

第 55 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5問。1問題ごとに1枚の解答用紙を使用すること。

令和5年3月2日

第1問 ウラン加工施設の耐震安全設計について、以下の問いに答えよ。

- (1) 加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第7条第1項では、「安全機能を有する施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。」とされている。ここで、「地震力に十分に耐える」とは、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈によれば、どのようなことを意味しているか簡単に説明せよ。
- (2) 耐震設計用地震力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、同じ語句等が入る。

〔解答例〕 ⑬—東京

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を有する施設の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、Sクラス、第1類、第2類及び第3類の耐震重要度に分類される。

耐震重要度分類のうち、Sクラスを除く第1類から第3類の施設の耐震設計は、原則として□①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破損によって□②が生じないように設計する。

建物・構築物の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、耐震重要度に応じて下記に示す□③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。ただし、必要保有水平耐力の算出に使用する標準せん断力係数 C_0 は□⑤以上とする。

【□③係数】

第1類・・・□⑥以上

第2類・・・□⑦以上

第3類・・・1.0 以上

建物・構築物以外の設備・機器の設計に当たっては□⑧となることを基本とし、それが困難な場合には□⑨等適切な方法により設計する。□⑧であることの判断には、「設備・機器の一次固有振動数が□⑩ Hz 以上」を用いることがある。

耐震重要度分類の各クラスともに一次設計を行う。この一次設計に係る一次地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、耐震重要度に応じて上記に示す□③係数を乗じたものを□⑪倍して算定する。耐震重要度分類のうち□⑫については、上記の一次設計に加

え、二次設計を行う。

(3) (2) に記した通り、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を有する施設の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、Sクラス、第1類、第2類及び第3類の耐震重要度に分類される。これについて以下の問いに答えよ。

① 自ら放射性物質を内蔵している施設等であって、環境への影響が大きい施設はSクラスに分類される。ここで、「環境への影響が大きい」とはどういうことか。

② 臨界安全上の核的制限値を有する設備・機器及びその制限値を維持するための設備・機器であって、その機能を失うことによる影響の大きい設備・機器は、耐震重要度分類のどれに分類されるか。

③ 第1類に属する施設及び第2類に属する施設以外の□□□□と同等の安全性が要求される施設は、第3類に分類される。□□□□に入る語句は何か。

第2問 ピューレックス法を採用した再処理施設における核燃料物質の取扱いに関して、以下の問いに答えよ。

- (1) ピューレックス法を採用した再処理施設における火災、爆発対策について、以下の文章中の□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〕 ⑩－東京

火災・爆発の可能性があるものとして、□①、抽出剤の硝酸錯体・硝酸ウラニル錯体、□②、ジルコニウム粉末等が考えられる。ウラン、プルトニウムの分離工程において使用される□①による火災を防止するため、□①を使用する機器が設置されているセル内を□③させ消火を行う。また、□④による引火を防止するため、必要な機器の□⑤を行うとともに□⑥となるような機器は近傍に設置しない。□②は□⑦の放射線分解等で発生するため、機器内気相部の□②の濃度が□⑧を超えないように□⑨を行う。

- (2) ピューレックス法再処理において使用する抽出剤の名称と化学構造式を示せ。
- (3) ピューレックス法を採用した再処理施設における「レッドオイル爆発（抽出剤等の錯体の急激な分解反応）」について説明せよ。また、その発生を防止するために取られている対策について述べよ。
- (4) 再処理施設における臨界安全管理法のうち主なものを2つ挙げ、簡潔に説明せよ。

第3問 使用済燃料の貯蔵、再処理に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 使用済燃料の貯蔵方式として、「湿式貯蔵」と「乾式貯蔵」がある。それぞれ簡潔に説明せよ。
- (2) 再処理法には、大きく分類して「湿式法」と「乾式法」がある。それぞれ代表的なものについて説明し、優れている点を述べよ。
- (3) 我が国の再処理施設が採用している再処理プロセスにおいて発生する放射性気体廃棄物、放射性液体廃棄物（高レベル廃液以外）、放射性固体廃棄物（高レベル廃棄物以外）の処理について、それぞれ、処理対象となる廃棄物の具体例とその処理法について簡潔に説明せよ。
- (4) 高レベル放射性廃液のガラス固化体の製造プロセスとして、我が国の再処理施設ではLFCM法を採用している。これについて簡潔に説明せよ。

第4問 放射線遮蔽及び放射線業務従事者に対する外部放射線防護について、以下の問いに答えよ。

- (1) MOX を取り扱う施設の遮蔽設計について記した以下の文章中の□に入る適切な語句、数値又は核種を番号とともに記せ。ただし、MOX 中のウランは回収ウランとする。なお、同じ番号の□には、同じ語句等が入る。

〔解答例〕 ⑮－東京

施設の遮蔽設計を行うに際しては、遮蔽計算に用いられる□①、遮蔽体の□②及び□③、□④等を考慮し十分な□⑤を見込む必要がある。また、開口部又は配管等の貫通部がある場合は、必要に応じ放射線漏えい防止の措置を講じなければならない。

遮蔽設計を行う際の□①の設定については、以下の事項に注意しなければならない。

- ・回収ウラン中の□⑥の崩壊によって生成する□⑦、□⑧がエネルギーの高いγ線を放出すること。これにより、回収ウランからのγ線は分離精製後約□⑨年で最大となること。
- ・プルトニウムの同位体のうち、□⑩は半減期が14.4年と短く、その崩壊によって59.5 keVのγ線を放出する□⑪と、208 keVのγ線を放出する□⑫が生成されること。
- ・MOX及び空気中の軽元素である□⑬から□⑭反応により中性子が発生すること。

- (2) 貯蔵施設等の核燃料物質の保管容器が複数ある場合における中性子線の評価において、上記問(1)以外で考慮すべき事項を述べよ。

- (3) 放射線業務従事者の外部放射線による線量の低減のために、体幹部を覆う鉛入りエプロン等の外部放射線防護衣を日常的に着用することがある。この場合に、個人の実効線量の評価にあたって考慮すべき点を個人線量計の装着部位との関連を含めて説明せよ。

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) 保障措置
- (2) プルトニウムポリマー
- (3) 再処理施設の運転時の異常な過渡変化
- (4) クリアランス廃棄物
- (5) 放射性廃液処理における除染係数