

東北学院大学 正員 菅井 幸仁
東北学院大学 正員 樋渡 滋
東 北 大 学 正員 倉西 茂

曲線プレートガーダや曲線ボックスガーダのウェブを部分構造として解析する場合、ウェブを円筒パネルとみなすことは妥当性がある。一般に、曲線ウェブの上下フランジと垂直補剛材に囲まれた部分を取り出して、曲げに対する挙動を解析する場合、パネル側方に曲げ荷重を与えることが行なわれるが、この場合、載荷辺において荷重方向の変位は垂直補剛材の直線性を保持しない。このような変位は、パネルを連続したウェブの一部と考える場合好ましくない。そこでパネルエッジの直線性を保持したまま強制曲げ変位を与えると、ウェブ断面内の垂直応力分布は引張応力が大きい分布となり、純曲げモーメントに対応する分布にするためには面内に一様圧縮変位を与えなければならない。²⁾

今回の報告は、以上のような荷重（強制変位）条件のもとに、曲線ウェブの面内垂直応力分布を求め、分布の特性を考慮して、曲げ圧縮応力に対するウェブの有効断面について考察したものである。解析は対称性を考慮して、パネルの半分について円筒シェルの有限要素に分割し、幾何学的非線形問題として行なわれた（fig.1）。計算パラメータは形状比 $\alpha = l/h$ 、巾厚比 $\lambda = h/t$ およびパネルの曲率半径 R とした。

fig.2 は面内垂直応力分布の一例を示す。応力レベルが上昇すると、パネル圧縮側に縁端部に応力が偏ってくる。この応力分布図から中立軸の位置を定め、中立軸に関する圧縮応力の全モーメントを考える。最大圧縮応力と中立軸を結ぶ応力分布を仮定した場合に、上記のモーメントと同等のモーメントを与える圧縮応力の分布範囲 x を定めて、有効断面と考える（fig.3）。fig.4~7 はこの有効断面と最大圧縮応力レベルとの関係を図示したものである。縦軸は有効断面 x を板厚 t で割ったもので表わされている。 $\lambda = 240$ の場合、応力レベルが高くなるに従って有効断面は一定値に収束する傾向が認められる（fig.4）

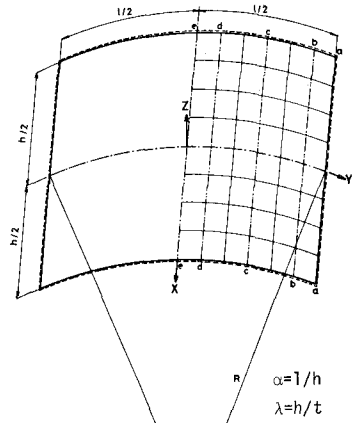


fig.1 Finite Element Analysis (Cylindrical Shell Element)

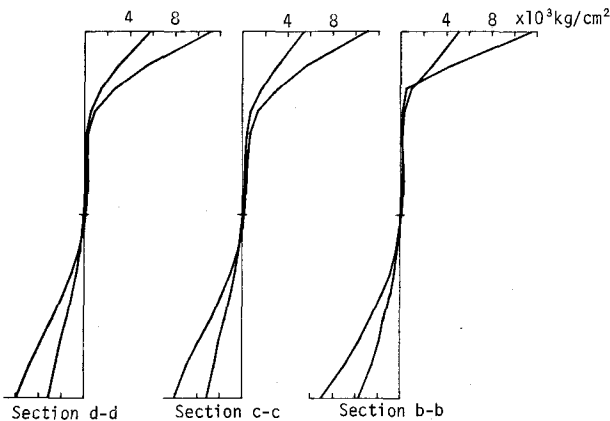


fig.2 Inplane Normal Stress Distribution
 $\alpha=0.5, \lambda=240, R=30m, \epsilon=0.002, 0.004$

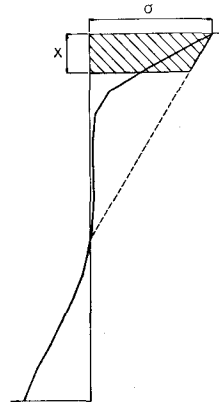


fig.3 Effective Web Section

その値は形状比 α の影響が大きく $\alpha=0.5$ で $x/t=23\sim 25$ 、 $\alpha=0.667$ で $x/t=26\sim 29$ 、 $\alpha=1.0$ で $x/t>32.5$ となる。各形状比について曲率半径 R が小さい程、有効断面は小さく、応力レベルが高くなるに従って R による差異は小さくなる。 $\alpha=0.667$ について、 $\lambda=150, 120, 100$ の場合をfig.5, 6, 7に示す。入が小さく(板厚が大きく)なるにつれて、有効断面が一定値に収束する傾向はなくなる。半径 R が小さい程有効断面が小さいといえるが、 R による差異は入が小さい程著しい。特に応力レベルの低い部分では顕著である。 $\lambda=100$ の場合、低応力レベルでの有効断面が大きくなるが($R=60m$ および $120m$)、この原因は面内応力の分布形が圧縮部分においてfig.2に示されるような凹型でなく逆に凸型の分布を示すためである。一般に $R=30m$ と $60m$ との差は $60m$ と $120m$ の差に比較して大きくなっており $R\rightarrow\infty$ の場合にある収束値があることをうかがわせる。同一の R について入をパラメータとして考察した場合、低い応力レベル($\sigma<2500\text{Kg/cm}^2$)では入が小さい程有効断面 x/t が大きくなり、その差は R が大きい程著しい。しかし、応力レベルが高まるにつれて入が小さい程有効断面 x/t が小さくなる傾向にあり、 $\lambda=150$ 以下の線は徐々に接近して、 $\lambda=240$ とは異った傾向を示し $\lambda=240$ と 150 の間に一つの変異点があることが推定される。これは $R=30m$ について著しい。

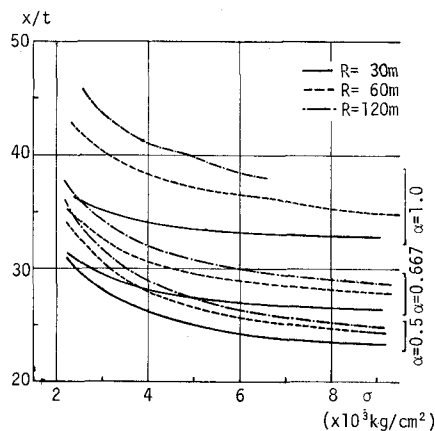


fig.4 $x/t - \sigma$ Curve, $\lambda=240$

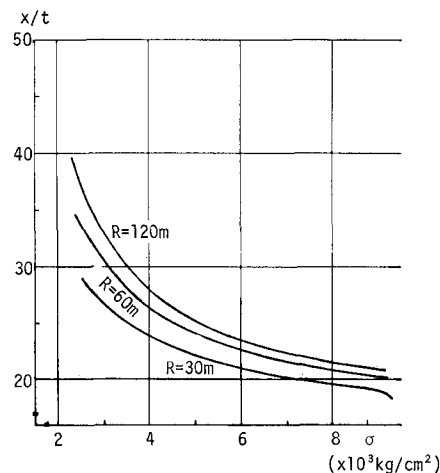


fig.5 $x/t - \sigma$ Curve, $\lambda=150, \alpha=0.667$

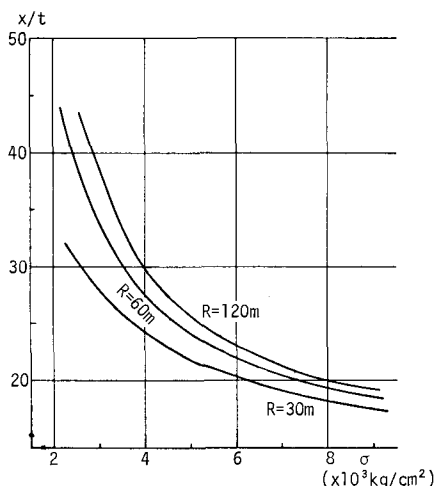


fig.6 $x/t - \sigma$ Curve, $\lambda=120, \alpha=0.667$

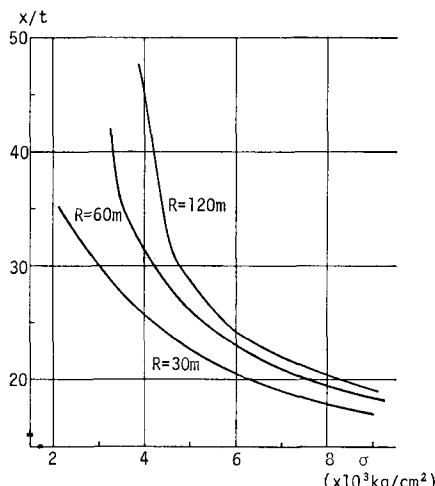


fig.7 $x/t - \sigma$ Curve, $\lambda=100, \alpha=0.667$

1) 樋渡・倉西：“曲げを受ける円筒シェルの応力”第34回年次学術講演会講演概要集 (I-106) S.54.10

2) 樋渡・倉西：“載荷辺の変形直線性を考慮した曲げを受ける曲線ウェブの挙動”

昭和54年度東北支部技術研究発表会講演概要集 S.55.3.