

I-40

圧縮と曲げを受ける板要素の有効幅公式について（続報）

名古屋大学工学部○学生員 天雲 宏樹
名古屋大学工学部 正 員 宇佐美 勉

1. 緒言： 圧縮力と曲げを受ける鋼板要素の有効幅公式は、薄板集成補剛断面などの強度を簡易的に算定する際に必要となる。著書らは、前報¹⁾において、弾塑性有限変位解析法²⁾により、初期たわみ及び残留応力の関数として有効幅公式を表す方法を示した。この報告では、そこで得られた公式をその後の知見により更に修正した式を示し、初期不整量が有効幅公式およびそれから得られる耐荷力式に及ぼす影響を考察する。

2. 提案有効幅公式： 図1に示すような4辺単純支持板が面内に圧縮力と曲げを受ける場合の強度を初期たわみ（最大値 Δ_p のsin曲線）および残留応力（最大圧縮応力 σ_{ro} の矩形分布）を考慮して弾塑性有限変位解析によって以下に示すような Δ_p および σ_{ro} を関数とした極限状態における有効幅公式を求めた（図2参照）。

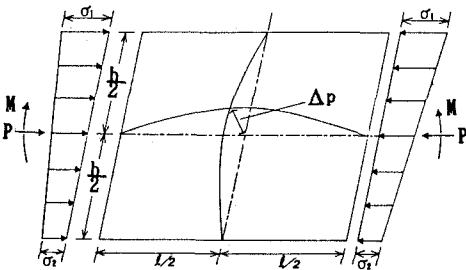


図1 4辺単純支持板

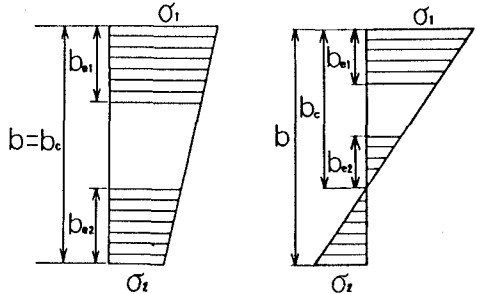


図2 板パネルの有効幅

$$\frac{b_{e1}}{b_o} = \frac{1}{4R} \left[\beta - \sqrt{\beta^2 - 4R} \right] \cdot \left(\frac{\alpha - 1.0}{0.3} \cdot \frac{\sigma_{ro}}{\sigma_y} + 1.0 \right) \quad (1)$$

$$\beta = 1 + a(R - R_{ore}) + R \quad (2)$$

$$a = -157 \left(\frac{\Delta_p}{b} \right) \left(\frac{\sigma_{ro}}{\sigma_y} \right) + 43 \left(\frac{\Delta_p}{b} \right) + 1.2 \left(\frac{\sigma_{ro}}{\sigma_y} \right) + 0.03 \quad (3)$$

$\sigma_1, \sigma_2 \geq 0$ のとき

$$\frac{b_{e2}}{b_o} = (1 + \xi \phi) \frac{b_{e1}}{b_o} \quad (4)$$

$$\xi = \frac{\sigma_{ro}}{0.3 \sigma_y} \cdot 0.7 + \left(1 - \frac{\sigma_{ro}}{0.3 \sigma_y} \right) \cdot 0.35 \quad (5)$$

$$\alpha = 1.0$$

$\sigma_1 \geq 0, \sigma_2 \leq 0$ のとき

$$\frac{b_{e2}}{b_o} = (1 + \xi) \frac{b_{e1}}{b_o} \quad (6)$$

$$\xi = \frac{\sigma_{ro}}{0.3 \sigma_y} \left(-0.3 + \frac{1}{\phi^4} \right) + \left(1 - \frac{\sigma_{ro}}{0.3 \sigma_y} \right) \cdot \left\{ 0.35 + 64 \left(\frac{\Delta_p}{b} \right) (\phi - 1.0) \right\} \quad (7)$$

$$\alpha = \phi$$

ただし、 $b_{e1} + b_{e2} \geq b_o$ のとき、 $b_{e1} = b_{e2} = b_o/2.0$

ここで、 $R = \sqrt{\sigma_y / \sigma_{or}}$

$$R_{ora} = A - B \cdot \ln(\Delta p/b) \quad (8)$$

$$A = -0.05 - 0.542 \cdot \exp(-11.9 \sigma_{ro}/\sigma_y) \quad (9)$$

$$B = 0.09 + 0.107 \cdot \exp(-12.4 \sigma_{ro}/\sigma_y) \quad (10)$$

上式は極限状態 ($\sigma_1 = \sigma_y$) での有効幅公式であるが, 任意状態での有効幅公式は式(1)でのRを $\sqrt{\sigma_1/\sigma_{or}}$ に置き換える. なお, R_{ora} は純圧縮状態で $\sigma_m = \sigma_y$ となるとき幅厚比パラメータである.

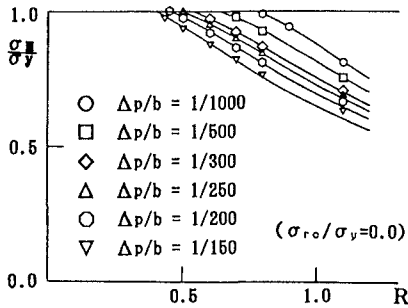


図3 (a) 純圧縮板の耐荷力曲線

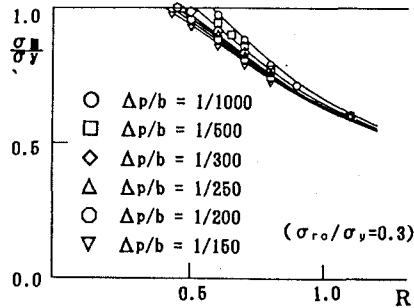


図3 (b) 純圧縮板の耐荷力曲線

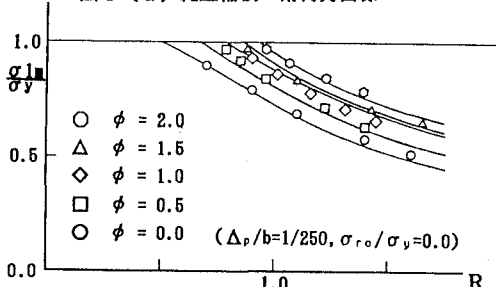


図4 (a) 圧縮と曲げを受ける鋼板の耐荷力曲線

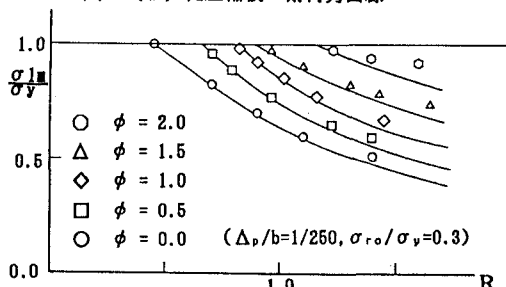


図4 (b) 圧縮と曲げを受ける鋼板の耐荷力曲線

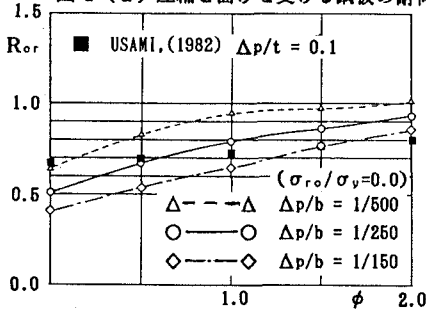


図5 (a) $R_{or}-\phi$ 曲線

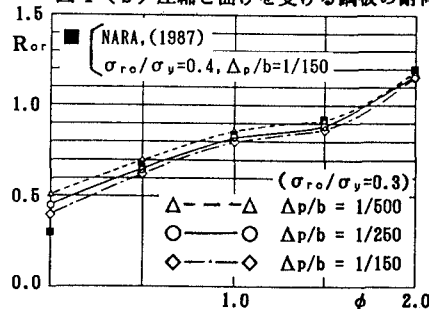


図5 (b) $R_{or}-\phi$ 曲線

3. 数値計算結果と考察: 図3 (a) (b) は純圧縮 ($\phi=0$) について, 式(1)から求める極限強度 $\sigma_m/\sigma_y = b_0/b$ を弾塑性有限変位解析から求めた強度と比較したものである. また, 図4 (a) (b) は圧縮と曲げを受ける鋼板について, 今回提案する有効幅公式より求めた極限強度と弾塑性有限変位解析より求めた強度と比較したものである. 図よりわかるように今回提案する有効幅公式は非常に推定値を与える. 図5 (a), (b) に, $\sigma_{ro}/\sigma_y = 0.0, 0.3$ の場合について今回提案する有効幅公式より求めた R_{or} ($\sigma_m = \sigma_y$ となるとき等価幅厚比 R) - ϕ 曲線を示す.

《参考文献》 1)天雲・宇佐美:第44回年次学術講演会講演概要集, 1989年 2)宇佐美等:土木学会論文集, 第326号, 1982年 3)Usami, T: Journal of Structural Division, Proc. ASCE, Vol. 108, No. ST3, 1982年 4)奈良等:土木学会論文集, 第386号/I-8, 1987年