

令和7年10月入学, 令和8年4月入学 (第1回)
 山口大学大学院創成科学研究科 (工学系) 博士前期課程入学試験

受験区分コード 55

専門科目 (機械力学及び制御工学 (古典))

問題 (配点 75 点)

下図は, レールの上を走行する貨車を正面から見たときの模式図である. 質点と見なせる質量 m の貨車が車台 (長さ $2w$) の中央部で, 高さ h の位置に支持されている (支持部の質量は無視する). その車台は, 左右でバネ定数 K のバネと粘性減衰係数 C のダッシュポッドによって支持されており, 支点 O まわりの慣性モーメントは J である. 貨車と車台は支点 O を中心に回転する. 回転角 θ は微小であるとき, 以下の問いに答えよ.

- (1) 貨車が回転角 θ だけ傾いた状態でのバネとダッシュポッドが車台に及ぼす復元力を求めよ. この復元力による支点 O まわりのモーメントを求めよ.
- (2) 貨車が回転角 θ だけ傾いた状態での貨車の重力による支点 O まわりのモーメントを求めよ (重力加速度を g とする).
- (3) 貨車と車台についての支点 O まわりの慣性モーメントを求め, この系における回転角 θ に関する運動方程式を求めよ. この系の減衰比 ζ と (不減衰) 固有角振動数 ω_n を求めよ.
- (4) 貨車に横風が吹いている場合を考える. この横風による支点 O まわりのモーメントが $f(t) = F\sin(\omega t)$ で与えられるとき, この系の回転角 θ に関する運動方程式を求めよ. また, この系について入力を $f(t)$, 出力を θ とするときの伝達関数 $G(s)$ を求めよ.

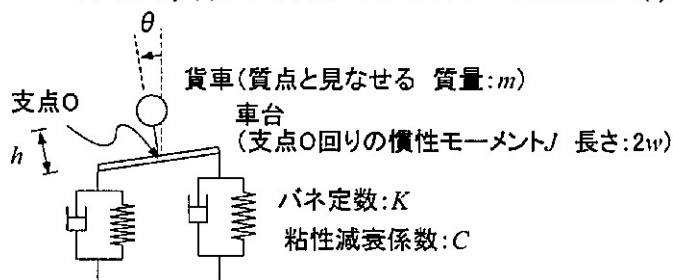


図 貨車を正面から見た時の模式図

この系の伝達関数が次式で与えられているものとして, 以下の問いに答えよ.

$$G(s) = 1/(s^2 + 2As + B)$$

ここで A および B は定数である.

- (5) $A=10$, $B=36$ のとき, 単位インパルス信号に対する θ の応答を求めよ.
- (6) ある定数 A および B の組合せにおいて, この系にステップ入力を与えたところ, 出力応答は, 臨界減衰 (振動せずに, 最も早く定常値に到達する) の特徴を示した. $B=25$ であるとき, 定数 A の値を求めよ.

令和7年10月入学, 令和8年4月入学(第1回)
 山口大学大学院創成科学研究科(工学系) 博士前期課程入学試験

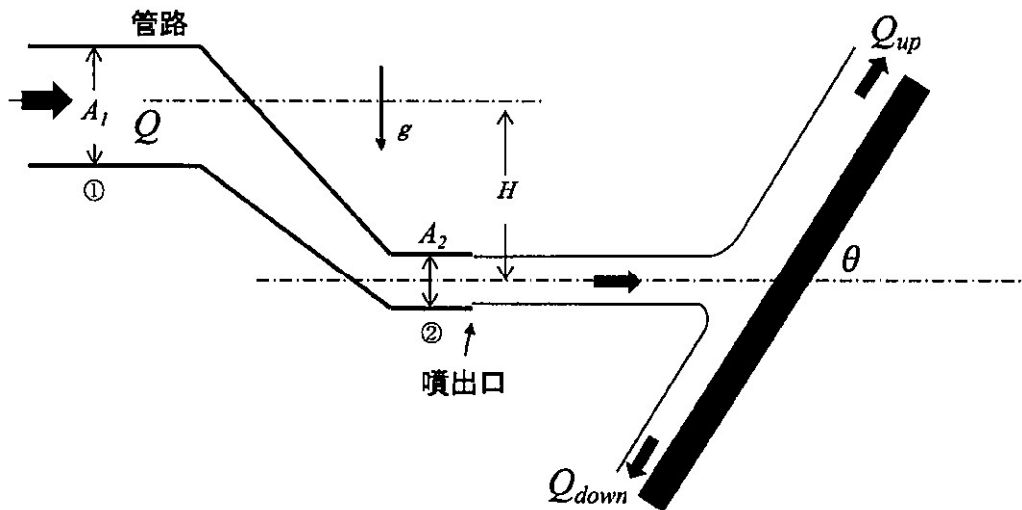
受験区分コード 55
 専門科目(水力学)

問題(配点75点)

下図に示すような, 断面積が2段階に変化する水平な管路について考える. 管路内には密度 ρ の非圧縮性流体が定常的に流れており, 流体の粘性は無視できるものとする. 上流側(断面①)の断面積を A_1 , 下流側(断面②)の断面積を A_2 とし, それぞれの断面中心の高低差は H である. 断面①における圧力を p_1 , 流量を Q とする. 噴出口から大気中に噴出した流体は, 水平面に対し角度 θ で設置された滑らかな平板に衝突する. 衝突後, 流体は平板に沿って上下2方向に分かれて流れる. このとき, 分岐後の流速の大きさは, 衝突直前の流速(断面②における流速)の大きさに等しいものとする.

重力加速度の大きさを g とし, 以下の問いに答えよ.

- (1) 断面②における流体の流速 v_2 と圧力 p_2 を求めよ.
- (2) 平板が流体から受ける力の大きさと向きを求めよ.
- (3) 平板に沿って上下に分かれて流れる流量 Q_{up} と Q_{down} をそれぞれ求めよ.



令和7年10月入学, 令和8年4月入学(第1回)
山口大学大学院創成科学研究科(工学系) 博士前期課程入学試験

受験区分コード55
専門科目(熱力学)

問題(配点75点)

断熱圧縮(状態1→状態2), 定積加熱(状態2→状態3), 断熱膨張(状態3→状態4), 定積冷却(状態4→状態1)の4つの過程からなるサイクルがある. 比熱比 κ , ガス定数 R [J/(kg·K)]の作動ガスのそれぞれの状態 i における温度, 圧力, 比体積は, T_i [K], p_i [Pa], v_i [m³/kg]で表されるものとする. また, 定圧比熱を c_p [J/(kg·K)], 定積比熱を c_v [J/(kg·K)]とする. 以下の問いに答えよ.

- 1) このサイクルの p - v 線図を示せ.
- 2) 定積加熱量 q_H [J/kg] および定積冷却量 q_C [J/kg]を, T_1, T_2, T_3, T_4 を用いて表せ.
- 3) このサイクルの熱効率 η を q_H および q_C を用いて定義し, さらに T_1, T_2, T_3, T_4 を用いて表せ.
- 4) 断熱圧縮過程および断熱膨張過程における, v_i, T_i の関係式を示せ.
- 5) 状態1と状態2の比体積の比を圧縮比と定義 ($v_1/v_2 = \varepsilon$) するとき, η を ε および κ を用いて導出せよ.
- 6) このサイクルの熱効率を向上させるためには, どのような工夫が必要かを, 図を用いて説明せよ.

令和7年10月入学, 令和8年4月入学(第1回)
 山口大学大学院創成科学研究科(工学系) 博士前期課程入学試験

受験区分コード 55
 専門科目(材料力学)

問題(配点75点)

図に示すように軸Dに歯車Aが取り付けられ, 軸Dは軸受EおよびFによって支えられている. 歯車Bは歯車Aに対して滑りなく回転を伝達するものとする. 軸受Eと歯車Aの距離を a , 軸受Fと歯車Aの距離を b とし, $b > a$, $a + b = l$ とする. 歯車が回転していない状態で, 歯車Bは歯車Aを荷重 W で押している. 以下の問いに答えよ. ただし, 水平方向右向きを x の正方向, 垂直方向下向きを y の正方向とする. また, 軸は中実丸棒とし, 歯車の中心に取付けられている. 軸Dの材料のヤング率を E , 基準曲げ応力は σ_s , 安全率は f とする. ここで軸Dの太さ d および歯車の厚さは, 軸の長さに対して十分小さく, 軸受と歯車は変形しない剛体とし, 軸の変形は十分小さく, 軸と歯車の重量は無視できるものとする.

- (1) 軸受EおよびFにおける反力 R_E および R_F を求めよ.
- (2) 軸Dのせん断力図(S.F.D.)と曲げモーメント図(B.M.D.)を示せ.
- (3) 軸Dのたわみ曲線を表す関数を求めよ.
- (4) 軸径 d の許容範囲(下限)を, 安全率を考慮して, 荷重 W の関数で表せ.
- (5) 軸受EおよびFは, たわみ角が θ_1 を超えると破損するボールベアリングである. 軸受が破損しないための軸径 d の許容範囲を, 荷重 W の関数で表せ.

次に, 歯車Bより歯車Aに動力 P を伝達し, 歯車Aを回転数 n (min^{-1})で回転させた. 基準せん断応力は τ_s , 安全率は f とする.

- (6) 軸Dに作用するトルク T を求めよ.
- (7) 荷重 $W = 0$ として, 軸Dの軸径 d の許容範囲(下限)を, 安全率を考慮して求めよ.

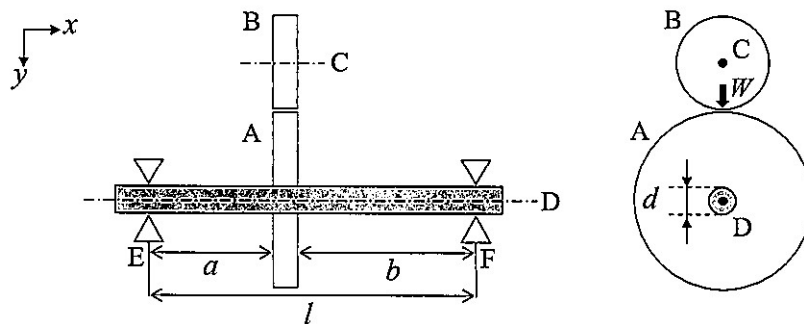


図. 歯車と軸(正面図)

(側面図)