

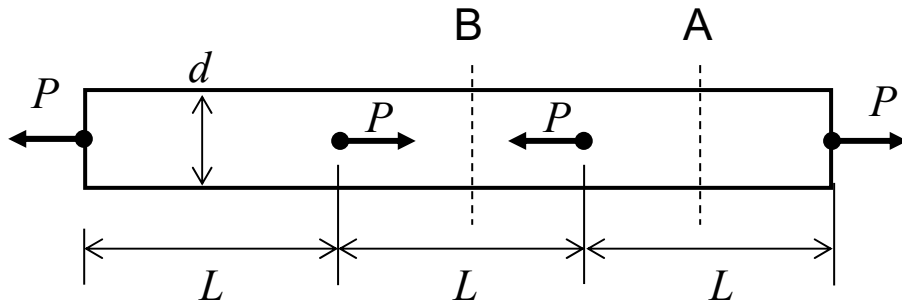
材料力学Ⅰ 確認テスト 問題用紙 (2023 年度)

[1] 図のように、長さ $3L$ 、直径 d の丸棒の 4 か所に外力 P が負荷されている。丸棒のヤング率は E 、円周率は π として、以下の問いに答えよ。ただし、棒の自重は無視せよ。

- (1) 断面 A に作用する応力を求めよ。
- (2) 断面 B に作用する応力を求めよ。
- (3) 丸棒全体の変形量を求めよ。

以下の問いでは、 $d=10.0\text{mm}$ 、 $P=15.0\text{kN}$ 、 $L=100\text{mm}$ 、 $E=200\text{GPa}$ 、円周率を 3.14 とする。

- (4) 丸棒に作用する応力の最大値を MPa の単位で有効数字 3 桁で答えよ。
- (5) 丸棒全体の変形量を mm の単位で有効数字 3 桁で答えよ。

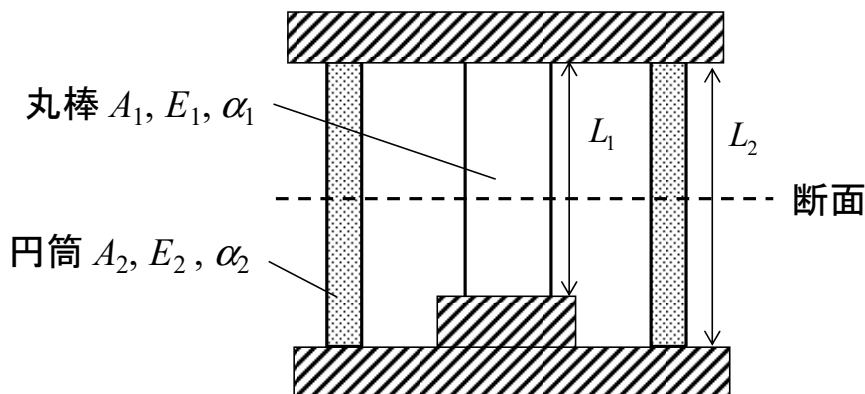


[2] 図のように、長さ L_1 の丸棒と長さ L_2 の円筒の両端を剛体板に接合して固定した。この時、各部材に応力、ひずみは発生していない。その後、温度を ΔT 上昇させた。丸棒と円筒の断面積、ヤング率、線膨張係数はそれぞれ A_1, E_1, α_1 および A_2, E_2, α_2 である。以下の問いに答えよ。

- (1) 剛体板が無い場合、丸棒の熱膨張による変形量 λ_1^T を求めよ。

実際には、各部材は剛体板に接合されているため、熱応力が発生する。以下では、丸棒と円筒の熱応力をそれぞれ σ_1, σ_2 とする。

- (2) 熱応力による丸棒の変形量 λ_1 を σ_1 を用いて求めよ。
- (3) 破線で示す断面で仮想切断した場合の力のつり合い式を σ_1, σ_2 を用いて示せ。
- (4) この問題の変形の条件を説明せよ (記述式)。
- (5) 熱応力 σ_1 を求めよ。

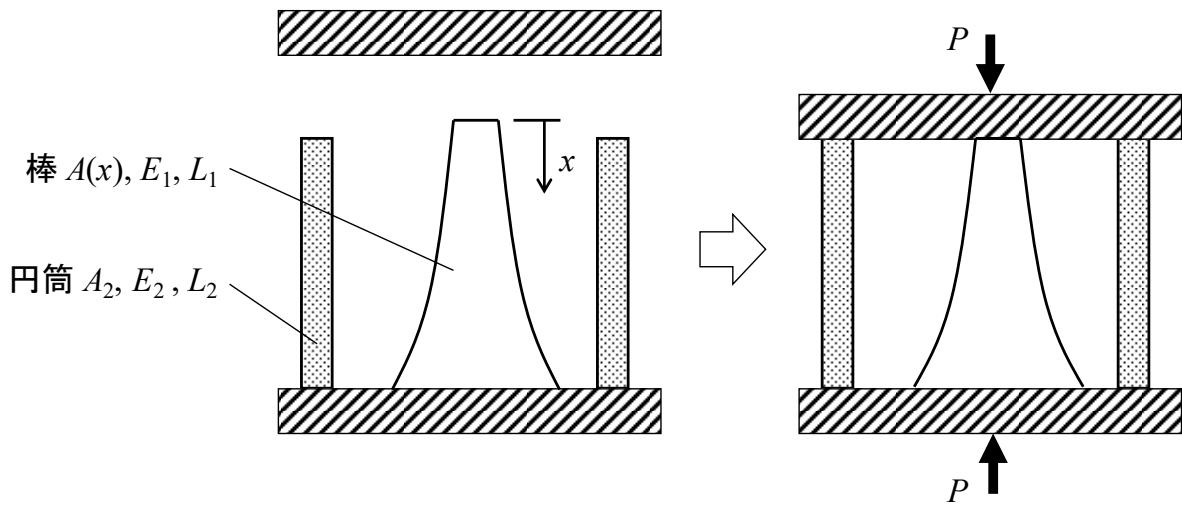


[3] 図に示すように、断面積が変化する長さ L_1 の棒と断面積が A_2 で長さが L_2 の円筒がある。2枚の剛体板を荷重 P で押し付けると、棒の長さがちょうど L_2 となった。このとき円筒の応力は0(ゼロ)である。棒の上端からの距離を x とすると、断面積は $A(x) = A_0 e^{x/L_1}$ である。棒と円筒のヤング率はそれぞれ E_1, E_2 である。自重は考慮せずに、以下の問いに答えよ。

- (1) 棒の上端から距離 x の断面に作用する応力を求めよ。
- (2) 棒の変形量を求めよ。ただし、 L_2 を使用してはならない。

次に、剛体板に棒と円筒を接合した後に、荷重 P を取り除いた。

- (3) 棒と円筒の変形量をそれぞれ λ_1, λ_2 として、この問題の変形に関する条件を式で表せ。
- (4) 棒と円筒に作用する内力をそれぞれ Q_1, Q_2 とし、これらを用いて力のつり合い式を示せ。
- (5) 棒に作用する応力を求めよ。



[4] 図のようにクレーンを用いて質量 M の荷物を持ち上げる。ワイヤーロープは材質の異なる2種類のワイヤーロープが直列に連結されている。下部と上部のワイヤーロープの質量密度とヤング率はそれぞれ ρ_1, E_1 および ρ_2, E_2 であり、直径、長さはともに D, L である。ワイヤーロープの下端からの距離を x とし、重力加速度を g として以下の問いに答えよ。

- (1) 下端からの距離が x (ただし、 $x < L$)の断面に作用する応力を求めよ。
- (2) 下端からの距離が x (ただし、 $L < x < 2L$)の断面に作用する応力を求めよ。
- (3) 下部のワイヤーロープの変形量を求めよ。
- (4) 上部のワイヤーロープの変形量を求めよ。

(5) $\rho_1 = 2.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3, E_1 = 70.0 \text{ GPa}, \rho_2 = 7.86 \times 10^3 \text{ kg/m}^3, E_2 = 200 \text{ GPa}, D = 10.0 \text{ mm}, L = 100 \text{ m}, g = 9.81 \text{ m/s}^2, \pi = 3.14$ とし、基準強さを 500 MPa 、安全率を 5 とする。このワイヤーロープが吊り上げられる質量 M の最大値を求めよ。ただし、単位は kg として有効数字3桁で解答せよ。

