

平成18年度技術士第二次試験問題（機械部門）

必須科目 （1） 機械一般

Ⅱ－1 次の20問題のうち15問題を選んで解答せよ。（解答欄に1つだけマークすること。）

Ⅱ－1－1 CAD（Computer Aided Design）に関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

- ① CADとは製品の要求仕様に基づき、機能を実現する形状を決定していく設計行為をコンピュータの支援により行うこと、あるいはそれを行うシステムで、狭義には設計図面描画を支援するシステムを示す。
- 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 3次元CADにおいて3次元形状を表現するモデルには、ワイヤーフレームモデル、サーフェスモデル、ソリッドモデルの3つがある。
- ④ 境界表現あるいはB-Reps（Boundary Representation）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。
- ⑤ NURBS曲面は、B-Spline基底関数を用いて表現される曲面で、3次元上の自由曲面表現に利用されている。

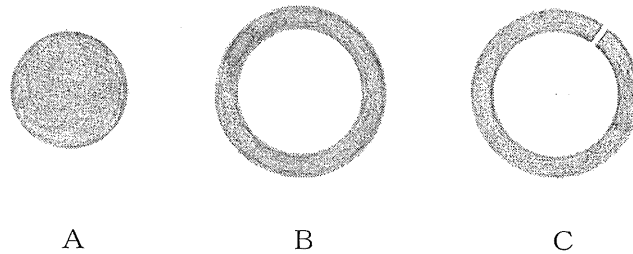
Ⅱ－1－2 ロバストデザインに関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

- ① ロバストデザインが目指すものは、製品の性能に影響を与える設計パラメータの変化を理解し、その影響を最小限に抑えることである。
- ② ロバストデザインとは、タグチメソッドのことである。
- ③ ロバストデザインにより、種々の誤差に対し信頼性の高い設計が可能となる。
- ④ ロバストデザインにより、誤差の合理的な管理等が実現でき、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。

II-1-3 下図に示す3種の断面形状をした棒がある。弾性定数および断面積を等しいものとしてねじり剛性を比較すると①～⑤のうち正しいものはどれか。

ただし、Aの断面は中実丸棒断面、Bの断面は有限な（無限小ではない）内半径を有する中空丸棒断面、Cの断面はBの断面にごく細いスリットの入ったものであるとする。

- ①  $A > B > C$       ②  $B > A > C$       ③  $B > C > A$   
 ④  $A > B \approx C$       ⑤  $B \approx C > A$

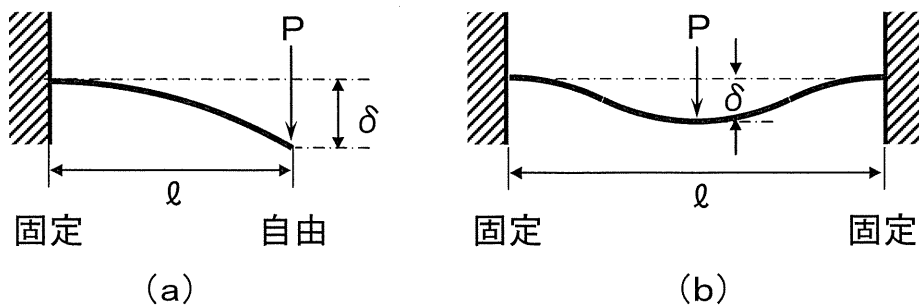


II-1-4 下図 (a) に示す縦弾性係数  $E$ 、長さ  $l$ 、断面二次モーメント  $I$  で一端固定、他端自由のまっすぐなはりの自由端に横荷重  $P$  が作用する場合の最大たわみ  $\delta$  は次式で表される。

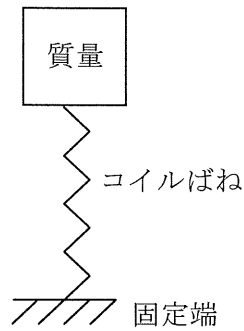
$$\delta = (P l^3) / (3 EI)$$

それでは、下図 (b) に示す両端固定のはりの中央に横荷重  $P$  が作用する場合の最大たわみ  $\delta$  は次のうちどれか。

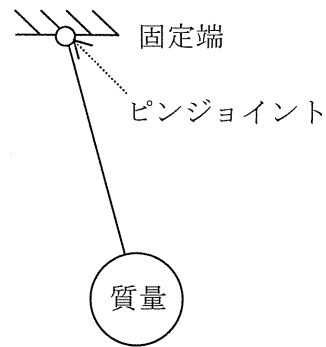
- ①  $(P l^3) / (3 EI)$       ②  $(P l^3) / (24 EI)$       ③  $(P l^3) / (48 EI)$   
 ④  $(P l^3) / (96 EI)$       ⑤  $(P l^3) / (192 EI)$



II-1-5 下図 (a) のような線形のコイルばねと質量からなる 1 自由度のばね・質量系の固有振動数および図 (b) のような振り子の固有振動数を、地球上および月面において、同じ変位振幅で自由振動させて計測した場合の結果について、次の①～⑤の中から正しいものを選び。なお、ここでは、振動数が異なるというのは10%以上の有意な差がある場合をさしており、それに満たない場合は等しいと考えよ。また、コイルばねの材料の弾性率や振り子の長さは、地球上と月面で変化しないとし、実験の条件についても、地球上と月面とで実験を行うこと以外には、特殊な状態は考えないとする。



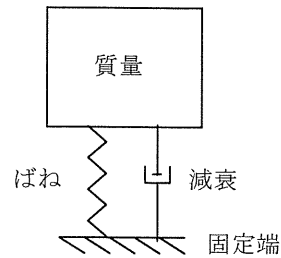
(a) 1 自由度ばね・質量系



(b) 振り子

- ① ばね・質量系，振り子ともに，地球上での固有振動数と月面での固有振動数は等しい。
- ② ばね・質量系，振り子ともに，地球上での固有振動数と月面での固有振動数は異なる。
- ③ ばね・質量系については，月面での固有振動数の方が高くなるが，振り子については地球上での固有振動数と月面での固有振動数は等しい。
- ④ ばね・質量系については，地球上での固有振動数と月面での固有振動数は等しいが，振り子については月面での固有振動数の方が高くなる。
- ⑤ ばね・質量系については，地球上での固有振動数と月面での固有振動数は等しいが，振り子については月面での固有振動数の方が低くなる。

II-1-6 下図のような線形の1自由度ばね・質量・減衰系の強制振動または自由振動に関して、次の記述のうち正しくないものを選び。なお、減衰は臨界減衰と比べて十分小さいとする。



- ① 図のような系の質量部分に正弦波の加振力が加わる強制振動において、加振力の振幅は一定で振動数を変化させた場合に、横軸に加振力の振動数、縦軸に応答変位の振幅を示す図を画けば、加振振動数が1自由度系の固有振動数と一致する点の近傍で応答変位の振幅は最大になる。なお、ここでは、応答変位の振幅とは、定常になった状態での振幅を意味する。
- ② 図のような系の質量部分に正弦波の加振力が加わる強制振動において、加振振動数が1自由度系の固有振動数と一致した場合の定常応答振幅は、減衰を大きく変化させてもほとんど変化しない。
- ③ 図のような系の自由振動では、減衰でエネルギーを消散するので、変位振幅が時間とともに減少していく。
- ④ 図のような系の自由振動では、1周期ごとの振幅は等比級数的に減少していく。
- ⑤ 図のような系の自由振動の振動数は、減衰のない場合の自由振動の振動数よりも小さいがその差は小さい。

II-1-7 下図は単純ガスタービンサイクルを表したものである。サイクル上の各点の絶対温度をそれぞれ  $T_1 \sim T_4$ ，圧縮機の断熱効率  $\eta_c$ ，タービンの断熱効率  $\eta_t$ ，サイクル中の定圧比熱を一定とすると、このサイクルの理論熱効率  $\eta_{th}$  を表す式を次式の中より選べ。但し、 $2^*$ 、 $4^*$  はそれぞれ 1、3 から断熱変化した状態を表す。また、図の  $i$  はエンタルピ、 $S$  はエントロピを表す。

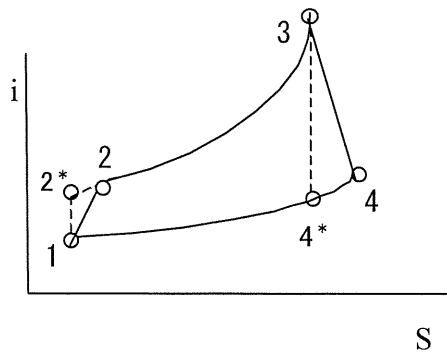
$$\textcircled{1} \quad \eta_{th} = \frac{(T_3 - T_{4^*}) \eta_t - (T_{2^*} - T_1) / \eta_c}{T_3 - T_2}$$

$$\textcircled{2} \quad \eta_{th} = \frac{(T_3 - T_{4^*}) \eta_t - (T_{2^*} - T_1) / \eta_c}{T_3 - T_1}$$

$$\textcircled{3} \quad \eta_{th} = \frac{(T_3 - T_{4^*}) \eta_t - (T_{2^*} - T_1) \eta_c}{T_3 - T_2}$$

$$\textcircled{4} \quad \eta_{th} = \frac{(T_3 - T_{4^*}) \eta_t - (T_{2^*} - T_1) \eta_c}{T_3 - T_1}$$

$$\textcircled{5} \quad \eta_{th} = \frac{(T_3 - T_{4^*}) \eta_t - (T_{2^*} - T_1) / \eta_c}{T_3 - T_{2^*}}$$



II-1-8 内燃機関とその基本サイクルに関する記述ア～オの中で、正しい記述の組合せを①～⑤の中から選べ。

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では，一般に圧縮比を高くできるのでオットーサイクルよりも理論熱効率が高い。

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

II-1-9 ガスタービンの性能を計算するとき，使用する燃料又は作動媒体により作動ガス組成が異なるため，ガスのエンタルピを比熱から計算する必要がある。ガスのエンタルピの求め方で間違っているものは次のうちどれか。

- ① 比熱には定容比熱と定圧比熱があり後者は前者より小さい。  
② エンタルピの計算には定圧比熱を使用する。  
③ 理想気体での比熱は温度だけの関数であり，圧力の影響はない。  
④ 混合ガスのエンタルピはそれぞれの単独ガスのエンタルピを組成比に按分し加えた値となる。  
⑤ エンタルピを求める場合，真比熱ではなく温度に対して平均比熱を使用する。

II-1-10 熱の移動形態の一つである放射伝熱に関して、間違っているものは次のうちどれか。

- ① 入射する放射エネルギーを、波長や入射方向に関係なくすべて吸収する仮想の物体を黒体と呼ぶ。
- ② 研磨した金属面の放射率は、酸化した金属面に比べて小さい。
- ③ 温度が異なる面1から面2への放射伝熱量を求める際用いられる形態係数は、面1と面2の幾何学的形状と、それぞれの面の放射率に依存した値である。
- ④ 温度が0 Kでないすべての物体からは電磁波の形でエネルギーが放射される。そのエネルギーの極大値の波長は、温度が高いほど短くなる。
- ⑤ 熱平衡にある系では、物体の単色放射率と単色吸収率は同一温度、同一波長の条件下で等しい。

II-1-11 キャビテーション壊食に関する記述ア～オの中で、正しい記述の組合せを①～⑤の中から選べ。

- ア) キャビテーション壊食は低圧部で発生したキャビテーション気泡の高圧域での圧壊に伴って生じる超音波によって起こる。
- イ) キャビテーション壊食は液体から気化した気泡の崩壊により起きるので、他から気体の混入があると壊食はひどくなる。
- ウ) キャビテーション壊食は羽根車などの動くもののほかに、固定配管などの曲り部分でも起こる。
- エ) キャビテーション壊食は金属に対する腐食の一種であるから、壊食の程度は金属の硬さには関係しない。
- オ) キャビテーション壊食はおもにキャビテーション発生部よりもキャビテーション終了部近傍で起こる。

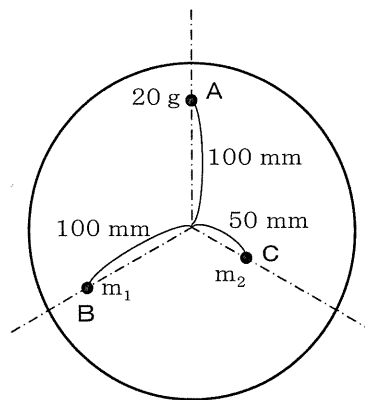
- ① ア, イ      ② ア, エ      ③ イ, ウ      ④ ウ, オ      ⑤ エ, オ

II-1-12 小流量用流量計に関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

- ① 超音波流量計は流れによる超音波伝搬速度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 容積型流量計には色々な構造のものがあるが、基本的には容積型ポンプと同じ構造をしている。
- ⑤ 電磁流量計は計測管内に可動部分がないので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。

II-1-13 完全に釣り合いの取れた回転円盤がある。図のように、この円盤の $120^\circ$ ずつずれた線上の点A, B, Cにそれぞれ質量 $20\text{ g}$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ のおもりを取り付けたとする。このとき釣り合いが取れているためには、 $m_1$ ,  $m_2$ はそれぞれ何gとなるか。正しいものを①～⑤の中から選べ。

- |   | $m_1$ | $m_2$ |
|---|-------|-------|
| ① | 20    | 20    |
| ② | 40    | 20    |
| ③ | 20    | 40    |
| ④ | 40    | 40    |
| ⑤ | 40    | 80    |





II-1-14 多品種少量生産における柔軟性を高めるための人間中心主義の生産システムで、極端な場合には一人の作業者で一つの製品の組み付け作業を完結させる生産方式がある。そのような生産方式は、次の項目①～⑤のどれに最も関連するか。

- ① ジャスト・イン・タイム
- ② 環境対応生産システム
- ③ フレキシブル・マニファクチャリング・セル
- ④ セル生産システム
- ⑤ フレキシブル・トランスファー・マシン

II-1-15 油圧機器，システムに関する次の記述のうち，間違っているものはどれか。

- ① 圧力補償形流量制御弁においては，流量調整用の絞り部前後の圧力差を一定に保つことにより，流入側，流出側の圧力が変化しても流量が変わらないようになっている。
- ② 油圧シリンダにより物を持ち上げ，降下させる場合，自重により降下したり，制御速度以上の早さで落下したりしないようにするには，カウンタバランス弁を用いるとよい。
- ③ バランスピストン形減圧弁においては，2次側の圧力が設定圧以上になると内部のポペットが開き，バランスピストンのチョーク部に生ずる流れに起因する圧力差でピストンが動くことで圧力を調整している。
- ④ 斜板形アキシャルピストンモータに一定流量の油を供給した場合，斜板の傾きを大きくするとモータの回転速度は速くなり，出力トルクは小さくなる。
- ⑤ 安全回路やインターロック回路などにおいて，複数のラインのうち，最も圧力の高いラインの油圧を導くにはシャトル弁を用いるとよい。

II-1-16 鉄道車両における曲線通過時（停車含む）の転覆に対する危険率についての次のア～オの記述のうち、正しく解説しているものの組合せを①～⑤の中から選べ。

ア 転覆に対する安全限度を定める問題は、厳密には動力学の問題であるが、車体と台車をつなぐばね機構による変位を考慮して静力学的に扱われることが多く、曲線通過中の転覆に対する危険率に大きく影響するのは超過遠心力、振動慣性力、風圧等である。

イ 車両の軽量化、台車の軽量化をはかることで、転覆に対する危険率を小さくすることが可能である。

ウ 曲線通過中に発生する遠心力は速度に比例し曲線半径に反比例するため、車両形式毎の曲線通過性能に適した速度制限をあたえ、かつ風速計と連動して適宜制限速度を抑制するシステムとすることで、転覆に対する危険率を小さくすることが可能である。

エ 車両停止時のカント負けや風圧の影響を考慮して、可能な範囲でカントを大きくすることで、転覆に対する危険率を小さくすることが可能である。

オ 曲線中のレール内・外軌に脱線防止ガードを取り付けることで、転覆に対する危険率を小さくすることが可能である。

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

II-1-17 次のロボットシステムに関する記述のうち、誤っているものはどれか。

① ロボット制御のためには通常ロボットコントローラを用いるが、パーソナルコンピュータを用いてロボットコントローラを実現することができる。

② マスタ・スレーブマニピュレータシステムにおいては、人が操作するマニピュレータ（マスタ）と作業マニピュレータ（スレーブ）は同じ機構構成でなくてもよい。

③ ロボットをリアルタイム制御するために通信システムを用いる場合、通信遅延は大きな問題となる。

④ ロボット機能を発揮させるためには、情報を統合管理する必要があり、ロボットシステムの分散化は不可能である。

⑤ ロボットに、作業を実行させるために必要な情報を指示し、記憶させることを、教示と言う。

II-1-18 次のロボットに必要とされる要素技術のうち、誤っているものはどれか。

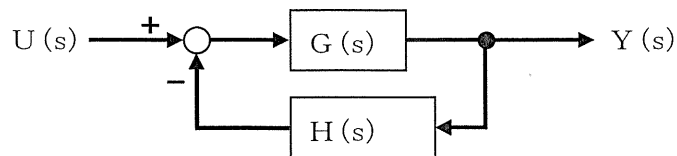
- ① 高速運動を行うロボットの減速機には低い剛性を持たせることが制御上有利である。
- ② 視覚情報を用いた物体形状認識においては、主として距離画像処理を用いる。
- ③ 移動ロボットの自己位置を求めるにはCCDカメラのような外界センサを使用しない方法がある。
- ④ ハイブリッド制御法とは作業座標で力を制御する方向と位置を制御する方向とを分離し、それぞれに制御ループを施す方法である。
- ⑤ DCサーボモータの駆動方式において、リニア方式はPWM方式にくらべ電子回路の熱損失が大きくなりやすい。

II-1-19 磁気ディスク装置などに用いられる位置決め用センサに関して、最大測定範囲を1mmとした場合、「±10nm, 又は0.01%FS以下」を表す特性は次のうちどれか。

- ① 安定性      ② 精度      ③ 周波数特性      ④ 過渡特性      ⑤ 感度

II-1-20 次に示すブロック線図の全伝達関数として、正しいものは①～⑤のどれか。

全伝達関数は、 $Y(s)/U(s)$ である。



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