

電験二種/三種 オンライン講座

機械 電動機応用

R04下 問11



問 11 電動機で駆動するポンプを用いて、毎時 80 m^3 の水をパイプへ通して揚程 40 m の高さに持ち上げる。ポンプの効率は 72% 、電動機の効率は 93% で、パイプの損失水頭は 0.4 m であり、他の損失水頭は無視できるものとする。このとき必要な電動機入力 $[\text{kW}]$ の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、水の密度は $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。

- (1) 0.013 (2) 0.787 (3) 4.83 (4) 13.1 (5) 80.4

R04下 問11

問 11 電動機で駆動するポンプを用いて、毎時 80 m^3 の水をパイプへ通して揚程 40 m の高さに持ち上げる。ポンプの効率は 72% 、電動機の効率は 93% で、パイプの損失水頭は 0.4 m であり、他の損失水頭は無視できるものとする。このとき必要な電動機入力 $[\text{kW}]$ の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、水の密度は $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。

- (1) 0.013 (2) 0.787 (3) 4.83 (4) 13.1 (5) 80.4

理論水力 $P = 9.8HQ [\text{kW}]$ より、電動機入力 P_{in} は

$$P_{in} \times \eta_m \times \eta_p = 9.8HQ = 9.8 \times (40 + 0.4) \times \frac{80}{3600}$$

ここで η_p はポンプ効率、 η_m は電動機効率

$$P_{in} = 9.8 \times (40 + 0.4) \times \frac{80}{3600} \times \frac{1}{\eta_m \eta_p} = 9.8 \times (40 + 0.4) \times \frac{80}{3600} \times \frac{1}{0.93 \times 0.72}$$

$$P_{in} = 13.1 \text{ kW}$$

H30 問10



問10 貯水池に集められた雨水を、毎分 300 m^3 の排水量で、全揚程 10 m を揚水して河川に排水する。このとき、 100 kW の電動機を用いた同一仕様のポンプを用いるとすると、必要なポンプの台数は何台か。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、ポンプの効率は 80% 、設計製作上の余裕係数は 1.1 とし、複数台のポンプは排水を均等に分担するものとする。

- (1) 1 (2) 2 (3) 6 (4) 7 (5) 9

H30 問10

問10 貯水池に集められた雨水を、毎分 300 m^3 の排水量で、全揚程 10 m を揚水して河川に排水する。このとき、 100 kW の電動機を用いた同一仕様のポンプを用いるとすると、必要なポンプの台数は何台か。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、ポンプの効率は 80% 、設計製作上の余裕係数は 1.1 とし、複数台のポンプは排水を均等に分担するものとする。

- (1) 1 (2) 2 (3) 6 (4) 7 (5) 9

理論水力 $P = 9.8HQ$ [kW] より、排水に必要な電力 P_1 は

$$P_1 = 9.8HQ = 9.8 \times 10 \times \frac{300}{60} = 490 \text{ kW}$$

100 kW の電動機 n 台に必要な電力 P_2 は

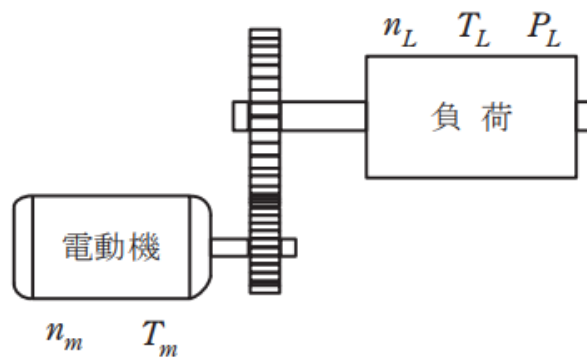
$$P_2 = P_1 \times \frac{1}{\eta} \times M = 490 \times \frac{1}{0.8} \times 1.1 = 673.75 \text{ kW}$$

必要な電動機の台数 n は

$$n = \frac{P_2}{100} = \frac{673.75}{100} = 6.7 \rightarrow 7 \text{ 台}$$

R06下 問11

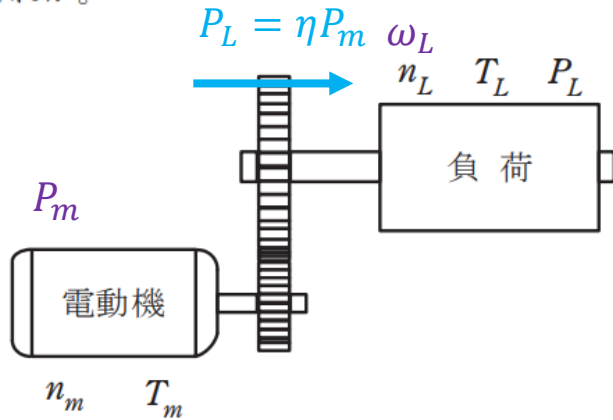
問11 図に示すように、電動機が減速機と組み合わされて負荷を駆動している。このときの電動機の回転速度 n_m が 1200 min^{-1} 、トルク T_m が $100 \text{ N}\cdot\text{m}$ であった。減速機の減速比が6、効率が0.96 のとき、負荷の回転速度 n_L [min^{-1}]、軸トルク T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$] 及び軸入力 P_L [kW] の値として、最も近いものを組み合わせたのは次のうちどれか。



	n_L [min^{-1}]	T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$]	P_L [kW]
(1)	200	16.0	12.1
(2)	200	576	12.1
(3)	7200	576	4147
(4)	7200	16.0	12.1
(5)	7200	16.0	4147

R06下 問11

問11 図に示すように、電動機が減速機と組み合わされて負荷を駆動している。このときの電動機の回転速度 n_m が 1200 min^{-1} 、トルク T_m が $100 \text{ N}\cdot\text{m}$ であった。減速機の減速比が6、効率が0.96のとき、負荷の回転速度 n_L [min^{-1}]、軸トルク T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$]及び軸入力 P_L [kW]の値として、最も近いものを組み合わせたのは次のうちどれか。



ω_m

	n_L [min^{-1}]	T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$]	P_L [kW]
(1)	200	16.0	12.1
(2)	200	576	12.1
(3)	7200	576	4147
(4)	7200	16.0	12.1
(5)	7200	16.0	4147

ギア比より

$$\frac{1}{6} = \frac{n_L}{n_m} \rightarrow n_L = \frac{1}{6} n_m = \frac{1}{6} \times 1200 = 200 \text{ min}^{-1}$$

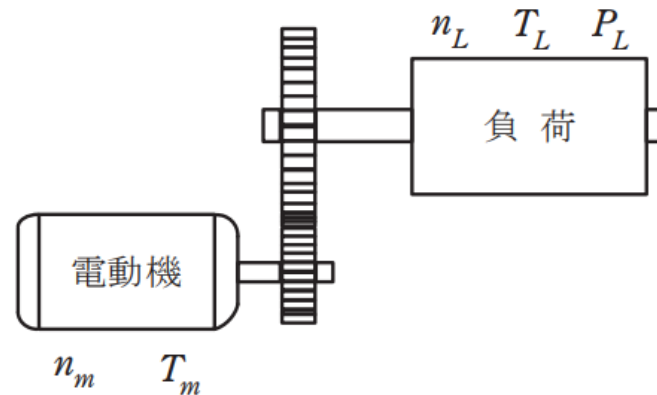
$$P_L = \eta P_m \rightarrow \omega_L T_L = \eta \omega_m T_m \rightarrow 2\pi \frac{n_L}{60} T_L = \eta \times 2\pi \frac{n_m}{60} T_m$$

$$T_L = \eta \times \frac{n_m}{n_L} T_m = 0.96 \times 6 \times 100 = 576 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$P_L = 2\pi \frac{n_L}{60} T_L = 2\pi \times \frac{200}{60} \times 576 = 12058 = 12.1 \text{ kW}$$

R05上 問11

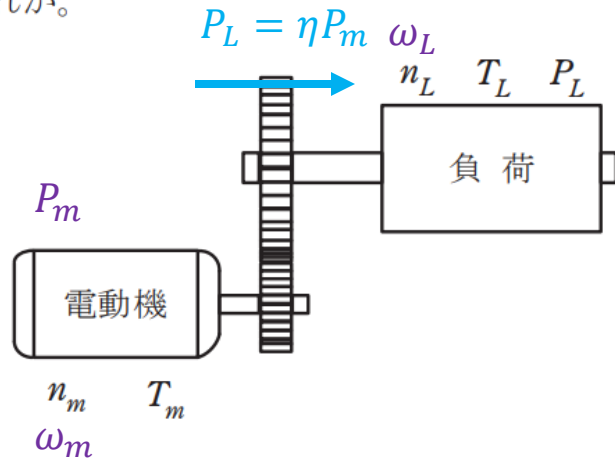
問 11 図に示すように、電動機が減速機と組み合わされて負荷を駆動している。このときの電動機の回転速度 n_m が 1150 min^{-1} 、トルク T_m が $100 \text{ N}\cdot\text{m}$ であった。減速機の減速比が 8、効率が 0.95 のとき、負荷の回転速度 n_L [min^{-1}]、軸トルク T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$] 及び軸入力 P_L [kW] の値として、最も近いものを組み合わせたのは次のうちどれか。



	n_L [min^{-1}]	T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$]	P_L [kW]
(1)	136.6	11.9	11.4
(2)	143.8	760	11.4
(3)	9200	760	6992
(4)	143.8	11.9	11.4
(5)	9200	11.9	6992

R05上 問11

問 11 図に示すように、電動機が減速機と組み合わされて負荷を駆動している。このときの電動機の回転速度 n_m が 1150 min^{-1} 、トルク T_m が $100 \text{ N}\cdot\text{m}$ であった。減速機の減速比が 8、効率が 0.95 のとき、負荷の回転速度 n_L [min^{-1}]、軸トルク T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$] 及び軸入力 P_L [kW] の値として、最も近いものを組み合わせたのは次のうちどれか。



ギア比より

$$\frac{1}{8} = \frac{n_L}{n_m} \rightarrow n_L = \frac{1}{8} n_m = \frac{1}{8} \times 1150 = 143.75 \text{ min}^{-1}$$

$$P_L = \eta P_m \rightarrow \omega_L T_L = \eta \omega_m T_m \rightarrow 2\pi \frac{n_L}{60} T_L = \eta \times 2\pi \frac{n_m}{60} T_m$$

$$T_L = \eta \times \frac{n_m}{n_L} T_m = 0.95 \times 8 \times 100 = 760 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$P_L = 2\pi \frac{n_L}{60} T_L = 2\pi \times \frac{143.75}{60} \times 760 = 11435 = 11.4 \text{ kW}$$

	n_L [min^{-1}]	T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$]	P_L [kW]
(1)	136.6	11.9	11.4
(2)	143.8	760	11.4
(3)	9200	760	6992
(4)	143.8	11.9	11.4
(5)	9200	11.9	6992

R03 問10

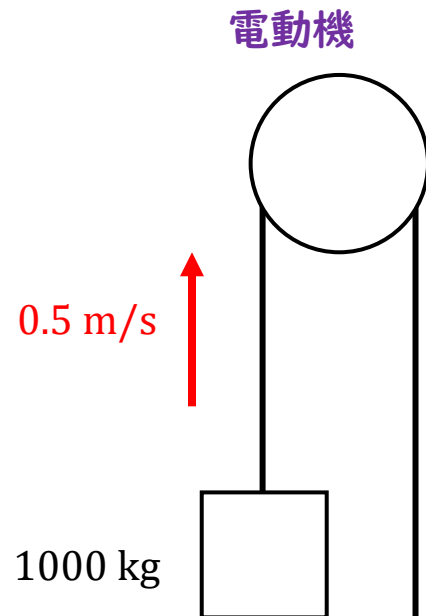
問10 巻上機によって質量1000 kgの物体を毎秒0.5 mの一定速度で巻き上げているときの電動機出力の値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、機械効率は90%、ロープの質量及び加速に要する動力については考慮しないものとする。

- (1) 0.6 (2) 4.4 (3) 4.9 (4) 5.5 (5) 6.0

R03 問10

問10 巻上機によって質量1000 kgの物体を毎秒0.5 mの一定速度で巻き上げているときの電動機出力の値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、機械効率は90%，ロープの質量及び加速に要する動力については考慮しないものとする。

- (1) 0.6 (2) 4.4 (3) 4.9 (4) 5.5 (5) 6.0



$$P = Fv = mgv = 1000 \times 9.8 \times 0.5 \text{ W}$$

与える電力(電動機出力 P_m) \times 機械効率 η =負荷電力 P

$$\eta P_m = P \rightarrow P_m = \frac{1}{\eta} P$$

$$P_m = \frac{1}{0.90} \times 1000 \times 9.8 \times 0.5 = 5444 \text{ W} \sim 5.5 \text{ kW}$$

R06上 問11



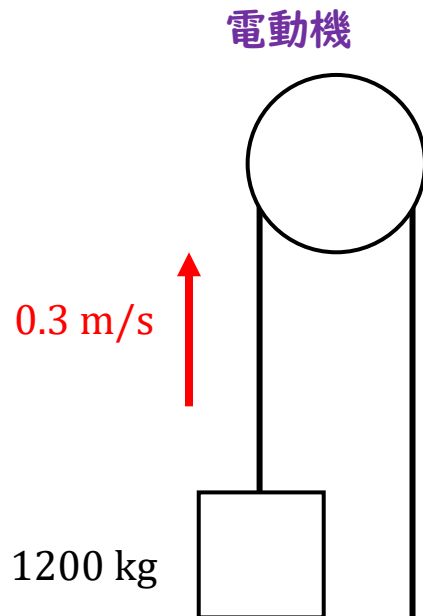
問 11 巻上機によって質量 1200 kg の物体を 0.3 m/s の一定速度で巻き上げているときの電動機出力[kW]の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、機械効率は 98 %，重力加速度は 9.8m/s^2 ，ロープの質量及び加速に要する動力については考慮しないものとする。

- (1) 3.4 (2) 3.5 (3) 3.6 (4) 3.7 (5) 3.8

R06上 問11

問 11 巻上機によって質量 1200 kg の物体を 0.3 m/s の一定速度で巻き上げているときの電動機出力[kW]の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、機械効率は 98 %，重力加速度は 9.8m/s^2 ，ロープの質量及び加速に要する動力については考慮しないものとする。

- (1) 3.4 (2) 3.5 (3) 3.6 (4) 3.7 (5) 3.8



$$P = Fv = mgv = 1200 \times 9.8 \times 0.3 \text{ W}$$

与える電力(電動機出力 P_m) \times 機械効率 η =負荷電力 P

$$\eta P_m = P \rightarrow P_m = \frac{1}{\eta} P$$

$$P_m = \frac{1}{0.98} \times 1200 \times 9.8 \times 0.3 = 3600 \text{ W} \sim 3.6 \text{ kW}$$

R04上 問11



問11 かごの質量が 250 kg, 定格積載質量が 1 500 kg のロープ式エレベータにおいて, 釣合いおもりの質量は, かごの質量に定格積載質量の 40% を加えた値とした。このエレベータで, 定格積載質量を搭載したかごを一定速度 100 m/min で上昇させるときに用いる電動機の出力の値 [kW] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。ただし, 機械効率は 75 %, 加減速に要する動力及びロープの質量は無視するものとする。

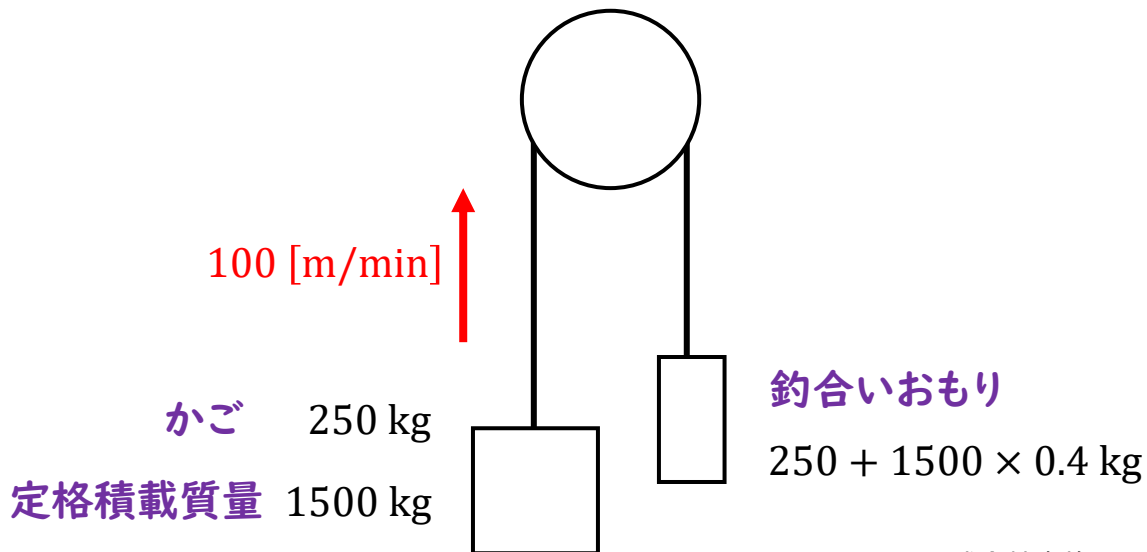
- (1) 2.00 (2) 14.7 (3) 19.6 (4) 120 (5) 1 180

R04上 問11

問11 かの質量が 250 kg, 定格積載質量が 1500 kg のロープ式エレベータにおいて, 釣合いおりの質量は, かの質量に定格積載質量の 40% を加えた値とした。このエレベータで, 定格積載質量を搭載したかごを一定速度 100 m/min で上昇させるときに用いる電動機の出力の値 [kW] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。ただし, 機械効率 は 75%, 加減速に要する動力及びロープの質量は無視するものとする。

- (1) 2.00 (2) 14.7 (3) 19.6 (4) 120 (5) 1180

電動機



$$F = (M_1 - M_2)g = \{(1500 + 250) - (250 + 1500 \times 0.4)\} \times 9.8 = 8820 \text{ N}$$

$$P = Fv = 8820 \times \frac{100}{60} = 14700 \text{ W}$$

与える電力 (電動機出力 P_m) × 機械効率 η = 負荷電力 P

$$\eta P_m = P \rightarrow P_m = \frac{1}{\eta} P$$

$$P_m = \frac{1}{0.75} \times 14700 = 19600 \text{ W} = 19.6 \text{ kW}$$

二種 R5 問2



問2 次の文章は、電気鉄道・電気自動車における電動機制御に関する記述である。

文中の [] にあてはまる最も適切なものを解答群から選べ。

電気鉄道や電気自動車は、搭載された電動機により車輪・タイヤに回転力を伝え、レールや路面と車輪・タイヤとの摩擦により駆動する。電気自動車では、永久磁石同期電動機が主流であるが、電気鉄道では、かご形の (1) が現在広く使われており、1インバータで複数台の (1) を駆動する方式が主流である。また、(2) する際に、駆動用の電動機を用いて、運動エネルギーを (3) に変換する方式がある。変換されたエネルギーは、電気鉄道では架線・レールを通じて他の列車により消費され、電気自動車では (4) に蓄えられる。この制動方法のことを (5) と呼び、エネルギーの再利用が可能である。

しかし、電気自動車の (4) が満充電である場合には、(5) を利用する事は出来ないため、このようなときには、従来の摩擦によるブレーキに切り替える制御が用いられる。また、電気鉄道では、他の列車により (3) を消費できない場合には、(2) する車両の電動機を用いて変換した (3) を車上の抵抗で消費する方法などが用いられている。

[問2の解答群]

- | | | |
|--------------|-------------|---------------|
| (イ) 直流直巻電動機 | (ロ) 誘導電動機 | (ハ) 巻線界磁同期電動機 |
| (ニ) 力行 | (ホ) 制動 | (ヘ) 始動 |
| (ト) 位置エネルギー | (チ) 電気エネルギー | (リ) 熱エネルギー |
| (ヌ) エンジンブレーキ | (ル) 回生ブレーキ | (レ) 空気ブレーキ |
| (ワ) バッテリー | (カ) 燃料タンク | (コ) 充電器 |

二種 R5 問2



問2 次の文章は、電気鉄道・電気自動車における電動機制御に関する記述である。

文中の [] にあてはまる最も適切なものを解答群から選べ。

電気鉄道や電気自動車は、搭載された電動機により車輪・タイヤに回転力を伝え、レールや路面と車輪・タイヤとの摩擦により駆動する。電気自動車では、永久磁石同期電動機が主流であるが、電気鉄道では、かご形の (1) が現在広く使われており、1インバータで複数台の (1) を駆動する方式が主流である。また、(2) する際に、駆動用の電動機を用いて、運動エネルギーを (3) に変換する方式がある。変換されたエネルギーは、電気鉄道では架線・レールを通じて他の列車により消費され、電気自動車では (4) に蓄えられる。この制動方法のことを (5) と呼び、エネルギーの再利用が可能である。

しかし、電気自動車の (4) が満充電である場合には、(5) を利用する事は出来ないため、このようなどきには、従来の摩擦によるブレーキに切り替える制御が用いられる。また、電気鉄道では、他の列車により (2) を消費できない場合には、(2) する車両の電動機を用いて変換した (3) を車上の抵抗で消費する方法などが用いられている。

[問2の解答群]

- | | | |
|---------------|-----------------|---------------|
| (イ) 直流直巻電動機 | (ロ) 誘導電動機 (1) | (ハ) 巻線界磁同期電動機 |
| (ニ) 力行 | (ホ) 制動 (2) | (ヘ) 始動 |
| (ト) 位置エネルギー | (フ) 電気エネルギー (3) | (リ) 熱エネルギー |
| (ヌ) エンジンブレーキ | (ル) 回生ブレーキ (5) | (レ) 空気ブレーキ |
| (ワ) バッテリー (4) | (カ) 燃料タンク | (コ) 充電器 |

制動：減速すること
力行：加速すること

回生ブレーキ：運動エネルギーの一部を電気エネルギーに変換して、電源やバッテリーに回生することで減速する

二種 R6 問2

問2 次の文章は、電動機駆動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。

電気鉄道では、直流直巻電動機を用いた車両が多く造られていたが、近年では (1) 電動機をインバータで駆動する車両が主流になった。 (1) 電動機ではすべり s を (2) とすることで回生制動をかけることができ、車両の運動エネルギーを電気エネルギーとして電源に回生することができる。また、直流電動機では (3) が摩耗するため、定期的に新しい (3) へ交換する必要があるが、 (1) 電動機ではその必要性がなく、保守性を改善できる。また、インバータの半導体スイッチとしては、シリコン(Si)半導体を用いた IGBT((4))が主流であるが、炭化ケイ素(SiC)のMOSFETを採用した車両も導入が進みつつある。

鉄道ではインバータで (1) 電動機を駆動する際にはベクトル制御が使われることが多いが、一般産業では電動機の一次電圧 V_1 [V]と電氣的周波数 f_1 [Hz]の関係を (5) 一定として制御することで定トルク特性で用いることもある。

[問2の解答群]

- | | | |
|--|-----------------------|-----------------|
| (イ) スリップリング | (ロ) フィルタリアクトル | (ハ) 直流分巻 |
| (ニ) $s < 0$ | (ホ) $s = 0$ | (ヘ) $V_1 f_1$ |
| (ト) $V_1^3 f_1$ | (チ) $\frac{V_1}{f_1}$ | (リ) $0 < s < 1$ |
| (ヌ) 誘導 | (ル) 同期 | (レ) ブラシ |
| (ワ) Integrated Gate Bipolar Transistor | | |
| (カ) Insulated Gate Bipolar Transistor | | |
| (コ) Injected Gate Bipolar Transistor | | |

二種 R6 問2



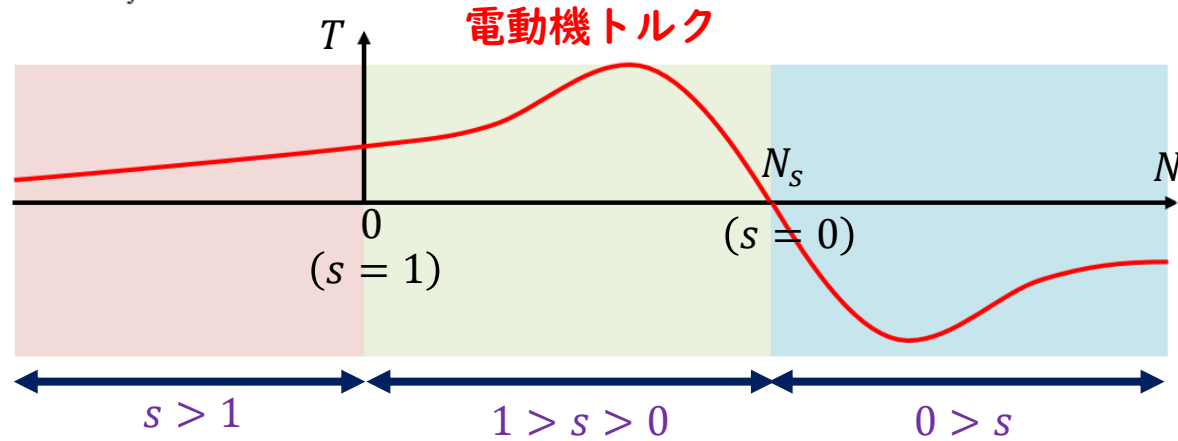
問2 次の文章は、電動機駆動に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

電気鉄道では、直流直巻電動機を用いた車両が多く造られていたが、近年では (1) 誘導 電動機をインバータで駆動する車両が主流になった。 (1) 誘導 電動機ではすべり s を (2) $s < 0$ とすることで回生制動をかけることができ、車両の運動エネルギーを電気エネルギーとして電源に回生することができる。また、直流電動機では (3) ブラシ が摩擦するため、定期的に新しい (3) ブラシ へ交換する必要があるが、 (1) 誘導 電動機ではその必要性がなく、保守性を改善できる。また、インバータの半導体スイッチとしては、シリコン(Si)半導体を用いた IGBT((4) Insulated Gate Bipolar Transistor)が主流であるが、炭化ケイ素(SiC)のMOSFETを採用した車両も導入が進みつつある。

鉄道ではインバータで (1) 誘導 電動機を駆動する際にはベクトル制御が使われることが多いが、一般産業では電動機の一次電圧 V_1 [V]と電氣的周波数 f_1 [Hz]の関係をも (5) $\frac{V_1}{f_1}$ 一定として制御することで定トルク特性で用いることもある。

[問2の解答群]

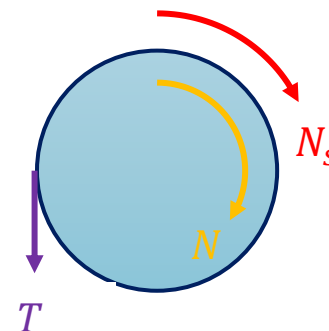
- | | | |
|---|---------------------------|-----------------|
| (イ) スリップリング | (ロ) フィルタリアクトル | (ハ) 直流分巻 |
| (ニ) $s < 0$ (2) | (ホ) $s = 0$ | (ヘ) $V_1 f_1$ |
| (ト) $V_1^3 f_1$ | (チ) $\frac{V_1}{f_1}$ (5) | (リ) $0 < s < 1$ |
| (ス) 誘導 (1) | (ル) 同期 | (レ) ブラシ (3) |
| (7) Integrated Gate Bipolar Transistor | | |
| (カ) Insulated Gate Bipolar Transistor (4) | | |
| (3) Injected Gate | | |



$0 > s$ 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 H27 問3

問3 次の文章は、電気鉄道の電力回生車の導入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。

直流電気鉄道においては、ブレーキ時に電動機を発電機として動作させ、電力を架線に戻す電力回生車の導入が増えている。しかしながら、通常の直流電気鉄道の変電所では、ダイオード整流器は直流側から交流側への (1) ができないため、電力回生車のブレーキの電力を (2) で消費しきれない場合には (3) を招くこととなって、エネルギーの有効活用が阻害される。

(3) 防止策としては、自励整流装置やインバータなどを設備し、交流側へ (1) させる方法のほか、直流側に電力貯蔵装置を適用する方法がある。日本では電力貯蔵装置としてフライホイール、二次電池、 (4) が実用化されている。

首都圏のように電車密度の ^{ちゆう}稠密な路線では、回生車の電力は (2) で有効利用され、貯蔵装置は設置されていない。貯蔵装置は、電車の (5) が5～10分程度の都市近郊区間を中心に設置が進められている。現在我が国の直流電気鉄道では、変電所や鉄道沿線に20か所程度の電力貯蔵装置が設備されている(2013年度末)。

〔解答群〕

- | | | | |
|----------|------------|------------|-----------|
| (イ) 単独運転 | (ロ) 沿線配電負荷 | (ハ) 燃料電池 | (ニ) 停車時間 |
| (ホ) 連続制御 | (ヘ) 逆変換 | (ト) 回生失効 | (フ) キャパシタ |
| (リ) 電圧低下 | (ヌ) 力行車 | (ル) 力行時間 | (ク) 運行間隔 |
| (ロ) SMES | (カ) トロリ線 | (コ) ブレーキ故障 | |



【イーデン】



二種 H27 問3

問3 次の文章は、電気鉄道の電力回生車の導入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。

直流電気鉄道においては、ブレーキ時に電動機を発電機として動作させ、電力を架線に戻す電力回生車の導入が増えている。しかしながら、通常の直流電気鉄道の変電所では、ダイオード整流器は直流側から交流側への [(1)] ができないため、電力回生車のブレーキの電力を [(2)] で消費しきれない場合には [(3)] を招くこととなって、エネルギーの有効活用が阻害される。
[(3)] 防止策としては、自励整流装置やインバータなどを設備し、交流側へ [(1)] させる方法のほか、直流側に電力貯蔵装置を適用する方法がある。日本では電力貯蔵装置としてフライホイール、二次電池、 [(4)] が実用化されている。

首都圏のように電車密度の ちゆう 稠密な路線では、回生車の電力は [(2)] で有効利用され、貯蔵装置は設置されていない。貯蔵装置は、電車の [(5)] が5～10分程度の都市近郊区間を中心に設置が進められている。現在我が国の直流電気鉄道では、変電所や鉄道沿線に20か所程度の電力貯蔵装置が設備されている(2013年度末)。

[解答群]

- | | | | |
|----------|-------------|--------------|---------------|
| (イ) 単独運転 | (ロ) 沿線配電負荷 | (ハ) 燃料電池 | (ニ) 停車時間 |
| (ホ) 連続制御 | (ヘ) 逆変換 (1) | (ト) 回生失効 (3) | (チ) キャパシタ (4) |
| (リ) 電圧低下 | (ヌ) 力行車 (2) | (ル) 力行時間 | (テ) 運行間隔 (5) |
| (ワ) SMES | (カ) トロリ線 | (コ) ブレーキ故障 | |

回生ブレーキをかける

→余ったエネルギーが加速中の電車(力行車)で使われる

→エネルギーが余るとブレーキが利かない(回生失効)

ご聴講ありがとうございました!!