

問1

Check!

(平成27年 ㊦ 問題1)

4極の直流電動機が電機子電流 250 A、回転速度  $1\,200\text{ min}^{-1}$  で一定の出力で運転されている。電機子導体は波巻であり、全導体数が 258、1極当たりの磁束が 0.020 Wb であるとき、この電動機の出力の値 [kW] として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

ただし、波巻の並列回路数は 2 である。また、ブラシによる電圧降下は無視できるものとする。

- (1) 8.21    (2) 12.9    (3) 27.5    (4) 51.6    (5) 55.0

問2

Check!

(平成18年 ㊦ 問題1)

電機子巻線が重ね巻である 4極の直流発電機がある。電機子の全導体数は 576 で、磁極の断面積は  $0.025\text{ [m}^2\text{]}$  である。この発電機を回転速度  $600\text{ [min}^{-1}\text{]}$  で無負荷運転しているとき、端子電圧は 110 [V] である。このときの磁極の平均磁束密度 [T] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、漏れ磁束はないものとする。

- (1) 0.38    (2) 0.52    (3) 0.64    (4) 0.76    (5) 0.88

## 解1 解答 (4)

直流電動機の電機子全導体数を  $Z$ 、極数を  $p$ 、並列回路数を  $a$ （重ね巻： $a=p$ 、波巻： $a=2$ ）、回転速度を  $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ]、毎極の磁束を  $\phi$  [Wb] とすると、電機子誘導起電力  $E_a$  は、次式で与えられる。

$$E_a = \frac{Z}{a} \cdot \frac{n}{60} \cdot p\phi = \frac{258}{2} \times \frac{1200}{60} \times 4 \times 0.020 = 206.4 \text{ V}$$

したがって、電動機の出力  $P$  は、

$$P = E_a I_a \times 10^{-3} = 206.4 \times 250 \times 10^{-3} = 51.6 \text{ kW}$$

## 解2 解答 (4)

直流機の電機子誘導起電力  $E_a$  は、電機子全導体数を  $Z$ 、並列回路数を  $a$ 、極数を  $p$ 、回転数を  $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ]、1極の磁束を  $\phi$  [Wb] とすれば、次式で表される。

$$E_a = \frac{Z}{a} \cdot \frac{n}{60} \cdot p\phi \text{ [V]}$$

（ここで、並列回路数  $a$  は、電機子巻線が波巻の場合は  $a=2$  で、重ね巻の場合は  $a=p$  で極数に等しい。）

したがって、本問の直流発電機においては、無負荷運転時の端子電圧が 110 [V] で、これが電機子誘導起電力に等しいから、1極の磁束  $\phi$  は上式より、 $Z=576$ 、 $a=4$ 、 $p=4$ 、 $n=600$  [ $\text{min}^{-1}$ ] を代入すれば、

$$\phi = \frac{60aE_a}{Znp} = \frac{60 \times 4 \times 110}{576 \times 600 \times 4} = 0.0191 \text{ [Wb]}$$

となる。よって、求める磁極の平均磁束密度  $B$  は、磁極の断面積が  $0.025$  [ $\text{m}^2$ ] であるから、

$$B = \frac{0.0191}{0.025} = 0.764 \text{ [T]}$$

# 機械 1 直流機

問3

Check!

(平成 24 年 ㊦ 問題 2)

直流他励電動機の電機子回路に直列抵抗  $0.8 [\Omega]$  を接続して電圧  $120 [\text{V}]$  の直流電源で始動したところ、始動直後の電機子電流は  $120 [\text{A}]$  であった。電機子電流が  $40 [\text{A}]$  になったところで直列抵抗を  $0.3 [\Omega]$  に切り換えた。インダクタンスが無視でき、電流が瞬時に変化するものとして、切り換え直後の電機子電流  $[\text{A}]$  の値として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

ただし、切り換え時に電動機の回転速度は変化しないものとする。また、ブラシによる電圧降下及び電機子反作用はないものとし、電源電圧及び界磁電流は一定とする。

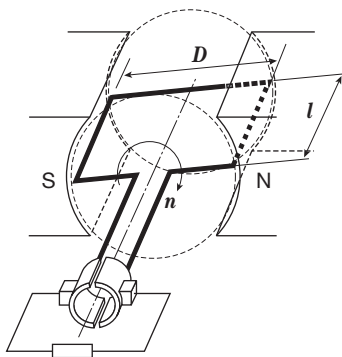
- (1) 60      (2) 80      (3) 107      (4) 133      (5) 240

問4

Check!

(平成 25 年 ㊦ 問題 2)

図は、磁極数が 2 の直流発電機を模式的に表したものである。電機子巻線については、1 巻き分のコイルを示している。電機子の直径  $D$  は  $0.5 [\text{m}]$ 、電機子導体の有効長  $l$  は  $0.3 [\text{m}]$ 、ギャップの磁束密度  $B$  は、図の状態のように電機子導体が磁極の中心付近にあるとき一定で  $0.4 [\text{T}]$ 、回転速度  $n$  は  $1200 [\text{min}^{-1}]$  である。図の状態におけるこの 1 巻きのコイルに誘導される起電力  $e [\text{V}]$  の値として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 2.40      (2) 3.77      (3) 7.54      (4) 15.1      (5) 452

### 解3 解答 (2)

問題の他励直流電動機の等価回路を描くと図のようになる。

題意より、電機子抵抗  $r_a$  は、始動直後の電機子電流が 120 [A] であったから、

$$r_a + 0.8 = \frac{V}{I_a} = \frac{120}{120} = 1$$

$$\therefore r_a = 1 - 0.8 = 0.2 \text{ } [\Omega]$$

となる。

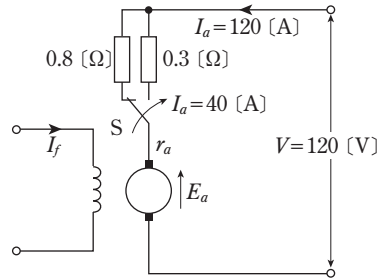
次に、電機子電流が 40 [A] になったときの電機子誘導起電力  $E_a$  は、

$$E_a = 120 - (0.8 + 0.2) \times 40 = 80 \text{ } [V]$$

であるから、直列抵抗を 0.3 [Ω] に切り換えた直後の電機子電流  $I_a$  は、

$$I_a = \frac{120 - 80}{0.2 + 0.3} = 80 \text{ } [A]$$

となる。



### 解4 解答 (3)

磁束密度  $B$  [T] の磁界中を長さ  $l$  [m] の導体が速度  $v$  [m/s] で移動すると、その導体には誘導起電力が生じ、その大きさ  $E$  は次式で示される。

$$E = Blv \text{ } [V] \tag{1}$$

さて、直流発電機の電機子導体が  $n$  [min<sup>-1</sup>] で回転したときに導体が磁界を横切る速度、すなわち導体の周辺速度  $v$  は、導体の直径を  $D$  [m] とすれば、

$$v = \pi D \times \frac{n}{60} \text{ } [m/s] \tag{2}$$

となる。1巻きのコイルは、導体2本が同時に磁束を横切るから、誘起される電圧は(1)式の2倍になる。したがって、(1)式に(2)式を代入するとともに、与えられた数値を代入すれば、求める起電力  $e$  が得られる。

$$e = 2E = 2Bl \times \pi D \left( \frac{n}{60} \right) = 2 \times 0.4 \times 0.3 \times \pi \times 0.5 \times \left( \frac{1200}{60} \right) = 7.539 \approx 7.54 \text{ } [V]$$