

令和3年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1-2 材料強度・信頼性【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1設問を選び解答せよ。（緑色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙1枚にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 長繊維の一方向強化材（プリプレグ）を積層して製造した炭素繊維強化プラスチック（CFRP）積層板を構造強度部材に利用する場合，材料強度・信頼性の観点から留意すべき点を2つ挙げてアルミニウム合金との比較として説明せよ。

Ⅱ-1-2 単軸応力状態にある一様断面部材を想定する。この部材の設計パラメータは強度 R と荷重 L の2つであり，破損は荷重が強度を超えたときに生じるものとする。強度と荷重にはばらつきがあり統計学的には正規分布に従うとして，この部材の破損確率の求め方を述べよ。また逆に荷重と破損確率の目標値が与えられたとき，必要な強度を簡易な式を用いて決定することが行われているが，そのような設計式の考え方について述べよ。

Ⅱ-1-3 熱応力の発生メカニズムを説明せよ。熱応力に対する強度設計上留意すべき点を2つ挙げ説明し，その対策を述べよ。

Ⅱ-1-4 溶接部で発生する応力腐食割れの要因を3つ挙げ，それぞれの要因と防止策について説明せよ。

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。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 近年，大規模な自然災害や感染症の流行，治安上の問題などの要因で，原材料や部品など中間財のサプライチェーン寸断の事例が増えている。サプライチェーン強靱化の対策の１つとして，既存の機械製品において，規格品や標準品の構造要素・部品の採用を進めることとなった。技術責任者として，材料強度・信頼性の観点で以下の内容について記述せよ。

- (1) 調査・検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順を列挙して，それぞれの項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- (3) 業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 機械設備では，その供用期間中に劣化が生じる。設備の保全部門の技術責任者として，当該設備を経済的に継続使用する方法について検討することとなった。具体例を想定して，下記の内容について記述せよ。

- (1) 設備の劣化に対して，材料強度・信頼性の観点から調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 設備の経済的な継続使用に関する検討業務を進める上で，留意すべき点，工夫すべき点を述べよ。
- (3) 上記の業務のそれぞれを効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

1-2 材料強度・信頼性【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。（赤色の答案用紙に解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ-1 近年の数値計算技術の発達を背景として，機械構造物の開発では開発試験の一部を数値シミュレーション（解析）で置き換えることによって，強度や信頼性を維持しつつ開発コストと期間を低減する試みが行われている。

- （1）具体的な機械構造物，あるいは部品・機械要素などを想定して，開発試験の一部を数値シミュレーションで置き換える場合の課題を，技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し分析せよ。
- （2）抽出した課題のうち，材料強度・信頼性分野において最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- （3）前問（2）で提示したすべての解決策を実行して生じる波及効果と専門技術を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。

Ⅲ－２ 近年では、機械や構造物の信頼性確保のため、限界状態を設定して要求性能を満たすよう設計することが求められつつある。あなたが新規製品の開発プロジェクトに材料強度・信頼性の技術責任者として新たに加わったとして、①この製品は不規則に変動する内圧を繰り返し受ける、②この製品に関しては規格や設計基準が整備されていない、③この製品が内圧による破裂や疲労破壊を起こした場合には多くの人命が失われるリスクがあることが判明し、高度な信頼性を保証することが必要になった、④限界状態での安全性を確保したいこと及び試験コストに制約があったことから、あなたの前任者は実機疲労試験の荷重サイクル中に耐圧試験で要求される内圧を重畳する試験を実施していた、という状況を想定して下記の問いに答えよ。

- (1) この開発プロジェクトにおいて現状で検討しなくてはならない課題を多面的な観点から抽出し、それらの中から優先すべき順に3つの課題を示して具体的に説明せよ。
- (2) 上記の課題のうち最優先での検討が必要と考えられる課題について、複数の解決策を示せ。
- (3) (2) で示した解決策を実行することがこのプロジェクトの進行及び最終的な結果に及ぼす影響について分析して解決策を1つに絞り込み、懸念される事項や残留するリスクへの対策とともに示せ。