

(3) 電動機応用

重要事項(これを理解します)

- 1, 巻上機の計算方法を理解します。
- 2, 速度制御と始動法を理解します。
- 3, 単位[N][Nm][J][W]の関係を理解します。

【例題(よく出る問題)】:

巻上加重 100[kg]の物体を毎分 60[m]の早さで巻き上げているときの巻上機用電動機の実出力[kW]は。

ただし、巻上機の効率は 70[%]とし、100[kg]の物体に働く重力は 980[N]とする。

- イ . 0.7                      ロ . 1.0                      ハ . 1.4                      ニ . 2.0

【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】

巻上加重 100[kg]の物体を毎分 60[m]の早さで巻き上げるのに必要な電動機の理論的出力  $E$ [kW]を計算します。

まず、100[kg]の物体に働く重力  $F=980$ [N]は、重力加速度  $g=9.8$ [m/s<sup>2</sup>]から

$$F = gM = 9.8 \times 100 = 980 \quad [\text{N}]$$

と計算されることを理解します。(問題で与えられている 980[N]の事です)

さて、毎分 60[m]の早さで巻き上げているのですから、1秒間ですと 1[m]の早さの巻き上げです。

よって、理論的出力  $E$ [kW]は、

$$E = 980[\text{N}] \times 1[\text{m/s}] = 980[\text{Nm/s}] = 980[\text{J/s}] = 980[\text{Ws/s}] = 980[\text{W}]$$

また、巻上機の効率 [%]が、 $\eta=70$ [%]ですから、巻上機用電動機の実際出力  $P$ [kW]は

$$P = \frac{E}{\eta} \times 100 = \frac{980}{70} \times 100 = 1400[\text{W}] = 1.4[\text{kW}]$$

となります。

ゆえに、選択肢は、ハとなります。

【解法の準備】

1 , 効率とは

巻上機などでの効率 [%]とは、電動機の実際出力  $P$ [kW]の内、巻き上げに有効に使われた出力  $E$ [kW]の割合を言います。

$$\text{効率}\eta[\%]=\frac{\text{有効に使われた出力}P[\text{kW}]}{\text{実際出力}E[\text{kW}]} \times 100$$

よって、上の例題の場合は、電動機の実際出力  $P$ [kW]は、

$$\text{電動機の実際出力}P[\text{kW}]=\frac{\text{有効に使われた出力}P[\text{kW}]}{\text{効率}\eta[\%]} \times 100$$

となります。

ついでに、有効に使われる出力  $P$ [kW]の計算式も覚えましょう。

$$\text{有効に使われる出力}P[\text{kW}]=\text{電動機の実際出力}[\text{kW}] \times \text{効率}\eta[\%]$$

2 , 巻き上げに必要な動力  $E$ [kW]とは

巻上機などで物体  $M$ [kg]を巻き上げるときの動力  $E$ [kW]は、次のように計算します。

$$\text{巻き上げるときの動力}E[\text{kW}]=gM$$

ここで、 $g$  は、重力加速度で  $g=9.8[\text{m/s}^2]$ です。

3 , 各単位[N][Nm][J][W]の関係は

[N]は、力の単位です。1[kg]の物体を手を持ったとき、重力によって9.8[N]の力を手に感じます。

[Nm]は、仕事の単位です。1[kg]の物体を9.8[N]の力に逆らって、1[m]持ち上げたときの仕事を表します。また、1[Nm]=1[J]でもあります。

[W]は、仕事率の単位です。毎秒1[Nm]の仕事を行います。すなわち1[Nm/s]=1[J/s]=1[W]を行います。

【確認問題 1】

かご型誘導電動機のインバータによる速度制御に関する記述として、正しいものは。

- イ．電動機の入力の周波数を変えることによって速度を制御する。
- ロ．電動機の入力の周波数を変えずに電圧を変えることによって速度を制御する。
- ハ．電動機の滑りを変えることによって速度を制御する。
- ニ．電動機の極数を切り換えることによって速度を制御する。

【確認問題 1 の回答】イ

【確認問題 1 の解説】

誘導電動機の手速度  $N[1/\text{min}^{-1}]$ は、次の式で計算されます。

$$N = \frac{120f}{p} \quad [1/\text{min}^{-1}]$$

ここで、電源周波数  $f[\text{Hz}]$ 、誘導電動機の極数  $p$  です。

さて問題ですが、インバータは、電動機に供給する周波数  $f[\text{Hz}]$ を変える装置です。周波数  $f[\text{Hz}]$ を変えることによって、上式の誘導電動機の手速度  $N[1/\text{min}^{-1}]$ を変更します。

ゆえに、選択肢は、イとなります。

【確認問題 2】

三相かご型誘導電動機の始動方法として、用いられないものは。

- イ．二次抵抗始動
- ロ．全電圧始動(直入れ)
- ハ．スターデルタ始動
- ニ．リアクトル始動

【確認問題 2 の回答】イ

【確認問題 2 の解説】

「ロ．全電圧始動(直入れ)、ハ．スターデルタ始動、ニ．リアクトル始動」は、三相かご型誘導電動機に用いられる始動方法です。「イ．二次抵抗始動」は、三相かご型誘導電動機に使用できない始動方法です。なぜ使用できないかということ、二次抵抗を可変することで始動する二次抵抗始動には、二次側巻線から端子を取り出す必要があります。しかし、三相かご型誘導電動機は、二

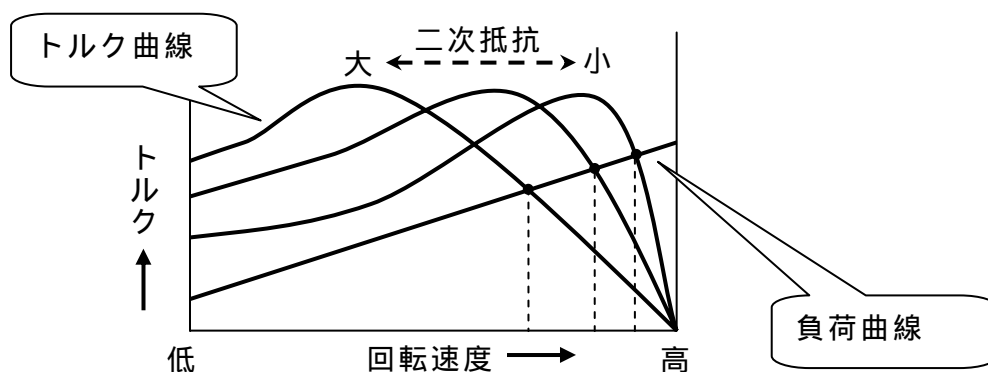
次巻線が、かご型で端子を取り出すことができません。

ゆえに、選択肢は、イとなります。

#### 4. 三相型誘導電動機 の速度制御には

##### 1) 二次抵抗制御 :

巻線型誘導電動機に行われる速度制御方式です。 どのようにするかというと、二次巻線の外部回路に可変抵抗器を接続し、トルクの比例推移を利用します。



##### 2) 極数変換による制御

誘導電動機の同期速度 (すべりが無い場合の最高速度) は、

$$N = \frac{120f}{p} \quad [1/\text{min}^{-1}] \text{-----(1)}$$

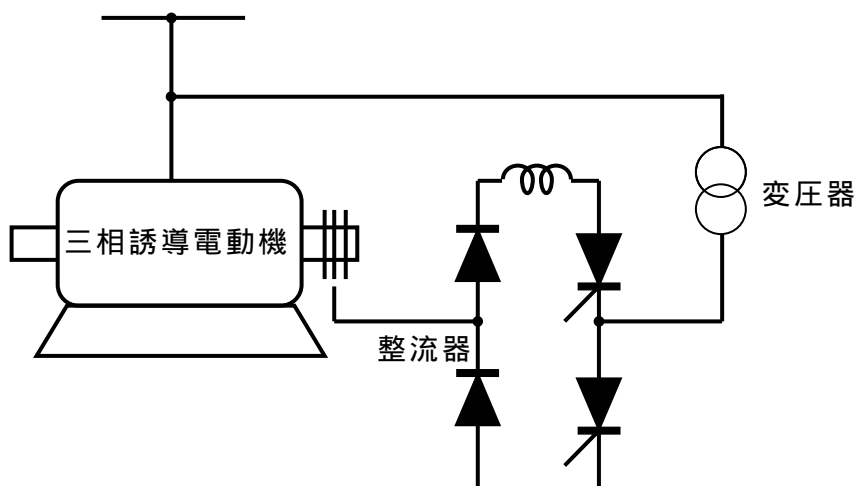
となります。ここで、電源周波数  $f[\text{Hz}]$ ・誘導電動機の極数  $p$  です。よって、誘導電動機の極数を切り換えると回転速度を変えることができます。

##### 3) 一次周波数制御

(1)式で電源周波数  $f[\text{Hz}]$ を変えるのが、一次周波数制御です。周波数を変える方法として、インバータが使われます。

#### 4) 二次励磁による速度制御

巻線型誘導電動機に行われる速度制御です。 どのように行うかという  
と、二次側のスリップリングに、外部電源を接続します。 そして、外  
部電源から二次電圧と平衡する電圧を供給し、その大きさと位相を変化  
させて速度制御します。



#### 5. 三相誘導電動機の始動方法には

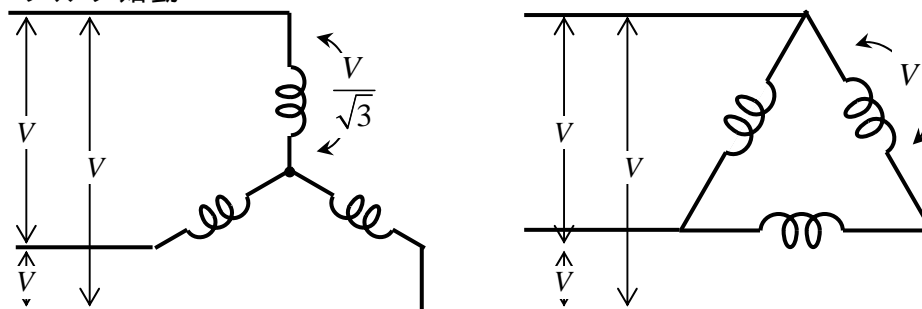
##### 1) 二次抵抗始動

速度制御の項で説明した二次抵抗制御と同じように二次巻線の抵抗を制  
御して速度制御する方式です。 巻線型誘導電動機に使用されます。

##### 2) 全電圧始動(直入れ)

この始動法は、かご型と巻線型の両方の誘導電動機に使用されます。 始  
動方法は、簡単でいきなり全電圧を誘導電動機に加える方法です。 始動の  
ショックが大きいため、小型誘導電動機のみを採用され、大形の誘導電動機  
には、用いられません。

### 3) スターデルタ始動



始動時は、巻線をスター接続として巻線に加わる電圧を  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  倍とします。

そして、ある程度速度が上がるとデルタ接続として全電圧を加えます。こうすることで始動時のショックを和らげます。ですが、始動トルクが、 $\frac{1}{3}$ 倍になるので、大きな始動トルクを必要とする負荷に使用できません。

### 4) リアクトル始動

リアクトル始動は、始動時に電源と三相誘導電動機の間リアクトルを挿入して始動電流を制限する方法です。始動が終われば、リアクトルは、短絡されます。この方法の欠点は、電流を  $\frac{1}{n}$  倍に制限した場合、トルクが  $\frac{1}{n^2}$  になると言うことです。

#### 【例題（よく出る問題）の解説】

この問題は、説明問題なので、覚えるしかないでしょう。

#### これがポイント

- コツ1、物体を巻き上げるときの仕事[J]をどのように計算するか理解しましょう。
- コツ2、単位[N][Nm][J][W]の関係を理解しましょう。
- コツ3、速度制御の方法と特徴を覚えましょう。
- コツ4、始動方法とその特徴を覚えましょう。

復習

- 1, 重量 1[kg]の物体が重力で働く力は何[N]か計算できますか。
- 2, 効率の計算式は、覚えましたか。
- 3, 速度制御の方法と始動方法は、覚えましたか。

キーワード

重力加速度、巻上機の効率、力の単位、仕事の単位、仕事率の単位、[N][Nm][J][W]の関係、速度制御、極数変換による制御、一次周波数制御、二次励磁による速度制御、二次抵抗始動、全電圧始動(直入れ)、スターデルタ始動、リアクトル始動

練習問題

【問 1】

三相かご型誘導電動機が、電圧 200[V]、負荷電流 10[A]、力率 80[%]、効率 80[%]で運転されているとき、この電動機の実出力[kW]は。

- イ . 1.3                      ロ . 2.2                      ハ . 2.8                      ニ . 3.5

**ヒント** 力率は、電力を計算するときの式を、また、効率は、今回習った式を思い出してください。

【回答】 : ロ

【問 2】

定格出力 22[kW]、極数 4 の三相誘導電動機が電源周波数 60[Hz]、すべり 5[%]で運転されている。このときの 1 分間当たりの回転数は。

- イ . 40                      ロ . 50                      ハ . 60                      ニ . 70

**ヒント** 同期速度は、 $N = \frac{120f}{p}$  [1/min<sup>-1</sup>]です。後は滑りを考えてください。

【回答】 : ハ

【問 3】

普通かご型三相誘導電動機が定格電圧、定格出力で、すべり 5[%]の回転速度で運転されている。いま、負荷トルクが 20[%]減少した場合の電動機に関する記述として、正しいものは。

- イ．回転速度が約 1[%]上昇し、負荷電流が約 20[%]増加する。
- ロ．回転速度が約 1[%]上昇し、負荷電流が約 20[%]減少する。
- ハ．回転速度が約 1[%]減少し、負荷電流が約 20[%]増加する。
- ニ．回転速度が約 1[%]減少し、負荷電流が約 20[%]減少する。

**ヒント** 回転速度とトルクは、反比例します。トルクと負荷電流は、比例します。

【回答】：ロ

【問 4】

三相誘導電動機が運転中に、1相が欠相した場合の記述として正しいものは。

- イ．滑り、電流ともに増加する。
- ロ．滑り、電流ともに減少する。
- ハ．電氣的な制動により急停止する。
- ニ．同期速度で回転が継続される。

**ヒント** 3相の内 1相が欠けると単相となります。電源が単相になると三相誘導電動機は、単相誘導電動機となり滑りも効率も悪くなります。

【回答】：イ

【問 5】

6極のかご型三相誘導電動機があり、その一次周波数がインバータで調整できるようにしている。この電動機が滑り 4[%]、回転速度 384[1/min<sup>-1</sup>]で運転されている場合の一次周波数[Hz]は。

- イ．10
- ロ．20
- ハ．30
- ニ．40

**ヒント** 同期速度の式  $N = \frac{120f}{p}$  [1/min<sup>-1</sup>]から計算してください。

【回答】：ロ



【問 6】

巻上機で  $W$ [kg]の物体を毎秒  $v$ [m]の速度で巻き上げているとき、この巻上用電動機の出力[kW]を示す式は。

ただし、巻上機の効率は [%]であるとする。

$$\text{イ} . \frac{0.98Wv}{\eta} \quad \text{ロ} . \frac{0.98Wv^2}{\eta} \quad \text{ハ} . \frac{0.98W^2v}{\eta} \quad \text{ニ} . \frac{0.98W^2v^2}{\eta}$$

**ヒント**単位で考えますと[Nm/s]=[J/s]=[W]ですね。

【回答】：イ

【問 7】

定格電圧 200[V]、定格出力 11[kW]の三相誘導電動機の全負荷時における電流[A]は。

ただし、全負荷時における力率は 80[%]、効率は 85[%]とする。

$$\text{イ} . 37 \quad \text{ロ} . 40 \quad \text{ハ} . 47 \quad \text{ニ} . 81$$

**ヒント**定格出力  $P$ [kW]は、 $P = \sqrt{3}VI \cos \theta \cdot \eta$ で計算できます。

【回答】：ハ