ R_{tw} を変化させて示した。これらの変位挙動をみると、細長比が50の場合、弱軸回りの圧縮部材では R_{tw} が大きくなるにつれて最大強度が減少し

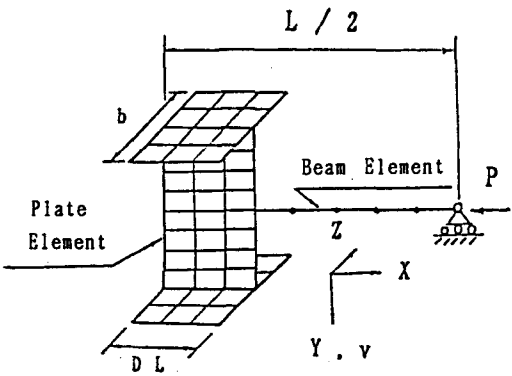


図2 解析モデル

差を生じたが、強軸回りではほとんど変化がみらず、最大強度がほとんど同じ値を示していることがわかる。これは、細長比100の場合でも同様な傾向がみられる。これらのことより、強軸回りの場合には幅厚比パラメータの大きさ、つまり局部座屈の影響が最大強度にあまり影響していないと考えられる。

図4は中心圧縮を受ける鋼柱のパラメータ解析により得られた最大強度 σ_{max} を $Q\sigma_y$ で無次元化し、式(1)の算定式の耐力曲線と比較して示したものである。解析結果は多少のばらつきはみられるが全体的に算定式の付近にあり、算定式の曲線によく一致していることがわかる。しかし、 $R_{tw}=1.234$ の部材は、算定式よりかなり離れており、もう少しパラメータ解析を行って検討する必要がある。

4. あとがき:

ここでは圧縮を受ける場合のみの評価式の提案のみであるが、圧縮と強軸回りの曲げを受ける場合の評価式については多少問題があり検討中である。また、圧縮と強軸回りの曲げを受け面外崩壊する場合の評価式等も含めて講演当日発表の予定である。

— 参考文献 —

- 1)山尾・坪浦・崎元：圧縮と曲げを…，構造工学論集，Vol.36A，1990.3
- 2)AISC：Specification for the Design…，1980

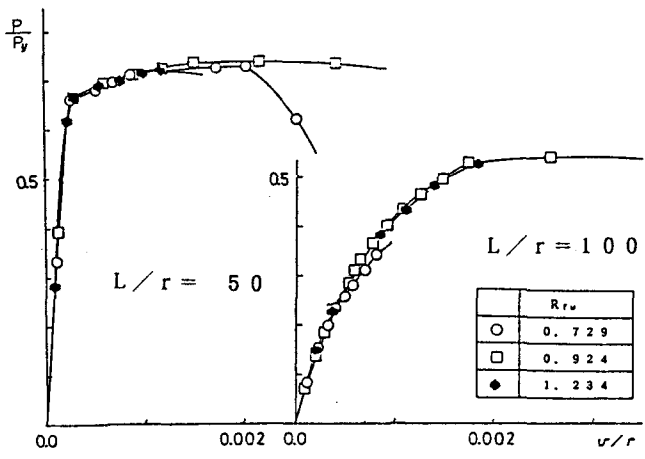


図3 鋼柱の荷重-変位曲線

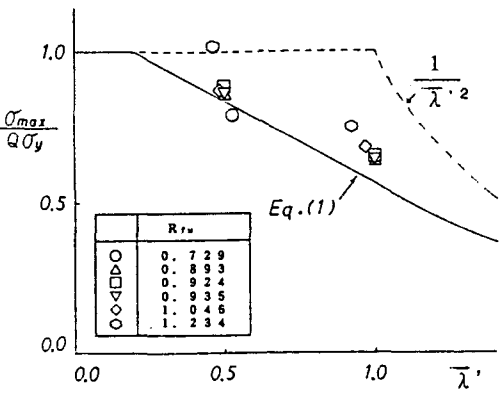


図4 中心圧縮鋼柱の最大強度