

●作戦会議

誘導機の二次励磁制御問題。ほぼ同じことをしている問題を別の年に見ましたね。そちらでも説明したが、二次入力のうち、滑らなかった分が機械出力へ、滑った分が電気回路へと流れる。そのため、電源 $V_2$ をつないだが、等価回路では $V_2/s$ となっている。

(1)同期ワットで表したトルクは二次入力と同じ値になる。

(2)二次側に励磁電源をつなげると、 $1:s:1-s$ の関係が成り立たなくなるので、電圧と電流の積で電力を表す必要がある箇所が出てくる。また、機械出力は二次入力から電気回路で消費された電力を差し引いた値である。二次銅損と、励磁電源に流出する電力を計算すればよい。

(3) (1), (2)があれば、容易く回答できるだろう。二次励磁制御は速度制御の手法の一つであり、本問の場合、一次入力が不変ならば目標速度にするための滑りと二次誘導起電力とが決まれば、印加すべき励磁電源電圧が定まる。

●解答

(1)同期ワットは二次入力と等しくなるので、

$$T_0 = 3 \frac{r_2}{s_0} I_2^2 = 3 \frac{r_2}{s_0} \cdot \frac{E_2^2}{\left(\frac{r_2}{s_0}\right)^2 + x_2^2} [\text{W}] \dots (\text{答})$$



(2)

$$i_2 = \frac{\dot{E}_2 - \frac{V_2}{s}}{\frac{r_2}{s} + jx_2} = \frac{E_2 - \frac{V_2}{s}}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 + x_2^2} \left(\frac{r_2}{s} - jx_2\right)$$

であるから、二次入力 $P_2$ は、

$$P_2 = 3\text{Re}\left[\dot{E}_2 \bar{i}_2\right] = 3 \frac{r_2}{s} \cdot \frac{E_2 \left(E_2 - \frac{V_2}{s}\right)}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 + x_2^2} [\text{W}] \quad \dots \textcircled{1}$$

次に二次銅損 $P_{c2}$ は、

$$P_{c2} = 3r_2 I_2^2 = 3r_2 \cdot \frac{\left(E_2 - \frac{V_2}{s}\right)^2}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 + x_2^2} [\text{W}]$$

また二次励磁電源側へと流れていく電力 $P_V$ は、

$$P_V = 3\text{Re}\left[\dot{V}_2 \bar{i}_2\right] = 3 \frac{r_2}{s} \cdot \frac{V_2 \left(E_2 - \frac{V_2}{s}\right)}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 + x_2^2} [\text{W}]$$

したがって、出力 $P_o$ は、

$$\begin{aligned} P_o &= P_2 - P_{c2} - P_V = 3 \frac{r_2}{s} \cdot \frac{\left(E_2 - \frac{V_2}{s}\right)}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 + x_2^2} \left\{ E_2 - s \left( E_2 - \frac{V_2}{s} \right) - V_2 \right\} \\ &= 3 \frac{r_2}{s} \cdot \frac{E_2(1-s) \left( E_2 - \frac{V_2}{s} \right)}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 + x_2^2} [\text{W}] \end{aligned}$$

ここで、同期ワットはトルク $T$ を同期速度で除した値であるから、

$$\begin{aligned} P_o &= \omega T = (1-s)\omega_0 \frac{T_0}{\omega_0} = (1-s)T_0 \\ \therefore T_0 &= \frac{P_o}{1-s} = 3 \frac{r_2}{s} \cdot \frac{E_2 \left( E_2 - \frac{V_2}{s} \right)}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 + x_2^2} [\text{W}] \quad \dots \textcircled{2} \end{aligned}$$



①、②より二次入力と同期ワットは等しくなる。・・・(答)

(3)

(1)のトルク $T_0$ の $\frac{1}{3}$ のトルクは、

$$\frac{r_2}{s_0} \cdot \frac{E_2^2}{\left(\frac{r_2}{s_0}\right)^2 + x_2^2} \text{ [W]}$$

$V_2$ を調整して滑り $s_0$ としたときのトルクは、(2)より、

$$3 \frac{r_2}{s_0} \cdot \frac{E_2 \left(E_2 - \frac{V_2}{s_0}\right)}{\left(\frac{r_2}{s_0}\right)^2 + x_2^2}$$

上記2式を等号で結ぶと、

$$\frac{r_2}{s_0} \cdot \frac{E_2^2}{\left(\frac{r_2}{s_0}\right)^2 + x_2^2} = 3 \frac{r_2}{s_0} \cdot \frac{E_2 \left(E_2 - \frac{V_2}{s_0}\right)}{\left(\frac{r_2}{s_0}\right)^2 + x_2^2}$$

$$E_2 = 3 \left(E_2 - \frac{V_2}{s_0}\right)$$

$$s_0 E_2 = 3s_0 E_2 - 3V_2$$

$$3V_2 = 2s_0 E_2$$

$$\therefore \frac{V_2}{s_0 E_2} = \frac{2}{3} \doteq 0.66667 \rightarrow 0.667 \dots \text{ (答)}$$

●参考

電験1種.H27.機械・制御.問1

