

平成21年度技術士第二次試験問題〔金属部門〕

選択科目【7-3】金属材料

1時30分～5時

I 次の2問題（I-1，I-2）について解答せよ。

I-1 次の6設問のうち3設問を選んで解答せよ。（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。）

I-1-1 工具鋼の代表的組成である共析鋼（炭素含有量：0.8mass%）を焼入れ処理後、焼戻し処理過程で起こる現象について、以下の問いに答えよ。

(1) 完全焼きなまし材を参照材として焼き戻し処理した際の焼入れ材の示差熱膨張変化を、100℃から600℃までの温度範囲で模式的に図示し、体積変化をもたらす微視組織の変化について述べよ。（寸法変化については、焼入れままの状態を起点として、膨張を（+）収縮を（-）として任意単位で図示せよ。）

(2) 問い（1）の焼き戻し過程で顕在化する脆化現象について、脆化温度を明記した上で、脆化の主原因と有効な対策について述べよ。

I-1-2 実用非鉄合金は合金系の状態図によって幾つかのタイプに分類されている。Al合金、Ti合金、Mg合金、Cu合金より一種類を選択して、以下の問いに答えよ。

(1) 選択した合金において実用化されている代表的な合金系を3例示し、それらの二元系状態図を模式的に図示してそれぞれの金属組織の特徴を述べよ。

(2) 問い（1）で示した合金系の中から最も高強度化に適すると思われるものを選び、さらなる高強度化の方法と技術課題について述べよ。

I-1-3 電気エネルギーを利用したエコ技術の開発が進んでいる。インバーターによる各種モーターや変圧器の高周波・小型化はそのキー技術の一つである。これらの機器に用いられる軟磁性材料について、以下の問いに答えよ。

(1) 優れた電磁材料として広く用いられている鉄-珪素（Si）合金について、Si添加に伴う透磁率、鉄損、磁歪の変化を、Si添加量：1～7%の範囲で模式的に図示せよ（縦軸は任意単位で良い）。

(2) 鉄-Si合金とともに高周波用途の軟磁性材料としてアモルファス磁性材、軟磁性フェライトが広く用いられている。これら3種の磁性材料について、それらの磁気特性上の特長と用途を比較して述べよ。

I-1-4 低炭素社会実現に向けて化石燃料からクリーンエネルギーへの転換が進められている。日本が世界をリードする先端技術の一つである電池技術について、以下の問いに答えよ。

- (1) 今後利用の拡大が期待されている燃料電池、リチウムイオン二次電池、太陽電池の中から1つ選び、それらの発電原理について模式的に図示せよ。
- (2) 問い(1)で選択した電池の性能をさらに向上させるための技術課題と対策について、材料開発の視点から述べよ。

I-1-5 建造物の安心・安全な利用にあたっては、その使用環境下における損傷・破壊を未然に防ぐことが重要である。材料内部のき裂進展に対する抵抗の評価と材料開発に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 破壊靱性値の導出方法及び疲労き裂進展速度の評価方法を、模式図を示して説明せよ。また、応力拡大係数とき裂長さの関係式について記せ。
- (2) 破壊靱性向上のための技術課題と有効な対策について、材料の微細組織、破壊の起点及び伝播経路を考慮して述べよ。

I-1-6 近年、高輝度放射光を利用するSPring-8（1997年稼働、兵庫県）や高強度中性子を利用するJ-PARC（2008年稼働、茨城県）など、大型加速器共用施設の稼働によってそれらの産業利用が期待されている。そこで、これらの先端技術を金属材料分野に応用・利用することに関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 放射光と高強度中性子の発生原理をそれぞれ模式的に図示し、両者の特長を比較して述べよ。
- (2) 問い(1)で述べた線源について、金属材料の研究・開発に期待される応用・利用について事例を挙げて述べよ。

I-2 次の4設問のうち1設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、3枚以内にまとめよ。)

I-2-1 平成19年度より文部科学省実施事業として進められている“元素戦略プロジェクト”では、実用金属材料の機能・特性を決定する元素の役割とその発現機構を明らかにすることで、希少元素や有害元素を使うことなく高機能の金属材料の開発に期待が寄せられている。具体的なアプローチとしては、(a) 無害かつ豊富なユビキタス元素による元素代替技術、(b) 戦略元素の有効利用と高機能付与技術、(c) 元素を有効利用するための実用材料設計技術などが例示されている。そこで、(a)～(c)のいずれかまたは複数の観点で開発課題を設定し、プロジェクト推進責任者として独創的な金属材料開発計画を、以下の項目にしたがって完成させよ。

- (1) 開発課題
- (2) 開発の目的・目標
- (3) 開発の内容・アプローチ
- (4) 開発の独創性・優位性
- (5) 開発に用いられる主要装置・設備

I-2-2 近年、原油価格等エネルギー価格の急激な変動により、安定したエネルギー供給が求められている。一方、温暖化をはじめとする地球環境問題も重要な課題である。このため、原子力、省エネルギー、新エネルギー等などのエネルギー関連技術が、ますます重要となってきた。この中で新エネルギーと称されるものは他のエネルギー源に比べコストが高い傾向にあるが、輸入に依存しないエネルギー源でありCO<sub>2</sub>排出削減効果も期待できるため、近年改めて注目されている。そこで、これらの新エネルギーに関する材料開発計画を、以下の項目にしたがって完成させよ。

- (1) 開発課題
- (2) 目的及び目標
- (3) 内容及びアプローチ
- (4) 独創性及び優位性
- (5) 開発で想定される主要装置及び設備

I-2-3 経済産業省の2008年版“ものづくり白書”によると、市場のグローバル化に伴って日本の製造業はその材料調達から製造・供給拠点を中国はじめアジア諸国に展開する、いわゆるサプライチェーンの構築を進めているが、一方でこうした国際機能分業の進展によって、ものづくり基盤技術の低下やコア技術の海外流出などが懸念されている。これに対して、あらゆる工業製品の基礎素材となる金属材料に関しては、その基盤技術の強化と品質の維持が重要な課題となる。そこで、金属材料を専門とするAPECエンジニアの立場で以下の問いに答えよ。

- (1) 鉄鋼材料及びその二次加工製品、非鉄材料及びその二次加工製品、電機・電子部用品のどれかを選択して、日本の製造業のサプライチェーン化の事例について知るところを述べよ。
- (2) 問い(1)で述べた事例について、品質管理及び品質保証の観点からサプライチェーン化の課題と対策について考察せよ。
- (3) 市場のグローバル化が進む状況下で、今後日本が“ものづくり立国”を推進する上で取り組むべき課題について考察せよ。

I-2-4 ナノテクノロジーは21世紀の経済産業の発展を担うキーテクノロジーとして、国が重点的に研究開発を推進すべき「重点4分野」の一つに指定され、2006年からの「第3期科学技術基本計画」にも引き継がれている。例えば、(a)環境技術分野、(b)ナノエレクトロニクス技術分野、(c)パワーエレクトロニクス分野、(d)構造ヘルスマonitoring分野、(e)医療関連技術分野、などの発展が期待されている。しかし、ナノテクノロジーは現在産業に深く浸透しているものの、それを応用した製品は必ずしも多くない。今後我々の産業及び社会のキー技術とも言えるナノテクノロジーをさらに推進するために何をすべきかについて、材料開発の視点から以下の問いに答えよ。

- 上記の(a)～(e)の分野から3分野を選択して、各々(1)、(2)の問いに答えよ。
- (1) ナノテクノロジーの現状と潜在力について、実際の事例について知るところを述べよ。
  - (2) ナノテクノロジーをベースとした“ものづくり立国”を推進する上で、解決すべき課題について考察せよ。