

平成 30 年度第二種電気主任技術者二次試験 標準解答

配点：一題当たり 30 点

電力・管理科目 4 題×30 点＝120 点

機械・制御科目 2 題×30 点＝ 60 点

<電力・管理科目>

[問 1 の標準解答]

(1) 河川への年間総流入量 V は「流域面積×年間降水量×流出係数」であることから $V = 200 \times 10^6 \times 1500 \times 10^{-3} \times 0.7 = 210 \times 10^6$ であるので、河川の年間平均流量 Q_a [m^3/s] は、以下により求められる。

$$Q_a = \frac{200 \times 10^6 \times 1.5 \times 0.7}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 6.6591 \rightarrow 6.66 \text{ m}^3/\text{s} \quad \cdots (\text{答})$$

(2)

発電機出力 P_m [kW] = $9.8 \times Q(\text{使用水量}) \times H(\text{有効落差}) \times \eta_w(\text{水車効率}) \times \eta_g(\text{発電機効率})$
で求められ、題意より最大使用水量は $Q_m = Q_a \times 2$ であることから、

$$\begin{aligned} P &= 9.8 Q_m H \eta_w \eta_g \\ &= 9.8 \times 6.6591 \times 2 \times (420 - 200) \times (1 - 0.05) \times 0.9 \times 0.98 \\ &= 24\,059 \rightarrow 24\,100 \text{ kW} \quad \cdots (\text{答}) \end{aligned}$$

[問 2 の標準解答]

(1)

- ・送電線事故時，母線事故時の系統への影響・供給信頼性
- ・変化する電源，送電線工事に対応する適応性
- ・送電線や変圧器の増設工事における安全性
- ・点検等による停止の難易など系統運用操作の容易性
- ・設置スペースなども含めた経済性

(2)

- ・単母線方式：(甲)
- ・複母線方式：(イ)
- ・ユニット方式：(ニ)

(3)

単母線方式

所要機器及びスペースが少なくすみ、経済的に有利となる一方で、母線事故があった場合に当該母線が停止となり、また、母線側断路器等の点検のために、全停電となる場合があるなど、供給信頼性は低い。

複母線方式

母線切換のための断路器、鉄構等の設備が増え、所要面積が増加する一方で、機器点検や系統運用が容易となり、母線事故が発生しても、接続されている送電線や変圧器を他の母線に直ちに変更することができるなど、供給信頼性が高い。

[問3の標準解答]

(1) 図より、送電線を通る電流 $\dot{I}_s = \dot{I}_r = \dot{I}$ は受電端電圧を位相の基準にとると、

$$\dot{I} = \frac{\dot{E}_s - \dot{E}_r}{jX} = \frac{e^{j\delta} - 1}{jX} = \frac{\sin \delta}{X} + j \frac{1 - \cos \delta}{X}$$

と表され、送電端複素電力 \dot{S}_s 、受電端複素電力 \dot{S}_r は、

$$\dot{S}_s = P_s + jQ_s = \dot{E}_s \dot{I}^* = e^{j\delta} \left(\frac{\sin \delta}{X} - j \frac{1 - \cos \delta}{X} \right) = \frac{\sin \delta}{X} + j \frac{1 - \cos \delta}{X}$$

$$\dot{S}_r = P_r + jQ_r = \dot{E}_r \dot{I}^* = \frac{\sin \delta}{X} - j \frac{1 - \cos \delta}{X}$$

であるから、次のようになる。

$$P = P_s = P_r = \frac{\sin \delta}{X}, \quad Q_s = \frac{1 - \cos \delta}{X}, \quad Q_r = \frac{\cos \delta - 1}{X} \quad \dots \quad (\text{答})$$

(2) 小問(1)で得られた式より以下が成立する。

$$XP = \sin \delta, \quad 1 - XQ_s = \cos \delta, \quad 1 + XQ_r = \cos \delta$$

三角関数について成り立つ恒等式より,

$$(XP)^2 + (1 - XQ_s)^2 = \sin^2 \delta + \cos^2 \delta = 1$$

$$(XP)^2 + (1 + XQ_r)^2 = \sin^2 \delta + \cos^2 \delta = 1$$

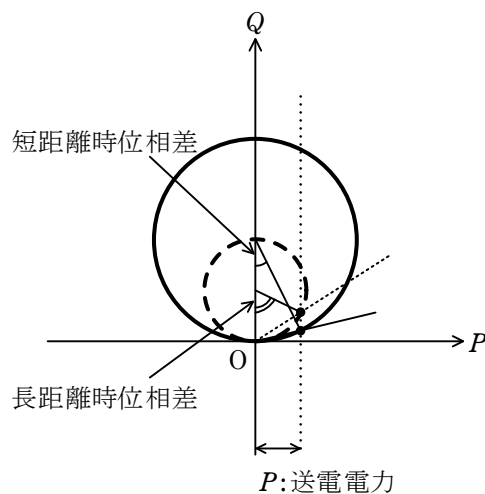
よって,

$$P^2 + \left(Q_s - \frac{1}{X}\right)^2 = \frac{1}{X^2}, \quad P^2 + \left(Q_r + \frac{1}{X}\right)^2 = \frac{1}{X^2}$$

が成り立つ。これらはともに半径 $\frac{1}{X}$ の円を表している。なお、それらの中心は

前者では $\left(0, \frac{1}{X}\right)$, 後者では $\left(0, -\frac{1}{X}\right)$ である。

(3) X が 2 倍になったときの送電円を、 X が元の値のときの送電円とともに描くと次のようになる。円の中心の Y 座標は $\frac{1}{X}$ で、前者が点線、後者が実線の円に対応している。両者同一の送電電力 P を送電するので、これら円と垂直線 $P = \text{一定}$ との交点が動作点に対応するが、このうちの上側の交点は位相差 δ が 90 度を超える不安定な平衡点なので採用せず、下側 (Q の小さい側) の交点が実際の動作点である。 X が 2 倍の小さな円において δ が大きく開いていることは図より明らかである。



(4) 小問(3)で述べたように二つの交点のうち P 軸(水平軸)に近いほうが動作点になる。よって、送電円の動作点と受電円の動作点の間の Q 軸に平行な距離は、 X が大きい場合に極めて大きくなる。すなわち X が 2 倍のとき無効電力損失は元比べて大きくなる。

(5) X の値は SI 単位系で、 $X = 2\pi \times 50 \times 13 \times 10^{-3} = 4.084\ 08\ \Omega$ であり、インピーダンスの基準値は、

$$Z_{\text{base}} = \frac{66^2}{1\ 000} = 4.356\ \Omega$$

であるから、単位法では、

$$X = \frac{4.084\ 08}{4.356} = 0.937\ 576\ \text{p.u.}$$

これを用いて送電円の中心の Y 座標を計算すると、

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{0.937\ 576} = 1.066\ 580$$

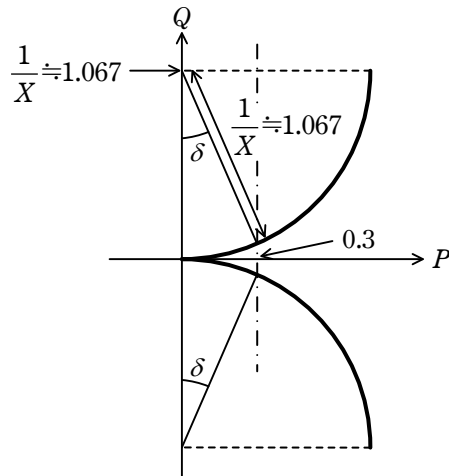
であるので、送電円は半径 1.067 を持ち水平軸に接する円である。送電電力は単位法で 0.3 p.u. であるから垂直軸から右に 0.3 の位置に垂直一点鎖線を引いて表すことができ、送電円を水平軸対称に折り返した受電円とともに示すと下のとおり。動作点は円と直線の交点で水平軸に近い方であるから $\sin\delta$ (δ は電圧位相差) は、

$$\frac{0.3}{1.066\ 580} = 0.281\ 273 \rightarrow 0.281 \dots \quad (\text{答})$$

また、送電端無効電力は、

$$1.066\ 580 - \sqrt{1.066\ 580^2 - 0.3^2} = 0.043\ 060 \text{ p.u.}$$

なので、無効電力損失は、その 2 倍で 0.086 1 p.u. である。… (答)



[問4の標準解答]

(1)

(メリット) 都市の美観が向上する。

同一ルートにケーブルを多数条施設可能なため、都市部など高需要密度地域への供給が可能となる。

暴風雨、雷、火災などの災害に対して信頼性が向上する。

設備の安全性が向上する。 など

(デメリット) 建設費が高額

新設や増設など需要変動への即応が困難

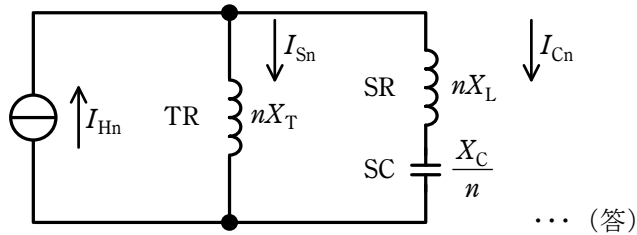
事故復旧・改修に時間がかかる。 など

(2) 本線予備線方式は、2回線の異なる配電線に接続し、停電時に常用予備切換をする方式である。通常あらかじめ定められた常用線から受電しているが、配電系統が事故停止した場合、需要家構内事故でないこと、及び予備線に電圧があることを条件に、受電用遮断器又は断路器を手動又は自動で切り換える。そのとき一定時間の停電を伴う欠点があるが、スポットネットワーク方式より簡単な設備構造となる。

スポットネットワーク方式は、一般的に20kV級電源変電所から3回線の配電線から受電する方式であり、都市部の高層ビルや大工場等の大容量で高信頼度が求められる地域に適用される。このスポットネットワーク方式は受電用遮断器を省略し、変圧器の二次側にネットワークプロテクタを設置し、各種事故に対して事故区間を適確に切り離し、負荷には無停電で供給を行うことができる。したがって保護装置が複雑で建設費が高くなる一方、一次側配電線又は変圧器が事故停止しても、設備容量を常時供給する容量の1.5倍で設計しておけば残った設備により無停電で供給できるので、供給信頼性が高い。

[問5の標準解答]

(1)



高調波発生源を電源とする n 次高調波等価回路

(2) n 次高調波等価回路より,

$$I_{Cn} = \frac{nX_T}{nX_T + \left(nX_L - \frac{X_C}{n}\right)} \times I_{Hn} \quad \dots (\text{答})$$

(3) I_{Cn} の式において、共振を起こし電流が異常に増大するおそれがあるのは、分母 = 0 のときである。

$$\text{共振を起こす条件式は、} nX_T + \left(nX_L - \frac{X_C}{n}\right) = 0 \dots (\text{答})$$

(4) I_{Cn} の式において、進相コンデンサ設備に流入する高調波電流が、高調波発生源の電流よりも大きくならないためには、次式が成立することである。

$$\text{条件式は、} nX_L - \frac{X_C}{n} \geq 0 \dots (\text{答})$$

$$n=5 \text{ のとき、} X_L \geq \frac{X_C}{n^2} = \frac{X_C}{25} = 0.04X_C \rightarrow 4.00\% \text{ 以上 } \dots (\text{答})$$

(5) 6%直列リアクトル付のとき、 $X_L = 0.06X_C$

高調波発生源からの第3高調波電流を I_{H3} とすると、進相コンデンサ設備に流入する第3高調波電流 I_{C3} は、

$$I_{C3} = \frac{3X_T}{3X_T + \left(3 \times 0.06X_C - \frac{X_C}{3}\right)} \times I_{H3}$$

$$= \frac{3X_T}{3X_T - \frac{0.46}{3}X_C} \times I_{H3}$$

共振状態となるのは、 $3X_T - \frac{0.46}{3}X_C = 0$ すなわち、 $X_C = \frac{9}{0.46}X_T$ のときである。… (答)

ここで、母線の電圧を V [kV]、進相コンデンサ設備に流入する電流を I_C [A] とおくと、進相コンデンサの容量 Q_C [kvar] とリアクタンス X_C [Ω] は、次の関係式が成立する。

$$I_C = \frac{V}{\sqrt{3}} \times \frac{10^3}{X_C} \text{ [A]}$$

$$Q_C = \sqrt{3} \times V \times I_C = \sqrt{3} \times V \times \frac{V}{\sqrt{3}} \times \frac{10^3}{X_C} = \frac{V^2 \times 10^3}{X_C}$$

また、変圧器に流れる電流を I_S [A] とおくと、変圧器の容量 P_T [kV·A]、リアクタンス X_T [Ω]、パーセントリアクタンス $\%X_T$ [%] は、次の関係式が成立する。

$$I_S = \frac{P_T}{\sqrt{3} \times V} \text{ [A]}$$

$$\%X_T = \frac{\sqrt{3} \times I_S \times X_T \times 10^{-3}}{V} \times 100 = \frac{\sqrt{3} \times \frac{P_T}{\sqrt{3} \times V} \times X_T \times 10^{-3}}{V} \times 100 = \frac{P_T \times X_T}{10 \times V^2}$$

よって、

$$X_T = \frac{10 \times V^2 \times \%X_T}{P_T}$$

したがって、

$$Q_C = \frac{V^2 \times 10^3}{\frac{9}{0.46} \times \frac{10 \times V^2 \times 7.5}{P_T}} = \frac{0.46 \times 10^2 \times P_T}{9 \times 7.5} = 0.68148P_T \rightarrow 68.1\% \dots \text{ (答)}$$

(別解) JIS C 4902-1:2010 高圧及び特別高圧進相コンデンサ設備及び付属機器
第 1 部:コンデンサの規程に則り, 進相コンデンサの電圧を $\frac{V}{1-\frac{6}{100}} = \frac{V}{0.94}$ に置き換えて計算すると,

$$Q_c = 0.771\ 25P_T \rightarrow 77.1\ \% \cdots (\text{答})$$

[問 6 の標準解答]

(1) a 非接地方式, b 抵抗接地方式

(2)

(仕組み)

1 線地絡時に故障点から大地を通して, 対地静電容量に流れ込む電流を打ち消すようなインダクタンスをもつ消弧リアクトルを中性点に設置し並列共振回路とすることで, 地絡故障時のアークを消弧する。

(目的)

線路を遮断せず, そのまま電力の供給を続けること。

(3) 下記のうち, 長所, 短所それぞれいずれか 1 項目記載してあればよい。

(長所)

- ① 抵抗接地方式は直接接地方式に比べ, 地絡故障時の電流が小さいため, 通信線に対する電磁誘導障害が少ない。
- ② 抵抗接地方式は直接接地方式に比べ, 地絡故障時の電流が小さいため, 機器や故障点に与える機械的ショックが小さい。
- ③ 抵抗接地方式は直接接地方式に比べ, 地絡故障時の過渡安定度が大きい。

(短所)

- ① 抵抗接地方式は直接接地方式に比べ, 地絡時の健全相の電圧上昇が大きく機器の絶縁レベルを高くとる必要がある。
- ② 抵抗接地方式は直接接地方式に比べ, 接地機器の価格が高い。
- ③ 抵抗接地方式は地絡事故時の地絡電流を抑制するので, 地絡リレーの事故検出機能は直接接地方式に比べ低い。

<機械・制御科目>

[問 1 の標準解答]

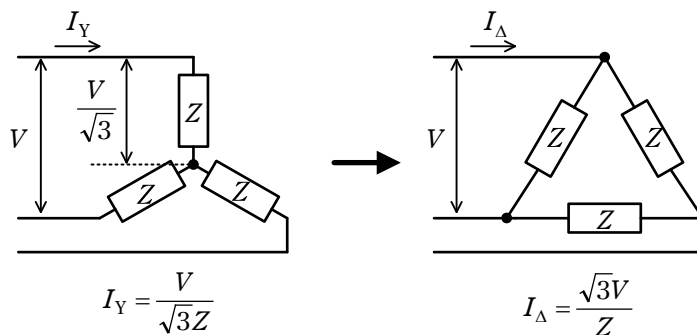
(1) 次の解答 a～f のうちいずれを解答してもよい。

三相かご形誘導電動機を全電圧始動した場合、次のような問題が生じる可能性がある。

- a. 過大な始動電流のため大きな電圧降下を生じる。
- b. 過大な始動電流のためブレーカの動作を招く。
- c. 電動機への配線の焼損の可能性がある。
- d. 始動電流に対応するため定格設備容量より過大な設備容量が必要となる。
- e. 始動時の機械的ショックが大きい。
- f. 始動電流値に対応する保護機器を選定すると適切な保護機能が得られない

(2)

スターデルタ始動方式は電動機の各相の巻線を、始動時にはスター結線とすることによって相電圧が $\frac{1}{\sqrt{3}}$ となり、始動終了後デルタ結線に切り換えることによって電源電圧を各相に供給する方式である。スター結線時はデルタ結線時と比較して電源から見た見かけ上のインピーダンスが 3 倍となるので、線電流が $\frac{1}{3}$ となる。



(別解) スター結線時は相電圧は線間電圧の $\frac{1}{\sqrt{3}}$ となるので線電流も $\frac{1}{\sqrt{3}}$ となる。デルタ結線時の線電流は相電流の $\sqrt{3}$ 倍となる。両者の比をとると、スター結線時の線電流はデルタ結線時の $\frac{1}{3}$ となる。

(3) 次の解答 a～e のうちいずれを解答してもよい。

スターデルタ始動方式を用いた場合の問題点として次のようなものがある。

- a. 始動トルクが約 $\frac{1}{3}$ に低下するため適用できる負荷が限られる。
- b. 始動トルクが低下するので始動時間が長くなる。
- c. スターからデルタに切り換える際に過大な突入電流が生じることがある。
- d. 切り換え時の電源位相によっては突入電流により、ブレーカの動作を招く。
- e. 切り換え時の無電圧時間は電動機が空転するためデルタ投入時に機械的ショックを生じる。

(4) 次の方式 a～f のうちいずれを解答してもよい。

インバータを用いて、電動機の一次周波数を最低周波数から定格値まで順次上昇させ、電動機の同期速度を連続的に変えて加速する方式であり、次のような優位な点がある。

- a. 通常は $\frac{V}{f}$ を基本とし、電圧特性に補正を施した制御を行うので低周波低電圧でも磁束が低下せず始動トルクが低下しない。
- b. 始動電流が定格電流の約 2 倍程度以下になる。
- c. 始動時間をインバータによって制御できる。
- d. 始動期間に生じる電動機の損失が少なく、発熱を抑制できる。
- e. ソフトスタートにより始動による機械的ショックが小さい。
- f. 始動電流や突入電流による他の機器への影響が少ない。

[問2の標準解答]

(1) 発電機出力 P

$$P = 3VI \cos \phi \times 10^{-3}$$

フェーザ図から、

$$X_S I \cos \phi = E \sin \delta$$

したがって、

$$P = 3V \frac{E \sin \delta}{X_S} \times 10^{-3} = \frac{3EV}{X_S} \sin \delta \times 10^{-3} \text{ [kW]} \quad \cdots (\text{答})$$

(2)

a. 単位法では、

$$X_{S(\text{p.u.})} = \frac{1}{\text{短絡比}} = \frac{1}{0.5} = 2.00 \text{ p.u.}$$

定格電機子電流 I_R

$$I_R = \frac{30\,000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6\,600} = 2\,624.3 \text{ A}$$

$$1 \text{ p.u. インピーダンス } Z_{\text{p.u.}} = \frac{6\,600}{2\,624.3} = 1.452\,0$$

$$X_S = 2.00 \times 1.452\,0 = 2.904\,0 \rightarrow 2.90 \, \Omega \quad \cdots (\text{答})$$

b.

$$P = \frac{3 \times 7\,000 \times 3\,810}{2.904\,0} \times \sin \frac{\pi}{6} \times 10^{-3} = 13\,776 \rightarrow 13\,800 \text{ kW} \quad \cdots (\text{答})$$

フェーザ図から、

$$\begin{aligned} IX_S &= \sqrt{E^2 - 2EV \cos \delta + V^2} \\ &= \sqrt{7\,000^2 - 2 \times 7\,000 \times 3\,810 \times \cos \frac{\pi}{6} + 3\,810^2} \\ &= \sqrt{1.732\,2 \times 10^7} \\ &= 4\,162.0 \end{aligned}$$

$$I = \frac{4\,162.0}{2.904\,0} = 1\,433.2 \rightarrow 1\,430 \text{ A} \quad \cdots (\text{答})$$

$$\cos\phi = \frac{P \times 10^3}{3VI} = \frac{13\,776 \times 10^3}{3 \times 3\,810 \times 1\,433.2} = 0.840\,95 \rightarrow 0.841 \quad \dots (\text{答})$$

c. 抵抗器負荷のため、 $\cos\phi = 1.00$ 、 $\phi = 0 \text{ rad}$ である。 $\dots (\text{答})$

フェーザ図から、

$$E \cos\delta = V + IX_S \sin\phi$$

$$E = \frac{1}{\cos\delta}(V + IX_S \sin\phi) = \frac{V}{\cos\delta} = \frac{3\,700}{0.5} = 7\,400.0 \rightarrow 7\,400 \text{ V} \quad \dots (\text{答})$$

$$P = 3V \frac{E \sin\delta}{X_S} \times 10^{-3} = \frac{3 \times 7\,400 \times 3\,700}{2.904\,0} \sin \frac{\pi}{3} \times 10^{-3} = 24\,496 \rightarrow 24\,500 \text{ kW}$$

$\dots (\text{答})$

$$I = \frac{P \times 10^3}{3V \cos\phi} = \frac{24\,496 \times 10^3}{3 \times 3\,700 \times 1.00} = 2\,206.8 \rightarrow 2\,210 \text{ A} \quad \dots (\text{答})$$

[問3の標準解答]

(1) 電気角で 120° に相当する時間後に通電しているのは、相順に従って、次のサイリスタ $T_1 \rightarrow T_2$ 、 $T_5 \rightarrow T_6$ に転流しているので、サイリスタ T_2 と T_6 である。

(2) 直流電圧 v_{dc1} の平均値 V_{dc1} は、

$$V_{dc1} = \frac{1}{\frac{\pi}{3}} \int_{-\frac{\pi}{6} + \alpha_1}^{\frac{\pi}{6} + \alpha_1} \sqrt{2}V_1 \cos\theta d\theta = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_1 \cos\alpha_1 = 1.35V_1 \cos\alpha_1 \quad \dots (\text{答})$$

(3) ①系統の有効電力 P_{ac1} は、直流電流 i_d が一定値 I_d とみなせるため、

$$\begin{aligned} P_{ac1} &= P_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_{dc1} \cdot i_d d\theta \\ &= V_{dc1} \cdot I_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_1 I_d \cos\alpha_1 = 1.35V_1 I_d \cos\alpha_1 \quad \dots (\text{答}) \end{aligned}$$

(4) ①系統の基本波皮相電力 S_{ac1} は、線間電圧の実効値が V_1 、線電流の基本波実効値が $I_1 = \frac{\sqrt{6}}{\pi} I_d$ であるので、

$$S_{ac1} = \sqrt{3}V_1 I_1 = \sqrt{3}V_1 \times \frac{\sqrt{6}}{\pi} I_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_1 I_d = \sqrt{P_{ac1}^2 + Q_{ac1}^2}$$

したがって、基本波による①系統からの遅れの無効電力 Q_{ac1} は、

$$Q_{ac1} = \sqrt{S_{ac1}^2 - P_{ac1}^2} = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_1 I_d \sin \alpha_1 = 1.35 V_1 I_d \sin \alpha_1 \quad \cdots (\text{答})$$

- (5) 電力の方向が②系統→①系統の場合、電流 I_d の極性は正、電圧 V_{dc1} の極性は負、電圧 V_{dc2} の極性は負である。

[問 4 の標準解答]

- (1) K_P は比例ゲイン、 T_I は積分時間。 \cdots (答)
 (2) 補償器 $C(s)$ の伝達関数を通分してから積の形に変換すると

$$C(s) = K_P \frac{1+T_I s}{T_I s} = K_P \cdot \frac{1}{T_I s} \cdot \frac{1+T_I s}{1}$$

であるから、この周波数伝達関数は、

$$C(j\omega) = K_P \cdot \frac{1}{jT_I \omega} \cdot \frac{1+jT_I \omega}{1}$$

となる。まず、定数 K_P のゲイン特性は、

$$20 \log_{10} K_P = 20 \log_{10} 10 = 20 \text{ dB}$$

で一定値となる。また、周波数伝達関数 $\frac{1}{jT_I \omega}$ のゲイン特性は、勾配が -20 dB/dec の直線であって、ゲインが 0 dB となるときの角周波数 ω は、 $\frac{1}{T_I} = \frac{1}{0.1} = 10 \text{ rad/s}$ と求められる。図 a に K_P と $\frac{1}{jT_I \omega}$ のゲイン特性を示す。

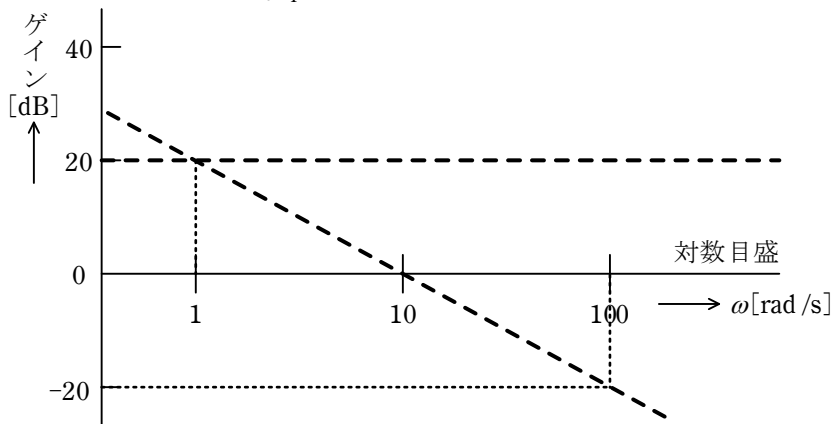


図 a

周波数伝達関数 $\frac{1+jT_1\omega}{1}$ については、 $\omega = \frac{1}{T_1} = 10 \text{ rad/s}$ が折れ点角周波数であり、 $\omega < 10$ の領域ではゲインは 0 dB 、 $\omega > 10$ の領域では 20 dB/dec の勾配をもつ直線に近似できる (図 b を参照)。

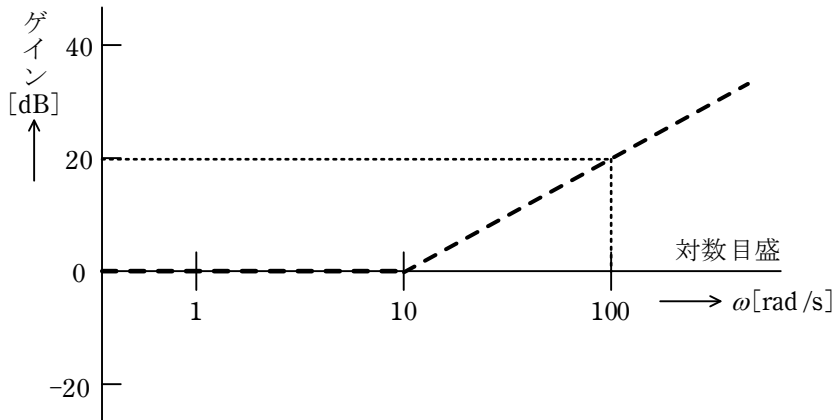


図 b

図 a と図 b のゲイン特性を図面上で加え合わせることで、補償器 $C(s)$ のゲイン特性は図 c のようになる。

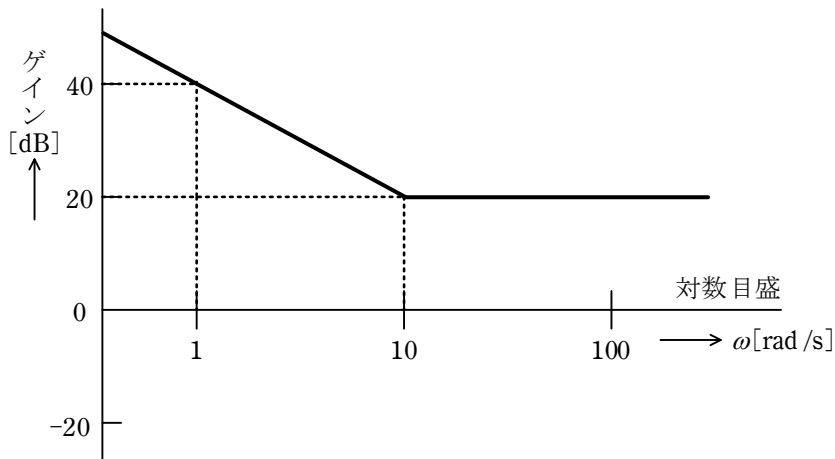


図 c

... (答)

(3) 図 1 において、 $D(s)$ から $E(s)$ までの閉ループ伝達関数は、次のように計算される。

$$\frac{E(s)}{D(s)} = \frac{-G(s)}{1+C(s)G(s)} = \frac{-\frac{1}{4s+1}}{1+\frac{K_P(T_1s+1)}{T_1s(4s+1)}} = \frac{-T_1s}{4T_1s^2 + T_1(K_P+1)s + K_P} \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

. . . (答)

(4) 小問(3)で求めた閉ループ伝達関数①の分母多項式は、

$$s^2 + \frac{K_P+1}{4}s + \frac{K_P}{4T_1} \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

である。また、固有角周波数 $\omega_n = 5 \text{ rad/s}$ ，減衰係数 $\zeta = 0.7$ となる 2 次系の分母多項式は、

$$s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2 = s^2 + 7s + 25 \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

となるので、②式と③式の係数を比較することで、

$$K_P = 27, \quad T_1 = 0.27 \quad \dots\dots \text{(答)}$$

と求められる。

(5) 図 1 のブロック線図より次の関係式が成り立つ。

$$\left\{ [F(s)R(s) - Y(s)]C(s) + \frac{F(s)}{G(s)}R(s) \right\} G(s) = Y(s)$$

これを変形する。

$$\begin{aligned} \left[F(s)R(s)C(s) - Y(s)C(s) + \frac{F(s)}{G(s)}R(s) \right] G(s) &= Y(s) \\ F(s)R(s)C(s)G(s) - Y(s)C(s)G(s) + F(s)R(s) &= Y(s) \\ [F(s) + F(s)C(s)G(s)]R(s) &= [1 + C(s)G(s)]Y(s) \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{Y(s)}{R(s)} = F(s) \quad \dots\dots \text{(答)}$$

すなわち、 $G(s)$ 及び $C(s)$ の形によらず、 $R(s)$ から $Y(s)$ までの目標値応答特性は $F(s)$ となる。

(6) 目標値応答特性は $F(s)$ で指定することができる。一方、外乱に対するフィードバック制御特性は $C(s)$ で指定できる。このように、二つの補償器 $F(s)$ と $C(s)$ を用いて、目標値応答特性とフィードバック制御特性を独立に指定できる特徴がある。