

主任船舶電装士検定試験問題標準解答

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。（5点）

- () 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。（第175条）
- (×) 供給電圧が100V以下の配電盤は、デッドフロント型のものでなくてもよい。（第214条）
- () 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。（第240条の(1)）
- () 内航旅客フェリ - であって車両甲板上2.5メートルの位置に設ける電気機器は、機械通風装置が停止した時に自動的に給電が停止するインタ - ロックを設けているものについては、特別の保護形式のものでなくてもよく、JIS F 8007 で規定されている「IP55の構造」の規格に適合する保護外被を有するものでよい。（第302条の12、船舶検査心得302-12.2(a)）
- (×) 配電盤から動力設備及び電熱設備に至る回路は、これらの配電盤より照明設備に至る電路から分岐して配線してもよい。（第239条）

(答) 問題の（ ）内に記載。

問2．船舶設備規程の第172条（供給電圧）において、交流方式の場合、探照灯と投光器への供給電圧は「150〔V〕以下」と規定されている。しかし、感電、火災、漏電等に関する電気的安全性を十分に確認した場合に限り、4つの条件に留意することにより、それらへの供給電圧は「250〔V〕以下」が認められる。その4つの条件を記せ。（8点）

- (答) 船舶設備規程の第172条 供給電圧の関連通達の「船検第373号」に次のように規定されている。
- 探照灯及び投光器は固定式かつ防水型のものとする。
- 操作用電圧は交流100〔V〕以下とし、器具は船体にアースすること。
- 灯具は絶縁耐力試験に合格すること：試験電圧は1,500〔V〕、試験時間は1分間とすること。
- 灯具は絶縁抵抗試験に合格すること：1メガオーム以上であること。

問3．船舶設備規程で規定されている交流発電機の並列運転試験方法について簡単に述べ、各発電機の比例分担すべき負荷の変動（負荷分担の不平衡）の制限値を記入せよ。（4点）

(1) 試験方法

- (答) 発電機2台を並列運転し、あらかじめ各発電機をその定格負荷の75パーセントに調整した後、界磁調整器等により調整しないで負荷の総和を20パーセントと100パーセントの間に増減する。（第201条）

(2) 負荷分担の不平衡の制限値

- (答) 各発電機の比例分担すべき負荷の変動は、その発電機の定格負荷の±15パーセント未満（第201条）

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

配電盤母線電圧が100〔V〕で、定格が100〔V〕の照明設備

- (答) 電圧降下 = 100×0.05 (5%) = 5〔V〕

配電盤母線電圧が440〔V〕で、定格が440〔V〕の動力設備

- (答) 電圧降下 = 440×0.05 (5%) = 22〔V〕

配電盤母線電圧が220〔V〕で、定格が220〔V〕の電熱設備

(答) 電圧降下 = 220×0.05 (5%) = 11 [V]

24 [V] の蓄電池から給電される定格 24 [V] の船内通信及び信号設備

(答) 電圧降下 = 24×0.1 (10%) = 2.4 [V]

〔解説〕船舶設備規程では照明設備、動力設備及び電熱設備の電路による電圧降下は、設備の定格電圧の 5%以下 (電路電圧が 24 ボルト以下の電路については、この限りではない。) と規定している。(第 238 条)

また、船内通信及び信号設備の電路による電圧降下は、定格電圧 24V 以下は 10%、24V を超えるものにあつては 5%以下と規定してある。(第 296 条)

問 5 . 小型船舶安全規則で航海灯への給電及び電路については、どのように規定されているか。(4 点)

(答) 航海灯への給電は、操縦場所に設けた航海灯制御盤を経て、これをしなければならない。

(第 98 条)

航海灯制御盤から航海灯までの電路は、各灯毎に独立のものでなければならない。(第 98 条)

問 6 . 船舶安全法における次の用語の定義について簡単に述べよ。(各 1 点)

(1) 小型船舶

(答) 総トン数 20 トン未満の船舶をいう。(法第 6 条の 5)

(2) 小型兼用船

(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。(施行規則第 1 条第 5 項)

(3) 旅客船

(答) 旅客定員が 12 人を超える船舶をいう。(法第 8 条第 1 項)

問 7 . 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。(7 点)

() 危険物ばら積船

() 長さ 3 メートル未満の小型船舶 (危険物ばら積船及び特殊船を除く。) であつて推進機関の連続最大出力が 1.5 キロワット未満のもの

() 平水区域を航行区域とする遊覧船 (旅客定員 10 名)

() 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

() 総トン数 35 トンの漁船

() 旅客定員が 5 人で、かつ“ろ”、“かい”をもって運転する舟

() 旅客船

(答) 問題の () 内に記載。(法第 2 条第 2 項、施行規則第 2 条)

問 8 . 総トン数 499 トンの貨物船の第 1 回定期検査 (新造時) において承認用として管海官庁に提出する書類中、電気設備について必要なものを 7 つあげよ。(7 点)

(答) 製造仕様書 (電気部仕様書でもよい)

電気要目表

電力調査表

電路系統図

電線配置図

配電盤の組立図及び裏面図 (30 kW 又は 30 kVA 未満の発電機に接続するものについては省略してよい。)

防爆型、防水型又は水中型の電気機器の構造図

〔解説〕(施行規則第 32 条)

- (イ) 30メートル未満の船舶については、～は省略してよい。
- (ロ) の図面は 30kW又は 30kVA 未満の発電機に接続するものについては省略してよい。

問 9. 製造工場において、電気機器の試験を行う際の安全対策を 5 つあげよ。(5 点)

(答) 下記項目から 5 つ選ぶ。

試験を行うグループの責任者、担当者を明らかにして、関係部署との連絡を常に緊密にできるようにする。

試責任者は試験員に作業内容・方法・順序・分担・日程・安全注意事項などをよく理解させ、毎日の作業・試験項目が常にわかるようにする。

安全標識を必要箇所に掲げる。一般には標識の種類と設置例は JIS Z 9104-1995 (安全標識) を参照すること。

通電している機器、特に変圧器のような静止機器には通電中の標示として赤電球の点滅をさせるとよい。このことは耐電圧試験中においては、特に必要である。

電気機器の周囲には、安全柵や口 - プなどを設け、試験作業区画を明らかにしておく。

非常の事態に備え、消火器・消火砂・消火栓・出入口・配電盤・担架などの置いてある場所、緊急連絡をを全員が確認しておく。

作業を行う場合には、原則として、安全帽を着用し、腰手ぬぐいやネクタイは回転体に巻き込まれるおそれがあるので着用してはならない。また裸体に近い状態で作業することは避けること。

試験前に電源設備、被試験機との直結状態、負荷設備、関連設備の状態を点検し、危険な箇所を発見したら即刻処理する。

導電体部分の作業を始める際は検電器で通電していないことを確かめる。

配線はなるべく負荷先端から始め、電源への接続は最後に行う。

V T、C T の取扱い及び接続は入念に行い、特に V T の二次回路は他の回路と混触しないように注意し、その一端を接地する必要がある。

配電気機器は完全に所定の接地が行われていることを確認する。特に、軸電流防止板やゴムクッションのあるもの、あるいはフレ - ムが丸形のため試験用木枠上で試験するものは、接地を忘れがちであるから十分注意する。

導電部分の露出箇所はできる限り絶縁する。もし、絶縁が行えない場所は安全保護柵か口 - プなどで人が近づかないよに危険標識を行う。

問 10. 補機用電動機の「順序始動試験」についての試験方法および確認事項を述べよ。(3 点)

(答) 運転中の発電機の遮断器をトリップ (ブラックアウト) させ、予備発電機を運転し、配電盤母線に電圧が確立 (予備発電機用遮断器が投入) されたのち、いままで運転されていた電動機が、予め設定されたタイマによって順次、自動的に再始動することを確認するとともに、各電動機の始動時に発電機の電圧変動に異常のないことを確認する試験である。

問 11. 船内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) 一般的によく用いられる単相変圧器 3 台で三相接続される結線名を記せ。

(答) 結線名は : - 結線 (デルタデルタ結線と呼称)

(2) 上記(1)の結線において、1 台が故障したときに用いられる三相接続の結線名を記せ。

また、この結線の場合の三相出力は上記 (1) の結線の場合の何%となるか。

(答) 結線名は : V - V 結線 (ブイブイ結線又は簡単に V 結線と呼称)

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

問 12 . 配電回路の次の保護方式について、簡単に説明せよ。(6 点)

(1) 後備遮断方式

(答) 後備遮断方式は、電源に最も近い遮断器 (発電機用を除く。) だけが、その点での短絡電流以上の遮断定格をもち、それから負荷側の遮断器は、その点の短絡電流よりも小さな遮断容量の遮断装置で構成する保護方式である。

(2) 優先遮断方式

(答) 船舶が航海中、運転中の発電機が過負荷になった場合、又は過負荷になる恐れがある場合、重要負荷への給電の持続を確保するため、重要でない回路を自動的に切り離し、発電機の遮断器 (A C B) がトリップして全給電が停止することを防止する保護方式をいう。

問 13 . 下表は、電力調査表の一部を記載したものであるが、空欄の必要な箇所に数値を記入し、設備すべき発電機の容量と台数を下記の発電機定格出力表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。)(10 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	110	1	122.2				70	85.5		70	85.5						
主機潤滑油ポンプ	37	1	41.0	80	32.8		80	32.8									
主機冷却海水ポンプ	30 (効率 0.9)	1	33.0	80	26.4		80	26.4									
消防兼雑用水ポンプ	22	1	24.4				80		19.5	80		19.5	80			19.5	
燃料油移送ポンプ	3.7	1	4.4	70		3.1	70		3.1	70		3.1					
操舵機	7.5	2	8.5 × 2	25 × 1/2	2.1		50 × 1/2	4.2									
その他の連続運転負荷 (航海中)	225.0	1	250.0	80	200.0												
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)	305.0	1	340.0				80	272.0									
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)	290.0	1	320.0							80	256.0						
その他の断続運転負荷 (荷役中)	73.5	1	81.0							80		64.8					
その他の連続運転負荷 (停泊中)	113.5	1	126.0										80	100.8			
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]				261.3			420.9			341.5			100.8				
断続運転負荷合計電力 [kW]				63.1			83.4			87.4			62.7				
1 / 不等率(Diversity Factor) [%]				60			60			60			60				
断続運転負荷需要電力 [kW]				37.9			50.0			52.4			37.6				
合計需要電力 [kW]				299.2			470.9			393.9			138.4				
運転発電機 [kW]				360 kW × 1 台			360 kW × 2 台			360 kW × 2 台			360 kW × 1 台				
発電機負荷率 [%]				83.1			65.4			54.7			38.4				
設備発電機 容量 × 台数				3 6 0 kW (4 5 0 kVA) × 2 台													

発電機定格出力表 [kW]:

2 0 0 , 2 4 0 , 3 6 0 , 4 0 0

C.L.....連続運転負荷
I.L.....断続運転負荷

(答) 問題の表中 (アンダ - ライン上) に記入。

問 14 . 蓄電池の充電方式で一般的に採用されている浮動充電方式について簡単に説明し、かつ、この回路に使用されている電圧ドロツパーについて述べよ。(6 点)

(1) 浮動充電方式

(答) 浮動充電方式とは、電池を充電用機器と並列に接続し、電池 1 個当たり 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、つねに充電状態とする方式である。連続負荷と電池の自己放電は充電用機器から供給し、瞬間的の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ている。

(2) 電圧ドロツパー

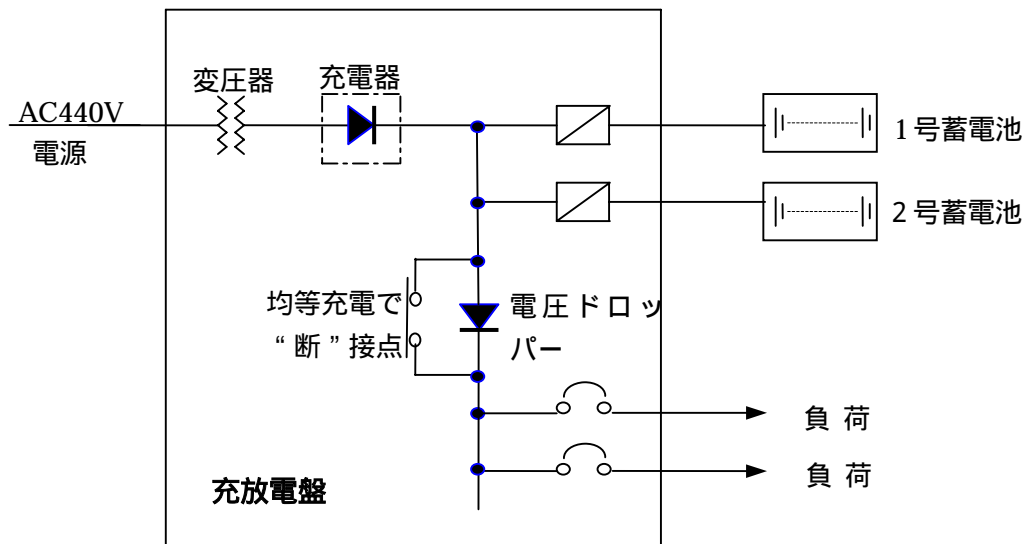
(答) 電圧ドロツパーは、均等充電時に蓄電池の端子電圧が定格値 (24 [V]) より高くなるから、そのままでは負荷に悪影響を与える危険があるので、負荷への給電圧を定格値に保つように電圧を降下させる目的で装備されたものである。

従って、均等充電が終了し浮動充電にもどした場合はドロツパーに並列に挿入された接点は“ 閉 ”としてドロツパーをバイパスさせなければならない。

[解説] 均等充電とは蓄電池が何個かの単電池を組にして使っているため長時間使用していると特に浮動充電時に単電池電圧にバラツキを生じる。

このバラツキを無くするために定電流法又は定電圧法により蓄電池の電圧及び比重が上がり切るまで行う充電方式である。

下図に浮動充電回路例を示す。



問 15 . ある三相交流発電機の線間電圧と線電流を測定したら、それぞれ 440 [V] と 500 [A] であり、力率は 80% であった。その時の発電機の出力は何 [kW] か、また皮相電力は [kVA] か計算せよ。(6 点)

(答) 出力 = $\sqrt{3} \times 440$ (線間電圧) $\times 500$ (線電流) $\times 0.8$ (力率) $\times 10^{-3}$ [kW]
 $= \sqrt{3} \times 176,000 \times 10^{-3} = 1.73 \times 176$ [kW] = 304.48 [kW] 304.5 [kW]
 皮相電力 = $\sqrt{3} \times 440$ (線間電圧) $\times 500$ (線電流) $\times 10^{-3}$ [kVA]
 $= \sqrt{3} \times 220,000 \times 10^{-3} = 1.73 \times 220$ [kVA] = 380.6 [kVA]

問 16 . 下図の平衡星形結線 (スター結線) の負荷に線間電圧 200 [V] の三相交流電圧を加えた時、その線電流 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

スZはそれぞれ等しく、抵抗 $R = 3$ []、リアクタンス $X_L = 4$ [] とする。(6点)

(1) 線電流

(答) 相電圧 $V_p = \frac{200}{\sqrt{3}} = 115.5$ [V]

各相のインピ - ダンス $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$ []

線電流 $I_\ell = \frac{V_p}{Z} = \frac{115.5}{5} = 23.1$ [A]

(2) 負荷力率

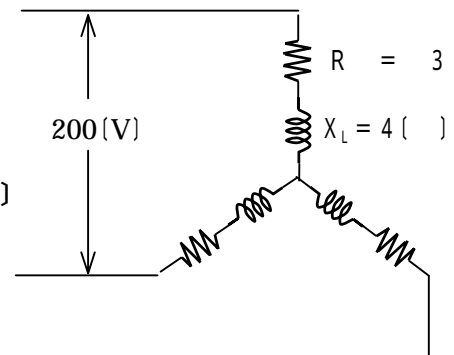
(答) 負荷力率 $\cos \theta = \frac{R}{Z} \times 100$ [%] $= \frac{3}{5} \times 100 = 60$ [%]

(3) 負荷電力

(答) 負荷電力 $P = \sqrt{3} \cdot V_\ell \cdot I_\ell \cdot \cos \theta \times 10^{-3}$ [kW]

$$= \sqrt{3} \times 200 \times 23.1 \times 0.6 \times 10^{-3} = 4.8$$
 [kW]

平衡星形結線



(注) 星形結線の場合は、線電流 $I_\ell =$ 相電流 I_p である。

問 17 . 4 極の三相誘導電動機に端子電圧が 440 [V]、周波数が 60 [H z] の電源を入れ定格負荷をかけたとき、回転速度は 1,725 [min⁻¹]、電流は 65 [A]、力率は 83 [%] であった。次の問に答えよ。(9点)

ただし、誘導電動機の効率を 90 [%] とする。(注：単位 [min⁻¹] は従来の [rpm] と同じ意味。)

(1) 電動機の入力 P_I [kW] を求めよ。

(答) 入力 $P_I = \sqrt{3} V I \cos \theta = \sqrt{3} \times 440 \times 65 \times 0.83 \times 10^{-3}$ [kW] $= 41$ [kW]

(2) 電動機の実出力 P_O [kW] を求めよ。

(答) 電動機の効率を とすれば

電動機出力 $P_O =$ 電動機入力 $P_I \times$ $= 41 \times 0.90 = 37$ [kW]

(3) 電動機の同期速度 N_s [min⁻¹] を求めよ。

(答) P を極数、f を周波数 [H z] とすれば

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

問 18 . 普通の矩形の部屋 20 [m²] の床面の平均水平面照度 E を 150 [lx] にするには 20 [W] の蛍光灯を何個つけばよいか。(4点)

ただし、蛍光灯 1 個の全光束 F を 1,000 [lm]、照明率 U を 0.5、減光補償率 D を 2.0 とする。

(答) $F \cdot U \cdot N = E \cdot A \cdot D$

F : ランプ 1 個の全光束 [lm] E : 平均水平照度 [lx]
 U : 照明率 A : 室の面積 [m²]
 N : ランプ数 D : 減光補償率

従って、次のとおり必要な蛍光灯の個数を計算できる、

$N = \frac{E \cdot A \cdot D}{F U} = \frac{150 \times 20 \times 2.0}{1,000 \times 0.5} = 12$ 、即ち、12 [個] となる。