

7 金属部門【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 平成27年度における国内の鉄鋼スラグ生産量に対する高炉スラグの生産量の割合及び高炉スラグ生産量に対するセメント原料への利用量の割合で最も近い組合せはどれか。なお、各スラグ生産量、利用量は鉄鋼スラグ協会がまとめた平成27年度の値とする。

- ① 高炉スラグの割合：40%，セメント原料への利用割合：30%
- ② 高炉スラグの割合：60%，セメント原料への利用割合：30%
- ③ 高炉スラグの割合：60%，セメント原料への利用割合：70%
- ④ 高炉スラグの割合：80%，セメント原料への利用割合：30%
- ⑤ 高炉スラグの割合：80%，セメント原料への利用割合：70%

I-2 次のうち、平成28年（1月～12月）の我が国の粗鋼生産量に対する転炉鋼生産量の割合として最も適切なものはどれか。生産量は日本鉄鋼連盟がまとめた平成28年生産統計の値とする。

- ① 20%
- ② 40%
- ③ 60%
- ④ 80%
- ⑤ 90%

I-3 次のうち、鉄-炭素二元系平衡状態図で、1495℃において液相と初晶 δ 相から γ 相が生成する包晶変態が起こる炭素濃度（重量%）の範囲として最も適切なものはどれか。

- ① 0%～0.02%
- ② 0%～0.09%
- ③ 0.09%～0.53%
- ④ 0.53%～4.3%
- ⑤ 4.3%～6.7%

I-4 鉄鋼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 製鋼工程における脱りん反応は、スラグ中のCaO濃度が高い塩基性操業で進行する。
- ② 製鋼工程における脱硫反応は、高温ほど進行する。
- ③ 溶鋼の真空処理において、酸素を吹き込むことで、極低炭素鋼を作りやすくすることができる。
- ④ 鋼の連続鋳造法では、溶鋼を鋳鉄製の鋳型に注入する。
- ⑤ 鋼の連続鋳造法は、製造される鋳片の断面形状により、スラブ用、ブルーム用、ビレット用に分類される。

I-5 次の金属のうち、室温で熱伝導率が3番目に高いものどれか。

- ① Ag ② Al ③ Au ④ Cu ⑤ Pb

I-6 次のうち、金属Mの硫化物の生成反応 $2M + S_2 \rightarrow 2MS$ の500-1000℃でのGibbsエネルギー変化の値が最も小さい金属Mとして最も適切なものはどれか。

- ① Ca ② Cu ③ Fe ④ Ni ⑤ Zn

I-7 次のうち、銅の主要な原料鉱石となる鉱物として最も適切なものはどれか。

- ① イルメナイト ② カルコパイライト ③ ガーニエライト
④ ボーキサイト ⑤ ヘマタイト

I-8 次のうち、Cuの硫酸銅水溶液中における電解精製の説明として最も不適切なものはどれか。

- ① 粗銅をアノードとして使用する。
② Cuより卑なFe, Znなどはアノードから溶出する。
③ Cuより貴なAu, Agなどはスライムとして電解槽底部に蓄積する。
④ Se, Teの化合物はスライムとして電解槽底部に蓄積する。
⑤ Cuと平衡電位の近いAs, Sbなどは電解槽底部に蓄積する。

I-9 次のうち、金属材料の硬さ試験に関する用語として最も不適切なものはどれか。

- ① アイゾット ② ショアー ③ ビッカース
④ ブリネル ⑤ ロックウェル

I-10 次のうち、金属材料の強化に関する用語として最も不適切なものはどれか。

- ① 不動転位 ② エリンバー ③ コットレル雰囲気
④ スピノーダル分解 ⑤ ホール・ペッチの式

I-11 鉄鋼材料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 純鉄には、911℃と1392℃の2つの同素変態がある。
- ② 911～1392℃の温度範囲で面心立方格子（密な構造）であった純鉄の結晶構造が、911℃より低温側で体心立方格子（粗な構造）に変態するのは、 α 鉄の磁気変態と関係している。
- ③ 911～1392℃の温度範囲で面心立方格子（密な構造）であった純鉄の結晶構造は、1392℃より高温で体心立方格子（粗な構造）に変態する。
- ④ 0.77 mass%の炭素（C）を含む共析組成の鋼をオーステナイト域から徐冷すると、727℃で共析変態が起こり、パーライトが生成する。
- ⑤ 鉄-炭素二元系平衡状態図の共析組成付近に存在する相は、オーステナイト、フェライト、パーライト、及びセメンタイトである。

I-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 ステンレス鋼、特にオーステナイト系ステンレス鋼は、炭素鋼に比べて熱伝導率が小さく、線膨張係数が大きいので、溶接時に変形を生じやすくなる。
- ② フェライト系ステンレス鋼は、溶接時に高温から急冷すると溶接部が著しく硬化して脆くなるが、適切な溶接後熱処理を行うと延性及び靱性が回復する。
- ③ 溶接部とは、熔融・凝固した溶接金属部と溶接熱サイクルを受けた母材の熱影響部（HAZ）を含んだ総称である。
- ④ ステンレス鋼の溶接金属の組織予測方法の1つに、シェフラーの状態図の利用がある。
- ⑤ オーステナイト系ステンレス鋼の溶接時の高温割れ防止対策として、溶接金属に少量のフェライト相を生成させることやリン（P）、硫黄（S）の低減がある。

I-13 次の記述のうち、溶射法の特徴として最も不適切なものはどれか。

- ① 大面積に被覆できる。
- ② 真空雰囲気を要する。
- ③ 前処理が重要である。
- ④ 得られる膜厚が大きい。
- ⑤ 空孔が存在する。

I-14 次のうち、金属表面に堆積させた薄膜の密着性評価法として最も不適切なものはどれか。

- ① クロスカット試験
- ② 引張（引き剥がし）試験
- ③ 押込み試験
- ④ ナノインデンテーション試験
- ⑤ スクラッチ試験

I-15 次の金属材料で、通常の大気環境における耐食性が薄い不動態皮膜によらないものはどれか。

- ① 鉛
- ② 金
- ③ 銅
- ④ アルミニウム
- ⑤ ニッケル

I-16 次のうち、海水中でのフェライト系ステンレス鋼の腐食形態として最も不適切なものはどれか。

- ① 孔食
- ② すきま腐食
- ③ 応力腐食割れ
- ④ 粒界腐食
- ⑤ 水素脆化

I-17 次のうち、冷間プレス加工に最も不向きな材料はどれか。

- ① 軟鋼
- ② フェライト系ステンレス鋼
- ③ 純アルミニウム
- ④ 純マグネシウム
- ⑤ 純銅

I-18 材料力学や構造力学など扱う変形量が小さい分野では、一般に公称ひずみが用いられる。一方、塑性加工や鍛造等の大きなひずみを取り扱う分野では、一般に真ひずみを用いる。例えば、 Z 方向に高さ H_0 の材料が高さ H に圧縮される時、 Z 方向の公称ひずみ ε_z は、次式で与えられる。

$$\varepsilon_z = (H - H_0) / H_0$$

このとき、 Z 方向の真ひずみ ε_z^t は で表される。そのため、高さ20 mmの試験片を高さ16 mmになるまでつぶした時の Z 方向の真ひずみ ε_z^t は となる。

上記記述の、に入る組合せとして最も適切なものはどれか。

ただし、 $\ln 2 = 0.693$ 、 $\ln 10 = 2.302$ とする。

	<u>ア</u>	<u>イ</u>
①	$\varepsilon_z^t = \sqrt{3\varepsilon_z^2/2}$	-0.245
②	$\varepsilon_z^t = \sqrt{3\varepsilon_z^2/2}$	0.245
③	$\varepsilon_z^t = \ln(1 + \varepsilon_z)$	-0.223
④	$\varepsilon_z^t = \varepsilon_z / (1 + \varepsilon_z)$	-0.25
⑤	$\varepsilon_z^t = \varepsilon_z / (1 + \varepsilon_z)$	-0.167

I-19 粉末を金型に充填し軸方向に沿った加工力で成形する粉末成形法ではない組合せとして、最も適切なものはどれか。

(ア) 金属粉末射出成形 (MIM) (イ) 片押成形 (ウ) 両押成形

(エ) フローティングダイ (オ) スリップキャストイング

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

I-20 次の溶接方法のうち、抵抗熱 (ジュール熱) を利用している溶接方法として最も適切なものはどれか。

- ① マグ溶接 ② ティグ溶接 ③ エレクトロスラグ溶接
 ④ プラズマ溶接 ⑤ サブマージアーク溶接