

科目 【化学工学Ⅲ】 プロセス制御 （1枚）

問題1 [33点]

図1に示すフィードバック制御系を考える．制御対象の伝達関数は以下の式で与えられる．

$$G_p(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)(s+4)}$$

調節計 $G_c(s)$ は比例制御とする．比例ゲインを K_p とし， K_p は正定数である．すべての変数は定常値からの偏差で表すとし，以下の問いに答えよ．

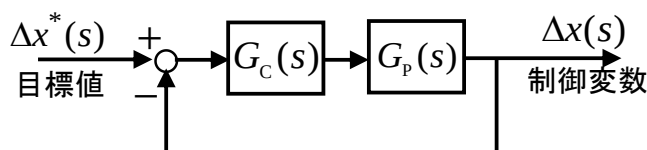


図1 フィードバック制御系

- (1.1) 一巡伝達関数 $G_0(s)$ と，本フィードバック制御系の特性方程式を示せ．
- (1.2) ラウスの安定判別法を用いて，本制御系が安定となる K_p の条件を求めよ．
- (1.3) 目標値 $x^*(t)$ の単位ステップ変動に対する制御量 $x(t)$ のオフセットを求めよ．
- (1.4) 一巡伝達関数 $G_0(j\omega)$ の位相差 $\angle G_0(j\omega)$ を求めよ．
- (1.5) 位相交点周波数 ω_1 を求めよ．またその周波数におけるゲイン $|G_0(j\omega_1)|$ を求め，(1.2)で得られた安定条件との関係を簡潔に述べよ．

問題2 [17点]

図2に示す液面調節のカスケード制御系を考える．各伝達関数は図中に与えられている．ここで K_L, K_F は正定数である．以下の問いに答えよ．

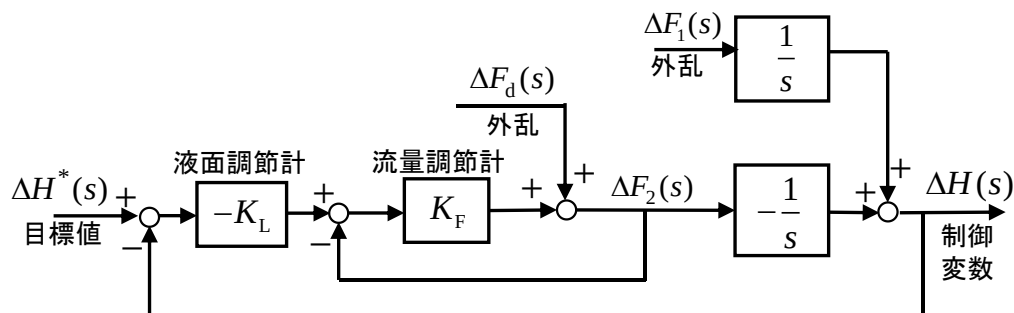


図2 カスケード制御系

- (2.1) $\Delta H^*(s) = \Delta F_d(s) = 0$ とし， $\Delta F_1(s)$ から $\Delta H(s)$ までの閉ループ伝達関数を求めよ．
- (2.2) $\Delta F_1(t)$ が時刻 $t = 0$ において単位ステップ変化したときの液面応答 $\Delta H(t)$ を求めよ．また十分時間が経過した後に残る液面偏差（オフセット）を求めよ．
- (2.3) 前問の条件で， $K_L = 2$ のとき，十分時間が経過した後に残る液面偏差の大きさを0.6未満にするために， K_F はどのような条件を満たす必要があるか求めよ．
- (2.4) 前問の条件で， K_F を大きくすると，外乱 $\Delta F_1(t)$ に対する液面応答 $\Delta H(t)$ はどのように変化するか．最終的に残る液面偏差と応答速度の観点から簡潔に述べよ．