

I-39 広中型鋼の局部座屈について

東京大学工学部 正員 奥村敏恵

〇 学生員 鈴木康弘

弾性設計の場合 構造部材の自由突出脚の板中と板厚の比は 自由突出脚の局部座屈応力と柱全体の座屈応力が調和を保つように定められているが、塑性設計においては 例えは 広中型鋼を用いた深のフランジウェブが 歪硬化の始末まで局部座屈を起さないように フランジウェブの板中と板厚の比を定める必要がある。これは塑性関節において 梁の断面が局部座屈を起し 充分な回転能を発揮することなくして 全塑性モーメントの減少をもたらし、塑性設計法の根本原理が満たされなくなることを防ぐためである。このような条件を求めることは 歪硬化領域における局部座屈の問題になるが、これに対しては Haijaar の提唱した計算法があり 米国の基準案にとり入れられている。今歪硬化領域まで圧縮された板を異方性板と仮定し 適当な撓み変形を仮定すれば エネルギー法により座屈応力が求まる。例えは 広中型鋼のフランジに対しては 降伏の方向を x 方向とすれば

$$\sigma_{cr} = \frac{1}{12} \left(\frac{t_f}{b_f} \right)^2 \left[D_x \left(\frac{\pi b_f}{L} \right)^2 + D_y \left(\frac{L}{\pi b_f} \right)^2 \frac{25 + 0.7925^2}{\frac{1}{3} + 0.28675 + 0.06335^2} - (D_{xy} + D_{yx}) \frac{0.25 + 0.06335^2}{\frac{1}{3} + 0.28675 + 0.06335^2} + 4Gt \frac{1 + 3 + 0.28675^2}{\frac{1}{3} + 0.28675 + 0.06335^2} \right]$$

$$\frac{L}{\pi b_f} = \sqrt{\frac{D_x \frac{1}{3} + 0.28675 + 0.06335^2}{D_y \frac{25 + 0.7925^2}}}$$

L は座屈波長であり S はフランジウェブによって弾性的に固定されていると考えた時の拘束係数である。ウェブに対しても同様に計算できる。本実験では短柱の圧縮試験結果より歪硬化領域での Tangent modulus $E_{st} = 0.55 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ とし $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ $\nu_x = 0.5$ $\nu_y = 0.3$ を用いて

$$D_x = E \times t_w \nu_y = 0.59 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2 \quad D_y = E / t_w \nu_x = 25 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$D_{xy} = D_x \nu_y = 0.178 \times 10^5 \quad D_{yx} = D_y \nu_x = 1.24 \times 10^6$$

$$G_t = \sqrt{E E_{st}} / 2(1 + \nu) = 1.31 \times 10^5$$

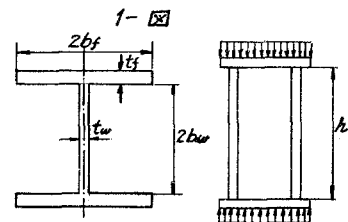
の簡単な仮定を用いた。 $S = 0 \sim 0.1$ に対して計算すれば 子図の曲線群になる。 S は別にフランジとウェブの交角が変らないという条件から

$$S = \frac{7}{\alpha_f^2} \frac{1 - 0.230 \left(\frac{b_f}{t_f} \right)^2}{4}$$

で近似的に推定できる。

実験の方法

試験体は子図に示すような断面で、板を溶接して作成した。高さは全体座屈の影響を除き 局部座屈の



NO.	h (cm)	$\alpha_f = \frac{h}{b_f}$	$\eta = \frac{b_w}{b_f}$	$\alpha_w = \frac{t_f}{t_w}$	$\frac{b_f}{t_f}$
A	29.0	4.05	1.10	1.43	7.15
B	58.0	8.10	"	"	"
C	29.0	3.35	1.33	"	8.65
D	58.0	6.70	"	"	"
E	29.0	5.13	0.87	"	5.65
F	58.0	10.27	"	"	"
G	29.0	4.05	1.05	1.0	10.2
H	39.0	5.45	"	"	"
I	29.0	5.13	0.83	"	8.10
J	39.0	6.90	"	"	"

みを起させるため細長比が10~20程度に入るように決めた。荷重は簡単のため中へ軸荷重のみとし 試験体の両端のEnd plateを介して 断面に均等に分布するようにした。各試験体につき溶接したまゝの断面と溶接後焼鈍した断面につき一応比較した。実験に際しては断面内の歪分布、縮み量、断面の変形量(フランジ、ウェブの横撓み)等を測定したが塑性域においては クリープによる 荷重の減少、歪及び撓みの進行がとまってから測定をした。

実験結果と考察

1-図の各試験体はいずれも 計算上はフランジの座屈に支配される。

断面内の平均歪として縮み量 Δh を元の高さ h でわつた値をとると、この $\Delta h/h$ と フランジ、ウェブの横撓みの関係の測定例は2-図の如くなる。2-図に示すように初期撓みにより初めから撓みが出るので 接線の交点として 撓みの急増点を求めればこの点に対応する歪が座屈点になる。この歪に対する応力は作用応力 P/A とこの関係より求めることが出来る。試験体G, H, I, Jでは歪硬化領域に入る前に(降伏応力より荷重が増大することなしに) 座屈した。

3-図は短い試験体A, C, Eについて整理したものであるが、Eにおいて計算値より非常に低い値を示すのは $E_{st} = \text{Const}$ として 歪硬化領域の始めの方の値をとつたからであり、Cにおいては計算値が弾性域にあり 従つて弾性域(弾塑性域)の定数を用いれば 座屈応力は降伏歪($\sigma_y = 3000 \text{ Kg/cm}^2$)の附近まで上昇する。A試験体の結果より これらの計算値と実験値は 歪硬化領域の始めの部分ではよく一致すると考えられる。今問題としているのは 歪硬化後の附加応力を利用することなく 歪硬化の始点まで座屈しない条件を求めることであり この曲線は降伏応力の上側近くでは 成り立つとすれば これを利用して σ_y と定めることができる。しかしこれは上の条件を満足する必要がある 十分な条件ではないと考えられる。今後の研究を必要とする所と考えられる。右に最終的な硬塊状態を示す

溶接したまゝの試験体と焼鈍した試験体では差の出ている場合もあったがこの差は一般的傾向を示す 残留応力の影響よりもむしろ 初期撓みの影響によるものと考えられる。

