

令和5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4年8月実施)

【機械システム工学専攻】

専門科目

機械工学（分野：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（機械工学4分野）すべてを解答してください。
6. 解答用紙は4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，解答する分野名（「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，解答はおもて表面から記入し，おもて表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
(10月入学)
(令和4年8月実施)

【機械システム工学専攻】

専門科目

機械工学（分野：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（機械工学4分野）すべてを解答してください。
6. 解答用紙は4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，解答する分野名（「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
おもて 表面から記入し，おもて 表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。

分野名：材料力学

1. 異なる材質でできた 2 本の棒に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 図 1(a) に示すように、断面積 A 、長さ $L/2$ の 2 本の棒（棒 1：ヤング率 E_1 、棒 2：ヤング率 E_2 ）を直列に接合し、引張り荷重 P を加えたとき、2 本の棒に生じる応力 σ_1 、 σ_2 、および棒全体の伸び λ を求めよ。

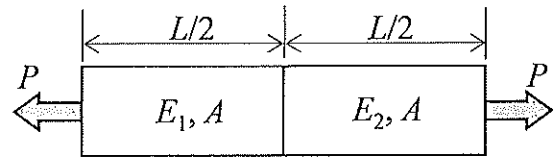


図 1(a)

- (2) 図 1(b) に示すように、断面積 $A/2$ 、長さ L の 2 本の棒（棒 1：ヤング率 E_1 、棒 2：ヤング率 E_2 ）を剛体板で固定し、2 本の長さが同じになるように保ったまま、剛体板に荷重 P を加えたとき、2 本の棒に生じる応力 σ_1 、 σ_2 、および棒全体の伸び λ を求めよ。

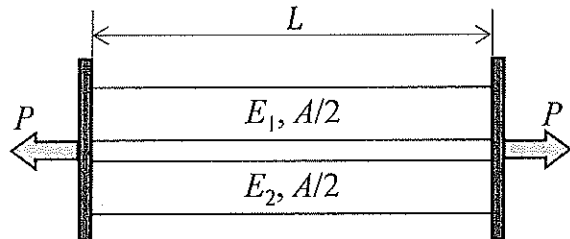


図 1(b)

2. 図 2 のように、支点間の長さが l である単純支持はり AB について、両端からの距離がそれぞれ a である 2 点 C、D に、それぞれ荷重 P がかけられている。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、以下の問いに答えよ。

- (1) 支点 A、B からはりが受ける支持反力 R_A 、 R_B の大きさを求めよ。
- (2) 支点 A からの距離が x である点でのせん断力 $F(x)$ を求め、せん断力図 (SFD) を描け。
- (3) 支点 A からの距離が x である点での曲げモーメント $M(x)$ を求め、曲げモーメント図 (BMD) を描け。
- (4) はりの中央（点 M）におけるたわみ δ_M を求めよ。

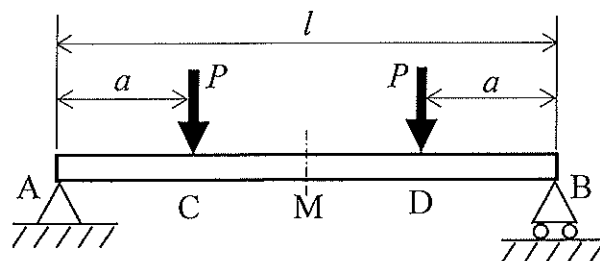


図 2

分野名：熱力学

1. 閉じた系に質量 m の理想気体が封入されている。系外から理想気体に熱量 Q を与え、圧力 p_1 および温度 T_1 の状態 1 から圧力 p_2 の状態 2 へ等温変化させた。気体定数を R , $p_1 > p_2$ として、以下の問いに答えよ。

- (1) 理想気体の内部エネルギーの変化 ΔU を求めよ。
- (2) 理想気体が系外にした仕事 W_a を求めよ。
- (3) 状態 2 における理想気体の体積 V_2 を求めよ。

2. 開いた定常流動系において、質量 m の理想気体を温度 T_1 の状態 1 から温度 T_2 の状態 2 へ可逆断熱膨張させた。定積比熱を c_v , 定圧比熱を c_p , $T_1 > T_2$ として、以下の問いに答えよ。

- (1) 比熱比 κ を, c_v と c_p を用いて表せ。
- (2) 理想気体が外部にした工業仕事 W_b を求めよ。

分野名：流体力学

図 1 に示すように、水平な x - y 平面上に、直径 $2d$ の円管 1 が y 方向の向き、直径 d の円管 2 が x 方向の向きに置かれ、 90° の曲がり管継手でなめらかに接続されている。この流路の中を円管 1 から円管 2 の方向に質量流量 $\dot{m}$ で密度 ρ の水が定常的に流れているとき、曲がり管継手の入口と出口の流速はそれぞれ u_1 , u_2 であった。また、このときの曲がり管継手の入口と出口における圧力はそれぞれ p_1 , p_2 であった。水の粘性や重力の影響は無視できるものとする。次の問いに答えよ。なお、円周率は π とする。

- (1) u_1 を、 π , ρ , d , $\dot{m}$ を用いて表せ。
- (2) u_2 を、 u_1 を用いて表せ。
- (3) p_2 を、 ρ , p_1 , u_1 , u_2 を用いて表せ。
- (4) 流れが曲がり管継手に及ぼす力 F の y 方向成分 F_y の大きさを、 π , ρ , d , p_1 , u_1 を用いて表せ。
- (5) 流れが曲がり管継手に及ぼす力 F の大きさを、 π , ρ , d , p_1 , p_2 , u_1 , u_2 を用いて表せ。

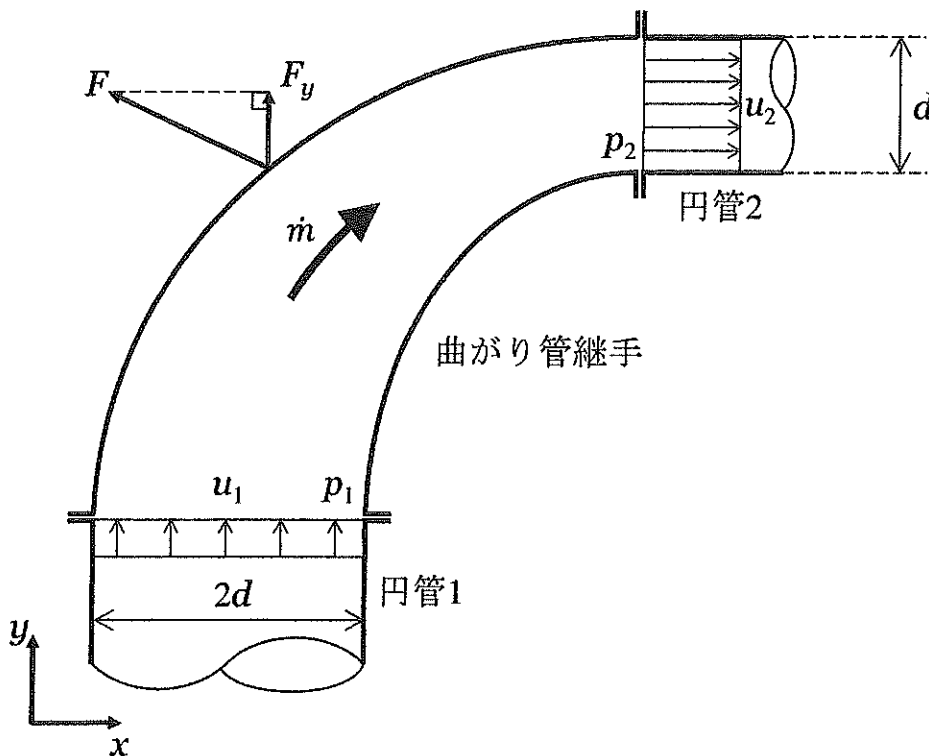


図 1

分野名：機械力学

1. 図1のように、リンク1、リンク2、回り対偶1、回り対偶2からなる機構がある。リンク1と床は回り対偶1で連結され、リンク1とリンク2は回り対偶2で連結され、リンク2の右先端は水平な床の上に置かれている。回り対偶1と回り対偶2は、摩擦ゼロで自由に回転できる。リンク1とリンク2は細い棒状の剛体で、ともに長さは $2l$ 、質量は m 、重心まわりの慣性モーメントは I である。なお、重心はリンクの中央にあり、リンクの太さは無視してよい。座標系は、回り対偶1を原点 O として、水平右向きが正方向になるように x 軸を、鉛直上向きが正方向になるように y 軸をとる。重力加速度は g である。リンク1と x 軸とのなす角は θ ($0 < \theta < 90^\circ$)、リンク1の重心の位置は (x_1, y_1) 、リンク2の重心の位置は (x_2, y_2) である。回り対偶2を介してリンク1からリンク2に働く x 軸方向の力と y 軸方向の力はそれぞれ F_x 、 F_y 、床からリンク2右先端に働く垂直抗力は N 、摩擦力は F である。次の問いに答えよ。

(1)はじめに、床とリンク2の右先端との間の静止摩擦係数が μ_0 で、機構がつり合い状態で静止している場合について考える。

- (a) リンク1のモーメントのつり合い式、およびリンク2の力のつり合い式とモーメントのつり合い式を、それぞれ、 l 、 θ 、 m 、 g 、 F_x 、 F_y 、 N 、 F の中から必要なものを用いて表せ。
- (b) μ_0 の条件式を、 l 、 θ 、 m 、 g の中から必要なものを用いて表せ。

(2)次に、床が滑らかで、摩擦力 $F=0$ の場合について考える。

- (a) リンク1の重心の速度 $(\dot{x}_1, \dot{y}_1)$ とリンク2の重心の速度 $(\dot{x}_2, \dot{y}_2)$ を、 l 、 θ 、 $\dot{\theta}$ を用いて表せ。
- (b) リンク2右先端を手で支え、 $\theta = \theta_0$ で機構が静止した状態から、静かに手を離した。 $\theta = \theta_1$ となった瞬間の $\dot{\theta}$ を、 l 、 m 、 I 、 g 、 θ_0 、 θ_1 を用いて表せ。

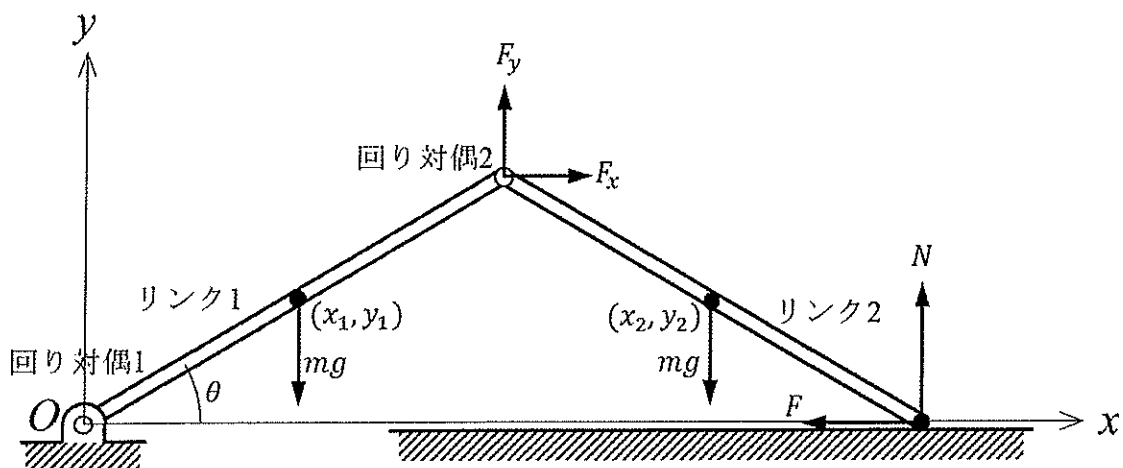


図 1

2. 質量 M 、半径 a の薄い円板の中心を O とする。円板上の点 C で円板に垂直な軸を通して回転軸とする。ここで $OC = h$ ($0 < h < a$)である。この回転軸が水平になるよう軸受けで支持し、 OC を鉛直方向から傾け、静かに手を離して振動させた。回転軸は細く、軸受けの摩擦と空気抵抗は無視する。円周率は π 、重力加速度は g である。なお、 OC と鉛直方向のなす角 θ は十分小さく、 $\sin \theta \simeq \theta$ と近似してよい。次の問いに答えよ。

(1) 円板の中心まわりの慣性モーメント $I_G = Ma^2/2$ を利用して、回転軸まわりの慣性モーメント I を M, a, h を用いて表せ。

(2) 振動の周期 T を a, h, π, g を用いて表せ。

(3) 振動の周期を最小にする h を a を用いて表せ。