

関西大学工学部 正会員 三上 市蔵  
 関西大学工学部 正会員 森沢 敬文  
 (株) 鋼管鉄工所 正会員 天藤 晴朗

1. まえがき 筆者らはこれまで、補剛および無補剛の面縁支持円筒フランジパネルの線形挙動を明らかにしてきた。<sup>1)~5)</sup> 本報告においては設計の資料とするため、曲率の小さい場合について解析を行った。また BS 5400<sup>6)</sup> に設計規程が示されているが、この条項を本解析結果と比較するとともに、修正案を提案する。

2. 解析法 図-1に示すように、円周方向内力を受ける無補剛および補剛材が等間隔に設けられた円筒パネルを考える。解析法は文献<sup>3)</sup>および<sup>5)</sup>にゆずる。

3. 無補剛円筒パネル BS 5400 の規定は次のとおりである。

$$Z < 1/2 \text{ のとき } b' = b \quad (1)$$

$$\sigma_x^b / \sigma_m = 3Z/4 \quad (2)$$

ここに、 $b'$  は有効幅、 $Z = b^2 / Rt$ 、 $\sigma_x^b = x$  方向板曲げ応力。

図-2は中央断面  $y=0$  における円周方向内応力の減少の程度を示す有効幅  $b'$  と曲率パラメータ  $Z$  との関係を示す。BS 5400 の  $Z$  の制限値の場合、 $a/b = \infty$ 、 $\psi = 0$  では  $b'/b = 0.978$  となり、全幅有効としても誤差は 2.2% 以内である。ここに、 $\psi$  は側辺の弾性固定係数である。

図-3は  $\sigma_x^b$  と  $a/b$  との関係を示す。 $\sigma_x^b$  の最大値は断面  $y=0$  において中央点 ( $x=0$ ) または支持点 ( $x=b/2$ ) のいずれかで生じる。単純支持 ( $\psi=0$ ) の場合中央点で、固定に近い場合 ( $\psi=100$ ) 支持点で最大となるのでその2点に対して調べたものである。解析値は常に式(2)の値より小さい。

図-4は  $y$  方向曲げ応力の生じる荷重載荷辺の中央点 ( $x=0$ 、 $y=a/2$ ) における  $\sigma_y^b$  と  $a/b$  との関係を示す。BS 5400 ではこの応力は規定されていないが、次式は図中の直線のように安全側の値を与える。

$$\sigma_y^b / \sigma_m = 3Z/4 \quad (3)$$

4. 補剛円筒パネル 補剛材を有する場合、BS 5400 は次のように規定している。

$$Z < (1+n_s)^2/2 \text{ で } A'/bt = 1+n_s\delta_s \quad (4)$$

$$\sigma_x^b / \sigma_m = 3Z/4(n_s+1)^2 \quad (5)$$

ここに、 $n_s$  は補剛材本数、 $\delta_s = A_s/bt$ 、 $A_s$  は補剛材断面積。

修正案はつぎの通りである。

$$Z < (1+n_s\delta_s)/2 \text{ で } A'/bt = 1+n_s\delta_s \quad (6)$$

$$\sigma_x^b / \sigma_m = 3Z(1+n_s\delta_s)/4 \quad (7)$$

図-5および図-6は補剛材本数  $n_s=1$  の場合の有効断面積比  $A'/bt$  と  $Z$  の関係を示す。図-5は側辺が単純支持、図-6は

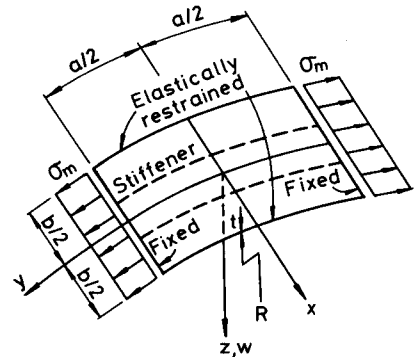


図-1

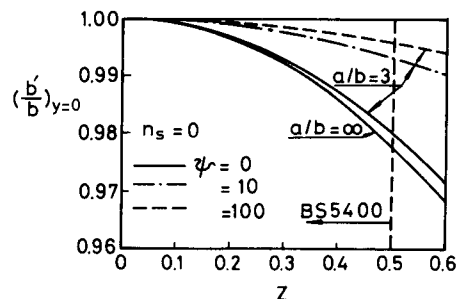


図-2

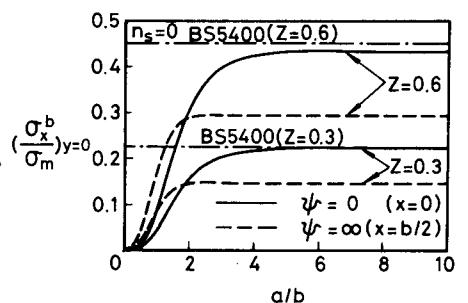


図-3

側辺が固定の場合である。図-5ではBS5400の制限値 $Z=2$ において、全断面有効とみなすと、本解析結果との誤差は $\gamma_s = 0$ の場合26.2%， $\gamma_s = \gamma^*$ の場合12.9%であり、無視できない。一方、本提案の制限値 $Z=0.55$ において誤差は $\gamma_s = 0$ の場合2.7%， $\gamma_s = \gamma^*$ の場合1.1%で、許容できる。また図-6の場合、同様に誤差を調べると、BS5400の制限値のとき $\gamma_s = 0$ の場合6.5%， $\gamma_s = \gamma^*$ の場合5.1%，本提案の制限値のとき $\gamma_s = 0$ の場合0.5%である。ただし、 $\gamma^*$ =該当する補剛平板の座屈に対する最小剛比。

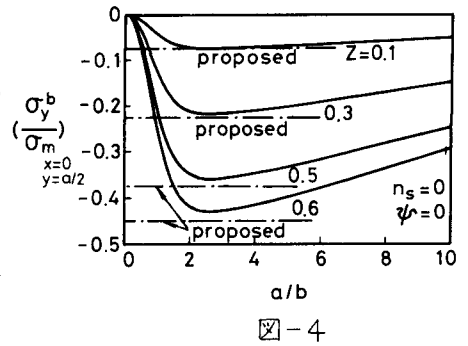
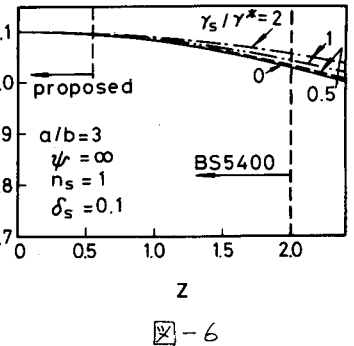
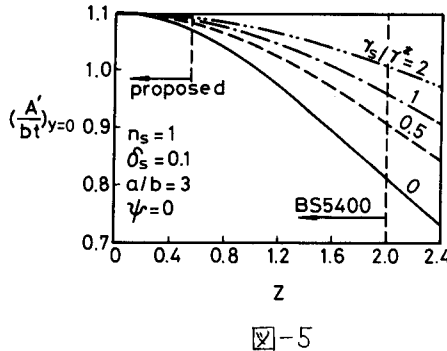
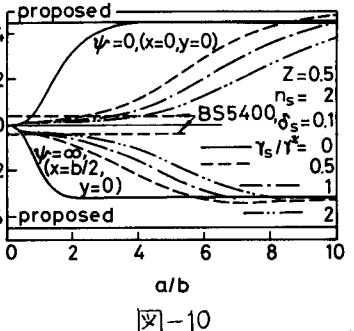
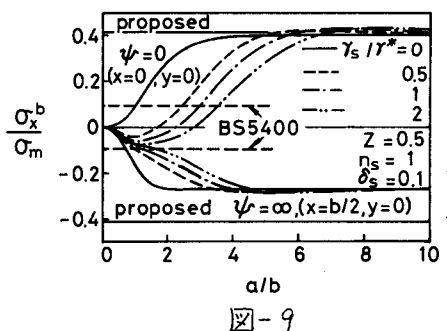
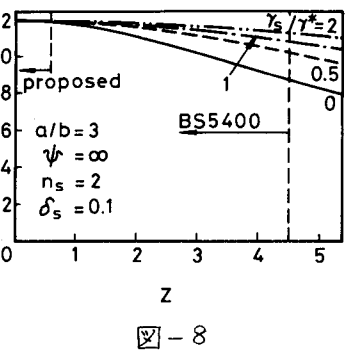
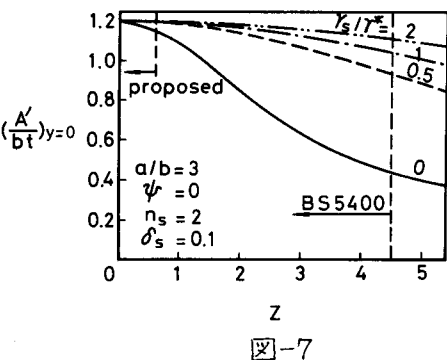


図-7および図-8は $n_s=2$ の場合の $A'/bt$ と $Z$ の関係を示す。図-7( $\psi=0$ )の場合、BS5400の制限値のとき、 $\gamma_s = 0$ の場合68.6%， $\gamma_s = \gamma^*$ の場合14.3%，本提案の制限値のとき $\gamma_s = 0$ の場合4.8%の誤差である。図-8( $\psi=\infty$ )の場合、各誤差は27.8%，9.6%，0.9%である。



$Z=0.5$ の場合の $\sigma_x^b$ と $(A'/bt)_{y=0}$ の $a/b$ の関係を示すと図-9( $n_s=1$ )および図-10( $n_s=2$ )のようになる。図中、式(5)と式(7)の値を示してある。両式とも $a/b$ には無関係である。BS5400の規定は $a/b$ がある程度以上大きい場合、全く危険側の評価を与える。本提案式(7)は解析値の上限をほぼおさえている。一方、補剛円筒パネルの場合 $\sigma_y^b$ の値は小さいので考慮しなくてよいことがわかった。



- 1) 三上・森沢・児玉・米沢：関西支部年講，I-46，1977。 2) 米沢・三上・森沢・岡山：関西支部年講，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) 三上・森沢：土木学会年講，I-22，1981。 5) 三上・森沢：土木学会年講，I-157，1982。 6) British Standard Institute：BS5400 Part 3，1979。