

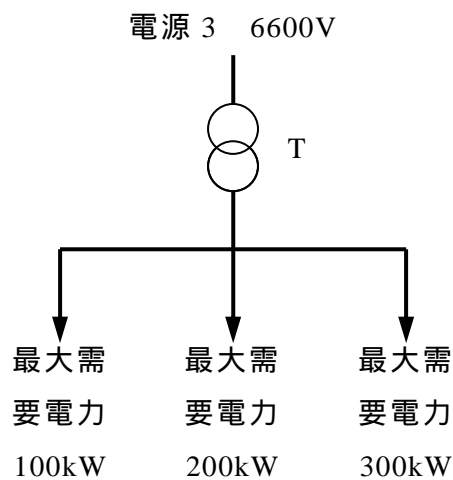
(3) 需要率・不等率・負荷率・変圧器の効率

重要事項(これを理解します)

- 1, 需要率・不等率・負荷率の定義式を学びます。
- 2, 変圧器の効率計算について学びます。
- 3, 負荷損・無負荷損について学びます。

【例題(よく出る問題)】:

図のような負荷に供給する三相変圧器 T の必要な容量の最小値[kVA]は。
ただし、不等率を 1.5、総合負荷の力率は 80[%]とする。



イ . 300

ロ . 400

ハ . 500

ニ . 600

【例題(よく出る問題)の解答】ハ

【例題(よく出る問題)の模範解答】

三相変圧器 T の全ての負荷の最大需要電力は、

$$\text{総合最大需要電力} = \frac{\text{個々の最大需要電力の和}}{\text{不等率}}$$

$$= \frac{100 + 200 + 300}{1.5}$$

$$= 400 \quad [\text{kW}]$$

となります。

よって、変圧器の容量 P [kVA]は、

$$P = \frac{\text{総合最大需要電力}}{\text{力率}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{400}{0.8} \\ &= 500 \quad [\text{kVA}] \end{aligned}$$

となります。

ゆえに、選択肢は、八となります。

【解法の準備】

例題を解くために次の事を学びます。

1. 不等率・需要率・負荷率とは

電気設備に電源を供給するとき「負荷率 需要率 不等率」を検討します。なぜかと言いますと、電気設備が常に同時に使われることが少ないからです。そこで、全ての電気設備が、同時に使われることを考えた電源の準備は、非常に不経済となります。よって、負荷率で、負荷のピーク度合（負荷容量の変動度合）を検討します。需要率では、設備が最大で、どれだけ使用されるかを検討します。不等率では、さまざまな負荷の最大電力の重なり度合を検討します。

ここで覚えてほしいこととして、不等率は、必ず1以上になると言うことです。一般的には、不等率 = 1 ~ 1.5 程度になるようです。

負荷率 需要率 不等率の定義式は、次の式となります。

$$\text{負荷率} = \frac{\text{平均需要電力}}{\text{最大需要電力}} \times 100 \quad [\%]$$

$$\text{需要率} = \frac{\text{最大需要電力}}{\text{設備容量}} \times 100 \quad [\%]$$

$$\text{不等率} = \frac{\text{各負荷の最大需要電力の合計}}{\text{合成最大需要電力}}$$

2 , 変圧器の効率とは

変圧器の効率を考えると、変圧器の損失を知る必要があります。

変圧器の損失は、負荷によって変動する負荷損と、負荷と無関係な無負荷損に分けられます。

また、負荷損の大部分は、銅損 p_c [W]と呼ばれる巻線内の抵抗で発生する損失です。よって、銅損は、負荷電流 I [A]に比例するので、負荷容量 $P_r(=RI^2)$ [kW]とは、2乗に比例します。

また、負荷率 α が式で表すと

$$\alpha = \frac{\text{負荷容量}}{\text{変圧器容量}}$$

ですから、負荷率とも2乗に比例します。

さらに、無負荷損は、大部分が、鉄心内で磁束によって発生するヒステリシス損と渦電流損を足し算した鉄損 p_i [W]です。

以上から、負荷力率を $\cos\theta$ 、負荷率を α 、変圧器の定格を $P\cos\theta$ [kW]、負荷容量を $\alpha P\cos\theta$ [kW]とすると効率 η [%]は、

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{負荷容量}}{\text{負荷容量} + \text{銅損} + \text{鉄損}} \quad [\%] \\ &= \frac{\alpha P \cos\theta}{\alpha P \cos\theta + \alpha^2 p_c + p_i} \times 100 \quad [\%]\end{aligned}$$

となります。

この式の意味は、分母が、変圧器入力で分子が変圧器出力です。式で示しますと、

$$\eta = \frac{\text{変圧器出力}}{\text{変圧器入力}} \times 100 = \frac{\text{変圧器出力}}{\text{変圧器出力} + \alpha^2 \times \text{銅損} + \text{鉄損}} \times 100$$

となります。

【確認問題 1】

定格容量 75[kVA]、鉄損 300[W]、全負荷時の銅損 1200[W]の変圧器がある。この変圧器を1日のうち8時間を全負荷で運転し、他の時間を無負荷で運転した場合の全日効率[%]は。

ただし、負荷の力率は 100[%]とする。

イ . 96

ロ . 97

ハ . 98

ニ . 99

【確認問題 1 の回答】ロ

【確認問題 1 の解説】

1 日の全損失電力量 P_l [Wh]は、24 時間の鉄損 P_i [Wh]と 8 時間の銅損 P_c [Wh]の合計である。

よって、全損失電力量 P_l [Wh]は、

$$\begin{aligned} P_l &= P_i + P_c = 300 \times 24 + 1200 \times 8 = 16800 \quad [\text{Wh}] \\ &= 16.8 \quad [\text{kWh}] \end{aligned}$$

である。

次に、1 日の出力 P_{out} [kWh]は、

$$P_{\text{out}} = 75 \times 8 = 600 \quad [\text{kWh}]$$

である。

よって、全日効率 [%]は、

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{out}} + P_l} \times 100 \\ &= \frac{600}{600 + 16.8} \times 100 \\ &\approx 97.3 \quad [\%] \end{aligned}$$

となります。

ゆえに、選択肢は、ロとなります。

【確認問題 2】

ある需要家の設備容量が A [kW]、最大需要電力が B [kW]、平均電力が C [kW]であるとき、需要率[%]を示す式は。

$$\text{イ} . \frac{C}{A} \times 100 \quad \text{ロ} . \frac{B}{A} \times 100 \quad \text{ハ} . \frac{C}{B} \times 100 \quad \text{ニ} . \frac{A}{B} \times 100$$

【確認問題 2 の回答】ロ

【確認問題 2 の解説】

「電気と資格の広場」

<http://cgi.din.or.jp/~goukaku/>

需要率の定義は、

$$\text{需要率} = \frac{\text{最大需要電力}}{\text{設備容量}} \times 100 \quad [\%]$$

となります。

ゆえに、選択肢は、口となります。

キーワード

需要率、負荷率、不等率、変圧器の効率、負荷損、無負荷損、銅損、鉄損

これがポイント

コツ1、需要率・負荷率・不等率の公式は、覚えて下さい。

コツ2、変圧器の効率の公式は、覚えて下さい。

コツ3、不等率が、必ず1以上になることを覚えて下さい。

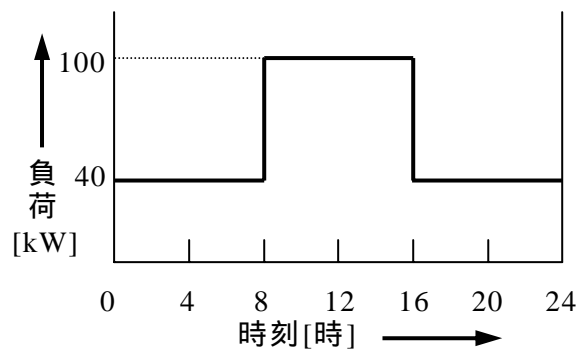
復習

- 1 , 需要率の分母は、何か覚えていますか。
- 2 , 負荷損は、銅損と同じですか。 それとも、鉄損と同じですか。
- 3 , 不等率は、通常どの程度の値になりますか。

練習問題

【問 1】

図のような日負荷曲線を有する負荷に電力を供給している受電設備における日負荷率[%]は。



- イ . 40 ロ . 50 ハ . 60 ニ . 70

ヒント 負荷率の定義式は、負荷率 = $\frac{\text{平均需要電力}}{\text{最大需要電力}} \times 100 [\%]$ でしたね。

【回答】：ハ

【問 2】

設備容量 4[kW]の需要家が 10 軒、5[kW]の需要家が 2 軒ある。各需要家の需要率が 50[%]、力率が 100[%]であり、需要家間の不等率が 1.25 であるとき、これらの需要家の負荷を総合したときの最大需要電力[kW]は。

- イ . 20 ロ . 25 ハ . 30 ニ . 35

ヒント 不等率の定義式は、不等率 = $\frac{\text{各負荷の最大需要電力の合計}}{\text{合成最大需要電力}}$ でしたね。

【回答】：イ

【問 3】

最大需要電力 400[kW]、1 ヶ月(30 日)の使用電力量 72000[kWh]の需要設備の
月負荷率[%]は。

イ . 20

ロ . 25

ハ . 30

ニ . 35

ヒント 負荷率の定義式は、負荷率 = $\frac{\text{平均需要電力}}{\text{最大需要電力}} \times 100$ [%] でしたね。

【回答】 : ロ