土木学会第44回年次学術講演会（平成元年10月）

I－59　　圧縮と曲げを受ける板要素の有効幅公式について

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

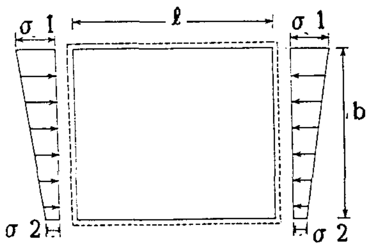
1．緒言：　圧縮力と曲げを受ける鋼板要素の有効幅公式は，薄板集成断面の強度を算定する際に必要となる．著者の一人は，初期たわみのみを有する鋼板の有効幅公式[1]を提案し，これを経験式を基に残留応力と初期たわみのある板要素に拡張した[2]．しかし，作られた式から求められる耐荷力は曲げが卓越する場合には，より厳密な計算結果に比べかなり安全側にあることが判った[3]．この研究は，有効幅公式の見直しを図るため，弾塑性有限変位解析[4]を基に，文献[1]の有効幅公式を修正し，初期不整等の関数として表すことを試みたものである．ただし，ここでは紙面の都合上，純圧縮を受ける場合の強度式について述べる．

2．圧縮と曲げを受ける鋼板の強度計算法：　本計算は，図-1に示すような4辺単純支持の鋼板が断面内に圧縮力と曲げを受ける場合の解析を，初期たわみと残留応力を考慮して，有限要素法で弾塑性有限変位解析によって求める[2]．仮定した残留応力分布，およびメッシュ分割を図-2に，初期たわみ形を図-3に示す．文献[4]の解析では，軸力Pを与え，それを一定に保ちながら曲げモーメントMを増加させて，対応する平均曲率Φを求めるようになっている．そのため，応力勾配係数$\phi=(\sigma_1-\sigma_2)/\sigma_1$が一定のときの耐荷力曲線は次のように求めた．まず，軸力のみを与えて最高荷重P_mを求め，次に，$P_i=P_m\cdot(i-1)/n\ (i=1\sim n)$を与えて，M-P-Φ（Φは平均曲率）曲線を求め（図-4），各曲線の最高モーメントM_mを求める．次に，極限強度$\sigma_m/\sigma_y=P_i/P_y+M_m/M_y$を次式で計算される$\phi$に対してプロットし（図-5），任意の$\phi$に対する$\sigma_m/\sigma_y$はラグランジェ補間によって求める．

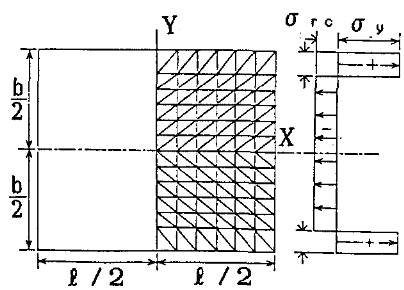
$$\sigma_1/\sigma_y=P_i/P_y+M_m/M_y \quad (1)$$

$$\sigma_2/\sigma_y=P_i/P_y-M_m/M_y \quad (2)$$

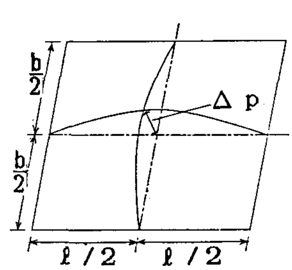
$$\phi=(\sigma_1-\sigma_2)/\sigma_1 \quad (3)$$



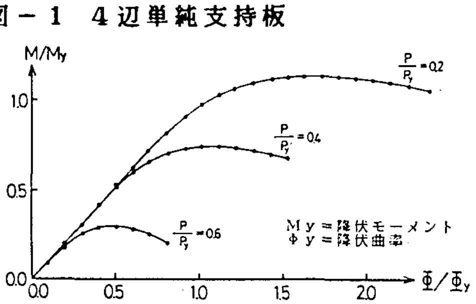
図－1　4辺単純支持板



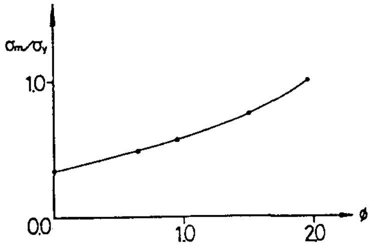
図－2
残留応力分布とメッシュ分割



図－3
初期たわみをもつ鋼板

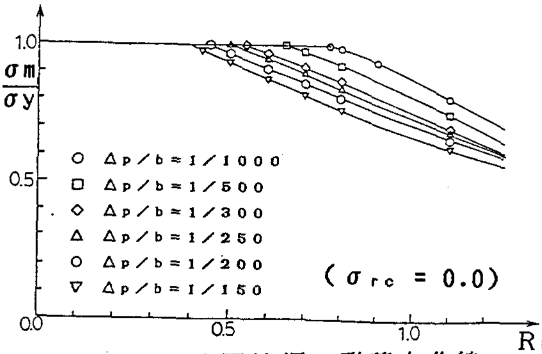


図－4　M／My－Φ／Φy曲線

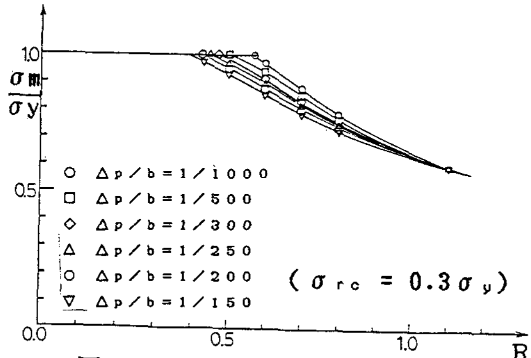


図－5　σm／σy－φ曲線

3．純圧縮を受ける鋼板の耐荷力曲線：　図-6,7は，初期たわみΔpと残留応力σ_{rc}を様々変化させたときの耐荷力曲線である．ただし，板パネルの長さは強度がほぼ最低になるようにその幅の1/2とした．



図－6　純圧縮板の耐荷力曲線



図－7　純圧縮板の耐荷力曲線

純圧縮を受ける板パネルのσ_m/σ_y を，残留応力が0.0のときと$0.3\sigma_y$のときに分けて初期たわみの関数で表すことを試みる．図-6,7より，$\sigma_m/\sigma_y=1.0$のときのRすなわちR_{cr}の値を読み取り，R_{cr}と初期たわみの逆数をグラフにすると，図-8のようになり，R_{cr}はおよそ初期たわみの逆数の一次関数として表されるので，読み取ったデータより線形最小二乗法により次のように求めた．

$$R_{cr} = 0.361+0.00041\cdot(b/\Delta p) \quad (\sigma_{rc} = 0.0 \text{ のとき}) \tag{4}$$

$$R_{cr} = 0.386+0.00018\cdot(b/\Delta p) \quad (\sigma_{rc} = 0.3\sigma_y \text{ のとき}) \tag{5}$$

そして，R_{cr}の値を残留応力の値で比例配分して１つの式で表したものが式(6)である．

$$R_{cr} = \{0.361+0.009\cdot(\sigma_{rc}/\sigma_y)\} + \{4.1-7.6\cdot(\sigma_{rc}/\sigma_y)\}\cdot 10^{-4}\cdot(b/\Delta p) \tag{6}$$

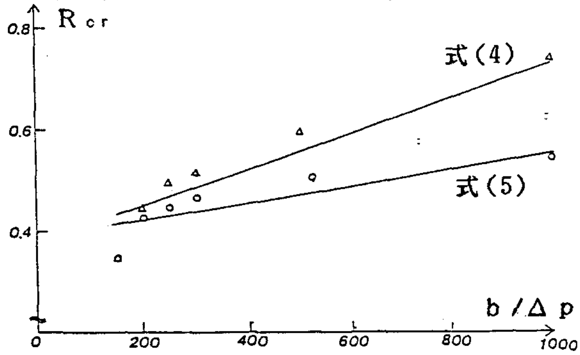
次に，σ_m/σ_yを式(7)のように仮定して，σ_{rc}が0.0～$0.3\sigma_y$のxの値を与えられたデータから非線形最小二乗法によって求める．

$$\sigma_m/\sigma_y = (R_{cr}/R)^{x} \tag{7}$$

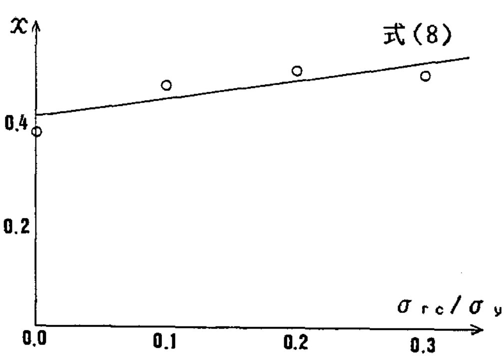
図-9は横軸に残留応力の値を，縦軸に求まったxの値をとったものである．図-9よりxの値はおよそ残留応力の一次関数で表されるので線形最小二乗法により次のように定める．

$$x = 0.407+0.39(\sigma_{rc}/\sigma_y) \tag{8}$$

式(6),(7),(8)より純圧縮を受ける板要素の極限強度が初期不整の関数として求まった．



図－8　$R_{cr}-1/(\Delta p/b)$直線



図－9　残留応力－x直線

4．結言：　初期たわみと残留応力をもつ純圧縮鋼板の耐荷力曲線を求め，その耐荷力曲線を基に純圧縮を受ける鋼板の終局強度を表す式を作成した．圧縮と曲げを受ける板の有効幅公式については講演当日に述べる．

《参考文献》　1）Usami,T:Journal of Structual Division,Proc,ASCE,Vol.108,No.ST3,March　2）宇佐美等：土木学会論文集，第326号，1982年10月　3）奈良等：土木学会論文集，第386号/I-8,1982年10月　4）宇佐美等：土木学会論文集，第362号/I-4，1985年10月