●作戦会議

2 種までではあまり見ない誘導機の二次等価回路。このように二次入力のうち，滑った分が電気回路で消費され，滑らなかった分が機械出力となる。そして滑り周波数はリアクタンスに作用する。これを一次側に換算すると，$\frac{r_2'}{s}$というよくわかんない奴が出てくる。抵抗は滑っても値が変わらないのにね。

問題としては，最後以外そこまで難しくないが，最後の難易度と全体の計算量を考えると，完答は非常に厳しい。

(1)問題文の図から簡単に求まる。二次入力は誘導機の公式から求めてもよかったが，(5)を意識した形で求めた。この求め方も頭の片隅に置いておいてほしい。

(2)いつもの最大トルク。この手の問題は飽きるほど見かけることになる。

(3)二次銅損も二次入力と滑りから求めてもよいが，(4)，(5)を意識してもう一つの形で求めた。こちらの求め方はおそらく知っているだろう。

(4)比例推移は 1 種では珍しい。あと，二次側損失はトルク（二次入力）と回路の電圧が(3)と同じなので，電流値を計算しなくとも求まる。

(5)ちょっと難しい電力返還回路問題。まずE_Bを求めるためには何かしら方程式を立式する必要があるだろう。そこで利用する条件がトルク一定という条件。単位法において出力トルクと二次入力は等しくなり，二次入力を同期トルクと呼ぶ。すなわち(5)の回路において二次入力を立式すればよい，ということに気付けるかどうかがポイント。

●解答

(1)

$$\dot{I}_2 = \frac{s\dot{E}_2}{r_2 + jsx_2}$$ ゆえ,

$$\left|\dot{I}_2\right| = I_2 = \frac{sE_2}{\sqrt{{r_2}^2 + (sx_2)^2}}$$ ・・・(答)

また,

$$P_2 = \mathrm{Re}\left[3\dot{E}_2\overline{\dot{I}_2}\right] = 3E_2 \times \frac{r_2 sE_2}{{r_2}^2 + (sx_2)^2} = \frac{3r_2 s{E_2}^2}{{r_2}^2 + (sx_2)^2}$$ ・・・(答)

(2) (1)より,

$$P_2 = \frac{3r_2{E_2}^2}{\frac{{r_2}^2}{s} + {x_2}^2 s}$$

同期トルクP_2の分母が最小となるとき，最大トルクとなるので，最小値の定理より,

$$\frac{{r_2}^2}{s_m} = {x_2}^2 s_m$$

$$\therefore x_2 = \frac{r_2}{s_m} = \frac{r_2}{0.2} = 5r_2$$ ・・・(答)

このとき,

$$P_{2m} = \frac{3r_2{E_2}^2}{2 \times 5{r_2}^2} = 0.300\frac{{E_2}^2}{r_2}$$ ・・・(答)

(3)$x_2 = 5r_2$の関係を用いて，$s_1 = 0.02$であるから，二次入力は,

$$P_2 = \frac{3r_2 s_1 {E_2}^2}{{r_2}^2 + (s_1 \times 5r_2)^2} = \frac{3 \times 0.02}{1 + 0.02^2 \times 5^2} \cdot \frac{{E_2}^2}{r_2}$$

$$\fallingdotseq 0.059406 \frac{{E_2}^2}{r_2} \to 5.94 \times 10^{-2} \frac{{E_2}^2}{r_2} \qquad \cdot\cdot\cdot(答)$$

また，二次銅損は，

$$P_{C2} = 3r_2{I_2}^2 = 3r_2 \times \frac{0.02^2}{1 + 0.02^2 \times 5^2} \cdot \frac{{E_2}^2}{{r_2}^2}$$

$$\fallingdotseq 0.0011881 \frac{{E_2}^2}{r_2} \to 1.19 \times 10^{-3} \frac{{E_2}^2}{r_2} \qquad \cdot\cdot\cdot(答)$$

(4)比例推移により，

$$\frac{r_2 + R_2}{s_2} = \frac{2r_2}{s_2} = \frac{r_2}{s_1} \to s_2 = 2s_1 = 0.0400 \qquad \cdot\cdot\cdot(答)$$

また，トルク（二次電力）が一定であるから，二次電流I_2の大きさは等しいので，

$$P_{w2} = 3r_2{I_2}^2 + 3R_2{I_2}^2 = 2P_{C2} = 0.0023762 \frac{{E_2}^2}{r_2} \to 2.38 \times 10^{-3} \frac{{E_2}^2}{r_2} \qquad \cdot\cdot\cdot(答)$$

(5)

$\dot{I}_2 = \dfrac{s\dot{E}_2 - E_B}{r_2 + jsx_2} = \dfrac{s_2\dot{E}_2 - E_B}{r_2 + js_2 \cdot 5r_2}$ゆえ，二次入力$P_2''$は，

$$P_2'' = \mathrm{Re}\left[3\dot{E}_2\overline{\dot{I}_2}\right] = 3\mathrm{E}_2 \times \frac{r_2(s_2E_2 - E_B)}{{r_2}^2 + (s_2 \cdot 5r_2)^2} = \frac{3(0.04E_2 - E_B)}{1 + 0.04^2 \times 5^2} \cdot \frac{E_2}{r_2} = \frac{3(0.04E_2 - E_B)}{1.04} \cdot \frac{E_2}{r_2}$$

ここで負荷トルクは一定という条件から$P_2'' = P_2$が成り立つので，(1)の結果より，

$$\frac{3(0.04E_2 - E_B)}{1.04} \cdot \frac{E_2}{r_2} = 0.059406 \frac{{E_2}^2}{r_2}$$

$$0.04E_2 - E_B \fallingdotseq 0.020594E_2$$

$$\therefore E_B \fallingdotseq 0.019406E_2 \to 1.94 \times 10^{-2} E_2 \qquad \cdot\cdot\cdot(答)$$

このとき，$I_2 = \dfrac{0.04 - 0.019406}{\sqrt{1 + 0.04^2 \times 5^2}} \cdot \dfrac{E_2}{r_2} = \dfrac{0.020594}{\sqrt{1.04}} \cdot \dfrac{E_2}{r_2}$ ゆえ，

$$P_{C2}'' = 3r_2 {I_2}^2 = 3r_2 \times \frac{0.020594^2}{1.04} \cdot \frac{E_2}{r_2}$$

$$\fallingdotseq 0.00122340 \frac{{E_2}^2}{r_2} \to 1.22 \times 10^{-3} \frac{{E_2}^2}{r_2} \qquad ・・・(答)$$

$$P_B = \mathrm{Re}\left[3\dot{E}_B \overline{\dot{I}_2}\right] = 3 \times 0.019406 E_2 \times \frac{0.020594 r_2}{1.04} \cdot \frac{E_2}{r_2}$$

$$\fallingdotseq 0.0011528 \frac{{E_2}^2}{r_2} \to 1.15 \times 10^{-3} \frac{{E_2}^2}{r_2} \qquad ・・・(答)$$

#二次入力・滑りが一定なので，二次損失は等しく，$P_{w2} = 2P_{C2} = P_{C2}'' + P_B$の関係から求めてもよい。

●参考

今一度，誘導機のＬ形等価回路の変形を復習してみよう。さらに理解が深まるはずだ。また，誘導機における逆相分の等価回路も調べてみよう。

また，クレーマ方式や静止セルビウス方式について調べてみよう。