

第 55 回

原子炉主任技術者試験（筆記試験）

原子炉の運転制御

6問中5問を選択して解答すること。（各問20点：100点満点）

（注意）（イ）解答用紙には、問題番号のみを付して解答すること。

（問題を写し取る必要はない。）

（ロ）1問題ごとに1枚の解答用紙を使用すること。

平成 25 年 3 月 12 日

第1問 次の用語について簡潔に説明せよ。

(6問中5問を選択して解答せよ。6問を解答した場合は全て無効とする。)

- (1) 設計基準事象
- (2) 制御棒パターン調整
- (3) アコースティック・エミッション
- (4) コアキャッチャー
- (5) リスクアセスメント
- (6) ロバスト制御

第2問 次の問いに答えよ。

- (1) 未臨界状態の原子炉の反応度を増加し、臨界に到達させる方法(臨界近接)を3つ述べよ。
- (2) 未臨界炉においては中性子源を炉心に挿入して臨界近接を行う必要がある。この理由を原子炉の運転制御の観点から述べよ。
- (3) 原子炉に挿入して使用される中性子源について、中性子の発生メカニズムが異なるものを3つ述べ、それぞれのメカニズムを説明せよ。

第3問 周波数伝達関数  $G(j\omega)$  が次式で表される二次遅れ制御要素に関して、次の問いに答えよ。ただし、 $\omega$  は角周波数を表し、 $j = \sqrt{-1}$  とする。

$$G(j\omega) = \frac{2}{(j\omega)^2 + (j\omega) + 4}$$

- (1)  $G(j\omega)$  の位相が90度遅れるときの角周波数[rad/s]の値を求めよ。
- (2)  $G(j\omega)$  のベクトル軌跡が虚軸を切る点のゲイン  $|G(j\omega)|$  の値を求めよ。
- (3)  $G(j\omega)$  の出力を積分要素  $1/(j\omega)$  を通して符号を反転し入力にフィードバックさせた制御系を考える。このフィードバック制御システムの開ループ(一巡)周波数伝達関数を記せ。
- (4) 上記の開ループ伝達関数のベクトル軌跡が実軸を切る角周波数の値とその実軸の値をそれぞれ求めよ。
- (5) このフィードバック制御システムの安定性を判別せよ。

第4問 原子炉プラントの冷却材液位計測に関して、次の問いに答えよ。

- (1) 原子炉プラントの炉内液位計測で用いられている液位計の名称を2つ記し、それぞれの液位計の測定原理を簡潔に記せ。
- (2) 液位計に関して、保守管理上の留意点を2つ簡潔に記述せよ。
- (3) 事故等の過酷状態において、液位測定機能を維持するために必要と考える事項を2つ簡潔に記述せよ。ただし、(1)で記した2つの液位計の1つに対して答えればよい。

第5問 「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」で述べられている原子炉及び原子炉停止系に要求される設計要件に関し、文章中の□□□□に入れるべき適切な記述を番号とともに記せ。(解答例 ⑨—環境条件に適合)

炉心設計：

- ・ 炉心は、それに関連する原子炉冷却系、原子炉停止系、計測制御系及び安全保護系の機能とあいまって、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、□①□のない設計であること。
- ・ 炉心を構成する燃料棒以外の構成要素及び原子炉压力容器内で炉心近辺に位置する構成要素は、通常運転時及び異常状態において□②□を確保し得る設計であること。

燃料設計：

- ・ 燃料集合体は、原子炉内における使用期間中に生じ得る種々の因子を考慮しても、その□③□がない設計であること。
- ・ 燃料集合体は、輸送及び取扱い中に過度の変形を生じない設計であること。

原子炉の特性：

- ・ 炉心及びそれに関連する系統は、固有の出力抑制特性を有し、また、□④□できる設計であること。

反応度制御系：

- ・ 反応度制御系は、通常運転時に生じることが予想される□⑤□し得る設計であること。
- ・ 制御棒の最大反応度価値及び反応度添加率は、想定される反応度投入事象に対して原子炉冷却材圧力バウンダリを破損せず、また、□⑥□を生じない設計であること。

原子炉停止系：

- ・ 原子炉停止系は、高温待機状態又は高温運転状態から、炉心を臨界未満にでき、かつ、高温状態で臨界未満を維持できる□⑦□を有するとともに、□⑧□を備えた設計であること。

第6問 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」の第1表（下記参照）に記載されている安全機能の重要度分類について、次の問いに答えよ。

- (1) PS-1及びMS-1の定義及び機能を述べよ。
- (2) PWR又はBWRのいずれかについて、炉型を明記し、PS-1からPS-3、MS-1からMS-3の機能を有する具体的な構築物、系統又は機器の名称をそれぞれ1つ示せ。

第1表 安全上の機能別重要度分類

機能による分類		安全機能を有する構築物、系統及び機器		安全機能を有しない構築物、系統及び機器
		異常の発生防止の機能を有するもの (PS)	異常の影響緩和の機能を有するもの (MS)	
重要度による分類	安全に関連する構築物、系統及び機器	クラス 1	PS-1	MS-1
		クラス 2	PS-2	MS-2
		クラス 3	PS-3	MS-3
安全に関連しない構築物、系統及び機器				安全機能以外の機能のみを行うもの