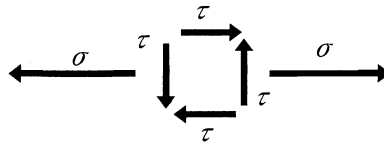


1-2 材料強度・信頼性【選択科目Ⅱ】

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 主応力成分 σ_1 ， σ_2 ， σ_3 のうち $\sigma_3 = 0$ となる平面応力状態を仮定し，降伏応力を σ_Y としたときの最大せん断応力説とせん断ひずみエネルギー説の2つの降伏条件を説明し（説明は関係式のみでも構わない），答案用紙の12字×8行の枠内に横軸 σ_1 ，縦軸 σ_2 としたグラフにそれぞれの降伏曲面を表せ。また，下図のように軸方向応力 σ とせん断応力 $\tau = \sigma/2$ が加わった平面応力状態のとき，主応力 σ_1 と σ_2 ($|\sigma_1| > |\sigma_2|$) の関係を求め，前記の降伏曲面のグラフに表せ。



Ⅱ-1-2 構造物中の長さ $2a$ の亀裂の存在により解放される弾性ひずみエネルギーを， $U = (\pi a^2 \sigma^2) / E$ (a ：亀裂長さ， σ ：負荷される応力， E ：縦弾性係数) とし，亀裂の存在により新しい表面が導入され増加するエネルギーを， $W = 4a\gamma$ (γ ：表面エネルギー及び塑性変形エネルギー) とすると，亀裂長さとそれぞれのエネルギー率（亀裂長さの微小変化に伴うエネルギーの変化率）の関係を，答案用紙の12字×8行の枠内に図示し，亀裂が進展開始する条件について説明せよ。また上記に関連して，進展開始した亀裂を停止させるための因子を1つ挙げ，その因子に関わる亀裂停止方策を説明せよ。なお，構造物は平面ひずみ状態にあるとする。

Ⅱ-1-3 フラクトグラフィは破壊要因を知るうえで有効な手法である。フラクトグラフィについて説明せよ。また，金属材料の主要な破壊様式を2つ挙げ，それぞれの破面の巨視的，微視的特徴とその破面形成プロセスについて説明せよ。

Ⅱ－１－４ 確率論に基づく構造健全性評価を行う際、不確実性を認識論的不確実性と偶然的な不確実性に分類することがあるが、それぞれの不確実性について説明せよ。また、座屈に関する評価において、それぞれの不確実性に分類される確率変数を理由とともに１つずつ挙げよ。さらに、不確実性を上記の２つに分類することの利点について説明せよ。

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 腐食環境下で繰返し力学的な作用が及ぼされる機器の設計において、低コスト化のためその主要部品に低合金鋼や炭素鋼を用いることになった。材料強度・信頼性の技術者の立場として下記の内容について答えよ。

- （１）対象機器の主要部品において低合金鋼や炭素鋼を用いるうえで調査・検討すべき事項を３つ示し，それらの内容について説明せよ。
- （２）対象機器の主要部品において低合金鋼や炭素鋼を用いるための方策を２つ以上列挙して，それぞれの項目ごとに留意すべき点を述べよ。
- （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。

Ⅱ－２－２ これまで時間基準保全を行っていた機械設備に対し，保全コストの合理化のためにある部位に状態基準保全の適用を検討することとなった。技術責任者の立場から以下の問いに答えよ。

- （１）具体的な機械設備と保全する部位を１つ挙げ，状態基準保全の適用可否を判断するために，あらかじめ調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- （２）上記（１）の調査，検討の結果，状態基準保全を適用することが決まった場合，その後の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，工夫すべき点を材料強度・信頼性の技術用語を用いて述べよ。
- （３）効率的，効果的な業務遂行のために調整が必要となる関係者を列記し，それぞれの関係者との連携・調整について述べよ。

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 地球環境問題への対処として3Rは，天然資源消費量の削減，さらに環境負荷物質排出量の低減，廃棄物の削減が図られることから，環境問題対策において持続可能性の点で優れており，環境問題における重要な取組である。機械設備の中には，構造の複雑さや多様な素材が使用されている場合，リデュース・リユースと比べてリサイクルの効果は限定的になると考えられている。このような機械設備についてリサイクル率を向上させるためには，リサイクルを考慮して機器や設備の開発・設計を行うことは肝要である。

- （1）具体的な機器や設備などを想定して，リサイクルを考慮した開発・設計における技術課題を，技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，その課題の内容を示せ。
- （2）前問（1）で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，その課題に対する解決策を，専門技術用語を用いて3つ示せ。
- （3）前問（2）で示した解決策を実行した際に生じる懸念事項を挙げ，それに対する対応策を示せ。

Ⅲ－２ 化石燃料を中心とした産業構造・社会構造を，水力・風力・太陽光などの再生可能エネルギーに転換することをめざしたグリーントランスフォーメーション（GX）が進められている。その中では再生可能エネルギーから水素やアンモニアを生成し，それらを化石燃料に代わるエネルギーとして活用することが検討されている。このような代替エネルギーの活用を実現するために，再生可能エネルギーから水素やアンモニアを生成する機器や，これまで化石燃料で稼働していたものを水素やアンモニアで稼働するように変更した機器の，信頼性を担保することが材料強度・信頼性の技術者に求められる。

- （１）再生可能エネルギーから水素やアンモニアを生成する機器，または，水素やアンモニアで稼働する機器を１つ取り上げ，その技術課題を材料強度・信頼性の技術者として多面的な観点から３つ抽出し，観点を明記したうえで，それぞれの技術課題の内容を示せ。
- （２）前問（１）で抽出した課題の中で，最も重要と考える技術課題をその理由とともに示し，その技術課題に対する解決策を材料強度・信頼性に関する専門技術用語を用いて具体的に説明せよ。
- （３）前問（２）で示した解決策を実行しても新たに生じうる懸念事項とそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。