

原子力機構の廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する 課題と意見交換について



令和5年11月15日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
バックエンド統括本部

1. 意見交換の目的
2. 意見交換の範囲とテーマ
 - (1) 範囲設定、テーマ選定の方針
3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理
 - (1) 「放射性廃棄物等の技術上の基準」への適合方法
 - (2) 「廃棄物埋設施設の技術上の基準」への適合方法
4. 今後の進め方

- 原子力機構は、低レベル廃棄物の浅地中埋設処分を見据えて、廃棄体製作や埋設の方法について検討を進めている。それらの検討の状況及び結果をできるかぎり具体的に規制当局である原子力規制庁殿に示し、ご意見を伺うことにより、将来行う事業許可申請に係る手続き等を手戻りなく進めていきたいと考えている。

【意見交換を希望する理由等】

- ✓ 機構は、将来の廃棄物埋設に備え、廃棄物受入基準や廃棄体確認要領の策定を行っているところ。
- ✓ 当面は実績のある発電所廃棄物と同様の方法で埋設できると考えられる原子炉系廃棄物の基準類を整備し、技術基準等を満足する廃棄体の製作を行う。
- ✓ その他にも、機構には放射能や内容物が様々な廃棄物があるため、各廃棄物の特徴に応じたキャラクターゼーション、放射能濃度評価、分別方法等の検討のためのデータ取得や検討に着手している。
- ✓ 機構の廃棄物の特徴を踏まえると、廃棄体の製作、放射能濃度評価、品質保証等は、これまでにない新たな方法となるものもあると考えられる。
- ✓ 上記の新たな方法も含め、廃棄体製作方法や廃棄体確認要領等の基準類を整備していくが、規制の観点からのご意見もいただき、これらの基準類をよりよいものにしていきたいと考えている。

- 意見交換の範囲は、「廃棄体製作に必要な基準類の整備」及び「原子炉系廃棄物への対策」に係るものとする。
- 機構廃棄物には様々な課題があり、優先順位を決めて計画的に対応していく必要があるが、当面は早期の埋設処分を目指す原子炉系廃棄物に関係するテーマ（機構共通事項を含む）から意見交換を行いたい。
- 原子炉系廃棄物は、埋設実績がある発電所廃棄物と同様の受入基準、廃棄体標準製作法等が適用できると考え、それらを参考にして機構の暫定受入基準や各拠点で製作マニュアルを定めて実施してきているが、廃棄物の発生過程が発電所とは異なるため、機構としては技術基準に適合していると考えている事項についても、規制の観点から議論になる可能性もあると考えており、御意見をいただきたいと考えている。
- また、原子炉系廃棄物でも機構独自の確認方法を採用しているものや、廃棄物確認、廃棄体製作等の合理化を図る観点からこれまでに実績のある方法とは異なる方法を検討している事項もあるため、それらについても必要なデータ取得等を計画的に進め、順次、意見交換に付したいと考えている。
- 意見交換テーマは、廃棄体、コンクリート等廃棄物及び埋設施設に係る法令技術基準（第二種廃棄物埋設規則）への対応状況と課題を整理した上で選定する。

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(1) 「放射性廃棄物等の技術上の基準」への適合方法

1) 廃棄体： 発電所廃棄物との確認方法の比較 1/3

- ： 発電所廃棄物と同じ確認方法を想定
- ★： 発電所廃棄物と異なる確認方法を想定
- ・ 番号付きの○及び★は、ご意見を伺いたい事項。
- ・ 各番号の具体的内容については、p.8～9参照。

第二種埋設規則条項	確認項目	発電所廃棄物との確認方法の比較		
		原子炉系廃棄物		
		混練 固化体	充填 固化体	その他
第8条 第2項 第1号	液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、 <u>容器に固型化してあること。</u>	(1) 固型化材料	★ 1-1(p.8)	★ 1-4(p.8)
	(2) 容器	★ 1-2(p.8)		
	(3) 固型化材料等の練り混ぜ	○		
	(4) 一軸圧縮強度	★ 1-3(p.8)		
	(5) 有害な空隙	○		
同上 第2号	固体状の放射性廃棄物(前号に掲げるものを除く。)にあつては、 <u>容器に封入し、又は固型化してあること。</u>	(1) 固型化材料	○	
	(2) 容器	○		
	(3) 固型化材料等の練り混ぜ	○		
	(4) 一体となるような充填	○		
	(5) 有害な空隙	○		

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(1) 「放射性廃棄物等の技術上の基準」への適合方法

1) 廃棄体： 発電所廃棄物との確認方法の比較 2/3

- ： 発電所廃棄物と同じ確認方法を想定
- ★： 発電所廃棄物と異なる確認方法を想定
- ・ 番号付きの○及び★は、ご意見を伺いたい事項。
- ・ 各番号の具体的内容については、p.8～9参照。

第二種埋設規則条項		確認項目	発電所廃棄物との確認方法の比較		
			原子炉系廃棄物		
			混練 固化体	充填 固化体	その他
第8条 第2項 第3号	放射能濃度が法第五十一条の二第一項又は第五十一条の五第一項の許可を受けたところによる <u>最大放射能濃度を超えないこと。</u>	放射能濃度	○	★ 1-5(p.8)	○
同上 第4号	表面の放射性物質の密度が第十四条第一号ハの <u>表面密度限度の十分の一を超えないこと。</u>	表面密度限度	○	○	○
同上 第5号	ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄体にあつては廃棄物埋設地に定置するまでの間に、 <u>廃棄体に含まれる物質により健全性を損なうおそれがないものであること。</u>	健全性を損なうおそれのある物質	★ 1-6(p.8)	○ 2-1(p.9)	★ 1-6(p.8)
同上 第6号	埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。	耐埋設荷重	○	○	★ 1-7(p.8)

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(1) 「放射性廃棄物等の技術上の基準」への適合方法

1) 廃棄体： 発電所廃棄物との確認方法の比較 3/3

- ： 発電所廃棄物と同じ確認方法を想定
- ★： 発電所廃棄物と異なる確認方法を想定
- ・ 番号付きの○及び★は、ご意見を伺いたい事項。
- ・ 各番号の具体的内容については、p.8～9参照。

第二種埋設規則条項		確認項目	発電所廃棄物との確認方法の比較		
			原子炉系廃棄物		
			混練 固化体	充填 固化体	その他
第8条 第2項 第7号	廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。	耐落下衝撃強度	○ 2-2(p.9)	○	○ 2-2(p.9)
同上 第8号	容易に消えない方法により、廃棄体の表面の目につきやすい箇所に、放射性廃棄物を示す標識を付け、及び当該廃棄体に関して前条第一項の申請書に記載された事項と照合できるような整理番号の表示その他の措置が講じられていること。	放射性廃棄物を示す標識	○	○	○
		整理番号	○	○	○
同上 第9号	前各号に定めるもののほか、法第五十一条の二第一項又は第五十一条の五第一項の許可を受けたところによるものであること。	著しい破損	○	○	○
		線量当量率	○	○	○
		固化後の経過期間	○	○	○

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(1) 「放射性廃棄物等の技術上の基準」への適合方法

2) 廃棄体：原子力機構特有の方法

番号	廃棄物種類	確認項目	課題 (発電所廃棄物と異なる方法を適用する理由)	対応の考え方(案)
1-1	原子炉系	固型化材料	水銀、鉛等の有害物の溶出を抑制する等の目的でセメント以外の固型化材を使用する廃棄体がある。	JIS R 5210 (2009) 若しくは JIS R 5211 (2009)に定めるセメントと同等以上の圧縮強さを有することを試験で確認する。
1-2	原子炉系	容器	JISに定められたH級のドラム缶に比べて肉厚が薄いJIS M級のドラム缶を使用する可能性がある。	(肉厚が薄いM級で廃棄体性能に問題がないことは、「耐埋設荷重」及び「耐落下衝撃強度」で確認する。)
1-3	原子炉系	一軸圧縮強度	一部の拠点では、廃棄体製作時に作製した小型サンプルによる圧縮強度測定により一軸圧縮強度を保証する。	混練の均一性及び小型サンプルの代表性をコールド試験で確認する。 小型サンプルは、強度が高めに出る傾向があることから、補正係数を設定する。
1-4	原子炉系	固型化の方法	水分が残っている可能性のあるアスファルト固化体があり、水を抜く必要がある。	いくつかの検討中の方法から適当なものを今後選定する。 ①CT装置で水分がないものを確認する。 ②加熱により水分を除去する。加熱温度、時間等の処理条件は、模擬試料によるコールド試験で確認する。 ③冷却(硬化)・分解し、水分を除去後、充填固化体とする。
1-5	原子炉系	放射能濃度	多数の研究炉があるため、炉ごとに放射能濃度評価法を構築していくと多大な時間と作業が必要となる。	廃棄物分析の結果、複数の研究炉へほぼ等しいSFが適用できるデータが出ており、今後、各研究炉の構成材の元素組成や放射化の解析から、複数の研究炉に共通のSFが適用可能であることを示す。
1-6	原子炉系	健全性を損なうおそれのある物質	廃液等に含まれている化学物質の評価が不十分であるため、健全性を損なうおそれのある物質を確定できていない。	固化対象の液体、粉体については、パーセントオーダーで存在する化学物質の分析を行い、埋設施設への影響を評価し、混入を制限する物質を定める。 健全性を損なうおそれのある物質は、原廃棄物の分析により確認する。
1-7	原子炉系	耐埋設荷重	アスファルト固化体等の耐荷重強度が担保できない廃棄物がある。	アスファルト固化体については、埋設時に上段に配置することにより、ドラム缶の強度のみで耐埋設荷重を担保する。

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(1) 「放射性廃棄物等の技術上の基準」への適合方法

3) 廃棄体：発電所廃棄物と同じ確認方法のうち、ご意見を伺いたい項目

番号	廃棄物種類	確認項目	ご意見を伺いたい理由	対応の考え方(案)
2-1	原子炉系	健全性を損なうおそれのある物質	発電所に比べて取り扱う物品の種類が多いことから、確実に廃棄物が分別されていることを示す必要がある。	分別済みの廃棄物から代表サンプルを採り出して再確認を行うことにより、確実に分別されていることを示す。
2-2	原子炉系	耐落下衝撃強度	JISに定められたH級のドラム缶に比べて肉厚が薄いJIS M級のドラム缶を使用する可能性がある。	コンピュータシミュレーションにより、落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないことを示す。

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(1) 「放射性廃棄物等の技術上の基準」への適合方法

4) コンクリート等廃棄物： 発電所廃棄物との確認方法の比較

- ： 発電所廃棄物と同じと想定している確認方法
- ★： 発電所廃棄物と異なると想定している確認方法
- ・ 番号付きの○及び★は、ご意見を伺いたい事項。
- ・ 各番号の具体的内容については、p.11参照。

第二種埋設規則条項		確認項目	発電所廃棄物との確認方法の比較		
			原子炉系廃棄物		ウラン系廃棄物
			安定5品目	左記以外	安定5品目
第8条 第3項 第1号	放射能濃度が許可申請書等に記載した最大放射能濃度を超えないこと。	放射能濃度	★ 3-1(p.11) ★ 3-2(p.11)		★ 3-1(p.11) ★ 3-3(p.11) ★ 3-4(p.11)
同上 第2号	コンクリート等廃棄物に含まれる物質によつて廃棄物埋設地の安全機能を損なうおそれがないこと。	健全性を損なうおそれのある物質	○	★(1-6と同じ)	○
同上 第3号	コンクリート等廃棄物に関して前条第一項の申請書に記載された事項と照合できるような措置が講じられていること。				
同上 第4号	前三号に定めるもののほか、法第五十一条の二第一項又は第五十一条の五第一項の許可を受けたところによるものであること。	有害な空隙	★ 3-5(p.11) ★ 3-6(p.11)	○	★ 3-5(p.11) ★ 3-6(p.11)

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(1) 「放射性廃棄物等の技術上の基準」への適合方法

5) コンクリート等廃棄物： 原子力機構特有の方法

番号	廃棄物種類	確認項目	課題 (発電所廃棄物と異なる方法を適用する理由)	対応の考え方(案)
3-1	原子炉系 ウラン系	放射能濃度	L2廃棄体と比べて目標とする定量下限値が低く、角型容器等の大型の容器に収納する可能性があるため、容器収納後のγ線測定では放射能濃度評価ができない可能性がある。また、ウラン廃棄物のように使用するγ線のエネルギーが低い場合には、ドラム缶での測定も厳しい。	いくつかの検討中の方法から適当なものを今後選定する。 ①クリアランス測定のように廃棄物を並べて測定する。 ②小型容器に分割して測定する。
3-2	原子炉系	放射能濃度	多数の研究炉があるため、炉ごとに放射能濃度評価法を構築していくと多大な時間と作業が必要となる。	(1-5と同じ)
3-3	ウラン系	放射能濃度	γ線を放出しないため、非破壊測定による放射能濃度評価が難しい。	U-238と放射平衡にある子孫核種Pa-234mからのγ線を測定することにより放射能濃度評価を行う。
3-4	ウラン系	放射能濃度	非破壊測定による放射能濃度評価は、異なる密度の廃棄物の分布や汚染の偏在の影響を想定して保守的な評価としているため、実際よりも大きな値となっている。	エネルギーの異なるγ線の廃棄物による減衰の差を利用した補正技術を適用し、現実に近い放射能濃度を評価する。
3-5	原子炉系	有害な空隙	砂充填については、モルタルと比べて流動性が低いため、小口径の配管等の充填が難しい廃棄物がある。	砂が入りにくい廃棄物の種類を試験により明確にする。 砂が入りにくいものについては、①圧縮して空隙を潰す、②収納割合を制限して廃棄物全体の空隙率を担保する等の対応を行う。
3-6	原子炉系	有害な空隙(フレキシブルコンテナを使用した場合)	フレキシブルコンテナを使用した場合、容器が変形するため、空隙率の担保が難しい。	対象物をコンクリートがらに限定し、一定の寸法以下に砕くことにより空隙率を担保できることを示す。

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(2) 「廃棄物埋設施設の技術上の基準」への適合方法

1) 埋設施設： 発電所廃棄物との確認方法の比較 1/2

- ： 発電所廃棄物と同じ確認方法を想定
- ★： 発電所廃棄物と異なる確認方法を想定
- ・ 番号付きの○及び★は、ご意見を伺いたい事項。
- ・ 各番号の具体的内容については、p.14参照。

第二種埋設規則条項		発電所廃棄物との対応方法の比較	
		ピット処分	トレンチ処分
第6条 第1号	<p>放射性物質の種類ごとの総放射エネルギー及び区画別放射エネルギー 埋設を行うことによつて、廃棄物埋設施設を設置した事業所に埋設された放射性廃棄物に含まれる放射性物質の種類ごとの総放射エネルギー及び区画別放射エネルギーが・・・(中略)・・・許可を受けたところによる放射性物質の種類ごとの総放射エネルギー及び区画別放射エネルギーをそれぞれ超えないこと。</p>	★ 4-1(p.14) ★ 4-2(p.14)	
同上 第2号	<p>雨水等の浸入防止措置 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地については、埋設開始前において、埋設を行おうとする場所にたまっている水を排除し、埋設時においては、当該場所に雨水等が浸入することを防止する措置を講ずること。</p>	○	○
同上 第3号	<p>飛散防止措置 コンクリート等廃棄物を埋設する場合において、廃棄物埋設地の外に放射性物質が飛散するおそれがあるときは、飛散防止のための措置を講ずること。</p>	○	○
同上 第4号	<p>設備点検、漏えい防止措置 (前略)・・・ピット処分に係る廃棄物埋設地については、埋設時において、その設備(ピット処分に係るものにあつては廃棄物埋設地への雨水、地下水等の浸入防止に関するものを含む。)を随時点検し、当該設備の損壊又は放射性物質の漏えいのおそれがあると認められる場合には、当該設備の損壊又は放射性物質の漏えいを防止するために必要な措置を講ずること。</p>	○	○

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(2) 「廃棄物埋設施設の技術上の基準」への適合方法

1) 埋設施設： 発電所廃棄物との確認方法の比較 2/2

- ： 発電所廃棄物と同じ確認方法を想定
- ★： 発電所廃棄物と異なる確認方法を想定
- ・ 番号付きの○及び★は、ご意見を伺いたい事項。
- ・ 各番号の具体的内容については、p.14参照。

第二種埋設規則条項		発電所廃棄物との対応方法の比較	
		ピット処分	トレンチ処分
第6条 第5号	土砂等の充填、空隙率 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地は、土砂等を充填することにより、当該廃棄物埋設地の埋設が終了した後において当該廃棄物埋設地の安全機能を損なうおそれのある空隙が残らないように措置すること。	○	○
同上 第6号	安全機能を損なうおそれのある物質 廃棄物埋設地には、爆発性の物質、他の物質を著しく腐食させる物質その他の危険物であつて、当該物質の性質及び量に照らして、廃棄物埋設地の安全機能を損なうおそれのあるものを埋設しないこと。	★ 4-3(p.14)	
同上 第7号	土砂等による覆土 埋設が終了したピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地は、埋設した物及び廃棄物埋設地に設置された設備が容易に露出しないようにその表面が土砂等で覆われていること。	○	○
同上 第8号	施設の構造及び設備 廃棄物埋設施設は、・・・(中略)・・・法第五十一条の二第一項又は第五十一条の五第一項の許可を受けたところによる構造及び設備を有すること。	○	★ 4-4(p.14)

3. 廃棄体製作及び廃棄物埋設に関する課題の整理

(2) 「廃棄物埋設施設の技術上の基準」への適合方法

2) 埋設施設： 原子力機構特有の方法

番号	廃棄物種類	項目	課題 (発電所廃棄物と異なる方法を適用する理由)	対応の考え方(案)
4-1	全て	放射性物質の種類ごとの総放射エネルギー及び区画別放射エネルギー	多種多様な廃棄物を有するため、合理的に放射性物質の種類(重要核種)の選定を行う。	従来を選定方法に加え、基準線量と比較して十分に寄与の小さい核種を除外する方法を追加する。
4-2	ウラン系		ウラン系廃棄物を埋設する区画の大きさの検討を行う。	埋設施設の中でウランの放射能濃度の規制基準を満足する区画の大きさを設定する。
4-3	全て	安全機能を損なうおそれのある物質	安全機能を損なう化学物質の選定(基準量の設定を含む)を行う。	パーセントオーダーで含有する化学物質は含有量を確認し、埋設施設の安全機能への影響を評価し、影響に応じて基準値を設ける。
4-4	トレンチ処分対象	施設の構造及び設備	安定5品目以外の廃棄物をトレンチ埋設処分するための埋設施設設計を行うため。	廃棄物処理法の技術基準も考慮した遮水工を設置したトレンチ埋設施設を設ける。

- ① 技術基準への適合方法の詳細な意見交換に入る前に、基本的な考え方について齟齬が生じないように、最初に p.5~14 に示した各課題に対する「対応の考え方（案）」全般についてのご意見を伺いたいと考えている。
- ② 次のステップとして、各課題に対する詳細かつ具体的な対応について順次ご意見をいただきたい。
- ③ 次回以降に向けて、今後の意見交換の場（次回以降の勉強会、監視チーム会合に向けた面談、監視チーム会合）においてどのように進めていくか、予め調整したいと考えている。
 - ・ ご説明する内容の詳細度
 - ・ 意見交換の内容
 - ・ スケジュール等