

軸力と曲げを受ける部材の相関強度式

大阪大学工学部 正 員 西村宣男
大阪大学大学院○学生員 笠原宏紹

1. まえがき はり一柱部材は断面形状によって曲げモーメントの作用面に崩壊する場合（面内崩壊形式）と曲げモーメントの作用面外に崩壊する場合（面外崩壊形式）に分類される。これまで、1軸まわりの曲げと軸圧縮力を受ける場合の相関強度式の適正な表示法について検討を加えてきた¹⁾。面外崩壊形式の部材では、1軸まわりの曲げと引張力を受ける場合についても相関強度式の適用性を確認する必要がある。本研究では初期変位と残留応力を考慮した弾塑性有限変位解析法を用いて、1軸まわりの曲げと引張力を受けるI形断面部材の極限強度特性を調べ、相関強度式の適正な表示法について検討した。

2. 解析モデル 図-1に示すような圧延I形断面部材を解析した。表-1に示す柱部材およびはり部材と共通の初期不整を考慮する。柱としての細長比パラメータ λ_c は0.4~1.6を0.2ごとに7ケース解析した。要素分割は16分割とし、鋼の構成則は完全弾塑性体とする。

3. 極限強度特性 解析した全ケースの極限強度を図-2に示す。断面の全塑性強度を表す相関曲線式(1)を比較して示す。

$$\frac{M}{M_p} = 1.18 \left(1 - \frac{N}{N_y} \right) \quad (1)$$

さらに断面強度照査式として次式も比較した。

$$\frac{N}{N_y} + \frac{M}{M_p} \leq 1 \quad (2)$$

軸力が圧縮の場合は、極限強度は外ぶくらの傾向を示す。部材がslenderになるほどこの傾向は顕著で、軸力が引張になっても引張力が小さい範囲では外ぶくらの傾向を示す。引張力がある程度大きくなると断面の全塑性強度が支配的となり、細長比のいかんに関わらず式(1)の線の上にプロットされる。式(2)は安全側の評価となることが分かる。

4. 相関強度式 現行の設計基準に一般的に用いられている安定照査相関曲線は次のように表される。

$$\text{圧縮} \quad \frac{N}{N_u} + \frac{1}{1 - N/N_E} \frac{M}{M_u} \leq 1 \quad (3)$$

$$\text{引張} \quad - \frac{N}{N_y} + \frac{M}{M_u} \leq 1$$

これに対して強度の外ぶくらの形状を考慮するため、曲げモーメント項に指数nをつけた非線形の安定照査相関曲線を提案する。

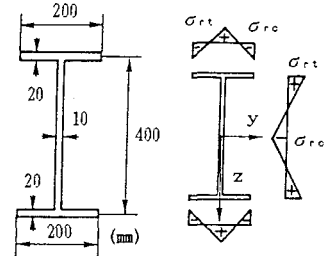


図-1 解析断面の寸法および残留応力分布（圧延I形断面）

表-1 初期不整量
圧延I形断面

特性値	σ_{rt}/σ_y	σ_{rc}/σ_y	$\delta_s/L \cdot 10^{-3}$
平均値相当	0.066	0.066	0.5
下限値相当	0.0978	0.0978	1.36

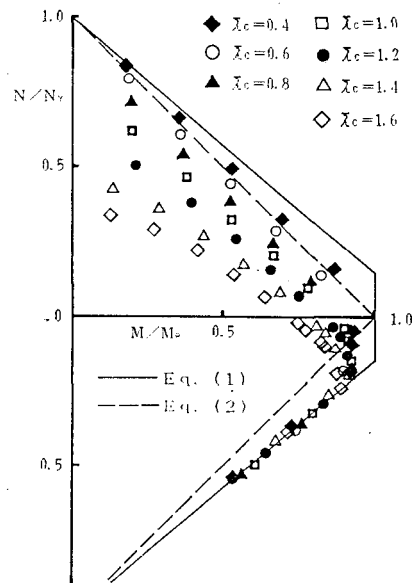
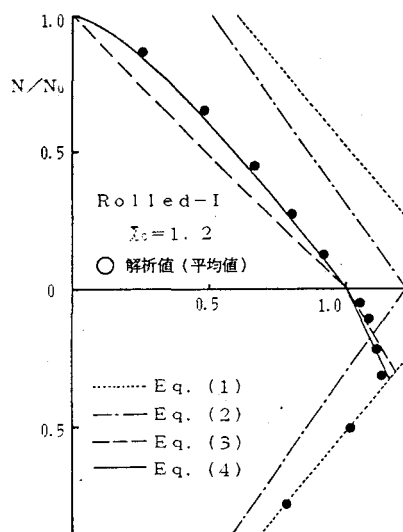
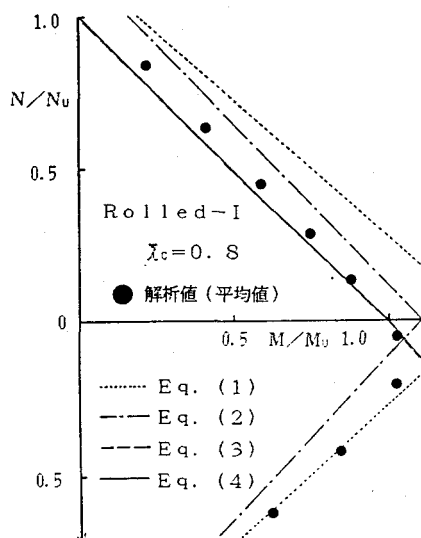


図-2 軸力（圧縮、引張）と曲げを受ける圧延I形断面部材の極限強度（平均値）



$$\text{圧縮} \quad \frac{N}{N_u} + \left(\frac{1}{1 - N/N_E} \frac{M}{M_u} \right)^n \leq 1 \quad (4)$$

$$\text{引張} \quad - \frac{N}{N_v} + \left(\frac{1}{1 - N/N_E} \frac{M}{M_u} \right)^n \leq 1$$

ここに指数 n は $1.8 \geq \lambda_c + 0.2 \geq 1.0 \cdots$ 圧延材

解析結果と断面強度照査式 (1), 式 (2), 部材の安定照査式 (3), 式 (4) を比較して図-3 に示す。軸力が圧縮の場合, 式 (4) は良好に適合する。式 (3) は外ぶくらの形状を考慮できないため安全側の評価となる。軸力が引張で極限強度が部材の安定性に支配される範囲では, 式 (3), 式 (4) とともにあまり差はなく同じような評価となる。引張力が大きく断面の全塑性強度が支配的な領域では, 式 (1) の適合性がよい。断面強度の照査式として式 (2) を適用するとかなり安全側の評価になる。

5. 結論 軸力と曲げを受ける面外崩壊形式の部材に対し

て, 軸力が圧縮および引張の場合の相関強度式の適用性を検討した。提案した安定照査相関曲線は, 軸力が圧縮の場合および引張の場合の両方によく適合することを明らかにした。

図-3 解析結果と相関関係式

参考文献

- 1) 西村宣男, 笠原宏紹, 福本晴士: "鋼はり一柱部材の強度相関式の適正化", 土木学会論文集, No. 416, 1990.
- 2) Kitipornchai, S. and Wang, C. M.: Out-of-plane buckling formula for beam-columns/tie-beams, Jour. of Struct. Eng., Vol. 114, No. 12, 1988.
- 3) Wang, C. M. and Kitipornchai, S.: New set of buckling parameter for monosymmetric beam-columns/tie-beams, Jour. of Struct. Eng., Vol. 115, No. 6, 1989.