

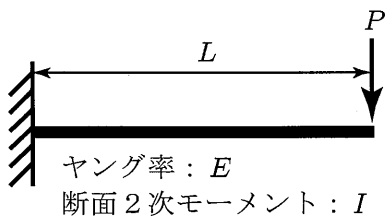
【02】船舶・海洋部門

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。)

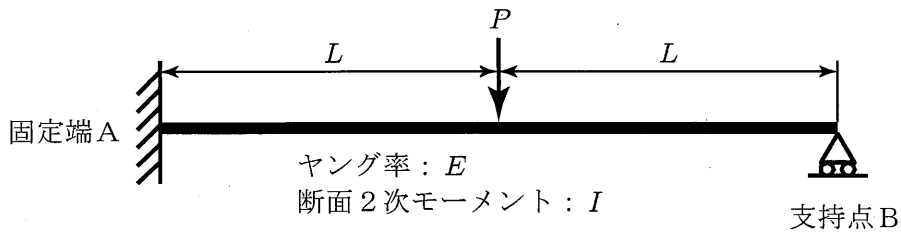
Ⅲ-1 下図に示すヤング率 E 、断面2次モーメント I 、長さ L の片持ち梁の先端に荷重 P が作用する場合、荷重点のたわみ w とたわみ角 θ は、

$$w = \frac{PL^3}{3EI}, \quad \theta = \frac{PL^2}{2EI}$$

とする。



次に、下図に示すような長さ $2L$ の梁が一端固定・他端支持の不静定状態にある。この梁を2等分する位置に荷重 P が作用した場合、支持点Bの垂直反力として最も適切なものはどれか。



- ① $\frac{11}{16}P$ ② $\frac{1}{2}P$ ③ $\frac{5}{16}P$ ④ $\frac{5}{6}P$ ⑤ $\frac{1}{3}P$

Ⅲ-2 下図のように、3本の同じ材質で断面積の異なる長さ L の金属の棒が左右対称に配置され、上下でそれぞれ剛体に接合されている。左右の棒の断面積を A 、真ん中の棒の断面積を B とする。これらの棒の線膨張係数は α である。真ん中の棒のみを熱して ΔT だけ温度が上昇したときの、左右の棒の引張り応力 σ_A を表す式として最も適切なものはどれか。ただし、棒のヤング率はいずれも E とする。

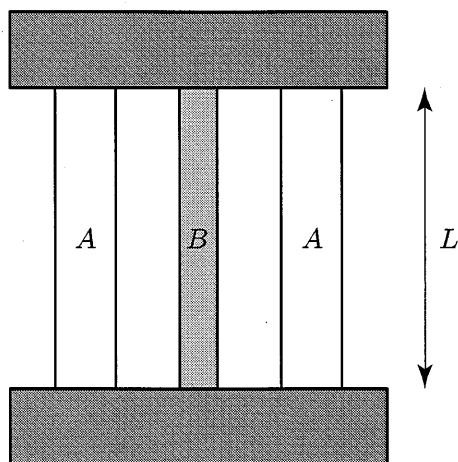
① $\sigma_A = E\alpha\Delta T / (1 - \frac{2A}{B})$

② $\sigma_A = -E\alpha\Delta T / (1 + \frac{2A}{B})$

③ $\sigma_A = E\alpha\Delta T / (1 + \frac{2A}{B})$

④ $\sigma_A = E\alpha\Delta T / (1 + \frac{A}{2B})$

⑤ $\sigma_A = -E\alpha\Delta T (1 + \frac{2A}{B})$



Ⅲ－３ 代表的な船種の構造的特徴に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ばら積貨物船では、穀物、石炭など比重の小さな貨物の場合は、すべての船倉に均等積みされるが、鉄鉱石のように比重の大きな貨物の場合は、一倉ごと隔てて積載する隔倉積みが行われる。均等積みではすべての船倉に貨物があるため、隔倉積み比べて二重底の曲げ変形が増大し、構造的には非常に厳しい状態となる。
- ② 油タンカーは従来、船側、船底共に外板1枚のシングルハル構造が一般的であったが、1989年に発生したExxon Valdez号の事故を受けて、新造タンカーに対しては二重船殻構造化（ダブルハル化）が義務付けられた。
- ③ コンテナ船は甲板幅が狭いため、縦曲げ強度を確保するために、甲板部には降伏応力が400 MPaクラスの高張力鋼が使用される。さらに大型船になると、板厚が50 mmを超える極厚板が使用される。
- ④ 自動車運搬船では、自動車は自走で船倉に出し入れされるため、船倉内は柱や横隔壁をなるべく少なくするよう設計する必要がある。このため、横断面に非対称な荷重が作用した場合には、横断面がひし形状に変形するラッキング変形が大きくなる。
- ⑤ LNG船のメンブレンタンク方式は、二重船体の内殻の内側に防熱材を接合し、その表面に液密を保持するためのステンレスやニッケル合金でできた薄い金属膜を張り付ける方式である。船体自体がタンクの役割を併せ持つため、船体内部をタンクとしてフルに利用でき、船体はコンパクトになる。

Ⅲ－４ 次のうち、溶接欠陥を表す語句として最も不適切なものはどれか。

- ① アンダーカット（アンダカット）
- ② ビーチマーク
- ③ オーバーラップ（オーバラップ）
- ④ ブローホール
- ⑤ スラッグ巻込み

Ⅲ－５ 下図のように中実円断面を有する長さ L の棒の先端に半径 R 、厚さ t の円板が付いているとき、この系の軸ねじり振動の固有角振動数 ω_n を表す式として最も適切なものはどれか。ただし、棒のねじり剛性は GJ であり、棒の質量は無視してよい。また、円板の密度は ρ とする。

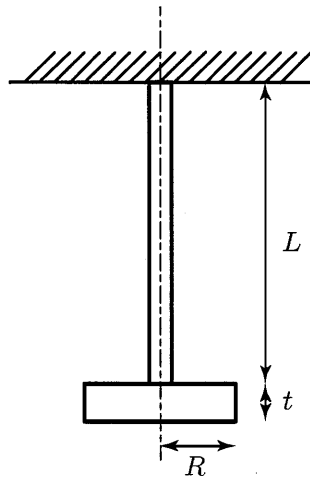
① $\omega_n = \sqrt{\frac{GJ}{\pi \rho t R^4 L}}$

② $\omega_n = \sqrt{\frac{2GJ}{\pi \rho t R^4 L}}$

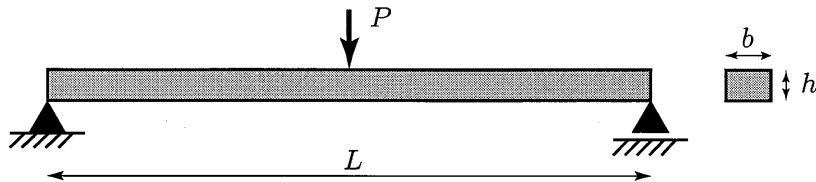
③ $\omega_n = \sqrt{\frac{2GJ}{\pi \rho t R^4 L^2}}$

④ $\omega_n = \sqrt{\frac{\pi \rho t R^4 L}{2GJ}}$

⑤ $\omega_n = \sqrt{\frac{\pi \rho t R^4 L}{GJ}}$



Ⅲ－６ 軟鋼のように延性を有する材料の場合には、終局的に崩壊する荷重又は応力を基準として安全率又は安全係数を考慮して設計荷重又は設計応力を設定する塑性設計法がある。塑性設計法は最大強度を設計における基準とする。例えば、下図のように両端を単純支持された長さ L 、幅 b 、深さ h 、降伏応力 σ_Y の一様な梁の中央に集中荷重が作用するとき、最大曲げモーメントが発生する箇所に塑性関節を想定し最大荷重すなわち最大強度を求め。ここで、塑性関節における全塑性モーメント M_P と、集中荷重に対する最大荷重 P_{\max} を表す式の組合せとして最も適切なものはどれか。



① $M_P = \frac{bh^2}{6} \sigma_Y, P_{\max} = \frac{bh^2}{L} \sigma_Y$

② $M_P = \frac{bh^2}{4} \sigma_Y, P_{\max} = \frac{bh^2}{2L} \sigma_Y$

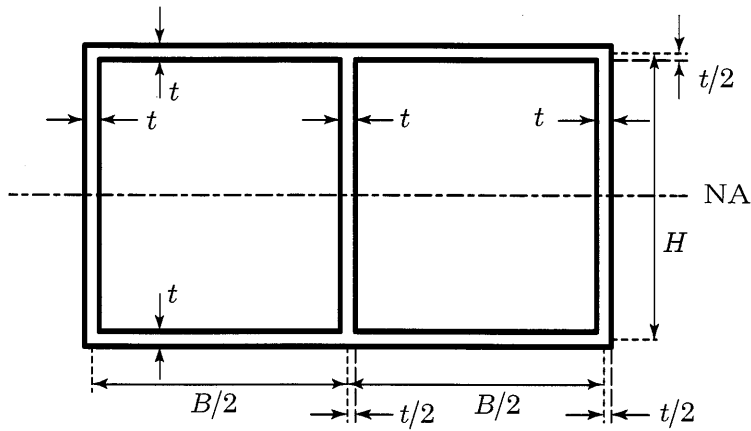
③ $M_P = \frac{bh^2}{4} \sigma_Y, P_{\max} = \frac{bh^2}{L} \sigma_Y$

④ $M_P = \frac{bh^2}{8} \sigma_Y, P_{\max} = \frac{bh^2}{2L} \sigma_Y$

⑤ $M_P = \frac{bh^2}{6} \sigma_Y, P_{\max} = \frac{bh^2}{2L} \sigma_Y$

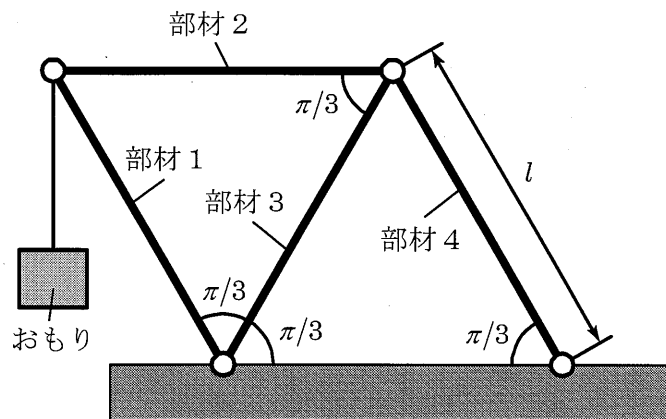
Ⅲ-7 下図のような幅 B 、高さ H 、板厚 t の対称な薄肉断面において、中立軸 NA に関する断面 2 次モーメントを表す式として最も適切なものはどれか。ただし、 $t \ll B$ 、 $t \ll H$ とする。

- ① $\frac{tH^3 + 2tBH^2}{4}$ ② $\frac{tH^3 + 3tBH^2}{6}$ ③ $\frac{tH^3 + 3tBH^2}{8}$
- ④ $\frac{tH^2 + 2tBH}{2}$ ⑤ $\frac{tH^2 + 3tBH}{3}$



Ⅲ－８ 下図のような構造の端部に重さ W のおもりがつり下がっている。このとき、部材 3 が受けもつ部材力の組合せとして最も適切なものはどれか。

- | | 大きさ | 引張・圧縮 |
|---|-----------------------|---------|
| ① | $\frac{2W}{\sqrt{3}}$ | 引張 |
| ② | $\frac{2W}{\sqrt{3}}$ | 圧縮 |
| ③ | $\frac{W}{\sqrt{3}}$ | 引張 |
| ④ | $\frac{W}{\sqrt{3}}$ | 圧縮 |
| ⑤ | 0 | どちらでもない |



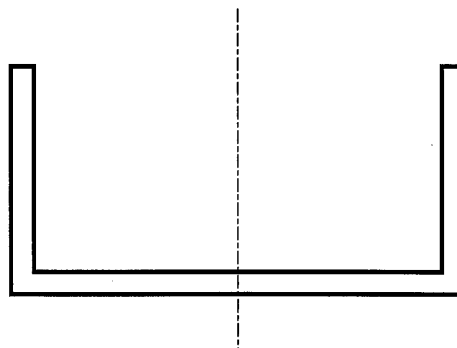
Ⅲ－9 船体の振動に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

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起こすことをと呼び、衝撃力の作用時間が比較的長い場合では2節振動が主成分である。ある船体の2節振動の固有振動数を 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 スプリングング | 2ω |
| ③ ホイッピング | $\frac{1}{\sqrt{2}}\omega$ |
| ④ スプリングング | $\sqrt{2}\omega$ |
| ⑤ ホイッピング | $\sqrt{2}\omega$ |

Ⅲ－10 下図のような溝型の薄肉断面梁のせん断中心の存在する場所として最も適切なものは次のうちどれか。

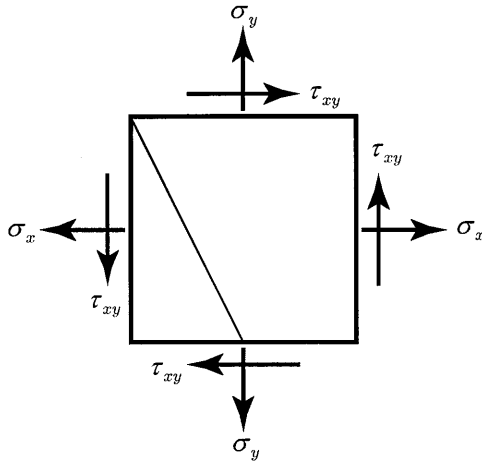
- ① 鉛直部材と水平部材の交点
- ② 断面の重心の位置
- ③ 水平部材より下方の対称軸上
- ④ 水平部材の中央点
- ⑤ 水平部材より上方の対称軸上



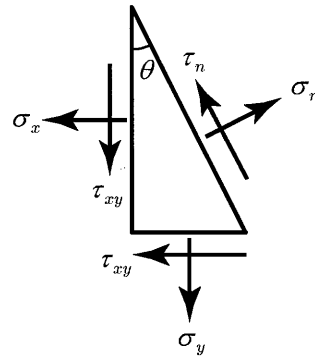
Ⅲ-11 図Aのような2次元平面応力状態にある微小部分を、図Bのような上頂部の内角が θ となる直角三角形に切断した場合、斜辺に作用する垂直応力 σ_n とせん断応力 τ_n は以下のようなになる。

$$\sigma_n = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) + \frac{1}{2}(\sigma_x - \sigma_y)\cos 2\theta + \tau_{xy} \sin 2\theta$$

$$\tau_n = -\frac{1}{2}(\sigma_x - \sigma_y)\sin 2\theta + \tau_{xy} \cos 2\theta$$



図A



図B

θ を変化させた場合、次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

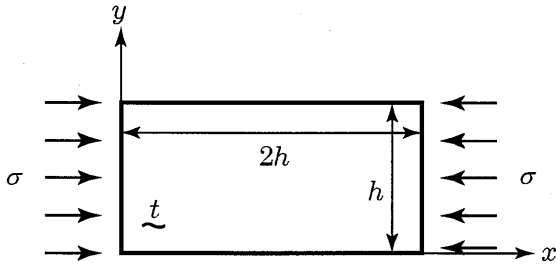
- ① σ_n の極大値及び極小値を主応力という。
- ② σ_n の極大値と極小値の和は、 σ_x と σ_y の和に等しい。
- ③ τ_n の極大値と極小値は互いに絶対値が等しく、この絶対値を主せん断応力という。
- ④ σ_n が極値をとる場合、 $\tau_n = 0$ となる。
- ⑤ τ_n が極値をとる場合、 $\sigma_n = 0$ となる。

Ⅲ-12 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。

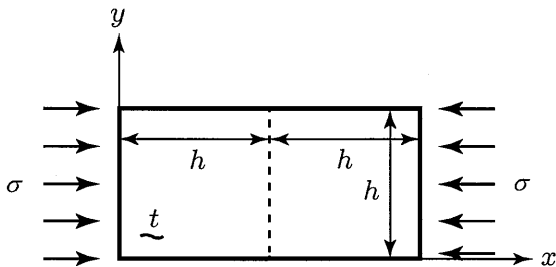
- ・破断までに大きな塑性変形を生じる材料をアと呼ぶ。鋼は常温でアである。
- ・破断までにほとんど塑性変形を示さない材料をイと呼ぶ。鋼は低温でイに近くなる。
- ・衝撃荷重に対する材料の延性は静的引張りに比較して一般に低下する。衝撃荷重に対して材料が示すねばり強さをウと呼ぶ。
- ・材料に長時間にわたり一定の引張荷重を負荷し続けると、ひずみが時間とともに増大する場合がある。この現象はエと呼ばれる。

	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

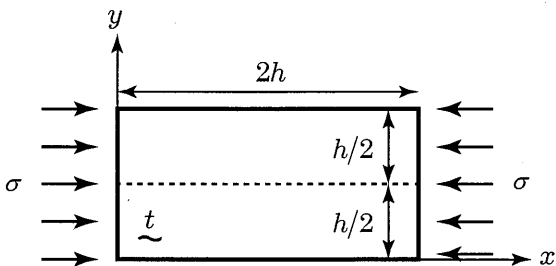
Ⅲ-13 図Aのように、周辺が単純支持された板厚 t の長方形平板があり、 x 軸方向に一様な圧縮応力 σ が作用することを考える。また、図B、図Cは、図Aの平板をスチフナ（図中の破線部）で補強したものである。これらの板の座屈応力に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。



図A 圧縮を受ける長方形平板



図B y 方向にスチフナで補強した長方形平板



図C x 方向にスチフナで補強した長方形平板

- ① 図A、図B、図Cの座屈応力は、ほぼ等しくなる。
- ② 図Aの座屈応力が最も高い。
- ③ 図Bの座屈応力が最も高い。
- ④ 図Cの座屈応力が最も高い。
- ⑤ 図Bと図Cの座屈応力はほぼ等しく、図Aの座屈応力に比べて高い。

Ⅲ-14 線形累積被害則による疲労寿命評価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。

一般に用いられているアによる方法では、疲労限以下の応力範囲における破断繰り返し回数は ∞ となることから、この応力範囲に対する疲労損傷比（疲労被害度）は無視できる。一方、ランダム荷重下の鋼構造物の疲労寿命を線形累積被害則で推定する場合、疲労限を考慮すると非安全側の推定がなされる場合があることが知られている。このため、実際の設計では、S-N線図を疲労限以下にも直線的に延長するイや疲労限以下のS-N線図の傾きを緩やかに修正したウなどが適用されている。

	ア	イ	ウ
①	パリス (Paris) 則	ハイバッハ (Haibach) の方法	修正マイナー (Miner) 則
②	パリス (Paris) 則	修正マイナー (Miner) 則	ハイバッハ (Haibach) の方法
③	パリス (Paris) 則	マイナー (Miner) 則	ハイバッハ (Haibach) の方法
④	マイナー (Miner) 則	修正マイナー (Miner) 則	ハイバッハ (Haibach) の方法
⑤	マイナー (Miner) 則	ハイバッハ (Haibach) の方法	修正マイナー (Miner) 則

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（水流と直角方向の長さ／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、水面が固体壁と同じ影響を及ぼして、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10,000 tの船のGMが2 mであった。この船の横揺れ周期に最も近い値はどれか。ただし、付加質量を含む慣動半径は9 mとする。

- ① 7秒 ② 9秒 ③ 13秒 ④ 16秒 ⑤ 20秒

Ⅲ-17 船体の6自由度の運動から3つを挙げた次の組合せのうち、静水圧による復原力を持つ運動が2つ混じっているものはどれか。

- 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秒の真後ろからの追い波中を25 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 25秒 ③ 28秒 ④ 34秒 ⑤ 38秒

Ⅲ－19 水深600 mの海域を津波が伝播してくる。このときの津波の波速に最も近い値はどれか。

- ① 77 m/s ② 60 m/s ③ 46 m/s ④ 32 m/s ⑤ 25 m/s

Ⅲ－20 船舶の針路安定性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 舵は針路安定性の確保に貢献している。
② 幅広で浅喫水な船は針路不安定になりやすい。
③ 船尾トリムが大きくなると針路安定となる。
④ 直進時に難がある針路不安定船は安定的な旋回ができない。
⑤ 船の質量が大きくなると針路不安定になる。

Ⅲ-21 船舶や浮体の横安定性と縦安定性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 通常の船が通常の浮遊状態にあるとき、縦安定性よりも横安定性が、まず問題となることが多い。
- ② 液体荷物を積む船舶には、船倉を縦通するさし板や壁を設けるのが安定性上好ましい。
- ③ 自由水の存在により復原力は低下する。
- ④ 浮体の復原力は浮体の全重量に復原てこを乗じて求められる。
- ⑤ 船舶の横メタセンター高さは縦メタセンター高さと同程度の大きさである。

Ⅲ-22 船の主要目に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 水線長とは、満載喫水時に船が水に浸かっている部分の長さ方向の長さである。
- ② 型喫水とは、竜骨上面から満載喫水線までの深さ方向の距離を示す。
- ③ 軽荷重量とは、船の自重を示す。
- ④ 純トン数とは、総トン数から船の運航に必要な区域を差し引いて求めた重量を示す。
- ⑤ 全長とは運河の通過や港内操船の都合上の制限を受けることのある長さであり、垂線間長さとは基本計画を行うときに基本となる長さである。

Ⅲ-23 長さ50 m、幅12 m、深さ12 mの一様正方断面の箱船が、一様喫水6 mで海水中に浮かんでいる。この箱船の浮心を B 、メタセンタを M 、重心を G とし、 G が底面より上方4 mにあるとき、横傾斜角 30° における静復原てこ \overline{GZ} の値として最も適切なものはどれか。ここで、横傾斜角 ϕ に対する静復原てこは次式で与えられる。

$$\overline{GZ}(\phi) = \sin \phi \left(\overline{GM} + \frac{1}{2} \overline{BM} \tan^2 \phi \right)$$

- ① $2\sqrt{3}$ m ② $\sqrt{2}$ m ③ $\frac{2}{3}$ m ④ $\frac{5}{6}$ m ⑤ $\frac{5}{3}$ m

Ⅲ-24 長さ300 m，幅50 m，喫水20 mの箱船が海に浮かんでいる。船体の重心は船体中央の水線面上にある。船体の重心位置にあった500 tonの貨物を前方に100 m移動させた。このときのトリム変化に最も近い値はどれか。ただし，海水の比重を1.025とする。

- ① 0.09 m ② 0.11 m ③ 0.13 m ④ 0.15 m ⑤ 0.17 m

Ⅲ-25 長さ6 mの模型船を用いて抵抗試験を実施することを考える。300 mの実船が15 ktで航走することを想定すると，造波抵抗係数を同じにするためには，模型船の船速をいくらにすればよいか。

- ① 0.154 m/s ② 0.393 m/s ③ 0.745 m/s
④ 1.09 m/s ⑤ 2.12 m/s

Ⅲ-26 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 の二次関数を用いて次のように表された。

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

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

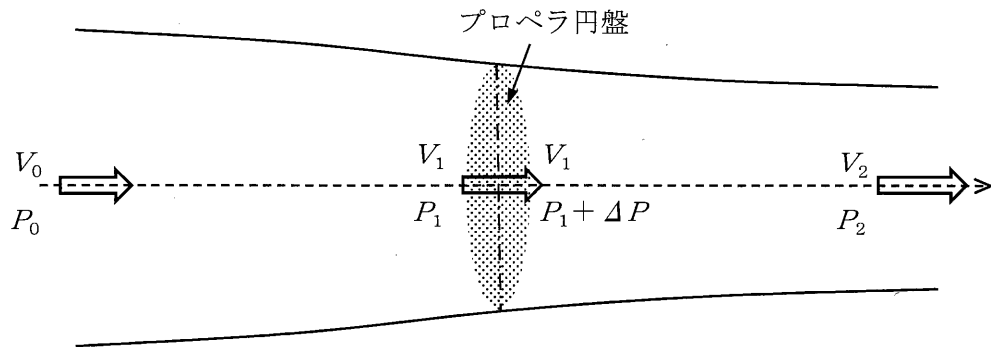
このとき、スラスト一致法を用いて求めた有効伴流率 w_T に最も近い値はどれか。

- ① 0.25 ② 0.30 ③ 0.35 ④ 0.40 ⑤ 0.45

Ⅲ-27 船舶の復原性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 船舶の長手方向の浮心位置の計算には横断面積曲線が、上下方向の浮心位置については水線面積曲線が用いられる。
- ② 船が微小に横傾斜したときの浮心を通る浮力作用線と船の中心線との交点を、横メタセンタと呼ぶ。
- ③ 少量でも遊動水が幅広い自由表面を持っていると、大きな影響を及ぼす。
- ④ 浮心上横メタセンタ高さ (\overline{BM}) は、水面下の浮体形状によって一義的に定まる。
- ⑤ 排水量と横揺れ慣性モーメントが同じであれば、メタセンタ高さ (\overline{GM}) が大きいと横揺れの固有周期は長くなる。

Ⅲ-28 下図は、プロペラが単独で作動しているときの流体の速度と圧力を示したものである。ここで、プロペラの無限前方での流速を V_0 、圧力を P_0 、無限後方での流速を V_2 、圧力を P_2 、プロペラ円盤（プロペラ面）を通過する流速を V_1 、プロペラの直前の圧力を P_1 、直後の圧力を $P_1 + \Delta P$ とする。プロペラの運動量理論では、流場全体での密度 ρ が変わらないとし、プロペラ円盤を通過する流管に対して、プロペラ円盤の上流側と下流側のそれぞれの領域でベルヌーイの定理を適用することと、プロペラ円盤の面積から、プロペラで発生している推力を求めることができる。



無限前方と後方の圧力が等しいと仮定 ($P_0 = P_2$) し、 $V_0 = 5 \text{ m/s}$ 、 $V_2 = 7 \text{ m/s}$ 、プロペラ円盤の半径を 2 m 、水の密度 ρ を 1000 kg/m^3 とするとき、このプロペラが発生する推力に最も近い値はどれか。

- ① 600,000 N ② 150,000 N ③ 40,000 N
 ④ 15,000 N ⑤ 4,000 N

Ⅲ-29 ディーゼル機関の熱勘定に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 熱勘定は燃料の完全燃焼により発生する熱量を100%としてエネルギーの分配を表す。
- ② 有効仕事に変えられる熱量は制動試験により測定される。
- ③ 排気ガスに失われる熱量は、熱力学上さけられない低熱源への熱の放出と不完全膨張による損失エネルギーからなっている。
- ④ 機械摩擦の大部分は熱に変わり、冷却媒質への伝達、周囲への輻射等から失われる。
- ⑤ 過給機関では冷却媒質へ伝達した熱量が給気エネルギーとして戻される。

Ⅲ-30 油圧回路に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 作動油には温度変化に応じて粘度変化が大である性質が求められる。
- ② 油圧ポンプには一般的に歯車ポンプやプランジャポンプなどの容積形ポンプが使われる。
- ③ 制御弁のうちリリーフ弁は管路の圧力を設定値に保つために使われる。
- ④ アクチュエータは作動油のエネルギーを機械エネルギーに変換するが、そのうち油圧シリンダは直線運動に変換する。
- ⑤ 油圧モータと油圧ポンプは構造がほとんど同じであるが、作動油の流れ方向、回転が逆になっている。

Ⅲ-31 ガスタービン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 蒸気タービンに比べ、短時間での始動、停止が容易である。
- ② 圧縮機には遠心圧縮機、軸流圧縮機及び両者の組合せがある。
- ③ 潤滑油の消費量が一般にディーゼル機関の1～3%と少なくて済む。
- ④ 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。
- ⑤ 蒸気タービン機関に比べ、多くの冷却水が必要となる。

Ⅲ-32 蒸気タービンサイクルに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 蒸気タービンプラントの熱力学サイクルは、ランキンサイクルである。
- ② タービン入口蒸気圧力を低くするとタービン低圧段における蒸気湿り度が大きくなり、水滴による浸食が生じる。
- ③ 再生サイクルは、タービン途中の段落から蒸気の一部を抽出して給水加熱に利用し、熱効率を向上させる。
- ④ 再熱サイクルは、タービンでの膨張途中の蒸気を全量取り出してボイラに送り、再熱することで熱効率を向上させる。
- ⑤ 再熱サイクルを利用することで、タービン入口蒸気圧力を高くしても、タービン低圧段での蒸気湿り度の増加を避けることができる。

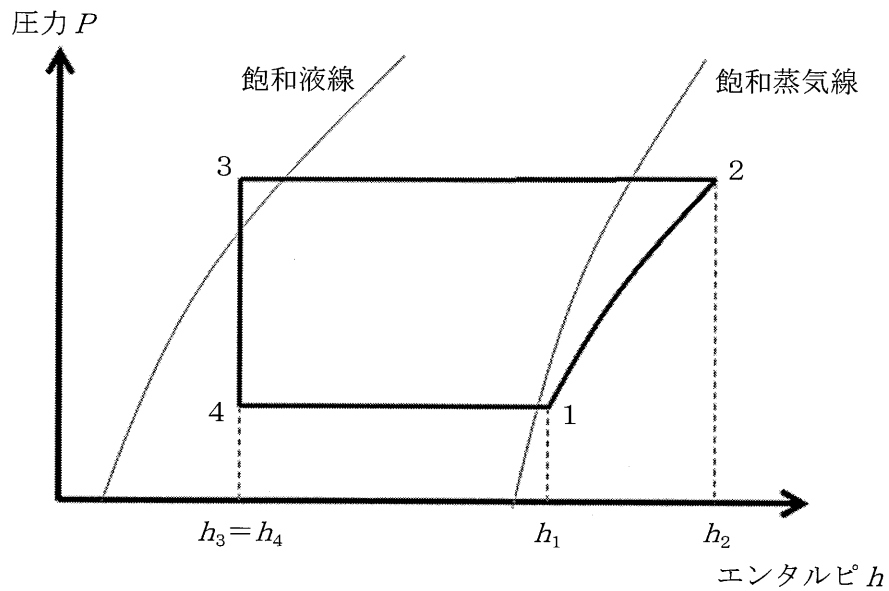
Ⅲ-33 ボイラの水管理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 給水（補給水）の処理が不相当であると伝熱性能が低下し、ボイラ内部が腐食される。
- ② 伝熱面に生じたスケールは、一般的に金属よりも著しく熱伝導率が低い。
- ③ ボイラ内部の腐食防止のために、ボイラ水は適度なアルカリ性に保つ。
- ④ ボイラ水に油分を混入させ、スケールの生成を防ぐ。
- ⑤ 水温によりpH値は変化するので、一般に25℃の値を基準として用いる。

Ⅲ-34 ポンプに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 容積形ポンプは、回転形と往復形に分類される。
- ② ポンプの全揚程は、吸入口と吐出口の全ヘッドの差である。
- ③ タービンポンプは、回転羽根の周囲に設けられた案内羽根のディフューザ効果により液体の圧力を速度に変換する。
- ④ 蒸気タービンサイクルの復水器の液面制御に渦巻きポンプのキャビテーション制御が用いられることがある。
- ⑤ キャビテーションは、液体の圧力低下による溶存気体の分離及び液体圧力が液温相当の飽和蒸気圧以下となることによる蒸気の発生により、液体中に空洞が生じることをいう。

Ⅲ-35 下図に示す圧力-エンタルピ線図上に示される蒸気圧縮式冷凍サイクルに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



- ① 4と1をつなぐ線は蒸発過程を示し、ここで冷媒は周囲から熱を奪う。
- ② 3と4をつなぐ線は膨張過程を示し、ここで冷媒は等エンタルピ変化をする。
- ③ 成績係数は $(h_1 - h_4) / (h_2 - h_3)$ で表される。
- ④ 線図上の3が左に移動するほど冷凍効果は増加する。
- ⑤ このサイクルは $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ の向きに動作する。