

7-2 非鉄生産システム【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 金属の製錬及び精錬プロセスに電気分解プロセスである電解精製法と電解採取法が用いられる。

- (1) 電解精製法と電解採取法のそれぞれのプロセスについて、両者の違いに注意して、説明せよ。
- (2) 工業的な電解プロセスでは、製錬及び精錬反応に必要な理論的電力量より多くの電力量が消費される。その理由を説明し、電力原単位を小さくする方策について述べよ。
- (3) 非鉄金属製造プロセスで、電解精製法が用いられている具体的金属名、及び電解採取法が用いられている具体的金属名をそれぞれ挙げ、それぞれの金属の電解法について説明せよ。

Ⅱ-1-2 酸化鉍の製錬につき以下の問いに答えよ。

- (1) エリンガム図（縦軸：標準ギブスエネルギー変化，横軸：温度）に、 $2C + O_2 = 2CO$  及び  $2CO + O_2 = 2CO_2$  の平衡を示す線を描け。温度範囲を1000～2000Kとし、縦軸の具体的な数値は必要としない。
- (2) 酸化鉍をMOとして、温度1500KにおいてCO（気体）では還元し難いが、C（固体）では還元できる場合につき、 $2M + O_2 = 2MO$ の平衡を示す線を上記エリンガム図に描け。金属Mの融点を1700Kとする。

Ⅱ-1-3 帯状溶融法（zone melting）につき以下の問いに答えよ。

- (1) 工業的に使用される帯状溶融法による金属（Aとする。）の精製原理につき、Aと不純物金属（Bとする。）の二元系状態図（縦軸：温度，横軸：組成）を描き、この精製法の仕掛途中でどのようなB濃度分布になるかを示すことで、説明せよ。
- (2) 工業的に使用される帯状溶融法で精製され難い金属（Xとする。）と不純物金属（Yとする。）の組合せにつき、XとYの二元系状態図（縦軸：温度，横軸：組成）を描き、精製され難い理由を説明せよ。

Ⅱ－１－４ 金属の製錬プロセスに関して以下の問いに答えよ。

- (1) 溶湯中の酸素分圧測定につき、ジルコニア等固体電解質センサーを使用する測定法の原理を説明せよ。この測定法において、直接溶湯中にセンサーを入れて測定する方法と、気相サンプリングによる間接的な測定方法を説明せよ。
- (2) 上記の直接法と間接法の結果（測定極側酸素分圧）に、再現性のある差が生じることがある。その理由を説明せよ。

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 亜鉛は鉄鋼の防食のための表面処理材料として、めっきに用いられている。

- (1) 工業的に亜鉛鉱石から亜鉛を製造するプロセスについて説明せよ。
- (2) 亜鉛めっきされた鉄鋼スクラップが電気炉で溶解されるとき、ダストとして分離された亜鉛化合物はどのようにリサイクル利用されるか、またそのときにどのような技術的課題があるか説明せよ。

Ⅱ－２－２ 非鉄製錬における溶錬スラグにつき以下の問いに答えよ。

- (1) 製錬における溶錬スラグの塩基度につき説明せよ。
- (2) 溶錬スラグの粘度と塩基度の関係につき説明せよ。
- (3) 溶錬スラグが $\text{SiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$ 系として、スラグの粘度と酸素分圧の関係を説明せよ。

7-2 非鉄生産システム【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 我が国において、非鉄金属資源は海外からの輸入に依存しており、将来的に資源の劣質化、枯渇が懸念されている。将来的に良質な原料が枯渇していった場合には、新たな非鉄製錬プロセスの展開を考えなければならない。

(1) 銅鉱石資源が劣質化した場合を想定し、現行の製錬プロセスにどのような影響があるか、また、技術的にどのような対応が可能であるか、新たにどのような技術展開が必要となるか、について述べよ。

(2) 銅鉱石資源が枯渇する状況においては、銅のリサイクルを促進する必要がある。銅のリサイクル利用の現状と将来的に想定される問題点を説明し、銅のリサイクルを促進するための問題解決の方策を提案せよ。

Ⅲ-2 金属製錬プロセスでは、鉱石中に含まれている脈石成分はスラグとして目的金属から除去される。

(1) 非鉄金属を1つ例として挙げ、非鉄金属製錬プロセスにおいて発生するスラグの組成について説明せよ。

(2) (1) で説明したスラグについて、非鉄金属製錬操業に影響を与えるスラグの物性について説明し、どのようなスラグ設計をすることが望ましいか説明せよ。

(3) (1) で説明したスラグについて、非鉄金属製錬プロセスにおいて発生するスラグをリサイクル利用する具体的な方策を示し、リサイクル利用する際に環境に及ぼす影響についてどのような懸念があるか、またその対応策を述べよ。