

(1) 変圧器の構造と接続

重要事項(これを理解します)

- 1, 変圧器のタップ電圧について理解します。
- 2, 結線と Y 結線について理解します。
- 3, V 結線の利用率について理解します。

【例題(よく出る問題)】:

定格二次電圧が 210[V]の配電用変圧器がある。変圧器の一次タップ電圧が 6600[V]のとき、二次電圧は 200[V]であった。一次タップ電圧を 6300[V]に変更すると、二次電圧の変化はおよそ。

ただし、一次側の供給電圧は変わらないものとする。

- |                |              |
|----------------|--------------|
| イ . 10[V]上昇する。 | ロ . 10 下降する。 |
| ハ . 20[V]上昇する。 | ニ . 20 下降する。 |

【例題(よく出る問題)の解答】イ

【例題(よく出る問題)の模範解答】

定格二次電圧が 210[V]、一次タップ電圧が 6600[V]のときの変圧比  $n_1$  を計算してみますと

$$n_1 = \frac{6600}{210}$$

となります。

よって、二次電圧が 200[V]であったので、一次側の供給電圧  $V_1$ [V]は、

$$V_1 = \frac{6600}{210} \times 200 = 6285.7 \text{ [V]}$$

さて次に、一次タップ電圧を 6300[V]に変更したときの変圧比は  $n_2$ 、

$$n_2 = \frac{6300}{210}$$

です。

よって、一次側の供給電圧  $V_1=6285.7$  [V]、変圧比  $n_2 = \frac{6300}{210}$  のときの二次電圧

$V_2$ [V]は、

$$V_2 = \frac{V_1}{n_2} = \frac{6285.7}{\frac{6300}{210}} = \frac{6285.7 \times 210}{6300} = 209.5 \text{ [V]}$$

となります。

よって、二次電圧の変化  $V_2[V]$ は、

$$\Delta V = 209.5 - 200 = 9.5 \quad [V]$$

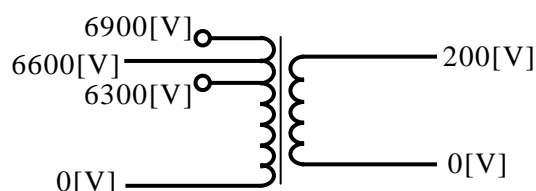
となり、約 10[V]上昇します。

ゆえに、選択肢は、イとなります。

### 【解法の準備】

1 , タップ電圧に関する計算とは

変圧器は、次のように端子が出ています。



そして、電源電圧が 6600[V]のときタップ 6600[V]に接続します。電源電圧が 6300[V]のときタップ 6300[V]に接続します。そうすることで、二次側に電圧 200[V]が得られます。

すなわち、タップ 6600[V]の変圧比  $n_1$  は、

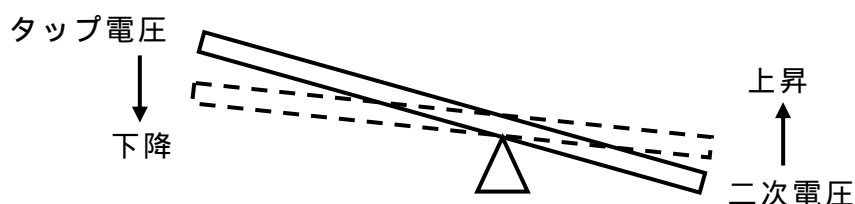
$$n_1 = \frac{6600}{210}$$

となり、タップ 6300[V] の変圧比  $n_2$  は、

$$n_2 = \frac{6300}{210}$$

となります。

イメージとして、公園にあるシーソーを思い浮かべてください。



2 , タップ電圧の意味は

タップ電圧とは、受電電圧が標準と違う場合に接続する端子の選択を示すものです。そのため、 $[V]$ の時にどこに接続するかを示すため、電圧で表示されています。6900[V]の時は、ここで、6450[V]の時は、ここと言うよ

うにです。このタップ電圧を二次側の電圧上昇用に使うこともあります。その場合、6600[V]の電源電圧を 6450[V]の端子につなぐなどします。

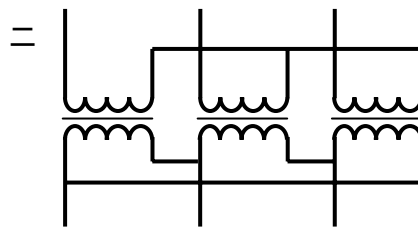
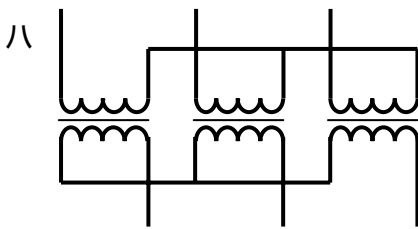
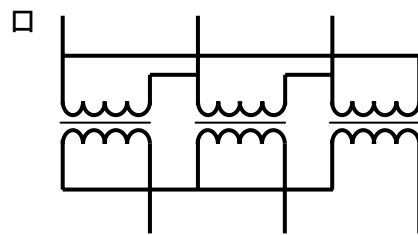
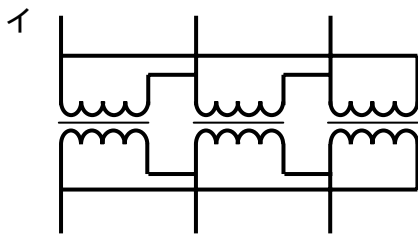
### 3, 変圧比とは

変圧比  $n$  とは、一次電圧  $V_1$  と二次電圧  $V_2$  の電圧比を言います。電圧が、何ボルトに変圧されるかの比です。

$$n = \frac{V_1}{V_2}$$

#### 【確認問題 1】

右図の変圧器の複線図は。



【確認問題 1 の回答】ニ

【確認問題 1 の解説】

イ . は、 - 結線です。 ロ . は、 -Y 結線です。 ハ . は、 Y-Y 結線です。 ニ . は、 Y- 結線です。

ゆえに、選択肢は、二となります。

【確認問題 2】

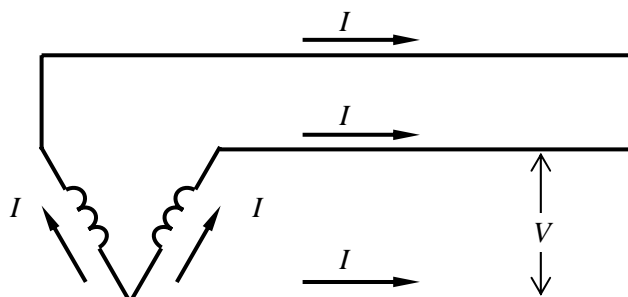
定格容量 100[kVA]の単相変圧器 2 台を V-V 結線とし、三相交流負荷に供給する場合、供給できる容量の最大値[kVA]は。

ただし、変圧器は過負荷で運転しないものとする。

イ . 141      ロ . 150      八 . 173      二 . 200

【確認問題 2 の回答】 八

【確認問題 2 の解説】



V-V 結線の場合、相電流と線電流が等しく、相電圧と線間電圧も等しくなります。

変圧器 1 台当たりの容量  $P'$  [kVA]は、

$$P' = VI \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} VI \quad [\text{kVA}]$$

となります。

したがって、変圧器 2 台の容量  $P$  [kVA]は、

$$P = 2P' = 2VI \cos 30^\circ = 2 \frac{\sqrt{3}}{2} VI = \sqrt{3} VI$$

$$= 1.73 \times 100$$

$$= 173 \quad [\text{kVA}]$$

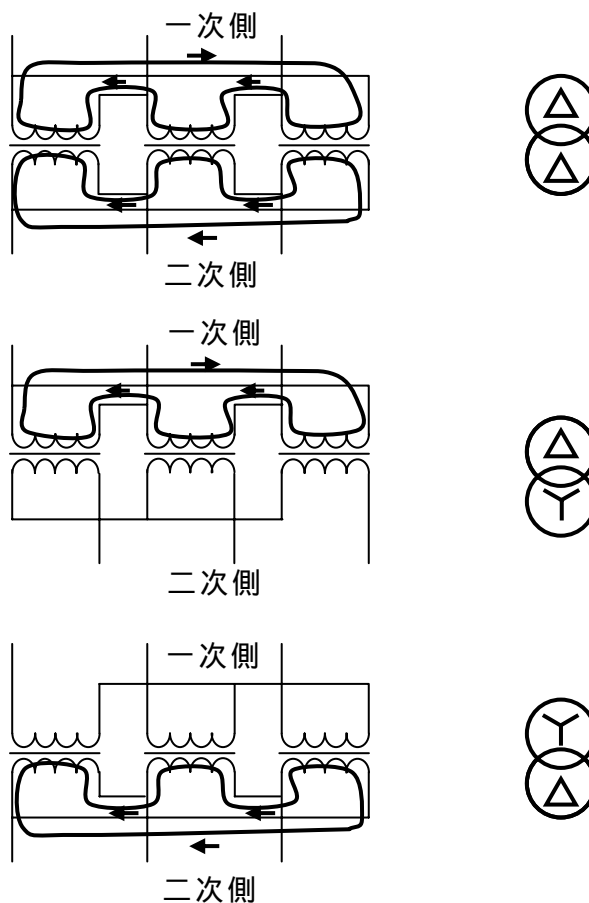
となります。

ゆえに、選択肢は、八となります。

#### 4. 結線とは

結線は、変圧器の結線でループを描けるかで判断できます。

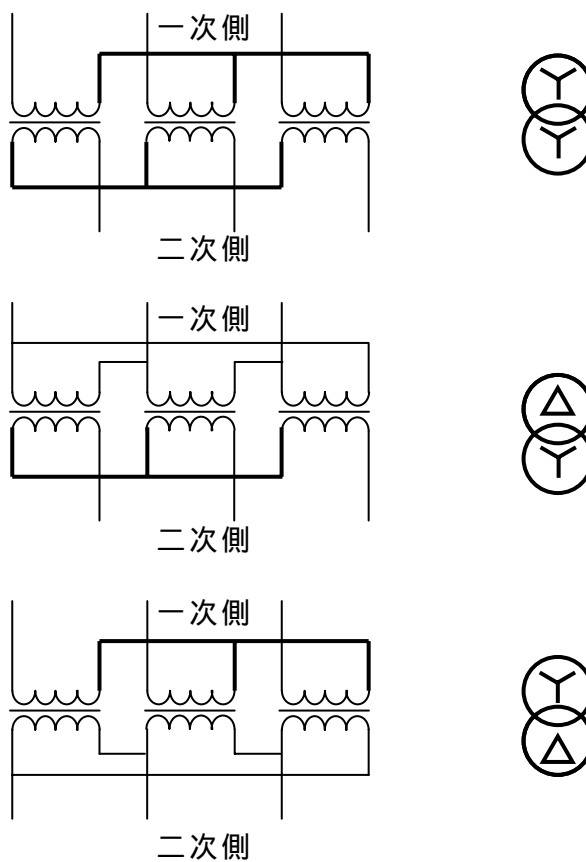
下図の場合は、 $\Delta$  - 結線、 $\Delta$  - Y 結線、 $Y$  - 結線であることが、解ります。



5 . Y 結線とは

Y 結線は、変圧器の端子が一箇所にまとまっていることで判断できます。

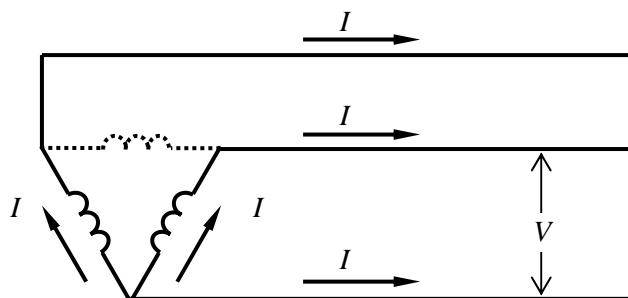
下図の場合は、 が Y-Y 結線、 が Δ-Y 結線、 が Y-Δ 結線であることが、解ります。



## 6 . V 結線とは

V 結線は、おもに 結線の代用として利用されます。

下図を見れば V 結線が、 結線の巻線 1 台無い状態であることが解りますね。



ただし、V 結線は、あくまでも 結線の代用です。

なぜ代用かと言いますと、変圧器の利用率が悪いのです。1 台当たりの利用率は、 $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$  倍となります。すなわち、100[kVA]の変圧器で 86.6[kVA]しか利用できないのです。巻線が、一部故障した場合や、将来 結線をする予定で投資費用を軽減するために、しばらく V 結線で送電する場合などにしか使いません。

### これがポイント

コツ 1、タップ電圧を変更して、二次電圧が上昇するか下降するかは公園のシーソーを思い出してください。

コツ 2、 結線は、変圧器の結線でループを描けるかで判断できます。

コツ 3、Y 結線は、変圧器の端子が一箇所にとまっていることで判断できます。

コツ 4、V 結線の変圧器 1 台当たりの利用率は、 $\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$  倍となります。

### 復習

- 1 , タップ電圧を上げると二次電圧は、どのようになりますか。
- 2 , 鉄損と銅損は、一定ですか、それともなんの 2 乗に比例しますか。
- 3 , V 結線での変圧器利用率は、覚えていますか。

キーワード

タップ電圧、 結線、 Y 結線、 V 結線、 変圧器の利用率、 変圧比



練習問題

【問 1】

単相変圧器 2 台を V 結線とし、消費電力 24[kW]、力率 80[%]の三相負荷に電力を供給する場合、単相変圧器 1 台の最小容量[kVA]として、最も適切なものは。

ただし、変圧器は過負荷で運転しないものとする。

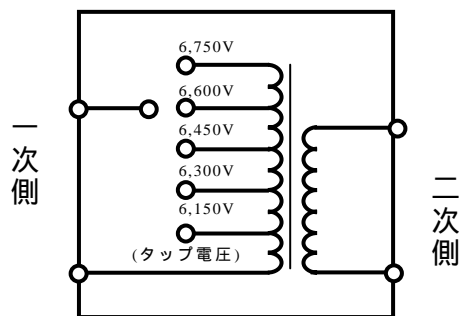
- イ . 10                      ロ . 20                      八 . 30                      二 . 50

**ヒント** V 結線にした場合、1 台の変圧器利用率は  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  倍です。

【回答】 : ロ

【問 2】

定格二次電圧が 105[V]の配電用変圧器の一次巻線のタップ電圧 6750[V]を使用しているとき、二次電圧は 98[V]であった。タップ電圧を 6300[V]に変更した場合の二次電圧の値[V]は。



- イ . 91                      ロ . 100                      八 . 105                      二 . 107

**ヒント** 変圧比から、じっくり計算してください。

【回答】 : 八

【問 3】

定格出力 10[kVA]の単相変圧器 3 台を - 結線にして、電力を供給していた。1 台の変圧器が故障したので、残り 2 台で V 結線に配線替えをして電力を供給する場合、供給できる負荷の設備容量の最大値[kVA]は。

ただし、変圧器は過負荷で使用しないものとする。

イ . 10.0                      ロ . 14.1                      八 . 17.3                      二 . 20.0

**ヒント** V 結線にした場合の変圧器利用率は  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  倍です。

【回答】 : 八

【問 4】

定格電圧 6600/210[V]の変圧器をタップ電圧 6300[V]で使用しているとき、低圧側で 10[V]の電圧変動があれば、高圧側は何ボルト変動したことになるか。

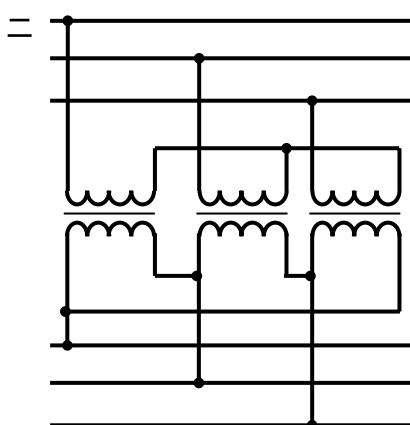
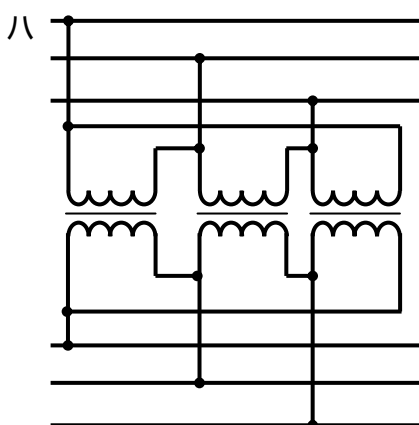
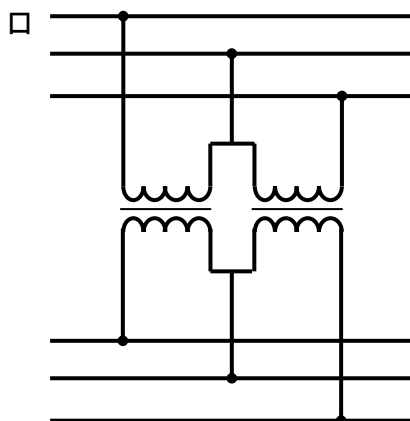
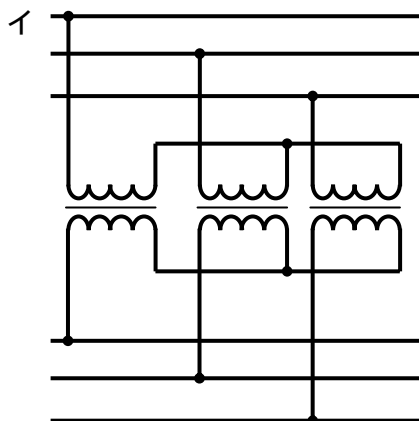
イ . 289                      ロ . 300                      八 . 314                      二 . 322

**ヒント** 変圧比から、逆算してください。

【回答】 : ロ

【問 5】

変圧器の結線方法のうち - 結線は。



**ヒント** 変圧器の結線が、どのようにループになっているか考えてください。

【回答】：ハ