平成２１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に示すように、長さ $2a$ の剛体棒 AB を、長さ l の３本の鋼線①、②、③で水平につるす。鋼線①、②、③の断面積は A、ヤング率は E である。左端 A から距離 $\frac{2}{3}a$ の点に鉛直下向き荷重 P が加わったとき、鋼線①、②、③に発生する応力 σ_1、σ_2、σ_3 を求めたい。その算出過程である以下の記述中の［ア］から［シ］に当てはまる式を答えよ。

【３０点】

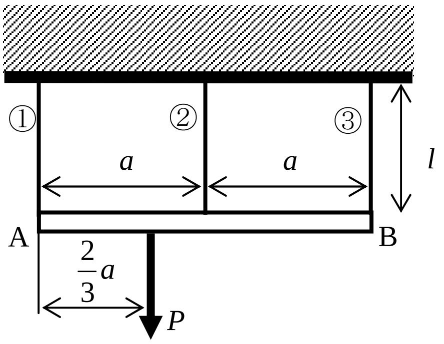

図１

鋼線①、②、③に働く軸力をそれぞれ T_1、T_2、T_3 とする。軸力と応力 σ_1、σ_2、σ_3 の関係は T_1 = ［ア］、T_2 = ［イ］、T_3 = ［ウ］である。鉛直方向の力の釣合いより P = ［エ］が成り立つ。また、A 点まわりのモーメントの釣合いより $\frac{2}{3}Pa$ = ［オ］が成り立つ。鋼線①、②、③の伸びをそれぞれ δ_1、δ_2、δ_3 とする。剛体棒は真直のままで傾くので、δ_1、δ_2、δ_3 の間には、$\delta_1 - \delta_2$ = ［カ］の関係が成立する。伸びと応力の関係は δ_1 = ［キ］、δ_2 = ［ク］、δ_3 = ［ケ］である。以上の関係から、σ_1、σ_2、σ_3 に関する連立一次方程式を導いて解くと、σ_1 = ［コ］、σ_2 = ［サ］、σ_3 = ［シ］となる。

２．図２に示す金属製の圧力容器に高圧ガスを充填する。胴部中央では無限に長い円筒とほぼ同じ状態が実現されていると考えてよい。胴部の肉厚 t は内半径 r に比べ十分小さく、薄肉円筒の仮定が成立する。容器のヤング率を E、ポアソン比をνとする。内圧を p（ゲージ圧）で表し、胴部の円周方向をθ方向、胴部中心軸方向を z 方向とする。円周方向の応力σ_θと軸方向の応力σ_zに比べて半径方向（肉厚方向）の応力は小さく無視できるとする。以下の問いに答えよ。

【３０点】

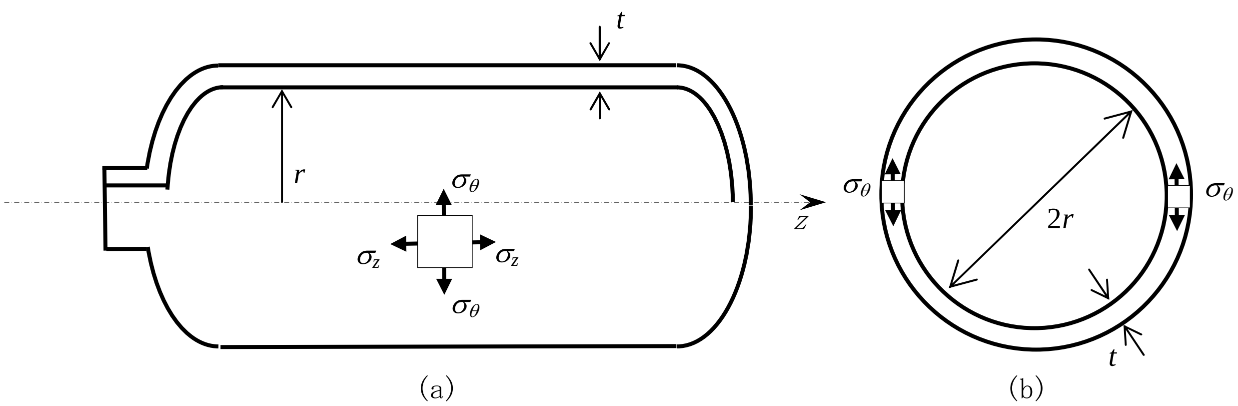

図２

(1)　胴部中央で発生する円周方向の応力σ_θ及び軸方向の応力σ_zを t、r、p で表せ。

(2)　胴部中央部で発生する円周方向のひずみε_θ及び軸方向のひずみε_zを t、r、E、ν、p で表せ。

(3)　胴部中央部での最大主応力が限界値σ_aに達すると破裂するものとする。そのときの内圧 p_aを求めよ。

(4)　胴部中央で破裂した場合、き裂はどの方向に入るか。略図で示せ。

３．図３に示す長さ l の真直な梁の両端を単純支持する。単位長さ当たり q の等分布荷重が鉛直下向きに加わっている。縦主軸に沿って梁の断面は一様であり、断面二次モーメントは I である。また梁のヤング率を E とし、自重の影響は無視できるとする。以下の問いに答えよ。

【４０点】

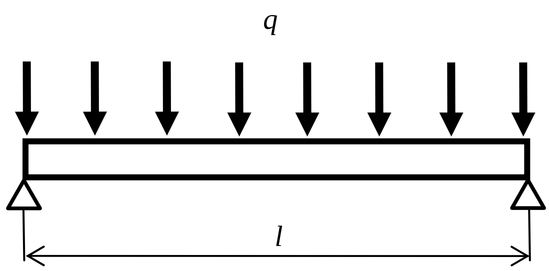

図３

(1)　両端の支持反力を求めよ。

(2)　最大の曲げモーメントが発生する位置とその値を求めよ。

(3)　最大のたわみが発生する位置とその値を求めよ。