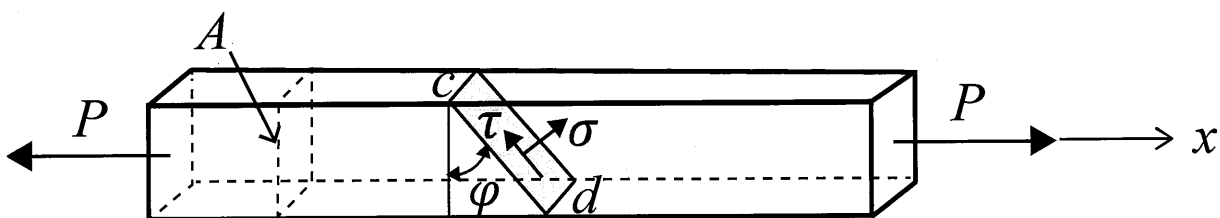


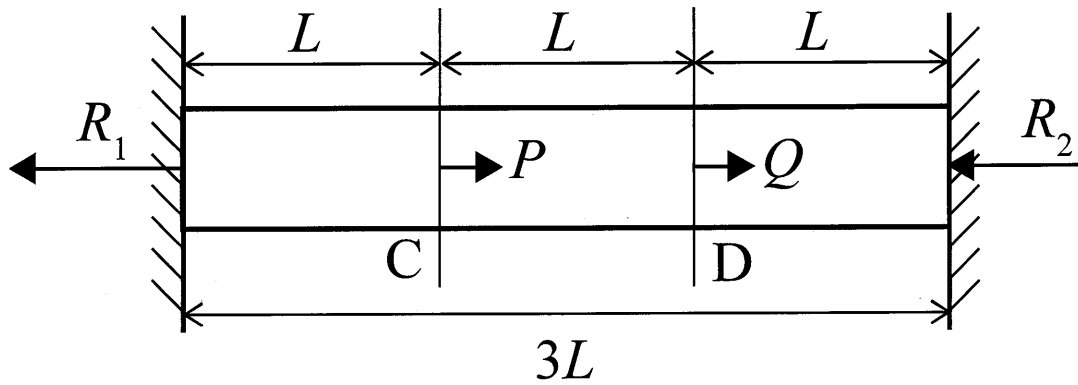
Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 下図に示す、軸方向 (x 方向) に引張荷重 P を受ける横断面積 A の一様な棒がある。棒の垂直断面と角度 φ をなす傾斜断面 $c-d$ に生じる垂直応力 σ とせん断応力 τ の組合せとして、最も適切なものはどれか。なお、垂直応力 σ とせん断応力 τ の方向は下図に示す矢印の方向を正とする。また、傾斜断面 $c-d$ の法線ベクトルは垂直応力 σ の方向とする。



- ① $\sigma = \frac{P}{A} \cos \varphi$ $\tau = 0$
- ② $\sigma = \frac{P}{A} \cos \varphi$ $\tau = -\frac{P}{A} \sin \varphi$
- ③ $\sigma = \frac{P}{A} \cos^2 \varphi$ $\tau = -\frac{P}{A} \sin \varphi \cos \varphi$
- ④ $\sigma = \frac{P}{A} \sin \varphi \cos \varphi$ $\tau = -\frac{P}{A} \sin \varphi \cos \varphi$
- ⑤ $\sigma = \frac{P}{A} \sin \varphi \cos \varphi$ $\tau = -\frac{P}{A} \sin^2 \varphi$

Ⅲ-2 下図に示す、剛体壁に両端が固定された長さ $3L$ の一様な弾性棒がある。この弾性棒の断面 C, D にそれぞれ軸力 P 及び Q を図の方向に作用させる。剛体壁に生じる反力 R_1, R_2 の組合せとして、最も適切なものはどれか。なお、剛体壁に生じる反力 R_1, R_2 の方向は下図に示す矢印の方向を正とする。



- ① $R_1 = P$ $R_2 = Q$
- ② $R_1 = 2Q - P$ $R_2 = 2P - Q$
- ③ $R_1 = \frac{P+Q}{2}$ $R_2 = \frac{P+Q}{2}$
- ④ $R_1 = \frac{2P+Q}{3}$ $R_2 = \frac{P+2Q}{3}$
- ⑤ $R_1 = \frac{Q-2P}{3L}$ $R_2 = \frac{P-2Q}{3L}$

Ⅲ-3 下図に示す、直径 d の円形断面の円の中心 G を通り紙面に垂直な軸に関する断面二次極モーメント I_p と、この軸に直交する x 軸に関する断面二次モーメント I_x の組合せとして、最も適切なものはどれか。

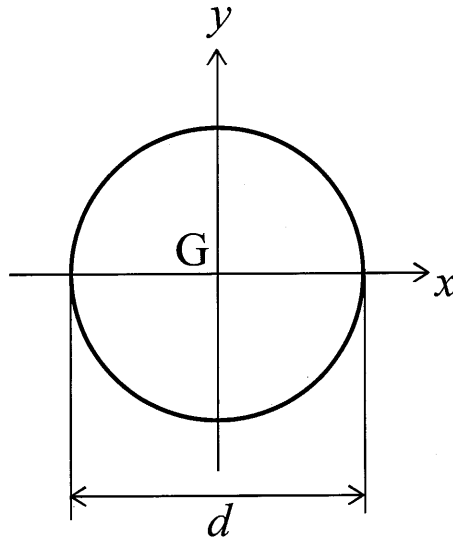
① $I_p = \frac{\pi d^4}{32}$ $I_x = \frac{\pi d^4}{64}$

② $I_p = \frac{3\pi d^4}{32}$ $I_x = \frac{3\pi d^4}{64}$

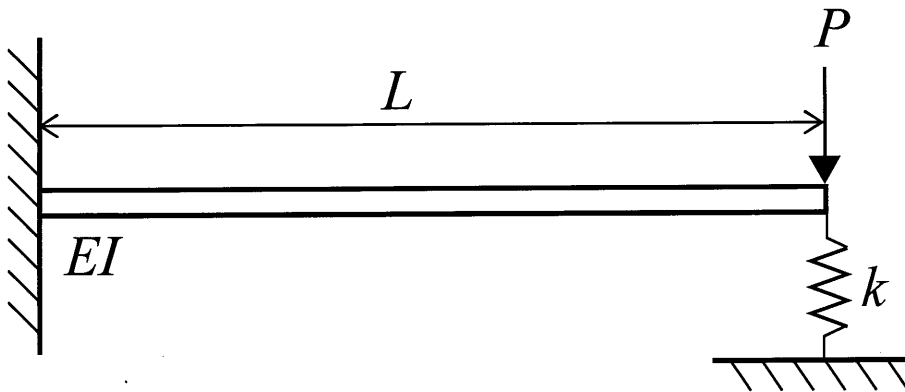
③ $I_p = \frac{\pi d^4}{12}$ $I_x = \frac{\pi d^4}{36}$

④ $I_p = \frac{\pi d^4}{6}$ $I_x = \frac{\pi d^4}{12}$

⑤ $I_p = \frac{\pi d^4}{12}$ $I_x = \frac{\pi d^4}{24}$



Ⅲ-4 下図に示す、長さ L の片持ち梁の自由端をバネ定数 k のバネで支持したうえで荷重 P を作用させた。この梁の自由端の変位 δ として、最も適切なものはどれか。ただし、梁の曲げ剛性を EI とする。



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

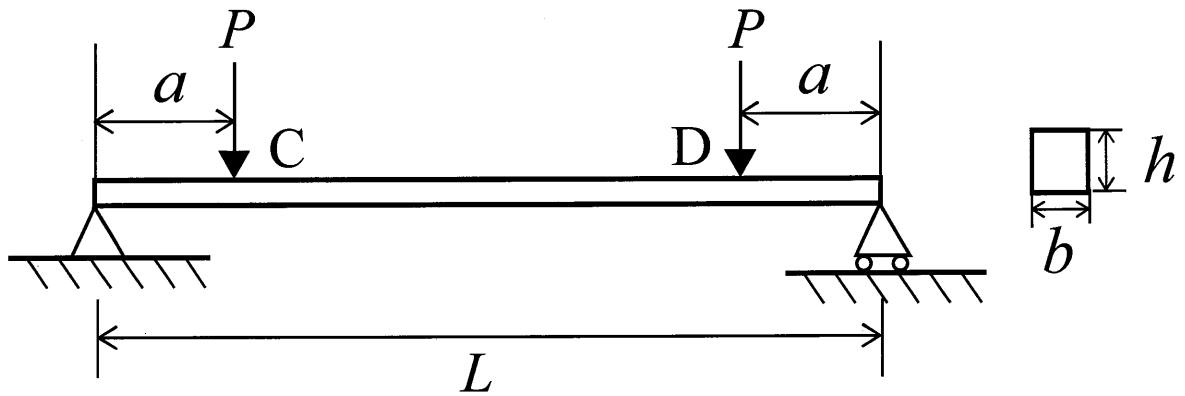
② $\delta = \frac{PL^3}{3EI + kL^3}$

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

④ $\delta = \frac{PL^3}{6EI - kL^3}$

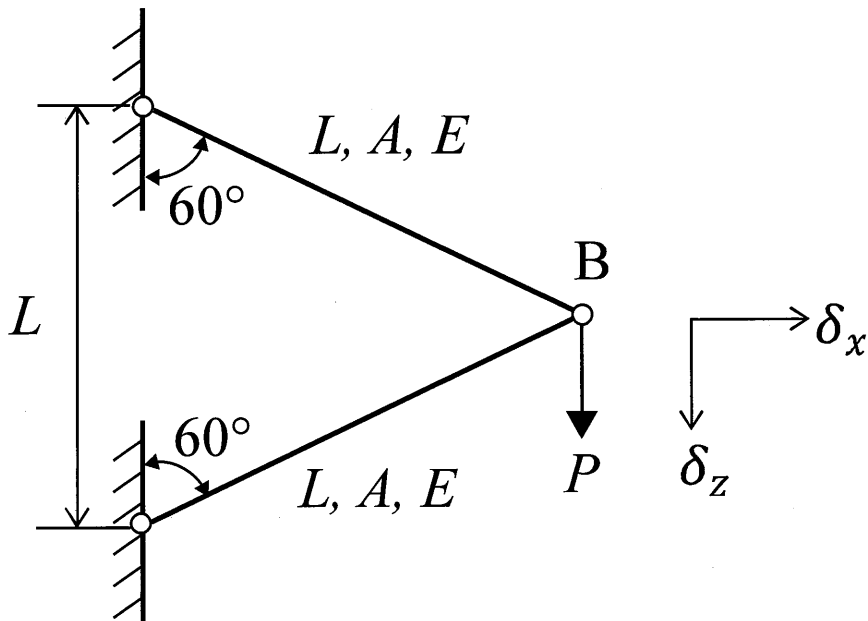
⑤ $\delta = \left(\frac{EI}{L^3} + \frac{1}{k} \right) P$

Ⅲ-5 下図に示す、高さ h 、幅 b の矩形断面を持つ長さ L の単純支持梁の C、D の位置に荷重 P を図の方向に作用させる。梁に生じる最大曲げ応力 σ_{max} として、最も適切なものはどれか。



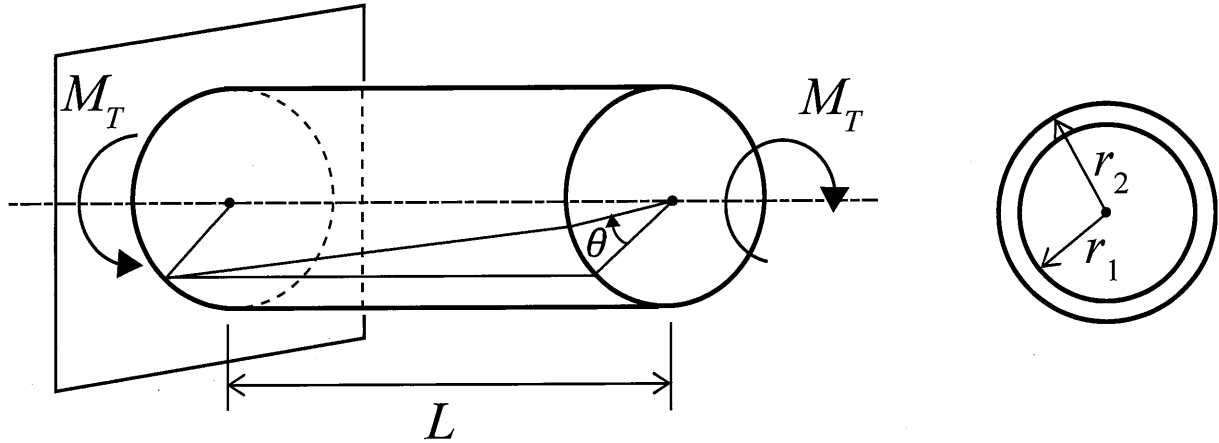
- ① $\sigma_{max} = \frac{3P}{2bh}$
- ② $\sigma_{max} = \frac{bh^2}{6Pa}$
- ③ $\sigma_{max} = \frac{12PaL}{bh^3}$
- ④ $\sigma_{max} = \frac{6Pa}{bh^2}$
- ⑤ $\sigma_{max} = \frac{2PaL}{3bh}$

Ⅲ-6 下図に示す、長さ L 、断面積 A 、縦弾性係数 E の等しい2本の棒部材からなるトラス構造において、節点 B に垂直荷重 P が図の方向に作用する。節点 B に生じる鉛直方向変位 δ_z と、水平方向変位 δ_x の組合せとして、最も適切なものはどれか。なお、鉛直方向変位 δ_z と、水平方向変位 δ_x の方向は下図に示す矢印の方向を正とする。



- ① $\delta_z = \frac{2PL}{EA}$ $\delta_x = 0$
- ② $\delta_z = \frac{\sqrt{3}PL}{4EA}$ $\delta_x = 0$
- ③ $\delta_z = \frac{2PL}{EA}$ $\delta_x = \frac{3PL}{2EA}$
- ④ $\delta_z = \frac{PL}{EA}$ $\delta_x = 0$
- ⑤ $\delta_z = \frac{\sqrt{3}PL}{4EA}$ $\delta_x = \frac{3PL}{2EA}$

Ⅲ-7 下図に示す、長さ L の中空丸棒（内半径 r_1 、外半径 r_2 ）にねじりモーメント M_T が作用している。この中空丸棒に生じるねじれ角 θ として、最も適切なものはどれか。ここで、せん断弾性係数を G とする。



① $\theta = \frac{M_T(r_2 - r_1)}{\pi L(r_2^3 - r_1^3)G}$

② $\theta = \frac{2M_T L}{\pi(r_2^4 - r_1^4)G}$

③ $\theta = \frac{2M_T}{\pi L(r_2^3 - r_1^3)G}$

④ $\theta = \frac{32(r_2 - r_1)M_T}{\pi(r_2^4 - r_1^4)G}$

⑤ $\theta = \frac{32M_T L}{\pi(r_2^4 - r_1^4)G}$

Ⅲ－８ 次の記述において、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

船の全体的強度は、近似的に船を梁あるいは軸のような棒状体と仮定して検討することができる。このような梁あるいは軸は両端でであり、である。したがって、船に破損が生じても全体としての応力分布にはほとんど影響がないので、破損が広範囲に進展して致命的な事故につながる可能性がある。それゆえ、船の強さを考えるとき、全体的強度が第一にとりあげられなければならない。船を1個の梁とみなし、これが曲げをうけるときの強さを強度といい、このとき船を船体梁あるいは船体桁ということがある。船を軸とみなして、これがをうけるときの強さを強度という。これはコンテナ船のように大きな開口を持つ船で重要になる。

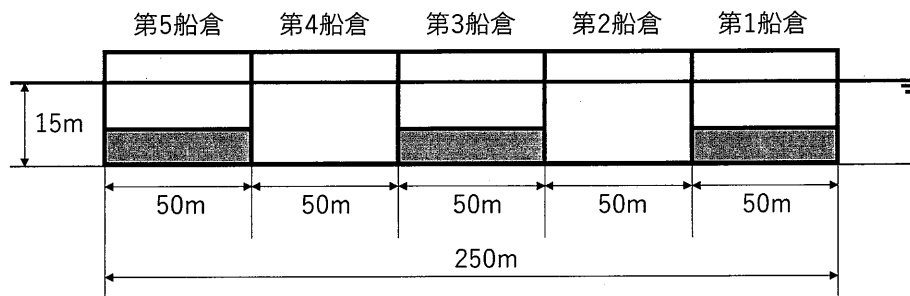
- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|----|-------|---|----|
| ① | 固定 | 静定構造 | 縦 | 振り |
| ② | 固定 | 不静定構造 | 横 | 引張 |
| ③ | 自由 | 静定構造 | 縦 | 振り |
| ④ | 自由 | 不静定構造 | 横 | 引張 |
| ⑤ | 自由 | 不静定構造 | 縦 | 振り |

Ⅲ－９ 直径 1.0×10^{-2} m、長さ1.0mの円柱がある。両端固定条件のとき、オイラーの座屈荷重として、最も近い値はどれか。ただし、この柱の縦弾性係数（ヤング率）を $E = 2.0 \times 10^2$ GPaとする。

- ① 3.9×10^3 N
- ② 9.7×10^2 N
- ③ 2.4×10^2 N
- ④ 1.9×10^3 N
- ⑤ 4.8×10^3 N

Ⅲ-10 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船倉のみに密度 $5000\text{kg}/\text{m}^3$ の貨物を積み、喫水15mで密度 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ の清水に浮いている。次の記述について、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の大きさはアとなり、静水中最大縦曲げモーメントは、左端及び右端からイの位置に発生し、この箱船はウになっている。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 $9.8\text{m}/\text{s}^2$ とする。



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

Ⅲ-11 半径 r ，肉厚 t の薄肉円筒形の密閉容器がある。この容器が内圧 p を受ける場合、この円筒部分に生じる円周方向の引張応力と、円筒長手軸方向の引張応力の近似式の組合せとして、最も適切なものは次のうちどれか。ただし、 $t \ll r$ である。

① 円周方向の応力 $= \frac{2pr}{t}$ ，軸方向の応力 $= \frac{\pi pr}{2t}$

② 円周方向の応力 $= \frac{pr}{2t}$ ，軸方向の応力 $= \frac{pr}{2t}$

③ 円周方向の応力 $= \frac{pr}{t}$ ，軸方向の応力 $= \frac{\pi pr}{2t}$

④ 円周方向の応力 $= \frac{pr}{t}$ ，軸方向の応力 $= \frac{pr}{2t}$

⑤ 円周方向の応力 $= \frac{pr}{2t}$ ，軸方向の応力 $= \frac{pr}{t}$

Ⅲ-12 ある鋼材に応力振幅 300MPa で 2000 回、400MPa で 400 回の繰り返し応力を与えた。さらに、応力振幅を 500MPa まで上げて繰り返し応力を加えたとき、破断に至るまでの繰り返し数として、最も適切なものはどれか。ただし、応力振幅を S ，破断に至るまでの繰り返し数を N として、 $S-N$ 曲線は $S = -100 \log_{10} N + 700$ で表され、鋼材の累積損傷による破断は、マイナー則に従うものとする。

- ① 20 ② 40 ③ 100 ④ 250 ⑤ 600

Ⅲ-13 質点とばね，ダッシュポットからなる1自由度減衰系の調和外力による強制振動について考える。時刻 t における質点の変位を $x(t)$ とする。この質点の運動方程式が，

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = A\cos \omega t$$

と表せるとき，以下の記述のうち，最も不適切なものはどれか。ここで， m は質点の質量， c は減衰係数， k はばね定数， ω は調和外力の角周波数， A は外力の振幅であり， $c < 2\sqrt{mk}$ の場合を考える。

① 調和外力の角周波数が $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ 付近では，振動の振幅が大きくなる現象が見られる。

これを共振という。

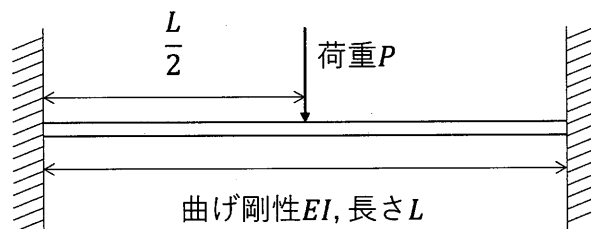
② $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ とし，振動が共振するときの角周波数を ω_p とすると， $\omega_p < \omega_0$ となる。

③ 振動が定常状態になったとき，調和外力によるエネルギーは系に供給されず，ダッシュポットによって散逸するエネルギーがゼロになる。

④ この系の減衰係数のみを変化させたとき，減衰係数が大きくなれば，振動が定常状態になったときの振幅は小さくなる。

⑤ この振動の過渡状態では，系の自由振動の影響が観測されるが，自由振動の影響は時間とともに減衰し，定常状態では一定振幅の振動となる。

Ⅲ-14 図のように曲げ剛性 EI ，長さ L の両端固定はりの中央に荷重 P が作用しているとき，荷重点のたわみとして，最も適切なものはどれか。

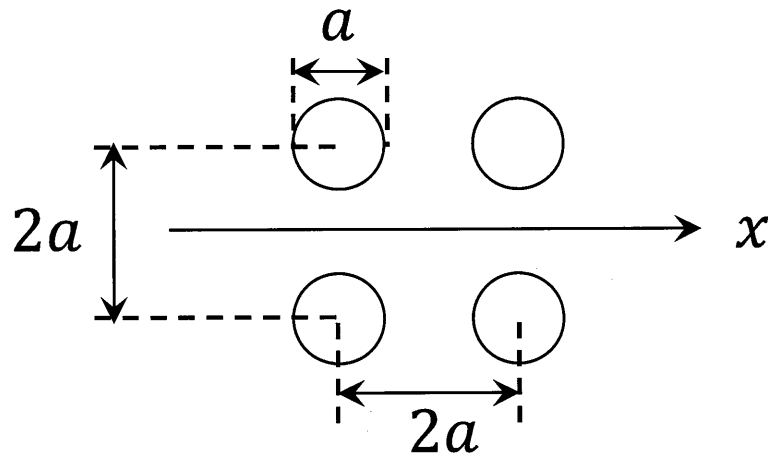


- ① $\frac{PL^3}{192EI}$ ② $\frac{PL^3}{96EI}$ ③ $\frac{PL^3}{48EI}$ ④ $\frac{PL^3}{24EI}$ ⑤ $\frac{PL^3}{12EI}$

Ⅲ-15 実用的な船舶の形状影響係数の傾向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、船の長さを L 、幅を B 、喫水を d 、排水容積を ∇ 、方形係数を $C_B = \nabla / (LBd)$ 、船の喫水線下の中央横断面積を A_m 、中央横切面積係数を $C_m = A_m / (Bd)$ とする。

- ① 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。
- ② 幅喫水比 B/d が大きいほど形状影響係数は大きい。
- ③ 方形係数 C_B が大きいほど形状影響係数は小さい。
- ④ 長さ幅比 L/B が大きいほど形状影響係数は大きい。
- ⑤ 排水容積長さ比 ∇/L^3 が大きいほど形状影響係数は小さい。

Ⅲ-16 下図のような水線面を持つ、デッキ構造物と直径 a の円柱4つの下部構造物で構成される剛体の浮体を考える。ただし、デッキ構造物は水面から十分に高いところにあるものとする。この浮体の喫水は $a/2$ である。浮体が x 軸まわりに傾斜するとき、 \overline{BM} (浮心 B からメタセンター M までの距離) を表す式として、最も適切なものはどれか。



- ① $\frac{1}{8}a$
- ② $\frac{17}{32}a$
- ③ $2a$
- ④ $\frac{17}{8}a$
- ⑤ $\frac{17}{2}a$

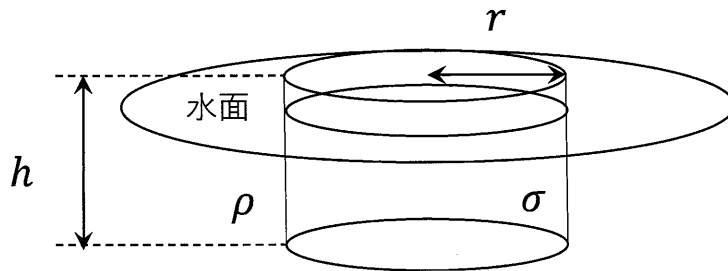
Ⅲ-17 船体の6自由度の運動のうち、静水圧による復原力を有するものの組合せとして、最も適切なものはどれか。

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

Ⅲ-18 図のように半径 r ，高さ h ，密度 σ の一様円柱が，密度 ρ の液体中に円柱の中心軸を鉛直にして浮かんでいる。この円柱が，浮面心を通る水平軸まわりに微小傾斜した状況を考える。 σ と ρ の比， r と h の比は次のように与えられているものとする。

$$\frac{\sigma}{\rho} = \frac{4}{5}, \quad \frac{r}{h} = \frac{4}{5}$$

この円柱の重心を G ，メタセンターを M と表すとき，メタセンター高さ \overline{GM} を h を用いて表す式として，最も適切なものはどれか。



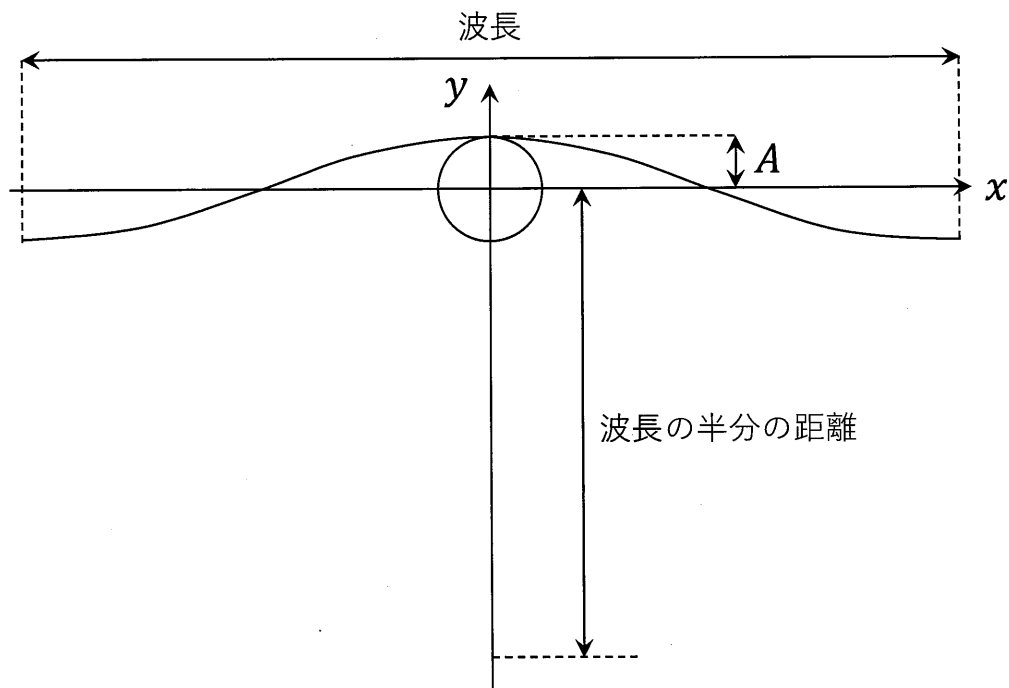
- ① $-\frac{7}{10}h$
- ② $-\frac{7}{80}h$
- ③ 0
- ④ $\frac{1}{10}h$
- ⑤ $\frac{11}{10}h$

Ⅲ-19 下図のように、水面上のある点を原点として、平均水面に沿って x 軸，鉛直上方を正の方向として y 軸をとる。波による水の運動は周期的と考えられるため，水とともに動く 1 点の座標 (x, y) の 1 周期間での平均値を (x_0, y_0) とする。微小振幅波理論では，深水波を仮定すると，水とともに動く 1 点の座標 (x, y) は，水面波の振幅を A ，波数を k ，角周波数を ω ，時間を t として，以下の式で近似される。

$$x = x_0 + Ae^{ky_0} \cos(kx_0 - \omega t)$$

$$y = y_0 + Ae^{ky_0} \sin(kx_0 - \omega t)$$

このとき，水粒子の運動軌跡はほぼ円軌道となる。水面から鉛直下方への距離が波長の半分の距離と等しい位置における円軌道の半径の，水面での円軌道の半径に対する比を表す式として，最も適切な式はどれか。



- ① 0 ② $e^{-2\pi}$ ③ $e^{-\pi}$ ④ $e^{\frac{\pi}{2}}$ ⑤ $e^{\frac{\pi}{4}}$

Ⅲ-20 横揺れに対する \overline{GM} （重心 G からメタセンター M までの距離）が3.0mである船の横揺れ固有周期が10秒であった。この船の付加慣性モーメントを含んだ場合の慣動半径に最も近い値はどれか。ただし、重力加速度 g は 9.8m/s^2 、円周率 π は3.14とする。

- ① 3.4m ② 6.8m ③ 8.6m ④ 13.7m ⑤ 17.3m

Ⅲ-21 船の旋回性能を向上させるための方法として、最も不適切なものはどれか。

- ① 船の長さを L 、船の喫水を d とすると、 Ld に対する舵の面積の比を大きくする。
② 船体と舵との間隔を大きくすることにより、舵力増加係数を大きくする。
③ 舵のアスペクト比を大きくすることや、舵下端に端板を設けることにより、舵直圧力勾配係数を大きくする。
④ 舵への流入速度を大きくする。
⑤ 針路安定性指数を小さくする。

Ⅲ-22 プロペラの回転によってプロペラ付近の船体表面に生じる周期的な変動水圧を船尾変動圧力と呼ぶ。船尾変動圧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 船尾変動圧力は翼振動数（翼数×回転数）の整数倍の周波数で発生する。
② 船尾変動圧力はキャビテーションの発生量そのものより、その非定常な体積変化の影響を強く受ける。
③ 船尾変動圧力のうち1次翼振動成分は、特にチップボルテックスキャビテーションの影響を強く受ける。
④ 船尾変動圧力を軽減するためのプロペラとしてハイスキュープロペラがあるが、高次翼振動成分を増加させる場合がある。
⑤ 船尾変動圧力はチップクリアランスを増加させることで効果的に軽減できる。

Ⅲ-23 直径0.200mのプロペラを用いてプロペラ単独試験を行い、スラスト係数 K_T が前進係数 J の2次関数を用いて次のように表された。

$$K_T = -0.1J^2 - 0.2J + 0.4$$

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：10.0 rps

スラスト係数：0.200

船速：2.092 m/s

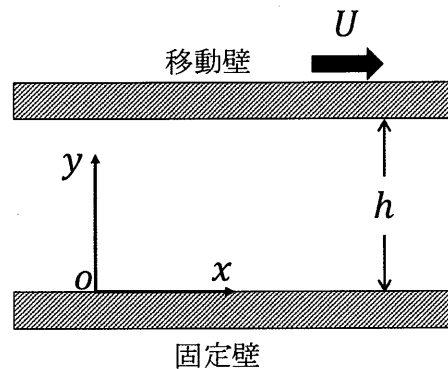
このとき、スラスト一致法を用いて求めた有効伴流率に最も近い値はどれか。

- ① 0.25 ② 0.30 ③ 0.35 ④ 0.40 ⑤ 0.45

Ⅲ-24 下図に示すように間隔 h の平行平面壁があり、平行壁の一方は静止（固定壁）、他方は速度 U で移動している（移動壁）ときに生じる定常流を考える。流体は粘性流体であり、流れは層流とする。ここで、固定壁面上に原点 o を持ち、 x が壁面に平行となる2次元直交座標系 $o-xy$ を導入する。 x 軸方向の流速成分を u とするとき、流れは定常、かつ平行流であることから、流体の x 軸方向の運動方程式は、以下の式で表される。

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

ここで p 、及び μ はそれぞれ、平行平面壁間の流場の圧力、及び流体の粘性係数を表す。なお、 p は x のみの関数で表せる。 $y = 0$ のとき $u = 0$ 、 $y = h$ のとき $u = U$ であることから、 x 軸方向の流速成分 u の y 軸方向分布 $u(y)$ を求めることができる。

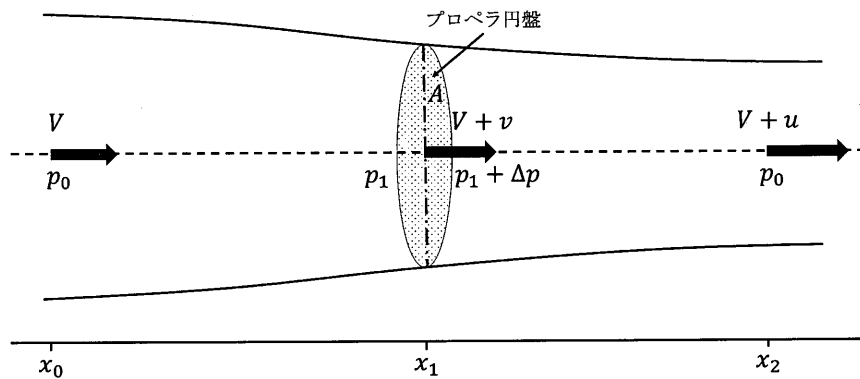


次のうち、 $u(y)$ を表す式として、正しいものはどれか。

- ① $u(y) = \frac{U}{h} y$
- ② $u(y) = \frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} y^2$
- ③ $u(y) = \frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} y^2 - \frac{h}{2\mu} \frac{dp}{dx} y$
- ④ $u(y) = \frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} y^2 + \left(\frac{U}{h} - \frac{h}{2\mu} \frac{dp}{dx} \right) y$
- ⑤ $u(y) = -\frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} y^2 + \left(\frac{U}{h} + \frac{h}{2\mu} \frac{dp}{dx} \right) y$

Ⅲ-25 下図のように、プロペラをプロペラ円盤（断面積 A ）に置き換え、単独で作動する場合について考える。□に入る式又は値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

十分に上流と見なせる位置を x_0 、プロペラ円盤の位置を x_1 、十分に下流と見なせる位置を x_2 とする。 x_0 における流速を V 、圧力を p_0 とする。 x_1 における流速を $V+v$ 、プロペラ円盤上流側の圧力を p_1 、下流側の圧力を $p_1 + \Delta p$ とする。 x_2 における流速を $V+u$ 、圧力を p_0 とする。 p_0 は図の流管の周囲圧に等しい。流体の密度を ρ とし、 x_0 とプロペラ円盤上流側についてベルヌーイの式を立てると $p_0 + \frac{1}{2}\rho V^2 = \text{ア}$ となり、プロペラ円盤下流側と x_2 について同様に式を立てると $\text{イ} = p_0 + \frac{1}{2}\rho(V+u)^2$ となる。また、 ア と イ の関係からスラスト $\Delta p A = \text{ウ}$ と表され、運動量の収支から $v = \text{エ} u$ が得られる。



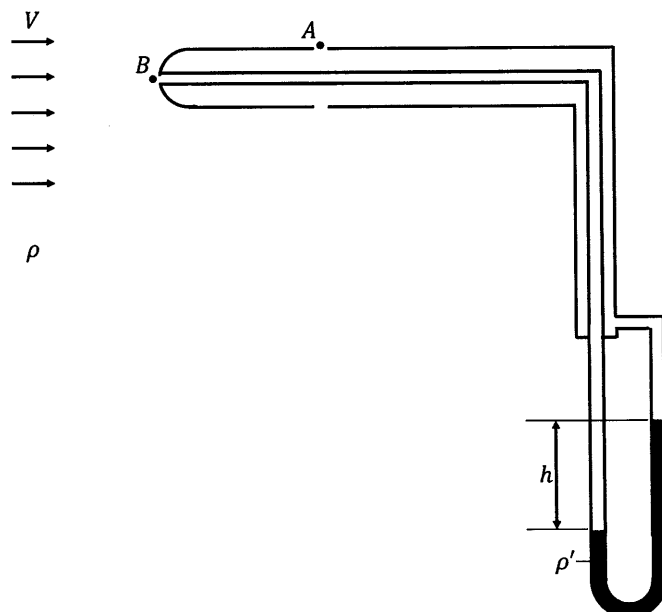
	ア	イ	ウ	エ
①	$p_1 + \frac{1}{2}\rho(V+v)^2$	$p_1 + \Delta p + \frac{1}{2}\rho(V+v)^2$	$\rho\left(V - \frac{u}{2}\right)Au$	2
②	$p_1 + \frac{1}{2}\rho(V+v)^2$	$p_1 + \Delta p + \frac{1}{2}\rho(V+v)^2$	$\rho\left(V + \frac{u}{2}\right)Au$	$\frac{1}{2}$
③	$p_1 + \Delta p + \frac{1}{2}\rho(V+v)^2$	$p_1 + \frac{1}{2}\rho(V+v)^2$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

Ⅲ-26 プロペラ性能推定法としての渦理論，及びCFDに関する記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① 無限翼数理論はプロペラ翼断面の細かい変化等は捉えられないが，プロペラ周りの流れを平均的に捉えることができ，船体推進性能解析で有用である。
- ② 揚力線理論は半径方向の最適循環分布を扱うには有用であるが，翼弦方向の翼面圧力分布の解析はできない。
- ③ 揚力面理論は翼幅の広い船用プロペラにおいて，翼面圧力分布が実用精度で解析できるが，伴流中で作動する非定常プロペラの解析はできない。
- ④ 揚力体理論は翼表面上の圧力分布を直接計算することが可能であり，パネル法ないし境界要素法と呼ばれ，ポテンシャル理論としては最も進んだ解法である。
- ⑤ CFDは粘性影響，尺度影響の考慮，プロペラ形状の正確なモデリングが可能であり，キャビテーションシミュレーションも積極的に進められている。

Ⅲ-27 ピトー静圧管を用いて流速を計測する。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 A と B の位置の圧力差をU字管内の液柱表面の高さの h から測定する。空気の密度 $\rho = 1.30\text{kg/m}^3$ ，U字管内の液体の密度 $\rho' = 1000\text{kg/m}^3$ ， h が 130mm であるとき，空気の流速に最も近い値はどれか。ただし，補正係数は考慮しないでよいものとする。

- ① 0.06 m/s
- ② 1.60 m/s
- ③ 22.1 m/s
- ④ 31.3 m/s
- ⑤ 44.3 m/s



Ⅲ-28 抵抗試験の解析法である3次元外挿法によると、全抵抗係数 C_{tm} 、平板の摩擦抵抗係数 C_{fm} 、形状影響係数 K 、造波抵抗係数 C_w の関係は次式で表される。

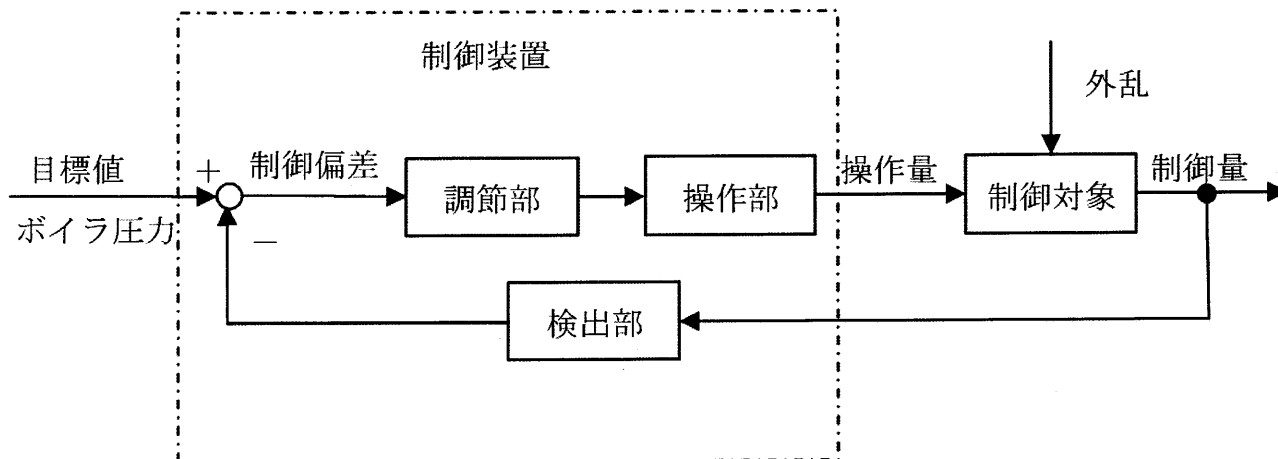
$$C_{tm} = (1 + K)C_{fm} + C_w$$

造波抵抗係数 C_w がフルード数 F_n の4乗に比例する($C_w = aF_n^4$)と仮定して、形状影響係数 K を求めることを考える。抵抗試験を行った結果、仮定が成り立つことが確認できたので、代表的な値として下表の結果を取り上げた。この結果を用いたとき、 K の値として、最も適切なものはどれか。

F_n^4/C_{fm}	C_{tm}/C_{fm}
0.23	1.246
0.41	1.282

- ① 0.16 ② 0.18 ③ 0.20 ④ 0.22 ⑤ 0.24

Ⅲ-29 比較的容量の大きいボイラの自動燃焼制御（ACC）の基本はフィードバック制御である。下図にその基本構成要素を表したブロック図を示し、ACCとの関係を説明する。これに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



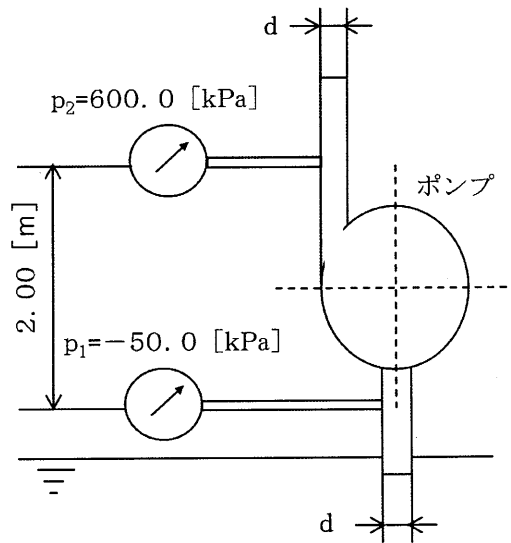
- ① 調節部（出力演算器ともいう）は、人間の頭脳に当たる部分で、コントローラである。設定圧力（目標値）と検出圧力を比較し、その電気信号に偏差があれば、調節部で偏差をなくすような信号を出す。
- ② 操作部は、人間の手に相当する部分で、検出部からの信号で送風機入口ベーンや燃料制御弁の開度、あるいは電動機の回転数を変え、燃料及び空気の流量を変える。
- ③ 制御対象は、ボイラで、制御量はボイラ圧力（補助ボイラではボイラ出口圧力）である。
- ④ 外乱は、ボイラの蒸気圧力を乱そうとする外的作用で、ボイラの負荷である。
- ⑤ 検出部は、人間にたとえると目に相当し、ボイラの蒸気圧力を検出器により変位に変換し、その変位を電気信号に変換する。

Ⅲ-30 測定装置及びその運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 バイメタル温度計は、熱膨張率が異なる2枚の金属片を貼り合わせたものである。温度の変化によって曲がり方が変化する性質を利用して、温度計や温度調節装置などに利用されている。この原理を利用して、自動的に温度を一定に調節する装置をサーモスタットといい、電気器具などに利用されている。
- ② 液柱式圧力計は、液柱の重量を支える圧力を検査対象に作用する圧力につり合わせて測定する圧力計である。U字管マンノメータはその代表である。
- ③ 差圧式流量計であるしぼり流量計のしぼりの形状には、オリフィス、ノズル、ベンチュリ管の3種類がある。ベルヌーイの定理が成立するのは管路の拡大部分で流れが剥離しないように注意深く製作されたオリフィスの場合のみである。
- ④ 蒸気タービンロータの異常振動検出装置は、振動を検出するプローブ、システムの較正装置、指示及びリレーを遂行するモニタで構成されている。プローブから発振する高周波によって生じるうず電流の変化を増幅指示するようになっている。
- ⑤ 計測装置を利用して正しく測れていることを確認する方法は、(1) 予想される測定結果との差を確認する、(2) 計測器の表示値のばらつきを確認する、(3) 繰り返し性や再現性を確認する、(4) 既知の量の入力に対する出力の差を確認するなどである。

Ⅲ-31 流体を輸送するポンプの軸出力 L [kW] を求める問題である。図のように、ポンプの吸込み側と吐出し側の管にゲージ圧力計を設置した。吸込み側のゲージ圧力計が $p_1 = -50.0$ [kPa] を、また、吐出し側のゲージ圧力計が $p_2 = 600.0$ [kPa] を示している。流量 Q を 0.100 [m³/s]、ポンプ効率 η を 80.0 [%]、両ゲージ圧力計の高さの差を 2.00 [m] とすると、ポンプの軸出力 L [kW] に最も近い値はどれか。ただし、吸込み側と吐出し側の管の内径 d [m] は等しく、流体の密度 ρ は 1.00×10^3 [kg/m³]、重力加速度 g は 9.80 [m/s²] とする。

- ① 83.6 [kW]
- ② 81.3 [kW]
- ③ 77.4 [kW]
- ④ 71.1 [kW]
- ⑤ 66.9 [kW]



Ⅲ-32 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 燃焼器の形式は、内筒と外筒の形状、配置により、(1) かん形、(2) カンニユラ形、(3) アンニユラ形に分けられる。
- ② 出力は構成機器、特に圧縮機、タービンの処理ガス量に制限されるが、容積形機関にくらべ有利である。理論的には大出力が可能である。
- ③ 市場価格の高い耐熱合金を使用し、かつ加工に市場価格の高い設備を必要とするため、特に小・中出力域ではガスタービンの価格はピストン機関にくらべ高い。
- ④ 作動ガスが構成機器内を高速で流れるため、機関の寸法、重量の割に多量のガスを処理でき、出力当たりの重量、容積が小さい。
- ⑤ 回転機械から構成されているため、軸受以外に摺動部がない。しかし、磨耗が多く保守が容易でない。

Ⅲ-33 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 タービン出口圧力を低くするほど復水器の凝縮温度が低下するので、タービン出口圧力は、復水器で使用できる冷却水温度で制限される。
- ② タービン入口蒸気の初圧のみ高くした場合には、(1)タービン各部の部材の肉厚を増す必要があり、高圧に耐える開発設計も必要となる、(2)タービン出口蒸気の湿り度が増すので、タービン低圧段における羽根の浸食作用や制動作用が生じる。
- ③ タービン入口蒸気の初温のみ高くした場合には、同蒸気温度を高くすればするほど効率はますます増加する。タービン出口蒸気の湿り度が減少し、羽根の浸食作用や制動作用が抑制される。
- ④ タービン出口蒸気の終圧のみ下げた場合には、高圧域より低圧域の方が断熱熱落差を大きくでき、仕事が増加する。
- ⑤ タービン入口蒸気の初圧のみ高くした場合には、高くすればするほど、蒸気サイクルの仕事量が増加し、熱効率が向上する。

Ⅲ-34 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 往復2回のピストン運動(4行程)で1サイクルを完了するものを4ストローク(4サイクル)機関と呼ぶ。これに対して、1サイクルが1往復(2行程)のピストン運動で完結される機関を2ストローク(2サイクル)機関という。
- ② 4ストローク機関は吸気・圧縮・膨張・排気の4行程を1サイクルで完了するものである。他方、2ストローク機関は4ストローク機関の3行程「吸気・排気・圧縮」を最初の1行程、3行程「膨張・排気・吸気」を次の1行程で行い、合計2行程を1サイクルで完了するものである。同時に行われる吸気・排気過程を掃気と呼ぶ。
- ③ 給気方式では、大気吸入機関と過給機関に大別される。過給機関は構造が複雑となり、また、吸入空気量と燃料量の増加により機関単位重量当たりの出力が低下する。
- ④ ディーゼル機関の燃料に用いられるものを一般にディーゼル燃料と称し、船用の大型圧縮点火機関には重油やLNG燃料などが用いられる。
- ⑤ 2ストローク機関は船用などの大型の圧縮点火機関に使用される。

Ⅲ-35 燃料の燃焼に関し空気過剰率 λ を求める問題である。重量比率で炭素 (C) 84.0 [%], 水素 (H) 12.0 [%], 酸素 (O) 3.5 [%], 硫黄 (S) 0.5 [%] の燃料1.0 [kg] を燃焼させるために, 16.0 [kg] の空気を投入した。このときの空気過剰率の値はどれか。

ただし, この空気には水分を含まない。空気中の酸素の重量比率は23.3 [%] とする。

また, 原子量は炭素12, 水素1, 硫黄32, 及び酸素16とする。

- ① 0.68 ② 1.06 ③ 1.18 ④ 1.51 ⑤ 7.21