

圧縮と曲げを受けるH形部材の連成座屈 強度について

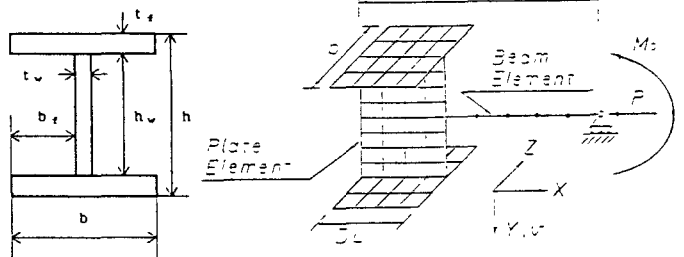
熊本大学工学部 学生員 日野 雅夫 熊本大学工学部 正 員 山尾 敏孝
熊本大学工学部 正 員 崎元 達郎

1. まえがき:

本報告では、圧縮と曲げ及び強軸回りを対象とした圧縮と曲げを受ける溶接薄肉H形断面部材が、面内崩壊及び面外崩壊する場合について、構成板要素の局部座屈の影響を考慮した相関強度の提案をする。そして、フランジ、ウェブの幅厚比及び部材の細長比をパラメータにとり、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. 解析モデルとパラメータ解析:

図1に示すようなH形断面の解析モデルを用い、対称条件により $L/2$ について結合解析法¹⁾を用いて行った。また、面内崩壊させる場合、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、断面及び軸方向の分割方法及び溶接残留応力分布の与え方は文献¹⁾と同様である。



H形断面

解析モデル

図1

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, 8	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) 1.234 (22, 70)	
L/r (λ)	50 (0.549) 100 (1.098)	

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。解析パラメータはフランジ幅厚比(b_f/t_f)を10, 16, 22、ウェブ幅厚比(h_w/t_w)を35, 50, 70とし、これらを組み合わせた断面を使用した。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。

3. 圧縮と曲げを受けるH形断面部材の荷重-変位挙動:

図2は強軸回りの圧縮と曲げを受けるH形部材の荷重-変位挙動の一例を示したものである。载荷方法は、まず最初に所定の曲げモーメント M_0 を与えた後、軸方向に圧縮力を加えていった。最初に与える曲げモーメントの大きさは、図に示すように全塑性モーメントの0.25, 0.50, 0.75倍を与えた。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 で無次元化し、細長比50及び100の場合につ

いて幅厚比パラメータ R_{fw} を変化させて示した。この図から分かるように、変位挙動は幅厚比パラメータ R_{fw} が大きくなるに従って、最大強度は小さくなっていて、細長比が50の場合が顕著に表れていることが分かる。一方細長比が100の部材では M_0 が大きくなるに従って当然最大強度が小さくなっており、幅厚比パラメータ R_{fw}

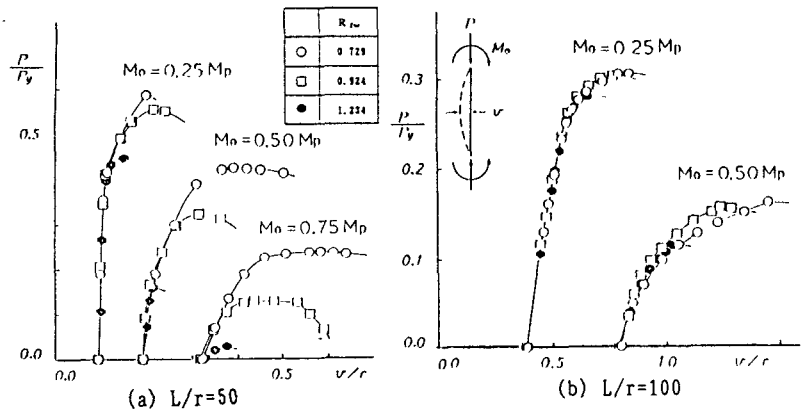


図2 荷重-変位曲線

の大きさにさほど影響を受けてなく、ほとんど同様な挙動を示していることが分かる。つまり、細長比が小さい部材ほど幅厚比の影響を大きく受けることが明らかになった。

4. 両端に軸方向圧縮力Pと強軸回りの等曲げを受ける部材の相関強度式の提案：

①面内崩壊形式の強度

$$\frac{P}{P_u} + \frac{M_o}{M_{uz}(1-P/P_E)} \leq 1.0 \quad \dots (1)$$

ここに、 P_E ：オイラー座屈荷重。 P_u は文献1)で提案した局部座屈の影響を考慮した柱の最大強度。また、式(1)の終局モーメント M_{uz} は次式で表される。

$$\frac{M_{uz}}{M_p} = \frac{1}{\{1 + (R-0.6)\}} \quad \dots (2)$$

この式の M_{uz} は純曲げを受ける部材の終局モーメントであり、パラメータ解析の結果より求めた。また、 R は R_f と R_w の大きい値を取るものとする。

②面外崩壊形式の強度

$$\frac{P}{P_u} + \frac{M_o}{M_{uy}(1-P/P_E)} \leq 1.0 \quad \dots (3)$$

終局モーメント M_{uy} は文献2)で求められた次式を用いる。

$$\frac{M_{uy}}{M_p} = -0.493\sqrt{M_p/M_E} + 1.197 \quad \dots (4)$$

ただし、 $0.4 < \sqrt{M_p/M_E} < \sqrt{2}$ また、 M_E は、弾性横ねじれ座屈強度であり、次式で与えられる。

$$M_E = \frac{\pi}{L} \sqrt{E I_y G K_T \left[1 + \frac{\pi^2 E I_w}{G K_T L^2} \right]} \quad \dots (5)$$

5. 提案式の検討：

図3は圧縮と強軸回りの等曲げを受けるH形断面部材のパラメータ解析の結果を式(1)の算定式と比較して示したものである。縦軸に最大圧縮荷重を横軸には最大曲げモーメントをとっている。この図から分かるように細長比が100の場合では、解析結果は式の直線上あるいはその上方に位置しており安全側である。しかし、細長比が50の場合の解析結果は、全体的に細長比が100の場合に比べ、式の直線上よりも上方に位置しており、より安全側の評価を与えていることが分かる。また、同じ細長比でも幅厚比パラメータ R_{fw} が大きい場合、ばらつきがあるが安全側に評価していることがわかる。以上の結果より、曲げと圧縮を受ける薄肉H形断面部材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安全側に算定できることが分かった。ただし、その場合の低減係数Qとして文献1)の低減係数を用いる。ここでは圧縮と曲げを受ける場合のみの評価式の検討を行ったが、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(式(3))等の検討結果については講演当日発表の予定である。

－参考文献－

- 1) 山尾・坪浦・崎元：圧縮と曲げをー、構造工学論文集、Vol. 36A、1990.3
- 2) 福本・伊藤：座屈実験データベースによる鋼はりのー、土木学会論文報告集、第341号、1984.1

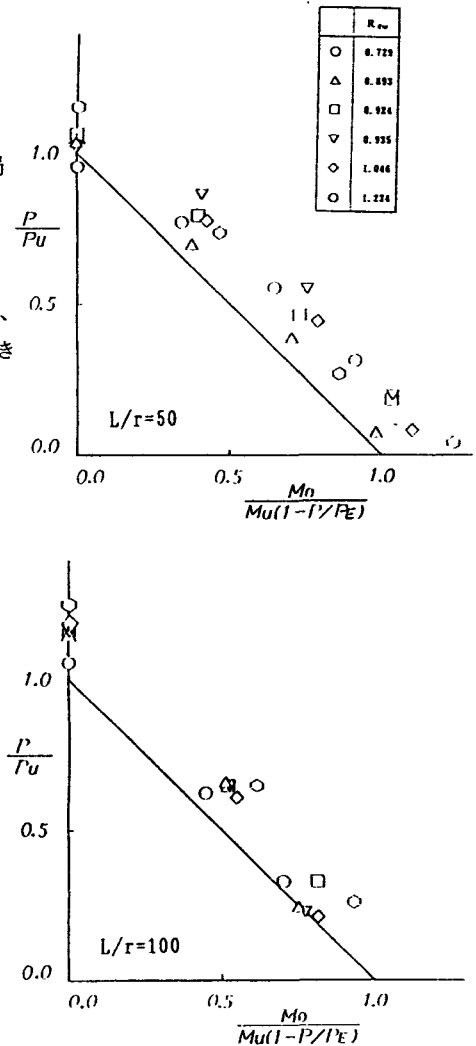


図3 圧縮力と曲げモーメントとの相関関係