

平成16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におけるフィーチャーベースモデリングの意味を正しく記述しているのはどれか。

- ① 直方体，円柱，球などの基本立体形状同士の和，差，積の集合演算を組み合わせることにより，形状を表現するモデリングの方法
- ② 形状を数値パラメータと数式の形式により定義しておき，設計変更が生じたときには，その数式により得られた値によりモデルを変更できるモデリングの方法
- ③ 穴，面取り，抜き勾配などの形状のあるまとまった機能を持つ部分の形状特徴に基づいてモデル化することにより，設計変更時にその形状部分の特徴・条件を満足するように，形状を変更できるようにするモデリングの方法
- ④ 設計・生産・評価段階において利用できるように構築したデータベースに基づいたモデリングの方法
- ⑤ 形状情報に加えて，寸法公差，部品の組立方法，材料，製造方法などの様々な情報を統一的に扱うことが可能なモデリングの方法

II-1-2 下記のFMEAに関する記述で間違っているものはどれか。なお，FEMAとは Failure Mode Effect Analysisの略で，日本語では一般に故障モード影響解析と訳されている。

- ① 発生が予測される問題を事前に予測して，問題を未然に防止するための管理手法の一つである。
- ② 故障モードを特定し，その後，発生頻度，影響度，予測困難度の積でリスクを評価する。
- ③ 事故が発生したときにその原因を特定するために用いる手法で，設計には適用できない。
- ④ FEMAの機能は，何が悪いのか，何が原因か，どうしたら改善できるかである。
- ⑤ リスクを明確にすること，リスクを定量化することにより，設計の進捗によるリスクの低減傾向を知ることができる。

II-1-3 半径 r の円形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働く最大応力を σ_{\max} として、これを

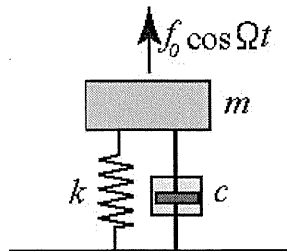
$\sigma_{\max} = \frac{M}{Z}$ と書くときの Z のことを言う。

- ① πr^4 ② $\frac{\pi}{2} r^4$ ③ $\frac{\pi}{4} r^4$ ④ $\frac{\pi}{2} r^3$ ⑤ $\frac{\pi}{4} r^3$

II-1-4 クリープ温度域に保持された厚肉円筒がある。厚肉円筒は金属製で、そのクリープひずみ速度が $\dot{\epsilon}_c = B\sigma^n$ ($n > 2$) で表されるものとする。この円筒が内圧負荷を受けるときの周方向最大応力の発生位置について正しいものを選び。

- ① 短時間では内面であり、長時間経過しても内面である。
 ② 短時間では内面であり、長時間経過すると外面になる。
 ③ 短時間では外面であり、長時間経過しても外面である。
 ④ 短時間では外面であり、長時間経過すると内面になる。
 ⑤ 短時間では内面に近い板厚内であり、長時間経過すると板厚中央となる。

II-1-5 質量 m の質点をばね定数 k のばねと減衰係数 c のダッシュポットで支えた 1 自由度振動系に外力 $f_0 \cos \Omega t$ が作用している。この系について、間違っている説明を選び。



- ① m を大きくすると、この振動系の固有振動数は低くなる。
 ② k を大きくすると、この振動系の固有振動数は高くなる。
 ③ c を大きくすると共振振幅が大きくなる。
 ④ Ω が $\sqrt{k/m}$ に近づくと、質点の振幅が大きくなる。
 ⑤ Ω が ∞ に近づくと、質点の振幅が 0 に近づく。

II-1-6 フィードバック制御システムの安定性に関する説明において、間違っているものを選び。

- ① フィードバック制御システムの閉ループのすべての特性根が複素平面の左半平面上にあれば、系は安定である。
- ② 閉ループ伝達関数の特性方程式の係数がラウスの安定条件又はフルビッツの安定条件を満足すれば、制御システムは安定である。
- ③ 閉ループ伝達関数の特性方程式の解の実数部が負であれば、系は安定である。
- ④ ゲイン余裕 (dB) と位相余裕 (degree) のどちらかが正である系は安定である。
- ⑤ 開ループ伝達関数のナイキスト線図が点 $(-1, j0)$ の左を通るとき、系は不安定となる。

II-1-7 下記 (ア) ~ (オ) の記述のうち、ガスタービンの特徴として正しいものの組合せを、次の①~⑤の中から選び。

- (ア) 往復部分がないから振動が少ない。
- (イ) 気温がより高い季節により大きな最大出力が得られる。
- (ウ) 同じ燃料を用いる他の内燃機関に比べて排気による大気汚染が少ない方である。
- (エ) 排熱回収用の蒸気プラントを付加して複合サイクルとすることにより熱効率を高めることができる。
- (オ) 一般的な固体燃料を含めた広範囲の燃料が使用できる。

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

II-1-8 熱機関への入熱を Q_{in} 、熱機関からの排熱を Q_{out} とするとき、この熱機関の効率 η を表す式を次の中から選び。

- ① $\eta = Q_{in} - Q_{out}$ ② $\eta = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}}$
- ③ $\eta = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{out}}$ ④ $\eta = 1 - \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}}$
- ⑤ $\eta = 1 - \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{out}}$

II-1-9 燃料1 kgに対して供給した空気量をL kg, 空気過剰率を μ とした(ア)～(オ)の記述のうち, 正しい記述の組合せを①～⑤の中から選べ。但し, 空気の重量組成は近似的に酸素23.2%, 窒素76.8%とし, 空気過剰率は供給した空気量と理論的に必要な空気量の比とする。

(ア) 実際に燃焼に利用された酸素量は $0.232 \cdot L / \mu$ である。

(イ) 実際に燃焼に利用された空気量は $L / (\mu - 1)$ である。

(ウ) 無駄に熱せられた空気量は $(\mu - 1) \cdot L / \mu$ である。

(エ) 無駄に熱せられた窒素量は $0.768 \cdot L$ である。

(オ) 無駄に熱せられた気体の合計は, 空気 $(\mu - 1) \cdot L / \mu$ kgと窒素 $0.768 \cdot L$ kgの和である。

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

II-1-10 熱機関は動作流体に熱を加え, その状態変化を利用して仕事を行うものであるが, 動力源として実用化が期待されている燃料電池は燃料と酸素の燃焼反応を電池系で行わせて直接的に電気エネルギーを取り出すものであり, その場合の熱効率は反応によるGibbsの自由エネルギー変化量とエンタルピー変化量の比で定義される。この燃料電池についての(ア)～(オ)の記述のうち, 正しい記述の組合せを①～⑤の中から選べ。

(ア) 熱機関と同じく燃料電池単独の理論熱効率はカルノーサイクルの制約を受ける。

(イ) 水素 - 酸素系燃料電池単独の理論熱効率は作動温度が高いほど低下する。

(ウ) 実際の熱効率はプロトンの生成移動に伴う損失等により理論値よりも低下する。

(エ) 熱機関と同じく燃料電池単独の実際の熱効率は負荷が下がると低下する。

(オ) 水素以外の燃料を使用できる燃料電池は存在しない。

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

II-1-11 一様な流れの中で軸が流れ方向に対し垂直になるように円柱が設置されている場合に、流れによって円柱に誘起される振動に関する次の記述のうち、誤っているものを選び。

- ① 振動のない状態（以後、静止状態という）における円柱からの渦放出周波数は、流速の増大と共に増加する。
- ② 流体中に設置されている円柱の固有振動数は、流体の密度によっても変化する。
- ③ 静止状態における円柱からの渦放出周波数と流体中における円柱の固有振動数が数%程度異なっても、円柱は持続的に振動を開始することがある。
- ④ 振動する円柱からの渦放出周波数は、円柱の振幅の大小によらず静止状態における円柱からの渦放出周波数と同じである。
- ⑤ 円柱の振動方向は、流れに対し垂直方向のみでなく、流れと平行方向にも振動することがある。

II-1-12 ポンプの特性は一般に図12-1のように表される。この形はポンプの種類により著しく異なる。この差を一目でわかるようにするため最高効率点における吐出し量、揚程、軸動力をそれぞれ100として百分率曲線で表すことがある。

代表的なポンプの種類として遠心、斜流、軸流各ポンプの特性曲線の傾向を前述の百分率曲線で表して比較すると図12-2 (a), (b) のようになる。この図を参照して、以下の設問に解答せよ。

次の文章のうち誤りを含む文章を選び。

- ① 軸流ポンプの揚程曲線の傾向は他ポンプの揚程曲線の傾向より立っている。(勾配がきつい)
- ② 軸流ポンプは流量0%における軸動力が100%流量における軸動力に対し極端に大きくなるため、通常この近傍では運転しない。
- ③ 図12-1に示す実線の揚程曲線はサージングが発生しやすいので注意が必要である。
- ④ 図12-2 (a) 中の(A)で示した曲線は遠心ポンプの揚程曲線である。
- ⑤ 図12-2 (b) 中の(B)で示した曲線は斜流ポンプの軸動力曲線である。

(次頁・図に続く)

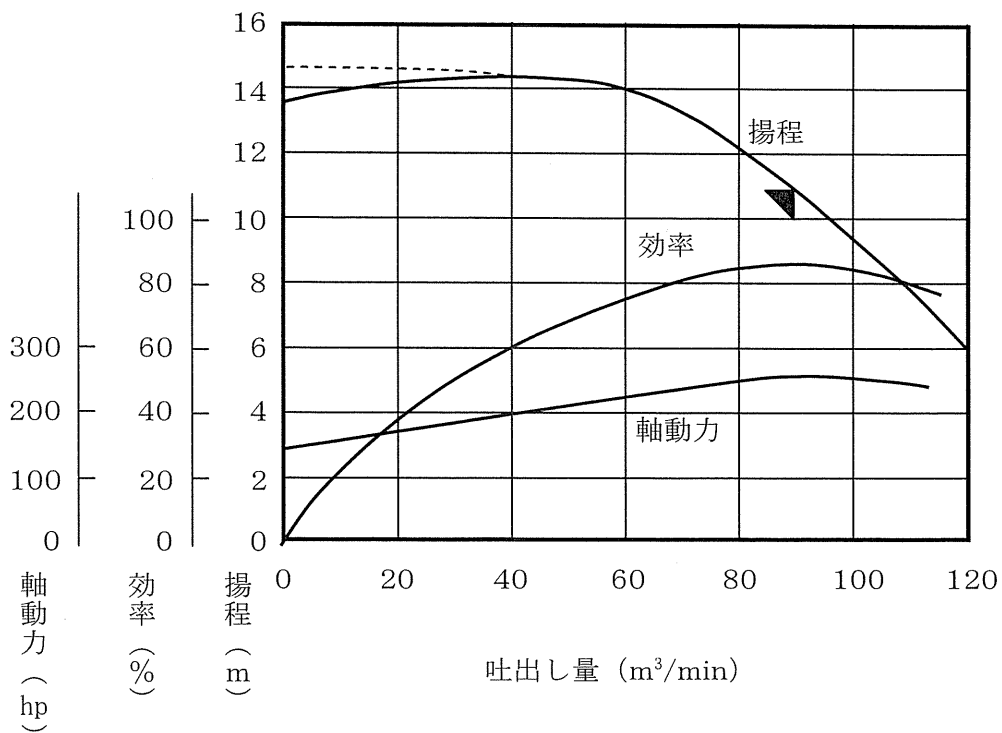


図12-1 ポンプ特性

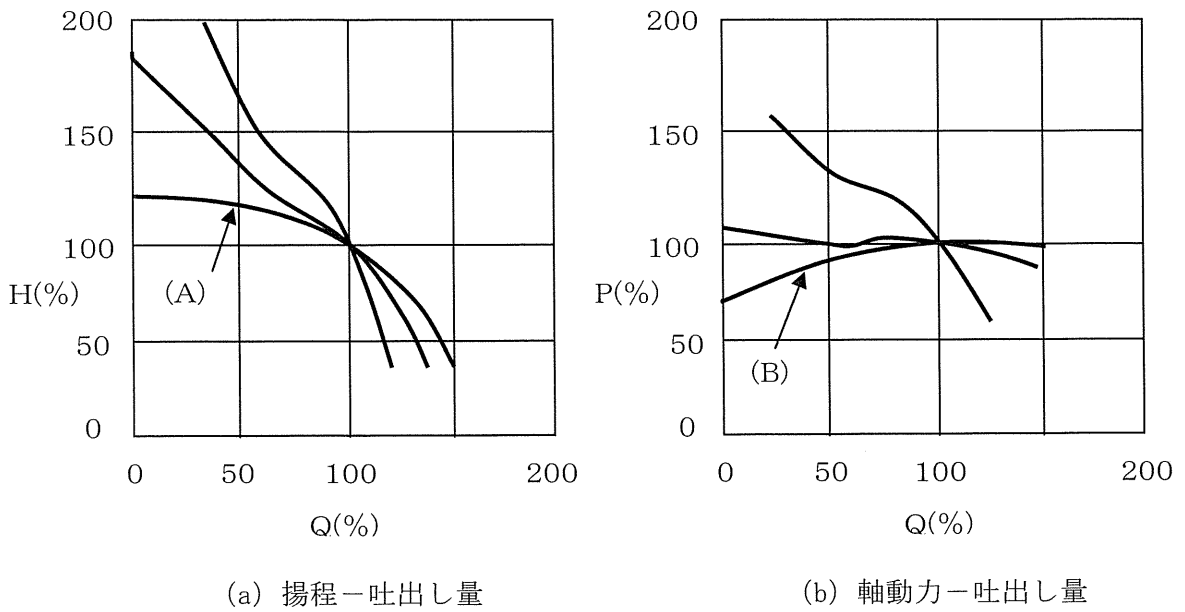


図12-2

図12-2中の3本の曲線は各々遠心，斜流，軸流各ポンプの特性である。

(a) 図はポンプの揚程，(b) 図は軸動力を示している。

II-1-13 回転体の釣り合いに関する記述として、誤っているものはどれか。

- ① 毎分 n 回転している円板の角速度 ω は、 $\omega = 2\pi n/60$ である。
- ② この円板の重心が回転中心から距離 r のところにあり、円板の質量が m であるとするとき、遠心力は、 $F = mr\omega$ である。
- ③ この円板に、回転軸に関して重心の反対側で、 $mr = m'r'$ となるような距離 r' に、おもり m' を付けると、静的釣り合いがとれる。
- ④ 円板重心と回転軸中心がずれている場合には、 m と r の積が問題となるため mr を不釣り合いという。
- ⑤ 回転体が円筒の場合には、静的に釣り合いがとれても、不釣り合いモーメントが生じることもある。

II-1-14 図面表示のあいまい性をなくすため、図面への幾何公差の設定と普及が進められている。JIS0021に示されている幾何公差の記号と幾何公差の種類の記事のうち、誤っているのはどれか。

- ①  平面度公差
- ②  真円度公差
- ③  平行度公差
- ④  位置度公差
- ⑤  線の輪郭度公差

II-1-15 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・疲れ強さ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ついての次の記述のうち、間違っているものはどれか。

- ① 車体の腐食が少ないので、塗装や車体修繕の保守作業量を少なくできる。
- ② 設計時に腐食代を考慮する必要がなく、部材を薄くすることができるので、軽くすることができる。
- ③ 粒界腐食、応力腐食割れを避けるため、スポット溶接で組み立て、連続溶接はなるべく避けるようにしている。
- ④ 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ステンレス鋼で作ることができ、デザインの自由度が増している。
- 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。

II-1-16 建設機械に多く使われている油圧、空気圧の特徴で正しいものは次のうちどれか。

- ① 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ので、力は確実に伝達されるが、システムの系としては、一般的に振動しやすい。
- 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ので、油温に関係なく、無段階に調整でき、更に応答性も良い。
- ③ 空気圧は圧縮性があるが、圧力が高く（40MPa）取れるので、力の伝達は確実である。
- ④ 油圧も空気圧の場合も、種々の圧力調整弁を使えるので、運転の遠隔操作システムが機械系に比べ容易に設計できる。
- ⑤ 油圧の場合、タンクの設置、配管システム等において、完成後の品質を左右するような設計的にまたは製造上で扱いにくい部分はほとんどない。

Ⅱ－1－17 減速比10，効率70%の遊星歯車減速機の入力軸を，一定の回転数100rpm，一定のトルク0.1Nmで駆動しているとき，正しい記述を次の中から選べ。

- ① 出力軸の回転数とトルクは，それぞれ，10rpm，0.7Nmである。
- ② 出力軸の回転数とトルクは，それぞれ，10rpm，1Nmである。
- ③ 出力軸の回転数とトルクは，それぞれ，7rpm，1Nmである。
- ④ 出力軸の回転数とトルクは，それぞれ，7rpm，0.7Nmである。
- ⑤ 出力軸の回転数とトルクは，負荷によって変わるが，その積は一定である。

Ⅱ－1－18 指数型時間関数 $e^{at} = \exp(at)$ は，制御技術において重要な役割をなすものである。この関数のラプラス変換は，下記のうちのどれに対応するか。ただし，時間関数 $f(t)$ が $0 \leq t$ で定義され， $t < 0$ で $f(t) = 0$ のとき，そのラプラス変換 $F(s)$ は，

$F(s) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt$ で与えられる。

- ① $\frac{1}{as}$ ② $\frac{1}{s-a}$ ③ $\frac{1}{s+a}$ ④ $s-a$ ⑤ $s+a$

Ⅱ－1－19 一相励磁駆動方式で，ステップ角 0.9° のステッピングモータに，1分間に1000パルスを加えた時のモータの回転速度 (rpm) は，次のうちどれか。

- ① 0.25 ② 0.5 ③ 2.5
- ④ 5.0 ⑤ 10.0

II-1-20 両端支持された弦の1次, 2次, 3次の各振動モード形状を図1, 2, 3に示す。振動に関する記述で正しくない内容は次のうちどれか。

- ① ハの位置にセンサーを取り付けると2次モードは観測できない。
- ② ロの位置にセンサーを取り付けると3次モードは観測できない。
- ③ イの位置にアクチュエータを取り付けると1次モードも3次モードも励振できる。
- ④ ロの位置にアクチュエータを取り付けると1次モードも2次モードも励振できる。
- ⑤ ハの位置にアクチュエータを取り付けると2次モードも3次モードも励振できる。

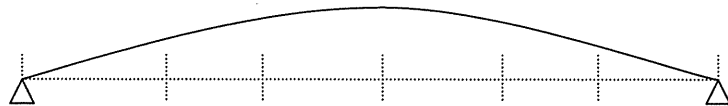
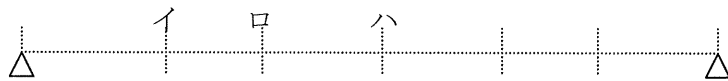


図1 (1次モード)

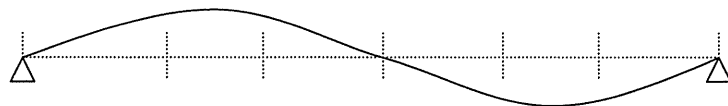


図2 (2次モード)

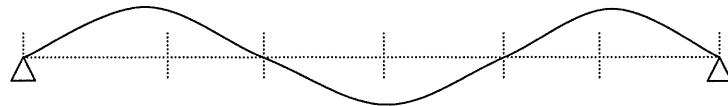


図3 (3次モード)