

平成 15 年度 主任 船舶 電装 士

検定筆記試験問題標準解答

問 1 次の文章のうち船舶設備規程上正しいものには 印を、正しくないものには×印を () 内につけよ。(6点)

- () 船舶の安全性又は居住性に直接関係のある回転機械(発電機、電動機)の軸方向は、なるべく船首尾方向と一致させなければならない。
- (×) 3心E P ゴム絶縁ビニルシ - スあじろがい装ケ - ブル(T P Y C)は、その外径の5倍の半径でわん曲してもよい。
- (×) 水密甲板又は水密隔壁を貫通する回路はカラー、鉛を用いて保護しなければならない。
- () 総トン数9,600トンの旅客フェリ - (ロ - ルオン・ロ - ルオフ旅客船)には、蓄電池一体型非常照明装置を備え付けなければならない。
- () 照明装置の最終分岐回路に接続する電灯及び小形電気器具の総数は、15個以下でなければならない。
- (×) 蓄電池室、塗料庫の照明設備は安全増防爆構造のものでなければならない。
- () 操舵装置の電気式の制御装置の給電回路には、過負荷電流を遮断するヒューズ又は配線用遮断器を設けてはならない。
- (×) 近海区域を航行区域とする総トン数2,900トンの貨物船は非常電源を備える必要はない。
- (×) 配電盤から動力設備及び電熱設備に至る回路は、これらの配電盤より照明設備に至る回路から分岐して配線してもよい。

問 2 船舶設備規程で発電設備の容量についてどのように定められているか簡単に述べよ。

また主電源として2組以上の発電設備を備えなければならない船舶を3つあげよ。(5点)

(1) 発電設備の容量

(答) 船舶には、当該船舶の安全性又は居住性に直接関係のある電気利用設備に必要な電力を十分に供給することができる常用の発電設備を備えなければならない。ただし、当該電力の供給を外部から受ける係留船については、この限りでない。

(2) 主電源として2組以上の発電設備を備えなければならない船舶

(答) 下記項目から3つ選ぶ。

外洋航行船

外洋航行船以外の旅客船(係留船を除く。)

係留船(管海官庁が当該係留船の態様を考慮して必要と認めるものに限る。)

国際航海に従事する総トン数500トン以上の漁船

、及び に掲げる船舶以外の機関区域無人化船

問 3 船舶設備規程で外洋航行船の電動操舵装置及び電動油圧操舵装置の電動機に給電する回路について、どのように定められているか3つ述べよ。(6点)

(答) 下記項目から3つ選ぶ。

主配電盤から他の配電盤を経由せず給電するものであること。ただし、1の回路は非常配電盤を経由するものとすることができる。

主配電盤からの回路は、この目的のためにのみに備える2以上のものであること。ただし、総トン数1,600トン未満の船舶にあっては、主操舵装置及び補助操舵装置のいずれの動力も専用の電動機による場合に限る。

各回路の容量は、同時に作動することのある電動機に十分給電し得るものであること。

各回路は、同時に損傷をうけることのないように1の端から他の端までできる限り離して布設したものであること。

問4 船舶設備規程上電気式の航海灯に関する事項について次の問に答えよ。(6点)

(1) 航海灯には、いかなる電源が必要か。

(答) 常用の電源及び予備の独立の電源が必要である。

(2) 総トン数500トン以上の船舶の電源から航海灯制御盤までの電路については、どのように規定されているか。

(答) 総べての電源を通じて2回路以上とし、かつ、うち1回路は独立のものとし、他の1回路は航海船橋上において使用する小形照明器具以外のものに給電する電路と共用しないものとしなければならない。

(3) 総トン数500トン以上の船舶に備える航海灯制御盤には、いかなる装置を備えなければならないか。

(答) 各航海灯の開閉器を設置したものであり、かつ航海灯が電球の織糸の切断その他の原因により消灯した場合、これを自動的に表示し、かつ、ブザー等により警報する装置を備えなければならない。

問5 小型船舶安全規則で小型船舶に装備する蓄電池室及び蓄電池箱については、どのように規定されているか述べよ。

(6点)

(答) 蓄電池は適当な換気装置を備え付けた蓄電池室又は保護おおいを施した適当な箱に収めて通風良好な場所に設置しなければならない。

蓄電池室又は蓄電池箱は、他の電気設備及び火気から十分隔離しなければならない。

酸性蓄電池を収める蓄電池室又は箱には、有効な防食措置を施さなければならない。

問6 予備検査とはどのような検査か説明し、電気設備で予備検査の対象となる物件名を5つあげよ。(8点)

(1) 予備検査とは

(答) 船舶の一般施設として物件を備え付ける場合に、これを備え付ける船舶が特定しない場合でも、事前に検査を受けることができる。この検査を予備検査という。

(2) 電気設備で予備検査の対象物件

(答) 下記項目から5つ選ぶ。

発電機	制御器
電動機	防爆型の電気器具
変圧器	定周波装置
配電盤	

問7 製造工場において行う450〔V〕、300〔kVA〕三相交流発電機の耐電圧試験の方法について簡単に述べ、その試験電圧を示せ。(6点)

耐電圧試験の方法

(答) 発電機の充電部と大地間、又は充電部分相互間に規定の電圧を1分間印加する。

試験電圧

(答) $2E + 1,000 = 2 \times 450 + 1,000 = 1,900$ 〔V〕

問8 新造時の船内における電気設備の検査時期について、一般に標準となっている時期を6つあげよ。(6点)

(答) 下記項目から6つ選ぶ。

電気機器及び電路の位置出し(墨出し)の終わったとき。

主要電気機器(発電機、配電盤、変圧器、電動機、始動器等)の取付けが終わったとき。

区画ごと(機関室、居住区画、上甲板又は船倉内等)のケ-ブルの布設が終わったとき。

居住区画等の内張工事を行う前で、同区画の電路布設が終わったとき。

タンカ-等で危険場所における防爆形電気機器及びそのケ-ブルの取付けが終わったとき。(進水前)

船底部に取付ける電気装備品(ログ、音響測深機等)の取付けが終わったとき。(進水前)

各種電気機器の結線が終わったとき。

各種電気機器の性能試験を行うとき。

海上試運転のとき。

絶縁抵抗測定と電気艤装工事完了のとき。(最終確認検査)

問9 電動機が遠隔及び自動制御される場合に、船内にて行われる次の試験について簡単に述べよ。(6点)

自動発停試験

(答) 液面又は圧力などの高・低により自動発停する装置が検出器の設定値どおりに作動することを確認する試験である。

自動切換試験

(答) 二重装備の電動機のうち1台を運転し、1台を待機の状態として、運転中の電動機又はポンプを無電圧又はポンプの吐出圧力を低下させた場合、待機電動機が自動的に始動することを確認する試験である。

非常停止試験

(答) 火災発生時に停止する各種燃料油装置のポンプ、各種通風装置(機関室通風機、ポンプ室通風機、居住区通風機、空調関係、貨物倉通風機等)及び貨物油ポンプ等についてその外部に設けられた非常停止ボタンを操作して電動機が確実に停止することを確認する試験である。

問10 かご形誘導電動機の下記代表的な減電圧始動の始動電流と始動トルクの値を全電圧始動の値と比較せよ。(6点)

始動方法の名称		始動電流・始動トルクの値の全電圧始動の値との比較
1	スタ-デルタ始動	始動電流、始動トルクがいずれも全電圧始動の1/3となる。
2	リアクトル始動	電動機にかかる電圧が全電圧の〔%〕になるように選ぶと電動機の始動電流も全電圧の〔%〕となる。一方トルクは巻線電流の2乗に比例するから全電圧時の ² 〔%〕の値となる。
3	始動補償器始動 (コンドルファ始動)	始動電流及び始動トルクとも全電圧始動の場合の値に変圧器のタップ値〔%〕の2乗を乗じた値となる。

(答) 問題の表中右欄に記載。

問 11 下表は、電力調査表の一部を記載したものであるが、空欄の必要な箇所に数値を記入し、設備すべき発電機の容量と台数を下記の発電機定格出力表中から選んで決定せよ。ただし、負荷の総合力率は、80%（遅れ）とし、数値は小数点以下第1位まで求めること。（小数点以下第2位を四捨五入する。）（11点）

装置名	電動機			需要率〔%〕と電力消費量〔kW〕														
	出力 (kW)	台数	総入力 (kW)	航海中		出入港中			荷役中			停泊中						
				〔%〕	〔kW〕		〔%〕	〔kW〕		〔%〕	〔kW〕		〔%〕	〔kW〕				
					C.L	I.L		C.L	I.L		C.L	I.L		C.L	I.L			
揚描機兼揚貨機用油圧ポンプ	90 (効率0.9)	1	100.0															
主機潤滑油ポンプ	37	1	41.0	80	32.8		80	32.8										
主機冷却海水ポンプ	30	1	33.0	80	26.4		80	26.4										
消防兼雑用水ポンプ	22	1	24.4				80		19.5	80		19.5	80				19.5	
燃料油移送ポンプ	3.7	1	4.4	70		3.1	70		3.1	70		3.1						
操舵機	7.5	2	8.5 ×2	25 ×1/2	2.1		50 ×1/2	4.2										
その他の連続運転負荷（航海中）	225.0	1	250.0	80	200.0													
その他の断続運転負荷（航海中）	67.0	1	75.0	80		60.0												
その他の連続運転負荷（出入港中）	305.0	1	340.0				80	272.0										
その他の断続運転負荷（出入港中）	68.0	1	76.0				80		60.8									
その他の連続運転負荷（荷役中）	315.0	1	350.0							80	280.0							
その他の断続運転負荷（荷役中）	73.5	1	81.0							80		64.8						
その他の連続運転負荷（停泊中）	113.5	1	126.0										80				100.8	
その他の断続運転負荷（停泊中）	48.0	1	54.0										80					43.2
連続運転負荷需要電力	〔kW〕			261.3		405.4			350.0			100.8						
断続運転負荷合計電力	〔kW〕			63.1		83.4			87.4			62.7						
1 / 不等率	〔%〕			60		60			60			60						
断続運転負荷需要電力	〔kW〕			37.9		50.0			52.4			37.6						
合計需要電力	〔kW〕			299.2		455.4			402.4			138.4						
運転発電機	〔kW〕			360×1台		360×2台			360×2台			360×1台						
発電機負荷率	〔%〕			83.1		63.3			55.9			38.4						
設備発電機	容量×台数			360 kW (450 kVA) × 2 台														

発電機定格出力表〔kW〕

200, 240, 360, 400

C.L.....連続運転負荷

I.L.....断続運転負荷

（答）問題の表中（アンダ - ライン上）に記入。

問12 配電回路の保護について次の事項を簡単に説明せよ。(6点)

(1) 選択遮断方式

(答) 回路に短絡を含む過電流が流れたとき、故障回路に直接関係のある保護装置だけが動作し、健全な回路には給電が維持されるよう遮断動作をする保護方式をいう。

(2) 優先遮断方式

(答) 船舶が航海中、運転中の発電機が過負荷になった場合、又は過負荷になる恐れがある場合、重要負荷への給電の持続を確保するため、重要でない回路を自動的に切り離し、発電機の遮断器(ACB)がトリップして全給電が停止することを防止する保護方式をいう。

問13 下記の主電路系統図について次の問に答えよ。(12点)

(1) 次の場合の短絡電流の概算値を簡易計算法により計算せよ。

(印の方向に流れる電流を計算すること。)

(イ) A点で短絡した場合、配線用遮断器MCCB₁を流れる短絡電流[A]

(答) 発電機から供給される短絡電流 $I_G = 2 \times 10 \times 380 = 7,600$ [A]

MCCB₂ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m2} = 3 \times 200 = 600$ [A]

よってMCCB₁ を流れる短絡電流 $= I_G + I_{m2} = 7,600 + 600 = \underline{8,200}$ [A]

(ロ) B点で短絡した場合、配線用遮断器MCCB₃を流れる短絡電流[A]

(答) 発電機から供給される短絡電流 $I_G = 2 \times 10 \times 380 = 7,600$ [A]

MCCB₁ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m1} = 3 \times 27 = 81$ [A]

MCCB₂ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m2} = 3 \times 200 = 600$ [A]

よってMCCB₃ を流れる短絡電流 $= I_G + I_{m1} + I_{m2} = 7,600 + 81 + 600 = \underline{8,281}$ [A]

(2) 図中の 内にACB₁の標準的引外し電流設定値(長限時)を記入せよ。

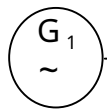
(答) ACB₁の引外し電流設定値 = 発電機の定格電流 $\times 1.15$
 $= 380 \times 1.15$
 $= \underline{437}$ [A]

(3) 図中の の 内にケ-ブルの種類と大きさ[mm²]を下表より選んで記入せよ。

(答) TPYC - 120 \times 2本又はTPYC - 70 \times 3本
 TPYC - 6
 TPYC - 10
 TPYC - 35

主電路系統

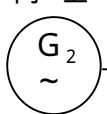
1号三相交流発電機
AC450V、60Hz
定格電流 380A



437 [A]
ACB₁



2号三相交流発電機
同上



TPYC-120x2
又はTPYC-70x3

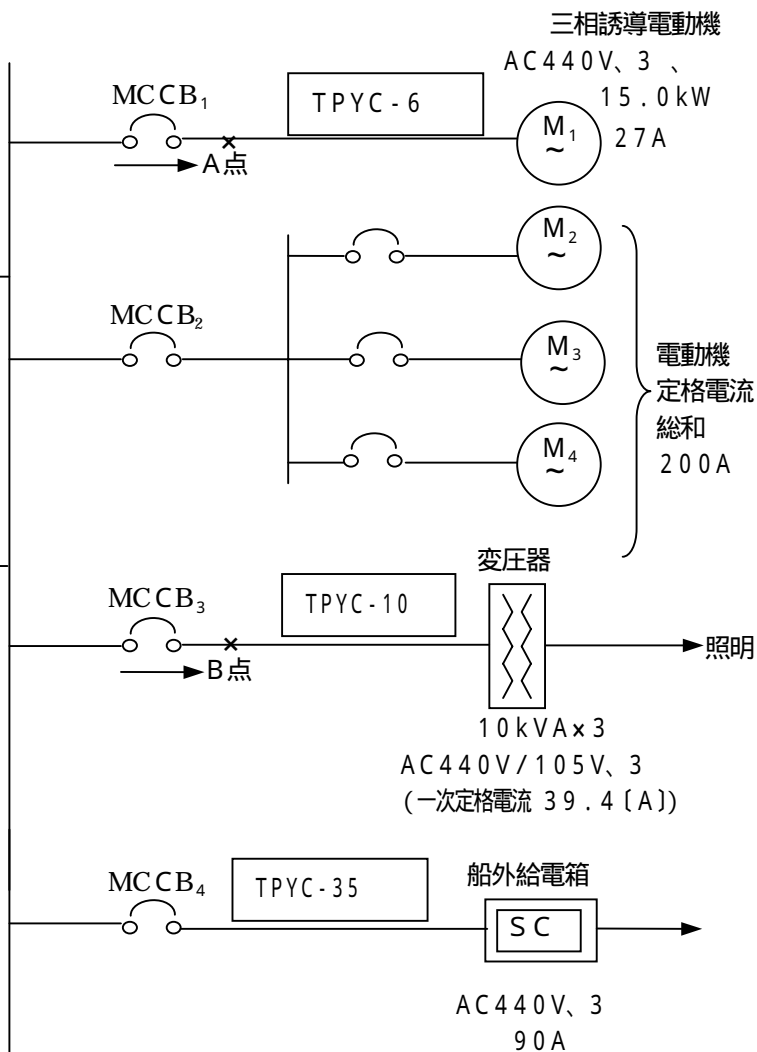


表 ケ - ブルの許容電流 (周囲温度 45) (新JIS電線)

種類	大きさ [mm ²]	許容電流 [A]	種類	大きさ [mm ²]	許容電流 [A]
TPYC-1.5		14	TPYC-35		102
TPYC-2.5		20	TPYC-50		126
TPYC-4		27	TPYC-70		158
TPYC-6		34	TPYC-95		193
TPYC-10		47	TPYC-120		224
TPYC-16		63	TPYC-150		256
TPYC-25		84	TPYC-185		291

問14 下図の平衡星形結線（スター結線）の負荷に線間電圧440〔V〕の三相交流電圧を加えた時、その線電流 I_ℓ 〔A〕、負荷力率〔%〕及び負荷電力 P 〔kW〕を求めよ。ただし、各相のインピーダンス Z はそれぞれ等しく、抵抗 $R=4$ 〔 Ω 〕、リアクタンス $X_L=3$ 〔 Ω 〕とする。（6点）

線電流

(答) 相電圧 $V_p = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254.0$ 〔V〕

各相のインピーダンス $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$ 〔 Ω 〕

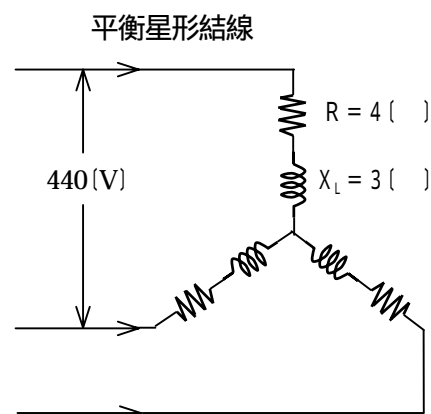
線電流 $I_\ell = \frac{V_p}{Z} = \frac{254.0}{5} = 50.8$ 〔A〕

負荷力率

(答) 負荷力率 $\cos \theta = \frac{R}{Z} \times 100$ 〔%〕 $= \frac{4}{5} \times 100 = 80$ 〔%〕

負荷電力

(答) 負荷電力 $P = \sqrt{3} \cdot V_\ell \cdot I_\ell \cdot \cos \theta \times 10^{-3}$ 〔kW〕
 $= \sqrt{3} \times 440 \times 50.8 \times 0.8 \times 10^{-3} = 31.0$ 〔kW〕



問15 下図の平衡三角結線（デルタ結線）の負荷に線間電圧440〔V〕の三相交流電圧を加えた時、その線電流 I_ℓ 〔A〕、負荷力率〔%〕及び負荷電力 P 〔kW〕を求めよ。ただし、各相のインピーダンス Z はそれぞれ等しく、抵抗 $R=4$ 〔 Ω 〕、リアクタンス $X_L=3$ 〔 Ω 〕とする。（6点）

線電流

(答) 相電圧 $V_p = 440$ 〔V〕

各相のインピーダンス $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$
 $= \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$ 〔 Ω 〕

相電流 $I_p = \frac{V_p}{Z} = \frac{440}{5} = 88$ 〔A〕

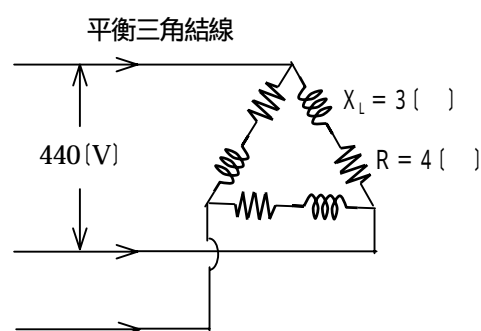
線電流 $I_\ell = \sqrt{3} I_p = \sqrt{3} \times 88 = 152.4$ 〔A〕

負荷力率

(答) 負荷力率 $\cos \theta = \frac{R}{Z} \times 100$ 〔%〕 $= \frac{4}{5} \times 100 = 80$ 〔%〕

負荷電力

(答) 負荷電力 $P = \sqrt{3} \cdot V_\ell \cdot I_\ell \cdot \cos \theta \times 10^{-3}$ 〔kW〕



$$= \sqrt{3} \times 440 \times 152.4 \times 0.8 \times 10^{-3} = \underline{92.9} \text{ [kW]}$$

問16 図のように抵抗 $R = 30 \text{ [} \Omega \text{]}$ 誘導リアクタンス $X_L = 40 \text{ [} \Omega \text{]}$ の並列回路に 100 [V] の単相交流電圧を加えた場合、次の問に答えよ。(8点)

(1) 負荷の合成インピーダンス $Z \text{ [} \Omega \text{]}$ を求めよ。

$$\text{(答)} \quad Z = \frac{R \cdot X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{30 \times 40}{\sqrt{30^2 + 40^2}} = \frac{1,200}{50} = \underline{24.0} \text{ [} \Omega \text{]}$$

(2) 抵抗 R を流れる電流 $I_R \text{ [A]}$ を求めよ。

$$\text{(答)} \quad I_R = \frac{E}{R} = \frac{100}{30} = \underline{3.33} \text{ [A]}$$

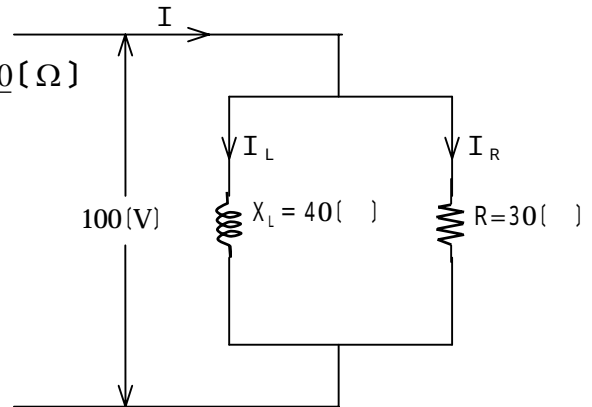
(3) 誘導リアクタンス X_L を流れる電流 $I_L \text{ [A]}$ を求めよ。

$$\text{(答)} \quad I_L = \frac{E}{X_L} = \frac{100}{40} = \underline{2.5} \text{ [A]}$$

(4) 回路の電流 $I \text{ [A]}$ を求めよ。

(答)

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{100}{24.0} = \underline{4.17} \text{ [A]} \quad \text{又は} \quad I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{3.33^2 + 2.5^2} = \underline{4.17} \text{ [A]}$$



問17 定格容量(皮相電力) 350 [kVA] 、定格電圧 450 [V] 、周波数 60 [Hz] の三相交流発電機について下記の問に答えよ。(8点)

(1) 定格電流 $I \text{ [A]}$ を求めよ。

(答) 三相交流発電機の定格容量 $P_a \text{ [kVA]}$ は

$$P_a = \sqrt{3} V I \times 10^{-3} \text{ [kVA]}$$

$$\text{定格電流} \quad I = \frac{P_a \times 10^3}{\sqrt{3} V} = \frac{350 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 450} = \underline{449} \text{ [A]}$$

(2) 負荷率 80 [\%] のときの出力 $P \text{ [kW]}$ を求めよ。

(答) 発電機の出力 $P = 350 \times 0.8 = \underline{280} \text{ [kW]}$

(3) 定格出力で運転中の発電機を急に無負荷にしたとき電圧が 463 [V] となった。この時の電圧変動率 [\%] を求めよ。

(答)

$$\text{電圧変動率} \quad \varepsilon = \frac{V_0 - V_n}{V_n} \times 100 = \frac{463 - 450}{450} \times 100 = \underline{2.9} \text{ [\%]}$$

V_0 : 定格出力から無負荷になった時の電圧、 V_n : 定格負荷時の電圧

(4) 負荷率が 80 [\%] のときの原動機の出力 $P_E \text{ [kW]}$ を求めよ。

ただし、発電機の効率 は 92 [\%] とする。

(答)

$$\text{原動機出力 } P_E = \frac{P}{\eta} = \frac{280}{0.92} = \underline{304.3} \text{ [kW]}$$

問18 4極の三相誘導電動機に端子電圧が440 [V]、周波数が60 [Hz]の電源を入れ定格負荷をかけたとき、回転速度は1,725 [min⁻¹]、電流は65 [A]、力率は83 [%]であった。次の問に答えよ。(8点)
ただし、誘導電動機の効率を90 [%]とする。(注:単位 [min⁻¹]は従来の [rpm]と同じである。)

(1) 電動機の入力 P_I [kW] を求めよ。

$$\text{(答) 入力 } P_I = \sqrt{3} V I \cos \theta = \sqrt{3} \times 440 \times 65 \times 0.83 \times 10^{-3} \text{ [kW]} = \underline{41} \text{ [kW]}$$

(2) 電動機出力 P_O [kW] を求めよ。

$$\begin{aligned} \text{(答) 電動機の効率を } \eta \text{ とすれば} \\ \text{電動機出力 } P_O &= \text{電動機入力 } P_I \times \eta \\ &= 41 \times 0.90 = \underline{37} \text{ [kW]} \end{aligned}$$

(3) 電動機の同期回転速度 N_s [min⁻¹] を求めよ。

$$\begin{aligned} \text{(答) } P \text{ を極数、} f \text{ を周波数 [Hz] とすれば} \\ \text{同期回転速度 } N_s &= \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 60}{4} = \underline{1,800} \text{ [min}^{-1} \text{]} \end{aligned}$$

(4) 電動機のすべり s [%] を求めよ。

(答) 同期回転速度を N_s [min⁻¹]、定格負荷時の回転速度を N [min⁻¹] とすると

$$\text{すべり } s = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100 = \frac{1,800 - 1,725}{1,800} \times 100 = \underline{4.2} \text{ [\%]}$$

以上