

関西大学工学部 正会員 森 沢 敬 文
 関西大学工学部 正会員 三 上 市 蔵

まえがき 著者らは、円筒フランジが円周方向に面内圧縮力を受ける場合について一連の非線形解析を行ってきた。¹⁾²⁾³⁾ まず、Washizu⁴⁾の薄いシェルに対する非線形理論に基づいて理論解析を行ない、種々のパラメータが非線形挙動に及ぼす影響について検討した。¹⁾ つぎに、非線形理論における種々の非線形項のうち、非線形性に顕著な影響を与える項を明らかにし、簡単で精度の良い近似非線形理論をさぐる試みを行なった。²⁾ また、現実の円筒フランジは腹板で拘束されているが、それを側辺における弾性回転拘束に置換して解析し、腹板の拘束が円筒圧縮フランジの非線形挙動に及ぼす影響を調べた。³⁾ 以上は円筒フランジが面内圧縮を受ける場合を対象としているが、本報告では円筒フランジが面内引張を受ける場合の非線形挙動を調べた。線形理論においては面内圧縮を受ける場合も面内引張を受ける場合も、たわみや応力は正負が異なるのみで絶対値は同じになる。しかし、非線形挙動は圧縮を受ける場合と引張を受ける場合とで異なるはずである。ここでは、引張を受ける場合について種々のパラメータが非線形挙動に及ぼす影響について調べる。また、線形理論による挙動を非線形挙動と比較する。

基礎方程式 図-1に示すような弧に沿った長さ a 、幅 b 、厚さ t 、曲率半径 R の等方性円筒パネルが円周方向に面内引張力を受け、側辺で腹板の拘束を受けるものとする。基礎微分方程式は圧縮を受ける場合⁵⁾とほとんど同じで、初期面内力を

$$N_{x0} = 0; N_{y0} = N_m; N_{y0} = 0 \quad (1)$$

に変更するのみでよい。

数値計算結果と考察 パラメータとして縦横比 a/b 、幅厚比 b/t 、曲率パラメータ b^2/Rt 、側辺の拘束の程度を表わす固定係数 ψ 、荷重 $k_m = N_m b^2 / \pi^2 D$ を用いる。ただし、 D は円筒パネルの曲げ剛さである。

図-2は円筒パネル中央のたわみと荷重の関係を示したものである。同図には比較のため圧縮を受ける場合の結果と線形理論に基づく結果を示してある。荷重が小さい場合は、引張を受ける場合も圧縮を受ける場合も線形理論値にほとんど一致している。荷重が増すと線形理論値とかけはなれ、

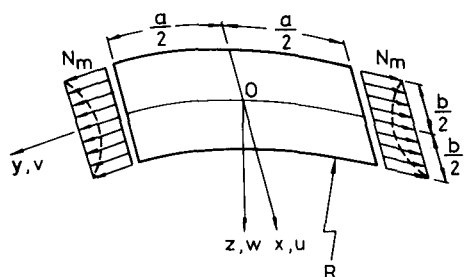


図-1

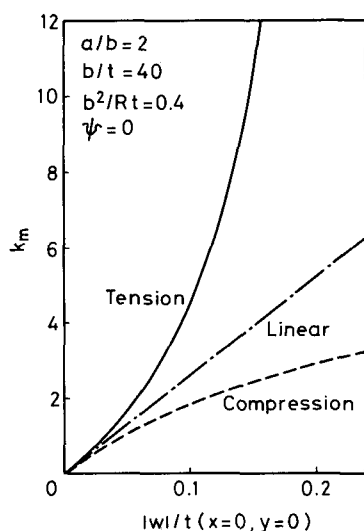


図-2

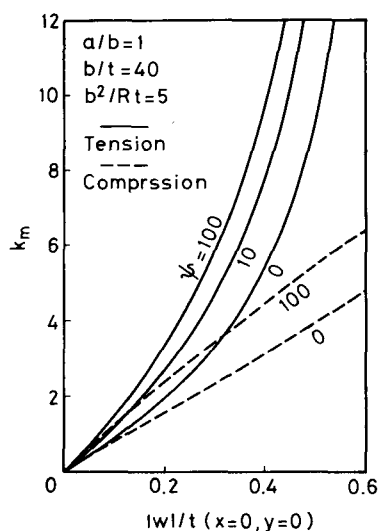


図-3

圧縮の場合は線形理論値

より大きくなり、引張の場合は逆に小さくなる。

図-3は曲率パラメータ b^2/Rt が大きい場合の荷重とたわみの関係を示したもので、固定係数 $\psi = 0, 10, 100$ の場合について比較されている。 ψ の値にかかわらず、荷重が増すとたわみは増加するが、増加の割合はだんだん小さくなり、一定値に収束するようである。これに対して圧縮を受ける場合のたわみは荷重の増加とともに線形的に増加する。

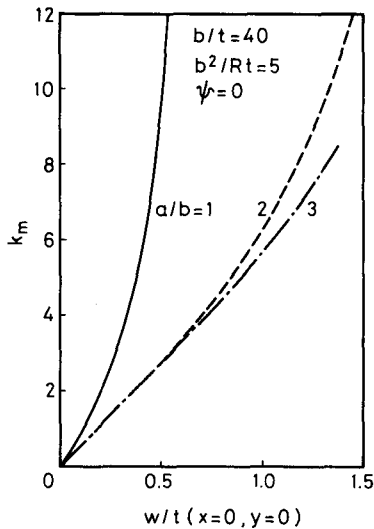


図-4

つぎに縦横比の値が非線形挙動に及ぼす影響を調べるため、 $a/b = 1, 2, 3$ の場合における荷重-たわみ曲線を描くと図-4のようになる。 a/b の値が小さいほどたわみは小さく、かつ荷重の増大につれてたわみの増加は急激に小さくなる。これは a/b の値が小さいほど、少しの引張を受けることによって平板に近くなり、たわみの余地がなくなるためと考えられる。

曲率のため円周方向内応力の断面内での減少が生ずるが、図-5は有効幅比 b'/b と荷重との関係を示したものである。 $y = 0$ 断面における b'/b は引張の場合、荷重の増加とともに増加する。これは圧縮の場合と逆である。線形理論においては b'/b は引張の場合と圧縮の場合と一致する。線形理論値を用いて設計する場合を考えると、引張を受ける場合は安全側の設計となり、圧縮を受ける場合は逆に危険側の設計となる。

円周方向内応力の横断面 $y = 0$ における分布を調べると図-6のようになる。ここで、 $\sigma_m = N_m/t$ である。引張の場合、 a/b の値が増すと応力減少がかなり大きくなる。これに対して圧縮の場合には、 a/b の値の増加にともなう応力減少は小さい。

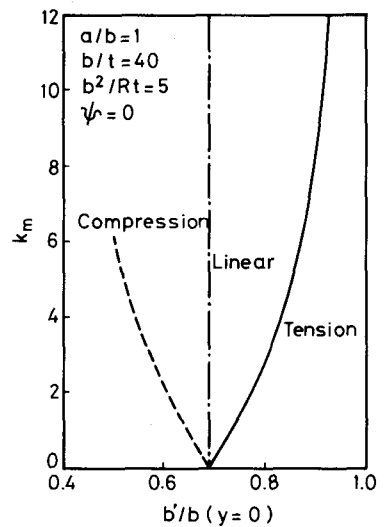


図-5

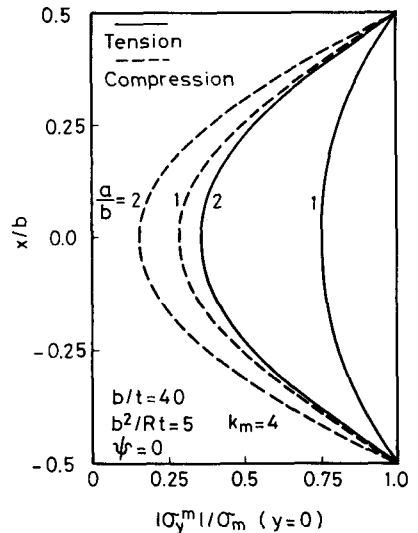


図-6

- 1) 三上・米沢・森沢：曲がりばりの円筒フランジの非線形解析，土木学会年次学術講演会，I-112，1976-10.
- 2) 三上・森沢・米沢：曲りばり円筒フランジの挙動における非線形性，土木学会年次学術講演会，I-101，1977-10.
- 3) 森沢・三上・米沢：腹板の拘束を考慮した曲り梁円筒フランジの非線形挙動，I-52，1978-9.
- 4) Washizu, K: Variational Methods in Elasticity and Plasticity, 2nd ed., Pergamon Press, 1975.
- 5) 三上・米沢・森沢：曲り梁の円筒フランジの非線形解析，第27回応用力学連合講演会論文抄録集，D-45，1977-11.