

回収技術の高度化開発（その1）：回収技術の開発方針

（公財）原環センター 正会員 ○小林 正人，非会員 江守 稔

1. はじめに

2015年5月に改定された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」（以下「基本方針」という）において、高レベル放射性廃棄物の地層処分事業では、廃棄体が最終処分施設に搬入された後においても、安全な管理が合理的に継続される範囲内で、最終処分施設閉鎖までの間の廃棄体搬出の可能性（回収可能性）を確保することが要求されている¹⁾。この回収可能性を担保する技術の開発・整備について、資源エネルギー庁の事業として進められている。本報では、実施中の回収技術の開発についての方針を述べる。

1.1 技術開発の前提

基本方針で示された回収は、処分事業の可逆性（政策変更）を技術的に担保するものとの意味合い示されており、本技術開発は以下に示す前提の下で進めている。

- | | |
|--------------------------|--------------|
| ①廃棄体からの放射性物質の漏えいは生じていない | ⇒放射能汚染は考慮しない |
| ②定置済みの廃棄体を全量回収し別の処分方法へ変更 | ⇒部分回収は考慮しない |
| ③回収作業時の作業安全性が確保されている | ⇒処分坑道の空間安定性 |

これらは安全性に関わる作業中の意図せぬ状態を前提としていないが、例えば安全規制に対する是正措置としての回収など、回収技術そのものには共通部分がある。回収が必要となる場面や動機、回収シナリオなどの検討から技術的な要件の差分を抽出し、更なる改良や適用性の評価など、技術の拡張性も念頭に入れる。

1.2 回収作業工程と注力する部分

回収作業を実施する処分場の状態（回収可能性が維持された状態）は、坑道の開放／埋め戻し状態によって得失が相反する処分場の安全性と回収手順の複雑さ（容易性）の観点から、処分坑道が埋め戻され力学プラグが設置された状態の適用性が総合的に高いと評価されている²⁾。図1に2つの定置方式における回収可能性の維持状態と回収時の経路を模式的に示す。廃棄体回収時の主要作業は、処分孔縦置き方式では、①力学プラグ撤去、②処分坑道再開放、③オーバーパック周囲の緩衝材除去、④オーバーパックの搬出である。処分坑道横置き・PEM方式では、①力学プラグ撤去、②処分坑道の再開放（③PEM周囲の隙間充填材の除去を兼ねる）、④PEMの搬出である。これらの作業の中で、③に該当する廃棄体周囲の土質材料の除去技術は、他分野にはない地層処分に要求される固有の技術であり、廃棄体へ与える影響や回収作業の安全性等に留意した技術的実現性の提示が求められている。本技術開発では、一連の回収作業において中核的な技術となる緩衝材や隙間充填材を除去する技術から着手している。

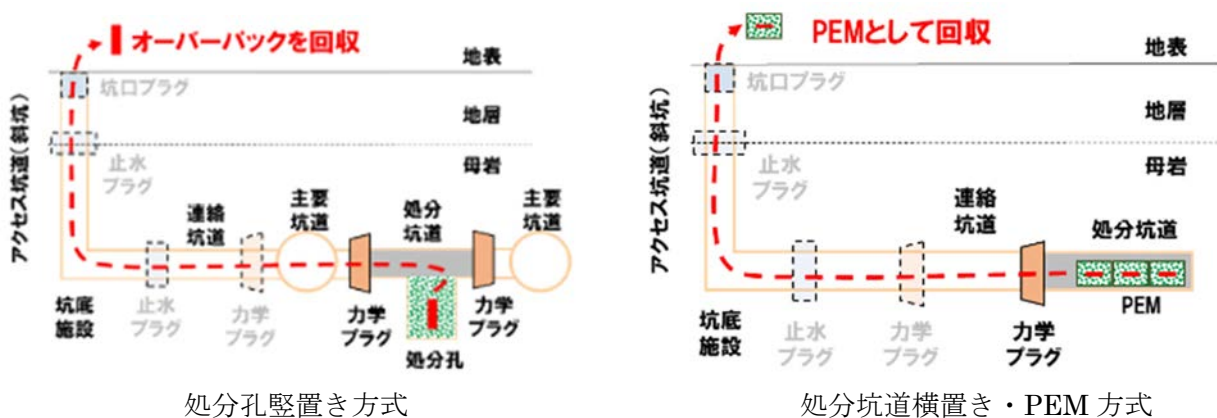


図1 回収可能性の維持状態と回収時の廃棄体の経路

キーワード 高レベル放射性廃棄物，地層処分，回収技術，土質材料の除去技術

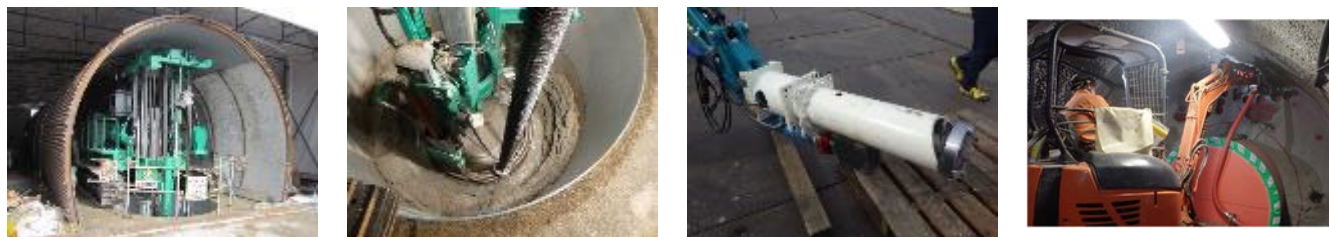
連絡先 〒104-0044 東京都中央区明石町6丁目4番ニチレイ明石町ビル12階 （公財）原環センター TRL03-6264-2111

2. 土質材料の除去技術の開発

除去技術の開発では、2つの定置方式に適用可能な技術の提示に向けて、回収時の様々な状態に対する技術の柔軟性の確保、回収作業に対する技術的選択枝の確保、遠隔操作や作業安全の確保などに留意し、地層処分事業や関連技術分野における開発動向も参照しつつ、前提条件や留意点を考慮して技術開発を進めた。

2.1 第一段階の技術開発：技術的実現性の提示

廃棄体周囲の土質材料の除去が可能な様々な技術³⁾から、流体的除去技術(湿式)と機械的除去技術(乾式)を選択し、それぞれ処分孔縦置き方式の緩衝材、処分坑道横置き・PEM方式の隙間充填材の除去技術としての整備を進め、定置された廃棄体を回収する(可搬な状態にする)ことの技術的実現性を示した(図2)。一方で、廃棄体1体を回収するための土質材料の除去に70時間程度要することが明らかになった。



(a) 処分孔縦置き方式(流体的除去)⁴⁾

(b) 処分坑道横置き・PEM方式(機械的除去)⁵⁾

図2 廃棄体周囲の土質材料の除去技術の整備状況

2.2 第二段階の技術開発：一定の期間内での回収の実現(※今フェーズにおける技術開発)

廃棄体1体あたり数十時間を要する除去作業は、回収作業全体の長期化、ひいては再開放した処分坑道の空間安定性などの作業安全の確保に対する不確実性の一因となる。実際の事業を見据えた技術開発においては、作業時間の短縮による作業安全上の不確実性の低減が重要であり、一定の期間内に回収作業が完了できることを技術的に示すことを目的とした第二段階の開発に着手した。目安となる除去時間は、建設・操業時の作業動線・換気経路の検討²⁾を踏襲し、「処分坑道の再開放」と「廃棄体の搬出」の2つの作業を別区画での同時かつ独立作業で実施すると仮定した場合の作業時間のバランスから設定した。設定した除去時間の達成が今フェーズの技術開発の目標であり、処分孔縦置き方式には流体除去技術である塩水ウォータージェット方式を、処分孔横置き方式には機械的除去技術である切削方式を選定して技術の高度化に着手した。

2.3 技術の柔軟性の確保

開発する除去技術の作業効率などに大きく影響する因子として、含水比の変化、隙間充填材の配合比や密度、混合される掘削ズリなどが挙げられる。これら土質材料の性状は、定置から回収までの時間経過、処分場の個々の構成要素の仕様に依存する。実際の回収作業時に適切な技術を選択できるように、技術の適用性の評価に資するデータを収集することも重要である。小型の要素試験でパラメータとして影響を把握し、実寸大の実証的試験で技術の適用性を確認するなど、段階的な技術開発計画を策定して取り組んでいる。

3. おわりに

現在先行的に検討が進められている2つの定置方式を対象として、土質材料の除去に対する流体的除去技術(湿式)と機械的除去技術(乾式)の2つの除去技術の高度化開発を実施している。今後、処分概念や施設設計、回収計画などを具体化する際の一助となるよう、事実に裏付けを持った技術の適用性を示していく。本報告は、経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和3年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業(JPJ007597)(回収可能性技術高度化開発)」の成果の一部を利用した。

参考文献 1)経済産業省:特性放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針,平成27年5月22日閣議決定。2)NUMO,包括的技術報告:わが国における安全な地層処分の実現—適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築—,NUMO-TR-2020-03,2021。3)例えば,Kalbantner, P. and Sjöblom, R. :Techniques for freeing deposited canisters Final report, SKB TR-00-15, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., 2000。4)原環センター:平成26年度地層処分技術調査等事業(地層処分回収技術高度化開発),2015。5)原環センター:平成31年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業(可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発)報告書,2020。