

20-1 原子炉システムの設計及び建設【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 原子炉施設の信頼性に関する設計上の考慮として、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であることが求められる。多重性、多様性及び独立性のそれぞれの意味と信頼性確保上の意義・特徴について述べよ。

Ⅱ-1-2 原子炉停止後の崩壊熱を除去し炉心を冷却するために最終ヒートシンクまで熱を輸送する必要がある。最終ヒートシンクの意味を説明するとともに、具体例を2つ挙げて、それぞれ熱輸送系も含めて設計上の留意点について述べよ。

Ⅱ-1-3 「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」で使用される用語のうち、「運転状態Ⅰ」、「運転状態Ⅱ」、「運転状態Ⅲ」、「運転状態Ⅳ」及び「試験状態」についてその定義を説明せよ。また、代表的な原子炉施設について、設計で想定される各運転状態（Ⅰ～Ⅳ）の代表例を具体的に述べよ。

Ⅱ-1-4 高レベル放射性廃棄物に含まれる長寿命核種を短寿命核種あるいは安定核種に変換する核変換処理の研究開発が進められている。原子炉による核変換処理について、その概要を意義、原理、適用核種などを含めて説明せよ。また、実現に向けた技術的な留意点について述べよ。

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 東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて，原子炉施設の安全性を強化する観点から，電源設備の設計変更を行うプロジェクトに担当責任者として参画することになった。電源設備の設計変更を計画するに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 計画するに当たって考慮すべき事項
- (2) 業務を進める手順
- (3) 信頼性確保の観点からの工夫

Ⅱ－２－２ 原子炉施設の設計では，例えば炉心の核特性，構築物・機器の耐震特性，配管系の熱流動特性など，様々な分野の検討でシミュレーション解析が適用される。あなたが設計業務の中でシミュレーション解析を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 想定するシミュレーション解析の概要（設計での位置付け，目的，要求されるアウトプット等）
- (2) 業務を進める手順
- (3) 業務を遂行する際に留意すべき事項

20-1 原子炉システムの設計及び建設【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 東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて，地震・津波を起因とするシビアアクシデントの発生防止と影響緩和を含めてリスク管理に万全を期し，国民に信頼されるような世界最高水準の安全性を有する原子炉施設を実現することが求められている。そういった状況を考慮して，以下の問いに答えよ。

- (1) このような原子炉施設を実現するために，「原子炉システムの設計及び建設」の技術士として検討しなければならない項目を多面的に述べよ。
- (2) 上述した検討すべき項目に対して，あなたが最も大きな技術課題と考えるものを1つ挙げ，解決するための技術的提案を示せ。
- (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，そこに潜む負の影響や不確実性についても論述せよ。

Ⅲ－２ 米国で提唱された「第４世代原子力システム」とは、黎明期の原子炉（第１世代）、現行の軽水炉等（第２世代）、現在導入が開始されている改良型軽水炉等（第３世代）に続く、2030年頃に基幹エネルギーを担う原子力システムの概念を指す。この「第４世代原子力システム」に代表されるような次世代の原子力システム開発について、以下の問いに答えよ。

- (１) 次世代の原子力システムが具備すべき要件について、あなたが重要と考えるものを３つ以上挙げよ。次に、このシステムとしてあなたが適切と考える概念を１つ選び^{【注】}、その特徴とそれを実用化する上で検討すべき項目について、先に挙げた要件との関連を含めて多面的に述べよ。
- (２) 上述した検討すべき項目に対して、あなたが最も大きな課題と考えるものを１つ挙げ、解決するための技術的提案を示せ。
- (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、そこに潜む負の影響や不確実性についても論述せよ。

【注】参考情報として、第４世代原子力システムに関する国際フォーラムで検討候補となっている原子力システムを以下に示す*。なお、問い（１）で選定する原子力システムはこれらに限定する必要はない。

ガス冷却高速炉（GFR）、
鉛冷却高速炉（LFR）、
熔融塩炉（MSR）、
ナトリウム冷却高速炉（SFR）、
超臨界水冷却炉（SCWR）、
超高温炉（VHTR）

(*「第４世代原子力システムに関する国際フォーラム」外務省ホームページ、平成24年9月)