

2018年9月・2019年4月入学試験

大学院創造理工学研究科修士課程

総合機械工学専攻

専門科目表紙（選択科目）

- ◎問題用紙が7ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
◎解答用紙が7枚綴りが1組あることを試験開始直後に確認しなさい。

注意事項 (Notice for Examinees)

1. 選択方法 (How to choose the subjects (problems))

- (1) 専門科目は問題番号2から問題番号8までで構成されている。
(The elective subjects consist of seven problems: from Problems No. 2 to No. 8.)
- (2) 問題番号2から8までの計7題のうち2題を選択して解答すること。
(Examinees must choose two (2) problems from Problems No.2 to No.8.)
- (3) 3題以上解答した場合は無効とし、すべてを採点の対象外とする。
(If examinees answer three or more problems, all the answers are not graded.)

2. 解答方法 (How to answer)

- (1) 解答は解答用紙のおもて面に記入すること。裏面の記入は採点対象としない。
(Examinees should write the answers to the front (printed) side of the sheets.
The answers on the reverse side of the sheets are not graded.)
- (2) 解答用紙は7枚ある。
(There are seven answering sheets.)
- (3) 関数計算ができる電卓は使用して良い。ただし、プログラム機能のある電卓は使用できない。
(Examinees can use a scientific electronic calculator, but cannot use pre-programmable calculator.)

2018年9月・2019年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻
科目名：熱と流れの工学

問題番号 2

理想的なディーゼルサイクル(ideal Diesel cycle)について以下の問いに答えよ。

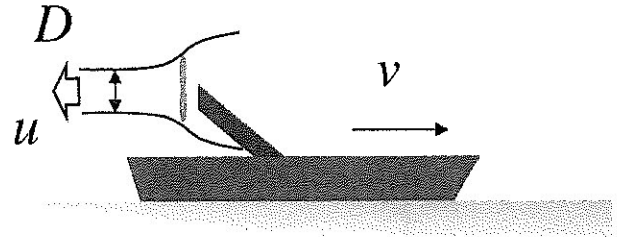
作動流体は定圧比熱 C_p (specific heat capacity at constant pressure) $= 1020.0 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, $R = 280.0 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ 一定の理想気体(ideal gas)である。圧力 $p_1 = 120.0 \text{ kPa}$, $T_1 = 300.0 \text{ K}$, $V_1 = 2000 \text{ cm}^3$ から体積 $1/15$ まで可逆的(reversibly)に断熱圧縮(adiabatically compressed) (状態 $1 \rightarrow 2$) した後, 温度が $T_3 = 2000 \text{ K}$ になるまで圧力一定(isobarically)で加熱(heated) (状態 $2 \rightarrow 3$) され, 体積 $V_4 = V_1$ まで可逆的(reversibly)に断熱膨張(adiabatically expanded) (状態 $3 \rightarrow 4$) して等容(isochorically)で放熱(cooled) (状態 $4 \rightarrow 1$) して状態 1 に戻る。

- (1) このサイクルの P - V , T - S 線図(chart)を描け。(状態の数値は記入不要)
- (2) 作動流体の比熱比 κ (heat capacity ratio) と 1 サイクルの質量 m [kg] を求めよ。
- (3) 状態 2 の圧力 [MPa] と温度 [K] をそれぞれ求めよ。
- (4) 状態 $2 \rightarrow 3$ の加熱量(quantity of heat input) [J] を求めよ。
- (5) 放熱過程(cooling process) (状態 $4 \rightarrow 1$) でのエントロピー変化(entropy change) Δs_{41} [J/K] を求めよ。
- (6) このサイクルの熱効率(thermal efficiency) η [%] と 1500rpm での出力(power output) [kW] を求めよ。

2018年9月・2019年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻
科目名: 熱と流れの工学

問題番号 3

図に示すようなプロペラ (propeller) を推進力とするエアースタート (airboat, swamp boat) を考える。プロペラによって押し出される空気は直径 D ($=1.0$ m) で一様に噴出される。その速度はボート (boat) と相対速度で u ($=50$ m/s で左方向) である。以下の問いに答えよ。ただし、空気の密度を $\rho=1.2$ kg/m³ とする。すべての変数について符号を含め詳細に定義を説明した上で数式を作り、最後に数字を代入し単位を付けて答えること。数式を立てる際に必要な考え方や仮定を必ず文章にて示すこと。

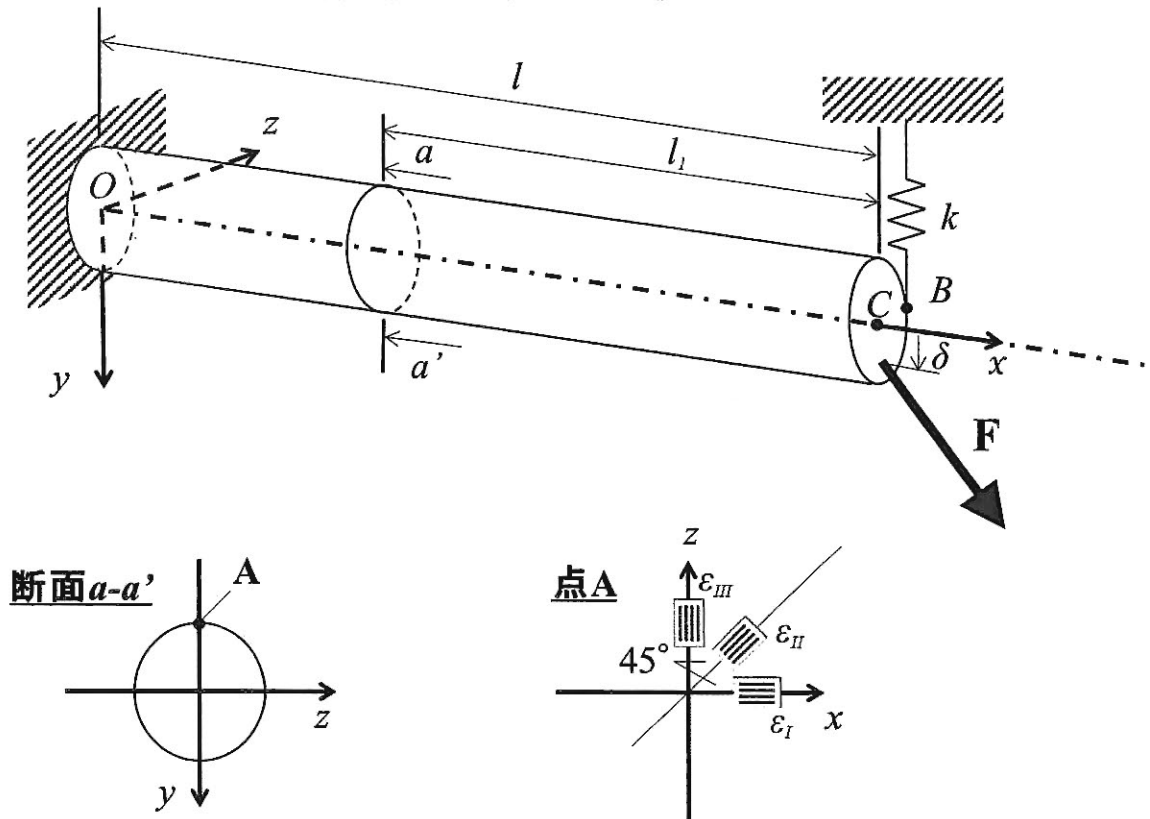


- 1) プロペラを通り抜ける空気の質量流量を求めよ。
- 2) 本問題を解くためには 1) の空気がどういう状態からプロペラを通り抜けると考えるのか妥当か詳しく説明せよ。
- 3) ボートが止まっている ($v=0$) とする。推進力 F_1 (右を正) を求めよ。
- 4) ボートが速度 $v=10.0$ m/s で前進 (右へ) しているとする。この時、推進力 F_2 (右を正) を求めよ。
- 5) 船の受ける抵抗は速度に比例するとした時、この船の質量を M ($=400$ kg) とし、静止状態から速度 5.0 m/s になるまでの時間を求めよ。

2018年9月・2019年4月入学試験問題
 大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻
 科目名： _____ 材料の力学 _____

問題番号 4

図に示すように、壁面 (wall) に固定された、一様な (uniform) 長さ l の円形断面 (半径 r) の片持ちはり (beam) がある。座標系 (coordinate system) は、図のように設定されている。図のように、はりの端面 (end face) において、 $(x, y, z) = (l, \delta, 0)$ の点に、荷重 (load) $\mathbf{F} = [F_x, F_y, F_z]^T$ が作用するとする。ここで、 $\delta \geq 0$ である。さらに、はりの端面は、点 $B(x, y, z) = (l, 0, r)$ において、図のように天井 (ceiling) から鉛直に (vertically)、ばね定数 k (spring constant) のばね (spring) によって支持されているとする。



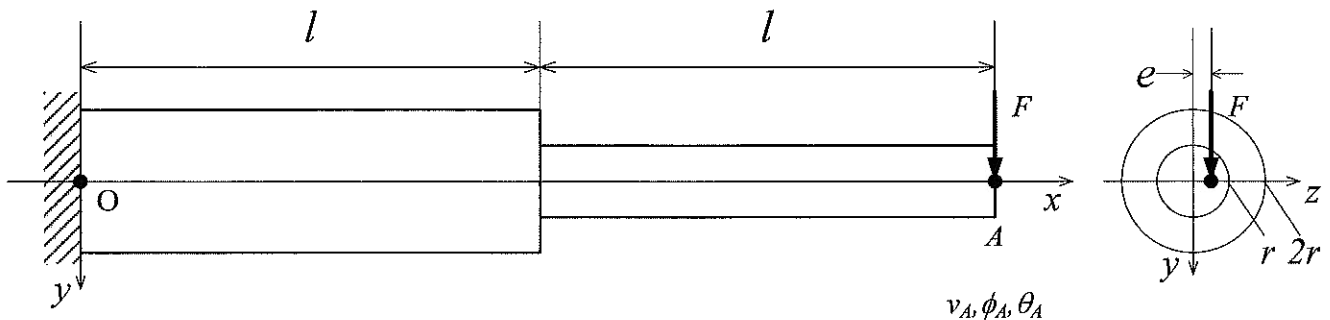
- (1) 端面から長さ l_1 (length) の位置の断面 (cross section) において、点 A の位置のひずみゲージ (strain gage) により、以下の測定値を得た。点 A におけるモールのひずみ円 (Mohr's strain circle) を描き、ひずみテンソル (strain tensor) を求めよ。

$$\epsilon_I = 6.0 \times 10^{-6}, \epsilon_{II} = -1.0 \times 10^{-6}, \epsilon_{III} = -2.0 \times 10^{-6}$$
- (2) (1)のひずみが計測された時、点 A における主ひずみ (principal strain) を求めよ。
- (3) $k=0, F_x>0, F_y=0, F_z=0$ の時、点 A における軸方向の応力 (stress) を、断面二次モーメント I (second moment of area), F_x, δ, r を用いて求めよ。
- (4) $k=0, F_x>0, F_y=0, F_z=0$ の時、点 A における軸方向の応力が 0 となる δ を、 r のみを用いて示せ。
- (5) $k=0, F_x=0, F_y>0, F_z=0$ の時、OC 区間における曲げモーメント図 (Bending Moment Diagram) を描け。
- (6) $k=0, F_x=0, F_y>0, F_z=0$ の時、はりの中心軸 (central axis) に垂直な断面における応力が、 x によらず一定となるように、円形断面の半径 r を x の関数として変化させる (同一断面内での応力は一定ではない)。この時、 r を x の関数として示せ。ただし、点 C の断面での半径を r_0 とせよ。
- (7) $k \neq 0, F_x=0, F_z=0, \delta=0$ の時、 F_y を 0 から y 軸の正の方向に大きくしたときに、ばねは、伸びるか、縮むか、またはどちらともいえないかを理由と合わせて示せ。

2018年9月・2019年4月入学試験問題
 大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻
 科目名： _____ 材料の力学 _____

問題番号 5

左端 O を壁面に剛に固定 (fixed at A on wall) された長さ $2l$ の円形断面 (半径 (radius) は $r, 2r$) の段付きの棒 (bar) がある。棒の先端には荷重 (load) F が断面の図心より z 軸上の e だけ離れた個所に作用している。棒の縦弾性係数 (longitudinal elastic modulus) を E , 横弾性係数 (shear modulus) を G とする。以下の問いに答えよ。ただし、解答用紙には計算過程も記すこと。



- (1) 荷重 F の作用により、棒に作用する支点反力 (reaction force) を求めよ。
- (2) 棒の区間 $0 < x < l$ と $l < x < 2l$ における断面二次モーメント (second moment of area) と断面二次極モーメント (second polar moment of area) を求めよ。
- (3) 棒に生じるねじりモーメント (twisting moment) T , 曲げモーメント (bending moment) M とせん断力 (shearing force) F の x 方向の分布を図示 (diagram) せよ。
- (4) 先端 A のねじれ角 θ_A (twisting angle) を求めよ。
- (5) 先端 A のたわみ v_A (deflection) とたわみ角 ϕ_A (deflection angle) を求めよ。
- (6) 棒に蓄えられる弾性ひずみエネルギー U (elastic strain energy) を求めよ。棒の長さは断面形状に比して十分に長く、せん断力の影響は無視する。
- (7) 弾性ひずみエネルギー U について、 $e=0$ の場合 ($U_{e=0}$) との比 ($U/U_{e=0}$) を求めよ。

以上

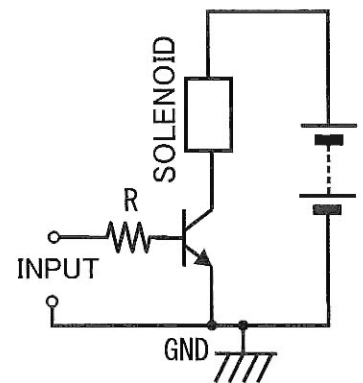
2018年9月・2019年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻
科目名： _____メカトロニクスとコントロール_____

問題番号 6

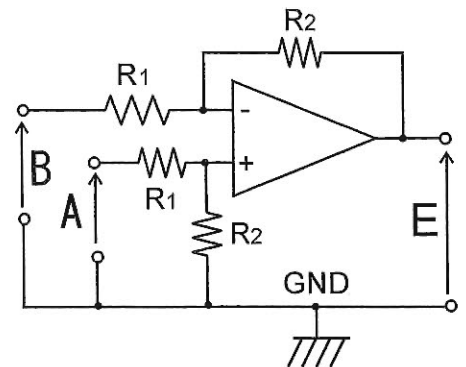
- (1) 以下のセンサ(sensor)とアクチュエータ(actuator)に関する設問に答えよ。
- (a) 超音波センサ(ultrasonic sensor)の構造(structure)および計測原理(sensing method)について図(figure)を用いて説明(explain)せよ。また、その応用例(applications)を2つ挙げよ。
 - (b) ひずみゲージ(strain gauge)の構造および計測原理について図を用いて説明せよ。また、そのセンサとしての応用例を2つ挙げよ。
 - (c) 直流ソレノイド(direct current solenoid)の構造および動作原理(working principle)について図を用いて説明せよ。また、その応用例を2つ挙げよ。

- (2) 以下の電子回路(electronics circuit)に関する設問に答えよ。

- (a) 直流ソレノイドをオンオフ制御(on/off control)する電子回路には回路素子(device)を保護(protection)するダイオード(diode)が使われる。保護する回路が必要な理由(reason)を述べ、右図に示す回路の場合では、どこにダイオードが入るか、解答用紙の回路図に記号(symbol)を書き込め。



- (b) 右図に示す OP アンプ(OP amplifier)を用いた差動増幅回路(differential amplifier)について応用例を2つ挙げよ。また、出力電圧(output voltage) E [V]を入力電圧(input voltage) A [V]と B [V]および抵抗(resistor) R_1 [Ω]と R_2 [Ω]を用いて表せ。さらに、入力 A と B のそれぞれについて入力インピーダンス(input impedance) Z_A [Ω]と Z_B [Ω]を答えよ。(計算の際、OP アンプの2つの入力端子間は仮想短絡状態(virtual short)にあると仮定すること)



2018年9月・2019年4月入学試験問題
 大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻
 科目名： _____ メカトロニクスとコントロール _____

問題番号 7

(1) 以下の小問に答えよ。

- (a) 「ぶつからないクルマ」の自動ブレーキを例にとり, (i)制御器(controller), (ii)制御対象(controlled object), (iii)検出部(sensing unit)について説明せよ。その際, (iv)目標量(desired value), (v)偏差(deviation), (vi)操作量(manipulated variable), (vii)制御量(controlled variable)との関係性を明示せよ。
- (b) PID制御器の機能について, 応答性(responsiveness)と安定性(stability)の観点から説明せよ。

(2) 右図の電気回路(electric circuit)に入力電圧 e_i を印加(input voltage applied)した場合において, コンデンサ C_2 端子間電圧 e_2 (capacitor terminal voltage)の応答(transient response)を考える。以下の問いに答えよ。

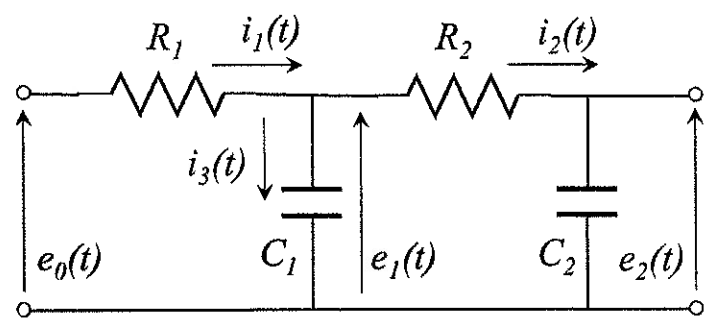


Fig.7-1

- (a) Fig.7-1の回路において, 時間領域(in the time domain)で成立する関係式を5つ導出せよ。なお, R_i は抵抗(resistor)($i=1 \sim 2$), C_i はコンデンサ(capacitor)($i=1 \sim 2$), $e_i(t)$ はコンデンサ C_i の端子間電圧, $i_i(t)$ は電流(electric current)($i=1 \sim 3$)を表す。

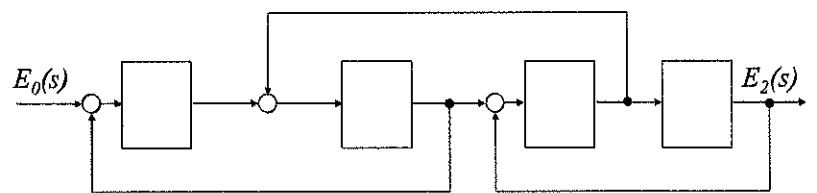


Fig.7-2

- (b) (2-a)で導出した関係式をs領域(s-domain)に変換すると, Fig.7-2の構造を有したブロック線図(block diagram)で表せる。

このとき, Fig.7-2のブロック線図を完成させよ。なお, s領域における入力電圧は $E_0(s)$, コンデンサ C_1, C_2 における端子間電圧はそれぞれ $E_1(s), E_2(s)$, 電流は $I_i(s)$ ($i=1 \sim 3$)で表せ。

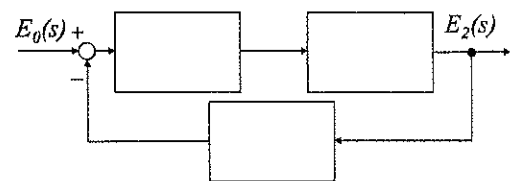


Fig.7-3

- (c) (2-b)で求めたブロック線図をFig.7-3の構造に等価変換せよ(equivalent transformation)。
- (d) (2-c)で導出したブロック線図に基づき, 一巡伝達関数(open-loop transfer function)および閉ループ伝達関数(closed-loop transfer function)をそれぞれ求めよ。

(3) Fig.7-4に示すフィードバック制御系(feedback control system)に関して, 以下の問いに答えよ。

- (a) $K=2, G(s)=1/(s^2+2s+2)$ におけるインパルス応答(impulse response)を考える。閉ループ伝達関数 $X(s)=O(s)/I(s)$ を求め, 部分分数表記せよ(partial fraction decomposition of $X(s)$)。
- (b) (3-a)で求めた $X(s)$ を用いて, 出力 $O(t)$ を時間領域で求めた後, グラフに概形を図示した上で, その安定性について述べよ。

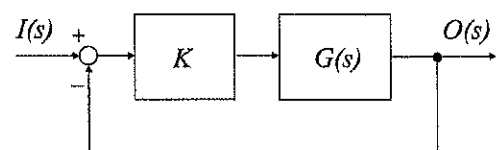


Fig.7-4

2018年9月・2019年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻

科 目 名 : _____ 材料工学の基礎 _____

問題番号

8

- (1) 金属材料の変形機構(deformation mechanism)と強化機構に関する以下の設問に答えよ。
(a) 加工硬化(strain hardening)は何故発生するか述べよ。
(b) クリープ変形(creep deformation)について1次クリープと2次クリープの違いを述べよ。
(c) シュミット則(シュミット因子)(Schmid's law)について図示して式を示せ。
(d) 双晶変形(twinning)とはどういう現象か説明せよ。
(e) 臨界分解せん断応力(critical resolved shear stress)とは何か, 説明せよ。
(f) 回復(recovery)とは何か, 説明せよ。
(g) 固溶体(solid solution)とはなにか説明せよ。
- (2) 金属材料の熱特性, 機械的特性と加工法について以下の設問に答えよ。
(a) 鍛造(forging)について説明せよ。
(b) 合金を析出強化(precipitation strengthening)するためのプロセスを述べよ。
(c) シャルピー衝撃試験(Charpy impact testing)とはどういう試験か。図示して示せ。
(d) 延性破壊(ductile fracture)と脆性破壊(brittle fracture)について破面の特徴を図示して説明せよ。
(e) 0.2%耐力(yield strength)の求め方を図示して説明せよ。
- (3) 金属材料の熱処理(heat treatment)について以下の設問に答えよ。
(a) 炭素鋼における焼き入れ(quench)と焼き戻し(temper)について熱履歴を図示して説明せよ。
(b) 炭素鋼において共析変態(eutectoid transformation)の結果生ずる金属組織を図示して名称を記せ。
(c) 焼きなまし(annealing)について説明せよ。

以上