

平成28年度第1次募集（平成27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

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、表紙を除いて4ページである。
- 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（問題Ⅰ）、流体力学（問題Ⅱ）、熱力学（問題Ⅲ）、機械力学（問題Ⅳ）
- 4 解答用紙は問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。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28年度第1次募集（平成27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

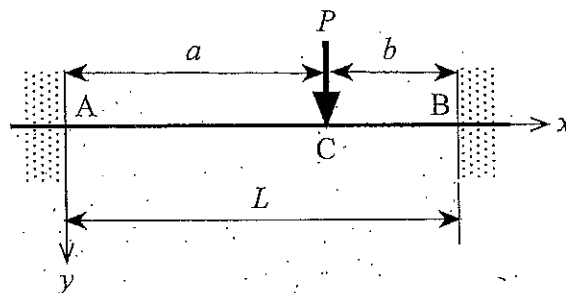
材料生産システム  
 機械科学  
 B5

専門科目

問題 I (材料力学)	1 / 4 頁
-------------	---------

図に示すように、両端が固定されたはり AB（長さ  $L$ 、断面二次モーメント  $I$ 、縦弾性係数  $E$ ）が位置 C（ $x=a$ ）で集中荷重  $P$  を受けている。このはりについて、以下の問いに答えよ。ただし、はりの軸方向（水平方向）の反力、はりの自重およびせん断力によるたわみは無視できるものとする。

- 固定端 A と B における垂直方向の反力を各々  $R_A$ ,  $R_B$ 、固定モーメントを各々  $M_A$ ,  $M_B$  とする。垂直方向の力の釣り合い式と固定端 A 周りのモーメントの釣り合い式を各々示せ。
- 位置  $x$  における曲げモーメント  $M$  の式を AC ( $0 \leq x \leq a$ ) と CB ( $a \leq x \leq L$ ) の区間ごとに示せ。ただし、固定端における反力と固定モーメントは  $R_A$ ,  $R_B$  および  $M_A$ ,  $M_B$  としてよい。
- たわみ曲線の微分方程式（はりのたわみを求める基礎式）を AC ( $0 \leq x \leq a$ ) と CB ( $a \leq x \leq L$ ) の区間ごとに示せ。ただし、固定端における反力と固定モーメントは  $R_A$ ,  $R_B$  および  $M_A$ ,  $M_B$  としてよい。
- 位置  $x$  におけるたわみ角  $\theta$  とたわみ  $y$  を求める式を AC ( $0 \leq x \leq a$ ) と CB ( $a \leq x \leq L$ ) の区間ごとに示せ。
- 固定端 A と B および位置 C における境界条件を示せ。また、固定端における反力  $R_A$ ,  $R_B$  および固定モーメント  $M_A$ ,  $M_B$  を求めよ。
- せん断力線図 (SFD) および曲げモーメント線図 (BMD) を描け。



平成28年度第1次募集（平成27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

問題II (流体工学)	2/4頁
-------------	------

図1に示すように密閉されたタンク内に密度 $\rho$ の液体が入っており、内径 $D$ 、長さ $L$ の円管を通して大気中に流出している。タンク内の液面は円管の中心から $3H$ の位置にある。タンクには水銀マンノメータが取り付けられており、それぞれの液面の位置関係は図1の通りである。なお、液体の流出による液面の高さの変化は無視できる。また、測定される圧力に流れの影響はないとする。水銀の密度を $\rho_m (> \rho)$ 、重力加速度を $g$ として、(1)~(3)の問いに答えよ。

- (1) タンク内の空気圧 $p$ をゲージ圧力で求めよ。
- (2) 液体の粘性が無視できる場合を考え、円管内は図2のような一様な速度分布を持つ流れとする。以下の問いに答えよ。
  - (i) 円管から流出するジェットの流れ $V$ を求めよ。
  - (ii) ジェットによりタンクに作用する力を $\rho$ 、 $\rho_m$ 、 $g$ 、 $H$ 、 $D$ を用いて表せ。
- (3) (2)と異なり、液体の粘性が高く、円管内の流れが層流の場合を考える。液体の粘度は $\mu$ であり、 $V$ を平均流速として、円管内および出口の速度分布は図3に示す様に $v = 2V \left\{ 1 - \left( \frac{2r}{D} \right)^2 \right\}$ となる。以下の問いに答えよ。なお、解答はどちらも $V$ を含む式で良い。
  - (i) 円管内壁で流体に働くせん断応力を求めよ。
  - (ii) この速度分布を持ったジェットによりタンクに作用する力を求めよ。

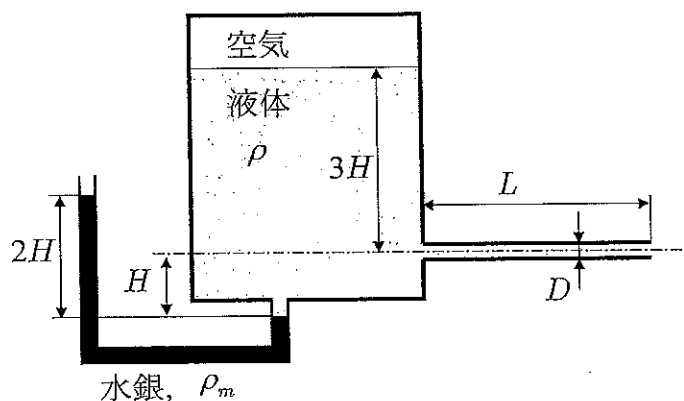


図1

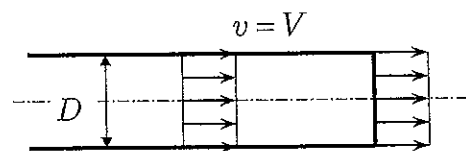


図2

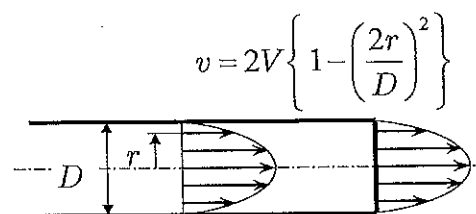


図3

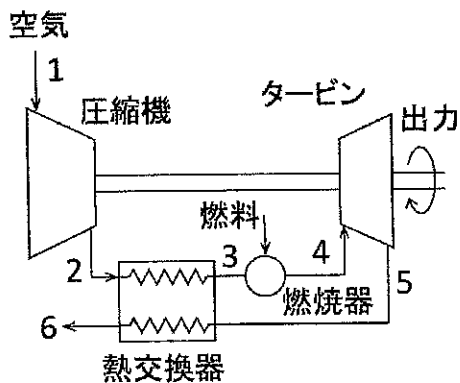
平成28年度第1次募集（平成27年10月入学含む）  
 新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題  
 一般入試

材料生産システム  
 機械科学  
 B5

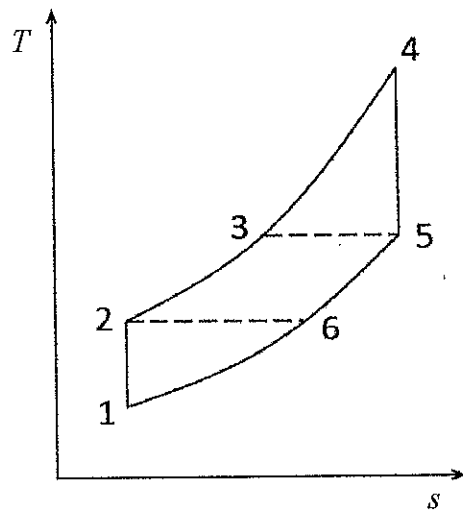
専門科目

問題Ⅲ (熱力学)	3 / 4 頁
-----------	---------

図は、再生ガスタービンサイクルと、その理想サイクルの温度-エントロピー線図 ( $T-s$  線図) である。理想サイクルは、比熱一定の理想気体による密閉サイクルを使って実際のサイクルを近似している。理想サイクルの経路 1-2 は等エントロピー圧縮、経路 4-5 は等エントロピー膨張である。理想サイクルにおいて、経路 2-4 は等圧加熱で、経路 5-1 は等圧放熱で表されている。これら二経路のうち 2-3 と 5-6 は、後者から前者への熱再生であるため、外部との熱の授受は無い。この熱再生において、圧縮機からの空気 2 は、タービンからの排気 5 と同じ温度まで加熱され、タービンからの排気 5 は、圧縮機からの空気 2 と同じ温度まで冷却される。理想サイクルの熱効率は、経路 3-4 での加熱量に対する正味仕事の比として定義される。この理想サイクルの熱効率を、理想気体の比熱比  $\kappa$  (定圧比熱/定積比熱)、サイクルの圧力比  $\gamma$  (最高圧力/最低圧力) および温度比  $\tau$  (最高温度/最低温度) で表しなさい。



再生ガスタービンサイクル



温度-エントロピー線図

平成28年度第1次募集（平成27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

問題IV（機械力学）	4 / 4 頁
------------	---------

下図のような長さ  $l$ 、密度  $\rho$ 、断面積  $A$  の一様な両端単純支持はりを考える。図のように水平方向に座標  $x$ 、鉛直方向に座標  $y$  をとり、はりのたわみ（変位）を  $w$  とする。 $w$  は水平座標  $x$  と時刻  $t$  の関数  $w(x, t)$  となる。

$w(x, t)$  を

$$w(x, t) = a(x) \sin \omega_n t, \quad a(x) = \delta \sin \left( \frac{\pi x}{l} \right)$$

と仮定する。ここで、 $\delta > 0$  は定数である。エネルギー法を用いて、系の固有円振動数の近似値  $\omega_n$  を以下の手順で求める。以下の問いに解答せよ。

- (1) 図のように長さ  $dx$  の微小部分を考える。微小部分の質量  $dm$  を求めよ。
- (2) 上の  $w(x, t)$  の仮定の下で、微小部分の速度  $\frac{\partial w}{\partial t}$  を求めよ。
- (3) (1), (2) より、微小部分の運動エネルギー  $dT(x, t)$  と、 $t \geq 0$  での最大値  $dT_{\max}(x)$  を求めよ。
- (4) (3) の結果を用いて、はり全体の運動エネルギーの最大値  $T_{\max}$  を求めよ。
- (5) はりのポテンシャルエネルギーの最大値  $U_{\max}$  を求める。 $0 \leq x \leq l$  の範囲において、 $|w(x, t)|$  は  $x = \frac{l}{2}$  で常に最大値をとる。 $x = \frac{l}{2}$  ではりに一定の力  $F > 0$  が  $y$  方向に作用したとき、 $F = k\delta$ ,  $k > 0$  の関係が成立しているとする。このとき、はりのポテンシャルエネルギーの最大値  $U_{\max}$  を求めよ。
- (6) エネルギー法によって、系の固有円振動数の近似値  $\omega_n$  を求めよ。

