

【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)

〔解答〕 () 内に記入する。

- (×) 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 動力による操舵装置の動力装置は、故障により停止した動力源からの動力の供給が復帰した場合に、自動的に再始動するものでなければならない。
- (×) 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 電動操舵用電動機は 1 時間定格以上、水密戸開閉装置、揚錨機及び係船機等に使用する電動機は 30 分定格以上のものでなければならない。

問 2. 船舶設備規程第 271 条には、「電気式の航海灯は、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。」とある。次の文章は、船舶検査心得に規定される「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。(0.5×8=4 点)

〔解答〕 問題文の 内に記入する。

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 にあつては、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、その他の船舶にあつ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。
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つては、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。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、切替え、1、2、充電装置、航行時間、16、18、従業区域、操業区域

問3. 次の文章は、船舶設備規程に規定されている電動操舵装置及び電動油圧操舵装置の電動機の給電回路の要件及び給電回路に設ける保護装置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）

〔解答〕 問題文の 内に記入する。

-1.

- (1) 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つの回路は **非常配電盤** を経由するものとするができる。
- (2) 主配電盤からの回路は、この目的のためにのみ備える **2** つ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。
- (3) 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。
- (4) 各回路は、同時に **損傷** を受けることのないように1つ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。

-2.

- (1) 電動機の給電回路には、**短絡電流** を遮断するヒューズ、自動遮断器又は配線用遮断器（以下「ヒューズ等」という。）を設けなければならない。
- (2) 給電回路に過負荷電流を遮断するヒューズ等を設ける場合は、当該ヒューズ等は、保護する電動機の全負荷電流の2倍未満の電流に対しては作動しないものでなければならない。
ただし、総トン数 1,600 トン未満の船舶の **補助操舵装置** の電動機であって通常は他の用途に使用されているものの給電回路には、当該電動機の全負荷電流の2倍未満の電流で作動するものを設けてもよい。

用語：受電、過負荷電流、主操舵装置、損傷、補助操舵装置、短絡電流、1、2、給電、非常配電盤、無負荷電流

問4. 次の文章は、船舶設備規程第146条の4に基づく「航海用具の基準を定める告示」第2条関係・船舶検査心得の内容を述べている。（6点）

- (1) 以下は、船灯等に標示されるべき事項を述べている。文中の空欄（）に用語の中から適切な語句を選び記入せよ。（4点）

〔解答〕 問題の 内に記入する。

- ① 製造者名または標章及び型式名称

- ② 海上衝突予防法上の型式／種類（例：マスト灯・げん灯・船尾灯・引き船灯・全周灯・せん光灯等）
- ③ 製造番号及び承認番号
- ④ 船首方向（船灯に指向性がある場合）
- ⑤ 光達距離（海里）
- ⑥ 光源の種類（白熱電球、LED等）及び規定ワット数

用語：ハロゲン電球、指向性、承認番号、登録番号、無指向性、玄関灯、LED、マスト灯

- (2) 船舶設備規程第 273 条では、総トン数 500 トン以上の船舶において、航海灯制御盤は「航海灯が電球の緘条（フィラメント）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もつものでなければならない。」とある。これは、光源の種類が白熱電球を前提にしたものであるが、LED を光源とする船灯については、「航海用具の基準を定める告示」第 2 条関係・船舶検査心得に上乗せで要求される 2 件の特別要件が規定され、2 件のいずれかを満足することが求められる。この 2 件の要件を以下に述べよ。(2 点)

〔解答〕 以下に記載する。

- ①：規定による光度を維持できる、製造者により指定された耐用時間の明示。
- ②：規定による光度以下に減少した場合、警報を発する機能。

【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 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〕

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

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

- (2) 発電機に接続された船内負荷合計電力は 340 [kW]、負荷力率は 82% 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)

〔解答〕

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

$$\begin{aligned} \text{発電機負荷電流 } I \text{ [A]} &= \frac{P \times 10^3}{\sqrt{3} V \cos \theta} \\ &= \frac{340 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 450 \times 0.82} \doteq \frac{340,000}{639.13} \doteq 531.97 \doteq 532 \text{ [A]} \end{aligned}$$

- (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 482 [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]

$$\text{電圧変動率 } \varepsilon [\%] = \frac{V_0 - V_n}{V_n} \times 100 = \frac{482 - 450}{450} \times 100 \doteq 7.1 \quad [\%]$$

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

- (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 90 [%] とする。(2 点)

[解答]

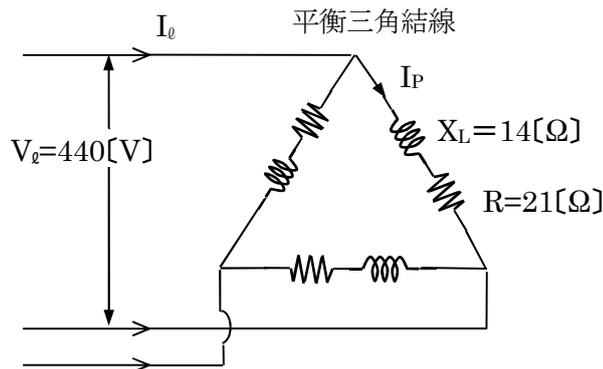
$$\text{原動機出力 } P_E \text{ [kW]} = \frac{P}{\eta} = \frac{S \cdot \cos \theta}{\eta} = \frac{525 \times 0.8}{0.9} \doteq 466.7 \quad \text{[kW]}$$

または

$$\begin{aligned} \text{原動機出力 } P_E \text{ [kW]} &= \frac{P}{\eta} = \frac{\sqrt{3} VI \cdot \cos \theta \times 10^{-3}}{\eta} \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 450 \times 673.6 \times 0.8 \times 10^{-3}}{0.9} \doteq 466.7 \quad \text{[kW]} \end{aligned}$$

- 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 $R = 21$ [Ω]、リアクタンス $X_L = 14$ [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)

[解答]

$$Z = |\dot{Z}| = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{21^2 + 14^2} \doteq 25.2 \quad [\Omega]$$

- ② 線電流 I_ℓ は何 [A] か。計算式を示して答えよ。(1 点)

[解答]

$$\text{相電圧 } V_p = 440 \quad \text{[V]、従って、相電流 } I_p = \frac{V_p}{Z} = \frac{440}{25.2} \doteq 17.5 \quad \text{[A]}$$

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

$$\text{線電流 } I_\ell = \sqrt{3} I_p = \sqrt{3} \times 17.5 \doteq 30.3 \quad \text{[A] となる。}$$

- ③ 負荷力率 $\cos \theta$ はいくつか。計算式を示して答えよ。(1 点)

[解答]

$$\text{負荷力率 } \cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{21}{25.2} \doteq 0.833 \quad (\text{又は、左記に100を掛けて } 83.3 \text{ [\%] と称す。})$$

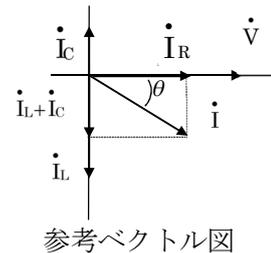
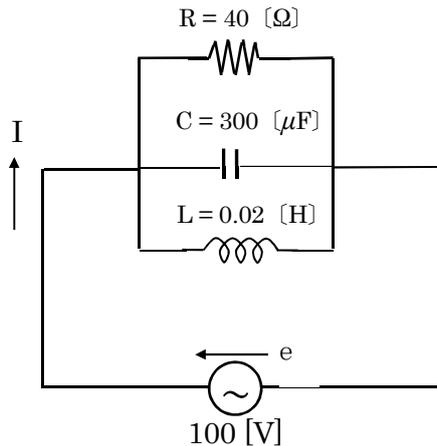
④ 負荷電力 P は何 [kW] になるか。計算式を示して答えよ。(1点)

[解答]

$$\begin{aligned} \text{負荷電力 } P \text{ [kW]} &= \sqrt{3} V_\ell \cdot I_\ell \cos\theta \times 10^{-3} \quad \text{[kW]} \\ &= \sqrt{3} \times 440 \times 30.3 \times 0.833 \times 10^{-3} \doteq 19.2 \quad \text{[kW]} \end{aligned}$$

問7. 図のように抵抗 $R=40$ [Ω]、キャパシタンス (静電容量) $C=300$ [μF] 及びインダクタンス $L=0.02$ [H] の並列回路に 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。

(8点)



(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)

[解答]

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times \pi \times 60 \times 300 \times 10^{-6}} \doteq 8.84 \doteq 8.8 \quad \text{[}\Omega\text{]}$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2 \times \pi \times 60 \times 0.02 \doteq 7.54 \doteq 7.5 \quad \text{[}\Omega\text{]}$$

(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。(2点)

[解答]

$$Z = |\dot{Z}| = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{40}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{40}\right)^2 + \left(\frac{1}{8.84} - \frac{1}{7.54}\right)^2}}$$

$$\doteq 31.54 \doteq 31.5 \quad \text{[}\Omega\text{]} \quad \text{又は} \quad Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{40}\right)^2 + \left(\frac{1}{8.8} - \frac{1}{7.5}\right)^2}} \doteq 31.42 \doteq 31.4 \quad \text{[}\Omega\text{]}$$

(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)

[解答]

$$I_R = \frac{E}{R} = \frac{100}{40} = 2.5 \quad [\text{A}]$$

- (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）

[解答]

$$I_C = \frac{E}{X_C} = \frac{100}{8.8} \approx 11.4 \quad [\text{A}]$$

- (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）

[解答]

$$I_L = \frac{E}{X_L} = \frac{100}{7.5} \approx 13.3 \quad [\text{A}]$$

- (6) 回路の電流 I は何 [A] か。計算式を示して答えよ。（1点）

[解答]

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{100}{31.4} \approx 3.18 \approx 3.2 \quad [\text{A}]$$

$$\text{又は、} I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} = \sqrt{2.5^2 + (11.4 - 13.3)^2} \approx 3.14 \approx 3.1 \quad [\text{A}]$$

問8. 極数 P が4極の三相誘導電動機に、端子電圧 V が440 [V]、周波数 f が60 [Hz] の電源を印加し、定格負荷をかけたとき、回転速度 N は1,765 [min^{-1}]、電流 I は90 [A]、力率 $\cos \theta$ は85.9 [%] であった。これに関し、次の問に答えよ。

ただし、誘導電動機の効率 η (I - I) は94.9 [%] とする。（3点）

- (1) 電動機の入力 P_1 は何 [kW] か。計算式を示して答えよ。（1点）

[解答]

$$\text{入力 } P_1 [\text{kW}] = \sqrt{3} V I \cos \theta \times 10^{-3} = \sqrt{3} \times 440 \times 90 \times 0.859 \times 10^{-3} \approx 58.9 \quad [\text{kW}]$$

- (2) 電動機の実出力 P_0 は何 [kW] か。計算式を示して答えよ。（1点）

[解答]

$$\text{出力 } P_0 [\text{kW}] = \text{電動機入力 } P_1 \times \text{効率 } \eta = 58.9 \times 0.949 \approx 55.9 \quad [\text{kW}]$$

- (3) 電動機の同期速度 N_s は何 [min^{-1}] か。計算式を示して答えよ。（1点）

[解答]

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

【電気機装設計編】

問9. 短絡電流を含む過電流に対する保護装置の選定は給電及び配電計画上最も重要な事項である。

次の文章は船舶に搭載・設置される電気機器の保護装置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。同一用語の複数回の使用を可能とする。

(0.5×10=5点)

[解答] 問題文の 内に記入する。

(1) 発電機の保護

発電機及びその回路は、一般に気中遮断器(ACB)によって保護しなければならない。ただし、船舶設備規程では発電機容量が50kW(又はkVA)未満、NK規則では50 kW未満であって並列運転を行わない場合は、気中遮断器(ACB)の代わりにMCCB又はヒューズ付スイッチを使用してもよい。

(2) 電動機の保護

定格出力が0.5 kWをこえる電動機と重要な設備用の電動機を始動できる限時特性をもつ電磁接触器及び電動機用過電流継電器などで保護すべきである。

(3) 変圧器の保護

変圧器の一次側は、多極遮断器又はヒューズによって短絡と過負荷に対し保護し、遮断器及びスイッチは励磁突入電流(サージ電流)に耐えるものを選定する。

(4) 計器、表示灯及び制御回路の保護

計器や表示灯は、ヒューズで保護する。ただし、電圧の喪失が他の回路に重大な影響をおよぼすような電圧調整器回路などはヒューズを省略すべきであり、この場合、系統の保護されていない部分における火災の危険を防止する手段を施す。

(5) 半導体機器の保護

半導体機器自体又は素子自体の保護に限流ヒューズを組み込むべきである。半導体機器の電源回路は、各素子を保護できる保護装置を備えるべきである。

(6) 蓄電池の保護

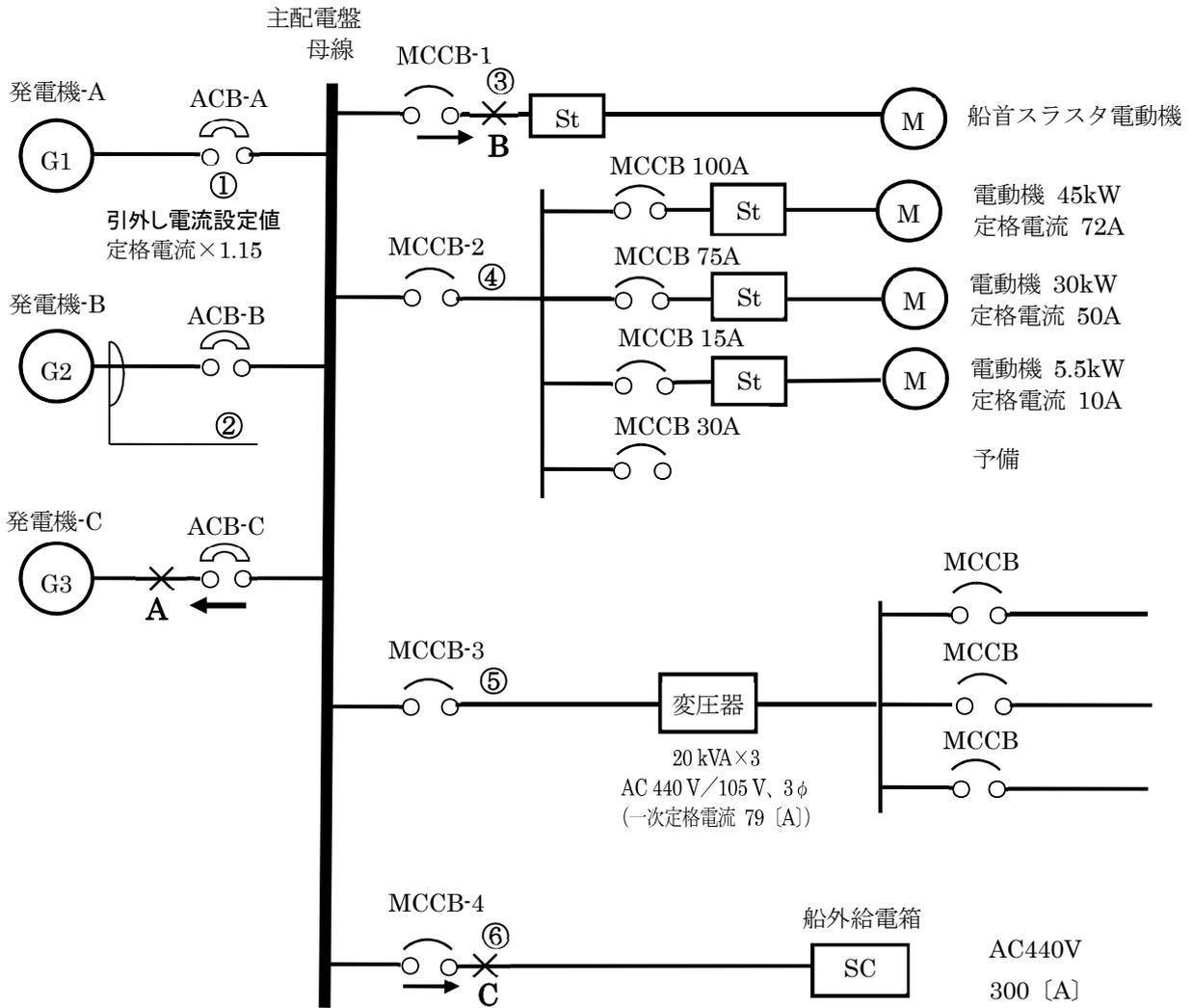
機開始動用の蓄電池を除き、蓄電池は多極遮断器又はヒューズによって保護する。ただし、重要設備に給電する非常用蓄電池に対しては短絡保護のみを行えばよい。

用語：限時特性、ヒューズ、過電流保護、保護装置、50、30、短絡保護、損傷、限流ヒューズ、多極遮断器、火災、配線用遮断器、励磁突入電流、始動電流、ヒューズ付スイッチ、0.5、1.0

問 10. 次の主電路系統図について以下の問に答えよ。(8 点)

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 : 625 [kVA] 定格電圧 : AC 450 [V] 定格周波数 : 60 [Hz] 定格電流 I_g : 802 [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] |
|--|--|



問 10-1. 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)、(3)及び(4)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」($I_s = \frac{I_g}{\%Z} \times 100$ [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 倍とする。(4 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]

$$I_{gc} = \frac{I_g}{\%Z} \times 100 = \frac{802}{12} \times 100 \doteq 6,683 \quad [A]$$

- (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。(1点)

[解答]

発電機から供給される短絡電流 $I_{GS} = 2 \times 6,683 = 13,366 \quad [A]$

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

その他の電動機から供給される短絡電流 $I_{ms2} = 3 \times 132 = 396 \quad [A]$

従って、ACB-C を流れる短絡電流 I_{SA} は次のようになる。

$$I_{SA} = I_{GS} + I_{ms1} + I_{ms2} = 13,366 + 1,575 + 396 = 15,337 \quad [A]$$

- (3) B点で短絡した場合、配線用遮断器 MCCB-1 を流れる短絡電流 I_{SB} はいくらか。(1点)

[解答]

全発電機から供給される短絡電流 $I_{GS} = 3 \times 6,683 = 20,049 \quad [A]$

その他の電動機から供給される短絡電流 $I_{ms2} = 3 \times 132 = 396 \quad [A]$

従って、MCCB-1 を流れる短絡電流 I_{SB} は次のようになる。

$$I_{SB} = I_{GS} + I_{ms2} = 20,049 + 396 = 20,445 \quad [A]$$

- (4) C点で短絡した場合、配線用遮断器 MCCB-4 を流れる短絡電流 I_{SC} はいくらか。(1点)

[解答]

全発電機から供給される短絡電流 $I_{GS} = 3 \times 6,683 = 20,049 \quad [A]$

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

その他の電動機から供給される短絡電流 $I_{ms2} = 3 \times 132 = 396 \quad [A]$

従って、MCCB-4 を流れる短絡電流 I_{SC} は次のようになる。

$$I_{SC} = I_{GS} + I_{ms1} + I_{ms2} = 20,049 + 1,575 + 396 = 22,020 \quad [A]$$

[解説]

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発電機-A、発電機-B と MCCB-1、及び MCCB-2 系統の電動機から供給される。

B 点で短絡した場合、B 点を流れる短絡電流は発電機-A、発電機-B、発電機-C の全発電機と MCCB-2 系統の電動機から供給される。

C 点で短絡した場合、C 点を流れる短絡電流は発電機-A、発電機-B、発電機-C の全発電機と MCCB-1 および MCCB-2 系統の全電動機から供給される。

問 10-2. 図中の②、③、④、⑤ 及び ⑥に関して、次の問に答えよ。(4点)

- (1) MCCB ③、④、⑤ 及び ⑥ の設定電流値を下記の中から選び記入せよ。

ただし、本設問では、電動機の始動電流は検討の対象から外し、また、変圧器についても、突入電流は検討の対象から外すとともに MCCB のみで変圧器及びそのケーブルを保護するものとする。

(0.5×4 = 2点)

[解答]

③ : 600A

④ : 175A

⑤ : 100A

⑥ : 300A

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

[解説]

- ③ 船首スラスト電動機の定格電流 $525A \times 1.1 = 577.5A$ 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。
- ⑤ 変圧器を MCCB のみで保護しますので、変圧器一次側定格電流 79A 超える直上の設定電流値 100A 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。

(2) ケーブル②、③、④、及び ⑥の種類と大きさ [mm²] を、回路が必要とする電流値を示して、下表より選び記入せよ。(0.5×4 = 2 点)

ケーブルの許容電流表 (周囲温度 45°C) (JIS C 3410-2010 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 | 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]

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| ケーブル② : $802 \times 1.15 \div 922A$ | TPYC-95×5 本 又は TPYC-120×4 本 |
| ケーブル③ : $525 \times 1.1 \div 578A$ | TPYC-95×3 本 又は TPYC-70×4 本 |
| ケーブル④ : 175A | TPYC-25×2 本 又は TPYC-95×1 本 |
| ケーブル⑥ : 300A | TPYC-70×2 本 又は TPYC-35×3 本 |

[解説]

- ② 発電機の ACB の設定値 922 [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 スラスト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 $525 \times 1.1 = 578$ [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 [%] を考慮に入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 のみで変圧器及びケーブルを保護しますので、MCCB-3 の設定電流値 100A 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 110 [A] の TPYC-35×1 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。

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 (印部) 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。(0.5×28=14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 | 41.1 | | 70 | 41.1 | | | | | | | | |
| 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] | | | | <u>268.3</u> | | | <u>471.9</u> | | | <u>325.9</u> | | | <u>107.8</u> | | | |
| 断続運転負荷合計電力 [kW] | | | | <u>64.9</u> | | | <u>93.5</u> | | | <u>104.7</u> | | | <u>71.0</u> | | | |
| 1 / 不等率(Diversity Factor) [%] | | | | 60 | | | 60 | | | 60 | | | 60 | | | |
| 断続運転負荷需要電力 [kW] | | | | <u>38.9</u> | | | <u>56.1</u> | | | <u>62.8</u> | | | <u>42.6</u> | | | |
| 合計需要電力 [kW] | | | | <u>307.2</u> | | | <u>528.0</u> | | | <u>388.7</u> | | | <u>150.4</u> | | | |
| 運転発電機 [kW] | | | | 360 × 1 台 | | | 360 × 2 台 | | | 360 × 2 台 | | | 360 × 1 台 | | | |
| 発電機負荷率 [%] | | | | <u>85.3</u> | | | <u>73.3</u> | | | <u>54.0</u> | | | <u>41.8</u> | | | |
| 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

C. L……連続運転負荷

240, 300, 360, 420

I. L……断続運転負荷

[解答] 問題の表中 (アンダーライン上) に記載する。

〔解説〕 (試験の解答箇所限定せず電力調査表全体の解説としています。)

- 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。

揚錨機兼揚貨機の電力消費量(需要電力)は次により算定します。

$$\text{電力消費量} = \text{総入力} \times \text{需要率 (DF : Demand Factor)} = 96.3 \times 0.8 = 77.0 \text{ [kW]}$$

- ② 主機潤滑油ポンプは、航海中及び出入港中は連続して運転されるので、連続運転負荷に区分され、総入力及びC.L.(連続運転負荷)の欄には、次により計算して記入します。

$$\text{総入力} = \frac{\text{出力}}{\text{効率}} = \frac{55}{0.935} = 58.8 \text{ [kW]}$$

$$\text{電力消費量} = \text{総入力} \times \text{需要率 (DF : Demand Factor)} = 58.8 \times 0.7 = 41.1 \text{ [kW]}$$

- ③ 主機冷却海水ポンプ及び操舵機は、航海中及び出入港中は連続して運転されるので、連続運転負荷に区分され、それぞれC.L.(連続運転負荷)の欄に電力消費量(需要電力)を計算して記入します。計算の要領は、①、②と同様になります。

- ④ 消防兼雑用水ポンプ、燃料油移送ポンプは、常時は使用せず、断続的な使用となるので断続運転負荷に区分し、それぞれI.L.(断続運転負荷)の欄に電力消費量(需要電力)を計算して記入します。

- ⑤ 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。

- ⑥ 合計需要電力は次式により計算します。

(航海中の計算例)

$$\begin{aligned} \text{合計需要電力} &= \text{連続運転負荷需要電力} + \text{断続運転負荷需要電力} \\ &= 268.3 + 38.9 = 307.2 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

合計需要電力 307.2 [kW]は総合需要電力の算定式中の P_G に該当します。

- ⑦ 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 80~85% もしくは 85% 前後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、発電機出力 $= \frac{307.2}{0.8} = 384 \text{ [kW]}$ となる。

b. また、発電機負荷率を85%に想定すれば、発電機出力 $= \frac{307.2}{0.85} = 361 \text{ [kW]}$ 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。

- ⑧ 発電機負荷率は次式により計算します。

(航海中の計算例)

$$\text{発電機負荷率} = \frac{\text{合計需要電力}}{\text{運転発電機出力}} \times 100 = \frac{307.2}{360} \times 100 = 85.3 \text{ [%]}$$

- ⑨ ⑦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 $360 \text{ [kW]} \times 2$ 台とします。

- ⑩ 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。

問 12. 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（）に用語の中から適切な語句を選び記入せよ。(0.5×8 = 4点)

【解答】 問題文の 内に記入する。

船舶では、ケーブル及びコードは JISC3410 : 2010 (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、寒冷地に配船される船や冷凍庫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まわ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。

用語：90、95、難燃架橋ポリエチレン絶縁、耐低温、シース、防食層、シールド、通信、がい装、保護層、けい素ゴム、接地線、各心、各対、電話

【試験検査編】

問 13. 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)

【解答】 問題の（）内に記入する。

- (○) ① 特殊船 (例：潜水船、水陸両用船)
- (×) ② 海上自衛隊の使用する船舶
- (○) 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 総トン数 35 トンの漁船
- (○) ⑥ 危険物ばら積船
- (×) ⑦ 長さ 10 メートルで 5.5 キロワットの船外機付の船舶
- (○) 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

問 14. 通常、製造工場で実施される試験・検査である耐電圧試験について次の設問に答えよ。(8点)

(1) 耐電圧試験の内容を簡潔に述べよ。(2点)

[解答]

耐電圧試験は絶縁抵抗試験の直後に行うもので、充電部と大地間、又は充電部分相互間に施された絶縁の強度を保証するための試験である。

(2) 次の文章は、耐電圧試験を実施する際の注意事項を述べている。文中の空欄 () の中に適切な語句を記入せよ。(0.5×6 = 3点)

[解答] 問題文の 内に記入する。

- 1) 製作工場で新しい機器の耐電圧試験を行う際は、 後に行うのが普通である。
- 2) 試験時間は 分間とし、まず、試験電圧の 程度を加え、引き続き電圧計の読みうる程度の範囲内で電圧を上昇させ、既定値に達してから試験時間その値を保持する。
- 3) 試験における交流電圧の波形はなるべく に近い商用周波数のものとする。
- 4) 試験にあたって、被試験巻線の端子は して印加するようにする。
- 5) 絶縁破壊の場合には入力側の電圧計の 、破壊音、煙、匂いなどによって検知する。

(3) 次の表は、耐電圧試験値(絶縁耐力試験電圧)を示している。空白箇所に数値を記入せよ。(0.5×6 = 3点)

絶縁耐力試験電圧表(船舶設備規程 第195条関係)

| 機器の部分 | 試験電圧(ボルト) |
|----------------|---|
| 直流機及び交流機の電機子巻線 | 1キロワット以上のもの： <input type="text" value="2E+1000"/> (ただし、最低1500) |
| 直流機界磁巻線 | 1キロワット未満のもの： 定格電圧が50ボルト未満のものは <input type="text" value="500"/> 、 定格電圧が50ボルト以上250ボルト未満のものは <input type="text" value="1000"/> 、 250ボルト以上のものは2E+ <input type="text" value="500"/> |
| 誘導機一次巻線 | 1キロワット未満のもの： <input type="text" value="2E+500"/> (ただし、最低1000) 1キロワット以上のもの： <input type="text" value="2E+1000"/> (ただし、最低1500) |
| 巻線形誘導機二次巻線 | 2E _s +1000 (ただし、最低1200) |

(注) 1. 「E」は、定格電圧とする。 2. 「E_s」は、二次巻き線端子の最大誘起電圧である。

問 15. 次は、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」の試験方法及び確認事項(船舶設備規程及び日本海事協会(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き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 **50** %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、± **10** %以下、及び負荷投入時の整定速度変動率は、± **5** %以下であることを確認する。

問 16. 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)

[解答] 問題文の 内に記入する。

- 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、貫通金物、ブッシング、わん曲、固定、配線工事、金属管工事