

I-47 曲げと圧縮を受けるH形鋼柱の相関強度について

広島県 正 員 坪浦 伸泰
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：

著者らは文献1)で圧縮を受ける薄肉開断面鋼柱の局部座屈を考慮した場合の連成座屈強度の算定式を提案した。そして、板要素とはり要素を結合した弾塑性有限変位解析によりその算定式の妥当性について検討した。そこで本報告では、圧縮と一軸曲げを受ける溶接H形鋼柱の局部座屈を考慮した相関強度の算定式を提案し、結合解析法を用いたパラメータ解析により提案式の妥当性について検討を行った。なお、短柱の最大強度を表す低減係数Qについては、短柱の実験結果から得られた式と、今回新たに短柱解析より得られた式を用いて比較した。

2. 相関強度式の提案：

両端に軸方向圧縮力Pと弱軸回りの等曲げM₀を受ける薄肉H形断面材の局部座屈を考慮した場合の相関強度の算定式として次式を提案する。

$$\frac{P}{P_u} + \frac{M_0}{M_u(1-P/P_E)} = 1.0 \quad (1)$$

ここに、P_Eはオイラー座屈荷重であり、P_uは中心軸圧縮柱の強度で次式で与えられる。

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

$$\text{ただし, } \bar{\lambda}' = \sqrt{Q} \bar{\lambda}, \quad \bar{\lambda} = \frac{L}{r \pi} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \quad (3)$$

また、Qは構成板要素の局部座屈の発生による降伏応力の低減係数であり、次式により求める。

(a) 単柱実験結果を基にした低減係数

$$Q = 0.77 / R_{fw} \leq 1.0 \quad (4)$$

(b) 短柱のパラメータ解析から得られた低減係数²⁾

$$Q = 1 / \{ 1 + (R_{fw} - 0.6) / 3.4 \}^2 \leq 1.0 \quad (5)$$

ここに、R_{fw}は幅厚比パラメータであり次式で求まる。

$$\begin{aligned} R_{fw} &= \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k_{wg}}} \quad \left(\frac{h_w t_f}{b_f t_w} > 3.07 \right) \\ &= \frac{b_f}{t_f} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k_{fg}}} \quad \left(\frac{h_w t_f}{b_f t_w} \leq 3.07 \right) \end{aligned} \quad (6)$$

ここで、k_{wg}、k_{fg}はウェブとフランジの連成作用を考慮した座屈係数で、文献3)に詳しく述べている。また、M_uは純曲げを受ける場合の終局モーメントであり、次式で表される。

$$\frac{M_u}{M_p} = \frac{1}{\{ 1 + 0.1(R_{fw} - 0.5) \}^2} \leq 1.0 \quad (7)$$

3. 提案式の検討：

鋼柱の幅厚比と細長比をパラメータにとり解析し、式(1)の妥当性について、低減係数Qとして式(4)、式(5)を用いた場合の比較検討を行った。解析には、フランジ幅厚比(b_f/t_f)を10, 16, 22, ウェブ幅厚比(h_w/t_w)を35, 50, 60, 70, で、これらを組合せた断面を使用し、得られた幅厚比パラメータR_{fw}及び断面定数を表1に示す。細長比は、50(λ̄=0.549), 100(λ̄=1.098)の2種類とした。解析モデルは対称条件によりL/2について結合解析法を用いて行った。なお、断面および軸方向の分割方法や、また、残留応力、初期たわみ等

の与え方も文献1)と同様である。

図1は、純曲げを受けるH形断面部材の解析結果を R_{fw} に対してプロットし、全塑性モーメント M_p と比較して示したものである。図からわかるように、細長比による影響はみられず全塑性モーメント M_p に対しても著しい低下は見られない。この結果より、式(6)の R_{fw} を用いて、純曲げに対して式(7)で与えられるような終局モーメント M_u を算定する式を求めた。

図2は、圧縮と弱軸回りの等曲げを受ける部材の解析結果を式(4)、(5)の低減係数 Q で整理して式(1)の算定式と比較して示したものである。両者とも細長比が100では、この直線の上側に一致し、安全側である。細長比が50の結果は、全体的に細長比100より上側に位置し、かなり安全側の評価を与えていることがわかる。また、 R_{fw} が大きい場合が、同じ細長比でも安全側に評価されている。ここで、両者の低減係数 Q を用いた結果を比較してみると、低減係数 Q として式(5)を用いる方が、式(4)より断面の変化によるばらつきが小さい。また、細長比の違いによる評価の差も小さく、その結果もより妥当であると思われる。したがって、曲げと圧縮を受ける薄肉H形鋼柱の局部座屈を考慮した相関強度式として式(1)を用いれば相関強度をうまく算定できる。そして、その場合の低減係数 Q としては式(5)を用いた方がよいことがわかった。

— 参考文献 —

- 1) 山尾他, 「H形鋼柱の…」, 第42回土木年講概要集, 1987.9
- 2) 山尾・崎元, 「薄肉H形短柱の最大強度の…」, 第44回土木年講概要集, 1989.10
- 3) 山尾・崎元, 「薄肉H形短柱の耐力挙動に…」, 土論集, 第380号/1-7, 1987.4

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_f, t_w	3.2, 4.5	mm
ν (ポアソン比)	0.3	
R_{fw} ($b_f/t_f, h_w/t_w$)	0.735	(16, 35)
	0.898	(16, 50)
	0.949	(22, 35)
	0.962	(16, 60)
	1.071	(10, 70)
	1.246	(22, 70)

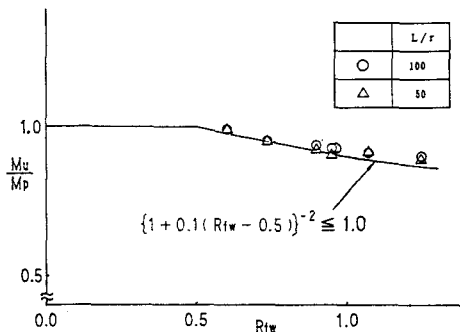


図. 1 純曲げ強度

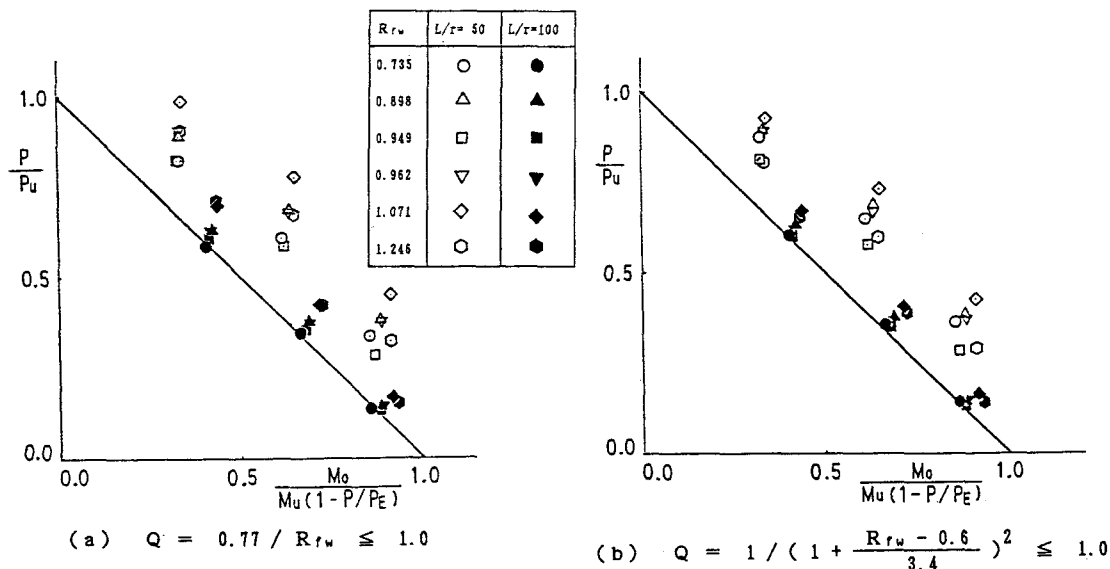


図. 2 相関強度