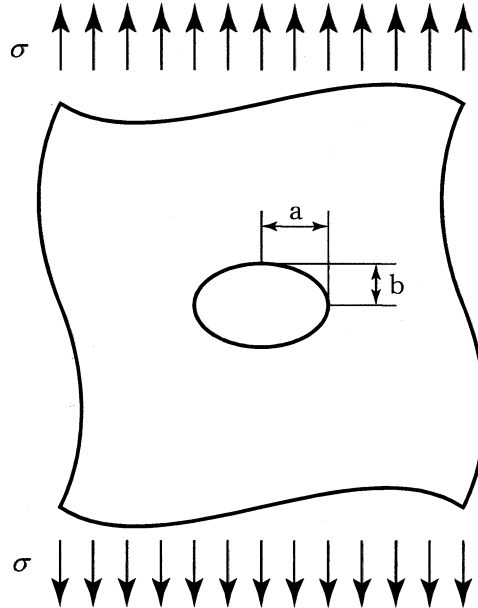


Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 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。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。

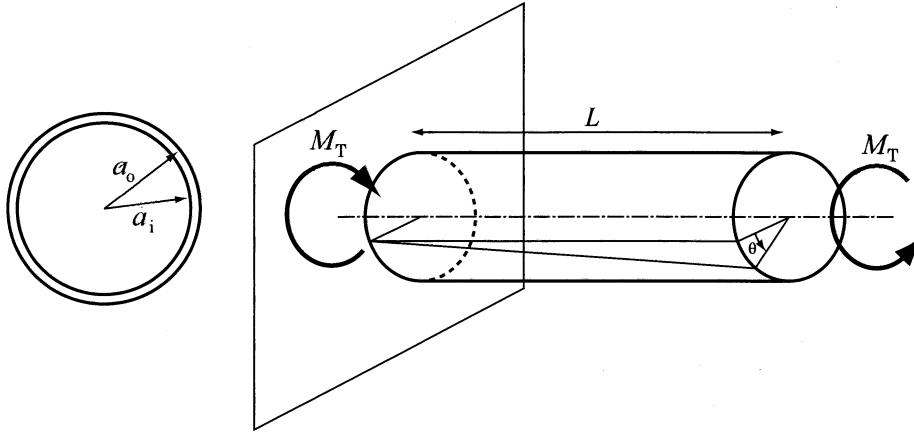


- ①  $a = 24 \text{ cm}, b = 12 \text{ cm}$
- ②  $a = 6 \text{ cm}, b = 6 \text{ cm}$
- ③  $a = 3 \text{ cm}, b = 3 \text{ cm}$
- ④  $a = 6 \text{ cm}, b = 3 \text{ cm}$
- ⑤  $a = 3 \text{ cm}, b = 6 \text{ cm}$

Ⅲ-2 2次元応力場のある点において、主応力が100 MPaと-50 MPaであった。この点における主せん断応力(最大せん断応力)の大きさを最も適切なものはどれか。ただし、主応力の方向と主せん断応力の方向がなす角は、 $\pi/4$ である。

- ① 0 MPa    ② 25 MPa    ③ 50 MPa    ④ 75 MPa    ⑤ 100 MPa

Ⅲ-3 下図に示すように、長さ  $L$  の中空丸棒（内半径  $a_i$ 、外半径  $a_o$ ）にねじりモーメント  $M_T$  が作用している。最大せん断応力  $\tau_{\max}$  とねじり角  $\theta$  の組合せのうち、最も適切なものはどれか。ここに、 $G$  はせん断弾性係数である。



①  $\tau_{\max} = \frac{2M_T}{\pi(a_o^3 - a_i^3)} a_o$        $\theta = \frac{2M_T L}{\pi(a_o^3 - a_i^3)G}$

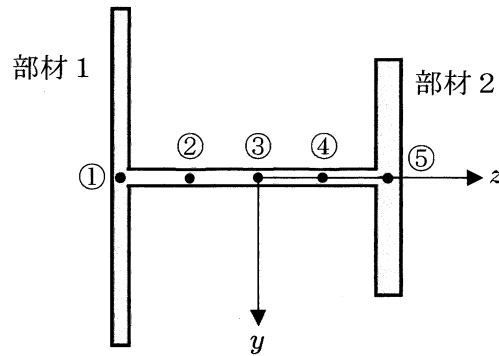
②  $\tau_{\max} = \frac{M_T}{\pi(a_o^3 - a_i^3)} a_o$        $\theta = \frac{M_T L}{\pi(a_o^3 - a_i^3)G}$

③  $\tau_{\max} = \frac{M_T}{\pi(a_o^4 - a_i^4)} a_o$        $\theta = \frac{M_T L}{\pi(a_o^4 - a_i^4)G}$

④  $\tau_{\max} = \frac{2M_T}{\pi(a_o^4 - a_i^4)} a_o$        $\theta = \frac{M_T L}{\pi(a_o^4 - a_i^4)G}$

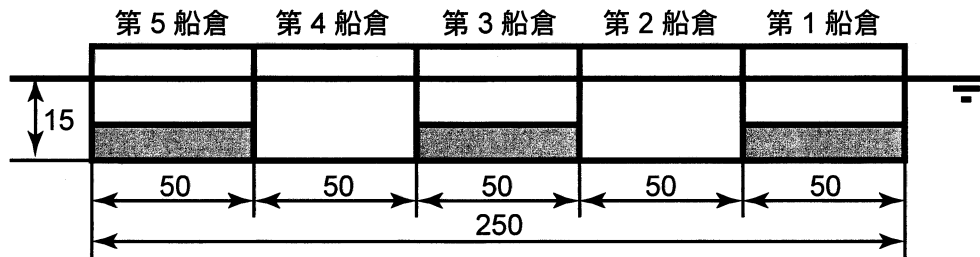
⑤  $\tau_{\max} = \frac{2M_T}{\pi(a_o^4 - a_i^4)} a_o$        $\theta = \frac{2M_T L}{\pi(a_o^4 - a_i^4)G}$

Ⅲ-4 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 のおよそ  $\sqrt{3}$  倍である。各部材は薄肉であり、板厚方向のせん断応力は無視できる。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-5 下図のような船倉を5つ持つ長さ250m、幅50mの箱船が、第1、第3、第5船倉のみに比重5の貨物を積み、喫水15mで比重1の清水に浮いている。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。

静水中最大せん断力はとなり、静水中最大縦曲げモーメントは、左端及び右端からの位置に発生し、この箱船はになっている。ただし、箱船の自重や板厚は無視できるとし、重力加速度は $9.8\text{m/s}^2$ とする。



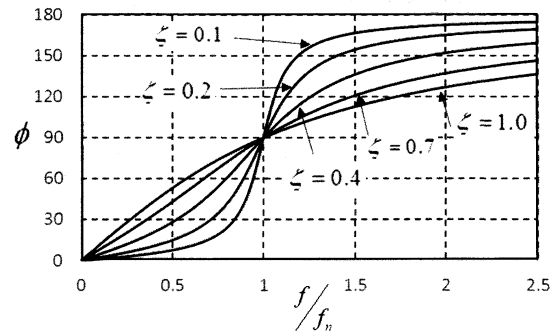
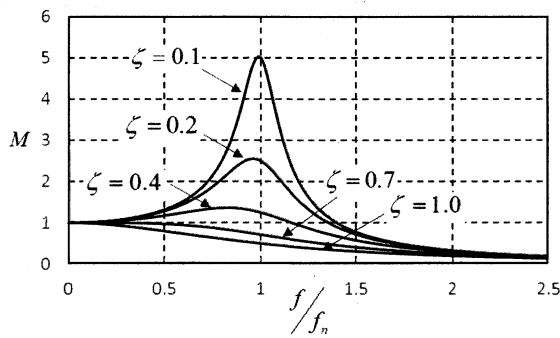
- |   | ア      | イ       | ウ      |
|---|--------|---------|--------|
| ① | 245 MN | 83.3 m  | ホギング状態 |
| ② | 50 MN  | 83.3 m  | ホギング状態 |
| ③ | 245 MN | 125.0 m | ホギング状態 |
| ④ | 50 MN  | 125.0 m | サギング状態 |
| ⑤ | 245 MN | 83.3 m  | サギング状態 |

Ⅲ-6 1自由度系の調和強制振動問題について、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。

図は、1自由度系が、調和強制力を受けたときの変位の応答特性を示したものである。

横軸について、 $f$ は,  $f_n$ はを表す。 $f/f_n = 1$ 付近の状態を共振という。

縦軸の $\phi$ は、静的変位に対するを表している。また、図中の無次元量 $\zeta$ は、を表している。



- |   | ア     | イ     | ウ    | エ    |
|---|-------|-------|------|------|
| ① | 起振振動数 | 固有振動数 | 応答倍率 | 減衰係数 |
| ② | 起振振動数 | 固有振動数 | 位相   | 減衰比  |
| ③ | 固有振動数 | 起振振動数 | 応答倍率 | 減衰比  |
| ④ | 起振振動数 | 固有振動数 | 位相   | 減衰係数 |
| ⑤ | 固有振動数 | 起振振動数 | 位相   | 減衰比  |

Ⅲ－７ 船体構造に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 船体の構造方式には、縦方式と、横方式がある。縦方式は、縦通材と呼ばれる小骨を縦方向に配置する。ロンジは、甲板や船底外板を細長い矩形に仕切るのので、縦曲げに対して横方式よりも座屈強度を高める効果がある。
- ② 船体に作用する水圧は、船底の板部材に直接作用し、その板部材に作用した力をロンジが支え、更にロンジを横桁が支える。更に横桁、縦桁を隔壁、側壁が支える。このように荷重が伝達されていく。
- ③ 上甲板の幅が小さく、開口部が大きいコンテナ船では、縦曲げ強度を確保するために、甲板部には高張力鋼や極厚板が使用される。
- ④ 自動車運搬船は、船倉内に柱や横隔壁が少ないため、非対称な荷重が作用した場合に横断面が菱形状に変形するラッキング変形が大きくなる。そのため、通常は大型の特設肋骨あるいは部分横隔壁を設置して、変形を防止する。
- ⑤ 液化天然ガス運搬船の構造上の課題は、タンク温度が低温になることである。そのためタンク材料には低温での破壊靱性に優れたアルミニウム合金が用いられる。また液体貨物であるため、スラミングに対する対策が重要である。

Ⅲ－８ 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。

造船分野では、降伏点ア以上、かつ引張り強さイ以上の鋼材を高張力鋼と呼ぶ。1980年代に制御圧延と圧延後の加速冷却を組合せた新制御圧延(ウ)技術が開発され、靱性及び溶接性に悪影響を及ぼすエを軟鋼と同程度に抑制した高張力鋼を製造できるようになり、原油タンカーの大型化に伴ってVLCCに高張力鋼板の実船適用が開始された。

	ア	イ	ウ	エ
①	315 N/mm <sup>2</sup>	440 N/mm <sup>2</sup>	TMCP	炭素当量
②	315 N/mm <sup>2</sup>	440 N/mm <sup>2</sup>	TMCP	酸素当量
③	715 N/mm <sup>2</sup>	940 N/mm <sup>2</sup>	TMCP	炭素当量
④	715 N/mm <sup>2</sup>	940 N/mm <sup>2</sup>	PWHT	酸素当量
⑤	715 N/mm <sup>2</sup>	940 N/mm <sup>2</sup>	PWHT	炭素当量

Ⅲ—9 鋼の熱処理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。

変態温度 $A_3$ より約 $50^{\circ}\text{C}$ 高い温度に加熱し、一様なオーステナイト組織にした後、大気中で放冷する熱処理をアという。

この熱処理は、鋼材のマイクロ組織が加熱によって粗大化した際の組織の微細化や内部の残留応力除去の目的で行われる。

変態温度 $A_3$ より約 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 高い温度に適当時間加熱し、炉中で徐冷する熱処理をイという。鋼を完全に軟化させたり、結晶粒を均一化するために利用されている。

変態温度 $A_3$ より約 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 高い温度に加熱してオーステナイト組織とした後に急冷して硬いマルテンサイトを生成させ、その後、靱性を与えるために変態温度 $A_1$ 以下の温度に加熱し冷却する熱処理をウという。

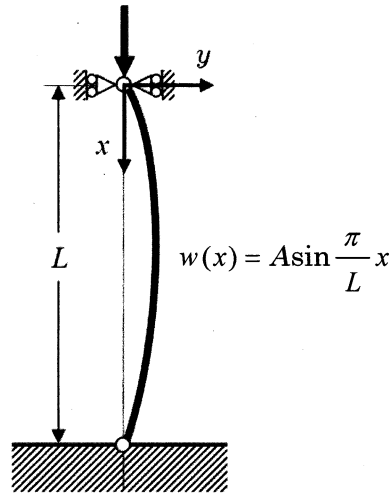
- |   | ア      | イ      | ウ      |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 焼ならし   | 焼入れ焼戻し | 焼なまし   |
| ② | 焼なまし   | 焼ならし   | 焼入れ焼戻し |
| ③ | 焼なまし   | 焼入れ焼戻し | 焼ならし   |
| ④ | 焼ならし   | 焼なまし   | 焼入れ焼戻し |
| ⑤ | 焼入れ焼戻し | 焼ならし   | 焼なまし   |

Ⅲ-10 下図に示す長さ  $L$  の柱に、矢印に示す荷重を負荷したとき、下図に示す

$$w(x) = A \sin \frac{\pi}{L} x$$

で示される座屈によるたわみが発生した。そのときの荷重を座屈荷重  $P_c$  と定義するとき、座屈荷重  $P_c$  の値として、最も適切なものはどれか。ただし、 $A$  は定数とし、また、ヤング率を  $E$ 、断面二次モーメントを  $I$  とする。

- ①  $\frac{4\pi^2 EI}{L^2}$
- ②  $\frac{\pi^2 EI}{L}$
- ③  $\frac{\pi^2 EI}{4L^2}$
- ④  $\frac{\pi^2 EI}{L^2}$
- ⑤  $\frac{\pi^2 EI}{4L^3}$





Ⅲ-11 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 $\alpha$ である。真ん中の棒のみを熱して $\Delta T$ だけ温度が上昇したときの、左右の棒の引張り応力 $\sigma_A$ 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。

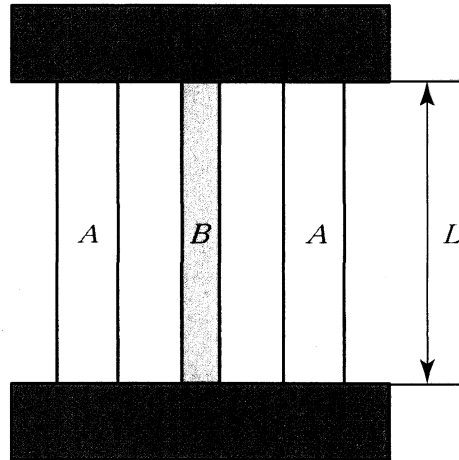
①  $\sigma_A = E\alpha\Delta T / (1 - \frac{2A}{B})$

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

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

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

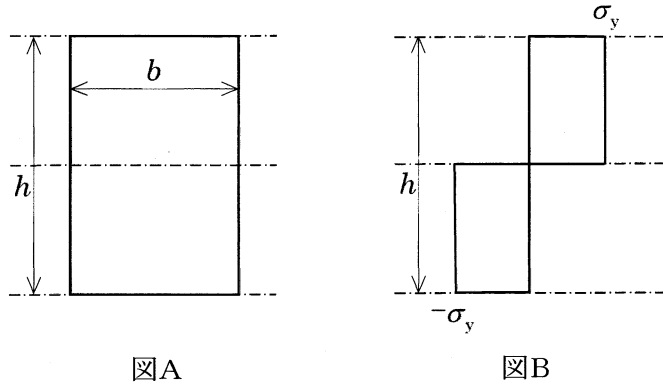
⑤  $\sigma_A = E\alpha\Delta T / (1 + \frac{A}{2B})$



Ⅲ-12 構造材料の疲労に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高周波焼入れやショットピーニング処理によって、硬さを増し、圧縮残留応力を生じさせることで鋼材の疲労強度を上げることができる。
- ② 鋼材の疲労試験では、通常、疲労限度は繰返し回数 $N = 10^6$ と $10^7$ の間に現れる。
- ③ 疲労限度は平均応力によって変化し、その様子は疲労限度線図によって表せる。疲労限度線にはSoderberg線、修正Goodman線などがある。
- ④ 寸法の小さな試験片を用いた疲労試験で得られた疲労限度を、より大きな実部材に適用することは危険側の設計になることがある。
- ⑤ アルミニウム合金など、ほとんどの非鉄金属も鋼材同様に明確な疲労限度を示す。

Ⅲ-13 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全  
 体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  $\frac{bh^3}{4}\sigma_y$     ②  $\frac{bh^2}{4}\sigma_y$     ③  $\frac{bh^3}{8}\sigma_y$     ④  $\frac{bh^2}{8}\sigma_y$     ⑤  $\frac{bh^2}{16}\sigma_y$

Ⅲ-14 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。

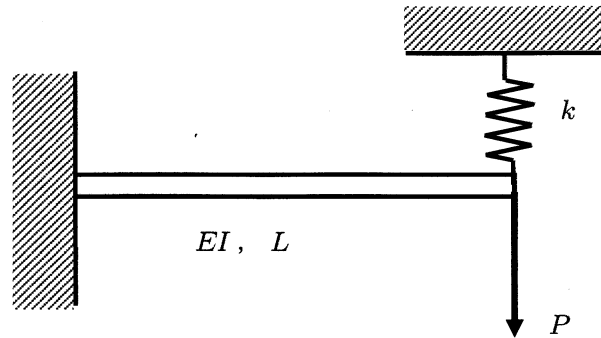
①  $\frac{P}{\frac{EI}{L^3} + k}$

②  $P \left( \frac{L^3}{EI} + \frac{1}{k} \right)$

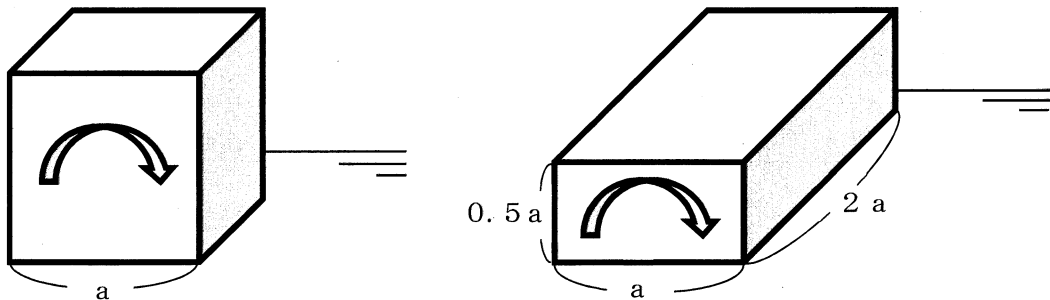
③  $\frac{P}{\frac{L^3}{3EI} + k}$

④  $\frac{P}{\frac{3EI}{L^3} + k}$

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



Ⅲ-15 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 7 倍    ② 5.8 倍    ③ 4 倍    ④ 2.9 倍    ⑤ 0.5 倍

Ⅲ-16 微小振幅波理論における深海波の位相速度  $c$  と波長  $\lambda$  とは次に示す関係を持つ。

$$c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$$

$g$  は重力加速度である。波周期  $T$  を秒単位、波長  $\lambda$  をメートル単位とするとき、波周期  $T$  と波長  $\lambda$  との関係として、最も適切なものはどれか。

- ①  $\lambda = 1.56 T$
- ②  $\lambda = 1.25 T$
- ③  $\lambda = 1.56 T^2$
- ④  $\lambda = 2.43 T^2$
- ⑤  $\lambda = 1.25 T^2$

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有するものの組合せとして、最も適切なものはどれか。

- ① サージング、ヒービング、ローリング
- ② ヒービング、ピッチング、ローリング
- ③ スウェイング、ピッチング、ローリング
- ④ サージング、スウェイング、ヨーイング
- ⑤ ヒービング、ピッチング、ヨーイング

Ⅲ-18 海洋波の波高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。

海洋波の波高の出現頻度は、波の周波数スペクトルが狭帯域のとき、にしたがうことが知られており、また、広帯域のとき、にしたがうことが知られている。

原波形の波高を高い順に並びかえて、高い方から1/3の波高を選び、それらのをとった値を有義波高と呼ぶ。有義波高はに近いと言われている。

	ア	イ	ウ	エ
①	正規分布	レイリー分布	最大値	目視波高
②	レイリー分布	レイリー分布	平均値	平均波高
③	正規分布	正規分布	最大値	目視波高
④	レイリー分布	正規分布	最大値	平均波高
⑤	レイリー分布	正規分布	平均値	目視波高

Ⅲ-19 一様流中に置かれた円柱から下流方向にカルマン渦が放出されるとき、流れに直角方向の力（揚力）が発生する。この流体力は、流速 $V$ と円柱直径 $D$ で決まる、ある周波数 $f$ で振動し、この周波数 $f$ を無次元化した数はストローハル数と呼ばれている。ストローハル数を $S$ と表すとき、 $S$ の定義式として、最も適切なものはどれか。

①  $S = \frac{f}{DV}$     ②  $S = \frac{fV}{D}$     ③  $S = \frac{V}{fD}$     ④  $S = \frac{D}{fV}$     ⑤  $S = \frac{fD}{V}$

Ⅲ-20 長さ120m、幅60m、喫水10m、メタセンタ高さ ( $\overline{GM}$ ) 10mの箱船がある。横揺れの慣動半径が船幅の40%であるとき、横揺れの固有周期に最も近い値はどれか。ただし、減衰の影響は無視し、重力加速度は $9.8\text{m/s}^2$ とせよ。

- ① 2.4 秒    ② 7.6 秒    ③ 15.2 秒    ④ 36.9 秒    ⑤ 47.7 秒

Ⅲ-21 質量2.0kgの物体が、ばねに支持されている。空中での固有周期 $T_A$ を計測したところ1.0秒であり、水中での固有周期 $T_W$ を計測したところ1.5秒であった。付加質量の大きさとして、最も適切なものはどれか。

- ① 1.0 kg    ② 1.5 kg    ③ 2.0 kg    ④ 2.5 kg    ⑤ 3.0 kg

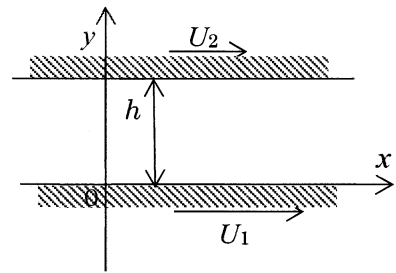
Ⅲ-22 粘性流体流れの解析に用いられる方程式は、連続の式とナビエ・ストークス(N-S)方程式であり、2次元の場合、それぞれ、

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

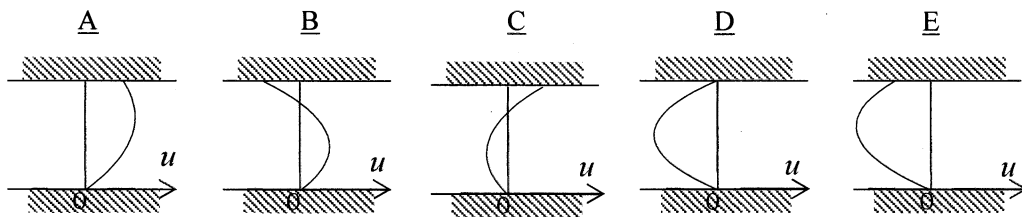
$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\mu}{\rho} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\mu}{\rho} \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right)$$

と書かれる。ただし、 $u$ 、 $v$ は、 $x$ 方向、 $y$ 方向の流速、 $p$ は圧力、 $\mu$ は流体の粘性係数、 $\rho$ は流体の密度、 $t$ は時間である。N-S方程式は非線形であるため、厳密解は、非常に限られた場合にのみ得られる。この一例が定常な平行平板間の流れである。比較的小さい間隔 $h$ だけ離れて置かれた平行な2枚の平板がそ



れぞれ速度  $U_1$ 、 $U_2$  で運動する場合に、流れは層流で、任意の  $x$  において速度分布は同一とし、 $v$  は無視できるとする。この結果、連続の式とN-S方程式は簡略化でき、解析解を得ることができる。このようにして得られる速度分布は、境界条件や圧力勾配によってA~Eのように変化する。 $U_1=0$ 、 $U_2=U$  とし、 $U<0$  で  $x$  方向の圧力勾配が負の場合、最も適切な速度分布はどれか。



- ① A    ② B    ③ C    ④ D    ⑤ E

Ⅲ-23 船舶の省エネ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。

船に省エネ装置を取り付けた場合、その効果を測るための合理的な基準が必要である。この基準について船の推進効率の定義に従って考察してみる。推進効率 $\eta$ は一定速度 $v_s$  [m/s]で航走する船の抵抗 $R$  [kN]による有効出力 $EHP$  [kW] =  $R \cdot v_s$ とこれに打ち勝って船を一定速力で航走させるための機関の出力 $P$  [kW]との比をいう。

$$\eta = \frac{EHP}{P}$$

両辺の対数微分をとり、一般に、抵抗が速度の2乗に比例し、出力は回転数 $n$  [rps]の3乗に比例することを勘案すると、省エネ装置を取り付けることによる推進効率の変化 $\Delta\eta$ は速度の変化 $\Delta v_s$ と回転数の変化 $\Delta n$ により以下のように表される。

$$\frac{\Delta\eta}{\eta} = 3 \frac{\Delta v_s}{v_s} - 3 \frac{\Delta n}{n}$$

この式により、推進効率が3%変化する場合を考えてみる。船速及び回転数が-1%、0%、+1%と変化すると仮定すると、次のケースは推進効率を3%させることがわかる。

- (a) 船速が1%増加するとき、回転数が変わらない場合
- (b) 船速が変化しないとき、回転数が1%減少する場合
- (c) 船速が1%減少するとき、回転数が2%減少する場合
- (d) 船速が2%増加するとき、回転数が1%増加する場合

これらのケースでは推進効率はいずれも3%しているが、推進効率のは必ずしも燃料消費のに結び付かない場合がある。ただし、主機（ディーゼル機関を想定する）の機関特性は、船の運航で同じ状態に保たれ、機関特性により出力は回転数で定まるとする。

燃料消費量が出力に比例するとした場合、回転数のは燃料消費のに結び付くが、回転数が変化しない場合、燃料消費量は変わらない。回転数がする場合には、推進効率がすることはあっても燃料消費はする。は燃料消費量を減少することにはならない。は燃料消費量が減少する場合である。

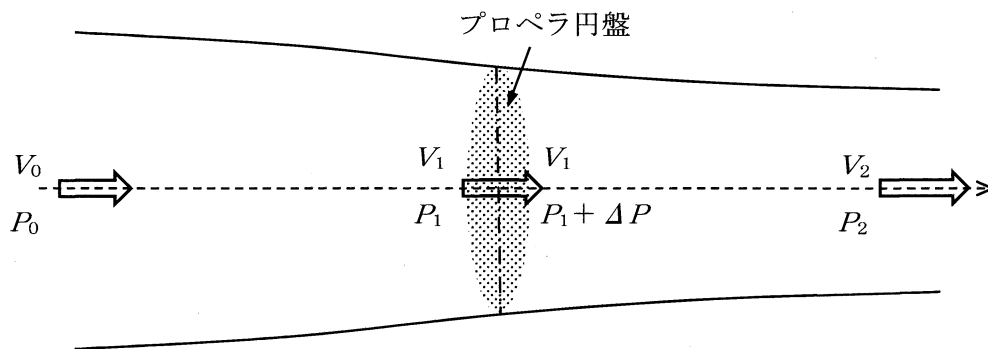
	ア	イ	ウ	エ	オ
①	向上	減少	増加	ケース(a), (d)	ケース(b), (c)
②	悪化	増加	増加	ケース(a)	ケース(b), (c), (d)
③	悪化	減少	減少	ケース(d)	ケース(a), (b), (c)
④	向上	増加	増加	ケース(a), (d)	ケース(b), (c)
⑤	向上	減少	減少	ケース(a), (b), (c)	ケース(d)

Ⅲ-24 形状影響係数に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。ただし、船長を  $L$ 、幅を  $B$ 、喫水を  $d$ 、排水容積を  $\nabla$ 、方形係数を  $C_B = \nabla / LBd$ 、中央横切面積係数を  $C_m = A_m / Bd$ 、船の中央横断面積を  $A_m$  とする。

- ① 方形係数  $C_B$  が大きいほど形状影響係数は小さい。
- ② 長さ幅比  $L/B$  が大きいほど形状影響係数は大きい。
- ③ 幅喫水比  $B/d$  が大きいほど形状影響係数は大きい。
- ④ 排水容積長さ比  $\nabla / L^3$  が大きいほど形状影響係数は小さい。
- ⑤ 中央横切面積係数  $C_m$  が大きいほど形状影響係数は大きい。



Ⅲ-25 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  $\rho$  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、 $V_0 = 2 \text{ m/s}$ 、 $V_2 = 4 \text{ m/s}$ 、プロペラ円盤の半径を  $1 \text{ m}$ 、水の密度  $\rho$  を  $1,000 \text{ kg/m}^3$  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 1,920 N
- ② 4,710 N
- ③ 7,690 N
- ④ 18,850 N
- ⑤ 75,400 N

Ⅲ-26 長さ200mのタンカーが8.0m/sで前進する場合の抵抗を推定するため、長さ2.0mの模型を用いて曳航水槽にて抵抗試験を行ったところ、下表のようなデータが得られた。

模型船の全抵抗係数と相当平板の摩擦抵抗係数

模型船の速度 [m/s]	レイノルズ数	フルード数	模型船の 全抵抗係数	相当平板の 摩擦抵抗係数
0.20	$0.40 \times 10^6$	0.04518	0.00650	0.00520
0.40	$0.80 \times 10^6$	0.09035	0.00590	0.00460
0.60	$1.20 \times 10^6$	0.1355	0.00580	0.00420
0.80	$1.60 \times 10^6$	0.1807	0.00610	0.00400
1.00	$2.00 \times 10^6$	0.2259	0.00670	0.00390
1.20	$2.40 \times 10^6$	0.2711	0.00770	0.00370
1.40	$2.80 \times 10^6$	0.3162	0.00900	0.00360

実船の浸水表面積は $11000.0\text{m}^2$ 、海水、清水の密度は双方 $1000.0\text{kg/m}^3$ とする。  
 実船スケールの相当平板が $8.0\text{m/s}$ で前進するときの摩擦抵抗が $5.08 \times 10^5\text{N}$ であり、  
 粗度抵抗が $0.07 \times 10^6\text{N}$ であるとき、実船の抵抗に最も近い値はどれか。

ただし、フルード数  $F_n$  は  $F_n = V / \sqrt{gL}$  であり、造波抵抗  $R_w$  は  $R_w = C_w(1/2) \rho S V^2$  である。ここで、船速を  $V$ 、船長を  $L$ 、重力加速度を  $g$  ( $=9.8\text{m/s}^2$ )、造波抵抗係数を  $C_w$ 、流体の密度を  $\rho$ 、浸水表面積を  $S$  とする。

- ①  $0.97 \times 10^6\text{N}$
- ②  $1.09 \times 10^6\text{N}$
- ③  $1.14 \times 10^6\text{N}$
- ④  $1.53 \times 10^6\text{N}$
- ⑤  $1.73 \times 10^6\text{N}$

Ⅲ-27 スクリュープロペラに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ハイスキュープロペラは、翼のスキュー（回転方向のそり）を大きくしたプロペラで、回転後方にスキューしたものをバックワード、その逆をフォワードハイスキュープロペラと呼び、通常、フォワードハイスキュープロペラが用いられる。
- ② ダクトプロペラは、断面がエアロfoilの形状をしたダクトの中央部にインペラ（プロペラ）を配置したプロペラで、ダクトの内側を加速するようにエアロfoil断面を設けたものを加速型、減速するように設けたものを減速型ダクトプロペラと呼び、通常、加速型ダクトプロペラが用いられる。
- ③ 二重反転プロペラは、回転方向の異なるプロペラ2基を同軸で配置したプロペラで、中空軸に小径軸を通して2基のプロペラの回転を制御するラインシャフト方式と通常プロペラとポッドプロペラを組合せたタンデム方式がある。
- ④ スーパーキャビテーションプロペラは、高速艇において、プロペラが全面キャビテーションで覆われても十分なスラストが発生するようにフェイス面側に特殊な翼断面形状を採用したプロペラである。
- ⑤ チップレーキプロペラは、翼のレーキ（軸方向のそり）を先端部で局所的に大きくしたプロペラであり、船側にレーキしたものをフォワード、舵側にレーキしたものをバックワードチップレーキプロペラと呼び、バックワードチップレーキプロペラが多く用いられている。

Ⅲ-28 ある船が一定船速  $V_S = 24.8$  ノットで前進するとき、全抵抗  $R = 1,646$  kN、有効動力  $P_E = 21,000$  kW であり、推力減少率を  $t$ 、伴流係数を  $w$  とするとき、自航要素の  $1-t$ 、 $1-w$  は、それぞれ  $0.840$ 、 $0.780$  であるとする。プロペラの単独性能が下表のように与えられているとき、エンジン動力  $P_B$  とプロペラ回転数  $N$  [rpm] について、最も適切な組合せはどれか。

ここで、プロペラ直径  $D$  は  $8.31$  m、プロペラ効率比  $\eta_R$ 、伝達効率  $\eta_T$  は、それぞれ  $1.02$ 、 $1/1.01$ 、海水の密度  $\rho$  は  $1,025$  kg/m<sup>3</sup> とする。ただし、船殻効率  $\eta_H$  は、

$\eta_H = \frac{1-t}{1-w}$  であり、プロペラ前進速度を  $v_a$ 、プロペラスラスト、トルクを  $T$  及び  $Q$ 、プロ

ペラ回転数  $n$  [rps] とした場合、前進定数  $J$  は  $J = v_a / nD$ 、スラスト定数  $K_t$  は  $K_t = T / \rho n^2 D^4$ 、トルク定数  $K_q$  は  $K_q = Q / \rho n^2 D^5$ 、 $\eta_0$  はプロペラ単独効率である。

プロペラ単独性能

$J$	$K_t$	$10 K_q$	$\eta_0$	$K_t / J^2$
0.0	0.4636	0.6923	0.0000	
0.1	0.4356	0.6555	0.1058	43.5625
0.2	0.4047	0.6152	0.2094	10.1172
0.3	0.3697	0.5699	0.3097	4.1073
0.4	0.3338	0.5207	0.4081	2.0863
0.5	0.2943	0.4694	0.4989	1.1773
0.6	0.2534	0.4156	0.5822	0.7038
0.7	0.2106	0.3599	0.6517	0.4297
0.8	0.1689	0.3032	0.7093	0.2639
0.9	0.1254	0.2413	0.7445	0.1548
1.0	0.0792	0.1731	0.7280	0.0792
1.1	0.0306	0.0971	0.5518	0.0253

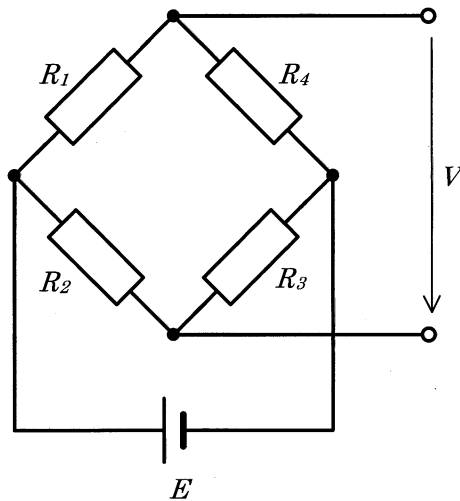
	$P_B$	$N$
①	31,500 kW	101.2 rpm
②	27,200 kW	101.2 rpm
③	26,700 kW	90.9 rpm
④	31,500 kW	90.9 rpm
⑤	27,200 kW	90.9 rpm

Ⅲ-29 計測機器に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ブルドン管式圧力計は流体の圧力を楕円形断面のブルドン管に与える。その圧力で生ずるブルドン管の弾性変形により圧力を測定する。
- ② 熱電対とは2種類の異なった金属導線の両端を接続して、その両端に温度差を与えると、金属導体回路のインダクタンスに起電力が生じる電磁誘導現象を利用したものである。
- ③ 差圧流量計とは、流体が流れている管路の中にオリフィスなどの絞り部を取り付けると、その前後で圧力が変化することを利用したものである。
- ④ 伝動軸がねじれると、その表面のある方向に圧縮と引張りの応力が生じる。これをひずみゲージにより検出することでトルクを測定することができる。
- ⑤ タコジェネレータの原理は発電器である。磁界中でコイルを回転させると、フレミングの右手の法則により速度に比例した電圧が発生することを利用したものである。

Ⅲ-30 ひずみゲージの電気抵抗の変化は、下図のようなブリッジ回路により電圧変化として測定する。□に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

ブリッジ回路の出力電圧  $V$  は □ア□ となる。特に  $V=0$  になる条件を平衡状態といい、その条件は □イ□ である。 $R_1 \sim R_4$  のいずれか1つをひずみゲージとする1ゲージ法でも計測対象のひずみ量を計測できる。一方で、4つの抵抗すべてをひずみゲージとする4ゲージ法では、□ウ□ できるなどの特徴がある。



- |   | ア  | イ                                   | ウ             |
|---|--|-------------------------------------|---------------|
| ① | $\left( \frac{R_1}{R_1+R_4} - \frac{R_2}{R_2+R_3} \right) E$ | $\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3}$ | 出力電圧を小さく      |
| ② | $\left( \frac{R_3}{R_3+R_4} - \frac{R_1}{R_1+R_2} \right) E$ | $R_1R_4 = R_2R_3$                   | 測定対象以外のひずみを除去 |
| ③ | $\left( \frac{R_1}{R_1+R_4} - \frac{R_2}{R_2+R_3} \right) E$ | $\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3}$ | 温度補償を         |
| ④ | $\left( \frac{R_3}{R_3+R_4} - \frac{R_1}{R_1+R_2} \right) E$ | $\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3}$ | 温度補償を         |
| ⑤ | $\left( \frac{R_1}{R_1+R_2} - \frac{R_3}{R_3+R_4} \right) E$ | $R_1R_4 = R_2R_3$                   | 測定対象以外のひずみを除去 |

Ⅲ-31 制御に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① PID制御の基本は、目標値と出力の差を小さくするように制御入力を決めることである。
- ② P（比例）制御に加えて I（積分）制御を加えることで、定常誤差（オフセット）をなくす。
- ③ PI制御に、D（微分）制御を加えることで目標値に到達する時間の速さや応答の速さを改善する。
- ④ 無駄時間とは、現象が起こってから検出されるまでに生ずる時間遅れのことをさす。
- ⑤ 制御システムへの入力ステップ状に変化してから定常状態になるまでを過渡応答といい、定常値のおおよそ50%に達するまでの時間を時定数という。

Ⅲ-32 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%とした場合の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 機関摩擦の大部分は熱に変わり、冷却媒質への伝達、周囲への輻射等により失われる。
- 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-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 高圧ボイラの給水では、一般に硬度10~20程度であることが求められる。
- ② ボイラ水処理が不相当であると、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する。
- 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－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 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。
- ② 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。
- 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 始動時の所要動力を小さくするため、うず巻きポンプの始動時には吐出弁を全閉とする。

Ⅲ－35 潤滑油の作用に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 防錆作用：水分、空気中の酸素、燃焼ガス中の二酸化炭素及び混入した塩分などにより生成されたアルカリによる金属表面の腐食を防止する。
- ② 冷却作用：軸受やピストン内を流れる潤滑油は発生した熱を取り去る。また、シリンダに供給されるものはピストンリングからシリンダライナへの伝熱の役割も担う。
- ③ 密封作用：ピストンリングとシリンダライナの摺動部の潤滑油は圧力の高い燃焼ガスをシリンダ外部に逃がさない作用を持つ。
- ④ 減摩作用：潤滑油は接触面に吸着してその表面を覆い、物体の滑動により生じる「すぼまり流れ」に伴う油圧によって運動する物体を支える。
- ⑤ 局部応力分散作用：油膜により受圧面積が拡大し、局部的な応力の分散に役立つ。