

平成 21 年度資格検定試験問題・標準解答（主任船舶電装士）

〔電気装備技術基準編〕

問 1. 船舶設備規程で規定されている次の用語について説明せよ。

(1) 連続定格 (2 点)

(答) 管海官庁の指定する条件のもとに連続使用しても、本編に規定する温度上昇限度その他の制限を超過することのない電気機械及び電気器具の定格をいう。

【船舶設備規程 第 171 条(8)「連続定格」 (13 頁) 参照】

(2) 安全電圧 (2 点)

(答) 感電しても人体に傷害を与えないといわれる電圧で、道体間又は導体とアース間の電圧が 5 0 V 以下の電圧をいう。

【2.2.5 安全電圧 (18 頁) 参照】

(3) 基準周囲温度 (2 点)

(答) 電気機器の冷却媒体の温度を周囲温度といい、その機器の温度上昇を定めるときの基準となる周囲温度を、基準周囲温度という。

【2.2.6 基準周囲温度 (18 頁) 参照】

問 2. 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)

(○)① 3 心 E P ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (T P Y C) は、その外径の 7 倍の半径でわん曲してもよい。

(×)② 供給電圧が 100 V 以下の配電盤は、デッドフロント型のものでなくてもよい。

(○)③ 総トン数 1,200 トンの旅客フェリー (ロールオン・ロールオフ旅客船) 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。

(○)④ 蓄電池室、塗料庫の照明設備は耐圧防爆構造のものでなければならない。

(×)⑤ 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。

(×)⑥ 水密甲板又は水密隔壁を貫通する電路はカラー、鉛を用いて保護しなければならない。

(答) 問題の () 内に記載。

〔解説〕

① T P Y C はがい装鉛被ケーブル以外のケーブルであるから、その外径の 6 倍以下の半径でわん曲してはならないと規定している。

【船舶設備規程 第 251 条 (電路のわん曲) (101 頁) 参照】

② 供給電圧が 5 0 ボルトを超える配電盤は、デッドフロント形のものでなければならない。デッドフロント形の配電盤とは、充電部が配電盤の前面に露出していない構造のものである。

【船舶設備規程 第 214 条 (83 頁) 参照】

③ 総トン数 1, 0 0 0 トン以上のロールオン・ロールオフ旅客船には、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。

【船舶設備規程 第 122 条の 6 の 2 (蓄電池一体型非常照明装置) (175 頁) 参照】

④ 蓄電池室、塗料庫の照明設備は、日本工業規格 (J I S) 船用防爆天井灯又は船用防爆隔壁灯に適合する電灯でなければならない。これらの照明は白熱電球を光源とする耐圧防爆構造となっている。

【船舶設備規程 第 269 条（特殊場所の照明装置）（112 頁）参照】

⑤ 船舶設備規程により非常電源を備える必要のある船舶は次のとおりである。

(イ) 国際航海に従事する旅客船及び係留船

【船舶設備規程 第 299 条（非常電源）（118 頁）参照】

(ロ) 外洋航行船（国際航海に従事する旅客船を除く。）、内航ロールオン・ロールオフ旅客船及び国際航海に従事する総トン数 500 トン以上の漁船

【船舶設備規程 第 300 条（120 頁）参照】

「問 1（4）外洋航行船」の定義で「国際航海に従事しない総トン数 500 トン以上の非旅客船であって遠洋区域又は近海区域を航行区域とするもの。」とあり、近海区域を航行区域とする総トン数 2,900 トンの貨物船は外洋航行船となるので非常電源を備える必要がある。

⑥ 水密甲板、水密隔壁又は気密を要する隔壁を貫通する電路には、電線貫通金物等を使用し、水密又は気密を保持する必要がある。

電線貫通金物としては JIS F 8801（船用電線貫通金物）又は JIS F 8802（船用隔壁甲板電線貫通金物）がある。【船舶設備規程 第 252 条（甲板等を貫通する電路）（101 頁）参照】

なお、水密又は気密を要しない甲板又は隔壁を貫通する電路は、貫通部分を必要に応じてカラー、鉛等の軟質物質を用いて電路を保護する必要がある。

【船舶設備規程 第 253 条（101 頁）参照】

問 3. 船舶設備規程及び NK 規則で規定されている交流発電機の並列運転試験方法について簡単に述べ、各発電機の比例分担すべき負荷の変動（負荷分担の不均衡）の制限値を記入せよ。

(1) 試験方法（2 点）

(答) 発電機 2 台を並列運転し、あらかじめ各発電機をその定格負荷の 75 パーセントに調整した後、界磁調整器等により調整しないで負荷の総和を 20 パーセントと 100 パーセントの間に増減する。

【船舶設備規程 第 201 条（並列運転を行う発電機）（58 頁）参照】

(2) 船舶設備規程で規定されている負荷分担の不均衡の制限値（2 点）

(答) 各発電機の比例分担すべき負荷の変動は、その発電機の定格負荷の±15 パーセント未満。

【船舶設備規程 第 201 条（並列運転を行う発電機）（58 頁）参照】

(3) NK 規則で規定されている負荷分担の不均衡の制限値（2 点）

(答) 最大機の定格有効電力の 15 パーセント以下又は各機の 25% 以下。

【NK 規則 2.4.14-4 交流発電機（60 頁）参照】

問 4. 次の文は火災探知装置への給電について述べたものである、の中に適切な語句を入れよ。（5 点）

船舶消防設備規則に掲げる火災探知装置は、次に掲げる要件に適合するもので無ければならない。

(1) 常用の電源のほか の の電源からも給電することができるものであること。

(2) 給電は、この目的のためにのみ備える独立の によって行われるものであること。

(3) 前号の には、に切換開閉器を備え付けること。

(答) 問題の 内に記載

【船舶設備規程第 298 条「火災探知装置」（108 頁）参照】

〔電気計算編〕

問5. 電力の定義を簡単に記し、電力を計算する計算式を示せ。(2点)

電力の定義

(答) 1秒間当りの電気の仕事。

計算式

(答) 電力 = 電流² × 抵抗、電力 = 電圧 × 電流、 $P = I^2 \times R$ 、 $P = W \times I$ [WH]のいずれかを表記

【1・1・3 電力 (1頁) 参照】

問6. 定格電圧 AC450V、500kVA の三相交流発電機について、下記の問に答えよ。

(1) 発電機の定格電流はいくらか。(2点)

(答) 三相交流発電機の皮相電力 (VA) = $\sqrt{3}$ × 電圧 (V) × 電流 (I) であるから

$$\text{電流 } I = \frac{\text{VA}}{\sqrt{3}V} = \frac{500 \times 1000}{\sqrt{3} \times 450} = 642[\text{A}]$$

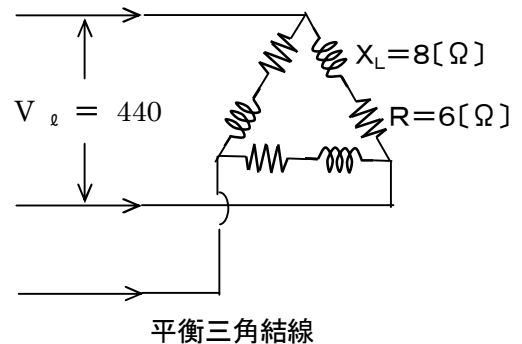
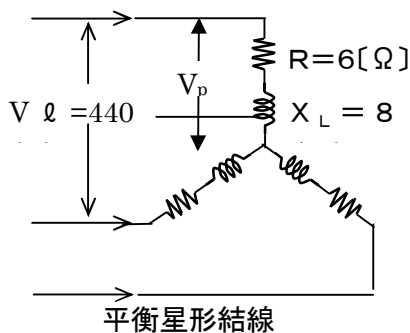
(2) 発電機の負荷電流が 400 [A]、負荷率が 0.75 の時の発電機出力 (P) は何 [kW] か。(2点)

(答) 三相交流発電機の出力 P (W) = $\sqrt{3}$ × 電圧 (V) × 電流 (I) × 力率 (cos θ) から

$$\text{出力 } P = \sqrt{3} \times 450 \times 400 \times 0.75 = 234 [\text{kW}]$$

【1・4・2 単相及び三相交流の電力 (13頁) 参照】

問7. 下図の平衡星形結線及び平衡三角結線の負荷に線間電圧 $V_\ell = 440$ [V] の三相交流電圧を加えた時、それぞれの線電流 I_ℓ [A] 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 $R = 6$ [Ω]、リアクタンス $X_L = 8$ [Ω] とする。



(1) 平衡星形結線の場合

① 線電流 (4点)

(答)

$$\text{相電圧 } V_p = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254 [\text{V}]$$

$$\text{各相のインピーダンス } Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 [\Omega]$$

$$\text{線電流 } I_\ell = \frac{V_p}{Z} = \frac{254}{10} = 25.4 [\text{A}]$$

(2) 平衡三角結線の場合

① 線電流 (4点)

(答)

$$\text{相電圧 } V_p = 440 [\text{V}]$$

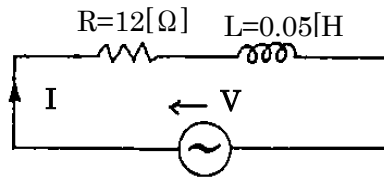
$$\begin{aligned} \text{各相のインピーダンス } Z &= \sqrt{R^2 + X_L^2} \\ &= \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 [\Omega] \end{aligned}$$

$$\text{相電流 } I_P = \frac{V_P}{Z} = \frac{440}{10} = 44 \text{ [A]}$$

$$\text{線電流 } I_\ell = \sqrt{3} I_P = \sqrt{3} \times 44 = 76.2 \text{ [A]}$$

【1・5・9 三相回路 (21頁) 参照】

問8. 図のような抵抗 R とインダクタンス L の直列回路について、次の質問に答えよ。



(1) インダクタンス L に印加される電源の周波数が 60Hz の時、リアクタンス X_L は幾らか (2点)

(答)

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2 \times \pi \times 60 \times 0.05 = 18.9 \text{ [}\Omega\text{]}$$

(2) AC100V、60Hz の電圧を加えたときのインピーダンス Z は何 [Ω] か。(2点)

(答)

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2} = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

であるから

$$Z = \sqrt{12^2 + 18.9^2} = \sqrt{144 + 357.2} = 22.4 \text{ [}\Omega\text{]}$$

【1・5・5 R・L・C などの直列回路 [例題] (19頁) 参照】

問9. 極数4極の三相誘導電動機に端子電圧が 440 [V]、周波数が 60 [Hz] の電源を接続し定格負荷をかけたとき、回転速度は 1,765 [min^{-1}]、電流は 61 [A]、力率は 84 [%] であった。次の問に答えよ。ただし、誘導電動機の効率を 95 [%] とする。

(1) 電動機の入力 P_I [kW] を求めよ。(2点)

(答) 入力 $P_I = \sqrt{3} V I \cos\theta = \sqrt{3} \times 440 \times 61 \times 0.84 \times 10^{-3} \text{ [kW]} = 39 \text{ [kW]}$

(2) 電動機の実出力 P_O [kW] を求めよ。(2点)

(答) 電動機の効率を η とすれば

$$\begin{aligned} \text{電動機出力 } P_O &= \text{電動機入力 } P_I \times \eta \\ &= 39 \times 0.95 = 37 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

(3) 電動機の同期速度 N_s [min^{-1}] を求めよ。(2点)

(答) P を極数、f を周波数 [Hz] とすれば

$$\text{同期速度 } N_s = 120f/P = (120 \times 60)/4 = 1,800 \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

(4) 電動機のすべり s [%] を求めよ。(2点)

(答) 同期速度を N_s [min^{-1}]、定格負荷時の速度を N [min^{-1}] とすると

$$\begin{aligned} \text{すべり } s &= (N_s - N)/N_s = (1,800 - 1,765)/1,800 = 0.019 \\ &= 1.9 \text{ [%]} \end{aligned}$$

【6・2 三相誘導電動機 (75頁) 参照】

〔電気機装設計編〕

問10. かが形誘導電動機の始動方法を選定するにあたり、注意すべき点を3つあげよ。(6点)

(答)

- ① 瞬時電圧降下
- ② 発電機容量
- ③ 原動機容量

【2・4・1 電動機及び始動器(3)電動機の始動方法の選定 (101 頁) 参照】

問 1 1. 次頁の主電路系統図について次の問に答えよ。

- (1) 次の場合の短絡電流の概算値を NK の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] (2点)
(答) 発電機から供給される短絡電流 $I_G = 2 \times 10 \times 481 = 9,620$ [A]
MCCB₂ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m2} = 3 \times 300 = 900$ [A]
よって、MCCB₁ を流れる短絡電流 $= I_G + I_{m2} = 9620 + 900 = 10,520$ [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] (2点)
(答) 発電機から供給される短絡電流 $I_G = 2 \times 10 \times 481 = 9,620$ [A]
MCCB₁ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m1} = 3 \times 61 = 183$ [A]
MCCB₂ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m2} = 3 \times 300 = 900$ [A]
よって、MCCB₃ を流れる短絡電流 $= I_G + I_{m1} + I_{m2}$
 $= 9,620 + 183 + 900 = 10,703$ [A]

〔解説〕

問題の主電路系統図においてA点で短絡した場合、A点を流れる短絡電流は1号交流発電機、2号交流発電機及びMCCB₂系統の電動機(定格電流総和 300 [A])から供給される。また、B点で短絡した場合、B点を流れる短絡電流は1号交流発電機、2号交流発電機、MCCB₁系統の電動機(定格電流 61 [A])及びMCCB₂系統の電動機(定格電流総和 300 [A])から供給されます。交流回路における短絡電流は、簡易計算法により、次のように決定します。

- ① 接続される発電機から供給される短絡電流
10×発電機定格電流の総和
- ② 同時に使用される電動機から供給される短絡電流
3×電動機定格電流の総和

【2.3.4 (2) 簡易計算法 (88~89 頁) 参照】

- (2) 図中の①の 内にACB₁の標準的引外し電流設定値(長限時)を記入せよ。(2点)
(答) ACB₁の引外し電流設定値=発電機の定格電流×1.15
 $= 481 \times 1.15 = 553$ [A]

【2.3.3 (6) 発電機の保護 (69 頁) 参照】

- (3) 図中の②、③、④、⑤の 内にケーブルの種類と大きさ [mm²] を表より選んで記せよ。(8点)

- (答) ② TPYC-95×3本又はTPYC-70×4本
③ TPYC-25
④ TPYC-16
⑤ TPYC-35×2本

〔解説〕

- ② 発電機のACBの設定値 553 [A] 以上のケーブルを選びます。
従って許容電流が 193 [A] の TPYC-95×3本か 158 [A] の TPYC-70×4本が妥当な選定。
電線サイズの選定は、可能な限り本数を少なくすることを基本に、作業環境と作業効率を念頭に選定するとよい。本数を減らすため、太い電線を選定しても良いが、この場合、電線を布設する経路によっては曲がりかぎ等布設作業が困難な場合もあり得る。
- ③ 電動機の定格電流は 61 [A] であるからケーブルの許容電流が $61 \times 1.1 = 67$ [A] 以上のケーブルを選びます。

従ってケーブルの許容電流が 84 [A] の TPYC-25 を選定します。
 電動機へ単独給電する場合のケーブルは、余裕度 10 [%] を考慮にいて電動機の定格電流の 110 [%] 以上の許容電流をもったサイズとする必要があります。

④ 変圧器の一次定格電流 $I_1 = 59$ [A] 以上のケーブルを選びます。
 従って、許容電流が 63 [A] の TPYC-16 を選定します。

⑤ 船外給電箱の定格電流 200 [A] 以上のケーブルを選びます。
 従って許容電流が 102 [A] の TPYC-35×2 本を選定します。

【2.5.5 ケーブルサイズの決定法 (120 頁) 参照】

主 電 路 系 統

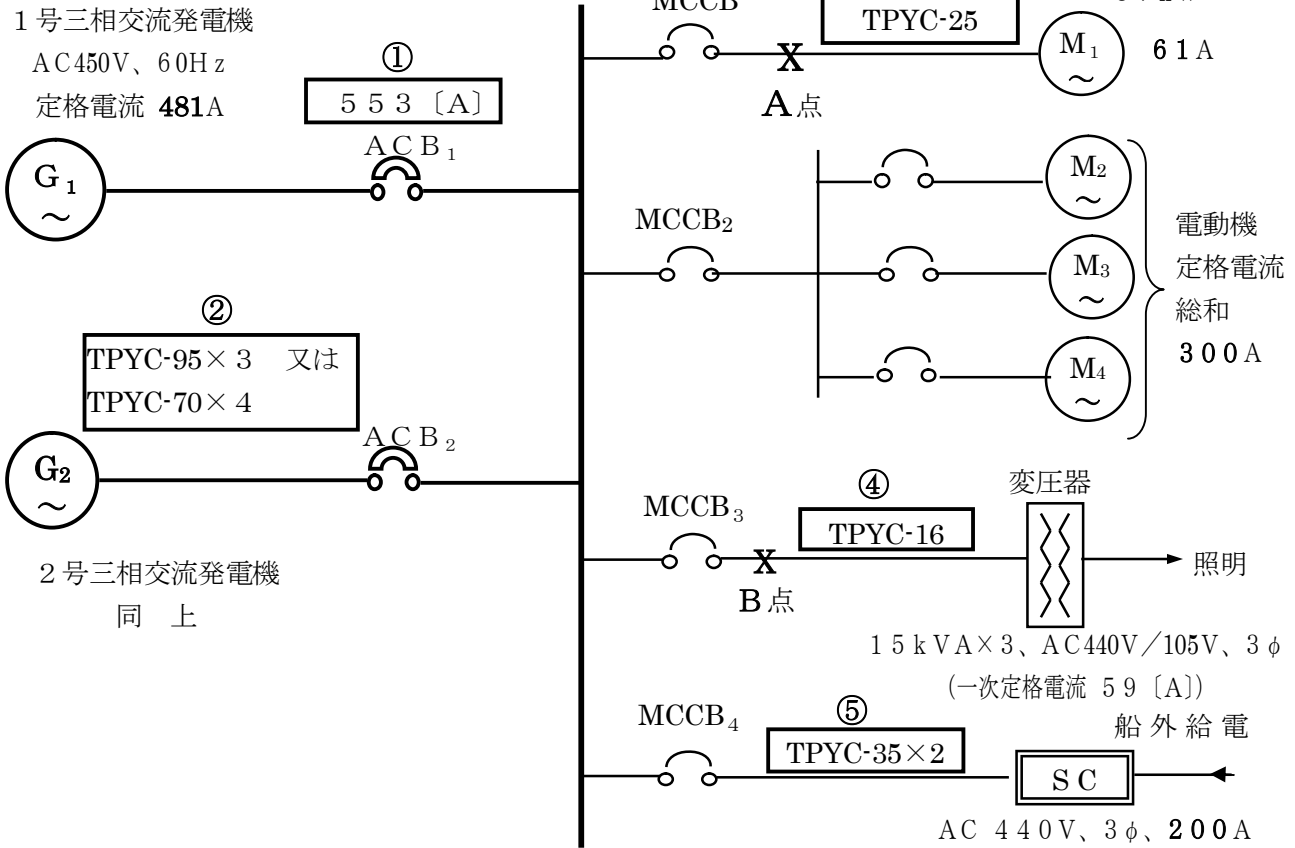


表 ケーブルの許容電流 (周囲温度 45°C) (JIS C 3410-99 船用電線)

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 1 2. 無負荷で運転している発電機（定格：AC450V、450kW、電流 $I_g=722A$ ）に、かご形誘導電動機（定格：AC440V、65 kW、定格電流 $I_m=107A$ 、始動電流 $I_{ms}=750A$ ）を直入れ始動したときの発電機の電圧降下は何%となるか、公式を示して計算せよ。（6 点）

発電機の直軸初期過渡リアクタンス： $X''_d=0.142$ [pu]

発電機の直軸過渡リアクタンス： $X'_d=0.188$ [pu]

発電機の瞬時電圧降下： V_d

電動機の始動リアクタンス： X_e

(答) 電動機始動時の発電機の瞬時電圧降下の計算式は次の様に表される。

$$V_d = \frac{X''_d}{X_e + X''_d} \times 100[\%] \quad \text{但し、} \quad X'''_d = \frac{X''_d + X'_d}{2}$$

故に

$$X'''_d = \frac{X''_d + X'_d}{2} = \frac{0.142 + 0.188}{2} = 0.165$$

$$X_e = I_g / I_{ms} = 722 / 750 = 0.963$$

$$V_d = \frac{X'''_d}{X_e + X'''_d} \times 100[\%] = \frac{0.165}{0.963 + 0.165} \times 100[\%] = 14.6[\%]$$

【2・4・1 電動機及び始動器 (4) 電動機の始動方法の計算例(a)瞬時電圧降下 (108 頁) 参照】

〔試験・検査編〕

問 1 3. 次の文章は、船舶法の適用の範囲について述べたものである。 内に適切な語句を記入せよ。（5 点）

船舶法は、日本船舶の特権及び義務を規定したもので、日本船舶のうち、 の使用する船舶及び を持っていない浚渫船を除くすべての船舶に適用になる、ただし、総トン数 20 トン未満の船舶及び端舟、その他“ろ”、“かい”のみで運転し、又は主として“ろ”、“かい”のみでもって運転する舟は、遠距離の航行に適せず、 に従事するものが、ほとんどないことから、登録制度に関する規定の適用がないが、総トン数 20 トン未満の船舶であって、次の船舶以外の船舶は、小型船舶として「小型船舶等の登録等に関する法律（平成 13 年法律第 10 2 号）」により日本小型船舶検査機構にて登録される。

(1) 漁船法第 2 条第 1 項の

(2) 総トン数 未満の船舶 (注*)

(3) “ろ”、“かい”又は主として“ろ”、“かい”をもって運転する舟、係留船その他国土交通省令で定める船舶

(答) 問題の 内に記載。

(注*)

総トン数 5 トン未満であっても「小型船舶等の登録に関する法律」では、小型船舶としての登録は必要であり、設問として不適格であったため、採点では全員、正解として処置した。(+ 1 点)

【1.2 船舶法の概要 (1 頁) 参照】

問 1 4. 電気機器の試験・検査について次の問に答えよ。

(1) 電気機器の試験を行う際の安全対策を 5 つあげよ。(10 点)

(答) 下記項目より 5 項目を選ぶ。

① 試験を行うグループの責任者、担当者を明らかにして、関係部署との連絡を常に緊密にできるようにする。

- ② 責任者は試験員に作業内容・方法・順序・分担・日程・安全注意事項などをよく理解させ、毎日の作業・試験項目が常にわかるようにする。
- ③ 安全標識を必要箇所に掲げる。一般には標識の種類と設置例は J I S Z 9 1 0 4 - 9 5 (安全標識) を参照すること。
- ④ 通電している機器、特に変圧器のような静止機器には通電中の標示として赤電球の点滅をさせるとよい。このことは耐電圧試験中においては、特に必要である。
- ⑤ 電気機器の周囲には、安全柵やロープなどを設け、試験作業区画を明らかにしておく。
- ⑥ 非常の事態に備え、消火器・消火砂・消火栓・出入口・配電盤・担架などの置いてある場所、緊急連絡先を全員が確認しておく。
- ⑦ 作業を行う場合には、原則として、安全帽を着用し、腰手ぬぐいやネクタイは回転体に巻き込まれるおそれがあるので着用してはならない。また裸体に近い状態で作業することは避けること。
- ⑧ 試験前に電源設備、被試験機との直結状態、負荷設備、関連設備の状態を点検し、危険な箇所を発見したら即刻処理する。
- ⑨ 導電体部分の作業を始める際は検電器で通電していないことを確かめる。
- ⑩ 配線はなるべく負荷先端から始め、電源への接続は最後に行う。
- ⑪ V T、C Tの取扱い及び接続は入念に行い、特にV Tの二次回路は他の回路と混触しないように注意し、その一端を接地する必要がある。
- ⑫ 電気機器は完全に所定の接地が行われていることを確認する。特に、軸電流防止板やゴムクッションのあるもの、あるいはフレームが丸形のため試験用木枠上で試験するものは、接地を忘れがちであるから十分注意する。
- ⑬ 導電部分の露出箇所はできる限り絶縁する。もし、絶縁が行えないような場所があるならば、安全保護柵かロープなどで人が近づかないようにし危険標識を行う。

【2.1.4 安全上の注意 (111 頁) 参照】

問 1 5. 常用発電機について、第 1 回定期検査時に船上で行う効力試験項目を簡単に記せ。(4 点)

(答)

- ① 過速度防止装置そのほかの安全装置の作動試験
- ② 電圧変動率試験
- ③ 並列運転試験
- ④ 負荷試験

【1.6.6 効力試験-2 常用発電機(84 頁) 参照】

問 1 6. 船灯の動作試験及び確認事項について述べよ。(6 点)

(答)

- ① 船灯の点灯試験を行い、航海灯表示器の表示を確認及びランプ断線の場合警報が支障なく作動することを確認する。
- ② 常用電源から非常用電源への給電電源の切替えが異常なく作動することを確認する。
- ③ 夜間において遮光の良否を確認する。

【3.8.1 船灯試験 (2) 動作試験 (250 頁) 参照】

平成 21 年度資格検定試験問題・標準解答（主任船舶電装士）

〔電気装備技術基準編〕

問 1. 船舶設備規程で規定されている次の用語について説明せよ。

(1) 連続定格 (2 点)

(答) 管海官庁の指定する条件のもとに連続使用しても、本編に規定する温度上昇限度その他の制限を超過することのない電気機械及び電気器具の定格をいう。

【船舶設備規程 第 171 条(8)「連続定格」 (13 頁) 参照】

(2) 安全電圧 (2 点)

(答) 感電しても人体に傷害を与えないといわれる電圧で、道体間又は導体とアース間の電圧が 5 0 V 以下の電圧をいう。

【2.2.5 安全電圧 (18 頁) 参照】

(3) 基準周囲温度 (2 点)

(答) 電気機器の冷却媒体の温度を周囲温度といい、その機器の温度上昇を定めるときの基準となる周囲温度を、基準周囲温度という。

【2.2.6 基準周囲温度 (18 頁) 参照】

問 2. 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)

(○)① 3 心 E P ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル (T P Y C) は、その外径の 7 倍の半径でわん曲してもよい。

(×)② 供給電圧が 100 V 以下の配電盤は、デッドフロント型のものでなくてもよい。

(○)③ 総トン数 1,200 トンの旅客フェリー (ロールオン・ロールオフ旅客船) 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。

(○)④ 蓄電池室、塗料庫の照明設備は耐圧防爆構造のものでなければならない。

(×)⑤ 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。

(×)⑥ 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。

(答) 問題の () 内に記載。

〔解説〕

① T P Y C はがい装鉛被ケーブル以外のケーブルであるから、その外径の 6 倍以下の半径でわん曲してはならないと規定している。

【船舶設備規程 第 251 条 (電路のわん曲) (101 頁) 参照】

② 供給電圧が 5 0 ボルトを超える配電盤は、デッドフロント形のものでなければならない。デッドフロント形の配電盤とは、充電部が配電盤の前面に露出していない構造のものである。

【船舶設備規程 第 214 条 (83 頁) 参照】

③ 総トン数 1, 0 0 0 トン以上のロールオン・ロールオフ旅客船には、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。

【船舶設備規程 第 122 条の 6 の 2 (蓄電池一体型非常照明装置) (175 頁) 参照】

④ 蓄電池室、塗料庫の照明設備は、日本工業規格 (J I S) 船用防爆天井灯又は船用防爆隔壁灯に適合する電灯でなければならない。これらの照明は白熱電球を光源とする耐圧防爆構造となっている。

【船舶設備規程 第 269 条（特殊場所の照明装置）（112 頁）参照】

⑤ 船舶設備規程により非常電源を備える必要のある船舶は次のとおりである。

(イ) 国際航海に従事する旅客船及び係留船

【船舶設備規程 第 299 条（非常電源）（118 頁）参照】

(ロ) 外洋航行船（国際航海に従事する旅客船を除く。）、内航ロールオン・ロールオフ旅客船及び国際航海に従事する総トン数 500 トン以上の漁船

【船舶設備規程 第 300 条（120 頁）参照】

「問 1（4）外洋航行船」の定義で「国際航海に従事しない総トン数 500 トン以上の非旅客船であって遠洋区域又は近海区域を航行区域とするもの。」とあり、近海区域を航行区域とする総トン数 2,900 トンの貨物船は外洋航行船となるので非常電源を備える必要がある。

⑥ 水密甲板、水密隔壁又は気密を要する隔壁を貫通する電路には、電線貫通金物等を使用し、水密又は気密を保持する必要がある。

電線貫通金物としては JIS F 8801（船用電線貫通金物）又は JIS F 8802（船用隔壁甲板電線貫通金物）がある。【船舶設備規程 第 252 条（甲板等を貫通する電路）（101 頁）参照】

なお、水密又は気密を要しない甲板又は隔壁を貫通する電路は、貫通部分を必要に応じてカラー、鉛等の軟質物質を用いて電路を保護する必要がある。

【船舶設備規程 第 253 条（101 頁）参照】

問 3. 船舶設備規程及び NK 規則で規定されている交流発電機の並列運転試験方法について簡単に述べ、各発電機の比例分担すべき負荷の変動（負荷分担の不均衡）の制限値を記入せよ。

(1) 試験方法（2 点）

(答) 発電機 2 台を並列運転し、あらかじめ各発電機をその定格負荷の 75 パーセントに調整した後、界磁調整器等により調整しないで負荷の総和を 20 パーセントと 100 パーセントの間に増減する。

【船舶設備規程 第 201 条（並列運転を行う発電機）（58 頁）参照】

(2) 船舶設備規程で規定されている負荷分担の不均衡の制限値（2 点）

(答) 各発電機の比例分担すべき負荷の変動は、その発電機の定格負荷の±15 パーセント未満。

【船舶設備規程 第 201 条（並列運転を行う発電機）（58 頁）参照】

(3) NK 規則で規定されている負荷分担の不均衡の制限値（2 点）

(答) 最大機の定格有効電力の 15 パーセント以下又は各機の 25% 以下。

【NK 規則 2.4.14-4 交流発電機（60 頁）参照】

問 4. 次の文は火災探知装置への給電について述べたものである、の中に適切な語句を入れよ。（5 点）

船舶消防設備規則に掲げる火災探知装置は、次に掲げる要件に適合するもので無ければならない。

(1) 常用の電源のほか の の電源からも給電することができるものであること。

(2) 給電は、この目的のためにのみ備える独立の によって行われるものであること。

(3) 前号の には、に切換開閉器を備え付けること。

(答) 問題の 内に記載

【船舶設備規程第 298 条「火災探知装置」（108 頁）参照】

〔電気計算編〕

問5. 電力の定義を簡単に記し、電力を計算する計算式を示せ。(2点)

電力の定義

(答) 1秒間当りの電気の仕事。

計算式

(答) 電力 = 電流² × 抵抗、電力 = 電圧 × 電流、 $P = I^2 \times R$ 、 $P = W \times I$ [WH]のいずれかを表記

【1・1・3 電力 (1頁) 参照】

問6. 定格電圧 AC450V、500kVA の三相交流発電機について、下記の問題に答えよ。

(1) 発電機の定格電流はいくらか。(2点)

(答) 三相交流発電機の皮相電力 (VA) = $\sqrt{3}$ × 電圧 (V) × 電流 (I) であるから

$$\text{電流 } I = \frac{\text{VA}}{\sqrt{3}V} = \frac{500 \times 1000}{\sqrt{3} \times 450} = 642[\text{A}]$$

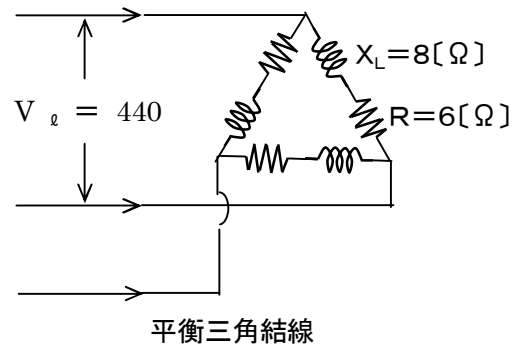
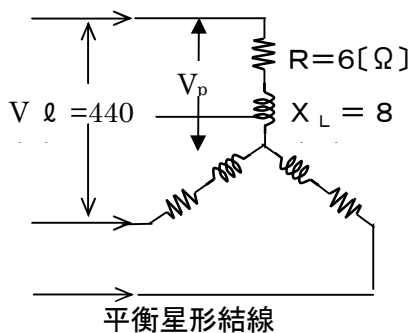
(2) 発電機の負荷電流が 400 [A]、負荷率が 0.75 の時の発電機出力 (P) は何 [kW] か。(2点)

(答) 三相交流発電機の出力 P (W) = $\sqrt{3}$ × 電圧 (V) × 電流 (I) × 力率 (cos θ) から

$$\text{出力 } P = \sqrt{3} \times 450 \times 400 \times 0.75 = 234 [\text{kW}]$$

【1・4・2 単相及び三相交流の電力 (13頁) 参照】

問7. 下図の平衡星形結線及び平衡三角結線の負荷に線間電圧 $V_l = 440$ [V] の三相交流電圧を加えた時、それぞれの線電流 I_l [A] 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 $R = 6$ [Ω]、リアクタンス $X_L = 8$ [Ω] とする。



(1) 平衡星形結線の場合

① 線電流 (4点)

(答)

$$\text{相電圧 } V_p = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254 [\text{V}]$$

$$\text{各相のインピーダンス } Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 [\Omega]$$

$$\text{線電流 } I_l = \frac{V_p}{Z} = \frac{254}{10} = 25.4 [\text{A}]$$

(2) 平衡三角結線の場合

① 線電流 (4点)

(答)

$$\text{相電圧 } V_p = 440 [\text{V}]$$

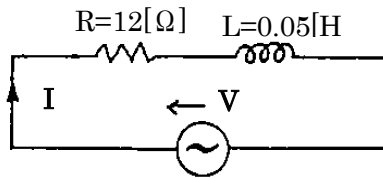
$$\begin{aligned} \text{各相のインピーダンス } Z &= \sqrt{R^2 + X_L^2} \\ &= \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 [\Omega] \end{aligned}$$

$$\text{相電流 } I_P = \frac{V_P}{Z} = \frac{440}{10} = 44 \text{ [A]}$$

$$\text{線電流 } I_\ell = \sqrt{3} I_P = \sqrt{3} \times 44 = 76.2 \text{ [A]}$$

【1・5・9 三相回路 (21頁) 参照】

問8. 図のような抵抗 R とインダクタンス L の直列回路について、次の質問に答えよ。



(1) インダクタンス L に印加される電源の周波数が 60Hz の時、リアクタンス X_L は幾らか (2点)

(答)

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2 \times \pi \times 60 \times 0.05 = 18.9 \text{ [}\Omega\text{]}$$

(2) AC100V、60Hz の電圧を加えたときのインピーダンス Z は何 [Ω] か。(2点)

(答)

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2} = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

であるから

$$Z = \sqrt{12^2 + 18.9^2} = \sqrt{144 + 357.2} = 22.4 \text{ [}\Omega\text{]}$$

【1・5・5 R・L・C などの直列回路 [例題] (19頁) 参照】

問9. 極数4極の三相誘導電動機に端子電圧が 440 [V]、周波数が 60 [Hz] の電源を接続し定格負荷をかけたとき、回転速度は 1,765 [min^{-1}]、電流は 61 [A]、力率は 84 [%] であった。次の問に答えよ。ただし、誘導電動機の効率を 95 [%] とする。

(1) 電動機の入力 P_I [kW] を求めよ。(2点)

(答) 入力 $P_I = \sqrt{3} V I \cos\theta = \sqrt{3} \times 440 \times 61 \times 0.84 \times 10^{-3} \text{ [kW]} = 39 \text{ [kW]}$

(2) 電動機の実出力 P_O [kW] を求めよ。(2点)

(答) 電動機の効率を η とすれば

$$\begin{aligned} \text{電動機出力 } P_O &= \text{電動機入力 } P_I \times \eta \\ &= 39 \times 0.95 = 37 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

(3) 電動機の同期速度 N_s [min^{-1}] を求めよ。(2点)

(答) P を極数、f を周波数 [Hz] とすれば

$$\text{同期速度 } N_s = 120f/P = (120 \times 60)/4 = 1,800 \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

(4) 電動機のすべり s [%] を求めよ。(2点)

(答) 同期速度を N_s [min^{-1}]、定格負荷時の速度を N [min^{-1}] とすると

$$\begin{aligned} \text{すべり } s &= (N_s - N)/N_s = (1,800 - 1,765)/1,800 = 0.019 \\ &= 1.9 \text{ [%]} \end{aligned}$$

【6・2 三相誘導電動機 (75頁) 参照】

〔電気機装設計編〕

問10. かが形誘導電動機の始動方法を選定するにあたり、注意すべき点を3つあげよ。(6点)

(答)

- ① 瞬時電圧降下
- ② 発電機容量
- ③ 原動機容量

【2・4・1 電動機及び始動器(3)電動機の始動方法の選定 (101 頁) 参照】

問 1 1. 次頁の主電路系統図について次の問に答えよ。

- (1) 次の場合の短絡電流の概算値を NK の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] (2点)
(答) 発電機から供給される短絡電流 $I_G = 2 \times 10 \times 481 = 9,620$ [A]
MCCB₂ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m2} = 3 \times 300 = 900$ [A]
よって、MCCB₁ を流れる短絡電流 = $I_G + I_{m2} = 9620 + 900 = 10,520$ [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] (2点)
(答) 発電機から供給される短絡電流 $I_G = 2 \times 10 \times 481 = 9,620$ [A]
MCCB₁ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m1} = 3 \times 61 = 183$ [A]
MCCB₂ 系統の電動機から供給される短絡電流 $I_{m2} = 3 \times 300 = 900$ [A]
よって、MCCB₃ を流れる短絡電流 = $I_G + I_{m1} + I_{m2}$
= $9,620 + 183 + 900 = 10,703$ [A]

【解説】

問題の主電路系統図においてA点で短絡した場合、A点を流れる短絡電流は1号交流発電機、2号交流発電機及びMCCB₂系統の電動機(定格電流総和 300 [A])から供給される。また、B点で短絡した場合、B点を流れる短絡電流は1号交流発電機、2号交流発電機、MCCB₁系統の電動機(定格電流 61 [A])及びMCCB₂系統の電動機(定格電流総和 300 [A])から供給されます。交流回路における短絡電流は、簡易計算法により、次のように決定します。

- ① 接続される発電機から供給される短絡電流
10×発電機定格電流の総和
- ② 同時に使用される電動機から供給される短絡電流
3×電動機定格電流の総和

【2.3.4 (2) 簡易計算法 (88~89 頁) 参照】

- (2) 図中の①の 内にACB₁の標準的引外し電流設定値(長限時)を記入せよ。(2点)
(答) ACB₁の引外し電流設定値=発電機の定格電流×1.15
= $481 \times 1.15 = 553$ [A]

【2.3.3 (6) 発電機の保護 (69 頁) 参照】

- (3) 図中の②、③、④、⑤の 内にケーブルの種類と大きさ [mm²] を表より選んで記せよ。(8点)

- (答) ② TPYC-95×3本又はTPYC-70×4本
③ TPYC-25
④ TPYC-16
⑤ TPYC-35×2本

【解説】

- ② 発電機のACBの設定値 553 [A] 以上のケーブルを選びます。
従って許容電流が 193 [A] の TPYC-95×3本か 158 [A] の TPYC-70×4本が妥当な選定。
電線サイズの選定は、可能な限り本数を少なくすることを基本に、作業環境と作業効率を念頭に選定するとよい。本数を減らすため、太い電線を選定しても良いが、この場合、電線を布設する経路によっては曲がりかぎ等布設作業が困難な場合もあり得る。
- ③ 電動機の定格電流は 61 [A] であるからケーブルの許容電流が $61 \times 1.1 = 67$ [A] 以上のケーブルを選びます。

従ってケーブルの許容電流が 84 [A] の TPYC-25 を選定します。
 電動機へ単独給電する場合のケーブルは、余裕度 10 [%] を考慮にいて電動機の定格電流の 110 [%] 以上の許容電流をもったサイズとする必要があります。

④ 変圧器の一次定格電流 $I_1 = 59$ [A] 以上のケーブルを選びます。
 従って、許容電流が 63 [A] の TPYC-16 を選定します。

⑤ 船外給電箱の定格電流 200 [A] 以上のケーブルを選びます。
 従って許容電流が 102 [A] の TPYC-35×2 本を選定します。

【2.5.5 ケーブルサイズの決定法 (120 頁) 参照】

主 電 路 系 統

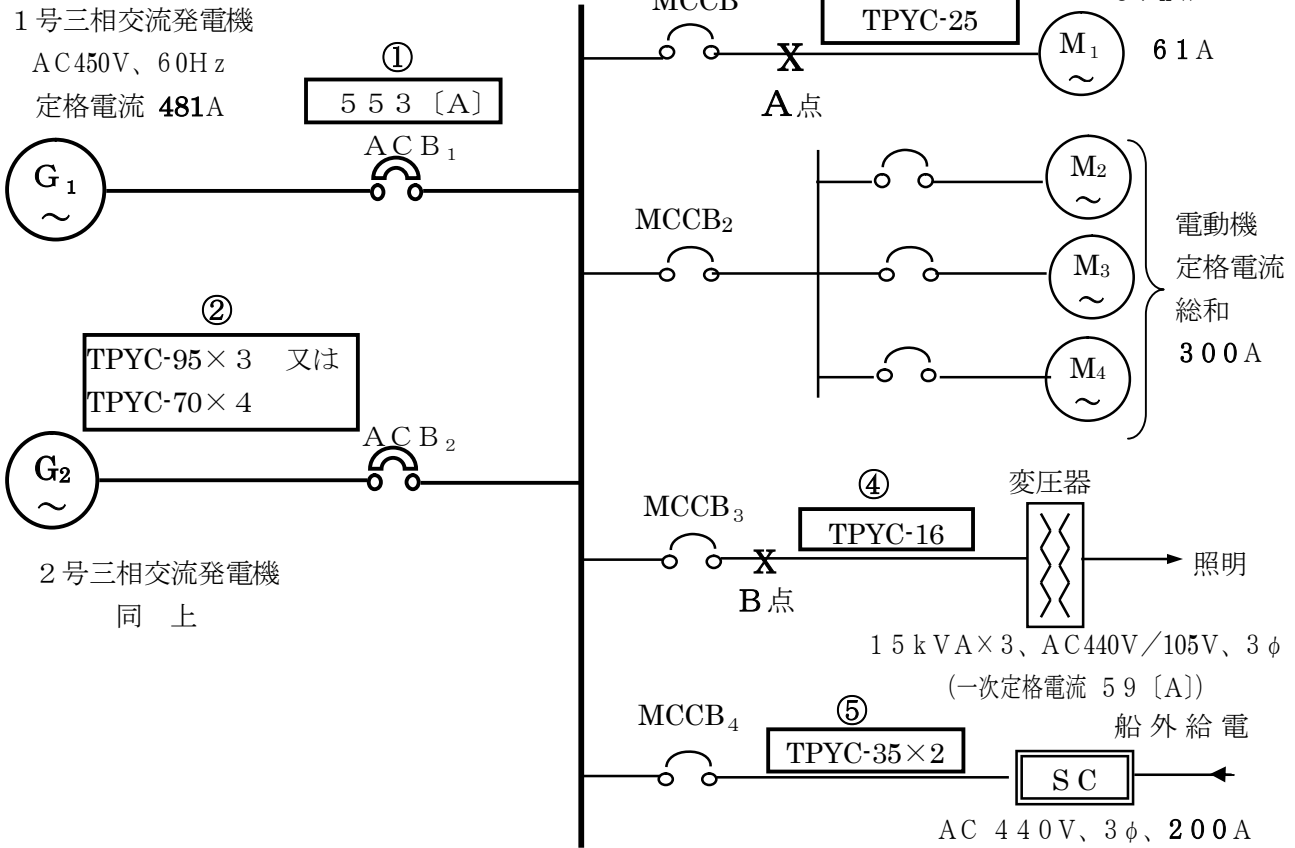


表 ケーブルの許容電流 (周囲温度 45°C) (JIS C 3410-99 船用電線)

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 1 2. 無負荷で運転している発電機（定格：AC450V、450kW、電流 $I_g=722A$ ）に、かご形誘導電動機（定格：AC440V、65 kW、定格電流 $I_m=107A$ 、始動電流 $I_{ms}=750A$ ）を直入れ始動したときの発電機の電圧降下は何%となるか、公式を示して計算せよ。（6 点）

発電機の直軸初期過渡リアクタンス： $X''_d=0.142$ [pu]

発電機の直軸過渡リアクタンス： $X'_d=0.188$ [pu]

発電機の瞬時電圧降下： V_d

電動機の始動リアクタンス： X_e

(答) 電動機始動時の発電機の瞬時電圧降下の計算式は次の様に表される。

$$V_d = \frac{X''_d}{X_e + X''_d} \times 100[\%] \quad \text{但し、} \quad X'''_d = \frac{X''_d + X'_d}{2}$$

故に

$$X'''_d = \frac{X''_d + X'_d}{2} = \frac{0.142 + 0.188}{2} = 0.165$$

$$X_e = I_g / I_{ms} = 722 / 750 = 0.963$$

$$V_d = \frac{X'''_d}{X_e + X'''_d} \times 100[\%] = \frac{0.165}{0.963 + 0.165} \times 100[\%] = 14.6[\%]$$

【2・4・1 電動機及び始動器 (4) 電動機の始動方法の計算例(a)瞬時電圧降下 (108 頁) 参照】

〔試験・検査編〕

問 1 3. 次の文章は、船舶法の適用の範囲について述べたものである。 内に適切な語句を記入せよ。（5 点）

船舶法は、日本船舶の特権及び義務を規定したもので、日本船舶のうち、 の使用する船舶及び を持っていない浚渫船を除くすべての船舶に適用になる、ただし、総トン数 20 トン未満の船舶及び端舟、その他“ろ”、“かい”のみで運転し、又は主として“ろ”、“かい”のみでもって運転する舟は、遠距離の航行に適せず、 に従事するものが、ほとんどないことから、登録制度に関する規定の適用がないが、総トン数 20 トン未満の船舶であって、次の船舶以外の船舶は、小型船舶として「小型船舶等の登録等に関する法律（平成 13 年法律第 10 2 号）」により日本小型船舶検査機構にて登録される。

(1) 漁船法第 2 条第 1 項の

(2) 総トン数 未満の船舶 (注*)

(3) “ろ”、“かい”又は主として“ろ”、“かい”をもって運転する舟、係留船その他国土交通省令で定める船舶

(答) 問題の 内に記載。

(注*)

総トン数 5 トン未満であっても「小型船舶等の登録に関する法律」では、小型船舶としての登録は必要であり、設問として不適格であったため、採点では全員、正解として処置した。(+ 1 点)

【1.2 船舶法の概要 (1 頁) 参照】

問 1 4. 電気機器の試験・検査について次の問に答えよ。

(1) 電気機器の試験を行う際の安全対策を 5 つあげよ。(10 点)

(答) 下記項目より 5 項目を選ぶ。

① 試験を行うグループの責任者、担当者を明らかにして、関係部署との連絡を常に緊密にできるようにする。

- ② 責任者は試験員に作業内容・方法・順序・分担・日程・安全注意事項などをよく理解させ、毎日の作業・試験項目が常にわかるようにする。
- ③ 安全標識を必要箇所に掲げる。一般には標識の種類と設置例は J I S Z 9 1 0 4 - 9 5 (安全標識) を参照すること。
- ④ 通電している機器、特に変圧器のような静止機器には通電中の標示として赤電球の点滅をさせるとよい。このことは耐電圧試験中においては、特に必要である。
- ⑤ 電気機器の周囲には、安全柵やロープなどを設け、試験作業区画を明らかにしておく。
- ⑥ 非常の事態に備え、消火器・消火砂・消火栓・出入口・配電盤・担架などの置いてある場所、緊急連絡先を全員が確認しておく。
- ⑦ 作業を行う場合には、原則として、安全帽を着用し、腰手ぬぐいやネクタイは回転体に巻き込まれるおそれがあるので着用してはならない。また裸体に近い状態で作業することは避けること。
- ⑧ 試験前に電源設備、被試験機との直結状態、負荷設備、関連設備の状態を点検し、危険な箇所を発見したら即刻処理する。
- ⑨ 導電体部分の作業を始める際は検電器で通電していないことを確かめる。
- ⑩ 配線はなるべく負荷先端から始め、電源への接続は最後に行う。
- ⑪ V T、C Tの取扱い及び接続は入念に行い、特にV Tの二次回路は他の回路と混触しないように注意し、その一端を接地する必要がある。
- ⑫ 電気機器は完全に所定の接地が行われていることを確認する。特に、軸電流防止板やゴムクッションのあるもの、あるいはフレームが丸形のため試験用木枠上で試験するものは、接地を忘れがちであるから十分注意する。
- ⑬ 導電部分の露出箇所はできる限り絶縁する。もし、絶縁が行えないような場所があるならば、安全保護柵かロープなどで人が近づかないようにし危険標識を行う。

【2.1.4 安全上の注意 (111 頁) 参照】

問 1 5. 常用発電機について、第 1 回定期検査時に船上で行う効力試験項目を簡単に記せ。(4 点)

(答)

- ① 過速度防止装置そのほかの安全装置の作動試験
- ② 電圧変動率試験
- ③ 並列運転試験
- ④ 負荷試験

【1.6.6 効力試験-2 常用発電機(84 頁) 参照】

問 1 6. 船灯の動作試験及び確認事項について述べよ。(6 点)

(答)

- ① 船灯の点灯試験を行い、航海灯表示器の表示を確認及びランプ断線の場合警報が支障なく作動することを確認する。
- ② 常用電源から非常用電源への給電電源の切替えが異常なく作動することを確認する。
- ③ 夜間において遮光の良否を確認する。

【3.8.1 船灯試験 (2) 動作試験 (250 頁) 参照】