

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回答すること.)

[1] 以下の(1)~(4)の問いに答えよ.

(1) 2次元切削理論に関する以下の問いに答えよ. 図 1-1 に2次元切削モデルを示す.

(a) すくい角 α , 摩擦角 β , せん断角 ϕ と切削力の大小関係を示せ.

① すくい角 α が大きいほど, 切削力は (1. 大きい, 2. 小さい)

② 摩擦角 β が大きいほど, 切削力は (1. 大きい, 2. 小さい)

③ せん断角 ϕ が大きいほど, 切削力は (1. 大きい, 2. 小さい)

(b) 摩擦角 β は何を示すパラメータか簡潔に説明せよ.

(c) 冷却, 潤滑, 切りくず排出を目的として加工中に切削液 (クーラント) を供給するが, 切削液の供給によって, すくい角 α , 摩擦角 β , せん断角 ϕ がどのように変化するかを理由とともに簡潔に説明せよ. 変化しない場合もその理由を示せ.

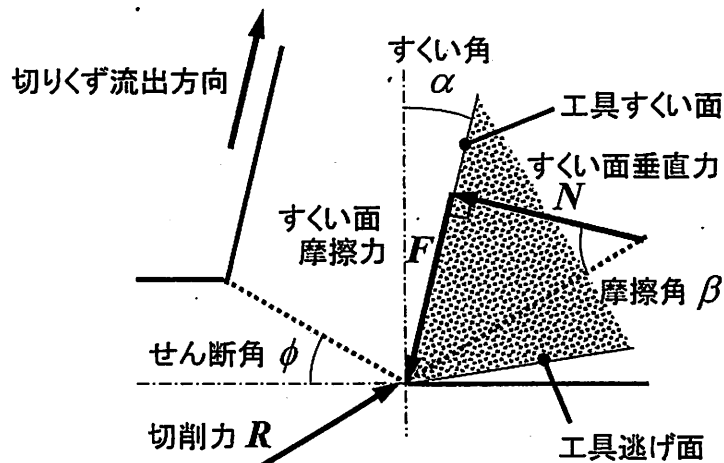


図 1-1 2次元切削モデル

(2) 工具寿命に関する以下の問いに答えよ.

(a) 工具の寿命方程式 $VT^n = C$ の呼び名 (この関係を見出した人物の名前) を答えよ. ここで, V は切削速度 [m/min], T は工具寿命 [min], n , C は工具の切削速度と工具寿命の関係から実験的に決まる定数である.

(b) 寿命方程式が $VT^{0.5} = 1000$ の工具を用いて, 切削速度 100 m/min および 200 m/min で旋削加工する場合の工具寿命をそれぞれ求めよ.

(c) (b)の工具により, 切込み深さ 5 mm, 送り速度 0.4 mm/rev の切削条件で旋削加工を行う場合に, 工具寿命に至るまでに加工できる総除去体積を切削速度 100 m/min と 200 m/min とで比較せよ.

科目名：生産工学・制御工学 [2 / 4]

- (3) 特殊加工に関する以下の問いに答えよ。
- (a) 特殊加工の1つである放電加工の加工原理を説明せよ。
 - (b) 工具による切削加工と比較して、放電加工の長所を2つ挙げよ。
 - (c) 工具による切削加工と比較して、放電加工の短所を2つ挙げよ。
- (4) 図 1-2 に示す V ブロックの設計図を見て以下の問いに答えよ。
- (a) 材質の FC200 について説明せよ。
 - (b) 工程の「木・イ・キ・仕」がわかるように V ブロックの加工工程を説明せよ。
 - (c) V 溝の斜面と V ブロックの底面は、他の面に比べて表面粗さの精度要求が厳しい。その理由を V ブロックの使用方法から説明せよ。

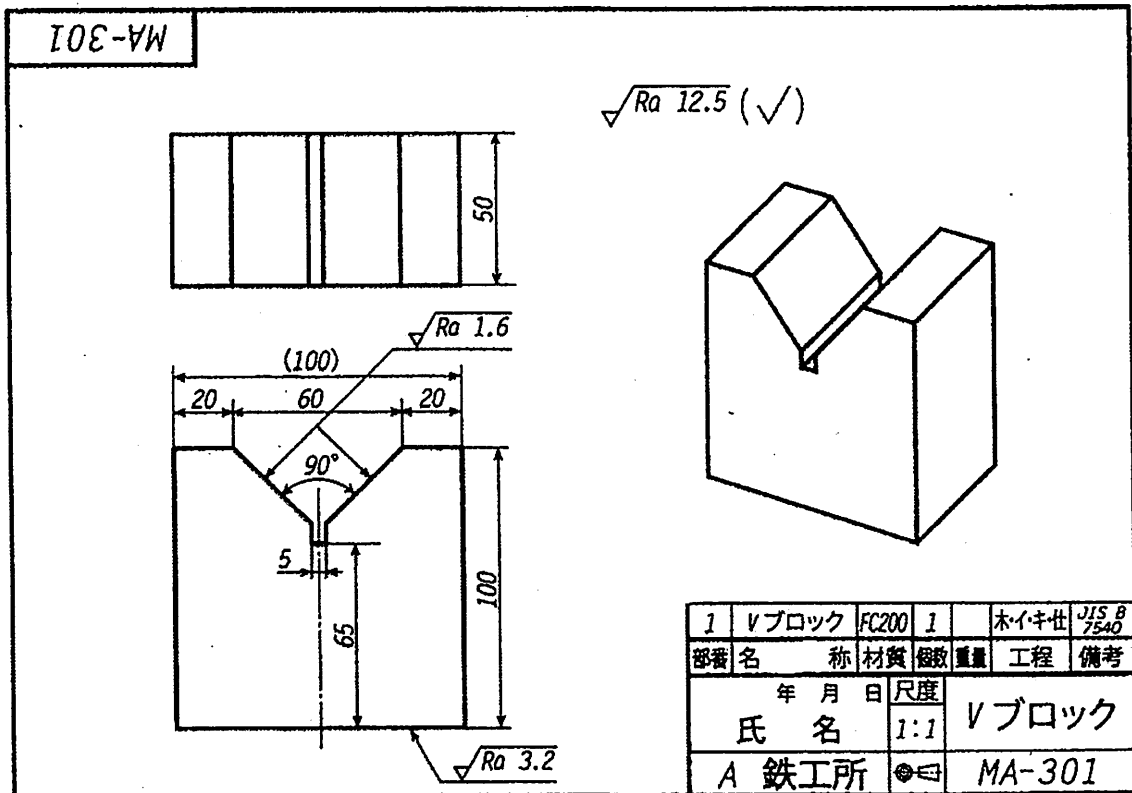


図 1-2 V ブロックの設計図

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(a) は、ひずみゲージ式加速度変換器 (以下、加速度計) の構造を示したものである。この加速度計の感度方向に加速度が加わると、おもりに働く慣性力によって板バネが変形し、その変形に伴う歪を歪ゲージで検出することで加速度が計測できる。加速度計内部は、おもりの振動を抑制するために油で満たされている。図 2-1(b) は、この加速度計の力学モデルであり、質量 m のおもりが板バネに相当するバネ定数 k のバネと、内部に満たされたオイルに相当する粘性係数 d のダンパで変換器筐体に吊るされている。図に示すように、筐体から見たおもりの変位を y (バネの自然長を原点とし、下向きを正) とし、この変位 y に相当する電気信号をある増幅器によって K 倍に増幅して電圧 V (すなわち $V = Ky$) とし、この電圧 V をこの加速度計の出力とする。また、ある基準位置からのこの加速度計の筐体の変位を x (上向きを正) とする。以下の小問に答えよ。

(a) この加速度計に、図 2-1(b) に示すように加速度 $a (= \ddot{x})$ が加えられたとする。このとき、加速度 a から加速度計の出力 V までの伝達関数を求めよ。ただし、ここでは重力は作用しないものとする。

(b) $m = 0.001[\text{kg}]$, $d = 0.2[\text{Ns/m}]$, $k = 40[\text{N/m}]$, $K = 40000[\text{V/m}]$ としたとき、加速度計に $x = 0.005 \sin(200t)[\text{m}]$ の強制変位 (ただし t は時刻 $[\text{s}]$) を加えたときの、加速度計の出力 $V[\text{V}]$ の定常応答を示せ。ただし、ここでは重力が下向きに作用するものとし、重力加速度は $9.8[\text{m/s}^2]$ とする。

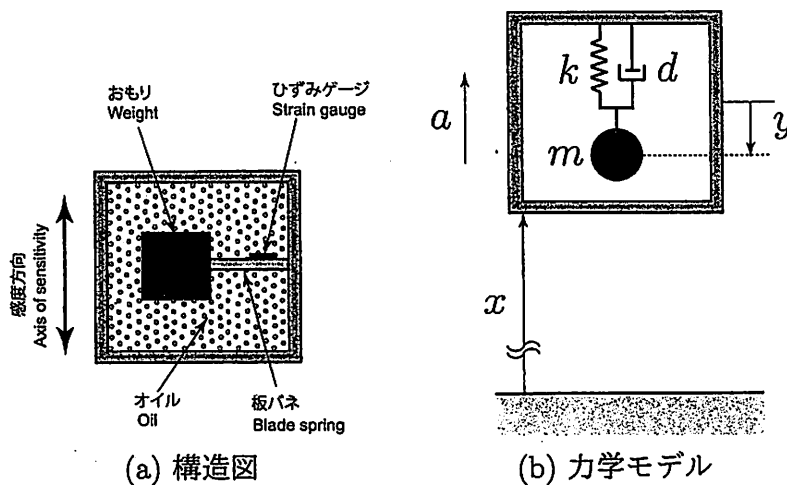


図 2-1: 加速度計

科目名：生産工学・制御工学 [4 / 4]

- (2) 図 2-2 に示すフィードバック系について考える。制御対象の伝達関数は $\frac{1}{(s+2)(s+3)(s+4)}$ であり、 $C(s)$ は制御器の伝達関数である。以下の小問に答えよ。
- (a) 単純な比例制御 $C(s) = K$ について考える。ここで $K(> 0)$ はゲイン定数である。このフィードバック系の特性方程式を示せ。
- (b) $C(s) = K$ としたフィードバック系が安定となる K の範囲を示せ。
- (c) $C(s) = K$ としたフィードバック系の定常位置偏差を K の関数として示し、この系では定常位置偏差 0.04 未満が達成できないことを示せ。
- (d) PD 制御器 $C(s) = K + Ds$ を導入した場合について考える。ここで $D(> 0)$ は微分ゲイン定数である。また議論を簡単にするため、ここでは理想的な微分信号が得られるものとする。この系で定常位置偏差 0.04 未満を達成するために必要な最小の比例ゲイン K の値を求めよ。ただし、比例ゲイン K は、 $K = 10, 20, 30, \dots$ のように 10 刻みで変化させることができるものとする。
- (e) 小問 (d) において、微分ゲイン D も、 $D = 10, 20, 30, \dots$ のように 10 刻みで変化させることができるものとする。このとき、小問 (d) で求めた比例ゲイン K を持つこのフィードバック系で必要となる最小の微分ゲイン D の値を求めよ。

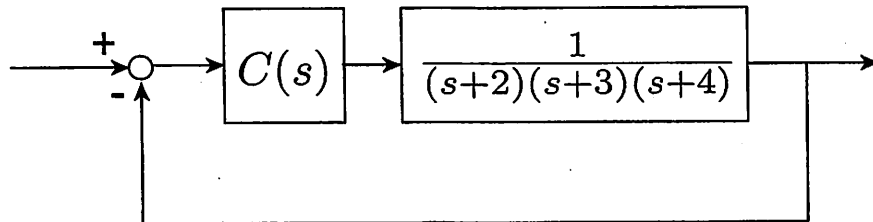


図 2-2: フィードバック制御系