

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最小化する設計手法である。
- ② ロバストデザインは、実験計画法の直交表を利用したタグチメソッドのことである。
- ③ ロバストデザインは、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設計手法である。
- ④ ロバストデザインを適用し、誤差の合理的な管理をすることにより、製造コストを下げる事が可能である。
- 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 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 低温環境下では潤滑油の粘度が増大し、軸受の摩擦損失が増大する。この粘度の増大を低減するために、極圧添加剤が用いられる。
- ② 摩擦によって発生する摩耗粉の総体積(摩耗量)をすべった距離と摩擦面に加わる荷重で割った値を比摩耗量と呼び、摩耗を表すパラメータとしてよく用いられる。
- ③ 摩擦面の駆動条件を示す軸受特性数(接触面の摺動速度×潤滑材の粘度)／軸受接触面間に作用する単位幅当たりの荷重)によって、摩擦係数がどのように変化するかを示す曲線をストライベック曲線という。
- ④ 二硫化モリブデン、窒化ホウ素、グラファイトといった固体潤滑剤は、いずれも結晶が層状構造となっており、これが優れた潤滑性を示す理由である。
- ⑤ 乾燥摩擦状態では、摩擦係数は一定とみなせるので、単位面積当たりの摩擦面での発熱量は通常、圧力と速度の積に比例し、この値は摩擦面の温度上昇の指標として用いられる。

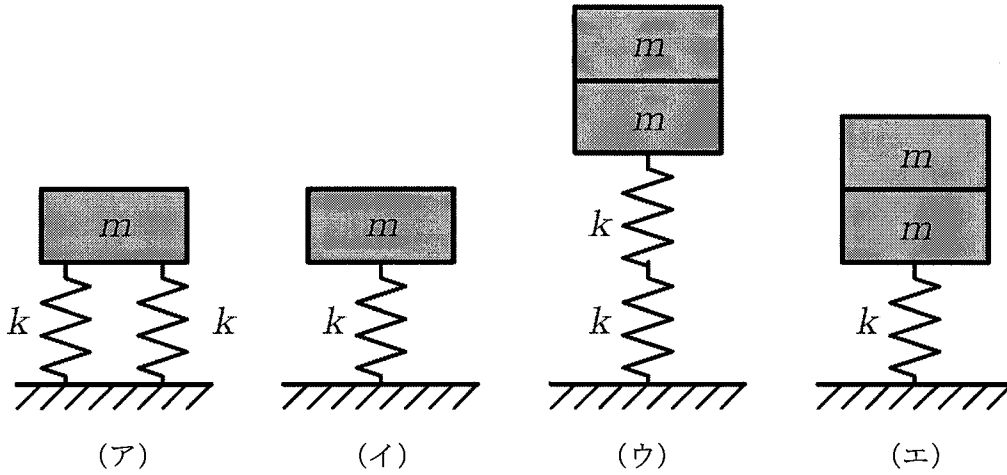
I-3 鉄道車両にステンレス鋼製の車体を採用したものが増えている。耐力や疲労強度の高いことが要求されるので、オーステナイト系ステンレスSUS301LやSUS304が主に使われている。ステンレス鋼製車体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 耐食性を活かして車両外板を無塗装化することができ、錆発生防止のためのメンテナンスを省力化できる。
- ② 腐食代をほとんど考慮する必要がなく、部材を薄くし軽量化できる。
- ③ 薄板の接合では、熱影響による粒界腐食や応力腐食割れを低減するために、スポット溶接が主に採用されている。
- ④ アルミ合金に比べて、耐力が高く曲げ加工も容易なため、先頭部等の複雑な形状も加工することができ、デザインの自由度が高い。
- ⑤ 素材価格は軟鋼よりも高いが、溶接工数や塗装前処理費用が軟鋼製車体よりも節減できるので、トータルでは軟鋼製よりも低価格となる場合もある。

I-4 先端に荷重が負荷される一様円形断面の片持ちはりを考える。先端に同じ大きさの荷重を加え、はりの長さを2倍に、かつ直径を2倍にしたとき、はりの先端のたわみとはり付け根の最大曲げ応力は、それぞれ元の形状の場合の何倍になるか。

- ① たわみは1/2倍、最大曲げ応力は1/4倍
- ② たわみは8倍、最大曲げ応力は1/8倍
- ③ たわみは2倍、最大曲げ応力は2倍
- ④ たわみは1/2倍、最大曲げ応力は1/2倍
- ⑤ たわみは1/2倍、最大曲げ応力は1/8倍

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(ア), (イ), (ウ), (エ)の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どれか。



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

I-6 疑似的な周辺自由支持状態で正方形板の加振実験を行った。下図に示す点C (○) を加振点として応答加速度を点A (●) 及び点B (●) で測定したところ、図の(ア)～(ウ)の3つの固有振動モードが観察され、点A, Bで測定された共振周波数はそれぞれ下表のようになった。図に示す(ア)～(ウ)の振動モードについて、振動数の低い方から順番に並べたとき、正しいものはどれか。

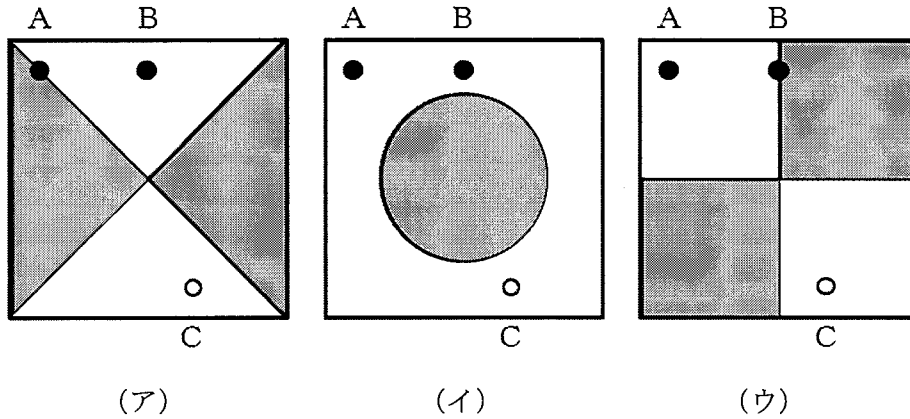


図 モード節図

注) 外周枠内の実線は節線，白及び灰色の領域は加振点と同相，逆相を示す。

表 測定された共振周波数

測定点	共振周波数
A	189 Hz, 374 Hz
B	288 Hz, 374 Hz

注) 測定点A, Bで測定された374 Hzは、同一の振動モードとなった。

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

I-7 ガスタービンと蒸気タービンで構成されるコンバインドサイクルにおいて、ガスタービン熱効率を $\eta_{GT}$ 、蒸気タービン熱効率を $\eta_{ST}$ 、ガスタービン排熱からの熱回収効率を $\eta_h$ とした場合のコンバインドサイクル効率 $\eta_{CC}$ を表す式は、次のうちどれか。

- ①  $\eta_{GT} \times \eta_h + \eta_{ST}$
- ②  $\eta_{GT} + \eta_h \times \eta_{ST}$
- ③  $\eta_{GT} + (1 - \eta_{GT}) \times \eta_h \times \eta_{ST}$
- ④  $\eta_{GT} \times \eta_h + \eta_{ST} \times \eta_h$
- ⑤  $(\eta_{GT} + \eta_h \times \eta_{ST}) / 2$

I-8 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) 燃料の化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換するために、熱機関と異なり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装置である。

(イ) 固体高分子型は、使用される環境の圧力の影響をほとんど受けない特徴があり、自動車用として期待されている。

(ウ) 固体酸化物型は、運転温度が約600～1000℃と高く、燃料改質のための装置が不要である。

(エ) 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。

(オ) リン酸型は、燃料電池の中では発電システム熱効率が最も高く、オンサイト型コジェネレーション用として期待されている。

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

I-9 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) オットーサイクルは断熱圧縮、等積加熱（等容加熱）、断熱膨張、等積放熱（等容放熱）からなるサイクルである。

(イ) オットーサイクルの理論熱効率は、圧縮比、比熱比、供給熱量のみによって決まる。

(ウ) ディーゼルサイクルの理論熱効率は、圧縮比、比熱比のみによって決まる。

(エ) ガソリン機関では、圧縮比の増加は燃料経済・高出力化のため直接有効であるが、ノッキングなどの異常燃焼が発生するので、圧縮比の値には限度がある。

(オ) ディーゼルサイクルは、一般にオットーサイクルよりも圧縮比が高いので、オットーサイクルよりも熱効率が低い。

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

I-10 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) 臨界圧力を超えた領域では、二相域が存在する。

(イ) 二相域の状態は、飽和蒸気線と飽和液線の間領域である。

(ウ) 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。

(エ) 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。

(オ) 線図には、等エントロピ線、等温線、等比容積線が示されている。

(カ) 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。

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

I-11 小流量用流量計に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 超音波流量計は流れによる超音波伝搬の変化量の計測から平均流速を求める原理により、時間差方式、位相差方式、ドップラー方式など様々な方式がある。
- ② 渦式流量計はカルマン渦のストローハル数を利用するため、一般にレイノルズ数が同じならば流体の種類によらないという利点をもつ。
- ③ 質量流量計にはコリオリ力を利用したものと、熱を使ったものの2種類があるが、両方とも気体の流量測定にのみ用いられる。
- ④ 容積流量計には色々な構造のものがあるが、2個のロータが連動する構造の流量計としてはオーバル歯車式、ルーツ式などがある。
- ⑤ 電磁流量計は粒子を含む流体の流量測定も可能だが、均質な導電性の流体であることが必要である。

I-12 円管内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 円管に流れを導くと速度境界層が発生し、それが下流に向かって発達する。十分に発達すると速度分布が下流方向に変化しなくなる。
- ② 流速が高いと流れは下流において層流から乱流に遷移をはじめめる。このときのレイノルズ数を臨界レイノルズ数という。
- ③ 臨界レイノルズ数を下回る条件では、流れは層流であり、十分に下流では放物線型速度分布となる。
- ④ 十分に発達した層流では管摩擦係数はレイノルズ数の逆数に比例する。
- ⑤ 臨界レイノルズ数を十分に上回る条件では流れは乱流となり、十分に発達した乱流の管摩擦係数はレイノルズ数の2乗に比例する。

I-13 切れ刃外径200 mm, 刃数8枚の正面フライスを用いた鋳鉄の加工において, 切削速度(切れ刃外周速度) 100 m/min, 1刃当たりの送り量0.25 mm, 切削幅120 mm, 切込み深さ5 mmの切削条件で加工した場合, 1分間の切屑排出量は何 cm<sup>3</sup>か, 次の中から最も近いものを選び。

- ① 0.2 cm<sup>3</sup>    ② 1 cm<sup>3</sup>    ③ 60 cm<sup>3</sup>    ④ 100 cm<sup>3</sup>    ⑤ 200 cm<sup>3</sup>

I-14 加工面の粗さに関する次の記述のうち, 最も不適切なものはどれか。

- ① 加工面は, 加工コストが同じなら, その粗さを小さくすべきである。  
② 比較用表面粗さ標準片による粗さ測定は, 視覚や触覚など測定者の感覚による。  
③ 粗さパラメータR<sub>z</sub>は, 2001年版JISから最大高さ粗さを示すことになった。  
④ 研削加工された面の方が切削加工された面より粗さが小さいとは限らない。  
⑤ 粗さ曲線は, 断面曲線から高域フィルタで長波長成分を遮断して得た輪郭曲線である。

I-15 建設機械や物流機械に広く使われている油圧機器・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 安全弁(リリーフ弁)にはいくつかの形式があるが, 応答性では「直動形」が, 圧力の安定性では「バランスピストン形」が優れている。  
② 油圧装置におけるアキュムレータは, 圧油の蓄積, 放出によるポンプ補助動力源として用いられるほか, ポンプの脈動吸収や, バルブの急開閉などによって発生する衝撃圧の緩衝などにも使用される。  
③ 油圧モータの理論出力トルクは, 「モータ1回転当たりの押しのけ容積」と「モータ前後の差圧」の積に比例する。  
④ 1つの油圧源に, 複数のアクチュエータを並列に接続したパラレル回路では, それぞれのアクチュエータを独立して操作することができるが, 複数のアクチュエータを同時に操作すると, 負荷の小さい方の速度が速くなり, 負荷の大きい方が遅くなるので注意が必要である。  
⑤ バルブ内の作動油漏れをできるだけ避けなければならない場合には, 「ポペット弁」よりも「スプール弁」の方が有利である。



I-16 ある鉄道車両の編成を、停止位置から一定加速度  $2 \text{ km/h/s}$  で45秒加速後、60秒にわたり定速で走行、その後  $3 \text{ km/h/s}$  で制動をかけて停止させた。ここで、ブレーキの遅れ時間（ブレーキ操作から減速開始までのむだ時間）は1秒、編成全体の質量は360 t、走行抵抗は考えないものとする。この鉄道車両編成の運行に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ① 加速開始から加速終了までの走行距離は400 mである。
- ② 定速走行時の速度は45 km/hである。
- ③ 制動開始から停止までの走行距離は400 mである。
- ④ 加速開始から停止までの走行距離は960 mである。
- ⑤ 加速中の駆動力は720 kNである。

I-17 ロボットの構成要素に関する次の記述について、最も不適切なものはどれか。

- ① 遊星歯車機構は入力軸と出力軸を同心にでき、比較的大きなトルクを伝達できる。
- ② エンコーダの方式には、光学式や磁気式などがある。
- ③ 6軸力覚センサではモーメントは計測できない。
- ④ 圧電素子は、センサやアクチュエータとして使うことができる。
- ⑤ 代表的なロボットのエンドエフェクタとして、ハンドや吸着パッドがある。

I-18 フィードバック制御系では、閉ループ伝達関数を求め、その特性方程式を解くことにより系の安定判別（安定系、不安定系）をすることができる。次の特性方程式（ $s$ はラプラス演算子）をもつフィードバック制御系のうち、不安定系になるものはどれか。

- ①  $s^2 + 3s + 2 = 0$
- ②  $s^3 + 5s^2 + 9s + 5 = 0$
- ③  $s^3 + 6s^2 + 11s + 6 = 0$
- ④  $s^2 - 2s + 3 = 0$
- ⑤  $s^3 + 4s^2 + 7s + 6 = 0$

I-19 JIS C 1002-1975「電子測定器用語」において、「測定器の指示値又は表示値の変化の、その変化を生じさせた測定量の変化に対する比」と定義されている特性は次のうちどれか。

- ① 確度      ② 誤差      ③ 分解能      ④ 感度      ⑤ 安定性

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 a のように表すことができる。図 a 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  $Y(s)$  の偏差である。この系を図 b のように目標信号  $R(s)$  から偏差  $E(s)$  までの伝達関数  $S(s)$  で表したとき、正しい式は次のうちどれか。

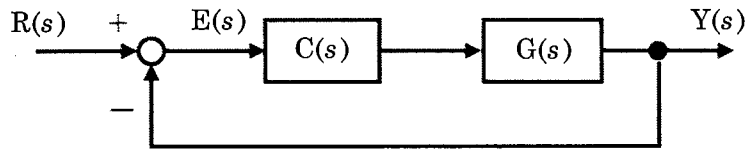


図 a

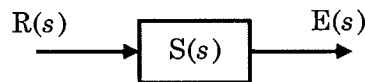


図 b

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