

科目名：生産工学・制御工学 [1 / 4]

(問題 [1], [2] は別々の答案用紙に解答すること.)

[1] 以下の(1)~(3)の問いに答えよ.

(1) 図 1-1 は旋削加工における切削抵抗を示している. 切削抵抗に関する以下の問いに答えよ.

- (a) 図中の F は切削工具が受ける切削抵抗で, 切込み方向 x , 切削方向 y , 送り方向 z の分力, F_x , F_y , F_z に分解できる. F_x , F_y , F_z がそれぞれどのように呼ばれているか示せ.
- (b) 切削抵抗 F の大小は, せん断角 ϕ の大小によって左右される. せん断角 ϕ を簡潔に説明して, ϕ が大きい場合に切削抵抗が小さくなることを示せ.
- (c) 切削条件 (主軸回転数, 工具送り速度, 切込み) を変えずに切削抵抗 F を小さくするための対策を示せ.

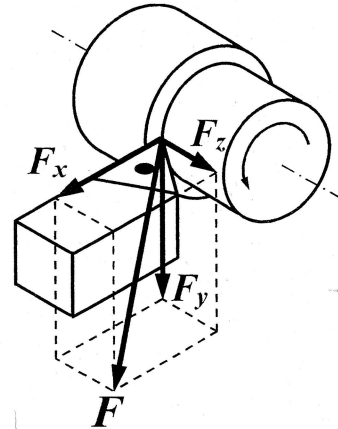


図 1-1 旋削加工における切削抵抗

(2) 切削工具に関する以下の問いに答えよ.

- (a) ①から⑤に示す工具材種を, 低硬度の材種から高硬度の材種の順に並べよ.
 ① セラミックス, ② 高速度工具鋼, ③ CBN, ④ ダイヤモンド, ⑤ 超硬合金
 - (b) ④のダイヤモンドは鉄系材料の切削に使用できないという短所がある. その理由を簡潔に説明せよ.
 - (c) ⑤の超硬合金の工具では, 工具性能を向上させるためにコーティングを施すことがある. コーティングを施す理由を簡潔に説明せよ. コーティングされる材料は複数あるが, そのうちの 1 例を挙げよ.
- (3) 図 1-2 は回転トルクを伝えるために, 歯車やプーリーなどと軸を締結する要素部品を示している. この要素部品に関する以下の問いに答えよ.

- (a) 図に示した要素部品 ㉠ の名称を示せ.
- (b) 要素部品 ㉠ の幅を b , 高さを h , 長さを l とする. 直径 d の軸に作用するトルク T と要素部品 ㉠ に作用するせん断応力 τ の関係を式で表せ.
- (c) 軸の許容せん断応力を τ_d とすると, 軸が伝達できるトルク T_d は $T_d = \frac{\pi d^3}{16} \tau_d$ で示される. 要素部品 ㉠ の許容せん断応力が軸の許容せん断応力 τ_d と等しいとして, 軸が伝達できるトルク T_d に等しいトルクが伝達できる要素部品 ㉠ の $b l$ 値を式で表せ. また, b の一般的な決定方法を説明せよ.
- (d) 要素部品 ㉠ を挿入するための軸の溝の加工法を示せ.

2023 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 / 4]

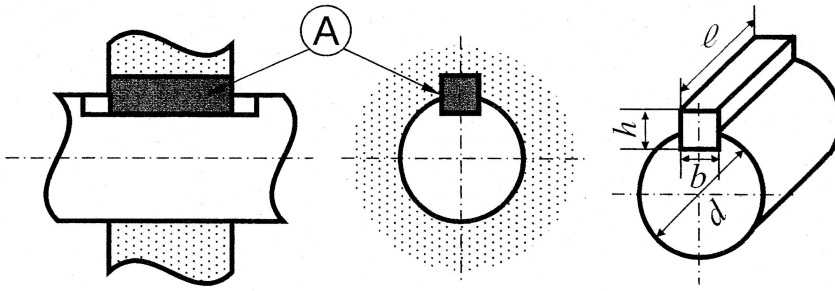


図 1-2 歯車やプーリーなどと軸を締結する要素部品

科目名：生産工学・制御工学 [3 / 4]

(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 (1), (2) に答えよ。

- (1) 図 2-1 に示すような、回転軸が軸受けに支えられた円盤を考え、以降「円盤系」と呼ぶ。円盤の回転角を θ [rad]、円盤の軸まわりの慣性モーメントを I [kg·m²] とし、この軸受けは粘性のある潤滑油で満たされているため軸の回転速度に比例した粘性抵抗が生じ、 d [N·m·s] をその粘性係数とする。また円盤の回転軸まわりに加えるトルクを τ [N·m] とする。以下の小問に答えよ。

- (a) この円盤系の運動方程式を示せ。また、そこから τ から θ までの伝達関数 $P(s)$ を求めよ。

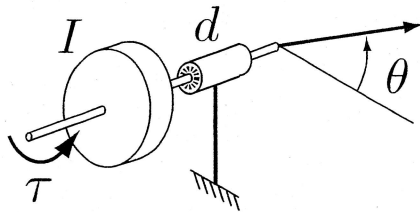


図 2-1 円盤系

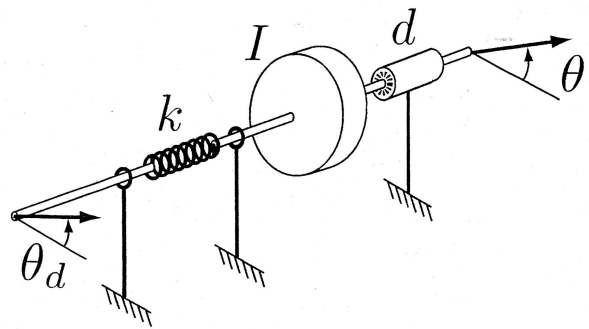


図 2-2 円盤・ばね系

- (b) 図 2-2 に示すような、図 2-1 の円盤系に回転ばねを接続した「円盤・ばね系」を考える。回転ばねのねじり剛性は k [N·m/rad] とし、回転ばねの両端はそれぞれ円盤の軸と新たな軸（軸の慣性モーメントは無視できる）とで接続され、それぞれの軸は摩擦の無視できるなめらかな軸受けで支えられているとする。図 2-2 に示すように、軸を介して回転ばねの端点に指令角 θ_d [rad] を与えることができるものとする。この円盤・ばね系の運動方程式を示し、それより θ_d から θ までの伝達関数 $G_0(s)$ を求めよ。
- (c) 小問 (b) の円盤・ばね系において $k = 10$ [N·m/rad]、 $d = 3$ [N·m·s]、 $I = 1$ [kg·m²] とする。このとき $G_0(s)$ の周波数応答において位相差が $-\frac{\pi}{4}$ [rad] となる角周波数 [rad/s] を求め、その時のゲインを求めよ。
- (d) 図 2-3 に示すような、小問 (a) で求めた円盤系の伝達関数 $P(s)$ を制御対象とし、ある適当なコントローラ $C(s)$ を接続したフィードバック系 1 を考える。このフィードバック系 1 の θ_d から θ までの伝達関数 $G(s)$ が、小問 (b) で求めた $G_0(s)$ と一致するような $C(s)$ を示せ。

科目名：生産工学・制御工学 [4 / 4]

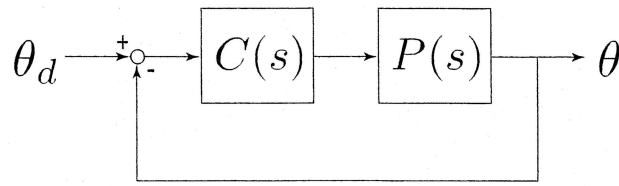


図 2-3 フィードバック系 1

(2) 図 2-4 に示すフィードバック系 2 について、以下の小問に答えよ。

- (a) このフィードバック系 2 の一巡伝達関数 $L(s)$ を求めよ。
- (b) このフィードバック系 2 の定常位置偏差および定常速度偏差を求めよ。
- (c) 小問 (a) で求めた一巡伝達関数 $L(s)$ のベクトル軌跡は図 2-5 となる。図 2-5 中に示すように、このベクトル軌跡が実軸と交わる点 P の座標を求めるとともに、このフィードバック系 2 が安定となる K の範囲を求めよ。
- (d) このフィードバック系 2 に、図 2-4 に示すように外乱 d が加わるものとする。この時、このフィードバック系 2 のステップ外乱、ランプ外乱に対する抑制効果を論じよ。

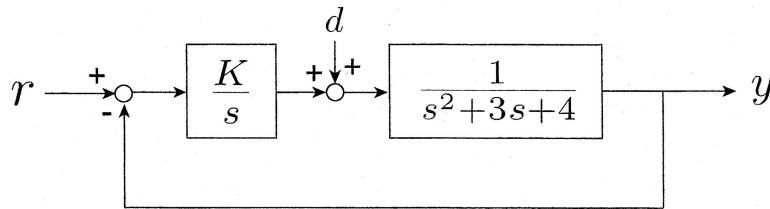


図 2-4 フィードバック系 2

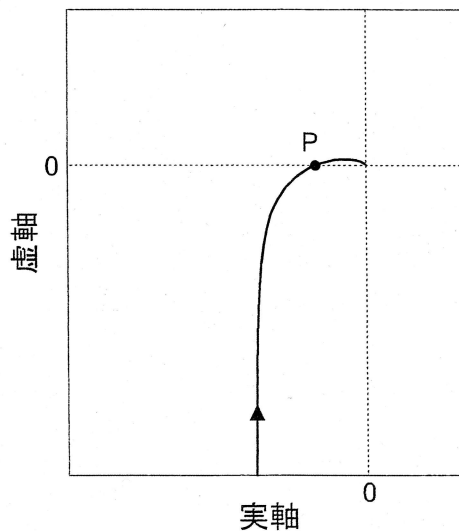


図 2-5 一巡伝達関数 $L(s)$ のベクトル軌跡