

令和4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3年8月実施)

【機械システム工学専攻】

専門科目

(材料力学, 熱力学・流体力学, 機械力学)

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4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」、「熱力学・流体力学」、「機械力学」のいずれか）**を記入してください。また、解答は表^{おもて}面から記入し、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。

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
(10月入学)
(令和3年8月実施)

【機械システム工学専攻】

専門科目

(材料力学, 熱力学・流体力学, 機械力学)

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4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」、「熱力学・流体力学」、「機械力学」のいずれか）**を記入してください。また、解答は表^{おもて}面から記入し、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. (1) ヤング率 $E = 200$ [GPa], ポアソン比 $\nu = 0.3$ の材料でできた, 直径 $d_0 = 10$ [mm] の円形断面をもつ長さ $l_0 = 1.0$ [m] の棒の軸方向に引張荷重を加える。応力が $\sigma = 200$ [MPa] になるときの荷重 P [N] と, そのときの棒の長さ l [m] および断面の直径 d [mm] を求めよ。ただし, 円周率は 3.14 とする。

- (2) ヤング率 E , 線膨張率 α の材料でできた長さ l の棒の両端を固定し, 温度を ΔT だけ上昇させる。このとき, 棒に生じる熱応力 σ_T を求めよ。

- (3) 図 1 のように, 材質の異なる長さ l の 2 本の棒 (棒 1 : 断面積 A_1 , ヤング率 E_1 , 棒 2 : 断面積 A_2 , ヤング率 E_2) の両端を 2 枚の剛体板で固定し, 2 枚の剛体板に上下方向の荷重 W を加えたところ, 2 枚の剛体板は平行を保ったまま上下方向に変位した。このとき, 棒 1, 棒 2 に生じる応力 σ_1, σ_2 , および棒の伸び λ を求めよ。

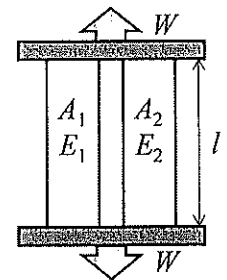


図 1

2. 図 2-1 のように, 単位長さあたりの荷重が w である等分布荷重を受ける長さ l の片持はり AB (固定端 A, 自由端 B) がある。このはりの曲げ剛性 EI は, はりの全長にわたって一定であるとする。以下の問いに答えよ。

- (1) 固定端 A における支持反力 R_A および支持モーメント M_A の大きさを求めよ。
- (2) 固定端 A からの距離が x である点でのせん断力 $F(x)$ および曲げモーメント $M(x)$ を求め, せん断力図 (SFD) および曲げモーメント図 (BMD) を描け。
- (3) 自由端 B のたわみ δ を求めよ。
- (4) 図 2-2 のように, 等分布荷重を取り除き, 自由端 B に上向きの集中荷重 P だけを加えた。このときの自由端のたわみ δ_p を求めよ。
- (5) 下向きの等分布荷重 w と自由端の上向きの集中荷重 P を同時に加えたところ, 自由端のたわみが 0 となった。このときの荷重 P を w と l を用いて表せ。

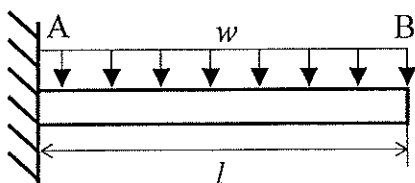


図 2-1

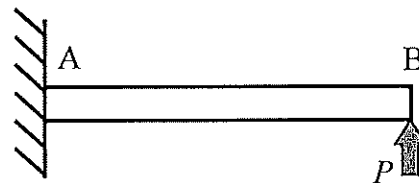


図 2-2

科目名：熱力学・流体力学

1. 図1の p - v 線図 (p : 圧力, v : 比体積) は, 状態1から状態2まで等圧変化し, 状態2から状態3まで等積変化した後, 状態3から状態1まで等温変化する, ある熱機関が行うサイクルを示す。理想気体を作動流体とするこの熱機関について次の各問に答えよ。ただし, この理想気体の気体定数, 定圧比熱, 定積比熱はそれぞれ R, c_p, c_v とする。

- (1) 状態1の温度 T_1 を R, p_H, v_L を用いて表せ。
- (2) 状態2の温度 T_2 を T_1, v_H, v_L を用いて表せ。
- (3) 状態2から状態3への等積変化にともなう単位質量あたりの熱量 q_{23} を c_p, c_v, R, T_1, T_2 のうち必要な記号を用いて表せ。
- (4) 状態3から状態1への等温変化にともなう単位質量あたりの絶対仕事 w_{31} を R, T_1, v_H, v_L を用いて表せ。
- (5) この熱機関の熱効率 η を $c_p, c_v, R, T_1, T_2, q_{23}, w_{31}$ のうち必要な記号を用いて表せ。

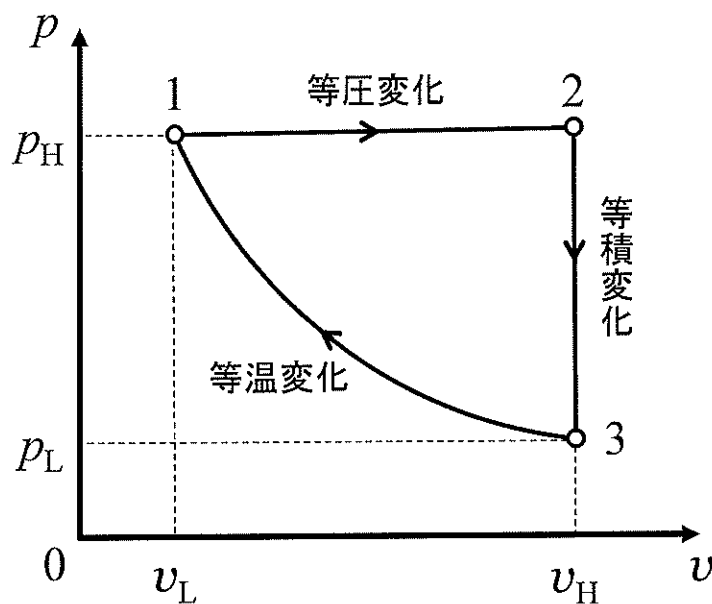


図1

この科目の問題は次頁に続きます。

2. 図 2 に示すように、円管流路が水平に置かれ、その中を密度 ρ の水が流れている。断面 1 では、断面積 A の円管中に設けた断面積 $\frac{1}{3}A$ の噴出口から水が流速 $2V_1$ で噴出し、その周囲は流速 V_1 の流れとなっている。断面 1 での絶対圧力は一様に p_1 とする。断面 2 では、流速 V_2 、絶対圧力 p_2 の一様流となっており、さらに断面 3 では、円管の断面積が A から $\frac{1}{2}A$ に絞られ、流速 V_3 、絶対圧力 p_3 の一様流となっている。また断面 2 と 3 の位置に鉛直に取り付けたマンノメータの液柱差は H とする。ただし、各マンノメータの液面上には大気圧が働き、空気の密度は水の密度に比べて無視できるほど小さいとする。また流れのエネルギー損失は無視できるとし、重力加速度を g とする。

- (1) V_1 を V_3 を用いて表せ。
- (2) 運動量の式を考えることにより、 $p_2 - p_1$ を ρ, V_1 を用いて表せ。
- (3) V_3 を g, H を用いて表せ。

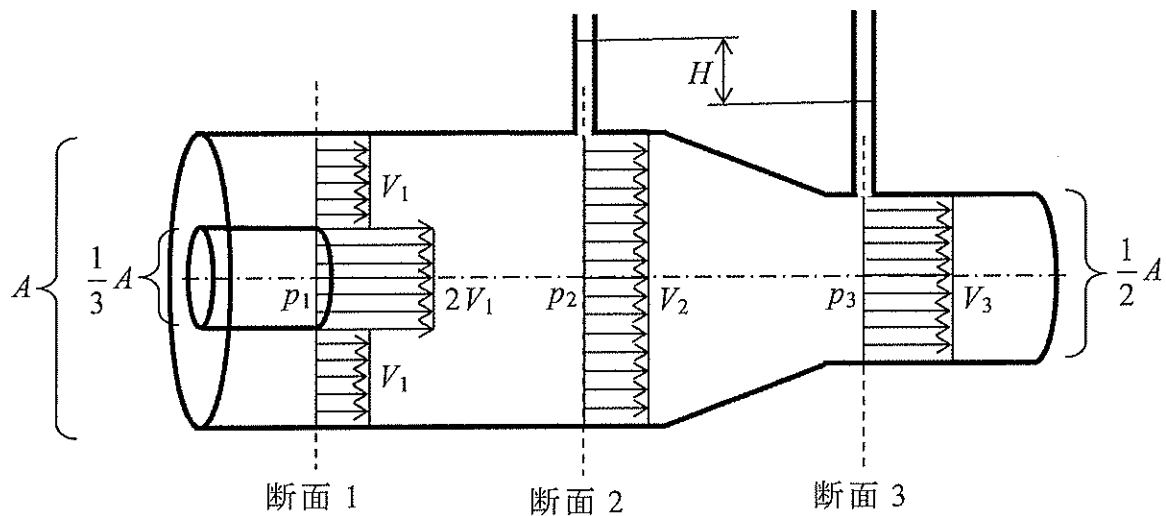


図 2

科目名：機械力学

図 1 のように、長さ l 、質量 m 、重心 G のまわりの慣性モーメント I の一様な細い棒があり、棒は固定軸 O のまわりで自由に回転できる。棒は A 点でひもに結ばれ、ひもは水平になるように張られている。棒と固定軸 O の間に摩擦はなく、 $OA=l$ とする。ここで O を原点として水平方向右向きが正方向になるように X 軸を、鉛直方向上向きが正方向になるように Y 軸をとる。重力加速度を g とし、次の問いに答えよ。

- (1) 図 1 に示す通り、棒は X 軸となす角 θ_0 でつりあって静止している。軸 O から棒に作用する力の水平成分および鉛直成分を R_x および R_y とする。ひもの張力を T とする。
- (a) R_x と R_y を m, g, θ_0 を用いて表せ。
 - (b) X 軸を基準とする棒の位置エネルギーを m, g, l, θ_0 を用いて表せ。
- (2) ひもを静かに切断すると、図 2 に示した通り、棒は回転運動しはじめた。棒と X 軸とのなす角が θ のとき、次の問いに答えよ。
- (a) 棒の重心 G の位置 x, y 、速度 \dot{x}, \dot{y} 、加速度 \ddot{x}, \ddot{y} を、それぞれ、 $l, \theta, \dot{\theta}, \ddot{\theta}$ の中から必要なものを用いて表せ。
 - (b) 重心 G の並進の運動方程式と、重心 G まわりの回転運動の方程式を、それぞれ、 $R_x, R_y, I, m, g, l, \theta, \dot{x}, \dot{y}, \ddot{\theta}$ の中から必要なものを用いて表せ。
 - (c) 棒の運動エネルギーを $I, m, l, \dot{\theta}$ の中から必要なものを用いて表せ。
 - (d) 角速度 $\dot{\theta}$ を g, l, θ, θ_0 を用いて表せ。
 - (e) R_x と R_y を m, g, θ, θ_0 を用いて表せ。

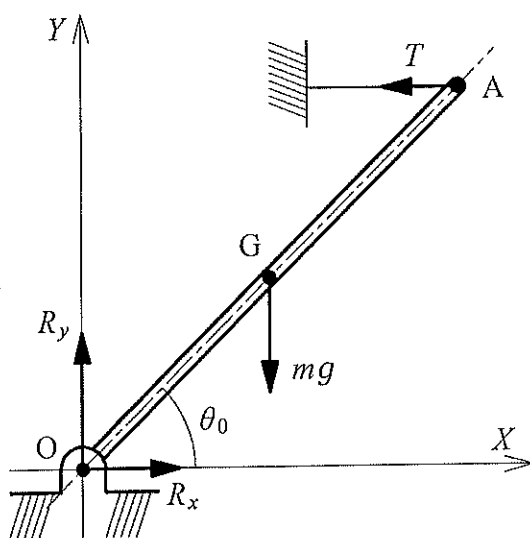


図 1 静止している棒

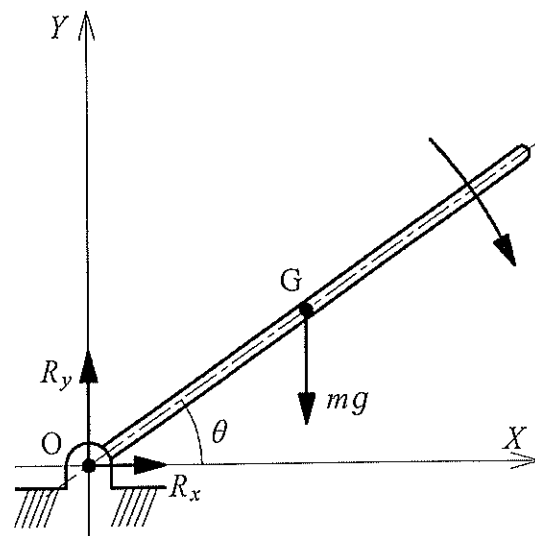


図 2 運動している棒