

金沢大学工学部 正員 吉田 博

金沢大学工学部 正員 山森広一

金沢大学工学部 正員 細川 豊

1. まえがき

はりの弾性域における座屈方程式は文献[1]より式(1)で表わすことができる。

$$\delta_r = 1/\lambda^2 \quad \dots\dots(1)$$

ここに $\delta_r = M_{cr0}/M_{pe}$ は無次元化した座屈荷重, $\lambda = \alpha \sqrt{I_y}/\sqrt{M_{pe}}$ は修正細長比, α は強軸曲げに対する形状係数, σ_r = 降伏応力, M_{pe} = 塑性モーメント, M_{cr0} = 弾性座屈モーメント, σ_{cr0} = 弾性座屈応力を示す。無次元パラメータ δ_r と λ をそれぞれ縦座標、横座標にとれば、はりとはどのような荷重条件、支持条件に対しても弾性座屈曲線は一つの曲線で表わすことができる。本研究は溶接型の残留応力を含む二軸対称断面の非弾性域座屈強度へ研究を拡張するものである。

2. 解析方法

数値計算における残留応力分布は、図-1に示すように圧延板とガス切断板から造られる溶接ばりに対して行なわれている。種々の支持条件に対する等曲げを受ける弾性横倒れ座屈応力は文献[2]で表わせる。

$$\sigma_{cr0} = \frac{\pi}{(K_y L) W} \sqrt{EI_y G K_T \left\{ 1 + \frac{\pi^2 EI_w}{G K_T (K_z L)^2} \right\}} \quad \dots\dots(2)$$

ここで、 K_y , K_z は横方向にわかれと中の有効長さ係数 L はスパン長, W は弾性断面係数, EI_y , GK_T , EI_w はそれぞれ弱軸回りの曲げ剛度, ねじり剛性, そり剛性である。弾性座屈応力は等曲げの座屈応力 σ_{cr0} に係数 C を掛けることにより得られる。

$$\sigma_{cr} = C \cdot \sigma_{cr0} \quad \dots\dots(3)$$

数値計算において等分布荷重の場合 $C = 1.13$, 集中荷重の場合 $C = 1.35$ とした。

3. 結果

図-2 は $8W \times 31$ の断面であり、弾性域での座屈強度の減少は残留応力に原因していると思われる。また図-3 は等曲げを受ける4つの支持条件における IPE

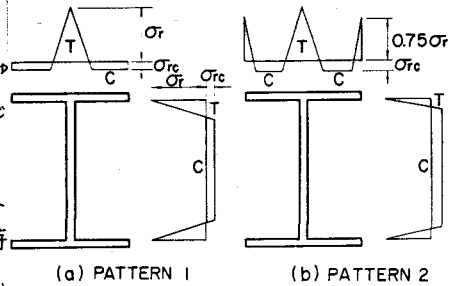


図-1 残留応力分布

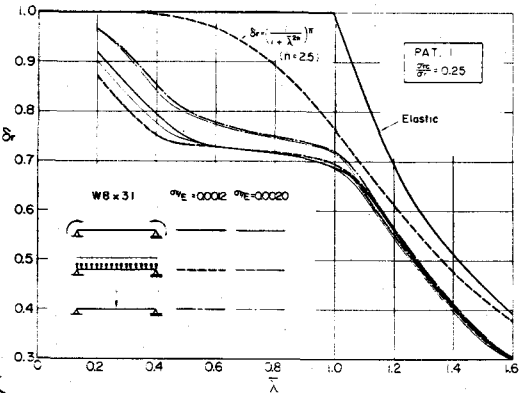


図-2 降伏応力レベルによる影響

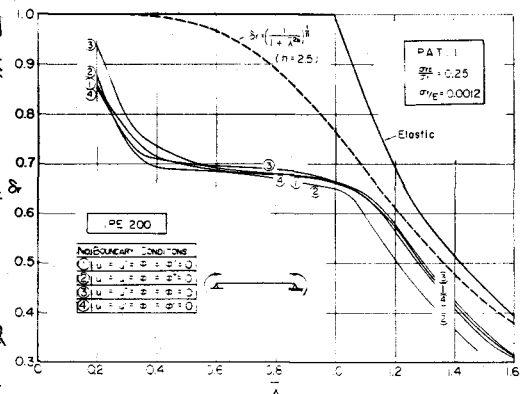


図-3 支持条件による影響

～200の座屈曲線を示す。図-4は等曲げを受ける6つの異なった横断面に対する座屈曲線を示す。式(4)で与えられる残留応力パターンⅠでの推薦される曲線は、 $n=1.5, 2.0, 2.5$ であり図-7にプロットされている。

$$\delta_r = \left[\frac{1}{1 + \lambda^{1/2n} + \lambda^{2n}} \right]^{1/n} \quad \dots\dots\dots (4)$$

図-5で見られるように式(4)は λ が0.4より大きい値に対して適用される。また残留応力パターンⅡに対して参考文献[1]で推薦されている式(5)で与えられている曲線が、 $n=1.5, 2.5$ に対して、図-6にプロットされている。

$$\delta_r = \left[\frac{1}{1 + \lambda^{2n}} \right]^{1/n} \quad \dots\dots\dots (5)$$

種々の支持条件、荷重条件で導かれた横倒れ座屈試験の結果が福本と久保によって再整理され、 $\delta_r - \lambda$ 平面上にプロットされている。一軸対称ばりとガーターに対して得られた試験結果を図-7に示す。

4. おわりに

はりの横倒れ座屈強度における種々の効果が本論文で取り扱われており、式(4)と式(5)で与えられる座屈曲線は圧延板と加え切断板から作られる溶接ばりに推薦されると結論される。 $\delta_r - \lambda$ 平面上の座屈曲線の分散は主に残留応力の量と分布荷重条件や横断面寸法によっている。

参考文献 [1]: Working Group 4: Laterally Supported and Unsupported beams. Chapter 5, Introductory Report, Stability of Steel Structures, Second International Colloquium, 1977.

[2]: Galambos, T.V.: Structural Members and Frames. Prentice-Hall Inc., 1968

[3]: 福本孝士, 久保全弘: 横倒れ座屈強度の変動性について, 第2回鋼材技術講座

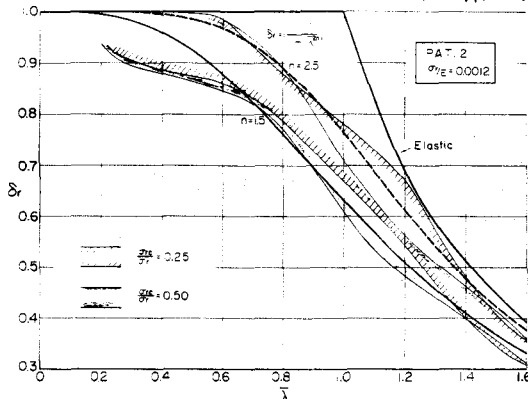


図-6 残留応力パターンⅡに対する座屈曲線

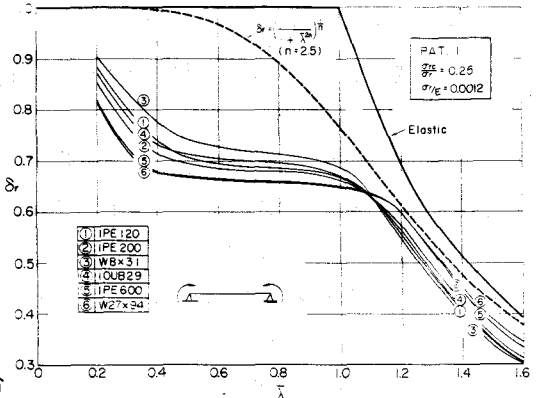


図-4 異なる断面寸法による影響

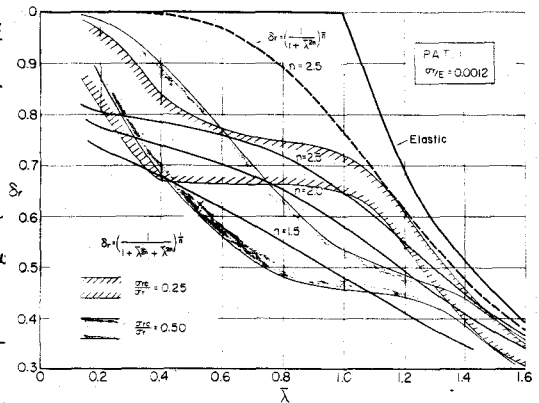


図-5 残留応力パターンⅠに対する座屈曲線

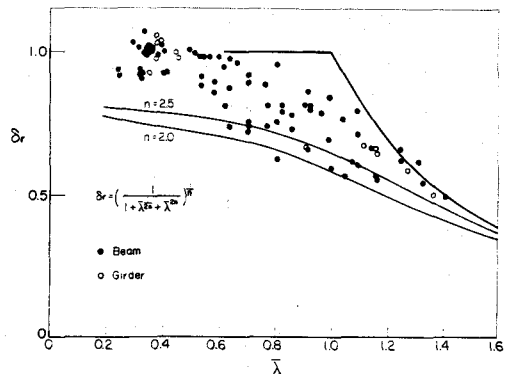


図-7 実験結果との比較