

## I - 33

## 圧縮を受ける自由突出板の初期たわみの制限

関西大学工学部 正会員 三上 市蔵  
 全日本コンサルタント 正会員 木村 泰三  
 全日本コンサルタント 正会員 ○河合 義勝  
 大 阪 市 正会員 中野 唯史

1. まえがき 三上・辻<sup>1)</sup>は、初期たわみおよび残留応力を有する円筒パネルの劣化域における挙動を解析できる高次微小項を含んだ複合非線形理論を誘導している。本報告では、この理論式を自由突出円筒パネルに適用し、DRM(Dynamic Relaxation Method)を用いて、自由突出板の終局圧縮強度を解析する。<sup>2)</sup>そして、終局圧縮強度に対する初期たわみの影響を調べ、初期たわみの許容値について検討する。

## 2. 弾塑性有限変位解析 解析した自由

突出板(図-1)は、長さ $a$ 、幅 $b$ 、厚さ $h$ 、中央面の曲率半径 $R$ で、両端直線辺に一樣な強制変位 $v_m$ により面内圧縮応力 $\sigma_m$ が作用する。板は等方性・完全弾性係数材料より成る。対称変形を考慮し、板の $1/2$ 領域を解析する。 $1/2$ 領域を $x$ 方向、 $y$ 方向、 $z$ 方向にそれぞれ分割し、差分法を適用する。無次元量として、 $\alpha = a/b$ 、 $\beta = b/h$ 、 $\bar{w} = w/h$ 、 $\bar{\sigma} = \sigma/\sigma_y$ 、 $\bar{x} = x/b$ 、 $\bar{y} = y/a$ 、 $\bar{z} = z/h$ 、 $V_m = 2v_m/a$ を用いる。

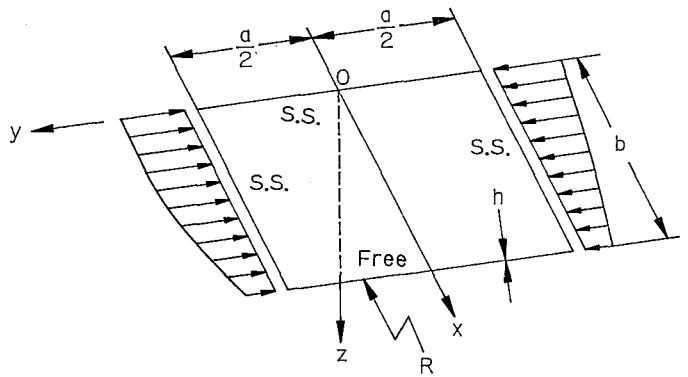
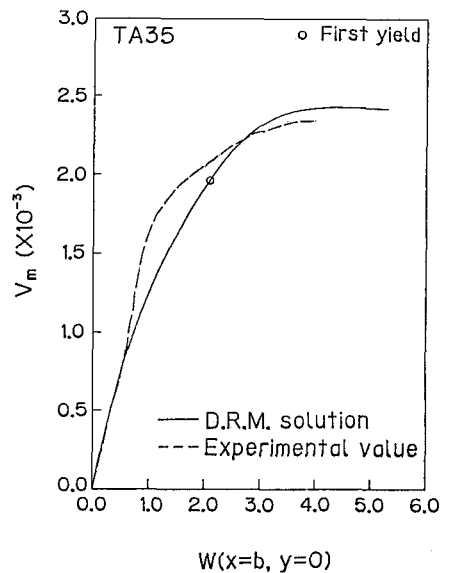


図-1

3. 実験結果と解析結果の比較 文献3)の実験結果(TA35)に対して数値解を求めた。降伏応力 $\sigma_y = 3732 \text{ Kg/cm}^2$ 、Young率 $E = 2.03 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ 、ポアソン比 $\mu = 0.28$ 、 $\alpha = 5.0$ 、 $\beta = 21.2$ 、残留応力分布は文献4)のものをを用い、最大圧縮残留応力 $\bar{\sigma}_{rc} = -0.3$ 、最大引張残留応力 $\bar{\sigma}_{rt} = 1.0$ とし、初期たわみは最大値 $\bar{w}_{0\max} = 0.297$ 、分布 $w_0 = w_{0\max}(x/b) \cos(\pi y/a)$ を用いた。解析は、 $x$ 軸方向に8分割、 $y$ 軸方向に20分割、 $z$ 軸方向に8分割して行った。

$y$ 軸方向の縮みと横たわみの関係を図-2に示す。解析結果と実験結果の挙動は、ほぼ一致しているが、終局強度に達する少し手前では一致しなかった。その一因としては、初期たわみ分布の違いが考えられる。

解析結果と実験結果の終局強度を比較すると、実験結果の終局強度は $\bar{\sigma}_{\max} = 0.760$ であり、解析結果の終局強度は $\bar{\sigma}_{\max} = 0.788$ であった。解析結果は、実験結果に対して3.



$W(x=b, y=0)$

図-2

7%過大評価をしているが、本解析結果は妥当であるといえる。

4.初期たわみパラメータ 自由突出板の終局強度と次の無次元初期たわみとの関係を調べる。① $w_{0, \max} / b$ 、② $w_{0, \max} / t$ 、③ $(w_{0, \max} / b) \sqrt{(b / t)}$ 、④ $(w_{0, \max} / t) \sqrt{(b / t)}$ 、⑤ $(w_{0, \max} / t)(b / t)$ 。

5.自由突出板の初期たわみに対する許容値 換算幅厚比パラメータ<sup>3)</sup>  $\lambda = 1.0 \sim 3.0$ 、初期たわみの大きさ $w_{0, \max} / b = 0.0017 \sim 0.02$ の範囲で終局圧縮強度を調べるために解析を行った。ただし、 $\sigma_y = 2400 \text{Kgf/cm}^2$ 、 $E = 2.1 \times 10^6 \text{Kgf/cm}^2$ 、 $\mu = 0.3$ とした。結果の一例を図-3に示す。解析では初期たわみのない場合（ $w_{0, \max} / b = 0$ ）に対する解が得られないため、 $w_{0, \max} / b = 0.0017$ に対する終局圧縮強度を基準の終局圧縮強度とし、この強度から5%の低下を許す場合の初期たわみの許容値 $w_{0, \max} / b$ を●印で示す。

基準の終局圧縮強度より5%、10%、15%低い強度を与える初期たわみ●印を結ぶと図-4のようになる。図には、低下した強度に対する初期たわみの許容値も記入してある。パラメータ④を用いると図-5が得られる。初期たわみに対する許容値は図-4よりも図-5において広い範囲で初期たわみの許容値が一定であるため、パラメータ④が初期たわみの許容値を定めるパラメータとして適していることがわかる。

6.あとがき 自由突出板の複合非線形解析の結果は、実験結果との比較によって妥当であることがわかった。自由突出板の初期たわみの許容値を定義するために種々のパラメータを調べ、適したパラメータを明らかにした。

参考文献 1) 三上・辻：終局強度を越えた円筒パネルの弾塑性有限変位挙動の解析，構造工学論文集，土木学会，1991。2) 中野：円周方向面内力を受ける円筒パネルの複合非線形挙動に関する理論的および実験的研究，関西大学大学院修士論文，1993。3) 三上・木村・石原・河合・大淵：十字形断面柱模型を用いた自由突出板の圧縮強度の実験，土木学会年次学術講演会講演概要集，1992。4) 西田・星名：溶接組立断面部材の残留応力推定とその自己つり合い条件式，土木学会論文報告集，1983。

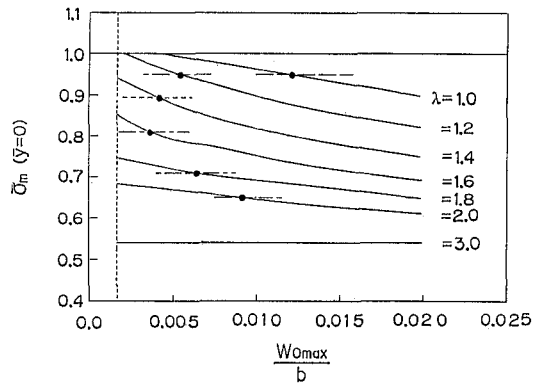


図-3

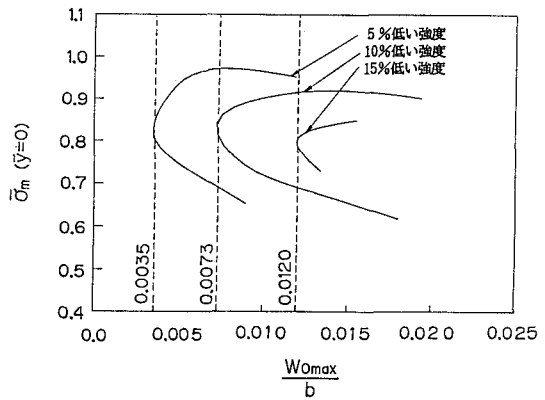


図-4

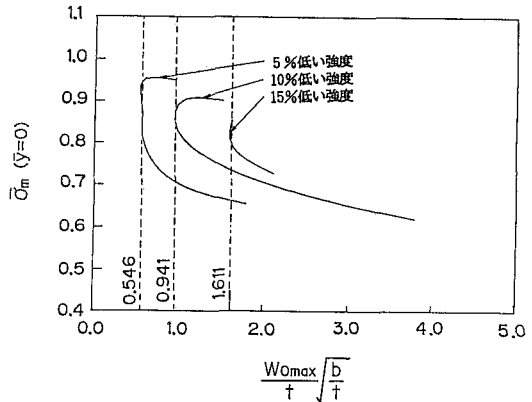


図-5