

各問題の末尾の【参照】は、当協会が刊行している「船舶電気装備技術講座」の掲載場所を示しています。

【電気装備技術基準編】

問1. 次の船舶のうち、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には「○」印を、備えなくてもよい船舶には「×」印を（ ）内に記入せよ。(5点)

- (○) ① 近海区域を航行区域とする総トン数4,000トンの貨物船
- (×) ② 沿海区域を航行区域とする総トン数499トンのタンカー
- (×) ③ 総トン数499トンの漁船
- (○) ④ 国際航海に従事する総トン数700トンの貨物船
- (○) ⑤ 沿海区域を航行区域とする総トン数200トンの旅客船

【解説】次に掲げる船舶の主電源は、2組以上の発電設備により構成されなければならない。

- (1) 外洋航行船
- (2) 外洋航行船以外の旅客船（係留船を除く。）
- (3) 係留船（管海官庁が当該係留船の係留の態様を考慮して必要と認めるものに限る。）
- (4) 国際航海に従事する総トン数500トン以上の漁船
- (5) (1)、(2)及び(4)に掲げる船舶以外の機関区域無人化船

問①及び④は(1)により、また問⑤は(2)により装備しなければならない。

問②は(1)により、また問③は(4)により、装備が求められない。

【2 船舶設備規程 2.4 電気設備 2.4.2 発電機及び電動機 第183条の2(主電源) (36、37頁)参照】

問2. 「航海用具の基準を定める告示」で定められている船灯の色、水平射光範囲、光達距離及び設置場所について、適切な語句を表中の空欄 に記入せよ。(0.5×16=8点)

船灯の種類	色	水平射光範囲 (射光角度〔度〕)	光達距離 〔海里〕	設置場所
第1種マスト灯	<input type="text" value="白"/>	<input type="text" value="225"/> 度	<input type="text" value="6"/> 海里	船舶の 中心線上
第2種マスト灯			5海里	
第3種マスト灯			3海里	
第1種舷灯	左舷灯 <input type="text" value="紅"/>	112.5 度	3海里	—
第2種舷灯	右舷灯 <input type="text" value="緑"/>		2海里	
第1種船尾灯	白	135 度	<input type="text" value="3"/> 海里	できる限り <input type="text" value="船尾近く"/>
第2種船尾灯			2海里	
第1種両色灯	紅及び緑	左右各舷 <input type="text" value="112.5"/> 度	2海里	船舶の <input type="text" value="中心線上"/>
第1種三色灯	左舷側 <input type="text" value="紅"/> 右舷側 <input type="text" value="緑"/> 後部 <input type="text" value="白"/>	左右各舷 <input type="text" value="112.5"/> 度 後部 <input type="text" value="135"/> 度	2海里	* 船舶の中心線上 でマストの最上部 又はその付近の最 も見えやすい場所
第1種白灯	白	<input type="text" value="360"/> 度	3海里	—

【航海用具の基準を定める告示 第2条(船灯等)第1号表(169頁)、及び(解説)(170,171頁)参照】

問3. 次の文章は、船舶設備規程の「外洋航行船における配線」について述べている。文中の空欄
□ に、最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。(0.5×6=3点)

- (1) 外洋航行船(限定近海貨物船を除く。)にあつては、安全上必要な **動力設備**、照明設備、**船内通信設備** 及び信号設備(以下この条及び次条において「動力設備等」という。)に給電するための電路は、**調理室** や特定機関区域内の閉囲された場所、その他火災の危険が多い閉囲された場所に配置してはならない。ただし、当該場所に設ける **安全** 上必要な動力設備等に給電するための電路については、この限りでない。
- (2) 船舶の **構造** 上前項の規定を適用することが困難である場合は、電路の **保護** 等、管海官庁が適当と認める措置が講じられている場合に限り、同項の規定は適用しない。

選択肢：

構造、船内通信設備、安全、保護、組織、調理室、娯楽室、動力設備、
災害、交通設備

【2 船舶設備規程 2.4.8 電路及び電線 (2) 電路 第260条(外洋航行船における配線) (86頁) 参照】

問4. 次の文章のうち小型船舶安全規則上正しいものには「○」印を、正しくないものには「×」印を()内に記入せよ。(0.5×8=4点)

〔解答〕問題の()内に記載する。

- (×) ① 小型船舶の電路の絶縁抵抗は $1M\Omega$ 以上なければならない。
- (○) ② 国際航海に従事する旅客船以外の船舶で、総トン数 20 トン未満のものは小型船舶である。
- (○) ③ 全長 12 メートル未満の汽船にあつては、第1種マスト灯、第2種マスト灯、第3種マスト灯又は第4種マスト灯のいずれかを使用することができる。
- (○) ④ 船内の給電路の配線工事には、JISC3410「船用電線」に加え、JISC3401「制御用ビニル絶縁ビニルシースケープル(CVV)」を使用することができる。
- (×) ⑤ 電気設備の絶縁抵抗で、三相交流発電機(225V、80kVA)の絶縁抵抗は $0.5M\Omega$ 以上としなければならない。
- (×) ⑥ 小型船舶には、効果的な航海用レーダー反射器を備え付けなくてもよい。
- (○) ⑦ 供給電圧は 250V を超えてはならないと規定されている。
- (×) ⑧ 定格電圧 24 ボルトの配電盤の前後及び床面には、感電防止のための措置を施さなければならない。

【解説】注：以下の解説では、「小型船舶安全規則」を「小安則」と略します。

① 「小安則」第89条 細則 89.0(a)によれば、電路の絶縁抵抗は「 $0.1M\Omega$ 」以上となる。

【小型船舶安全規則 第10章 電気設備 第89条(絶縁抵抗) (220頁) 参照】

② 「小安則」第2条の規定による。

【小型船舶安全規則 第1章 総則 第2条(定義) (214頁) 参照】

③ 以下に述べる箇所にこの旨規定されている。

【小型船舶安全規則 第9章 航海用具 第82条(航海用具の備付け)

(1) 非自航船及びろかい船以外の小型船舶に対するものの表の中でマスト灯の行の摘要(1) (225頁) 参照】

④ 「小安則」第94条 電線 細則 94.0(a)に使用可能な電線の具体的な規定があり、「CVV」は含まれる。

【小型船舶安全規則 第10章 電気設備 第94条(電線) 細則 94.0(a) (222頁) 参照】

⑤ 「小安則」第 89 条 細則 89.0(a)に、回転機の絶縁抵抗を求める式があり、これに依れば 0.625MΩ 以上が求められる。

【 小型船舶安全規則 第 10 章 電気設備 第 89 条 (絶縁抵抗) (220 頁) 参照 】

⑥ 「小安則」第 84 条の 3 に、この旨規定されている。

【 小型船舶安全規則 第 9 章 航海用具 第 84 条の 3 (航海用レーダー反射器) (236 頁) 参照 】

⑦ 「小安則」第 86 条には、「供給電圧は、250 ボルトを超えてはならない。」と規定されている。

【 小型船舶安全規則 第 10 章 電気設備 第 86 条 (供給電圧) (218 頁) 参照 】

⑩ 「小安則」第 93 条に、定格電圧が 35 ボルトを超える配電盤については、「配電盤の前後及び床面には、感電防止のための措置を施さなければならない。」と規定されている。

【 小型船舶安全規則 第 10 章 電気設備 第 93 条 (取扱者の保護) (222 頁) 参照 】

問 5. 船舶消防設備規則第 51 条関係の船舶検査心得に規定されている固定式火災探知器の配置要件について、次表の に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。(0.5×6=3 点)

〔解答〕 表中に記入する。

探知器の型式	各探知器に対する 最大床面積	探知器相互間の 最大距離	隔壁からの最大距離
熱探知器	<input type="text" value="37"/> m ²	<input type="text" value="9"/> m	<input type="text" value="4.5"/> m
煙探知器	<input type="text" value="74"/> m ²	<input type="text" value="11"/> m	<input type="text" value="5.5"/> m

選択肢： [4.5, 5.5, 6.5, 8, 9, 11, 12, 34, 37, 70, 74]

【 7.4 自動スプリンクラ装置及び火災探知装置の備付方法消防設備規則第 51 条船舶検査心得 51.2.8(a) (260 頁) 参照 】

【電気計算編】

【注意】 電気計算編の数値(解答)は、小数点以下第 2 位を四捨五入し小数点以下第 1 位まで記載すること。

問 6. 正弦波交流電源の電圧をテスタで測定したところ、AC220[V]であった。この正弦波交流の実効値、最大値及び平均値はいくらか。計算式を示して答えよ。ただし、 $\pi=3.14$ とする。(3 点)

〔解答〕

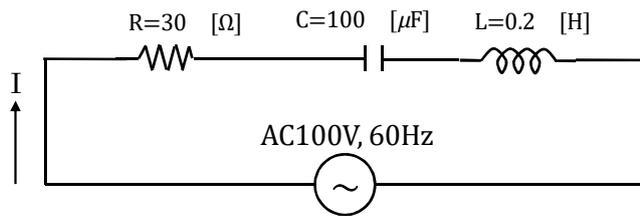
(1) 実効値 : 220 [V] (テスタの測定値(読み)は実効値を示す。)

(2) 最大値 : 実効値 $\times \sqrt{2} \cong 220 \times 1.414 \cong 311.1$ [V]

(3) 平均値 : 実効値 $\times \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cong 220 \times 0.900 = 198.2$ [V]

【 1.4 交流の測定量・電力 1.4.1 交流の測定量 (1) 実効値・最大値・平均値との関係 (15 頁) 参照 】

問 7. 図のような抵抗 $R=30$ [Ω]、キャパシタンス(静電容量) $C=100$ [μF]及びインダクタンス $L=0.2$ [H]の直列回路に AC100 [V]、60 [Hz]の単相交流電圧を加えた場合について、次の問に答えよ。(6 点) (ただし、 $\pi=3.14$ とする。)



- (1) キャパシタンス（静電容量） C の容量リアクタンス X_C [Ω]及びインダクタンス L の誘導リアクタンス X_L [Ω]はいくらか。計算式を示して答えよ。(2点)

〔解答〕

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times \pi \times 60 \times 100 \times 10^{-6}} \cong 26.5 \quad [\Omega]$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2 \times \pi \times 60 \times 0.2 \cong 75.4 \quad [\Omega]$$

- (2) 負荷の合成インピーダンス Z [Ω]はいくらか。計算式を示して答えよ。(2点)

〔解答〕

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{30^2 + (75.4 - 26.5)^2} \cong 57.4 \quad [\Omega]$$

- (3) 回路に流れる電流 I [A]はいくらか。計算式を示して答えよ。(2点)

〔解答〕

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{100}{57.4} \cong 1.74 \quad [A]$$

【 1.5 回路網 1.5.5 R・L・C などの直列回路 (21 頁) 及び例題 2 (25 頁) 参照 】

問 8. 船内の 440 [V]系統のある三相ケーブルの配線の長さが 90 [m]であって、ケーブルの断面積が 95 [mm²]の EP 絶縁ケーブルを使用している。このケーブルに 150 [A]の負荷電流を流したときのケーブル電圧降下 e [V]はいくらか。計算式及び計算結果を答えよ。(NK 規則に規定されている実用式を使用すること。)

ただし、負荷力率は 85 [%]とし、その時の交流電圧降下係数 $\delta=1.04$ 、周囲温度は 45 [°C]で 20°Cにおけるケーブル直流抵抗 $R_{20} = 0.195$ [Ω /km]、EP 絶縁ケーブルの導体最高許容温度における温度係数は 90°Cで $k_1=1.28$ とする。(4 点)

- (1) 電圧降下計算式 (実用式)

〔解答〕

$$e = \sqrt{3} \times R_{20} \times k_1 \times \ell \times I \times \delta \quad [V]$$

- (2) 計算結果

〔解答〕

$$e = \sqrt{3} \times 0.195 \times 10^{-3} \times 1.28 \times 90 \times 150 \times 1.04 \cong 6.1 \quad [V]$$

【 3.2.4 交流三相 3 線式単一負荷の電圧降下、 3.2.5 k_1 と δ について、例題 1. (42~44 頁) 参照 】

問 9. 定格容量 (皮相電力) S が 525 [kVA]、定格電圧 V が 450 [V]の三相交流発電機について、次の間に答えよ。(8 点)

- (1) 発電機の定格電流 I [A] はいくらか。計算式を示して答えよ。(2点)

[解答]

$$\text{定格容量 } S \text{ [kVA]} = \sqrt{3}VI \times 10^{-3} \quad \text{[kVA] より}$$

$$\text{定格電流 } I \text{ [A]} = \frac{S \times 10^3}{\sqrt{3}V} = \frac{525 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 450} \doteq \frac{525 \times 10^3}{779.4} \doteq 673.6 \quad \text{[A]}$$

従って、定格電流は $I = 674$ [A] となる。

【 4.3 発電機械 4.3.2 交流発電機 (2) 三相交流発電機 (c) kVA 表示容量 (66 頁) 参照 】

- (2) 発電機に接続された船内負荷合計電力が 280[kW]、負荷電流は 438[A]であった。このときの負荷力率[%]はいくらか。計算式を示して答えよ。(2点)

[解答]

$$\text{発電機出力 } P \text{ [kW]} = \sqrt{3}VI \cos\theta \times 10^{-3} \quad \text{[kW] から}$$

$$\begin{aligned} \text{負荷力率 } \cos\theta &= \frac{P \times 10^3}{\sqrt{3} \times V \times I} = \frac{280 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 450 \times 438} \doteq \frac{280 \times 10^3}{341387.2} \\ &\doteq 0.82 \quad \text{したがって } 82 \text{ [\%]} \end{aligned}$$

【 4.3 発電機械 4.3.2 交流発電機 (2) 三相交流発電機 (a) 出力 (65 頁) 参照 】

- (3) 定格出力 (定格力率) で運転中の発電機を急に無負荷にしたとき電圧が 487 [V]となった。この時の電圧変動率 ε [%]はいくらか。計算式を示して答えよ。(2点)

[解答]

$$\text{電圧変動率 } \varepsilon \text{ [\%]} = \frac{V_0 - V_n}{V_n} \times 100 = \frac{487 - 450}{450} \times 100 = \frac{37}{450} \times 100 \doteq 8.2 \text{ [\%]}$$

ただし、 V_0 : 定格出力から無負荷になったときの電圧、 V_n : 定格電圧 (定格負荷時の電圧)

【 4.3 発電機械 4.3.2 交流発電機 (2) 三相交流発電機 (f) 電圧変動率 (66 頁) 参照 】

- (4) 定格力率 80 [%]で、発電機に定格負荷がかかっているときの原動機の出力量 P_E [kW]はいくらか。計算式を示して答えよ。ただし、発電機の効率は 93.6 [%]とする。(2点)

[解答]

$$\begin{aligned} \text{原動機出力 } P_E \text{ [kW]} &= \frac{P}{\eta} = \frac{S \cos\theta}{\eta} = \frac{525 \times 0.8}{0.936} = \frac{420}{0.936} \doteq 448.7 \\ &\doteq 449 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

又は、

$$\begin{aligned} \text{原動機出力 } P_E \text{ [kW]} &= \frac{P}{\eta} = \frac{\sqrt{3}VI \cos\theta \times 10^{-3}}{\eta} \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 450 \times 674 \times 0.8 \times 10^{-3}}{0.936} \doteq \frac{420.3}{0.936} \doteq 449.0 \doteq 449 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

【 4.3 発電機械 4.3.2 交流発電機 (2) 三相交流発電機 (b) 原動機の出力量 (66 頁) 参照 】

問 10. 定格が、AC440V、60Hz、極数 P が 4 極、出力が 37kW の三相誘導電動機に、定格の電圧を印加し、定格負荷をかけたとき、定格電流 60A、回転数 1755min⁻¹、力率 88.2%であった。これに関し、次の問に答えよ。(4 点)

(1) 電動機の入力 P_I [kW]はいくらか。計算式を示して答えよ。(1 点)

〔解答〕

$$\text{入力 } P_I \text{ [kW]} = \sqrt{3}VI\cos\theta \times 10^{-3} = \sqrt{3} \times 440 \times 60 \times 0.882 \times 10^{-3} \cong 40.3 \quad \text{[kW]}$$

【 6. 電動機と応用 6.3 三相誘導電動機 6.3.1 入力 (84 頁) 参照 】

(2) 電動機の効率 η (イタ) [%]はいくらか。計算式を示して答えよ。(1 点)

〔解答〕

$$\text{出力 } P_O \text{ [kW]} = \sqrt{3}VI\cos\theta \times 10^{-3} \times \eta = P_I \times \eta \quad \text{[kW] より}$$

$$\eta = \frac{P_O}{P_I} = \frac{37}{40.3} \cong 0.918 \quad \text{すなわち } 91.8 \text{ [%]}$$

【 6. 電動機と応用 6.3 三相誘導電動機 6.3.6 効率 (85 頁) 参照 】

(3) 電動機の同期速度 N_S [min⁻¹]はいくらか。計算式を示して答えよ。(1 点)

〔解答〕

$$N_S = \frac{120 \times f}{P} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800 \quad \text{[min}^{-1}\text{]}$$

【 6. 電動機と応用 6.3 三相誘導電動機 6.3.3 回転磁界の回転速度 (85 頁) 参照 】

(4) 電動機のすべり s [%]はいくらか。計算式を示して答えよ。(1 点)

〔解答〕

$$\text{すべり } s \text{ [%]} = \frac{N_S - N}{N_S} \times 100 = \frac{1800 - 1755}{1800} \times 100 = 2.5 \quad \text{[%]}$$

【 6. 電動機と応用 6.3 三相誘導電動機 6.3.4 すべり (slip) (85 頁) 参照 】

【電気機装設計編】

問 11. 船舶設備規程 第 172 条によれば、船内供給電圧は、下表に規定する電圧を超えてはならないとされている。

電気方式	種 類	供 給 電 圧
直流方式	照明設備及び小形電気器具	250 ボルト (引火点摂氏 60 度以下の油を積載する船舶にあつては 150 ボルト)
	動力設備 (小形電気器具を除く。)	500 ボルト (引火点摂氏 60 度以下の油を積載する船舶にあつては 250 ボルト)
	電熱設備 (小形電気器具を除く。)	250 ボルト
交流方式	照明設備及び小形電気器具	150 ボルト
	動力設備 (小形電気器具を除く。)	三相の場合には 450 ボルト 単相の場合には 250 ボルト
	電熱設備 (小形電気器具を除く。)	250 ボルト

上記を踏まえ、一般的な船内標準配電電圧をまとめたものが、次の一覧表である。
 空欄 に数値を記入して完成させよ。(0.5×12=6点)

〔解答〕 表中の空欄 に記載する。

用途	船の区分	一般船舶	
	直流・交流	直流 (V)	交流 (V)
動力装置	小型船舶 小型漁船 直流・交流 (V)	220、 <input type="text"/>	<input type="text"/> 、100 440、 <input type="text"/>
固定された電熱装置		220、 <input type="text"/>	<input type="text"/> 440、 <input type="text"/> 、100
電灯及び居室、公室の電熱器		220、100、24	220、 <input type="text"/> 、100、24 220、 <input type="text"/>
船内通信装置		<input type="text"/> 、24	<input type="text"/> 、24 <input type="text"/> 、100

注：船舶設備規程及び関連規則によれば、探照灯及び集魚灯については、交流 V までの供給電圧が認められる。(参考：通達「舶検第 371 号」、「舶検第 373 号」による。)

【 2.3.1 (1) 標準配電電圧及び周波数 (44 頁) 参照 】

問 12. 下表は、電力調査表の一部を記載したものである。空欄の必要な箇所（ 印）に数値を記入し、装備すべき発電機の容量と台数を下表の下の発電機定格出力表の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2位を四捨五入し、小数点以下第1位まで記載すること。なお、出力欄下段の%値は電動機の効率を示し総入力を計算する際に使用する。（0.5×24=12点）

装置名	電動機			需要率:DF [%] 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		
				DF (%)	[kW]		DF (%)	[kW]		DF (%)	[kW]		DF (%)	[kW]	
					C.L	I.L		C.L	I.L		C.L	I.L		C.L	I.L
揚錨機兼 揚貨機用 油圧ポンプ	90 93.5%	1	96.3				80	77.0		80	77.0				
主機潤滑油 ポンプ	55 93.5%	1	58.8	70	41.2		70	41.2							
主機冷却海 水ポンプ	22 92.8%	1	23.7	70	16.6		70	16.6							
消防兼雑用 水ポンプ	37 93.2%	1	39.7				70		27.8	70		27.8	70		27.8
燃料油移送 ポンプ	5.5 89.5%	1	6.1	80		4.9	80		4.9	80		4.9			
操 舵 機	15.0 91.3%	2	16.4 ×2	25 ×1/2	4.1		50 ×1/2	8.2							
その他の連 続運転負荷 (航海中)	250.0	1	295.0	70	206.5										
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)	400.0	1	470.0				70	329.0							
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)	320.0	1	355.5							70	248.9				
その他の断 続運転負荷 (荷役中)	82.6	1	90.0							80		72.0			
その他の連 続運転負荷 (停泊中)	138.5	1	154.0										70	107.8	
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]				268.4			472.0			325.9			107.8		
断続運転負荷合計電力 [kW]				64.9			93.5			104.7			71.0		
1/不等率(Diversity Factor) [%]				60			60			60			60		
断続運転負荷需要電力 [kW]				38.9			56.1			62.8			42.6		
合計 需 要 電 力 [kW]				307.3			528.1			388.7			150.4		
運 転 発 電 機 [kW]				360×1 台			360×2 台			360×2 台			360×1 台		
発 電 機 負 荷 率 [%]				85.4			73.3			54.0			41.8		
設 備 発 電 機 容 量×台数				360 kW (450 kVA) × 2 台											

発電機定格出力表 [kW]、力率=0.8

240, 300, 360, 420

C. L.....連続運転負荷

I. L.....断続運転負荷

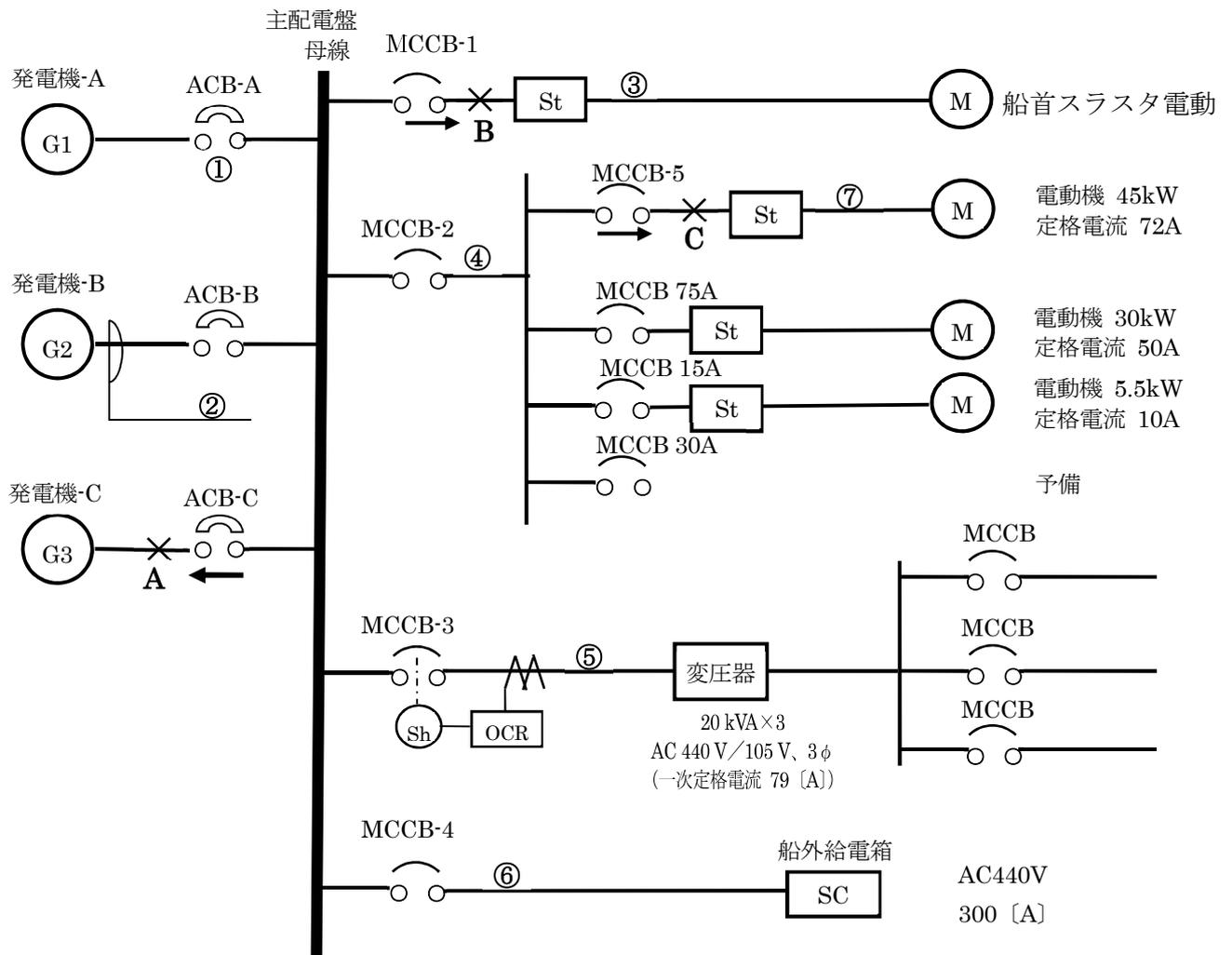
問 13. 次の主電路系統図について以下の問に答えよ。

ただし、3 台の交流発電機の要目はすべて同じとする。また、交流発電機 A、B、C 及び船首スラスト電動機の要目は下記の通りとする。

発電機-A、-B、-C	: 600	[kVA]
定格電圧	: AC 450	[V]
定格周波数	: 60	[Hz]
定格電流 I_g	: 770	[A]
パーセントインピーダンス %Z	: 12%	

船首スラスト電動機	: 320	[kW]
定格電圧	: AC 440	[V]
定格周波数	: 60	[Hz]
定格電流 I_m	: 525	[A]

主電路系統図



発電機 3 台並列運転で、船首スラストを運転している条件で、次の設問(1)、(2)及び(3)に答えよ。なお、発電機の短絡電流は「パーセントインピーダンス方式」($I_{gc} = \frac{I_g}{\%Z} \times 100$ [A]) で計算すること。また、短絡時の電動機短絡電流 (電動機寄与分) は定格電流の 3 倍とし、いずれの場合もケーブルによる短絡電流の減衰は無しとする。**解答は小数点以下第 1 位を四捨五入し、整数で記載のこと。(5 点)**

- (1) 発電機 1 台が供給する短絡電流 I_{gc} はいくらか。(1 点)

[解答]

$$I_{gc} = \frac{I_g}{\%Z} \times 100 = \frac{770}{12} \times 100 \approx 6,417 \text{ [A]}$$

- (2) A 点で短絡事故が発生した場合、気中遮断器 ACB-C を流れる短絡電流 I_{SA} はいくらか。(2 点)

[解答]

発電機から供給される短絡電流 $I_{GS} = 2 \times 6,417 = 12,834 \text{ [A]}$

船首スラスト電動機から供給される短絡電流 $I_{ms1} = 3 \times 525 = 1,575 \text{ [A]}$

その他の電動機から供給される短絡電流 $I_{ms2} = 3 \times (72 + 50 + 10) = 3 \times 132 = 396 \text{ [A]}$

従って、ACB-C を流れる短絡電流 I_{SA} は次のようになる。

$$I_{SA} = I_{GS} + I_{ms1} + I_{ms2} = 12,834 + 1,575 + 396 = 14,805 \text{ [A]}$$

- (3) C 点で短絡した場合、配線用遮断器 MCCB-5 を流れる短絡電流 I_{SC} はいくらか。(2 点)

[解答]

全発電機から供給される短絡電流 $I_{GS} = 3 \times 6,417 = 19,251 \text{ [A]}$

船首スラスト電動機から供給される短絡電流 $I_{ms1} = 3 \times 525 = 1,575 \text{ [A]}$

その他の電動機から供給される短絡電流 $I_{ms2} = 3 \times (50 + 10) = 3 \times 60 = 180 \text{ [A]}$

従って、MCCB-5 を流れる短絡電流 I_{SC} は次のようになる。

$$I_{SC} = I_{GS} + I_{ms1} + I_{ms2} = 19,251 + 1,575 + 180 = 21,006 \text{ [A]}$$

問 14. 電圧降下は関連する規定を満たすように計画しなければならない。以下の文章は電圧降下に関する規定を述べたものである。文中の空欄 に、最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。同じ用語を複数回使用しても差し支えない。(0.5×8=4 点)

[解答] 問題文の に記載する。

- (1) 船舶設備規程

① 第 238 条

照明設備、動力設備及び電熱設備の電路による電圧降下は、設備の定格電圧の パーセント以下でなければならない。ただし、電路電圧が 24 ボルト以下の電路については、この限りでない。

② 第 296 条

船内通信及び信号設備の電路による電圧降下は、定格電圧 24 ボルト以下のものにあつては パーセント、定格電圧 24 ボルトを超えるものにあつては パーセント以下でなければならない。

- (2) NK 規則

① 鋼船規則 H 編 2.9.6

配電盤母線と電気機器間の電圧降下は、航海灯回路を除き、ケーブルに通常の使用状態における最大負荷電流を通じた場合、電気機器の定格電圧の % を超えてはならない。ただし、

24V以下の蓄電池からの給電回路においては、蓄電池からの電圧降下を **10** %まで許容してよい。

また、次の推奨値規定がある。

② 鋼船規則 H編 H2.9.6 -2.

電動機群回路においては、最大容量の電動機の始動電流を考慮して電圧降下を算定する必要がある。また、発電機回路は、定格電流の約 **115** %を最大負荷とみなし、なるべく電圧降下を **1** %以下とすることを推奨する。さらにまた、蓄電池回路、船外給電回路等の電源回路の電圧降下は、できうる限り **2** %以下とする。

選択肢：[1、 2、 5、 6、 10、 115]

【 2.5 ケーブル及びコード 2.5.4 ケーブルの電圧降下 ①、② (110、111 頁) 参照 】

問 15. 次の文章は、船舶電気艙装の主たる艙装材料であるケーブルについて述べている。文中の空欄 に、最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。(0.5×10=5 点)

[解答] 問題文の に記載する。

船舶では、ケーブル及びコードは JISC3410 : 2018 (船用電線) で規格化されている EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブルを使用する。

EP ゴム絶縁電線は、基準周囲温度 45℃で導体許容温度は **90** °Cである。基準周囲温度が 45℃を超える場所に敷設する場合は、許容される温度上昇限度が制限されるので、許容電流は決められた **温度補正係数** を掛けた値に下がることに注意する。

耐熱特性が要求される場合には、**けい素ゴム** 絶縁ガラス編組あじろがい装ケーブルが使用される。

シースには、ビニルシース及びクロロプレンゴムシースがあるが、クロロプレンゴムはビニルに比べて一般に **耐低温** 特性が優れているので、寒冷地に配線される船や冷凍倉内に敷設されるケーブルのシースにはクロロプレンゴムが用いられることが多い。なお、クロロプレンゴムの上回る耐低温特性が要求される場合には、**耐寒** 用ケーブルが用いられる。

居住区内などで外傷を受けるおそれのない場所に敷設されるケーブルは、**がい装** なしケーブルを使用してもよい。

暴露甲板、貨物倉などに敷設するケーブルは、一般に **防食層** 付ケーブルが用いられる。

誘導ノイズを発生する回路及び誘導ノイズの影響を受け易い回路に使われるケーブルは、**シールド** 付とし、また、機器メーカーの意見も充分考慮した上で誘導ノイズの影響の大きい回路には **各心** シールドケーブルを使わなければならない。

また、船内通信装置などの回路で誘導ノイズの影響を受け易い回路には、一般に **電話** 用ケーブルが使用される。

選択肢： [90、95、難燃架橋ポリエチレン絶縁、耐低温、耐寒、シース、防食層、シールド、通信、がい装、保護層、温度補正係数、けい素ゴム、接地線、単心、各心、各対、電話、動力]

【 2.5 ケーブル及びコード 2.5.1 ケーブル及びコードの仕様 (106 頁) 参照 】

【試験検査編】

問 16. 次の船舶で、船舶安全法による検査対象船舶には○印を、検査対象船舶以外の船舶には×印を（ ）内につけよ。(0.5×10=5点)

〔解答〕問題文の（ ）に記載する。

- (○) ① 特殊船(例：潜水船、水陸両用船)
- (×) ② 海上自衛隊及び陸上自衛隊が使用する船舶
- (○) ③ 旅客船
- (×) ④ 海岸から12海里以内の海面でのみ従業する総トン数19トンの漁船
- (○) ⑤ 総トン数35トンの漁船
- (○) ⑥ 総トン数19トンの危険物ばら積船
- (○) ⑦ 旅客定員が4人で、長さ10メートルで5.5キロワットの船外機付の船舶
- (○) ⑧ 推進機関を有する他の船舶に押される非自航船であって、当該推進機関を有する船舶と堅固に結合して一体となる構造を有するもの
- (○) ⑨ 海上保安庁が使用する巡視船
- (×) ⑩ 旅客定員が5人で、かつ“ろ”、“かい”のみをもって運転する小型の舟

【解説】船舶安全法による検査対象外の船舶は次のとおりである。

- (1) 6人を超える人の運送の用に供しない、“ろ”、“かい”のみをもって運転する舟
- (2) 推進機関を有する長さ12メートル未満の船舶であって次のいずれかに該当するもの。

ただし、危険物ばら積船及び特殊船は、検査対象船になります。

- (a) 3人を超える旅客を運送しないものであること。
 - (b) 長さ5メートル未満の船舶で3.7キロワット以下の船外機付のもの
 - (c) 長さ5メートル以上の船舶で7.4キロワット以下の船外機付のもの
 - (d) 長さ3メートル未満の船舶で推進機関の連続最大出力が1.5キロワット未満のもの
- (3) 長さ12メートル未満の帆船

ただし、次の船舶は検査対象船になる。

- (a) 国際航海に従事する船舶
 - (b) 沿海区域を超えて航行する船舶
 - (c) 推進機関を有する船舶
 - (d) 危険物ばら積船
 - (e) 特殊船
 - (f) 旅客を運送する船舶
- (4) 推進機関及び帆装を有しない船舶
- ただし、次の船舶は検査対象船になる。
- (a) 国際航海に従事するもの
 - (b) 沿海区域を超えて航行するもの
 - (c) 平水区域を超えて航行するもののうち、推進機関を有する他の船舶に押されて航行の用に供するもの(沿海区域を航行区域とする推進機関を有する船舶と結合して一体となって航行する船舶で平水区域及び平水区域から最強速力で4時間以内に往復できる区域のみを航行するものを除く。)
 - (d) 危険物ばら積船
 - (e) 推進機関を有する他の船舶に引かれ又は押されてばら積みの油の運送の用に供するもの
 - (f) 推進機関を有する他の船舶に引かれ又は押されて人の運送の用に供するもの

(ただし、指定された条件に適合する長さ 12 メートル未満の船舶は検査対象外である。)

(g) 特殊船

(h) 推進機関を有する他の船舶に押されるものであって、当該推進機関を有する船舶と堅固に結して一体となる構造を有するもの。(一体型プッシャーバージ)

(i) 係留船 (例) 海上レストラン、海上ホテル等

(5) 災害発生時にのみ使用する救難用の船舶で国又は地方公共団体の所有するもの

(6) 係船中の船舶

(7) 告示で定める水域のみを航行する船舶

(8) もっぱら本邦の海岸から 12 海里以内の海面又は内水面で従業する小型漁船

(9) 海上自衛隊及び陸上自衛隊の使用する船舶

上記以外の船舶は管海官庁の検査対象船舶となる。

【 第 1 編 3.4.2 船舶検査対象除外船舶 (21～23 頁) 参照 】

前記の解説により問題の解答は、次のようになる。

① 特殊船 (例：潜水船、水陸両用船、浮体式洋上風力発電施設) は検査対象船である。

② 海上自衛隊及び陸上自衛隊が使用する船舶は検査対象外の船舶である。

③ 旅客船 (旅客定員が 12 名を超える船舶) は全て検査対象船となる。

④ 「海岸から 12 海里以内の海面でのみ従業する総トン数 19 トンの漁船」は海岸から 12 海里以内の海面でのみ従業する小型漁船 であるから検査対象外の船舶となる。

⑤ 「総トン数 35 トンの漁船」は 小型漁船以外の漁船 であるので、すべて検査対象船になる。

⑥ 「危険物ばら積船」は どのような形態の船舶 であっても検査対象船になる。

⑦ 旅客定員が 4 人で、長さ 12 メートル未満で 7.4 キロワット以下の船外機付の船舶は検査対象除外船となる。

⑧ 解説(4)(h)から、検査対象船舶となる。

⑨ 海上保安庁巡視船は検査対象船である。

⑩ 「“ろ”、“かい”をもって運転する舟」で旅客定員が 5 人の船舶は、旅客定員が 6 人を超えていない ので検査対象外の船舶となる。

問 17. 検査の申請にあたっては、検査申請書に加え、必要な書類を管海官庁又は日本小型船舶検査機構に提出しなければならない。「定期検査をはじめて受ける場合に提出する書類」のうち、電気設備に求められる書類を 6 件述べよ。(6 点)

[解答]

① 電気要目表

② 電力調査表

③ 電路系統図

④ 電線配置図

⑤ 配電盤の組立図及び裏面図

(30kW 又は 30kVA 未満の発電機に接続されるものについては、省略して差し支えない。

⑥ 防爆型、防水型又は水中型の電気機器の構造図

(注) 長さ 30m 未満の船舶については、①から⑤までに掲げる書類を省略して差し支えない。

【 第 1 編 3 船舶安全法及び関係政省令 3.5.5 検査の申請 (2) 書類の提出 1.11) (44 頁) 参照 】

問 18. 電気機器の絶縁状態を最も簡単に測定する方法は、直流絶縁抵抗計 (メガ) によるものであり、この方法は、通常製造工場においても、また船内においても使用され、就航後の保守点検及

び改造や修理後の確認においても頻繁に用いられる方法である。この測定によって得た値は、絶縁劣化状態の一つの目安を与えるものである。

次の文章は、絶縁抵抗の性質と測定上の注意事項を述べている。文章中の空欄 の中に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。(0.5×8=4点)

[解答] 問題の に記載する。

(1) 絶縁抵抗の性質

- (a) 絶縁抵抗の測定は、耐電圧試験前に行うのが普通である。また、この値は **比較値** に意味があり、保守を行うには **定期的** な測定を行って変化の状態を比較検討することが大切である。
- (b) 絶縁抵抗値は、直流電圧印加後、時間とともに **増加** するが、普通は指示一定になった値を記録する。指示が増加している場合は、中小型では **1** 分値をもって行うことが多い。
- (c) 測定器は電池を内蔵したオートメガがよく使われる。

(2) 測定上の注意事項

- (a) 電池内蔵式の場合は、電池の電圧が低下すると **誤差** が大きくなる。
- (b) 測定前には巻線の **残留電荷** を除去しておくこと。特に大容量機では測定前 30 分程度は端子を **接地** しておくこと。
- (c) 電気機器の各部が正常な使用温度に達した直後、機器の異極導体相互間及び導体と大地間で行う。
- (d) 測定終了後は保安上、必ず **放電** させておくこと。

選択肢：

汚れ、1、2、3、平均値、比較値、定期的、減少、増加、誤差、接地、放電、電流、充電、残留電荷、数値

【第2編 2 製造工場における電気機器の試験検査 2.2 交流発電機 2.2.9 絶縁抵抗試験 (112、113 頁) 参照】

問 19. すべての電気機器及び電路については、船内に据え付けた後、完成検査を行う(船舶検査の方法：B編 1.6.7-2)。次の6項目は、電路の敷設状況等の完成検査における検査箇所を述べている。文中の空欄 の中に最も適切な語句を選択肢から選び記入せよ。(0.5×6=3点)

[解答] 問題文の空欄 に記載する。

- ① がい装鉛被ケーブルは、その外径の8倍以下、その他のケーブルは、その外径の6倍以下の半径で **わん曲** してはならない。
- ② **水密隔壁**、防火隔壁等の電路の貫通部は、貫通金物等を使用して、適切に施工されていること。
- ③ 電路の接続は、**端子箱** 又は接続箱により、適切に接続されていること。
- ④ 電路の線端は、**テーピング** 等により、適切に処理されていること。
- ⑤ 電路は **帯金** 等により確実に固定され、特に内張り内に敷設する電路は断熱材の内部に埋め込まないこと。
- ⑥ 外洋航行船においては、ケーブルの **難燃性** を損なわないように敷設すること。

選択肢： [難燃性、わん曲、支持、テーピング、ブッシング、水密隔壁、耐炎性、帯金、
金属管工事、端子箱]

【 第 1 編 3 船舶安全法及び関係政省令 3.12 船舶検査の方法（国土交通省 海事局 海検） B 編
第 1 章 第 1 回定期検査等 1.6.7-2 電路の敷設状況等（66 頁）参照 】

問 20. 船内における試験・検査で、交流発電装置の「速度変動率試験」の試験方法及び試験結果の
確認事項（船舶設備規程及びNK 鋼船規則 H 編の電圧変動率規定値）について述べている。
文中の空欄 に適切な数値を記入せよ(0.5×4=2 点)

〔解答〕 問題文の 内に記入する。

(1) 試験方法

発電機を定格電圧、定格周波数（定格回転速度）の下に、全負荷で運転し、発電機用遮断器
により全負荷から無負荷に急変させる。速度が整定した後、引続き発電機の定格負荷の
 %を急激に加え、速度が整定した後に、残りの %を更に急激に加え、各状態にお
いて、回転速度、周波数、電圧、整定までの時間を計測する。

(2) 試験結果

負荷遮断時の瞬時速度変動率は、 %以下及び負荷投入時の整定速度変動率は、 %
以下であることを確認する。

【 第 2 編 3 船内における試験・検査 3.2 発電装置 3.2.5 速度変動率試験 (2) 試験結果（194 頁）
参照 】