

— 電気工学の基礎編 —

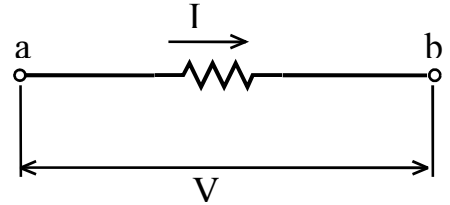
問 1. オームの法則について、右図をもとに下の問に答えよ。(5 点)

(1) オームの法則を簡単に述べよ。(式表記にても可) (2 点)

[解 答]

導体 a、b 二点間に流れる電流 I [A] の大きさは、その間の電圧 V [V] に比例し、かつ、導体抵抗 R [Ω] に反比例する。

$$\text{数式表記: } V = IR, \quad I = \frac{V}{R}, \quad R = \frac{V}{I}$$



参照 1 電気の基本概念 1.7 オームの法則と電気回路 1.7.1 オームの法則(9 頁)

(2) 電圧 V が 100 [V]、抵抗 R が 5 [Ω] のときの電流 I [A] を計算式と共に求めよ。(1 点)

[解 答] $I = \frac{V}{R} = \frac{100}{5} = 20$ [A]

(3) 電流が 4.8 [A]、抵抗が 5 [Ω] のときの電圧 V [V] を計算式と共に求めよ。(1 点)

[解 答] $V = I \times R = 4.8 \times 5 = 24$ [V]

(4) 電圧が 24 [V]、流れる電流が 8 [A] のときの抵抗 R [Ω] を計算式と共に求めよ。(1 点)

[解 答] $R = \frac{V}{I} = \frac{24}{8} = 3$ [Ω]

参照 1 電気の基本概念 1.7 オームの法則と電気回路 1.7.1 オームの法則(1) (2) (3) (9-10 頁)

問 2. 下記の表は、交流(正弦波)の実効値・最大値及び平均値との関連を示した表である。(3 点)

(1) 表中の 内に数値(小数点以下 2 位)を下から選んで記入せよ。(0.5 点)

[解 答]

既知 \ 求めるもの		分っているもの		
		実効値	最大値	平均値
求めるもの	実効値	—	最大値 $\times \frac{1}{\sqrt{2}}$ (最大値 \times <input type="text" value="0.70"/>)	平均値 $\times \frac{\pi}{2\sqrt{2}}$ (平均値 \times <input type="text" value="1.11"/>)
	最大値	実効値 $\times \sqrt{2}$ (実効値 \times <input type="text" value="1.41"/>)	—	平均値 $\times \frac{\pi}{2}$ (平均値 \times <input type="text" value="1.57"/>)
	平均値	実行値 $\times \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$ (実効値 \times <input type="text" value="0.90"/>)	最大値 $\times \frac{2}{\pi}$ (最大値 \times <input type="text" value="0.64"/>)	—

数値【 1.57、 2.57、 0.64、 1.63、 1.41、 1.52、 1.90、 0.90、 1.11、 0.70、 0.91 】

参照：5. 交流 5.2.3 交流の大きさの表し方 (5) 実行値、最大値、平均値との関連 (55 頁)

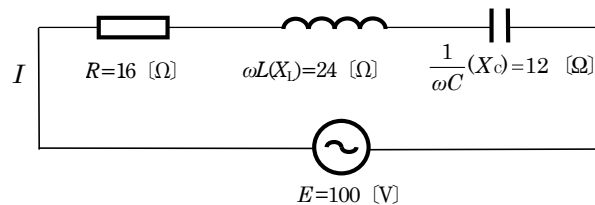
問3. 6極交流発電機の発生周波数を60 [Hz] とするための毎分の回転数 [min⁻¹] を計算式を示して求めよ。

(2 点)

[解 答]
$$N = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 60}{6} = 1200 \quad [\text{min}^{-1}]$$

参照 5 交流 5.2 単相交流の基礎 5.2.1 電気角と周波数(2) 周波数(52 頁)

問4. 下図の回路において、抵抗 R が 16 [Ω]、誘導リアクタンス ωL (X_L) が 24 [Ω]、容量リアクタンス $\frac{1}{\omega C}$ (X_C) が 12 [Ω] のときの各設問に計算式を示し値を求めよ。 (10 点)



(1) インピーダンス Z [Ω] を求めよ。

[解 答]
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{16^2 + (24 - 12)^2} = 20 \quad [\Omega]$$

(2) 電流 I [A] を求めよ。

[解 答]
$$I = \frac{E}{Z} = \frac{100}{20} = 5 \quad [\text{A}]$$

(3) 皮相電力を [kVA] で求めよ。

[解 答] **皮相電力** = $E \cdot I \times 10^{-3} = 100 \times 5 \times 10^{-3} = 500 \times 10^{-3} = 0.5 \quad [\text{kVA}]$

(4) 力率を [%] で求めよ。

[解 答] **力率** ($\cos \theta$) = $\frac{R}{Z} = \frac{16}{20} = 0.8$ 、 $0.8 \times 100 = 80$ [%]

(5) 有効電力 P を [kW] で求めよ。

[解 答] **有効電力** $P = E \cdot I \times \cos \theta = 100 \times 5 \times 0.8 = 400$ [W] $\times 10^{-3} = 0.4$ [kW]

参照 5 交流 5.5 単相交流の電力と力率 5.5.6 電力、皮相電力、無効電力(例題(3)) (78 頁)

問5. 船舶設備規程で規定されている絶縁抵抗値の中で、下記の機器や電路に対する最低限の値について文中の

中に適切な語句又は数値を記入せよ。(7 点)

[解 答]

(1) 発電機

$$\text{発電機絶縁抵抗} = \frac{\boxed{\text{定格電圧}} \times 3}{\text{定格出力 (kW又はkVA)} + 1000} \quad [\text{M}\Omega] \text{ 以上}$$

(2) 配電盤

メグオーム以上（接地灯、指示灯、電圧計回路のヒューズ、電圧コイルなどは外してよい。）

(3) 照明設備、動力設備及び電熱設備への給電電路の中で、次の定格電流の電路

1) 10 アンペア以上 25 アンペア未満の電路 $[\text{M}\Omega]$ 以上

2) 25 アンペア以上 50 アンペア未満の電路 $[\text{M}\Omega]$ 以上

(4) 船内通信及び信号設備の電路

1) 100 ボルト以上の電路 $[\text{M}\Omega]$ 以上

2) 100 ボルト未満の電路 $[\text{M}\Omega]$ 以上

(5) 電熱設備 $[\text{M}\Omega]$ 以上

参照 6 電気材料 6.4 絶縁材 6.4.2 絶縁材料の特性(2) 絶縁材料の絶縁抵抗(a)～(e) (88 頁)

— 電気装備概論編 —

問 6. 船舶安全法施行規則に定められている“船舶の航行区域”について、次の問に答えよ。(6 点)

(1) 一般船舶の航行区域は 4 つに区分されているが、その名称を記述せよ。

(船舶安全法施行規則第 1 章第 1 条)

[解答]

① 平水区域 ② 沿海区域 ③ 近海区域 ④ 遠洋区域

(2) 船舶検査の際に航行区域に対応した検査が行われる理由を答えよ。(2 点)

[解 答] 受検する船舶の航行区域に応じて、船体、機関、設備などの基準が定められており、当該船舶がこれら基準に適合しているか船舶検査を行う必要がある。

又は 船舶検査を実施することにより、船舶の大きさ、構造、設備若しくは用途等に応じた基準に適合していることを検査し、船舶の航行の安全を確保するため。

参照:1 船舶の概要 1.3 航行区域、漁船の従業制限、国際航海 1.3.1 航行区域 (5 頁)

問 7. 次の図は、船の主要寸法について説明したものである。文中の 内に次項の用語の中から適切なものを選んで記入せよ。なお、これらの用語は複数回、使用してもよい。(6 点)

[解答]

- (1) 図中の「寸法①」は **全長** と呼ばれるものであり、船体に固定的に付属する突出物を含めて、**船首最前端** より船尾最後端までの **水平距離** をいう。

この寸法は、航海関係 で用いられ、英文略称を **Loa** という。

- (2) 図中の「寸法②」は **登録長さ** と呼ばれるものであり、船舶を **登録原簿** に登録する際用いる船の長さをいう。

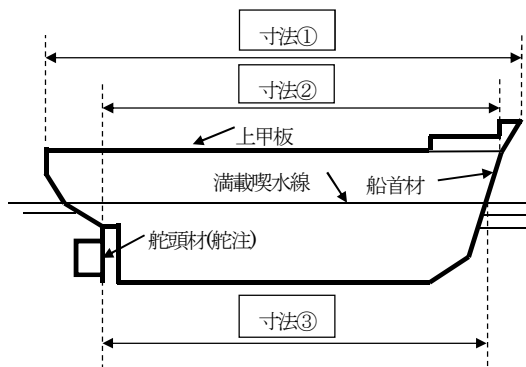
上甲板下面において、**船首材の前面** より船尾材の後面（舵頭材を有する船舶にあつては、舵頭材の中心位置） に至る水平距離をいう。

- (3) 図中の「寸法③」は、**垂線間長** と呼ばれるものであり、**船首材の前面** 及び 舵柱（船尾材）の後面（舵柱を持たない船では舵頭材の中心）が、**満載喫水線** と交わる二つの交点から二つの垂線をおろし、この垂線間の距離を船の **垂線間長** という。

この寸法は、設計の際用いられ、英文略称を **Lpp** という。

用語：登録原簿、船首材の前面、船首最前端、水平距離、全長、満載喫水線、現場作業、垂線間長、航海関係、設計の際、垂線、登録長さ、垂線間の距離、Lpp、Lap、Loo、Loa

参照：2 船体部の概要 2.1 船の要目 2.1.1 主要寸法 (1) (9項)



問8. 船舶の航行中に使用される主な船灯について、次の問に答えよ。(5点)

- (1) 点灯状態を表示し、電球の断線を警報する航海灯表示器(ただし、小型船は警報不要)を設けている主な船灯名をあげよ。(各1点)

[解答] ① マスト灯 ② 舷灯 ③ 船尾灯

[解説] 「4.6.3 船灯 (58頁)」では、装備すべき船灯の種類として、マスト灯、舷灯、船尾灯、白灯、紅灯、緑灯、黄灯、引き船灯、三色灯をあげているが、そのうち航海灯に使用される主な船灯はマスト灯、舷灯及び船尾灯である。

- (2) 2重式(電気式)船灯の設置を要求される船舶はどのような船舶かを記せ。(各1点)

[解答] ① 遠洋区域又は近海区域を航行する船舶 ② 総トン数500トン以上の漁船

参照 4 電気機器類 4.6 照明器具、船灯、信号灯、その他 4.6.3 船灯 (58頁)

問9. 下記の短絡電流の概算値を日本海事協会の簡易計算法により計算せよ。(3点)

定格電流128 [A] の交流発電機が1台装備されており、同時に使用される電動機負荷の総和が60 [A] の場合

[解 答]

(1) 発電機短絡電流 $10 \times 128 = 1,280$ [A]

(2) 電動機短絡電流 $3 \times 60 = 180$ [A]

(3) 給電線における短絡電流は次のようになる。 $1,280 + 180 = 1,460$ [A]

(解説) NK の簡易計算法による短絡電流の概算値は、交流の場合次のようになる。

接続される発電機 (予備機を含む) に対し : 定格電流の総和の 10 倍

同時に使用される電動機に対し : 定格電流の総和の 3 倍

参照 : 5 電気機装設計 5.2 電気設備の設計 5.2.3 配電装置 (4) 短絡電流 (b) 短絡電流計算例 (88 頁)

問 10. 船内配電回路のケーブルサイズの決定方法について留意すべき事項を 3 つ記述せよ。(6 点)

(解答は、本解答文ないで簡潔に述べること)

[解 答]

- 1) ケーブルは機器の定格電流及びその回路の保護装置の設定電流以上の許容電流を持ったサイズとする。
- 2) 電動機へ単独給電する場合のケーブルは、電動機の定格電流に対する余裕度 10 [%] を考慮に入れて、電動機 の定格電流の 110 [%] 以上の許容電流を持ったサイズとする。
- 3) ケーブルは十分な短絡容量を持ち、電路の電圧降下が規定値以下になるサイズとする。

参照 : 5 電気機装設計 5.2 電気設備の設計 5.2.5 ケーブル及びコード(5) ケーブルサイズの決定法(99 頁)

— 電気機器編 —

問 11. 下の文章は電気機器の代表的な防爆構造の特徴について説明したものである、説明文を読んで、防爆構造の種類を説明文下 “.....” の解答欄に記入せよ。(4 点)

- 1) 正常な使用状態又は正常とは異なる指定する条件下において、過度の温度が生じないように、更に、アーク及び火花が発生しないように安全度を高めるための追加的処置をした電気機器に適用する防爆構造をいう。

[解 答] ...安全増防爆構造.....

- 2) 容器内部の保護ガスの圧力を容器外周辺圧力より高く保持することによって、外部雰囲気容器の内部に侵入するのを防止する技術方式の防爆構造をいう。保護ガスとは、掃気及び内圧の保持に使用する空気又は不活性ガスをいう。

[解 答] ...内圧防爆構造.....

- 3) 通常の状態及び仮定した故障状態において、電気回路に発生する電気火花及び高温部が規定された試験条件で所定の試験ガスが発火しないようにした防爆構造をいう。

[解 答] ...本質安全防爆構造.....

4) 爆発性雰囲気への着火能力のある部品が内在する容器において、爆発性混合ガスによる内部での爆発による圧力の上昇に耐え、容器の外部の爆発性雰囲気への爆発(火災)の伝ば(播)を防止する防爆構造をいう。

[解 答]耐圧防爆構造.....

参照 1 電気機器に対する一般的要求事項 1.1 一般事項 1.1.21 防爆構造の種類(8 頁)

問 12. 次の文は、電気機器に対する一般要求について説明したものである。文中の 内に下の用語の中から適切なものを選んで記入せよ。(同一用語を複数回使用しても良い。) (6 点)

(1) 端子などの配列について

[解 答]

機器の外線導入端子の極性の配列は機器の 正面 から見とおして 左から右 に、上から下に 手前から先方 に P (正極)、0 (中性)、N (負極) あるいは R、 S、 T 又は U、V、W の順序とする。

(2) JEM 規格の端子の表示について

[解 答]

回路別	相又は極性	JEM 1345
三相交流回路	R 相 (又は U 相)	<input type="text"/> 赤
	S 相 (" V 相)	白
	T 相 (" W 相)	<input type="text"/> 青
	絶縁中性線	黒
	接地線	<input type="text"/> 緑/黄の縞 又は 緑
単相交流回路	R 相 (又は U 相)	赤
	S 相 (" V 相)	青
	絶縁中性線	<input type="text"/> 黒
直流回路	P 極	赤
	N 極	<input type="text"/> 青
	中性線	黒
	接地線	<input type="text"/> 緑/黄の縞 又は 緑

用語 【正面、右から左、先方から手前、裏面、手前から先方、左から右、白、赤、橙、黄、青、黒、緑又は緑 / 白の縞、緑又は緑 / 黄の縞、O、P、Q、R、S、T、】

参照 1 電気機器に対する一般的要求事項 1.4 構造 1.4.3 端子等の配列及び表示(1)(2)端子の表示(12 頁)

問 13. 日本海事協会の規定では、発電機から給電される電気機器(蓄電池系統を除く)は、通常起こる電圧及び周波数の変動のもとで支障なく動作することが定められているが、その各変動の限度を次の表の 内に、定格に対する%、時間の数値を記入せよ。(7 点)

[解 答]

変動の種類	定 常 時	過 渡 時
電 圧	+6 [%] -10 [%]	±20 [%] (1.5 [秒])
周 波 数	±5 [%]	±10 [%] (5 [秒])

参照 1 電気機器に対する一般的要求事項 1.5 性能 1.5.6 電源電圧及び周波数の影響(1) (17 頁)

問 14. 2 台以上の交流発電機を安定に並列運転させる場合の「発電機及び原動機」に必要な条件を 4 つ述べよ。(4 点)

[解 答]

- ① 電圧の大きさが等しいこと。..... ② 電圧の周波数が等しいこと。.....
③ 電圧の位相が等しいこと。..... ④ 両原動機の世界速度特性が等しくかつ垂下特性であること。.....

参照 2 電気機器 2.1.3 種類 (11) 給電操作方法による分類 (b) 並列運転用発電機(i)(ii) (29 頁)

問 15. 船舶で、低圧負荷用として使用される降圧用変圧器について、次の間に答えよ。(3 点)

- (1) 単相変圧器 3 台をもって三相回路に用いられる、船舶では陸上のような中性点を一般に接地しないので、 Δ - Δ 結線とし 1 台故障のときそれを切離して運転を継続する方法が広く用いられる、その結線名を述べよ。(1 点)

[解 答]

結線名： V-V 結線

- (2) 上記 (1) の結線において、この結線の場合の三相出力は Δ - Δ 結線の結線の出力の何%となるか、計算式を示し値を求めよ。(2 点)

三相出力 は : Δ - Δ 結線の場合の

[解 答]

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \times 100 = 57.7 [\%] \approx 58 [\%]$$

参照 2 電気機器 2.3 変圧器 2.3.8 変圧器の接続 (4) 単相変圧器の三相接続 (ii) (頁 60) 参照

— 電気艦装工事編 —

問 16. ケーブルの支持・固定間隔 については、船舶設備規程及び日本海事協会鋼船規則で規定されている。

下記の表中の 内に標準間隔の数値 (単位 : mm) を記入せよ。(4 点)

[解答]

	ケーブルの外径 (単位: mm)	支持間隔 (mm)		固定間隔 (mm)
		がい装無し	がい装有り	
船舶設備規程 (第256条の 第3項)	13以下	250	300	同左
	13を超え20以下	300	350	
	20を超え30以下	350	400	
	30を超える	400	450	
日本海事協会 鋼船規則 (H編2.9.14)	暴露区域以外に布設されるケーブルであって、ハンガ等の上に水平に布設されるもの	400 以下		900 以下
	暴露区域に布設されるケーブル及び水平以外で布設されるもの	400 以下		400 以下

参照 3 電路金物の取付け 3.1 一般 3.1.2 表 3.1 ケーブルの支持及び固定間隔 (26 頁)

問 17. ケーブルのわん曲と固定の規程、規則及び注意事項に関する記述及び表の空欄に適切な語句、数値を記入せよ。(8 点)

[解答]

- (1) ケーブルのわん曲については、船舶設備規程 (第251条) 及び日本海事協会鋼船規則 (H編2.9.10) で、それぞれ規定があるので作業にあたって その値を超えるもの とする。配線された状態はもちろん、配線作業時にも規定された値を超えるものでなければならない。
- すなわち、規定値以下 に曲げたりすると、ケーブル構成材料の特性の低下や 絶縁破壊の原因 となるからである。

表 ケーブルのわん曲 (単位: 外径の倍数)

ケーブルの種類		船舶設備規程	日本海事協会 鋼船規則
がい装のないゴム 又はビニル絶縁	外径25mm以下	/	4 倍未満
	外径25mm超過		6倍未満
がい装のあるゴム又はビニル絶縁			6倍未満
無機絶縁			6倍未満
がい装鉛被		8 倍以下	—
その他		6 倍以下	—

- (2) 船体伸縮部におけるケーブルのたるみ部分の曲げ半径は、最大ケーブルの外径の 12 倍以上とする。
- (3) ケーブルを曲げて布設する場合は、バンドに大きな力がかからないように、ケーブルとバンドは、直角 とする。

参照 4 ケーブル布設 4.3 ケーブル布設要領 4.3.4 ケーブルのわん曲 (50~51 頁)

問 18. 次の文は、誘導障害に関するケーブル布設時の注意点を述べたものである。文中の [] に下の用語の

中から適切な語句を選んで記入せよ。(3点)

[解答]

一般電路と妨害電路又は敏感電路が **並行する** 場合は、妨害電路は **450mm以上**、敏感電路は **50mm以上** 一般電路から離して布設する。

ただし、一般電路と **直交する** 場合は、この限りではないが、機器メーカーと十分に協議すること。

なお、**妨害** 電路とは、レーダー変調器のパルス電路、送信空中線電路及び水中音響機器の送波器電路、サイリスタ応用機器電路などをいい、**敏感** 電路とは、受信空中線電路、水中音響機器受波器電路などをいう。

用語：一般、敏感、妨害、50mm以下、50mm以上、450mm以下、450mm以上、直交する、並行する
参照 4 ケーブル布設 4.5 特殊工事 4.5.1 危険場所のケーブル布設(6) 誘導障害に関するケーブル布設(63頁)

問 19. 次の文は、ケーブルの結線作業の注意事項を述べたものである。文中の 内に適切な語句を記入せよ。(5点)

[解答]

- (1) 結線する場合は、端子にケーブルの重量が **加わらないように** する。
- (2) 結線する際は、絶対に心線の **減線** をしない。
- (3) ヒーター回路のヒーター端子に接続する場合は、**はんだ付け処理** を行わない。
- (4) 接地線の接続は、接地抵抗を **極力少なく** するようにする。
- (5) 各機器間の **端子符号** などは、できるだけ統一する。

参照 5 結線 5.2 結線要領 5.2.1 一般 (76頁)

問 20. 次の文は、アルミ船の電気艙装工事の中で、アルミ製品と異種金属をボルトで接合する場合について説明したものである。文中の 内に下の用語の中から適切な語句を選んで記入せよ。(3点)

[解答]

暴露部、水使用区画、機関室床下など **水の影響** を受けやすい場所、その他湿気の多い場所においては、接合面及びアルミ部品と異種金属(座金)の接触面に **絶縁材** を挿入し、**SUS製ボルト** で取り付けた後、接合面及び接触面に水が侵入しないように、**シール剤** でこれらの周囲を充填する。

この場合、ボルトには、シールテープを巻くかボルトを **腐食防止剤** でコーティングする。また、暴露部など以外の場所においては、接合面及びアルミ部品と異種金属(座金)の接触面を **十分塗装** し、SUS製又は亜鉛メッキ鋼製のボルトで取り付ける。

用語【湿気の多い場所、SUS製ボルト、乾いた場所、鉄製ボルト、風の影響、腐食防止剤、シール剤、水の影響、十分塗装、絶縁材、亜鉛メッキ鋼製、異種金属(座金)、アルミ部品、鋼製部品、紙テープ、シールテープ】

参照 11 アルミ船の電気艙装工事 11.2 電気艙装工事 11.2.2 電路など接触部の防食工事(1)(144頁)