

中深度処分対象廃棄物の放射能濃度決定方法の基本手順の技術評価 に関する日本原子力学会への説明依頼事項（その1）

1. 「表1 - 放射能濃度決定方法の種類及び内容」

(1) 理論計算法における「ほかの手法」について、具体的に説明してください。

廃棄物ごとに放射化計算の条件を設定して放射化計算を行い、廃棄物又は廃棄物グループごとの放射能濃度を決定する方法、原子炉燃焼計算などによって理論的に得られる放射性核種の濃度比及びほかの手法で求めた放射能濃度を用いる方法。

(2) 原廃棄物分析法は、固型化処理前の廃棄物の放射能濃度を用いていますが、固型化用物質の放射化計算の要否について説明してください。

2. 「5.2.2 点推定法」の「適切なパラメータ」及び「保守的なパラメータ」について具体的に説明してください。

通常、放射化金属等の内部に含まれる特定対象（部位）ごとに材料仕様、中性子条件（6.1.2.3 参照）及び照射条件（6.1.2.4 参照）を含む適切又は保守的なパラメータを用いて計算する。

3. 「5.2.3.4 濃度分布評価法」に、「原子炉内の固定された放射化金属等は、元素成分条件及び照射条件（時間）が同じで、原子炉内での設置部位の中性子フルエンス率だけが異なる」とありますが、対象部位によっては中性子スペクトルの変動のケースも考えられ、その変動性を踏まえた放射化断面積の条件に影響する可能性が考えられます。中性子フルエンス率だけとしている理由について説明してください。

4. 「D.1.2 換算係数法」

(1) 「したがって、この方法は、評価対象とする放射化金属等に対する照射量と比例する因子が原子力発電所などで管理され管理指標として利用できること、又は対象物の代表的な、若しくは保守的な中性子フルエンス率が設定できることが適用の条件となる。」とありますが、「又は」として入る理由（どちらか片方でよい理由）について説明してください。

(2) 「管理指標の例として、中性子の照射量（中性子フルエンス率と中性子の照射時間の積）に比例する因子を用いることが示されており、例として燃焼度が挙げられていますが、そのほかの管理指標としてどのようなものが想定されるか説明してください。

(3) 例えば放射能濃度の単位として Bq/t (F.2.4) と Bq/g (表 K.2) が混在していますが、本標準において使用する単位系について説明してください。

(4)(2)式は、換算係数に管理指標を乗じることで放射能濃度を算出していますが、管理指標としては、累積照射時間、燃焼度が例として示されています。ここで、対象物の放射能濃度に影響を与える管理指標が複数ある場合に、換算係数 R 及び変数 B の設定方法を説明してください。

$A=R \times B$ (2) R:換算係数 B:管理指標(例えば、燃焼度)

5. 「D.2 放射化計算の入力条件の基本設定フロー」には、点推定法について、「代表的な値(平均値、保守的な値など)を入力条件として設定する」とあります。解説の「3 適用範囲」には、本標準は「最大放射能濃度を超えないこと」を満足していることを確認することを目的としていますが、代表的な値を「平均値」としている理由を説明してください。
6. 「図 D.1 区間推定法による放射化計算の入力データの基本設定フロー」
 - (1)各入力条件の設定は「代表的な条件」または「ランダムサンプリング」となっていますが、本標準の目的を「最大放射能濃度を超えないこと」とした場合に「保守的な条件」としなくてよい理由を説明してください。
 - (2)「代表的な条件」と「ランダムサンプリング」を使い分ける際の条件を説明してください。また、同一の放射化金属等について、「代表的な条件」と「ランダムサンプリング」それぞれの手法で計算した際の、計算結果の同等性を説明してください。
 - (3)「評価位置の選択」のボックスに「評価位置の存在確率分布の設定」がありますが、D.3に記載がないので、存在確率分布の設定方法を説明してください。
 - (4)ランダムサンプリングを行う場合の計算の繰り返し回数の考え方について説明してください。
 - (5)「中性子フルエンス率の設定」のボックスと「放射化断面積の設定」のボックスの間が両矢印になっていますが、その意味を説明してください。
 - (6)「入力データの充足性の評価」については、附属書 A.4 妥当性確認の例において、「なお、区間推定方法に必要な放射化計算結果の数は、図 A.2 に示す放射化計算の数による Key 核種濃度と難測定核種濃度間との相関係数の安定性の評価などによって、把握できる。」とあり、図 A.2「に放射化計算数の増加に伴う相関係数(平均、95%信頼下限値)の安定性のイメージ」が示されていますが、これを用いて具体的にどのように充足性を判断するのか説明してください。

7. 「表 D.2 評価対象放射化金属等の内部における照射位置の設定に係わる基本的な考え方」

- (1) 「照射位置の出現確率」とは何かを説明してください。
- (2) 「考慮する照射位置の出現確率の分布」について、原子炉軸方向に設置した放射化金属等については一様分布、原子炉の径方向に設置した放射化金属等については該当部の面積比に応じた分布としていますが、この設定の根拠について説明してください。
- (3) 「評価対象とする放射化金属等の形状及び設置方向」の項には放射化金属等の設置方向についての記述しかありませんが、放射化金属等の形状についてはどのように設定するのか説明してください。

8. 「表 D.3 評価対象放射化金属等の炉内外での配置位置の設定に係わる基本的な考え方」

- (1) 「考慮する照射位置の出現確率の分布」について、配置位置が移動する場合には実際の分布又は代表的なパターンを用いるとしていますが、このうち代表的なパターンとはどのように代表性が担保されているのか（例えば、炉型の違い、運転サイクルの違い）を説明してください。
- (2) 「代表的なパターン」とは脚注 f によると「例えば、放射能濃度評価結果が大きくなるような」とありますが、「D.4.1 元素成分条件の設定方法の選定」には「代表的な元素分析データ(元素分析データの平均値など)」とされています。本標準全体を通じて「代表的」をどのような意味で使っているのか説明してください。
- (3) 各項目の「など」の内訳を説明してください。

9. 「表 D.4 対象とする放射化金属等の元素成分濃度の分布タイプの設定に関わる基本的な考え方」において、不純物成分元素及び微量成分元素については、自然での濃度分布が材料中の各元素の濃度分布にも反映されるとして対数正規分布に従うとしています。材料の製造過程を経ても、対数正規分布に従うことを説明してください。特に、不純物元素については、その濃度上限が管理されるものですが、管理の上限値ではなく対数正規分布に従う理由を説明してください。なお、説明資料では正規分布に従うとして設定しています。

10. 「D.4.3 元素分析データ数量に応じた濃度分布条件設定」の「c) 元素分析データ数が非常に少ない場合の設定方法」は、次のいずれかの方法で平均値、標準偏差を設定する方法がある、としていますが、それぞれの設定方法に基づく評価結果の同等性を説明してください。

- 元素分析データの検出値の平均値を推定分布の平均値と仮定し、保守的

な標準偏差を適用して、濃度分布を仮定する。

- 元素分析データの検出最大値以下の濃度の低い濃度領域で、濃度分布を仮定する。

1 1 .「D.4.3 元素分析データ数量に応じた濃度分布条件設定」には、元素分析データ数が「十分にある場合」、「比較的少ない場合」、「非常に少ない場合」に分けて規定されています。「非常に少ない場合」は元素分析データ数が1～2点とありますが、「十分にある場合」、「比較的少ない場合」、それぞれの具体的なデータ数を示してください。

1 2 .「D.4.3 元素分析データ数量に応じた濃度分布条件設定」の「d) 元素分析データに検出下限値しかない場合」は、次のいずれかの方法で平均値、標準偏差を設定できるとしてありますが、それぞれの設定方法に基づく評価結果の同等性を説明してください。

- 元素分析データの検出下限値を平均値としてそのまま使用する。
- 元素分析データの検出下限値を最大値とする濃度分布を、既知の類似試料の標準偏差を利用して設定する。
- 照射履歴が明確な評価対象とする放射化金属等の核種の放射能濃度データから、起源元素の濃度を推定する。

1 3 .「D.5.1 中性子条件の設定における基本事項」

- (1)「群定数」及び「1群実効断面積」について説明してください。
- (2)「中性子スペクトル評価の結果などによって放射化範囲の中性子スペクトルの特性を考慮して固有の断面積を作成することもある。」との記載について、具体的にどのような方法を採用するのか説明してください。
- (3)「1群実効断面積の作成に影響を与える中性子スペクトルの特性については、あらかじめ把握しておく必要がある。」との記載について、具体的な実施内容と、1群実効断面積のみでよい理由を説明してください。
- (4)中性子条件を「中性子フルエンス率」、「中性子スペクトル」及び「放射化断面積」に大別していますが、本項の説明は中性子フルエンス率と放射化断面積の設定における基本的な考慮事項に留まっています。中性子スペクトルの設定における基本的な考慮事項を説明してください。

1 4 .「D.5.2 中性子フルエンス率などの設定方法」

- (1)「b) 代表条件を設定する方法」の「適切に代表する中性子条件」について具体的に説明してください。

中性子の照射履歴に基づき、複数の評価対象とする放射化金属等を適切又は放射能濃度評価結果が大きくなるように代表する中性子条件を設定する方法。

(2) 中性子フルエンス率は、適用する放射能濃度決定方法に応じ、a)個別に条件設定する方法と b)代表条件を設定する方法のいずれかの方法による設定があるとしており、その選定は中性子の照射履歴に基づくことですが、その判断基準を具体的に説明してください。

(3) 「b) 代表条件を設定する方法」の各種中性子計算方法について、同等な結果を得るための条件について説明してください。

- ・ Sn 法 (微分型中性子輸送方程式)
- ・ モンテカルロ法
- ・ 直接積分法

上記に加えて使用するもの

- ・ 外挿計算法
- ・ アルベド輸送計算法

(4) 「さらに、・・・中性子フルエンス率の評価を行う場合には、・・・適切な手法(信頼性のある放射化計算コード)を適用することがある」とありますが、中性子フルエンス率を評価するのに放射化計算コードを適用できる理由を説明してください。

15. 「D.5.2 中性子フルエンス率などの設定方法」において、中性子フルエンス率は、適用する放射能濃度決定方法に応じ、a)個別に条件設定する方法と b)代表条件を設定する方法のいずれかの方法による設定があるとしており、その選定は中性子の照射履歴に基づくことですが、その判断基準を具体的に説明してください。

16. 「D.6.1 中性子の照射条件設定の基本的考え方」の「表 D.8 プラント寿命中における中性子の照射時間及び照射停止時間の基本的考え方」において、照射時間(合計)の頻度分布による設定について、中性子の照射時間(合計)の実績などで適切な分布形状(例えば、正規分布)を設定するとありますが、実際の運転実績から考えられる照射実績は何らかの分布に従うものなのか、また分布の選定はどのような判断基準で行うのか、具体例をもって説明してください。

17. 「D.6.2.2 中性子の照射時間」において、「比較的短半減期核種との濃度比を用いる場合には、評価対象とする放射化金属等の中性子の全照射時間の長さに応じて放射化計算の条件設定を変えるなど、適切に考慮する必要がある」との記載がありますが、その方法について具体的な例示をもって説明してください。