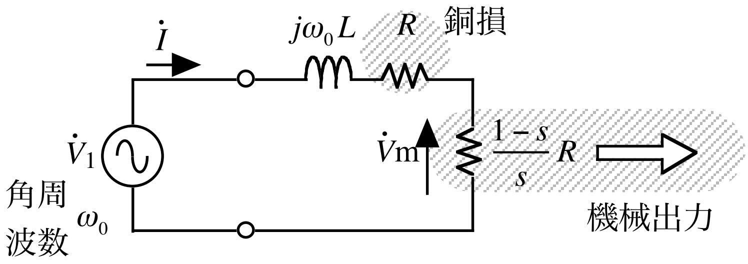
電力工学基礎　演習問題

No.4　2002.6.6 宮武

学生番号＿＿＿＿＿＿＿　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿（記入を忘れないように！）

以下では、**4極**の誘導機のトルクを求める式を導出する。ここでは簡略化のために励磁アドミタンス（鉄損に相当する抵抗とサセプタンス）と１次側の巻線のインピーダンスはないものとし、１相分等価回路として右図を用いる。



(1) 機械出力の導出

まず、上記等価回路における $\dot{V}_1, \dot{I}$ の関係は (1) 式のようになる。

$$\dot{V}_1 = \left(R + \frac{1-s}{s}R + j\omega_0 L\right)\dot{I} = \left(\frac{R}{s} + j\omega_0 L\right)\dot{I} \tag{1}$$

これより、$\dot{I}$ を求めると、(2) 式のようになる。

$$\dot{I} = \frac{1}{\frac{R}{s} + j\omega_0 L}\dot{V}_1 \tag{2}$$

また、$\dot{V}_m$ を求めると、(3) 式のようになる。

$$\dot{V}_m = \frac{1-s}{s}R\dot{I} = \frac{1}{\frac{R}{s} + j\omega_0 L}\frac{1-s}{s}R\dot{V}_1 \tag{3}$$

この時、機械出力 P は等価回路において右端の抵抗で見かけ上消費される電力に等しいので、P を (4) 式のように求めることができる。ただし、求めるのは３相分なので、P は１相分の３倍となる。なお、$\left|\dot{V}_1\right| = V_1$ としてスカラーで表す。

$$P = 3\,\mathrm{Re}\left(\dot{V}_m \cdot \bar{\dot{I}}\right) = \boxed{} \tag{4}$$

(2) トルク式の導出

機械出力 P をモータの角速度 ω_m で割るとトルクが算出できる。4極の場合、回転磁界の角速度は $\omega_0/2$ となるので、ω_m はすべりの式

$$s = \frac{\omega_0/2 - \omega_m}{\omega_0/2} \tag{5}$$

から (6) 式のようになる[注1]。

[注1] すべりに用いるのは回転磁界の角速度である。n 極機では、回転磁界の角速度は２極機の $2/n$ 倍。

$$\omega_m = \boxed{} \tag{6}$$

(4), (6) 式から、トルク T は (7) 式のように求められる。

$$T = \frac{P}{\omega_m} = \boxed{} \tag{7}$$

(3) すべりとトルクの関係

(7)　式で、すべりを変数とした時の正の最大トルク $T_{\max}$ を求める。相加平均と相乗平均の大小関係を用いると、$T_{\max}$ は (7) 式のようになる。

$$T_{\max} = \boxed{} \quad \text{その時のすべり}\ s = \boxed{} \tag{8}$$

抵抗　R を増加させた時、$T_{\max}$ は $\begin{pmatrix}\text{増加し}\\ \text{変化せず}\\ \text{減少し}\end{pmatrix}$ 、その時のすべりは $\begin{pmatrix}\text{増加する}\\ \text{変化せず}\\ \text{減少する}\end{pmatrix}$ 。

該当するものに○　　　該当するものに○

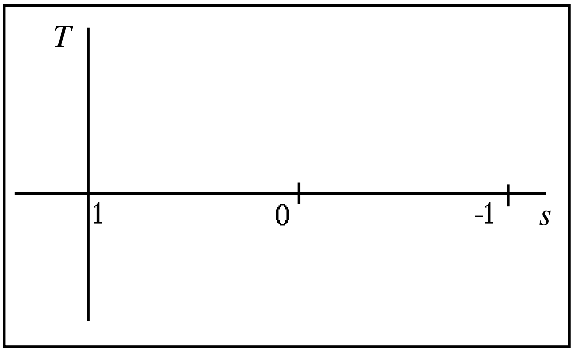
(7) 式から見ると、この場合、トルク T は原点について点対称となる[注2]。

ここで、

$$L = \frac{1}{120\pi} \cong 0.00265\ [\mathrm{H}],\ R = 0.1\ [\Omega]$$

$$f = 60\ [\mathrm{Hz}],\quad V_1^2 = 4000\pi\ [\mathrm{V}]$$

（線間電圧 $V = \sqrt{3}V_1 \cong 194\ [\mathrm{V}]$）



とする時のトルク T は (9) 式のようになり、図示すると右上のようになる[注3]。

$$T = \boxed{}\ [\mathrm{Nm}] \tag{9}$$

図から、**すべりが正の時はモータ**として、**負の時は発電機**として動作することが分かる。すなわち、**誘導機の動作はすべりに依存**することが分かる。

以上

[注2] 等価回路を単純化しすぎたのが原因であり、実際は点対称にはならない。

[注3] すべり s 軸は、ω_m を基準とした時と同じに取る。原点は 1, 右に行くほど単調減少になる。これは、(5) 式により次の対応関係が成り立つからである。（$\omega_m = 0 \Leftrightarrow s = 1$,　$\omega_m = \omega_0 \Leftrightarrow s = 0$）