

I-59

2軸曲げ圧縮部材の強度相関式

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

大阪大学工学部 学生員 菅田喜之

1. まえがき 許容応力度設計法から限界状態設計法への移行に伴い組合せ断面力を受ける部材の適切な評価が必要とされる。1軸曲げを受けるはり一柱についてはすでに適切な評価が行われている。そこで、本研究においては、2軸回りの曲げを受ける鋼はり一柱部材について1軸曲げはり一柱部材の相関強度式の2軸曲げへの拡張、はり一柱部材の下限値を柱部材およびはり部材と統一的に評価するための抵抗係数 ϕ の取扱法について、初期不整量を考慮した弾塑性有限変位解析法による数値解析結果を中心に検討を加えた。

2. 解析モデル 解析モデルは閉断面については図-1(a)、(b)に示す正方形および長方形溶接箱型断面部材を、開断面については図-1(c)、(d)に示す圧延および溶接I形断面部材を対象とする。これらの部材に対して、表-1に示す柱部材および、はり部材と共通の強度の平均値相当および下限値相当の初期不整量を考慮する。

3. 極限強度特性と相関強度式の拡張 閉断面部材について、W. F. Chenの非線形相関式¹⁾で曲げモーメントを無次元化するための1軸曲げはり一柱部材の曲げ強度を適正に与え、曲げモーメント項の指数を強軸、弱軸回りで別個に用いるように修正した式(1)を提案する。

$$\left(\frac{M_y}{M_{ucy}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_z}{M_{ucz}} \right)^\beta \leq 1 \quad (1)$$

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

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

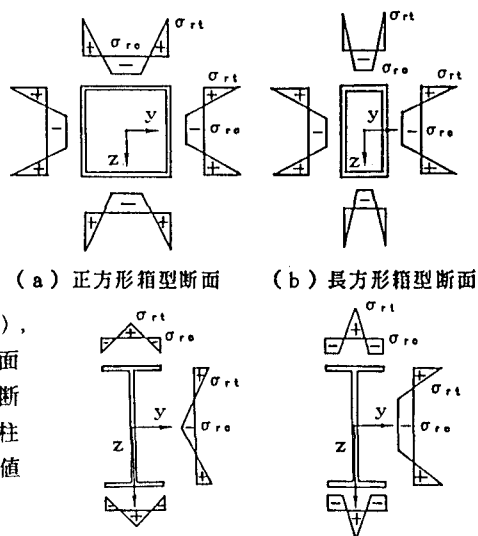
ここに、 M_{ucy} 、 M_{ucz} は軸圧縮力に対する各々y軸およびz軸回りのはり一柱の終局曲げモーメントで式(2)で与えられる。

$$M_{ucy} = M_{uy} \left(1 - \frac{N}{N_{uy}} \right) \left(1 - \frac{N}{N_{Ey}} \right) \quad (2)$$

$$M_{ucz} = M_{uz} \left(1 - \frac{N}{N_{uz}} \right) \left(1 - \frac{N}{N_{Ez}} \right)$$

ここに、 r_y : y軸回りの断面2次半径 r_z : z軸回りの断面2次半径

図-2で極限強度解析値と提案式(1)を比較する。2軸曲げ状態では強度が外ぶくらみになり、提案式はこれによく適合している。また、現行の日本道路橋示方書の式と同式において柱の基準強度を適切に与えたJSHB-modifiedの式も示す。両式共かなり安全側な評価となる。



(a) 正方形箱型断面 (b) 長方形箱型断面

(c) 圧延I形断面 (d) 溶接I形断面

図-1 解析モデルの残留応力分布

表-1 初期不整量

溶接箱型断面

	σ_{rt}/σ_y	σ_{ro}/σ_y	$\delta_s/L \cdot 10^{-3}$
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形断面

	σ_{rt}/σ_y	σ_{ro}/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

溶接I形断面

	σ_{rt}/σ_y	σ_{ro}/σ_y
平均値相当	1.0	0.12
下限値相当	1.0	0.2318

$\delta_s/L \cdot 10^{-3}$	柱	はり
平均値相当	0.296	0.5475
下限値相当	0.842	1.1995

閉断面部材について、文献2)で提案された1軸曲げはり一柱部材の相関強度式をW. F. Chenの式で2軸曲げに拡張する。

$$\left(\frac{M_y}{M_{ucy}}\right)^\alpha + \left(\frac{M_z}{M_{ucz}}\right)^\alpha \leq 1 \quad (3)$$

$$\alpha = 0.4 + \left(\frac{N}{N_y}\right) + \frac{b}{d} \geq 1.0 \quad b/d \geq 0.3$$

$$\alpha = 1.0 \quad b/d < 0.3$$

ここに、 M_{ucy} 、 M_{ucz} は軸圧縮力に対する各々y軸およびz軸回りのはり一柱の終局曲げモーメントで式(4)で与えられる。

$$M_{ucy} = M_{uy} \left(1 - \frac{N}{N_{uy}}\right)^{1/n} \left(1 - \frac{N}{N_{Ey}}\right) \quad (4)$$

$$M_{ucz} = M_{uz} \left(1 - \frac{N}{N_{uz}}\right) \left(1 - \frac{N}{N_{Ez}}\right)$$

ここに、 N_{uy} ：y軸回りの中心軸圧縮強度

N_{uz} ：z軸回りの中心軸圧縮強度

図-3で極限強度解析値と提案式(3)を比較する。また、現行の日本道路橋示方書の式、JSHB-modifiedの式も示す。軸力比の高いところでは、JSHB-modifiedの式は強軸回りの曲げが卓越すると安全側となる。これに対して提案式はよく適合している。現行の示方書の式はかなり安全側である。

4. あとがき 本研究では、2軸曲げ圧縮を受けるはり一柱部材に対して相関強度式を提案し、極限強度解析値と比較して、良好な適合性を得た。提案式の実験データによる検証については当日会場で申し上げる。

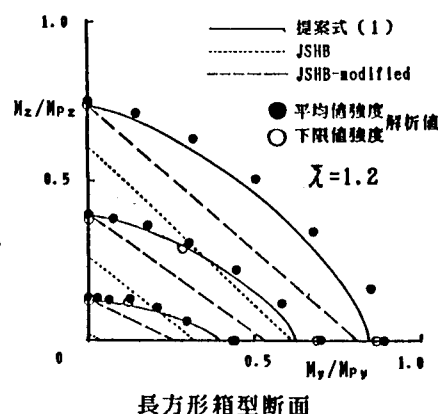
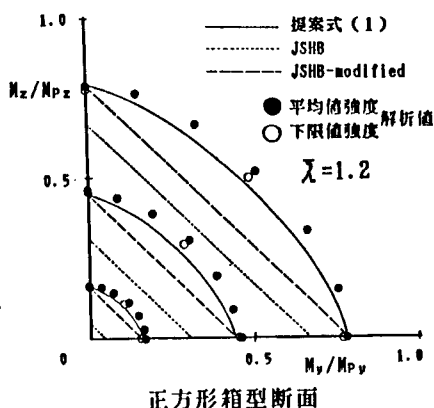


図-2 閉断面部材の極限強度解析値と相関強度式

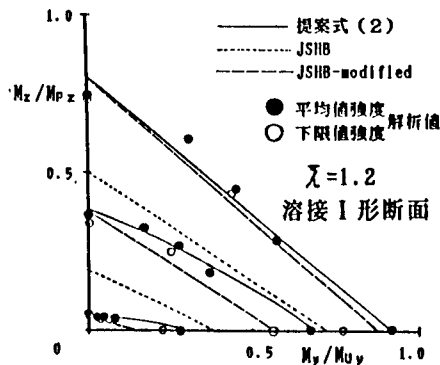
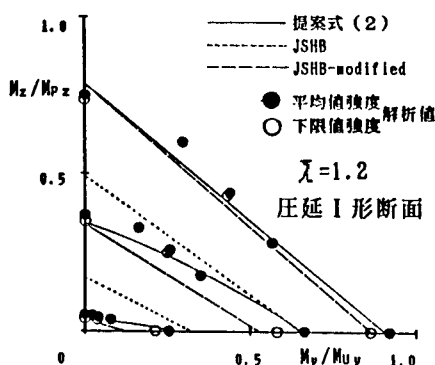


図-3 閉断面部材の極限強度解析値と相関強度式

参考文献

- 1) Santathadaporn, S. and Chen, W. F.: "Analysis of Biaxially Loaded H-Columns", J. of the Struct. Div., ASCE, vol. 99, No. ST3, March, 1973.
- 2) 西村宣男, 笠原宏紹, 福本嘔士: 鋼はり一柱部材の相関強度式の適正化, 土木学会論文集, 第416号, 1990.
- 3) 東海鋼構造研究グループ(代表 福本嘔士): 鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼性設計への適用, 橋梁と基礎, 80-11, 80-12, 1980.