

面外に曲率を有する自由突出パネルの変形と応力

関西大学工学部 正員 三上 市藏
 関西大学工学部 正員 森沢 敬文
 (株)駒井鉄工所 正員 天藤 晴朗

1. まえがき 著者らはこれまで、曲りばり円筒フランジの応力分布と有効幅に関する理論的および実験的研究を行ってきた。^{1), 2), 3)} 本報告においては、I形断面曲りばりのフランジや曲線箱桁フランジの補剛材のような自由突出円筒パネルが円周方向面内応力を受ける場合の性状を明らかにし、設計の資料とする。また、このようなパネルの設計法が BS 5400⁴⁾ に規定されているが、この規定と本解析結果とを比較検討する。

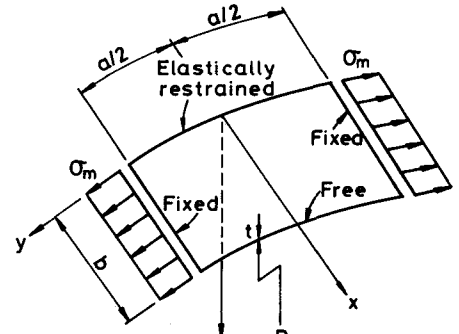


図-1

2. 解析法 図-1に示すように、3辺で支持され、1辺が自由の等方性円筒パネルが円周方向面内応力を受ける場合を考える。載荷辺 ($y = \pm a/2$) は固定支持で、非載荷支持辺 ($x = 0$) は弾性固定で、その境界条件はたわみ w と弾性固定係数 ψ を使って、 $\partial^2 w / \partial x^2 + \psi / b \cdot \partial w / \partial x = 0$ で与えられる。理論解析法は文献3)のものと同様である。

3. 応力分布 最大たわみが生じる断面 $y = 0$ において最大応力を生じると考えられる。図-2は円周方向面内応力 σ_y^m の分布である。ただし、 $Z = b^2 / R t$ である。 ψ が小さいほど応力減少が大きい。 $\psi = 0$ は単純支持、 $\psi = \infty$ は固定支持であり、 $\psi = 100$ でほぼ固定とみなしてよいことがわかる。図-3はたわみに伴って生じる母線方向板曲げ応力 σ_x^b の分布である。

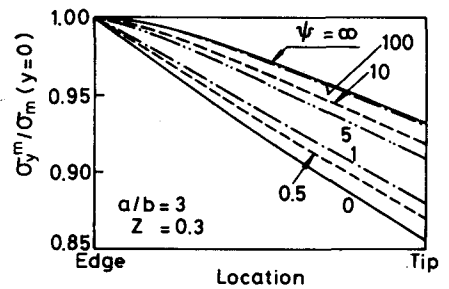


図-2

σ_x^b が最大値を生じる点は $\psi > 1$ では支持辺上の点 $x = 0$, $y = 0$ である。図-4は円周方向板曲げ応力 σ_y^b の分布である。

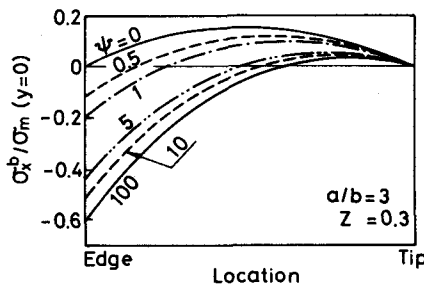


図-3

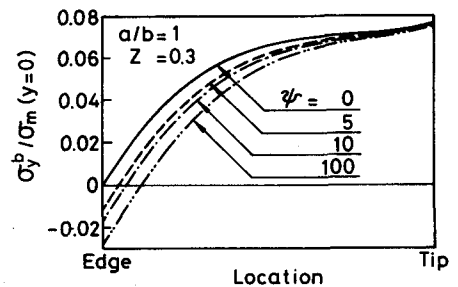


図-4

σ_x^b とは逆に自由

Ichizou MIKAMI, Yoshifumi MORISAWA and Haruo TENDO

辺の点 $x=b$, $y=0$ で最大値が生じる。この σ_y^b の自由辺に沿った分布を図-5に示す。中央断面よりも載荷辺で大きくなる。 σ_y^b の載荷辺に沿った分布を図-6に示す。以上により、応力の照査は $(x,y)=(0,0)$, $(b,0)$ および $(b,a/2)$ で行えばよいことがわかる。

4. BS規定との比較 BSは $z < 1/6$ の制限のもとで $\sigma_x^b/\sigma_m = 3z$ を与えている。図-7は $a/b = \infty$ の場合の中央断面の有効幅比 b/b と z との関係を示す。BSの制限値 $z = 1/6$ において $\psi = \infty$ であれば、 $b/b = 0.985$ となり、全幅有効としても誤差は1.5%以内におさえられる。図-8は σ_x^b と z との関係を示す。これより明らかなように、BSの規定は無限長パネル³⁾を対象にしており、 $\psi = 0 \sim \infty$ のすべての場合に対して安全側にある。

図-9は支持辺と自由辺の中央点における曲率内側表面の等価応力 σ_e^i と a/b との関係を示す。 $z = 0.1, 0.2$ の場合についてBS規定との比較を行っている。BS規定は常に安全側の値を与えることがわかる。

図-10は $\psi = \infty$ の場合の点 $(x,y) = (0,0)$ および $(b,a/2)$ における等価応力を示す。支持辺中央点よりも載荷辺と自由辺の隅の方が大きい等価応力を生じる。BS規定はこの隅の等価応力を考えておらず危険側になることがある。

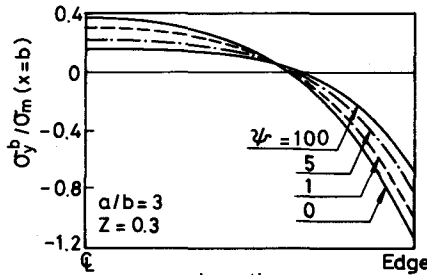


図-5

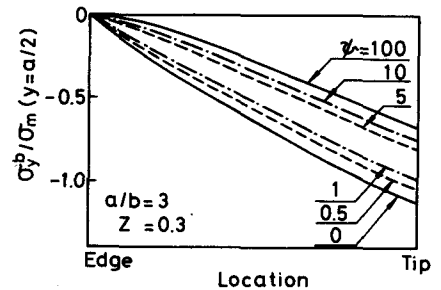


図-6

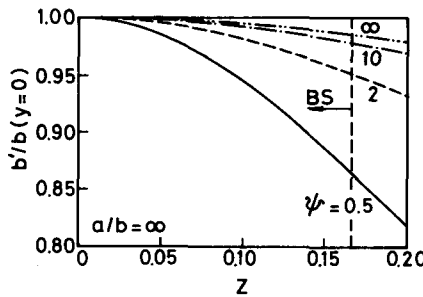


図-7

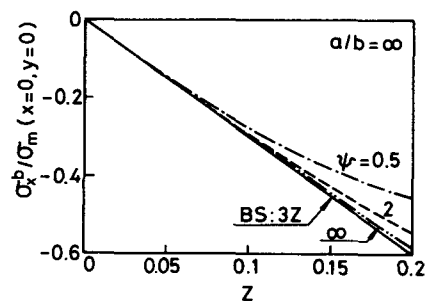


図-8

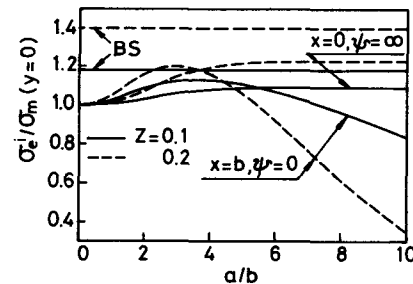


図-9

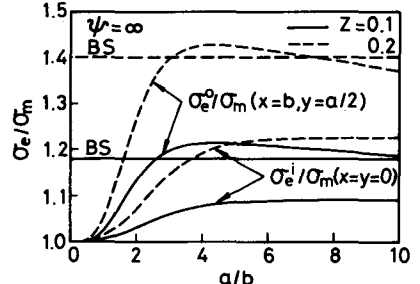


図-10

1) 三上・森沢・児玉・米沢：関西支部講演概要，I-46，1977。 2) 米沢・三上・森沢・岡山：関西支部講演概要，I-66，1978。 3) 三上・米沢：土木学会論文報告集，No.315，pp.13~26，1981.11。 4) British Standard Institute：BS5400 Part 3，1979。