

曲線ウェブの応力分布

東北学院大学 正員・樋渡 滋
 東北大学 正員 倉面 茂

筆者らは 先に 曲線ウェブの面外たわみおよび面内曲げ応力の分布について報告した。⁽¹⁾⁽²⁾

今回は円筒パネルに強制変形を与えた場合の挙動について報告する。円筒パネルは四辺ともに 面外変位および面に垂直な軸に関する回転が拘束され 面内変位および面に沿った軸に関する回転は自由である。又 面に沿う方向の移動は強制変位が与えられる辺のみが拘束されている。強制変位は直線辺上部に引張変位、下部に圧縮変位となる曲げ変形を形成する。計算は有限要素法を用いた非線形弾性解析法で行なわれた。用いられた変位関数等については前の報告を参照されたい。

計算は ヤング率 $E = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$, ポアソン比 $\nu = 0.3$, ウェブ高 $R = 120.0 \text{ cm}$, 板厚 t , 巾厚比 $\lambda = r/t$, 曲率半径 r , 辺長比 $\alpha = l/R$ として計算されているが, 以下の図では $\bar{N}_y = N_y/t/\sigma_e$, $\bar{\delta} = \delta/l$, $\bar{R}_z = R_z/tb/\sigma_e$, $\bar{Q}_x = Q_x/t/\sigma_e$, $\sigma_e = \pi D/R^2 t$, $D = Et^3/12(1-\nu^2)$ として無次元化されている。

ここで $t = 0.5 \text{ cm}$, $\alpha = 1.0$, $r = 30.0 \text{ m}$ の場合について図示するが, 他のパラメータについては当日スライドで説明したい。

図-1は円筒パネルの全体と強制変形の様子を示し, 図-2は円筒シェル要素の寸法を示している。図-3は要素に分布する中央面の単位巾当りの合応力とストレスカップルを図示したものである。

図-4はパネルに曲げ変形が与えられた場合のウェブの面内および面外のたわみ形を示す。ウェブは垂直方向に圧縮され, 圧縮側では半径外側にはみ出し, 引張側では半径内側に变形して, 支桌と支桌を結んだ直線(図中の縦細線)に近づいている。図-5は 上記の場合に ウェブに分布する円周方向応力(\bar{N}_y)の分布を示している。応力の増加と共に中立軸が圧縮側に移動し, ウェブの圧縮応力の分布は上縁端に集中して, ウェブおよび圧縮フランジの設計に際して, いわゆる有効断面を考慮する必要があると思われる。図-6は圧縮フランジの永平座屈を生じさせるウェブ内の横分力(\bar{Q}_x)の分布を示し, その結果としてあらわれる面外反力 \bar{R}_z の増加の傾向を図-7に示す。

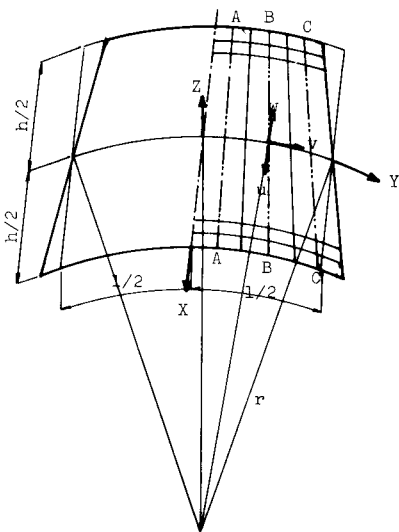


fig-1 Cylindrical Shell

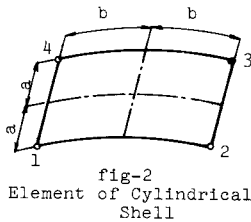


fig-2
Element of Cylindrical Shell

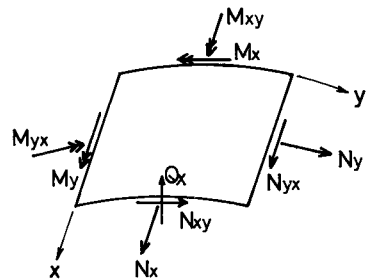


fig-3 Stress Resultants & Stress Couples

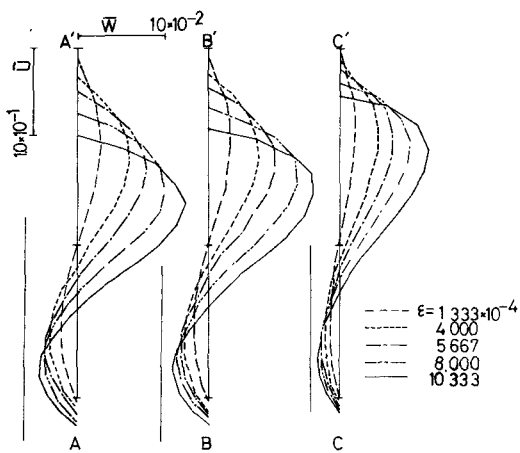


fig-4 Deflection Mode of Panel

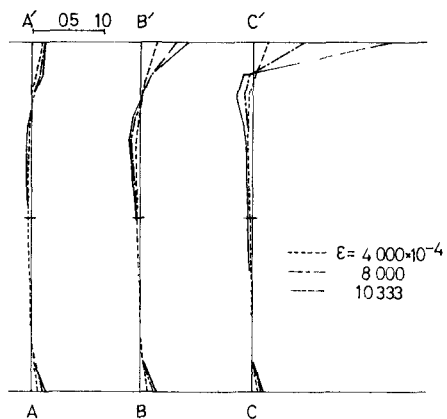


fig-6 \bar{Q} - Distribution

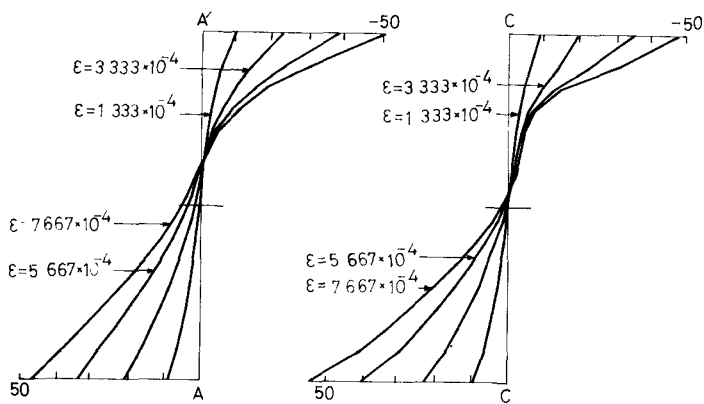


fig-5 \bar{N}_y -Distribution

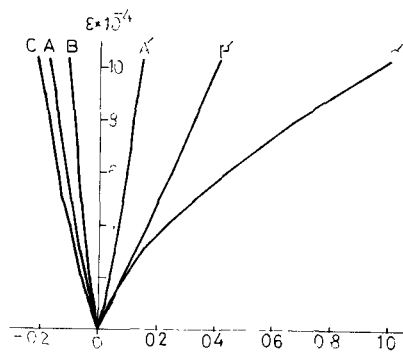


fig-7 $E-\bar{R}_z$ Curve

- (1) 樋渡倉面「面」部 曲線ウェブの有限変形解析” 昭和52年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集 S 53.3
 (2) 樋渡倉面 曲線橋のウェブ応力について” 才33回年次学術講演会講演概要集 I-51, S 53.9