

I-116 初期不整を有する変断面圧縮枝の換算座屈長について

大阪大学 工学部 正員 小松 定夫
 明石工業高等専門学校 正員 山崎 寿彦

1. まえがき

従来、変断面圧縮枝を取り扱う場合、DIN 4114 のように換算断面を用いる方法などがあるが、いずれも弾性座屈理論に基づくものである。ここでは、先に報告してきた計算法¹⁾により求めた初期不整を有する変断面圧縮枝の終局耐力が基準にした換算座屈長について考察し、設計資料として換算座屈長を算出する簡易式を提案する。初期不整を有する変断面圧縮枝とそれと等しい耐力を示す、同量の初期不整を有する等断面圧縮枝に置換した場合の座屈長と換算座屈長とした。断面形状はH形断面（強軸）と箱形断面とし、初期不整としては、残留応力と初期たわみを考慮した。

2. 換算座屈長 $\bar{\lambda}_{eq}$ に及ぼす材料の降伏点と初期不整の影響

図1は材料の降伏点 σ_y による $\bar{\lambda}_{eq}$ の変化を示したものである。あまり大きく影響されないようである。

図2は初期たわみ V_{oc} の影響を示したものである。 $\bar{\lambda}_0$ (最小断面諸量に基づく無次元座屈長 $= \lambda_0 / \sqrt{I_0 / I_c}$) の小さい範囲で、同じ $\bar{\lambda}_0$ に対して、 V_{oc} が大きいほど $\bar{\lambda}_{eq}$ は大きくなるが、 $\bar{\lambda}_0$ の大きい範囲では $\bar{\lambda}_{eq}$ は V_{oc} によってほとんど影響を受けず、 $\bar{\lambda}_0$ と $\bar{\lambda}_{eq}$ はほぼ直線関係を示す。

図3は残留応力の影響を示したものである。 V_{oc} の場合と同様、 $\bar{\lambda}_0$ の小さい範囲でかなり影響され、影響される $\bar{\lambda}_0$ の範囲が広がっている。

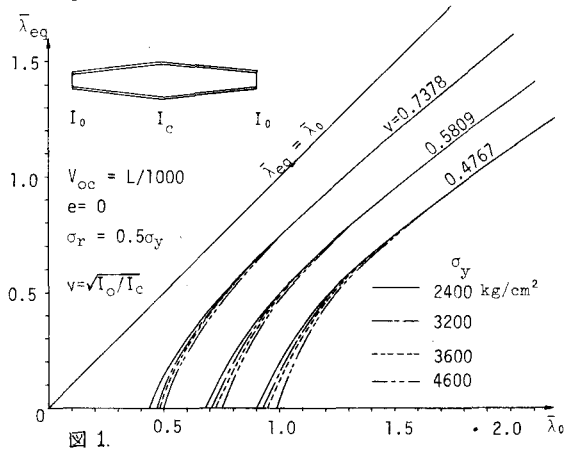


図1

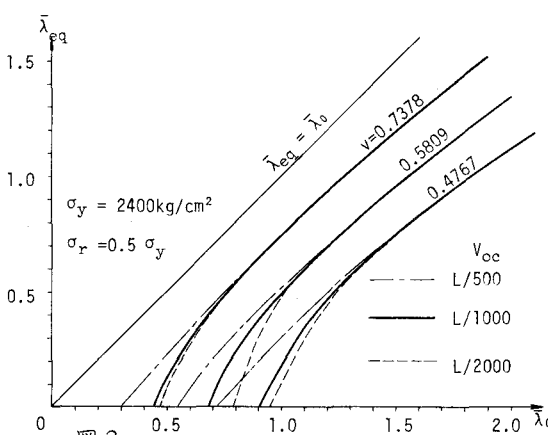


図2

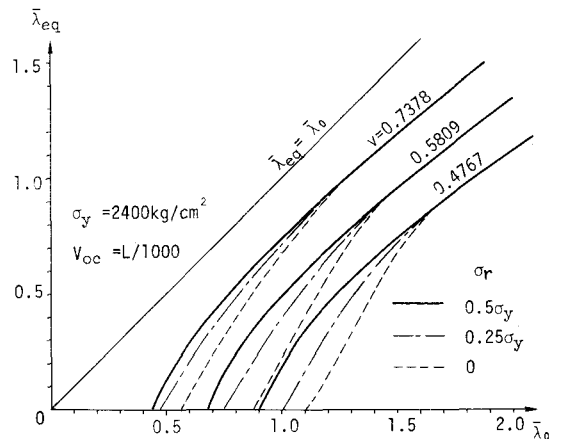


図3

3. 換算座屈長の簡易式

H形断面 ($H=300 \sim 600 \text{ mm}$, $B=300 \text{ mm}$, $t_f=15 \text{ mm}$, $t_w=10 \text{ mm}$, $\sigma_r=0.5\sigma_y$) および箱形断面 ($H=300 \sim 600 \text{ mm}$, $B=500 \text{ mm}$, $t_f=20 \text{ mm}$, $t_w=20 \text{ mm}$, $\sigma_r=0.4\sigma_y$) について、 $V_{oc} = L/1000$, $\sigma_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ と基準として、 $\bar{\lambda}_0 = 0.1 \sim 2.5$, $S/L = 0.0 \sim 0.6$ で耐力を計算し、換算座屈長を求めた。

表 1.

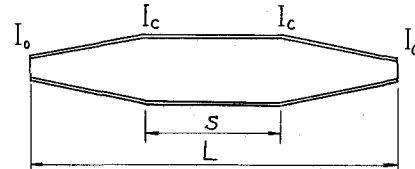
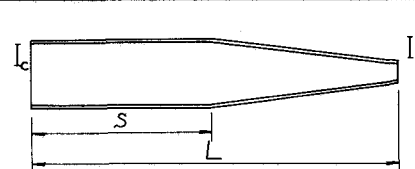
対称 変化		$\bar{\lambda}_{eg} = \frac{\nu}{C_0} \bar{\lambda}_0 + k_1 \left(\frac{\nu}{C_0} - 1.0 \right) \leq \frac{\nu}{\sqrt{C}} \bar{\lambda}_0$ $k_1 = 1.8 \frac{S}{L} + 1.0$ $C_0 = 0.17 + 0.33 \nu + 0.5 \sqrt{\nu}$ $C = C_0 + \frac{S}{L} (0.62 + \sqrt{\nu} - 1.62 \nu)$
非対称 変化		$\bar{\lambda}_{eg} = \left(\frac{\nu}{C_0} \right)^3 \bar{\lambda}_0 + k_2 \left\{ \left(\frac{\nu}{C_0} \right)^3 - 1.0 \right\} \leq \frac{\nu}{\sqrt{C}} \bar{\lambda}_0$ $k_2 = 5.0 \left(\frac{S}{L} \right)^2 + 1.0$ $C_0 = 0.08 + 0.92 \nu$ $C = C_0 + \left(\frac{S}{L} \right)^2 (0.32 + 4 \sqrt{\nu} - 4.32 \nu)$
$\nu = \sqrt{I_0/I_c}$ $\bar{\lambda}_0 = \frac{L}{r_0} / \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_y}}$ r_0 : 最小断面の断面 2 次半径		

図 4 は H 形 (ウェブ高非対称変化) における $\bar{\lambda}_{eg}$ と $\bar{\lambda}_0$ の関係を示した一例である。図中点線は DIN による換算断面に基づく換算座屈長 ($\bar{\lambda}_{eg} = \nu/\sqrt{C} \bar{\lambda}_0$) を示している。 $\bar{\lambda}_0$ が小さくまた ν の小さい範囲では弾性理論による DIN の値よりかなり小さな値を示すことがわかる。すなわち、DIN の値をそのまま適用すれば安全すぎる耐力力を算出することになり、かなり不経済である。

よって、表 1 に示す簡易式を提案する。この簡易式は前述の $\bar{\lambda}_{eg}$ に対する初期不整のばうつきの影響をも考慮して、直線式とした (図 4 中細線参照)。DIN による値より大きい値を示す $\bar{\lambda}_0$ の大きい範囲では DIN の値が適用できる。この簡易式は $\bar{\lambda}_0$ の小さい範囲で σ_y や V_{oc} のばうつきによる誤差が存在するが耐力力としては安全側を算出することになる。また前述のように $\bar{\lambda}_{eg}$ が σ_y によってほとんど影響を受けないことから、鋼種にかかわらず、ほぼ同じ精度で換算座屈長が求まるものと考えられる。

箱形断面の場合も、H 形断面の場合と全く同様の結果が得られ、表 1 の簡易式がそのまま適用できることがわかった。

図 5 は耐力力について、理論値と簡易式および DIN と比較したものである。理論値と簡易式の比較的良好一致を示している。

4. あとがき

初期不整を有する変断面圧縮材の耐力力に基づく換算座屈長を定める簡易式を提案したが、これらの精度上の問題点などについては当日報告する予定である。

文献 1) 小松, 向山; 圧縮柱の弾塑性座屈に関する研究, 土木学会年次学術講演概要, 昭 45 年 11 月

2) 小松, 向山; 初期不整を有する変断面圧縮材の座屈強度について, 土木学会年次学術講演概要, 昭 47 年 10 月

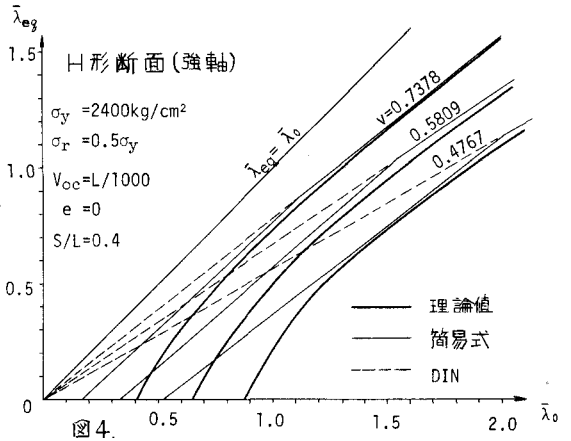


図 4.

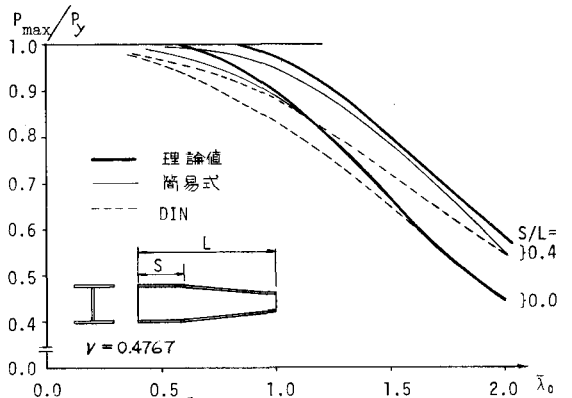


図 5