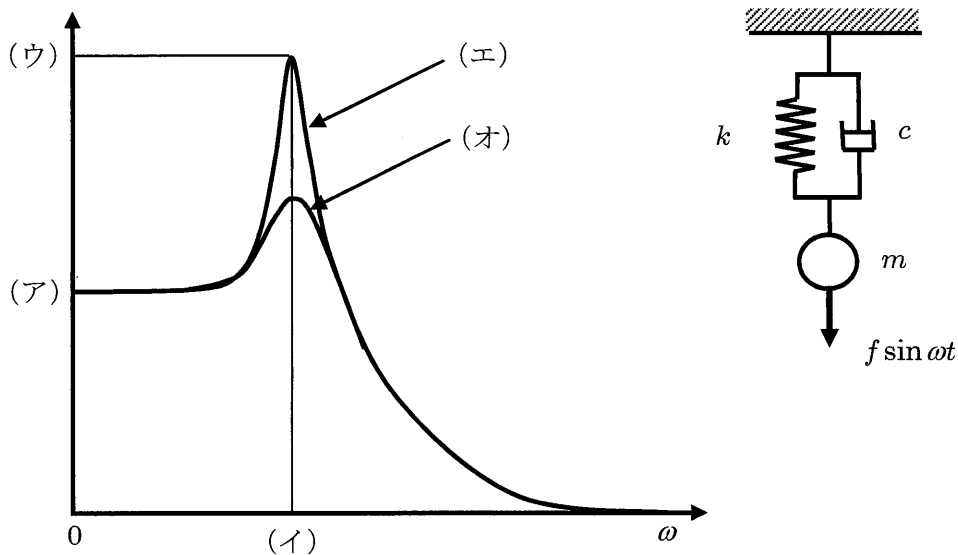


【02】船舶・海洋部門

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 下図は質量  $m$  の質点、ばね定数  $k$  のばね、ダンピング係数  $c$  のダンパで構成される1自由度ばね質点系に周期的に変動する荷重  $f \sin \omega t$  を作用させた場合の質点変位の周波数応答について、 $c$  の2つの値について描いたものである。下図を説明する(ア)～(オ)に入る値と語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、 $c$  は十分小さいものとする。



- |   | ア             | イ                    | ウ                   | エ     | オ     |
|---|---------------|----------------------|---------------------|-------|-------|
| ① | $\frac{f}{k}$ | $\sqrt{\frac{k}{m}}$ | $\frac{f}{\omega}$  | $c$ 大 | $c$ 小 |
| ② | $\frac{f}{k}$ | $\sqrt{\frac{k}{m}}$ | $\frac{f}{c\omega}$ | $c$ 小 | $c$ 大 |
| ③ | 1             | $\sqrt{\frac{k}{m}}$ | $\frac{f}{c\omega}$ | $c$ 小 | $c$ 大 |
| ④ | $\frac{f}{k}$ | $\sqrt{\frac{m}{k}}$ | $\frac{f}{c\omega}$ | $c$ 小 | $c$ 大 |
| ⑤ | 1             | $\sqrt{\frac{m}{k}}$ | $\frac{f}{\omega}$  | $c$ 大 | $c$ 小 |

Ⅲ－２ ホットスポット応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 ホットスポットとは疲労損傷が生じる溶接止端部位置を表し、ホットスポット応力は、その位置での応力のうち、溶接ビードによる局所的な応力集中は含むが、構造的応力集中を除いた応力として定義される。
- ② 船体構造のように継手の形状が複雑で公称応力が明確に定義できない場合や、S－N線図が用意されていない構造様式の継手では、ホットスポット応力により疲労強度が評価される。
- ③ ホットスポット応力を用いた疲労照査は、板、シェル、鋼管構造の溶接継手に生じる疲労損傷の中でも、溶接止端部からき裂が発生するものに限って適用することができる。
- ④ 船体構造の疲労強度評価では、応力特異性が十分減衰した位置の主板表面応力を止端位置に外挿した応力によりホットスポット応力を定義する場合が多い。
- ⑤ ホットスポット応力を求めるための算出法には、1点代表法、2点外挿法、3点外挿法などがある。

Ⅲ－３ 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。

コンテナ船などのように甲板に大きな開口（倉口）を有する船体では、振り剛性がタンカーなどに比べて小さくなり、横断面はまわりに大きく回転し、振り強度も重要な問題となる。これらの船舶は、倉口のある位置では開断面、また倉口間甲板のある位置及び船首尾では閉断面の薄肉断面梁にモデル化できる。この薄肉断面梁に、が作用すると、開断面部に生じる軸方向のが前後の閉断面部で拘束されるため、軸方向の応力が発生する。その結果、横断面を構成する船底外板、船側外板、甲板などの板部材には、振りによる軸応力と曲げによる軸応力が重畳して生じることになる。

	ア	イ	ウ
①	中立軸	振りモーメント	そり変形
②	中立軸	曲げモーメント	曲げ変形
③	せん断中心	曲げモーメント	曲げ変形
④	せん断中心	振りモーメント	せん断変形
⑤	せん断中心	振りモーメント	そり変形

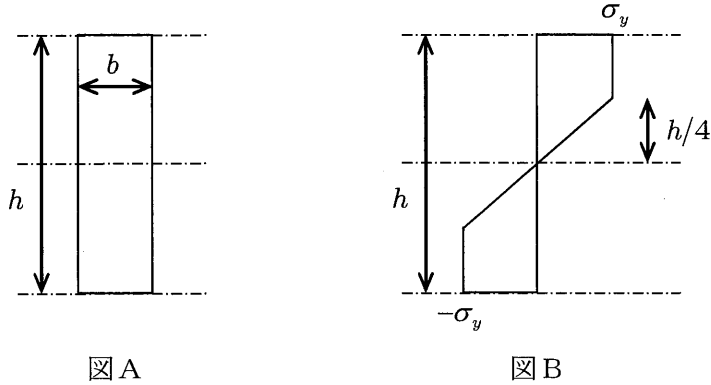
Ⅲ－４ ハンマー打撃試験とアンカー衝撃試験に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ハンマー打撃試験は、上部構造や船尾構造などの比較的大きな構造に適用できる。
- ② ハンマー打撃試験は、打撃力と振動応答から固有振動数、固有振動モード、減衰を求めることができる。
- ③ アンカー衝撃試験は、主船体構造の上下2節振動から7節あるいは8節振動程度までの固有振動数、固有振動モード、減衰を求めることができる。
- ④ アンカー衝撃試験は、衝撃力の大きさが不明であることや衝撃力の方向が選択できないために、船体構造すべての振動特性を測定することはできない。
- ⑤ アンカー衝撃試験は、簡単に実施することができるために、他の試験との比較や予備試験には有効である。

Ⅲ－５ 一様矩形断面の片持はりの先端に集中荷重を加えた。次の記述のうち最も不適切なものはどれか。

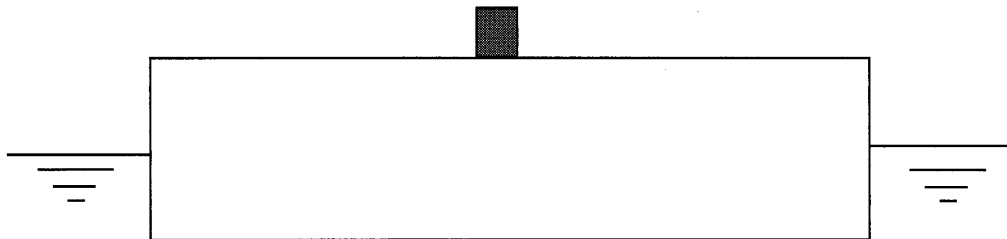
- ① 荷重を2倍にすると、はり先端の変位も2倍となる。
- ② はりの長さを2倍にすると、はり先端の変位は4倍となる。
- ③ 材料のヤング率を2倍にすると、はり先端の変位は半分となる。
- ④ はりの幅を2倍にすると、はり先端の変位は半分となる。
- ⑤ はりの深さを2倍にすると、はり先端の変位は8分の1となる。

Ⅲ-6 図Aに示す、弾完全塑性の材料で作られた幅 $b$ 、高さ $h$ の矩形断面を有するはりを考える。このはりに純曲げモーメント $M$ を負荷すると、図Bの応力分布のように断面の半分が塑性状態になった。 $M$ を表す式として最も適切なものはどれか。ここで、 $\sigma_y$ は降伏応力である。



- ①  $\frac{7bh^2}{48}\sigma_y$       ②  $\frac{9bh^2}{48}\sigma_y$       ③  $\frac{11bh^2}{48}\sigma_y$   
 ④  $\frac{13bh^2}{48}\sigma_y$       ⑤  $\frac{15bh^2}{48}\sigma_y$

Ⅲ-7 長さ120 m、幅10 m、深さ8 mの箱形船が4 mの一様喫水で浮いている。この箱形船に、長さ方向、幅方向のちょうど中央位置に重さ20 tonfの貨物を積載すると、縦方向の中央断面の縦曲げモーメントが増加する。このモーメントの増加量として最も適切なものはどれか。貨物は船長に比べ十分小さく、重量は集中荷重と考えられるものとする。

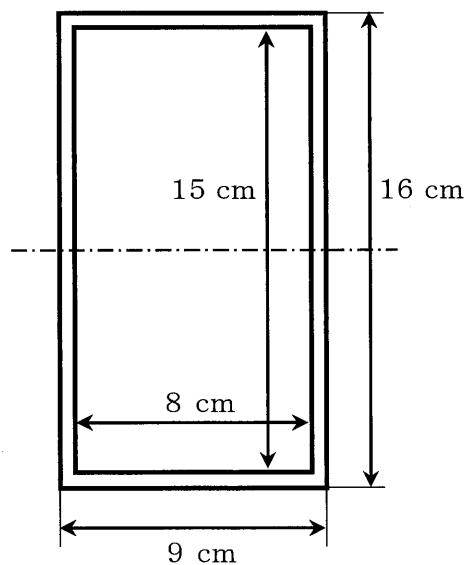


- ① 50 tonf·m      ② 100 tonf·m      ③ 150 tonf·m  
 ④ 300 tonf·m      ⑤ 600 tonf·m

Ⅲ－８ 半径  $r$ ，肉厚  $t$  の十分に長い薄肉円管が両端においてふたで閉じられているような容器が内圧  $p$  を受ける場合，この円管に生じる円周方向引張応力  $\sigma_\theta$  と軸方向引張応力  $\sigma_x$  の組合せとして，最も適切なものはどれか。

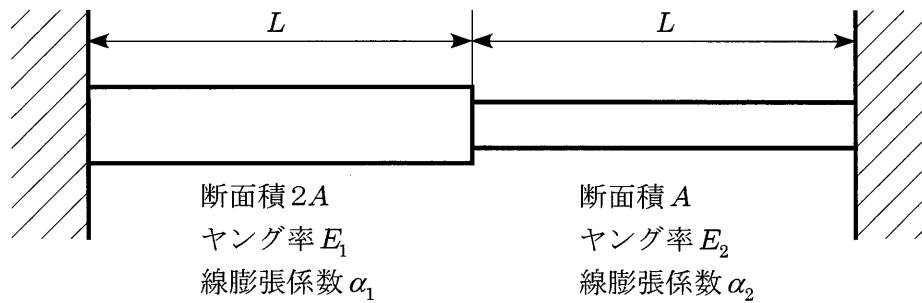
- |   | $\sigma_\theta$ | $\sigma_x$      |
|---|-----------------|-----------------|
| ① | $\frac{pr}{t}$  | $\frac{pr}{t}$  |
| ② | $\frac{pr}{2t}$ | $\frac{pr}{t}$  |
| ③ | $\frac{pr}{t}$  | $\frac{pr}{2t}$ |
| ④ | $\frac{pr}{2t}$ | $\frac{pr}{2t}$ |
| ⑤ | $\frac{2pr}{t}$ | $\frac{pr}{t}$  |

Ⅲ－９ 下図のような断面を持つはりに  $1.64 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{cm}$  の曲げモーメントが作用している。このときのはりに生じる最大曲げ応力に最も近いものはどれか。ただし，曲げモーメントは一点鎖線で示す中立軸回りに作用しているものとする。



- ① 120 MPa    ② 130 MPa    ③ 140 MPa    ④ 150 MPa    ⑤ 160 MPa

Ⅲ-10 下図のように、断面積  $2A$ 、長さ  $L$ 、ヤング率  $E_1$ 、線膨張係数  $\alpha_1$  の棒と、断面積  $A$ 、長さ  $L$ 、ヤング率  $E_2$ 、線膨張係数  $\alpha_2$  の棒を横につなぎ合わせ、荷重のない状態で両端を固定した。この棒全体の温度を  $T$  だけ上昇させたとき、左側の断面積  $2A$  の棒にかかる応力を表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、各棒の断面は一様な応力状態とする。

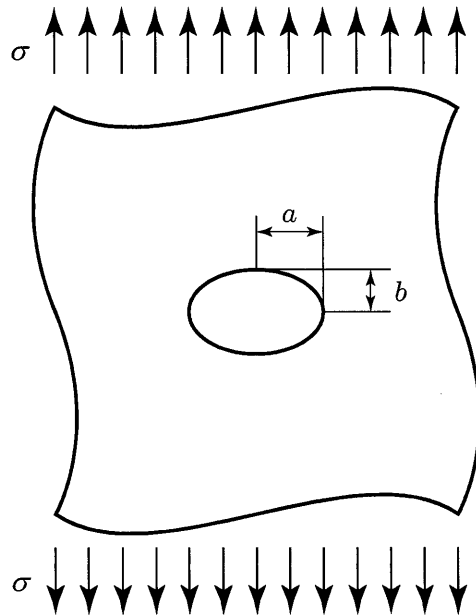


- ①  $-\frac{2\alpha_1 + \alpha_2}{1/E_1 + 1/E_2} T$       ②  $-\frac{\alpha_1 + 2\alpha_2}{1/E_1 + 1/E_2} T$       ③  $-\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2/E_1 + 1/E_2} T$
- ④  $-\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{1/E_1 + 2/E_2} T$       ⑤  $-\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{E_1 + E_2} T$

Ⅲ－11 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、1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 Valdes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400MPa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。

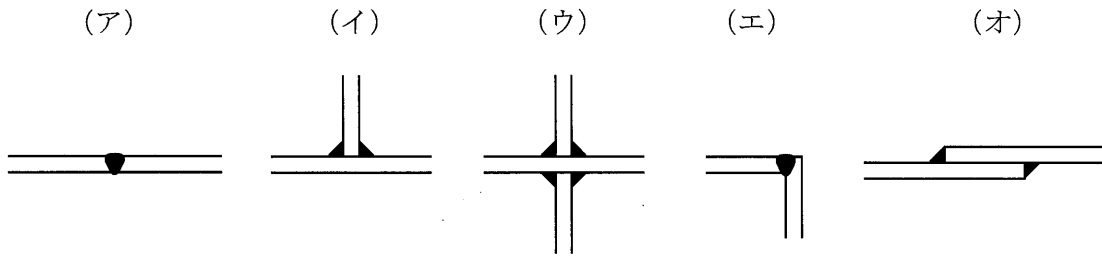
Ⅲ-12 楕円孔の開いた無限板に、遠方で一様な応力 $\sigma$ が作用して楕円孔周りに応力集中が生じている。次のうち、応力集中が最も低くなる組合せとして最も適切なものはどれか。



- ①  $a = 3 \text{ cm}, b = 6 \text{ cm}$
- ②  $a = 6 \text{ cm}, b = 3 \text{ cm}$
- ③  $a = 3 \text{ cm}, b = 3 \text{ cm}$
- ④  $a = 6 \text{ cm}, b = 6 \text{ cm}$
- ⑤  $a = 24 \text{ cm}, b = 12 \text{ cm}$



Ⅲ-13 下図に示すような船体構造に多く使われる溶接継手の名称として、最も適切な組合せはどれか。



- |   | ア     | イ   | ウ    | エ     | オ     |
|---|-------|-----|------|-------|-------|
| ① | 角継手   | T継手 | 重ね継手 | 十字継手  | 突合せ継手 |
| ② | 重ね継手  | 角継手 | 十字継手 | T継手   | 突合せ継手 |
| ③ | 重ね継手  | T継手 | 十字継手 | 突合せ継手 | 角継手   |
| ④ | 突合せ継手 | T継手 | 十字継手 | 角継手   | 重ね継手  |
| ⑤ | 突合せ継手 | T継手 | 十字継手 | 重ね継手  | 角継手   |

Ⅲ-14 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。

- \* 造船分野では、引張り強さが400～490 N/mm<sup>2</sup>の鋼材を総称してという。  
は、炭素の含有量が0.25%以下と比較的少なく、硫黄や燐の量も制限され、炭素当量が高々0.35%と小さいため溶接性が非常に良い。
- \* 船体構造用板は、船級協会の規格によりの要求性能が低い順にA, B, D, Eの4グレードに分類されている。
- \* 降伏点315 N/mm<sup>2</sup>以上、かつ引張り強さ440 N/mm<sup>2</sup>以上の鋼材をと呼ぶ。
- \* 1980年代に制御圧延と圧延後の加速冷却を組み合わせた新制御圧延（）技術が開発され、及び溶接性に悪影響を及ぼす炭素当量をと同程度に抑制したを製造できるようになった。

	ア	イ	ウ	エ
①	高張力鋼	引張り強さ	軟鋼	TMCP
②	軟鋼	靱性	高張力鋼	TMCP
③	軟鋼	引張り強さ	高張力鋼	焼きなまし
④	軟鋼	降伏強度	高張力鋼	焼きなまし
⑤	高張力鋼	靱性	軟鋼	焼きなまし

Ⅲ-15 長さ200 m、幅30 m、喫水10 mでGM=1.5 mの箱船が、規則的な横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、規則的な横波の周期に最も近いものはどれか。ただし、減衰の影響は無視し、重力加速度は9.8 m/s<sup>2</sup>とする。

- ① 5 s    ② 10 s    ③ 15 s    ④ 20 s    ⑤ 25 s

Ⅲ-16 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 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。
- ② 水面下の浮体表面に働く静水圧によって浮力が生ずる。
- 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。

Ⅲ-17 周期10秒の真後ろからの追い波中を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ものはどれか。

- ① 21秒    ② 23秒    ③ 25秒    ④ 27秒    ⑤ 29秒

Ⅲ-18 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	3.6 m	1.5 m	2.8 m	2.5 m	4.2 m	0.8 m	1.7 m	3.0 m

このときの有義波高に最も近い値はどれか。

- ① 2.3 m    ② 3.0 m    ③ 3.6 m    ④ 4.2 m    ⑤ 4.8 m

Ⅲ-19 係船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。

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、それらは一括してと<sup>ア</sup>と呼ばれる。そのうちが最も大きな要素であり、船体から受ける場合が最大となり、船体のに比例する。

	<u>ア</u>	<u>イ</u>	<u>ウ</u>	<u>エ</u>
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-20 次のうち、平衡状態にある船体に働く力として最も不適切なものはどれか。

- ① 重力    ② 浮力    ③ 風荷重    ④ ラディエーション流体力    ⑤ 潮流力

Ⅲ-21 水深400 mの海域を伝播してくる津波の波速に最も近い値はどれか。

- ① 63 m/s    ② 51 m/s    ③ 46 m/s    ④ 32 m/s    ⑤ 25 m/s

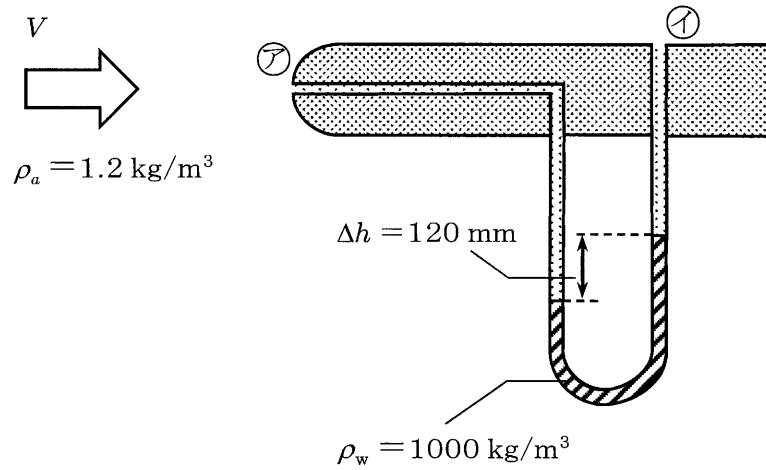
Ⅲ-22 船体抵抗の相似則に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 抵抗成分のうち造波抵抗はフルードの相似則に従い、船体形状が相似で寸法が異なる船体でフルード数が同じならば造波抵抗係数も同じになる。
- ② 模型船の全抵抗から相当平板の摩擦抵抗を差し引いた抵抗を剰余抵抗と呼び、これがフルードの相似則に従うとして実船の抵抗を推定する方法を2次元外挿法と呼ぶ。
- ③ 抵抗成分の割合は主として船速に強く依存し、高速のコンテナ船の方が低速のタンカーよりも造波抵抗成分が大きい。
- ④ 形状影響係数は実用上、尺度影響がないものとし実船の形状影響係数は模型船と同じとする。
- ⑤ 模型船による抵抗試験から実船の抵抗を推定するとき、大型商船では2次元外挿法が一般に使用され、内航船、漁船等の比較的小型の船舶や艦船では3次元外挿法を使用することが多い。

Ⅲ-23 長さ300 m、幅60 m、喫水20 m、方形係数 $C_B=0.852$ 、柱形係数 $C_P=0.869$ の船体の水線下の中央横断面積に最も近いものはどれか。

- ① 1200 m<sup>2</sup>      ② 1177 m<sup>2</sup>      ③ 1043 m<sup>2</sup>
- ④ 1033 m<sup>2</sup>      ⑤ 1022 m<sup>2</sup>

Ⅲ-24 ピトー静圧管を用いて流速を計測することを考える。下図のように一様流速  $V$  の空気流中にピトー静圧管を置き、図の㉞と㉟の位置の圧力差をU字管内の液柱表面の高さの差、 $\Delta h$  から測定する。空気の密度  $\rho_a = 1.2 \text{ kg/m}^3$ 、U字管内の液体の密度  $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、 $\Delta h$  が120 mmであるとき、空気の流速  $V$  に最も近いものはどれか。



- ① 1.53 m/s      ② 14.1 m/s      ③ 31.3 m/s  
 ④ 44.3 m/s      ⑤ 108 m/s

Ⅲ-25 模型船を用いて自航試験を実施したところ、下記の表に示すような計測結果を得た。このとき、模型船の有効伴流率  $W_T$  と推力減少率  $t$  の値に最も近いものの組合せとして、適切なものはどれか。なお、模型プロペラの直径は200 mmとし、表内の文字の意味は下記に示す通りである。

$V_m$ [m/s]	$R_{tm}$ [N]	$n$ [rps]	$F$ [N]	$T$ [N]	$J$
1.30	30.0	7.00	15.0	17.5	0.60

$V_m$  : 模型船速度

$R_{tm}$  : 自航試験時の模型船速度と同じ速度で実施された抵抗試験により得られた船体抵抗値

$n$  : プロペラ回転数

$F$  : 自航試験時の模型船曳航力

$T$  : 模型プロペラの推力

$J$  : プロペラ単独特性曲線から求めた、計測されたスラスト係数に対応する前進係数

	$W_T$	$t$
①	0.310	0.714
②	0.310	0.167
③	0.354	0.143
④	0.354	0.167
⑤	0.310	0.143

Ⅲ-26 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 水線長は、水面が船首と船尾で交わる位置の水平距離を表す。
- ② 垂線間長とは船首垂線から船尾垂線までの距離であるが、船首垂線は計画満載喫水線と船首材前面の交点を通る垂線で、船尾垂線は舵の軸位置を通る垂線である。
- ③ 型喫水とは、基線 (B.L.) から喫水線までの深さ方向の距離を示す。
- ④ 軽荷重量とは、船の自重を示し、これに載貨重量を足したものが満載排水量になる。
- ⑤ 国際総トン数とは、 $0.2+0.02 \times \log_{10} V$  で算出されるが、この  $V$  とは満載喫水線の排水容積を表す。

Ⅲ-27 主機及び船用プロペラから発生する振動に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 主機がタービンの場合、ディーゼルエンジンに比べて起振力は小さい。
- ② サーフェスフォースは、プロペラの翼数が増すと増大する。
- ③ プロペラ起振力の振動数は、「プロペラ翼数×回転数」で得られる。
- ④ プロペラ起振力を減少させるためには、ハイスキュードプロペラを採用する。
- ⑤ プロペラ起振力は、一般に不均一流中でプロペラが回転するために発生する。

Ⅲ-28 船舶が静水中で微小傾斜する場合、次の記述のうち最も不適切なものはどれか。

- ① 傾斜軸は必ず、水線面の図心（浮面心）を通る。
- ② 復原力は、ほぼ傾斜角に比例する。
- ③ 船舶の内部に液体を搭載している場合、傾斜に対する復原力は大きくなる。
- ④ 排水量が同じ船舶の場合、水線面2次モーメントが大きいほど、浮心からメタセンターまでの距離は大きくなる。
- ⑤ 浮力の作用線は、常にメタセンターを通る。

Ⅲ-29 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 圧縮した高温・高圧の空気中に燃料を噴射して、自己着火させるものである。
- ② 混合気が自己着火するまでの時間遅れを、着火遅れという。
- ③ セタン価が高い燃料ほど、着火性がよく着火遅れが短い。
- ④ ディーゼルノックは着火遅れにより、発生する。
- ⑤ ディーゼルノックは高速になるほど発生しにくくなる。



Ⅲ-30 炭素 1 kgを完全燃焼させるときに必要な理論空気量に最も近いものはどれか。ここで、1 kmolの標準状態の気体の体積は $22.4 \text{ Nm}^3$ とし、空気中の酸素は体積で21%とする。

- ①  $7.9 \text{ Nm}^3$     ②  $8.9 \text{ Nm}^3$     ③  $9.8 \text{ Nm}^3$     ④  $11 \text{ Nm}^3$     ⑤  $12 \text{ Nm}^3$

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 熱効率向上のために圧縮機出口の圧力は低く抑えられる。  
② 可逆サイクルはブレイトンサイクルであり、等エントロピー変化と等圧変化によってサイクルを構成する。  
③ 排熱を利用して蒸気を発生し蒸気タービンから動力を取り出すサイクルをコンバインドサイクルという。  
④ 設計点以外の運転は圧縮機の失速を招くおそれがある。  
⑤ タービン入口ガス温度の上昇は熱効率、出力の増加に有効である。

Ⅲ-32 蒸気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 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。  
② 復水器圧力が高いほど、システム全体の効率は高い。  
③ 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。  
④ 湿り蒸気中に含まれる水滴は制動効果を生じさせ、タービン効率を低下させる。  
⑤ 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。

Ⅲ-33 ボイラの水管理に関する次の記述のうち、最も適切なのはどれか。

- ① 伝熱面にスケールが付着すると過熱の原因となる。これはスケールの熱伝導率が伝熱面と比較して高いことが一因である。  
② ボイラ水に含まれる硬度成分は清缶剤を用いてスケールに変えて排出する方法が一般的である。  
③ スケール生成の原因は、母材の腐食生成物、ボイラ水中の溶解物質の析出物、ボイラ水中の懸濁物質のたい積物、の3因子による。  
④ スケールは様々な害をボイラに及ぼすが、スケールによる良い影響の1つは水循環を良くすることである。  
⑤ ドラムから流出する蒸気中にボイラ水が混入すると、蒸気ドラム以降の蒸气流路にスケールが付着するおそれがある。このような現象をキャリーアンダーという。

Ⅲ－34 うず巻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 ポンプの全揚程とはポンプ回転軸中心と吸込口における全水頭の差で与えられる。
- ② 呼び水は起動時に吸込み側の空気を排除して液を満たすことをいう。
- ③ 羽根車の下流に設置するうず室では、流速を減速させることにより圧力を上昇させる。
- ④ 軸方向に発生するスラストは吸込口に向かって発生する。
- ⑤ うず巻きポンプの始動時には吐出弁を全閉とする。これはこのときの所要動力が最も小さいためである。

Ⅲ－35 蒸気圧縮式冷凍装置に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 凝縮器において冷媒のエントルピーは増大し、圧力は変化しない。
- ② 冷凍サイクルでは、凝縮器の冷却媒体に捨てられる熱が、ヒートポンプサイクルの場合には、水や空気などを加熱するための出力となる。
- ③ 蒸発器（空気冷却器）における着霜は凝縮圧力の上昇、圧縮機での過熱圧縮などを引き起こす。
- ④ 凝縮器などに設けられる溶栓は冷媒の充てん時に使用する。
- ⑤ 冷凍サイクルの理論成績係数（COP）は圧縮機の圧縮比で定義される。