

【B3-2】 (a) 無駄時間のある1次遅滞系として

$$G_p(s) = \frac{K}{1+\tau_p s} e^{-\theta s}$$

(b) 入熱 ( $t=0$ ) から応答まで 10秒 経過する  $\theta = 10$  秒

(c) 0.5 W 増加に対して定常時  $1^\circ\text{C}$  増加する  $\frac{1}{0.5} = 2$  °C/W

(d)  $G_p(s) = \frac{y(s)}{u(s)}$  より  $y(s) = u(s) G_p(s)$   
 $= \frac{0.5}{s} \cdot \frac{K}{1+\tau_p s} e^{-\theta s}$

± s' =  $y(s) = 0.5K \left( \frac{1}{s} - \frac{\tau_p}{1+\tau_p s} \right) = 0.5K \left( \frac{1}{s} - \frac{1}{s + \frac{1}{\tau_p}} \right) e^{-\theta s}$

± s'  $\rightarrow$  ラプラス変換して

$$y(t) = 0.5K \left( 1 - e^{-\frac{t-\theta}{\tau_p}} \right) = 1 - e^{-\frac{t-\theta}{\tau_p}}$$

$$y(t) = 1 - e^{-1} = 0.632 \text{ となる } t = 35 \text{ 秒}$$

$$\text{よって } \frac{t-\theta}{\tau_p} = 1 \text{ となる } t_p = 25 \text{ 秒}$$

(e)  $\frac{K_p G_p(s)}{1 + K_p G_p(s)} = \frac{y(s)}{r(s)}$   $r(s) = \frac{1}{s}$  より  $y(s) = \frac{1}{s} \frac{K_p G_p(s)}{1 + K_p G_p(s)}$

(f) 最終値定理より  $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s y(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{K_p G_p(s)}{1 + K_p G_p(s)} = \frac{0.3\tau_p \cdot K}{K\theta} \frac{1}{1+\tau_p s} e^{-\theta s}$   
 $= 0.43$  よって  $1 - 0.43 = 0.57$

(g) PI制御では  $K_p \left( 1 + \frac{1}{T_I s} \right)$

最終値定理より  $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s y(s) = \frac{K_p \left( 1 + \frac{1}{T_I s} \right) \frac{1}{1+\tau_p s} e^{-\theta s}}{1 + K_p \left( 1 + \frac{1}{T_I s} \right) \frac{1}{1+\tau_p s} e^{-\theta s}}$   
 $= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{K_p \left( s + \frac{1}{T_I} \right) \frac{1}{1+\tau_p s} e^{-\theta s}}{s + K_p \left( s + \frac{1}{T_I} \right) \frac{1}{1+\tau_p s} e^{-\theta s}} = 1$

よって  $1 - 1 = 0$