

【02】船舶・海洋部門

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

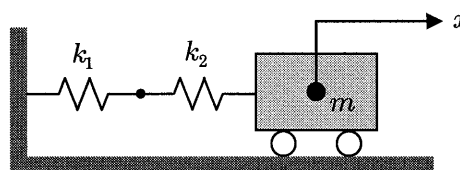
Ⅲ-1 船舶の構造方式に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 現在、大型船では、縦方式あるいは縦横混合方式が利用されている。
- ② 船体の大型化と共に、船体中央部の縦曲げ応力が厳しくなるため、大型船舶の船体中央部の甲板や船底では縦方式が一般的である。
- ③ 水圧荷重の影響が大きい船側部では縦方式は有効である。
- ④ 荷役効率の観点から、ばら積貨物船の船側部では、横方式が広く採用されている。
- ⑤ コンテナ船では、船体の前後部はかなり痩せた船型をしており、前後部には横方式が用いられることが多い。

Ⅲ-2 下図に示される直列ばねと質点からなる系の固有角振動数に最も近いものはどれか。

ここで、質量は $m = 2 \text{ kg}$ 、ばね定数は $k_1 = 2 \times 10^5 \text{ N/m}$ 、 $k_2 = 4 \times 10^5 \text{ N/m}$ とする。

- ① 0.0019 rad/s
- ② 258 rad/s
- ③ 387 rad/s
- ④ 548 rad/s
- ⑤ 200000 rad/s

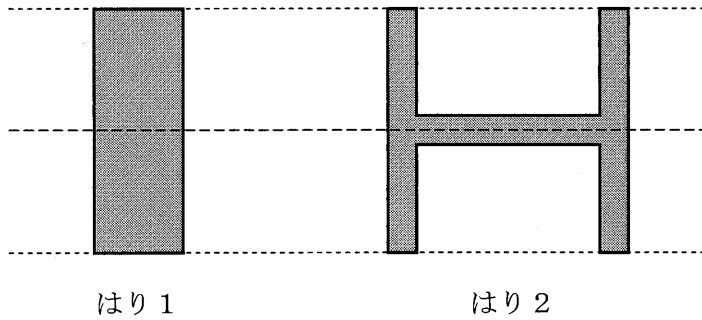


Ⅲ-3 二次元平面応力状態において、 $\sigma_x = \sigma_y = \tau_{xy} = 40 \text{ MPa}$ である。主応力 σ_1 、 σ_2 と最大せん断応力の絶対値 $|\tau_{\max}|$ について、それぞれ最も近い値の組合せはどれか。

	σ_1	σ_2	$ \tau_{\max} $
①	80 MPa	0 MPa	40 MPa
②	40 MPa	40 MPa	40 MPa
③	40 MPa	40 MPa	80 MPa
④	80 MPa	0 MPa	80 MPa
⑤	80 MPa	40 MPa	40 MPa

Ⅲ－４ 下図のように，上下・左右対称で同じ面積及び同じ高さの横断面を持つ２つのはり
 が，同じ大きさの曲げモーメントによる紙面上下方向の単純曲げ状態にある。このとき，
 それぞれのはりの断面２次モーメントと最大曲げ応力の大小関係として最も適切なものは
 どれか。

- | <u>断面２次モーメント</u> | <u>最大曲げ応力</u> |
|------------------|---------------|
| ① はり 1 = はり 2 | はり 1 = はり 2 |
| ② はり 1 < はり 2 | はり 1 > はり 2 |
| ③ はり 1 < はり 2 | はり 1 < はり 2 |
| ④ はり 1 > はり 2 | はり 1 > はり 2 |
| ⑤ はり 1 > はり 2 | はり 1 < はり 2 |

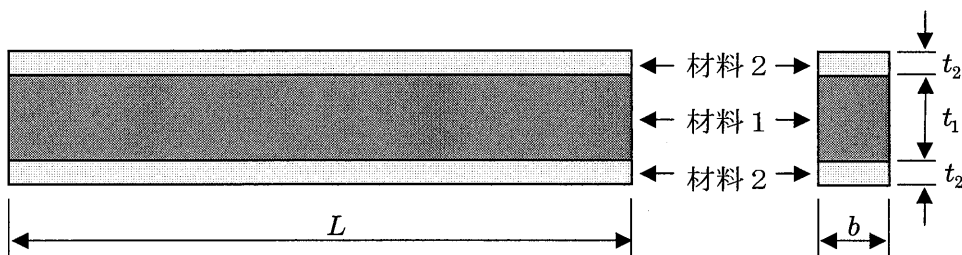


Ⅲ－５ ある鋼材に応力振幅300 MPaと400 MPaで、それぞれ 2,000回と400回の繰り返し応力を与えた。さらに、応力振幅を500 MPaまで上げて繰り返し応力を加えたとき、破断に至るまでの繰り返し数として最も適切なものはどれか。ただし、応力振幅を S 、破断に至るまでの繰り返し数を N として、 $S-N$ 曲線は $S = -100 \log_{10} N + 700$ で表され、累計被害則としてマイナーの線形被害則を用いる。

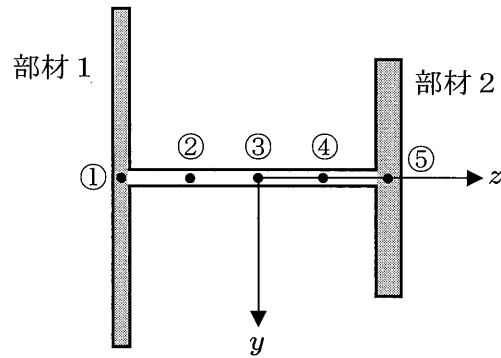
- ① 600 ② 250 ③ 100 ④ 40 ⑤ 20

Ⅲ－６ 下図のように、長方形断面を持つ材料1の棒が材料2の棒に挟まれている。ともに長さ L 、幅 b の棒の間は完全に固着しており、滑りはないものとする。材料1のヤング率と線膨張係数をそれぞれ70 GPaと $23.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、材料2のヤング率と線膨張係数をそれぞれ130 GPaと $16.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ とする。棒の厚さ t_1 と t_2 はそれぞれ4.0 mmと1.0 mm とする。温度が100°Cのとき、棒の長手方向に応力は生じていなかった。温度を20°Cまで下げたとき、それぞれの棒に生じる長手方向の応力の組合せとして最も適切なものはどれか。なお、 $L \gg b$ 、 $L \gg t_1$ 、 $L \gg t_2$ であり、1次元問題として考える。また、棒の端部は固定されておらず、熱により自由に伸び縮みする。

- ① 材料1の棒に圧縮応力9 MPa、材料2の棒に引張り応力18 MPaが生じる。
 ② 材料1の棒に引張り応力9 MPa、材料2の棒に圧縮応力18 MPaが生じる。
 ③ 材料1の棒に圧縮応力18 MPa、材料2の棒に引張り応力37 MPaが生じる。
 ④ 材料1の棒に引張り応力18 MPa、材料2の棒に圧縮応力37 MPaが生じる。
 ⑤ 材料1の棒、材料2の棒ともに応力は生じない。



Ⅲ-7 下図のような I 型断面を有するはりを考える。ここで、 yz 座標の原点は断面の図心に位置し、断面は均一な物性値を持つ。部材 1 と部材 2 は同じ断面積を有するが、部材 1 の高さは部材 2 よりも高い。各部材は薄肉であり、板厚方向のせん断力は無視できる。断面がねじれずにまっすぐにたわむように y 方向荷重を与える点（これをせん断中心と呼ぶ）として最も適切な位置は、図中の①～⑤のうちどれか。



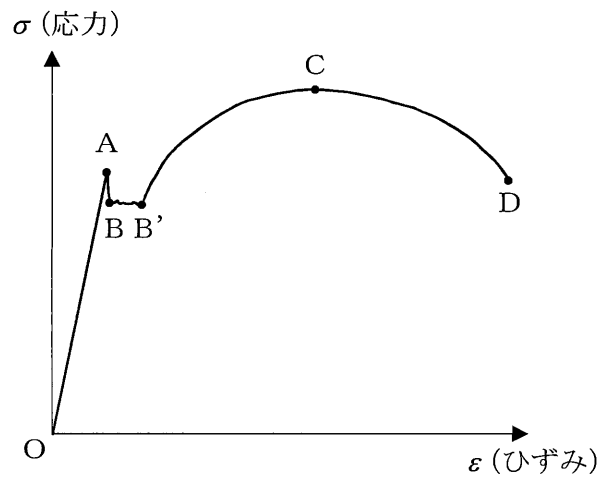
Ⅲ－８ 船体振動に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

「一般に船体振動といった場合、船体全体がはりとしての挙動をする振動、船体のタンク隔壁や床板などの局所的な振動、上部構造の振動などがある。振動の主な起振源としてはア, イが考えられる。イによる起振力には、ベアリングフォースとサーフェスフォースがある。」

- | | ア | イ |
|---|------|------|
| ① | 主機 | プロペラ |
| ② | 主機 | 波浪衝撃 |
| ③ | プロペラ | 波浪衝撃 |
| ④ | プロペラ | 主機 |
| ⑤ | 波浪衝撃 | 主機 |

Ⅲ－9 次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

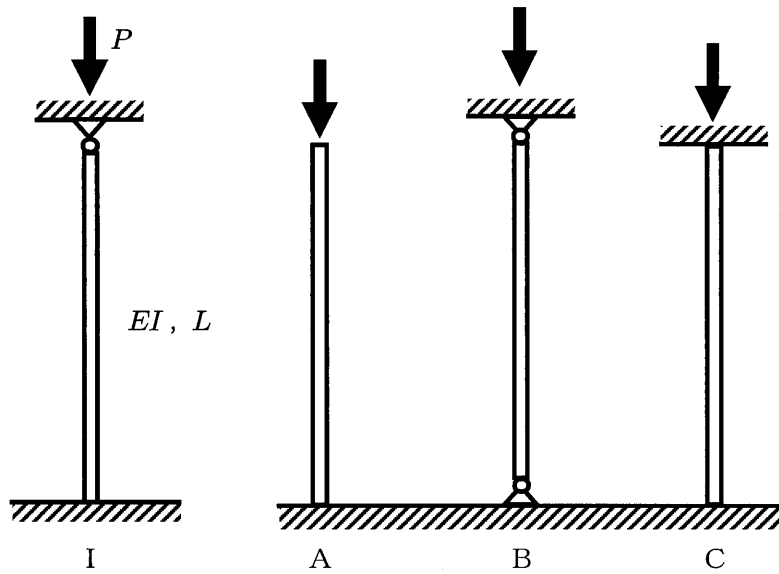
「一様断面の軟鋼の丸棒の引張試験によって得られる「応力－ひずみ線図」は、下図のようになる。通常多くの工業材料においては図のOA部分のように、ひずみの小さい範囲では荷重（応力）を取り去ると、変形（ひずみ）がゼロとなって原形に戻るのが普通である。この性質をアという。さて、A点ではイが起こるが、そこから応力がわずかに下がり、BB'間ではほぼ一定の応力で塑性変形が進む。そして、B'点からC点までは、再びひずみも応力も増大する。この現象をウという。さらに、C点で最大荷重に達した後は、棒のどこかの断面にエが生じ、荷重が下がっていく。そして最終的にD点で棒は破断してしまうことになる。」



- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|----|----|------|-----|
| ① | 塑性 | 降伏 | 加工硬化 | くびれ |
| ② | 弾性 | 脆化 | 加工硬化 | き裂 |
| ③ | 弾性 | 降伏 | 加工硬化 | くびれ |
| ④ | 弾性 | 降伏 | 塑性崩壊 | き裂 |
| ⑤ | 塑性 | 座屈 | 塑性崩壊 | き裂 |

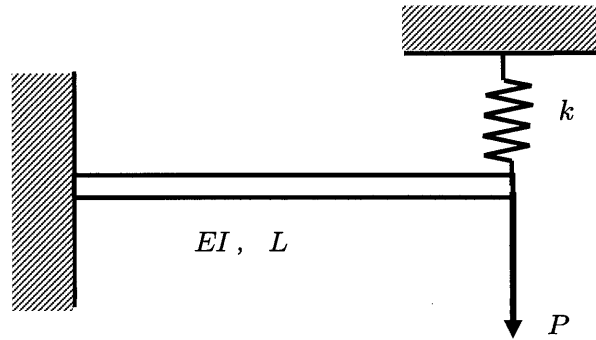
Ⅲ-10 下図のように、曲げ剛性 EI 、長さ L の長柱に荷重 P を加える場合について、端部の固定条件を変えて座屈荷重を求めた。Ⅰの場合の座屈荷重は $P_1 = \frac{2\pi^2 EI}{L^2}$ である。

A, B, C の各場合の座屈荷重を P_A, P_B, P_C とするとき、座屈荷重の大小関係に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。



- ① P_A より P_1 は大きく、 P_1 は P_B より小さい
- ② P_B より P_1 は大きく、 P_1 は P_C より小さい
- ③ P_B より P_1 は大きく、 P_C は P_1 より小さい
- ④ P_A より P_1 は大きく、 P_C は P_1 より小さい
- ⑤ P_B より P_1 は大きく、 P_1 は P_A より小さい

Ⅲ-11 片持りの先端を、ばねで支持した上で荷重 P を加えた。はり先端の変位として最も適切なものは次のうちどれか。ただし、はりの曲げ剛性を EI 、長さを L 、ばねのばね定数を k とする。



① $P \left(\frac{3EI}{L^3} + k \right)$

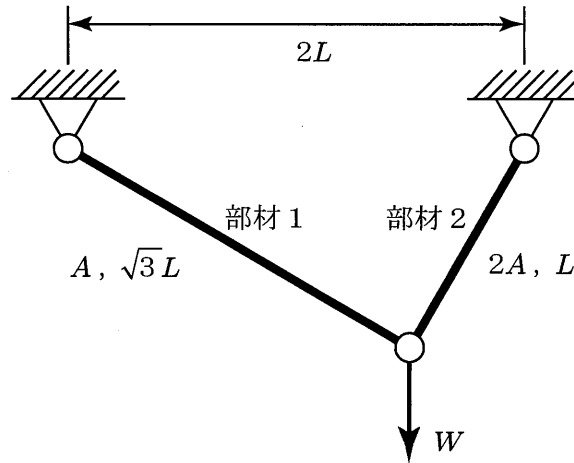
② $\frac{P}{\frac{L^3}{3EI} + \frac{1}{k}}$

③ $\frac{P}{\frac{L^3}{3EI} + k}$

④ $\frac{P}{\frac{3EI}{L^3} + k}$

⑤ $P \left(\frac{L^3}{3EI} + \frac{1}{k} \right)$

Ⅲ-12 下図のように、断面積と長さが A と $\sqrt{3}L$ の部材 1 と、 $2A$ と L の部材 2 から成るトラス構造に、鉛直下向きの荷重 W を作用させた。このとき、部材 1 と 2 に生じる応力として最も適切な組合せはどれか。



	部材 1	部材 2
①	$\frac{W}{2A}$	$\frac{\sqrt{3}W}{2A}$
②	$\frac{\sqrt{3}W}{2A}$	$\frac{W}{2A}$
③	$-\frac{W}{2A}$	$\frac{\sqrt{3}W}{2A}$
④	$-\frac{\sqrt{3}W}{2A}$	$\frac{W}{4A}$
⑤	$\frac{W}{2A}$	$\frac{\sqrt{3}W}{4A}$

Ⅲ-13 溶接残留応力に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

「広い板を溶接した場合、溶接部は冷却の際に収縮しようとするが、溶接線方向の収縮は周囲の冷たい母材に拘束されて応力が発生し、溶接線方向にはビード付近で室温のに等しいが生じる。そして、溶接線方向に直角な線上では、ビード付近のと釣り合うがその両側に生じる。ただし、冷却中に500℃以下の温度で相変態を起こして体積が変化する鋼（例えば9%Ni鋼）では、溶接線方向のはに達するとは限らない。」

- | | ア | イ | ウ |
|---|------|--------|--------|
| ① | 降伏応力 | 引張残留応力 | せん断応力 |
| ② | 引張強さ | 圧縮残留応力 | せん断応力 |
| ③ | 降伏応力 | 引張残留応力 | 圧縮残留応力 |
| ④ | 引張強さ | 圧縮残留応力 | 引張残留応力 |
| ⑤ | 降伏応力 | 圧縮残留応力 | 引張残留応力 |

Ⅲ-14 材料の性質に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

- ・破断までに大きな塑性変形を生じる材料をアと呼ぶ。鋼は常温でアである。
- ・破断までにほとんど塑性変形を示さない材料をイと呼ぶ。鋼は低温でイに近くなる。
- ・衝撃的荷重に対する材料の延性は静的引張りに比較して一般に低下する。衝撃荷重に対して材料が示すねばり強さをウと呼ぶ。
- ・材料に長時間にわたり一定の引張荷重を負荷し続けると、ひずみが時間とともに増大する場合がある。この現象はエと呼ばれる。

	ア	イ	ウ	エ
①	塑性材料	脆性材料	靱性	延性
②	延性材料	脆性材料	靱性	クリープ
③	脆性材料	破壊材料	塑性	伸縮性
④	クリープ材料	靱性材料	脆性	延性
⑤	延性材料	靱性材料	脆性	クリープ

Ⅲ-15 舵に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① アスペクト比（長さ／幅）が小さくなるにつれて、仰角に対する揚力の増加量が小さくなる。
- ② 薄い舵は厚い舵に比べて失速を起こし難い。
- ③ 低速航行中に舵の一部が水面に顔を出していると、水面下の面積から予想される舵力より大きな舵力を得られる。
- ④ 舵の周りに生じた圧力分布は船体の後部まで及ぶ。
- ⑤ 舵は船体及び推進器の影響を受ける。

Ⅲ-16 排水量7,000 tの船のGMが2 mであった。この船の横揺れ周期は次のうちのどれに最も近いか。ただし、付加質量を含む慣動半径は7 mとする。

- ① 5秒 ② 7秒 ③ 10秒 ④ 12秒 ⑤ 15秒

Ⅲ-17 船体の6自由度の運動のうち、静水圧による復原力を持つ運動が2つ混じっている組合せはどれか。

- ① サージ運動，スウェイ運動，ヒープ運動
② ロール運動，スウェイ運動，ヨー運動
③ ロール運動，ヒープ運動，スウェイ運動
④ ピッチ運動，サージ運動，スウェイ運動
⑤ ヒープ運動，ヨー運動，サージ運動

Ⅲ-18 周期12秒の追い波中を20 ktで航行する船舶から観測する出会い周期に最も近い値はどれか。

- ① 19秒 ② 21秒 ③ 23秒 ④ 25秒 ⑤ 27秒

Ⅲ-19 目視観測で以下の波高計測データを得た。

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.3 m	2.6 m	1.5 m	3.8 m	2.5 m	4.0 m	1.8 m	2.7 m	3.0 m

このときの有義波高に最も近い値はどれか。

- ① 3.6 m ② 3.2 m ③ 1.9 m ④ 2.7 m ⑤ 4.0 m

Ⅲ-20 係船に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして正しいものはどれか。

「係船作業中あるいは係留中に船体に作用する外力としていくつかの要素が考えられるが、それらは一括してア」と呼ばれる。そのうちイが最も大きな要素であり、船体ウから受ける場合が最大となり、船体のエに比例する。」

	ア	イ	ウ	エ
①	把駐力	風圧抵抗	横方向	喫水線上の側面積
②	把駐力	水抵抗	縦方向	喫水線下の対水速度方向の投影面積
③	ムアリングフォース	風圧抵抗	横方向	喫水線下の対水速度方向の投影面積
④	ムアリングフォース	水抵抗	縦方向	喫水線下の対水速度方向の投影面積
⑤	ムアリングフォース	風圧抵抗	横方向	喫水線上の側面積

Ⅲ-21 キャビテーションに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 気泡が翼面に沿った流線上を移動しながら、成長し崩壊するものがシート・キャビテーションである。
- ② ボルテックス・キャビテーションは翼端渦等の渦の中心に発生するキャビテーションであり、他のキャビテーションよりも安定しているのが特徴である。
- ③ プロペラ荷重度が増したりして、プロペラの負圧面側の圧力が低下して飽和蒸気圧に達するとキャビテーションの発生により、圧力がそれ以下になることがなくなる。
- ④ キャビテーション気泡の崩壊時には、局所的に非常に高い圧力が発生し、金属製の表面を損傷することがある。このような現象をキャビテーション壊食またはキャビテーション・エロージョンと呼ぶ。
- ⑤ キャビテーションの発生は周囲の圧力場に変動をもたらすことが多い。この圧力場の変動は物体表面に起振力として作用するとともに騒音の発生源となる。

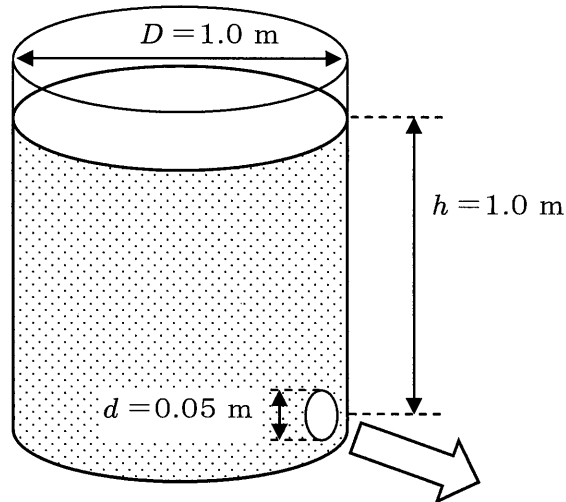
Ⅲ-22 全長 L ，全幅 B ，喫水 d の船舶を考える。水面下の形状が次式で与えられるとき，この船舶の方形係数 C_B の値に最も近いものはどれか。

$$y = \pm \frac{B}{2} \left\{ 1 - \left(\frac{x}{l} \right)^2 \right\} \left\{ 1 - \left(\frac{z}{d} \right)^2 \right\}$$

ただし， $l = L/2$ ， $-l \leq x \leq l$ ， $-d \leq z \leq 0$ とし， $z = 0$ が水面である。

- ① 0.375 ② 0.444 ③ 0.571 ④ 0.667 ⑤ 0.714

Ⅲ-23 下図のように，水が入った円筒タンクの側壁に円形の穴が空いており，そこから水が流出する問題を考える。円筒タンクの直径 D は 1.0 m，側壁の穴の直径 d を 0.05 m とする。図のように水面が側壁の穴から 1.0 m の高さにあるときの流出流量の値に最も近いものはどれか。



- ① $0.021 \text{ m}^3/\text{min}$ ② $0.31 \text{ m}^3/\text{min}$ ③ $0.52 \text{ m}^3/\text{min}$
 ④ $0.79 \text{ m}^3/\text{min}$ ⑤ $0.98 \text{ m}^3/\text{min}$

Ⅲ-24 全長100 m, 幅20 m, 喫水10 mの箱船を考える。重心は水線面の中心にあり, 海水の比重を1.025とする。このとき, この箱船の毎センチトリムモーメントの値に最も近いものはどれか。

- ① 120 [tonf·m] ② 160 [tonf·m] ③ 200 [tonf·m]
④ 240 [tonf·m] ⑤ 280 [tonf·m]

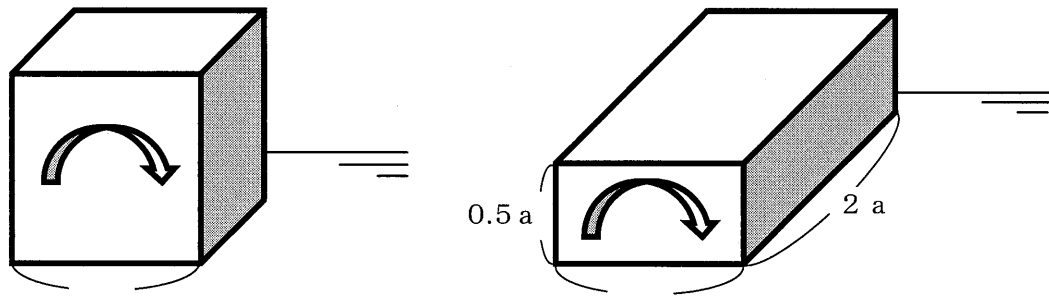
Ⅲ-25 抵抗・推進性能試験に関する次の記述のうち, 最も不適切なものはどれか。

- ① 相似船型の造波抵抗係数は, フルード数が同じであればほぼ等しい。
② 低速肥大船の造波抵抗は, 大部分が砕波抵抗である。
③ 摩擦抵抗係数は, レイノルズ数に反比例した関数となっている。
④ 自航要素とは, プロペラと船体との相互作用を表す諸係数である。
⑤ 有効馬力は, 抵抗と船の速力の積に比例している。

Ⅲ-26 長さ150 m, 幅25 mの船が, 比重1.025の海水に平均喫水7.50 mで浮かんでいる。このとき, 方形係数は0.700, 水線面係数は0.800である。今この船が河口の港に入港した時の喫水として, 最も近い値はどれか。ただし, 喫水変化範囲では水線面積は一定とし, 河口の海水の比重は1.005とする。

- ① 7.56 m ② 7.58 m ③ 7.60 m ④ 7.63 m ⑤ 7.67 m

Ⅲ-27 下図のような、重さが同じ立方体と直方体を考える。立方体の1辺の長さは a ，直方体は長さ $2a$ ，幅 a ，高さ $0.5a$ である。両者が図のように清水中に浮かんでおり，立方体の喫水は $0.25a$ である。立方体及び直方体の重心はともにそれぞれの水線面の中心にあるとする。図の矢印方向の傾斜に対する直方体の \overline{GM} は立方体の \overline{GM} の何倍になるか。



- ① 0.5倍 ② 2.9倍 ③ 4倍 ④ 5.8倍 ⑤ 7倍

Ⅲ-28 波長が 156 m である深海規則波の波速に最も近い値はどれか。

- ① 7.8 m/s ② 15.6 m/s ③ 39.0 m/s ④ 78.0 m/s ⑤ 156.0 m/s

Ⅲ-29 ディーゼル機関に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ピストンリングの役割は燃焼室の気密を保ち、ピストンの過熱を防止し、潤滑油を運んでシリンダ壁へ適当な油膜をつくることである。
- ② 燃焼過程は、発火遅れ、爆発的燃焼期、制御燃焼期、後燃え期の4期に分類される。
- ③ 一般的に燃料の噴射時期を遅くすると、着火遅れは少なくなるが、燃焼は不良となる。
- ④ 熱効率は、燃料消費量が少ないものほど高くなる。
- ⑤ 連接棒長さを長くして、連接棒長さに対するクランク半径の比を小さくすると、ピストンの側圧は大きくなる。

Ⅲ-30 ディーゼル機関の燃焼に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 着火遅れは、物理的遅れと燃料の噴射遅れに分けられる。
- ② 主な燃焼は、油粒表面の拡散燃焼である。
- ③ 後燃え期間が長くなると効率が低下する。
- ④ ディーゼルノックは回転数が高速になるほど発生し易くなる。
- ⑤ 燃焼のすす生成傾向は、芳香族がアルコールよりも大きい。

Ⅲ-31 ある燃料油を分析した結果、重量比で炭素86%、水素10%、酸素3.6%、いおう0.4%であった。この燃料1kgが燃焼するのに必要な最小空気量に最も近い値はどれか。このとき、空気は重量で23%の酸素と77%の窒素からなるものとする。

- ① 12.71 kg ② 13.17 kg ③ 13.31 kg ④ 13.71 kg ⑤ 14.02 kg

Ⅲ-32 ガスタービンに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 潤滑油の消費量が一般にディーゼル機関の1~3%程度と少なくて済む。
- ② 蒸気タービンに比べ、多くの冷却水が必要となる。
- ③ ガスタービンには一般に軸流タービンが用いられる。
- ④ ガスタービンの基本サイクルは、ブレイトンサイクルである。
- ⑤ 回転機械であるため振動がほとんどなく、基礎は簡単でよい。

Ⅲ-33 蒸気タービンに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 復水器圧力が高いほど、システム全体の効率は高い。
- ② 湿り蒸気中に含まれる微細な水滴は制動効果を生じさせ、タービン効率を低下させる。
- ③ 蒸気タービンは一般に回転数が高いために減速歯車を設ける。
- ④ タービン有効効率が減少すると、蒸気消費率は増加する。
- ⑤ 減速装置の歯車には軸方向にスラストが発生しにくい、やまば歯車が用いられる。

Ⅲ-34 ボイラの水管理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高圧ボイラの給水では、硬度0であることが求められる。
- ② ボイラ水処理が不適当であると、か性ぜい化などの障害を発生させる。
- ③ ボイラ水のpHの中性値は水温により変化しない。
- ④ 陽イオン交換樹脂による硬水軟化は、水中のCa塩やMg塩を溶解度の高いNa塩に置換するものである。
- ⑤ 硬度の高い水は、伝熱面にスケールを生成し伝熱を阻害する。

Ⅲ-35 ポンプで1時間に150 tの水を15 mの高さに揚げるのに必要な動力に最も近い値はどれか。ただし、ポンプ及び電動機の総合効率を80 %とする。

- ① 3.3 kW ② 4.1 kW ③ 5.7 kW ④ 6.3 kW ⑤ 7.7 kW