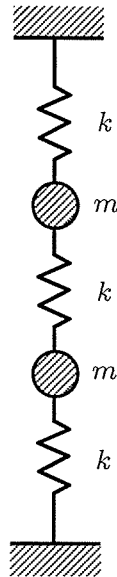


【02】船舶・海洋部門

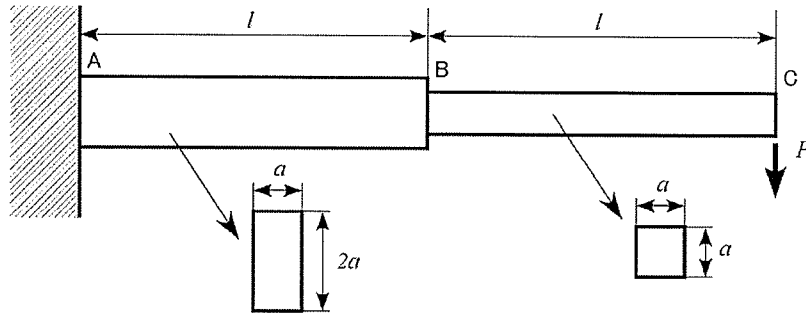
IV 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

IV-1 下図のように、2つの質点(いずれも質量 $m = 1 \text{ kg}$)が3本のバネ(いずれもバネ定数 $k = 1 \text{ N/m}$, 質量は無視するものとする。)で直列につながっている。このバネ質点系の固有振動数の組合せとして、適切なものは次のうちどれか。



- ① 0.159 Hz, 0.239 Hz
- ② 0.159 Hz, 0.276 Hz
- ③ 0.159 Hz, 0.318 Hz
- ④ 0.276 Hz, 0.318 Hz
- ⑤ 0.318 Hz, 0.551 Hz

IV-2 下図のように、途中で断面の変わる片持ちはりがある。AB、BCのそれぞれは長さ l で図のような断面を持ち、中立軸は一致する。どちらもヤング率 E の材料でできている。先端Cに荷重 P が鉛直方向にかかったとき、荷重点の鉛直方向の変位は次のうちどれか。



- ① $\frac{25Pl^3}{2Ea^4}$ ② $\frac{15Pl^3}{2Ea^4}$ ③ $\frac{5Pl^3}{2Ea^4}$ ④ $\frac{15Pl^2}{2Ea^3}$ ⑤ $\frac{5Pl^2}{2Ea^3}$

IV-3 次の船舶の溶接に関する記述のうち、最も適切なものはどれか。

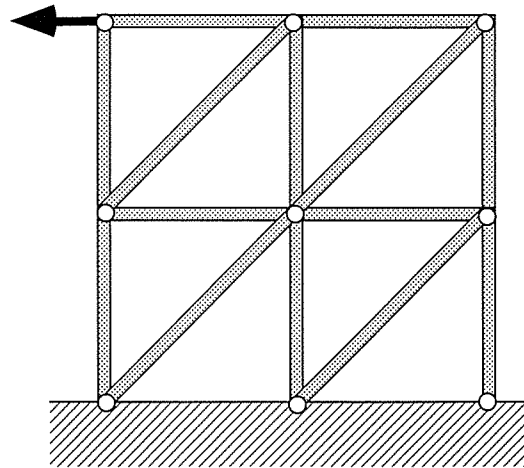
- ① 船舶の溶接には主にガス溶接が用いられている。
- ② 船体構造の軽量化にはリベット止めの方が適しているが、強度の面から近年は溶接が使われるようになってきた。
- ③ 溶接部にはしばしば応力が残留して亀裂等の原因となるので、溶接後は十分に冷やす必要がある。
- ④ 溶接部の内部に欠陥があるかどうかは疲労強度上重要であるが、壊さずに溶接部の内部を検査することはできない。
- ⑤ 突き合わせ溶接継手において、余盛りを削除した方が余盛りを削除しないものより疲労強度が高い。

IV-4 柱の座屈に関する次の記述の、に入る値の組合せとして適切なものはどれか。

「両端が単純支持で、一様な円形断面の棒の座屈を考える。棒の長さが2倍になれば、座屈荷重は倍になり、棒の断面積が2倍になると座屈荷重は倍になる。」

- | | ア | イ |
|---|-----|----|
| ① | 1/2 | 2 |
| ② | 1/2 | 4 |
| ③ | 1/2 | 16 |
| ④ | 1/4 | 4 |
| ⑤ | 1/4 | 16 |

IV-5 下図の2次元トラスの静定、不静定に関して、①～⑤のうち、最も適切なものはどれか。



- ① 静定である。
- ② 1次の不静定である。
- ③ 2次の不静定である。
- ④ 3次の不静定である。
- ⑤ 4次の不静定である。

IV-6 高張力鋼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。

「高張力鋼は、近年多くの鋼構造物で使われるようになってきた。特に、圧延温度をコントロールし、を可能としたTMCP鋼の開発により、高能率な溶接が可能となった。一方、この開発によって使用できる設計応力が増加するためや使用材料の減少による構造のを注意する必要がある。」

- | | ア | イ | ウ |
|---|-------|------|------|
| ① | 高強度化 | 疲労破壊 | 高剛性化 |
| ② | 大入熱溶接 | 脆性破壊 | 高剛性化 |
| ③ | 大入熱溶接 | 脆性破壊 | 低剛性化 |
| ④ | 大入熱溶接 | 疲労破壊 | 低剛性化 |
| ⑤ | 高強度化 | 脆性破壊 | 低剛性化 |

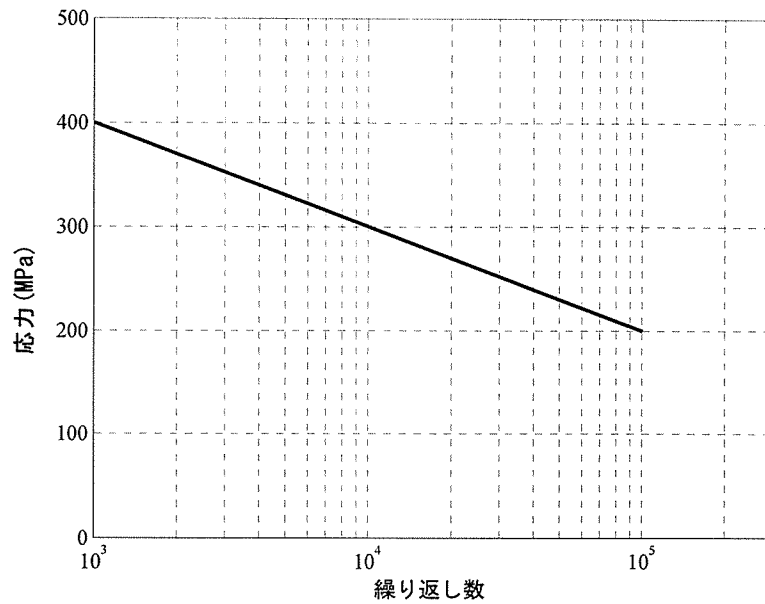
IV-7 船体構造の様式に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

「船体構造の方式は、フレームあるいはビームと呼ばれる骨部材を横方向に配置し、これらの小骨をガーダーと呼ばれる大骨で支えたと、骨部材を縦方向に配置し、これらの小骨を適当な間隔で横方向に設けた大骨で支持するに大別される。このうち、タンカーやコンテナ船などの大型専用貨物船にはが広く採用されている。」

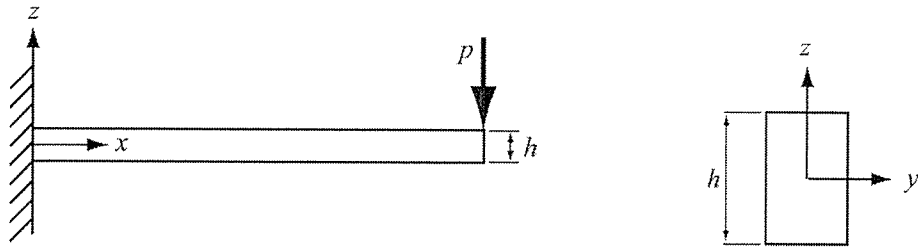
- | | ア | イ | ウ |
|---|--------|----------|----------|
| ① | ロンジ方式 | コンバインド方式 | コンバインド方式 |
| ② | ロンジ方式 | トランス方式 | トランス方式 |
| ③ | ロンジ方式 | トランス方式 | ロンジ方式 |
| ④ | トランス方式 | ロンジ方式 | トランス方式 |
| ⑤ | トランス方式 | ロンジ方式 | ロンジ方式 |

IV-8 下図のようなS-N線図が与えられた鋼材がある。この鋼材に対し、応力振幅300 MPaで4000回の繰り返し荷重を加えた。さらに、応力振幅を400 MPaまで上げて繰り返し荷重を加えたとき、破断にいたるまでの繰り返し数はどの程度と予測されるか。マイナー則に基づいて求めよ。

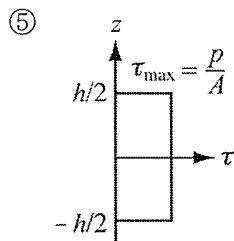
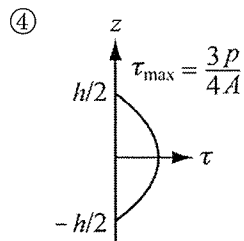
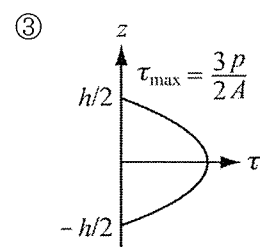
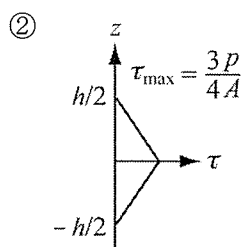
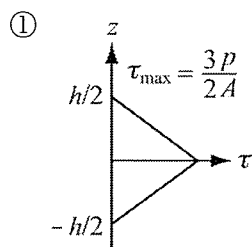
- ① 1000回 ② 600回 ③ 400回 ④ 100回 ⑤ 80回



IV-9 自由端に集中荷重 p が負荷されている片持ちはりを下図に示す。はり断面を長方形とし、その拡大図も下図に示す。



断面積を A とすると、はり中央の断面における z 方向のせん断応力分布 $\tau(z)$ として最も適切なものはどれか。ここで、 τ_{\max} はせん断応力の最大値である。



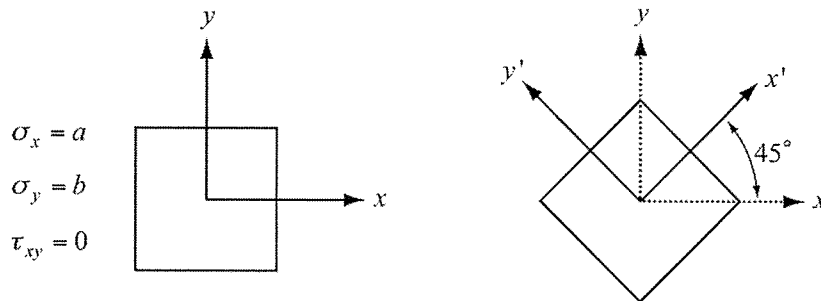
IV-10 船体の振動に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

「船体が船首に衝撃荷重を受けて、船体が過渡的な縦曲げ振動をおこすことをとよび、2節振動が主成分である。ある船体の2節振動の固有周波数を ω とする。仮に船体の縦曲げ剛性が2倍になって単位長さの重量が変わらないとすると、2節振動の周波数は、となる。」

- | | <u>ア</u> | <u>イ</u> |
|---|----------|----------------------------|
| ① | ホイッピング | 2ω |
| ② | スプリング | 2ω |
| ③ | ホイッピング | $\frac{1}{\sqrt{2}}\omega$ |
| ④ | スプリング | $\sqrt{2}\omega$ |
| ⑤ | ホイッピング | $\sqrt{2}\omega$ |

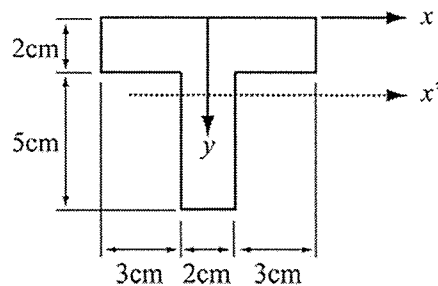
IV-11 下図に示される $\sigma_x = a, \sigma_y = b, \tau_{xy} = 0$ の2次元応力状態において、座標軸を反時計回りに 45° 回転した。 $x'y'$ 座標系に関する応力成分 $\sigma_{x'}, \sigma_{y'}, \tau_{x'y'}$ として適切なものはどれか。

- ① $\sigma_{x'} = \frac{a-b}{2} \quad \sigma_{y'} = \frac{a-b}{2} \quad \tau_{x'y'} = \frac{a-b}{2}$
- ② $\sigma_{x'} = \frac{a-b}{2} \quad \sigma_{y'} = \frac{a-b}{2} \quad \tau_{x'y'} = \frac{-a+b}{2}$
- ③ $\sigma_{x'} = \frac{-a-b}{2} \quad \sigma_{y'} = \frac{-a+b}{2} \quad \tau_{x'y'} = \frac{a+b}{2}$
- ④ $\sigma_{x'} = \frac{a+b}{2} \quad \sigma_{y'} = \frac{a+b}{2} \quad \tau_{x'y'} = \frac{a-b}{2}$
- ⑤ $\sigma_{x'} = \frac{a+b}{2} \quad \sigma_{y'} = \frac{a+b}{2} \quad \tau_{x'y'} = \frac{-a+b}{2}$



IV-12 下図のT型断面において、 x 軸に平行な中立軸である x' 軸まわりの断面2次モーメントの値として最も適切なものはどれか。

- ① 50 cm^4 ② 100 cm^4 ③ 150 cm^4 ④ 200 cm^4 ⑤ 250 cm^4

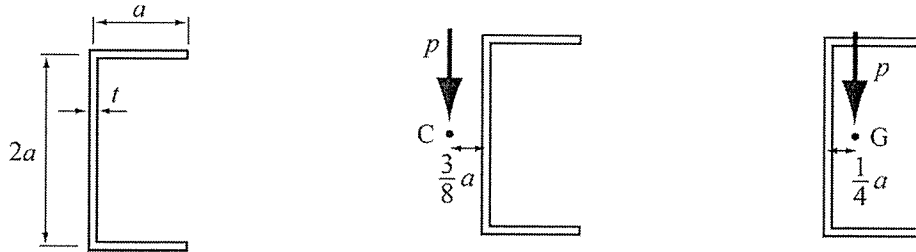


IV-13 構造材料に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

「船舶に使われる材料で最も多いのは鉄鋼材料である。そのうち「ア」は通常、炭素含有量が2.0 %以上のもので加工性、耐食性、耐摩耗性などに優れており、各種機械や主として「イ」を受ける艀装品（ローラ、フェアリーダ、滑車など）に使用される。船体構造のほとんどは圧延鋼から造られているが、特に重要な強度部材については「ウ」を使わなければならない。降伏点がおよそ「エ」以上の軟鋼に比較して、降伏点及び引張強さを高めた高張力鋼は船舶の重量軽減や大型化に寄与できる材料である。」

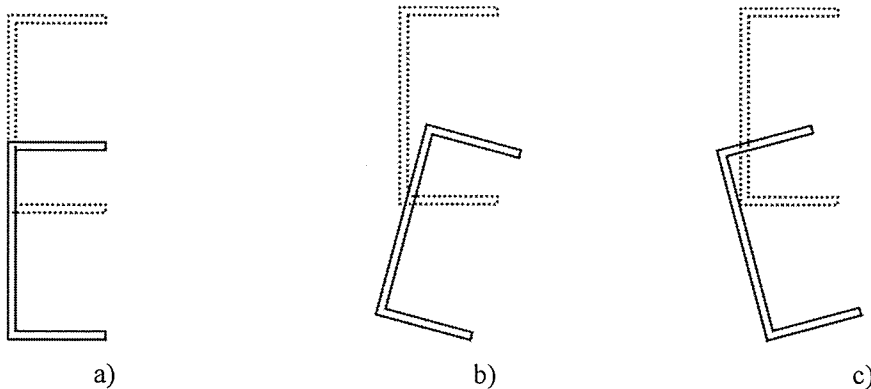
	ア	イ	ウ	エ
①	鑄鉄	圧縮	キルド鋼	240 MPa
②	鑄鉄	引張	キルド鋼	400 MPa
③	鑄鉄	圧縮	リムド鋼	240 MPa
④	鑄鋼	引張	リムド鋼	400 MPa
⑤	鑄鋼	圧縮	リムド鋼	240 MPa

IV-14 下図に示される溝形断面を有する片持ちはりを考える。 $(t/a)^2$ が無視できる程度の薄肉断面である場合、下図のように、せん断中心が点Cで、図心が点Gで与えられる。



自由端に鉛直方向の集中荷重 p が負荷される場合、荷重が作用する位置により、はりの変位は以下の3つに分けられる。

- a) 断面は回転せずに鉛直方向に変位する。
- b) 断面は右回転しながら鉛直方向に変位する。
- c) 断面は左回転しながら鉛直方向に変位する。



集中荷重 p がせん断中心C又は図心Gに作用する場合の変位として最も適切な組合せはどれか。

- ① せん断中心Cに荷重負荷された場合はa), 図心Gに荷重負荷された場合はb)である。
- ② せん断中心Cに荷重負荷された場合はa), 図心Gに荷重負荷された場合はc)である。
- ③ せん断中心Cに荷重負荷された場合はb), 図心Gに荷重負荷された場合はa)である。
- ④ せん断中心Cに荷重負荷された場合はc), 図心Gに荷重負荷された場合はa)である。
- ⑤ せん断中心Cに荷重負荷された場合はc), 図心Gに荷重負荷された場合はb)である。

IV-15 直径が0.2 mのプロペラ単独試験によって得られたスラスト係数 K_T が前進係数 J に関する二次方程式で次のように表される。

$$K_T = -0.200 J^2 - 0.240 J + 0.330$$

また、同じプロペラを用いて自航試験を行った結果、下記のようなデータを得た。

回転数：14.0 r.p.s.

スラスト係数：0.200

船速：1.89 m/s

スラスト一致法を用いて有効伴流率 w_T を求めると、最も近い値は次のうちどれか。

- ① 0.25 ② 0.30 ③ 0.35 ④ 0.40 ⑤ 0.45

IV-16 船用プロペラに関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① トルクに比べてスラストの方が粘性の影響を受けやすい。
- ② プロペラ回転速度が一定のとき、前進速度が大きくなるとスラスト係数も大きくなる。
- ③ 模型実験を行う場合、粘性の影響を受けないようにするためプロペラ深度を考慮する。
- ④ プロペラ単独効率は、スラスト係数及びトルク係数だけで計算できる。
- ⑤ キャビテーションを防止するには、プロペラの没水率を十分とることが効果的である。

IV-17 フルード数とレイノルズ数に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① フルード数もレイノルズ数もディメンションを有しない量（無次元量）である。
- ② 実船と同一の液体中で $1/n$ 縮尺の模型実験において、実船とフルード数を一致させるためには、速度を $1/\sqrt{n}$ 倍とすることが必要である。
- ③ 実船と同一の液体中での $1/n$ 縮尺の模型実験において、実船とレイノルズ数を一致させるためには、速度を n 倍とすることが必要である。
- ④ 縮尺模型を用いた実験において、実船とフルード数、レイノルズ数を同時に一致させるためには、動粘性係数が水より大きい液体を使用する必要がある。
- ⑤ 縮尺模型を用いた実験では、フルード数のみを実船と同一にし、レイノルズ数は異なる場合が多い。

IV-18 船内に遊動水(自由表面を有する液体貨物)が存在するとき、その船舶の見かけの横メタセンター高さ \overline{GM} (船の横傾斜に対するメタセンター高さ)は、遊動水が存在しない場合に比べて減少する。今、排水容積が V [m^3]、横傾斜軸まわりの水線面2次モーメントが I [m^4] の船舶が密度 ρ [kg/m^3] の海水中に浮かんでいる。船内に容積 v [m^3]、密度 ρ' [kg/m^3] の遊動水が存在し、その遊動水の自由表面の面積2次モーメント(面積中心を通る横傾斜軸に平行な軸まわりの2次モーメント)が i [m^4] であるとき、遊動水による見かけの横メタセンター高さの減少量は次のうちどれか。

- ① $\frac{\rho' i}{\rho V}$ [m] ② $\frac{\rho' i}{\rho v}$ [m] ③ $\frac{\rho i}{\rho' V}$ [m]
- ④ $\frac{\rho (I+i)}{\rho' V}$ [m] ⑤ $\frac{\rho' (I+i)}{\rho V}$ [m]

IV-19 ある海域で波高を観測したところ、以下のような記録が得られた。

5.8 m, 2.3 m, 4.9 m, 1.6 m, 5.1 m, 5.8 m, 3.1 m, 3.5 m, 1.8 m, 4.4 m,

5.4 m, 3.4 m, 3.9 m, 3.0 m, 2.3 m

有義波高は次のうちどれに最も近いか。

- ① 3.7 m ② 4.0 m ③ 4.5 m ④ 5.4 m ⑤ 5.7 m

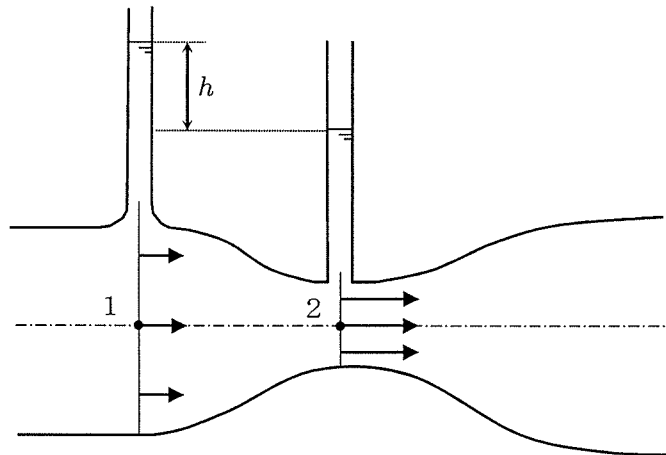
IV-20 水面下の形状が次式で表される、長さ100 m、幅20 m、喫水10 mの船舶の柱形係数 C_p は次のうちどれか。最も近いものを選び。なお、 x 軸方向を長さ方向、 y 軸を幅方向、 z 軸を高さ方向とし、 $z=0$ が水面、 $z<0$ が水面下を表している。

$$\left(\frac{x}{50}\right)^2 + \left(\frac{y}{10}\right)^2 + \left(\frac{z}{10}\right)^2 = 1, \quad z \leq 0$$

- ① 0.523 ② 0.628 ③ 0.667 ④ 0.807 ⑤ 0.830

IV-21 下図に示すような、ベンチュリ管について考える。断面1（入口部）と断面2（絞り部）における流路の断面積はそれぞれ 0.01 m^2 、 0.005 m^2 とする。流路内に水を流したとき各断面の水面高さの差 h （図参照）は 0.1 m であった。このとき流路を流れる流量として最も近いものは次のうちどれか。

- ① $0.00500 \text{ m}^3/\text{s}$ ② $0.00808 \text{ m}^3/\text{s}$ ③ $0.0100 \text{ m}^3/\text{s}$
 ④ $0.0161 \text{ m}^3/\text{s}$ ⑤ $0.0196 \text{ m}^3/\text{s}$



IV-22 浮体に働く力に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 水面下の浮体表面に働く静水圧によって浮力が生ずる。
- ② 浮体に作用するディフラクション流体力は、付加質量力と造波減衰力に分離できる。
- ③ 浮体がない場合の入射波による圧力を仮想の浮体表面で積分することによって求められる力をフルード・クリロフ力という。
- ④ 浮体の運動により発生する散乱波による圧力を浮体表面で積分することによって求められる力をラディエーション流体力という。
- ⑤ 波浪中の浮体表面に作用する波強制力は、フルード・クリロフ力とディフラクション流体力の和として考えられる。

IV-23 比重0.5の均質な材料でできた $3\text{ m} \times 2\text{ m} \times 1\text{ m}$ の直方体が清水に浮かぶ場合、

- (a) $3\text{ m} \times 2\text{ m}$ の面が水平
- (b) $3\text{ m} \times 1\text{ m}$ の面が水平
- (c) $2\text{ m} \times 1\text{ m}$ の面が水平

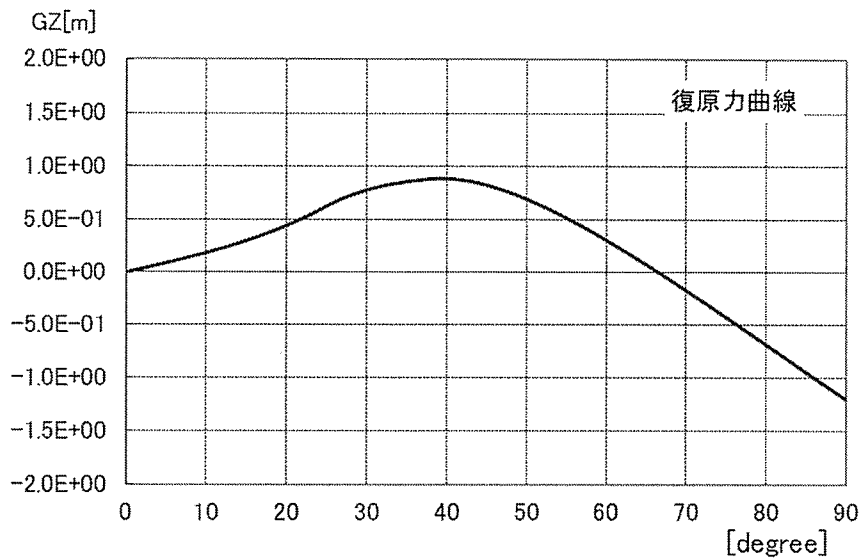
の3通りの浮かび方について、微小に傾斜したときの安定、不安定の組合せは次のうちどれか。

- ① a, b, c ともに安定
- ② a と b が安定, c は不安定
- ③ a と c が安定, b は不安定
- ④ a のみが安定, b と c は不安定
- ⑤ a, b, c ともに不安定

IV-24 長さ100 m, 幅15 m, 喫水4.0 m, $\overline{GM} = 1.8$ mの箱船が, 横波の規則波中で同調揺れを起こした。横揺れの慣動半径が船幅の40 %であるとき, この横波規則波の周期として最も近いものは次のうちどれか。ただし, 減衰の影響は無視し, 重力加速度は 9.8 m/s^2 とせよ。

- ① 1秒 ② 3秒 ③ 5秒 ④ 7秒 ⑤ 9秒

IV-25 下図のような復原力曲線の船体がある。このときの \overline{GM} は, 次のうちどれに最も近いか。なお, 横軸の単位はdegreeで縦軸の単位はmである。



- ① 0.5 m ② 1.0 m ③ 1.5 m ④ 2.0 m ⑤ 2.5 m

IV-26 波振幅1.0 m，波周期5秒の規則波を正弦波で近似したとき，波の険しさを表す波の岨度は次のうちどれに最も近いか。ただし，水深は十分に深いものとする。

- ① 0.025 ② 0.05 ③ 0.075 ④ 0.1 ⑤ 0.15

IV-27 水深1,000 mの海域を進む津波の波速はおおよそいくらか。次のうちから最も近いものを選べ。

- ① 100 m/s ② 150 m/s ③ 200 m/s ④ 250 m/s ⑤ 300 m/s

IV-28 船舶に関連する環境問題に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① 「MARPOL73/78条約」とは船舶等からの油，有害液体物質等，廃棄物及び大気汚染物質の排出や船舶の構造・設備等を規制する海洋汚染防止のための包括的な条約である。
- ② 1982年に採択され1996年に日本が批准した「海洋法に関する国際連合条約（国連海洋法条約：UNCLOS）」では沿岸国の管轄域として排他的経済水域を認めている。
- ③ 「ロンドンダンプング条約」は「ロンドン海洋投棄条約」とも呼ばれ，海洋投棄に関する規制を定めている。1996年の改訂において，投棄可能リストを定めることから投棄禁止リストを定めることへと変更した。
- ④ 我が国では2007年に海洋基本法が制定されたが，その中で，生物多様性の確保，汚濁の負荷の低減，船舶の事故等により流出した油等の迅速な防除など，海洋環境の保全を図るために必要な措置を講ずることが定められている。
- ⑤ 2004年の「船舶のバラスト水及び沈殿物の規制及び管理のための国際条約」によると2009年以降2012年より前に建造された，バラスト水容積5,000 m³以上のバラスト水交換を行う船舶については，バラスト水量の95 %以上の容量交換効率をもって実施しなければならない。

IV-29 動力サイクル及び熱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 熱機関サイクルの最高熱効率は、カルノーサイクルによって達成される。
- ② 船用蒸気タービンプラントは、密閉型の内燃機関である。
- ③ ディーゼル機関は、圧縮点火機関の代表的なものである。
- ④ オットーサイクルは、火花点火機関の代表的なものである。
- ⑤ ガスタービンの理論サイクルは、ブレイトンサイクルである。

IV-30 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 軸出力は、図示出力と機械効率の積で表される。
- ② 熱効率は、燃料消費量が少ないものほど低くなる。
- ③ 出力率は、正味平均有効圧と平均ピストン速度の積で表される。
- ④ シリンダ内圧が高くなるにしたがい、摩擦損失は増大する。
- ⑤ 2サイクル機関ではピストン速度が高くなると、燃料消費率が多くなるので、4サイクル機関ほどピストン速度を高くできない。

IV-31 ある燃料油を分析した結果、重量比で炭素88%、水素8%、酸素3.8%、いおう0.2%であった。この燃料1kgが燃焼するのに必要な最小空気量は、次のどれに最も近い。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 11.91 kg ② 12.25 kg ③ 12.53 kg
- ④ 12.83 kg ⑤ 13.03 kg

IV-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 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。
- ② 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。
- ③ ディーゼル機関に比べ、出力当たりの容積、重量が大きい。
- ④ 蒸気タービンと異なり、大量の冷却水が不要である。
- ⑤ ガスタービンには、低質重油の使用が困難である。

IV-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 復水器の冷却海水温度の上昇とともに、タービンでの発生仕事量が減少する。
- ② 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。
- ③ タービン有効効率が減少すると、蒸気消費率は減少する。
- ④ 船用タービンは小型軽量にするため回転数を高くする必要がある。
- ⑤ 再熱サイクルは、タービンで膨張途中の蒸気をボイラ内の再熱器で再加熱し、タービンに戻すサイクルである。

IV-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 硬度は高圧ボイラの給水では0であることが求められる。
- ② 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。
- ③ ボイラ内部の腐食防止のために、ボイラ水は中性に保つ。
- ④ ボイラ水処理が不適當であると、か性ぜい化などの障害を発生させる。
- 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。

IV-35 ポンプで1時間に100 tの水を10 mの高さに揚げるのに必要な動力は、次のうちどれに最も近いか。ただし、ポンプ及び電動機の総合効率を80 %とする。

- ① 3.4 kW ② 4.3 kW ③ 5.5 kW ④ 6.7 kW ⑤ 7.9 kW