

第 50 回

核燃料取扱主任者試験

核燃料物質の取扱いに関する技術

- (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) 問題は全部で6問。1問題ごとに1枚の解答用紙を使用すること。

平成30年3月13日

第1問

- (1) 次の文章はウラン燃料再処理施設の概要について述べたものである。□内に入る適切な語句を番号とともに記せ。なお、同じ番号の□には同じ語句が入る。

〔解答例〕 ⑥－東京

再処理施設とは、原子炉において利用された使用済燃料を化学処理し、
□①と□②を分離回収する施設である。我が国の再処理施設では、分離手法として□③法を採用している。□③法では抽出剤としてTBPを用いて使用済燃料溶解液から□①と□②を共抽出し、□②を還元することで分離回収する。残りの廃液は□④として固化する。使用済燃料は溶解工程において高温の硝酸で溶解されるが、不溶解残渣として溶解液中に固体粒子として残る元素が存在し、これに含まれる元素の代表的なものとしては、□⑤が挙げられる。(③は一般的名称ではなく、再処理プロセスとして固有の名称を解答すること。)

- (2) 再処理を行う目的を説明せよ。
- (3) 再処理施設は一般的な化学プラントとは違った安全上の配慮が必要である。代表的なものを1点挙げて説明せよ。
- (4) 上記(1)の文章中の「□③法」について、分離フローシートを示してその分離の原理を説明せよ。
- (5) 我が国のガラス固化法について、ガラス溶融炉の構造と加熱原理について簡単な図を用いて説明し、さらに運転上配慮が必要な点について1つ挙げて説明せよ。
- (6) 再処理施設における保障措置について、ウラン燃料加工施設と比べてその特徴を述べよ。

第2問 次の文章は核燃料加工施設について述べたものである。この文章について下記の問に答えよ。

MOX 燃料加工はウラン燃料加工と比較した場合、多くの違いがある。大きな違いの1つにプルトニウムが強いアルファ放射体であることが挙げられ、MOX 燃料加工においては、厳重な内部被ばく防止のための管理が要求される。

このため、MOX ペレットを被覆管に溶接密封するまでは、燃料加工は A グローブボックス内に設置された装置で行われる。

内部被ばく管理以外には、B 臨界管理上の制約、外部被ばく管理、厳重な保障措置と C 核物質防護上の要求の違いが挙げられる。

また、工程や燃料検査項目もいくつかの点でウラン燃料加工と異なる。

さらに、D 燃料加工の原料であるプルトニウムもガス炉や低燃焼度の軽水炉使用済燃料から回収されたものと、高燃焼度の軽水炉使用済ウラン燃料から回収されたものとは特性が異なる。

このため、この 2 種類のプルトニウムを MOX 燃料加工の原料に使用する場合、E 工程管理や設備に要求される要件が異なる。

- (1) 上記文中 A _____ に係る MOX 燃料加工で使用するグローブボックスに必要な機能要件及び管理要件を述べよ。
- (2) 上記文中 B _____ に係る臨界管理の違いによる MOX 燃料加工とウラン燃料加工での工程上の主な違いについて述べよ。
- (3) 上記文中 c _____ に係るウラン燃料加工施設と MOX 燃料加工施設はそれぞれの核物質防護区分に該当するか。また、前者と比較し後者に追加要求される主な防護要件は何か。
- (4) 上記文中 D _____ に係る 2 種類のプルトニウムの特性の違いは何か。また、E _____ に係るこの 2 種類の異なる特性を有するプルトニウムを MOX 燃料加工の原料に使用した場合の工程管理上及び設備面での違いは何か。

(5) 核燃料加工施設で汚染を伴う①、②の事象が発生した。あなたは事象が起こった作業室のリーダーである。①、②のどちらかを選択し、この事象に適切に対応するには何を重視し、どのような指示を行うべきか述べよ。図を用いて説明してもよい。

① プルトニウムを取り扱っているグローブボックスでのグローブ作業中に作業員 A が誤ってグローブの先端部をハサミで傷付けてしまった。A は呼吸保護具を着用しており、指先には怪我はなかった。ただし、同室で他の作業をしていた作業員 B、C は呼吸保護具を携帯していたが着用はしていなかった。

② ウラン加工施設の酸化ウラン粉末を取り扱う装置の運転中、装置上部にある粉末供給用のホースの取り付けバンドが振動で緩んでホースが外れ、粉末が下で装置を監視していた作業員 A にかかるトラブルが発生した。この時、作業員 A は呼吸保護具を携帯していたが着用はしていなかった。同室内には他に B、C 2 名の作業員がいた。B、C も呼吸保護具を携帯していたが着用はしていなかった。

第3問

- (1) 次の表は臨界管理に係る基本的パラメータを掲げたものである。□内に入る適切な数値を番号とともに記せ。

〔解答例〕 ⑦－東京

| | プルトニウム 239 の最小臨界値 | ウラン 235 の最小臨界値 |
|----------------|-------------------|----------------|
| 溶液 (質量 : kg) | ① | ② |
| 金属 (質量 : kg) | ③ | ④ |
| 溶液 (円筒径 : cm) | 12.4 | 13.8 |
| 平板厚 (溶液 : cm) | 3.3 | 4.3 |
| 溶液容積 (ℓ) | 4.5 | 6.3 |
| 濃縮度 (溶液 : wt%) | ----- | ⑤ |
| 濃度 (g/ℓ) | 7.8 | 12.1 |

実際の施設の臨界管理として、質量管理においては二重装荷を考慮し安全係数

⑥ が採用される。

- (2) ウラン 235 の核分裂反応による臨界事故が発生した。この事故での核分裂数は 2.5×10^{18} fission であった。この事故で核分裂したウラン 235 の質量はどれくらいか。また、発生したエネルギーはガソリンの燃焼換算で何リットル分に相当するか。計算式も示して解答すること。なお、1核分裂当たりの発生エネルギーは 3.2×10^{-11} J、ガソリンの燃焼エネルギーは 10 当たり 3.3×10^7 J とする。

第4問

- (1) 我が国のウラン濃縮工場において採用されているウラン濃縮法の名称を答えよ。
- (2) 上記の手法が採用された理由を説明せよ。
- (3) 転換、再転換とは何か、なぜこれらの操作が必要とされるのかウラン濃縮法と関連させて説明せよ。

第5問

- (1) 次の文章は放射性固体廃棄物の処分の概要について述べたものである。□内に入る適切な語句または数値を番号とともに記せ。

〔解答例〕 ⑦－東京

放射性固体廃棄物は、再処理によりウラン、プルトニウムを分離した後、残った高レベル放射性廃液を固化した高レベル放射性廃棄物とそれ以外の低レベル放射性廃棄物に分類される。

高レベル放射性廃液についてはA ガラス固化体にし、30～□①年間、□②のため貯蔵施設に貯蔵したのち、地下□③m以上の深度の地層中に処分する方法が検討されている。

低レベル放射性廃棄物については、原子力発電所の運転で発生した放射性廃棄物、再処理施設やMOX加工施設で発生する□④廃棄物、ウラン加工施設等で発生するB ウラン廃棄物及びRI施設や研究所で発生するRI・研究所等廃棄物があるが、内容物が多種多様であり、放射能レベルも高いものから低いものまで様々である。

低レベル放射性廃棄物の処分方法としては放射能レベルが低い方から浅地中トレンチ処分、浅地中ピット処分、地下□⑤m以上の深さに処分する□⑥処分、地層処分が選択される。

なお、施設解体等により大量に発生する廃材のうち、極めて放射能レベルが低いコンクリート片、金属屑等についてはC クリアランス制度が導入されている。

- (2) 上記(1)の文章中のA _____に係るガラス固化体について、高レベル放射性廃液をガラス固化体とする理由を述べよ。
- (3) 上記(1)の文章中のB _____に係るウラン廃棄物の処分においては、他の廃棄物の処分と異なる特徴があり、ウラン廃棄物の処分に際してはその特徴を考慮する必要がある。その特徴とは何か述べよ。
- (4) 上記(1)の文章中のC _____に係るクリアランス制度とはどのようなものか。
- (5) 原子力発電所の運転で発生した放射性廃棄物はどの輸送物区分で事業所外運搬されるか答えよ。また、ガラス固化体はどの輸送物区分で事業所外運搬されるか答えよ。

第6問 核燃料物質の取扱いに関して、次の事項を簡潔に説明せよ。

- (1) 再生（回収）濃縮ウランの特徴と軽水炉燃料加工時に配慮すべき事項
- (2) 核分裂性輸送物
- (3) 高速炉燃料の再処理について軽水炉燃料の再処理との違いについて説明せよ。
- (4) レッドオイル爆発（TBP 等の錯体の急激な分解反応）とその防止法について説明せよ。
- (5) 再処理施設で発生する高レベル放射性廃液はガラス固化される。それ以外の放射性廃液の処理法について代表的な手法を2つ説明せよ。