

電工工学 演習 2

学籍番号：

氏名：

1. 図1に示すように鉄心にコイルがあり、コイルは交流電源に接続されている。電源電圧を $e = E \cos \omega t$ [V]、コイルの巻数を N_1 、磁路長を l [m]、鉄心の断面積は全ての位置で S [m²]、鉄の透磁率を μ [H/m]とする。この時、以下の問いに答えよ。

(1) 鉄心内に生じる磁束 Φ を求めよ。

ファラデーの法則より

$$e = \frac{d(N_1 \Phi)}{dt}$$

両辺を積分し、式変形を行うと

$$\Phi = \frac{1}{N_1} \int e dt$$

上式に $e = E \cos \omega t$ を代入することで、磁束 Φ が求まる。

$$\Phi = \frac{E}{N_1 \omega} \sin \omega t \quad \text{①}$$

(2) 鉄心の磁気抵抗 R_m を求めよ。

磁気抵抗の定義より

$$R_m = \frac{l}{\mu S} \quad \text{②}$$

- (3) 上図の鉄心に対して図2のような負荷に接続されたコイルを巻き付けたところ、 i_2 [A]の電流が生じた。負荷側のコイルの巻数を N_2 として、電源が供給する電流 i [A]を求めよ。

無負荷時の電源側のコイルに流れる電流を i_0 とすると次式

で表せる。

$$i_0 = \frac{\Phi R_m}{N_1}$$

①, ②式より,

$$i_0 = \frac{E R_m}{N_1^2 \omega} \sin \omega t$$

次に負荷電流 i_2 によって生じる起磁力は次式で表される。

$$N_2 i_2 = \Phi_2 R_m$$

しかし、電源電圧は一定であるため、 Φ_2 を打ち消すような磁束 Φ_1 が電源側のコイルから発生する。この Φ_1 を発生させる電流を i_1 とすると次式が成り立つ。

$$N_1 i_1 = \Phi_1 R_m$$

また、 $\Phi_1 = \Phi_2$ より

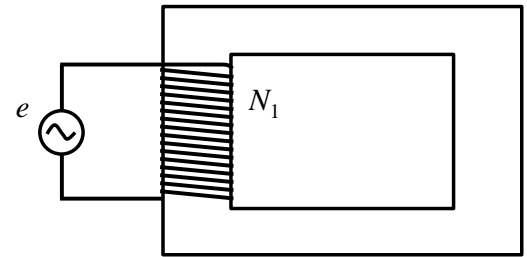


図 1

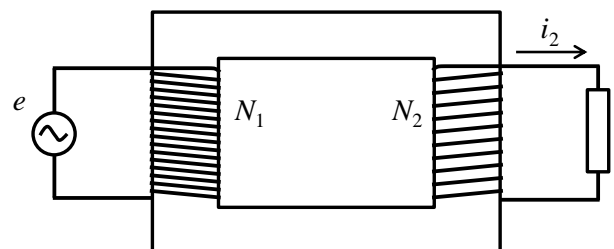


図 2

$$N_1 i_1 = N_2 i_2$$

$$i_1 = \frac{N_2}{N_1} i_2$$

以上より、電源が供給する電流 $i = i_0 + i_1$ は

$$i = \frac{ER_m}{N_1^2 \omega} \sin \omega t + \frac{N_2}{N_1} i_2 \quad (\text{但し } R_m = \frac{l}{\mu S}) \quad \textcircled{3}$$

2. 図3のように、空間に一様に分布する磁束密度 $B=0.4 \text{ T}$ の磁界中に、辺の長さがそれぞれ $a=20 \text{ cm}$ 、 $b=10 \text{ cm}$ で、巻数 $N=20$ の長方形のコイルが置かれている。このコイルに直流電流 $I=0.8 \text{ A}$ を流したとき、このコイルの回転軸 OO' を軸としてコイルに生じるトルク $T \text{ [N} \cdot \text{m]}$ の最大値を求めよ。ただし、コイルの辺 a は磁界と直交し、 OO' は辺 b の中心を通るものとする。また、コイルの太さは無視し、流れる電流によって磁界は乱されないものとする。

図3から、コイルに生じるトルク T は、コイル辺 a に流れる電流 I が磁界 B から受ける力を f_0 とすれば f_0 とコイル辺 b との垂直成分 f と、 $R=b/2$ との積で表される。コイルの位置(角度 $\theta \text{ [rad]}$) と受ける力 f_0 および f の関係をそれぞれ図示する。

f_0 は磁界 B とつねに直角で一定であるが、トルクに關与する f はコイルの位置より変化する。

同図より、

$$f_0 = BIa \text{ [N]}$$

$$f = f_0 \cos \theta = BIa \cos \theta \text{ [N]}$$

求めるトルク T は、問題図のコイル1巻当たり往復導体2導体ならびに $N=20$ であるから、

$$T = fR2N = BIa \cos \theta \times \frac{b}{2} \times 2N$$

$$T = NBlab \cos \theta$$

T の最大値 T_{\max} は、 $\theta=0 \text{ [rad]}$ ($\cos \theta=1$) のとき発生するので、

$$T_{\max} = NBlab = 20 \times 0.4 \times 0.8 \times 0.2 \times 0.1$$

$$T_{\max} = 0.128 \text{ N} \cdot \text{m}$$

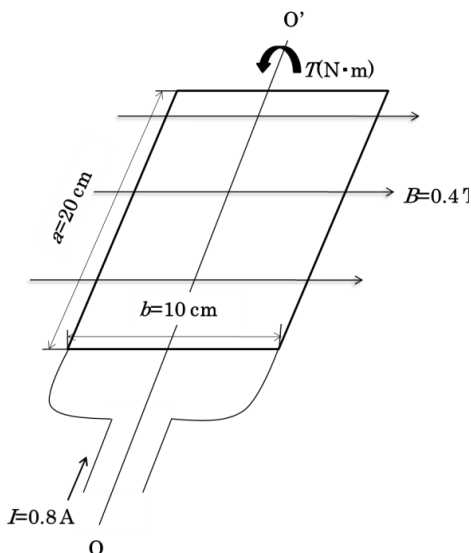


図3

