

川崎重工業 正員○吉野精二

名古屋大学 正員 宇佐美勉

1. はじめに 本研究は、圧縮力と曲げを受ける補剛板の耐荷力を、補剛材間の板パネルの有効幅部分と一本の補剛材からなる柱モデルを仮定することによって近似的に評価した。補剛箱形断面部材の耐荷力の簡易的な計算方法を開発し、このような部材の最適設計のための基礎資料を得ることを目的としている。

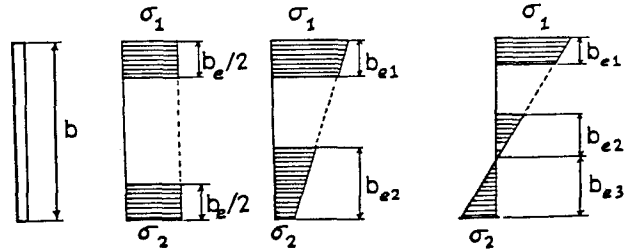
(a) $\sigma_1 = \sigma_2$ (b) $\sigma_1, \sigma_2 > 0$ (c) $\sigma_1 > 0, \sigma_2 < 0$

図-1 板パネルの有効幅

2. 板パネルの有効幅 文献¹⁾で提案されている次の有効幅公式を用いて、図-1のような応力分布を持つ補剛材間の板パネルの有効幅を計算する。ただし、本研究では、文献²⁾を参考に純曲げの時幅厚比パラメータ $R \approx 1.0$ で全断面有効だと考え、式中の ξ を 1.5 とおいた式を用いた。

$$\sigma_1 = \sigma_2 \text{ のとき} \quad b_e/b = 0.7 \quad \sigma_{cr}/\sigma_1 \leq 1.0 \quad (1)$$

$$\sigma_1, \sigma_2 > 0 \text{ のとき} \quad b_{e1} + b_{e2} \leq b, \quad b_{e1}/b = 0.35 \quad \sigma_{cr}/\sigma_1$$

$$b_{e2}/b = \{1 + \xi (1 - \sigma_2/\sigma_1)\} b_{e1}/b \quad (2) \sim (4)$$

$$\sigma_1 > 0, \sigma_2 < 0 \text{ のとき} \quad b_{e1} + b_{e2} \leq b - b_{e3}, \quad b_{e1}/b = \text{式}(2)$$

$$b_{e2}/b = (1 + \xi) b_{e1}/b \quad (5) \sim (7)$$

ここに、 σ_1, σ_2 = 板パネル両端での最大、最小圧縮応力、 σ_{cr} = 4辺単純支持無限長板の線形座屈応力である。

3. 柱の耐荷力曲線 有効柱の耐荷力曲線は、文献⁴⁾で提案されている曲線【式(7),(8)】を用いた。

$$\sigma_m/\sigma_y = (1/2\lambda^2) [1 + \eta + \lambda^2 - (1 + \eta + \lambda^2)^2 - 4\lambda^2] \quad (8)$$

$$\eta = 364 (\lambda^2 - 0.2) (\delta_0/L + 3.43 \times 10^{-4}) \quad (9)$$

ここに、 σ_m = 柱の耐荷力、 σ_y = 降伏応力、 λ = 細長比パラメータ、 δ_0 = 縦補剛材の初期たわみ、 L = 柱長である。

4. 圧縮力と曲げを受ける補剛箱形断面部材の耐荷力の計算方法

圧縮力と曲げを図-2に示すように等価な偏心圧縮力に置き換える。まず、図-3に示す上フランジの応力 σ'_{max} を、式(1),(8),(9)を用い収束計算を行って求める。ここで、両端パネル外側の有効幅部分は常に σ_y に達していると考え、有効幅も板パネル両端での応力が、 σ_y に達したとして計算した値を用いる。部材の耐荷力は、次の2つの場合で決まると仮定する。

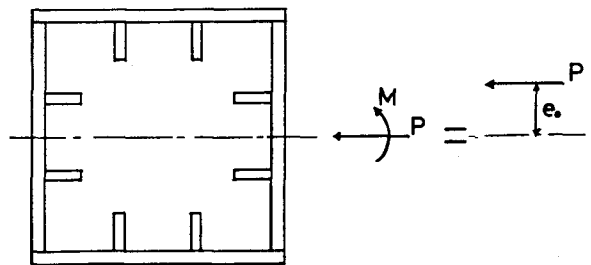


図-2 対象とする補剛箱形断面部材

すなわち、(1) ウェブ上縁の応力 σ'_{max} を σ_y に固定して、ウェブ下縁の応力 σ_{min} を収束計算によって求め、このときウェブ最上段のリブの応力 σ_1 が有効断面柱の耐荷力 σ_m 以下であれば、部材の耐荷力は、上フランジおよびウェブ最上段パネルによって決まると考え、このときの荷重 P が部材の極限荷重 P となる。

また、(2) σ_1 が σ_m よりも大きければ、部材の耐力は、ウェブ最上段のリップによって決まると考え、 σ_1 を σ_m に固定して σ_{max}^w を収束計算によって求め、このときの荷重 P が極限荷重となる。

5. 計算結果と考察

図-4に、補剛板の計算結果と文献²⁾の奈良のF.E.M.解析結果とを比較して示す。ただし、縦補剛材本数は $N=4$ 、補剛材剛比は道示⁵⁾の必要最小剛比に、縦横比は $\alpha=1.0$ とし、応力勾配係数 ϕ ($= (\sigma_1 - \sigma_2) / \sigma_1$) が、0.0 (純圧縮) 1.0, 2.0 (純曲げ) の3種類について示す。図からわかるように、 $\phi=0.0$ のとき奈良の結果を多少上回ったものの、その他は安全側の非常に精度の高い結果が得られた。次に、図-5に補剛箱形断面部材の計算結果と文献⁶⁾の直線相関式とを比較して示す。ただし、断面は正方形とし、縦補剛材本数は $N=2$ 、補剛材剛比は道示⁵⁾の必要最小剛比に、縦横比は $\alpha=1.0$ とし、幅厚比パラメータ R が、0.3, 0.7, 1.0の3種類について示す。図からわかるように、本計算結果は直線相関式とほぼ一致するが、ウェブ最上段のリップが極限状態に達する場合は、多少低めの値が得られた。この原因として、直線相関式では実験で求めた圧縮板の耐力の平均曲線を用いており、本計算で用いた式の方が低い値を与えること、また、直線相関式はウェブ最上段のリップが極限状態に達する場合を考えていないことの2点が挙げられる。

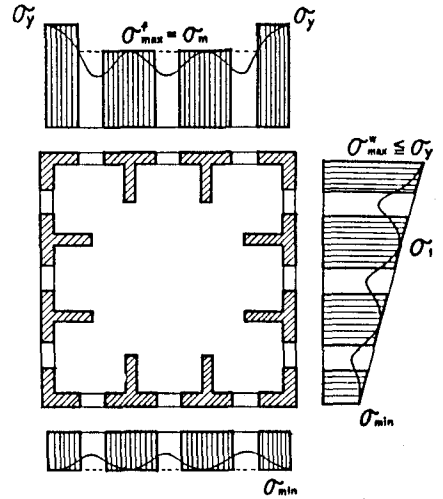


図-3 極限状態での応力分布

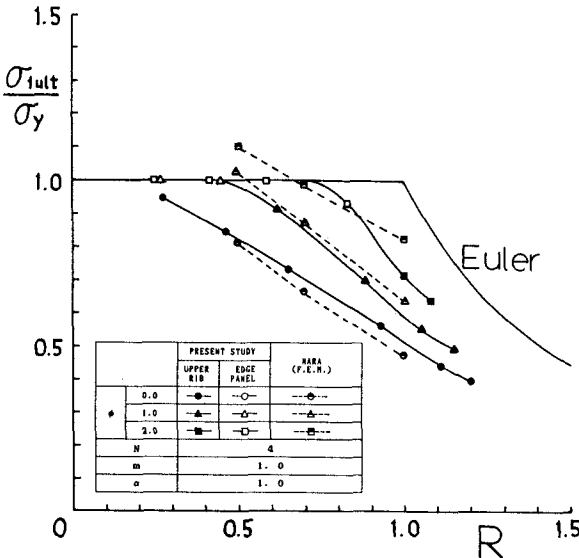


図-4 奈良の解析結果との比較（補剛板）

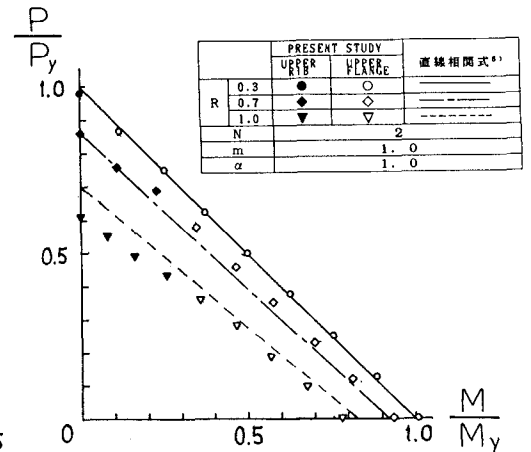


図-5 直線相関式との比較（補剛箱形断面部材）

6. あとがき その他の計算結果及び最適設計の計算結果については講演当日発表する。

参考文献 1)宇佐美ら：土木学会論文報告集第326号，1982 2)奈良：「面内力を受ける鋼板および補剛板の極限強度に関する研究」，大阪大学学位論文，1986 3)ECCS：European recommendation for Steel Construction, 1981 4)坂部，吉野，宇佐美：第43回年次講演会概要集，1988 5)日本道路協会：日本道路橋示方書・同解説，1980 6)福本編：「座屈設計ガイドライン」，土木学会，1987