

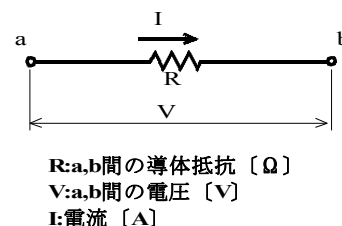
問 1. オームの法則について、右図をもとに下の問に答えよ。(5 点)

(1) オームの法則を簡単に述べよ。(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。

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 5 [Ω] のときの電流 I [A] を求めよ。(1 点)

【解答】
$$I = \frac{V}{R} = \frac{100}{5} = 20 \quad [\text{A}]$$

(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 8 [A] のときの抵抗は R [Ω] を求めよ。(1 点)

【解答】
$$R = \frac{V}{I} = \frac{100}{8} = 12.5 \quad [\Omega]$$

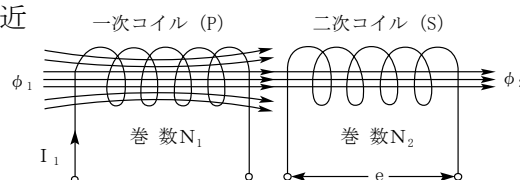
参照 電気工学の基礎編 1 電気の基本概念 1.7 オームの法則と電気回路 1.7.1 オームの法則 (1) (2) (3) (9-10 頁)

問 2. 下の文章は、右図から相互誘導とはどのような現象かを簡単に説明した文書である。

文中の の番号に最適な語句を用語から選択し解答欄の番号に記入せよ。(6 点)

一次コイル(P)に ① を流せば ② ができ、 ϕ_1 の一部は近くの二次コイル(S)に ③ する。

この場合、④ のように I_1 が ⑤ すれば ϕ_1 が ⑤ し、 ϕ_1 の一部 ϕ_2 もまた ⑤ し、電磁誘導によって二次コイル(S)に ⑥ が生じる。この現象を相互誘導という。



【解答】 ① 電流 I_1 ② 磁束 ϕ_1 ③ 鎖交
④ 交流電流 ⑤ 変化 ⑥ 起電力

用語：電圧 V 、電流 I_1 、電流 I_2 、磁束 ϕ_1 、磁束 ϕ_2 、鎖交、平行、交流電流、直流電流、変化、固持、起電力、周波数、発電

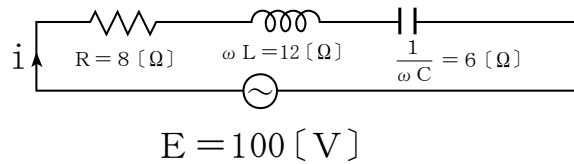
参照 電気工学の基礎編 2.磁気と電気 2.11 相互誘導、相互インダクタンス 2.11.1 相互誘導(28 頁)

問 3. 4 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)

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】
$$N = \frac{120 f}{P} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800 \quad [\text{min}^{-1}]$$

問 4. 下図の回路において、抵抗 R が $8 [\Omega]$ 、誘導リアクタンス $\omega L (X_L)$ が $12 [\Omega]$ 、
容量リアクタンス $\frac{1}{\omega C} (X_C)$ が $6 [\Omega]$ 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 $Z [\Omega]$

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

(2) 電流 $I [A]$

【解答】 $I = \frac{E}{Z} = \frac{100}{10} = 10 [A]$

(3) 皮相電力 $[kVA]$

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

(4) 力率 $[\%]$

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

(5) 有効電力 $P [kW]$

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

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 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

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

(2) 配電盤

1 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..... 0.4 $[M\Omega]$ 以上

2) 25 アンペア以上 50 アンペア未満の電路..... 0.35 $[M\Omega]$ 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..... 1 $[M\Omega]$ 以上

2) 100 ボルト未満の電路..... 0.35 $[M\Omega]$ 以上

- (5) 電熱設備..... 1 [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)

問 6. 国の検査と船級協会との関係について以下の問に答えよ。(4 点)

- (1) 国土交通大臣が登録した日本の船級協会を述べよ。

【解答】 日本海事協会、(一財)日本海事協会 又は NK

- (2) 国土交通大臣によって、登録した日本の船級協会の場合と同様な、海外の船級協会を述べよ。

【解答】

① 英国船級協会 又は LR

② ノルウェー船級協会 又は DNV

③ 米国船級協会 又は ABS

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(2~3 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 内に下欄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 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。

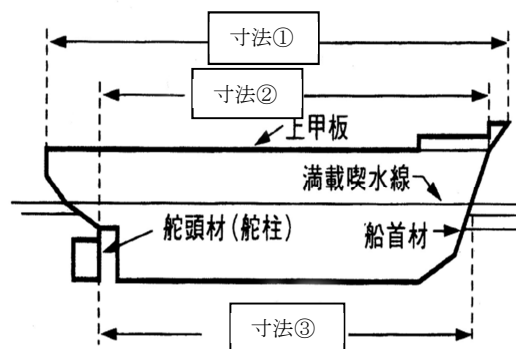
上甲板下面において、船首材の前面 より船尾材の後面（舵頭材を有する船舶にあつては、舵頭材の中心位置）に至る水平距離をいう。

- (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）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 電気設備概論編 2 船体部の概要 2.1 船の要目 2.1.1 主要寸法 (1) (9 頁)



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。(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
② 総トン数 500 トン以上の漁船

参照 電気装備概論編 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 9. 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。（7 点）

(1) 1～9 は浮動充電方式の特徴を簡単に述べた文である。最も適切な文書 3 個を番号に○を付けよ。（3 点）

【解答】

- ① 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。
- 2 終始一定の電流で充電し、普通 8 時間率以下の小電流で行う。
- 3 3～5 時間率の充電電流とし、端子電圧が約 2.4～2.5V になると電流を少なくする。
- 4 電池 1 個につき 2.2～2.5V を加え、その電圧を保ちながら充電する。
- 5 2 群の蓄電池のうちの 1 群を充電している間、他の 1 群で負荷に給電する方式。
- ⑥ 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。
- 7 2 群の蓄電池は充電、放電の切換が可能となっている。
- ⑧ 10 時間率の 0.3～1%の電流で充電し、常に充電状態とする。
- 9 再びこの電圧に達するとさらに電流を下げ、終期には 10～20 時間率で充電する。

(2) 右図の雲形図形で囲んで示した電圧ドロップの役割について簡単に述べた文章である。

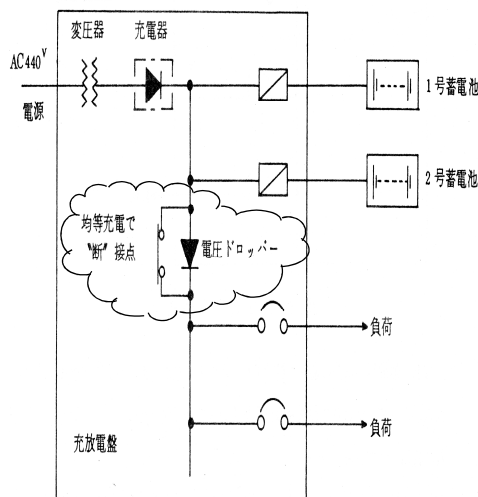
下記の文章内の に下の用語から適切な語句を選び記入せよ。（4 点）

【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に 並列 に挿入された接点は、“閉”とし電圧ドロップを バイパス させなければならない。

用語：端子、電極、端子電圧、低く、高く、蓄電池、負荷、変動値、定格値、給電電圧、直列、並列、バイパス、定電流充電、浮動充電、定電圧充電、給電電流、充電電流

参照 電気装備概論編 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(c) 浮動充電方式（85～86 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 つあげよ。(3 点)

【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 電気設備概論編 5 電気機装設計 5.2 電気設備の設計 5.2.5 ケーブル及びコード (5) ケーブルサイズの決定法(99～100 頁)

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。

【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。

【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。

【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っても、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。

【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 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。)(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)、O(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

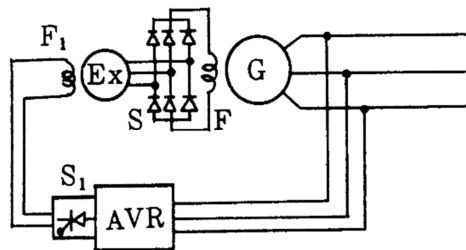
【解答】

回路別	相又は極性	IEC	JEM
三相交流回路	R相（又はU相）	規定なし	赤
	S相（〃V相）	規定なし	白
	T相（〃W相）	規定なし	青
	絶縁中性線	薄青	黒
	接地線	黄又は緑	緑又は緑／黄の縞
直流回路	P極	赤	赤
	N極	青	青
		白	黒
	接地線	黒	緑又は緑／黄の縞

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 電気機器編 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. 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。
(4 点)



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
Ex：交流励磁機（回転電機子形）
F₁：励磁機界磁巻線 S₁：励磁機界磁整流器（サイリスタ）

(1) この励磁方式の名称を記述せよ。(1 点)

【解答】 ブラシレス式

(2) 下記文書は上図の励磁方式の概要を述べたものである、文章の□に適切な語句を用語から選択して記入せよ。(3 点)

【解答】 交流発電機Gの励磁は、Gに□直結□した□交流励磁機Ex□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、Exの発生電力は、励磁機界磁巻線F₁への励磁入力を□自動電圧調整器AVR□において、□サイリスタS₁□の出力を自動調整することにより制御される。

用語：直結、三相リアクトル RT、交流励磁機 Ex、可飽和変流器 CT、整流器 S、直流に変換 交流に変換、スリップリング、自動電圧調整器 AVR、サイリスタ S₁、主界磁巻線 F

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 14. 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、次の問に答えよ。(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。(2 点)

【解答】 三相出力は： Δ - Δ 結線の場合の $\frac{1}{\sqrt{3}} \times 100 = 57.7 \text{ [\%]} \approx 58 \text{ [\%]}$

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(ii)
(60 頁)

問 15. 次の文は、交流回路の電圧・電流測定に関する説明である。 内に適切な語句を記入し
文式を完成させよ。(4 点)

【解答】

- (1) 電圧の測定範囲を拡大するためには、 計器用変圧器 (PT) を使用する。
上記の目的以外に 高電圧回路から絶縁 して、高電圧が計器取扱者に、危険を及ぼさない
ようにする目的もあるので、変圧器の二次側の一端を鉄心とともに接地する必要がある。

- (2) 電流の測定範囲を拡大するためには、 計器用変流器 (CT) を使用する。電流測定では一次
電流 I_1 の一部が励磁電流として磁束を作り、二次電流 I_2 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、 $I_1 \cdot N_1$ に相応する多くの磁束が生じ、
鉄損が増すのみならず、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。

参照 電気機器編 3 指示電気計器と計測 3.14 電気諸量測定法 3.14.3 交流電圧の測定と 3.14.4
交流電流の測定(167～168 頁)

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 (NK) 鋼船規則で規
定されている。下記の表中の 内に標準間隔 (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

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 NK 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	N K 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 電気機装工事編 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 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ものを選んで記入せよ。(6 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、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 電気機装工事編 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 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 電気機装工事編 5 結線 5.2 結線要領 5.2.1 一般 (76 頁)

問 20. 次の文は、アルミ船の電気機装工事の中で、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 内に下欄の用語の中から適切なものを選んで記入せよ。(6 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 電気機装工事編 11 アルミ船の電気機装工事 11.2 電気機装工事 11.2.2 電路など接触部の防食工事(1)(144 頁)