

●作戦会議

同期機のパラメータ解析問題。やや計算量が多いが全体的にやさしめ。

(1)aの説明はなし。bについても1種の同期機でよく見る問題。いつもの図を描いて、いつもの式を立式してやればよい。同期機は電力、機械両方で問われるので、このいつもの式から δ か φ (θ)を消す操作はかなりの頻度で行う。体で覚えておこう。R1年の問題でも言及したが、余弦定理で解いてもよい。しかし、(2)を考えると、下記の解き方が便利だと思う。

(2)(1)と同じパラメータはVとE。まずはPの条件から $\sin\delta$ を求める。そうすれば、(1)で求めたいつもの式から φ を消す操作をすれば残りのパラメータまでたどり着けるだろう。

●解答

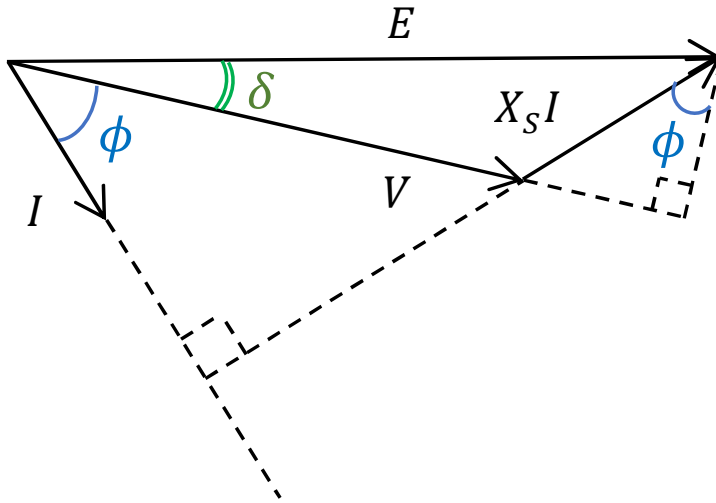
(1)

a.同期リアクタンスは短絡比の逆比であるから、

$$\begin{cases} X_{sA} = \frac{1}{0.5} = 2.00[\text{p.u.}] \\ X_{sB} = \frac{1}{0.6} \approx 1.6667 \rightarrow 1.67[\text{p.u.}] \end{cases} \quad \dots (\text{答})$$



b.



上図は同期発電機のフェーズ図であり（各パラメータの説明は省略），図より以下の式が成り立つ。

$$\begin{cases} E \cos \delta = V + X_s I \sin \phi \\ E \sin \delta = X_s I \cos \phi \end{cases} \dots \textcircled{1}$$

①より δ を消去して，

$$E = \sqrt{V^2 + 2VX_s I \sin \phi + (X_s I)^2}$$

よって，無負荷誘導起電力 E_A ， E_B は， $\sin \phi = \sqrt{1 - 0.9^2} \cong 0.43589$ ゆえ，

$$\begin{cases} E_A = \sqrt{1.0^2 + 2 \times 1.0 \times 2.0 \times 1.0 \times 0.43589 + (2.0 \times 1.0)^2} \cong 2.5968 \rightarrow 2.60 [\text{p.u.}] \\ E_B = \sqrt{1.0^2 + 2 \times 1.0 \times 1.6667 \times 1.0 \times 0.43589 + (1.6667 \times 1.0)^2} \cong 2.2871 \rightarrow 2.89 [\text{p.u.}] \end{cases} \dots \text{(答)}$$

(2)合計有効電力が， $16000\text{kW} = 1.60\text{p.u.}$ であるから，

$$P_A + P_B = 1.60 \dots \textcircled{2}$$

また，発電機出力の公式より $P = \frac{EV}{X_s} \sin \delta$ であるから，



$$\begin{cases} P_A = \frac{2.5689 \times 1.0}{2.0} \sin \delta = 1.2984 \sin \delta \\ P_B = \frac{2.2871 \times 1.0}{1.6667} \sin \delta \cong 1.3722 \sin \delta \end{cases} \dots \textcircled{3}$$

③を②に代入して,

$$1.2984 \sin \delta + 1.3722 \sin \delta = 1.60$$

$$\therefore \sin \delta \cong 0.59912 \rightarrow 0.599 \quad \dots \text{(答)}$$

このとき,

$$\begin{cases} P_A \cong 0.77790 [\text{p.u.}] \rightarrow 7.78 \times 10^4 [\text{kW}] \\ P_B \cong 0.82211 [\text{p.u.}] \rightarrow 8.22 \times 10^4 [\text{kW}] \end{cases} \dots \text{(答)}$$

また, ①より ϕ を消去して,

$$I = \frac{1}{X_S} \sqrt{E^2 - 2EV \cos \delta + V^2}$$

$$\cos \delta = \sqrt{1 - 0.59912^2} \cong 0.80066 \text{ であるから,}$$

$$\begin{aligned} I_A &= \frac{1}{2.0} \sqrt{2.5968^2 - 2 \times 2.5968 \times 1.0 \times 0.80066 + 1.0^2} \\ &\cong 0.94671 \rightarrow 0.947 [\text{p.u.}] \quad \dots \text{(答)} \end{aligned}$$

以上より,

$$\cos \phi_A = \frac{P_A}{VI_A} = \frac{0.77790}{1.0 \times 0.94671} \cong 0.82169 \rightarrow 0.822 [\text{p.u.}] \quad \dots \text{(答)}$$

● 参考

1) 電験1種.R1.機械・制御.問2

#同期発電機, 同期電動機という違いがあるが, やっていることがほぼ同じ問題である。

