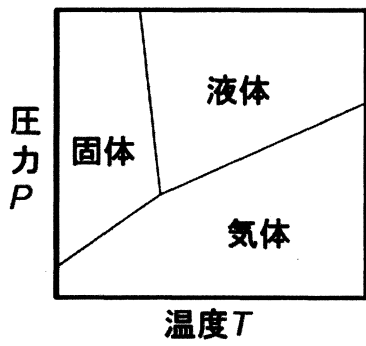


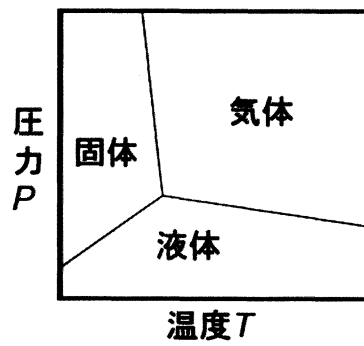
Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。（解答欄に1つだけマークすること。）

Ⅲ-1 二酸化炭素（CO₂）の1成分系の定性的状態図として、次のうち、最も適切なものはどれか。

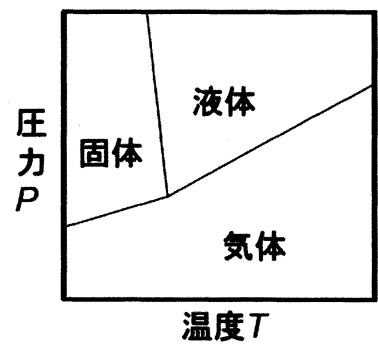
①



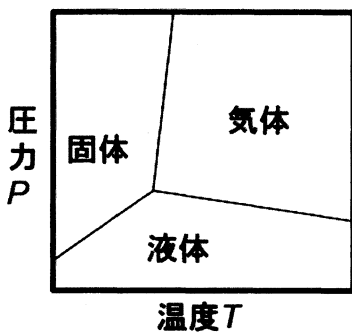
②



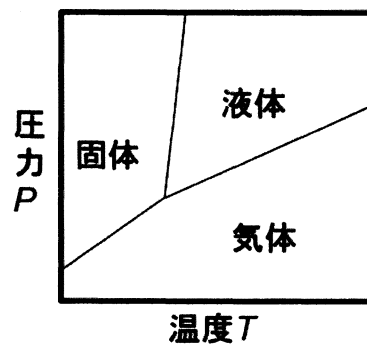
③



④



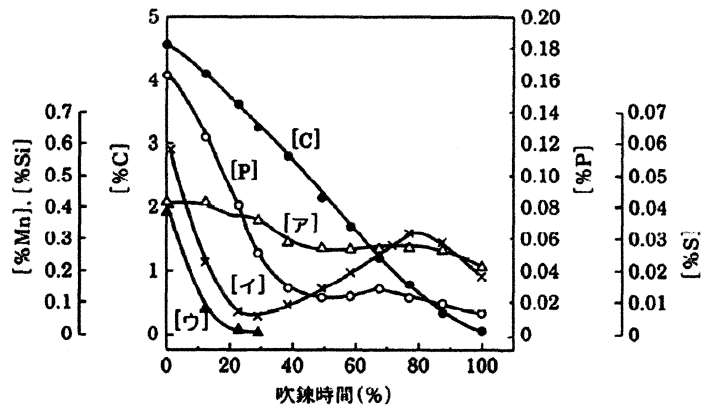
⑤



Ⅲ－２ 非鉄金属製錬に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 銅製錬は、硫化物鉱石を原料として用いる場合は乾式製錬法が利用され、酸化物を原料としている場合は、湿式製錬法が利用されることが多い。湿式精錬法は純度の高い銅が直接得られる長所があるが、鉱石の種類によっては操作が複雑になる欠点がある。
- ② マグネシウム製錬は、鉱石から塩化マグネシウムを製造して、これを熔融塩電解法により金属マグネシウムを製造する方法と、鉱石をアルミニウムやシリコンなどの還元剤を用いて直接還元する金属熱還元法などがあるが、最近では、金属熱還元法によって金属マグネシウムの大半が製造されている。
- ③ シリコンは珪石の炭素熱還元により得られるが、鉄やチタンなどの不純物は物理的に除去することが難しいため、半導体級の高純度シリコンを得るためには、シランガスなどの超高純度のシリコン化合物ガスを原料に用いる必要がある。
- ④ アルミニウムの製錬では、バイヤー法によりボーキサイトからアルミナを得て、これをホール・エルー法により熔融塩電解を行い、熔融アルミニウムを得る。熔融塩電解は、一般的には、電解浴として熔融塩化物が利用される。
- ⑤ 亜鉛の湿式製錬では、亜鉛を含む硫酸酸性水溶液を電気分解して、金属亜鉛を製造している。このとき、陽極からは、酸素ガスが発生する。亜鉛の電気分解は、夜間電力を有効利用して行われることが多い。

Ⅲ－３ 下図は、転炉精錬における溶鋼中のC, Si, P, S, Mnの経時変化を示したグラフである。図中ア, イ, ウの組合せとして、最も適切なものはどれか。



- | | ア | イ | ウ |
|---|----|----|----|
| ① | S | Mn | Si |
| ② | Mn | Si | S |
| ③ | S | Si | Mn |
| ④ | Mn | S | Si |
| ⑤ | Si | Mn | S |

Ⅲ－４ 鉄鋼精錬スラグの性質に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① アルカリ金属やアルカリ土類金属の酸化物のように、熔融した場合や熔融スラグに添加された場合に酸化物イオンを供給するものは、塩基性酸化物と呼ばれる。
- ② Cr_2O_3 及び Fe_2O_3 などは、これらが添加されるスラグの組成如何により、塩基性あるいは酸性酸化物の性質を示す酸化物であり、両性酸化物と呼ばれる。
- ③ スラグの化学的な機能を評価する目安として、スラグの塩基度が常用され、塩基性成分と酸性成分の割合で関連付けられている。
- ④ 塩基性酸化物である CaO 及び FeO などは電離して酸化物イオンを供給し、四面体を形成する SiO_2 主体の網目構造を破断する。
- ⑤ 酸性酸化物である SiO_2 は SiO_4^{4-} イオンとして単独に存在し、 SiO_2 濃度が増大しても鎖状やリング状に結合する大きなイオン形態は取らない。

Ⅲ－５ 鉄鋼の製鋼法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 熔融状態で鋼の精錬を行うためには、製鋼炉内温度は約1800K以上の高温に保つ必要がある。
- ② 不純物の酸化剤としては純酸素ガス又は塊状の良質鉄鉱石等が必要に応じて使用されている。
- ③ 近代製鋼法の端緒となったのはベッセマー転炉法であり、その後、平炉、トーマス転炉、電気炉などが相次いで発明された。
- ④ 純酸素ガスが工業的に安価に大量生産できるようになると、転炉精錬に使用することが試みられ、著しい成功を収め、世界に広まった。
- ⑤ 溶鉄中の窒素や水素の溶解度にはSieverts'の法則が成立し、ガス分圧と正比例の関係にある。

Ⅲ－６ 銑鉄の製造プロセスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高炉の羽口から吹き込む空気が炉内で通気性を保てるように、鉄鉱石やコークスはつぶれないような強度が要求される。
- ② 鉱石中には脈石というFeOやCaOなどの不純物が含まれるのでこれらを分離しなくてはならない。
- ③ 製鉄工程で排出される燃料ガスには高炉から排出される高炉ガスのほか、コークス炉ガス、転炉ガスがありこれらは再利用されている。
- ④ 高炉に適した強度の高いコークスを作るためには、強粘結炭を適切に配合しコークス炉で乾留する。
- ⑤ 高炉の能力を示す指標である出銑比は1日における高炉体積1 m³当たりの銑鉄の生産量である。

Ⅲ－7 鋼の連続鋳造プロセスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① モールド（鋳型）に供給された溶鋼は、鋳型面で冷却されて凝固シェルを形成する。
- ② 溶鋼を冷やし固める際に湯面に適度な熱と流動を供給する必要がある、この役目を担うものがモールドパウダーである。
- ③ 鋳型内への供給流量制御にはタンディッシュ底部に設けられたスライディングゲートやストッパーの開度調整機構が用いられる。
- ④ 鋳型内伝熱に大きな影響を与える因子は、モールドパウダーが形成するフラックスフィルムの伝熱抵抗と、鋳型とフラックスフィルム間の界面熱抵抗である。
- ⑤ 連続鋳造はモールドパウダーを活用し安定した引抜きが確保できるため、表面の割れや欠陥などの問題はほとんど起こらない。

Ⅲ－8 金属の結晶方位に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 立方晶系における (hkl) 面と $[hkl]$ 方向は直交する。
- ② 立方晶系において (hkl) 面と $[uvw]$ 方向が平行である条件は、 $hu + kv + lw = 1$ である。
- ③ 立方晶系において格子定数を a とすれば、 (hkl) 面の面間隔 d は、

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$
 で表される。

- ④ 格子面が面間隔 d で並んだ結晶に波長 λ の特性 X 線を照射したとき、強い回折線が出る方向 θ は、 $2d \sin \theta = n\lambda$ (n は整数) の関係から求められる。
- ⑤ 六方晶系の格子面を、ミラー・ブラベー指数を用いて (hki) と表した場合、常に $i = -(h + k)$ となる。

Ⅲ－9 アルミニウムの自己拡散係数を500℃と400℃で測定し、次の結果を得た。

$$500^{\circ}\text{C} : 4.27 \times 10^{-14} \text{ [m}^2/\text{s]} \quad 400^{\circ}\text{C} : 1.60 \times 10^{-15} \text{ [m}^2/\text{s]}$$

これらの測定値に基づいて求めたアルミニウムの自己拡散の活性化エネルギーに最も近い値はどれか。必要であれば次の近似値を利用せよ。

$$\log_{10}(4.27) = 0.630 \quad \log_{10}(1.60) = 0.204$$

$$\ln(x) = 2.30 \times \log_{10}(x) \quad \text{気体定数} : 8.31 \text{ [J / (mol} \cdot \text{K)]}$$

- ① 26.8 [kJ/mol]
- ② 42.4 [kJ/mol]
- ③ 61.6 [kJ/mol]
- ④ 142 [kJ/mol]
- ⑤ 364 [kJ/mol]

Ⅲ－10 金属の転位に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 刃状転位は、完全結晶の中に余分な半原子面 (extra half-plane) を挿入することで作ることができる。
- ② 刃状転位では、転位線と結晶のすべり方向が直交する。
- ③ らせん転位では、転位線とバーガース・ベクトルが平行である。
- ④ らせん転位は、コットレル効果と呼ばれる溶質原子との弾性的な相互作用により、固着されて移動が困難になる場合がある。
- ⑤ 他に欠陥がない結晶の中で、転位が結晶の周期的ポテンシャルを乗り越えて運動するために必要な応力を、パイエルス応力という。

Ⅲ－11 鉄鋼材料に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 耐摩耗性が必要な炭素工具鋼は亜共析鋼であり、強度とじん性が必要な機械構造用炭素鋼は過共析鋼であることが一般的である。
- ② SUM11は代表的な快削鋼であり、マンガン、リン、硫黄が添加されている。
- ③ 高張力ボルト鋼に軸力を負荷した状態で、ぜい性破壊が突然生じることがある。これが遅れ破壊であり、鋼中の水素によるぜい化が原因とされている。
- ④ マルテンサイト系ステンレス鋼は、フェライト系やオーステナイト系に比べて強度は高い。
- ⑤ 18Cr－8Ni鋼（SUS304）、18Cr－12Ni－2Mo鋼（SUS316）などのステンレス鋼は耐酸耐食用として開発されたものであるが、クリープ強度が高く耐酸化性にも優れているため、高温装置材料にも多用されている。

Ⅲ－12 ステンレス鋼に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 耐食性を向上させるためにクロム、又はクロムとニッケルを含有させた合金鋼で、クロム含有量が約11質量%以上の鋼をステンレス鋼と呼ぶ。
- ② ステンレス鋼の耐食性の原因は、鋼の表面に形成されるち密なクロムの水酸化物と酸化物から成る不動態皮膜が、鋼自体を環境から保護する働きを持つからである。
- ③ 日本産業規格（JIS）によるステンレス鋼の鋼種記号は3桁の数字で、主にフェライト系及びマルテンサイト系は200～300番台、オーステナイト系は400番台で表される。
- ④ フェライト系ステンレス鋼は、冷間加工性がよく、熱膨張率が小さくて溶接割れが起こりにくく、ニッケルを含まないので価格が安い。
- ⑤ オーステナイト系ステンレス鋼は耐食性や加工性がフェライト系より優れている。低温ぜい性がないため低温用鋼としても使用されている。

Ⅲ－13 次の表は、金属の物性値を示したものである。元素の組合せとして、最も適切なものはどれか。なお、密度と熱伝導度は20℃付近の値である。

金属元素	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
融点 [K]	1356	933	932	1953
密度 [g/cm ³]	8.93	2.70	1.74	4.50
熱伝導度 [W/m・K]	394	238	167	16

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|--------|--------|--------|--------|
| ① | アルミニウム | 銅 | マグネシウム | チタン |
| ② | アルミニウム | 銅 | チタン | マグネシウム |
| ③ | 銅 | アルミニウム | マグネシウム | チタン |
| ④ | 銅 | マグネシウム | アルミニウム | チタン |
| ⑤ | 銅 | アルミニウム | チタン | マグネシウム |

Ⅲ－14 金属の機械試験に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 鉄鋼材料に繰り返し荷重を加えると、降伏応力以下であっても破断が発生する可能性がある。これを疲労と呼ぶ。ある応力以下では破断に至らない限界値のことを疲労限という。
- ② クリープ試験は、一定温度及び一定荷重の下で時間とともに変化するひずみを、クリープ破断試験は、一定温度及び一定荷重の下でクリープ破断時間を測定する試験である。
- ③ 材料を高温でクリープ変形させると、通常は高応力・短時間側では粒界クリープ破壊が、低応力・長時間側では粒内クリープ破壊が観察される。
- ④ 焼なました炭素鋼において、結晶粒径が小さいほど、延性ぜい性遷移温度は低下する。
- ⑤ ねずみ鋳鉄は、黒鉛が切り欠きとなるために衝撃強さは低い。

Ⅲ-15 Fe-C系 (Fe-Fe₃C系) 平衡状態図に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 炭素鋼の γ 固溶体 (オーステナイト) は高温領域でのみ存在し、共析反応温度 (A_1 点) において炭素を約2.1mass%まで固溶する。
- ② 炭素鋼の α 固溶体 (フェライト) には炭素がわずかしか固溶せず、最大固溶度は共析反応温度 (A_1 点) での約0.02mass%である。
- ③ 亜共析鋼を γ 単相となる温度に十分加熱したあと、ゆっくりと冷却してくると、 A_3 線 (A_{r3} 線) の温度に達して、初析 α (フェライト) を生じる。
- ④ 過共析鋼を γ 単相となる温度に十分加熱したあと、ゆっくりと冷却してくると、 A_{cm} 線 (A_{rcm} 線) の温度に達して、初析Fe₃C (セメンタイト) を生じる。
- ⑤ 鉄に約6.68mass%の炭素を添加すると、すべてFe₃C系 (セメンタイト) 組織となる。

Ⅲ-16 下図は0.44mass%の炭素を含む亜共析鋼の等温変態線図（TTT曲線）である。

この図に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

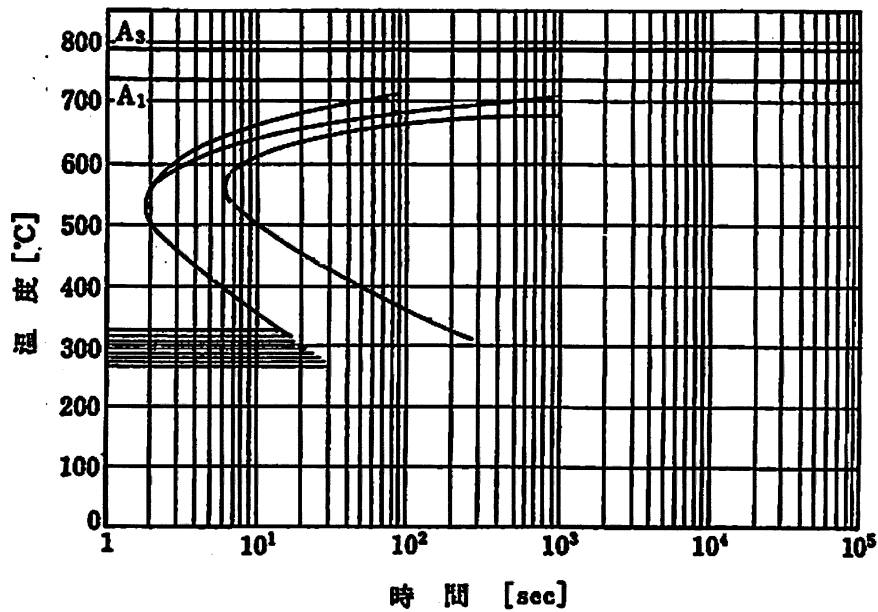


図 0.44mass%C炭素鋼の等温変態線図（TTT曲線）

- ① オーステナイト単相から650°Cに急冷，等温保持をすると，さきにフェライトが生成した後に，パーライト変態が生じ，フェライト・パーライト組織となる。
- ② オーステナイト単相から500°Cに急冷，等温保持をすると，さきにフェライトが生成した後に，上部ベイナイトが生成し，フェライト・ベイナイト組織となる。
- ③ オーステナイト単相から350°Cに急冷，等温保持をすると，ベイナイト変態が生じ，全面ベイナイト組織となる。
- ④ Cr, Moなどの炭化物生成元素を添加すると，パーライト変態曲線が長時間側に移動するために，TTT曲線は2重S曲線となる。
- ⑤ Niなどの炭化物をつくらないオーステナイト安定化元素を添加すると，TTT曲線の形は変わらず，全体が長時間側へ移動する。

Ⅲ－17 共析鋼の連続冷却変態に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 下部臨界冷却速度以下の速度で常温まで連続冷却すると、100%パーライト組織となる。
- ② 冷却速度が遅いほどパーライトの層状組織は粗くなる。
- ③ 下部臨界冷却速度以上の速度で常温まで連続冷却すると、パーライト変態は起こらない。
- ④ 下部臨界冷却速度以上の速度で常温まで連続冷却すると、マルテンサイト変態が起こる。
- ⑤ 上部臨界冷却速度以上の速度で常温まで連続冷却すると、完全なマルテンサイト組織となる。

Ⅲ－18 マルテンサイトに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マルテンサイト変態は無拡散のせん断機構による変態であり、組成の変化はなく、表面起伏が生じる。
- ② 炭素鋼のマルテンサイトでは、炭素量の増加とともに、体心正方晶 (bct) の c 軸が大きくなる。
- ③ 高温のオーステナイト状態から冷却したときに、マルテンサイト変態が開始する温度を M_s 点、終了する温度を M_f 点という。C, Mn, Cr, V を添加すると M_s 点は上昇する。
- ④ マルテンサイト相は母相の特定の結晶面に生成する。この面を晶癖面という。母相とマルテンサイト相には一定の結晶学的方位関係がある。この方位関係は合金系によって異なる。
- ⑤ 焼入れ状態のマルテンサイト相中には高密度の格子欠陥が存在する。

Ⅲ-19 炭素鋼の組織に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① パーライトは、フェライトとセメンタイトが交互に重なり合った層状組織を示す。鋼の炭素含有量によらず、パーライト中の炭素量は一定である。
- ② ベイナイトは、フェライトとセメンタイトの混合組織である。羽毛状又は針状に伸びたフェライトの境界又は粒内にセメンタイトが分散した組織である。
- ③ マルテンサイトは、炭素含有量によってラスマルテンサイトやレンズ状マルテンサイトの組織になる。ラスマルテンサイトでは稲妻状の組織が見られ、レンズ状マルテンサイトではブロックやパケットと呼ばれる組織が見られる。
- ④ トルースタイトは、マルテンサイトを約400℃に焼戻ししたときに得られる組織である。マルテンサイトからセメンタイトの微粒が析出した組織である。
- ⑤ ソルバイトは、マルテンサイトを約600℃に焼戻ししたときに得られる組織である。ソルバイトは、強度と靱性に優れるので、機械構造用鋼に適している。

Ⅲ-20 鋼の焼戻しぜい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 焼入れした鋼を200℃～400℃で焼戻ししたときに、衝撃値が低下する現象を、低温焼戻しぜい性という。
- ② PやNなどの不純物の旧オーステナイト粒界への偏析は、低温焼戻しぜい性に有害であるが、AlやTiの添加は、低温焼戻しぜい性の改善に効果がある。
- ③ 焼入れした鋼を450℃～550℃で焼戻ししたときに、衝撃値が低下する現象を、高温焼戻しぜい性という。
- ④ オーステナイト結晶粒を微細化することは、高温焼戻しぜい性の防止に有効である。
- ⑤ PやSbなどの不純物の旧オーステナイト粒界への偏析は、高温焼戻しぜい性に有害であるが、0.2～0.5mass%のCrの添加は、高温焼戻しぜい性の防止に有効である。

Ⅲ-21 冷間加工後の再結晶に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 再結晶させるためには、ある程度以上の塑性変形を加える必要がある。
- ② 再結晶させるために必要な温度は、塑性変形が小さいほど高くなる。
- ③ 再結晶が完了した後、焼なましを続けても結晶粒径はほとんど変化しない。
- ④ 塑性変形量を増やすと、再結晶粒は微細化する。
- ⑤ 塑性変形前の初期結晶粒径が大きなものほど、同一の焼なまし条件で再結晶させるためには塑性変形量を増やす必要がある。

Ⅲ-22 金属の反応に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① Cuは、溶存酸素を含まない塩酸には溶けない。
- ② Auは、王水に溶けて H_2 を発生する。
- ③ Alは、アルカリ水溶液に溶けて H_2 を発生する。
- ④ 亜鉛めっき鋼板の優れた耐食性は、Znの犠牲防食作用及びZnの緻密な保護皮膜による。
- ⑤ Mgは、酸に溶けて H_2 を発生する。

Ⅲ-23 電池に用いられる金属材料に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マンガン乾電池の負極活物質には、Znが用いられる。
- ② ニッケル-金属水素化物電池の正極活物質には水素吸蔵合金が用いられる。
- ③ リチウムイオン二次電池の負極集電体には、耐食性を有する銅箔が用いられる。
- ④ 鉛蓄電池の負極はPbであり、正極は PbO_2 である。
- ⑤ ダニエル電池では、CuとZnの電極電位の差が起電力になる。

Ⅲ-24 次のめっきのうち、主として鉄鋼の防錆用途として、最も不適切なものはどれか。

- ① アルミニウムめっき
- ② ニッケルめっき
- ③ 亜鉛めっき
- ④ 銅めっき
- ⑤ すずめっき

Ⅲ-25 セメントコンクリート（以下コンクリート）環境における鉄筋の腐食に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① コンクリート環境における鉄筋が示す腐食形態には、全面腐食と孔食とがある。
- ② 正常なコンクリート構造物の細孔溶液のpHは12.5～13.5となり、鉄は不動態となる。
- ③ セメントと水が混和して形成されているセメントペーストが大気中のCO₂により中性化すると、鉄筋が脱不動態化するため孔食が生じる。
- ④ コンクリート環境中で鉄筋が全面腐食する場合、鉄筋表面への酸素の拡散速度が腐食速度を決定する主要因である。
- ⑤ コンクリート環境中における鉄筋の腐食電位は、全面腐食、又は孔食が発生すると卑な方向に変化する。

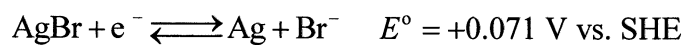
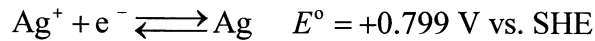
Ⅲ-26 次の表は、種々の燃料電池についてその特徴をまとめたものである。表中の（ア）～（エ）の組合せとして、最も適切なものはどれか。

表 燃料電池の特徴

燃料電池の種類	燃料	電解質における電荷担体	酸化剤	動作温度
アルカリ型	H ₂	OH ⁻	O ₂	50～200℃
リン酸型	H ₂	H ⁺	空気	(エ)
熔融炭酸塩型	H ₂ +CO	CO ₃ ²⁻	(ウ)	600～700℃
固体高分子型	H ₂	(イ)	空気	室温～100℃
固体氧化物型	(ア)	O ²⁻	空気	600～1000℃

	ア	イ	ウ	エ
①	H ₂ +CO	H ⁺	空気+CO ₂	100～200℃
②	H ₂	H ⁺	空気	100～200℃
③	H ₂ +CO	F ⁻	空気+CO ₂	室温～100℃
④	H ₂	H ⁺	空気+CO ₂	100～200℃
⑤	H ₂ +CO	F ⁻	空気	室温～100℃

Ⅲ-27 次の電気化学平衡反応式及びその標準電極電位 E° の値をもとに25℃におけるAgBrの溶解度積 K_{sp} を計算した。 $\ln K_{sp}$ として、最も適切な値はどれか。ただし、気体定数 R を8.31[J/mol/K]、ファラデー定数 F を96500[C/mol]とする。SHEは、標準水素電極を表す。



- ① -28.4
- ② -33.9
- ③ -2.77
- ④ -31.1
- ⑤ +2.77

Ⅲ-28 材料表面の解析法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 表面の幾何学的構造を分析する1つの手法である走査電子顕微鏡（SEM）は、電子ビームを試料に照射して、その表面から放出される二次電子を結像させる顕微鏡である。
- ② 透過電子顕微鏡（TEM）は、試料内部の幾何学的構造を分析する手法であり、さらに電子線回折を併用することにより、格子定数、格子欠陥などの結晶構造に関する情報が得られる。
- ③ 電子線マイクロアナライザ（EPMA）は、試料表面にX線を照射し、そのとき試料表面から放出される電子線を分析することで、表面に存在する元素の定性及び定量評価を行う装置である。
- ④ X線光電子分光法（XPS）は、物質に軟X線を照射したときの光電効果により放射される光電子の運動エネルギースペクトルを測定することにより、構成元素の同定、化学結合状態の評価を行う方法である。
- ⑤ 2次イオン質量分析法（SIMS）は、 O^+ や Ar^+ のような重い低エネルギーイオンで試料表面をスパッタリングし、そのとき放出される2次イオンを質量分析計で分析する方法である。高感度に元素の3次元分布を得ることもできる。

Ⅲ-29 金属材料の引張試験や、引張試験により得られる応力とひずみの関係に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 塑性域における応力 σ とひずみ ε の関係を $\sigma = F\varepsilon^n$ と表したときの n は加工硬化指数、 F は塑性係数と呼ばれる。加工硬化指数 n が大きくなるほど加工硬化が早く進み、成形能が向上する。
- ② 一様変形している場合の引張試験片の真応力は、体積一定の条件が成り立てば、公称応力と公称ひずみから換算できる。
- ③ 対数ひずみは変形する金属材料の微小ひずみの総和であり、引張変形だけでなく圧縮変形においても真のひずみを示す。
- ④ 試験開始初期に見られる弾性限度・比例限度・降伏点は、応力とひずみの変化から区別できる。
- ⑤ 多くの金属材料では、弾性変形から塑性変形への遷移が引張試験では明確に現れないため、金属材料の降伏応力を0.2%耐力で代用して表すことが多い。

Ⅲ-30 熱間加工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 熱間加工時に起こる再結晶には動的再結晶と静的再結晶の2つがある。動的再結晶は、高温でひずみ速度が小さいときよりは、低温でひずみ速度が大きいときに生じやすい。
- ② 熱間圧延において、ロールの形状を変えたり、ロールシフトを行うことにより、断面形状制御が可能となる。
- ③ 熱間圧延のような多段加工においては、熱間変形抵抗は化学成分に加え前履歴に依存し、前段階までの蓄積ひずみ及び加工温度や加工ひずみ・ひずみ速度など熱間加工の力学的な条件に依存する。
- ④ 鍛造法のうち、鑄造欠陥の消失と均質化には、熱間鍛造が用いられる。
- ⑤ 冷間圧造用炭素鋼線は、一般に炭素鋼のうちリムド鋼は脱スケール→潤滑剤のコーティング→伸線によって製造され、アルミキルド鋼やキルド鋼は脱スケール→潤滑剤のコーティング→伸線→焼なまし→脱スケール→潤滑剤のコーティング→伸線により製造される。

Ⅲ－31 引抜き加工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 鋼線を引抜き加工で製造する場合、熱間圧延された素線に、軟鋼線の場合は焼なましを、硬鋼線の場合はパテンティング処理を行った後に線引きする。
- ② 棒材の引抜き加工では、加工材の全域において比較的単純な引張と圧縮による変形が生じる。
- ③ 棒材では引抜きと逆方向に張力を加えながら引抜くことで、引抜き荷重は上昇するがダイス圧力は減少する。ダイスの寿命が増加し引抜き材の機械的性質も改善される。
- ④ 引抜きに使用する潤滑剤は、引抜き速度が速く軟質材の場合は粘性の低いものを、引抜き速度が遅く硬質材の場合は粘性の高いものを用いる。
- ⑤ 管材の引抜き加工は心金を用いない場合とプラグ又は心金を用いる場合がある。細い管材を加工するには、浮きプラグによる引抜きや心金引きが適している。

Ⅲ－32 押し出し加工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 前方押し出しではピレットの長さは直径の5倍ぐらいまでのものを使うが、その内の20～30%程度がくず金になるので不経済である。後方押し出しでは長い製品を作るには機械の構造が複雑になるが、くず金は約10%程度で済む。
- ② 押し出し加工ではダイス形状を変更することで複雑な断面形状の製品が製造できる。穴の空いた製品の製造にはブリッジダイスの利用やせん孔加工等を併用すればよい。
- ③ ピレット周辺に圧力媒体を入れる静水圧押し出しでは、デッドメタルは生じるが、後方押し出しよりも低い押し出し圧力で作業できる。
- ④ 冷間押し出しによって製造される底付きの管において、壁厚が直径に対して薄い製品や、底が非常に深い製品は、平らな板材を衝撃的に押して後方押し出しとせん孔加工を兼ねた手法で製造する。
- ⑤ 押し出し加工中において、成形荷重は変形初期で急激に上昇するが、変形の進行と共に減少する。これは未変形部の長さが短くなり、コンテナ壁面の摩擦力が減少するためである。

Ⅲ－33 せん断加工に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① パンチとダイス間のクリアランスを最適な値に選んだときは、ダイス及びパンチから発生したクラックが食い違いを生ずることなく連通し、材料の分離が行われる。
- ② せん断加工において打抜かれた製品はスプリングバックを起こして、その寸法はダイスの穴形状と同じにならない。
- ③ 通常の条件でせん断加工された切り口面は、だれ、せん断面、破断面、かえりの各部からなる。
- ④ 精密打抜き法では切り口面全面を平滑にすることが可能であるが、これは高い静水圧力下において金属材料の延性が低下することを積極的に利用した技術である。
- ⑤ 小さなクリアランスのもとで1 m/s程度の高速で鋼をせん断加工すると、粗さの少ない切り口面となる。これは、薄い層状領域において局所的に鋼が加熱され青熱ぜい性を示し、精度良くせん断されるためと考えられている。

Ⅲ－34 板材の成形性や成形性試験法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 成形中に板材の面内に発生するひずみの比率が一定の変形経路において、破断に至った点を結んだものが、板材の成形限界を表す破断限界線 (Forming Limit Curve) である。
- ② 深絞り試験では、破断することなく絞ることができる最大の素板の径とパンチの径の比から、限界絞り比 (Limiting Drawing Ratio) を求める。
- ③ スクライブドサークルテストでは、素板に円形の模様を描いておき、成形後の円の変形からひずみ量を調べる。
- ④ 穴広げ試験では、穴あき素板を円すい工具で成形し、穴縁に破断が生じたときの穴径と初期穴径との比から穴広げ率を求める。
- ⑤ 張出し試験では、円すい工具を利用して板を張出し、破断するまでの最大張出し高さをエリクセン値と呼ぶ。

Ⅲ－35 塑性変形に伴って変化する材料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 加工度に伴い変化する性質として、硬度、降伏点、引張強さ、弾性係数、全伸び、絞りなどがある。
- ② 結晶組織の変化は原子配列の回転を生じさせ、集合組織を形成する。その結果、材料の力学的特性は方向により異なってくる。
- ③ 引張と圧縮を繰り返すと応力とひずみの関係は塑性ヒステリシスを示す。変形の途中で変形の方法が変わると、同方向に変形する場合に比べ降伏応力が下がる。これをバウシニング効果と呼ぶ。
- ④ 軟鋼板を引っ張ると降伏点現象を示し、素材表面にリュウダース帯が現れる。これは表面品質を下げるため、圧延などで調質して発生を防止する。
- ⑤ 一定応力下でひずみが時間と共に増加する現象をクリープという。この現象は弾性限度内では極めて小さいが、降伏点を越えると顕著になる。