

平成23年度技術士第二次試験問題〔原子力・放射線部門〕

選択科目【20-1】原子炉システムの設計及び建設

1時30分～5時

I 次の4問題のうち2問題を選んで解答せよ。(問題ごとに答案用紙を替えて解答問題番号を明記し、それぞれ3枚以内にまとめよ。)

I-1 原子炉施設の安全確保の基本原則として、深層防護(多重防護)と放射性物質に対する多重障壁が挙げられる。また、達成すべき基本的安全機能として、原子炉停止(止める)、炉心冷却(冷やす)及び放射能閉じ込め(閉じ込める)があるとされる。

(1) 深層防護と多重障壁について、それぞれ簡潔に説明せよ。そして、これらの相互関係や基本的安全機能の達成との係わりを考察し、安全確保の在り方について論ぜよ。

(2) 代表的な原子炉施設を設定した上で、その原子炉施設において「冷やす」という基本的安全機能を達成するために必要な系統について、当該系のみならず当該系の機能遂行に直接必要となる関連系も含めて全て挙げ、それぞれ簡潔に説明するとともに系統間の機能の相互依存関係を示せ。

(3) これらの「冷やす」という基本的安全機能に係わる系統についての設計上の考慮事項として、特に重要と考える事項を3点挙げ、それについての具体的な方策を論ぜよ。

I-2 「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」では電気系統について、指針48(電気系統)において、「重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器が、その機能を達成するために電源を必要とする場合においては、外部電源又は非常用所内電源のいずれからも電力の供給を受けられる設計であること」が求められている。

(1) ここでいう「重要度の特に高い安全機能」とは何を指すか説明せよ。

(2) 非常用所内電源系はどのような設備から構成され、安全上の機能別重要度分類ではどのような位置付けとされているか、「当該系」「関連系」「安全上必須なその他の構築物、系統及び機器」「特記すべき関連系」などの用語を使用して説明せよ。

(3) 指針27(電源喪失に対する設計上の考慮)では、「原子炉施設は、短時間の全交流動力電源喪失に対して、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の冷却を確保できる設計であること」とされている。これに基づき、いかなる安全確保の考え方の下に、どのような対策が講じられてきたかについて論ぜよ。

(4) また、電源喪失に対するこの指針27の要求のあり方についてどう考えるか、あなたの考えを述べよ。

I-3 平成22年12月に改定された「原子力安全委員会の当面の施策の基本方針について」の中に以下の記述がある。

『(3) 発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策の高度化

原子力施設については、これを災害の防止上支障のないよう設計・建設・運転管理することが求められている。たとえば、発電用軽水型原子炉施設の基本設計段階では各種の事故（設計基準事象）を想定し、万一それらが発生したとしても、炉心は著しい損傷に至ることとはなく、「周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと」を確認している。それでもなお、同原子炉施設のシビアアクシデント（設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却または反応度の制御ができない状態であり、その結果、炉心の重大な損傷に至る事象）に至る可能性は、極めて小さいもののゼロではない。委員会では平成4年に「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネージメントについて」を決定し、事業者による自主努力によるシビアアクシデントへの設計上及び運転上の対処を求め、それまでの対策によって十分低くなっているリスクをさらに低減してきた。その後現在までにおいて、シビアアクシデントに関する知見が充実してきたことを踏まえ、今後、発電用軽水型原子炉施設について合理的に実行可能な限りリスクを小さくすることを明確かつ体系的に求めるべく、シビアアクシデント対策の一層の充実を目指した方策について検討する。』

この記述内容に関し、次の問いに答えよ。

- (1) 原子炉施設を設計するに当たって想定し考慮すべき事象（自然現象も含めた設計基準事象）について、現状の設定の考え方を説明するとともに、今後の在り方について考えるところを述べよ。
- (2) 原子炉施設におけるシビアアクシデントへの設計及び運転上の対処として現在整備されているアクシデントマネージメントについて知るところを述べよ。
- (3) シビアアクシデント対策の一層の充実を目指す方策について論ぜよ。

I-4 今年はチェルノブイリ事故から25年目に当たるが、くしくも本年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波により、福島第一原子力発電所において国際原子力事象評価尺度（INES）で同じレベル7相当の事故が起こった。

(1) チェルノブイリ事故について、設計上の特徴を踏まえつつ、事故の発生・推移、事故の収束並びに環境への影響について説明せよ。その中で、事故の発生原因について、あなたが重要と考える事項を3点挙げて論ぜよ。

(2) 今回の福島第一原子力発電所の事故もINESのレベルで同じ7相当とされているが、両者の事故の規模・特徴の相違するところについて論ぜよ。

(3) チェルノブイリ事故から得られた教訓を3点以上挙げて説明せよ。

また、これらの教訓のうち、今回の福島第一原子力発電所の事故に何らか共通すると思われる点を挙げ、それについて論ぜよ。