

1 薄肉円筒，薄肉球殻のチェックシート (1)

中谷 彰宏

1.1 基本的事項の確認

ヤング率 E ，ポアソン比 ν ，線膨張係数 α として，以下の問題を考えなさい。

『薄肉円筒 (直径 d ，厚さ t) の場合』 (A) 両端が開放されている場合，(B) 両端が閉じられている場合，(C) 両端が開放されていて長さ方向の伸びが $\Delta l = 0$ に拘束されている場合，(D) 両端が閉じられていて長さ方向の伸びが $\Delta l = 0$ に拘束されている場合，について，(I) 内圧 p のみが加わり温度上昇 $\Delta T = 0$ の場合，(II) 内圧 $p = 0$ で，温度上昇 ΔT の場合，(III) 内圧 p が加わり温度上昇 ΔT の場合，について，それぞれ，(1) から (5) の問いに答えなさい。

- (1) 応力状態 $\sigma_\theta, \sigma_r, \sigma_z$ を求めなさい。
- (2) ひずみ状態 $\varepsilon_\theta, \varepsilon_r, \varepsilon_z$ を求めなさい。
- (3) 直径の変化 Δd を求めなさい。
- (4) 肉厚の変化 Δt を求めなさい。
- (5) 長さ l の標点間の変化 Δl を求めなさい。

『薄肉球殻 (直径 d ，厚さ t) の場合』 次の (I) 内圧 p のみが加わり温度上昇 $\Delta T = 0$ の場合，(II) 内圧 $p = 0$ で温度上昇 ΔT の場合，(III) 内圧 p が加わり温度上昇 ΔT の場合，について，それぞれ，(1) から (5) の問いに答えなさい。

- (1) 応力状態 $\sigma_\theta, \sigma_z, \sigma_r$ を求めなさい。
- (2) ひずみ状態 $\varepsilon_\theta, \varepsilon_z, \varepsilon_r$ を求めなさい。
- (3) 直径の変化 Δd を求めなさい。
- (4) 肉厚の変化 Δt を求めなさい。
- (5) 長さ l の標点間の変化 Δl を求めなさい。

「注」

- (仮定 1) $t \ll d$ ，(仮定 2) 端部の複雑な応力状態や変形は無視できます。このとき， $\Delta t \ll \Delta d$ であることを確認しなさい。
- σ_θ のことを周方向応力，フープ応力，たが張り応力，たが応力などと呼ばれます。
- 外圧を受ける場合には，内圧 p の符号を逆にすればよいです。外圧を受ける薄肉構造体には座屈が生じる危険性があるがここでは取り扱いません。ただし，現実には問題となる場合があるので注意が必要です。
- 回転円筒は， $p = \rho t(d/2)\omega^2 = \rho t(d/2)(\pi N/30)$ とすればよいことを導いてみましょう。ここで， ρ は密度 (kg/m^3)， ω は角速度 ($1/\text{s}$)， N は回転数 (rpm) です。