

科目名：生産工学・制御工学 [1 / 2]

(問題 [1], [2] は別々の答案用紙に解答すること。)

[1] 以下の問いに答えよ。

(1) 図 1 は切削加工における 2 次元切削モデルを示している。

- (a) 図中の角度 α , β , ϕ の名称を示せ。また、動力計などを用いることで測定できる図中の力成分 F_h , F_v の名称を示せ。
- (b) 切削幅を b とする。工作物のせん断応力 τ_s を角度 ϕ , 切りくず厚さ t , 切込み量 d , 切削幅 b および力成分 F_h , F_v を用いて示せ。
- (c) 工具と切りくずが接触する面①での摩擦係数 μ を角度 α および力成分 F_h , F_v を用いて示せ。

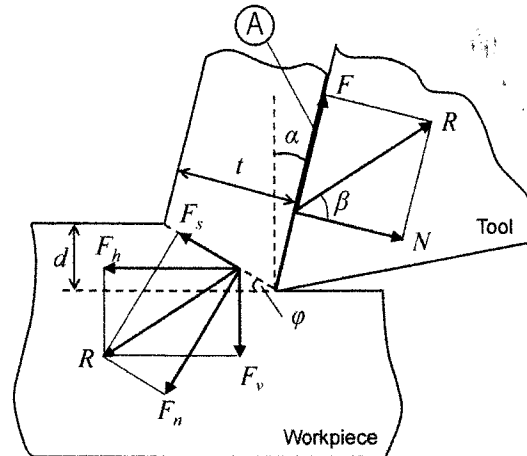


図 1 2 次元切削モデル

- (d) 切削加工では、加工中に熱が発生する。その発生する熱の箇所と原因の組を 2 つ示せ。
- (2) 難削材の切削加工では、加工中に切削油が用いられる。切削油の作用の 1 つとして潤滑作用がある。他の作用を 2 つ示せ。
- (3) 表 1 は各種加工方法と仕上げ面の算術平均粗さ Ra を示している。表 1 の①～③にあてはまる加工方法を 1 つずつ挙げよ。また、それぞれの加工方法について簡単に説明せよ。

表 1 各種加工方法と仕上げ面の算術平均粗さ Ra

加工方法	算術平均粗さ $Ra[\mu m]$										
	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025	0.0125
フライス削り											
旋削, 中ぐり											
①											
②											
③											

■ : 一般に得られる範囲 ▨ : 注意を払って得られる範囲

2024 年度
神戸大学大学院工学研究科 博士課程前期課程
機械工学専攻 入学試験問題
科目名：生産工学・制御工学 [2 / 2]

(問題 [1], [2] は別々の答案用紙に解答すること.)

[2] 以下の問いに答えよ.

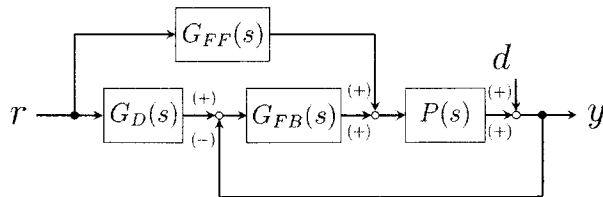


図 2-1

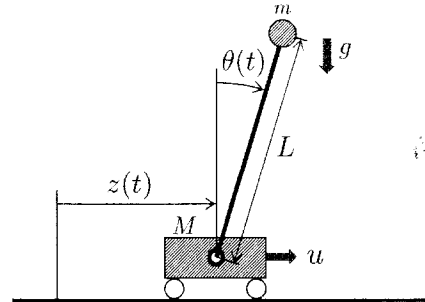


図 2-2

- (1) 図 2-1 は目標伝達関数 $G_D(s)$, フィードフォワード補償器 $G_{FF}(s)$, フィードバック補償器 $G_{FB}(s)$, 制御対象 $P(s)$ から構成される二自由度制御システムの例である.

(a) 目標信号 r から出力 y までの伝達関数を $G_{FB}(s)$ によらずに $G_D(s)$ とするには, $G_{FF}(s)$ をいかに定めれば良いか求めよ. 導出過程も示すこと.

(b) $P(s) = \frac{1}{s(s-3)}$, $G_{FB}(s) = K_P + K_D s$ とする. このとき, 外乱 d から出力 y への伝達関数が安定となるための K_P と K_D に関する条件を求めよ.

- (2) 図 2-2 に示すような台車振り子システムを考える. 振り子先端の質点の質量を m , 振り子の長さを L , 台車の質量を M , 重力加速度を g とし, これらはいずれも正の定数とする. また, 棒の質量は無視できるものとする. さらに, 台車の位置を z , 台車に加わる力を u , 振り子の角度を θ とする. (符号と向きの関係は図示の通り). このとき, 台車振り子システムの運動方程式は次式で表せる.

$$\begin{bmatrix} M+m & mL \cos \theta \\ mL \cos \theta & mL^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{z} \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} mL^2 \dot{\theta}^2 \sin \theta \\ mgL \sin \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u \\ 0 \end{bmatrix}$$

- (a) 状態を $x = [z \ \theta \ \dot{z} \ \dot{\theta}]^T$, 台車に加わる力 u を制御入力とすると, $x = [0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$ の近傍で近似線形化された状態方程式 $\dot{x} = Ax + Bu$ の A 行列と B 行列は次式で表されることを示せ.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -\frac{mg}{M} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{(M+m)g}{ML} & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{M} \\ -\frac{1}{ML} \end{bmatrix}$$

- (b) A 行列の固有値を求め, 開ループシステムの安定性を判別せよ.
- (c) $z, \theta, \dot{z}, \dot{\theta}$ のいずれか一つを観測出力と定義する. 開ループシステムが可観測となるものをすべて挙げよ. 判別理由も示すこと.