

平成30年度第1次募集（平成29年10月入学含む）  
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題  
一般入試

材料生産システム  
機械科学  
B5

専門科目（機械科学）

注意事項

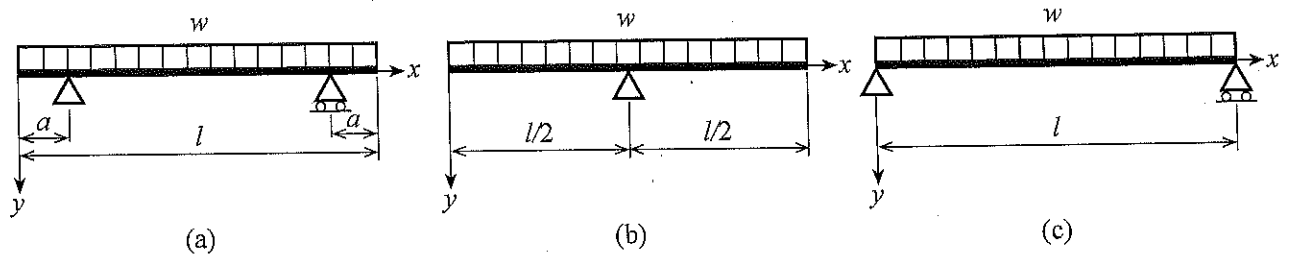
- 1 この問題冊子は，試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 この問題冊子は，表紙を含めて全部で5ページある。
- 3 専門科目は，以下の4分野からそれぞれ1問ずつ合計4問が出題されている。  
全問解答せよ。  
材料力学，流体工学，熱力学，機械力学
- 4 解答用紙は問題冊子とは別になっている。解答は，指定された科目の解答用紙に  
記入すること。解答スペースが足りない場合は，「裏面に続く」と明記した  
上でその解答用紙の裏に続けて解答せよ。
- 5 受験番号は，各解答用紙の指定された箇所に必ず記入せよ。
- 6 解答時間は，120分である。
- 7 問題冊子は，持ち帰ること。

平成30年度第1次募集（平成29年10月入学含む）  
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題  
一般入試

材料生産システム  
機械科学  
B5

専門科目（材料力学）

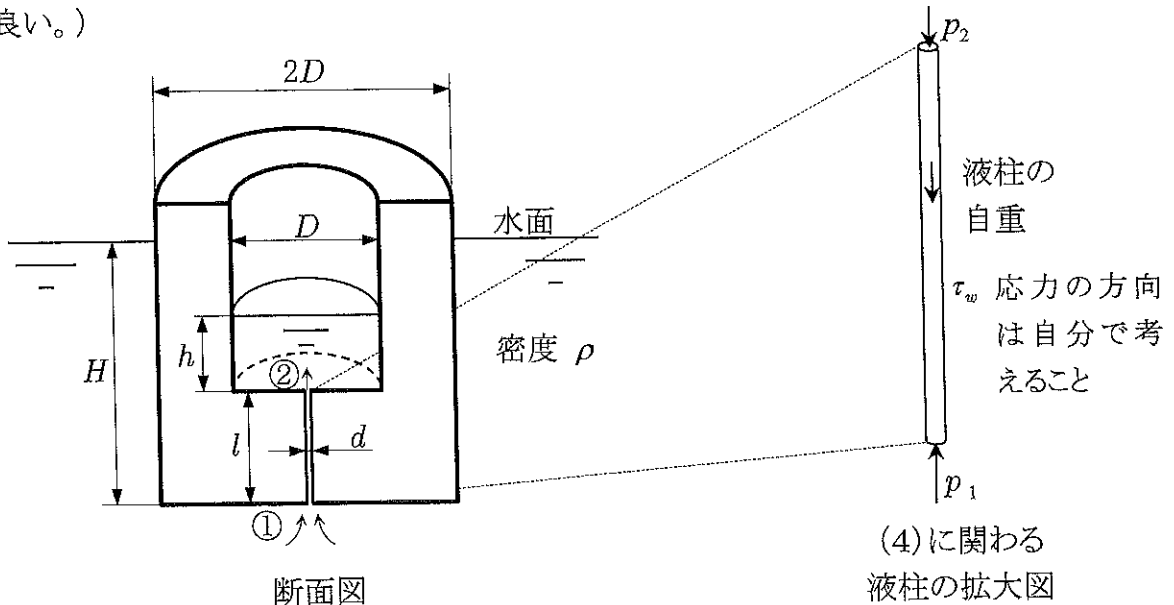
全長にわたって単位長さ当たり  $w$  の等分布荷重を受ける長さ  $l$  のはりがある。このはりを図(a), (b), (c)に示すように支持するとき、それぞれのせん断力線図 (SFD) と曲げモーメント線図 (BMD) を描け。ただし、はりの自重は無視できるものとし、図(a)で  $l > 4a$  とする。



専門科目（流体力学）

左図のように円筒形の容器が水に浮いている。底には円形断面を有するまっすぐな小孔が貫通しており、少しずつ容器内に水が浸入している。円筒部の内径は  $D$ 、外径は  $2D$ 、底の厚さは  $l$ 、小孔の内径は  $d$  である。また、容器内に溜まった水の水位は  $h$  であり、容器の底面（最下部①面）は、外部の水面から  $H$  の位置にある。容器の内部および外部の水面は大気に開放されている。水の密度を  $\rho$ 、粘度を  $\mu$ 、重力加速度を  $g$  とし、以下の問いに答えよ。

- (1) ①面の圧力  $p_1$  および円筒内部の底面(②)の圧力  $p_2$  をゲージ圧力で示せ。また、容器自体の質量  $M$  を、 $H$ 、 $h$  などを用いて表せ。ただし、 $d \ll D$  であり、流動による影響や小孔の体積は無視できるとする。（小孔のない容器として考えてよい。）
- (2) 粘性を無視できると仮定した場合を考える。すなわち、摩擦の影響のほかすべての損失が無視でき、小孔内は一様流（速度  $V$ ）であると仮定する。この粘性を無視したときに容器内に流入する水の流量  $Q_i$  を、 $H$ 、 $h$  などを用いて表せ。
- (3) 粘性を考慮し、小孔内の流れを細管内の層流と見なす場合を考える。ただし、入口、出口での損失は無視でき、全長に渡って完全に発達した流れの状態と考える。このときの細管内の速度分布  $v$  は  $v = v_{\max} \{1 - (2r/d)^2\}$  で与えられる。ここで、 $v_{\max}$  は中心流速、 $r$  は半径位置を表す。細管内面において水に働く壁面せん断応力  $\tau_w$  を求めよ。
- (4) 拡大図に示す細管内の水の円柱に働く力のつり合いから、 $v_{\max}$  を求めよ。
- (5) 粘性が無視できない場合の、容器内に流入する水の流量  $Q_v$  を求めよ。（ $v_{\max}$  を含む形で良い。）



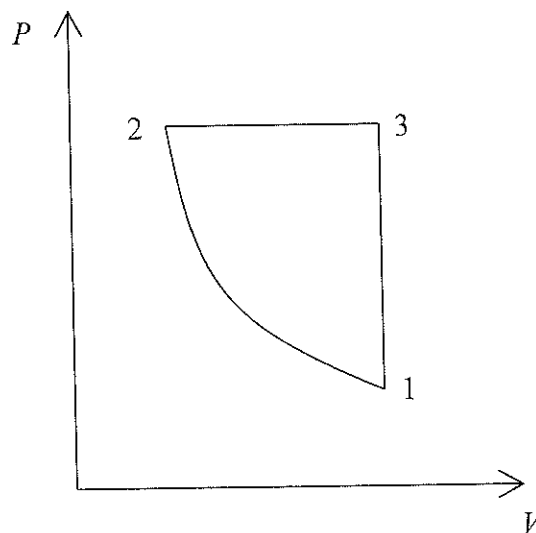
平成30年度第1次募集（平成29年10月入学含む）  
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題  
一般入試

材料生産システム  
機械科学  
B5

専門科目（熱力学）

図は、質量  $m$  の理想気体による準静的なサイクルである。圧力  $P$  と体積  $V$  は、図示したように、状態 1, 2, 3 の順番で変化する。状態 1 から 2 は断熱過程、状態 2 から 3 は等圧的な吸熱過程、状態 3 から 1 は等積的な放熱過程である。状態 1, 2, 3 の温度をそれぞれ  $T_1, T_2, T_3$  とする。理想気体の気体定数を  $R$ 、比熱比を  $\kappa$  として、以下の問いに答えよ。

- (1) 過程 2-3 の吸熱量を求めよ。
- (2) 過程 3-1 の放熱量を求めよ。
- (3) このサイクルの熱効率を、圧縮比  $\varepsilon$ （=最大体積/最小体積）と比熱比  $\kappa$  で表せ。



平成30年度第1次募集（平成29年10月入学含む）  
 新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題  
 一般入試

材料生産システム  
 機械科学  
 B5

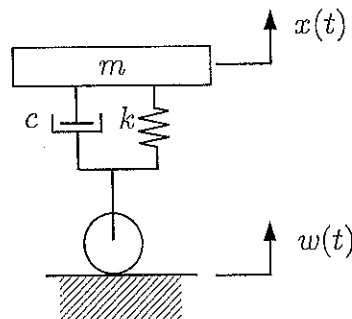
専門科目（機械力学）

走行する自動車の1/4（1輪分）の振動を、下図のような1自由系でモデル化する。ここで、 $m$ は、車体の1/4の質量である。サスペンションは、ばね定数 $k$ のばねと粘性減衰係数 $c$ のダンパでモデル化している。サスペンションの下部にある車軸や車輪の質量、タイヤの剛性、減衰特性は無視する。車体の鉛直方向変位を $x(t)$ 、路面凹凸の変位を $w(t)$ とすると、以下の問いに答えよ。

- (1) この系の運動方程式を求め、不減衰固有円振動数 $\omega_n$ と減衰比 $\zeta$ を示せ。
- (2) 路面凹凸変位 $w(t)$ を、振幅 $W$ 、円振動数 $\omega$ の正弦波（ $w(t) = W \sin \omega t$ ）とする。 $\zeta > 1$ のときの $x(t)$ を求めよ。ただし、初期条件を $x(0) = x_0, \dot{x}(0) = v_0$ とする。
- (3) 走行中に段差を通過した時の過渡応答を調べるため、路面凹凸変位 $w(t)$ を

$$w(t) = \begin{cases} 0 & (t < 0) \\ Y \neq 0 & (t \geq 0) \end{cases}$$

で与えられるステップ関数とおく。このときの $x(t)$ をラプラス変換を用いて求めよ。ただし、初期条件 $x(0) = 0, \dot{x}(0) = 0$ とし、 $\zeta < 1$ であるとする。また、導出に際し必要ならば、ラプラス変換の公式 $\mathcal{L}(1) = \frac{1}{s}$ ,  $\mathcal{L}(e^{-at} \sin bt) = \frac{b}{(s+a)^2 + b^2}$ ,  $\mathcal{L}(e^{-at} \cos bt) = \frac{s+a}{(s+a)^2 + b^2}$ を使用せよ（※関数 $c(t)$ のラプラス変換を $\mathcal{L}(c(t))$ で表わす。）。



自動車の1/4（1輪分）モデルの振動系