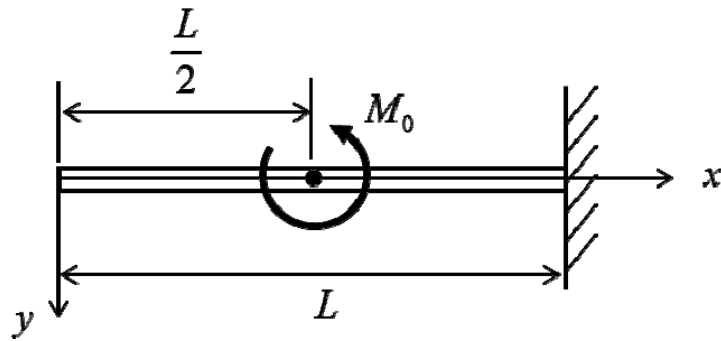


# 材料力学Ⅰ 期末試験 問題用紙 (2022 年 7 月 26 日)

注意事項： 筆記用具・関数電卓のみ持ち込み可。

〔1〕 図に示すように、長さ  $L$  の片持はりの自由端から  $L/2$  の位置に反時計回りのモーメント  $M_0$  が作用している。自由端からの距離を  $x$  とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 支持反力の大きさを求めよ。
- (2) 支持モーメントの大きさと向きを求めよ。
- (3) せん断力図を描け。ただし、図を構成する主要な値を必ず記入すること。
- (4) 曲げモーメント図を描け。ただし、図を構成する主要な値を必ず記入すること。



〔2〕 図 1 に示すように、長さ  $L$  の片持はりの  $0 \leq x \leq L/2$  の位置に単位長さあたり  $q_0$  の分布荷重が作用している。ここで、 $x$  は自由端からの距離である。以下の問いに答えよ。

- (1) 位置  $x$  のせん断力  $Q$  を求めよ。
- (2) 位置  $x$  の曲げモーメント  $M$  を求めよ。
- (3) はりの断面形状は高さ  $h$ 、幅  $b$  の長方形とする。  $L/2 \leq x \leq L$  において、位置  $x$  の上表面に生じる曲げ応力  $\sigma(x)$  を求めよ。
- (4) はりに作用する曲げ応力の最大値が (3) のはりの場合の半分になるように剛性を向上させたはりを設計する。はりの断面は高さ  $h'$ 、幅  $b/2$  の長方形とする。適切な高さ  $h'$  を求めよ。
- (5) 軽量化を目的として、図 2 に示すように、はりの断面形状は高さ  $h$ 、幅  $b$  の長方形に高さ  $h/2$ 、幅  $b/2$  の長方形の空洞を空けた形状とした。なお、空洞ははりの全長に渡って空けられており、断面と空洞の図心は一致している。このはりに作用する曲げ応力の最大値  $\sigma_{\max}$  を求めよ。

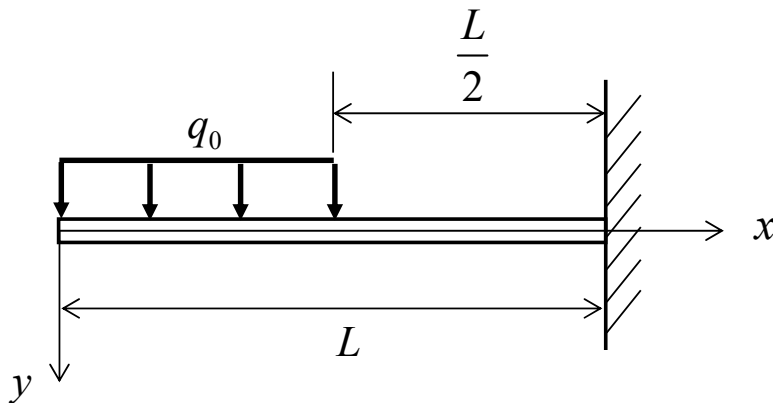


図 1

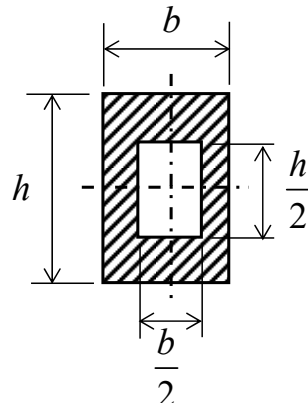
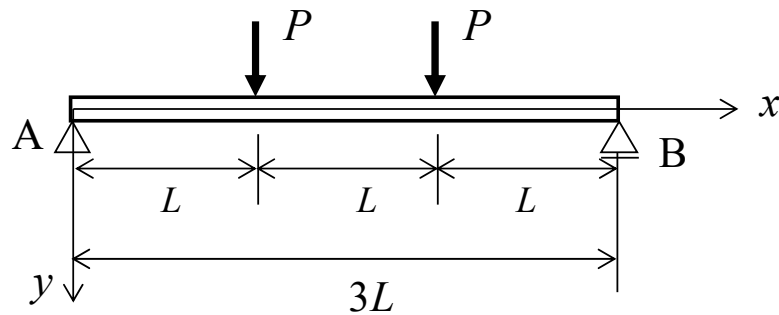


図 2

〔3〕図に示すように、長さ  $3L$  の単純支持はりの2か所に集中荷重  $P$  が作用している。はりのヤング率を  $E$ 、円周率を  $\pi$  とし、断面形状にかかわらずはりの質量密度は  $\rho$  で一定とする。点 A からの距離を  $x$  とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 特異関数を用いて曲げモーメントを距離  $x$  の関数として表せ。
- (2) はりの断面二次モーメントを  $I_z$  とし、たわみ  $y(x)$  を求めよ。
- (3) はりの断面二次モーメントを  $I_z$  とし、たわみの最大値  $y_{\max}$  を求めよ。
- (4) はりは直径  $D$  の丸棒とする。たわみの最大値  $y_{\max}$  を求めよ。
- (5) 軽量化を目的として、はりを外径  $2D$ 、内径  $d$  の円筒とした。ただし、たわみの最大値が (4) と等しくなるように内径  $d$  を決めた。はりの質量比、すなわち、「(5) のはりの質量 / (4) のはりの質量」を有効数字3桁で答えよ。
- (6) (5) において、はりの質量比は1未満である。はりを丸棒から円筒に変更することで、たわみの最大値が等しいまま質量を減らすことができた。その力学的な理由を簡潔に答えよ。



〔4〕図3に示すように、長さ  $2L$ 、直径  $D$  の鉄鋼製の丸軸の自由端にねじりモーメント  $T_0$  が負荷されている。鉄鋼のせん断弾性係数を  $G$ 、円周率を  $\pi$ 、固定端からの距離を  $x$  とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 丸軸の表面に作用するせん断応力  $\tau$  を求めよ。
- (2) 丸軸の比ねじれ角  $\theta$  を求めよ。
- (3) 丸軸全体のねじれ角  $\phi$  を求めよ。

次に、図4に示すように、 $L \leq x \leq 2L$  の範囲に直径  $d$  (ただし、 $d < D$ ) の穴を空けて部分的に中空丸軸とした。

- (4) 軸に発生するせん断応力の最大値  $\tau_{\max}$  を求めよ。
- (5) 軸全体のねじれ角  $\phi$  を求めよ。

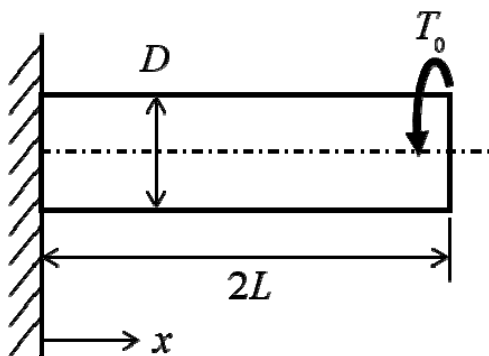


図3

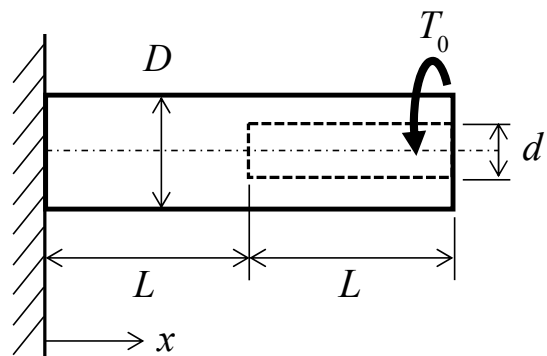


図4