

関西大学工学部 正会員 三 上 市 蔵
 関西大学大学院 学生員 ○ 田 中 克 弘
 関西大学大学院 学生員 山 科 純

1. まえがき 先に¹⁾離散的に補剛された円筒シェルをより精密に解析し、過去に実施した模型実験の結果²⁾³⁾⁵⁾や簡易補剛シェル理論による解⁴⁾⁵⁾⁶⁾と比較検討を行なった。本報告では、この精密理論に基づいてパラメトリック解析を行ない、補剛された円筒パネルの挙動を理論的に研究する。

また、簡易補剛理論の解とも比較検討を行なう。

2. 無次元パラメータ 図-1に示す弧に沿った長さ a 、幅 b 、厚さ t 、中央面の曲率半径 R の円筒パネルが等間隔の円周方向補剛材 n_s 本を有し、両直線端に円周方向強制変位 v_m (面内引張応力)を受ける場合を解析する。

無次元パラメータは次のとおりである。

$$\alpha = a/b, \beta = b/t, \gamma = b^2/tR, \psi = bK/D, \\ \delta_s = A_s/bt, \gamma_x = EJ_x/bD, \gamma_z = EJ_z/bD, \delta_T = GJ_T/bD, \\ \gamma_w = EC_w/b^3D, e = d/t, V_m = 2v_m/a, W = w/t$$

ここに、 K は側辺の回転ばね定数、 D は板の曲げ剛度、 A_s は補剛材断面積、 EJ_x 、 EJ_z は補剛材の x 、 z 軸回りの曲げ剛度、 GJ_T は補剛材のねじり剛度、 EC_w は補剛材のそり剛度、 d は板中央面からの補剛材重心の偏心量(内側補剛を正にとる)、 w は z 方向のたわみである。

3. 解析結果 縦横比 α と有効断面積 A' の関係を補剛材の x 軸回りの曲げ剛比 $\gamma_x = 10, 100$ の場合について示すと図-2のようになる。図中の実線は精密理論、破線は簡易理論の解を示す。図からわかるように、 α が小さい場合は γ_x の値にかかわらず、簡易理論の解の方が小さい。 α の増加とともに有効断面積は減少し、 $\alpha > 4$ において両理論の解はほとんど一致する。また、両解は $\alpha > 4$ で一定値になり、補剛材の効果がほとんど現われないことがわかる。

図-3は、偏心量 $e = -5, 0, 5$ の場合の中央横断面のたわみ分布を示したものである。内側補剛($e = 5$)、外側補剛($e = -5$)にかかわらず、補剛材が偏心を有する場合は実質上曲げ剛度が増加するため、補剛材付近のたわみが同程度抑えられる。

図-4は、偏心量 e とパネル中央点の板と補剛材の円周方向面内応力 σ_r^m/σ_m (実線)、 σ_r^m/σ_m (破線)との関係を示したものである。ただし、 σ_m はパネル中央横断面の側辺上の円周方向面内応力である。 σ_r^m は内側補剛の場合に大き

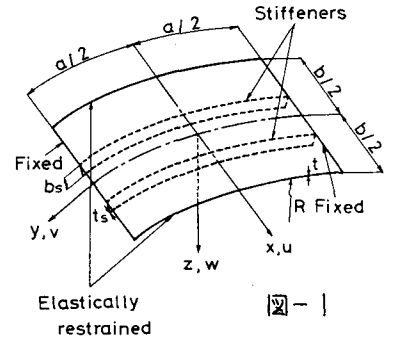


図-1

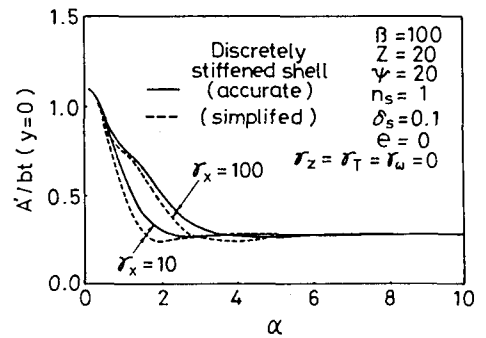


図-2

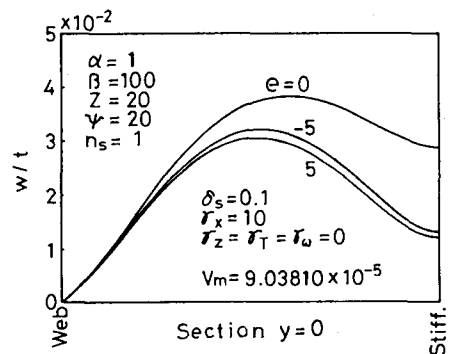


図-3

く、外側補剛の場合に小さい。これに対して、 σ_y^m は偏心の影響をあまり受けない。また、偏心の影響は α が小さい方が大きい。

図-5は、偏心率 $e = -5, 0, 5$ における縦横比 α と有効断面積 A' との関係を示したものである。 $\alpha < 4$ で偏心の影響がみられ、 A' は外側補剛より内側補剛の方が大きい値をとる。しかし、これは図-4からわかるように内側補剛の σ_y^m/σ_m が1より大きいためであり、設計する場合、補剛材先端の降伏に注意する必要がある。

図-6は、図-4と同様に、板と補剛材の応力 σ_y^m/σ_m （実線）、 σ_{ys}^m/σ_m （破線）と曲率パラメータ Z との関係を示したものである。図からわかるように、板の軸力は Z の増加にともない減少する。補剛材の軸力は内側補剛の場合、 $Z < 20$ で増加し、20をこえると減少する。また、外側補剛の場合、 Z の増加につれて減少し、20をこえると圧縮となる。

図-7は、補剛材がその中央で板から受ける Z 方向力 P_z （上向きを正にとる）と縦横比 α との関係を示したものである。 $\alpha > 4$ の範囲では、偏心にかかわらず、 $P_z = 0$ となる。 $\alpha < 4$ で補剛材は下向きの力を受け、 $\alpha = 1$ 付近で最大値をとる。外側補剛の場合、他の場合より P_z は大きくなり、内側補剛の場合、偏心のない場合に近い値をとる。

詳細は講演会当日に述べる。

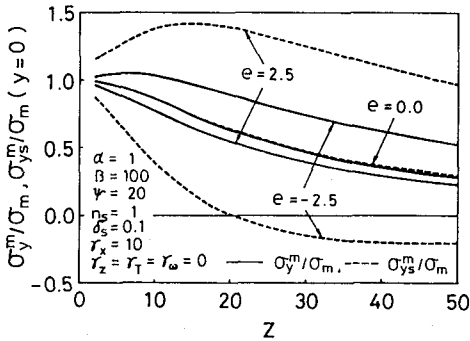


図-6

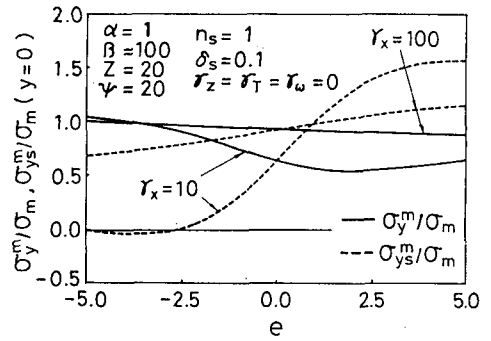


図-4

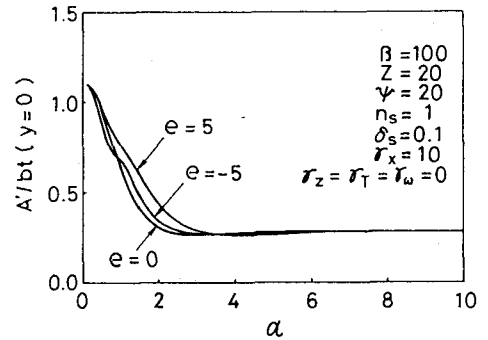


図-5

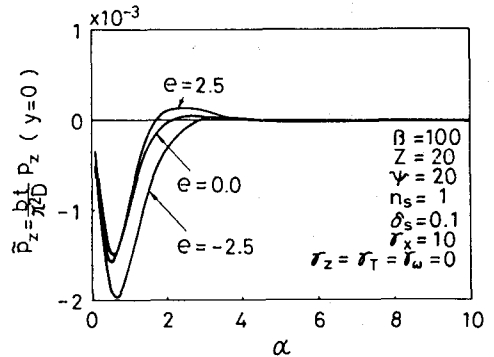


図-7

- 1) 三上・森沢・山科・田中：関西支部年次学術講演会，1984。 2) 三上・森沢：土木学会年次学術講演会，I-22，1981。 3) 三上・森沢：関西支部年次学術講演会，I-58，1982。 4) 三上・森沢：土木学会年次学術講演会，I-157，1982。 5) 三上・森沢・夏秋：関西支部年次学術講演会，I-39，1983。 6) 三上・森沢：土木学会年次学術講演会，I-86，1983。