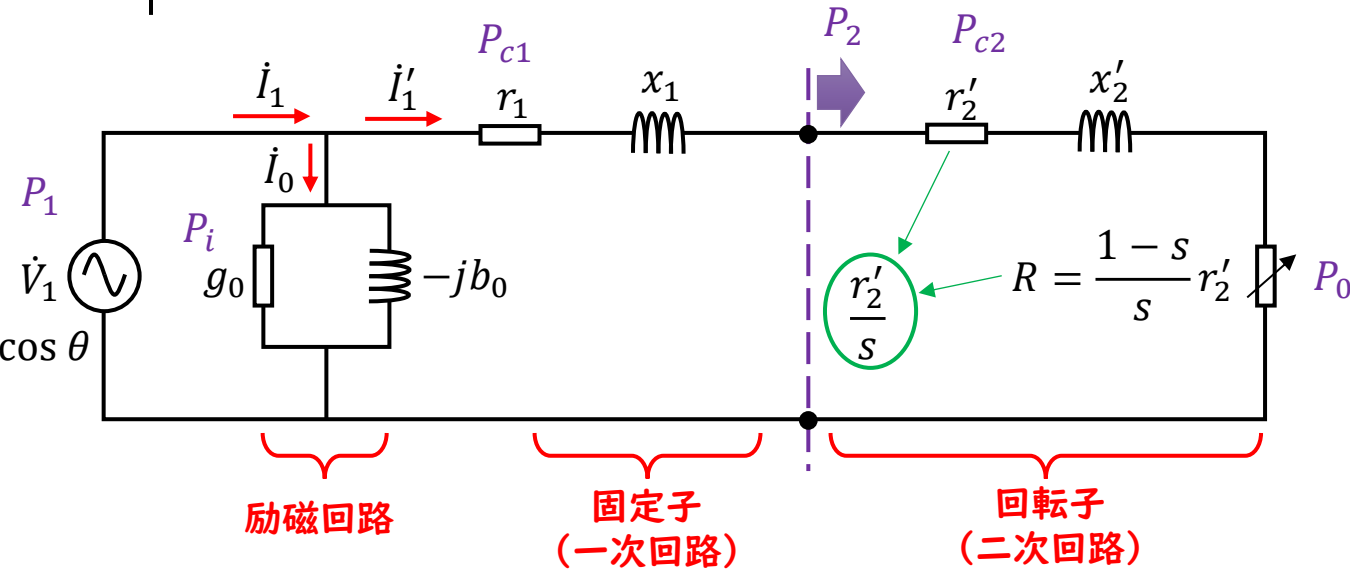


電験二種/三種 オンライン講座

機械 誘導機 (2)

誘導電動機のL型等価回路



\dot{V}_1 : 入力電圧 (相電圧) \dot{V}_{1l} : 入力電圧 (線間電圧)
 i_0 : 励磁電流 i_1 : 一次電流 i_1' : 一次負荷電流 $V_1 = \frac{V_{1l}}{\sqrt{3}}$

g_0 : 励磁コンダクタンス b_0 : 励磁サセプタンス

r_1 : 一次抵抗 x_1 : 一次漏れリアクタンス

r_2' : 二次抵抗 (一次換算)

x_2' : 二次漏れリアクタンス (一次換算)

$\cos \theta$: 入力力率 $\cos \theta = \frac{\text{Re}[\dot{I}_1]}{I_1}$

P_1 : 一次入力

$$P_1 = P_i + P_{c1} + P_{c2} + P_0$$

P_i : 入力鉄損

$$P_i = 3g_0V_1^2$$

P_{c1} : 一次銅損

$$P_{c1} = 3r_1I_1'^2$$

P_2 : 二次入力

$$P_2 = P_{c2} + P_0 \quad P_2 = 3\frac{r_2'}{s}I_1'^2$$

P_{c2} : 二次銅損

$$P_{c2} = 3r_2'I_1'^2$$

P_0 : 機械的出力

$$P_0 = 3\frac{1-s}{s}r_2'I_1'^2$$

$$P_2 : P_{c2} : P_0 = 1 : s : 1 - s$$

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

$$N_s = \frac{120f}{p} \quad s = \frac{N_s - N}{N_s} \quad N = (1 - s)N_s$$

$$\omega_s = \frac{2\pi}{60}N_s \quad \omega = (1 - s)\omega_s$$

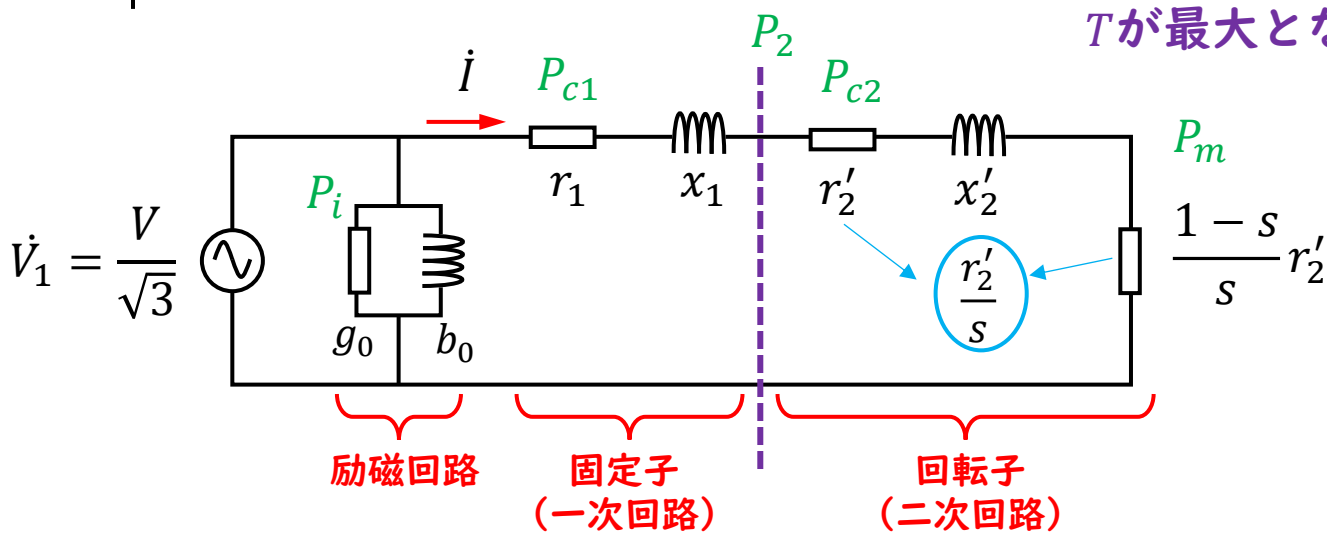
$$P_2 = 3\frac{r_2'}{s}I_1'^2 = 3\frac{r_2'}{s} \frac{V_1^2}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2} = \frac{r_2'}{s} \frac{V_{1l}^2}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}$$

$$T = \frac{P_0}{\omega} = \frac{(1 - s)P_0}{(1 - s)\omega} = \frac{1 - s}{\omega} \frac{P_0}{1 - s} = \frac{P_2}{\omega_s} = \frac{60}{2\pi N_s} P_2$$

効率

$$\eta = \frac{P_0}{P_0 + P_i + P_{c1} + P_{c2}} \times 100 [\%] = \frac{P_0}{P_1} \times 100 [\%]$$

すべりとトルク



Tが最大となるsは

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

$$T = \frac{P_2}{\omega_s} = \frac{1}{\omega_s} \left(3 \frac{r_2'}{s} I^2 \right) = \frac{3}{\omega_s} \frac{\frac{r_2'}{s} V_1^2}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}$$

$$\frac{dT}{ds} = \frac{3}{\omega_s} r_2' V_1^2 \frac{d}{ds} \frac{\frac{1}{s}}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}$$

$$= \frac{3}{\omega_s} r_2' V_1^2 \frac{d}{ds} \frac{1}{s \left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + s(x_1 + x_2')^2}$$

$$\frac{dT}{ds} = 0 \rightarrow \frac{d}{ds} \left\{ s \left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + s(x_1 + x_2')^2 \right\} = 0$$

$$\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + 2s \left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right) \left(-\frac{r_2'}{s^2}\right) + (x_1 + x_2')^2 = 0$$

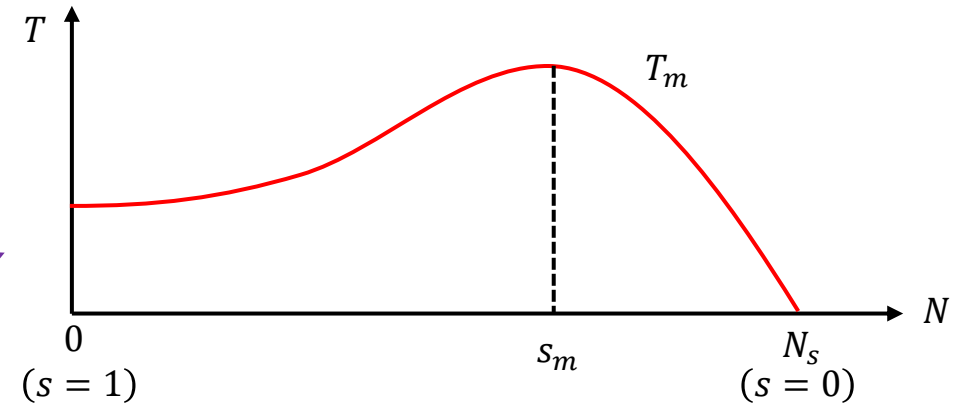
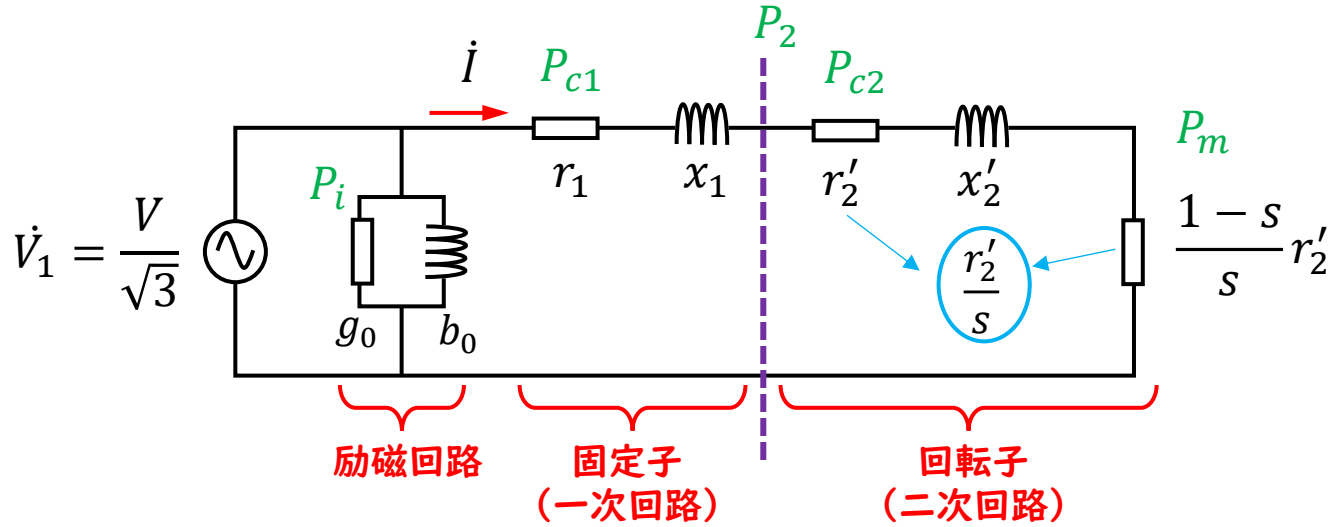
$$\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 - 2\frac{r_2'}{s} \left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right) + (x_1 + x_2')^2 = 0$$

$$r_1^2 + 2\frac{r_1 r_2'}{s} + \frac{r_2'^2}{s^2} - 2\frac{r_1 r_2'}{s} - 2\frac{r_2'^2}{s^2} + (x_1 + x_2')^2 = 0$$

$$r_1^2 - \frac{r_2'^2}{s^2} + (x_1 + x_2')^2 = 0$$

$$\frac{r_2'^2}{s^2} = r_1^2 + (x_1 + x_2')^2 \rightarrow s_m = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$

すべりとトルク



滑りsとトルクT
の関係のグラフ

トルクTは電圧の2乗に比例する
電圧が2倍→トルクは4倍
電圧が半分→トルクは4分の1

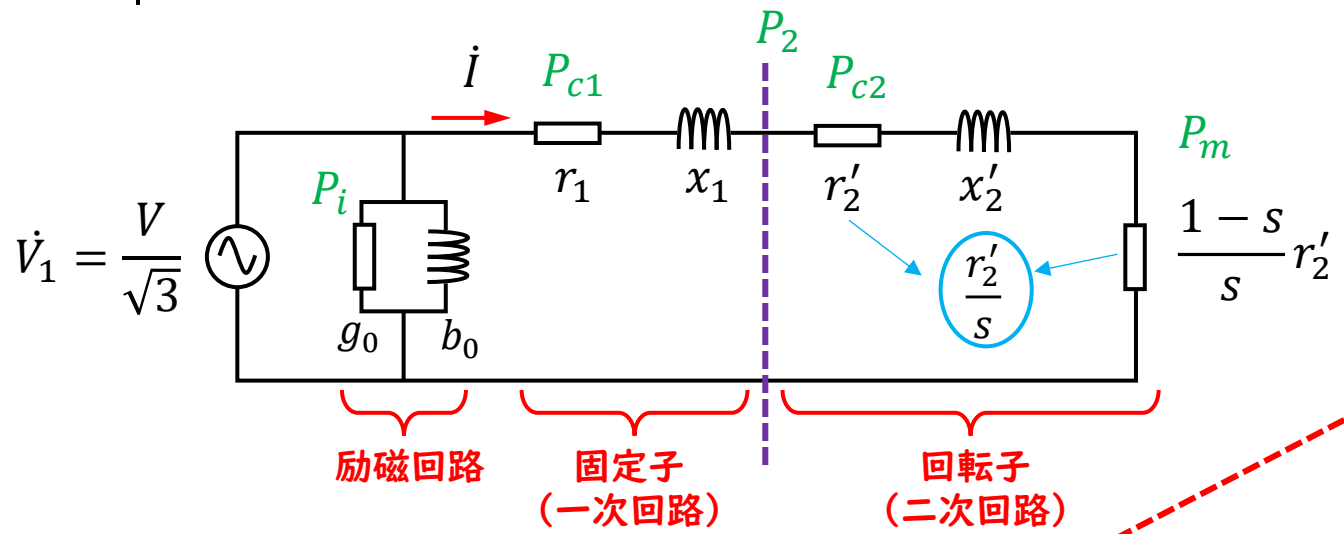
$$I = \frac{V_1}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$

$$T = \frac{P_2}{\omega_s} = \frac{1}{\omega_s} \left(3 \frac{r_2'}{s} I^2 \right) = \frac{3}{\omega_s} \frac{\frac{r_2'}{s} V_1^2}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}$$

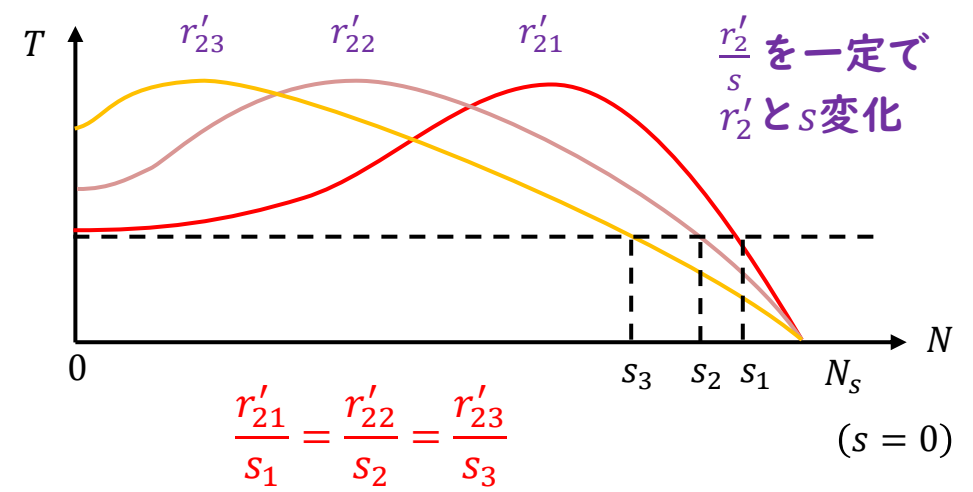
Tが最大となるsは

$$s_m = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$

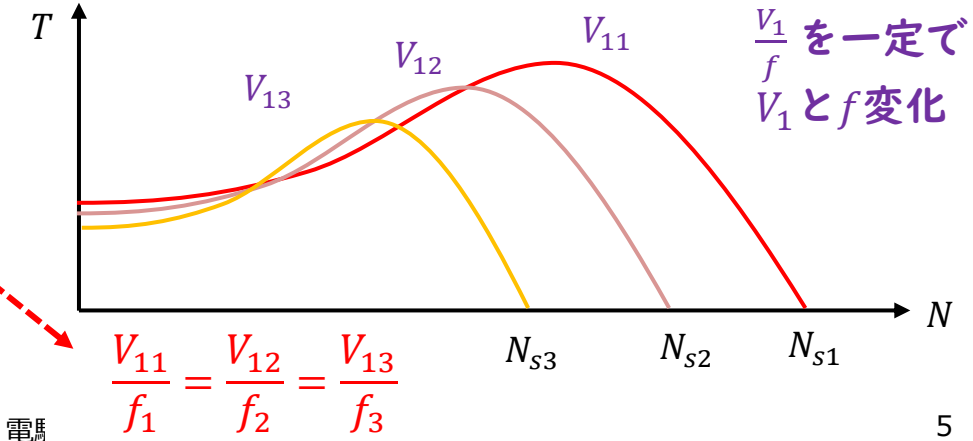
すべりとトルク



比例推移



V/f 制御



$$I = \frac{V_1}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r'_2}{s}\right)^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$$

$$T = \frac{P_2}{\omega_s} = \frac{1}{\omega_s} \left(3 \frac{r'_2}{s} I^2 \right) = \frac{3}{\omega_s} \frac{\left(\frac{r'_2}{s} \right) V_1^2}{\left(r_1 + \frac{r'_2}{s} \right)^2 + (x_1 + x'_2)^2} = \frac{3}{2\pi \frac{1}{60} \frac{120}{p}} \frac{\frac{r'_2}{s} \left(\frac{V_1}{f} \right)^2}{\left(r_1 + \frac{r'_2}{s} \right)^2 + (x_1 + x'_2)^2}$$

Tが最大となるsは

$$s_m = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$$

H24 問3

問3 誘導電動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。

ただし、誘導電動機の滑りを s とする。

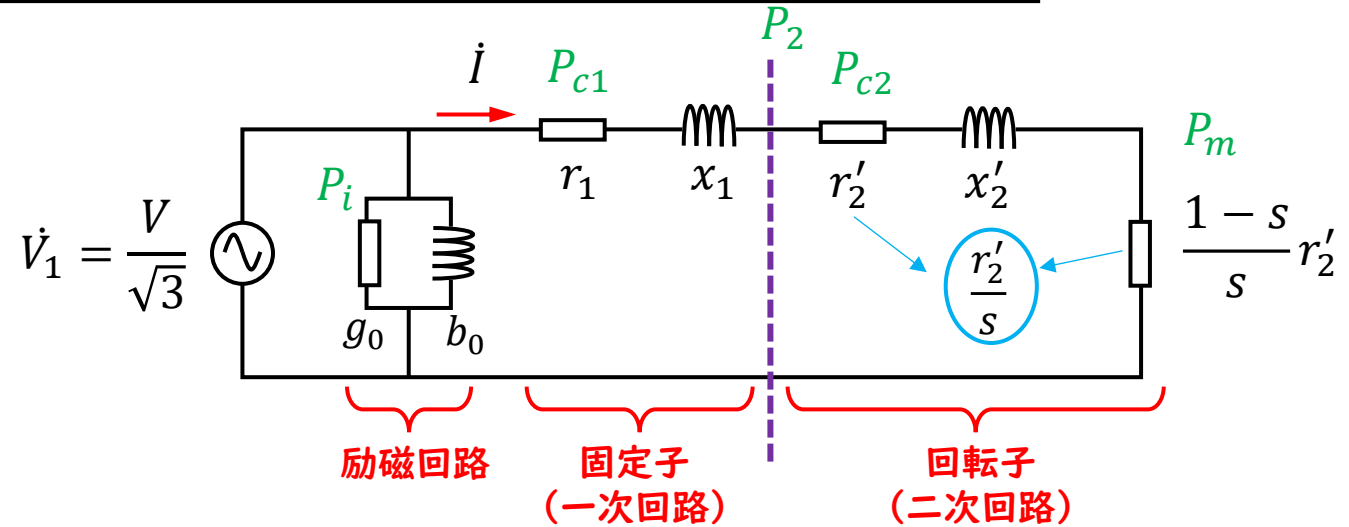
- (1) 誘導電動機の一次回路には同期速度の回転磁界、二次回路には同期速度の s 倍の回転磁界が加わる。したがって、一次回路と二次回路の巻数比を1とした場合、二次誘導起電力の周波数及び電圧は一次誘導起電力の s 倍になる。
- (2) s が小さくなると、二次誘導起電力の周波数及び電圧が小さくなるので、二次回路に流れる電流が小さくなる。この変化を電気回路に表現するため、誘導電動機の等価回路では、二次回路の抵抗の値を $\frac{1}{s}$ 倍にして表現する。
- (3) 誘導電動機の等価回路では、一次巻線の漏れリアクタンス、一次巻線の抵抗、二次巻線の漏れリアクタンス、二次巻線の抵抗、及び電動機出力を示す抵抗が直列回路で表されるので、電動機の力率は1にはならない。
- (4) 誘導電動機の等価回路を構成するリアクタンス値及び抵抗値は、電圧が変化しても s が一定ならば変わらない。 s 一定で駆動電圧を半分にすれば、等価回路に流れる電流が半分になり、電動機トルクは半分になる。
- (5) 同期速度と電動機トルクとで計算される同期ワット(二次入力)は、二次銅損と電動機出力との和となる。

H24 問3

問3 誘導電動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。

ただし、誘導電動機の滑りを s とする。

- (1) 誘導電動機の一次回路には同期速度の回転磁界、二次回路には同期速度の s 倍の回転磁界が加わる。したがって、一次回路と二次回路の巻数比を 1 とした場合、二次誘導起電力の周波数及び電圧は一次誘導起電力の s 倍になる。
- (2) s が小さくなると、二次誘導起電力の周波数及び電圧が小さくなるので、二次回路に流れる電流が小さくなる。この変化を電気回路に表現するため、誘導電動機の等価回路では、二次回路の抵抗の値を $\frac{1}{s}$ 倍にして表現する。
- (3) 誘導電動機の等価回路では、一次巻線の漏れリアクタンス、一次巻線の抵抗、二次巻線の漏れリアクタンス、二次巻線の抵抗、及び電動機出力を示す抵抗が直列回路で表されるので、電動機の力率は 1 にはならない。
- (4)** 誘導電動機の等価回路を構成するリアクタンス値及び抵抗値は、電圧が変化しても s が一定ならば変わらない。 s 一定で駆動電圧を半分にすれば、等価回路に流れる電流が半分になり、電動機トルクは半分になる。
- (5) 同期速度と電動機トルクとで計算される同期ワット(二次入力)は、二次銅損と電動機出力との和となる。



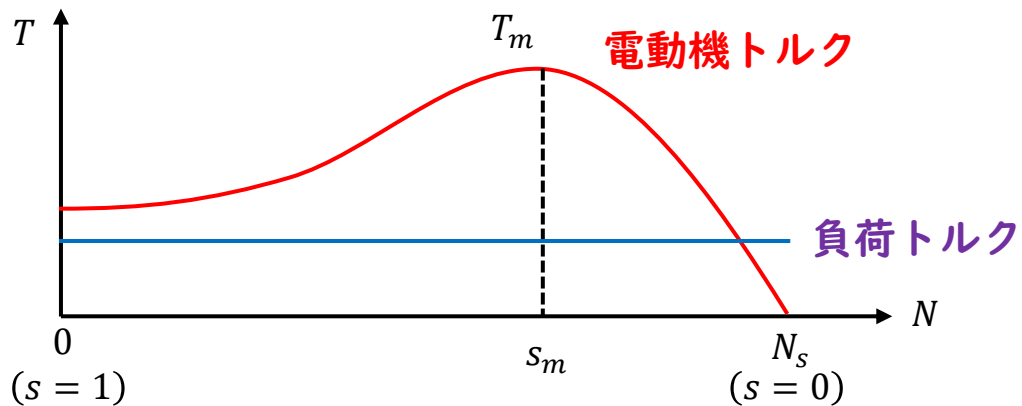
$$\dot{V}_1 = \frac{V}{\sqrt{3}}$$

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

$$T = \frac{P_2}{\omega_s} = \frac{1}{\omega_s} \left(3 \frac{r_2'}{s} I^2 \right) = \frac{3}{\omega_s} \frac{\frac{r_2'}{s} V_1^2}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}$$

トルクは電圧 (又は電流) の二乗に比例するため、電圧が半分になると、トルクは4分の1になる。

電動機トルクと負荷トルク

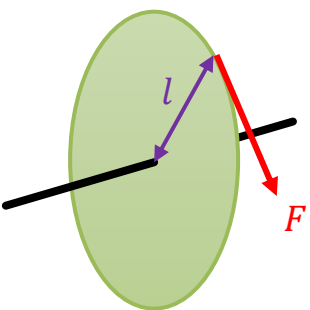


電動機トルク > 負荷トルク
→ 負荷が軽いため、回転速度が上昇する

電動機トルク < 負荷トルク
→ 負荷が重いため、回転速度が減少する
(始動時であれば、回転しない)

電動機トルク = 負荷トルク
→ 定速で回転する

トルクとは『回転に必要な力』



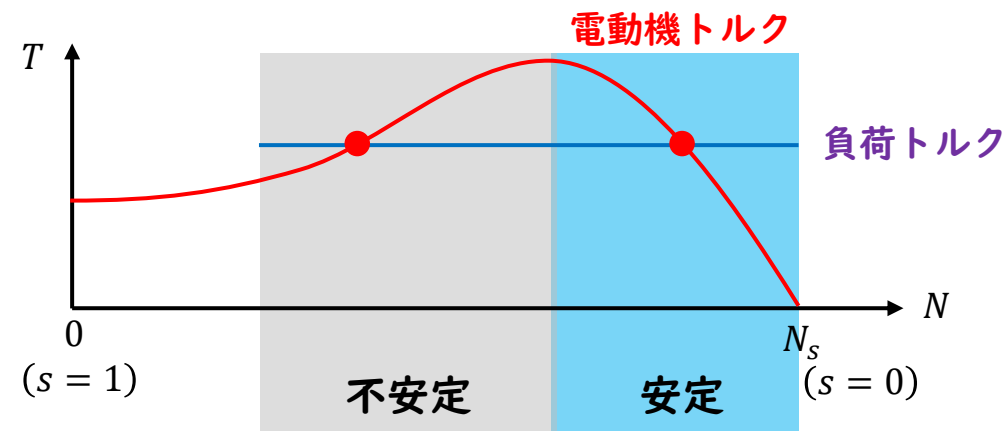
$$T = F \cdot l \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

力と回転対象の回転軸から長さで
トルク (回転に必要な力) が決まる

電動機トルク：回転子を回そうとする力

負荷トルク：回転時に電動機が感じる重さ

(電験三種では回転速度によらず一定)



回転速度が上がる
電動機トルク > 負荷トルクとなり
速度が上昇し続ける (暴走)

回転速度が上がる
電動機トルク < 負荷トルクとなり
速度が下がる (元に戻る)

回転速度が下がる
電動機トルク < 負荷トルクとなり
速度が減少し続ける (停止)

回転速度が下がる
電動機トルク > 負荷トルクとなり
速度が上がる (元に戻る)

R05上 問7

問7 電動機と負荷の特性を，回転速度を横軸，トルクを縦軸に描く，トルク対速度曲線で考える。電動機と負荷の二つの曲線がどのように交わるかを見ると，その回転数における運転が安定か不安定かを判定することができる。誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 負荷トルクよりも電動機トルクが大きいと回転は加速し，反対に電動機トルクよりも負荷トルクが大きいと回転は減速する。回転速度一定の運転を続けるには，負荷と電動機のトルクが一致する安定な動作点が必要である。
- (2) 巻線形誘導電動機では，回転速度の上昇とともにトルクが減少するように，二次抵抗を大きくし，大きな始動トルクを発生させることができる。この電動機に回転速度の上昇とともにトルクが増える負荷を接続すると，両曲線の交点が安定な動作点となる。
- (3) 電源電圧を一定に保った直流分巻電動機は，回転速度の上昇とともにトルクが減少する。一方，送風機のトルクは，回転速度の上昇とともにトルクが増大する。したがって，直流分巻電動機は，安定に送風機を駆動することができる。
- (4) かご形誘導電動機は，回転トルクが小さい時点から回転速度を上昇させるとともにトルクが増大，最大トルクを超えるとトルクが減少する。この電動機に回転速度でトルクが変化しない定トルク負荷を接続すると，電動機と負荷のトルク曲線が2点で交わる場合がある。この場合，加速時と減速時によって安定な動作点が変わる。
- (5) かご形誘導電動機は，最大トルクより高速な領域では回転速度の上昇とともにトルクが減少する。一方，送風機のトルクは，回転速度の上昇とともにトルクが増大する。したがって，かご形誘導電動機は，安定に送風機を駆動することができる。

R05上 問7

【イーデン】

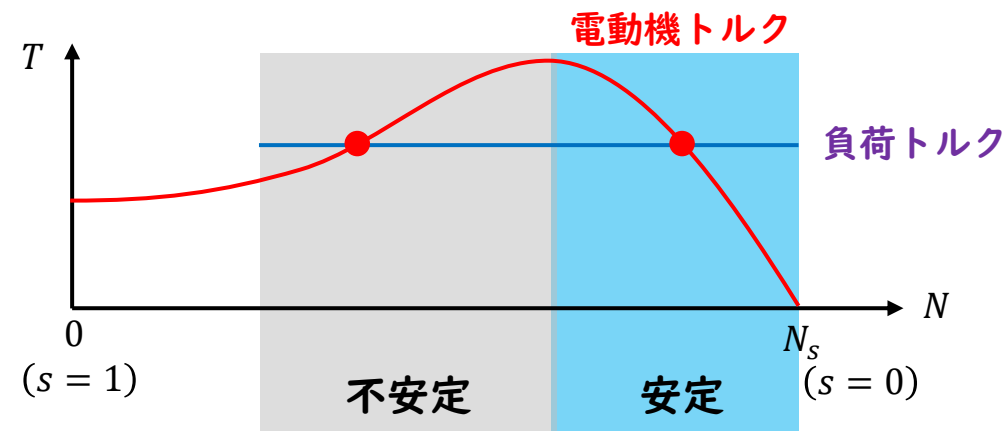


- (1) 負荷トルクよりも電動機トルクが大きいと回転は加速し、反対に電動機トルクよりも負荷トルクが大きいと回転は減速する。回転速度一定の運転を続けるには、負荷と電動機のトルクが一致する安定な動作点が必要である。
- (2) 巻線形誘導電動機では、回転速度の上昇とともにトルクが減少するように、二次抵抗を大きくし、大きな始動トルクを発生させることができる。この電動機に回転速度の上昇とともにトルクが増える負荷を接続すると、両曲線の交点が安定な動作点となる。
- (3) 電源電圧を一定に保った直流分巻電動機は、回転速度の上昇とともにトルクが減少する。一方、送風機のトルクは、回転速度の上昇とともにトルクが増大する。したがって、直流分巻電動機は、安定に送風機を駆動することができる。
- (4) かが形誘導電動機は、回転トルクが小さい時点から回転速度を上昇させるとともにトルクが増大、最大トルクを超えるとトルクが減少する。この電動機に回転速度でトルクが変化しない定トルク負荷を接続すると、電動機と負荷のトルク曲線が2点で交わる場合がある。この場合、加速時と減速時によって安定な動作点が変わる。 **加速、減速で安定な動作点は変わらない**
- (5) かが形誘導電動機は、最大トルクより高速な領域では回転速度の上昇とともにトルクが減少する。一方、送風機のトルクは、回転速度の上昇とともにトルクが増大する。したがって、かが形誘導電動機は、安定に送風機を駆動することができる。

電動機トルク > 負荷トルク
→負荷が軽いため、回転速度が上昇する

電動機トルク < 負荷トルク
→負荷が重いため、回転速度が減少する
(始動時であれば、回転しない)

電動機トルク = 負荷トルク
→定速で回転する



回転速度が上がる
電動機トルク > 負荷トルクとなり
速度が上昇し続ける (暴走)

回転速度が下がる
電動機トルク < 負荷トルクとなり
速度が減少し続ける (停止)

回転速度が上がる
電動機トルク < 負荷トルクとなり
速度が下がる (元に戻る)

回転速度が下がる
電動機トルク > 負荷トルクとなり
速度が上がる (元に戻る)

H20 問3

問3 巻線形誘導電動機のトルク-回転速度曲線は、電源電圧及び が一定のとき、発生するトルクと回転速度との関係を表したものである。

この曲線は、ある滑りの値でトルクが最大となる特性を示す。このトルクを最大トルク又は トルクと呼んでいる。この最大トルクは 回路の抵抗には無関係である。

巻線形誘導電動機のトルクは 回路の抵抗と滑りの比に関係するので、 回路の抵抗が k 倍になると、前と同じトルクが前の滑りの k 倍の点で起こる。このような現象は と呼ばれ、巻線形誘導電動機の起動トルクの改善及び速度制御に広く用いられている。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	負 荷	臨 界	二 次	比例推移
(2)	電源周波数	停 動	一 次	二次励磁
(3)	負 荷	臨 界	一 次	比例推移
(4)	電源周波数	臨 界	二 次	二次励磁
(5)	電源周波数	停 動	二 次	比例推移

H20 問3

電源周波数

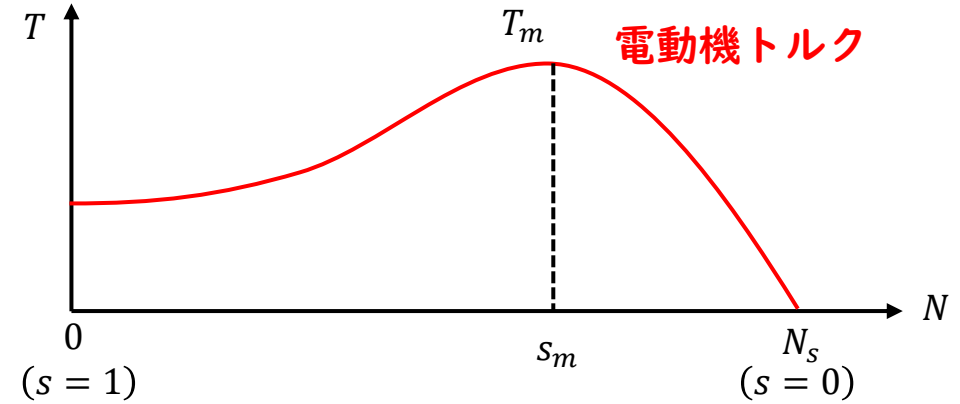
問3 巻線形誘導電動機のトルク-回転速度曲線は、電源電圧及び $(ア)$ が一定のとき、発生するトルクと回転速度との関係を表したものである。

この曲線は、ある滑りの値でトルクが最大となる特性を示す。このトルクを最大トルク又は $(イ)$ トルクと呼んでいる。この最大トルクは $(ウ)$ 回路の抵抗には無関係である。

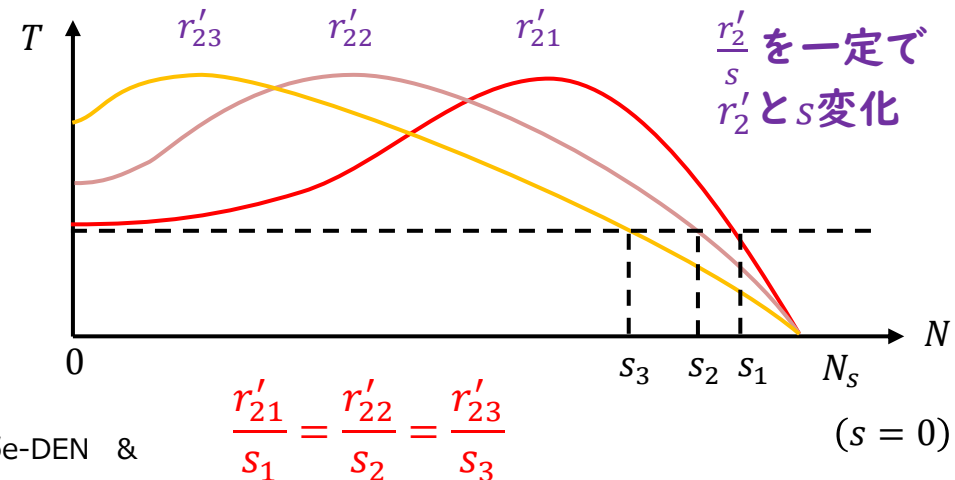
巻線形誘導電動機のトルクは $(ウ)$ 回路の抵抗と滑りの比に関係するので、 $(ウ)$ 回路の抵抗が k 倍になると、前と同じトルクが前の滑りの k 倍の点で起こる。このような現象は $(エ)$ と呼ばれ、巻線形誘導電動機の起動トルクの改善及び速度制御に広く用いられている。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	負荷	臨界	二次	比例推移
(2)	電源周波数	停動	一次	二次励磁
(3)	負荷	臨界	一次	比例推移
(4)	電源周波数	臨界	二次	二次励磁
(5)	電源周波数	停動	二次	比例推移



比例推移



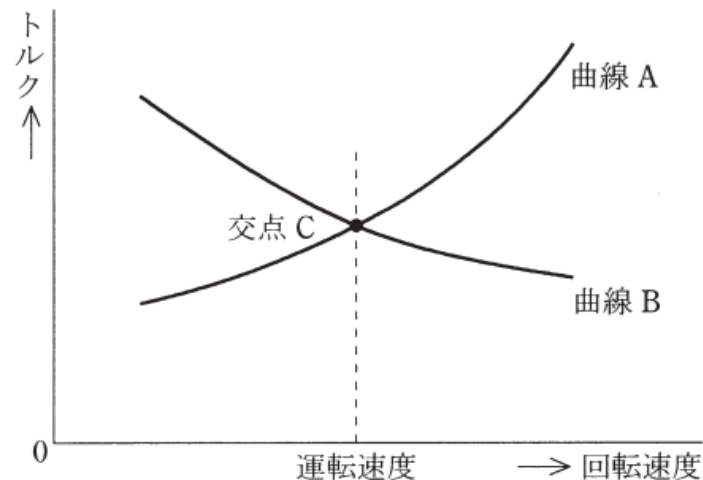
H24 問5

問5 次の文章は、電動機と負荷のトルク特性の関係について述べたものである。

横軸が回転速度、縦軸がトルクを示す図において2本の曲線A、Bは、一方が電動機トルク特性、他方が負荷トルク特性を示している。

いま、曲線Aが (ア) 特性、曲線Bが (イ) 特性のときは、2本の曲線の交点Cは不安定な運転点である。これは、何らかの原因で電動機の回転速度がこの点から下降すると、電動機トルクと負荷トルクとの差により電動機が (ウ) されるためである。具体的に、電動機が誘導電動機であり、回転速度に対してトルクが変化しない定トルク特性の負荷のトルクの大きさが、誘導電動機の始動トルクと最大トルクとの間にある場合を考える。このとき、電動機トルクと負荷トルクとの交点は、回転速度零と最大トルクの回転速度との間、及び最大トルクの回転速度と同期速度との間の2箇所にある。交点Cは、 (エ) との間の交点に相当する。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)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)
(1)	電動機トルク	負荷トルク	減速	回転速度零と最大トルクの回転速度
(2)	電動機トルク	負荷トルク	減速	最大トルクの回転速度と同期速度
(3)	負荷トルク	電動機トルク	減速	回転速度零と最大トルクの回転速度
(4)	負荷トルク	電動機トルク	加速	回転速度零と最大トルクの回転速度
(5)	負荷トルク	電動機トルク	加速	最大トルクの回転速度と同期速度

H24 問5

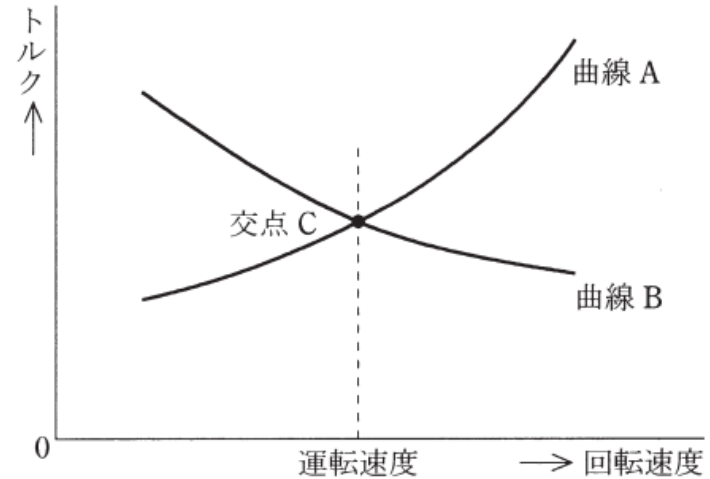
問5 次の文章は、電動機と負荷のトルク特性の関係について述べたものである。

横軸が回転速度、縦軸がトルクを示す図において2本の曲線A、Bは、一方が電動機トルク特性、他方が負荷トルク特性を示している。

いま、曲線Aが **電動機トルク** (ア) 特性、曲線Bが **負荷トルク** (イ) 特性のときは、2本の曲線の交点Cは不安定な運転点である。これは、何らかの原因で電動機の回転速度がこの点から下降すると、電動機トルクと負荷トルクとの差により電動機が **減速** (ウ) されるためである。具体的に、電動機が誘導電動機であり、回転速度に対してトルクが変化しない定トルク特性の負荷のトルクの大きさが、誘導電動機の始動トルクと最大トルクとの間にある場合を考える。このとき、電動機トルクと負荷トルクとの交点は、回転速度零と最大トルクの回転速度との間、及び最大トルクの回転速度と同期速度との間の2箇所にある。交点Cは、(エ) との間の交点に相当する。

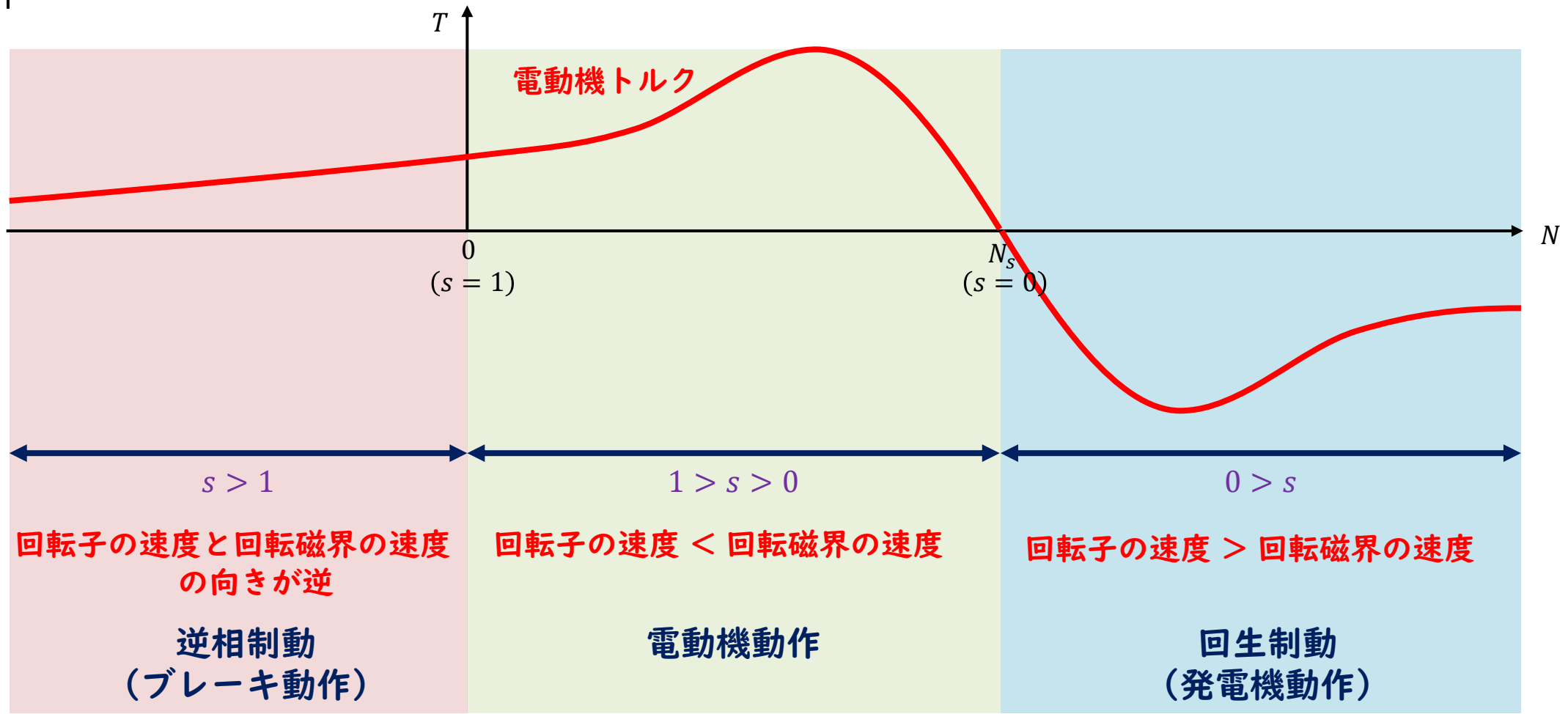
回転速度零と最大トルクの回転速度

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)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)
(1)	電動機トルク	負荷トルク	減速	回転速度零と最大トルクの回転速度
(2)	電動機トルク	負荷トルク	減速	最大トルクの回転速度と同期速度
(3)	負荷トルク	電動機トルク	減速	回転速度零と最大トルクの回転速度
(4)	負荷トルク	電動機トルク	加速	回転速度零と最大トルクの回転速度
(5)	負荷トルク	電動機トルク	加速	最大トルクの回転速度と同期速度

すべりとトルク その2



$s = 1.5$
 $N = (1 - s)N_s \rightarrow N = -0.5N_s$
 → N と N_s の向きが逆

$s = 0.5$
 $N = (1 - s)N_s \rightarrow N = 0.5N_s$
 → $N < N_s$

$s = -0.1$
 $N = (1 - s)N_s \rightarrow N = 1.1N_s$
 → $N > N_s$

H29 問3

問3 次の文章は、誘導機に関する記述である。

誘導機の二次入力は一(ア)とも呼ばれ、トルクに比例する。二次入力における機械出力と二次銅損の比は、誘導機の滑りを s として一(イ)の関係にある。この関係を用いると、二次銅損は常に正であることから、 s が -1 から 0 の間の値をとるとき機械出力は一(ウ)となり、誘導機は一(エ)として運転される。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)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)
(1)	同期ワット	$(1-s) : s$	負	発電機
(2)	同期ワット	$(1+s) : s$	負	発電機
(3)	トルクワット	$(1+s) : s$	正	電動機
(4)	同期ワット	$(1-s) : s$	負	電動機
(5)	トルクワット	$(1-s) : s$	正	電動機

H29 問3

問3 次の文章は、誘導機に関する記述である。

誘導機の二次入力 ^{同期ワット} は (ア) とも呼ばれ、トルクに比例する。二次入力における機械出力と二次銅損の比は、誘導機の滑りを s として ^{$(1-s) : s$} (イ) の関係にある。この関係を用いると、二次銅損は常に正であることから、 s が -1 から 0 の間の値をとるとき機械出力は (ウ) となり、誘導機は (エ) として運転される。
負 **発電機**

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)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)
(1)	同期ワット	$(1-s) : s$	負	発電機
(2)	同期ワット	$(1+s) : s$	負	発電機
(3)	トルクワット	$(1+s) : s$	正	電動機
(4)	同期ワット	$(1-s) : s$	負	電動機
(5)	トルクワット	$(1-s) : s$	正	電動機

H22 問3

問3 次の文章は、三相の誘導機に関する記述である。

固定子の励磁電流による同期速度の と回転子との速度の差(相対速度)によって回転子に電圧が発生し、その電圧によって回転子に電流が流れる。トルクは回転子の電流と磁束とで発生するので、トルク特性を制御するため、巻線形誘導機では回転子巻線の回路をブラシと で外部に引き出して二次抵抗値を調整する方式が用いられる。回転子の回転速度が停止(滑り $s = 1$)から同期速度(滑り $s = 0$)の間、すなわち、 $1 > s > 0$ の運転状態では、磁束を介して回転子の回転方向にトルクが発生するので誘導機は となる。回転子の速度が同期速度より高速の場合、磁束を介して回転子の回転方向とは逆の方向にトルクが発生し、誘導機は となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	交番磁界	スリップリング	電動機	発電機
(2)	回転磁界	スリップリング	電動機	発電機
(3)	交番磁界	整流子	発電機	電動機
(4)	回転磁界	スリップリング	発電機	電動機
(5)	交番磁界	整流子	電動機	発電機

H22 問3

問3 次の文章は、三相の誘導機に関する記述である。

固定子の励磁電流による同期速度の (ア) と回転子との速度の差(相対速度)によって回転子に電圧が発生し、その電圧によって回転子に電流が流れる。
トルクは回転子の電流と磁束とで発生するので、トルク特性を制御するため、巻線形誘導機では回転子巻線の回路をブラシと (イ) で外部に引き出して二次抵抗値を調整する方式が用いられる。回転子の回転速度が停止(滑り $s = 1$) から同期速度(滑り $s = 0$)の間、すなわち、 $1 > s > 0$ の運転状態では、磁束を介して回転子の回転方向にトルクが発生するので誘導機は (ウ) となる。回転子の速度が同期速度より高速の場合、磁束を介して回転子の回転方向とは逆の方向にトルクが発生し、誘導機は (エ) となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	交番磁界	スリップリング	電動機	発電機
(2)	回転磁界	スリップリング	電動機	発電機
(3)	交番磁界	整流子	発電機	電動機
(4)	回転磁界	スリップリング	発電機	電動機
(5)	交番磁界	整流子	電動機	発電機

二種 H24 問1



問1 次の文章は、三相誘導電動機の滑りを s とするとき、三つの領域 $s < 0$ 、 $0 < s < 1$ 、 $s > 1$ における電動機の動作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。

$0 < s < 1$ の領域は通常の誘導電動機動作で、回転子は回転磁界と同方向に同期速度以下で回転し、発生トルクは正である。

$s < 0$ の領域では、回転子は回転磁界と同方向に同期速度以上で回転する。したがって、入力は [(1)] であり、トルクは回転方向と反対方向となるので、電動機運転では制動トルクとなる。このため回転体の運動エネルギーを吸収して電源に電力として返還されるので、効率よく制動できる。これを回生制動という。巻上機、クレーンなどで重量物を降下させる場合に使用される。また、この領域では誘導発電機として動作するが、 [(2)] を必要とするため単独では発電できない。系統と連系する場合、機械的入力の変動しても商用周波数の電力が得られる。構造が簡単で低コストであるかご形誘導発電機が風力発電に広く用いられてきた。かご形誘導発電機は一次端子電圧が一定ならば、その [(3)] だけで出力が決まるため、風速の変動によって出力が変動する。

$s > 1$ の領域では、回転子が回転磁界と反対方向に回転する。発生トルクは正であるが回転子の回転方向と反対であるため、機械的出力は負となる。これを [(4)] といい、重量物の低速度巻下ろしなどに利用される。機械的出力は負であるから、動力は外部から供給され、この動力及び一次側から供給される入力は主として [(5)] で熱として消費される。

[問1の解答群]

- | | | | |
|------------|----------|------------|------------|
| (イ) 鉄損抵抗 | (ロ) 滑り | (ハ) 発電ブレーキ | (ニ) 零 |
| (ホ) 始動電流 | (ヘ) 標準抵抗 | (ト) 励磁電流 | (チ) 单相ブレーキ |
| (リ) 誘導ブレーキ | (ヌ) 定格速度 | (ル) 同期速度 | (フ) 負 |
| (ワ) 定格電流 | (カ) 二次抵抗 | (コ) 正 | |

二種 H24 問1

問1 次の文章は、三相誘導電動機の滑りを s とするとき、三つの領域 $s < 0$, $0 < s < 1$, $s > 1$ における電動機の動作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。

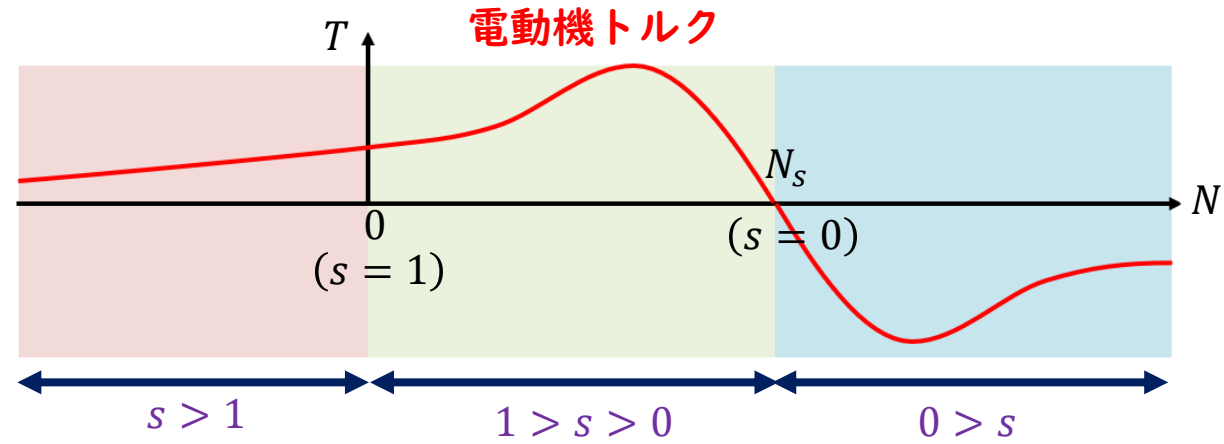
$0 < s < 1$ の領域は通常の誘導電動機動作で、回転子は回転磁界と同方向に同期速度以下で回転し、発生トルクは正である。

$s < 0$ の領域では、回転子は回転磁界と同方向に同期速度以上で回転する。したがって、入力はいち(1)負であり、トルクは回転方向と反対方向となるので、電動機運転では制動トルクとなる。このため回転体の運動エネルギーを吸収して電源に電力として返還されるので、効率よく制動できる。これを回生制動という。巻上機、クレーンなどで重量物を降下させる場合に使用される。また、この領域では誘導発電機として動作するが、 (2) を必要とするため単独では発電できない。系統と連系する場合、機械的 (3) 励磁電流 入力の変動しても商用周波数の電力が得られる。構造が簡単で低コストであるかご形誘導発電機が風力発電に広く用いられてきた。かご形誘導発電機は一次端子電圧が一定ならば、その (3) 滑り だけで出力が決まるため、風速の変動によって出力が変動する。

$$P_0 = 3 \frac{1-s}{s} r_2' I_1'^2$$

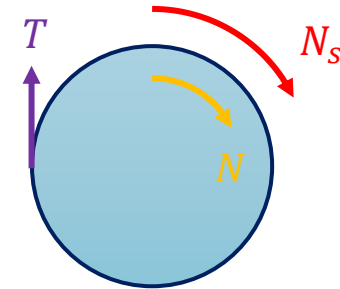
二次抵抗は変化できないので滑りで出力が決まる

等価回路の励磁回路に流れる電流
電源から励磁電流を供給しないと
回転磁界が発生しない



$0 < s < 1$ 回転子の速度 $N <$ 回転磁界の速度 N_s

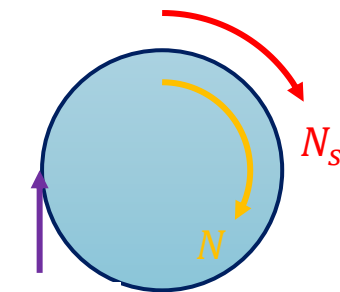
電動機動作



トルクは回転方向と同じ向き

$0 > s$ 回転子の速度 $>$ 回転磁界の速度

回生制動
(発電機動作)



誘導機から電源に電力が伝わる

トルクは回転方向と逆向き

二種 H24 問1

問1 次の文章は、三相誘導電動機の滑りを s とするとき、三つの領域 $s < 0$, $0 < s < 1$, $s > 1$ における電動機の動作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。

$0 < s < 1$ の領域は通常の誘導電動機動作で、回転子は回転磁界と同方向に同期速度以下で回転し、発生トルクは正である。

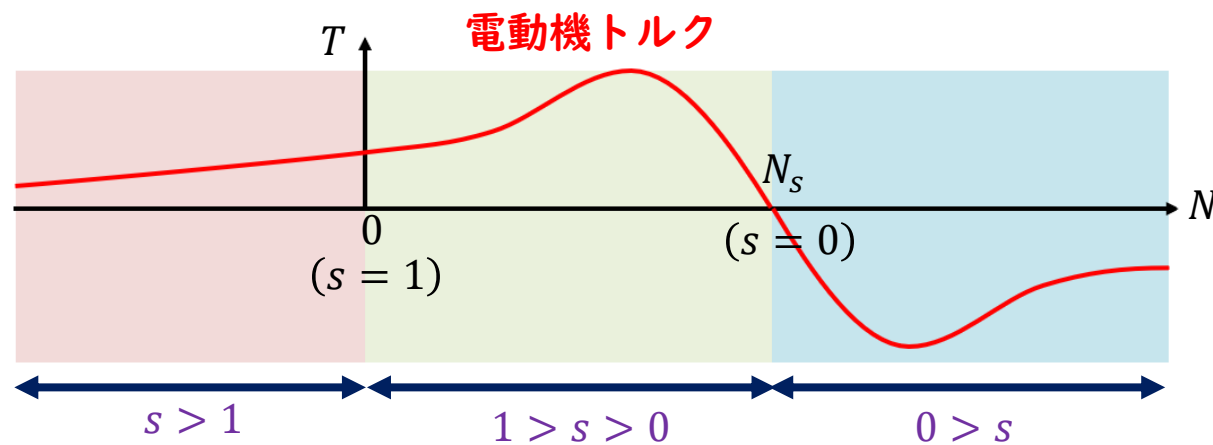
$s < 0$ の領域では、回転子は回転磁界と同方向に同期速度以上で回転する。したがって、入力は (1) **負** であり、トルクは回転方向と反対方向となるので、電動機運転では制動トルクとなる。このため回転体の運動エネルギーを吸収して電源に電力として返還されるので、効率よく制動できる。これを回生制動という。巻上機、クレーンなどで重量物を降下させる場合に使用される。また、この領域では誘導発電機として動作するが、 (2) **励磁電流** を必要とするため単独では発電できない。系統と連系する場合、機械的入力が変動しても商用周波数の電力が得られる。構造が簡単で低コストであるかご形誘導発電機が風力発電に広く用いられてきた。かご形誘導発電機は一次端子電圧が一定ならば、その (3) **滑り** だけで出力が決まるため、風速の変動によって出力が変動する。

$$P_0 = 3 \frac{1-s}{s} r_2' I_1'^2$$

二次抵抗は変化できないので滑りで出力が決まる

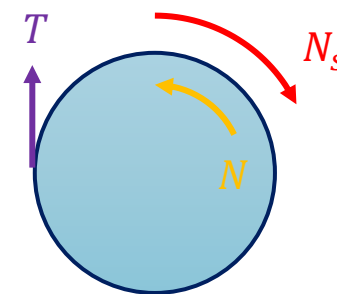
等価回路の励磁回路に流れる電流
電源から励磁電流を供給しないと
回転磁界が発生しない

$s > 1$ の領域では、回転子が回転磁界と反対方向に回転する。発生トルクは正であるが回転子の回転方向と反対であるため、機械的出力は負となる。これを (4) **誘導ブレーキ** といひ、重量物の低速度巻下ろしなどに利用される。機械的出力は負であるから、動力は外部から供給され、この動力及び一次側から供給される入力は主として (5) **二次抵抗** で熱として消費される。



$s > 1$ 回転子の速度と回転磁界の速度の向きが逆

逆相制動
(ブレーキ動作)



トルクは回転方向と逆向き

二種 H24 問 1

問 1 次の文章は、三相誘導電動機の滑りを s とするとき、三つの領域 $s < 0$, $0 < s < 1$, $s > 1$ における電動機の動作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。

$0 < s < 1$ の領域は通常の誘導電動機動作で、回転子は回転磁界と同方向に同期速度以下で回転し、発生トルクは正である。

$s < 0$ の領域では、回転子は回転磁界と同方向に同期速度以上で回転する。したがって、入力は (1) 負 であり、トルクは回転方向と反対方向となるので、電動機運転では制動トルクとなる。このため回転体の運動エネルギーを吸収して電源に電力として返還されるので、効率よく制動できる。これを回生制動という。巻上機、クレーンなどで重量物を降下させる場合に使用される。また、この領域では誘導発電機として動作するが、 (2) 励磁電流 となるため単独では発電できない。系統と連系する場合、機械的入力の変動しても商用周波数の電力が得られる。構造が簡単で低コストであるかご形誘導発電機が風力発電に広く用いられてきた。かご形誘導発電機は一次端子電圧が一定ならば、その (3) 滑り だけで出力が決まるため、風速の変動によって出力が変動する。

$s > 1$ の領域では、回転子が回転磁界と反対方向に回転する。発生トルクは正であるが回転子の回転方向と反対であるため、機械的出力は負となる。これを (4) 誘導ブレーキ 量物の低速度巻下ろしなどに利用される。機械的出力は負であるから、動力は外部から供給され、この動力及び一次側から供給される入力は主として (5) 二次抵抗 として消費される。

[問 1 の解答群]

- | | | | |
|----------------|--------------|--------------|------------|
| (イ) 鉄損抵抗 | (ロ) 滑り (3) | (ハ) 発電ブレーキ | (ニ) 零 |
| (ホ) 始動電流 | (ヘ) 標準抵抗 | (ト) 励磁電流 (2) | (チ) 単相ブレーキ |
| (リ) 誘導ブレーキ (4) | (ヌ) 定格速度 | (ル) 同期速度 | (7) 負 (1) |
| (7) 定格電流 | (カ) 二次抵抗 (5) | (3) 正 | |

二種 H2I 問I



問1 次の文章は、三相誘導電動機の不平衡運転に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句又は式を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

誘導電動機に接続されている三相電源の供給電圧が不平衡になった場合、対称座標法を用いて正相分と逆相分とに分けて電流を計算し、重ねの理(重ね合わせの理)によって実際の電流を求めることができる。

正相電圧に対して誘導電動機が滑り s で運転しているとき、逆相電圧に対しては滑り (1) で運転している。したがって、誘導電動機の (2) 等価回路は、 (3) 等価回路における滑り s を滑り (1) に置き換えたものとなる。

また、電動機トルクについては、正相電流によるトルクに対して逆相電流によるトルクは (4) であるから、三相電源の供給電圧が平衡である場合のトルクに比して、不平衡である場合にはその大きさは減少する。

通常は三相運転であるが、もし三相電源と誘導電動機を接続する線路の1線が断線した異常な場合には、他の2線から電圧・電流の供給を受けて、 (5) として運転を継続する。

[解答群]

- | | | | |
|-----------|-------------|---------------|-------------|
| (イ) $2-s$ | (ロ) 直 軸 | (ハ) 逆方向 | (ニ) 単相同期電動機 |
| (ホ) 常に零 | (ヘ) 単相誘導電動機 | (ト) $1-s$ | (チ) 正 相 |
| (リ) 静止座標 | (ヌ) $-s$ | (ル) 零 相 | (フ) 同じ方向 |
| (リ) 逆 相 | (カ) 横 軸 | (エ) 二重給電誘導電動機 | |

二種 H2 I 問 I

問1 次の文章は、三相誘導電動機の不平衡運転に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句又は式を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

誘導電動機に接続されている三相電源の供給電圧が不平衡になった場合、対称座標法を用いて正相分と逆相分とに分けて電流を計算し、重ねの理(重ね合わせの理)によって実際の電流を求めることができる。

正相電圧に対して誘導電動機が滑り s で運転しているとき、逆相電圧に対しては滑り (1) $2-s$ で運転している。したがって、誘導電動機の (2) **逆相** 等価回路は、 (3) **正相** 等価回路における滑り s を滑り (1) $2-s$ に置き換えたものとなる。

また、電動機トルクについては、正相電流によるトルクに対して逆相電流によるトルクは (4) **逆方向** であるから、三相電源の供給電圧が平衡である場合のトルクに比して、不平衡である場合にはその大きさは減少する。

通常は三相運転であるが、もし三相電源と誘導電動機を接続する線路の1線が断線した異常な場合には、他の2線から電圧・電流の供給を受けて、 (5) **単相誘導電動機** として運転を継続する。

正相回転：回転磁界と同じ向きの回転
逆相回転：回転磁界と逆向きの回転

$$s = \frac{N_s - N}{N_s} \rightarrow s' = \frac{N_s - (-N)}{N_s} = \frac{N_s + N}{N_s}$$

$$N_s s' = N_s + N = N_s + (1 - s)N_s$$

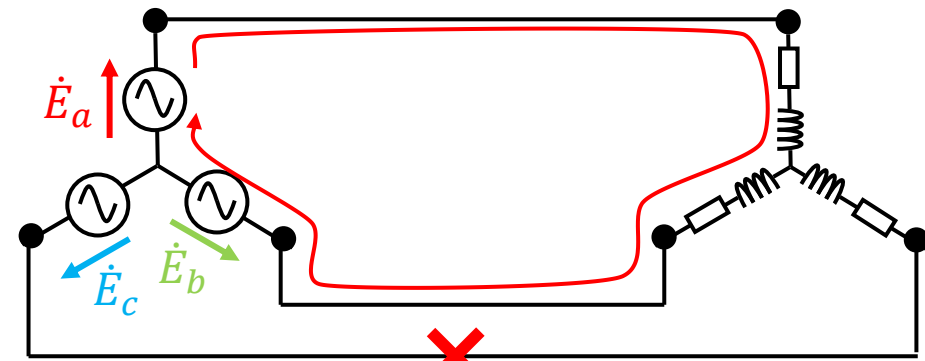
$$\rightarrow s' = 1 + (1 - s) = 2 - s$$

$s > 1$ **回転子の速度と回転磁界の速度の向きが逆**

**逆相制動
(ブレーキ動作)**



トルクは回転方向と逆向き



**断線すると $\dot{E}_a + \dot{E}_b$ で動く
単相誘導電動機として運転**

二種 H2I 問1



問1 次の文章は、三相誘導電動機の不平衡運転に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な語句又は式を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

誘導電動機に接続されている三相電源の供給電圧が不平衡になった場合、対称座標法を用いて正相分と逆相分とに分けて電流を計算し、重ねの理(重ね合わせの理)によって実際の電流を求めることができる。

正相電圧に対して誘導電動機が滑り s で運転しているとき、逆相電圧に対しては滑り (1) ^{2-s} で運転している。したがって、誘導電動機の (2) **逆相** 等価回路は、 (3) **正相** 等価回路における滑り s を滑り (1) ^{2-s} に置き換えたものとなる。

また、電動機トルクについては、正相電流によるトルクに対して逆相電流によるトルクは (4) **逆方向** であるから、三相電源の供給電圧が平衡である場合のトルクに比して、不平衡である場合にはその大きさは減少する。

通常は三相運転であるが、もし三相電源と誘導電動機を接続する線路の1線が断線した異常な場合には、他の2線から電圧・電流の供給を受けて、 (5) **単相誘導電動機** として運転を継続する。

[解答群]

- | | | | |
|---------------|-----------------|---------------|-------------|
| (イ) $2-s$ (1) | (ロ) 直 軸 | (ハ) 逆方向 (4) | (ニ) 単相同期電動機 |
| (ホ) 常に零 | (ヘ) 単相誘導電動機 (5) | (ト) $1-s$ | (フ) 正 相 (3) |
| (リ) 静止座標 | (ヌ) $-s$ | (ル) 零 相 | (ワ) 同じ方向 |
| (リ) 逆 相 (2) | (カ) 横 軸 | (エ) 二重給電誘導電動機 | |



ご聴講ありがとうございました!!