

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 ロバストデザイ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 ロバストデザインは、各種誤差や変動による製品性能への影響を小さくする設計手法である。
- ② ロバストデザインには、実験計画法の直交表を利用したタグチメソッドがある。
- ③ ロバストデザインには、設計変数や制約条件を確定的あるいは不確定的な量として扱う方法がある。
- ④ ロバストデザインは、誤差の合理的な管理を行い、製造時の作りこみでのばらつき対策を実施できるようにする手法である。
- ⑤ ロバストデザインにより、設計の流れの中で設計変更の可能性を拡大できる。

I-2 機械要素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ボルト・ナットの締結体の設計においては、軸力だけでなく座面の摩擦も考慮して締め付けトルクの目標値を計算する。
- ② 圧縮円筒コイルばねの設計式は、素線に作用する曲げに関する式から誘導される。
- ③ 軸の設計では、静的な強度と剛性だけでなく危険速度についても考慮する必要がある。
- ④ 転がり軸受の選定においては、使用条件に応じて適切な形式を組合せて、はめあい条件及び潤滑方法を考慮する必要がある。
- ⑤ ゴムOリングは、密封性能を維持するために、ねじれ変形が生じないように装着する必要がある。

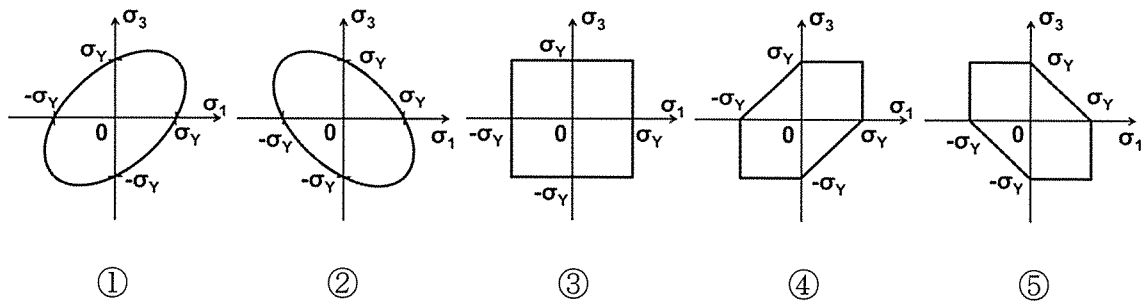
I-3 直径 d の円形断面を有するはりの曲げに対する断面係数は次のうちどれか。ただし、断面係数とは、曲げモーメント M を受けるはりの断面に発生する最大応力を σ_{max} として、これを $\sigma_{max} = M/Z$ と表すときの Z のことをいう。

- ① $\frac{\pi}{16}d^3$
- ② $\frac{\pi}{32}d^3$
- ③ $\frac{\pi}{16}d^4$
- ④ $\frac{\pi}{32}d^4$
- ⑤ $\frac{\pi}{64}d^4$

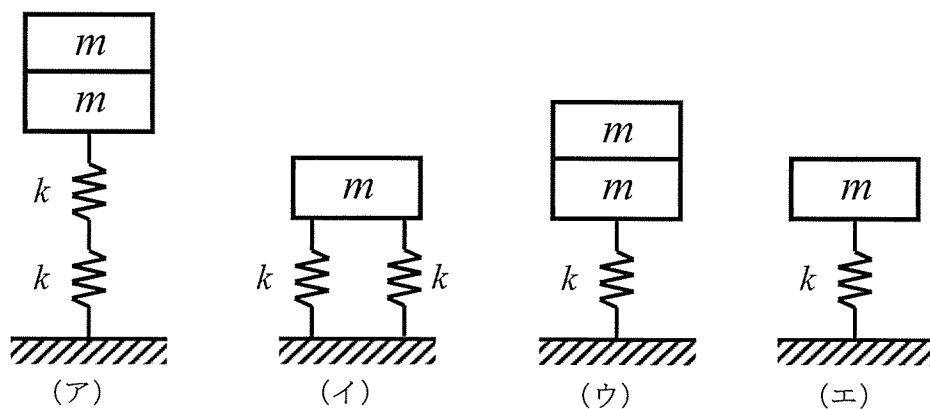
I-4 延性材料に対して広く用いられているミーゼスの降伏条件は、せん断ひずみエネルギーの値が、材料で定まるある値に達したときに破損が起こるという説に基づいている。主応力を $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ とし、単軸の降伏応力を σ_Y とすると、その条件式は

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

で表される。平面応力状態 $\sigma_2 = 0$ のとき、ミーゼスの降伏条件の降伏曲面を表す図は、次のうちどれか。

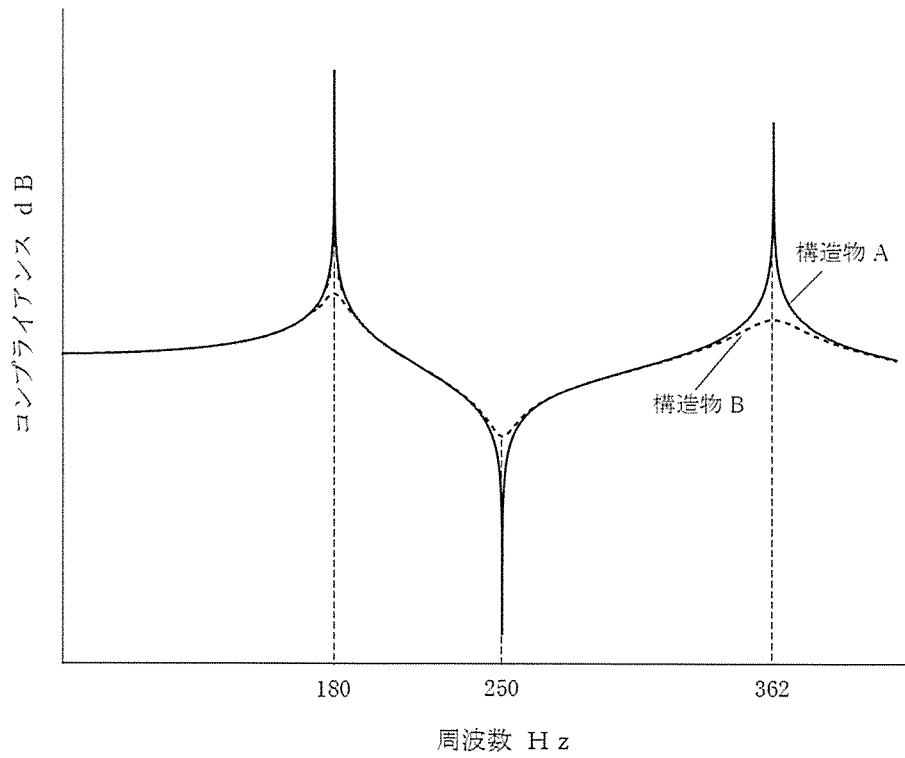


I-5 下図は、おもりがばねで支持されて、鉛直方向に振動する4種類の振動系を示している。 m はおもり1個の質量、 k はばね1個のばね定数である。(ア)～(エ)について、固有振動数の低い振動系から順番に並べたものは次のうちどれか。



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

I-6 減衰性能の大きさのみが異なる構造物Aと構造物Bの振動試験を実施したところ、下図のような加振点自身の周波数応答曲線を計測することができた。この実験結果に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



- ① 計測された周波数範囲内で最も低い固有振動数は、いずれの構造物も約180 Hzである。
- ② 計測された周波数範囲においては、いずれの構造物も固有振動数が少なくとも2つ存在する。
- ③ 約250 Hzにある溝は反共振溝と呼ばれ、減衰性能の違いに依らず、加振周波数と異なる周波数で大きい振幅の振動が発生することを意味する。
- ④ 2つの構造物のうちで減衰性能の高い構造物は構造物Bである。
- ⑤ いずれの構造物においても、約180 Hzにある共振峰に対して適切に調整された動吸振器を付加すると、その共振峰の高さを下げることが可能となる。

I-7 燃料電池に関する（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）燃料電池は、化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換する装置であり、熱機関におけるカルノー効率の制約を受けることなく高効率を得ることができる。

（イ）リン酸型は、燃料電池の中では発電効率が最も高く、オンサイト型コージェネレーション用として期待されている。

（ウ）アルカリ水溶液型は、純水素を燃料とし、過去に宇宙船用として利用されたことがある。

（エ）固体高分子型は、運転圧力の影響をほとんど受けない特徴があり、航空機用として期待されている。

（オ）固体酸化物型は、運転温度が約600～1,000℃と高く、燃料改質のための装置を不要とすることができる。

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

I-8 ごみ発電の発電効率向上に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

① 水冷式復水器は空冷式復水器に比べ熱貫流率が高いため、タービン排気圧力をより低減できるので発電効率は高い。

② 低温エコマイザでは、エコマイザの伝熱面積を大きくしてより低温まで排ガスを冷却することで、ボイラ効率の向上を図ることにより、発電効率が向上する。

③ 高温高圧ボイラでは、ボイラの主蒸気条件（圧力、温度）は、発電効率の向上には無関係である。

④ 低空気比燃焼では、理想空燃比に近づけるように燃焼空気量を低減することにより、ボイラ効率の向上を図ることで発電効率が向上する。

⑤ 抽気復水タービンでは、タービンで仕事をした蒸気の一部を抽気して給水加熱等に使用すると、発電効率が向上する。

I-9 実在気体の状態を示す蒸気線図は、状態量のうちいずれか2つを座標として表される。冷凍機器では圧力-エンタルピー線図がよく用いられるが、これに関する（ア）～（カ）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）圧力一定の下で、飽和液線より温度が高い領域は、過熱蒸気域である。
- （イ）圧力一定の下で、飽和蒸気線より温度が高い領域は、過熱蒸気域である。
- （ウ）二相域の状態は、飽和蒸気線と飽和液線の間領域である。
- （エ）臨界圧力を越えた領域では、二相域が存在する。
- （オ）湿り蒸気の乾き度とは、湿り蒸気に含まれる飽和液量の割合である。
- （カ）一般に、線図には等エントロピー線、等温線、等比容積線が示されている。

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

I-10 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）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。
- （イ）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。
- （ウ）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、絶対零度でゼロとなる。これを熱力学の第3法則と呼ぶ。
- （エ）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。
- （オ）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。

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

I-11 管路の水撃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 水撃作用による圧力変化は、管路の流速変化が大きいほど、また流速変化が同じであっても管径が大きくなるほど、大きくなる。
- ② 管路系の水の圧力波の伝播速度は水中に混入した空気量に影響され、空気量が増えると空気中の音速以下になることがある。
- ③ 水撃作用により過渡的に管路内部の圧力が低下する部位については、水柱分離が発生することにより衝撃的な高圧が発生する場合もある。
- ④ 管路にサージタンクあるいは空気室を取り付けると、その容量効果によって水撃作用が緩和される。
- ⑤ 運転中のポンプの電源が瞬時に遮断された場合、ポンプ駆動軸にフライホイールが付けてあれば、水撃作用による圧力上昇や圧力降下は緩和される。

I-12 一様流中に円柱が流れに直交して置かれると、その後流にはカルマン渦列が形成され、円柱の抗力係数が幅広いレイノルズ数に対してほぼ一定の状態となる。そのような状態の流れ場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 カルマン渦列の放出周波数に関する無次元数をストローハル数と呼ぶ。
- ② カルマン渦列の放出周波数は、流速と円柱の直径にほぼ比例する。
- ③ 円柱にかかる平均抗力は、流速の2乗と円柱の直径にほぼ比例する。
- ④ 円柱には、流れに直交し、かつ円柱軸に直交する方向の変動流体力が作用し、その周波数はカルマン渦列の放出周波数に等しい。
- ⑤ 円柱には、流れに直交し、かつ円柱軸に直交する方向のみでなく、流れ方向の変動流体力も作用する。

I-13 切削加工において、加工能率の指標として、単位時間当たりの切りくず排出量（除去体積）が用いられるようになっている。直径150 mm、4枚刃のフライスカッターを用いた加工において、1分間当たりの切りくず排出量を80 cm³としたい。切削速度150 m/min、切削幅80 mm、切り込み深さ2 mmの場合、1刃当たりの送り量が最も近いものは次のうちどれか。

- ① 0.1 mm ② 0.2 mm ③ 0.3 mm ④ 0.4 mm ⑤ 0.5 mm

I-14 工作機械に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 工作機械とは、除去加工を行う機械である。
- ② 横フライス盤は、平フライス削りを行うことができる。
- ③ 中ぐり盤は、中ぐりとフライス削りを行うことができる。
- ④ 平削り盤は、工具が運動する機械である。
- ⑤ 心なし研削盤は、細くて長い円筒状工作物の研削加工に適している。

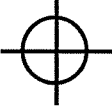




I-15 建設機械に多く使われている油圧、空気圧の機器に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 油圧と空気圧の動力伝達を比較すると、一般に空気圧は油圧に比べ応答性が劣る。
- ② 油圧の場合には、力や速度の大きさは、圧力や流量の制御により決まるため、油温に関係なく調整できる。
- ③ 油圧に使われる作動油は非圧縮性とみなすことができるため、力は確実に伝達されるが一般的に振動が発生しやすい。
- ④ 油圧の場合は配管の継手部などからの油漏れに注意が必要であるが、空気圧の場合は多少空気が漏れても良いので特に保守作業の必要はない。
- ⑤ 空気圧は気体の圧縮性に基づき、位置決め精度が良い。

I-16 確率・統計・誤差評価に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 2地点間を往復する列車の速度が行き帰りで異なる際の平均速度は、一般的に調和平均で求める。
- ② 対象としているデータの分布がどのような形でも、サンプル毎の平均値はサンプルのデータ数に関係なく正規分布となる。
- ③ 仮説に基づいてデータの検定を行う場合に、その仮説の採択か棄却を判定する基準のことを有意水準と呼ぶ。
- ④ モンテカルロシミュレーションとは、入力データを乱数で変動させ、出力結果の変動を統計的に評価する手法である。
- ⑤ 四則演算等の計算を行う際に、計算結果を有効桁で切り捨てることに起因して、計算を繰り返すにつれて結果が真値からずれる誤差を丸め誤差と呼ぶ。

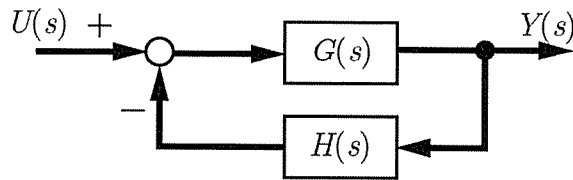
I-17 JIS B 0021に規定されている幾何公差の記号とその意味の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- ①  位置度公差 ②  同軸度公差（軸線に対して）
- ③  傾斜度公差 ④  直角度公差
- ⑤  平面度公差

I-18 回転運動をする電気アクチュエータに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

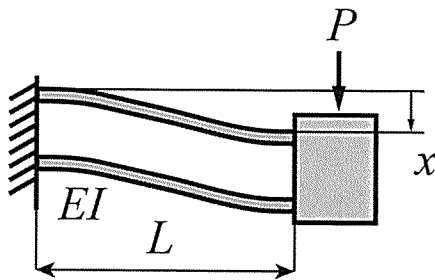
- ① 直流電流で駆動するDCモータが発生するトルクは電流にほぼ比例し、無負荷速度は電圧にほぼ比例する。
- ② ブラシレスDCモータは、DCモータのブラシと整流子の役割を半導体素子により実現しており、DCモータの基本的な性質を備えている。
- ③ 速度フィードバックを用いるアクチュエータの位置決め制御において、速度センサが無くても位置センサがあれば制御することができる。
- ④ ステッピングモータは、起動時に高い周波数の指令パルスを与えることにより高速運転を開始することができる。
- ⑤ ダイレクトドライブ用モータを用いることにより、減速機を用いた駆動系で問題となるバックラッシュやロストモーションなどを解消できる。

I-19 下図のブロック線図の伝達関数 $\frac{Y(s)}{U(s)}$ として正しい式は次のうちどれか。



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

I-20 下図は位置決め要素を平行に微小変位させるための2枚平行板ばね機構のモデルである。平行板ばねを構成する1枚の板ばねの有効長さは L 、縦弾性係数は E 、断面二次モーメントは I であり、 P 及び x はそれぞれ微小な静的作用力及び微小な静的変位を表している。下表のように、種々の支持方法における長さ L の同じ板ばね1枚の等価剛性が知られているとき、2枚平行板ばねの等価剛性 $k=P/x$ を表す式は次のうちどれか。



はり両端の支持方法	力作用位置	等価剛性
固定-自由	自由端	$\frac{3EI}{L^3}$
単純支持-単純支持	中央	$\frac{48EI}{L^3}$
固定-固定	中央	$\frac{192EI}{L^3}$

- ① $\frac{6EI}{L^3}$ ② $\frac{12EI}{L^3}$ ③ $\frac{24EI}{L^3}$ ④ $\frac{48EI}{L^3}$ ⑤ $\frac{96EI}{L^3}$