

中部工業大学

正員 堀見弘幸

(株)東日交通コンサルタント

正員 西川俊一

中部工業大学

正員 倉田宗章

1. はじめに 鋼変断面はり・柱に関する設計のための強度相関式を得る目的で、数値計算による方法^{1,2)}および実験的研究³⁾を行ってきた。文献1), 2)の方法は、鋼変断面はり・柱部材の耐力力 P がなりよく評価していると思われるが、軸方向圧縮力 $N=0$ 、あるいは、曲げモーメント $M=0$ の場合、すなわち、強度相関式を変断面はり、あるいは、変断面柱として評価式としてみる場合、合理性に欠けるまらひがある。そこで本報告では、変断面柱および変断面はりそれぞれを、ある断面を基準として元の長さとは異なった等断面の部材に置き換え、これを利用して等断面はり・柱に関する強度相関式を拡張して用いることを試みる。研究の対象は、文献1), 2)と同様なものに、さらに、これと同じ荷重条件下にあるBox断面部材を加える。拡張された強度相関式を次式とする。

$$\frac{P}{P_{u(e.g.)}} + \frac{M}{M_{u(e.g.)}} \cdot \frac{1}{(1 - P/P_{Ex(e.g.)})} = 1 \quad (1)$$

ここに、 $P_{u(e.g.)}$ = 変断面柱を等断面柱に置換した場合の耐力力； $M_{u(e.g.)}$ = 変断面はり等を等断面はりに置換した場合の耐力力； $P_{Ex(e.g.)}$ = 部材の強軸まわりに関して等断面柱に置換した場合の Euler 座屈荷重。

2. 換算長さ係数 次式を満足する g を換算長さ係数と呼ぶことにする。

$$\frac{\text{長さ } L \text{ を有する変断面部材の耐力力}}{\text{長さ } g \cdot L \text{ を有する等断面部材の耐力力}} = 1 \quad (2)$$

2-2. 変断面柱 耐力力の数値計算は、部材を多数のセグメントに分割し、そのセグメントについて、たわみに関する微分方程式の一般解から、伝達マトリックス法を用いて座屈条件式を解く方法を用いた。この方法により、I形断面部材については、表-1に示す小さい方の断面諸元を基準に、細長比 $L/r_{x(s)}$ を80～240、部材高さ比 β を1.4～2.4とし、これらを組合せて約150の計算モデルについて数値計算を実行した。図-1は強軸まわりに関する計算結果の例である。この図で、 $\bar{\lambda}(s)$ は次式で表される無次元化細長比である。

$$\bar{\lambda}(s) = 1/\pi \sqrt{\sigma_y/E} \cdot L/r_{x(s)} \quad (3)$$

表-1

NO.	Flange (mm)		Web (mm)	
	b	t _f	d(s)	t _w
A	80.00	5.00	100.00	5.00
B	100.00	8.00	100.00	6.00
C	102.70	6.36	155.19	4.67
D	102.70	6.36	201.75	4.67
E	200.00	12.00	300.00	10.00
D	300.00	18.75	400.00	8.00

また、破線は小断面を基準にした等断面柱に関する ECCS の Multiple Column Curves のカーブ A である。式(1)を満足するには、図-1における計算値群のそれぞれの点がカーブ A に一致するように、換算長さ係数を式(3)に採り入れ、水平に移動せればよい。このときの無次元化細長

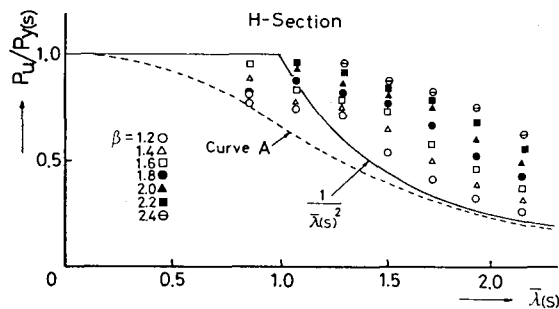


図-2

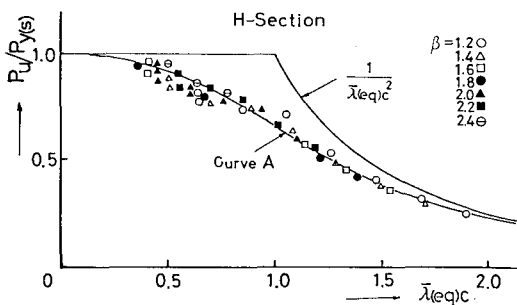


図-3

比を次のように表す。

$$\bar{\lambda}(eq)c = 1/\pi\sqrt{\sigma_y/E} \cdot g \cdot L/r_{xc} \quad (4)$$

g はそれぞれの計算値点によって異なるので、統計的手法を用い部材の平均角度 θ_d の関数で表し、これを g_{PI} とする。この結果次式が得られる。

$$g_{PI} = 1/(1.85\theta_d + 1.00) \quad (5)$$

図-2は g_{PI} を式(4)に用い、図-1の計算値群と再びプロットしたものである。同様の方法で、I形断面柱の弱軸、Box断面柱に関してそれぞれの換算長さ係数を求めた。

2-3. 変断面はり 数値計算は伝達マトリックス法を用いて行い、表-2に示す部材の小断面に関する断面諸元を基本にして、 $L/r_y(m) = 80 \sim 200$ 、 $\beta = 1.4 \sim 2.4$ について約150個の計算モデルについて計算を実行した。図-3はその結果を表したものである。この場合の等断面としての耐力力曲線は次式を用いる。

$$M_u/M_{p(e)} = 1/(1 + \bar{\lambda}(e)^{2n})^{1/n} \quad (6)$$

ここに、 $\bar{\lambda}(e) = \sqrt{M_{p(e)}/M_{E(e)}}$ ； $M_{E(e)}$ は大断面を基準に等断面とした場合の、はりの弾性横倒れ座屈モーメント； $n = 2.0$ 。数値計算は、片曲げモーメントが作用する場合を対象としているので、まず、 $0.6M$ が両端に作用する等断面はりに換算し、この換算長さ係数を用いて、両端に等曲げモーメント M が作用する等断面はりに換算した。図-3は数値計算結果を表し、図-4はその計算値群を換算長さ係数に $M_{E(e)}$ に換り入れ、 $\bar{\lambda}(eq)b$ で整理したものである。以上の換算長さ係数と弾性座屈に関する換算長さ係数を式(4)に用いれば、変断面はり・柱の強度相関式が得られる。

3. 実験値との比較 式(1)

の妥当性を検討するため、文献3)および他の実験値と比較した。図-5は面内耐力力、図-6は面外耐力力の場合である。実験値のはらつきは比較的小さい。

参考文献

- 1)堀見ほか：変断面はり・柱の耐力力-面内耐力力の数値計算一，土木学会中部支部研究発表会，Feb., 1981.
- 2)堀見ほか：変断面はり・柱の耐力力-面外耐力力の数値計算一，土木学会36回年講，Oct., 1981.
- 3)堀見ほか：鋼変断面はり・柱部材の耐力力実験，土木学会論文報告集，NO. 335，Jul., 1983.

表-2

No.	Flange (mm)		web (mm)	
	b	t_f	d	t_w
A	80.00	5.00	80.00	5.00
B	80.00	5.00	100.00	5.00
C	100.00	5.00	100.00	5.00
D	120.00	8.00	140.00	6.00
E	125.00	9.00	125.00	6.00
F	170.00	11.00	200.00	9.00
G	200.00	12.00	300.00	12.00
H	350.00	16.00	350.00	16.00
I	400.00	21.00	400.00	18.00

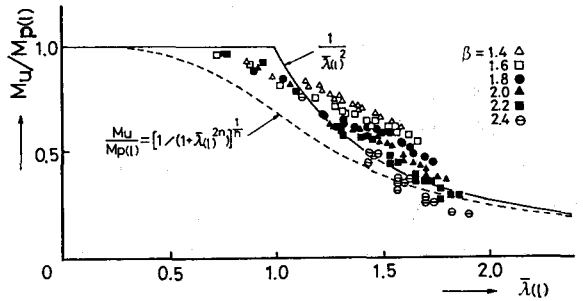


図-3

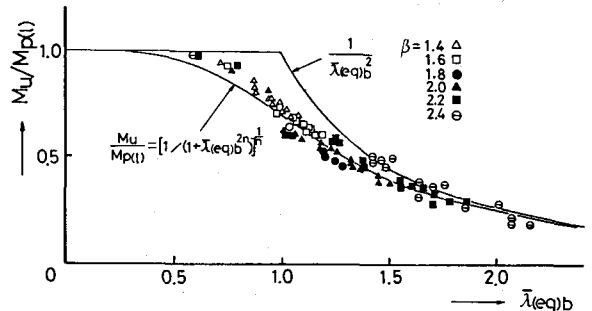


図-4

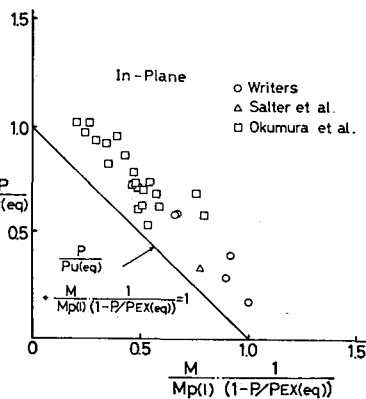


図-5

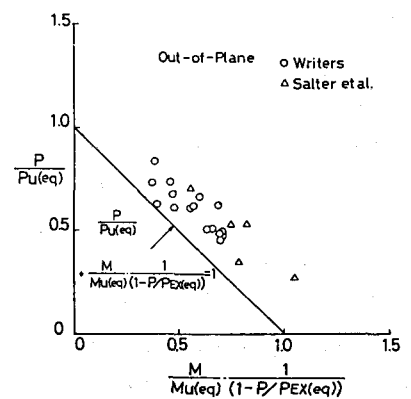


図-6