

材料力学 参考問題

1. 断面積が A_0 で等しく、温度 T_0 での自然長が L_0 で等しい 3 本の柱がある。これら 3 本の柱が、図 1 に示されるように、上下端を剛体板に接合されている。ただし、剛体板の中央に配置されている柱は、縦弾性係数が E_1 、線膨張係数が α_1 であり、その両側に中央の柱との中心間距離 C で配置されている 2 本の柱は、縦弾性係数が E_2 、線膨張係数が α_2 である。ここで、 $0 < E_1 < E_2$ かつ $0 < \alpha_1 < \alpha_2$ である。柱と剛体板の自重は無視して以下の問いに答えよ。

- (1) 温度 T_0 において、図 2 に示されるように、上部剛体板の中央に重量 W_0 の物体を載せた。このときの柱のひずみを求めよ。また、そのときに各柱に働く応力を求めよ。
- (2) 問(1)の状態から重量 W_0 の物体を取り除いた後、温度を T_0 から ΔT だけ上昇させた。このときの柱のひずみを求めよ。また、そのときに各柱に働く応力を求めよ。
- (3) 問(1)の状態のとおり、重量 W_0 の物体を上部剛体板の中央に載せたまま、温度を T_0 から ΔT だけ上昇させた。このときに各柱に働く応力を求めよ。

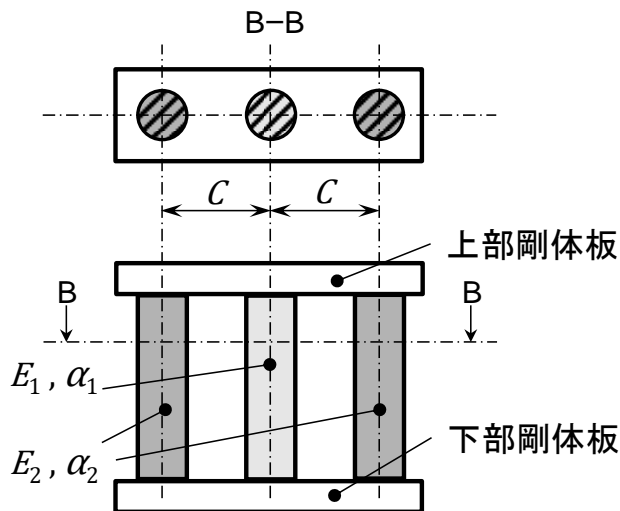


図 1

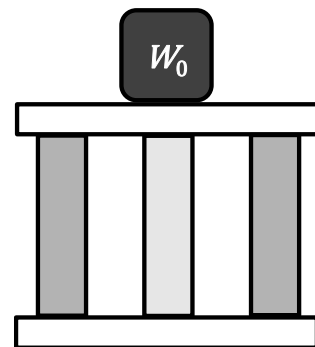


図 2

2. 以下の問いに答えよ。

- (1) 図3に示されるとおりの平面応力 ($\sigma_x=200 \text{ MPa}$, $\sigma_y=0 \text{ MPa}$, $\tau_{xy}=100 \text{ MPa}$) が与えられている. この応力状態に対応するモールの応力円を描け. また, このときの最大主応力および最小主応力について, それらの大きさと作用方向を求めよ.
- (2) ある均質・等方な材料の降伏強度を単軸引張試験によって評価したところ, 引張応力が 250 MPa に達したところで降伏した. この材料に図3に示されるとおりの平面応力が作用したときに, 降伏するか否かを判定せよ. 理由も述べること. ただし, 最大せん断応力が材料固有の限界値に達したときに降伏するものと考えよ.

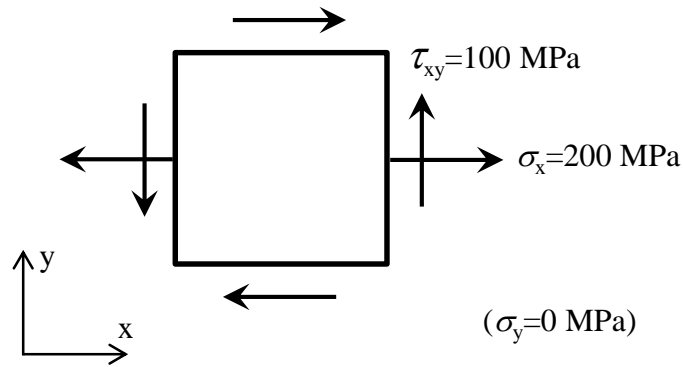


図3

3. 図1に示されるような段付きの中実丸棒がある. この棒の区間 AB の直径ならびに長さは d_1 および $L/3$ であり, 区間 BD の直径ならびに長さは d_2 および $2L/3$ である. なお, d_1 は d_2 よりも小である. この棒の両端は剛体壁に固定されており, 材料のせん断弾性係数は G である. 図4に示されるように, 区間 BD の中点である C 点にねじりモーメント M_t を加えた. 以下の問いに答えよ. 答の導出過程も記述すること. なお, 応力集中は無視せよ.
- (1) 丸棒の両固定端 A および D に生じるねじりモーメントをそれぞれ求めよ.
- (2) C 点のねじれ角 ϕ_c を求めよ.
- (3) 区間 AB に働くねじり応力と区間 CD に働くねじり応力の比を求めよ.

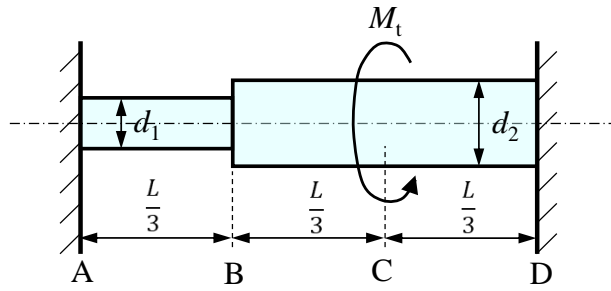


図 4

4. 図 5 に示されるように、全長 $3L$ のはりが両端から距離 L 離れた 2 点 A および B で支持されており、両端に集中荷重 W_1 と W_2 が作用している。

ただし、 $2W_2 > W_1 > W_2$ である。以下の問いに答えよ。はりの自重は無視できるものとする。答の導出過程も記述すること。

- (1) 点 A および点 B に働く反力をそれぞれ求めよ。
- (2) せん断力線図を描け。
- (3) 曲げモーメント線図を描け。

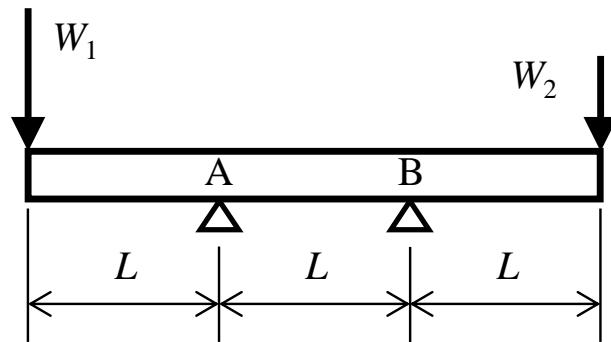


図 5

5. 直径 d 全長 $4L$ の中実丸棒があり、その両端が壁に固定されている。丸棒は脆性材料で出来ており、その横弾性係数は G である。丸棒の左端から L の位置にねじりモーメント M_t が作用し、右端から L の位置にはその 2 倍のねじりモーメント (す

なわち $2M_t$) が同じ向きに作用している (図 6). ここで, M_t は変数であり, その大きさを徐々に増加させていくと, M_t が M_{t0} に達するときに, 丸棒が脆性材料特有の破断面を呈して破壊することがわかっている. 以下の問いに答えよ.

- (1) この丸棒の各部位のねじりモーメントを求め, 図 7 の形式のグラフとして作図せよ.
- (2) どのような向きに破断面が形成されると考えられるかを理由とともに答えよ.
- (3) 丸棒の最大主応力がこの材料の引張り強度 σ_{TS} に達したときに破壊が生じるものと仮定して, σ_{TS} と M_{t0} の関係を求めよ.

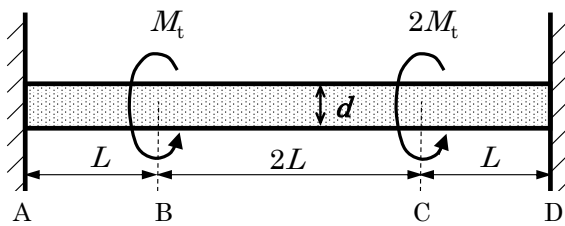


図 6

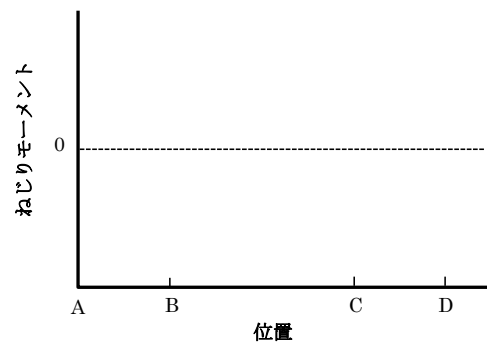


図 7