

—電気工学の基礎編—

問 1. 下の文は、半導体について述べた文章である。□ の部分に下記の用語より、適切な語句を選び記入せよ。(3 点)

半導体は通常の状態では、導体と不導体との中間的な **電気抵抗** をもっている。

不純物をまったく含まない半導体を **真性** 半導体といい、例えば、不純物を含まないシリコンやゲルマニウムはこれに属する。

これと違って不純物を加えた半導体を不純物半導体という。

不純物の種類によって電気伝導が主として **自由** 電子によって行われる場合を **N 型** 半導体、また、**正孔(ホール)** による場合を **P 型** 半導体という。

用語 【 真性、仮性、拘束、自由、M 型、N 型、R 型、P 型、電気抵抗、インピーダンス、正孔(ホール)、電子、電流 】

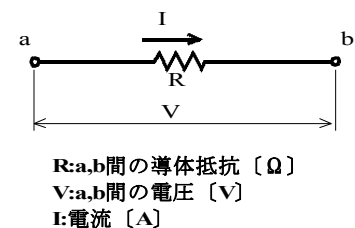
参照 電気工学の基礎編 1 電気の基本概念 1.2 電子から見た導体、不導体、半導体 1.2.3 半導体 (2～3 頁)

問 2. オームの法則について、右図をもとに下の問に答えよ。(4 点)

(1) オームの法則を簡単に述べよ。(1 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。



参照 電気工学の基礎編 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) 導体 a、b 間の電圧 V が 100 [V]、抵抗 R が 8 [Ω] のときの電流 I [A] を求めよ。(1 点)

〔解答〕
$$I = \frac{V}{R} = \frac{100}{8} = 12.5 \quad [\text{A}]$$

(3) 導体 a、b 間に流れる電流が 4.8 [A]、抵抗が 5 [Ω] のときの電圧は V [V] を求めよ。(1 点)

〔解答〕
$$V = I \times R = 4.8 \times 5 = 24 \quad [\text{V}]$$

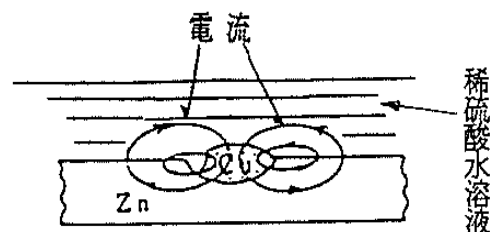
(4) 導体 a、b 間の電圧が 100 [V]、流れる電流が 5 [A] のときの抵抗は R [Ω] を求めよ。(1 点)

〔解答〕
$$R = \frac{V}{I} = \frac{100}{5} = 20 \quad [\Omega]$$

参照 電気工学の基礎編 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 3. 下の文は、金属腐食が起こる過程を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)
(同一用語を複数回使用しても良い。)

例えば、亜鉛板 (Zn) 中に銅 (Cu) の小片が存在すれば、右図のように亜鉛と銅との間に 局部電池 ができ、電流が矢の方向に流れ、亜鉛の腐食は銅との接触部で大きくなる。



右図のように 異種金属 が水溶液中で接触していれば、局部電池作用 によって一方が腐食する。

一般にイオン化傾向の大きい金属の方が腐食される。

イオン化傾向の大きいものは 卑 なる金属と呼ばれ 陽極 として働き、これに反してイオン化傾向の小なるものは貴なる金属と呼ばれ陰極として働く。

一つの例として、鉄とアルミニウムの接触では、アルミニウムは鉄より 卑 であるから、アルミニウムが腐食する。

用語【陽極、陰極、腐食、局部電池、一次電池、蓄電池、局部電池作用、貴、異種金属、同種金属、卑】

参照 電気工学の基礎編 3.電流の化学作用と電池 3.2 金属腐食(33 頁)

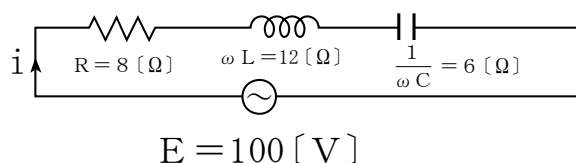
問 4. 6 極交流発電機の発生周波数を 60 [Hz] とするための毎分の回転数 [min^{-1}] を計算式を示して求めよ。(4 点)

周波数を f [Hz]、極数を P [極]、毎分の回転数を N [min^{-1}] とする。

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

参照 電気工学の基礎編 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 5. 下図の回路において、抵抗 R が 8 [Ω]、誘導リアクタンス $\omega L (X_L)$ が 12 [Ω]、容量リアクタンス $\frac{1}{\omega C} (X_C)$ が 6 [Ω] のときの各設問に公式を示し値を求めよ。(5 点)



(1) インピーダンス Z [Ω]

〔解答〕
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{8^2 + (12 - 6)^2} = 10 \quad [\Omega]$$

(2) 電流 I [A]

〔解答〕
$$I = \frac{E}{Z} = \frac{100}{10} = 10 \quad [\text{A}]$$

(3) 皮相電力 [kVA]

〔解答〕 $\text{皮相電力} = E \cdot I \times 10^{-3} = 100 \times 10 \times 10^{-3} = 1,000 \times 10^{-3} = 1 \text{ [kVA]}$

(4) 力率 [%]

〔解答〕 $\text{力率} (\cos\theta) = \frac{R}{Z} = \frac{8}{10} = 0.8$ 、 $0.8 \times 100 = 80 \text{ [%]}$

(5) 有効電力 [kW]

〔解答〕

$\text{有効電力} = \text{皮相電力} \times \text{力率} = E \cdot I \times \cos\theta = 100 \times 10 \times 0.8 = 800 \text{ [W]} \times 10^{-3} = 0.8 \text{ [kW]}$

参照 電気工学の基礎編 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 6. 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)

(1) 発電機

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

(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 | <input type="text" value="0.4"/> [MΩ] 以上 |
| 2) 25 アンペア以上 50 アンペア未満の電路 | <input type="text" value="0.35"/> [MΩ] 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 | <input type="text" value="1"/> [MΩ] 以上 |
| 2) 100 ボルト未満の電路 | <input type="text" value="0.35"/> [MΩ] 以上 |

(5) 電熱設備 [MΩ] 以上

参照 電気工学の基礎編 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 7. 下記は、小型船舶安全規則の条文である に適切な語句を入れ文章を完成させ、また、検査を行う機関について述べよ。(6 点)

- (1) 小型船舶安全規則の関連条項が、平成 15 年 5 月 30 日付の国土交通省令第 72 号により改正された。従来は、船舶安全法 (第 6 条の 5) と同じであったが、次の条項が追加された。(5 点)

小型船舶安全規則（第二条）：

- 一 総トン数 **20 トン** 未満のもの
 - 二 総トン数 20 トン以上のものであって、**スポーツ** 又はレクリエーションの用のみ
に供するものとして告示で定める要件に適合する船体長さが **24** メートル未満の
もの。
- 2 この省令において「**特殊小型船舶**」とは、次に掲げる要件を満たしている小型船舶を
いう。
- 一 船の長さ（上甲板の下面における船首材の前面から船尾材の後面までの水平距離をい
う。）が **4** メートル未満で、かつ、船の幅（船体最広部におけるフレームの外
面から外面までの水平距離をいう。以下同じ。）が **1.6** メートル未満であること。
 - 二 最大搭載人員が **2** 人以上のものにあっては、**操縦場所** 及び乗船者を搭載
する場所が **直列** であること。
 - 三 **ハンドルバー方式** の操縦装置を用いるものその他の身体のバランスを用いて操
縦を行うことが必要なものであること。
 - 四 推進機関として内燃機関を使用したジェット式ポンプを駆動させることによって航行
するものであること。

解説 平成 15 年 5 月 30 日付の国土交通省令第 72 号により、小型船舶安全規則の関連条項が改
正された。従来は、船舶安全法（第 6 条の 5）と同じであったが、上記のとおり追加され
た。

- (2) 日本において小型船舶の検査や検定を管海官庁に代って実施する、“検査機関”の名称を述べよ。
(1 点)

〔解答〕 日本小型船舶検査機構（第 7 条の 2）

参照 電気設備概論編 1 船舶の概要 1.1 法規 1.1.3 国の検査と船級協会・日本小型船舶検査
機構との関係（2～4 頁）

- 問 8. 船舶電装士が船内で電気設備を施工するに当たって、知っておくべき国内法規、規則、規程を
簡単に解説した文から下記の語群より正しい法、規則、規程の名称を選んで“_____”の解答欄
に記入せよ。（3 点）

〔解答〕 1) 船舶安全法

海上における人命の安全を確保するための船舶の構造設備、検査の執行及び危険
物の運送等航行上の危険防止について規制した基本的な法律

〔解答〕 2) 船舶設備規程

船舶に施設する設備に対する規定、小型船舶以外の船舶の電気関係に対する基準
はこれに規定されている。

〔解答〕 3) 漁船特殊規程

船舶安全法第二条第一項 漁船についての施設すべき事項の標準に関する特例
規定

〔解答〕 4) 小型船舶安全規則

漁船以外の小型船舶に関し施設しなければならない事項及びその標準について

は、他の国土交通省令の規定(船舶安全法施行規則(昭和38年運輸省令第41号)第2章の3の規定を除く。))にかかわらず、この規則による。

〔解答〕 5) 小型漁船安全規則

小型漁船に関し施設しなければならない事項及びその標準については、他の国土交通省令又は国土交通省令・農林水産省令の規定にかかわらず、この規則による。

〔解答〕 6) 無線設備規則

無線関係機器及び高周波利用設備に関する条件を定めることを目的とする規則

語群【船舶法, 船舶安全法, 船舶安全法施行規則, 船舶設備規程, 船舶機関規則, 船舶区画規程, 漁船特殊規則, 小型船舶規則, 漁船特殊規程, 小型船舶安全規則, 小型船舶登録規則, 小型漁船安全規則, 海上衝突予防法, 電波法, 無線設備規則, 海上交通安全法】

参照 電気設備概論編1 船舶の概要 1.1.1 国内関係法規類(1、2頁)

問9. 船舶の航行中に使用される主な船灯について、次の間に答えよ。(5点)

(1) 主な船灯名をあげよ。(3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、そのうち航海中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。(2点)

〔解答〕 ① 遠洋区域又は近海区域を航行する船舶

(船舶設備規程第271条第2項)

② 総トン数500トン以上の漁船

(漁船特殊規定第66条)

参照 電気設備概論編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10. 次の表は、NK鋼船規則で規定されている電気機器類の“周囲温度”を示したものである。表中の 中に適切な数値又は語句を記入せよ。(2点)

周囲温度(NK鋼船規則)

	設置場所	温度(℃)
空気	閉囲区域内	0~45
	45℃を超える区域又は 0℃を下回る区域内	計画条件による
	暴露甲板上	-25~45
海水	—	32

参照 電気設備概論編4 電気機器類 4.1.1 定格と温度(3) NK規則における周囲温度は次のように定めてある。(43頁)

問 11. 蓄電池充電の下記の充電方式と機器装置について答えよ。(4 点)

(1) 浮動充電方式の方法と特徴を簡単に述べよ。(2 点)

〔解答〕

電池を充電用機器と並列に接続し、電池 1 個あたり 2.15～2.20 [V] の電圧を加え、自己放電を補う程度、すなわち、10 時間率の 0.3～1%の電流で充電し、常に充電状態とする。

連続負荷と電池の自己放電は充電器から供給し、瞬間的な大電流は電池から供給する。

船舶ではこの方法が広く採用される。

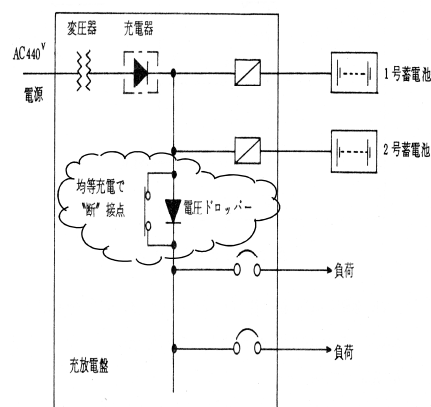
(2) 右図の雲形図形で囲んで示した電圧ドロップパーの役割について簡単に述べよ。(2 点)

〔解答〕

均等充電時に蓄電池の端子電圧が定格値(24V)より高くなるので、負荷に悪影響を与える危険がある、負荷への給電電圧を定格値に保つように電圧を降下させる目的で装備されたものである。

従って均等充電が終了し、浮動充電に戻した場合はドロップパーに並列に挿入された接点は、“閉”とし電圧ドロップパーをバイパスさせなければならない。

参照 電気設備概論編 5 電気機装設計 5.2 電気設備の設計 5.2.3 配電装置(2) 配電盤(b) 充放電盤
(二) 浮動充電方式 (85－86 頁)



問 12. 船舶電気機装工事を施行するに当り、心得ておくべき「船内保安における電気工事上の心得」を 4 つ記述せよ。(4 点)

〔解答〕

- (1) 電気が生きたままの状態のとき、その機器の作業はしてはいけない。
- (2) 非常の際には、加害及び被害回路の電源を切るよう、常に心掛けること。
- (3) 可燃性ガス又は可燃性液体を積載している船での作業は、危険性のある場所であるか、どうかを、確かめてから行うこと。
- (4) 作業後はその機器のカバーは必ず閉めておくこと。
- (5) 防水機器でないものは、作業後雨水及び油気が掛からないように、覆いをかぶすか、適切な処置を施すこと。
- (6) 防振ゴムを設けた電気機器の接地工事は忘れがちであるから、作業後これを確かめること。
- (7) 電気溶接作業は、火花が散るものであるから、付近の可燃物を取除くか又は防護してから行うこと。
- (8) 仮置き状態でボルト、ナットの締め忘れがないようにすること。

参照 電気設備概論編 10 船内保安 10.3.2 電気工事上の心得 (124 頁)

—電気機器編—

問 13. 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、防爆構造の名称を説明文の該当下線“.....”の解答欄に記入せよ。（計 4 点）

- 1) 常時使用中に火花やアークを生じたり、又は高温を生じて点火源となる恐れのないように、これらの発生防止のために、構造上又は温度上昇について、非防爆の普通形式のものよりも安全性を高めた形式のもの。

1) 【解答】 安全増防爆構造

- 2) 容器の内部に空気、窒素、炭酸ガスなどの保護ガスを送入し、又は封入することにより、容器の内部に爆発性ガスが侵入するのを防止した構造のもの。

2) 【解答】 内圧防爆構造

- 3) 常時使用中及び事故時（短絡、地絡、断線等。）に発生する火花、アーク又は熱が爆発性ガスに点火する恐れがないことが点火試験などにより確認された構造のもの。

3) 【解答】 本質安全防爆構造

- 4) 全閉構造で容器（電気機器の外被構造）内部において、指定された爆発性ガスの爆発が起ころうとも、その圧力に耐え、かつ、爆発による火炎が容器の外部の爆発性ガスに引火する恐れのない構造のもの。

4) 【解答】 耐圧防爆構造

参照 電気機器編 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 14. 下の文は、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 内に下欄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。）（3 点）

JEM 規格に規定されている線端識別のための端子の表示色は、三相交流回路では、R 相（又は U 相）は 赤、S 相（又は V 相）は 白、T 相（又は W 相）は 青、絶縁中性線は黒、接地線は 緑又は緑 / 黄の縞 である。

また、直流回路では、P 極は 赤、N 極は青、接地線は 緑又は緑 / 黄の縞 である。

用語 【 白, 赤, 橙, 黄, 青, 黒, 緑又は緑 / 白の縞, 緑又は緑 / 黄の縞 】

参照 電気機器編 1.4.3 端子等の配列及び表示(2) 端子の表示 (12 頁)

問 15. 次の図は交流発電機の励磁方式の概略結線図である、この励磁方式について、次の問に答えよ。(6 点)

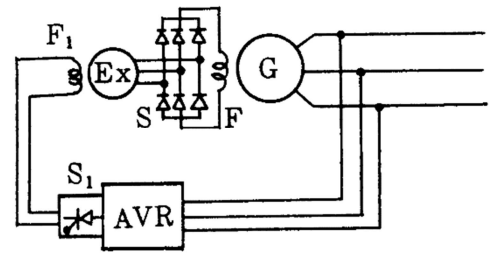
- (a) この励磁方式の名称を記述せよ。(2 点)

【解答】 ブラシレス式

(b) 励磁方式の概要を述べよ。(4点)

〔解答〕

交流発電機Gの励磁は、Gに直結した交流励磁機 E_x が発電した交流電力を回転子上に取付けた整流器Sにより直流に変換して供給される。一方、 E_x の発生電力は、励磁機界磁巻線 F_1 への励磁入力を自動電圧調整器AVRにおいて、サイリスタ S_1 の出力を自動調整することにより制御される。



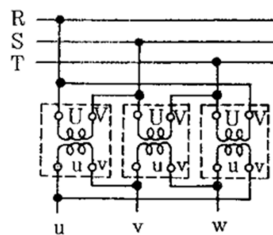
G:交流発電機 F:主界磁巻線
S:主界磁整流器 AVR:自動電圧調整器
 E_x :交流励磁機(回転電機子形)
 F_1 :励磁機界磁巻線
 S_1 :励磁機界磁整流器(サイリスタ)

参照 電気機器編 2 電気機器 2.1.3 種類(10) 励磁方式による分類(a)-2 ブラシレス式(27 頁)

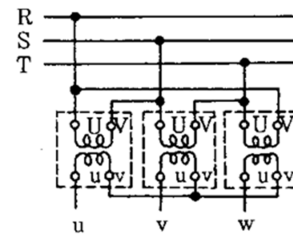
問 16. 下の単相変圧器を接続した接続図である“____”上に正しい接続名称を記入せよ。(5点)

〔解答〕

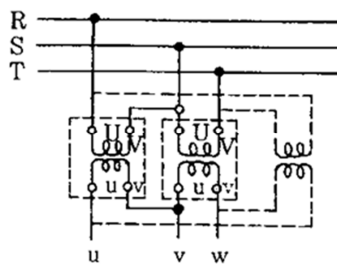
(1) デルタ — デルタ接続($\Delta - \Delta$)



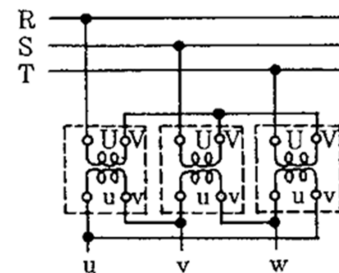
(2) デルタ — スター接続($\Delta - Y$)



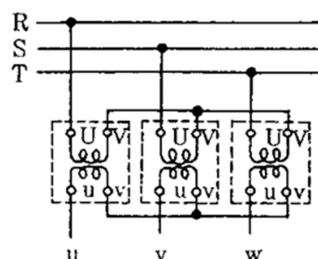
(3) ブイ — ブイ接続($V - V$)



(4) スター — デルタ接続($Y - \Delta$)



(5) スター — スター接続($Y - Y$)



参照 電気機器編 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 (60 頁)

問 17. 下の文は、右図の交流電流の測定について説明したものである。文中の空欄を適切な語句を記入し下記の説明文を完成させよ。(6 点)

測定範囲を拡大するためには、**計器用変流器**

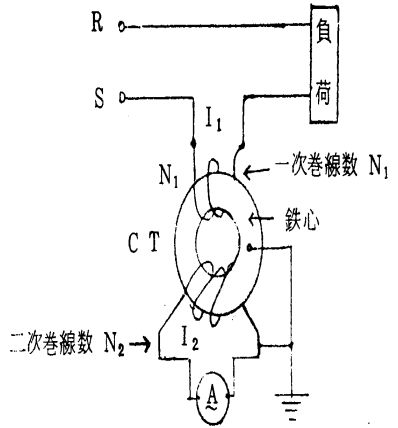
(通称 CT : Current Transformer と呼んでいる) を使用する。

CT では、一次電流 I_1 の一部が **励磁電流** として
磁束をつくり、普通、二次側電流 I_2 は標準とし 5 [A] が流
れるようにできている。

ここで、二次側が **開放状態** になれば、 I_1 は全部、励
磁電流として働き、 $I_1 \cdot N_1$ 相応する多くの磁束が生じ、鉄損
が増すのもならず、二次巻線に高電圧が誘起されて危険である。

故に、二次側は **常時短絡しておく** 必要がある。

したがって、**電流計を取外すとき** は導体で短絡した後に
すべきである。また、右図のように、鉄心と二次側巻線の一部を **接地** する必要がある。



参照 電気機器編 3 指示電気計器と計測 3.13 電気諸量測定法 3.13.4 交流電流の測定(165 頁)

—電気機装工事編—

問 18. 安全五原則を述べよ。(5 点)

〔解答〕

1. 安全はすべてに優先する
2. 危険な作業はしない、させない
3. 災害要因の先取り
4. ルールを守る
5. 自ら努力する

参照 電気機装工事編 1 一般 1.1 安全守則 (1 頁)

問 19. 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を記入せよ。(8 点)

(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 NK 鋼船規則 (H 編 2.910) 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ぬ。
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	NK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 電気舩装工事編 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 20. 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ものを選んで記入せよ。(6 点)

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。

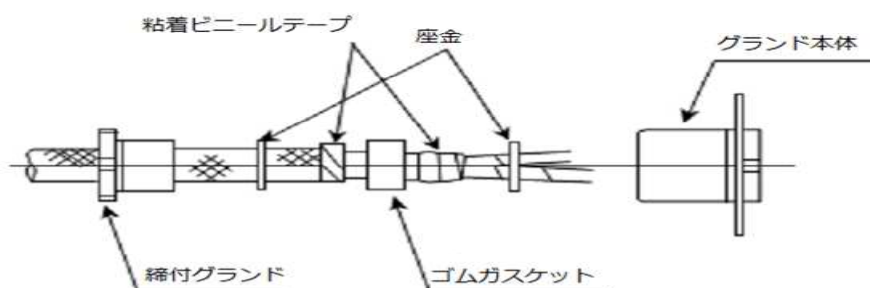
用語【 敏感,妨害,50 mm 以下,50 mm以上,450 mm以下,450 mm以上,直交する,並行する 】

参照 電気舩装工事編 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 21. 下の文及び図は、防水機器電線貫通金物(グラント)の防水処理の一部を説明したものである。説明文の **□** 内に下の用語から適切な語句を選んで記入せよ。(3 点)

図のように、ケーブル径にあったゴムガasketを **シース部分** に挿入する。

緩い場合は、**粘着ビニールテープ** を巻き付け少しきつい程度とする。また、あまり緩い場合は、**ゴムガasket** を取り替える。



用語：【 ゴムガasket, シース部分, 縮付グラント, グラント本体, 粘着ビニールテープ 座金】

参照 電気舩装工事編 5 結線 5.1 線端処理の方法 5.1.9 ケーブルの導入(2) 導入部構造と導入処理要領(a) 防水導入の場合(i) 電線貫通金物 (73 頁)

問 22. 下の船舶に関する検査について簡単に述べよ。(4 点)

(1) 定期検査

〔解答〕

船舶を初めて航行の用に供するとき及び船舶検査証書の有効期間が満了したときに船体、機関電気設備等について行う精密な検査である。

(2) 中間検査

〔解答〕

定期検査と定期検査との中間において行う簡易な検査で、第 1 種中間、第 2 種中間、第 3 種中間検査がある。

参照 電気艀装工事編 13 試験検査 13.3 船舶安全法及び関係政省令 13.3.2 検査 (164 頁)