

平成26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
(平成25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)

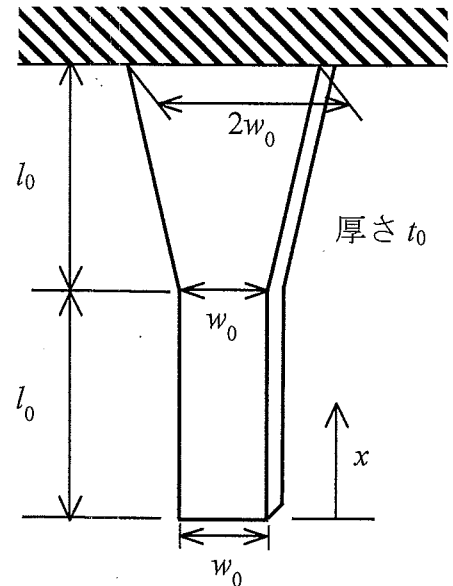
注意事項

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3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1科目毎に異なる解答用紙を用いてください. その表^{おもて}から記入し, 表^{おもて}に書ききれない場合は裏面を使用しても構いません. また, それぞれの解答用紙の「受験科目」欄には解答する科目名を記入してください.
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, 問題冊子及び草案用紙は持ち帰ってください.

科目名：材料力学

この科目の問題は以下の2題あります。2題すべてを解答してください。

1. 右図のように、幅が w_0 で長さが l_0 の長方形板と、幅が w_0 から $2w_0$ まで変化する台形板を連結した全長 $2l_0$ の板材の一端を剛な天井に固定した。板材の厚さは全長にわたって t_0 である。下端からの鉛直方向の距離を x 、ヤング率を E 、質量密度を ρ 、重力加速度を g とする。この板材の自重による伸びを求めたい。以下の問いに答えよ。



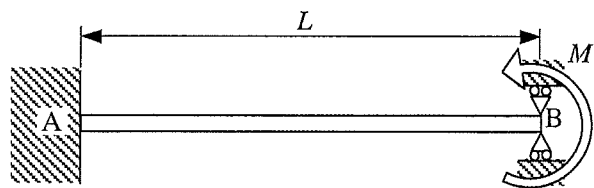
- (1) 下端から距離 x の位置における板幅を x の関数 $w(x)$ として求めよ。

- (2) 下端から距離 x の位置における応力が、
 $0 \leq x \leq l_0$ において $\sigma(x) = \rho g x$ となり、

$$l_0 \leq x \leq 2l_0 \text{ において } \sigma(x) = \frac{\rho g}{2} \left(\frac{l_0^2}{x} + x \right) \text{ となることを示せ。}$$

- (3) 板材の全体の伸びを求めよ。ただし、 $\ln 2 \approx 0.7$ と近似してよい。

2. 下図に示すように、端部 A に完全固定支点、端部 B に単純支持支点を設けた長さ L の不静定はりの端部 B にモーメント荷重 M_1 が作用している。はりの曲げ剛性 EI は、はりの全長にわたって一定である。以下の問いに答えよ。



- (1) 端部 B における支点反力 R_B (鉛直上向きを正と定義する) が、 $R_B = -\frac{3}{2} \frac{M_1}{L}$ となることを示せ。

- (2) せん断力図(SFD)と曲げモーメント図(BMD)を描け。端部 A と端部 B におけるせん断力と曲げモーメントの値は図中に明示すること。

- (3) 端部 B におけるたわみ角 θ_B を求めよ。ただし、たわみ角の正負の定義を明示すること。

科目名：熱と流体の力学

この科目の問題は以下の3題あります。3題すべてを解答してください。

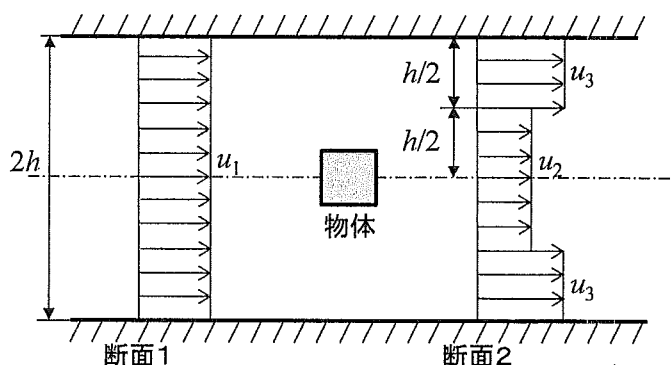
1. 質量 m , 圧力 p , 体積 V , ガス定数 R , 温度 T , 定積比熱 c_v , 定圧比熱 c_p , 比熱比 κ およびポリトロプ指数 n ($1 < n < \kappa$) とし, 理想気体が始めの状態1から終りの状態2とポリトロプ膨張し, $(p_1, V_1, T_1) \rightarrow (p_2, V_2, T_2)$ と変化した。
 - (1) この状態変化を行ったときの工業仕事 (W_l) を n, m, R, T_1 および T_2 を用いて示せ。
 - (2) この状態変化を行ったときに供給された熱量 (Q_{12}) を m, T_1, T_2 およびポリトロプ比熱 ($=c_v(n-\kappa)/(n-1)$) を用いて示せ。
 - (3) この状態変化を行ったときに生じるエントロピー変化 (ΔS) を m, c_v, R, T_1, T_2, V_1 および V_2 を用いて示せ。
 - (4) $T_1/T_2 = (V_2/V_1)^{n-1}$ の関係を使って(3)で求めたエントロピー変化 (ΔS) を m, T_1, T_2 およびポリトロプ比熱 ($=c_v(n-\kappa)/(n-1)$) を用いて示せ。

2. ある2次元非圧縮性流れにおいて, x, y 方向速度成分 u, v がそれぞれ次式で表されるという。この流れの流線の式と渦度を求めよ。

$$u = ax, \quad v = -by \quad (a, b \text{ は相異なる正の定数})$$

3. 密度 ρ [kg/m^3] の流体が下図に示す幅 $2h$ [m] の水平な二次元流路内を流れている。この中に四角の物体を設置して物体に働く流体力 (抗力) を測定する。四角の物体より上流の断面1では静圧は p_1 [Pa] で, 流速は u_1 [m/s] の一様分布をしており, 下流の断面2では静圧は p_2 [Pa] で, 流速は下図のような分布をしていた。流れは非圧縮性定常流れで, 流路の壁面における摩擦は無視できるとし, 次の問に答えよ。

- (1) 断面2の流速 u_2 [m/s] と u_3 [m/s] を, それぞれ ρ, h, u_1 から適当な文字を用いて表せ。なお, $u_2 = \frac{1}{2}u_3$ とする。
- (2) 流体が四角の物体の単位長さ (奥行き) あたりに及ぼす抗力 F [N] を ρ, h, p_1, p_2, u_1 を用いて表せ。



科目名：運動と力学

図 1 に示すように、半径 r_1 の軸の両側に半径 R の円板を取り付けたドラムがある（質量 M 、慣性モーメント I ）。軸にはロープが巻きつけられており、このドラムを傾斜角 α の斜面に置いて、斜面に平行に定滑車（半径 r_2 、質量および慣性モーメントは無視できる）へロープを張り、ロープの他端に質量 m のおもりをつり下げて静かに放した。おもりは鉛直下方に落下し、ドラムは斜面をすべらずに転がりながら上っていった。定滑車はロープとすべることなく回転する。ロープは伸縮せず、ロープの質量は無視して良い。定滑車の軸受けの摩擦はない。斜面からドラムの 2 枚の円板に作用する合計の摩擦力を F 、ロープの張力を T 、重力加速度を g として次の問いに答えよ。

- (1) おもりの鉛直下方の加速度を $\ddot{y}$ とし、おもりの運動方程式を表せ。
- (2) 斜面上でのドラムの並進加速度を $\ddot{s}$ とし、ドラムの並進の運動方程式を表せ。
- (3) ドラムの角加速度を $\ddot{\theta}$ とし、ドラムの回転の運動方程式を、 $\ddot{\theta}$ 、 r_1 、 r_2 、 F 、 I 、 R 、 T の中から必要なものを用いて表せ。
- (4) $\ddot{s}$ と $\ddot{\theta}$ の関係式を示せ。また、 $\ddot{y}$ と $\ddot{s}$ の関係式を示せ。
- (5) $\ddot{s}$ を、 α 、 g 、 m 、 r_1 、 r_2 、 I 、 M 、 R の中から必要なものを用いて表せ。
- (6) 次にドラムの円板を取り外し、図 2 のように半径 $R/4$ の穴を 3 か所にあけた。円板の中心まわりの慣性モーメントは、穴をあける前の何倍になったか示せ。

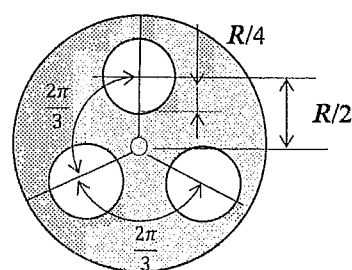
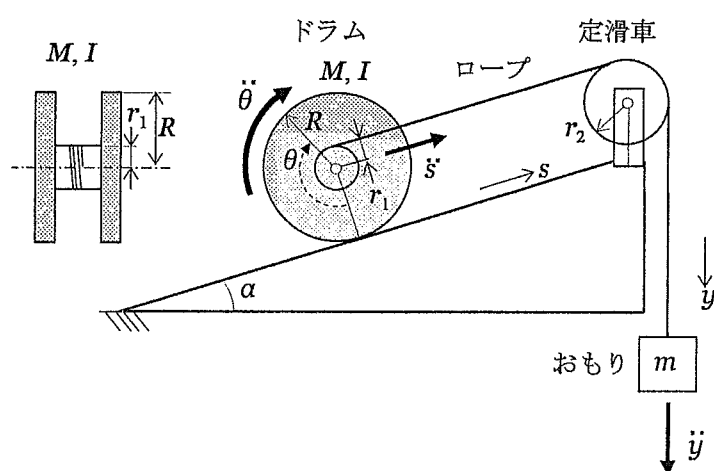


図 1 ドラム，定滑車，およびおもりによる運動系

図 2 穴をあけた円板