

相と結線

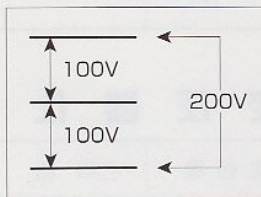
1. 単相

①単相2線式

2本の電線で1組の交流電力を供給するもので、日本国内では、照明や小型電気製品などに使われる100Vと、工場照明や大型の家庭電化製品などに使われる200Vがあります。

②単相3線式 (通称：単3 右図参照)

単相200Vの中間点を引き出したもので、3本の配線で100Vが2回路使用でき、しかも両端で200Vも使用できるため、広く一般家庭まで使用されています。



2. 3相

3本の電線に3組の単相交流を位相をずらして重畳させたもので、同じ電力を送るのに単相で送るより約15%電線が節約できるため、電力送電に採用されています。また、位相のずれた3相は、交流モーターを簡単な構造で回転させることができるため、主にモーターなど動力用として使用されます。

日本国内では、電力会社から直接供給される200Vと、電力会社から高圧以上の供給を受けて工場やビルなどで低圧に変電して使用する200Vと400Vがあります。

3. 3相変圧器の結線方式

①Y-Y接続変圧器 (スタースター接続)

第3高調波の抑制効果はありませんが、巻線構造が簡単なため小型変圧器に採用されます。

②△-△接続変圧器 (デルタデルタ接続)

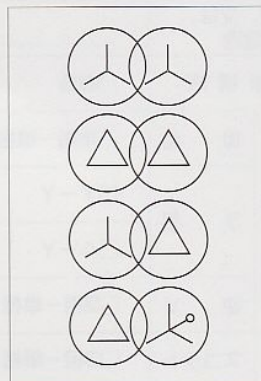
電圧が高い場合Y巻線に比べ細い電線で巻数を多く巻くことになり、しかもタップが取り出し難くなるため、第3高調波の抑制の必要があり、1次と2次の位相差があっては困る場合以外あまり採用されません。

③Y-△接続変圧器 (スターデルタ接続)

2次電圧が300V以下で2次側の中性点を引き出す必要がない場合に採用されます。1次と2次の位相差はありますが、1次400V2次200Vの標準的な接続となります。

④△-Y接続変圧器 (デルタスター接続)

2次電圧が300Vを超え2次側の中性点を引き出す必要がある場合に採用されます。1次と2次の位相差はありますが、1次200V2次400Vの標準的な接続となります。



変圧器容量の選定

1. ワット (W) とバイエイ (VA : 正確にはボルトアンペア) の違い

変圧器の容量は一般にVA (バイエイ=皮相電力) であらわします。

負荷の容量は一般にW (ワット=有効電力) であらわされています。

バイエイとワットの関係式は、

$$VA = W / P_f \quad (\text{「皮相電力」(VA) = 「有効電力」(W) / 「力率」}) \quad \text{となります。}$$

ここで、 P_f は力率と呼ばれ、供給電力の全体 ($VA = \text{電圧} \times \text{電流}$) のうちエネルギーとして有効に使用される有効電力(ワット)の割合を示すものです。力率は負荷機器の種類により異なり、モーターや放電灯などは小さな値になり、ニクロム線式のヒーターや電球などは大きな値 (1に近い値) になります。

力率は本来、1より小さな値ですが、100倍して%で表現することがあります。

たとえば、100Wのモーターの力率が60% (0.6) であれば、

$$\text{「皮相電力」(VA)} = 100(W) / 0.6 = 167VA \quad \text{となり、電源容量は167VA以上必要になります。}$$

2. 負荷に対する変圧器容量の選定

①定格電圧(E)と負荷電流(I)がわかっている場合。

変圧器容量 = $E (V) \times I (A)$ (VA) 以上の容量を選択します。(3相の場合= $\sqrt{3} \times E \times I$)

②負荷の有効電力(P)と力率(Pf)がわかっている場合。

複数の負荷の場合は、有効電力(P)を力率(Pf)で割り、各々の皮相電力を計算して足し算します。

$$\text{変圧器容量} = P_1 / P_{f1} + \dots + P_n / P_{fn} \quad (VA) \quad \text{以上の容量を選択します。}$$

③負荷の有効電力(P)はわかっているが力率がわからない場合。

有効電力(P)に次の表の倍率を掛けたものを加算してください。(多少余裕をみてあります。)

負荷種別	倍率	負荷種別	倍率
フィラメント式の電球	1.2~1.5	300W以下の単相モーター	3.0
ヒーター式の電熱器具	1.2~1.5	1KW以下の単相モーター	2.5
低力率蛍光灯	2.5	300W以下の3相モーター	3.0
高力率蛍光灯・水銀灯	1.5~2.0	1KW以下の3相モーター	2.5
一般の家庭電化製品	2.0~3.0		

※ 大型のモーター、特殊な機械などは、メーカーや設備設計者に必要とする容量を確認してください。

※ 中小型の変圧器は定格容量の60~70%程度の負荷で使用すると効率が良くなりますので、連続して使用する負荷の場合、必要最少変圧器容量の1.5倍前後の変圧器容量を選定することをお勧めします。

電圧変動について

1. 電源電圧の変動

電力会社から供給される受電点の電圧範囲は、100Vの場合：101±6V 以内 (95V~107V)、200Vの場合：202±20V 以内 (182V~222V) とされています。ただし、受電点から使用する場所までの電路での電圧降下や、途中に変圧器などが入ると供給される電源は更に変動する事になります。

2. 許容電圧変動

使用する負荷機器の許容電圧範囲は、一般的に±10%以内とされているものが多いようです。

許容電圧範囲を外れると、不動作、過負荷、寿命短縮などの弊害が現れる可能性があります。

特に電圧が低すぎると、放電灯 (蛍光灯、水銀灯など) ではチラツキが発生し、モーターを使用した装置では、起動不能や過負荷運転になりモーターの焼損などが起こる場合があります。

3. 電圧降下

①変圧器内部の電圧降下

変圧器の2次電圧は負荷電流による内部電圧降下によって変化します。変圧器の容量が小さいほど変化の度合は大きくなります。(全負荷時に定格電圧になるよう無負荷の時の2次電圧を多少高く設計してあります。)

②負荷配線を含めた電圧降下

負荷装置に供給される電圧は、変圧器自体の電圧降下に線路の電圧降下が加わりますので電線サイズを選定する場合、定格電流を安全に流せること、ならびに許される電圧降下を考慮して、十分なサイズを決定してください。

★負荷が電動機の場合、起動電流による変圧器と線路の電圧降下が機械装置の起動時許容電圧降下以内になるよう選択が必要です。(起動時最低電圧は、装置メーカーに問い合わせる必要があります。)

③電圧降下対策

一定の負荷が常に使用される場合、使用時に定格電圧に近い値になるようタップで調整することが可能です。

変圧器に複数の負荷が接続されており、機器の運転停止がある場合、全てが運転状態で定格電圧になるようにタップ調整すると、大きな機器が停止したとき回路電圧が高くなり、他の運転中の機器が過電圧運転になることがあります。どうしても電圧の調整が困難な場合、交流定電圧装置などを採用しなければなりません。

4. 変圧器の電圧タップの種類

変圧器の電圧タップには下記の区別があります。

①定格タップ(Rの記号の付いたタップ)

変圧器の変圧比が最も正確に設計されているタップ

②全容量タップ(Fの記号の付いたタップ)

このタップ電圧で容量一杯まで使用できるタップ

③減容量タップ(記号の付いていないタップ)

このタップは定格電流 (容量を定格電圧 (3相の場合 $\times\sqrt{3}$) で割った値) までしか使用出来ないタップ。

<例> 単相 1000VA 2次電圧 180-F200-R210-F220

F220 (全容量タップ) $1000VA \div 220V = 4.55A$ 使用可

R210 (定格タップ) $1000VA \div 210V = 4.76A$ (定格電流) 使用可

F200 (全容量タップ) $1000VA \div 200V = 5A$ 使用可

180 (減容量タップ) 定格電流(4.76A) まで使用可(857VA相当)

★ 弊社の標準変圧器は、最高電圧タップが定格タップになっており、中間タップはすべて減容量タップになっております。