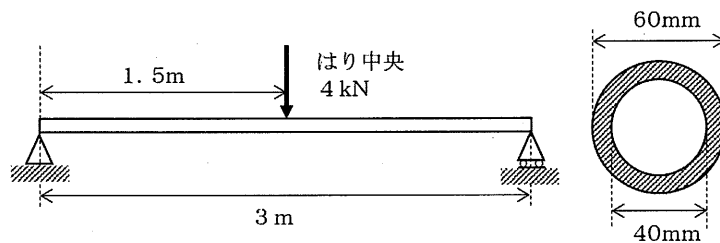


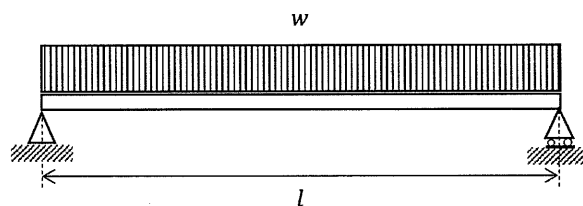
Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ－1 スパン3 mの単純支持はりで中央に集中荷重4 kNが作用するときの最大曲げ応力として、最も近い値はどれか。ただし、はりの断面は内径40 mm、外径60 mmの中空円断面とする。



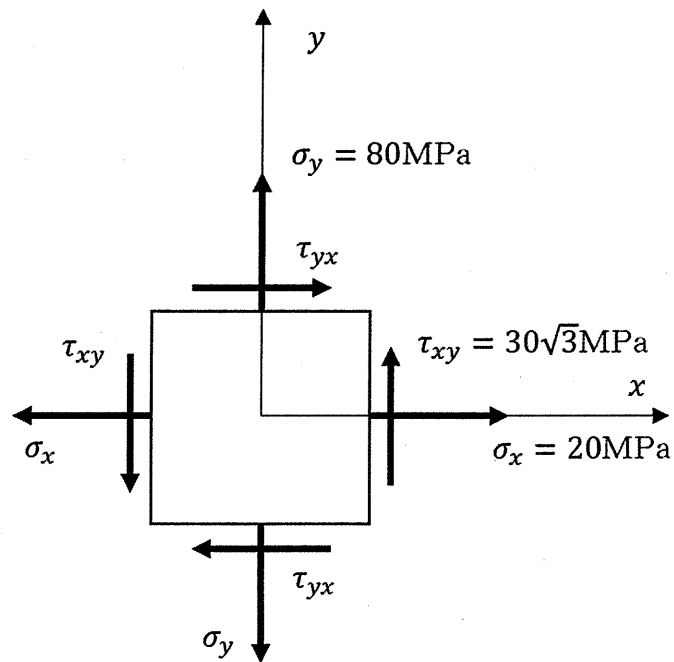
- ① 705 MPa ② 470 MPa ③ 176 MPa ④ 118 MPa ⑤ 88 MPa

Ⅲ－2 下図のように全長にわたって等分布荷重 w が作用するスパン l の単純支持はりについて、はり中央点のたわみを表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、はりの曲げ剛性 EI とする。



- ① $\frac{wl^4}{384EI}$ ② $\frac{wl^4}{192EI}$ ③ $\frac{5wl^4}{192EI}$ ④ $\frac{5wl^4}{384EI}$ ⑤ $\frac{7wl^4}{384EI}$

Ⅲ－３ 下図のように平面応力状態にある微小要素に $\sigma_x = 20\text{MPa}$, $\sigma_y = 80\text{MPa}$, $\tau_{xy} = \tau_{yx} = 30\sqrt{3}\text{MPa}$ の応力が作用している。最大主応力 σ_{max} と最大せん断応力 τ_{max} の組合せとして、最も適切なものはどれか。



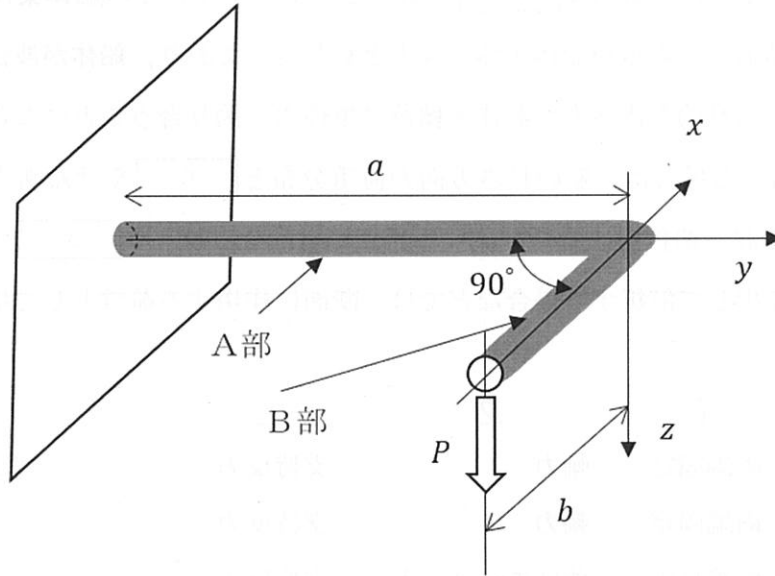
- | | σ_{max} | τ_{max} |
|---|----------------|------------------------|
| ① | 110MPa | $60\sqrt{3}\text{MPa}$ |
| ② | 110MPa | 60MPa |
| ③ | 100MPa | $60\sqrt{3}\text{MPa}$ |
| ④ | 100MPa | 60MPa |
| ⑤ | 50MPa | $60\sqrt{3}\text{MPa}$ |

Ⅲ－４ 船体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。

船体の特徴は「細長い」ということであるが、船体を１本の梁とみなしたときの強度は「ア」と呼ばれ、船体はイの梁として扱われる。この船体梁は、静止状態において船体・積荷等の重量が船体全体の浮力と釣り合っており、船体が波浪中を航行する場合は、波からの動的な流体力が船体・積荷の慣性力と釣り合うことになる。したがって、アを検討する場合は、船の長さ方向の荷重分布とウやせん断力などを求める必要がある。なお、船体梁に働くウやせん断力は、通常「エ」と呼ばれ、船体の一部を取り出して解析する場合などでは、断面に作用する荷重として扱われる。

	ア	イ	ウ	エ
①	縦強度	両端固定	軸力	支持反力
②	横強度	両端固定	軸力	支持反力
③	横強度	両端自由	曲げモーメント	支持反力
④	縦強度	両端自由	曲げモーメント	断面力
⑤	縦強度	両端固定	軸力	断面力

Ⅲ－５ 下図に示すように、 xy 平面上に設置されたA部及びB部で構成される一様断面のL型レンチを剛体壁に固定し、B部の先端に鉛直下向きの集中荷重 P を加えた。荷重点の鉛直下向き方向変位 δ を表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、A部、B部の曲げ剛性は EI 、ねじり剛性は GI_p とし、A部の長さを a 、B部の長さを b とする。



① $\delta = \frac{P}{3EI}(a^3 + b^3) + \frac{Pa^2b}{2EI} + \frac{Pab^2}{GI_p}$

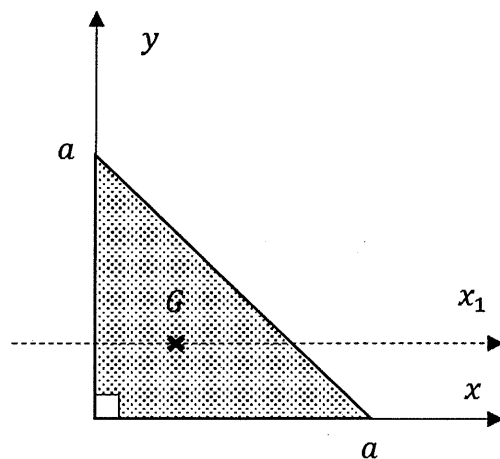
② $\delta = \frac{P}{3EI}(a^3 + b^3) + \frac{Pab^2}{2EI} + \frac{Pa^2b}{GI_p}$

③ $\delta = \frac{P}{3EI}(a^3 + b^3) + \frac{Pab}{GI_p}$

④ $\delta = \frac{P}{3EI}(a^3 + b^3) + \frac{Pa^2b}{GI_p}$

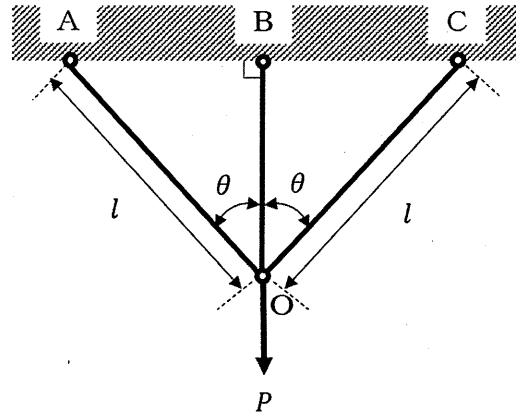
⑤ $\delta = \frac{P}{3EI}(a^3 + b^3) + \frac{Pab^2}{GI_p}$

Ⅲ－６ 下図に示すような一辺 a の二等辺直角三角形の断面について、図心 G を通り x 軸に平行な x_1 軸周りの断面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。



- ① $\frac{a^4}{36}$ ② $\frac{a^4}{18}$ ③ $\frac{a^4}{12}$ ④ $\frac{a^4}{9}$ ⑤ $\frac{5a^4}{36}$

Ⅲ－７ 下図のような，同一断面形状で同一材料からなる 3 本の部材 AO，BO，CO で構成された骨組み構造を考える。この構造の O 点に図のように鉛直方向荷重 P が作用するとき，その荷重方向の変位量 δ を表す式として，最も適切なものはどれか。ただし，接合部はすべてピン接合であり，部材 AO の長さを l ， $\angle AOB = \angle COB = \theta$ とする。また，各部材の断面積を S ，縦弾性係数を E とする。



① $\delta = \frac{Pl^2 \cos \theta}{ES(1+2 \cos^3 \theta)}$

② $\delta = \frac{Pl^2 \sin \theta}{ES(1+2 \sin^3 \theta)}$

③ $\delta = \frac{Pl \cos \theta}{ES(1+2 \sin^3 \theta)}$

④ $\delta = \frac{Pl \cos \theta}{ES(1+2 \cos^3 \theta)}$

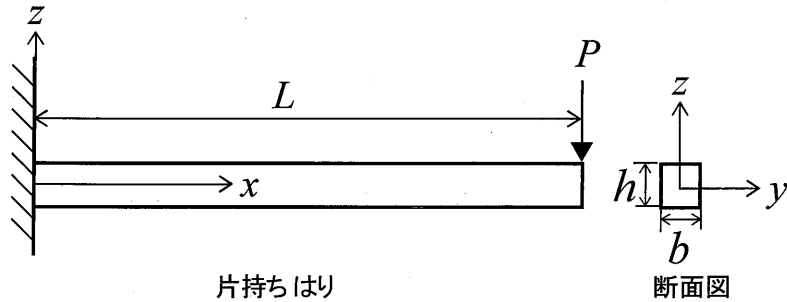
⑤ $\delta = \frac{Pl \sin \theta}{ES(1+2 \sin^3 \theta)}$

Ⅲ－８ 船体の振り強度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。

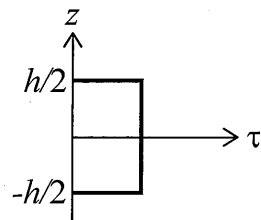
コンテナ船などのように甲板に大きな開口（倉口）を有する船体では、振り剛性がタンカーなどに比べて小さくなり、横断面はまわりに大きく回転し、振り強度も重要な問題となる。これらの船舶は、倉口のある位置では開断面、また倉口間甲板のある位置及び船首尾では閉断面の薄肉断面梁にモデル化できる。この薄肉断面梁に、が作用すると、開断面部に生じる軸方向のが前後の閉断面部で拘束されるため、軸方向の応力が発生する。その結果、横断面を構成する船底外板、船側外板、甲板などの板部材には、振りによる軸応力と曲げによる軸応力が重畳して生じることになる。

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

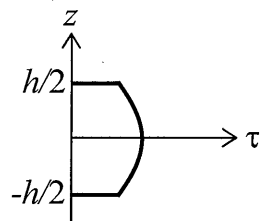
Ⅲ－９ 下図に示す高さ h 、幅 b の矩形断面を持つ長さ L の片持ちはりの自由端に集中荷重 P が作用している。このはりの中央における z 方向のせん断応力分布として、最も適切なものはどれか。ここに、 τ_{max} は、その断面の最大せん断応力である。



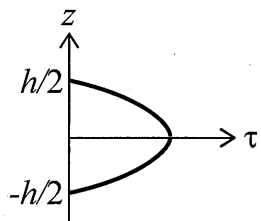
① $\tau_{max} = \frac{P}{bh}$



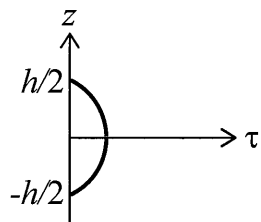
② $\tau_{max} = \frac{3P}{bh^2}$



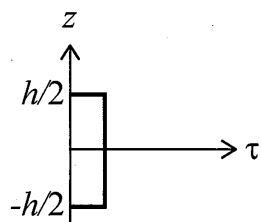
③ $\tau_{max} = \frac{3P}{2bh}$



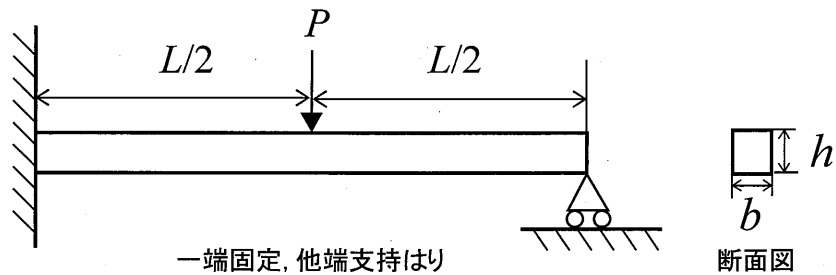
④ $\tau_{max} = \frac{P}{2bh}$



⑤ $\tau_{max} = \frac{P}{2bh}$



Ⅲ－10 下図に示す弾完全塑性材料（降伏応力 σ_y ）で作られた幅 b 、高さ h の矩形断面をもつ長さ L 、一端固定、他端支持はりの中央に集中荷重 P が作用している。はりに作用させる荷重 P を増加させると、はりに塑性関節が生じ、やがてはりは崩壊する。このはりに生じる塑性関節の全塑性モーメント M_c と崩壊荷重 P_c の組合せとして、最も適切なものはどれか。



① $M_c = \frac{bh^2}{4}\sigma_y, P_c = \frac{6M_c}{L}$

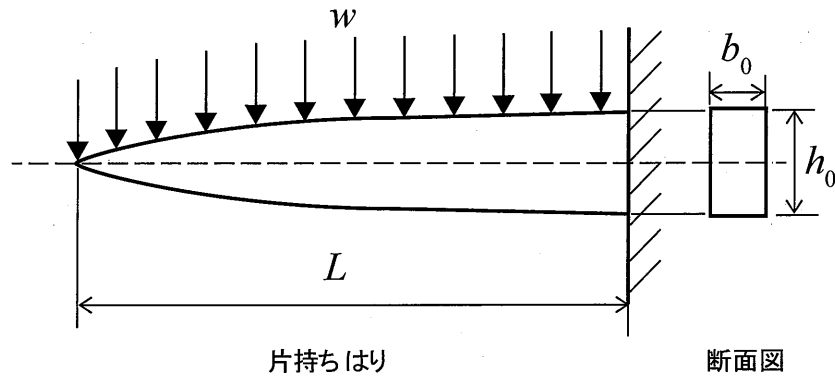
② $M_c = \frac{bh^2}{4}\sigma_y, P_c = \frac{3M_c}{L}$

③ $M_c = \frac{bh^2}{6}\sigma_y, P_c = \frac{6M_c}{L}$

④ $M_c = \frac{bh^2}{6}\sigma_y, P_c = \frac{3M_c}{L}$

⑤ $M_c = \frac{bh^2}{6}\sigma_y, P_c = \frac{M_c}{L}$

Ⅲ－１１ 下図のように固定端において高さ h_0 ，幅 b_0 なる矩形断面を持ち，幅 b_0 が一定で高さ h が変化する矩形断面のはり（長さ L ）に等分布荷重 w が作用している。このはりの断面に作用する最大曲げ応力 σ が，はりの長さ方向に一定となるときの固定端での断面の高さ h_0 として，最も適切なものはどれか。なお，図に示されたはりの高さ分布の形状は，問いの条件に必ずしも対応しているとは限らない。



① $h_0 = \frac{6wL^2}{\sigma b_0}$

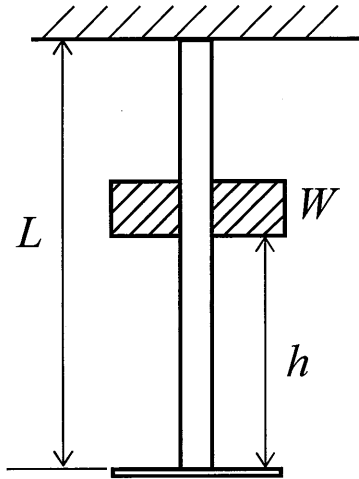
② $h_0 = \sqrt{\frac{3wL}{\sigma b_0}}$

③ $h_0 = \sqrt{\frac{6wL}{\sigma b_0}}$

④ $h_0 = \sqrt{\frac{\sigma b_0}{6wL}}$

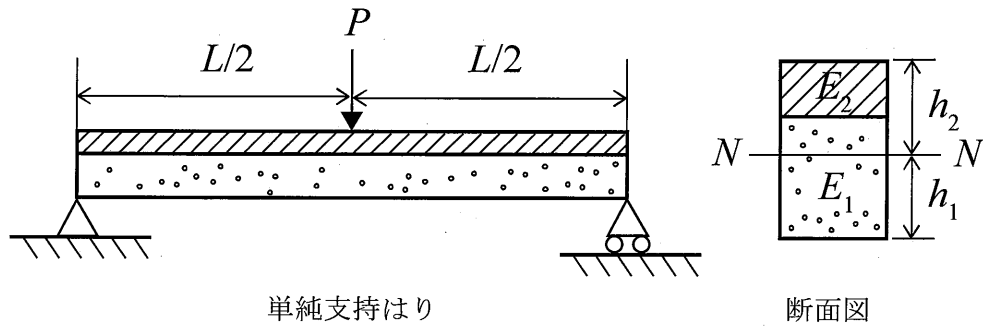
⑤ $h_0 = \sqrt{\frac{3w}{\sigma b_0}} L$

Ⅲ－12 下図に示すように縦弾性係数 E ，断面積 A ，長さ L の棒の上端が剛体天井に固定され，下端には剛体つばが固定されている。このつばから高さ h の位置にある重さ W の錘を棒に沿って自由落下させてつばに衝突させる。次のうち，棒に生じる最大応力 σ_{max} として，最も適切なものはどれか。ここで，棒とつばの重さ，つばの厚みは無視でき，錘はつばに衝突した後にはね返らないとする。また，錘を静的につばに載せたとき，棒に生じる応力 σ_s と伸び δ_s は，それぞれ $\sigma_s = \frac{W}{A}$ ， $\delta_s = \frac{WL}{AE}$ である。



- ① $\sigma_{max} = \sigma_s \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_s}} \right)$
- ② $\sigma_{max} = \sigma_s \left(1 + \sqrt{\frac{2h}{\delta_s}} \right)$
- ③ $\sigma_{max} = \sigma_s \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_s}}$
- ④ $\sigma_{max} = \sigma_s \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2\delta_s h}{\sigma_s}} \right)$
- ⑤ $\sigma_{max} = \sigma_s + \sqrt{1 + \frac{2\sigma_s h}{\delta_s}}$

Ⅲ－13 下図のように縦弾性係数が E_1 (材料A), E_2 (材料B) の2種類の材料からなる長さ L の組合せはり (単純支持はり) の中央に集中荷重 P が図の方向に作用している。このはりに生じる最大引張応力 σ_{max} として、最も適切なものはどれか。ここで、 h_1 と h_2 は、はりの中立軸 NN からはりの下面 (材料A側) と上面 (材料B側) までの高さを、 I_1 と I_2 は材料Aと材料Bの中立軸 NN に関する断面2次モーメントを示す。



①
$$\sigma_{max} = \frac{PLE_2 h_1}{4(E_1 I_2 + E_2 I_1)}$$

②
$$\sigma_{max} = \frac{PLE_1 h_1}{4(E_1 I_1 + E_2 I_2)}$$

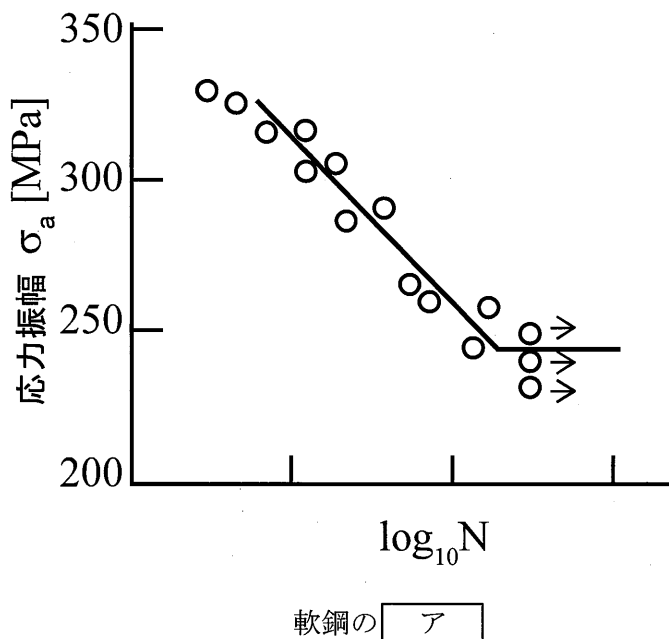
③
$$\sigma_{max} = \frac{PLE_1 h_1}{2(E_1 I_2 + E_2 I_1)}$$

④
$$\sigma_{max} = \frac{PLE_2 h_2}{4(E_1 I_1 + E_2 I_2)}$$

⑤
$$\sigma_{max} = \frac{PLE_1 h_2}{2(E_1 I_1 + E_2 I_2)}$$

Ⅲ－14 材料の疲労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。

軟鋼の高サイクル疲労のの例を下図に示す。鋼材のは、下図のように折れ線で近似できる。が水平になる荷重繰返し数 N は一般に回程度である。の水平部の応力振幅 σ_a をと呼ぶ。の水平部の応力振幅以下では実用的には疲労破壊は生じないとみなせる。一方、アルミニウム合金などの非鉄金属の多くは、に明確な折れ曲がりが生じず、回を超えても応力振幅 σ_a が低下すると破断繰返し数 N が増大する。

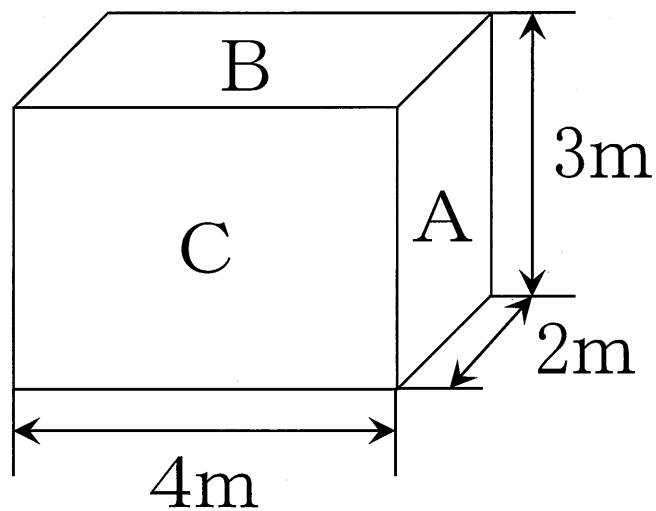


	ア	イ	ウ
①	S-N線図	$10^2 \sim 10^3$	疲労寿命
②	応力振幅線図	$10^2 \sim 10^3$	疲労寿命
③	S-N線図	$10^6 \sim 10^7$	疲労限
④	応力振幅線図	$10^6 \sim 10^7$	疲労限
⑤	S-N線図	$10^{10} \sim 10^{11}$	疲労限

Ⅲ－15 船の肥瘠係数に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

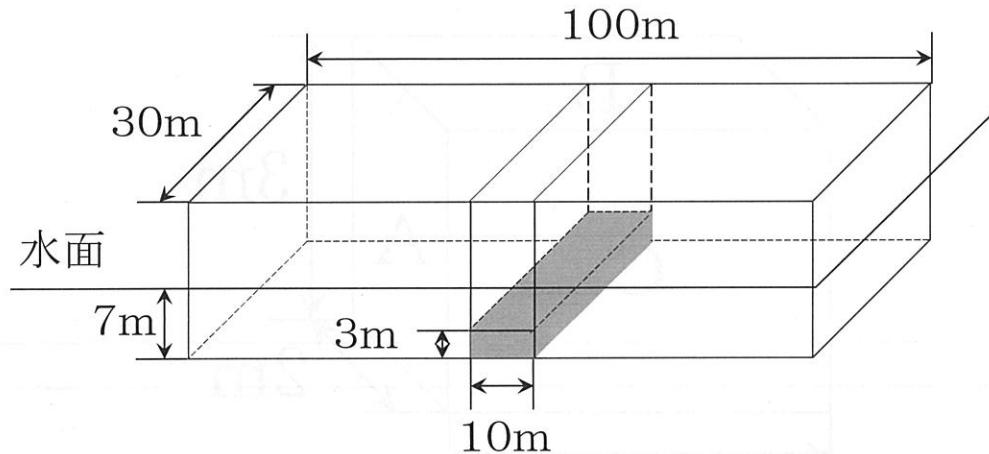
- ① 方形係数 C_B は、喫水における船の排水容積と、船と同じ長さ、幅、型深さからなる直方体の容積との比である。
- ② 中央横断面係数 C_M は、船の中央部における喫水線下の横断面積と、幅と喫水からなる長方形の面積との比である。
- ③ 柱形係数 C_p は、喫水における船の排水容積と、船の中央横断面積と等しい断面を持ち、かつ長さが船の長さに等しい柱状体の容積との比である。
- ④ 水線面積係数 C_w は、船の長さ、船の幅からなる長方形の面積に対する水線面積の比である。
- ⑤ 豎柱形係数 C_{vp} は、水線面を底面として喫水を高さとする柱状体の体積に対する船の排水容積との比である。

Ⅲ－16 下図のように、3辺の長さが2m、3m、4mで、比重0.8の均質な材料で作成された直方体がある。下図のA面、B面、又はC面を水面に平行にして浮かべる。各浮面心を通り、水線面の長辺に平行な軸まわりにこの浮体を微小に傾斜させたときの安定性について、最も適切なものはどれか。



- ① いずれの場合も安定
- ② A面、B面が水平のときに安定、C面が水平のときに不安定
- ③ B面、C面が水平のときに安定、A面が水平のときに不安定
- ④ C面が水平のときに安定、A面、B面が水平のときに不安定
- ⑤ いずれの場合も不安定

- Ⅲ－17 下図に示すように、長さ100m、幅30m、喫水7mの浮体が水平に浮かんでいる。浮体内部の長さ10m、幅30mの区画には、浮体まわりの水と同じ密度の遊動水が高さ3m存在する。浮体が浮面心を通る水線面の短辺に平行な軸まわりに傾斜する場合、見かけのメタセンター高さの変化について、最も適切なものはどれか。



- ① 変化しない。
 - ② 0.043m程度減少する。
 - ③ 0.12m程度減少する。
 - ④ 1.4m程度減少する。
 - ⑤ 2.8m程度減少する。
- Ⅲ－18 波浪スペクト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 JONSWAP (Joint North Sea Wave Project) のスペクトルは、吹送距離が限定された海域でのスペクトルで、ISSC (International Ship and Offshore Structures Congress) スペクトルに比べて狭帯域のスペクトルとなっている。
 - ② ISSCスペクトルは、波高と波周期の情報が得られる場合に用いられる。
 - ③ ITTC (International Towing Tank Conference) が推奨している海洋波の周波数スペクトルでは、有義波高が大きくなるとピーク周波数は小さくなる。
 - ④ JONSWAPスペクトル、ISSCスペクトル、ITTCスペクトル等の標準波スペクトルは、主としてピアソン・モスコヴィッチ波スペクトルをもとにしたものである。
 - ⑤ 波浪データが取得できなければ波浪スペクトルは推定できない。

Ⅲ－19 質量2.0kgの物体がばねに吊り下げられた振動系がある。物体が空中にある場合の振動の固有周期を計測したところ、1.0秒であり、物体が水中にある場合の振動の固有周期を計測したところ、1.5秒であった。このとき、付加質量の大きさとして、最も適切なものはどれか。ただし、速度に関連する流体力（減衰）の影響を無視する。

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

Ⅲ－20 質量 m 、上下揺れの付加質量 m 、水線面積 A_w の浮体が水面に浮いている。水の密度を ρ 、重力加速度を g として、浮体が他の運動とは連成しない1自由度の上下揺れ運動を行うとき、固有周期を表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、速度に関連する流体力（減衰）の影響を無視する。また、上下変位により A_w は変化しないものとする。

- ① $\sqrt{\frac{m}{A_w}}$ ② $2\pi\sqrt{\frac{2m}{A_w}}$ ③ $\sqrt{\frac{2m}{A_w}}$ ④ $2\pi\sqrt{\frac{m}{\rho g A_w}}$ ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{2m}{\rho g A_w}}$

Ⅲ－21 船舶の舵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 旋回中は旋回抵抗のため船速は落ち、舵面への流入角も小さくなるから、舵力は転舵直後に比べて減少する。
- ② プロペラから後方へ螺旋状に放出される流れは、船速よりも強い流れとなって舵面に当たり、舵力を弱める。
- ③ 旋回中は船尾の舵に当たる流れの実際の流入角は操舵機の指示舵角よりも小さくなる。
- ④ 前進中に主機停止するとプロペラ流はなく、伴流の影響も手伝って急に舵がきかなくなる。
- ⑤ 舵力はプロペラのスリップが大きくなると増加し、伴流が大きくなると減少する。

Ⅲ－22 キャビテーションに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① シート・キャビテーションは、翼前縁付近から発生する膜状のキャビテーションで、チップ・ボルテックス・キャビテーションとともに、船用プロペラで多く見られる。
- ② クラウド・キャビテーションは、シート・キャビテーションが急激に崩壊するとき、小さなキャビティ群になったキャビテーションであるが、プロペラにとって無害である。
- ③ チップ・ボルテックス・キャビテーションは、翼先端から流出する自由渦の渦中心で発生するヒモ状のキャビテーションであり、高次船尾振動や舵エロージョンの原因となる場合がある。
- ④ ハブ・ボルテックス・キャビテーションは、プロペラキャップ後端から流出するハブ渦の渦中心で発生するキャビテーションであるが、付加物により発生を抑えることができる。
- ⑤ バブル・キャビテーションは、翼面の中央部付近で発生する泡粒状のキャビテーションであり、模型実験における層流域で見られる。

Ⅲ－23 長さ200mの船舶が12m/sで前進する場合の抵抗を考える。長さ2.00m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。ただし、解析は3次元外挿法で行い、模型船の最低速度0.200m/sでは、造波抵抗が無視でき、かつ計測データは十分な精度を有するとする。

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	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
0.200	0.0452	0.00650	0.00520
0.400	0.0903	0.00590	0.00460
0.600	0.136	0.00580	0.00420
0.800	0.181	0.00610	0.00400
1.00	0.226	0.00670	0.00390
1.20	0.271	0.00770	0.00370
1.40	0.316	0.00900	0.00360

実船の浸水表面積は11,000m²、流体の密度は清水か海水かに関わらず、1,000kg/m³とする。実船スケールの相当平板が12m/sで前進するときの摩擦抵抗が 11.15×10^5 Nであり、粗度抵抗が 1.58×10^5 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、全抵抗係数と摩擦抵抗係数は、それぞれの有次元値を $(1/2)\rho SV^2$ で無次元化したものである。ここで、船速を V 、船長を L 、重力加速度を g ($=9.8\text{m/s}^2$)、流体の密度を ρ 、浸水表面積を S とする。

- ① 1.55×10^6 N
- ② 2.44×10^6 N
- ③ 3.99×10^6 N
- ④ 4.44×10^6 N
- ⑤ 6.42×10^6 N

Ⅲ－24 模型船の抵抗試験で用いる、乱流の平板の摩擦抵抗係数 C_f を表す式として、最も不適切なものはどれか。ただし、 R_n は動粘性係数 ν 、船長 L 、船速 V を用いて定義されるレイノルズ数（ $R_n = LV/\nu$ ）である。

① ヒューズの式：
$$C_f = \frac{0.066}{(\log_{10} R_n - 2.03)^2}$$

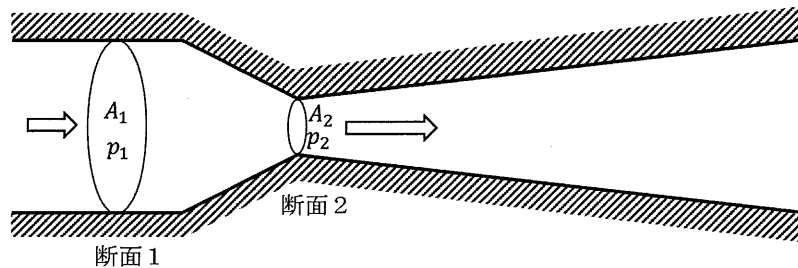
② シェーンヘルの式：
$$\frac{0.242}{\sqrt{C_f}} = \log_{10} (R_n C_f)$$

③ プラントル・シュリヒティングの式：
$$C_f = \frac{0.455}{(\log_{10} R_n)^{2.58}}$$

④ ブラジウスの式：
$$C_f = 1.328 R_n^{-\frac{1}{2}}$$

⑤ ITTC1957の式：
$$C_f = \frac{0.075}{(\log_{10} R_n - 2)^2}$$

Ⅲ-25 下図に示すような管路の一部に絞りの部分を挿入し、密度 ρ の流体の定常な流れを考える。管路内では流れの剥離や乱れは生じないものとする。断面1、及び断面2における断面積、圧力を A_1 、 p_1 、及び A_2 、 p_2 とする。ベルヌーイの式と連続の式より、断面2における流速を A_1 、 A_2 、 p_1 、 p_2 、及び ρ を用いて表したとき、最も適切なものはどれか。



① $\frac{1}{1 - \frac{A_2}{A_1}} \cdot \frac{2(p_1 - p_2)}{\rho}$

② $\frac{1}{1 - \frac{A_2}{A_1}} \cdot \frac{(p_1 - p_2)}{\rho}$

③ $\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \sqrt{\frac{(p_1 - p_2)}{2\rho}}$

④ $\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \sqrt{\frac{(p_1 - p_2)}{\rho}}$

⑤ $\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho}}$

Ⅲ－26 2次元翼，及び3次元翼理論に関する次の記述の，に入る名称の組合せとして，最も適切なものはどれか。

2次元翼理論によれば，翼まわりの循環を考慮することで，流体が翼のとがった後縁から滑らかに流出するというアの条件が満足される。一方，イの定理によれば，閉曲線に沿う循環がゼロではない場合にはその中に渦が存在することになる。したがって，翼の中には渦が存在すると仮定しなければならない。なお，2次元翼に働く揚力 L （流速 U の流れの向きに直角な方向に作用する力）は， $L = \rho U \Gamma$ （ ρ は流体の密度， Γ は循環の大きさ）で表せる。これを，ウの定理という。

3次元翼は翼幅が有限であるが，エの定理により，渦は端点を持つことはできないので，翼の両側から渦が流体中に抜け出し，流れに沿って無限下流まで伸びていると考えるのが合理的である。翼を1本の渦で置き換えた場合，渦はコの字型の馬蹄型渦となる。

	ア	イ	ウ	エ
①	ヘルムホルツ	ストークス	クッタ・ジュコフスキー	クッタ
②	クッタ・ジュコフスキー	ヘルムホルツ	クッタ	ストークス
③	クッタ・ジュコフスキー	ストークス	クッタ	ヘルムホルツ
④	クッタ	ヘルムホルツ	クッタ・ジュコフスキー	ストークス
⑤	クッタ	ストークス	クッタ・ジュコフスキー	ヘルムホルツ

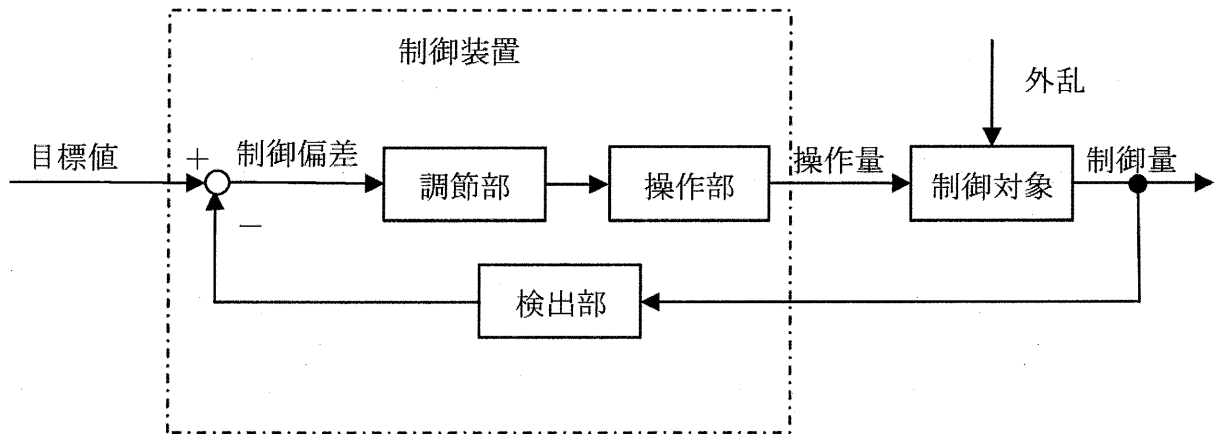
Ⅲ－27 ある船が8.0m/sの一定速度で前進している。このとき、伝達馬力は110kWであった。プロペラ単独効率を0.6、船後プロペラ効率比を1.0、推力減少率を0.06、有効伴流率を0.2としたとき、船の抵抗値に最も近い値はどれか。

- ① 7000 [N]
- ② 8300 [N]
- ③ 9700 [N]
- ④ 10300 [N]
- ⑤ 16200 [N]

Ⅲ－28 プロペラ単独効率 η_o を前進係数 J ($=V/nD$)、推力係数 K_T ($=T/\rho n^2 D^4$)、トルク係数 K_Q ($=Q/\rho n^2 D^5$)を用いて表したとき、最も適切なものはどれか。ただし、 V はプロペラ前進速度、 n はプロペラ回転数、 D はプロペラ直径、 T は推力、 Q はトルク、 ρ は流体の密度である。

- ① $\frac{JK_T}{2\pi K_Q}$
- ② $\frac{JK_Q}{2\pi K_T}$
- ③ $\frac{2\pi K_T}{JK_Q}$
- ④ $\frac{2\pi K_Q}{JK_T}$
- ⑤ $\frac{JK_T}{\pi K_Q}$

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。フィードバック制御の基本構成要素をブロック図として描くと、下図のようになる。この図を用いたACCの解説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 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

Ⅲ－30 計測に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 圧力計には、力のつり合いを利用して絶対圧力を求める1次圧力計と、圧力による物質の物理的変化などを利用して相対圧力を求める2次圧力計に分類できる。
- ② 弾性変形式圧力計は、弾性材料でつくられた薄板や容器が圧力を受けて変形することを利用する2次圧力計である。 $10^4 \sim 10^9$ [Pa] の領域内でそれぞれの圧力領域に適応できるものが広く市販されているが、高圧領域ではブルドン管圧力計が最も適している。
- ③ ピエゾ電気圧力計は、ある種の結晶の板の両面に電極をつけ、加わる圧力により生じるひずみによって結晶表面に電位が発生する現象である、ピエゾ電気効果を利用している。
- ④ 熱電対では、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、その回路に熱起電力が生じるゼーベック効果という現象が生じる。この現象を利用して温度を計測している。
- ⑤ 測温抵抗体は、金属や半導体の電気抵抗率が温度によって変化することを利用したものである。実用的な温度計としては、化学的な安定性から主に白金線が用いられている。測温抵抗体として白金以外に使われる素子には、白金より価格が安く、抵抗の温度係数も大きく、常温付近で安定しているニッケルや鉄などもある。

Ⅲ－31 動力装置としての油圧システムと空気圧システムを比較したとき、油圧システムの特性について最も不適切なものはどれか。

- ① 小さな装置でも高圧にすることで大きな出力が得られる。
- ② 速度を無段階に容易に安定して変えられる。
- ③ システムを構成する機器が小さく構造も簡易で安価である。
- ④ 電気装置と組合せて色々な制御が可能である。サーボ機構のようなフィードバック制御も構成できる。
- ⑤ 油に圧縮性がほとんどないため、配管を延長すれば遠隔からでも操作ができる。

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 軸流圧縮機の利点は、段効率が90 [%] 以上得られ効率が高い、段数の増減により所要の圧力比が得られることなどである。欠点は、小形では効率が落ち製作も困難、翼の汚れが効率・圧力比に与える影響が大きく、異物の吸入により翼が損傷を受けやすいなどである。
- ② 遠心圧縮機の長所は、小流量に適し、翼車とディフューザから成り段数は通常1段で多くて2段であり、構造が簡単、羽根が汚れたときの性能劣化が少なく羽根の汚れに鈍感などである。欠点は、圧力比が5で断熱効率が80 [%] 前後であり軸流圧縮機に比べ効率が低い、単段で圧力比10さらに2段で圧力比20が限界であり高圧力比を得難い、放射状流を取り扱うため処理風量の割に外径が大きいなどである。
- ③ 燃焼器に要求される項目は、使用範囲で安定した燃焼と高い燃焼効率が得られること、圧力損失が少ないこと、出口排ガス温度が一樣であること、有害排出物が少ないことなどである。
- ④ ボアスコープ検査は、高温の作動流体で高速回転するガスタービンの保守において、特別な機材を使用せず、装置を完全に分解・開放し、入念な点検を行うことである。
- ⑤ 陸・船用のガスタービンの吸気系統の装備に関し、吸入空気の清浄化及び吸・排気の騒音低下が必要である。空気中のじんあいや異物の吸入は、圧縮機やタービンの摩耗あるいは汚損による性能低下と共に、しばしば流路の腐食をもたらす。特に船用やオフショア用のガスタービンでは、圧縮機翼への塩の付着や高温部材の腐食の原因となる海水のミストの除去に十分注意する必要がある。

Ⅲ-33 図1は蒸気タービンサイクルの理論熱効率を向上させるための再熱サイクルの基本構成を示している。図2に再熱サイクルのh-s線図を示す。ここで、図1の①～⑧と図2の①～⑧は、それぞれ対応している。この再熱サイクルの理論熱効率 η_{th} を表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、記号の意味は以下の通りである。

q_1 [J/kg] : ボイラ、過熱器及び再熱器での加熱量

W_t [J/kg] : タービンでの発生仕事

q_2 [J/kg] : 復水器での冷却水が奪う熱量

W_p [J/kg] : 給水ポンプ仕事

P_1 [MPa] : 断熱圧縮させた給水ポンプ出口の圧力

P_2 [MPa] : 断熱膨張させた復水器圧力

P_r [MPa] : 再熱圧力

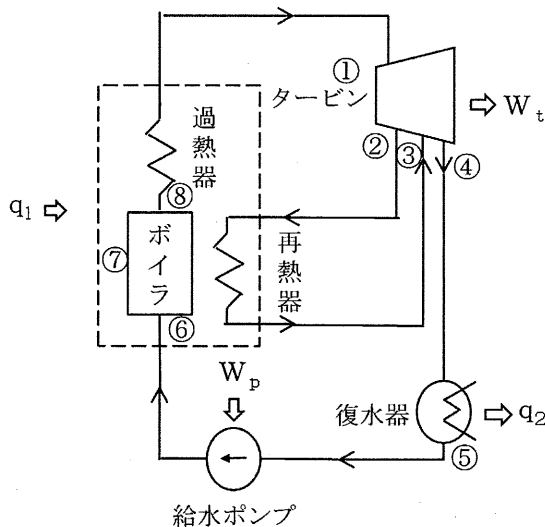


図1 再熱サイクルの基本構成

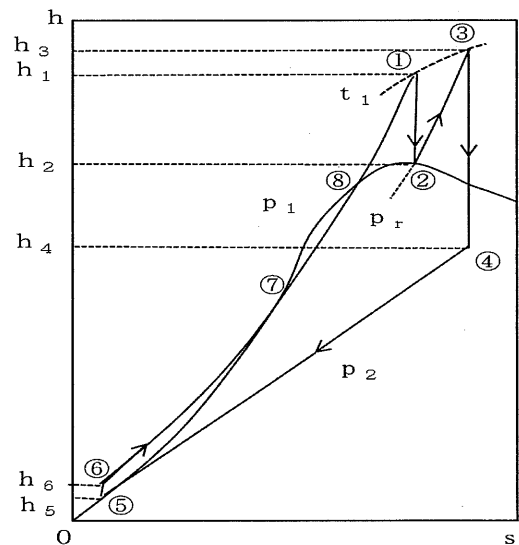


図2 再熱サイクルのh-s線図

$$\textcircled{1} \quad \eta_{th} = \frac{(h_1 - h_2) + (h_3 - h_4) - (h_6 - h_5)}{(h_1 - h_5) + (h_3 - h_2) - (h_6 - h_5)}$$

$$\textcircled{2} \quad \eta_{th} = \frac{(h_1 - h_5) + (h_3 - h_2) - (h_6 - h_5)}{(h_1 - h_2) + (h_3 - h_4) - (h_6 - h_5)}$$

$$\textcircled{3} \quad \eta_{th} = \frac{(h_1 - h_2) - (h_3 - h_4) + (h_6 - h_5)}{(h_1 - h_5) + (h_3 - h_2) - (h_6 - h_5)}$$

$$\textcircled{4} \quad \eta_{th} = \frac{(h_1 - h_2) + (h_3 - h_4) - (h_6 - h_5)}{(h_1 - h_5) - (h_3 - h_2) + (h_6 - h_5)}$$

$$\textcircled{5} \quad \eta_{th} = \frac{(h_1 - h_2) - (h_3 - h_4) + (h_6 - h_5)}{(h_1 - h_5) - (h_3 - h_2) + (h_6 - h_5)}$$

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 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。
- 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が用いられる。また、近年ではLNG燃料を用いる船舶も出てきている。
- ⑤ ディーゼル機関の過給機のブロワの送出量に比べ機関に必要な空気量が多い場合、すなわちブロワの送出量が必要な空気量より少ない時はブロワはサージングを起こし、連続運転に適した状態となる。

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）83.0 [%]、水素（H）13.0 [%]、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、13.0 [kg] の空気を投入した。このときの空気過剰率として、最も近い値はどれか。

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 5.57 ② 1.21 ③ 1.11 ④ 0.94 ⑤ 0.56