

令和3年度入学者選抜試験問題
山形大学大学院理工学研究科博士前期課程
(令和2年8月実施)

【機械システム工学専攻】

専門科目
(材料力学, 熱と流体の力学, 運動と力学)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の本文は、1ページから5ページまでです。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 監督者の指示に従って、すべての解答用紙に受験番号を正しく記入してください。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
5. 専門科目（3科目）すべてを解答してください。
6. 解答用紙は3枚あります。解答は科目毎に異なる解答用紙を用い、それぞれの解答用紙の「受験科目」欄に、解答する科目名（「材料力学」、「熱と流体の力学」、「運動と力学」のいずれか）を記入してください。また、解答は表裏面から記入し、^{おもて}表^{おもて}面に書ききれない場合は裏面を使用しても構いません。
7. 計算によって答えを求めるときは、その過程も示してください。
8. 試験終了後、問題冊子および草案用紙は持ち帰ってください。

科目名：材料力学

1. 図1のように、長さ l 、下端Aの幅 b_1 、上端Bの幅 b_2 の台形状の厚さ h_0 の板が、上端Bで剛な天井に固定されている。この板のヤング率は E 、密度は ρ である。重力加速度を g として以下の問い合わせに答えよ。

- (1) 板の下端Aから距離 x の位置における垂直応力 $\sigma(x)$ を求めよ。
- (2) 上端Bに生じる垂直応力を求めよ。
- (3) $b_1 = b_2$ の場合に対する垂直応力 $\sigma(x)$ と板の伸び λ を求めよ。

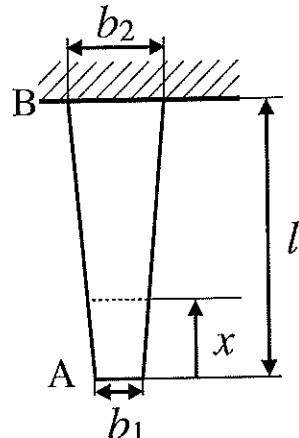


図1

2. 図2に示すように、支間長 $2l$ の単純支持はりが2点(DとE)でそれぞれ集中荷重 P を受けている。曲げ剛性 EI は、はり全長にわたって一定とする。以下の問い合わせに答えよ。

- (1) 支点A、Bからはりが受ける支持反力を図示し、それらの大きさを求めよ。
- (2) せん断力図(SFD)および曲げモーメント図(BMD)を描け。それぞれの図には、せん断力と曲げモーメントの最大値・最小値とそれらが発生する位置を明示すること。
- (3) 点Cと点Dにおけるたわみを求めよ。
- (4) はりの断面が図3のような長方形断面であるとき、点Cの位置の断面における最大曲げ応力 $\sigma_{c\max}$ を求めよ。

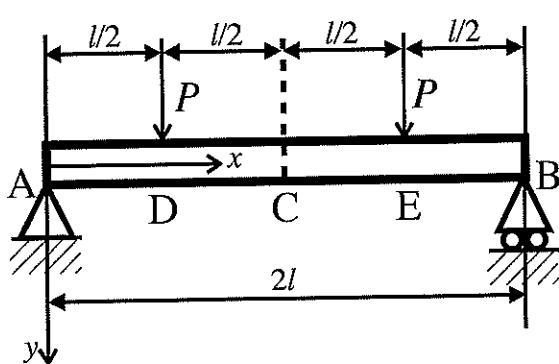


図2

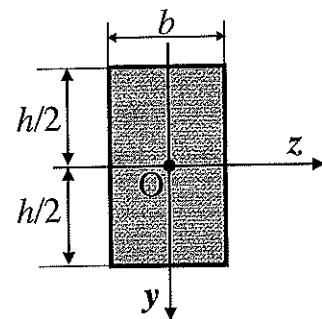


図3

科目名：熱と流体の力学

1. 図 1 に示すように、理想気体が状態 1 (p_1, v_1, T_1) から状態 2 (p_2, v_2, T_2) まで、可逆的にポリトロープ変化を行ったとする。なお、ポリトロープ比熱 c_n ($= \frac{n-\kappa}{n-1} c_v$)、定積比熱 c_v 、ポリトロープ指数 n 、圧力 p 、温度 T 、比内部エネルギー u 、比体積 v 、比熱比 κ とする。

- (1) 状態 1 から状態 2 への変化で系が行う絶対仕事 w_{12} を n, u_1, u_2, κ を用いて表せ。
- (2) 状態 1 から状態 2 への変化で系が行う工業仕事 w^*_{12} を n, w_{12} を用いて表せ。
- (3) 状態 1 から状態 2 への変化で系に供給された熱量 q_{12} を c_n, T_1, T_2 を用いて表せ。

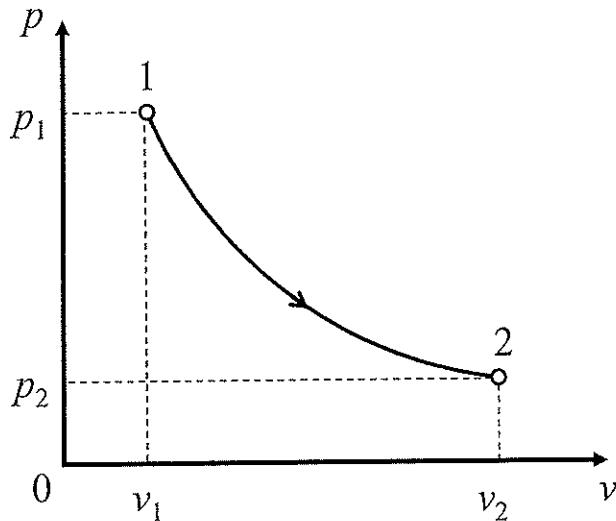


図 1

この科目の問題は次頁に続きます。

科目名：運動と力学

水平面に置かれた円柱の中心軸と外周に図1のようにワイヤーを巻き付け、水平方向に一定の張力 T_1 および T_2 で引っ張った。円柱の質量を M 、半径を R 、水平面と円柱の摩擦の大きさを F とする。重力加速度の大きさを g とする。ワイヤーと水平面の干渉は無視してよい。

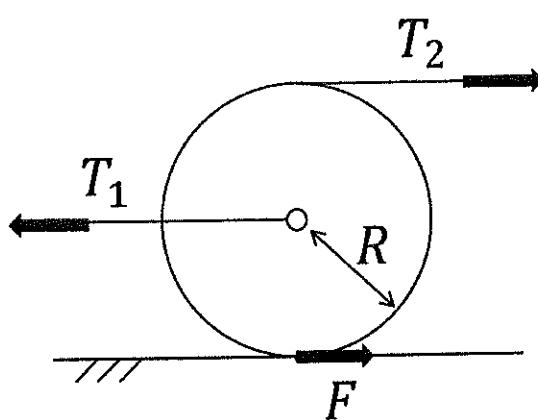


図1

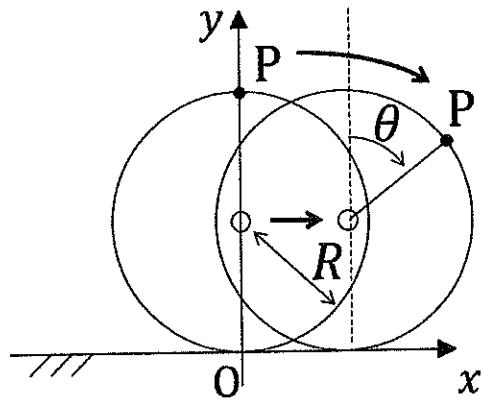


図2

- (1) 円柱が静止状態にあるとき、張力（大きさ） T_1 および T_2 を、それぞれ摩擦力の大きさ F で表せ。
- (2) 水平面と円柱の静止摩擦係数を μ とする。円柱の静止状態を維持できる張力 T_1 の最大値を求めよ。
- (3) 張力 $T_1 = 0$ とし、 T_2 のみ作用させたところ、円柱は右へ転がりはじめた。このときの時計まわりの角加速度を β とし、円柱の並進および回転の運動方程式を書き、重心の右方向への加速度 a を、 M および T_2 を用いて表せ。円柱の重心まわりの慣性モーメント I を $(MR^2)/2$ とする。水平面と円柱は滑らない。
- (4) 座標軸を図2のとおり設定し、右方向へ転がる円柱の周上の点Pの座標 (x, y) を、回転角 θ および R を用いて表せ。ただし、 $t = 0$ において、 $\theta = 0$ 、 $(x, y) = (0, 2R)$ である。重心の水平方向への移動量は $R\theta$ である。
- (5) 点Pの各軸方向の速度成分 \dot{x} および \dot{y} を、 R 、 θ および回転の角速度 $\dot{\theta}$ を用いて表せ。

- (6) 角加速度が一定と考え、点Pの位置および速度の成分 x, y および \dot{x}, \dot{y} として適切なグラフを、図3のア、イおよび図4のウ、エより選択し答えよ。

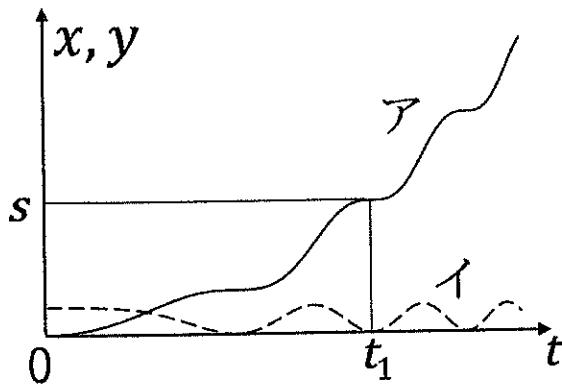


図3

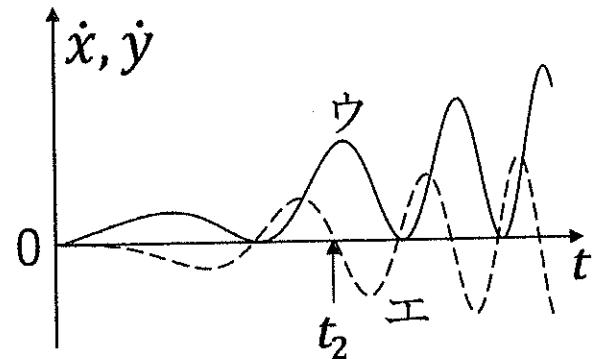


図4

- (7) 図3および図4における時刻 t_1 、座標 s 、および時刻 t_2 を、それぞれ角加速度 β および R より必要な記号を用いて表せ。ただし、 $t = 0$ のとき $\dot{x} = \dot{y} = 0$ である。