

第 52 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。

(問題を書き取る必要はない。)

(ロ) 問題は全部で5問。1問題ごとに1枚の解答用紙を使用すること。

令和 2 年 3 月 5 日

第1問 次の文章は、加工施設における閉じ込めの機能について述べたものである。この文章について以下の問いに答えよ。

加工施設において、放射性物質を限定された区域に適切に閉じ込める必要がある場合、さまざまな設計上の要求が生じる。

まず放射性物質を収納する系統及び機器は、放射性物質の①を防止でき、内包する物質の種類に応じて適切な②対策を講じる必要がある。また、放射性物質が①した場合に、その①を検知することができ、A検知された①の拡大を防止することができるように設計する。

放射性物質を気体又は液体で扱う系統及び機器並びに換気設備では、B放射性物質の③により、放射性物質が④しないようにする。排気設備には⑤等を設け、放射性物質を除去するようにする。

さらに、設計基準事故時においても可能な限り⑥維持、①防止及び③防止の機能が確保されるよう設計し、設計基準事故時において、⑦に対して著しい⑧のリスクを与えないよう、事故に起因して⑨に放出される放射性物質の量を⑩させる機能を有する設計とする。

(1) 文章中の□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〕⑪－東京

(2) 文章中のA□について、対象が液体状である場合に拡大を防止するための設計上の方策を説明せよ。

(3) 文章中のB□について、放射性物質が③しないようにするための設計上の方策を説明せよ。

(4) プルトニウムを取り扱う加工施設においては、上の文章に述べる事柄に加え更なる設計上の対策が必要である。その内容について説明せよ。

第2問 次の文章は、1999年に発生した株式会社ジェー・シー・オーの核燃料物質を取り扱う施設における臨界事故について述べたものである。この文章について以下の問いに答えよ。

事故が発生した作業は、濃縮度 18.8%、ウラン濃度 380gU/リットル以下の硝酸ウラニル溶液を製造することを目的としていた。本来であればウラン酸化物の粉末を溶解塔で硝酸を加えて溶解すべきところを、ステンレス容器(10リットル)でウラン粉末を溶解した後、ステンレス容器(5リットル)及び漏斗を用いて、1バッチ(作業単位:2.4kgU)以下に制限して管理すべき沈殿槽に7バッチ(約16.6kgU)の硝酸ウラニル溶液を注入したとしている。

この作業の結果、沈殿槽内の硝酸ウラニル溶液が臨界に達し、その後も約20時間にわたって、緩やかな核分裂状態が継続した。沈殿槽外周のジャケットを流れるA冷却水の抜き取り作業が開始され、臨界状態は停止した。さらにBホウ酸水を沈殿槽に注入し、臨界の終息が最終的に確認された。

- (1) 本来の設備と作業方法において考慮されていたものの、事故が発生した際の作業では活かされなかった臨界管理の方法を2つ挙げ、それぞれについて簡潔に説明せよ。
- (2) 文章中のA_____について、この処置の目的と原理について簡潔に説明せよ。
- (3) 文章中のB_____について、この処置の目的と原理について簡潔に説明せよ。
- (4) この事故では、手順が順守されなかったことが大きな原因となった。手順が順守されなかったことの背景要因として重要なものを2つ挙げ、簡潔に説明せよ。
- (5) あなたは当該施設の保安を監督する立場であるとする。(4)であなたが挙げた背景要因のそれぞれについて、その背景要因の改善に向けてどのような対策が重要と考えるか。(4)で挙げた背景要因ごとに、あなたが考える対策の概要を簡潔に述べよ。

〔解答例〕背景要因：人口の一極集中

対策：首都機能の移転、地方大学の振興

第3問 次の文章は、使用済燃料の再処理工程について述べたものである。この文章について以下の問いに答えよ。

再処理工程とは、原子炉から取り出された使用済燃料を化学処理し、①と②を分離回収する工程である。我が国の再処理施設では、③法を採用している。③法では分離手法として溶媒抽出法を採用し、抽出剤として④を使用して、使用済燃料溶解液から①と②を共抽出し、②を⑤することによって分離回収する。我が国の再処理施設では、②を単体で分離することは核不拡散上の問題となるので、①と混合してから酸化物として保管している。この工程では、核分裂生成物である⑥やSrはよく分離されるが、製品である①などと同様な挙動をする⑦は分離が困難である。

使用済燃料は、③法によって分離操作を行うため、高温の⑧によって溶解される。ほとんどの元素は溶解するが、溶解液中に固体粒子が残ることが知られており、これを⑨と言う。⑨に含まれる元素としては、例えば⑩が挙げられる。

(1) 文章中の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〕⑪—東京

(2) 我が国における再処理を行う目的を説明せよ。

(3) 再処理施設は、化学プラントの一つであるが、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つ挙げて説明せよ。

(4) 上記文章中の③法について分離フローシートを示し、分離の原理について説明せよ。

第4問 再処理施設から発生する放射性廃棄物とその処理処分法について、以下の問いに答えよ。

- (1) 再処理施設から発生する放射性ヨウ素について、再処理施設内のどの工程が主要な発生源となるか答えよ。また、放射性ヨウ素の廃棄物としての特徴と処理法を述べよ。
- (2) 我が国の商用再処理施設から発生する低レベル放射性廃液について、性状によって分類せよ。さらに、それぞれの処理方法を挙げ、なぜその処理法が適切であるか説明せよ。
- (3) 再処理施設から発生する高レベル放射性廃液の固化法を述べ、なぜその処理法が採用されているか説明せよ。
- (4) 高レベル放射性廃液を固化した後、最終処分を行うことになっている。我が国が採用している最終処分法について説明せよ。

第5問 核燃料物質の取扱いについて、以下の語句を簡潔に説明せよ。

- (1) 耐震重要施設
- (2) ウラン加工施設における第1種管理区域
- (3) 乾式再処理法
- (4) 保障措置、核物質防護
- (5) レッドオイル