

平成 17 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[基礎材料力学]

1 . 図 1 (a) に示す内径 d で肉厚 t の胴部が十分に長い薄肉円筒 ($d \gg t$) を用い、両端を図 1 (b) に示すようにふたをして、圧力容器を作製した。胴部中央付近の応力状態に関する以下の問いに答えよ。ただし、胴部中央付近では両端のふたによる拘束の影響を受けないものとする。また、厚さ方向の応力は、他の応力成分に比べて小さく、無視できるものとする。

【 20 点 】

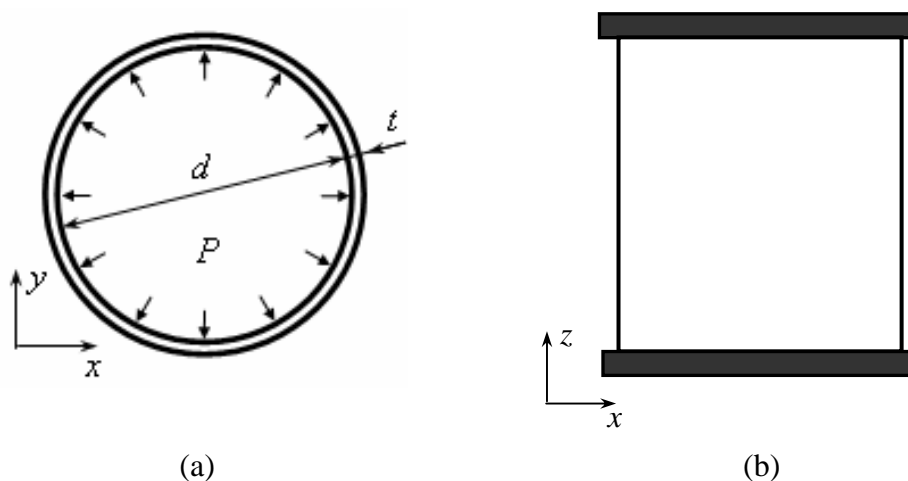


図 1

- (1) 内圧 P のときに発生する周方向応力 σ_θ と軸方向応力 σ_z を求めよ。
- (2) 胴部材料の降伏応力を σ_Y とする。一般に、直交座標系 x - y - z での垂直応力 σ_{xx} , σ_{yy} , σ_{zz} 、せん断応力 τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{zx} に関して、ミーゼス降伏条件は、次式で与えられる。

$$\frac{1}{2} \left[(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + (\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{zz} - \sigma_{xx})^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right] = \sigma_Y^2$$

内圧がいくらのときに胴部中央付近が降伏するか。

2. 長さ l の片持ち梁の自由端と、長さ h の棒の上端をピン結合し、図 2 に示す構造を作る。梁は水平方向を、棒は鉛直方向を向いている。棒の下端は変位が生じないように固定されている。棒も梁も同一材料で、ヤング率 E 、線膨張係数 α である。棒のみが加熱されて最初の状態より温度が t 上昇したとき、棒に発生する熱応力を求めたい。その算出過程である以下の記述の [イ] から [へ] にあてはまる式を答えよ。

【30点】

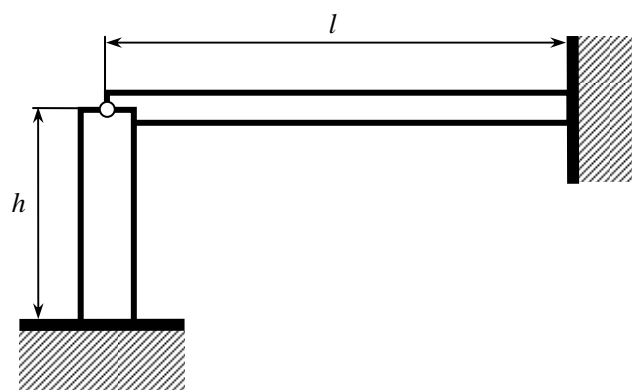


図 2

長さ h の棒の上端が梁に結合されていないとき、温度が t 上昇すると棒の全長は [イ] となる。棒の断面積を A とすれば、この温度のまま、棒の上端に鉛直下向き方向荷重 F (圧縮力) が加わると、全長は [ロ] となる。温度上昇と圧縮力により、棒は初期の長さ h から [ハ] 伸びたことになる。

梁の断面二次モーメントを I とする。梁の自由端に荷重 F が鉛直上向きに加わるとき、自由端に発生するたわみは、上向きに $w = \frac{Fl^3}{3EI}$ である。棒と梁がピン結合されているので、荷重 F が加

わったときの、棒の伸びとたわみが等しくなければいけない。したがって、[ニ] $= \frac{Fl^3}{3EI}$ 。これを解くと、 $F =$ [ホ] となり、棒に発生する熱応力は [へ] となる。

論点 [基礎材料力学]

- 1 . 内圧円筒に発生する二軸応力と降伏条件に関する理解度を問う。
- 2 . 熱応力と梁に関する基礎知識を問う。