

# 電験二種/三種 オンライン講座

## 機械 誘導機 (3)

# 誘導電動機 の 速度制御法

速度制御法	内容	かご形	巻線形
V/f制御	電源電圧と周波数の比を一定に保つ速度制御法。磁束を一定に保つためトルク変動が小さい。VVVFインバータやサイクロコンバータを用いる	○	○
極数切替	固定子巻線の接続を変更することで極数 $p$ を切り替える速度制御法。	○	○
一次電圧制御	一次電圧を制御しトルクを変化させることで滑りを変化させる速度制御法。トルクは一次電圧の二乗に比例する。	○	○
二次抵抗制御	外部抵抗を変化させ、比例推移を利用した速度制御法。	—	○
二次励磁制御	巻線形誘導電動機の二次回路にすべり周波数 $sf$ の電圧を印加し、すべりを変える速度制御法。 クレーマ方式：速度制御で得た電力は機械的動力に変換 セルビウス方式：速度制御で得た電力は電源に回生	—	○

# ROI 問4

問4 次の文章は、誘導機の世界速度制御に関する記述である。

誘導機の回転速度  $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ] は、滑り  $s$ 、電源周波数  $f$  [Hz]、極数  $p$  を用いて  $n = 120 \cdot \text{[ア]}$  と表される。したがって、誘導機の世界速度は電源周波数によって制御することができ、特にかご形誘導電動機において  $\text{[イ]}$  電源装置を用いた制御が広く利用されている。

かご形誘導機ではこの他に、運転中に固定子巻線の接続を変更して  $\text{[ウ]}$  を切り換える制御法や、 $\text{[エ]}$  の大きさを変更する制御法がある。前者は、効率はよいが、速度の変化が段階的となる。後者は、速度の安定な制御範囲を広くするために  $\text{[オ]}$  の値を大きくとり、銅損が大きくなる。

巻線形誘導機では、 $\text{[オ]}$  の値を調整することにより、トルクの比例推移を利用して速度を変える制御法がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	$\frac{sf}{p}$	CVCF	極数	一次電圧	一次抵抗
(2)	$\frac{(1-s)f}{p}$	CVCF	相数	二次電圧	二次抵抗
(3)	$\frac{sf}{p}$	VVVF	相数	二次電圧	一次抵抗
(4)	$\frac{(1-s)f}{p}$	VVVF	相数	一次電圧	一次抵抗
(5)	$\frac{(1-s)f}{p}$	VVVF	極数	一次電圧	二次抵抗

# ROI 問4

問4 次の文章は、誘導機の速度制御に関する記述である。

誘導機の回転速度  $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ]は、滑り  $s$ 、電源周波数  $f$  [Hz]、極数  $p$  を用いて  $n = 120 \cdot \boxed{\text{ア}}(1-s)f$  される。したがって、誘導機の速度は電源周波数によって制御することができ、特にかご形誘導電動機において  $\boxed{\text{イ}}$  電源装置を用いた制御が広く利用されている。VVVF

かご形誘導機ではこの他に、運転中に固定子巻線の接続を変更して  $\boxed{\text{ウ}}$  極数 を切り換える制御法や、 $\boxed{\text{エ}}$  一次電圧 の大きさを変更する制御法がある。前者は、効率はよいが、速度の変化が段階的となる。後者は、速度の安定な制御範囲を広くするために  $\boxed{\text{オ}}$  二次抵抗 の値を大きくとり、銅損が大きくなる。

巻線形誘導機では、 $\boxed{\text{オ}}$  二次抵抗 の値を調整することにより、トルクの比例推移を利用して速度を変える制御法がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

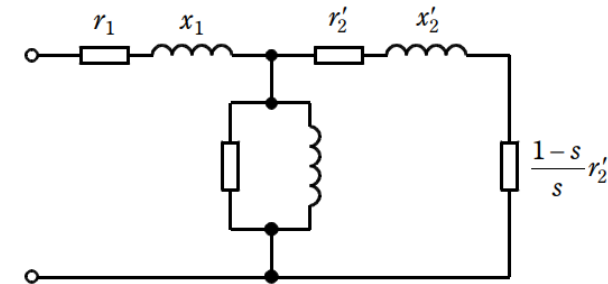
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	$\frac{sf}{p}$	CVCF	極数	一次電圧	一次抵抗
(2)	$\frac{(1-s)f}{p}$	CVCF	相数	二次電圧	二次抵抗
(3)	$\frac{sf}{p}$	VVVF	相数	二次電圧	一次抵抗
(4)	$\frac{(1-s)f}{p}$	VVVF	相数	一次電圧	一次抵抗
<b>(5)</b>	$\frac{(1-s)f}{p}$	VVVF	極数	一次電圧	二次抵抗

# H26 問6

問6 次の文章は、三相誘導電動機の等価回路に関する記述である。

三相誘導電動機の1相当りの等価回路は、と同様に表すことができ、その等価回路を使用することによって電圧  $V$  及び周波数  $f$  を同時に変化させるインバータで運転したときの磁束、トルクの特性を検討することができる。

図の等価回路において、誘導電動機を例えば定格周波数、定格電圧の数パーセント程度の周波数、電圧で始動するときの特性を考える。この場合、もし始動電流が定格電流と同じだけ流れると、による電圧降下の一次電圧に対する比率が定格時よりも大きくなるので、磁束が減少し、発生トルクがすることが理解できる。また、誘導電動機を例えば定格周波数、定格電圧で運転するときは、上記電圧降下による計算誤差が小さく、計算が簡単になるので、励磁回路を図の側に移した簡易等価回路を使うことも有効である。この運転では、もしインバータが出力する電圧  $V$  が減少したとしても、 $\frac{V}{f}$  比を一定に保つように周波数  $f$  を減少させれば、負荷変動に影響されずに励磁電流がほぼ一定となることが分かる。



上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

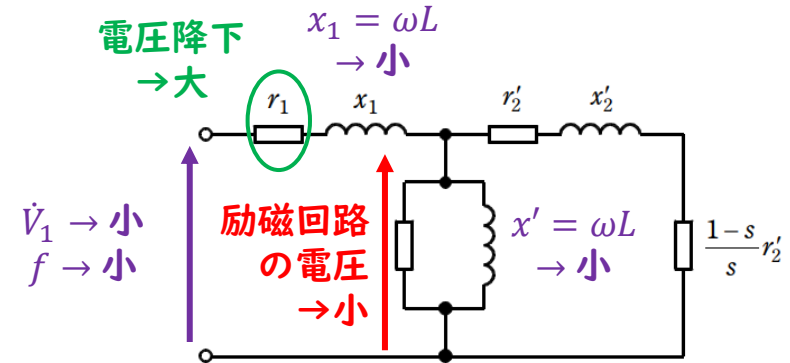
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	同期電動機	L 形	一次抵抗	増加	右端の負荷抵抗
(2)	変圧器	T 形	一次抵抗	減少	左端の端子
(3)	同期電動機	T 形	二次漏れリアクタンス	減少	右端の負荷抵抗
(4)	変圧器	L 形	一次抵抗	増加	右端の負荷抵抗
(5)	変圧器	T 形	二次漏れリアクタンス	減少	左端の端子

# H26 問6

問6 次の文章は、三相誘導電動機の等価回路に関する記述である。

三相誘導電動機の1相当りの等価回路は、**変圧器** (ア) と同様に表すことができ、その等価回路を使用することによって電圧  $V$  及び周波数  $f$  を同時に変化させるインバータで運転したときの磁束、トルクの特性を検討することができる。

図の **T形** (イ) 等価回路において、誘導電動機を例えば定格周波数、定格電圧の数パーセント程度の周波数、電圧で始動するときの特性を考える。この場合、もし始動電流が定格電流と同じだけ流れると、**一次抵抗** (ウ) による電圧降下の一次電圧に対する比率が定格時よりも大きくなるので、磁束が減少し、発生トルクが **減少** (エ) することが理解できる。また、誘導電動機を例えば定格周波数、定格電圧で運転するときは、上記電圧降下による計算誤差が小さく、計算が簡単になるので、励磁回路を図の **左端の端子** (オ) 側に移した簡易等価回路を使うことも有効である。この運転では、もしインバータが出力する電圧  $V$  が減少したとしても、 $\frac{V}{f}$  比を一定に保つように周波数  $f$  を減少させれば、負荷変動に影響されずに励磁電流がほぼ一定となること分かる。



励磁回路の電圧が小 → 回転磁界の磁束が小  
→ ローレンツ力が小  $F = IBl$   
→ トルクが小

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	同期電動機	L形	一次抵抗	増加	右端の負荷抵抗
(2)	変圧器	T形	一次抵抗	減少	左端の端子
(3)	同期電動機	T形	二次漏れリアクタンス	減少	右端の負荷抵抗
(4)	変圧器	L形	一次抵抗	増加	右端の負荷抵抗
(5)	変圧器	T形	二次漏れリアクタンス	減少	左端の端子

# H26 問3

問3 次の文章は、三相かご形誘導電動機に関する記述である。

定格負荷時の効率を考慮して二次抵抗値は、できるだけ (ア) する。

滑り周波数が大きい始動時には、かご形回転子の導体電流密度が (イ) となるような導体構造（たとえば深溝形）にして、始動トルクを大きくする。

定格負荷時は、無負荷時より (ウ) であり、その差は (エ) 。このことから三相かご形誘導電動機は (オ) 電動機と称することができる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	小さく	不均一	低速度	小さい	定速度
(2)	大きく	不均一	低速度	大きい	変速度
(3)	小さく	均一	低速度	小さい	定速度
(4)	大きく	均一	高速度	大きい	変速度
(5)	小さく	不均一	高速度	小さい	変速度

# H26 問3

問3 次の文章は、三相かご形誘導電動機に関する記述である。

定格負荷時の効率を考慮して二次抵抗値は、できるだけ (ア) する。  
滑り周波数が大きい始動時には、かご形回転子の導体電流密度が (イ) となるような導体構造（たとえば深溝形）にして、始動トルクを大きくする。  
定格負荷時は、無負荷時より (ウ) であり、その差は (エ) である。このことから三相かご形誘導電動機は (オ) 電動機と称することができる。

小さく

不均一

低速度

小さい

定速度

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	小さく	不均一	低速度	小さい	定速度
(2)	大きく	不均一	低速度	大きい	変速度
(3)	小さく	均一	低速度	小さい	定速度
(4)	大きく	均一	高速度	大きい	変速度
(5)	小さく	不均一	高速度	小さい	変速度

# R02 問3

周波数を連続的に制御する方式は、近年の自励式インバータ電源（電力変換器）による駆動が可能となったことにより広く採用されるようになった。例えばオープンループ制御のインバータ電源による駆動では (4) が行われ、電動機の (5) が飽和しないようにしている。さらに精密な回転機の制御が求められる時には、ベクトル制御による高精度制御が行われる。

[問3の解答群]

- |                        |                |                        |
|------------------------|----------------|------------------------|
| (イ) 二次電力制御             | (ロ) $V/f$ 一定制御 | (ハ) 2乗に比例する            |
| (ニ) 抵抗制御               | (ホ) 定電力制御      | (ヘ) $\frac{\pi f}{2p}$ |
| (ト) 磁束                 | (フ) 比例推移制御     | (リ) 2乗に反比例する           |
| (ヌ) $\frac{p}{2\pi f}$ | (ル) 一次電圧制御     | (レ) 銅損                 |
| (リ) $\frac{2\pi f}{p}$ | (カ) 同期速度       | (ロ) 大きさに関係なく一定である      |

問3 次の文章は、誘導電動機の世界制御に関する記述である。文中の □ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

誘導電動機の世界を自由に、かつ広範囲に制御できれば、回転機の可変速制御を必要とする分野で広く応用できる。ここに誘導電動機の同期角速度を  $\omega_s$ 、極数を  $2p$ 、滑りを  $s$ 、電源周波数を  $f$  とすると、回転角速度  $\omega_m$  は、次式のように表現される。

$$\omega_m = \omega_s(1-s) = \text{(1)} (1-s) \dots\dots\dots \text{①}$$

①式より、極数、滑りあるいは周波数のいずれかを変化できれば、誘導電動機の世界は制御できることになる。

極数を変化させる方法はあらかじめ極数が変更できるように巻線の接続法を工夫しておき、必要に応じてスイッチで切り換えることにより変える方法であるが、段階的な制御であり連続した可変速を必要とする用途には不向きである。

滑りを変化させる方式では、誘導電動機の発生トルクが入力電圧の (2) ことを利用する (3) 法がある。

本方式は滑りの増加とともに電動機の効率が悪化するので、電動機の効率を重視する用途には不向きである。

# R02 問3

問3 次の文章は、誘導電動機の速度制御に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

誘導電動機の速度を自由に、かつ広範囲に制御できれば、回転機の可変速制御を必要とする分野で広く応用できる。ここに誘導電動機の同期角速度を  $\omega_s$ 、極数を  $2p$ 、滑りを  $s$ 、電源周波数を  $f$  とすると、回転角速度  $\omega_m$  は、次式のように表現される。

$$\omega_m = \omega_s(1-s) = \boxed{(1) \frac{2\pi f}{p}(1-s)} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

①式より、極数、滑りあるいは周波数のいずれかを変化できれば、誘導電動機の速度は制御できることになる。

極数を変化させる方法はあらかじめ極数が変更できるように巻線の接続法を工夫しておき、必要に応じてスイッチで切り換えることにより変える方法であるが、段階的な制御であり連続した可変速を必要とする用途には不向きである。

滑りを変化させる方式では、誘導電動機の発生トルクが入力電圧の  **2乗に比例する** ことを利用する  **一次電圧制御** 法がある

本方式は滑りの増加とともに電動機の効率が悪化するので、電動機の効率を重視する用途には不向きである。

周波数を連続的に制御する方式は、近年の自励式インバータ電源（電力変換器）による駆動が可能となったことにより広く採用されるようになった。例えばオープンループ制御のインバータ電源による駆動では  (4) が行われ、電動機の  (5) **磁束** が飽和しないようにしている。さらに精密な回転機の制御が求められる時には、ベクトル制御による高精度制御が行われる。

$$\omega_s = \frac{2\pi}{60} N_s = \frac{2\pi}{60} \frac{120f}{(2p)} = \frac{2\pi f}{p}$$

**トルクは一次電圧の二乗に比例する**



# H23 問1

問1 次の文章は、三相誘導電動機 の速度制御に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

三相誘導電動機 の可変速制御方式として、三相電圧形 PWM インバータを用いた  $V/f$  制御が広く用いられている。誘導電動機 の回転磁界の回転速度と回転子の回転速度はほぼ等しいので、回転磁界の回転速度を調節することによって、回転子のおおよその回転速度を制御することができる。

$V/f$  制御では、可変速制御を行う際に、目標とする回転子の回転速度が変化しても、一次電圧と  (1) との比率を一定に制御する。これによって、回転子の回転速度にかかわらず、回転磁界を発生するための  (2) の振幅をほぼ一定に保つことができる。このとき、二次巻線に誘導する起電力及び二次漏れリアクタンスは  (3) に比例する。その結果、回転磁界の回転速度が変化しても、トルクと  (3) との関係はほとんど変わらない。

実際の誘導電動機に  $V/f$  制御を適用する場合、低速領域ではトルクの低下が生じる。これは、誘導電動機 の  (4) による電圧降下に起因するものであり、この電圧降下の補償制御が必要になる場合もある。

また、高速領域では、インバータの出力電圧が飽和し、 $V/f$  制御の比率を一定に制御できない場合がある。このような場合、一次電圧を一定にして回転子の回転速度を増加させる制御方法がある。一次電圧を一定としたとき、滑り周波数が一定であれば、誘導電動機 のトルクは回転子の回転速度に対しておおよそ  (5) の関係となる。

〔問1の解答群〕

- |              |               |             |
|--------------|---------------|-------------|
| (イ) 回転子の回転速度 | (ロ) スイッチング周波数 | (ハ) 一次電流    |
| (ニ) 反比例      | (ホ) 一次周波数     | (ヘ) 二次巻線抵抗  |
| (ト) 滑り周波数    | (フ) 滑り        | (リ) 平方根に反比例 |
| (ヌ) 励磁電流     | (ル) 漏れインダクタンス | (ヲ) 二次電流    |
| (ワ) 一次巻線抵抗   | (カ) キャリア周波数   | (ヨ) 2乗に反比例  |

# H23 問1

問1 次の文章は、三相誘導電動機の世界速度制御に関する記述である。文中の [ ] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選りなさい。

三相誘導電動機の世界速度制御方式として、三相電圧形 PWM インバータを用いた  $V/f$  制御が広く用いられている。誘導電動機の回転磁界の回転速度と回転子の回転速度はほぼ等しいので、回転磁界の回転速度を調節することによって、回転子のおおよその回転速度を制御することができる。

$V/f$  制御では、世界速度制御を行う際に、目標とする回転子の回転速度が変化しても、一次電圧と [ (1) ] との比率を一定に制御する。これによって、回転子の回転速度にかかわらず、回転磁界を発生するための [ (2) ] の振幅をほぼ一定に保つことができる。このとき、二次巻線に誘導する起電力及び二次漏れリアクタンスは [ (3) ] に比例する。その結果、回転磁界の回転速度が変化しても、トルクと [ (3) ] はほとんど変わらない。

実際の誘導電動機に  $V/f$  制御を適用する場合、低速領域ではトルクの低下が生じる。これは、誘導電動機の [ (4) ] による電圧降下に起因するものであり、この電圧降下の補償制御が必要になる場合もある。

一次電圧が一定 → 電流は回転速度に反比例

→ トルクは電流の二乗に比例 → トルクは回転速度の二乗に反比例

また、高速領域では、インバータの出力電圧が飽和し、 $V/f$  制御の比率を一定に制御できない場合がある。このような場合、一次電圧を一定にして回転子の回転速度を増加させる制御方法がある。一次電圧を一定としたとき、滑り周波数が一定であれば、誘導電動機のトルクは回転子の回転速度に対しておおよそ [ (5) ] の関係となる。

2乗に反比例

固定子で発生する誘導起電力  $E_1 = 4.44 f_1 n_1 \phi_m$

$$\frac{E_1}{f_1} = 4.44 n_1 \phi_m = \text{一定} \rightarrow \phi_m = \text{一定} \rightarrow \text{励磁電流が一定}$$

回転子で発生する誘導起電力  $E_2 = 4.44 f_2 n_2 \phi_m = 4.44 s f_1 n_2 \phi_m$

$V/f$  制御では滑り周波数はほとんど変化しない 滑り周波数

$$I_1' = \frac{V_1}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$

低速（滑り大）の場合、一次巻線抵抗  $r_1$  の影響が大きくなる

# H23 問1

問1 次の文章は、三相誘導電動機の世界速度制御に関する記述である。文中の□に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選りなさい。

三相誘導電動機の世界速度制御方式として、三相電圧形PWMインバータを用いたV/f制御が広く用いられている。誘導電動機の回転磁界の回転速度と回転子の回転速度はほぼ等しいので、回転磁界の回転速度を調節することによって、回転子のおおよその回転速度を制御することができる。

V/f制御では、世界速度制御を行う際に、目標とする回転子の回転速度が変化しても、一次電圧と□(1)との比率を一定に制御する。これによって、回転子の回転速度にかかわらず、□(2)の振幅をほぼ一定に保つことができる。このとき、二次巻線に誘導する起電力及び二次漏れリアクタンスは□(3)に比例する。その結果、回転磁界の回転速度が変化しても、トルクと□(3)はほとんど変わらない。

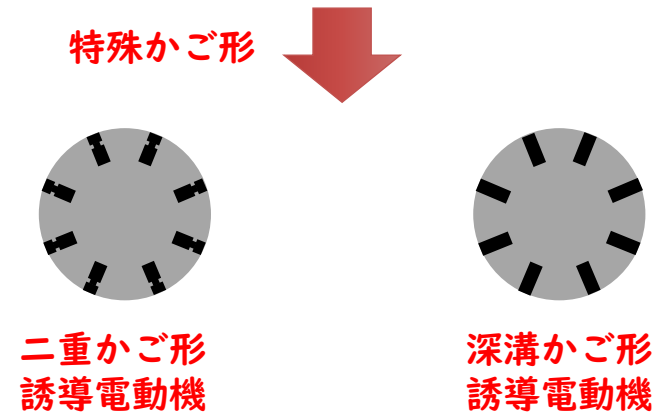
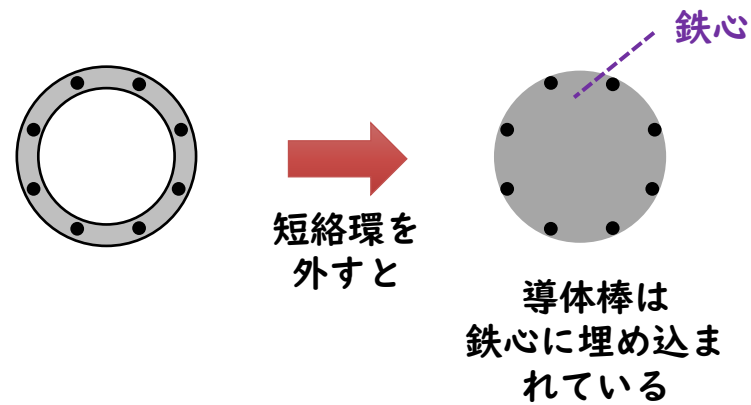
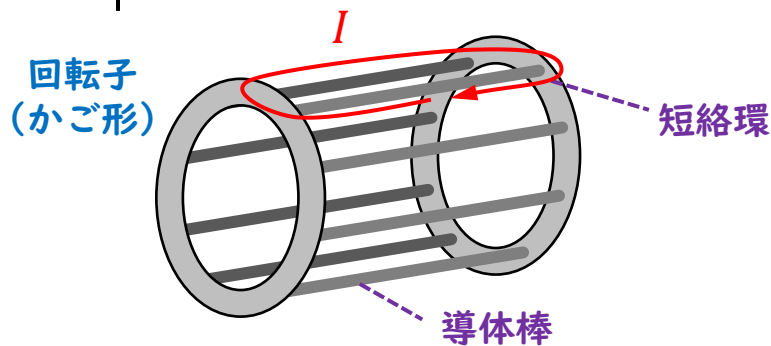
実際の誘導電動機にV/f制御を適用する場合、低速領域ではトルクの低下が生じる。これは、誘導電動機の□(4)による電圧降下に起因するものであり、この電圧降下の補償制御が必要になる場合もある。

また、高速領域では、インバータの出力電圧が飽和し、V/f制御の比率を一定に制御できない場合がある。このような場合、一次電圧を一定にして回転子の回転速度を増加させる制御方法がある。一次電圧を一定としたとき、滑り周波数が一定であれば、誘導電動機のトルクは回転子の回転速度に対しておおよそ□(5)の関係となる。  
**2乗に反比例**

[問1の解答群]

- |                |               |                |
|----------------|---------------|----------------|
| (イ) 回転子の回転速度   | (ロ) スイッチング周波数 | (ハ) 一次電流       |
| (ニ) 反比例        | (ホ) 一次周波数 (1) | (ヘ) 二次巻線抵抗     |
| (ト) 滑り周波数 (3)  | (フ) 滑り        | (リ) 平方根に反比例    |
| (ヌ) 励磁電流 (2)   | (ル) 漏れインダクタンス | (レ) 二次電流       |
| (ワ) 一次巻線抵抗 (4) | (カ) キャリア周波数   | (ロ) 2乗に反比例 (5) |

# 特殊かご形誘導電動機



## 二重かご形

すべり  
回轉子の回轉速度  
回轉磁界の相對速度  
表皮効果

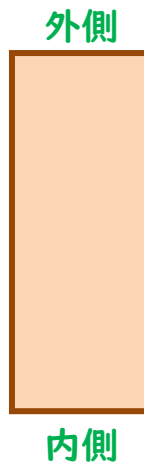
$s = 1$   
 $N = 0$   
 $sN_s = N_s$   
影響大

$s \sim 0$   
 $N \sim N_s$   
 $sN_s \sim 0$   
影響小



## 深溝かご形

導体棒  
鉄心の深さ方向  
に幅がある



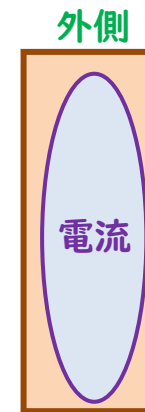
低速時  
外側に電流  
が集まる  
抵抗大であり  
始動電流が小さく  
始動トルクが大き  
くなる



低速時  
外側に電流が  
集まる  
抵抗が大きくなる  
始動電流が小さく  
始動トルクが大き  
くなる



高速時  
抵抗小の部分に  
多くの電流が  
流れる



高速時  
導体全体に  
電流が流れる  
抵抗が小さくなる

# H27 問3

問3 誘導機に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

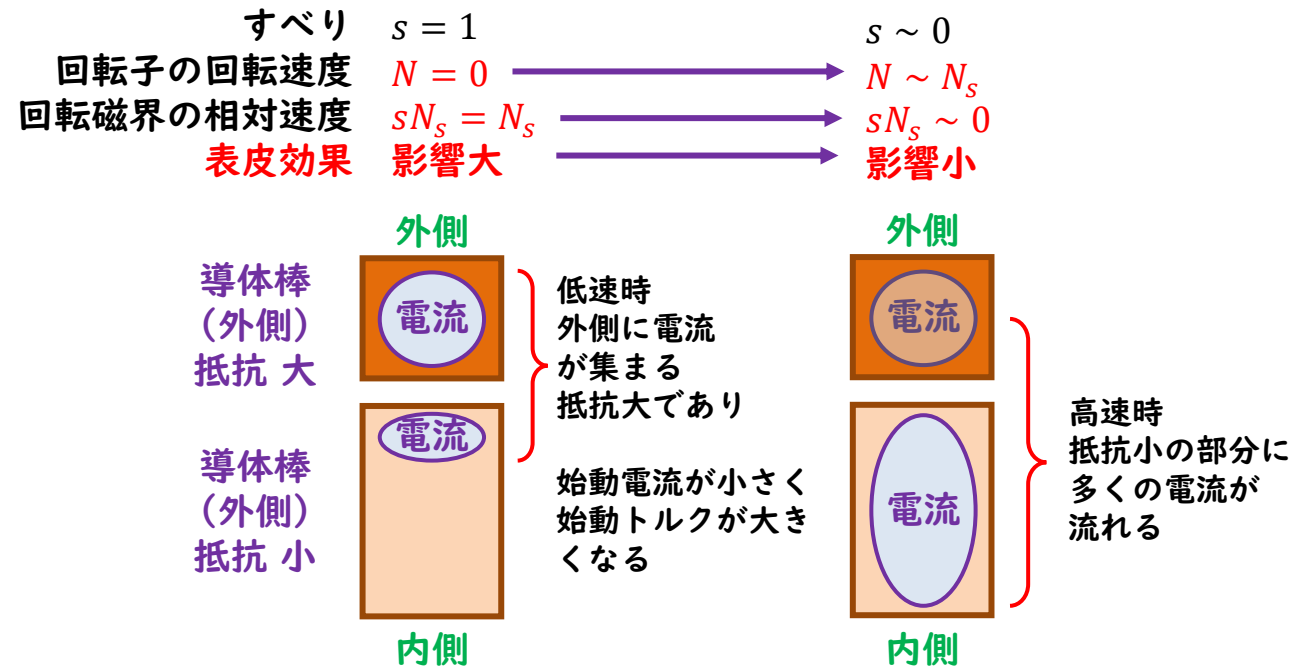
- (1) 三相かご形誘導電動機の回転子は、積層鉄心のスロットに棒状の導体を差し込み、その両端を太い導体環で短絡して作られる。これらの導体に誘起される二次誘導起電力は、導体の本数に応じた多相交流である。
- (2) 三相巻線形誘導電動機は、二次回路にスリップリングを通して接続した抵抗を加減し、トルクの比例推移を利用して滑りを変えることで速度制御ができる。
- (3) 単相誘導電動機はそのままでは始動できないので、始動の仕組みの一つとして、固定子の主巻線とは別の始動巻線にコンデンサ等を直列に付加することによって回転磁界を作り、回転子を回転させる方法がある。
- (4) 深溝かご形誘導電動機は、回転子の深いスロットに幅の狭い平たい導体を押し込んで作られる。このような構造とすることで、回転子導体の電流密度は定常時に比べて始動時は導体の外側（回転子表面側）と内側（回転子中心側）で不均一の度合いが増加し、等価的に二次導体のインピーダンスが増加することになり、始動トルクが増加する。
- (5) 二重かご形誘導電動機は回転子に内外二重のスロットを設け、それぞれに導体を埋め込んだものである。内側（回転子中心側）の導体は外側（回転子表面側）の導体に比べて抵抗値を大きくすることで、大きな始動トルクを得られるようにしている。

# H27 問3

問3 誘導機に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 三相かご形誘導電動機の回転子は、積層鉄心のスロットに棒状の導体を差し込み、その両端を太い導体環で短絡して作られる。これらの導体に誘起される二次誘導起電力は、導体の本数に応じた多相交流である。
- (2) 三相巻線形誘導電動機は、二次回路にスリップリングを通して接続した抵抗を加減し、トルクの比例推移を利用して滑りを変えることで速度制御ができる。
- (3) 単相誘導電動機はそのままでは始動できないので、始動の仕組みの一つとして、固定子の主巻線とは別の始動巻線にコンデンサ等を直列に付加することによって回転磁界を作り、回転子を回転させる方法がある。
- (4) 深溝かご形誘導電動機は、回転子の深いスロットに幅の狭い平たい導体を押し込んで作られる。このような構造とすることで、回転子導体の電流密度は定常時に比べて始動時は導体の外側（回転子表面側）と内側（回転子中心側）で不均一の度合いが増加し、等価的に二次導体のインピーダンスが増加することになり、始動トルクが増加する。
- (5) 二重かご形誘導電動機は回転子に内外二重のスロットを設け、それぞれに導体を埋め込んだものである。内側（回転子中心側）の導体は外側（回転子表面側）の導体に比べて抵抗値を大きくすることで、大きな始動トルクを得られるようにしている。

## 二重かご形



# R03 問3

問3 次の文章は、特殊かご形誘導機に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

かご形誘導機の始動特性の特徴として  (1) が大きい割に  (2) が小さいことがあげられる。始動特性を改良するために二次周波数の変化に対する二次抵抗の変化を利用したのが特殊かご形誘導機である。

(3) かご形誘導機の回転子は、二つのかご形導体を有している。回転子表面に近い外側導体は断面積が小さく、抵抗値が大きい。軸に近い内側導体は断面積が大きく、抵抗値が小さい。始動時の二次周波数が高い間は、内側導体が構成する二次回路の  (4) が大きいため、二次回路を流れる電流の大部分は外側導体を流れる。そのため、二次抵抗の高い誘導機として始動され、大きな  (2) を得ることができる。二次周波数の低下に伴い、二次電流の大部分は抵抗の低い内側導体に流れる。

(5) かご形誘導機の回転子には半径方向に長い導体を用いている。始動時の二次周波数が高い間は、二次電流は表皮効果により導体の回転子表面近くに集中する。二次周波数の低下に伴い、二次電流が導体の軸に近い部分まで広がるので、二次抵抗は低くなる。

[問3の解答群]

- |             |              |          |
|-------------|--------------|----------|
| (イ) 始動電流    | (ロ) 始動トルク    | (ハ) 鉄損   |
| (ニ) コンダクタンス | (ホ) 一次巻線     | (ヘ) 端絡環  |
| (ト) スキュー    | (チ) 巻線       | (リ) 一次抵抗 |
| (ヌ) 始動抵抗    | (ル) 漏れリアクタンス | (ヲ) 二重   |
| (ワ) 深みぞ     | (カ) 細みぞ      | (ヨ) 浅みぞ  |

# R03 問3

問3 次の文章は、特殊かご形誘導機に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

かご形誘導機の始動特性の特徴として  (1) が大きい割に  (2) が小さいことがあげられる。始動特性を改良するために二次周波数の変化に対する二次抵抗の変化を利用したのが特殊かご形誘導機である。

(3) **二重** かご形誘導機の回転子は、二つのかご形導体を有している。回転子表面に近い外側導体は断面積が小さく、抵抗値が大きい。軸に近い内側導体は断面積が大きく、抵抗値が小さい。始動時の二次周波数が高い間は、内側導体が構成する二次回路の  (4) **漏れリアクタンス** が大きいので、二次回路を流れる電流の大部分は外側導体を流れる。そのため、二次抵抗の高い誘導機として始動され、大きな  (2) **始動トルク** を得ることができる。二次周波数の低下に伴い、二次電流の大部分は抵抗の低い内側導体に流れる。

(5) **深みぞ** かご形誘導機の回転子には半径方向に長い導体を用いている。始動時の二次周波数が高い間は、二次電流は表皮効果により導体の回転子表面近くに集中する。二次周波数の低下に伴い、二次電流が導体の軸に近い部分まで広がるので、二次抵抗は低くなる。

[問3の解答群]

- |              |                  |            |
|--------------|------------------|------------|
| (イ) 始動電流 (1) | (ロ) 始動トルク (2)    | (ハ) 鉄損     |
| (ニ) コンダクタンス  | (ホ) 一次巻線         | (ヘ) 端絡環    |
| (ト) スキュー     | (チ) 巻線           | (リ) 一次抵抗   |
| (ヌ) 始動抵抗     | (ル) 漏れリアクタンス (4) | (ヲ) 二重 (3) |
| (ワ) 深みぞ (5)  | (カ) 細みぞ          | (ヨ) 浅みぞ    |

# H25 問1

問1 次の文章は、二重かご形誘導電動機に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

一般的な誘導電動機を商用周波数の三相電源で駆動する場合、定格負荷時に比べ、始動時の一次電流は大きい、始動トルクは小さい。一次電流を低減し、始動トルクを増加させる方法として、巻線形誘導電動機では  (1) の原理を利用し、二次巻線と直列に抵抗を挿入して二次抵抗を増加する方法が用いられている。かご形誘導電動機の場合は二次巻線に抵抗器を接続することができないので、  (2) ，二重かご形などの回転子構造が用いられる。

図1は二重かご形の回転子構造である。回転子の表面に近い外側巻線は断面積が小さく、巻線抵抗  $r_2$  が大きい。一方、下部の内側巻線は断面積が大きく、巻線抵抗  $r_3$  は  $r_2$  に比べて小さい。また、内側巻線にだけ鎖交する磁束  $\phi_3$  が生じるため、外側巻線に比べ、内側巻線の方が  (3) が大きい。誘導電動機の滑りを考慮して二次側のインピーダンスを一次換算すると、図2の等価回路が得られる。通常運転時には、滑り  $s$  は小さく、 $x'_3$  に比べて  $\frac{r'_3}{s}$  の等価抵抗が大きくなる。このとき  $x'_3$  を無視すれば、 $\frac{r'_2}{s}$  と  $\frac{r'_3}{s}$  との並列接続とみなせる。したがって、 $r'_2$  と  $r'_3$  との並列抵抗が二次抵抗として働くため、二次銅損を低減して高効率な運転ができる。これに対して、始動時は  (4) が高くなるため、  (5) 巻線にはほとんど電流が流れず、通常運転時に比べて二次抵抗が増加したことになり、始動トルクを増加させることができる。

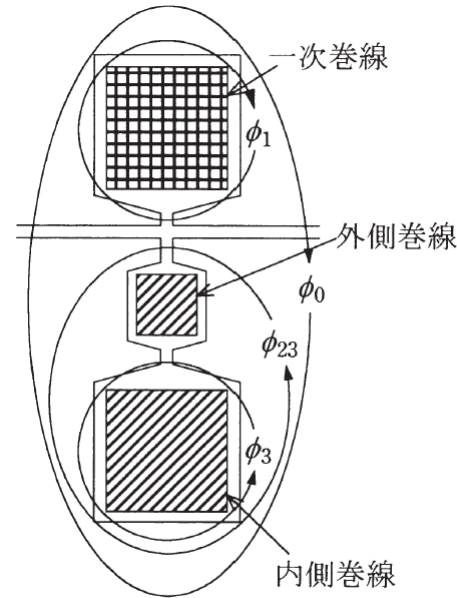


図1

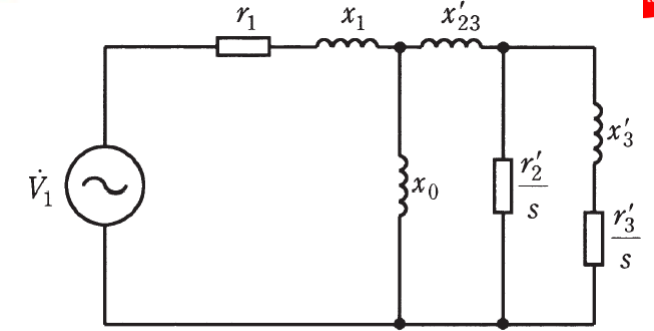


図2

[問1の解答群]

- |               |           |           |           |
|---------------|-----------|-----------|-----------|
| (イ) コンデンサ始動形  | (ロ) 比例推移  | (ハ) 一次    | (ニ) 二次周波数 |
| (ホ) 励磁電流      | (ヘ) スキュー形 | (ト) 巻線抵抗  | (チ) 外側    |
| (リ) 漏れインダクタンス | (ヌ) 一次周波数 | (ル) 増磁作用  | (七) 内側    |
| (リ) 2回転磁界理論   | (カ) 鉄損抵抗  | (エ) 深溝かご形 |           |

# H25 問1

問1 次の文章は、二重かご形誘導電動機に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

一般的な誘導電動機を商用周波数の三相電源で駆動する場合、定格負荷時に比べ、始動時の一次電流は大きい、始動トルクは小さい。一次電流を低減し、始動トルクを増加させる方法として、巻線形誘導電動機では  (1) の原理を利用し、二次巻線と直列に抵抗を挿入して二次抵抗を増加する方法が用いられている。かご形誘導電動機の場合は二次巻線に抵抗器を接続することができないので、 (2) ，二重かご形などの回転子構造が用いられる。

図1は二重かご形の回転子構造である。回転子の表面に近い外側巻線は断面積が小さく、巻線抵抗  $r_2$  が大きい。一方、下部の内側巻線は断面積が大きく、巻線抵抗  $r_3$  は  $r_2$  に比べて小さい。また、内側巻線にだけ鎖交する磁束  $\phi_3$  が生じるため、外側巻線に比べ、内側巻線の方が  (3) が大きい。誘導電動機の滑りを考慮して二次側のインピーダンスを一次換算すると、図2の等価回路が得られる。通常の運転時には、滑り  $s$  は小さく、 $x'_3$  に比べて  $\frac{r'_3}{s}$  の等価抵抗が大きくなる。このとき  $x'_3$  を無視すれば、 $\frac{r'_2}{s}$  と  $\frac{r'_3}{s}$  との並列接続とみなせる。したがって、 $r'_2$  と  $r'_3$  との並列抵抗が二次抵抗として働くため、二次銅損を低減して高効率な運転ができる。これに対して、始動時は  (4) が高くなるため、 (5) 巻線にはほとんど電流が流れず、通常の運転時に比べて二次抵抗が増加したことになり、始動トルクを増加させることができる。

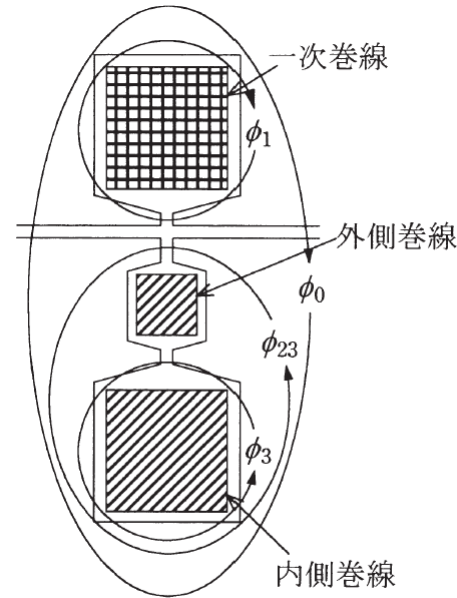


図1

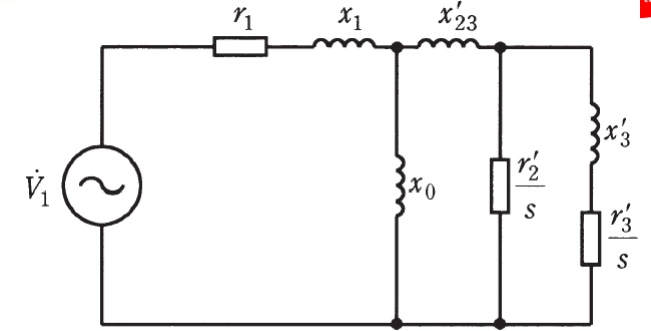


図2

[問1の解答群]

- |                   |              |               |               |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|
| (イ) コンデンサ始動形      | (ロ) 比例推移 (1) | (ハ) 一次        | (ニ) 二次周波数 (4) |
| (ホ) 励磁電流          | (ヘ) スキュー形    | (ト) 巻線抵抗      | (チ) 外側        |
| (リ) 漏れインダクタンス (3) | (ヌ) 一次周波数    | (ル) 増磁作用      | (ヘ) 内側 (5)    |
| (リ) 2回転磁界理論       | (カ) 鉄損抵抗     | (エ) 深溝かご形 (2) |               |

ご聴講ありがとうございました!!