

問 1. 問次の文は、船舶防火構造規則で定義されている特定期間区域及び機関区域に記述下ものである。

文中の空欄の中に、下記用語の中から適切なものを選び記入せよ。(8点)

- (1) 「特定機関区域」とは、**主 機** もしくは合計出力 **375** kW 以上の補助機関として使用する内燃機関、油だき装置又は **燃 料** 油装置のある場所及びこれらの場所に至るトランクをいう。
- (2) 「機関区域」とは特定機関区域並びに **推 進** 機関、ボイラ、**蒸 気** 機関、内燃機関、主要 **電 気** 設備、冷凍機、減速装置、**送 風** 機又は空気調和装置のある場所、**給 油** 場所及びこれらに類似した場所ならびにこれらの場所に至るトランクをいう。

用語：潤滑、給油、発電、燃料、電気、揚荷、450、推進、トランク、送風、貨物、補機、主機、300、空調、冷蔵、油圧、375、蒸気、通路、操舵、廃油、内燃、作業

問 2. 船舶設備規程では、次の設備の入力端での電圧降下は何%まで許容されているか。(4点)

設 備 名	許容電圧降下率 (%)
定格電圧 AC440V の電動機	5
定格電圧 AC220V の電熱器	5
定格電圧 AC100V の制御装置	5
定格電圧 DC24V の通信装置	10

問 3. 船舶設備規程で外洋航行船に備える非常電源及び非常配電盤の配置について、「主電源設備を設けた場所又は特定機関区の外部で、これらの場所の火災、その他の災害による影響をできる限り受けない場所であること。」の他にどのように定められているか述べて。(3点)

- (解 答) ① 最上層の全通甲板の上方であること。
 ② 船首隔壁の後方であること。
 ③ 暴露甲板から容易に近づき得ること。

問 4. 全長 12 メートル以上 20 メートル未満の小型船舶の船灯の位置について要約したものである。

文中の空欄の中に、用語の中から適切な語句を選び記入せよ。(語句は重複して使用して良い) (10点)

- (1) 船灯は、その **射 光** が妨げられるおそれのない適当な位置に装置すること。
 (2) マスト灯を装置する位置は、船の **首 尾** 線上で、船の舷縁上 **2.5** メートル以上であること。
 (3) マスト灯は、**マスト** 灯以外のすべての船灯より **上 方** であること。
 (4) マスト灯は、船体中央部より **前 方** であること。
 (5) 舷灯の上甲板上の高さは、マスト灯の上甲板上の高さの **3/4** 以下であること。
 (6) 舷灯に、第 1 種 **両 色** 灯を装置する場合には、船の **首 尾** 線上で、マスト灯より **1** メートル以上下方であること。

用語：白、紅、緑、黄、閃光、3/5、2/5、3/4、1/4、上下、首尾、マスト、1、1.5、2、2.5、3、両色、後方、下方、前方、射光、停泊、光度、上方、探照

問 5. 定格電圧 V が 450 [V]、定格電流 I は 360 [A] の三相交流発電機について、次の質問に答えよ。

(1) 発電機の皮相電力 S はいくらか。(2 点)

(解 答) 皮相電力 $S = \sqrt{3} VI$
 $= \sqrt{3} \times 450 \times 360$ [VA] = 280,592 [VA]
 ≈ 280.6 [kVA]

(2) 発電機に接続された船内負荷総合計電力は 180 [kW]、負荷率は 86%であった。このときの発電機負荷電流 I はいくらか。(2 点)

(解 答) 発電機に接続された船内負荷合計電力が発電機出力であるから

発電機出力 $P = \sqrt{3} VI \cos \theta$ から

発電機負荷電流 $I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \theta}$
 $= \frac{180 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 450 \times 0.86} = \frac{180,000}{670.3}$
 ≈ 268.5 [A]

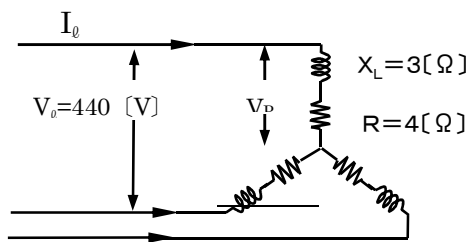
(3) 負荷率が 80 [%] で、発電機に定格負荷がかかっているときの原動機の実出力 P_E [kW] を求めよ。ただし、発電機の効率 η は 92 [%] とする。(2 点)

(解 答) 原動機の実出力 $P_E = \frac{P}{\eta} = \frac{S \cos \theta}{\eta} = \frac{280.6 \times 0.8}{0.92} = 244$ [kW]

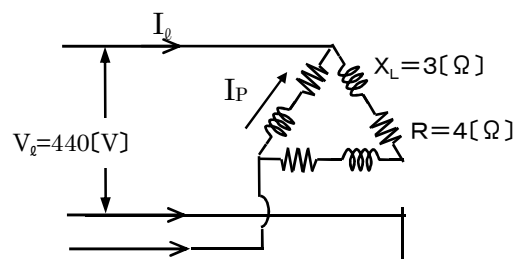
【4.3.2 (2) (b) 原動機の実出力 (53 頁) 参照】

問 6. 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]、60 [Hz] の三相交流電圧を加えた時、各相のインピーダンス Z [Ω]、負荷率 [%] 及び線電流 I_ℓ [A] を求めよ。ただし、各相の抵抗 $R = 4$ [Ω]、リアクタンス $X_L = 3$ [Ω] とする。

平衡星形結線(Y結線)



平衡三角結線(Δ結線)



(1) 各相のインピーダンス Z はいくらか (2 点)

(答) $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = \sqrt{25} = 5$ [Ω]

(2) 負荷率 $\cos \theta$ はいくらか (2 点)

(解 答) 負荷率 $\cos \theta = \frac{R}{Z} \times 100 = \frac{4}{5} \times 100 = 80$ [%]

(3) 平衡星形結線 (Y 結線) の場合の線電流 I_ℓ はいくらか (3 点)

(解 答) 相電圧 $V_p = \frac{V_\ell}{\sqrt{3}} = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254$ [V]

$$\text{相電流 } I_P = \frac{V_P}{Z} = \frac{254}{5} = 50.8 \text{ [A]}$$

星形結線の場合は線電流 I_ℓ = 相電流 I_P であるから

$$\text{線電流 } I_\ell = I_P = 50.8 \text{ [A]}$$

(4) 平衡三角結線 (Δ 結線) の場合の線電流 I_ℓ はいくらか (3点)

(答) 相電圧 $V_P = 440$ [V]

$$\text{相電流 } I_P = \frac{V_P}{Z} = \frac{440}{5} = 88$$

平衡三角結線の場合は線電流 $I_\ell = \sqrt{3} \times$ 相電流 I_P であるから

$$\text{線電流 } I_\ell = \sqrt{3} I_P = \sqrt{3} \times 88 = 152.4$$

【1.5.9 (1) Δ 結線、(3) 相電流 (19頁) 参照】

問7. 一次側電圧 V_1 が440 [V]、二次側電圧 V_2 が105 [V]、容量 P_0 が15 [kVA] の単相変圧器3台の組合せについて、下記質問に答えよ。

(1) 単相変圧器3台を Δ (デルタ) 結線にしたときの、変圧器バンクの容量 (P_Δ) はいくらか。(2点)

(解 答) $P_\Delta = 3P_0 = 45$ [kVA]

(2) 単相変圧器3台を Δ (デルタ) 結線にしたときの一次側次定格電流 (I_1) はいくらか。(2点)

(解 答) $P_\Delta = 45$ [kVA] = $\sqrt{3} \times V_1 \times I_1$ であるから

$$I_1 = \frac{45 \times 10^3}{\sqrt{3} V_1} = \frac{45 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440} = 59.0 \text{ [A]}$$

(3) 単相変圧器3台を Δ (デルタ) 結線にしたときの二次側次定格電流 (I_2) はいくらか。(2点)

(解 答) $P_\Delta = 45$ [kVA] = $\sqrt{3} \times V_2 \times I_2$ であるから

$$I_2 = \frac{45 \times 10^3}{\sqrt{3} V_2} = \frac{45 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 105} = 247.4 \text{ [A]}$$

(4) 単相変圧器2台をV結線にしたときの容量 (P_V) はいくらか。(2点)

(解 答) 変圧器の相電圧を V_P 、相電流を I_P とすると

$$P_V = \sqrt{3} \times V_P \times I_P = \sqrt{3} \times P_0 = \sqrt{3} \times 15 = 26 \text{ [kVA]}$$

(5) Δ 結線とV結線の出力の割合 (δ) はいくらか。(2点)

$$\text{(解 答) } \delta = \frac{\text{V結線出力}}{\Delta \text{結線出力}} = \frac{\sqrt{3} \times V_P \times I_P}{3 \times V_P \times I_P} = \frac{\sqrt{3}}{3} = 0.577 \text{ (57.7\%)}$$

問 8. 電気設備の設計にあたり船舶における環境条件で考慮すべき事項のうち 3 項目あげよ。(3 点)

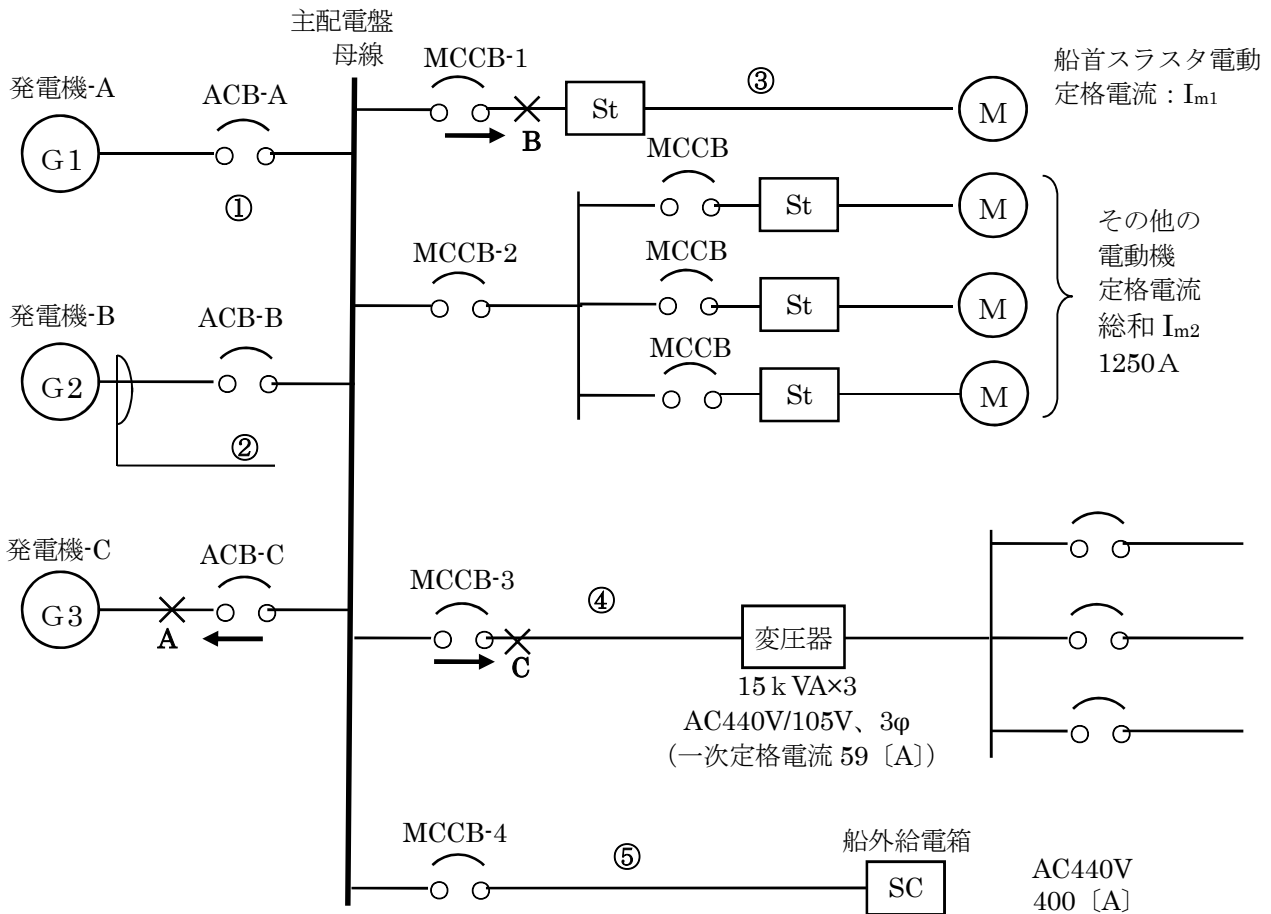
(解 答) 下記から 3 項目を選ぶ。

- | | |
|---------------|-----------------|
| ① 周囲温度 | ⑧ 外部磁界の影響 |
| ② 湿度 | ⑨ じんあい |
| ③ 船体の動揺及び傾斜 | ⑩ 電気機器の絶縁距離 |
| ④ 振動 | ⑪ かび |
| ⑤ 外被保護形式 | ⑫ 海水ひまつ、酸霧、油霧など |
| ⑥ 電源変動 | ⑬ 危険場所 |
| ⑦ 無線通信及び通話の障害 | |

問 9. 下記の主電路系統で、発電機 3 台並列運転で、船首スラスト及びその他の電動機を運転している条件で、次の設問(1)、(2)、及び(3)を簡易計算法で計算せよ。発電機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]	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_{m1} : 525 [A]
---	---

主電路系統図



(1) 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。(4点)

(解答) 発電機供給分 $I_{GC} = 2 \times I_g \times 10 = 2 \times 802 \times 10 = 16040 \text{ [A]}$
 スラスタ電動機供給分 $I_{mS1} = 3 \times I_{m1} = 3 \times 525 = 1575 \text{ [A]}$
 その他の電動機供給分 $I_{mS2} = 3 \times I_{m2} = 3 \times 1250 = 3750 \text{ [A]}$
 ACB-C を流れる短絡電流 $I_{SA} = I_{GC} + I_{mS1} + I_{mS2} = 16040 + 1575 + 3750 = 21365 \text{ [A]}$

(2) 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。(4点)

(解答) 発電機供給分 $I_{GC} = 3 \times I_g \times 10 = 3 \times 802 \times 10 = 24060 \text{ [A]}$
 スラスタ電動機供給分 $I_{mS1} = 0 \text{ [A]}$
 その他の電動機供給分 $I_{mS2} = 3 \times I_{m2} = 3 \times 1250 = 3750 \text{ [A]}$
 MCCB-1 を流れる短絡電流 $I_{SB} = I_{GC} + I_{mS2} = 24060 + 3750 = 27810 \text{ [A]}$

(3) C点で短絡した場合、配線用遮断器 MCCB-3 を流れる短絡電流 I_{SC} はいくらか。(4点)

(解答) 発電機供給分 $I_{GC} = 3 \times I_g \times 10 = 3 \times 802 \times 10 = 24060 \text{ [A]}$
 スラスタ電動機供給分 $I_{mS1} = 3 \times I_{m1} = 3 \times 525 = 1575 \text{ [A]}$
 その他の電動機供給分 $I_{mS2} = 3 \times I_{m2} = 3 \times 1250 = 3750 \text{ [A]}$
 MCCB-3 を流れる短絡電流 $I_{SC} = I_{GC} + I_{mS1} + I_{mS2} = 24060 + 1575 + 3750 = 29385 \text{ [A]}$

問 10. 問 9 の図中で、記号①、②、③、④及び⑤に関して、次の問に答えよ。

(1) ①の ACB の引外しピックアップ電流設定値 I_n はいくかに設定するか。(2点)

(解答) $I_n = I_g \times 1.15 = 802 \times 1.15 = 922 \text{ [A]}$

(2) ②、③、④、⑤のケーブルの種類と大きさ $[\text{mm}^2]$ を下表より選んで記入せよ。(8点)

- (解答) ② TPYC-95×5本又はTPYC-120×4本
 ③ TPYC-95×3本又はTPYC-70×4本
 ④ TPYC-16×1本
 ⑤ TPYC-95×2本

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 $[\text{mm}^2]$	許容電流 $[\text{A}]$	種類、大きさ $[\text{mm}^2]$	許容電流 $[\text{A}]$
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

問 11. 船舶安全法における次の用語の定義について簡潔に述べよ。

(1) 旅客船(2点)

(解答) 旅客定員が12人を超える船舶をいう。

(2) 小型兼用船(2点)

(解 答) 漁船以外の小型船舶のうち漁ろうにも従事するものであって、漁ろうと漁ろう以外のことを同時にしないものをいう。

問 12. 電気機器の温度試験を行う目的を述べよ。(3点)

(解 答) 定格負荷状態で使われる電気機器の絶縁物が、その絶縁の種類に応じた温度上昇限度内にあるかを調べることを目的とする。

問 13. 交流発電機の並列投入、負荷移行試験について簡潔に述べよ。(3点)

(解 答) 1台の発電機を適宣の負荷において、定格電圧、定格周波数、定格力率(又は100%力率)で運転中、他の発電機をこれと並列に投入して負荷を移動し並列投入の難易及び任意の負荷分担において異常のないことを確認する。

問 14. 下記項目について、第1回定期検査時に船上で行う効力試験項目を簡潔に記せ。(8点)

(1) 常用発電機

(解 答)

- ① 過速度防止装置その他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

(2) 配電盤上の負荷開閉器、しゃ断器及び継電器等

(解 答)

- ① 実負荷通電試験
- ② 手動開閉試験及び設定電流の確認
- ③ 発電機用しゃ断器の引き外し試験
- ④ 逆電力継電器の作動試験

問 15. 船内諸試験に先立ち、事前に調査確認すべき事項を6項目あげよ。(6点)

(解 答) 下記より6項目選ぶ

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| (1) 設置の適否 | (8) 絶縁の良否 |
| (2) 動作の良否 | (9) 照明の適否 |
| (3) 操縦及び取り扱いの難易 | (10) 通信の程度 |
| (4) 振動、衝撃、騒音の程度 | (11) 防水の良否 |
| (5) 温度上昇の程度と異常温度の有無 | (12) 漏水の有無 |
| (6) 整流の良否 | (13) 分解・点検・手入れ及び取り替えの難易 |
| (7) 誤差の程度 | (14) その他必要な事項 |