

平成 25年度技術士第二次試験

筆記試験問題・合格答案実例集
[機械部門]

APEC-semi & SUKIYAKI 塾

問題と正解

(必須科目)

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

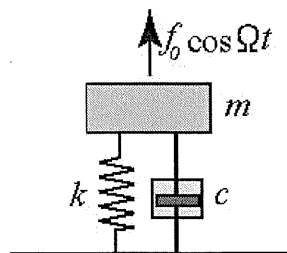
$\sigma_{\max} = \frac{M}{Z}$ と書くときの Z のことを言う。

- 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べ。

- 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の中から選べ。

- (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べ。

- 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1kgに対して供給した空気量をLkg, 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)

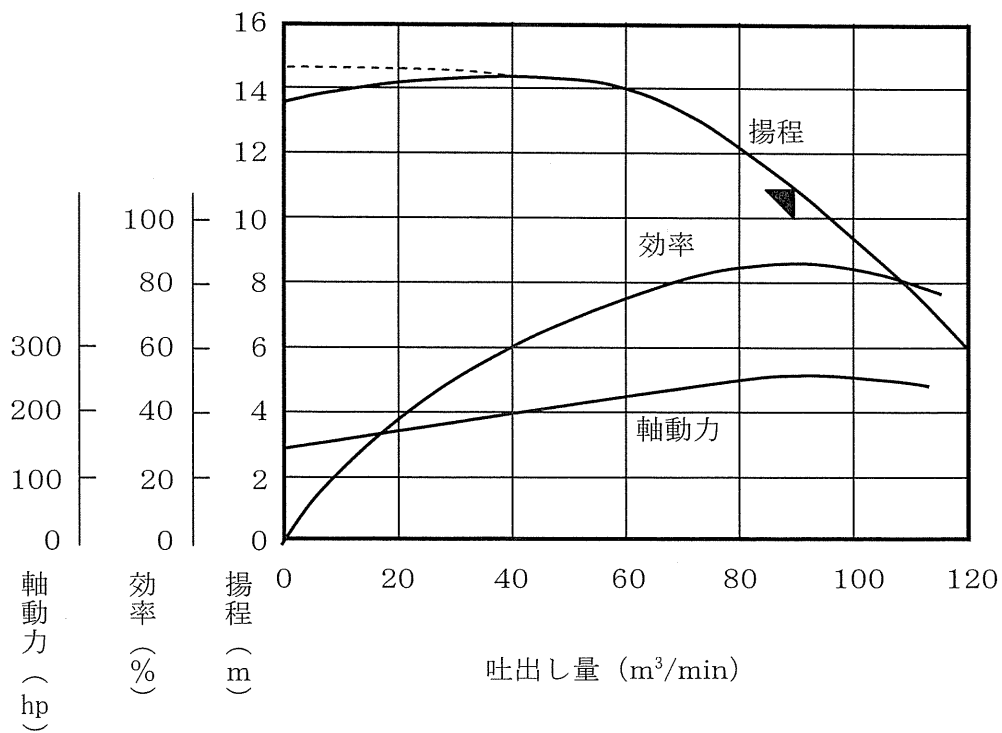


図12-1 ポンプ特性

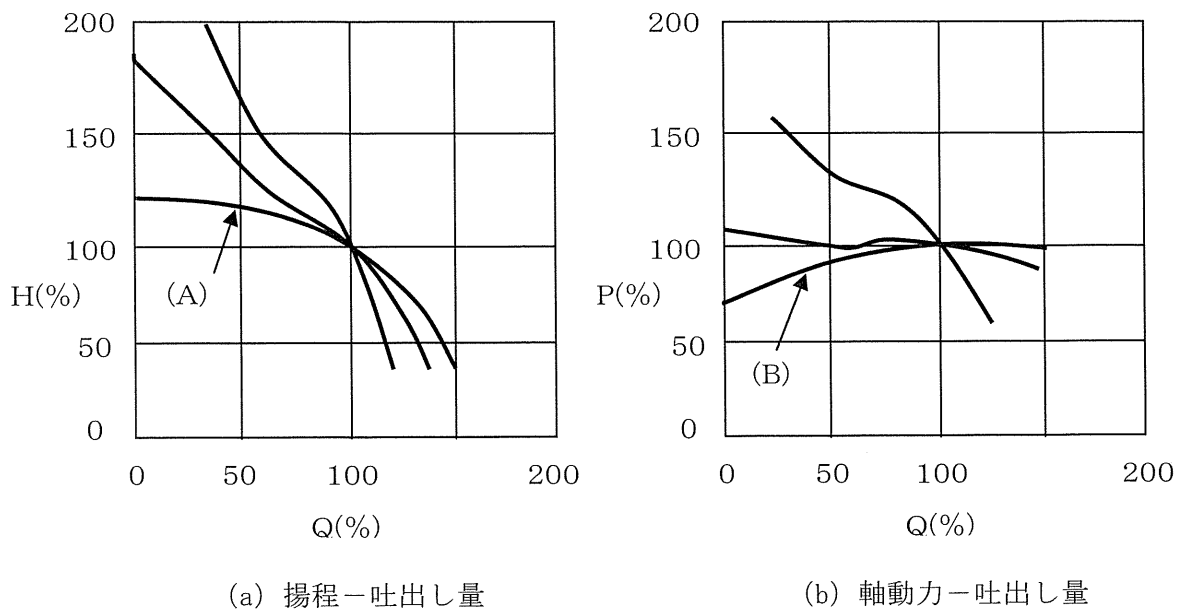


図12-2




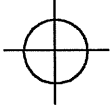
図12-2中の3本の曲線は各々遠心，斜流，軸流各ポンプの特性である。

(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述のうち、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,

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

- 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。

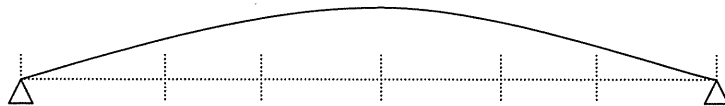
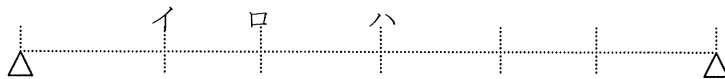


図1 (1次モード)

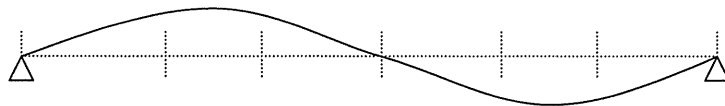


図2 (2次モード)

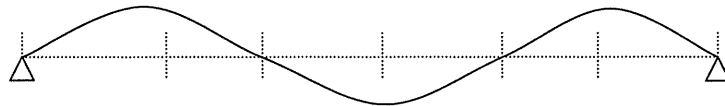


図3 (3次モード)

平成16年度
技術士第二次試験筆記試験択一式問題の正答

1. 機械部門

問題番号	正答番号
Ⅱ-1-1	3
Ⅱ-1-2	3
Ⅱ-1-3	5
Ⅱ-1-4	2
Ⅱ-1-5	3
Ⅱ-1-6	4
Ⅱ-1-7	2
Ⅱ-1-8	2
Ⅱ-1-9	1
Ⅱ-1-10	5
Ⅱ-1-11	4
Ⅱ-1-12	5
Ⅱ-1-13	2
Ⅱ-1-14	2
Ⅱ-1-15	4
Ⅱ-1-16	4
Ⅱ-1-17	1
Ⅱ-1-18	2
Ⅱ-1-19	3
Ⅱ-1-20	5

平成17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 CAE（Computer Aided Engineering）に関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

- ① CAEとは、狭義には、コンピュータを利用したシミュレーションあるいは解析といえる。
- ② CAEにより製品の性能を評価する際には、解析ソフトウェアだけでなく、解析モデルの作成と解析結果の評価を行うソフトウェアも重要である。
- ③ CAEを効率的に実施するためには、どのような解析・評価対象であっても、解析モデルを統一しておいた方がよい。
- ④ CAEにおける解析モデルは、通常CADモデルをもとに作成されるから、CADが完成した詳細設計後に利用されることが多い。
- ⑤ CAEにより製品の性能評価や設計変更を行うには、CAEにより得られた結果だけでなく、その結果に基づく十分な力学的な考察も行った方がよい。

Ⅱ－1－2 田口メソッド（タグチメソッド）に関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

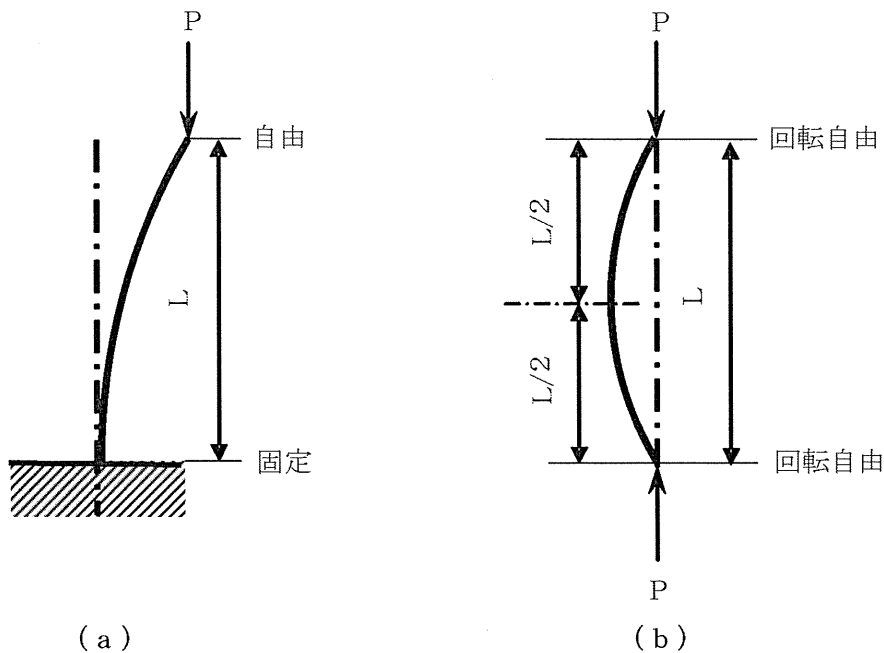
- ① 田口メソッドは品質工学とも呼ばれ、製品のばらつきを減らすための手法である。
- ② 田口メソッドは統計的手法である実験計画法を品質管理に応用したものである。
- ③ 田口メソッドは機械設計だけでなく、広く電気設計等にも適用可能である。
- ④ 田口メソッドは日本製品の差別化に役に立っており、欧米では文化の違いからほとんど使われていない。
- ⑤ 田口メソッドは米国で特に脚光を浴びた手法で、この影響を受けて、日本でもよく使われている設計手法の一つである。

II-1-3 下図 (a) に示す縦弾性係数 (ヤング率) E , 長さ L , 断面 2 次モーメント I で一端固定, 他端自由のまっすぐな柱に圧縮荷重 P が作用する場合のオイラーの座屈荷重 P_{cr} は次式で表される。

$$P_{cr} = (\pi^2 EI) / (4L^2)$$

それでは, 下図 (b) に示す両端回転自由の場合の座屈荷重は次のうちどれか。

- ① $(4\pi^2 EI) / L^2$ ② $(\pi^2 EI) / L^2$ ③ $(\pi^2 EI) / (4L^2)$
 ④ $(\pi^2 EI) / (16L^2)$ ⑤ $(\pi^2 EI) / (64L^2)$

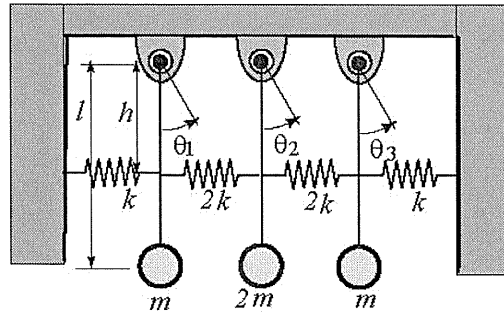


(注 ; 一点鎖線は変形前の柱)

II-1-4 長方形断面の一樣梁をねじるとき, 断面内の最大せん断応力発生位置はどこか。
 次の中から選べ。

- ① 全断面一樣 (最大応力発生点はない)
 ② 中心点
 ③ 短辺中央
 ④ 長辺中央
 ⑤ 4つの角点

II-1-5 下図のような3個の単振子を4個のばねで連結した力学系において、振子の振れ角 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ を変数に選び、この系の運動を表す正しい方程式を次の中から選べ。ただし、重力を無視する。 θ は小さく $\sin\theta = \theta$ とみなせるものとする。



【 図 ; 3 個の単振子の力学系 】

$$\textcircled{1} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & 0 & 0 \\ 0 & 4kh^2 & 0 \\ 0 & 0 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{2} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & -kh^2 & 0 \\ -kh^2 & 4kh^2 & -kh^2 \\ 0 & -kh^2 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{3} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & -2kh^2 & 0 \\ -2kh^2 & 4kh^2 & -2kh^2 \\ 0 & -2kh^2 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{4} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & kh^2 & 0 \\ kh^2 & 4kh^2 & kh^2 \\ 0 & kh^2 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\textcircled{5} \quad \begin{bmatrix} ml^2 & 0 & 0 \\ 0 & 2ml^2 & 0 \\ 0 & 0 & ml^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3kh^2 & 2kh^2 & 0 \\ 2kh^2 & 4kh^2 & 2kh^2 \\ 0 & 2kh^2 & 3kh^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

II-1-6 剛なロボットアームをモータで駆動し、モータの回転角の目標値とフィードバック信号であるポテンシオメータによるモータの回転角の計測値との差から得られる偏差にゲインを乗じて位置制御を行う場合について、目標値に対するずれの修正を考えると、間違っている記述は次のうちどれか。

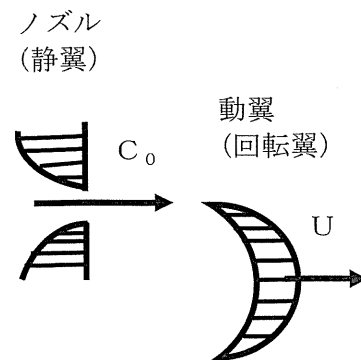
- ① 比例ゲインを大きくすれば、常に応答は速くなる。
- ② 比例ゲインに加えて微分ゲインを追加すれば、常に応答は速くなる。
- ③ 比例ゲインに加えて積分ゲインを加えれば、常に定常偏差が減少する。
- ④ 比例ゲインに加えて積分ゲインを加えれば、常に減衰性が向上する。
- ⑤ 比例ゲインに加えて微分ゲインを追加すれば、常に減衰性が向上する。

II-1-7 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 η_{GT} 、蒸気タービン熱効率 η_{ST} 、ガスタービン排熱からの熱回収効率を η_h とした場合のコンバインドサイクル効率 η_{CC} を表す式を次の中から選べ。

- 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 $(\eta_{GT} + \eta_h \times \eta_{ST}) / 2$

II-1-8 純軸流形ターボ原動機において、下図に示すように、ノズル（静翼）からの理論噴出速度を C_0 、動翼（回転翼）の周速を U とするとき、この動翼（回転翼）より得られる単位流量当りの仕事 L_U の式を次の中から選べ。ただし、動翼（回転翼）に対して、流れは理想的な直角流入、直角流出をするような純衝動の場合とする。

- ① $L_U = 2 C_0 U$
- ② $L_U = C_0 U$
- ③ $L_U = 2 (C_0 - U)$
- ④ $L_U = 2 (C_0 - U) U$
- ⑤ $L_U = (C_0 - U) U$



II-1-9 内燃機関の3つの基本サイクルであるオットーサイクル、ディーゼルサイクル、サバテサイクルについて、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) いずれのサイクルも圧縮比を大きくすると理論熱効率は増加する。
- イ) 理論熱効率はいずれのサイクルも圧縮比と比熱比のみの関数である。
- ウ) 受熱量と圧縮比が一定の場合、オットーサイクルの理論熱効率が最も高い。
- エ) 等容燃焼を行うサイクルはオットーサイクルとサバテサイクルである。
- オ) ディーゼルサイクルはノッキングの心配があり圧縮比を大きくとれない。

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

II-1-10 ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたコンバインドサイクル発電は、高効率であることからLNG発電プラントに数多く適用されている。コンバインドサイクル発電について誤っている記述は次のうちどれか。

- ① コンバインドサイクル発電ではガスタービンサイクルをトッピングに使用するため発電効率が低い。
- ② ガスタービン出口温度が一定のとき、ガスタービン入口温度が高いほどガスタービンの比出力と熱効率は増加するが、タービン翼の冷却が必要である。
- ③ エネルギーを有効に回収するためにはガスタービン入口温度を高くして、ガスタービンの圧力比を高くする必要がある。
- ④ 排熱回収ボイラでの回収エネルギーを増加するにはボイラを多重圧にすることが有効であり伝熱面積も少なくなる。
- ⑤ ガスタービンの高温部材として使用する金属材料は、高温クリープ強度が材料の選定上重要なポイントとなる。

II-1-11 1つの流管に沿う流れが熱移動及び機械的仕事がない場合において、ベルヌーイの式

$$p/\rho + gz + v^2/2 = \text{一定}$$

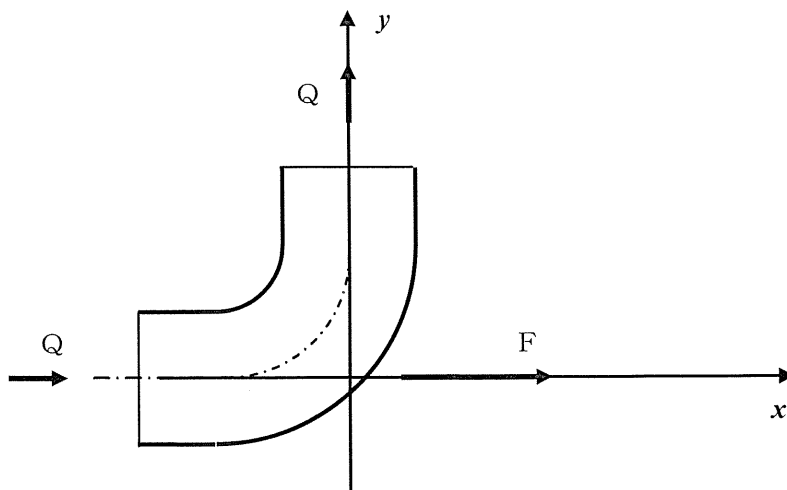
を導くに当たって、次のうちどの記述の仮定が最も適切であるか。

ここに p : 圧力, ρ : 密度, g : 重力加速度, z : 高さ方向の座標, v : 速度である。

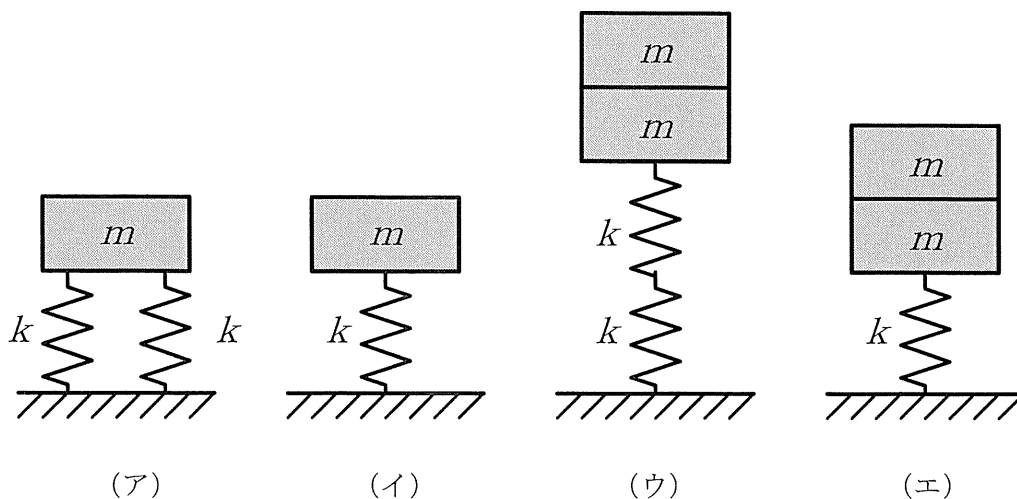
- ① 圧縮性が無い流れで時間的に変わらない流れであること。
- ② 粘性が無い流れで一様な流れであること。
- ③ 圧縮性と粘性がともに無い一様な流れであること。
- ④ 圧縮性と粘性がともに無い一様な流れで時間的に変わらない流れであること。
- ⑤ 以上の①から④に適切な仮定はない。

II-1-12 下図のような断面積が A で一定の 90° ベンドを密度 ρ (kg/m^3) の流体が流量 Q (m^3/s) 流れるとき、このベンドに作用する x 方向の力 F (N) の正しい答えを次の中から選べ。ただし、ベンド入口では x 方向に一様な流れで流入し、出口では y 方向に一様な流れで流出するものとし、出入り口の圧力による力や重力の影響は無視する。

- ① $\rho Q/A$
- ② $\rho Q^2/A$
- ③ $\rho Q^2/A^2$
- ④ $\rho Q^3/A^2$
- ⑤ $\rho Q^4/A^2$



II-1-13 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種類の振動系を示す。左から右へ固有振動数の低いものから高いものの順で、正しく並べてあるものは次のうちどれか。ただし m はおもり1個の質量、 k はばね1個の定数である。



- 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

II-1-14 直径200mm, 刃数12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100m/min, 送り0.2mm/刃, 切削幅120mm, 切込み5mmの切削条件で加工した場合の1分間の切屑排出量は何ccか。最も近いものを次の中から選べ。

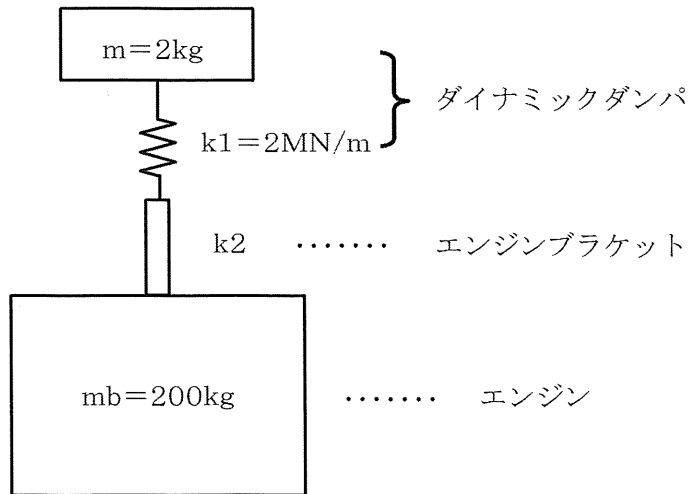
- ① 20cc ② 230cc ③ 300cc ④ 380cc ⑤ 2300cc

II-1-15 エンジンに質量 2 kg の 138 Hz のダイナミックダンパを付加することを検討している。ダイナミックダンパは質量 m とバネ k_1 から成り立ち、 $m=2\text{kg}$ 、 $k_1=2\text{MN/m}$ の試作品ではダイナミックダンパの周波数は約 113 Hz であった。ダイナミックダンパはエンジンに付加されたブラケットに取り付けられており、この取り付け状態を下図に示す。エンジン質量 m_b は 200 kg であり、このダイナミックダンパの検討ではエンジンは固定端と考えられる。

エンジンに対してダイナミックダンパの周波数を 138 Hz にするにはバネの剛性をいくらにすべきであろうか。エンジンブラケットの剛性まで含めて検討し、近いものを次の中から選べ。

なお、バネの質量と減衰の影響は省略する。また $1\text{MN}=10^6\text{N}$ である。

- ① 2.5 MN/m
- ② 3.0 MN/m
- ③ 3.5 MN/m
- ④ 4.0 MN/m
- ⑤ 6.0 MN/m



【 図 ; 試作品取り付け状態 】

II-1-16 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、間違っているものはどれか。

- 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「直動型」が、圧力の安定性では「バランスドピストン型」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 ひとつの油圧源に、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 バルブから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。

II-1-17 次のロボットの構成要素に関する記述について間違っているものはどれか。

- ① ハーモニックドライブ減速機構は遊星歯車機構の一種である。
- ② エンコーダには磁気式と光学式が多く使われている。
- ③ 6軸力覚センサではモーメントは計測できない。
- ④ 圧電素子はセンサとしてもアクチュエータとしても使うことが出来る。
- 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。

II-1-18 次のロボットの制御に関する記述について間違っているものはどれか。

- ① マスタスレーブ方式とは、遠隔操作ロボットの制御方式の一つである。
- ② アーク溶接作業ではCP制御方式である経路制御が有効である。
- ③ フィードフォワード制御により、軌跡追従誤差を減らすことができる。
- ④ ロボットアームの特異点近傍では精密な位置制御が可能となる。
- ⑤ インピーダンス制御とは力制御の一手法のことである。

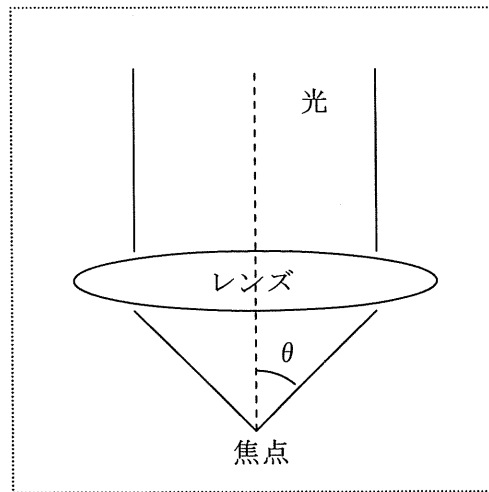
II-1-19 メカトロニクスの制御等に用いられるACサーボモータは下表の分類 a ~ e のどれに該当するか。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

電動機	制御方式	分類
誘導機	電圧制御	a
直流機	電圧制御	b
同期機	他制式周波数制御	c
	自制式周波数制御	d
誘導機	自制式周波数制御	e

II-1-20 光ディスク装置の高密度化を実現する手段としてスポットサイズを小さくする必要があるが、正しいのは次のうちどれか。

ただし、NA (Numerical Aperture) は $n \cdot \sin \theta$ (n : 大気中での屈折率 n は 1)



- ① NAを大きくし、波長を長くする。
- ② NAを大きくし、波長を短くする。
- ③ NAを小さくし、波長を長くする。
- ④ NAを小さくし、波長を短くする。
- ⑤ NAを一定のままレンズを大きくする。

平成17年度
技術士第二次試験筆記試験択一式問題の正答

1. 機械部門

問題番号	正答番号
Ⅱ-1-1	3
Ⅱ-1-2	4
Ⅱ-1-3	2
Ⅱ-1-4	4
Ⅱ-1-5	3
Ⅱ-1-6	4
Ⅱ-1-7	3
Ⅱ-1-8	4
Ⅱ-1-9	1
Ⅱ-1-10	4
Ⅱ-1-11	4
Ⅱ-1-12	2
Ⅱ-1-13	2
Ⅱ-1-14	2
Ⅱ-1-15	5
Ⅱ-1-16	5
Ⅱ-1-17	3
Ⅱ-1-18	4
Ⅱ-1-19	5
Ⅱ-1-20	2

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。

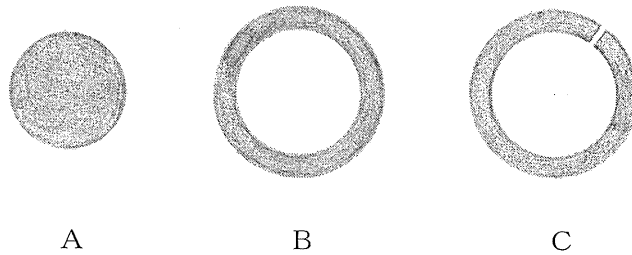
Ⅱ－1－2 ロバストデザインに関する次の記述のうち、間違っているものはどれか。

- 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 $B \approx C > A$

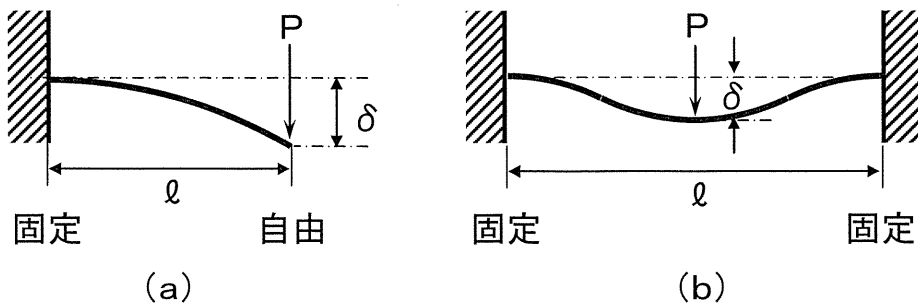


II-1-4 下図(a)に示す縦弾性係数E、長さ l 、断面二次モーメントIで一端固定、他端自由のまっすぐなはりの自由端に横荷重Pが作用する場合の最大たわみ δ は次式で表される。

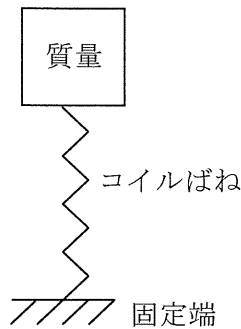
$$\delta = (P l^3) / (3 EI)$$

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 δ は次のうちどれか。

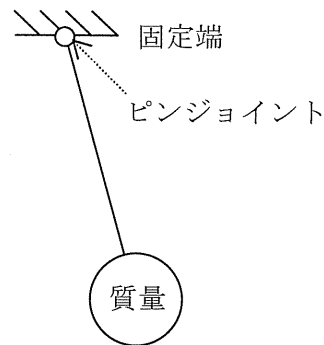
- ① $(P l^3) / (3 EI)$ ② $(P l^3) / (24 EI)$ ③ $(P l^3) / (48 EI)$
 ④ $(P l^3) / (96 EI)$ ⑤ $(P l^3) / (192 EI)$



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。



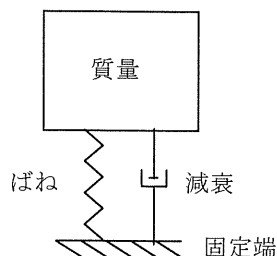
(a) 1 自由度ばね・質量系



(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 η_c ，タービンの断熱効率 η_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 η_{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。

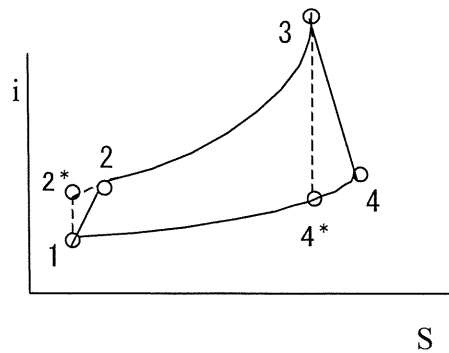
$$\textcircled{1} \quad \eta_{th} = \frac{(T_3 - T_{4^*}) \eta_t - (T_{2^*} - T_1) / \eta_c}{T_3 - T_2}$$

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

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

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

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



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。

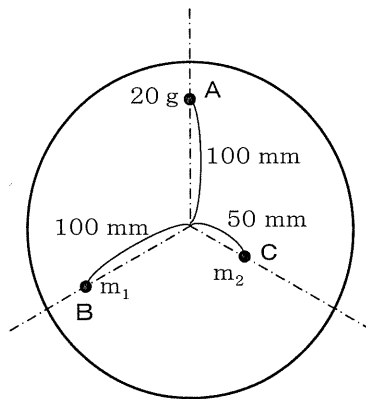
- ① ア, イ ② ア, エ ③ イ, ウ ④ ウ, オ ⑤ エ, オ

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° ずつずれた線上の点A、B、Cにそれぞれ質量 20 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員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。

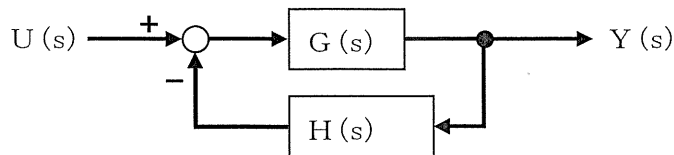
- ① 高速運動を行うロボットの減速機には低い剛性を持たせることが制御上有利である。
- ② 視覚情報を用いた物体形状認識においては、主として距離画像処理を用いる。
- ③ 移動ロボットの自己位置を求めるにはCCDカメラのような外界センサを使用しない方法がある。
- ④ ハイブリッド制御法とは作業座標で力を制御する方向と位置を制御する方向とを分離し、それぞれに制御ループを施す方法である。
- ⑤ DCサーボモータの駆動方式において、リニア方式はPWM方式にくらべ電子回路の熱損失が大きくなりやすい。

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 $G(s)H(s) / \{1 - G(s)H(s)\}$

平成18年度
技術士第二次試験筆記試験択一式問題の正答

1. 機械部門

問題番号	正答番号
Ⅱ-1-1	4
Ⅱ-1-2	2
Ⅱ-1-3	2
Ⅱ-1-4	5
Ⅱ-1-5	5
Ⅱ-1-6	2
Ⅱ-1-7	1
Ⅱ-1-8	2
Ⅱ-1-9	1
Ⅱ-1-10	3
Ⅱ-1-11	4
Ⅱ-1-12	3
Ⅱ-1-13	3
Ⅱ-1-14	4
Ⅱ-1-15	4
Ⅱ-1-16	2
Ⅱ-1-17	4
Ⅱ-1-18	1
Ⅱ-1-19	2
Ⅱ-1-20	2

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。

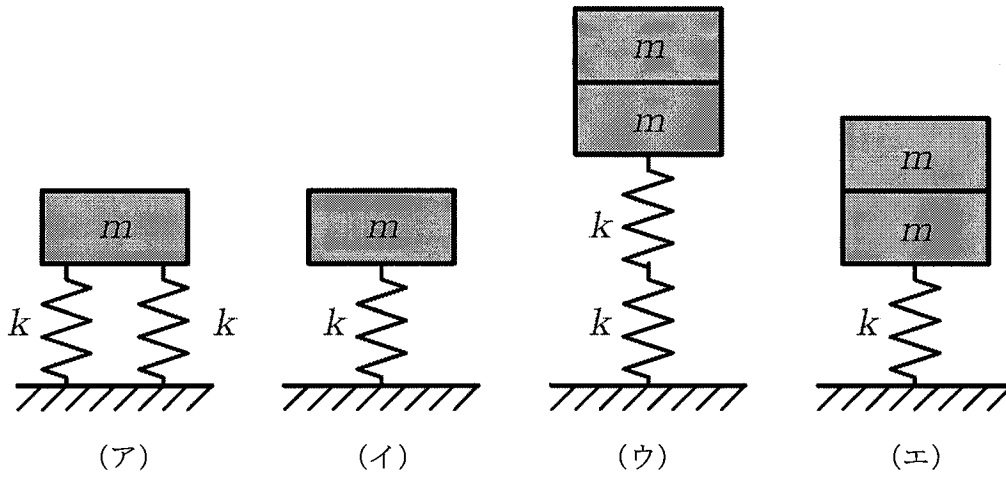
I-3 鉄道車両にステンレス鋼製の車体を採用したものが増えている。耐力や疲労強度の高いことが要求されるので、オーステナイト系ステンレスSUS301LやSUS304が主に使われている。ステンレス鋼製車体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- 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。

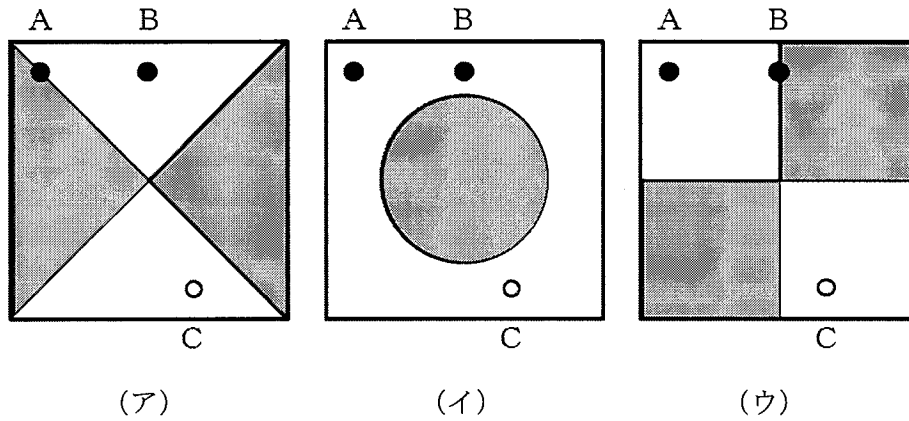


図 モード節図

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 η_{GT} 、蒸気タービン熱効率を η_{ST} 、ガスタービン排熱からの熱回収効率を η_h とした場合のコンバインドサイクル効率 η_{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ため、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 cm³か, 次の中から最も近いものを選べ。

- ① 0.2 cm³ ② 1 cm³ ③ 60 cm³ ④ 100 cm³ ⑤ 200 cm³

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_z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 km/h/s で45秒加速後、60秒にわたり定速で走行、その後 3 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。

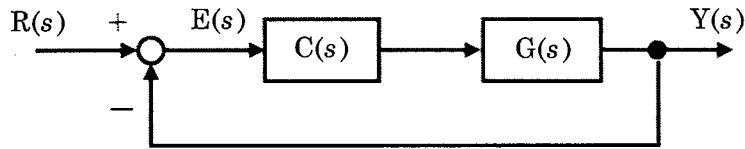


図 a

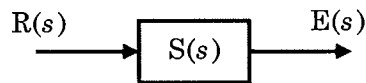


図 b

- 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 $S(s) = \frac{1 + G(s)C(s)}{G(s)C(s)}$

平成25年度技術士第二次試験筆記試験 択一式問題の正答

1. 機械部門

問題番号	正答番号
I-1	2
I-2	1
I-3	4
I-4	1
I-5	2
I-6	5
I-7	3
I-8	4
I-9	2
I-10	3

問題番号	正答番号
I-11	3
I-12	5
I-13	5
I-14	1
I-15	5
I-16	3
I-17	3
I-18	4
I-19	4
I-20	3

1-1 機械設計

平成25年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1-1 機械設計【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 CAE（Computer Aided Engineering）について説明し、機械設計工程に活用する場合の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 FTA（Fault Tree Analysis）の概要と実施方法を説明し、製品開発に活用する場合の期待効果を述べよ。

Ⅱ-1-3 RP（Rapid Prototyping）の方式を3つ説明し、製品開発に活用する場合の期待効果を述べよ。

Ⅱ-1-4 QFD（Quality Function Deployment）の概要と実施方法を説明し、製品開発に活用する場合の期待効果を述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 装置開発では，製品仕様の変更に伴い，使用する機械要素のサイズを変更することが多々生じる。変更に当たり，要素の形状を保持して各外形寸法を $1/5$ 倍にした場合，機械設計の観点から検討すべき課題について，以下の問いに答えよ。

- （１）想定する装置及び機械要素の内容を述べよ。
- （２）予想される技術的課題，並びに生産上の課題を述べよ。
- （３）課題を解決するための対応手段を述べよ。

Ⅱ－２－２ 市場のグローバル化，顧客ニーズの多様化が一段と進むなか，製品開発においては性能向上，開発スピードアップ，コストダウンなどが強く求められている。あなたが開発の責任者であるとして，機械設計の観点から，設計開発の期間短縮についてどのような取り組みが可能か，以下の問いに答えよ。

- （１）開発の遅れが発生する設計起因の要因を述べよ。
- （２）要因ごとの発生原因を述べよ。
- （３）期間短縮のための具体的な方策と推進上の課題を述べよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門	部	
問題番号	Ⅱ-1-1	選択科目	機械設計		
答案使用枚数	1 枚目	1 枚中	専門とする事項 産業機械		

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1.	C A E	の	概	要																					
	コ	ン	ピ	ユ	ー	タ		エ	デ	イ	ッ	ド		エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	の	こ		
と	で	コ	ン	ピ	ユ	ー	タ	内	に	お	い	て	部	品	な	ど	の	3	次	元	モ	デ	ル		
を	作	成	し	て	、	各	種	の	シ	ミ	ユ	レ	ー	シ	ヨ	ン	を	行	う	こ	と	で	あ		
る	。	部	材	に	か	か	る	力	学	的	条	件	に	よ	り	応	力	と	た	わ	み	量	の		
解	析	、	流	体	の	流	れ	場	に	お	け	る	渦	と	圧	力	変	動	の	解	析	、	伝		
熱	の	熱	移	動	の	解	析	、	音	響	の	解	析	な	ど	様	々	な	シ	ミ	ユ	レ	ー		
シ	ヨ	ン	の	総	称	で	あ	る	。																
2.	C	A	E	の	留	意	点																		
	設	計	工	程	で	は	基	本	設	計	で	C	A	E	を	行	う	場	合	が	多	い	と	考	
え	る	。	こ	の	と	き	に	留	意	す	べ	き	こ	と	を	以	下	で	述	べ	る	。			
	コ	ン	ピ	ユ	ー	タ	の	能	力	に	は	限	界	が	あ	る	の	で	大	量	の	メ	ッ		
シ	ユ	を	作	成	す	る	と	計	算	時	間	が	長	く	な	る	。	コ	ン	ピ	ユ	ー	タ		
の	能	力	に	あ	っ	た	モ	デ	ル	サ	イ	ズ	と	メ	ッ	シ	ユ	の	量	に	す	る	こ		
と	が	必	要	で	あ	る	。																		
	C	A	E	を	行	う	場	合	、	入	力	す	る	の	は	モ	デ	ル	と	境	界	条	件	と	
物	理	定	数	だ	け	で	あ	り	、	設	計	者	に	ス	キ	ル	が	な	い	と	解	析	デ		
ー	タ	が	正	し	く	判	断	で	き	な	い	こ	と	が	あ	る	。	C	A	E	が	設	計	者	
に	対	し	て	ブ	ラ	ッ	ク	ボ	ッ	ク	ス	に	な	っ	て	し	ま	う	場	合	で	あ	る	。	
	こ	の	よ	う	な	場	合	に	は	、	実	験	と	C	A	E	の	併	用	が	必	要	で	あ	
る	。	試	作	モ	デ	ル	を	作	成	し	て	簡	易	な	実	験	を	行	い	そ	の	結	果		
と	C	A	E	結	果	を	照	ら	し	合	わ	せ	て	判	断	し	て	い	く	必	要	が	あ	る	。
	ま	た	は	、	C	A	E	の	解	析	結	果	を	正	し	く	判	断	で	き	る	ベ	テ	ラ	
ン	の	設	計	者	と	一	緒	に	作	業	を	行	う	こ	と	で	解	決	で	き	る	と	考		
え	る	。																							

2-1-1

1、CAEの説明

CAEとは、コンピュータによる技術計算である。具体的には、

- ①、強度解析（静解析、動解析、応答解析、落下衝撃解析）
- ②、熱流体解析（電熱解析、流体解析）
- ③、樹脂流動解析
- ④、インダクタンス解析
- ⑤、ノイズ解析（放射ノイズ解析、雑音端子電圧解析）

などがある。

2、設計工程に活用する場合の留意点

2. 1 計算条件

3D-CADのデータを流用して解析モデルにすることが多いが、解析要素数が多いために3Dモデルを簡略化して使用する。その際、計算結果に影響を及ぼさないようにモデル化するが、基本原理の理解が乏しければ計算結果が実機と異なる。従って、力学の基本原理を理解したうえでのモデル化が必要である。

2. 2 計算結果を実機での評価結果との突き合わせ

モデル化の要否判断は、実機での評価結果との突き合わせが重要である。実機の評価結果からモデルの見直しを図ることで類似構造の解析精度を高めることが可能になる。

2. 2 計算結果の評価

CAEの計算結果を数値として鵜呑みにするのではなく、理論的にその結果が妥当か類似機種結果の蓄積で評価する必要がある。

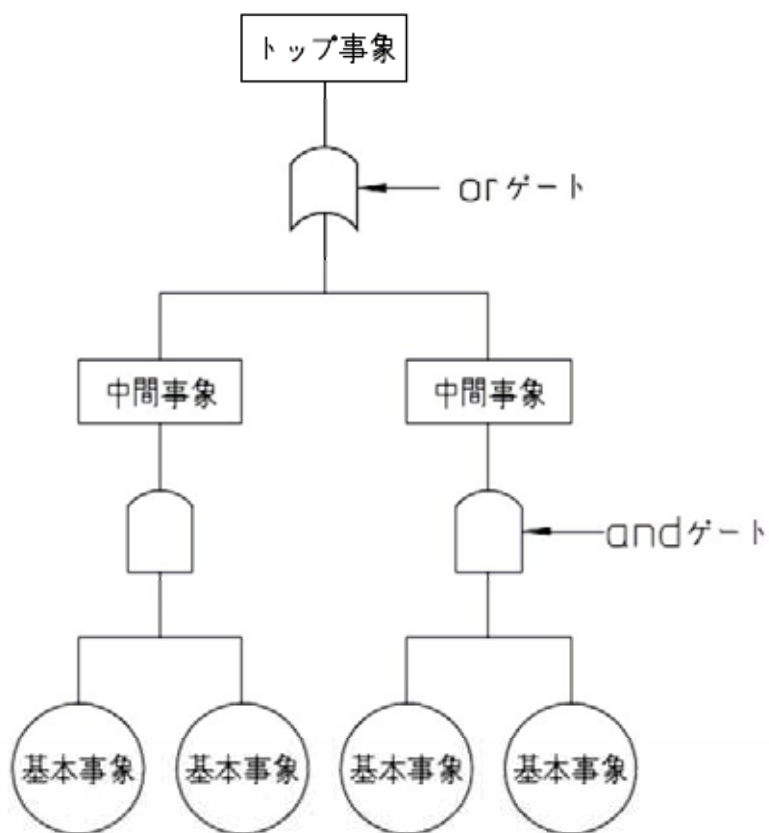
—以上—

2-1-2:FTA 概要と実施方法

FTA とは故障の木解析といい、トップ事象の原因を、それ以上展開できなくなる基本事象まで展開し、故障の原因を追究する手法である。

実施方法は以下の図のとおりだが、トップ事象をその原因と AND ゲートや OR ゲートで結び、それ以上展開できない基本事象まで展開する。

また、複数の同じ基本事象が出てくる場合があるが、それをブール代数を利用してまとめ、簡単な図にすることができる。これにより、トップ事象の発生確率を容易に求めることができる。



製品開発に活用する場合の期待効果

- 基本事象の発生確率が分かればトップ事象の発生確率を算出することができる。
- 視覚的に分かりやすく、すぐに原因を理解できる。
- FMEA や信頼性設計の故障原因解析の手段となる。

2-1-2

1、FTA の概要と実施方法

FTA とは、複雑なシステムの故障を、要素ごとの故障発生確率と要素間の因果関係で表し、システム全体の信頼性を分析する手法である。予想される事故や危険な状態を頂上現象として設定し、頂上現象から原因となる事象とその事象に対する防御手段の検討を階層的に実施する木解析とも言われる手法である。

FTA は FMEA やリスクアセスメントや 3 ステップメソッドなどのリスク低減方策と組み合わせながら、故障率低減や不具合削減に繋げることができる。

2、期待効果

2. 1 製品品質の向上

FTA で故障や不具合発生の原因推定と発生確立の推定を行うことで、製品化段階で不具合対策を織り込むことができ、製品品質の向上に繋がる。

2. 2 設計開発期間の短縮

構想段階で FTA を行うことで評価段階での問題点の先取りと対策を行えるので開発期間の短縮に繋がる。

2. 3 若手技術者の能力向上

原因の推定はブレインストーミングで行うことが多いが、様々な視点から不具合原因を推測することになるので、若手技術者の育成に繋がる。

—以上—

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門	部	
問題番号	Ⅱ-1-4	選択科目	機械設計		
答案使用枚数	1 枚目	1 枚中	専門とする事項 産業機械		

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1.	品質機能展開（QFD）の概要
	顧客の原始データを基にして、要求品質と品質機能をマトリックス形式で展開した2元表であり、顧客のニーズを製品の機能に変換する手法である。
2.	QFDの実施方法
	顧客の声から、要求項目を拾い出す。顧客の声は原始データといい、あくまで顧客の立場で、顧客の表現で記述することが重要である。それを、要求品質にまとめ、要求品質展開表を作成する。要求品質展開表から、要求品質に対応する適切な品質要素を抽出する。次に要求品質展開表と品質特性展開表の2元表から、強い対応を◎、対応ありを○、対応が予想されるものを△のように、関連付けをした品質表を作成する。その中から重要度分類を行い、企画品質を設定する。さらに要求品質重要度を品質特性重要度に変換する。重要度評価の結果、手持ちの技術で開発可能と考えられるもの、新たに技術開発が必要なものに分ける。既存技術で対応可能なものは、品質特性の重要度を見ながら、許容差等を考慮した具体的な設計仕様を決定する。
3.	QFDの期待効果
	・ 開発早期にボトルネック技術の洗い出しができるため、フロントローディングが行いやすい。
	・ 要求品質、品質要素を多面的に把握、評価できる。
	・ 重要品質に対する関係者の意識を統一しやすい。

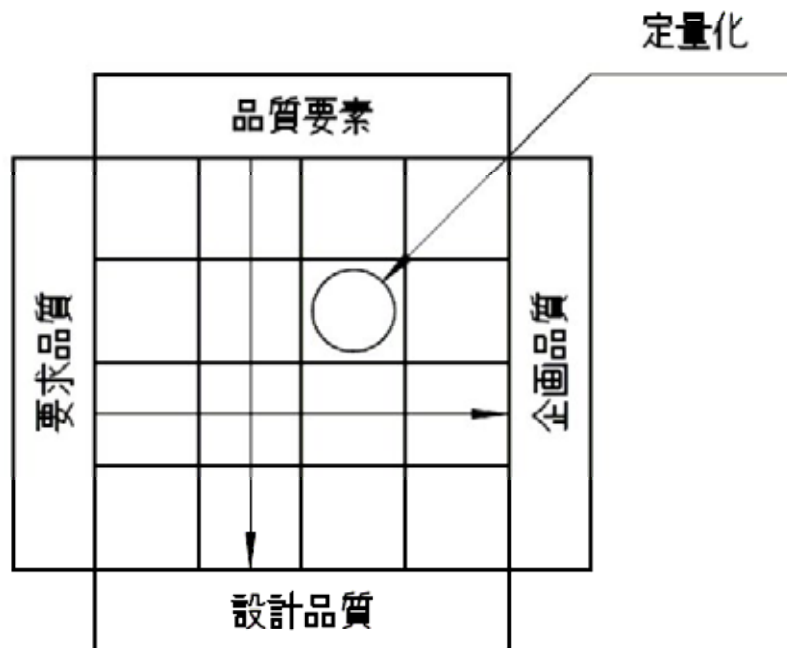
●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

2-1-4:QFD の概要と実施方法

QFD とは、品質機能展開といい、顧客の要求品質を企画品質や設計品質へと展開したり、その先の製造品質等の業務機能へも展開できる、製品の品質を確立するための手法である。実施方法は以下のとおりである。

- ①顧客の要求品質をリスト化
- ②要求品質から品質要素を抽出
- ③要求品質と品質要素から二元表を作成
- ④要求品質から企画品質、品質要素から設計品質を抽出
- ⑤二元表の交差した部分を定量化
- ⑥業務機能等へ展開



製品開発に活用する場合の期待効果

- ・顧客の要求をそのまま展開するので、品質を確保しやすい。
- ・要求されているものの優先度を定量的に判断できる。
- ・タグチメソッド等の要素特性を抽出する際の手段。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門	部		
問題番号	Ⅱ-2-1	選択科目	機械設計			
答案使用枚数	1 枚目	2 枚中			専門とする事項	産業機械

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1.	自動リンク溶接機の概要
	自動リンク溶接機は自動車のサスペンションに用いられるリンクを製造する工作機である。直径約 40 mm で長さ約 50 mm の短いボスのパイプ 2 本と直径約 25.4 mm で長さ約 200 mm 程度中間軸のパイプ 1 本を組み合わせたリンクを 2 箇所同時に溶接する。溶接機はロボットではなく半自動の MAG 溶接機を用いている。これはパイプが組み合っている立体形状に沿うようにカムを製作して、そのカムによって溶接トーチを動かしている。そのため、ワークを一回転させる間に左右のパイプが立体的に組み合わされている溶接部に沿って溶接することが出来る。溶接時はヒュームとアーク閃光が漏れないようにカバーで密閉して対策している。また、ヒュームは吸い取り除塵器を通過させてろ過する。
	工作機のサイズは横幅 3000 mm × 奥行き 800 mm の大きさである。この自動リンク溶接機とワークのサイズを 1/5 倍にした場合について以下で述べる。
2.	予想される技術的課題
	ワークのサイズが 1/5 倍となり 56 mm 程度になるので工作機内の空気の流れが変化してシールドガスを分散させて、ブローホールが発生しやすくなる。
3.	予想される生産上の課題
	ワークが小さくなるので、左右の同時溶接を行う場合はトーチが干渉して左右の同時溶接ができなくなる。

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

2-2-2:

(1)開発の遅れが発生する設計起因の要因

- ・事前の調査不足やコミュニケーション不足による手戻りの発生
- ・技術力不足による検討時間の延長
- ・市場ニーズや技術動向の変化の速さに対する対応遅れ

(2)要因ごとの発生原因

- ・製品の機能が複雑になり担当者が細分化されたことにより、コミュニケーションがとりずらくなったり調査量が膨大になり、手戻りが発生していると考えられる。
- ・新興国の台頭などにより案件が少なくなったり、退職者の技術の継承がうまく行っていないなどの理由により技術力不足が発生していると考えられる。
- ・市場のグローバル化や顧客ニーズの多様化が進み、社内のしゅくみが対応しきれしていない。

(3)期間短縮のための具体的な方策と推進上の課題

- ・フロントローディングやコンカレントエンジニアリングによる設計・開発期間の前倒しや設計・製造の同時進行を進めることにより、開発期間の短縮化が可能である。
- しかしながら、例えばコンカレントエンジニアリング推進のためにはPDM(プロダクトデータ管理)が必要であり、3DCAD 購入や操作習得、社内ルーチンの電子化等の課題がある。
- また、退職社員の暗黙知を形式知に変換し、次の世代へと伝えることも重要である。

2-2-2

パワエレ機器の設計開発期間短縮への取り組み

はじめに

市場要求を取り入れて、市場にマッチした製品をタイムリーに上市することは、社会貢献について重要であり。以下にパワエレ製品の設計開発期間短縮について、構造設計の視点から論じる。

1、設計起因による開発遅れ要因

1、1 機能未達成

- 1. 1. 1 コンペチタの良い取りの無理な仕様
- 1. 1. 2 設計課題と適用技術の落としこみ不足
- 1. 1. 3 要素技術確立が出来ていない
- 1. 1. 4 基本構想の検討不足に伴う、評価段階でのやり直し設計

1、2 コスト目標未達成

- 1. 2. 1 高機能機種との共通化に伴う、汎用機種のコストアップ
- 1. 2. 2 技術的裏付けのない低コスト要求

2、発生原因

2. 1 機能未達成の発生原因

- 2. 1. 1 顧客ニーズ、用途、市場動向の調査不足で、コンペチタ比較で仕様を作成している
- 2. 1. 2 技術の高度化に設計者がついていけない
- 2. 1. 3 短納期開発に対応するため、要素技術確立まで製品設計開始を待てない
- 2. 1. 4 基本構想が担当任せでレビューの機会が少ない

2. 2 コスト目標未達成の発生原因

- 2. 2. 1 市場細分化やオプションの拡大に伴う他品種化
- 2. 2. 2 高付加価値競争回避で、安易な低価格競争化

3、期間短縮のための具体的方策と推進課題

3. 1 機能未達成対策と推進課題

3. 1 製品開発部門の商品仕様策定への参画

従来は営業部門が市場調査し、商品企画部門が仕様をまとめ、設計開発部門が工場と連携して実行していた。今後は、製品開発部門の責任者が商品仕様作成に参画することで対応策とする。製品開発部門は、顧客の技術課題に対する解決策の策定や他社製品を技術的な視点で分析出来るので、製品仕様に無理がなくなる。

また、その場合の課題は下記である。

①、製品開発部門の負荷増加

②、実行可能性を優先するため、製品仕様のハードルを下げたこと、商品の魅力が低減

する

3. 2 設計システムの見直し

構想段階での技術課題の明確化と要素技術の早期確立のためにデザインレビューの励行を具体的方策とする。デザインレビューには高度で多様な技術力が必要なため、ベテラン技術者の参画が必要である。

その場合の課題は、ベテラン技術者の確保と構想段階をレビュー者に理解してもらうツールの活用である。また、CAE技術の精度向上や要素技術検証のためのバラック検証の効率化も課題である。

4. 1 まとめ

製品開発の技術ハードルはますます高くなっており、マンパワーの増員では追いつかず設計開発期間の長期化や遅れが顕著になってきている。技術士として社会に貢献するために、更なる技術力向上をはかる所存である。

—以上—

1-1 機械設計【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 2012年12月2日に発生した，中央高速自動車道「笹子トンネル」での吊り天井板落下事故は，設計，施工，保守の各段階での調査が行われ，原因究明と対策の取組みが行われている。一方，機械装置においても市場でのトラブルは，設計，製造，さらにはその後の保守に起因して発生することが多い。この事故を他山の石とし，安全・安心の観点から市場でのトラブルを未然に防止するために，機械設計の技術士としてどのように取り組むべきか，以下の問いに答えよ。

- (1) 検討すべき項目を3つ挙げ，取り上げた理由を述べよ。
- (2) それらの検討項目に対して，技術的課題と解決のための技術的提案を示せ。
- (3) その技術的提案がもたらす効果を具体的に示すとともに，そこに潜むリスクを述べよ。

Ⅲ-2 再生可能エネルギーの1つに風力発電がある。一般に風力発電設備は，陸上の基礎にタワーが設置され，その最上部に風力を機械的エネルギーに変換するためのブレードとロータハブからなるロータ部，発電機に動力を伝達するための回転軸，ローターブレーキ，変速機，発電機，コントローラを組み込んだナセル部，及びローターブレードを風に対向させるヨー駆動機構などで構成されている。風力発電設備を，陸上に設置した場合に発生する環境問題を回避するために，最近では洋上設置の検討が進んでいる。このような動向を踏まえ，風力発電設備を設計開発する際に想定される問題あるいは技術課題について，以下の問いに答えよ。

- (1) 風力発電には社会面並びに環境面でどのような問題があるか4つ提示し，その内容を述べよ。
- (2) 洋上風力発電の利点を提示し，新たに想定される技術課題を述べよ。
- (3) その技術課題を解決するために，どのような技術開発が必要かを述べよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門	部	
問題番号	Ⅲ-2	選択科目	機械設計		
答案使用枚数	2 枚目	3枚中	専門とする事項 産業機械		

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

険	度	の	高	い	項	目	に	つ	い	て	対	策	を	行	い	、	信	頼	性	向	上	を	行		
っ	た	手	法	(	フ	ォ	ル	ト	ア	ボ	イ	ダ	ン	ス	、	フ	ォ	ル	ト	ト	レ	ラ	ン	
ス	な	ど	)	を	記	述	す	る	。	最	後	に	設	計	的	結	論	と	判	断	を	記	載	
す	る	。	そ	し	て	、	デ	ザ	イ	ン	レ	ビ	ュ	ー	を	行	う	こ	と	で	、	故	障		
の	原	因	を	極	力	取	り	除	く	こ	と	が	で	き	る	。									
1.	3.	出	力	変	動																				
	風	力	発	電	は	風	力	に	よ	っ	て	出	力	が	変	動	し	て	安	定	し	て	い		
な	い	。	短	時	間	の	出	力	変	動	と	季	節	な	ど	に	よ	る	長	期	的	な	出		
力	変	動	が	あ	る	。	そ	の	た	め	、	必	要	な	と	き	に	必	要	な	だ	け	発		
電	で	き	る	と	は	限	ら	な	い	。															
	対	策	と	し	て	は	蓄	電	池	を	風	力	発	電	と	併	用	し	て	用	い	る	こ		
と	で	、	風	力	の	あ	る	と	き	に	発	電	を	行	い	必	要	な	と	き	に	電	力		
を	供	給	で	き	る	。																			
1.	4.	発	生	す	る	騒	音																		
	風	力	発	電	を	行	う	と	風	車	か	ら	騒	音	が	発	生	す	る	。	風	車	が		
回	転	す	る	と	き	の	機	械	か	ら	発	生	す	る	騒	音	、	ブ	レ	ー	ド	を	風		
が	通	過	す	る	と	き	の	騒	音	な	ど	が	あ	る	。	特	に	1	0	0	H	z	以	下	の
低	周	波	音	は	人	体	に	与	え	る	影	響	が	大	き	く	、	め	ま	い	、	吐	き		
気	を	起	こ	す	場	合	が	あ	る	。															
	対	策	と	し	て	は	、	風	力	発	電	所	の	設	置	場	所	を	人	が	住	ん	で		
い	る	場	所	か	ら	遠	ざ	け	る	こ	と	で	あ	る	。	そ	の	た	め	、	洋	上	に		
発	電	所	を	建	設	す	る	こ	と	が	計	画	さ	れ	て	い	る	。							
2.	洋	上	風	力	発	電	の	利	点	と	技	術	課	題											
2.	1.	洋	上	風	力	発	電	の	利	点															
	風	力	発	電	所	が	洋	上	に	あ	る	た	め	に	、	民	家	な	ど	の	人	の	住		

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門	部	
問題番号	Ⅲ-2	選択科目	機械設計		
答案使用枚数	3 枚目	3枚中	専門とする事項 産業機械		

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

ん	で	き	る	場	所	か	ら	離	れ	て	い	る	の	で	騒	音	問	題	が	発	生	し	な
い	。																						
	洋	上	で	は	一	定	の	風	量	が	い	つ	も	吹	い	て	い	る	場	所	が	あ	る
の	で	、	出	力	変	動	が	少	な	く	一	定	量	の	電	力	が	確	保	で	き	る	。
ま	た	、	設	置	場	所	も	陸	上	に	比	べ	て	広	く	な	る	の	で	風	力	発	電
機	を	多	く	設	置	す	る	こ	と	が	で	き	る	。									
2.	2.	洋	上	風	力	発	電	の	技	術	的	課	題										
	電	力	を	供	給	す	る	洋	上	風	力	発	電	所	と	電	力	の	需	要	が	あ	る
場	所	が	離	れ	て	い	る	た	め	に	、	送	電	距	離	が	長	く	な	り	送	電	ロ
ス	が	大	き	く	な	る	。																
	洋	上	風	力	発	電	所	の	支	柱	を	海	底	に	設	置	す	る	た	め	に	コ	ス
ト	が	高	く	な	る	。	ま	た	、	海	底	に	基	礎	を	築	く	た	め	に	生	態	系
へ	の	影	響	が	あ	る	。																
3.	課	題	を	解	決	す	る	た	め	の	必	要	な	技	術	開	発						
	送	電	距	離	が	長	く	な	る	と	交	流	方	式	で	は	電	圧	が	変	動	す	る
た	め	に	、	送	電	線	の	絶	縁	体	の	損	失	が	あ	り	電	力	を	損	失	す	る
こ	れ	を	解	決	す	る	た	め	に	は	、	交	流	の	送	電	方	式	か	ら	直	流	の
送	電	方	式	に	変	更	す	る	こ	と	で	解	決	が	で	き	る	。	そ	の	た	め	に
は	、	直	流	電	圧	を	効	率	よ	く	昇	圧	す	る	直	流	昇	圧	コ	ン	バ	ー	タ
の	技	術	開	発	が	必	要	に	な	る	。												
	海	底	に	基	礎	を	作	ら	な	い	方	法	と	し	て	、	風	車	を	大	型	船	に
設	置	し	て	ア	ン	カ	ー	で	固	定	す	る	方	法	が	考	え	ら	れ	る	。	こ	の
浮	体	式	で	は	船	を	一	定	の	場	所	に	固	定	し	て	お	く	必	要	が	あ	る
潮	の	流	れ	や	風	に	よ	っ	て	船	体	は	向	き	を	変	化	さ	せ	る	。	そ	の
た	め	、	そ	の	船	の	制	御	技	術	の	開	発	が	必	要	に	な	る	。			

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

風力発電の普及に向けた技術検討

はじめに

風力発電は太陽光発電や地熱発電とならび循環型社会構築に向けて必要なエネルギー資源の創成である。以下にパワエレ製品の構造設計の視点から論じる。

1、風力発電の問題点

1, 1 コスト

原子力発電や火力発電に比べて発電コストが高い。

1, 2 発電ムラ

自然エネルギーに依存した発電方法のため発電にムラがあり、安定的な発電ができない。

1, 3 騒音が大きい

発電中のブレードの風きり音が大きく、近隣住民にとって騒音問題になる。

1, 4 景観を損なう

装置が大きく、ブレードの回転が気になり、自然や町の景観を損なう。

2、洋上風力発電の利点と技術課題

2. 1 利点

風力発電は再生可能エネルギーなので無尽蔵で、CO₂などの地球温暖化物質の発生抑制になる。

2. 2 技術課題

2. 2. 1 発電コストの低減

2. 2. 2 蓄電技術

2. 2. 3 防錆や消耗部品の長寿命化によるメンテナンスフリー化

2. 2. 4 設置コストの低減

2. 2. 5 分散型発電設備として、他の風力発電所や発電方法との相互補完技術

3、技術開発の必要性

風力発電の拡大には、①電力変換技術力の向上、②電池の大容量化、③耐環境性能の向上、④小型化、⑤系統連携技術、等が必要だが、私の専門分野であるパワエレ機器の構造設計技術者の観点から①と②について詳述する。

3. 1 電力変換技術力の向上

風力発電は風車の回転エネルギーを直流で取り出し、パワー半導体により交流に変換することで電力として活用したり、系統連携により送電している。このパワー半導体で交流に変換する時の発生損失を小さくすることで発電効率向上や発電コストの低減に繋がる。従って、パワー半導体の発生損失削減が技術課題と言える。技術の方向性は、従来のシリコン系半導体から SiC 半導体への転換である。SiC 半導体の採用で発生損失は 70%以下になるが、チップサイズも小さくなるためチップの面積当りの発生損失は 2 倍になる。つまり、熱源集中に対応した冷却システムの構築が技術課題となる。課題解決の方向性は、従来は

アルミの冷却フィンのベース面の熱拡散でフィン効率を向上させていたが、今後はベース面に液体を封入した沸騰冷却システムが必要となる。

3. 2 電池の大容量化

現在は大容量蓄電には、比較的安価である鉛蓄電池が使用されている。鉛蓄電池は容量当りの体積や質量が大きく寿命も3年程度と短い。従って、今度の大容量蓄電池としてリチウムイオン電池の適用を進める。リチウムイオン電池の容量化には多くのセルを並列接続する必要があり、各セルへの電流分担を均一にすることが重要で、配線長の均一化や+側配線と-側配線の拋線化等インダクタンスの均一化技術の向上が必要であり。

また、充放電特性の温度依存性が高いため各セルの温度が均一になるような冷却システムの構築が必要である。電池設備が大きくなると考えられるため、水冷と風冷を混合させた冷却システム構築が考えられる。

4. まとめ

風力発電の実用化に向けて、私が今までに培った技術は広い範囲で活用出来ると考える。私の技術力により循環型社会の構築に尽力する所存である。 一以上一

1-2 材料力学

1-2 材料力学【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 以下に示す4項目の機械・構造物の破壊・損傷形態（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）から2つを選び，それらの概要を述べた後，その破壊・損傷を防止するために取る強度設計上の方策について，具体的な例を挙げて説明せよ。（項目ごとに答案用紙を替えて解答項目番号を明記し，それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 延性破壊

Ⅱ-1-2 脆性破壊

Ⅱ-1-3 疲労破壊

Ⅱ-1-4 クリープ，クリープ疲労

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙2枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 機械・構造物の保守点検作業は，その機械・構造物を健全に運用するために重要な役割を果たす。機械・構造物における構造強度上の不具合は，主に継手及びその周辺部位で発生することが多い。継手を有する機械・構造物を想定し，その継手部分で起こり得る構造強度上の不具合を挙げ，さらにそれを防止するための保守，検査方法を説明せよ。

Ⅱ－２－２ 機械・構造物の信頼性に関わる問題として疲労強度が挙げられる。疲労強度を上げるために残留応力を圧縮にするための３つの方法の概要と，その残留応力を評価する手法を示せ。また，あなたが担当する製品に適用する場合に最適な方法を理由を挙げて説明せよ。

1-2 材料力学【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 自動車の低燃費化は省エネルギーに関わる社会問題として非常に重要な課題であり，軽量化が進められている。一方で，事故時には，運転者や同乗者の安全を確保することが重要である。この低燃費化と事故時安全化を両立させるための方策として，材料力学の観点から自動車全体の構造はどうあるべきかについて複数解答せよ。

Ⅲ-2 我が国の社会インフラ設備は高度経済成長期に整備されたものが多く，それらは建設後既に数十年を経過しているため，老朽化が懸念されている。このような状況を踏まえ，以下の問いに答えよ。

- (1) 経年化した社会インフラ設備の維持・管理において検討すべき項目を列挙せよ。
- (2) これらの検討項目のうち，あなたが最も重要な技術的課題と考えるものを1つ挙げ，その理由とともに，それを解決するための技術的提案を示せ。
- (3) その提案を実行に移すことによる効果を具体的に示すとともに，生じ得るトラブルとその対処方法を述べよ。

1-3 機械力学・制御

1-3 機械力学・制御【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1、Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 機械・機械構造物の振動においては、系の幾何学的非線形性や材料学的非線形性等により非線形振動が生じることが少なくない。そして、この非線形振動の特徴的な現象の1つにジャンプ現象がある。このジャンプ現象について、以下の問いに答えよ。なお、必要に応じて図表等を用いて説明すること。

- (1) このジャンプ現象とはどのような現象なのか、その概要を述べよ。
- (2) このジャンプ現象はどのような発生原理から生じるものなのかを述べよ。

Ⅱ-1-2 機械・機械構造物の振動特性を把握したいとき、FFTアナライザを用いて測定されたデータからその振動特性を評価することは有効な手段の1つである。ここでは対象物の加振力と応答加速度に関する伝達関数が計測されているとして、以下の問いに答えよ。なお、必要に応じて図表等を用いて説明すること。

- (1) 計測された伝達関数から、系の固有振動数や減衰特性をどのように評価すればよいか、「共振点」、「共振ピーク」の語句を用いて述べよ。
- (2) FFTアナライザを用いて伝達関数を収集する際に注意すべき点を1点挙げるとともに、その適切な対策を述べよ。

Ⅱ-1-3 機械・機械構造物を地震などによる振動損傷から防ぐための技術には耐震技術、免震技術、制振技術が挙げられる。これらの技術について、以下の問いに答えよ。なお、必要に応じて図表等を用いて説明すること。

- (1) 上に挙げた3つの技術について、各技術の基本的な考え方をそれぞれ述べよ。
- (2) 2つの観点を挙げ、それぞれの観点からこれら3つの技術の優劣について例を挙げて述べよ。

Ⅱ-1-4 PID制御について、以下の問いに答えよ。解答においては、プロセス制御あるいはサーボ制御のいずれかに関する事例を想定して、出来るだけ具体的に解答せよ。なお、必要に応じて図表等を用いて説明すること。

- (1) PID制御の目的、効果と具体的内容（制御系のどのような特性改善を目指し、どのパラメータに対してどのような演算ないし処理を行い、それによりなぜ効果が得られるのか）について述べよ。
- (2) PID制御を用いる場合の留意事項について述べよ。

Ⅱ-2 次の2設問（Ⅱ-2-1，Ⅱ-2-2）のうち1設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し、答案用紙2枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-2-1 工作機械を用いた製品の大量生産過程において、振動に起因する不具合により生産作業を継続することが出来なくなってしまった。そして、この問題を解決するため、機械力学・制御を専門とする技術士としてあなたがこの問題に取り組むこととなった。このような状況において、以下の問いに答えよ。

- (1) 問題解決のために調査・検討すべき項目を3点述べよ。
- (2) (1) で挙げた項目から1点挙げ、具体的に進める技術的提案を述べよ。
- (3) (2) の業務を実際に進める際に留意すべき事柄を述べよ。

Ⅱ-2-2 サーボ制御を用いて電動式ロボット・アームを制御するに当たり、位置決め精度あるいは追従精度を改善しようとして位置比例ゲイン（位置偏差に対するモータ印加電圧の比例係数）を大きくしたところ、振動が発生して動作が不安定になってしまった。そして、この問題を解決するため、機械力学・制御を専門とする技術士としてあなたがこの問題に取り組むこととなった。このような状況において、以下の問いに答えよ。

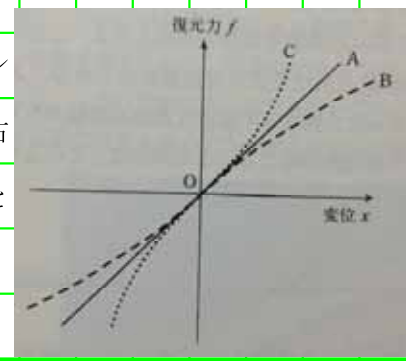
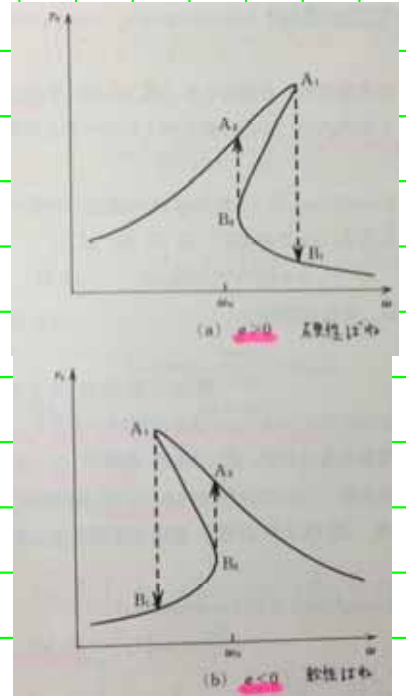
- (1) 問題解決のため調査・検討すべき項目を3点述べよ。
- (2) (1) で挙げた項目から問題解決のために最も効果が期待できると考えられる要因を1点挙げ、具体的に進める技術的提案を述べよ。
- (3) (2) の業務を実際に進める際に留意すべき事項を述べよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械	部門
問題番号	II-1-1	選択科	機械力学・制御	科目
答案使用枚数	1 枚目	専門とする事項	運動・振動	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

(1)	ジャンプ現象の概要	
非線形系では、線形系とは異なり、共振曲線は硬性ばね（図（a））では右に、軟性ばね（図（b））では左に傾く。硬性ばね（図（a））の場合、加振周波数を徐々に大きくすると振幅は次第に増加していくが、ある加振周波数に達すると A ₁ の状態から B ₁ の状態に飛び移り、振幅は急に減少する。この現象をジャンプ現象という。逆に、加振周波数を徐々に小さくすると振幅は次第に増加していくが、ある加振周波数に達すると B ₂ の状態から A ₂ の状態に飛び移り、振幅は急に増加して、上記と逆のジャンプ現象が発生する。		
以上のように、加振周波数を増加させたときと減少させたときでは、振幅の変化の仕方が異なり、ヒステリシスが存在する。また、軟性ばね（図（b））の場合にも、同様の現象が起こる。		
(2)	ジャンプ現象が発生する原理	
非線形系の例として、以下にダフイング方程式を示す。支持系のばねが、右図に示す非線形ばね特性を有することにより、ジャンプ現象が発生する。		
$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx + ax^3 = F_0 \cos \omega t$		



●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門 機械	部門
問題番号	II-1-3	選択科目 機械力学・制御	科目
答案使用枚数	1 枚目 枚中	専門とする事項 運動・振動	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

(1)	各技術の基本的な考え方																						
耐震技術	…	地震	など	の	力	に	対	し	て	、	機	械	・	機	械	構	造	物					
の	構	造	自	体	を	強	化	し	、	破	損	を	防	ぐ	技	術	で	あ	る				
免震技術	…	基礎	と	機	械	・	機	械	構	造	物	の	間	に	免	震	装	置	を				
入	れ	、	免	震	装	置	が	振	動	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	吸	収	し	、	機	械	・	機
械	構	造	物	に	振	動	が	伝	わ	ら	な	い	よ	う	に	す	る	技	術	で	あ	る	。
た	だ	し	、	基	礎	と	絶	縁	す	る	た	め	、	強	力	な	台	風	や	竜	巻	に	よ
り	倒	壊	し	た	り	、	津	波	に	押	し	倒	さ	れ	る	可	能	性	が	あ	る	。	
制	振	技	術	…	ダン	パー	を	機	械	・	機	械	構	造	物	に	設	置	し	、	ダ		
ン	パ	ー	が	振	動	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	吸	収	し	、	機	械	・	機	械	構	造	物
の	振	動	を	低	減	す	る	技	術	で	あ	る	。	た	だ	し	、	設	置	位	置	に	よ
っ	て	は	制	振	効	果	が	ほ	と	ん	ど	得	ら	れ	な	い	可	能	性	が	あ	る	。
(1)	2 つの観点における各技術の優劣																						
①	振動の大きさ																						
一	般	的	に	、	以	下	の	優	劣	関	係	と	な	る	。	制	振	技	術	で	は	、	変
位	す	る	こ	と	で	ダン	パー	が	振	動	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	吸	収	す	る	た		
め	、	振	動	は	免	震	技	術	と	比	べ	て	大	き	く	な	る	。					
		免	震	技	術	<	制	振	技	術	<	耐	震	技	術								
②	コストの大きさ																						
一	般	的	に	、	以	下	の	優	劣	関	係	と	な	る	。	免	震	技	術	は	コ	ス	ト
が	大	き	く	、	普	及	率	は	高	く	な	い	。										
		耐	震	技	術	<	制	振	技	術	<	免	震	技	術								

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門 機械	部門
問題番号	II-2-1	選択科目 機械力学・制御	科目
答案使用枚数	1 枚目 枚中	専門とする事項 運動・振動	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

(	1	)	問	題	解	決	の	た	め	に	調	査	・	検	討	す	べ	き	項	目					
①	強	制	振	動	か	、	あ	る	い	は	、	自	励	振	動	か										
強	制	振	動	と	自	励	振	動	の	判	別	は	、	振	動	の	発	生	要	因	の	分	析			
や	解	決	策	の	検	討	に	有	効	で	あ	る	。													
②	加	振	力	は	何	か																				
加	振	源	が	工	作	機	械	自	体	で	あ	る	か	、	あ	る	い	は	、	周	囲	の	機			
械	で	あ	る	か	の	判	別	は	、	振	動	の	発	生	要	因	の	分	析	や	解	決	策			
の	検	討	に	有	効	で	あ	る	。																	
③	類	似	の	不	具	合	が	な	い	か																
工	作	機	械	に	起	因	す	る	振	動	の	不	具	合	の	場	合	、	同	一	の	工	作			
機	械	に	お	い	て	、	類	似	の	不	具	合	が	既	に	生	じ	て	い	る	可	能	性			
が	高	い	。	こ	の	場	合	、	工	作	機	械	の	メ	ー	カ	に	確	認	す	る	。	ま			
た	は	、	類	似	の	工	作	機	械	で	、	同	様	の	不	具	合	が	生	じ	て	い	る			
可	能	性	が	あ	る	た	め	、	社	内	デ	ー	タ	ベ	ー	ス	を	調	査	す	る	。				
(	2	)	具	体	的	に	進	め	る	技	術	的	提	案											
(	1	)	①	に	つ	い	て	の	技	術	的	提	案	を	示	す	。	な	お	、	工	作	機		
械	は	回	転	体	で	あ	る	と	仮	定	す	る	。													
①	回	転	数	と	振	動	周	波	数	の	関	係	の	分	析											
工	作	機	械	の	回	転	数	を	変	更	し	て	、	回	転	数	と	振	動	の	デ	ー	タ			
を	取	得	す	る	。	続	い	て	、	F	F	T	ア	ナ	ラ	イ	ザ	を	用	い	、	周	波			
数	解	析	を	行	い	、	回	転	数	と	振	動	周	波	数	の	関	係	を	求	め	る	。			
強	制	振	動	で	は	回	転	数	の	変	化	に	対	し	振	動	周	波	数	が	変	化	す			
る	が	、	自	励	振	動	で	は	固	有	振	動	数	で	振	動	す	る	た	め	振	動	周			
波	数	が	変	化	し	な	い	た	め	、	強	制	振	動	と	自	励	振	動	の	判	別	に			
有	効	で	あ	る	。																					

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

1-3 機械力学・制御【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，設問ごとにそれぞれ1枚以内，合計2枚半以上3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 工作機械を用いて機械部品を大量生産する機械工場がある。このたび大地震を想定して，工場の耐震に対するあり方を会社として取り組むことになった。そして，機械力学・制御を専門とする技術士として，あなたがこの取り組みを中心的に携わることになった。このような状況において，以下の問いに答えよ。

- (1) この取り組みにおいて検討すべき事柄を多面的に述べよ。
- (2) (1) の検討すべき項目から最も重要と考えられるものを1つ挙げ，その課題を解決するための技術的な提案を述べよ。
- (3) (2) の技術的提案がもたらす成果，リスク，問題点をそれぞれ述べよ。

Ⅲ-2 我が国の高齢化が進む中，様々な分野の機械・機械システムにおいて，高齢者の身体的あるいはその他の特性に配慮した設計が求められるようになって行くものと考えられる。ここで機械力学・制御を専門とする技術士として，あなたが交通機械の新製品の開発に中心的に取り組むことになった。このような状況において，以下の問いに答えよ。

- (1) 交通機械の中から開発対象とする製品を具体的に1つ挙げ，このような設計を実現するために検討すべき事柄を多面的に述べよ。
- (2) (1) の検討すべき項目から最も重要と考えるものを1つ挙げ，その課題を解決するための技術的な提案を述べよ。
- (3) (2) の技術的提案がもたらす効果とマイナス面の影響について具体的に述べよ。

1-4 動力エネルギー

1-4 動力エネルギー【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 ガスタービンコンバインドサイクルの熱効率を向上させるために有効な方法について述べよ。

Ⅱ-1-2 新しいエネルギー源として注目されているシェールガスについて説明し、近年シェールガスの生産が急激に伸びている理由について述べよ。

Ⅱ-1-3 再生可能エネルギーの中から、日本において最も有望と考えられる1つを挙げて、その根拠と、動作原理及び今後の課題を含む特徴について簡潔に述べよ。

Ⅱ-1-4 ガスエンジンの特徴をディーゼルエンジン，ガスタービンと比較して説明せよ。また，ガスエンジンの特徴を生かしたシステムとして考えられるものを簡潔に述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 東日本大震災により，企業は多大な被害を受け，重要な業務が停止し復旧にかなりの時間を要したという調査結果がある。臨海地区に位置する製造工場を想定し，今後予想される大規模災害に備え，工場の保安と設備保全のために，その電力・燃料油・ガス・水などのライフライン，危険物施設，高圧ガス施設等，外部電源喪失時の対応策を含む防災対策の強化を策定するに当たり，動力エネルギーの管理・供給部門の責任者としてのあなたの考えを下記について記述せよ。

- (1) 想定する防災計画の主たるテーマとその論拠
- (2) 計画に当たって調査・検討すべき事項
- (3) 防災計画業務を進める手順
- (4) 計画の具体化を進める上で留意すべき事項

Ⅱ－２－２ 発電設備を長期間にわたって安全に運用するには保守業務が不可欠である。あなたが，発電設備の保守業務の担当責任者（あるいはその発電設備の運転責任者や主たるユーザー）として保守業務を行うに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 想定する発電設備の種類と内容
- (2) 保守計画を立案するに当たって検討すべき内容
- (3) 業務を進める手順とその際に留意すべき事項

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	II - 1 - 1								

技術 部門	機 械 部 門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	動力エネルギー 科目	複合発電

枚 数
枚目 1 枚中 4

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

	<p>ガスタービンコンバインドサイクルの熱効率を向上させるためには、以下の方法がある。</p> <p>1 . ガスタービン（以下 GT）の燃焼温度を上昇させる</p> <p>熱サイクルの熱効率は、燃焼温度を高温化させるほど、上昇するので有効である。現在、1700℃級のGTの開発が進んでいる。</p> <p>2 . 排熱回収蒸気の蒸気温度の高温化</p> <p>蒸気温度を高温化するとランキンサイクルの熱効率が上昇するので、有効である。</p> <p>3 . 再熱サイクルの適用</p> <p>再熱サイクルを適用すると、ランキンサイクルの熱効率が向上するために有効である。特にGT排ガス温度の高いGTとの組み合わせにおいては、排熱回収ボイラの高温ガスの有効な熱回収を行えるために有効である。</p> <p>4 . 排熱回収ボイラの蒸気圧力レベル段数を増やす</p> <p>蒸気圧力レベルの段数を増やすと、排熱回収ボイラでの回収効率が向上するので、有効である。</p> <p>5 . 復水器の器内圧力を下げる</p> <p>復水器内圧力を下げると、熱サイクルの低温部の温度が下がるので、熱効率が向上するので有効である。</p> <p>6 . ガスタービン吸気冷却</p> <p>吸気冷却により、空気の比体積が小さくなると、一定体積の空気を作動流体として用いるGTに多量の質量流量が流れるので、出力が向上するので有効である。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	---

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	II - 1 - 3								

技術 部門	機 械 部 門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	動力エネルギー 科目	複合発電

枚 数
枚目 2 枚中 4

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

	私	は	、	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	中	で	日	本	に	お	い	て	最	も		
	有	望	な	も	の	は	風	力	発	電	と	考	え	る	。										
	1	.	有	望	と	考	え	る	根	拠															
	四	方	を	海	に	囲	ま	れ	る	わ	が	国	は	、	洋	上	の	風	況	に	恵	ま	れ		
	て	い	る	。	ま	た	、	日	本	近	海	の	海	底	は	深	い	場	所	が	多	い	も	の	
	の	、	わ	が	国	は	豊	富	な	海	洋	技	術	を	有	し	て	い	る	、	こ	れ	ら	の	
	海	底	地	形	に	有	効	な	浮	体	式	風	力	発	電	の	ポ	テ	ン	シ	ヤ	ル	と	し	
	て	約	1	1	0	0	G	W	と	の	試	算	も	あ	る	。									
	2	.	動	作	原	理																			
	風	の	速	度	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	プ	ロ	ペ	ラ	で	回	転	力	に	変	え	、	発		
	電	機	に	て	発	電	す	る	。	速	度	の	3	乗	に	比	例	す	る	発	電	力	が	得	
	ら	れ	る	。																					
	3	.	特	徴	と	今	後	の	課	題															
	3	.	1	特	徴																				
	C	O	2	フ	リ	ー	発	電	で	あ	り	、	ま	た	再	生	エ	ネ	ル	ギ	ー	発	電	の	
	中	で	は	比	較	的	発	電	単	価	が	安	い	。	大	型	化	や	、	ユ	ー	制	御	な	
	ど	に	よ	り	効	率	向	上	を	図	っ	て	い	る	。										
	3	.	2	今	後	の	課	題																	
	わ	が	国	特	有	の	自	然	環	境	と	し	て	、	台	風	、	山	岳	風	、	落	雷	、	
	積	雪	な	ど	へ	の	対	応	が	必	要	と	な	る	、	ま	た	低	周	波	騒	音	へ	の	
	対	応	も	必	要	と	な	る	。	ま	た	、	風	況	の	変	動	に	よ	り	発	電	量	が	
	変	化	す	る	た	め	、	大	量	導	入	時	に	は	、	系	統	安	定	性	の	確	保	の	
	た	め	に	調	整	力	が	必	要	と	な	る	。	よ	っ	て	、	蓄	電	池	の	開	発	や	
	火	力	発	電	の	応	答	性	向	上	な	ど	の	技	術	向	上	も	必	要	と	な	る	。	
																								以	
																								上	

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	II - 2 - 2								

技術 部門	機 械 部 門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	動力エネルギー 科目	複合発電

枚 数
枚目 3 枚中 4

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

1	． 想 定 す る 発 電 設 備 の 種 類 と 内 容	
	私は、電力卸売発電用のガスタービン複合サイクル発電設備を取り上げ、保守業務の担当責任者として、定期保守と日常保守の点検計画を想定して述べる。	
	2 ． 保 守 計 画 を 立 案 す る に 当 た っ て 検 討 す べ き 内 容	
	2.1 定 期 保 守 点 検 計 画	
	(1) 法律に従った定期点検間隔による点検時期。	
	(2) 高温で運用されるガスタービンは等価運転時間により、メーカー推奨点検間隔が定められることが多い。よって、メーカーと確認の上、想定される稼働時間、発停回数により、点検時期を想定する。この時、設備の設計・調達部門と当該設備の年間稼働率や運転モード（DSSやWSSなど）を確認し、検討材料にする。	
	(3) 上記を勘案して運用期間の長期定期点検計画を立てる。	
	(4) ガスタービンは、解放点検のタイミングに合わせて、部品交換をする場合がある。必要となる部品の調達時期を算出し、予算化する。発電設備が新設の場合には、発電設備の本体契約の中に、これら高温部品を含めることも事前検討しておく。	
	(5) メーカーによっては、長期保守サービス契約を行うところもある。自社の人件費等に鑑み、それらを利用することも考える。	
	2.2 日 常 保 守 点 検 計 画	
	(1) 日常点検項目・マニュアルの検討	

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	II - 2 - 2								

技術 部門	機 械 部 門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	動力エネルギー 科目	複合発電

枚 数
枚目 4
4 枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(2)	緊急交換部品の選定。納期を要する、タービン軸受けなどは、緊急用戦略予備品として、本体設備の発注と同時に購入することも検討する。
(3)	日常点検体制と、突発的事故の体制づくり
3. 業務を進める手順と留意事項	
3.1 定期保守点検	
(1)	等価運転時間などから定期点検開始時期を、点検内容から停止期間をメーカーと相談して決定する。
(2)	電力会社に定期点検開始時期、停止期間を連絡し、事前に了解をとる。
(3)	設備停止時に実施する工事に応じて、交換部品や、工事業者、必要に応じて官庁検査の手配をする。
(4)	解放点検時に余寿命診断をするものは、その手配も行う。
3.2 日常点検	
(1)	定めたマニュアルに従い実施する。
(2)	不具合は、ほかの機器への不具合の伝播を防ぐために、極力早期に補修するよう留意する。
(3)	不具合を早期発見するために、常に整理整頓をし、また、計器指示値の記録を取り、時系列に異常値の有無を観察する。
(4)	メーカーによっては、ユーザー会を組織し、不具合の水平展開をしている場合があるので、それらの情報を活用する。
	なお、両点検とも安全第一で作業する。以上

1-4 動力エネルギー【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 福島第一発電所の事故以来、原子力発電所の停止に伴う大幅な省エネルギーが求められるようになり、また、火力あるいはコンバインド発電用燃料の輸入量の増加に伴う電気料金の大幅な値上げが行われつつある。このような社会状況を考慮して、電力使用のピークカットあるいは省エネルギーの可能性について技術の視点から以下の問いに答えよ。

- (1) 施設全体で十数%の省エネルギーを達成するために採用を検討すべき設備又はシステムを全て列挙し、その中で最も有望と考える1つを挙げるとともに、それを挙げた理由を述べよ。
- (2) その設備又はシステムを使って最大の効果を上げるための技術的課題を示し、その課題を解決するための技術的提案を示せ。
- (3) 上記(2)で示した技術的提案がもたらす効果を具体的に示すとともに、その設備又はシステムが潜在的に持っている不確実性について述べよ。

Ⅲ-2 次頁の文章は、政府の知的財産戦略本部が2011年6月に発表した「知的財産推進計画2011」の冒頭部分からの抜粋であるが、最近の知的財産マネジメントに対して、いくつかの課題が示唆されている。以下の問いに答えよ。

- (1) 我が国の動力エネルギー関連機器製造産業においても、技術開発、エンジニアリング、製造の各分野におけるグローバル化（国際分業）が課題となっているが、動力エネルギー関連機器製造企業のグローバル化と我が国の産業空洞化の懸念について、あなたの考えを述べよ。
- (2) 動力エネルギー関連機器製造企業のグローバル化を進めるに当たっては、海外への情報提供と知的財産保護の両立が求められるが、情報管理のあり方についてあなたの考えを述べよ。
- (3) 動力エネルギー関連機器製造企業の知的財産マネジメントにおいては、発明者の権利を保護しつつ公開することで技術の普及を目指す特許化と、次頁の文章にある「敢えて権利化しないノウハウ秘匿」がある。これについてのあなたの考えを述べよ。

世界はダイナミックに変化している。地球温暖化をはじめとする地球環境問題、水・食料・資源・エネルギーに関する制約の顕在化、貧困の拡大など、各国と協調・協力して取り組むべき世界規模の諸課題が深刻化している。また、世界経済や国際政治において、中国、インドなど巨大市場を擁する新興国の影響力が増している。加えて、世界の多極化とともに、情報、資金、物、技術、人が、より自由に素早く往来するようになり、これまで基本的には各国内でストーリーが完結していたのに対し、ボーダーレス化が本格的に進み、国境を超えてシームレスに世界がつながる、いわば「グローバル・ネットワーク時代」が到来している。

そこでは、高速なコミュニケーションを可能とするデジタル・ネットワークで連結されたグローバル市場での競争の激化や消費者ニーズの速い変化が起こり、従来以上のスピードでのイノベーション実現が求められるようになってきている。同時に、世界的なイノベーション・システムが「オープン」、「グローバル」、「フラット」なものへと構造変化してきている。90年代以降のデジタル・ネットワークの指数級数的な進化はとどまるところを知らず、更なるイノベーションとビジネスチャンスを生み出し続けている。研究開発や商品開発に必要な能力及び要素を広く外部から調達し、迅速かつ効果的なイノベーションを世界規模で目指す「グローバル・イノベーション」が世界の潮流となってきた。 —中略—

こうした情勢変化に伴って、知的財産マネジメントも格段に進化し、更なる進化と質的な飛躍が求められている。従来のように研究開発の成果を守るために事後的に特許を確保するにとどまらず、世界的な合従連衡を効果的に進める国際標準化や、デザインやブランドの価値を高める意匠・商標の確保、敢えて権利化しないノウハウ秘匿を含む、より高度で総合的・戦略的な知財マネジメントが求められるようになってきている。経営戦略及び研究開発戦略、そして知的財産戦略が三位一体となった戦略構築が重要となり、更に個々の企業を超える官民連携での知的財産戦略の構築と実行が不可欠となっている。 —中略— これまでは、安定性・継続性が重視された知財制度においても、システム全体の国際競争が始まっており、知財イノベーションが求められるようになってきている。

(知的財産推進計画2011, 知的財産戦略本部, 2011年6月3日) より抜粋)

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	III — 1 —								

技術 部門	機 械 部 門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	動力エネルギー 科目	複合発電

枚 数
枚目 1 3 枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

1 . 採 用 を 検 討 す べ き 設 備 と 有 望 な 設 備																								
電 源 設 備 と 送 配 電 系 統 か ら な る 電 力 供 給 施 設 を 取 り																								
上 げ 、 化 石 燃 料 の 省 エ ネ の 観 点 で 回 答 す る 。																								
1 . 1 採 用 を 検 討 す べ き 設 備																								
施 設 と し て 十 数 % の 省 エ ネ を 達 成 す る た め に 採 用 す																								
る 設 備 と し て 、 原 子 力 発 電 、 火 力 発 電 、 再 生 エ ネ ル ギ																								
ー 発 電 を 挙 げ る 。 火 力 発 電 と 原 子 力 発 電 は 以 下 の よ う																								
な 特 徴 を 持 つ 。																								
(1) 火 力 発 電 : ガ ス タ ー ビ ン 複 合 発 電 (以 下 C C P P) を																								
用 い る と 、 エ ネ ル ギ ー の カ ス ケ ー ド 利 用 に よ り 高 効 率																								
発 電 が 可 能 と な る 。 開 発 中 の 1 7 0 0 ℃ 級 C C P P の 低 位 発																								
熱 量 送 電 端 効 率 は 約 5 7 % で あ る 。 し か し 、 現 在 商 用 運																								
転 中 の 1 3 5 0 ℃ 級 C C P P の 効 率 が 約 5 2 % な の で 、 効 率 向																								
上 に よ る 施 設 全 体 の 十 数 % の 省 エ ネ は 困 難 で あ る 。 ま																								
た 震 災 後 、 C C P P 用 天 然 ガ ス の 輸 入 量 増 加 が 、 わ が 国 の																								
数 兆 円 の 貿 易 赤 字 の 原 因 と な っ て い る 。																								
(2) 原 子 力 発 電 : 化 石 燃 料 を 使 用 し な い た め 、 化 石 燃																								
料 の 省 エ ネ に は 効 果 が あ る 。 し か し 、 福 島 原 発 事 故 以																								
来 、 原 発 に 対 す る 信 頼 性 が 揺 ら い で お り 、 今 後 の 新 設																								
は 、 安 全 を 担 保 で き な い 限 り 厳 し い 状 況 で あ る 。																								
1 . 2 最 も 有 望 と 考 え る 設 備 と そ の 理 由																								
上 述 を 踏 ま え て 、 十 数 % の 省 エ ネ 達 成 に は 再 生 可 能																								
エ ネ ル ギ ー 発 電 が 最 も 有 望 と 考 え る 。 わ が 国 で は 、 直																								
達 日 照 量 が 弱 く て も 散 乱 光 を 用 い て 発 電 で き る 太 陽 光																								
発 電 の 導 入 が 進 ん で い る 。 し か し 、 私 は そ の 中 で も 風																								

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

枚数	
枚目	3
2	枚中

受験番号									
問題番号	III — 1 —								

技術部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択科目	動力エネルギー 科目	複合発電

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

力発電が最も有望であり、特に浮体式洋上発電が有望と考える。その理由は以下の通りである。
(1) わが国は洋上の風況がよく、例えば浮体式洋上風力発電のポテンシャルは、約1100GWとの試算もある。
(2) わが国の海洋構造物の技術力が高い。
<u>2. 技術的課題と課題解決のための技術的提案</u>
<u>2.1 技術的課題</u>
数十%の効率改善を達成するには、再生可能エネルギー発電の大量導入が必要となる。しかし、風力発電などの再生可能エネルギー発電は、気象変動の影響を受けやすいものが多い。よって、送電システムの周波数変動や電圧変動を引き起こす可能性があるため、これらの変動に対するシステムの調整力確保が課題となる。
<u>2.2 課題解決のための技術的提案</u>
調整力確保のために、蓄電池や揚水発電を採用する案もある。しかしこれらは現状、容量、コストなどの問題がある。よって、再生可能エネルギーの大量導入に対応するには、火力発電の調整力の向上が重要と考える。特に、負荷応答の速いCCPPの導入を提案する。
<u>3. 技術的提案がもたらす効果と不確実性</u>
<u>3.1 効果</u>
(1) 系統調整力向上：天然ガス焚CCPPの負荷応答は10～15%/分であり、石炭火力設備の3～5%/分に比べても速い。よって調整力の向上に寄与し、電力品質の向上効果がある。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	|	|	|	|	|	|	|	|	|
問題番号	III — 1 —								

技術部門	機 械 部 門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択科目	動力エネルギー 科目	複合発電

枚 数
枚目 3 枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(2) 省エネ	：特にCCPPの導入比率が上昇すると、施設全体の化石燃料消費効率が上昇するので、省エネ効果がある。
(3) CO ₂ 削減	：天然ガス焚きCCPPは、石炭火力発電と比べて、高効率、かつ燃料のCO ₂ 排出原単位が小さい天然ガスを使用する。ゆえに、天然ガス焚きCCPPのCO ₂ 排出原単位は、石炭火力設備に比べても約半分と少ない。よって調整電源として天然ガス焚きCCPPを導入すると、CO ₂ の削減効果がある。
3.2 潜在的な不確実性	
(1) CO ₂ 排出	：化石燃料を使用する以上、CO ₂ 排出は避けられない。よって、更なる高効率化や、CO ₂ 分離回収貯蔵設備の開発が必要である。
(2) エネルギーセキュリティ	：燃料の多様性を崩し、天然ガス発電比率だけを上昇させると、天然ガスの供給途絶時に、発電が困難となる。また現在、天然ガスの輸入がコスト高になっている。このリスクに備え、例えば、石炭を高効率発電利用する、石炭ガス化発電の開発・商用運転化が必要である。
(3) 火力設備の低負荷での運用	：再生可能エネルギー発電の調整力を担うため、火力発電設備は低負荷運転かつ応答性の速さを要求される。これらへの対応も重要になる。
このように、各発電設備とも一長一短があるので、電源のベストミックスによる発電が必要である。以上	

1-5 熱工学

1-5 熱工学【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 燃焼ガス温度が何℃になるかを知ることは、燃焼ガスの熱エネルギーをいかに効率よく仕事に変換できるか、あるいは燃焼室の炉壁や燃焼器の耐熱性を検討する際に極めて重要なことである。燃焼ガス温度を検討する場合の基本となる断熱火炎温度（断熱燃焼ガス温度）とは何か説明せよ。

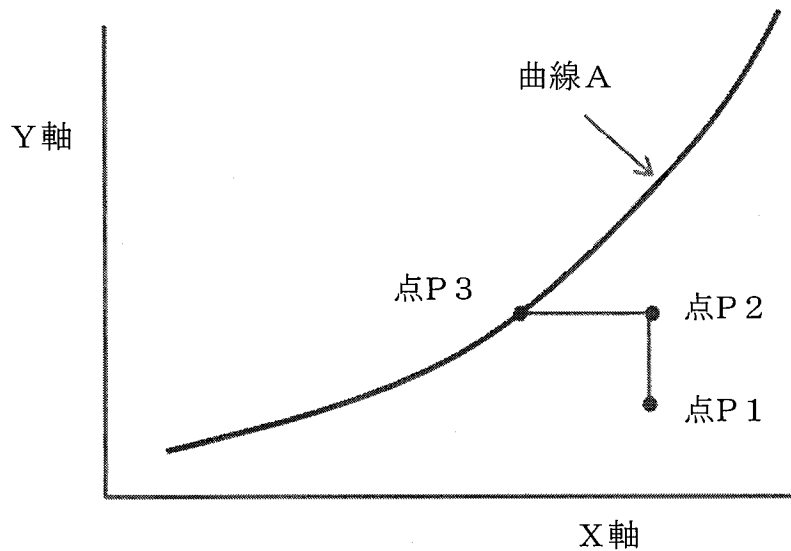
Ⅱ-1-2 ふく射伝熱は伝熱3形態の1つである。ボイラー、各種の工業炉やソーラーコレクターなどにおいて重要な役割を果たす伝熱機構である。（1）ふく射伝熱のしくみについて述べよ。次に、ふく射に関する基本的な法則である、（2）ステファン・ボルツマンの法則と、（3）ウイーンの変位則についてそれぞれ説明せよ。

Ⅱ-1-3 伝熱性能を向上させるために拡大伝熱面を設ける場合があるが、これについて以下の問いに答えよ。

- （1）どのような場合に拡大伝熱面をもうけると効果的か。
- （2）どのような構造の拡大伝熱面があるか。
- （3）フィン効率について述べよ。

Ⅱ-1-4 空調では、空気側の性能を求めるのに、次頁に示す湿り空気線図をよく用いるが、これについて以下の問いに答えよ。

- （1）X軸，Y軸，曲線Aについて述べよ。
- （2）点P1から点P2に湿り空気の状態が移動したとき、湿り空気がどのように変化するかを述べよ。
- （3）点P2からX軸に平行に伸ばした線と曲線Aの交点の点P3について述べよ。



Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 事務所用コジェネシステムの開発プロジェクトにおいて，熱設計の責任者として参画することになった。コジェネシステムの設備を計画するに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 計画に当たって，とくにエネルギー有効利用の観点から考慮すべき事項
- (2) 業務を進める手順
- (3) 信頼性確保の観点からの工夫

Ⅱ－２－２ 省エネルギーのためには，断熱は有効な手段であるが，家庭用冷蔵庫の断熱について計画するに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 断熱方式としてどのような特性の材料，及び構造が有効であるか。
- (2) 断熱を施すと一般にコストが上昇するが，その合理的な限界をどのように判断するか。
- (3) その方式の断熱性能の経時的な変化が懸念されるとしたら，それはどのようなものであるか。また，その場合どのような計画が適切であるか。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	20130910	技術部門	部門
問題番号	再現論文Ⅱ-1-2	選択科目	科目
答案使用枚数	1枚目 / 枚中	専門とする事項	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1. ふく射伝熱のしくみ

すべての物体はその温度によって決定されるある特定の強さと長さの波長の電磁波をその表面から発散している。この電磁波が他の物体にあたると、一部は反射され、一部は吸収されて再び熱となってその物体の温度を上昇させる。このような熱の移動形態をふく射伝熱または放射伝熱という。

2. ステファーン・ボルツマンの法則

すべての電磁波を吸収して反射も透過もしない仮想の物体を黒体といい、黒体の発するある微小長さでの波長を $d\lambda$ とする。このとき $d\lambda$ による放射エネルギーを $E_{b\lambda}$ とすると、 $E_{b\lambda}$ はプランクにより統計力学的に導かれ、 $E_{b\lambda} = C_1 / d\lambda^5 (e^{C_2/d\lambda T} - 1)$ と表される。ここで T は温度 (K)、 C_1 、 C_2 は定数である。これより黒体の全放射エネルギー E は $E = \int_0^{\infty} E_{b\lambda} d\lambda$ であることから $E = \sigma T^4$ が導かれる。 σ はステファーン・ボルツマン定数と呼ばれる。すなわち黒体の全放射エネルギーは絶対温度の4乗に比例する。これをステファーン・ボルツマンの法則という。

3. ウィーンの変位則

放射を生じている物体の温度が上昇すると、①熱放射エネルギーが指数関数的に大きくなる。②単色放射能の極大値を与える波長が次第に短い方に移動する。このような特徴はプランクの法則と呼ばれ、特に②はウィーンの変位則と呼ばれる。

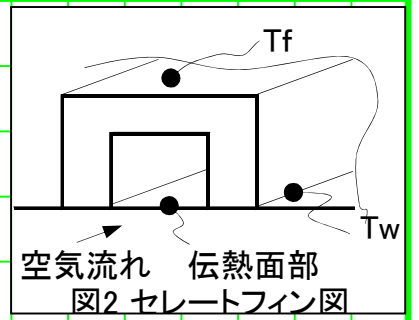
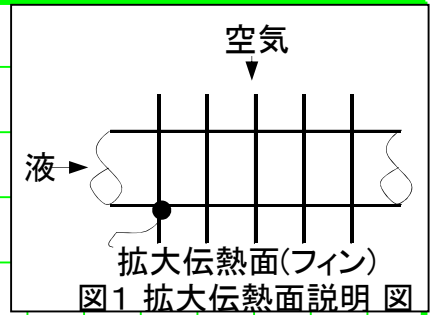
模擬答案用紙

受験番号	0105C00xx
問題番号	H25-II-1-3 (拡大伝熱面)
答案使用枚数	1枚目 1枚中

技術部門	機械工学	部門
選択科目	熱工学	科目
専門とする事項	熱交換機器	

○受験番号, 答案使用枚数, 選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

<u>(1) 拡大伝熱面が効果的な場合</u>									
拡大伝熱面は液と空気の熱交換において、図1のように空気側に設けると効果的である。なぜならば、空気側の熱伝達率は、 $0.2 \sim 0.5 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K}$ に対して、液側の熱伝達率は 2 から $5 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K}$ とワッ ンオーダー小さい。熱抵抗 R は以下式で現す。									
$R = \frac{1}{hALi} + \frac{1}{hAair+hAfin \times f} + \alpha$					‘ h : 熱伝達率 A : 伝熱面積 添字 Li : 液側 添字 Air : 空気側 添字 fin : 拡大伝熱面 (フィン部) f : フィン効率 α : 他熱抵抗				
空気側に拡大伝熱面を設けることで、熱抵抗が減少することがわかる。									
<u>(2) 拡大伝熱面の構造</u>									
図1のような管にフィンを付けたタイプや、図2のように、コの字型フィンを伝熱面につけたセレートフィンタイプがある。									
<u>(3) フィン効率について</u>									
図2を元に説明する。フィン全体の温度 Tf がフィン根元温度 Tw と同じ場合の交換熱量 Qa と実際の交換熱量 Qc の比でフィン効率を表す。フィン根元に隙間があるとフィン効率は低下する。									
$f = \frac{Qa}{Qc}$					以上				



技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械	部門
問題番号	Ⅱ-1-3	選択科目	熱工学	科目
答案使用枚数	1 枚目 / 1 枚中	専門とする事項	加熱装置設計	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1. 拡大伝熱面を用いると効果的な場合

高温流体と低温流体が伝熱面を介して熱の移動を行うとき、単位時間あたりの移動熱量を Q (W)とすると、 $Q = A U \Delta T$ で表される。ここで A は伝熱面積 (m^2)、 U は熱通過率 ($W/m^2 \cdot K$)、 ΔT は高温流体と低温流体の伝熱面での温度差 (K) である。この式より Q を向上するには、伝熱面積、熱通過率、温度差の向上が有効であることがわかる。したがって、①流速の制約等で熱通過率が向上できないとき、②耐熱の制約等で温度差が限られるとき、などにおいて拡大伝熱面を用いることが効果的となる。

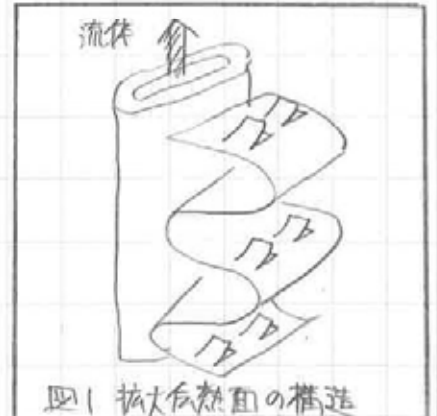


図1 拡大伝熱面の構造

2. 拡大伝熱面の構造

自動車のラジエータに用いられる拡大伝熱面の構造例を図1に示す。この伝熱面はすべてアルミ製であり、扁平管内を流体が通過する。管外には波形薄板が取り付けられ、伝熱面の拡大が図られる。伝熱面にはスリット加工により突起が設けられ、外部流体の流れを乱す乱流プロモーターの役割をしている。

3. フィン効率

フィン効率は、フィン表面温度全体がフィン根元温度と等しいとしたときの伝熱量と実際のフィン伝熱量の比で表される。フィン効率はフィン断面形状が矩形であるものが高い。以上

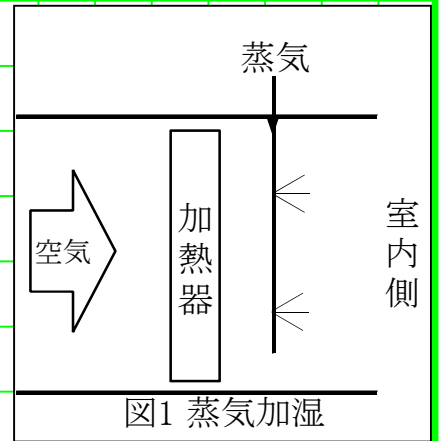
模擬答案用紙

受験番号	0105C00xx
問題番号	H25-II-1-4 (湿り空気線図)
答案使用枚数	1枚目 1枚中

技術部門	機械工学	部門
選択科目	熱工学	科目
専門とする事項	熱交換機器	

○受験番号, 答案使用枚数, 選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

<u>(1) 各 部 の 説 明</u>												
x 軸	:	湿	り	空	気	の	温	度	を	示	す	。
表	し	、	加	熱	・	冷	却	の	指	標	と	な
y 軸	:	絶	対	湿	度	、	水	蒸	気	分	圧	を
含	む	こ	と	の	で	き	る	水	分	量	を	表
曲	線	A	:	飽	和	水	蒸	気	曲	線	を	表
空	気	が	内	包	で	き	る	限	界	の	水	蒸
も	い	う	。									
<u>(2) 点 p 1 から p 2 に 移 動 し た 時 の 変 化</u>												
乾	球	温	度	は	変	化	せ	ず	、	絶	対	湿
上	昇	し	て	い	る	。	具	体	的	に	は	図
う	な	蒸	気	噴	霧	に	よ	る	加	湿	が	あ
る	。	冬	季	に	お	い	て	、	外	気	の	湿
い	場	合	、	加	湿	を	表	し	て	い	る	空
法	で	あ	る	。								
<u>(3) 点 p 2 から 点 p 3 の 変 化</u>												
絶	対	湿	度	は	変	化	せ	ず	、	乾	球	温
湿	り	空	気	の	冷	却	を	表	す	。	さ	ら
内	の	水	分	が	、	結	露	水	と	な	る	。
温	度	と	呼	ぶ	。	具	体	的	に	は	、	夏
わ	が	国	は	、	四	季	に	よ	り	高	温	多
環	境	が	あ	る	。	そ	の	た	め	、	湿	り
設	計	は	、	快	適	な	環	境	を	得	る	た
												以
												上



技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械	部門
問題番号	Ⅱ-2-2	選択科目	熱工学	科目
答案使用枚数	/ 枚目 2 枚中	専門とする事項	加熱装置設計	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1. 断熱方式として有効な材料特性及び構造

家庭用冷蔵庫の断熱方式として考えた場合、材料特性については、①環境負荷が小さいこと、②断熱性能が優れていること、③軽量であること、が重要であると考える。このような①～③の特性を備えた断熱材料としては、グラスウール、ロックウール、発泡ポリウレタンなどが挙げられる。これらの断熱材料は再利用が可能。熱伝導率は $0.02 \sim 0.05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、比重は $0.1 \sim 0.3$ である。

構造については、断熱材の構造内に空気層（熱伝導率 $0.023 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）を多く含むことが重要となる。実際にグラスウールなどは繊維構造内に空気を保有することで断熱性能を発揮している。ポリウレタンなど発泡構造体では、空気層を真空とした真空断熱材も高性能断熱材として用いられている。真空断熱材では熱伝導率が $0.002 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下のものを登場しており、一般的断熱材の $1/10$ の熱伝導率を有する。

2. 断熱施行によるコスト増の合理的限界

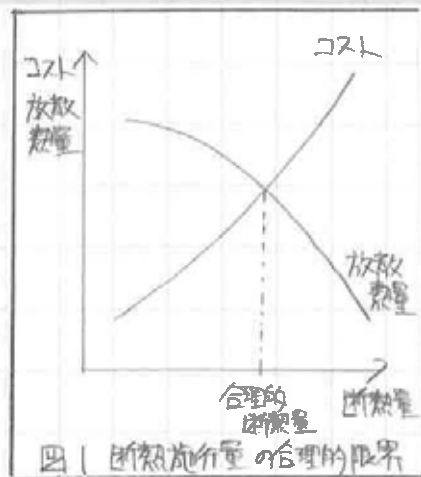
断熱施行のコストによる対価としては、断熱性能の向上による放散熱量の低減がある。一般的には断熱の増加によりコストが上昇するが、相対して放散熱量は低下する。図1に断熱施行量の合理的限界を求めるグラフを示す。図より縦軸にコストおよび放散熱量、横軸に断熱量を示す。断熱量の増加に伴うコストと放散熱量の増減曲線の交点が、合理的な断熱量である。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械	部門
問題番号	II-2-2	選択科目	熱工学	科目
答案使用枚数	2枚目 2枚中	専門とする事項	加熱装置設計	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

図1で求めた合理的断熱量は、放散熱量とコストとの対比による合理点である。その他にも、断熱量の増加による製品重量や外形寸法の増加、商品デザインとの正合などが考えられる。家庭用冷蔵庫の断熱について計画する場合、これらの商品価値に影響する要素と断熱量との対比について合理点を考慮する必要がある。



3. 断熱性能の経時変化と計画上の対策

断熱性能の経時変化の原因としては次のようなことが考えられる。

① 吸湿による水分の存在

経年により断熱材が吸湿して水分が付着すると熱伝導率が大きくなり断熱性能が低下する。

② 真空破壊

真空断熱材では気密が不十分で真空部に空気が入り込むと断熱性能が大幅に低下する。

このような経時変化の計画上の対策としては、予め経時変化量を考慮した設計を行うことである。経時変化した断熱性能でもその設備に必要な断熱性能を満たしている状態とあることである。これは、熱交換器の設計において、経時による熱通過量の減少を考慮して予め熱通過率を大きく確保するこのと同様の考え方である。以上

1-5 熱工学【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 2011年3月11日の東北大震災以降，我が国では原子力発電所の運転停止の影響もあり，将来のエネルギーをどうするか，また，いかにそのエネルギーを有効に活用するかが国民的課題となっている。そういった状況を考慮して，以下の問いに答えよ。

- (1) 化石燃料の有効活用がますます重要になると考えられるが，具体的に化石燃料を1つ取り上げるとともに，その燃料を取り上げた理由について述べよ。
- (2) その燃料を使って最大の効果を得るための課題を示すとともに，課題を解決するためのシステムや運用方法に関する技術的提案を示せ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらす効果について述べよ。また，その燃料を活用するシステムが潜在的に持っている問題点についても論述せよ。

Ⅲ-2 100℃～150℃の比較的低温度の排熱が，工場稼働中，比較的大量にあるが，現在は暖房及び温水としてその20%を利用する以外は，廃棄している。この低温排熱を回収するプロジェクトを計画するに当たり，以下の問いに答えよ。

- (1) 低温排熱を回収して利活用するためには，どのような方法があるか。複数の方法を示せ。
- (2) その中の1つの方法を説明せよ。
- (3) この低温排熱回収プロジェクトを進めるか，それとも進めないのか，あるいは，先延ばしにするのかの適切な判断基準について説明せよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	20130805	技術部門	部門
問題番号	再現論文 Ⅲ-1	選択科目	科目
答案使用枚数	1枚目 3枚中	専門とする事項	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

1. 石炭の有効利用

私は化石燃料の中で石炭の有効利用が重要であると考える。石炭は単位発熱量あたりの二酸化炭素(CO₂)の発生量が石油の1.3倍、天然ガスの1.6倍あり高環境負荷燃料であるとされている。しかし、埋蔵量は世界に広く分布しており、石油や天然ガスなど特定地域に集中していない。また、可採掘年数も現在の技術で、260年程度である。したがって石炭はエネルギーの安定供給の観点から欠かせない資源であると考える。

2. 石炭利用で最大の効果を得る課題

上記でエネルギーの安定供給の観点から石炭は欠かせない資源であると述べたが、石炭の利用による環境負荷の増加は許容されない。我が国は現在、天然ガス利用による火力発電に統発電量の80%以上を頼る発電構成比となっている。従来までの発電構成比に対してCO₂の排出量は大きく増加している。このような現状で課題は次のことが挙げられる。

課題

石炭の有効利用を四りつづ、CO₂排出の低減化

石炭の利用を発電の用途で考える。一般的火力発電所の熱効率 η は35~40%であり、CO₂排出量は500~600g/kWhである。当面は石炭の有効利用にあたりこの熱効率とCO₂排出量を下まわることが目標であると考えられる。この課題に対して提案するシステムは次のものが挙げられる。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	20130805	技術部門	部門
問題番号	再現論文Ⅱ-1	選択科目	科目
答案使用枚数	2枚目 3枚中	専門とする事項	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

3. 課題に対する解決策

3.1 石炭ガス化複合発電

石炭ガス化複合発電(IGCC)は、石炭をガス化炉で水蒸気改質によりガス化して、ガスターゼンと蒸気ターゼンで発電するコンバインドサイクルである。図1にIGCCの概念図を示す。IGCCでは、排熱利用により高い熱効率を得ることが出来る。

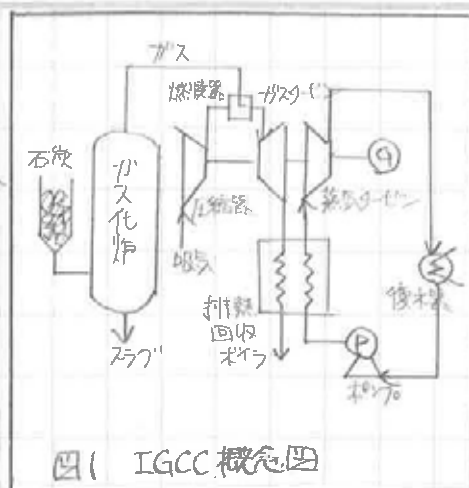


図1 IGCC概念図

3.2 IGCC+燃料電池+スターリングエンジン

IGCCは実用化が進められ長期運用に対する実績が積みあがっている。更なる熱効率向上に、トップエンジンサイクルに固体酸化物型燃料電池(SOFC)を用いて、更に排熱を利用してスターリングエンジンで発電を行うシステムが提案できる。SOFCの作動温度は1000℃以上あり、その排熱は高温となるためガス化炉の熱源として利用できる。また、スターリングエンジンは工場などの排熱で20kW程度の小規模な導入が進んでいる。ガスターゼンからの連続燃焼による排熱は、外燃機関であるスターリングエンジンに適する排熱の利用形態である。図2にこのシステムの概念図を示す。このシステムで大幅な熱効率の向上を図ることが出来る。

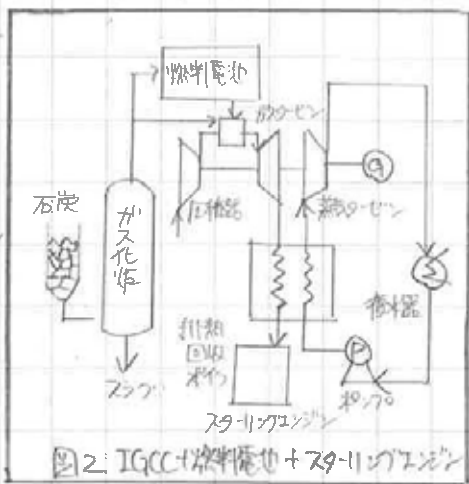


図2 IGCC+燃料電池+スターリングエンジン

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	20130805	技術部門	部門
問題番号	再現論文Ⅲ-1	選択科目	科目
答案使用枚数	3枚目 3枚中	専門とする事項	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

3.3 インバリエント分析を利用した保守システム

インバリエント分析は、概存のセンサーなどの計測情報から正常稼働時のパターンを認識し、現在の計測情報との常時比較を行う。これによりシステムの異常を早期に見出すとともに、異常の予測を行うことができる。システムを定格で長く稼働することは、熱効率が向上してCO₂の排出低減を実現できる。

4 技術提案がもたらす効果と問題点

提案した技術により石炭利用の熱効率が向上してCO₂の排出が低減される。特に3.2で述べたシステムにおいて排熱を余すことなく利用できれば、熱効率は75~85%が達成可能である。その結果CO₂の排出も200~300 g/kWhに削減される。

システムの潜在的な問題は、炭化水素系の燃料を燃焼させる以上、CO₂の排出は避けられないことである。CO₂の排出に対してはCO₂回収貯留技術(CCS)が研究されている。CCSは固定排出源からのCO₂を分離回収して地下1000m以上の帯水層に圧入貯留する技術である。CCSは更に環境負荷低減のために熱効率向上によるCO₂低減化とともに進めなければならぬ。

以上

受験番号		技術部門	機械	※
(氏名)		選択科目	熱工学	
問題番号	Ⅲ-1	専門とする事項	燃焼	
答案使用枚数	2枚目 3枚中			

○受講者番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

下、複合サイクルでも60%程度である。				
3. 課題解決のためのシステムや運用方法の技術提案				
効率を上げるための方策として、下記の案を提案す				
る。				
① 超臨海発電：通常のコンバインドサイクルでは、				
効率は最大約60%以下、ガスタービン入口温度を				
1700℃まで上げることが出来れば、70%の効率を目				
指すことが出来る。				
② コージェネレーション：大規模発電では、発電効				
率は60%前後であり、送電ロスもある。そのため、				
発電時の熱ロスを有効活用できかつ、送電ロスもほと				
んど無いコージェネレーションも、総合効率改善のた				
めの良好な手段である。				
③ 燃料電池：天然ガスから水素を取り出し、燃料と				
して使用する燃料電池は、基本的に排ガスはクリーン				
でありかつ、発電効率も方式によるが、60%前後は				
達成できる。				
4. 技術的提案がもたらす効果				
省エネルギーによるCO2排出量の削減と電力コスト				
削減が挙げられる。個別企業や個人での省エネはも				
ちろん必要であるが、1次燃料の利用効率向上による				
省エネは、元々1次エネルギー投入量の4割が排熱ロ				
スとして捨てられていることを考えると、非常に効果				
が大きい。				
5. 天然ガス活用システムの潜在的問題点				

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

受験番号		技術部門	機械	※
(氏名)		選択科目	熱工学	
問題番号	III-1	専門とする事項	燃焼	
答案使用枚数	3 枚目 3枚中			

○受講者番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

天然ガスを含めた化石燃料は、埋蔵量が限られる有限燃料である。そのために、いつかは無くなることを考慮し、代替燃料の可能性を考える必要がある。それにおいて有効な手段が、再生エネルギーの活用である。その中でも、地熱発電・海洋熱発電・太陽光発電が重要と考える。その理由は日本独自の性を発揮できるからである。地熱発電・海洋熱発電は、日本にて自給が可能なエネルギーである。特に地熱は、日本内に熱源が点在し、利用可能な熱源が多い。海洋熱発電は、沿岸地域の分散電源として活用が出来る。太陽光発電は、現在はドイツにシェアトップを奪われたが、依然、技術力は高い。シリコン系で効率は20%レベルだが、今後効率改善を図ることが出来れば、十分世界に太刀打ち出来ると考える。これらの分野において、今後日本が技術において世界のリードを取ることが、日本が生き残っていく上でも重要である。

— 以上 —

1-6 流体工学

1-6 流体力学【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 流体機械におけるキャビテーション現象とその影響について説明せよ。また、キャビテーションを防ぐための方法を2つ挙げて論ぜよ。

Ⅱ-1-2 圧縮機やポンプ等の流体機械は、大別すると容積型とターボ型に分類される。分類表を作り、方式選定時に考慮すべき点について説明せよ。

Ⅱ-1-3 流体機械の開発・設計において計算流体力学（Computational Fluid Dynamics：CFD）は不可欠となっているが、実際の流体機械に関する流れは多くが乱流であり、実用的な計算を実施するためにはこの扱いに工夫が必要である。CFDにおける乱流の扱い方について分類するとともに、それぞれの物理的な特徴と、実用上の問題について記述せよ。

Ⅱ-1-4 非定常な流れ場の流速を測定する技術として、熱線流速計とレーザ・ドップラー流速計が挙げられる。いずれか1つについて測定原理と特徴を説明せよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 現在量産している流体機械の容量を２倍にした新型機の短期開発プロジェクトリーダーを命ぜられた。対象とする流体機械を１つ選定し，この業務を推進するに当たり，以下について記述せよ。

- （１）選定した流体機械とその特徴
- （２）着手時に考えるべき事項とその理由
- （３）業務を進める手順
- （４）設計・製造に関し考慮すべき技術的事項

Ⅱ－２－２ 従来の流体機械の性能を改善するために，その流体機械内部の静圧を測定する業務を担当することになった。対象とする流体機械を１つ選定し，この業務を推進するに当たり，以下について記述せよ。

- （１）選定した流体機械とその特徴
- （２）着手時に考えるべき事項とその理由
- （３）業務を進める手順
- （４）測定結果の利用・解釈に当たって留意すべき技術的事項

1-6 流体力学【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 流体機械設備では長年稼動しているものも多い。ある流体機械設備を想定し，老朽化対策と経済性向上の観点から更新計画を提案する立場となったとして，以下の問いに答えよ。

- (1) 想定した流体機械設備と設備更新の範囲について説明せよ。
- (2) 想定した流体機械設備を更新する場合に解決すべき技術的課題を抽出するとともに，主な課題解決のために実現可能な対応策を複数提示せよ。
- (3) (2) で提案された対応策を実施する場合のリスクについて論ぜよ。

Ⅲ-2 地球温暖化やエネルギー環境の変化から再生可能エネルギーに対する要求が高まっている。このような背景を考慮し，以下の問いに答えよ。

- (1) 自然エネルギーを電力に変換するシステムを1つ選定するとともに，選定したシステムについて説明せよ。
- (2) そのシステムで高い設備利用率，もしくは大きい（生涯発電量／総投資額）を実現するための，流体力学としての課題とこれに対する技術的提案を2組示せ。
- (3) (2) で述べた技術的提案の中の1つについて，具体化する方法を示すとともに，その中でのリスクについて論述せよ。

**1-7 加工・ファクトリー
オートメーション
及び産業機械**

1-7 加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 金属の塑性加工法に関して，以下の問いに答えよ。

- (1) 塑性加工法の中から3種類を選び，加工法の名称を示し，それぞれの加工法で製作される製品の名称を1例ずつ示せ。
- (2) 上記の3種類の加工法について，材料がどのように塑性変形されるか，加工のプロセスがわかるように，それぞれ図を使って説明せよ。

Ⅱ-1-2 3Dプリンター（ラピッドプロトタイピング，積層造形システムを含む。）に関して，以下の問いに答えよ。

- (1) 技術的概要と利用目的を説明せよ。
- (2) 3Dプリンターの機能を実現する具体的方法を3つ（図示してもよい。）説明せよ。

Ⅱ-1-3 生産ラインの自動化に当たり，様々な生産機械や工程をつなぐ工程間搬送に関して，以下の問いに答えよ。

- (1) 工程間搬送システムを2種類挙げ，それぞれの機構・概要を説明せよ。
- (2) 工程間搬送システムを導入する場合の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 SCM（Supply Chain Management）に関して，以下の問いに答えよ。

- (1) SCMの概要について説明せよ。
- (2) 最近生じているSCMにおける問題事例を2つ挙げ，それぞれについて説明せよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 「５軸加工機の導入」について，①概要（目的を含む），②課題，③課題を解決する方法を述べよ。

Ⅱ－２－２ 「多品種少量生産に対応するセル生産システムの導入」について，①概要（目的を含む），②課題，③課題を解決する方法を述べよ。

1-7 加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 1980年代，食生活改善運動の中で，農産物に対して地域生産地域消費（地産地消）という概念が生まれた。最近では，製造業においても地産地消の考えが導入され，開発拠点・製造拠点のグローバル化とともに設計・製造方法が大きく転換し，種々の切り口での検討が必要になってきた。このような視点で以下の各問いに答えよ。

- (1) 製造業における地産地消を実現する上で重要と考えることを3つ挙げよ。
- (2) 上記(1)で挙げた3つについて，それぞれの課題を説明せよ。
- (3) 上記(2)で挙げた課題に対する解決方法をそれぞれ述べよ。

Ⅲ-2 標準化という言葉は，規格化，共通化，VR (Variety Reduction) 化，モジュール化など広い意味に使われている。機械工業の分野では標準化の取組みが，Q (Quality) C (Cost) D (Delivery) の確保のために重要となっている。そこで，標準化の取組みに関して，以下の問いに答えよ。

- (1) 1つの製品に着目し，その開発・設計・製造の段階で標準化がどのように貢献するのか，具体的な取組み方法とその効果について3例説明せよ。
- (2) 様々な製品群を製造する企業としては，個々の製品とは異なった標準化の取組みが必要になる。具体的な取組み方法とその効果について3例説明せよ。
- (3) あなたの業務に関連した分野で，標準化が進んでいないために生じている不都合の中から具体的な事例を2つ述べ，それぞれについて，なぜ標準化ができなかったのかを分析し，その不都合を解消するために，あなたあるいは組織はどのような取組みを行うべきかを示せ。

1-8 交通・物流機械 及び建設機械

1-8 交通・物流機械及び建設機械【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 車両の乗り心地の評価に用いられる手法を列挙し、それぞれに関して特徴と使用上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 制御機器に用いられているPID制御について、制御パラメータ決定法と実用例を述べよ。

Ⅱ-1-3 ユニバーサルデザインについて説明し、導入例とその効果について述べよ。

Ⅱ-1-4 木材やFRP（繊維強化プラスチック）等の異方性を有する複合材料を構造部材として用いる場合、設計上留意すべき点について述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ あなたが，設計者としてCAEを活用したシミュレーション技術と当該製品を用いた実験により，ある機械製品を設計することになった。あなたが技術士として当該製品を設計するに当たり，下記の内容について述べよ。

- (1) 想定する機械製品の内容と着目すべき評価項目（振動，強度，熱など）
- (2) シミュレーションと実験の双方を用いることによるメリットと留意事項
- (3) 業務を進める手順
- (4) シミュレーション及び実験を実施する際に留意すべき事項

Ⅱ－２－２ 製品開発や機器の維持管理において，外注部品の調達とその安定供給は重要となっている。商品化後の見直しにより，部品の調達先を変更することになった。あなたが技術士として部品調達の業務を行うに当たり，下記の内容について述べよ。

- (1) 想定する製品と調査すべき内容
- (2) 業務を進める際に留意すべき事項
- (3) 業務を進める手順

1-8 交通・物流機械及び建設機械【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 交通・物流及び建設機械の分野では、近年の機械高速化に伴い騒音への配慮の重要性が増してきている。このような状況を勘案し、上記分野における新しい機械を設置稼働させる場合を想定して、以下の問いに答えよ。

- (1) 騒音軽減のために検討しなければならない項目を多面的に挙げよ。また、その理由を述べよ。
- (2) 上述の検討しなければならない項目に対して、あなたが最も大きな技術的課題と考えるものを挙げ、解決するための技術的提案を述べよ。
- (3) あなたの技術的提案の効果を示すとともに、そこに潜むリスクについて述べよ。

Ⅲ-2 交通・物流機械及び建設機械の分野では、省エネルギー化が重要な課題となっている。近年ではハイブリッド化や代替エネルギーの模索など新たな省エネルギー技術の開発が進められているが、今後は国内だけでなく海外での技術普及も図らなければならない。このような状況を踏まえた上で、以下の問いに答えよ。

- (1) 省エネルギー化を図るために検討すべき技術的方策を多面的に述べよ。
- (2) 上述した方策のうち、あなたが最も有効と考えるものを1つ選び、それを実現する上で問題となる技術的課題を挙げ、それを解決するための技術的提案を示せ。
- (3) 上記の技術を世界的に普及させる場合に、考慮すべき問題とその対応策について述べよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機 械 部 門
問題番号	Ⅲ - 1	選択科目	交通・物流機械及び建設機械
答案使用枚数	2 枚目 枚中	専門とする事項	鉄道車両の運転保安システム

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

2.	最	も	大	き	な	技	術	的	な	課	題	と	解	決	す	る	た	め	の	技	術	提	案	
1)	空	力	音	に	よ	る	騒	音	低	減														
	高	速	化	に	比	例	し	て	騒	音	が	大	き	く	な	る	空	力	音	を	最	も	大	
	き	な	技	術	的	課	題	と	し	て	挙	げ	る	。	騒	音	が	大	き	く	な	る	だ	け
	で	な	く	、	高	速	化	に	よ	り	従	前	と	は	異	な	る	周	波	数	の	騒	音	が
	発	生	す	る	か	ら	で	あ	る	。														
2)	解	決	す	る	た	め	の	技	術	的	課	題												
①	先	頭	車	両	形	状	の	流	線	形	化													
	東	海	道	新	幹	線	は	0	系	、	1	0	0	系	、	3	0	0	系	、	7	0	0	
	系	、	N	7	0	0	系	と	先	頭	車	両	形	状	を	流	線	形	化	し	て	い	る	。
	流	線	部	分	は	7	0	0	系	で	9	m	、	N	7	0	0	系	で	1	1	m	と	長
	く	な	っ	て	き	て	い	る	。	遺	伝	ア	ル	ゴ	リ	ズ	ム	を	適	用	し	、	シ	ミ
	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	を	繰	り	返	し	て	先	頭	形	状	を	開	発	、	設	計	し	て
	い	る	。	こ	れ	に	よ	り	、	空	気	抵	抗	を	低	減	し	て	騒	音	を	軽	減	す
	る	だ	け	で	な	く	、	省	エ	ネ	ル	ギ	ー	に	も	寄	与	し	て	い	る	。		
②	ト	ン	ネ	ル	緩	衝	工	、	明	か	り	フ	ー	ド	の	設	置							
	新	幹	線	で	は	ト	ン	ネ	ル	出	入	口	付	近	に	ト	ン	ネ	ル	緩	衝	工	を	
	設	置	し	て	い	る	。	ト	ン	ネ	ル	に	突	入	す	る	と	発	生	す	る	圧	縮	さ
	れ	た	空	気	振	動	を	逃	が	す	こ	と	で	、	出	入	口	付	近	で	発	生	す	る
	騒	音	を	軽	減	す	る	。	リ	ニ	ア	新	幹	線	は	時	速	5	0	0	k	m	で	走
	行	す	る	た	め	、	こ	れ	ま	で	の	騒	音	と	は	異	な	る	音	が	発	生	す	る
	と	考	え	ら	れ	る	。	ト	ン	ネ	ル	区	間	が	約	8	割	を	占	め	る	が	、	一
	部	の	明	か	り	区	間	で	は	高	架	の	上	に	フ	ー	ド	を	設	置	し	て	、	ト
	ン	ネ	ル	と	お	名	常	用	な	状	況	と	し	て	騒	音	を	低	減	す	る	。	鉄	道
	で	は	車	両	と	地	上	設	備	が	一	体	と	な	っ	て	騒	音	を	低	減	す	る	。

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機 械 部 門
問題番号	Ⅲ - 1	選択科目	交通・物流機械及び建設機械
答案使用枚数	3 枚目 枚中	専門とする事項	鉄道車両の運転保安システム

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

3.	技術的提案の効果と潜むリスク																		
1)	技術的提案の効果																		
	平成15年10月に品川駅が開業して、全ての列車が最高速度時速270kmとなった。開業前までの1日あたりの平均列車本数は〇〇本であったが、現在では△△本となり、□□本増加している。新幹線の騒音基準（線路の中心から25m離れた地点で高さ1.2mの箇所）では75dB以下であり、列車本数が増加しているにも関わらず、基準値内となっている。現在は700系、N700系のみ走行となっているため、さらに騒音レベルは下がっている。																		
2)	技術的提案に潜むリスク																		
①	衝突時における車両の損傷																		
	新幹線はATCにより衝突事故を未然に防止しているが、人身事故を完全に防ぐことはできない。流線形化により先頭部分の空洞が増えたことで、人身事故時の車両損傷が激しくなっている。流線形状を作成するには高度な技術が必要のため、損傷した車両の修繕に多くの時間と費用を要する。																		
②	地上設備のメンテナンスの増加																		
	トンネル緩衝工の設置などにより、地上設備の構造が変わり、設備も増えるため、メンテナンスが増加する。列車本数も増加しているため、線路を含む地上設備の検査にも時間と費用を要することとなる。																		
	以 上																		

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

1-9 ロボット

1-9 ロボット【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し，それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 ロボット開発で用いられるセンサとしてジャイロ（角速度センサ）がある。そのジャイロを1つ取り上げ，その名称，その機能，その特徴について，図示して述べよ。

Ⅱ-1-2 ロボット開発で用いられるソフトアクチュエータとして，空気圧ゴム人工筋（例えば，マッキベン型空気圧ゴム人工筋など）がある。そのアクチュエータの構造，その特性，その特徴について，図を用いて述べよ。

Ⅱ-1-3 ロボット開発で用いられる動力伝達機構として，ハーモニック型減速機（例えば，ハーモニックドライブ[®]）がある。そのハーモニックドライブ[®]（遊星減速機）の減速原理，特徴，応用例について，図を用いて述べよ。

Ⅱ-1-4 ロボット開発で用いられるフィードバック制御系として，二次遅れ系の伝達関数を設計することが重要になる。その二次遅れ系の伝達関数を数式で示し，横軸に角周波数 ω [rad/s]を取り，縦軸にゲイン $20 \log_{10} |G(j\omega)|$ [dB]を取ったゲイン線図と，縦軸に位相 $\angle G(j\omega)$ [deg.]を取った位相線図を書き，その特性を述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 自動車の生産設備としてスポット溶接ロボットがあり，「環境」（消費電力を低減する省エネルギー化）を重要課題としている。以下の問いに答えよ。

- （１）省エネルギー型スポット溶接ロボットを実現するための技術的な課題について，述べよ。
- （２）溶接ロボットに搭載されているモータの消費電力を低減すべき課題について，述べよ。
- （３）溶接ロボットを構成している部品の軽量化について，課題と解決策を述べよ。

Ⅱ－２－２ 全世界の１／３の産業用ロボットが現在，日本１国で稼働している。その産業用ロボットが工場内で活用されており，以下の問いに答えよ。

- （１）自動車ライン（プレス，溶接，塗装などの３Ｋ工程）において，活用している産業用ロボットは多いが，最終の組立工程での活用開発（アシストロボット活用）が切望されており，その活用に関して，あなたの意見を述べよ。
- （２）アシストロボットと人が，共存する作業場における安全性について，取り組むべき課題と対策案について，あなたの意見を述べよ。
- （３）アシストロボットの作業現場におけるリスク低減対策について，あなたの意見を述べよ。

1-9 ロボット【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 製鉄所，発電所などの老朽化した高い煙突では，長年の排出ガスの影響で外部腐食し，鋼材の厚さが減肉する。その対策として，鋼板を手動溶接し補修・補強しているが，作業者がゴンドラに乗り対応しているため補修工期の短縮化（自動化作業）が切望されている。以下の問いに答えよ。

- (1) 煙突腐食の補修自動化技術について，人手作業とロボット活用の項目比較を行い，検討しなければならない項目を多数の視点（工期短縮化）から述べよ。
- (2) 上述した検討すべき項目に対して，解決すべき技術的な課題を抽出するとともに，実現可能な対応策を複数提示せよ。
- (3) 屋外での溶接用ロボットを用いるときの課題について，あなたの意見を述べよ。

Ⅲ-2 近年，家庭内の日常生活において期待されるロボットのサービス機能（家事支援，セキュリティ支援，ヘルスケアなど）が増えている。そういった社会状況を考慮して，ロボット科目の技術士として，以下の問いに答えよ。

- (1) サービスロボットの要素技術について，検討しなければならない項目を多様な視点から述べよ。
- (2) 上述した検討すべき項目に対して，解決すべき技術的な課題を抽出するとともに，主要な課題解決のために実現可能な対応策を複数提示せよ。
- (3) それぞれの対応策を実施する場合の安全性の取組みについて，複数提示せよ。

1-10 情報・精密機器

1-10 情報・精密機器【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 機械システムの振動を抑制する方法として、大きく分けて、受動的な制振法と能動的な制振法がある。両制振法を説明するとともに、両者間の得失を述べ、さらに実際の機械システムに搭載する上での留意点を説明せよ。

Ⅱ-1-2 マグネットと巻線コイルからなるVCM（Voice Coil Motor）において、発生力を大きくする方法と、その場合にトレードオフとなる現象や特性について説明せよ。

Ⅱ-1-3 MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）技術で実現されているマイクロセンサを1つ取り上げ、その測定原理を説明するとともに、そのマイクロセンサが実装されている機器を挙げ、その中でどのように使用されているか説明せよ。

Ⅱ-1-4 動力伝達機構の一部にタイミングベルトを用いた場合に、ベルト寿命に影響を与える要因を2つ挙げ、それらに対応して設計において注意すべき点について説明せよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 家電，パソコンあるいは自動車など，リサイクル法が定められている製品が多くなってきている。ノートパソコンの製品設計を例にとり，以下の問いに答えよ。

- (1) 材料の再生利用を考慮した設計に必要な事項を挙げよ。
- (2) リサイクル時の作業性を考慮して設計すべき点を挙げよ。
- (3) リサイクルを考慮した設計とコストの関係について述べよ。

Ⅱ－２－２ ストローク30 mmの精密位置決め機構を実現するとして，以下の問いに答えよ。

- (1) フルストロークのアクセス時間を100 ms以下とするとき，機構・制御系の設計において留意すべき事項を挙げよ。
- (2) 繰返し位置決め精度を1 μm 以下とするとき，機構・制御系の設計において留意すべき事項を挙げよ。
- (3) 精密位置決め機構を含む装置が外部振動により加振される場合，外部振動に対する対処法と，その方法が位置決め時間・位置決め精度に与える影響について述べよ。

1-10 情報・精密機器【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 携帯電話やスマートフォン，あるいはタブレット型デバイスといった，携帯情報機器が広く普及するようになっている。これらの機器ではユーザビリティが製品の価値に大きな影響を及ぼす。国際規格のISO 9241-11では，ユーザビリティを「特定の利用状況において，特定の利用者によって，ある製品が，指定された目標を達成するために用いられる際の，有効さ，効率，利用者の満足度の度合い」と定義している。スマートフォンの設計（ハードウェア，ソフトウェアを問わない）を例に，以下の問いに答えよ。

- (1) ユーザビリティ向上のために留意すべき点を挙げよ。
- (2) (1) で挙げた向上策を検証する方法について述べよ。
- (3) ユーザビリティ向上策に追加コストが必要な場合，設計者としてどう対処すべきか述べよ。

Ⅲ-2 新しい情報・精密機器の製品を開発するに当たって，あなたがプロジェクトリーダーを命じられたとして，以下の問いに答えよ。

- (1) この製品開発プロジェクトを開始する前に，明確化しておく必要のあるものを理由とともに示せ。
- (2) 新たに開発する情報・精密機器は使用者のみならず製造者等にとっても安全でなければならない。製品の安全性を重視するためには，この製品開発プロジェクトにおいてどのようなことに留意すべきか理由とともに述べよ。
- (3) 製品の安全性以外に，この製品開発プロジェクトで重視すべきと思う項目を想定し，理由とともに示せ（複数でもよい）。また，その項目に対して留意すべき個別の対応策を挙げて説明せよ。