

平成16年度技術士第一次試験問題〔専門科目〕

【01】機械部門

IV 次の30問題のうち25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。)

IV-1 物質は原子の特性により固有の結晶構造をとる。結晶構造の最も小さい単位を単位胞といい、その結晶格子は金属では、ほぼ3群に分類できる。例えば、 α -鉄やタングステン(A)、アルミニウムや銅(B)、マグネシウムや α -チタン(C)をとる。次のうち、A、B、Cにふさわしい用語の組合せを選べ。

- | | (A) | (B) | (C) |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 面心立方格子 | 体心立方格子 | 稠密六方格子 |
| ② | 面心立方格子 | 稠密六方格子 | 体心立方格子 |
| ③ | 体心立方格子 | 稠密六方格子 | 面心立方格子 |
| ④ | 体心立方格子 | 面心立方格子 | 稠密六方格子 |
| ⑤ | 稠密六方格子 | 体心立方格子 | 面心立方格子 |

IV-2 材料の性質に関する次の記述のうち、内容に誤りがあるものを選べ。

- ① 塑性変形をほとんど伴わない破壊のことをぜい性破壊という。一般に、切欠き先端が鋭くなる程、ぜい性-延性遷移温度は低くなる。
- ② 現実の結晶には格子欠陥あるいは格子不整合などが存在するが、密度、比熱、誘電率、弾性率はそれらの影響をあまり受けない。
- ③ ぜい性破壊に対しては最大主応力説がよく用いられるのに対して、最大せん断応力説は、トレスカの条件とも呼ばれ、延性材料の降伏条件としてよく用いられる。
- ④ 材料に一定温度の下で一定の大きさの応力が作用するとき、ひずみが時間とともに増加する現象をクリープという。
- ⑤ 引張強さよりも低い応力でも、多数回にわたって繰り返して応力を負荷することにより破壊する現象を疲労破壊という。一般に非鉄材料には疲労限度は存在しない。

IV-3 ある金属棒（断面積 400mm^2 ，基準長 500mm ）に 40kN の力をかけたところ
 0.25mm 伸びた。この材料の縦弾性係数（ヤング率）は次のうちどれか。

- ① 100kN/mm^2 ② 200kN/mm^2 ③ 300kN/mm^2
- ④ 400kN/mm^2 ⑤ 500kN/mm^2

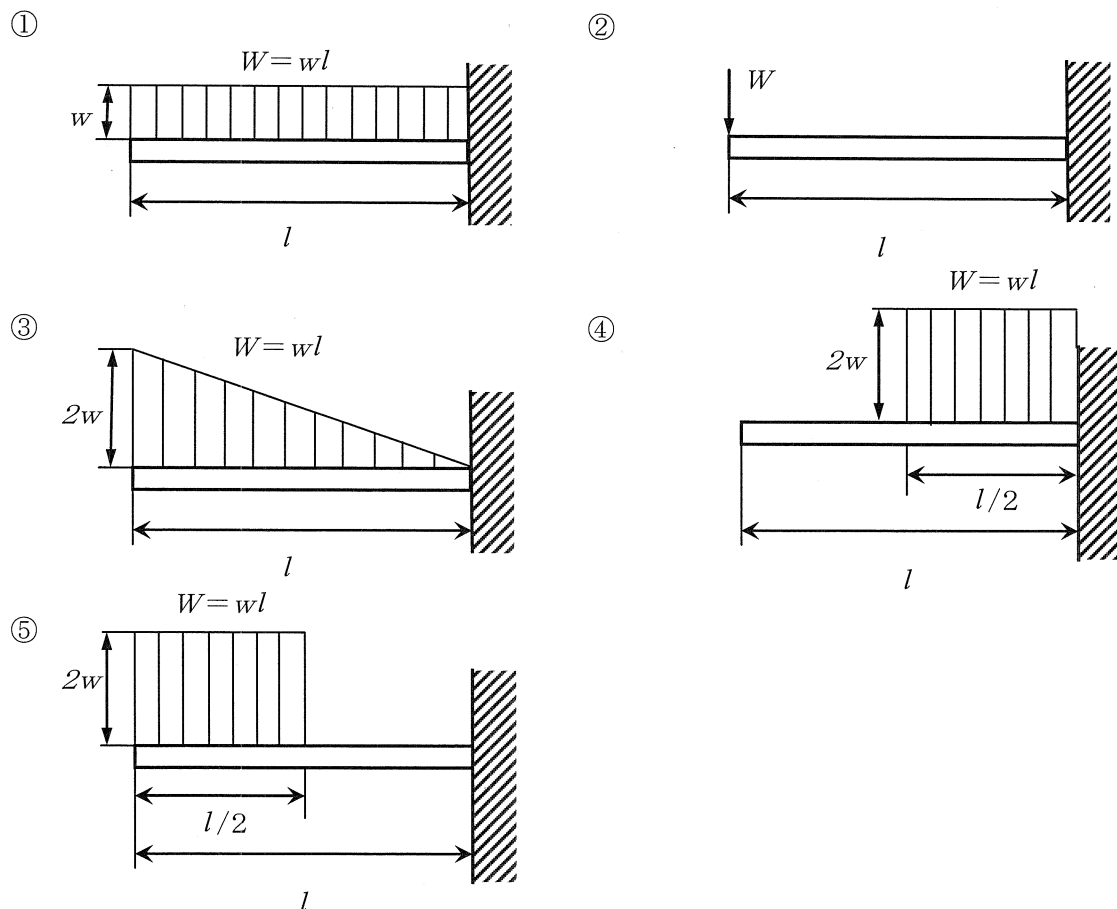
IV-4 環境温度が 30°C のとき両端を固定したアルミニウム合金線（線膨張係数
 $20 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ ，縦弾性係数 70kN/mm^2 ）がある。環境温度が -20°C に低下したとき，
線に生じる引張応力で適切なものを次の中から選べ。

- ① 140N/mm^2 ② 100N/mm^2 ③ 70N/mm^2
- ④ 35N/mm^2 ⑤ 14N/mm^2

IV-5 固体に次の応力を発生させた負荷状態において，2番目に大きなせん断応力が発生
する場合を選べ。

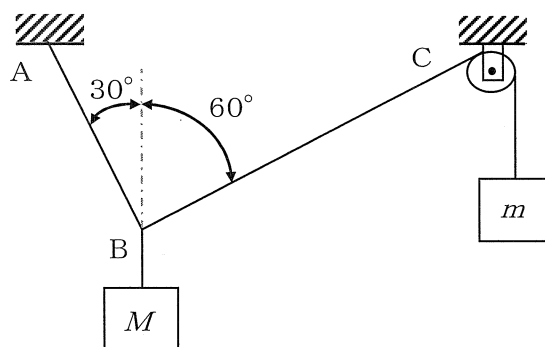
- ① 50MPa の引張りと 40MPa の圧縮の2軸負荷
- ② 100MPa の1軸圧縮負荷
- ③ 70MPa の1軸引張負荷
- ④ 120MPa の等3軸引張負荷
- ⑤ 40MPa の単純せん断負荷

IV-6 一様断面の同一形状のはりに次のような負荷（合力 W の大きさを同じとする）をかけた。このとき、はりに発生する最大曲げ応力が2番目に大きくなる場合を選べ。

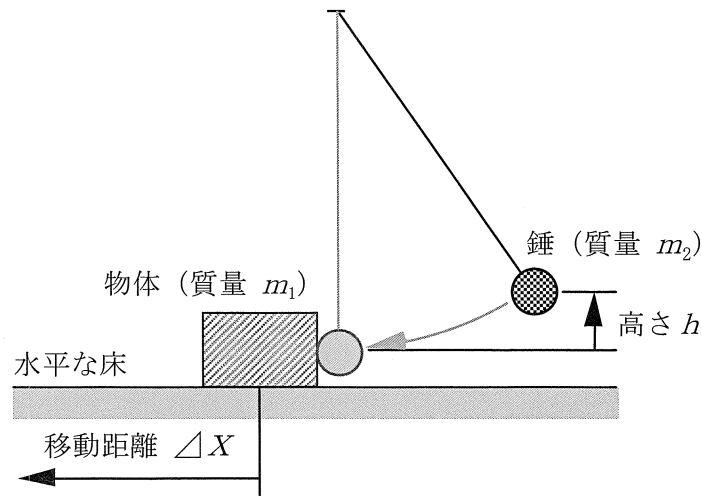


IV-7 質量 $m=10\text{kg}$ の錘で、下図のように摩擦のない滑車を介して、質量 M の錘をつり下げている。釣り合い状態にあるとすると、質量 M に最も適切なものは次のうちどれか。

- ① 10kg
- ② 15kg
- ③ 20kg
- ④ 25kg
- ⑤ 30kg



IV-8 下図に示すように、水平な床の上に質量 m_1 の物体がおかれている。単振り子に付けた大きさの無視できる質量 m_2 の錘が高さ h の位置から初速度 0 で運動を開始し、最下点で床の上の物体に完全弾性衝突するとき、床の上の物体と錘の運動に関する次の記述のうち内容が誤っているものを選び。ただし、重力加速度の大きさを g とし、周囲の空気の影響は無視できるものとする。



- ① 床と物体の間の摩擦が無視できるとき、衝突後の錘の速度が 0 となる条件は、 $m_1 = m_2$ であり、錘の初期高さ h には無関係である。
- ② 床と物体の間の摩擦が無視でき、 $m_1 > m_2$ であるとき、跳ね返った錘が到達する高さ h' は $\left(\frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}\right)^2 h$ である。
- ③ 床と物体の間の摩擦が無視できるとき、床の上の物体の衝突直後の速度 v_1' は $\frac{2m_2}{m_2 + m_1} \sqrt{2gh}$ である。
- ④ 床と物体の間に摩擦があると、 m_1, m_2, h にかかわらず、衝突後の錘の到達高さは摩擦のない場合より必ず高くなる。
- ⑤ 床と物体の間の動摩擦係数を μ とし、静摩擦が無視できるとき、衝突後の物体の移動距離 ΔX は $\left(\frac{2m_2}{m_2 + m_1}\right)^2 \frac{h}{\mu}$ である。

IV-9 円盤が斜面を滑ることなく回転しながら落下する場合を考える。下図に示すような垂直高さ h の三角形の上端で静止していた円盤が下端に到着したときの中心点の速度を次の中から選べ。ただし、円盤の質量を m 、慣性モーメントを I 、半径を r 、重力加速度の大きさを g とする。

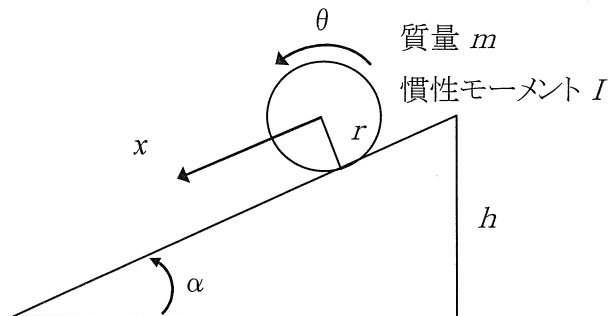
① $\frac{2mr^2gh}{I}$

② $\sqrt{\frac{2mr^2gh}{I}}$

③ $\frac{2mr^2gh}{I + mr^2}$

④ $2\sqrt{\frac{mr^2gh}{I + mr^2}}$

⑤ $\sqrt{\frac{2mr^2gh}{I + mr^2}}$

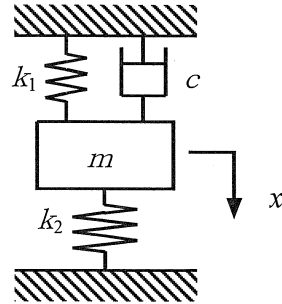


IV-10 振動防止に関する次の記述のうち、内容に誤りがあるものを選べ。

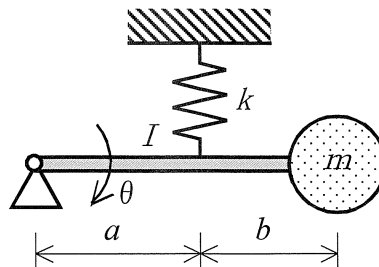
- ① 付加的な質量を付けて振動エネルギーを吸収する機構のことを動吸振器といい、すべての振動数の振幅を低く抑えることができる。
- ② 外乱の周波数と系の固有振動数とが一致すると共振するのでできるだけ両者を離す。
- ③ 回転軸の振れ回りの危険速度を通過する際は、できるだけ速く回転数を上昇させる。
- ④ 可変減衰機構を持ち、振動状態を計測して、パラメータを切り替える制御方法をセミアクティブ制御という。
- ⑤ 外部からエネルギーを投入し、振動状態を計測して、制御力を加えることにより振動を抑える制御方法をアクティブ制御という。

IV-11 下図に示すような、2個のばね（ばね定数 k_1 、 k_2 ）と1個のダンパ（減衰係数 c ）で支持されている質量 m からなる系について、減衰振動となる正しい条件を次の中から選べ。

- ① $c > 2\sqrt{m(k_1 + k_2)}$
- ② $0 < c < 2\sqrt{m(k_1 + k_2)}$
- ③ $c > 2\sqrt{\frac{mk_1k_2}{k_1 + k_2}}$
- ④ $0 < c < 2\sqrt{\frac{mk_1k_2}{k_1 + k_2}}$
- ⑤ $0 < c < 2\sqrt{m(k_1 - k_2)}$



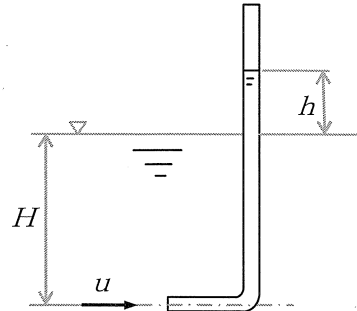
IV-12 長さ $a + b$ の剛体棒の右端に集中質量 m が付加された下図のような物体が、左端で回転自由に支持され、左端から距離 a の点でばね定数 k のばねで支持されて水平となっている。剛体棒の回転軸まわりの慣性モーメントを I 、重力加速度の大きさを g 、角度 θ は小さいとして、次の記述のうち誤っているものを選べ。



- ① 図に示す物体の左端まわりの慣性モーメント I_a は、 $I_a = I + m(a+b)^2$ である。
- ② 棒が角度 θ だけ回転したとき、ばねによる復元モーメントは $ka^2\theta$ である。
- ③ この系の運動方程式は、 $I_a\ddot{\theta} - ka^2\theta = 0$ である。
- ④ この系の固有円振動数（角振動数）は、 $\omega = \sqrt{\frac{ka^2}{I + m(a+b)^2}}$ である。
- ⑤ 棒の慣性モーメントが無視できて、ばねが右端にあると仮定すると、固有円振動数は、 $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ となる。

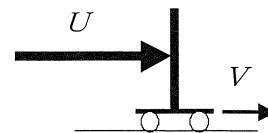
IV-13 水面から深さ H の位置における流れの速度を測定するため、L型のガラス管をその先端部が流れに垂直になるようにその深さに設置した。ガラス管内の水が水面から $h=200\text{mm}$ 上昇したとき、その位置における流速 u に最も近いものは次のうちどれか。ただし、L型ガラス管の全圧係数は1とする。

- ① 2.4m/s
- ② 2.0m/s
- ③ 1.6m/s
- ④ 1.2m/s
- ⑤ 0.8m/s



IV-14 速度 U の水の噴流が速度 V の大きな可動平板に垂直に衝突する。板の受ける力 F が最大となるときの、板の受け取る仕事率 L が最大となるときの、それぞれの速度比 V/U について、次の組合せのうち正しいものを選び。

- ① F 最大： $V/U = 1$ ， L 最大： $V/U = 1$
- ② F 最大： $V/U = 0$ ， L 最大： $V/U = 1$
- ③ F 最大： $V/U = 0$ ， L 最大： $V/U = 1/2$
- ④ F 最大： $V/U = 0$ ， L 最大： $V/U = 1/3$
- ⑤ F 最大： $V/U = 0$ ， L 最大： $V/U = 0$



IV-15 流体の損失や抵抗に関する次の記述のうち、内容に誤りがあるものを選び。

- ① 一様流中に置かれた平板上の境界層が層流であるとき、その平板の摩擦抗力は一様流の速度に比例する。
- ② 球の周りの流れがストークス域にあるとき、その抗力係数はレイノルズ数に反比例する。
- ③ 滑らかな円管の乱流域の圧力損失がブラジウスの式で近似できるとき、圧力損失はその平均流速の1.75乗に比例する。
- ④ 流れの中におかれた物体の受ける抗力が速度の2乗に比例するとき、その抗力係数は一定値となる。
- ⑤ ハーゲン・ポアゼイユの流れにおける圧力損失は、流量一定のとき、円管直径の4乗に反比例する。

IV-16 メタン1kgを完全燃焼させるために必要な理論空気量として、最も近い値を次の中から選べ。ただし、空気中の酸素の質量割合は0.232とする。

- ① 3.8kg ② 4.0kg ③ 16.6kg ④ 17.2kg ⑤ 20.7kg

IV-17 次に示す熱機関及び冷凍機のサイクルとその適用例のうち、最も不適切な組合せはどれか。

- ① オットーサイクル : 火花点火機関
② サバティサイクル : ディーゼル機関
③ ランキンサイクル : ガスタービン
④ カルノーサイクル : スターリングエンジン
⑤ 逆カルノーサイクル : 冷凍機

IV-18 隔板を介して高温流体と低温流体が熱交換を行う熱交換器がある。高温流体側の隔板表面における熱伝達率を h_h 、低温流体側の隔板表面の熱伝達率を h_c 、隔板の厚さを δ 、隔板の熱伝導率を k とするとき、高温流体と低温流体の間の熱通過率（総括伝熱係数） K を表す最も適切な式を次の中から選べ。

- ① $K = h_h + \frac{k}{\delta} + h_c$ ② $K = h_h + k\delta + h_c$ ③ $K = h_h \times \frac{k}{\delta} \times h_c$
④ $K = \frac{1}{h_h + \frac{k}{\delta} + h_c}$ ⑤ $K = \frac{1}{\frac{1}{h_h} + \frac{\delta}{k} + \frac{1}{h_c}}$

IV-19 電圧0~5Vを8ビットでデジタル化したときの分解能について、最も近いものを次の中から選べ。

- ① 1mV ② 2mV ③ 5mV ④ 10mV ⑤ 20mV

IV-20 測定の誤差に関する次の記述のうち、内容が適切でないものはどれか。

- ① 系統的な誤差を論ずるとき、母集団の平均値と真の値の差は「かたより」と呼ばれるが、精密さとはかたよりの小さい程度である。
- ② 絶対値の小さい誤差は、測定の回数がきわめて多いときには、絶対値の大きい誤差よりも起こりやすい。
- ③ 誤差は測定値と真の値との差であり、系統的な誤差はその量をあらかじめ調べておけば、補正によって取り除くことができる。
- ④ 測定の回数がきわめて多いときには、同じ大きさの正の誤差と負の誤差の生じる確率は相等しい。
- ⑤ 絶対値の非常に大きな誤差は、測定の回数がきわめて多いときには、ほとんど起こらない。

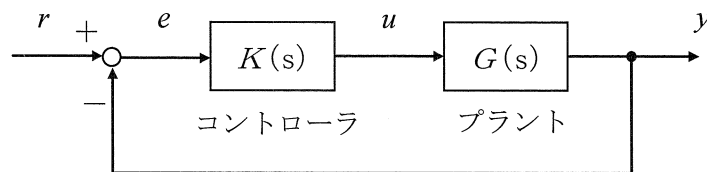
IV-21 長さの精密測定機器は種々の方法でその変位の拡大を行なっているが、次の拡大率に関する記述のうち、内容が誤っているものはどれか。

- ① くさびによる拡大で、その拡大率 E はくさびの角度を θ とするとき $E = \cot \theta$ で与えられる。
- ② マイクロメーターはねじによる拡大法とみなせるが、その拡大率はねじのリード（送り）に比例する。
- ③ ダイヤルゲージは歯車による拡大を利用した測定器といえるが、ギヤ比一定のとき、その拡大率は指針の長さに比例する。
- ④ 光波干渉による拡大では、その拡大率は単色光の波長に反比例する。
- ⑤ 光の直線性を利用した光てこの拡大率は接眼レンズの倍率に比例する。

IV-22 熱電対による温度計測に関する次の記述のうち、内容が誤っているものを選び。

- ① 熱電対の測定原理はゼーベック効果によるものである。
- ② 熱電対の素線が単一で均質な場合、線の太さの変化、線の途中の温度分布などは計測結果に影響しない。
- ③ ペルチェ効果やトムソン効果による発熱が予想されるので、電流を流さないで熱起電力を測定することが望ましい。
- ④ 熱電対の途中を切って第三の異種金属線を入れると、異種金属線の両端が同じ温度であっても誤差が起こる。
- ⑤ 高温 T_1 と低温 T_3 の間に T_2 の温度場があり、これを分けて測定するとき、 T_1 と T_3 の間の熱起電力 E_{1-3} は、分けて測定した起電力 E_{1-2} と E_{2-3} の和と等しい。

IV-23 下図に示すようなフィードバック制御に関するブロック線図について、次の記述のうち誤っているものを選び。



- ① r から y までの伝達関数は、 $\frac{K(s)G(s)}{1 + K(s)G(s)}$
- ② r から e までの伝達関数は、 $\frac{1}{1 + K(s)G(s)}$
- ③ e から y までの伝達関数は、 $K(s)G(s)$
- ④ u から y までの伝達関数は、 $\frac{G(s)}{1 + K(s)G(s)}$
- ⑤ r から u までの伝達関数は、 $\frac{K(s)}{1 + K(s)G(s)}$

IV-24 次の伝達関数を持つ系の安定性に関する記述のうち、内容が正しいものを選び。

$$G(s) = \frac{s-2}{s^2+5s+6}$$

- ① 二つの極が正の値（2, 3）をもつから、この系は不安定である。
- ② ゼロ点が2であるから、この系は不安定である。
- ③ 二つの極が負の値（-2, -3）をもつから、この系は安定である。
- ④ ゼロ点が2であるから、この系は安定である。
- ⑤ 二つの極が実数であるから、この系は安定である。

IV-25 JISによる製図法で定められている寸法補助記号について、次の表の中で正しい組合せを選び。

	直径	半径	正方形の辺	板厚	円弧の長さ	45° 面取り
①	φ	R	□	t	⌒	C
②	d	R	ℓ	t	s	C
③	φ	R	ℓ	T	s	▽
④	d	r	□	T	s	▽
⑤	φ	r	w	h	⌒	G

IV-26 機械要素に関する次の記述のうち、内容に誤りがあるものを選べ。

- ① すべり軸受けとは、軸と軸受金とが薄い油膜を介して相對滑りをする軸受けのことで、軸の半径方向荷重を支えるスラスト軸受けと、軸方向荷重を支えるジャーナル軸受けがある。
- ② ねじとは、丸棒あるいは円筒の面に沿ってらせん状に溝を切ったものであり、その高い部分をねじ山といい、隣り合ったねじ山の中心から中心までの距離をピッチという。ねじは、部品の締め付けのほか、動力の伝達などに幅広く用いられる。
- ③ 歯車は、2軸間中心距離が比較的短い場合の動力伝達に用いられ、一定の速度比を保つことができ、大きな動力を伝達することができる。ピッチ円直径を歯数で割った値をモジュールという。
- ④ リベット継手とは、結合しようとする板にあらかじめ穴をあけ、リベットを差し込み、リベッタによって頭を作って板を永久的に締結させるものであり、リベットの破損には、多くの場合、せん断応力が問題となる。
- ⑤ クラッチとは、ある軸から他の軸へ動力を伝える場合に、必要に応じて、この両軸の連結と切り離しを行うために使用する軸継手である。その中で、円すいクラッチ、円板クラッチは、摩擦を利用したものである。

IV-27 引張強さ $400\text{N}/\text{mm}^2$ の角鋼棒を引張荷重 45kN を受ける構造部材として使用したい。安全率を8とするとき、最も適切な角棒の辺長は次のうちどれか。

- ① 20mm ② 30mm ③ 50mm ④ 112.5mm ⑤ 9000mm

IV-28 直径40mmのS45C製の軸に歯車を取り付けてトルクを伝達するために、軸と歯車を沈み平行キーで結合することを考える。軸直径からJIS B1301にしたがってキー寸法を決めることとして、次の設計手順で不適切な仮定が用いられているものを選び。

- ① キーの材料として、軸・歯車より軟質材料のS20Cを仮定する。
- ② 伝達トルクによる荷重を衝撃荷重と仮定して、許容圧縮応力と許容せん断応力を求める。
- ③ 伝達トルクによる荷重をキーの軸側沈み部側面（沈み深さ×長さの面積）で受けると仮定して、面圧が許容圧縮応力を越えないよう、キー長さ l_1 を決定する。
- ④ 伝達トルクによる荷重をキーの幅×長さの面積で受けると仮定して、せん断応力が許容せん断応力を越えないよう、キー長さ l_2 を決定する。
- ⑤ ③で決定したキー長さ l_1 と④で決定したキー長さ l_2 のうち小さい方をキー長さとして仮定し、それが軸径の1.5～3倍の範囲にあることを確認して、この範囲をはずれる場合はキー材料を変更して計算を繰り返す。

IV-29 加工に関する次の記述のうち、正しいものを選び。

- ① 切削加工とは、工作機械と切削工具を使用して、工作物の不必要な部分を切り屑として除去し、所望の形状や寸法に加工するものであるが、この加工法で仕上げ面粗さの良好な製品を得ることは難しい。
- ② 深絞り加工とは、平らな金属板をダイの中にパンチで押し込み流動させながら継目のない円筒や角筒など、種々の容器状のものを成形する加工法であり、ステンレス製の風呂桶や清涼飲料水の缶の製造に用いられる。
- ③ 研削加工とは、工具として研削砥石を用い、これを回転させて工作物を削る加工方法であり、加工単位が小さく加工精度が高い特徴を有するが、ぜい性材料の加工には用いられない。
- ④ 引抜き加工とは、所定の穴形状を有するダイスに被加工材を通して引き抜くことにより各種横断面形状を有する線、棒などを製造する加工法であるが、押出加工と異なり管状の製品を得ることはできない。
- ⑤ 溶接加工は、複数の金属あるいは非金属材料を加熱溶融して接合する加工法で、機械的圧力を付加せずに接合するため、母材の変形が小さい特徴を有する。

IV-30 次の表の最上段に示す生産システム用語（略語）と最も適切に対応するものを選び。

	FA	FMS	CNC	MC	CAD・CAM
①	工場の自動化	ラピッドプロトタイピング	自動工具交換機構付き工作機	コンピュータ管理技術	多品種少量生産方式
②	価値分析	ラピッドプロトタイピング	多品種少量生産方式	自動工具交換機構付き工作機	コンピュータ管理技術
③	工場の自動化	多品種少量生産方式	コンピュータ数値制御	自動工具交換機構付き工作機	コンピュータ支援設計・生産
④	価値分析	自動工具交換機構付き工作機	コンピュータ数値制御	多品種少量生産方式	コンピュータ支援設計・生産
⑤	工場の自動化	多品種少量生産方式	コンピュータ管理技術	コンピュータ数値制御	自動工具交換機構付き工作機