

第 58 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。
(指示がない限り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。

令和8年3月3日

第1問 プルトニウムを取り扱うグローブボックスでの作業に関する以下の問いに答えよ。

- (1) グローブボックス作業の前に行うべき点検を2つ挙げ、その必要性について述べよ。
- (2) 作業室からグローブボックス内に物品を搬入する方法を2つ挙げ、それぞれの特徴を簡単に説明せよ。
- (3) グローブにピンホールが発生した場合の処置について説明せよ。
- (4) グローブボックスの閉じ込め機能を維持するために、グローブボックス内は所定の負圧を保つことが求められる。グローブボックスの使用状況や設置環境に起因して、グローブボックスの負圧異常（所定の負圧が維持できない、又は限度を超えてより強い負圧になる状態）を引き起こす要因とその防止策について説明せよ。
- (5) グローブボックスにおいて粉末状のプルトニウムを取り扱う際の作業員の被ばくを低減するためにどのような対策を講ずべきか、2つ挙げて具体的に説明せよ。

第2問 ウラン濃縮に関する以下の問いに答えよ。

- (1) ウラン濃縮に関する以下の文章の□の部分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〕⑫－東京

ウラン濃縮で用いられる UF_6 は□①が1気圧下で約 $56.5^{\circ}C$ で気化しやすく、漏えいリスクが高いため、取扱いは□②性の機器や系統などで行い、その輸送には国際規格である 30B 又は 48Y □③容器が使われる。□③容器の材質には炭素鋼や耐圧・耐□④性に優れた□⑤合金などの特殊合金が使われている。

□③容器に充填された UF_6 は、運搬時には□⑥体になっており、重心位置が空の状態から変わっているので転倒に注意する。また、□⑥体から□⑦体に変化した場合、35%程度の体積変化があるため、□③容器の破損を防止するために過充填に注意する。

UF_6 が漏えいした場合、空気中の□⑧と反応して□⑨とフッ化ウラニル (UO_2F_2) を生成する。このため、排気系には□⑩やケミカルトラップを設置し、これらの有害物質を除去する。□⑨は一般的に□⑪や金属を腐食するため、排気系フィルタの材質選定と定期交換が重要である。

- (2) 我が国におけるウラン濃縮の目的について説明せよ。
- (3) ウラン濃縮の商業施設で UF_6 が用いられてきた理由について2つ説明せよ。
- (4) 我が国の商業施設のウラン濃縮の方法について、原理と特徴を説明せよ。

第3問 核燃料施設の耐震安全設計について以下の問いに答えよ。

- (1) ウラン加工施設の耐震設計について記した以下の文章中の□に入る適切な語句又は数値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〕 ⑫—地震

施設は、地震の発生によって生ずるおそれのある安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて□①分類がなされる。ウラン加工施設では、Sクラス、第1類、第2類及び第3類に分類される。

第1類から第3類の耐震設計は、原則として□②法を基本とし、上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの□③によって、その安全機能を損なわないように設計する。

耐震設計で用いる静的地震力は、建築基準法施行令第88条に規定する地震層せん断力係数 C_i に、□①に応じた割増係数を乗じて算定する。ここで、地震層せん断力係数 C_i は、標準せん断力係数 C_0 を□④以上とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。割増係数は、第1類□⑤以上、第2類□⑥以上、第3類□⑦以上とする。

設備・機器については、□①に応じて上記に示す割増係数を乗じたものに□⑧%増しして算定するものとする。また、□⑨構造となることを基本とし、それが困難な場合は□⑩等適当な方法を用いる。

なお、建物・構築物の□⑪の算出に使用する標準せん断力係数 C_0 は1.0以上とする。

- (2) 上記(1)の□①について、MOX燃料加工施設及び再処理施設の場合は、3つに区分される。この3つの名称を記せ。
- (3) 地震の発生によって生ずるおそれのある安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響が大きい施設はSクラスに分類される。ここで、「公衆への影響が大きい」とはどういうことか説明せよ。
- (4) 耐震Sクラスの設備・機器の耐震設計で用いる静的地震力について説明せよ。

第4問 核燃料施設における火災・爆発の防止に関して以下の問いに答えよ。

- (1) 再処理施設における爆発事故の一つにレッドオイル爆発がある。一方で、高レベル廃液又は高レベル濃縮廃液を内包する貯槽類では、レッドオイル爆発以外にも爆発事故が発生するおそれがある。これらの貯槽類でレッドオイル爆発とは異なる爆発防止対策が必要な理由とその具体的な対策について説明せよ。
- (2) 以下の文章は、ウラン加工施設のペレット焼結炉における爆発防止対策について記したものである。この文章について以下の問いに答えよ。

焼結炉の運転中、炉内雰囲気は水素ガス又は水素と窒素の混合ガス等（以下「水素ガス等」という。）に置換されている。焼結炉内に〔①〕が混入した場合は爆発のおそれがあることから、焼結炉内の圧力を外部より〔②〕管理し〔①〕の混入を防止する。また、着火源となる静電気を除去するために焼結炉本体や水素ガス等が流れる配管類は適切に〔③〕するとともに、焼結炉内温度に〔④〕を設け、炉内温度が〔④〕を超えた場合には焼結炉の加熱を停止するための〔⑤〕回路を設ける。

焼結炉本体及び水素ガス等が流れる配管類は、耐圧性・〔⑥〕を有する材料を使用するとともに、接合部は溶接継手等の〔⑦〕の生じにくい構造とする。焼結炉を設置する部屋の天井付近には、〔⑧〕を設け、異常を検知した場合は焼結炉への水素ガス等の供給を停止する。また、焼結炉外へ水素ガス等を排気する排気口においては、排気中の水素ガス等を〔⑨〕させてから排気する構造とする。

- ① 下線部について、焼結時に水素ガス等を使用する理由を説明せよ。
- ② 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〕 ⑩－東京

- (3) 加工施設に設置する消火設備は、その破損、誤作動又は誤操作が起きた場合でも安全上重要な施設の機能を損なわないものでなければならない。プルトニウムを使用するグローブボックス内火災に対応するための消火設備はどのようなものにすればよいか、その理由とともに具体的に説明せよ。

第5問 核燃料物質等の取扱いに関して、次の事項を簡潔に説明せよ。

- (1) 直接線とスカイシャイン線
- (2) 使用済燃料の乾式貯蔵とその利点
- (3) 高レベル放射性廃棄物の埋設における人工バリア

第6問 核燃料物質等の取扱いに関して、次の事項を簡潔に説明せよ。

(1) アクティブ NDA とその適用先

(2) 不溶解残渣とそれが分離プロセスに及ぼす影響

【メモ】

【メモ】