

材料力学の問題集

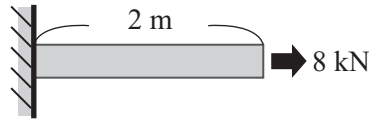
車谷 麻緒 (茨城大学 工学部 都市システム工学科)

このテキストは、材料力学の講義に関する問題集です。ノートやプリントを見直すだけでなく、必ず一度は、自分の手を動かして解答を書いてください。解答だけでなく、問題も書き写すとさらに学習効果が高まります。中間テスト・期末テストでは、基本的に、この問題集をベースに出題します。まったく同じ問題を出す場合もあれば、数値を変えたり、問い方を変えたりする場合があります。このテキストの問題をすべて解答することができれば、中間テスト・期末テストともに 80 点以上とることができます。

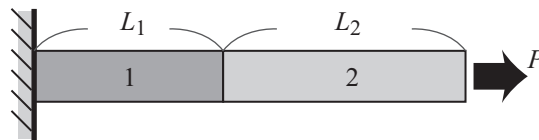
1 下記の問いに答えよ。必要に応じて図を用いてよい。

- 物体の「つり合い」について説明せよ。
- 「外力と内力の違い」について説明せよ。
- 「応力」と「応力の単位」について説明せよ。
- 「垂直応力」と「せん断応力」について説明せよ。
- 「ひずみ」と「ひずみの単位」について説明せよ。
- 「縦ひずみ」と「横ひずみ」について説明せよ。
- 「せん断ひずみ」について説明せよ。
- 材料の「引張試験」について説明せよ。
- 材料の性質である「延性」と「脆性」について説明せよ。
- 材料の性質である「線形」と「弾性」について説明せよ。
- 材料の性質である「塑性」について説明せよ。
- 「フックの法則」と「ヤング率」について説明せよ。
- 「ポアソン効果」と「ポアソン比」について説明せよ。
- 「静定問題」と「不静定問題」について説明せよ。
- 材料の「疲労」について説明せよ。
- 材料の「クリープ」について説明せよ。
- はりの「断面二次モーメント」について説明せよ。
- はりの「曲げ応力」について説明せよ。
- 柱の「座屈」がなぜ力学的に重要かを説明せよ。
- 「トラスの力学的特徴」のうち、重要な点を 2 つ述べよ。
- 「ひずみエネルギー」について説明せよ。
- 「モールの応力円」について説明せよ。
- 「主応力」について説明せよ。
- 鋼材のヤング率は約 GPa , コンクリートのヤング率は約 GPa である。
- 十分に広い板に円孔がある場合、周囲の平均応力と比較して、理論的には の応力集中が円孔表面に生じる。
- 十分に広い板にき裂がある場合、き裂の先端では、理論的には の応力集中が生じる。
- 鋼材の引張試験における典型的な応力-ひずみ曲線を描け。縦軸と横軸の説明も書くこと。
- 先端に集中荷重が作用する片持はりの図とその変形図を描き、たわみとたわみ角がゼロの箇所と最大の箇所を図示せよ。
- 中央に集中荷重が作用する単純はりの図とその変形図を描き、たわみとたわみ角がゼロの箇所と最大の箇所を図示せよ。

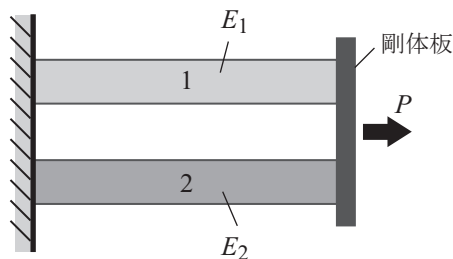
- 2 図のように，長さ 2 m ，断面積 200 mm^2 の棒部材の先端に 8 kN の荷重を与えた．棒部材のヤング率を 100 GPa ，ポアソン比を 0.2 とする．引張りを正として，下記の問いに答えよ．



- 棒に生じる垂直応力を求めよ．
 - 棒に生じる縦ひずみを求めよ．
 - 棒の先端での変位を求めよ．
 - 棒に生じる横ひずみを求めよ．
- 3 図のように，長さ L_1 の棒部材 1 と長さ L_2 の棒部材 2 を直列に繋ぎ，荷重 P で引張ったところ，棒全体が d だけ伸びた．棒 1 と 2 の断面積をともに A ，棒 1 と 2 のヤング率をそれぞれ E_1, E_2 とする．以下の問いに答えよ．

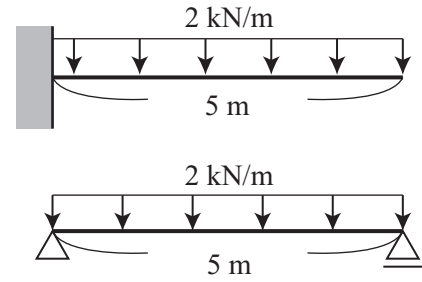
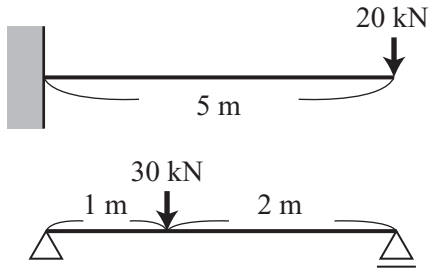


- A と P を用いて，棒 1 と 2 に生じる垂直応力 σ_1, σ_2 を求めよ．
 - 棒 1 と 2 に生じる垂直ひずみ $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ を求めよ．
 - 棒全体の伸びを d を求めよ．
- 4 図のように，断面積の等しい 2 つの棒部材 1 と 2 からなる合成構造に剛体板を取り付け，引張荷重 P を与えた．棒部材 1 と 2 の断面積を A ，ヤング率をそれぞれ E_1, E_2 とする．以下の問いに答えよ．

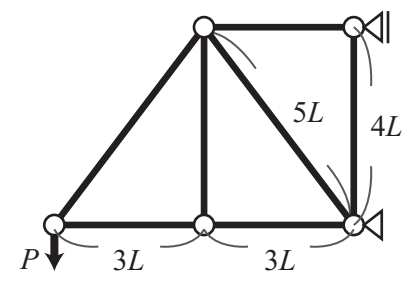
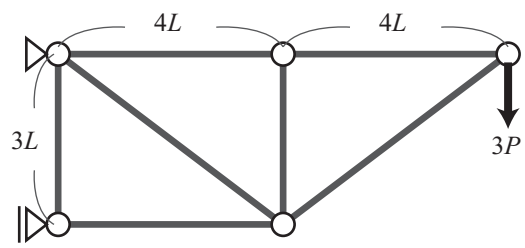


- 棒部材 1 と 2 に生じる垂直応力を σ_1, σ_2 とし，剛体板における力のつり合い式を示せ．
 - この問題を解くための「変形に関する適合条件」は何か答えよ．
 - この問題における「変形に関する適合条件式」を示せ．
 - σ_1, σ_2 を求めよ．
- 5 ヤング率 25 GPa ，線膨張係数 $4 \times 10^{-6}\text{ 1/K}$ ，長さ 5 m の棒部材が，温度 10 から 60 に一様に上昇したとする．引張りを正として，以下の問いに答えよ．
- 棒部材の片方のみ変形を拘束した場合，棒に生じるひずみと熱応力，棒の先端での変位を求めよ．
 - 棒部材の両端を拘束した場合，棒部材に生じる熱応力を求めよ．

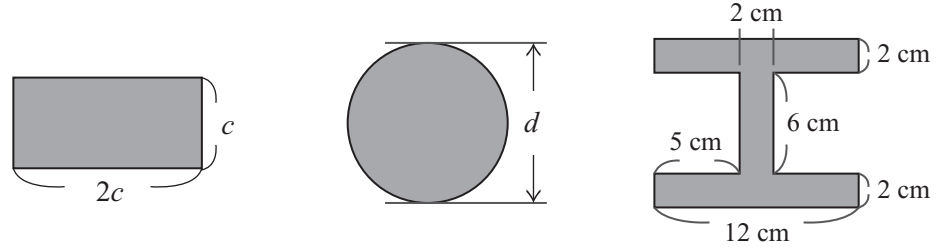
- 6 下記に示す梁について、支点反力・せん断力図 (S 図)・曲げモーメント図 (M 図) を描け．
単位に注意し、支点反力は値が正になるよう図示すること．



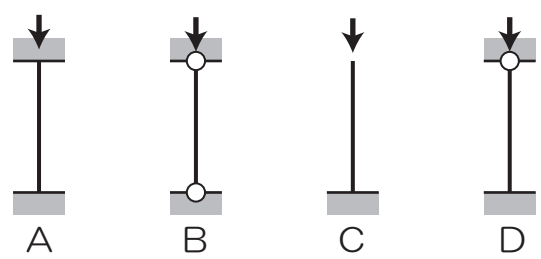
- 7 下記に示すトラス構造について、支点反力と各部材に生じる軸力を求めよ．支点反力は値が正になるよう図示すること．



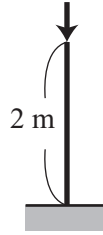
- 8 下記に示す断面について、水平方向の中立軸に対する断面二次モーメントを計算せよ．



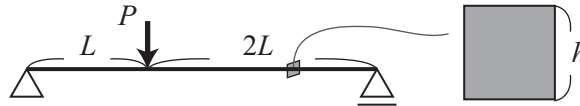
- 9 下に示した A ~ D の 4 種類の柱の境界条件を、座屈に弱い条件から強い条件に並び替えよ．



- 10 単位に注意して，図に示した柱のオイラー座屈荷重 P_{cr} と座屈応力 σ_{cr} を求めよ．ただし，ヤング率を 200 GPa，断面二次モーメントを 20 cm^4 ，断面積を 500 mm^2 とし，柱の拘束係数は 0.25 である．また，簡単のため， π^2 は 10 とする．

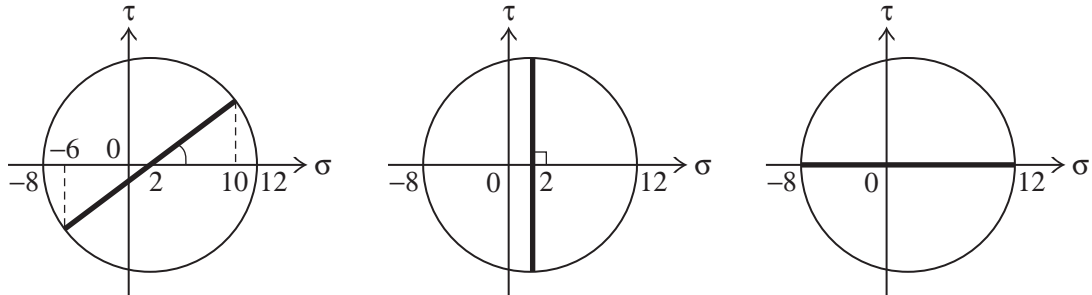


- 11 下図の単純はりについて，S 図と M 図を描き，曲げ応力の最大値を求めよ．また，ヤング率を E ，断面二次モーメントを I とし，カステリアノの定理を用いて荷重点でのたわみを求めよ．



- 12 モールの応力円について，下記の問いに答えよ．

- 次のモールの応力円から「応力テンソル」を読み取れ．



- 次の応力テンソルから「モールの応力円」を描け．

$$\begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 8 \\ 8 & -11 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 4 \\ 4 & 2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -8 \end{bmatrix}$$