

鋼はり一柱部材の包括的強度相関式

大阪大学大学院 学生員○笠原宏紹 大阪大学工学部 正 員 西村宣男

1. まえがき

鋼はり一柱部材の相関強度式は、部材が不等曲げを受ける場合や部材の断面形状が1軸対称断面

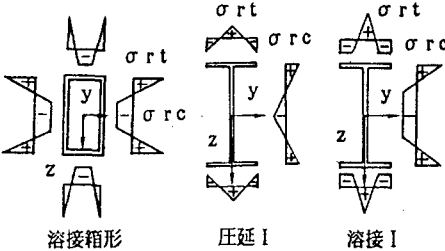


図-1 残留応力分布

面である場合についても、その適用性を確認しておく必要がある。そこで本研究

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により、等価モーメント修正係数の妥当性および1軸対称断面部材に対する相関強度式の適用性について検討した。

2. 解析モデルと初期不整 不等曲げを受ける部材として、正方形および長方形溶接箱形断面部材、圧延および溶接I形断面部材を解析する。1軸対称断面部材については、不等フランジを有する溶接I形断面部材を解析する。初期不整は、表-1に示す実測データに基づいた統計値を使用する。残留応力分布を図-1に示す。載荷は軸力と曲げが比例的に増加するように行う。

3. 相関強度式と等価モーメント修正係数 等価モーメント修正係数Cmを用いて一般化された相関強度式は次式で表される。

$$\left(\frac{C_{m_y} M_y}{M_{u_{cy}}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{C_{m_z} M_z}{M_{u_{cz}}}\right)^{\beta} \leq 1 \quad (1)$$

箱形断面部材に対して

$$M_{u_{cy}} = (1 - N/N_{uy}) (1 - N/N_{ey}) M_{py}$$

$$M_{u_{cz}} = (1 - N/N_{uz}) (1 - N/N_{ez}) M_{pz}$$

$$\alpha = 1.3 + \frac{N}{N_y} \frac{1000}{(\ell/r_y)^2} \geq 1.4$$

$$\beta = 1.3 + \frac{N}{N_y} \frac{1000}{(\ell/r_z)^2} \geq 1.4$$

I形断面部材に対して

$$M_{u_{cy}} = \left(1 - \frac{N}{N_{uz}}\right)^{1/n} \left(1 - \frac{N}{N_{ey}}\right) M_{uy}$$

$$M_{u_{cz}} = (1 - N/N_{uz}) (1 - N/N_{ez}) M_{pz}$$

$$\alpha = 1.4 + \frac{N}{N_y} \frac{10}{(\ell/r_y)^2} + \frac{B}{D}$$

$$\beta = \frac{N}{N_y} \frac{3000}{(\ell/r_z)^2} + \frac{B}{D} \leq 1$$

表-1 初期不整量

溶接箱形			
特性値	σ_{xx}/σ_y	σ_{zz}/σ_y	$\delta_o/L \cdot 10^{-3}$
平均値相当	1.0	0.12	0.296
下限値相当	1.0	0.2318	0.842

圧延I			
特性値	σ_{xx}/σ_y	σ_{zz}/σ_y	$\delta_o/L \cdot 10^{-3}$
平均値相当	0.066	0.066	0.5
下限値相当	0.0978	0.0978	1.36

溶接I

特性値	σ_{xx}/σ_y	σ_{zz}/σ_y	$\delta_o/L \cdot 10^{-3}$	柱	はり
平均値相当	1.0	0.12	0.296	0.296	0.5475
下限値相当	1.0	0.2318	0.842	0.842	1.1995

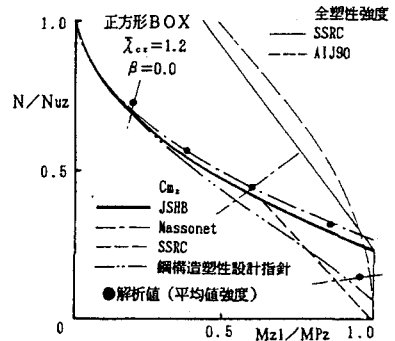


図-2 1軸不等曲げの解析結果(正方形箱形)

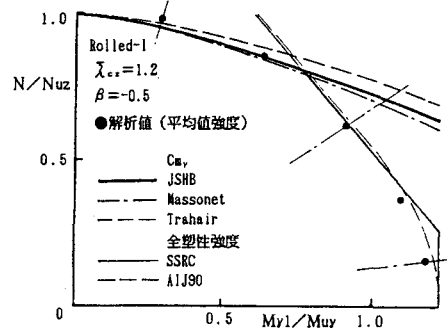


図-3 1軸不等曲げの解析結果(圧延I形)

Hirotsugu KASAHARA and Nobuo NISHINURA

$$1.8 \geq n = \bar{\lambda}_{cz} + 0.2 \geq 1.0 \quad (\text{圧延材})$$

$$1.8 \geq n = \bar{\lambda}_{cz} + 0.1 \geq 1.0 \quad (\text{溶接材})$$

ここに、 N_u : 柱部材基本強度

M_u : はり部材基本強度

M_P : 全塑性モーメント

B : フランジ幅 D : 断面高さ

$$\bar{\lambda}_{cz} = \sqrt{N_y / N_{Ez}}$$

1軸不等曲げの解析結果を図-2, 3に示す。図中には全塑性強度評価式としてSSRCの式および日本建築学会鋼構造限界状態設計規準(AIJ90)の式を併せて示している。さらに2軸不等曲げの解析結果を図-4, 5に示す。2軸不等曲げでは、 y 軸および z 軸まわりの曲げモーメントの組み合わせが2通りあるため、その両方の場合について解析した。日本道路橋示方書(JSHB)の規定する等価モーメント修正係数 C_m を使用し、全塑性強度式としてAIJ90を併せて用いることで、式(1)は不等曲げはり一柱部材に対しても適用できる。

4. 1軸対称断面部材 断面の非対称性は次のパラメータで示される。

$$\rho = I_{zcr} / (I_{zcr} + I_{ztr})$$

ここに、 I_{zcr} : 圧縮側フランジの断面2次モーメント

I_{ztr} : 引張側フランジの断面2次モーメント

ρ が0または1に近いほど断面の非対称性は強い。すべての解析値を降伏荷重 N_y 、全塑性モーメント M_{Py} で除して無次元表示し図-6に示す。断面は $\rho=0.8$ および0.2の場合で、スレンダーな部材ほど断面の非対称性の特徴があらわれ、部材がストックになるにつれて断面の非対称性の影響が少なくなってくる。柱部材基本強度を N_{uz} 、大きい方のフランジが曲げによって圧縮を受ける場合はり部材基本強度を M_{uy1} 、大きい方のフランジが曲げによって引張を受ける場合はり部材基本強度を M_{uy2} とする。解析値を N_{uz} 、 M_{uy1} 、 M_{uy2} で除して無次元表示し図-7に示す。式(1)は、 $\rho>0.5$ のスレンダーな部材では軸力卓越領域で安全側の評価となるものの、ほぼ解析結果に適合する。

5. 結論 1軸および2軸まわりの不等曲げに対する相関強度式の適用性を検討した。また1軸対称I形断面部材に対しても、その適用性を検討した。

参考文献 1) Wang, C.M. and Kitipornchai, S. : New set of buckling parameter for monosymmetric beam-columns/tie-beams, J. of Struct. Eng., ASCE, 115(ST12), 1988

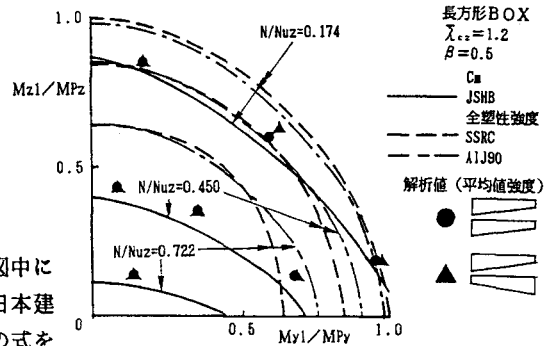


図-4 2軸不等曲げの解析結果(長方形箱形)

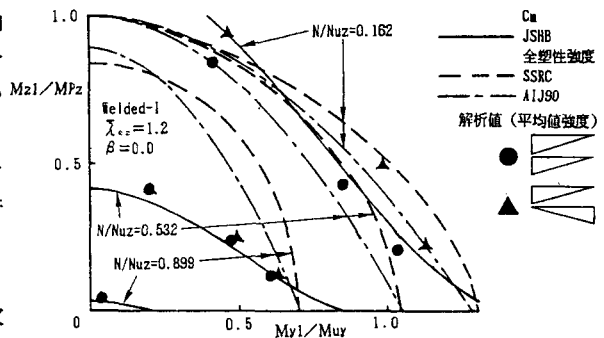


図-5 2軸不等曲げの解析結果(溶接I形)

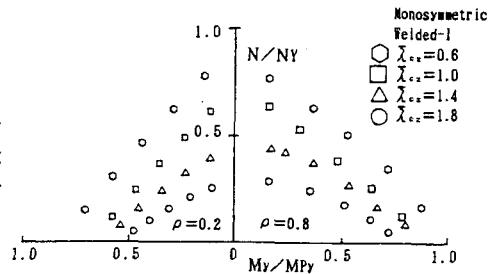


図-6 1軸対称断面部材の極限強度特性

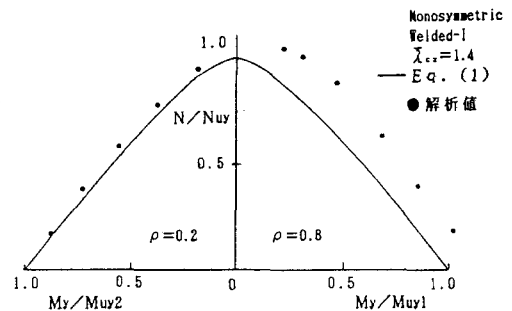


図-7 軸力-曲げモーメントの相関関係