

●作戦会議

拘束試験→始動トルクとパラメータを解析していく問題。(2)の計算の難易度が高く、やや難しめ。

(1)拘束試験は2種でもやるため、ここがわからない人はいないだろう。回路のインピーダンスを $Z$ とかに置き換えてもよいが、後の展開を考えると、そこまで楽にならない。

(2)2つの条件の始動トルクが等しくなる時の、パラメータの関係性を示す。この手の問題は、それぞれ立式して最後に等号で結ぶのではなく、まずは一般式を立式し、そこから関係性を導くようにしよう。それだけでも記載量をかなり短縮できる。

言うまでもないが、始動時は滑りが1である。

(3)始動電流は滑りが1であることから立式できる。あとは(2)の結果との連立方程式を解けばよい。

●解答

(1)

$$P_S = 3(r_1 + r_2)I_S^2 \text{ゆえ,}$$

$$r_1 + r_2 = \frac{620}{3 \times 22^2} \doteq 0.42670 \rightarrow 0.427[\Omega] \quad \dots \text{(答)}$$



また,

$$\sqrt{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2} = \frac{V_S}{I_S} = \frac{40}{22} \doteq 1.0497[\Omega]$$

であるから,

$$x_1 + x_2 = \sqrt{1.0497^2 - 0.42670^2} \doteq 0.95906 \rightarrow 0.959[\Omega] \quad \dots (\text{答})$$

(2)公式より, トルク $T$ は,

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{p}{2\pi f} \cdot \frac{r_2}{s} \cdot \frac{\left(\frac{V}{\sqrt{3}}\right)^2}{(r_1 + \frac{r_2}{s})^2 + (x_1 + x_2)^2}$$

始動時は滑り $s$ が1であるから, 始動時のトルク $T_s$ は,

$$T_s = \frac{p}{2\pi f} \cdot r_2 \cdot \frac{\left(\frac{V}{\sqrt{3}}\right)^2}{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2} \propto \frac{1}{f} \cdot \frac{V^2}{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2}$$

全電圧始動時のトルクと等しくなるように  $v/f$  制御を調整したとする。このとき,

出力電圧 $V_N \rightarrow V_L$ , 周波数 $f_N \rightarrow f_L$ , リアクタンス $(x_1 + x_2) \rightarrow \frac{f_L}{f_N}(x_1 + x_2)$  ( $\because x \propto f$ )

と対応付けができる。したがって, 始動トルクの比例関係から,

$$\frac{1}{f_N} \cdot \frac{V_N^2}{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2} = \frac{1}{f_L} \cdot \frac{V_L^2}{(r_1 + r_2)^2 + \left(\frac{f_L}{f_N}\right)^2 (x_1 + x_2)^2}$$

$$\therefore V_L = V_N \sqrt{\frac{f_L}{f_N} \cdot \frac{(r_1 + r_2)^2 + \left(\frac{f_L}{f_N}\right)^2 (x_1 + x_2)^2}{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2}} \quad \dots (\text{答})$$



(3)始動電流 $I_L$ [A]は,

$$I_L = \frac{\frac{V_L}{\sqrt{3}}}{\sqrt{(r_1 + r_2)^2 + \left(\frac{f_L}{f_N}\right)^2 (x_1 + x_2)^2}}$$

$$\therefore V_L = \sqrt{3}I_L \cdot \sqrt{(r_1 + r_2)^2 + \left(\frac{f_L}{f_N}\right)^2 (x_1 + x_2)^2}$$

(2)の結果に代入すると,

$$\sqrt{3}I_L = V_N \sqrt{\frac{f_L}{f_N}} \cdot \sqrt{\frac{1}{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2}}$$

$$\therefore f_L = 3I_L^2 \times \frac{1}{V_N^2} \times f_N \times \left(\sqrt{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2}\right)^2 = 3 \times 22^2 \times \frac{1}{200^2} \times 50 \times 1.0497^2$$

$$\cong 1.99999 \rightarrow 2.00[\text{Hz}] \quad \dots (\text{答})$$

このとき,

$$V_L = \sqrt{3}I_L \cdot \sqrt{(r_1 + r_2)^2 + \left(\frac{f_L}{f_N}\right)^2 (x_1 + x_2)^2} = \sqrt{3} \times 22 \times \sqrt{0.42670^2 + \left(\frac{1.99999}{50}\right)^2 0.95906^2}$$

$$\cong 16.325 \rightarrow 16.3[\text{V}] \quad \dots (\text{答})$$

