

7-3 金属材料【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 鋼の高強度化について以下の問いに答えよ。

- (1) ① 結晶粒微細化，② 加工強化，③ 変態強化 それぞれの原理を，転位論に基づいて簡潔に説明せよ。
- (2) 車両，船舶，橋梁などに多く用いられる非調質型低合金高張力鋼の製造においては，高強度化と同時に低温靱性を確保することが重要である。低温靱性を確保するための組織制御指針と，それを工業的に達成する手法をそれぞれ簡潔に説明せよ。
- (3) 高温で使用される耐熱鋼のクリープ破断強さの向上に対して，固溶強化，析出強化以外で有効な金属学的手法を1つ挙げ，その原理を簡潔に説明せよ。

Ⅱ-1-2 非鉄金属及び合金の変形に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 典型的なアルミニウム合金の応力-歪み線図を模式的に描け。図を用いて，  
① 0.2%耐力，② 加工硬化指数，③ 靱性 について簡潔に述べよ。
- (2) 時効析出強化型アルミニウム合金における，以下の現象をそれぞれ簡潔に説明せよ。  
① 過飽和固溶体，② 過時効，③ 復元
- (3) アルミニウム合金と比較して，マグネシウム合金は一般に加工性に乏しく，析出強化による強度改善が図りにくい。その理由を，結晶構造，及び転位論の観点から簡潔に述べよ。必要に応じて図を用いてもよい。

Ⅱ-1-3 大型構造物，輸送機器，圧力容器などの信頼性を長期間にわたって確保するためには，① 疲労破壊，② 遅れ破壊，③ 応力腐食割れ 等の損傷を未然に防止することが極めて重要である。以下の問いに答えよ。

- (1) ①，②，③の破壊機構について，それぞれ簡潔に説明せよ。
- (2) ①，②，③の破壊現象に対する対策について，それぞれ簡潔に述べよ。

Ⅱ－１－４ 二元系合金状態図における以下の４つの基本型を図示するとともに、それぞれの反応で形成される典型的な微細組織も模式的に図示せよ。

- ① 共晶型，② 全率固溶型，③ 偏晶反応型，④ 包晶反応型

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 海外の鉄鋼メーカーへ，高強度鋼板の製造技術を有償で供与することになった。本契約の締結に当たり，技術系の担当責任者として留意すべき以下の内容について述べよ。

- (1) 現地の工場ラインで製品を製造するに当たって，予測される問題点
- (2) 必要となる具体的な技術的調査項目
- (3) 海外へ技術譲渡することで発生しうるメリット，及びデメリット

Ⅱ－２－２ 近年の計算機の日覚ましい性能向上によって，大規模なシミュレーションをベースとする新機能物質，新材料の予測・開発が望まれている。そのようなプロジェクトを，担当責任者として以下に沿って企画・立案せよ。

- (1) 具体的なターゲット物質と，その開発へ向けて必要とされる特性
- (2) シミュレーションの具体的な内容・計画と，プロジェクトに要する期間の設定
- (3) プロジェクトの独創性と，将来期待される付加的効果

7-3 金属材料【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 CO<sub>2</sub>ガス排出量削減は、国際的な重要課題である。我が国においては、CO<sub>2</sub>ガス排出量の約20%が自動車からの排出であることから、自動車の燃費改善に係る技術開発は特に重要となる。燃費改善は主にハイブリッド車や電気自動車等、動力機関の効率向上により進められているが、車両の軽量化も燃費改善に大きく寄与する。それゆえ我が国では、平成25年度から政府主導のもと「革新的新構造材料等技術開発」プロジェクトが実施され、自動車を中心とした車両の軽量化に向けたマルチマテリアル化の取組みが進められている。そういった状況を考慮して、金属材料分野の技術者として以下の問いに答えよ。

- (1) 自動車等輸送機器の軽量化を目的に使用されている金属材料（鉄鋼系、非鉄系いずれでもよい）を1つ挙げ、それによって得られる軽量化効果と、さらなる軽量化を実現するための技術的課題についてそれぞれ述べよ。
- (2) (1) で挙げた課題を解決するための技術的提案を具体的に述べよ。
- (3) あなたの技術的提案を実施した場合に生じうる問題点や、残された課題についても論述せよ。

Ⅲ-2 資源に乏しい我が国においては、生活基盤を支える金属元素を持続的に確保していくための施策が不可欠である。金属材料分野の技術者が貢献すべき役割は、都市鉱山に代表される使用済み機材からの効率的リサイクル法の確立、希少金属を代替する新物質の研究・開発、さらには海底資源までにも着目した採取法検討など、非常に多岐にわたると言えよう。そういった状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) 基盤元素の持続的確保へ向けて、検討すべき項目の具体例を1つ挙げ、その内容を包括的に述べよ。
- (2) 上述した検討項目に対して、あなたが重要と考える技術的課題を複数挙げ、それらの解決へ向けた技術的提案について述べよ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらす効果を具体的に示すとともに、それを実施した場合に生じうる問題点についても論述せよ。