

第 56 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。
- （ハ）第1問については、6項目中5項目の選択問題である。

平成 26 年 3 月 13 日

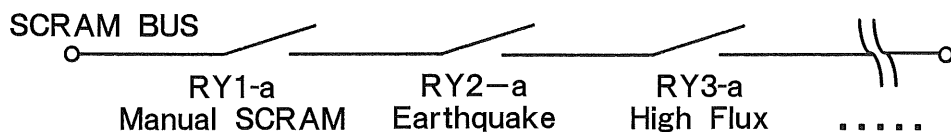
第1問 以下の用語について、5項目を選び、簡潔に述べよ。
(6項目を解答した場合は全て無効とする。)

- (1) アクシデントマネジメント
- (2) アキシャルオフセット一定値運転
- (3) ショットピーニング
- (4) プレシピテータ法
- (5) ヒヤリ・ハット
- (6) ゲイン余裕と位相余裕

第2問 熱中性子炉の運転に影響を及ぼす ^{135}Xe の変化について以下の問いに答えよ。

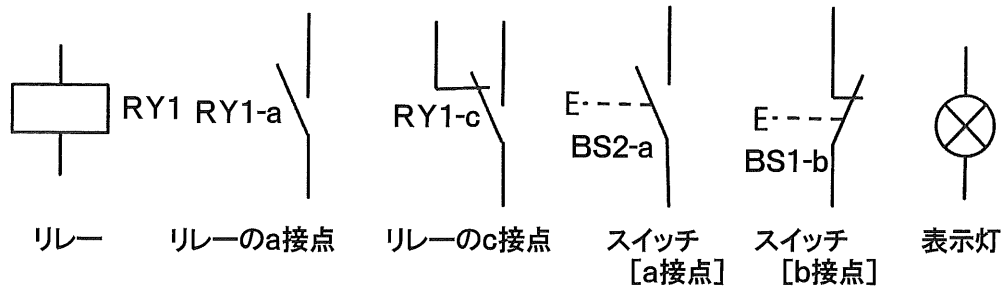
- (1) $X(t)$ を時間 t における ^{135}Xe の原子数密度とすると、 $dX(t)/dt$ を方程式で示せ。使用した記号の意味も記載すること。
- (2) 中性子束一定で運転し、 ^{135}Xe が平衡値に達している原子炉を停止したときの ^{135}Xe の変化を(1)式を用いて説明せよ。
- (3) 炉心の右の部分の中性子束レベルが何らかの原因で定常状態のレベルより高くなり、同時に左の部分の中性子束レベルが何らかの原因で定常状態のレベルより低くなった時の ^{135}Xe の変化を説明せよ。
- (4) (3)のような現象は何と呼ばれるか解答せよ。

第3問 スクラム項目に対応するリレー（継電器）の a 接点が下図のように直列に結線されたスクラム回路に関して、次の問いに答えよ。



- (1) 手動スクラムボタンを押すと、リレーRY1の a 接点 RY1-a が開き（スクラムが作動し）、表

示灯が点灯する。リセットボタンを押すと、a 接点 RY1-a が閉じ、表示灯が消灯する。この手動スクラム回路のリレーシーケンス回路図を描け。ただし、手動スクラムボタンとリセットボタンはモーメンタリースイッチとし、制御回路の電源は直流 24V とする。また、下記のような JIS 記号に従って解答すること。



- (2) リレーRY1のa接点RY1-aが励磁状態で固着すると手動スクラム機能が喪失する。このような接点固着時にも手動スクラム機能が維持される対策をとる必要がある。シーケンス回路設計上の対策を簡潔に記述せよ。
- (3) リレーシーケンス回路を採用した安全保護系に関して、保守管理上の留意点を2つ記せ。

第4問 ディーゼルエンジンとブラシレス三相交流同期発電機から構成された非常用発電設備（容量6300kVA）に関して、次の問に答えよ。

- (1) 小型ディーゼルエンジンの始動はセルモータ方式が採用される場合が多い。原子炉施設において実際に採用されている大型ディーゼルエンジンの始動方式について簡潔に記述せよ。
- (2) このディーゼルエンジンを始動及び運転するためには関連機器への給電が必要である。計測制御用機器以外の給電対象機器を2つ記せ。
- (3) この同期発電機を始動及び運転するためには附属機器への給電が必要である。計測制御用機器以外の給電対象機器を1つ記し、この給電は交流か直流か、電圧は低圧か高圧かを記せ。
- (4) このような非常用発電設備には、異常の検出により警報発報や停止を作動させる保護回路が施設される。実際に設定される異常項目を3つ記せ。

第5問 以下の問に答えよ。

水冷却炉の冷却材喪失事故に関する以下の文章において[]内に入れるべき語句を番号と共に記せ。なお、同じ番号の[]には同じ語句が入る。

〔解答例〕 ㉑—軽水炉

- (1) 軽水炉における大規模な冷却材喪失事故後では、[①]に期待される機能は、炉心を [②]して、[③]を安定な [④]で除去可能にすることにある。
- (2) 高温高压の流体（液体、気体等）が容器や装置から高速で流出していく現象を [⑤]と呼ぶ。定格運転時の原子炉では原子炉内は [⑥]状態にあるから、原子炉冷却材が流出する場合、[⑦]と [⑧]の低下が生じる。 [⑤]は、 [⑨]の内圧が [⑩]のそれと等しくなって流出流量が零になった時点で終了する。
- (3) [⑤]が生じると、 [⑥]状態の冷却材が減圧に伴い [⑪]かそれ以上の加熱状態になり、容器の壁及び冷却材内から激しい沸騰現象を起こすことになる。これを [⑫]と呼ぶ。
- (4) 冷却材喪失事故時に、炉心冷却が遅れると燃料の被覆は過度の高温に達する。ジルコニウム被覆材の場合、被覆温度がおおよそ [⑬]度を越えた状態が続くと、 [⑭]反応による被覆の [⑮]が激しくなり、炉心が [⑯]したとき、 [⑰]により [⑮]した被覆が破砕する可能性が大きくなる。
- (5) 冷却材喪失事故時に、冷却材が沸騰すると、 [⑱]による反応度の変化が生じ、また、冷却材流路での [⑲]や [⑳]のために除熱能力が著しく低下する。

第6問 原子炉の過剰反応度に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 過剰反応度(excess reactivity)について説明せよ。
- (2) 可燃性毒物(burnable poison)について説明せよ。
- (3) 炉心の過剰反応度を決定する際に考慮すべき運転期間中の反応度変化に関し、正の反応度変化を示すもの及び負の反応度変化を示すものそれぞれ2つについて、それぞれの反応度変化の

生じる物理的理由を反応度変化の符号とともに説明せよ。

- (4) 同一の炉心について、可燃性毒物を含まない場合と含む場合の出力運転時の過剰反応度の経時変化について、その概形を図1に示すと共に、そのような概形になる理由について説明せよ。
(解答用紙に図1を記載して解答すること)

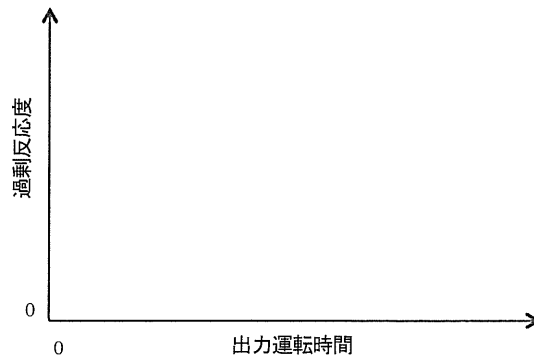


図1