

## ●作戦会議

計算量が少なく、比較的解きやすい。一部知らないと解けない問題があるので、知識を整理しておく必要がある。

(1)鉄損を求めるためにはこれを思い出す必要がある。

$$E_{\text{rms}} \approx 4.44fN\phi_m$$

この式は誘導起電力の公式に、 $\phi = \phi_m \cos \omega t$ とか三角関数の波を適当に放り込めば導出できるはず。鉄損はほぼ電圧の2乗に比例するとされているが、この問題の場合90.25%となり、解答と4%ほどの誤差が生じる。

次に銅損は電流の2乗に比例する。電流の変化は題意から間接的に求めることができる。

(2)電力量計の一次側と二次側の読みの差が変圧器内部で生じた損失である。銅損は負荷率（電圧一定のときの電流）の2乗に比例するので、連立方程式を立式することができる。(1)よりこちらの方が簡単だと思う人も多いだろう。

## ●解答

(1)周波数 $f$ が1.05倍に、電圧 $V$ が0.95倍に変化したとする。

### a.鉄損

最大磁束を $\phi_m$ 、最大磁束密度を $B_m$ とおくと、 $V \propto f\phi_m \propto fB_m$ ゆえ、

$B_m \propto \frac{V}{f}$ である。したがって、最大磁束密度は $\frac{0.95}{1.05}$ 倍に変化する。

題意の関係から、



$$0.8 \times \left(\frac{0.95}{1.05}\right)^2 \times 1.05 + 0.2 \times \left(\frac{0.95}{1.05}\right)^2 \times 1.05^2 \approx 0.86812$$

したがって鉄損は 86.8%になる。 . . . (答)

b.銅損

継続して定格容量で使用するので、電流 $I$ は $\frac{1}{V} = \frac{1}{0.95}$ 倍になる。

銅損は電流の 2 乗に比例するので、

$$\frac{1}{0.95^2} \approx 1.1080$$

したがって、銅損は 111%になる。 . . . (答)

(2)題意より電力量計の読みの差が鉄損 $P_i$ と銅損 $P_c$ の和である。鉄損は負荷によらず一

定であり、銅損は負荷の 2 乗に比例するので、

$$24P_i + \left\{6 \times 1^2 + 8 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 + 10 \times 0\right\}P_c = 16$$

$$\therefore 24P_i + 8P_c = 16 \quad \dots \textcircled{1}$$

また負荷力率 85%で全負荷における効率が 99.0%であるから、

$$0.99 = \frac{100 \times 0.85}{100 \times 0.85 + P_i + P_c}$$

$$\therefore P_i + P_c \approx 0.85859 \quad \dots \textcircled{2}$$

①, ②より、

$$24P_i + 8(0.85859 - P_i) = 16$$



$$16P_i = 9.13128$$

$$\therefore P_i \approx 0.57071$$

$$\text{このとき, } P_c = 0.28788$$

以上より,

$$\begin{cases} a. \text{鉄損 ; } 0.571\text{kW} \\ b. \text{銅損 ; } 0.288\text{kW} \end{cases} \quad \dots (\text{答})$$

● 参考

1) <https://jeea.or.jp/course/contents/07110/> .公益社団法人日本電気技術者協会.“変圧器の銘板に学ぶ”

