

1 機械部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

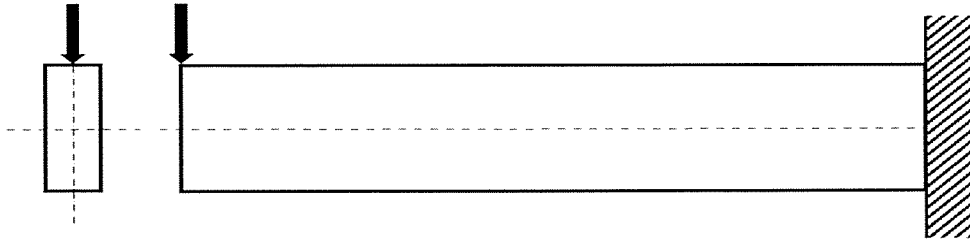
I-1 機械設計に関する用語について、次の記述のうち最も不適切なものはどれか。

- ① 設計の目標や制約条件を満足する設計案の中で、評価基準に照合させて最良のものを選ぶことを最適設計という。
- ② き裂伝播を対象とし、効果的な検査期間の設定と補修を行うことにより、耐用年数の安全運転の確保を目的とする設計を損傷許容設計という。
- ③ 耐用年数の間、全く損傷を生じることなしに運転できることを目標とする設計を安全寿命設計という。
- ④ 加工対象製品の形状、寸法、材質、公差などの設計情報に基づいて、適切な加工法、加工設備の設計又は選択、加工作業に必要な作業手順の作成などを行うことを工程設計という。
- ⑤ 外力による塑性変形を少なくし、精度を維持したり振動の発生を抑える設計を剛性設計という。

I-2 トライボロジーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 流体潤滑状態での潤滑膜特性は潤滑流体の流体力学的な作用によって決まる。潤滑膜の圧力分布を表す微分方程式をレイノルズ方程式という。
- ② 2固体の接触を表現するヘルツ接触モデルは、摩擦のない滑らかな二次曲面同士の接触であること、固体は等質等方性弾性体であること、などを前提条件としている。
- ③ 接触面同士が摩擦によって凝着し、固体表面から脱落したり移着したりすることによって不規則な表面が生じる機械的摩耗を凝着摩耗という。
- ④ 接触する2物体に微小な振動的相対滑りを与えたときに生じる機械的摩耗をアブレイシブ摩耗という。
- ⑤ 疲労摩耗によって材料粒子が欠け落ちて摩擦面に小さな穴ができる現象をピッチングといい、主として転がり軸受や歯車などで生じる。

I-3 図に示すように、一様な長方形横断面を持つ片持ばりの先端に集中荷重が作用している。ここで、応力集中する左右両端から十分に離れた横断面におけるせん断応力 τ の分布図として、次の表のうち最も適切なものはどれか。なお、はりにはねじられないものとする。



横断面	①	②	③	④	⑤

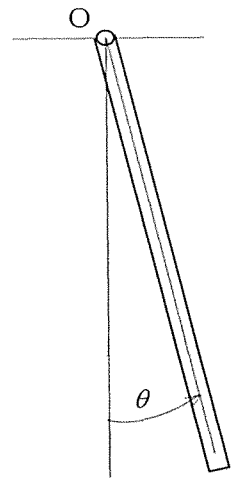
I-4 両端が断熱剛体壁に固定され、軸方向の伸縮が拘束されている弾性真直棒がある。ここで、真直棒の温度を一様に $\Delta T = 20\text{K}$ 低下させた。この温度変化により、最も大きな熱応力が生じる条件として、次のうち最も適切なものはどれか。ただし、低炭素鋼のヤング率は 206GPa 、線膨張係数は $11 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 、ステンレス鋼のヤング率は 197GPa 、線膨張係数は $17 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 、アルミニウム合金のヤング率は 69GPa 、線膨張係数は $24 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ とする。

- ① 低炭素鋼製で横断面積 A かつ長さ l
- ② 低炭素鋼製で横断面積 A かつ長さ $2l$
- ③ 低炭素鋼製で横断面積 $2A$ かつ長さ l
- ④ ステンレス鋼製で横断面積 A かつ長さ $2l$
- ⑤ アルミニウム合金製で横断面積 $2A$ かつ長さ l

I-5 回転体のつり合いに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 質量 m の円板の重心が回転中心から距離 r の位置にあるとき、質量 m と距離 r から求める mr^2 を不つり合い量という。
- ② 質量 m の円板の重心が回転中心から距離 r の位置にあり、この円板が角速度 ω で回転しているならば、円板に働く遠心力の大きさは $mr\omega^2$ である。
- ③ 質量 m の円板の重心が回転中心から距離 r の位置にあるとき、この円板の回転中心に関して重心の反対側の距離 R のところに、質量 M のおもりを $mr=MR$ となるように取り付けると、静的につり合いがとれる。
- ④ 円板が軸方向に複数配置しているロータにおいて、たとえ静的につり合いがとれていても、回転することによりロータが振動する場合もある。
- ⑤ 不つり合いを有する円板が軸方向に複数配置しているロータについても、適切におもりを取り付けることにより静的につり合いをとることができる。

I-6 図に示すように、剛体と見なせる棒の一端を支持した振り子を考える。ここで、この棒は支持点 O まわりの 1 つの鉛直平面内で自由に回転し、空気抵抗は無視できるものとする。棒の質量と長さを表のように設定した 4 種類の振り子において、固有振動数が一致する組合せをすべて選び出した選択肢として最も適切なものはどれか。ただし、回転角 θ は微小であるとする。なお、棒の質量を m_0 、長さを l_0 とすると支持点 O まわりの慣性モーメント I は



$$I = \frac{1}{3} m_0 l_0^2$$

である。

	ア	イ	ウ	エ
質量	$m/2$	m	m	$2m$
長さ	l	l	$2l$	$2l$

- ① アとイ、ウとエ
- ② アとウ、イとエ
- ③ アとエ、イとウ
- ④ アとウ
- ⑤ イとウ

I-7 内燃機関とその基本サイクルに関する（ア）～（オ）の記述のうち、正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

- （ア）ガソリンのノッキングに対する抵抗性（アンチノック性）はオクタン価で表され、オクタン価が高いほどノッキングが起こりやすい。
- （イ）エンジンでの燃焼において、CO、HCは、燃焼が不完全な場合に生成されるが、NO_xは燃焼ガスが高温になることで生成される。
- （ウ）ガスタービンでは、吸気温度が上がると最大出力が上昇する。
- （エ）実際のディーゼル機関では、上死点付近で噴射された燃料は、近似的に等積燃焼を行った後、等圧燃焼を行うサバテサイクルに近いものとなる。
- （オ）ガスタービンサイクルの代表的なものはブレイトンサイクルであり、断熱圧縮、等圧加熱、断熱膨張、等圧冷却から構成される。

- ① ア イ ウ
- ② ア イ エ
- ③ ア ウ オ
- ④ イ エ オ
- ⑤ ウ エ オ

I－8 石炭利用の発電技術に関する（ア）～（オ）の記述のうち、正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

（ア）我が国の大型石炭火力発電所は、石炭を細かく砕いて燃焼させる微粉炭火力よりも、石炭を粉砕せずに直接燃焼させる方式が主流である。

（イ）石炭は天然ガスと比べてCO₂排出原単位 [kg-CO₂/kWh]が大きいことから、燃焼ガス内のCO₂を分離回収する設備の併設が地球温暖化対策に有効と考えられている。

（ウ）流動床ボイラでは、石炭の灰分、硫黄分、水分などの制約が多く、使用できる石炭の種類は微粉炭ボイラより少なくなる。

（エ）我が国の石炭火力発電で使用されている蒸気の最高温度は、現在600℃を超えているが、さらなる高温化を実現して熱効率の向上を図る技術開発が行われている。

（オ）石炭ガス化複合発電では、固形燃料である石炭をガス化することで、ガスタービン燃料として使用できるため、通常の石炭火力よりも高い効率を達成可能である。

- ① ア イ ウ
- ② ア イ エ
- ③ ア ウ オ
- ④ イ エ オ
- ⑤ ウ エ オ

I-9 熱力学の基本法則に関する（ア）～（オ）の記述のうち、正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

（ア）物体AとB及び物体BとCが熱平衡の状態にあっても、物体AとCが熱平衡とならないことがある。これを熱力学の第0法則と呼ぶことがある。

（イ）熱力学の第1法則はエネルギー保存則であり、熱エネルギーと力学的エネルギーはお互いに変換可能で、エネルギーの総和は常に一定であることを示す。

（ウ）外部からのエネルギー補充なしに永久に運動（仕事）を続ける第1種永久機関は、熱力学の第1法則により存在が否定されている。

（エ）熱力学の第2法則はエネルギーの変化の向きを表す法則であるが、高温物体の熱を他の変化を伴わず低温物体に移すことが不可能であることを示す。

（オ）単一成分からなる純粋物質の完全結晶のエントロピーは、絶対零度で零となる。これを熱力学の第3法則と呼ぶ。

① イ ウ エ

② イ ウ オ

③ ア ウ エ

④ ア イ オ

⑤ ア エ オ

I-10 伝熱に関する（ア）～（オ）の記述のうち、正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

- （ア）対流伝熱は自然対流と強制対流に大別されるが、強制的な流れの速度が小さいときなどには、自然対流と強制対流が共存したような共存対流又は複合対流が発生する。
- （イ）熱伝導率の低い単一物質の典型的な状態は気体であり、繊維、粒子、多孔性物質、積層板などにより、すきまに気体を含む構造とすると良好な断熱材となる。
- （ウ）黒体とは、放射強度や放射流束を目盛りつける理想的な空間あるいは表面であり、いかなる実在の物質よりも小さいエネルギーを放射する放射体である。
- （エ）流れによってエネルギーが輸送される対流は、流れの状態に強く影響を受ける。流れは大きく分けると層流と乱流の2形態があり、熱の輸送速度は層流では一般に非常に大きい。
- （オ）熱伝導とは高温部から低温部へと熱が伝わる現象の1つであり、一般的には固体、液体、気体の順に熱伝導率の値が減少していく。

- ① ア イ オ
- ② ア ウ エ
- ③ イ ウ エ
- ④ イ ウ オ
- ⑤ イ エ オ

I-11 まっすぐな円管内の水の流れの特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 流れのレイノルズ数は、(円管内径) × (断面平均流速) ÷ (動粘度) で計算される。
- ② 流れが層流の場合、十分に下流では、円管断面内の速度分布は回転放物型になる。
- ③十分に発達した層流では、管摩擦係数はレイノルズ数に反比例する。
- ④ 流れが乱流になると、円管断面内の時間平均速度分布は層流に比べて平坦化する。
- ⑤ 乱流における管摩擦係数は層流に比べてレイノルズ数に対する依存性が強い。

I-12 軸流式の圧縮機に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 軸の回転を通じて外部から伝達されるトルクは、動翼を通じて流れ場の角運動量を変化させる。
- ② 動翼から流出する流れの運動エネルギーを減速して圧力として回収するために、通常、動翼下流に静翼が設置される。
- ③ 動翼における圧力上昇は、おもに遠心力による上昇である。
- ④ 遠心式や斜流式の圧縮機に比べて、流路断面積の割に大量の流体を圧送できる。
- ⑤ 1段当たりの圧力上昇が小さいため、圧力上昇を大きくするためには多段化される。

I-13 最近の工作機械の仕組みに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 工作機械本体は、主として主要構造要素、それらを結合する結合部、駆動機構から構成される。
- ② 主軸受には、主として転がり軸受、静圧軸受、動圧軸受が用いられる。
- ③ 案内機構には、主として滑り案内、転がり案内、静圧案内が用いられる。
- ④ 直進駆動機構には、主として滑りねじ駆動、リニアモータ駆動が用いられる。
- ⑤ 周辺機器・装置には、切りくず処理装置、工具や工作物の自動交換装置がある。

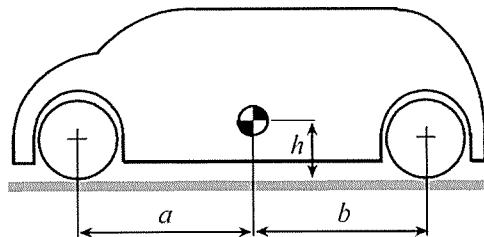
I-14 生産管理システムの代表的なものとしてプルシステムとプッシュシステムを挙げることができる。これら2つの生産管理システムに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① プルシステムの特徴は、生産のすべての段階において仕掛在庫を低減させることに主眼を置くところにある。
- ② プルシステムの代表例としてJIT (Just In Time) があるが、この方式ではロットサイズを大きくすることが求められる。
- ③ プッシュシステムの特徴は、原材料供給者、部品供給者、生産者、顧客に関する情報から詳細なスケジュールを作成し、それに基づいてマテリアルフローを前進させる方式を採用しているところにある。
- ④ プッシュシステムがうまく機能するか否かは、生産スケジュールの正確性に依存する。
- ⑤ プッシュシステムの代表例としてMRP (Material Requirements Planning : 資材所要量計画) があるが、この方式では在庫情報を考慮しながら各部品や原材料の正味所要量と所要時期を決定する。

I-15 CAD (Computer Aided Design) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① CSG (Constructive Solid Geometry) は、あらかじめ基本的な立体であるプリミティブを用意しておき、これにより複雑な形状を表現する。
- ② CADには、2次元情報のみを取り扱うことができる2次元CADと、3次元情報も取り扱うことができる3次元CADがある。
- ③ CADとは、製品の形状、その他属性データを、コンピュータの内部にデジタルデータ化し、このデータを用いて設計作業を支援するシステムである。
- ④ NURBS曲面は、B-Spline基底関数を用いて表現される曲面で、3次元空間における自由曲面表現に使用されている。
- ⑤ 3次元CADにおいて3次元形状を表現するモデルには、ドットモデル、サーフェスモデル、ソリッドモデルの3つがある。

I-16 質量が1500kgで、重心から前輪までの距離 a が1.2m、重心から後輪までの距離 b が1.8m、地上から重心までの高さ h が0.7mの車両が定速直線走行している。その後、 $0.3g$ で減速するとき、前輪軸直下の路面にかかる荷重の変化として最も適切なものはどれか。ただし、重力加速度は $g = 9.81\text{m/s}^2$ とする。



- ① 9860N増加する。
- ② 3090N増加する。
- ③ 1030N増加する。
- ④ 105N増加する。
- ⑤ 変化しない。

I-17 センサに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 接触センサは、対象物体に接触したかどうかを2値信号として検出するもので、物体の探索、把持確認、異常検出などにおいて論理制御のために利用されている。
- ② レーザレンジファインダは、物体にレーザ光を照射して物体までの距離を測定する能動的なセンサであり、反射光の到達時間を直接計測する方式や、投射光と反射光の位相差から距離を測定する方式が代表的である。
- ③ 超音波センサは、超音波パルス信号を発信し、その反射波の有無や反射時間によって障害物の存在や距離を測定するセンサである。凸凹面、柔らかい布など音を吸収、散乱するものは検出困難である。
- ④ 視覚センサは、光源から発せられ物体表面で反射された光を検出する受動的なセンサであり、撮像素子を1次元あるいは2次元に配列したイメージセンサや、物体の発する赤外光を計測するものなどがある。
- ⑤ タコジェネレータは、直流発電機的一种で、回転位置の検出に用いられる。センサとしては駆動系の速度制御や速度フィードバック用に用いられる。

I-18 公差に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 普通公差は寸法公差のみに用いられ、図面の中でJISの規格番号とその公差等級を指示すれば、その範囲内の公差は指定しなくてもよい。
- ② 幾何公差は、形体の形状、姿勢、位置及び振れを規制する特性を表し、平行度、直角度などがその例である。
- ③ 穴（内側形体）と軸（外側形体）の間で、すきま又ははめしろが問題となる場合、両者の許容域の関係をはめあいという。
- ④ 呼び寸法が等しい軸と穴のはめあいには、はめあいの等級によって、すきまばめ、中間ばめ、しまりばめの3つがある。
- ⑤ はめあいでは穴基準、軸基準の両方の公差が規格化されているが、軸に比べて穴のほうが加工や測定が難しく、穴基準を用いる場合が多い。

I-19 図1に示すような長さ L 、縦弾性係数 E 、断面二次モーメント I の一様な一端固定—他端自由のはりの自由端に、荷重 W 又はモーメント M が作用したときの自由端の曲げ変位及び傾きは表のように計算できる。これを踏まえて、図2のように直角な角を持つ一端固定—他端自由の一様な自由端に荷重 P を作用させてばねとして用いたときの等価剛性 P/δ として、次のうち最も適切なものはどれか。

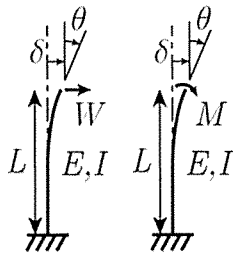


図1

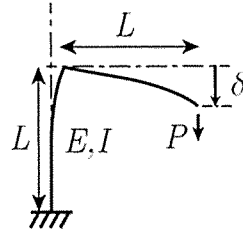


図2

荷重 W	変位 δ	$\frac{WL^3}{3EI}$
	傾き θ	$\frac{WL^2}{2EI}$
モーメント M	変位 δ	$\frac{ML^2}{2EI}$
	傾き θ	$\frac{ML}{EI}$

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

I-20 出力 $Y(s)$ を目標信号 $R(s)$ に追従させる基本的なサーボ系のブロック線図は、図1のように表すことができる。図1において、 s はラプラス演算子、 $G(s)$ は制御対象の伝達関数、 $C(s)$ は制御器の伝達関数である。また、 $E(s) = R(s) - Y(s)$ は目標信号 $R(s)$ に対する出力 $Y(s)$ の追従誤差である。この系を図2のように目標信号 $R(s)$ から追従誤差 $E(s)$ までの伝達関数 $S(s)$ に変換したとき、 $S(s)$ の式として最も適切なものは次のうちどれか。

- ① $S(s) = G(s) + C(s)$
 ② $S(s) = 1 + G(s)C(s)$
 ③ $S(s) = \frac{G(s)C(s)}{1 + G(s)C(s)}$
 ④ $S(s) = \frac{1}{1 + G(s)C(s)}$
 ⑤ $S(s) = \frac{1 + G(s)C(s)}{G(s)C(s)}$

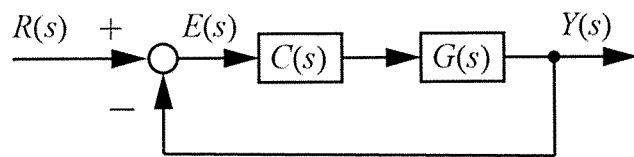


図1

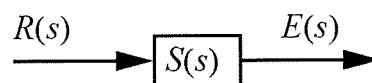


図2