2019（令和元）年度　主任船舶電装士　検定試験問題・標準解答

【電気装備技術基準編】

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。(10 点)

（ × ） ① 「主配電盤」とは、発電機盤及び給電盤（100V 以下の給電盤を含む。）をいう。
（ ○ ） ② 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 照明設備及び小型電気器具への供給電圧は、交流にあっては 150V を超えてはならない。
（ × ） ④ 電気機械又は電気器具の二重絶縁構造は、「取扱者を保護する適当な措置」に該当しない。
（ × ） ⑤ 総トン数 1200 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る必要がない。
（ ○ ） ⑥ 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。
（ × ） ⑦ 近海区域を航行区域とする総トン数 700 トンの貨物船は非常電源を備える必要はない。
（ ○ ） ⑧ 配電盤上に取り付ける電圧計、電力計、周波数計、同期検定器その他の計器類、接地灯及び表示灯の電圧回路には、その各極（接地極を除く。）にヒューズをそう入してこれを保護しなければならない。
（ × ） ⑨ 近海区域を航行区域とする総トン数 120 トンの客船には、船橋航海当直警報装置を備える必要は無い。
（ × ） ⑩ ３心 EP ゴム絶縁ビニルシースあじろがい装ケーブル（TPYC）は、その外径の 4 倍を超える半径でわん曲する。

〔解説〕

① 「主配電盤」とは、発電機盤及び給電盤（100V 以下の給電盤を除く。）をいう。

参照：船舶設備規程 第 211 条関係船舶検査心得 211-2.0(a)（79 頁）

② 船舶の安全性又は居住性に直接関係のある発電機、電動機等の回転機械の据付方向については、「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」と規定しています。船体は縦ゆれ（ピッチング）の方が横ゆれ（ローリング）より傾斜が小さく、又、その頻度も少ないので、回転機械の軸方向はゆれによる外力の小さい船首尾方向に合せ、軸受の消耗を防ぐことを考慮したものである。

参照：船舶設備規程　第 175 条関係、（説明）回転機械の据付け方向について（28 頁）

③ 交流方式における「照明設備及び小型電気器具」への供給電圧は、150V を超えてはならない。

参照：船舶設備規程 第 172 条（供給電圧）（22 頁）

④ 船舶設備規程第 176 条の 2 号に、「電気機械又は電気器具の故障により、その露出金属部が帯電するおそれのある場合は、取扱者を保護する適当な措置を講じなければならない。」とあり、その具体的な措置を船舶検査心得に４件掲げている。「電気機械又は電気器具の二重絶縁構造」はその内

の一つである。

参照：船舶設備規程 第 176 条（取扱者の保護）第 2 号、心得 176.2(a)（30 頁）

⑤ 総トン数 1,000 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。

参照：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）（156 頁）
及び心得 122-6-2.1(a)(2)（158 頁）

⑥ 照明設備の最終分岐電路に接続する電灯及び小形電気器具の総数は、15 個以下と定められている。

参照：船舶設備規程　第 240 条（25 頁）

⑦ 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

参照：船舶設備規程　第 299 条（非常電源）（101 頁）

(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「外洋航行船」の定義（42 頁）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 700 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。

参照：船舶設備規程　第 300 条（103 頁）

⑧ 配電盤上に取り付ける電圧計、電力計、周波数計、同期検定器その他の計器類、接地灯及び表示灯の電圧回路には、その各極（接地極を除く。）にヒューズをそう入してこれを保護しなければならない。

参照：船舶設備規程 第 220 条（70 頁）

⑨ 総トン数 150 トン未満の旅客船（2 時間限定沿海船等を除く。）、国際航海に従事しない総トン数 150 トン以上 500 トン未満の船舶（2 時間限定沿海船等並びに船舶安全法施行規則第 1 条第 2 項第 1 号及び第 2 号の船舶を除く。）並びに総トン数 150 トン以上の同項第 1 号及び第 2 号の船舶には、機能等について告示で定める要件に適合する第 2 種船橋航海当直警報装置を備えなければならない。

参照：船舶設備規程 第 146 条の 49 の 2 （船橋航海当直警報装置）（197 頁）

⑩ TPYC 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。

参照：船舶設備規程　第 251 条（電路のわん曲）（85 頁）

問 2. 「予備の独立の電源」について以下の問に答えよ。(8 点)

2-1　次の文章は、航海灯及び消防設備規則等に規定される「予備の独立の電源」について述べたものである。文章中の空欄（　　）に用語の中から適切な語句を選び記入せよ。

(0.5×6=3 点)

外洋航行船及び国際航海に従事する総トン数 500 トン以上の [漁船] にあっては、船舶設備規程

第６章の規定により設置する「非常電源」及び「 臨時の非常電源 」を「予備の独立の電源」とし、その他の船舶にあっては次に掲げる電源を「予備の独立の電源」とする。

(1) 発電機とする場合は、常用電源が故障したとき、直ちに切替えができるものとする。
この場合において、独立の動力により駆動される２台の発電機のうち 1 台を予備とみなすことができる。

(2) 蓄電池とする場合は、 充電装置 を備えるものとすること。
ただし、沿海区域又は平水区域を航行区域とする船舶にあっては、夜間の航行時間を考慮して差し支えないと認められる場合は、この限りでない。

(3) 他の用途と兼用しても差し支えないが、いかなる場合でもすべての航海灯に対して 16 時間給電できる能力を有するものとすること。ただし、沿海区域又は平水区域を航行区域とする船舶及び総トン数 500 トン未満の漁船に対しては、夜間の航行時間又は 従業区域 を考慮して適当に給電時間を減じることができる。

用語：漁船、旅客船、臨時の非常電源、補助電源、１、２、充電装置、１６、１８、従業区域、操業区域

参照：2 船舶設備規程 2.4.11 照明設備 第 271 条(航海灯) 船舶検査心得 271.1(a)（96 頁）

2-2 次の文章は、船舶消防設備規則に掲げる火災探知装置の給電要件を述べている。文章中の空欄（ ）の中に適切な語句を記入せよ。(0.5×2=1 点)

(1) 常用 の電源のほか予備の独立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電路によって行われるものであること。

(3) 上記の電路には、制御場所に 切換開閉器 を備えること。

参照：7 船舶消防設備規則 7.3 火災に対する設備計画 7.3.1 電源及び給電
2. 火災探知装置第 （251 頁）

2-3 次の文章は、船舶設備規程に掲げる航海灯への給電要件を述べている。文章中の空欄（ ）に用語の中から適切な語句を選び記入せよ。(0.5×4=2 点)

(1) 電気式の航海灯（マスト灯、舷灯、両色灯及び 船尾灯 をいう。）は、 常用 の電源のほか予備の独立の電源からも給電することができるものでなければならない。

(2) 航海灯への給電は、 航海船橋 に設けた航海灯制御盤を経てこれをしなければならない。

(3) 電源から航海灯制御盤までの電路は、す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。ただし、総トン数 500 トン未満の船舶については、この限りではない。

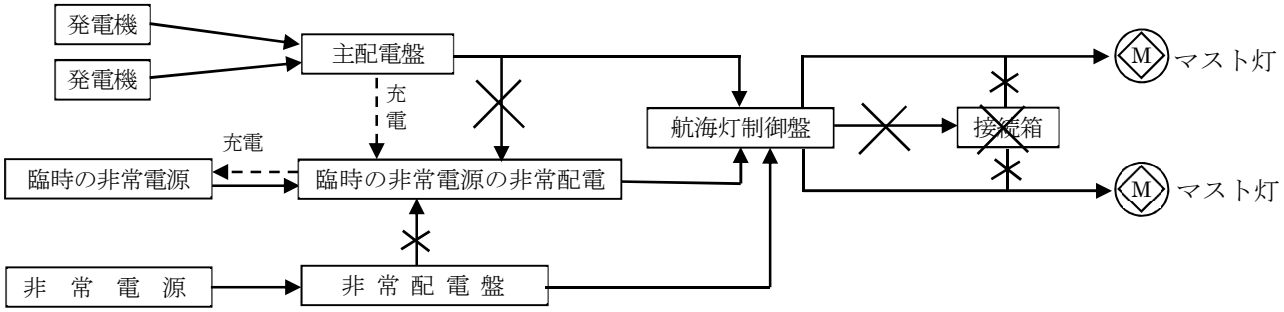
(4) 航海灯制御盤から航海灯までの電路は、各灯毎に独立のものでなければならない。

用語：全周灯、船尾灯、常用、代替、航海船橋、上甲板、小形照明器具、小型電気器具

参照：2 船舶設備規程 2.4.11 照明設備 第 271 条(航海灯)、第 272 条 （95、96 頁）

2-4　下図は、国際航海に従事する旅客船及び臨時の非常電源を備える船舶に対する航海灯（マスト灯）への給電経路を示すが、給電経路に誤りが４箇所ある。上記２－３を踏まえ、誤っている給電経路を図面上に×印で消し、正しい給電経路を示せ。(2 点)

（解答）下記に記載する。



参照：2 船舶設備規程 2.4.11 照明設備 第 271 条(航海灯)、第 272 条 (95、96 頁)

問 3. 次の文章は、NK 鋼船規則 H 編で、並列運転を行う交流発電機について述べたものである。文中の空欄（ [　　] ）に用語の中から適切な語句を選び記入せよ。(0.5×6=3 点)

(1) 自励複巻式発電機を除き、各交流発電機には、自動電圧調整器を備えなければならない。

(2) 交流発電機の整定総合電圧変動特性は、無負荷から全負荷までのすべての負荷において、定格力率のもとで、定格電圧の± [2.5] %以内でなければならない。ただし、非常発電機の場合には、± [3.5] %以内とすることができる。

(3) 交流発電機の過渡電圧変動特性は、発電機が定格電圧及び定格速度で運転中に、指定限度内の電流及び力率の平衡負荷を急激に発電機に投入又は遮断した場合、定格電圧の [85] %以上 [120] %以下でなければならない。また、その際、発電機電圧は1.5秒以内に定格電圧の±3%以内に復帰しなければならない。ただし、非常発電機の場合には5秒以内に定格電圧の±4%以内の復帰とすることができる。

(4) 交流発電機を並列運転する場合、各機の有効電力の不平衡は、各機の定格出力の総和の20%と100%の間のすべての負荷において、各機の定格出力による比例配分の負荷と各機の出力との差がそれぞれ最大機の定格有効電力の15%又は各機の [25] % を超えることなく、安定運転できるものでなければならない。

(5) 交流発電機を並列運転する場合、各機の無効電力の不平衡は、最大機の定格無効電力の [10] % 又は最小機の 25%を超えることなく（いずれか小さい方の値以下とする）運転できるものでなければならない。

用語：1.5、2.5、3.5、4.5、10、15、20、25、85、90、110、120

参照：2 船舶設備規程 2.4.2 発電機及び電動機 NK 鋼船規則 H 編 2.4.14　交流発電機（51 頁）

問 4. 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。(4 点)

4-1　文中の空欄（ [　　] ）に、用語の中から適切な語句を選び記入せよ。(0.5×4=2 点)

(1)　外洋航行船（限定近海貨物船を除く。）にあっては、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］、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。

用語：船内通信設備、 安全、 保護、 組織、 調理室、 動力設備、 災害、 交通設備

参照：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)

4-2　上記「4-1、(1)」に述べる「その他火災の危険が多い閉囲された場所」とは、どのような場所か、船舶検査心得の内容から例を以下に掲げる。心得の内容から正しい場所に「○」を付けよ。(0.5×2=1点)

(　　) 船員室、 (○) 乾燥室、 (○) 車両甲板区域内の閉囲された場所、 (　　) 事務室

参照：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) 心得260.1(a) (88頁)

4-3　上記「4-1、(2)」に述べる「電路の保護等管海官庁が適当と認める措置」とは、どのような措置か、船舶検査心得の内容を以下に述べる。文中の空欄 ([　　]) の中に適切な語句を記入せよ。(0.5×2=1点)

「トランク又は［管］に納入して布設する措置、ケーブルを適当に［ラギング］する措置をいう。」

参照：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) 心得260.2(a) (88頁)

【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位まで求めること。

問5. 定格容量（皮相電力）Sが625〔kVA〕、定格電圧Vが450〔V〕の三相交流発電機について、次の問に答えよ。(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)

定格容量S〔kVA〕$=\sqrt{3}\,VI\times10^{-3}$〔kVA〕 より

$$\text{定格電流 I〔A〕} = \frac{S\times10^{3}}{\sqrt{3}\times V} = \frac{625\times10^{3}}{\sqrt{3}\times450} \fallingdotseq \frac{625\times10^{3}}{779.4} \fallingdotseq 801.9 \text{〔A〕}$$

参照：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）

(2) 発電機に接続された船内負荷合計電力が350〔kW〕、負荷力率は83%であった。このときの発電機の負荷電流Ⅰ〔A〕はいくらか。計算式を示して答えよ。(2点)

発電機出力 P〔kW〕$=\sqrt{3}\,VI\cos\theta\times10^{-3}$ 〔kW〕 から

発電機負荷電流 I〔A〕$=\dfrac{P\times10^{3}}{\sqrt{3}\times V\times\cos\theta}=\dfrac{350\times10^{3}}{\sqrt{3}\times450\times0.83}\fallingdotseq\dfrac{350{,}000}{646.9}\fallingdotseq541.0$〔A〕

参照：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）

(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 485〔V〕となった。この時の電圧変動率 ε 〔%〕はいくつか。計算式を示して答えよ。(2 点)

電圧変動率ε〔%〕$=\dfrac{V_0-V_n}{V_n}\times100=\dfrac{485-450}{450}\times100=\dfrac{35}{450}\times100\fallingdotseq7.8$ 〔%〕

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）

参照：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）

(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 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 90〔%〕とする。(2 点)

原動機出力 P_E〔kW〕$=\dfrac{P}{\eta}=\dfrac{S\cdot\cos\theta}{\eta}=\dfrac{625\times0.8}{0.9}=\dfrac{500}{0.9}\fallingdotseq555.6$ 〔kW〕

又は、

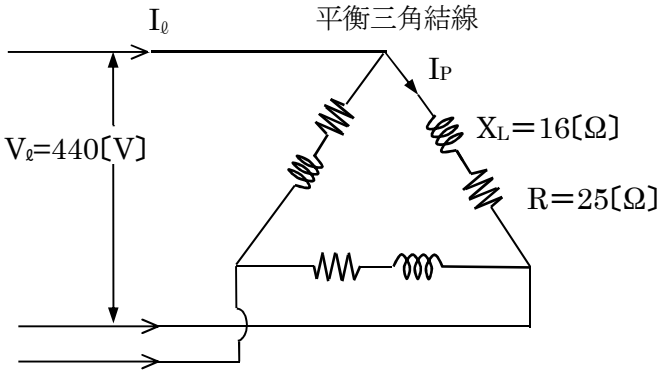
発電機出力 P_E〔kW〕$=\dfrac{P}{\eta}=\dfrac{\sqrt{3}\,VI\cdot\cos\theta\times10^{-3}}{\eta}$

$=\dfrac{\sqrt{3}\times450\times802\times0.8\times10^{-3}}{0.9}\fallingdotseq\dfrac{500.1}{0.9}\fallingdotseq555.7$〔kW〕

参照：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（66 頁）

問 6. 下図の平衡三角結線の負荷に線間電圧 $V_\ell=440$〔V〕、周波数 60〔Hz〕の三相交流電圧を加えた時、相インピーダンス Z〔Ω〕、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＝25〔Ω〕、リアクタンス $X_L=16$〔Ω〕とする。(4 点)



① 各相のインピーダンス Z は何 Ω か。計算式を示して答えよ。(1 点)

$$Z=|\dot{Z}|=\sqrt{R^2+X_L^2}=\sqrt{25^2+16^2}\fallingdotseq 29.7 \quad 〔\Omega〕$$

参照：1.5 回路網 1.5.9 三相回路（正弦波平衡回路の場合）(3)インピーダンス（28 頁）

② 線電流 I_ℓ は何 A か。計算式を示して答えよ。(1 点)

相電圧 $V_p=440$ 〔V〕、従って、 相電流 $I_p=\dfrac{V_p}{Z}=\dfrac{440}{29.7}\fallingdotseq 14.8$ 〔A〕

三角結線の場合、 線電流 $I_\ell=\sqrt{3}\times$ 相電流 I_p であるから

線電流 $I_\ell=\sqrt{3}\times I_p=\sqrt{3}\times 14.8\fallingdotseq 25.6$ 〔A〕

参照：1.5 回路網 1.5.9 三相回路（正弦波平衡回路の場合）(1)Δ 結線 及び (4) 相電流（27、28 頁）

③ 負荷力率 cos θ はいくつか。計算式を示して答えよ。(1 点)

負荷力率 $\cos\theta=\dfrac{R}{Z}=\dfrac{25}{29.7}\fallingdotseq 0.842$ （又は、左記に 100 を掛けて 84.2〔%〕と称す。）

参照：1.5 回路網 1.5.9 三相回路（正弦波平衡回路の場合）(5) 力率（28 頁）

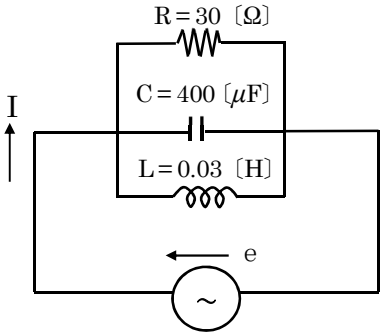
④ 負荷電力 P は何 kW になるか。計算式を示して答えよ。(1 点)

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

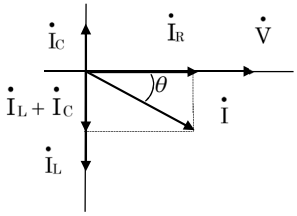
$=\sqrt{3}\times 440\times 25.6\times 0.842\times 10^{-3}\fallingdotseq 16.4$ 〔kW〕

参照：1.5 回路網 1.5.9 三相回路（正弦波平衡回路の場合）(6) 平衡三相負荷電力（28 頁）

問 7. 図のような抵抗 R＝30〔Ω〕、キャパシタンス（静電容量）C = 400〔μF〕及びインダクタンス L =0.03〔H〕の回路に 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。(7 点)



AC100V, 60Hz



〈参考〉電流ベクトル図

(1) AC100V、60Hz の電圧を加えたときのキャパシタンス（静電容量）C の容量リアクタンス X_C 及びインダクタンス L の誘導リアクタンス X_L は何〔Ω〕か。計算式を示して答えよ。(2 点)

$$X_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{2\pi fC}=\frac{1}{2\times\pi\times 60\times 400\times 10^{-6}}\fallingdotseq 6.6 \quad 〔\Omega〕$$

$$X_L=\omega L=2\pi fL=2\times\pi\times 60\times 0.03\fallingdotseq 11.3 \quad 〔\Omega〕$$

(2) 負荷の合成インピーダンス Z は何〔Ω〕か。計算式を示して答えよ。(1 点)

$$Z=|\dot{Z}|=\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2+\left(\frac{1}{X_C}-\frac{1}{X_L}\right)^2}}=\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2+\left(\omega C-\frac{1}{\omega L}\right)^2}}$$

$$=\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{30}\right)^2+\left(\frac{1}{6.6}-\frac{1}{11.3}\right)^2}}\fallingdotseq 14.0 \quad 〔\Omega〕$$

(3) 抵抗 R を流れる電流 I_R は何〔A〕か。計算式を示して答えよ。(1 点)

$$I_R=\frac{E}{R}=\frac{100}{30}\fallingdotseq 3.3 \quad 〔A〕$$

(4) キャパシタンス（静電容量）C を流れる電流 I_C は何〔A〕か。計算式を示して答えよ。・(1 点)

$$I_C=\frac{E}{X_C}=\frac{100}{6.6}\fallingdotseq 15.2 \quad 〔A〕$$

(5) インダクタンス L を流れる電流 I_L は何〔A〕か。計算式を示して答えよ。(1 点)

$$I_L=\frac{E}{X_L}=\frac{100}{11.3}\fallingdotseq 8.8 \quad 〔A〕$$

(6) 回路の電流 I は何〔A〕か。計算式を示して答えよ。(1 点)

$I=\frac{E}{Z}=\frac{100}{14.1}\fallingdotseq 7.1$ 〔A〕 又は、 $I=\sqrt{I_R^2+\left(I_C-I_L\right)^2}=\sqrt{3.3^2+\left(15.2-8.8\right)^2}\fallingdotseq 7.2$ 〔A〕

参照：1.5 回路網 1.5.6 R･L･C などの並列回路「インピーダンスのベクトル表記と大きさ」（23 頁）

問 8. 定格が、AC440V、60Hz、極数 P が 6 極、出力が 55kW 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 89A、すべり 2.08%、力率 87.9%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〕はいくつか。計算式を示して答えよ。(1 点)

入力 P_I〔kW〕$=\sqrt{3}\,VI\cos\theta\times10^{-3}=\sqrt{3}\times440\times89\times0.879\times10^{-3}\fallingdotseq 59.6$ 〔kW〕

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

(2) 電動機の効率 η（ｲｰﾀ）はいくつか。計算式を示して答えよ。(1 点)

出力 P_o〔kW〕$=\sqrt{3}\,VI\cos\theta\times10^{-3}\cdot\eta=P_I\times\eta$ 〔kW〕より

$$\eta=\frac{P_o}{P_I}=\frac{55}{59.6}\fallingdotseq 0.9228 \quad \text{すなわち } 92.3〔\%〕$$

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

(3) 電動機の同期速度 N_S〔min^{-1}〕はいくつか。計算式を示して答えよ。(1 点)

$$N_s〔min^{-1}〕=\frac{120\times f}{P}=\frac{120\times60}{6}=1200〔min^{-1}〕$$

参照：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）

(4) 電動機の回転速度 N〔min^{-1}〕はいくつか。計算式を示して答えよ。(1 点)

$$s〔\%〕=\frac{N_s-N}{N_s}\times 100〔\%〕\ より$$

$$N〔min^{-1}〕=N_s-\frac{s}{100}\times N_s=\left(1-\frac{s}{100}\right)\times N_s=\left(1-\frac{2.08}{100}\right)\times 1200\fallingdotseq 1175〔min^{-1}〕$$

参照：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）

【電気艤装設計編】

問 9. 次の文章の空欄（ ［　　］ ）に、用語の中から適切な語句を選び記入せよ。(0.5×8= 4 点)

(1) 選択遮断方式とは、主配電盤母線上の短絡事故を除き、給電及び配電回路の大電流事故の際、発電機用遮断器が開極動作をする前に、［事故点］に最も近い給電線の遮断器だけが開極動作をすることである。

参照：2.3.3 保護 (2) 選択遮断方式（57 頁）

(2) 後備遮断方式とは、電源に最も近い遮断器（後備遮断器）だけがその回路の短絡電流以上の定格遮断容量を持ち、それから負荷側の遮断器は、その点の短絡電流よりも［小さな］遮断容量の遮断器で構成することができる保護方式である。

参照：2.3.3 保護 (3) 後備遮断方式（58 頁）

(3) 保護装置の協調とは、短絡電流を含む過電流が回路に流れたとき、［事故回路］のみを遮断し健全な回路を保護するため、遮断器又はヒューズの特性を理解し、上位回路（電源側）の遮断器が［負荷］側の遮断器より先に遮断しないように適切に組み合わせることである。

なお、後備遮断方式を採用する場合には、一般に NK 規則で規定されているように、次の場合において負荷側の遮断器は過度の［損傷］を受けることなく引き続き使用し得るものでなければならない。

(a) 後備遮断器又はヒューズが短絡電流を遮断した場合

(b) 負荷側の遮断器で短絡電流を［投入］し、遮断を後備遮断器又はヒューズが短絡電流を遮断した場合

参照：2.3.3 保護 (3) 後備遮断方式（58 頁）及び (5) 保護装置の協調（60 頁）

(4) 短絡電流計算は、給電回路に流れる最大［事故電流］である短絡電流を計算し、回路を保護する気中遮断器、配線用遮断器又はヒューズの容量及び組合せが、回路の安全を確保する上で、適切であることを確認するために行うものである。

参照：2.3.4 短絡電流（64 頁）

(5) 優先遮断とは、船舶が航海中、運転中の発電機が過負荷になった場合、又は過負荷になるおそれがある場合、重要負荷への給電の［持続］を確保するため、重要でない負荷を自動的に切り離し、発電機負荷を軽減し給電を持続することである。

なお、非重要負荷（重要でない負荷）の考え方は、各船級協会によってある程度の相違があるので注意を要する。一例として、ABS 船級協会では、燃料油移送ポンプ、消防兼雑用ポンプ、ビル

ジバラストポンプ等は重要負荷とみなしている。

用語：事故点、電源、損傷、大きな、持続、組合せ、事故回路、事故電流、遮断、保護、負荷、小さな、投入

参照：2.3.3 保護（4）優先遮断方式（59 頁）

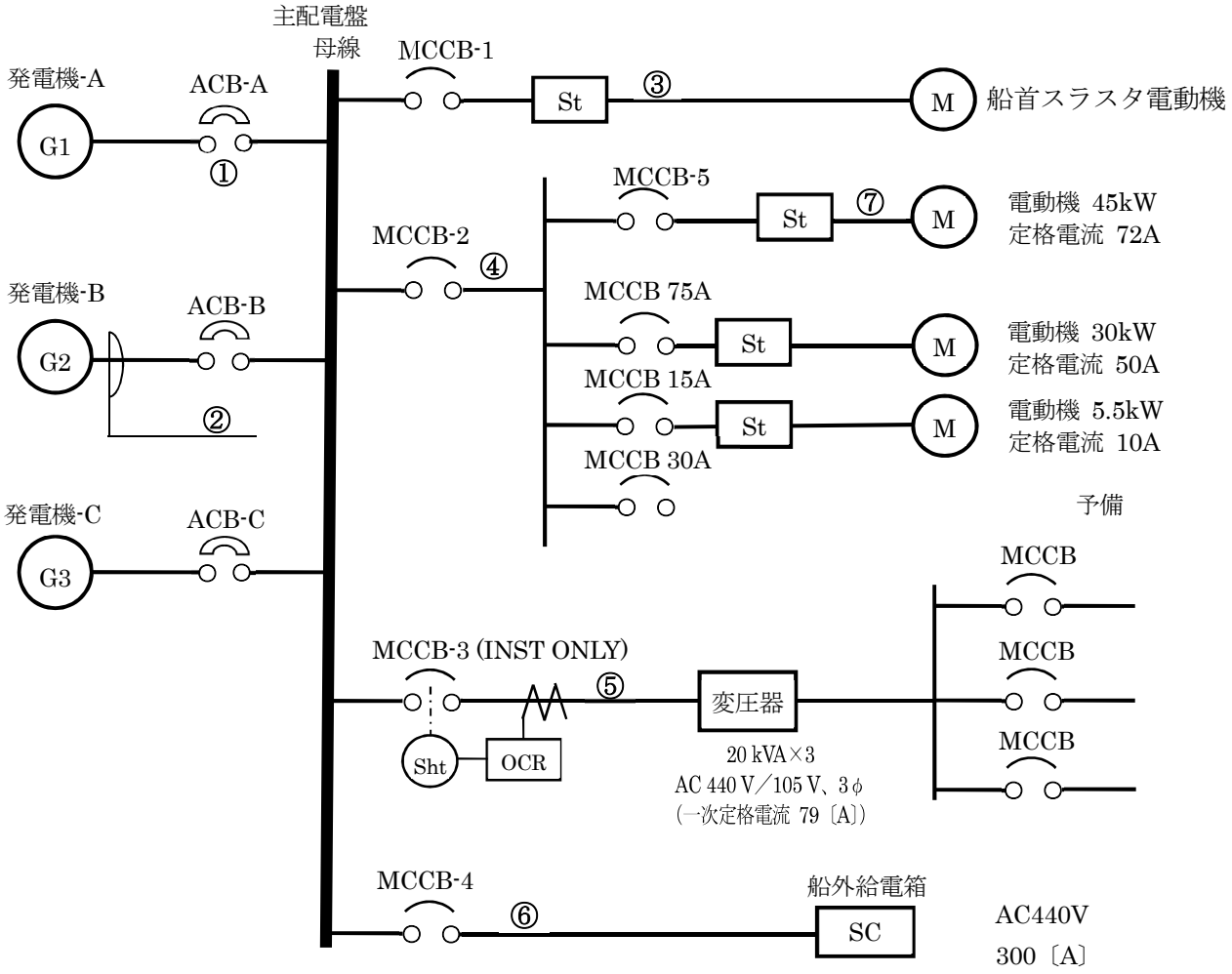
問 10. 次の主電路系統図について以下の問に答えよ。

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 及び船首スラスタ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　Ig：　770　〔A〕	
パーセントインピーダンス　%Z：12%	

船首スラスタ電動機　：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



図中の①、②、③、④、⑤、⑥ 及び ⑦ に関して、次の問に答えよ。(6 点)

(1) ACB の長限時引外し電流設定値 ① はいくらに設定するか。(1 点)

(解答)

ACB の引外し電流設定値= 発電機の定格電流 × 1.15 = 770 × 1.15 ≒ 886 〔A〕

参照：2.3.3 保護 (6) 発電機の保護 ① 長限時過電流保護：LTD (61 頁)

(2) 給電回路③、④、⑥ 及び ⑦ において、各給電回路の MCCB の設定電流値を下記の中から選んで記入せよ。なお、本設問では、電動機の始動電流は一般的なケースで通常の範囲内とする。(2 点)

(解答)

③：600A ④：175A ⑥：300A ⑦：100A

MCCB の設定電流値：75A、100A、150A、175A、200A、250A、300A、350A、500A、600A、630A

〔解説〕

③ 船首スラスタ電動機の定格電流 525A×1.1=577.5A 以上の直上の設定電流値とします。

④ 各電動機の定格電流の和：72A＋50A＋10A=132A に予備 MCCB の設定値 30A を加えた 162A 以上の直上の設定電流値とします。

⑥ 船外給電箱の定格電流 300A 以上で直上の設定電流値 300A とします。

⑦ 電動機 45kW の定格電流 72A×1.1=79.2A 以上の直上の設定電流値とします。

参照：2.5 ケーブル及びコード 2.5.5 ケーブルサイズの決定法 (113 頁) 及び
図 2.31 (114 頁)

(3) ケーブル②、③、④、⑤ 、⑥ 及び ⑦ の種類と大きさ〔mm²〕を下表より選んで記入せよ。解答は、選定の基となる電流値を示しておくこと。(0.5×6=3 点)

ケーブルの許容電流表 (周囲温度 45℃) (JIS C 3410-2010 船用電線)

種類、大きさ〔mm²〕	許容電流〔A〕	種類、大きさ〔mm²〕	許容電流〔A〕
TPYC－1.5	16	TPYC－35	110
TPYC－2.5	21	TPYC－50	137
TPYC－4	28	TPYC－70	169
TPYC－6	36	TPYC－95	205
TPYC－10	50	TPYC－120	237
TPYC－16	67	TPYC－150	272
TPYC－25	89	TPYC－185	311

解答欄

	必要とする電流値	選定ケーブル
ケーブル ②	:770×1.15=885.5〔A〕	TPYC-95×5 本 又は TPYC-120×4 本
ケーブル ③	:525×1.1=577.5 〔A〕	TPYC-95×3 本 又は TPYC-70×4 本
ケーブル ④	:175〔A〕	TPYC-25×2 本 又は TPYC-95×1 本
ケーブル ⑤	:79 〔A〕	TPYC-25
ケーブル ⑥	:300〔A〕	TPYC-70×2 本 又は TPYC-35×3 本
ケーブル ⑦	:72×1.1=79.2〔A〕	TPYC-25

〔解説〕

② 発電機の ACB の設定値 886〔A〕以上のケーブルを選びます。
　従って許容電流が 237〔A〕の TPYC－120×4 本か 205〔A〕の TPYC－95×5 本を選定します。

③ スラスタ電動機の定格電流は 525〔A〕であるからケーブルの許容電流が 525×1.1=578〔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 205〔A〕の TPYC－95×3 本又は 169〔A〕の TPYC－70×4 本を選定します。
　電動機へ単独給電する場合のケーブルは、余裕度 10〔%〕を考慮にいれ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 MCCB-2 の設定電流値 175A 以上の許容電流を持つケーブルを選定します。従ってケーブルの許容電流が 89〔A〕の TPYC－25×2 本又は許容電流 205〔A〕の TPYC－95×1 本を選定します。

⑤ 今回の場合、MCCB-3 は短絡電流に対してのみ変圧器を保護します。ケーブルの保護及び変圧器の過電流保護は OCR で行うので、変圧器の定格電流 79A 以上の許容電流を持つケーブルを選定します。従ってケーブルの許容電流が 89〔A〕の TPYC－25×1 本又は許容電流 50〔A〕の TPYC－10×2 本を選定します。

⑥ 船外給電箱の定格電流 300〔A〕以上のケーブルを選びます。
従って許容電流が 169〔A〕の TPYC－70×2 本又は 110〔A〕の TPYC-35×3 本を選定します。

⑦ 負荷の電動機の定格電流は 72A であるからケーブルの許容電流が 72×1.1=79.2〔A〕以上のケーブルを選びます。

参照：2.5 ケーブル及びコード 2.5.5 ケーブルサイズの決定法（113 頁）

問 11. 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、設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１位まで求めること。（小数点以下第２位を四捨五入する。）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

〔解説〕

① 揚錨機兼揚貨機は、個々のものは断続運転負荷と考えられるが出入港中及び荷役中の期間に限定すれば一群を連続運転負荷とみなして計算するのが妥当です。

揚錨機兼揚貨機の総入力は次により計算して記入します。

$$\text{総入力} = \frac{\text{出力}}{\text{効率}} = \frac{90}{0.935} = 96.3 \text{〔kW〕}$$

② 断続運転負荷需要電力は次式により計算します。

（航海中の計算例）

$$\text{断続運転負荷需要電力} = \frac{\text{断続運転負荷合計電力}}{\text{不等率}} = 64.9 \times 0.6 = 38.9 \text{〔kW〕}$$

断続運転負荷需要電力（38.9〔kW〕）は総合需要電力の算定式中の $x\sum P_I$ に該当します。

③ 合計需要電力は次式により計算します。

（航海中の計算例）

合計需要電力 ＝ 連続運転負荷需要電力 ＋ 断続運転負荷需要電力

＝ 268.4 ＋ 38.9 ＝ 307.3〔kW〕

合計需要電力 307.3〔kW〕は総合需要電力の算定式中の P_G に該当します。

④ 運転発電機容量は航海中の合計需要電力に対し、発電機負荷率 <u>80～85％ もしくは 85％ 前後</u> を目安に選定します。

a. 今、発電機負荷率を 80%に想定すれば、 $\text{発電機出力} = \frac{307.3}{0.8} = 384.1$ 〔kW〕 となる。

b. また、発電機負荷率を 85%に想定すれば、 $\text{発電機出力} = \frac{307.3}{0.85} = 361.5$ 〔kW〕 である。

上記 a.及び b.と問題ページの下段の「発電機定格出力表〔kW〕」から、出力 360〔kW〕の発電機を選定することが妥当となります。

⑤ 発電機負荷率は次式により計算します。

（航海中の計算例）

$$\text{発電機負荷率} = \frac{\text{合計需要電力}}{\text{運転発電機出力}} \times 100 = \frac{307.3}{360} \times 100 = 85.4 \text{〔%〕}$$

⑥ ④で 1 台の発電機出力は 360〔kW〕を選定しました。次に、出入港中及び荷役中の合計需要電力から、設備する発電機の台数は 360〔kW〕×2 台とします。

⑦ 発電機の定格力率は 80〔%〕遅れであるから発電機容量〔kVA〕は次により計算します。

$$\text{発電機容量〔kVA〕} = \frac{\text{発電機出力〔kW〕}}{\text{力率}} = \frac{360}{0.8} = 450 \text{〔kVA〕}$$

力率 80%は、発電機設計上の定格力率で、実際の力率は、運転している負荷の総合力率で決まります。

参照： 2.2 電源装置 2.2.1 発電機（3）電力調査表（35～39 頁）

問 12. 次は発電機の保護に使用される ACB（気中遮断器）について述べたものである。(0.5×8=4 点)

12-1 気中遮断器（ACB）は、発電機の保護と下位遮断器との保護協調を目的として、大きく三つの機能を持つ。それぞれの機能の目的を目的欄から選びそれぞれの解答欄に番号を記入せよ。(0.5×3=1.5 点)

(1) 長限時過電流保護：LTD（Long Time Delay Trip）
解答 … ③

(2) 短限時過電流保護：STD（Short Time Delay Trip）
解答 … ①

(3) 瞬時過電流保護：INST（Instant Trip）
解答 … ②

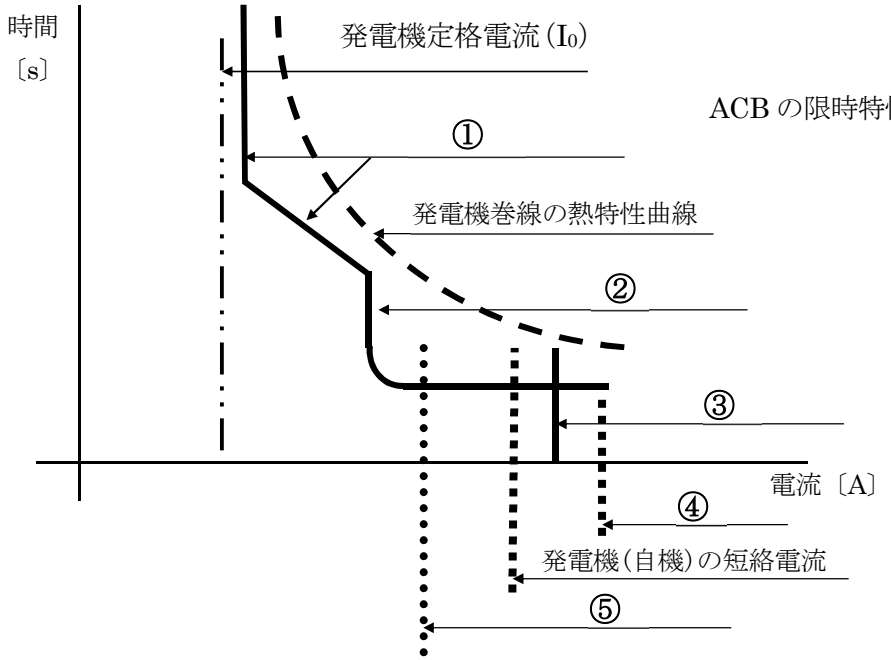
【目的】
目的 ①：負荷側での短絡事故時、発電機の保護と下位遮断器との協調のための機能である。
目的 ②：発電機２台以上の並列運転時、１台の発電機 ACB の１次側（発電機側）で短絡事故が発生した場合、その ACB を瞬時に遮断し健全な発電機を残すための機能である。
目的 ③：発電機巻線を連続過負荷運転から保護するための機能である。

参照：2.3.3 保護（6）発電機の保護 ①、②、③（61、62 頁）

12-2 下記の図は、ACB の限時特性と発電機短絡電流の関係を表している。図中の①、②、③について、ACB の特性カーブの名称を、また④、⑤については、発電機の短絡電流の名称等を下の解答欄に記入せよ。（0.5×5=2.5 点）

解答

①	ACB LTD 動作特性カーブ	④	他発電機の短絡電流＋電動機寄与分
②	ACB STD 動作特性カーブ	⑤	発電機（自機）の持続短絡電流
③	ACB INST 動作特性カーブ		



ACB の限時特性と短絡電流の関係

参照：2.3.3 保護（6）発電機の保護 図 2.15 ACB の限時特性と短絡電流の関係（62 頁）

【試験検査編】

問 13. 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。(0.5×6=3 点)

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
⑥ 防爆型、防水型又は水中型の電気機器の構造図

参照：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)

問 14. 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。(10 点)

(○) 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 海里以内の海面で従業する総トン数 19 トンの漁船
(×) ⑤ 長さ 10 メートルで 5.5 キロワットの船外機付の船舶
(○) ⑥ 総トン数 19 トンの危険物ばら積船
(○) ⑦ 長さ 12 メートル未満の小型船舶 (危険物ばら積船及び特殊船を除く。) であって推進機関の連続最大出力が 7.9 キロワットのもの
(○) ⑧ 平水区域を航行区域とする旅客定員 10 名の遊覧船
(○) ⑨ 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合して一体となる構造を有するもの。
(○) ⑩ 海上保安庁巡視船

参照：第 1 編 3 船舶安全法及び関係政省令 3.4.2 船舶検査対象除外船舶 (21～23 頁)

問 15. 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。しかし、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、一般的な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 ([　　]) の中に適切な語句を記入せよ。(0.5×8+2=6 点)

(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、電池の電圧が降下すると [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。

(3) 絶縁抵抗の許容値

製造工場においては、回転機の絶縁抵抗値は温度試験の後、500V の絶縁抵抗計で測定し、規定の算出式による所定の値以上が要求される。以下に、規定の算出式を記入せよ。

【 計算式 】

$$\frac{3 \times \text{定格電圧}\ \ 〔\text{V}〕}{\text{定格出力}\ \ 〔\text{kW}\ \ 又は\ \text{kVA}〕\ +1,000} \quad 〔\text{M}\Omega〕$$

参照：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 頁）

問 16. 船内における試験及び検査について次の問いに答えよ。

16-1 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)

次の文は、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（ ）に、用語の中から適切な語句を選び記入せよ。(0.5×6 =3 点)

① 配線工事の種類は、敷設場所に適したものであること。
② 電路のわん曲は船舶設備規程第 251 条に適合していること。
③ 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。
④ 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。
⑤ 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。
⑥ 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。
⑦ 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。

用語：難燃性、不燃材、断熱材、テーピング、ブッシング、防火隔壁、帯金、金属管工事、接続箱

参照：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）

16-2 第 1 回定期検査時（製造検査時）に船上で行う効力試験については、船舶検査の方法：B 編 1.6.6 に規定されている。下記の試験項目が常用発電機について求められるものであれば、「A」を、機関区域無人化船のものであれば、「B」を冒頭の（ ）内に記入せよ。(0.5×8=4 点)

(A) 並列運転試験
(B) 過負荷防止装置の動作試験
(A) 過速度防止装置そのほかの安全装置の動作試験
(A) 電圧変動率試験
(B) 待機発電機の自動給電試験

（Ｂ）　警報装置の動作試験
（Ａ）　負荷試験
（Ｂ）　第１種補機の自動再始動試験

参照：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 1.6.6 効力試験（65 頁）参照