

鋼変断面部材の面内曲げ・圧縮強度の算定法について

関西大学工学部 正会員 三上 市藏 中央コンサルテツ 株式会社 正会員 ○小堀 憲司
 ㈱東洋情報システム 正会員 田中 成典 丸正建設㈱ 正会員 桑原 英治
 関西大学大学院 学生員 新内 康芳

1. まえがき 鋼構造に変断面部材が用いられることが多く、変断面部材の強度を的確に、かつ容易に算定できる設計公式が望まれる。現在、変断面部材の設計は、例えば¹⁾鋼道路橋設計示方書ではあらゆる断面において、その断面をもつ等断面梁一柱を想定し、等断面部材の強度評価式を適用する。鋼鉄道橋設計基準解説では、部材の中央断面を等断面とする等断面梁一柱を想定し、等断面部材の強度評価式を用いている。日本建築学会²⁾では、圧縮については小断面、曲げについては大断面の等断面部材を考え、等断面部材の強度評価式（付加曲げを無視）を用い、AISCでは、圧縮部材としては最小の断面を、曲げ部材としては最大の断面をそれぞれ断面とする等断面部材に対して強度を評価する。

著者らは、鋼変断面部材の面内曲げ・圧縮強度が Dynamic Relaxation Method (D.R.M.) を用いて効率よく正確に解析できることを示し^{3, 4, 5)}、設計公式のための基礎的資料を得るための研究⁶⁾を行ってきた。本研究では、鋼変断面部材が圧縮荷重が主となるラーメンの柱に用いられる場合を考え、等断面部材の圧縮強度曲線を基準とし、これをテーパの度合いにより低減させ、また、曲げが加わった場合もそれに応じて低減させる方法を検討する。

2. 解析方法 解析法の概略は次のようである。解析モデルは、図-1(a), (b) 示すように2軸対称I型変断面で、腹板にテーバーが付き、断面二次モーメントは大断面側で I_{max} 、小断面側で I_{min} である。この部材は両端で単純支持され、両端に軸方向圧縮力 P 、大断面端にモーメント $M_{(L)}$ が作用している。また、初期たわみは部材中央でたわみ量 f_0 、正弦半波の分布を仮定する。残留応力は任意の断面において図1-(c)のような分布を持つものとする。ただし、 σ_y は降伏応力である。

テーバーの度合いが異なる3つのモデルを P と $M_{(L)}$ の値を変化させて解析した。寸法は表-1に示すように、大断面の寸法を一定とし、小断面端の腹板高のみを変化させてテーバーの度合い (I_{min}/I_{max}) を変化させた。また、細長比を0.2 ~ 1.0の間

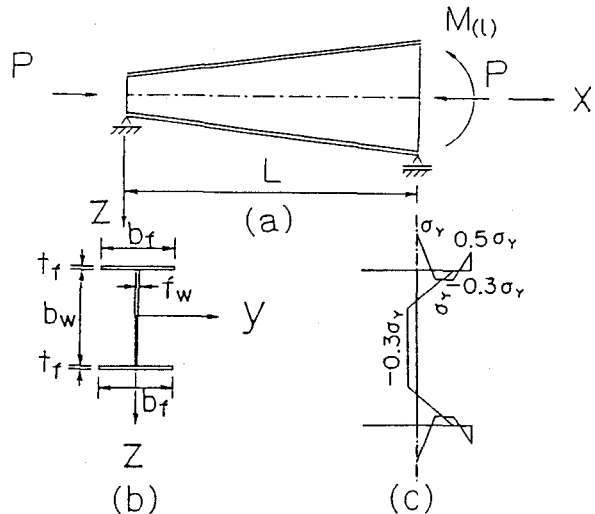


図-1

表-1

MODEL No.	flg. (cm)		web (cm)			I_{min}
	b_f	t_f	b_{wmin}	b_{wmax}	t_w	I_{max}
MODEL 1	10.0	1.00	25.00	25.00	0.8	1.00
MODEL 2	10.0	1.00	18.06	25.00	0.8	0.50
MODEL 3	10.0	1.00	10.00	25.00	0.8	0.15

で変化させた。

初期たわみ量は $f_0 = L/1000$ ，降伏応力は $\sigma_Y = 2400 \text{ kgf/cm}^2$ とした。

3. 数値計算結果 まず，大断面に対する等断面柱について考える。座屈設計ガイドライン⁷⁾では，柱の耐荷力曲線が次のように与えられている。

$$\left. \begin{aligned} \bar{\lambda} \leq \bar{\lambda}_0 : \frac{P_u}{P_{Y(L)}} &= 1.0 \\ \bar{\lambda} > \bar{\lambda}_0 : \frac{P_u}{P_{Y(L)}} &= \frac{1}{2\bar{\lambda}^2} \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2 \right. \\ &\quad \left. - \sqrt{\{1 + \alpha (\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2\}^2 - 4\bar{\lambda}^2} \right] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\text{ここに } \bar{\lambda} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\sigma_Y}{E}} \times \frac{L}{r(L)},$$

$P_{Y(L)}$ は大断面の降伏荷重，また， $\alpha = 0.282$ ， $\bar{\lambda}_0 = 0.20$ で，これは解析モデルに対応する値を採用したものである。

式(1)に0.90を乗じて低減させた値と解析結果の比較を図-3に示す。ここで， $\lambda = 0.2$ において，テーパ度($I_{\min}/I_{\max}$)と耐荷力($P_u/P_{Y(L)}$)の関係を調べると図-4のようになる。そこで，次の近似式を提案する。

$$[P_u/P_{Y(L)}]_{\lambda=0.2} = \frac{\sqrt{(I_{\min}/I_{\max})}}{2} + 0.5 \quad (2)$$

この近似式で求めた $P_u/P_{Y(L)}$ をテーパ度による低減係数 f_t とし，式(1)に $0.9f_t$ を乗じた値とD.R.M.解の比較を図-5に示す。図-3,5をみると提案方法による計算値とD.R.M.解がほぼ一致している。

4. あとがき 今後，曲げが加わったときの低減の割合を検討するとともに，他の断面についても研究を進め算定方法を確立していきたい。

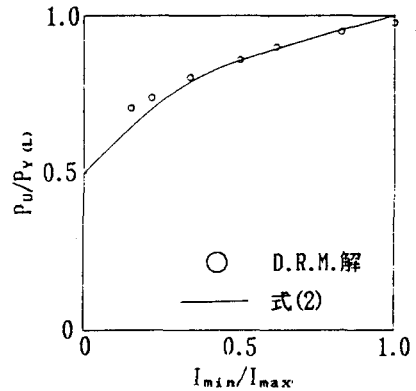


図-4

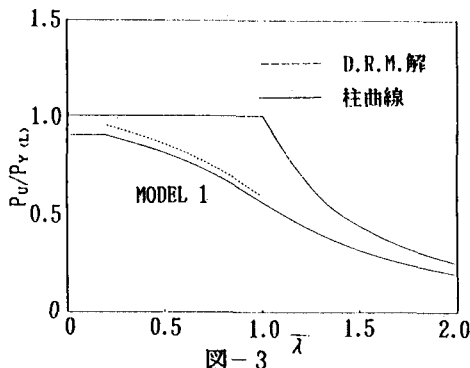


図-3

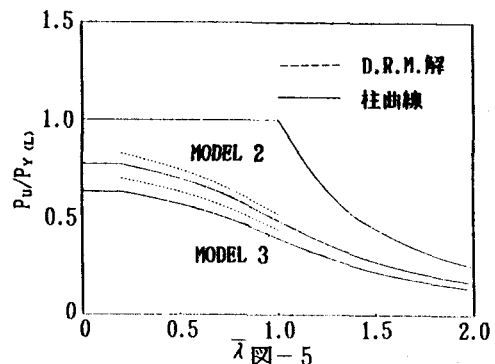


図-5

- 1) 吉田・崎元・福本：座屈設計ガイドライン，第7章，土木学会，1987. 2) 日本建築学会：鋼構造座屈設計指針，1980. 3) 構造工学論文集，Vol. 33A，pp. 247-256，1987-3. 4) 関西支部年次学術講演会概要，1-56，1985. 5) 三上・三浦・田中・新内：構造工学論文集，1988-4. 6) 関西支部年次学術講演会概要，1-16，1987. 7) 青木・三上・福本：座屈設計ガイドライン，第5章，土木学会，1987.