

令和元年（2019年）10月入学／令和2年（2020年）4月入学（第1期）  
地域創生科学研究科修士課程  
入学試験問題

工農総合科学専攻・機械知能工学プログラム  
「専門科目」

材料力学・機械材料学	2 ページ
熱と流れ	3 ページ
機械力学と制御	4 ページ
メカトロニクス	5 ページ

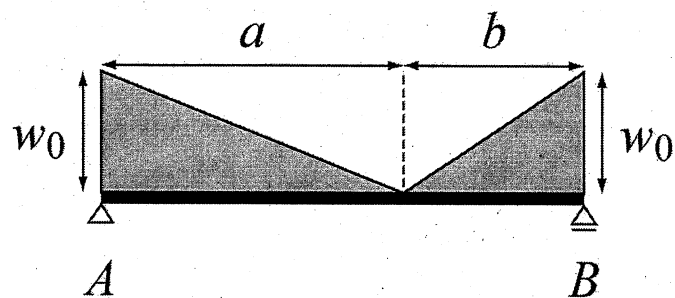
試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 機械知能工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. この問題冊子の4科目の中から2科目を選び解答してください。
3. 答案は試験問題ごとに1枚の解答用紙を用い、それぞれに受験番号、試験科目名を記入してください。一つの科目の解答は必ず1枚の解答用紙に収まるように記述してください。
4. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

科目名 材料力学・機械材料学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------------	--

下図に示すように、長さ  $a+b$  のはりの、左端  $A$  が回転支点で、右端  $B$  が移動支点で、それぞれ支えられている。このはりに2種類の三角形形状の分布荷重が、左端  $A$  から  $a$  の距離までと、右端  $B$  から  $b$  の距離までの、2区間に働いている。はりの左端  $A$  からの距離を  $x$  とすると、 $x=0$  と  $x=a+b$  における分布荷重はいずれも  $w_0$  である。はりの断面に生じるせん断力  $F$  と曲げモーメント  $M$  を求めよ。



科目名 熱と流れ	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------	--

図のように水路を板あるいは壁でせき止め、これを越えて水が流れる場合、これをせきといい、水路の流量測定に使用される。せきの高さは  $D$ 、せきを越えた流れの高さ(越流高さ)は  $H$  である。

ただし、水の密度を  $\rho$ 、重力加速度を  $g$  とし、水路幅  $b$  は十分に大きいとする。

- (1) 水面から任意の深さ  $z$  での所に微小深さ  $dz$  を考える。この微小面積  $b \cdot dz$  を一つのオリフィスと考えて、水面とオリフィスの間でベルヌーイの式を示せ。その際、水面降下速度は  $V_A$ 、オリフィスでの流速は  $V$ 、大気圧は  $P_A$  とする。
- (2) オリフィスでの流速  $V$  を求めよ。
- (3) オリフィスでの流量  $dQ$  を求めよ。
- (4) 水路の流量  $Q$  を求めよ。
- (5) この水路を全長  $L$  のタンカーが  $U$  の速度で航行している。このタンカーの造波抵抗を全長  $L_m$  の相似模型を使って調べたい。模型の航行速度  $U_m$  はどうしたらよいか。

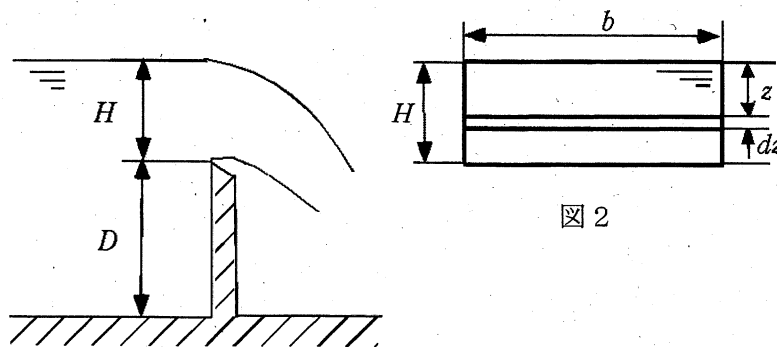


図 1

図 2

科目名 機械力学と制御	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

問1 図1のシステムを考える。

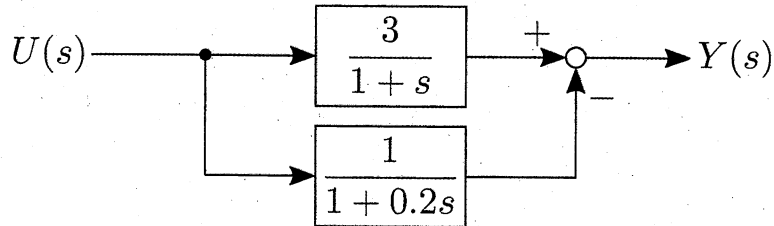


図1

以下の問いについて、計算過程とともに答えよ。

- (1)  $U(s)$ から $Y(s)$ までの伝達関数を求め、極と零点を求めよ。
- (2) インデンシャル応答を求めよ。

問2 入力信号 $u(t)$ と出力信号 $x(t)$ との間に、 $t \geq 0$ で、次式の常微分方程式が成り立つシステムを考える。

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 5\frac{dx(t)}{dt} + 5x(t) = u(t)$$

ただし、 $x(0) = 0$ 、 $\frac{dx(0)}{dt} = 0$ とする。以下の問いについて、計算過程とともに答えよ。

- (1)  $U(s)$ と $X(s)$ を、それぞれ、 $u(t)$ と $x(t)$ のラプラス変換とするとき、伝達関数 $G(s) = \frac{X(s)}{U(s)}$ を求め、極と減衰比を求めよ。
- (2) 図2のフィードバックシステムのインデンシャル応答を求めよ。ここで、図中の $G(s)$ は、問2(1)で得られた伝達関数を表す。
- (3) 問2(2)で得られた出力のグラフの概形を描け。

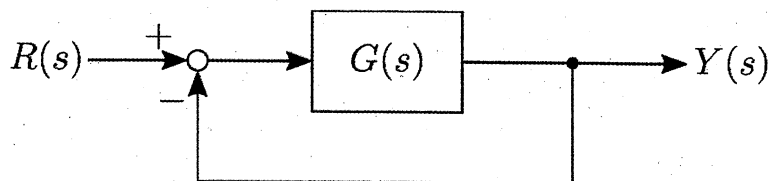


図2

科目名 メカトロニクス	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

問1. 電子機械の構成例を図1に示した。以下の問いに答えよ。

(1) 下記にある□に囲まれた文章は図1に関連した内容である。空欄(A)-(F)を埋めよ。

(2) 文章内の下線が示す定理と□(C)変換時に生じる誤差の名称を述べよ。

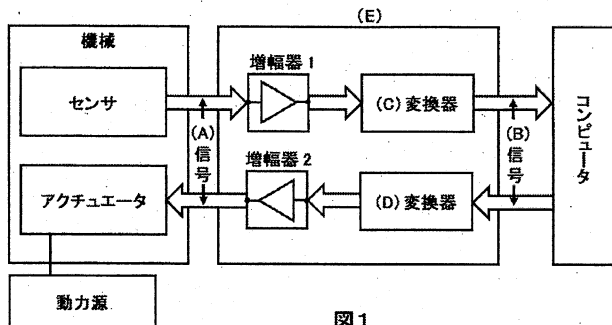


図1

電子機械における機械部はセンサとアクチュエータによって構成されており、その入出力は電圧または電流の□(A)信号で行われている。これに対して、コンピュータ内で処理するのは□(B)信号であり、これらの信号を相互に処理するために□(C)変換器、□(D)変換器をもつ□(E)が用いられる。

□(C)変換時には□(A)信号の最大周波数成分の□(F)倍以上に相当する周波数で信号を取得すれば元の信号を再現することが可能である。

問2. 光電方式ロータリ・エンコーダの構造の概略図を図2に示した。以下の問いに答えよ。

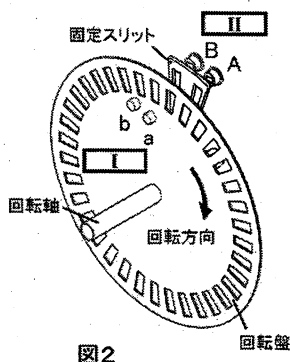


図2

(1) このエンコーダの出力方式の分類と□I、□IIに配置されている素子の名称を答えよ。

(2) このエンコーダの回転角度および回転方向の検出方法を、図やグラフ等を使って構造や原理に言及しながら具体的に説明せよ。

令和2年(2020年)4月入学(第2期)

地域創生科学研究科修士課程

入学試験問題

工農総合科学専攻・機械知能工学プログラム

「専門科目」

材料力学・機械材料学	2ページ
熱と流れ	3ページ
機械力学と制御	4ページ
メカトロニクス	5ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 機械知能工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. この問題冊子の4科目の中から2科目を選び解答してください。
3. 答えは試験問題ごとに1枚の解答用紙を用い、それぞれに受験番号、試験科目名を記入してください。一つの科目の解答は必ず1枚の解答用紙に収まるように記述してください。
4. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

入学試験問題

科目名 材料力学・機械材料学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------------	--

金属材料の変形と結晶構造に関する次の問いに答えよ。

- (1) 金属材料は、変形初期には  変形し、さらに変形が進むと  変形する。前者では材料内の原子間の相対位置はほとんど変化しないのに対し、後者では原子間にずれが生じる。このずれは、「すべり」と呼ばれ、金属材料の結晶構造に関わるものである。A, B に入る適切な用語を答えよ。

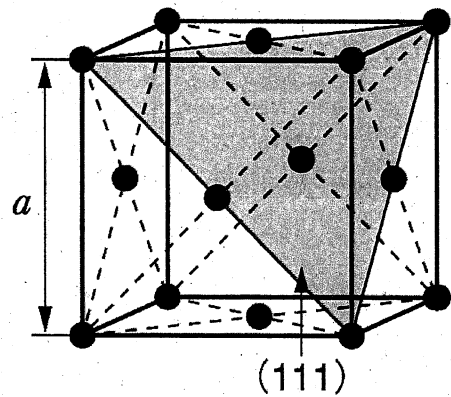


図 1

- (2) 図 1 は金属材料の典型的な結晶構造の一つを示している。この結晶構造は何か。また、この結晶構造を持つ金属を二つ上げよ。
- (3) 図 1 の結晶構造について原子が球形であり最近接原子が接していると仮定し、原子の充填率を計算せよ。
- (4) 単結晶の  変形では前述の通りすべり面とすべり方向で表されるすべり系が活動する。この際、すべり面は最密面、すべり方向は最密方向であることが知られている。図 1 の結晶構造におけるすべり面一つ挙げ、その面上のすべり方向三つを答えよ。
- (5) 金属のすべりは、結晶内部の格子欠陥の一つである  の移動により起こる。また、 変形の進行によって  密度が増加し、相互作用によって  の移動が妨げられ、金属材料は硬化する。この現象を  という。実用においても、 や  といった  加工により強化された材料がしばしば用いられる。C, D, E および F に入る適切な用語を答えよ。

令和2年(2020年)4月入学

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

科目名 熱と流れ	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------	--

内径(内側の直径)  $d$  [m]、長さ  $L$  [m] の円管に水が流れると、損失  $\Delta h$  [m] が観察される。この損失の大きさを示す無次元数として、管摩擦係数  $\lambda$  がある。 $\lambda$  は流れのタイプ(層流か乱流)、管壁面の粗さによって変化することが知られている。図1は管摩擦係数  $\lambda$ 、相対粗さ  $k_s/d$ 、レイノルズ数  $Re$  との関係を示したムーディー線図である。

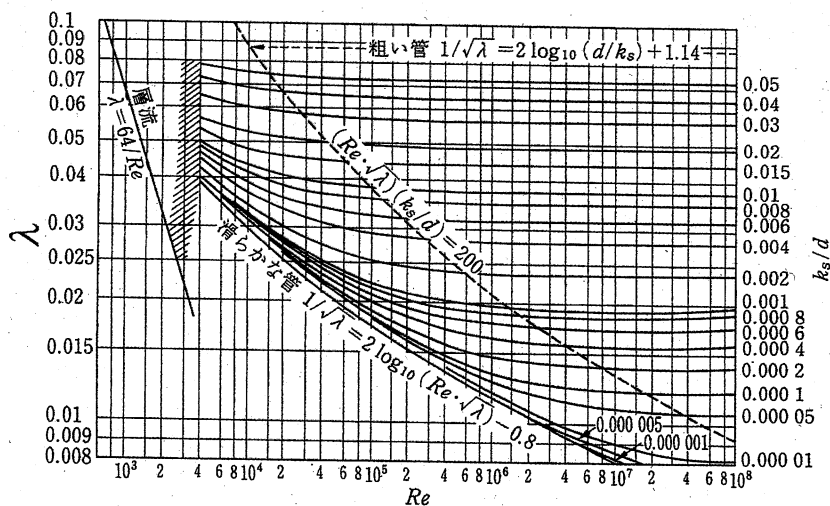


図1 ムーディー線図

以下の問いに答えよ。ただし  $g$  [ $\text{m/s}^2$ ] は重力加速度、 $\rho$  [ $\text{kg/m}^3$ ] は流体の密度、 $\nu$  [ $\text{m}^2/\text{s}$ ] は動粘性係数(動粘度)、 $\mu$  [ $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ] は粘性係数(粘度)、 $u_m$  [ $\text{m/s}$ ] は平均流速とする。

- (1)  $u_m$ 、 $d$ 、 $\nu$  を基本量とした  $Re$  を示せ。
- (2) 動粘性係数  $\nu$  を  $\rho$  と  $\mu$  で示せ。
- (3)  $Re = 1500$  のときの  $\lambda$  を求めよ。
- (4) 相対粗さ  $k_s/d = 0.004$ 、 $Re = 6.0 \times 10^4$  のときの  $\lambda$  を求めよ。
- (5) 管路の損失  $\Delta h$  を  $\lambda$ 、 $d$ 、 $L$ 、 $u_m$ 、 $g$  を使って示せ。



令和2年(2020年)4月入学

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

科目名 機械力学と制御	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

入力信号 $u(t)$ と出力信号 $x(t)$ との間に、 $t \geq 0$ で、次式の常微分方程式が成り立つシステムを考える。

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 5\frac{dx(t)}{dt} + 3x(t) = u(t)$$

ただし、 $x(0) = 0$ 、 $\frac{dx(0)}{dt} = 0$ とする。以下の問いについて、計算過程とともに答えよ。

- (1)  $U(s)$ と $X(s)$ を、それぞれ、 $u(t)$ と $x(t)$ のラプラス変換とするとき、伝達関数 $G(s) = \frac{X(s)}{U(s)}$ を求め、極と減衰比を求めよ。
- (2) 図1のフィードバックシステムのインデンシャル応答を求めよ。ここで図中の $G(s)$ は、(1)で得られた伝達関数を表し、 $K = 3$ とする。

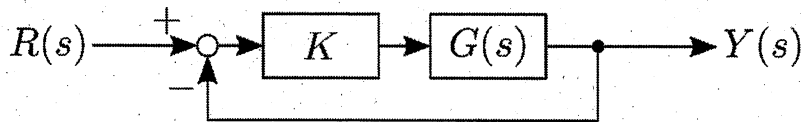


図1

- (3) (2)で得られた出力のグラフの概形を描け。

令和2年(2020年)4月入学

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

科目名 メカトロニクス	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

ステッピングモータの内部構造の概略を下図に示した。部品(I)のABABの位置には総数48個の歯があり、部品(III)にはS, N極に着磁した50個の歯をもつ歯車状鉄心が2個備わっている。以下の問いに答えよ。

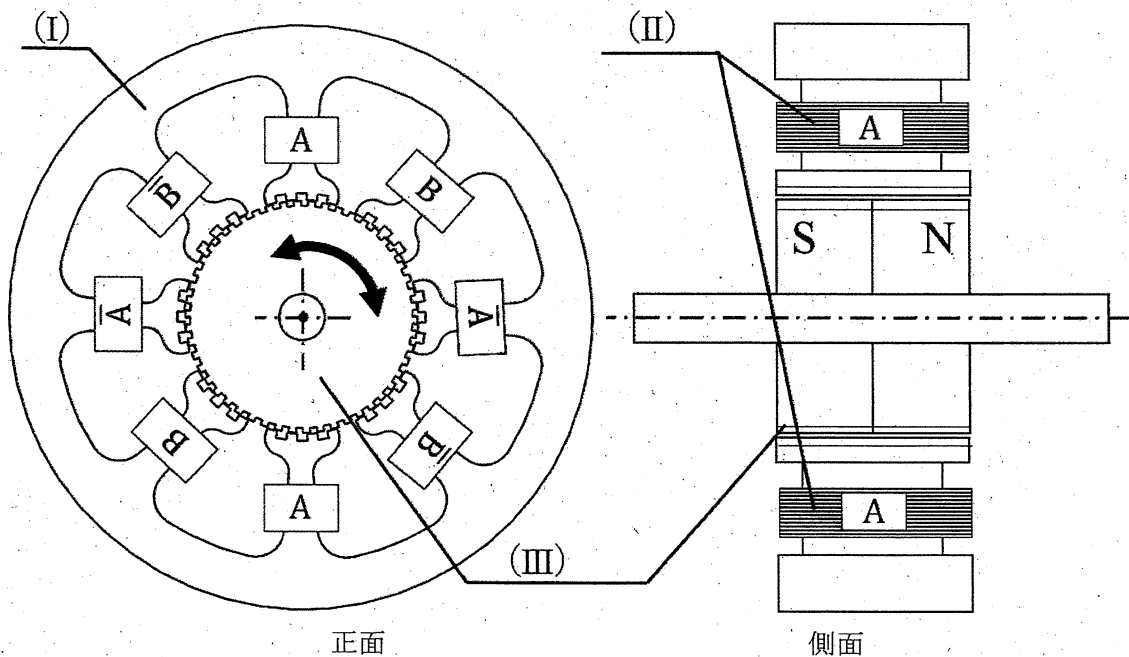


図1

- (1) このステッピングモータの種類を述べよ。
- (2) 図内(I)~(III)が示す部品の名称を述べよ。
- (3) このステッピングモータの動作原理を説明せよ。
- (4) このステッピングモータのステップ角 $\alpha$  [°]を求め、1,000 [rpm]で回転させるための入力パルスの周波数 $f$  [Hz]を導出せよ。
- (5) ステッピングモータとDCサーボモータの基本的な制御方法の違いについて簡潔に説明せよ。