●作戦会議

　突極機の問題は珍しい。難しそうだが，問題文の図と式から結構簡単に答えられるようになっている。ただし，最後の問題がかなり面倒くさい。試験本番では完答は難しく，(3)までをしっかり検算した方がよいだろう。

(1)図と題意の式から立式するだけでよい。

(2)電力が求まれば，トルクが求まる。その際Vが相電圧であること，本問は十字架形状の極数４の突極機であることに注意。

(3)　（1），(2)と同様の計算で求まる。

(4)以上の結果から，トルクの最大値を求める。実効値が求まっている電機子電流をどう表現するかがポイント。そこを突破したとしても，その後の計算が量・質ともに面倒。本番ではおそらく(2)を解いた時点で(4)の面倒さに気づくことになる。この年の問２，問３は知らなければ解けない系の問題なので，引くに引けない。

●解答

(1)

$\dot{V} = \dot{E}_0 + jX_d I_d - X_q I_q$

$\therefore \dot{V} = -X_q I_q + j(200 + X_d I_d)$　　　・・・①

ここで，$\dot{I} = I_d + jI_q = j50$Aゆえ，$I_d = 0$，$I_q = 50$Aであるから，①より，

$\dot{V} = -2 \times 50 + j(200 + 1 \times 0) = -100 + j200$

$\therefore V \fallingdotseq 223.61 \to 224[\mathrm{V}]$　　　・・・(答)

(2)

$P_1 = \mathrm{Re}\left[3\dot{V}\bar{\dot{I}}\right] = 3 \times 200 \times 50 = 30 \times 10^3[\mathrm{W}] \to 30.0[\mathrm{kW}]$　　　・・・(答)

また，極数が$p = 4$の突極機であるから，

$$T_1 = \frac{P_1}{2\pi \cdot \frac{2f}{p}} = \frac{30 \times 10^3}{2\pi \cdot \frac{2 \times 50}{4}} \fallingdotseq 190.99 \to 191[\mathrm{N \cdot m}]$$　　　・・・(答)

(3)$\dot{I} = -10 + j10\sqrt{24}$ Aゆえ，$I_d = -10\mathrm{A}$，$I_q = 10\sqrt{24}$ Aであるから，①より，

$\dot{V} = -2 \times 10\sqrt{24} + j\{200 + 1 \times (-10)\} = -20\sqrt{24} + j190$

$\therefore V \fallingdotseq 213.78 \to 214[\mathrm{V}]$　　　・・・(答)

このときの電力P_2[W]は，

$P_2 = \mathrm{Re}\left[3\dot{V}\bar{\dot{I}}\right] = 3 \times \{\left(-20\sqrt{24}\right) \times (-10) + 190 \times 10\sqrt{24}\} \fallingdotseq 30864[\mathrm{W}]$

したがって，

$$T_2 = \frac{P_2}{2\pi \cdot \frac{2f}{p}} = \frac{30864}{2\pi \cdot \frac{2 \times 50}{4}} \fallingdotseq 196.49 \to 196[\mathrm{N \cdot m}]$$　　　・・・(答)

(4) $\dot{I}=50(cos\theta+jsin\theta)$とおくと，$I_d=50cos\theta$，$I_q=50sin\theta$であるから，①より，

$\dot{V}=-2\times50sin\theta+j(200+1\times50sin\theta)=-100sin\theta+j50(4+cos\theta)$

このときの電力P_3は,

$$P_3=\mathrm{Re}\left[3\dot{V}\bar{\dot{I}}\right]=3\mathrm{Re}[\{-100sin\theta+j50(4+cos\theta)\}\times50(cos\theta-jsin\theta)]$$

$$=150(-100sin\theta cos\theta+200sin\theta+50sin\theta cos\theta)$$

$$=150sin\theta(200-50cos\theta)$$

P_3が最大のとき,

$$\frac{dP_3}{d\theta}=150cos\theta(200-50cos\theta)+150sin\theta(0+50sin\theta)=0$$

$$200cos\theta+50(sin^2\theta-cos^2\theta)=0$$

$$4cos\theta+1-2cos^2\theta=0\ \ (\because sin^2\theta=1-cos^2\theta)$$

$$2cos^2\theta-4cos\theta-1=0$$

$$\therefore cos\theta=\frac{4\pm4.89898}{4}\fallingdotseq-0.22475$$ （正側は不適）

このとき，$sin\theta=\sqrt{1-cos^2\theta}\fallingdotseq0.974422$

極数，周波数が一定なので，P_3が最大のとき，トルクも最大となる。

以上より，求める電機子電流の値は,

$\dot{I}=50(-0.22475+j0.97442)\fallingdotseq-11.238+j48.721$

$\rightarrow-11.2+j18.7[\mathrm{A}]$ ・・・(答)

●参考

1)「これもこれも知っておきたい電気技術者の基本知識」.テーマ 46.大嶋輝夫・山崎靖雄 共著.電気書院