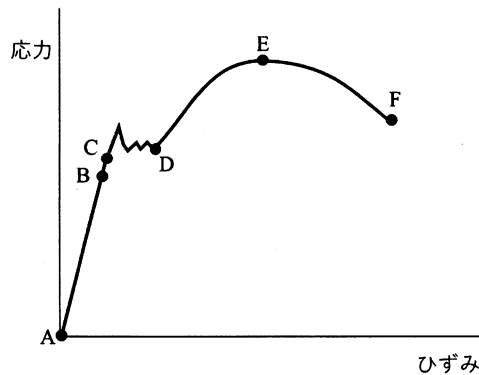


Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 軟鋼の応力-ひずみ線図に関する次の記述の に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。

下図に軟鋼の公称応力-公称ひずみ線図を模式的に示す。この線図を単に応力-ひずみ曲線と呼ぶ。この図で点Aから点Bまで、応力とひずみは比例関係にあり、比例係数をヤング率あるいは縦弾性係数と呼ぶ。また両者の比例関係が成り立つ最大の応力（点Bの応力）を ア という。さらに荷重を加えると比例関係は成り立たなくなるが、荷重を除去すると元の長さに戻る。その限界点Cの応力を イ と呼ぶ。さらに荷重を加えると、応力が増加しないのにひずみが増加するようになる。この現象を降伏と呼ぶ。応力-ひずみ線図の点Dから点Eまでをひずみ硬化あるいは加工硬化領域と呼び、点Eの応力を ウ と呼んでいる。これを過ぎると引張荷重は増加しないのに、試験片は伸びて局所的なくびれが発生する。そして、くびれが進行すると共に引張荷重は減少し、点Fで破断する。その時の応力を エ という。

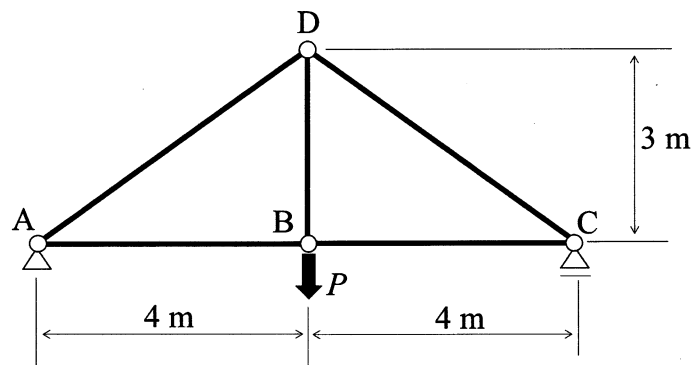


- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|------|------|------|------|
| ① | 弾性限度 | 比例限度 | 引張強さ | 破断応力 |
| ② | 比例限度 | 弾性限度 | 引張強さ | 破断応力 |
| ③ | 比例限度 | 弾性限度 | 破断応力 | 引張強さ |
| ④ | 弾性限度 | 比例限度 | 降伏応力 | 破断応力 |
| ⑤ | 弾性限度 | 比例限度 | 降伏応力 | 引張強さ |

Ⅲ－２ ヤング率200GPa, 線膨張係数 $11.3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ の軟鋼のレールがある。レールの両端を固定し温度が 10°C 上昇したときの熱応力として適切な値はどれか。ただし, “－”は圧縮を意味する。

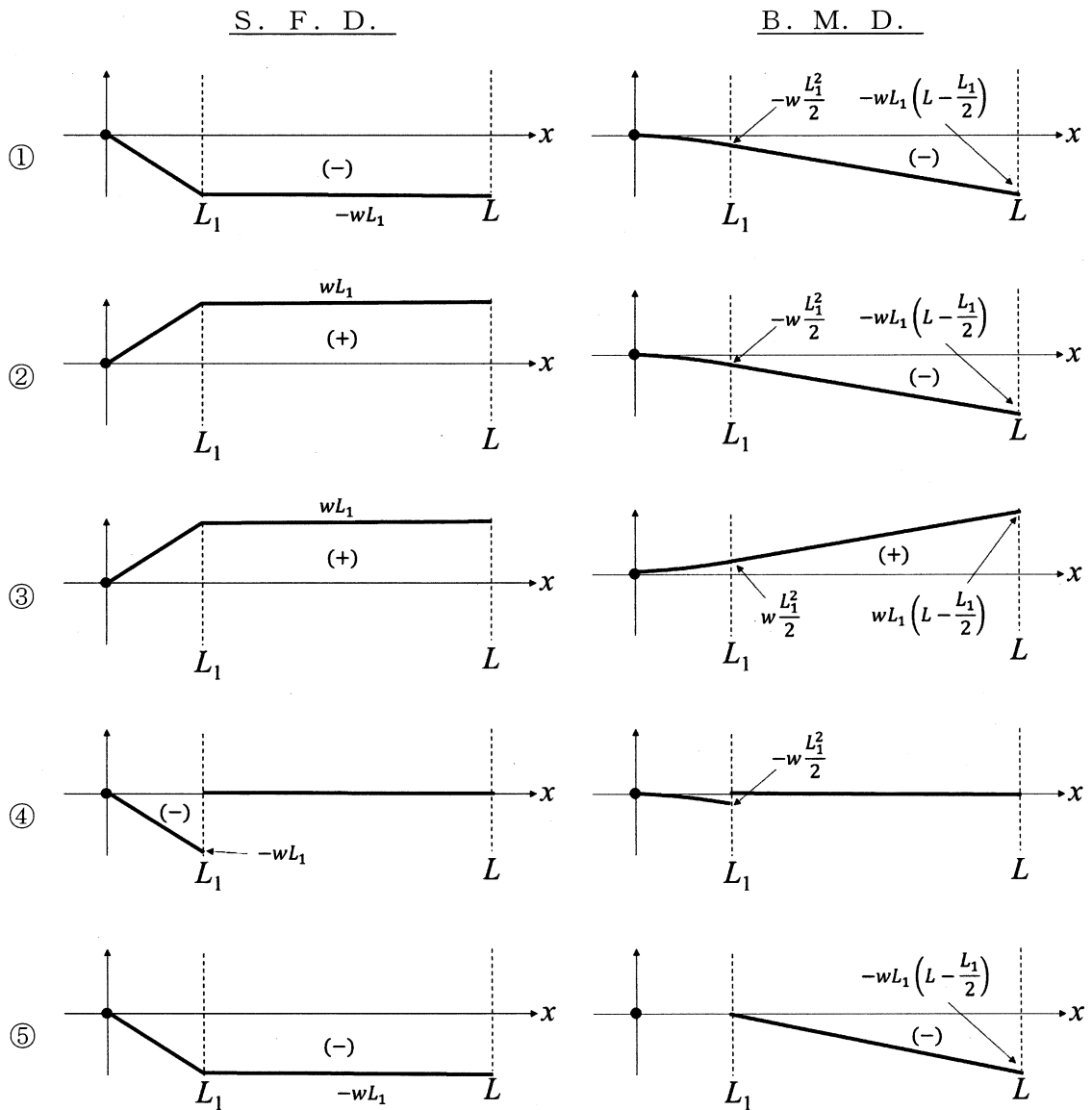
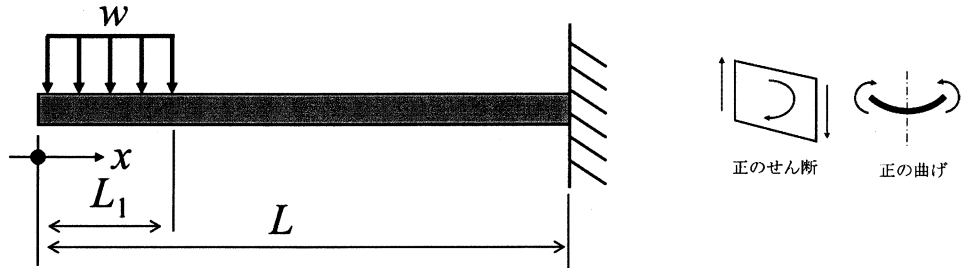
- ① -22.6kPa
- ② -2.26MPa
- ③ -22.6MPa
- ④ -2.26GPa
- ⑤ -22.6GPa

Ⅲ－３ 下図に示す点Bに荷重 P を受けるトラスがある。全部材のヤング率, 断面積はそれぞれ E, A とする。点Bにおける鉛直方向の変位として, 適切なものはどれか。

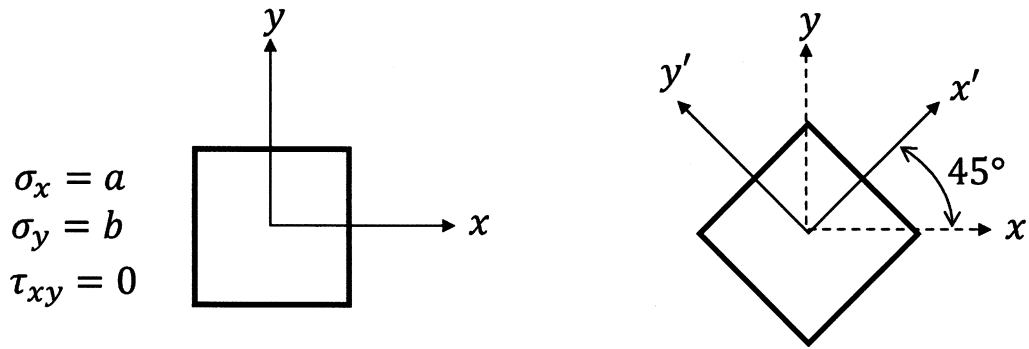


- ① $\frac{27P^2}{4EA}$
- ② $\frac{27P}{2EA}$
- ③ $\frac{27P^2}{2EA}$
- ④ $\frac{21P}{2EA}$
- ⑤ $\frac{27P}{EA}$

Ⅲ-4 下図に示す片持ちはりにおいて、せん断力線図 (S. F. D.) 及び曲げモーメント線図 (B. M. D.) として最も適切なものはどれか。ただし、下向きに凸変形が生じる曲げモーメントを正 (+)、右下がり変形が生じるせん断力を正 (+) とする。



Ⅲ-5 下図に示される垂直応力 $\sigma_x = a$ ，垂直応力 $\sigma_y = b$ ，せん断応力 $\tau_{xy} = 0$ 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。 $x'y'$ 座標系に関する垂直応力 $\sigma_{x'}$ ，垂直応力 $\sigma_{y'}$ ，せん断応力 $\tau_{x'y'}$ として適切なものはどれか。



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

Ⅲ－６ 溶接継手の疲労強度を向上させる手法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。

溶接継手の疲労強度を向上させる手法は、アを低減させる手法と、イを低減させる手法に大別できる。溶接止端部のアは止端部を滑らかな形状に加工することで低減できる。そのような加工の1つに、ウによる止端仕上げがある。溶接のままの溶接止端部には降伏応力に相当するイが生じる。また、止端近傍を叩くと圧縮塑性ひずみが生じ、イを低減させる。鋼材を叩く方法には、例えば、エがある。

	ア	イ	ウ	エ
① 応力集中	引張り残留応力	熱処理	ショットピーニング	ショットピーニング
② 引張り残留応力	応力集中	グラインダ	ショットピーニング	ショットピーニング
③ 応力集中	引張り残留応力	グラインダ	ショットピーニング	TIGドレッシング
④ 引張り残留応力	応力集中	ショットピーニング	TIGドレッシング	TIGドレッシング
⑤ 応力集中	せん断応力	熱処理		

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 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。
- ② 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。
- 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 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縦通材（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。
- ⑤ 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（ロンジ）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。

Ⅲ－８ 下図に示すように、長さ L 、断面積 A 、ヤング率 E 、比重量 γ の棒が天井に接続されている。自重による棒全体の伸びを示す式として、適切なものはどれか。ただし、重力は図の鉛直下向きに作用すると仮定する。

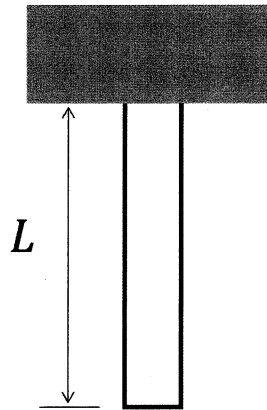
① $\frac{\gamma L}{EA}$

② $\frac{\gamma L^2}{EA}$

③ $\frac{\gamma L^2}{2EA}$

④ $\frac{\gamma L^2}{2E}$

⑤ $\frac{\gamma L}{E}$



Ⅲ－９ 下図に示すように、曲げ剛性 EI が一定で、長さ L の両端単純支持はりの中点に質量 m のおもりが取り付けられている。この系の固有振動数 f_n として、適切なものはどれか。ただし、重りの質量に比べてはりの質量は無視できるものとする。なお、1自由度系の固有振動数 f は $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}}$ (M は質量、 K はバネ定数) であることを参考としてよ

い。

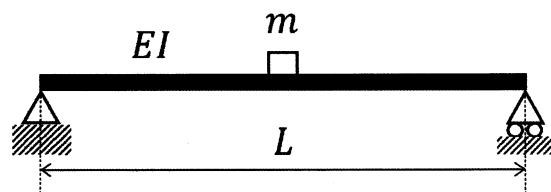
① $f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mL^3}{48EI}}$

② $f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mL^3}{24EI}}$

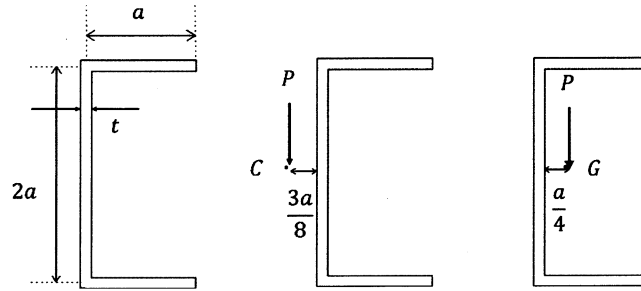
③ $f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{48EI}{mL^3}}$

④ $f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{24EI}{mL^3}}$

⑤ $f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{36EI}{mL^3}}$

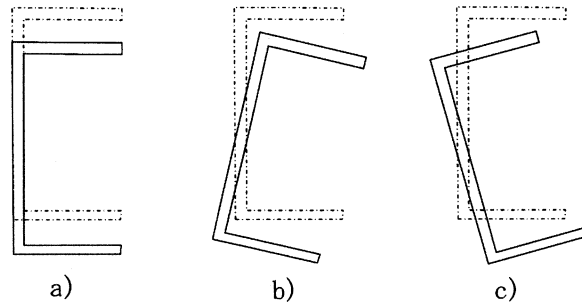


Ⅲ-10 下図に示される溝形断面を有する片持ちはりを考える。板厚は全て t とする。
 $(t/a)^2$ が無視できる程度の薄肉断面である場合、下図のように、せん断中心が点 C で、
 図心が点 G で与えられる。



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 、あるいは、図心 G に作用する場合の変位として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a)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b)である。
- ③ 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。
- 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b)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c)である。

Ⅲ-11 毎分 n 回転して P [kW] を伝達する伝動軸を考える。この伝動軸が直径 d [mm] の中実丸棒で軸の許容せん断応力が τ_a [MPa] のとき、最低限必要な直径 d [mm] を求める式として適切なものはどれか。なお、円周率を π 、円の極断面 2 次モーメントを I_p 、トルクを T としたとき、 $I_p = \frac{\pi}{32}d^4$ 、軸に生じる最大せん断応力は $\tau = \frac{T}{I_p} \times \frac{d}{2}$ と表される。

① $d = 200^3 \sqrt{\frac{60P}{\pi n \tau_a}}$

② $d = 200^3 \sqrt{\frac{30P}{\pi n \tau_a}}$

③ $d = 200^3 \sqrt{\frac{15P}{\pi n \tau_a}}$

④ $d = 200^3 \sqrt{\frac{60P}{\pi^2 n \tau_a}}$

⑤ $d = 200^3 \sqrt{\frac{30P}{\pi^2 n \tau_a}}$

Ⅲ-12 図のように両端固定の境界条件を持つ長さ L 、曲げ剛性 EI の細長い柱について、安全率を n としたとき、オイラー座屈を考慮して許容できる圧縮荷重 P_a の式として適切なものはどれか。

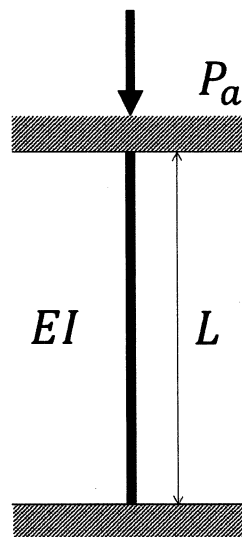
① $P_a = \frac{\pi^2 EI}{nL^2}$

② $P_a = \frac{\pi^2 EI}{4nL^2}$

③ $P_a = \frac{4\pi^2 EI}{nL^2}$

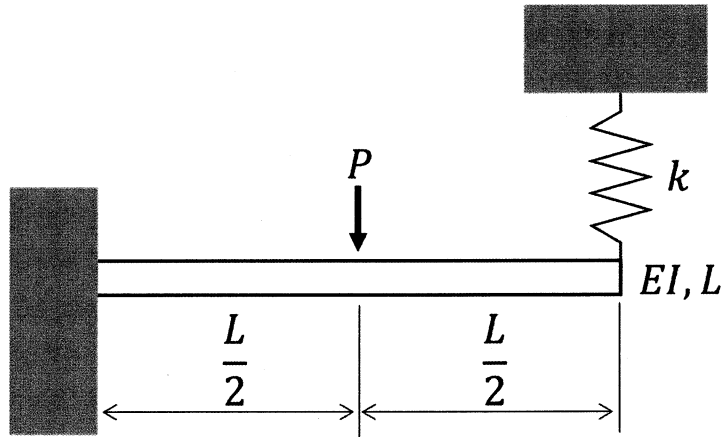
④ $P_a = \frac{n\pi^2 EI}{L^2}$

⑤ $P_a = \frac{4n\pi^2 EI}{L^2}$



Ⅲ-13 図のような長さ L ，曲げ剛性 EI の片持ち梁の先端にばね定数 k のばねが取り付けられた不静定梁について，中央に集中荷重 P が作用するとき，先端のたわみを表す式として適切なものはどれか。

- ① $\frac{5PL^3}{2(kL^3 + 3EI)}$
- ② $\frac{PL^3}{8(kL^3 + 3EI)}$
- ③ $\frac{5PL^3}{8(kL^3 + 3EI)}$
- ④ $\frac{PL^3}{16(kL^3 + 3EI)}$
- ⑤ $\frac{5PL^3}{16(kL^3 + 3EI)}$



Ⅲ-14 内圧を受ける薄肉の円筒容器について考える。円筒部の内半径と外半径の平均を $r = 200\text{mm}$ とし，容器の板厚は $t = 5\text{mm}$ とする。この容器の弾性破損がミーゼスの降伏条件に従うと考えてよいとする。ミーゼスの降伏条件とは，材料の3次元主応力 σ_1 ， σ_2 ， σ_3 と，材料の引張降伏応力 σ_y に対し，

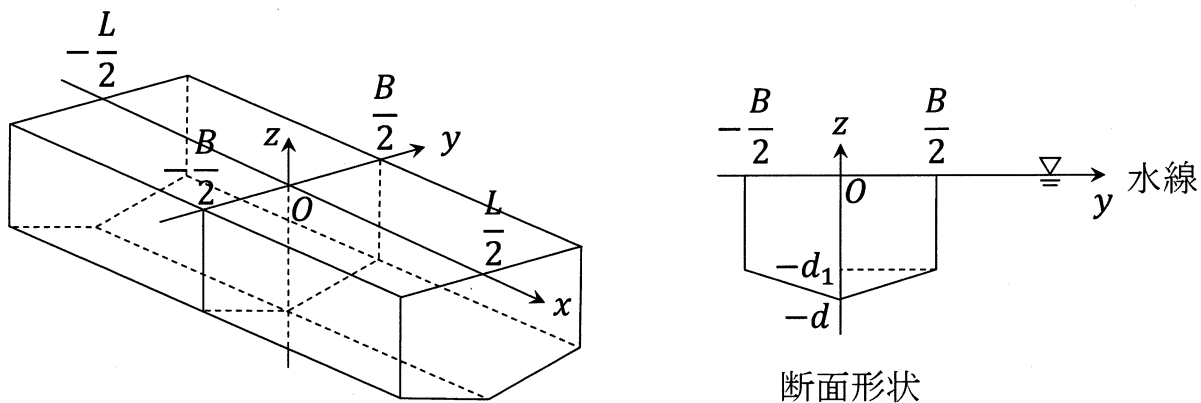
$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_y^2$$

となるときに破損するという考え方である。

この薄肉円筒容器において，許容できる内圧 p MPaとして適切なものはどれか。ただし，円筒断面の半径方向の応力はゼロと考えてよく，円筒の軸方向応力 σ_1 と円周方向応力 σ_2 を主応力とする平面応力状態とし，安全率は2，材料の引張降伏応力は $\sigma_y = 240$ MPaとする。また，内圧は外圧に対して十分に大きいとする。

- ① $0.5\sqrt{3}$ ② $\sqrt{3}$ ③ $2\sqrt{3}$ ④ $3\sqrt{3}$ ⑤ $4\sqrt{3}$

Ⅲ-15 主要目のうち、全長 L [m]、全幅 B [m]、喫水 d [m] が与えられ、水面下の形状が下図のような五角形柱の浮体がある。この浮体について、方形係数 C_B 、中央横断面係数 C_M 、柱形係数 C_P の組合せとして適切なものはどれか。



① $C_B = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d_1}{d} \right), C_M = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d_1}{d} \right), C_P = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d_1}{d} \right)$

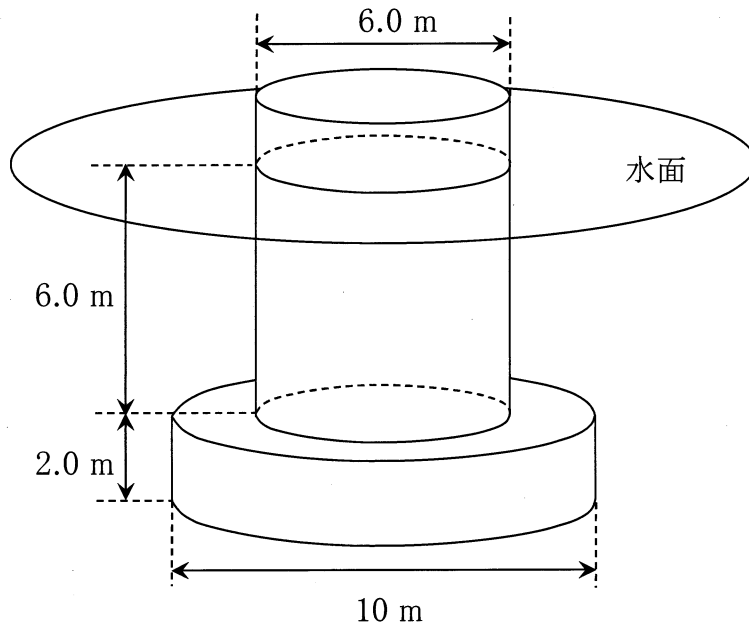
② $C_B = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d}{d_1} \right), C_M = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d}{d_1} \right), C_P = 1$

③ $C_B = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d}{d_1} \right), C_M = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d_1}{d} \right), C_P = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d}{d_1} \right)$

④ $C_B = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d_1}{d} \right), C_M = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d}{d_1} \right), C_P = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d_1}{d} \right)$

⑤ $C_B = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d_1}{d} \right), C_M = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d_1}{d} \right), C_P = 1$

Ⅲ-16 下図に示すように、直径が異なる2つの円柱が組合さってできた浮体の復原性を考える。静水中では浮体は直立し、喫水は8.0mである。重心は浮体底面中心から3.0m鉛直上方の位置にあるものとする。このとき、浮体の重心上メタセンター高さとして、最も近い値はどれか。ただし、水線面の面積2次モーメントは、円の直径を D [m]、円周率を π として、 $\pi D^4 / 64$ [m⁴]と表される。



- ① 0.27m ② 0.49m ③ 0.72m ④ 1.6m ⑤ 2.2m

Ⅲ-17 船内に遊動水（自由表面を有する液体）が存在するとき、その船舶の見かけの重心高さは、遊動水がない場合より上昇する。排水容量が 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重心上昇量は次のうちどれか。

① $\frac{\rho(I+i)}{\rho' V}$ [m]

② $\frac{\rho'(I+i)}{\rho V}$ [m]

③ $\frac{\rho' i}{\rho v}$ [m]

④ $\frac{\rho' i}{\rho V}$ [m]

⑤ $\frac{\rho i}{\rho' V}$ [m]

Ⅲ-18 船が船首正面から進行してくる規則波に向かって航行する。このとき、激しい縦揺れを起こす船速 V_C [m/s] として最も適切なものはどれか。ただし、航行する海域の水深は十分に大きいものとする。また、船の縦揺れ固有周期を T_p [s]、波長を λ [m] とする。

① $V_C = \frac{\lambda}{T_p} + 1.25\sqrt{\lambda}$

② $V_C = \frac{\lambda}{T_p} - 1.25\sqrt{\lambda}$

③ $V_C = \frac{\lambda}{T_p} + 1.56\sqrt{\lambda}$

④ $V_C = \frac{\lambda}{T_p} - 1.56\sqrt{\lambda}$

⑤ $V_C = \frac{\lambda}{T_p}$

Ⅲ-19 x 軸の正方向に伝わる1次元の浅水波を考える。振幅を A [m]、波数を k [1/m]、角周波数を ω [rad/s]、時間を t [s] とすると、波形（自由表面の平衡位置からの変位） η [m] は以下のように表せる。

$$\eta = A \sin(kx - \omega t)$$

このとき、波の伝わりに伴い水粒子は周期運動を行う。水粒子の位置の x 成分は以下のように表せる。

$$x = x_0 + \frac{A}{kh} \cos(kx_0 - \omega t)$$

ここで、 h [m] は水深、 x_0 [m] は1周期間における水粒子の平均位置である。このとき、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。

水粒子の水平運動速度の位相は、波形の位相 ア 。したがって、水の層は、波頂では イ 、波底では ウ 動く。

- | | ア | イ | ウ |
|---|------------|-------|-------|
| ① | と同じである | 負の方向に | 正の方向に |
| ② | から90度ずれている | 負の方向に | 正の方向に |
| ③ | の逆である | 負の方向に | 正の方向に |
| ④ | から90度ずれている | 正の方向に | 負の方向に |
| ⑤ | と同じである | 正の方向に | 負の方向に |

Ⅲ－20 動揺する浮体に働く力に関する次の記述の□に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。

静水中の浮体に働く力は、鉛直上向きに働く浮力と鉛直下向きに働く重力である。浮体が運動している状態では、水面下の浮体表面に変動する流体圧力が働くことになる。この変動する流体圧力に基づく動的流体力を「ア」と呼び、「イ」と造波減衰力に分離される。また、波浪中の浮体表面には、浮体が存在しない場合の入射波中の圧力と、入射波が浮体により散乱させられるために生じる散乱波中の圧力の2種類の圧力が作用する。浮体による攪乱を受けないとした入射波中の変動圧力に基づく波強制力を「ウ」と呼ぶ。散乱波中の変動圧力に基づく波強制力を「エ」と呼ぶ。その他、浮体には粘性に基づく摩擦力、波浪衝撃力、係留力、風からの力、潮流力などが働く。

	ア	イ	ウ	エ
①	ラディエーション 流体力	フルード・ クリロフ力	付加慣性力	ディフラクション 流体力
②	ラディエーション 流体力	付加慣性力	フルード・ クリロフ力	ディフラクション 流体力
③	ディフラクション 流体力	付加慣性力	フルード・ クリロフ力	ラディエーション 流体力
④	ディフラクション 流体力	フルード・ クリロフ力	付加慣性力	ラディエーション 流体力
⑤	フルード・ クリロフ力	付加慣性力	ディフラクション 流体力	ラディエーション 流体力

Ⅲ－21 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。

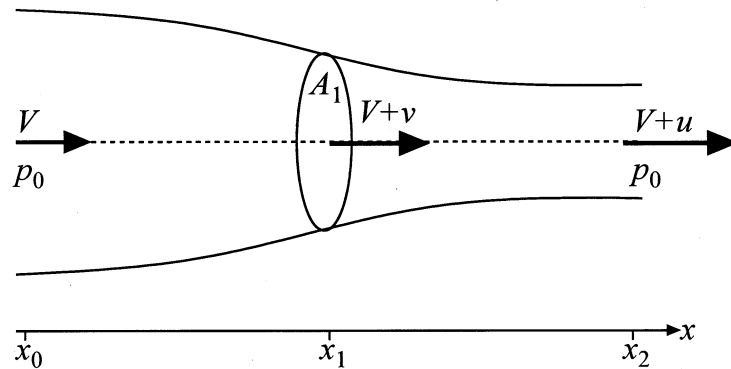
- ① 浅喫水な船は針路不安定になりやすい。
- ② 肥大船は針路不安定になりやすい。
- ③ 直進時に難がある針路不安定船は安定的な旋回ができない。
- ④ 舵は針路安定性の確保に貢献している。
- ⑤ 船尾トリムが大きくなると針路安定となる。

Ⅲ-22 下図のようなプロペラ円盤（断面積 A_1 ）が単独で作動する作動円盤理論について問う。□に入る式又は値の組合せとして適切なものはどれか。

十分に上流と見なせる位置 x_0 とプロペラ円盤の位置 x_1 においてベルヌーイの式を立てると、 $p_0 + \frac{1}{2}\rho V^2 = \text{ア}$ となる。 p_0, V はそれぞれ x_0 における圧力と流速である。 x_1 におけるプロペラ円盤直前及び直後の圧力で値が小さい方、大きい方をそれぞれ $p_1, p_1 + \Delta p$ とする。また、 x_1 における流速を $V + v$ 、十分に下流と見なせる位置 x_2 における流速を $V + u$ とする。 x_1 と x_2 との間でベルヌーイの式を立てると、

$\text{イ} = p_0 + \frac{1}{2}\rho(V + u)^2$ となる。これらのベルヌーイの式よりスラストは、

$T = \text{ウ}$ と表される。一方、流量保存則と図の流管に働くスラストと運動量の収支から $v = \text{エ} u$ という関係が得られる。



	ア	イ	ウ	エ
①	$p_1 + \Delta p + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$p_1 + \Delta p + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$\rho\left(V + \frac{u}{2}\right)A_1u$	2
②	$p_1 + \Delta p + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$p_1 + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$\rho\left(V + \frac{u}{2}\right)A_1u$	$\frac{1}{2}$
③	$p_1 + \Delta p + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$p_1 + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$\rho\left(V - \frac{u}{2}\right)A_1u$	$\frac{1}{3}$
④	$p_1 + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$p_1 + \Delta p + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$\rho\left(V + \frac{u}{2}\right)A_1u$	$\frac{1}{2}$
⑤	$p_1 + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$p_1 + \Delta p + \frac{1}{2}\rho(V + v)^2$	$\rho\left(V - \frac{u}{2}\right)A_1u$	2

Ⅲ-23 あるフルード数で模型船の抵抗試験を行ったときの抵抗は R_T であった。同一のフルード数で自航試験を行い、曳引台車が模型船を曳く力が摩擦修正 ΔR になるようにプロペラ回転数を調整し、最終的にプロペラ推力が T となった。このとき推力減少率 t として適切なものはどれか。

- ① $1 - R_T + \Delta R / T$
- ② $1 - (R_T - \Delta R) / T$
- ③ $T - R_T + \Delta R$
- ④ $R_T + \Delta R - T$
- ⑤ $1 - T / (R_T - \Delta R)$

Ⅲ-24 抵抗試験を行った結果の一部を以下の表に示した。3次元外挿法で解析するとき、形状影響係数として適切なものはどれか。

フルード数	全抵抗係数	相当平板の摩擦抵抗係数
0.101	0.00439	0.00386
0.201	0.00405	0.00342
0.302	0.00534	0.00319

- ① 0.67 ② 1.67 ③ 1.18 ④ 1.14 ⑤ 0.14

Ⅲ-25 船舶の出力と効率に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① 推力出力は推力 T と船速 V を用いて $THP = TV$ と表される。
- ② 有効出力は船体の全抵抗 R とプロペラ前進速度 v_a を用いて $EHP = Rv_a$ と表される。
- ③ 機関出力は回転数 n とプロペラトルク Q を用いて $BHP = 2\pi nQ$ と表される。
- ④ 船殻効率は推力減少率 t と有効伴流率 w を用いて $\eta_H = EHP / THP = (1-t) / (1-w)$ と表される。
- ⑤ プロペラ船後効率は伝達出力 DHP を用いて $\eta_p = DHP / THP$ で表される。

Ⅲ－26 船体に働く抵抗の低減に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 減速運転は抵抗低減に寄与しない。
- ② 摩擦抵抗を低減する方法は現在のところ知られていない。
- ③ 船型改良により船体抵抗を低減させるためには摩擦抵抗が小さくなるように注力すればよい。
- ④ 粘性圧力抵抗を低減するためには船尾に対する船型改良が有効である。
- ⑤ 抵抗係数の定義より、浸水表面積を大きくすれば船体の抵抗値を小さくすることができる。

Ⅲ-27 円柱周りの理想流体に関して、に入る式、数値、語句の組合せとして適切なものはどれか。

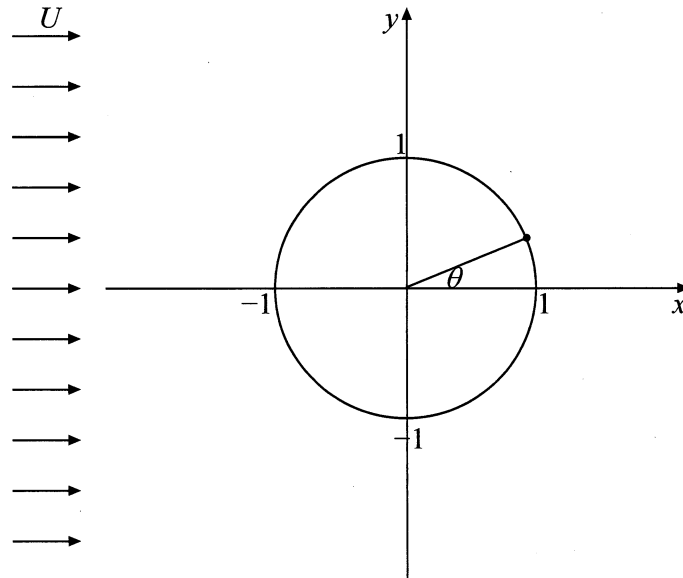
図のような円柱の半径を1，無限遠方の流速を U とすると，円柱の中心を原点とした極座標で偏角 $\theta(0 \leq \theta < 2\pi)$ での円柱表面の流速 v_θ は

$$v_\theta = -2U \sin \theta$$

と表すことができる。無限遠方の圧力を0とすれば，円柱表面の圧力係数 C_p は

$$C_p = \frac{p}{\frac{1}{2}\rho U^2} = \text{ア}$$

となる。ここで p は円柱表面の圧力， ρ は流体の密度である。この圧力係数が最も大きいのは $\theta = \text{イ}$ のときである。また，この円柱に抵抗力がかからないことをという。



- | | ア | イ | ウ |
|---|-------------------|----------|---------------|
| ① | $1-4\sin^2\theta$ | $0, \pi$ | ダランベールのパラドックス |
| ② | $1-4\sin^2\theta$ | π | ダランベールのパラドックス |
| ③ | $1-4\sin^2\theta$ | π | 滑りなし条件 |
| ④ | $1-2\sin^2\theta$ | $0, \pi$ | ダランベールのパラドックス |
| ⑤ | $1-2\sin^2\theta$ | π | 滑りなし条件 |

Ⅲ－28 CFD (Computational Fluid Dynamics : 数値流体力学) は船舶の抵抗・推進性能, 操縦性能, 耐航性能の評価に使われている。CFDに関する次の記述のうち, 不適切なものはどれか。

- ① 一般的に, 格子幅を小さくすると空間離散化による誤差は小さくなる。
- ② 計算格子は細かさや滑らかさなどの点で適切な品質を有するものを使う必要がある。
- ③ 船体から遠方境界まで十分な距離を有する広い計算領域を設定する必要がある。
- ④ 現在, 船舶海洋工学ではレイノルズ平均ナビエ・ストークス方程式 (RANS) を支配方程式にする手法がよく使われる。
- ⑤ レイノルズ平均ナビエ・ストークス方程式を用いたCFDには乱流モデルは不要である。

Ⅲ－29 口径85.0mm, 行程80.0mmの4気筒4サイクルディーゼル機関を3000rpmで運転した。各シリンダの図示平均有効圧力が何れも1100kPaである場合, このディーゼル機関の図示出力として最も近い値はどれか。

- ① 12.5kW ② 25.0kW ③ 49.9kW ④ 99.9kW ⑤ 200kW

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 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 燃料噴射開始後, 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 ディーゼルノックは着火遅れにより, 発生する。
- ④ ディーゼルノックは機関が高速になるほど発生しにくくなる。
- ⑤ セタン価が高い燃料ほど, 着火性がよく着火遅れが短い。

Ⅲ-31 ディーゼル機関における窒素酸化物 (NO_x) の生成と、その低減対策に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① NO_xは、その生成メカニズムや窒素の起源によって、サーマルNO_x、フューエルNO_x、プロンプトNO_xに分けられ、ディーゼル機関におけるNO_xの90%以上はサーマルNO_xで占められる。サーマルNO_xは1300℃以上の火炎帯後流でシリンダ内空気の窒素分から生成する。
- ② 希薄予混合燃焼は、燃焼用空気を二段階に分けて供給することで燃焼温度を抑えてNO_xの生成を抑制する燃焼方法であり、一段階目では燃料過濃燃焼を行い、二段階目で二次空気を送って完全燃焼させる。
- ③ 排気ガス再循環は、燃焼室から排出した燃焼ガスの一部を再び燃焼室内に取り入れて酸素濃度と燃焼温度を低下することによりNO_xの生成を抑制する方法であり、低い燃費悪化率でNO_xを低減できる。
- ④ 液体燃料に水と少量の界面活性剤を混ぜて乳化した水エマルジョン燃料を用いた燃焼法では、水の蒸発によって燃焼温度が低下することでNO_xの生成が抑制されるとともに、燃料液滴の微粒化や空気との混合促進効果が得られる。
- ⑤ 機関を出た後の排ガス中に含まれるNO_xを低減する方法の1つとして、選択接触触媒還元脱硝がある。この方法のNO_xの還元剤としてはアンモニア水や尿素などが用いられ、触媒には活性成分であるバナジウムやタンゲステンなどを添加した二酸化チタンが用いられる。この方法を用いた装置の稼動温度は350℃前後が望ましい。

Ⅲ-32 水平に設置された内径100mmの滑らかな円管内に密度800kg/m³の油を平均流速1.0m/sで供給している。この場合の直管部長さ100m当たりの圧力損失として最も近い値はどれか。なお、管摩擦係数は0.10とする。

- ① 40kPa ② 4.0kPa ③ 5.1kPa ④ 0.51kPa ⑤ 5.1×10^{-2} kPa

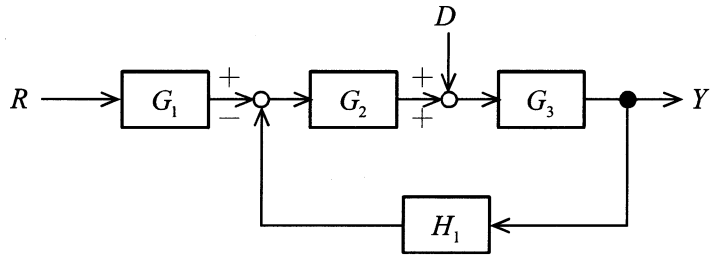
Ⅲ-33 流量測定法に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① タービンメータは、軸流型の翼車流量計の1つであり、管路内に設置したタービンの回転数を検知することで体積流量を求める。清浄な気体及び液体に適用可能であり、利点として測定の再現性が高いこと、比較的小型で大流量の測定が可能なこと、測定範囲が広いことなどが挙げられる。
- ② 電磁流量計は、磁界中を導電性の物体が移動すると起電力が発生するというファラデーの法則を利用した流量計である。特徴として、流体の物性の影響を受けずに体積流量を測定できる、圧力損失が生じない、応答性が高いなどが挙げられるが、導電性をほぼ持たない純水、油や気体の流れに対しては測定ができない。
- ③ 面積流量計は、鉛直に設置した透明なテーパ管の中に浮子を封入して流量を測定する方式である。浮子は下方から流入する流体の力で上昇し、流体力と重力が平衡する位置で静止する。この静止位置の目盛りを読むことで流量を求める。測定対象の流体の密度が目盛り付けに用いられている基準条件と異なる場合は誤差を生じる。
- ④ コリオリ流量計は、U字形管路を振動させ、内部の流体に働くコリオリ力によるU字形管路のねじれを検出し、ねじれの大きさから流量を求める。この方法は流体の物性値に関係なく質量流量を高精度で求めることができ、また、圧力損失が小さいことから比較的小型で大流量の測定が可能である。
- ⑤ 超音波流量計は、移動する流体中を伝わる超音波の伝搬速度を利用した流量計であり、音波伝搬時間の変化を利用する方式と反射波のドップラーシフトを利用する方式がある。特徴として、圧力損失が生じない、測定範囲が広いなどが挙げられるが、流路内の流速分布が偏っていると誤差を生じる。

Ⅲ-34 ポンプに関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① うず巻きポンプや軸流ポンプは、起動時に呼び水を必要とする。
- ② うず巻きポンプは、軸流ポンプに比べて高効率を得られる吐出量の範囲が狭い。
- ③ 回転ポンプは容積形ポンプに、軸流ポンプやうず巻きポンプは非容積形ポンプに分類される。
- ④ イモポンプの利点の1つは、揚液可能粘度が広範囲であり、効率は80%前後になることである。
- ⑤ すべり羽根ポンプの利点の1つは、羽根が摩耗しても圧力が低下しないことである。

Ⅲ-35 下図はフィードバック制御系のブロック線図である。ここで R は目標値信号を、 D は外乱信号を表しており、ブロック内の G_1 , G_2 , G_3 , H_1 で表されている記号は伝達要素である。出力信号である制御量 Y までの伝達特性を表す式として適切なものはどれか。



- ① $Y = (G_1 G_2 G_3 D + G_3 R) / (1 + G_2 G_3 H_1)$
- ② $Y = (G_1 G_2 G_3 R + G_3 D) / (1 + G_2 G_3 H_1)$
- ③ $Y = (G_2 G_3 D + G_3 R) / (1 + G_1 G_2 G_3 H_1)$
- ④ $Y = (G_2 G_3 R + G_3 D) / (1 + G_1 G_2 G_3 H_1)$
- ⑤ $Y = (G_1 G_2 D + G_3 R) / (1 + G_1 G_2 G_3 H_1)$