

ベントナイト系材料を対象とした機械的除去技術（オーガ方式）の整備

(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○白瀬 光泰
 (公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 小林 正人
 大成建設(株) 正会員 磯 さち恵
 大成建設(株) 正会員 本島 貴之

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業において、廃棄物が定置された後に生じる周辺の隙間に対し、掘削土にベントナイト系材料を混合した埋め戻し材（充填材）を用いて充填することが検討されており¹⁾、これまで、経済産業省からの委託事業「地層処分技術調査等事業 可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発」の中で、処分坑道横置き・PEM方式を対象に2つの隙間充填方式（技術）の検討・整備を進めてきた。2018年度は深度300m以深の地下坑道において、PEM定置後の上部開放部に対する吹付け方式による充填、下部狭隘部に対するペレット方式による充填の双方の技術に係る実証試験を実施した（図1、表1）。

一方、特定放射性廃棄物が最終処分施設に搬入された後において、安全な管理が合理的に継続される範囲内で、処分施設の最終閉鎖までの間の廃棄体の搬出の可能性（回収可能性）を確保することが求められている²⁾。そのため、PEM周辺にベントナイト系材料を混合した充填材が充填されている条件下で、PEM容器を傷つけずに充填材を除去する技術が必要となる。2019年度に実施する深度300m以深の地下坑道での充填材を対象とした除去実証試験に向け、製作した機械的除去装置（オーガ方式）を用いた充填材の除去に係る要素試験を行い、技術の整備に資するデータを取得した。

2. 充填材除去の目的と概念的手順

PEM周辺の充填材除去の目的は、1) 回収の対象物と周辺の縁切り（PEM-坑道間に施工された充填材を除去し、坑道内でPEMを搬送可能な状態とする）、2) 回収装置が要求する動作環境の実現（PEMを坑道外へ搬出するための回収装置の作業空間・走行路面などの環境を整える）となる。これら2つの目的を鑑みた除去技術の適用手順に対し（図2）、本委託事業では「ほぐし」～「積込み」までの連続的な作業を想定した除去技術の選定を行い、技術の整備・実証試験を実施している。

3. 機械的除去技術の対象とする充填材と技術の選定

機械的除去技術の対象とする充填材は、図1に示した上部開放部の吹付けによるベントナイト混合土である。上部開放部は比較的大きな断面であり多量の充填材を除去する必要があるため、効率よく除去可能な機械的除去技術として、これまでの検討によりオーガ方式を選定した³⁾（表2）。また、オーガ方式による除去

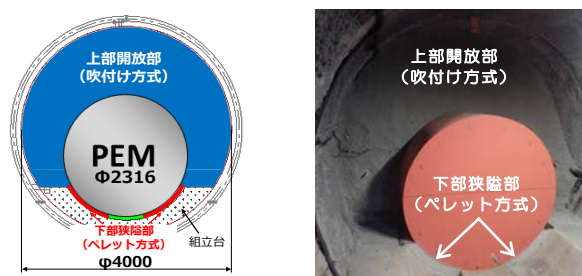


図1 実証試験の状況

左；充填箇所図 右；充填後の原位置

表1 充填箇所の仕様（除去試験の対象物の仕様）

	配合比※1	乾燥密度	含水比
上部開放部	ベントナイト ：ケイ砂=50:50	1.66 Mg/m ³ ※2	17%
下部狭隘部	ベントナイト ペレット	左 1.378 Mg/m ³ ※3 右 1.401 Mg/m ³ ※3	6.5%

※1；乾燥重量比

※2；コアサンプルより算出

※3；充填容積と充填重量より算出

○除去の概念的手順

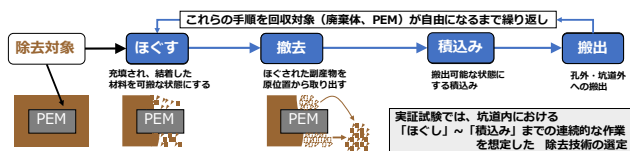


図2 除去技術の概念的手順

キーワード 高レベル放射性廃棄物、ベントナイト、機械的除去技術、オーガ、回収可能性

連絡先 〒104 東京都中央区明石町6番4号ニチレイ明石町ビル12階 原環センター TEL:03-6264-2111

技術は、処分坑道横置き・PEM方式の概念に対し、アースオーガの挙動が処分坑道長手方向のみとなることから、PEMに接触して損傷させるという潜在的な危険性を低減できる点も他の技術に利すると考えられる。上部開放部の充填材と同等の材料に対し、オーガによる予備的な切削要素試験を実施した結果、切削物はフレック状となること（図3）から、坑道内という狭隘な作業空間における連続的な切削物の捕集方法として、真空ポンプによる吸引方式を選定した。

4. 地上試験ヤードにおける要素試験

上部開放部の充填材料と同仕様の供試体（乾燥密度 1.6Mg/m^3 ，含水比 16%）を鋼製枠内に準備し、要素試験を実施した。供試体の寸法は $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.7\text{m}$ である。

製作したオーガ方式によるアタッチメントを図4に、アタッチメントをバックホウに装着した機械的除去装置の全景を図5に示す。要素試験では、製作した装置による切削・吸引捕集の可否、1孔あたりの切削量・時間、連続的な切削の状態等を確認した。図6に地上要素試験結果を抜粋して示す。供試体の中央部の切削・捕集（直径 200mm・深さ 300mm，切削量 0.006m^3 ）に対し、50秒での切削・捕集が可能であった。連続的な除去においても、オーガ内・吸引ホース内の閉塞は発生せず、良好な除去が可能であった。一方で、所定の位置にオーガアタッチメントを合わせるバックホウの操作等に時間を要し操作技術の習熟が必要であった。

5. まとめ

ベントナイト系材料を混合した充填材を対象とした機械的除去技術（オーガ方式）について、地上での要素試験を実施し、技術の適用の見通しを得た。なお、地下での実証試験に向けて、狭隘な空間における操作性の向上や、除去対象の充填材を高含水比とした場合の本技術の適用性等に関するデータの取得や装置の改良は、今後の課題である。今後、深度 300m 以深の地下坑道における隙間充填材の機械式除去試験に向けて、本技術の整備を進めていく。

本報告は、経済産業省からの委託事業「平成 30 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る技術開発事業（可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）」の成果の一部である⁴⁾。

参考文献:1) 原子力発電環境整備機構，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—（レビュー版）【本編・付属書】，NUMO-TR-2018-03，2018。2) 経済産業省：特性放射性廃棄物の最終処分に係る基本方針，平成 27 年 5 月 22 日 閣議決定。3) 原環センター，平成 29 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る技術開発事業（可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）報告書（第 2 分冊），2018。4) 同上、平成 30 年度報告書（第 2 分冊），2019。

表 2 機械的除去技術の評価・選定³⁾

技術名	隙間充填材の除去に対する長所・短所	評価
バケット	バケット内に粘土分が付着し、除去力が低下、大きな作業範囲が必要	△
ブレーカ	柔らかい除去対象物に穴が開くのみで、ほぐす効果は小さい	×
シングルヘッダ	ヘッダに粘土分が付着し、除去力が低下	△
オーガ	オーガスクリーパーの回転による掘り出しと撤去の効果がみ込める	○

・実証試験の作業空間でバックホウのブーム先端にアタッチメントを取付けた作業を想定し、多量の充填材を効率よく除去する技術を選定



図 3 オーガによる予備切削試験

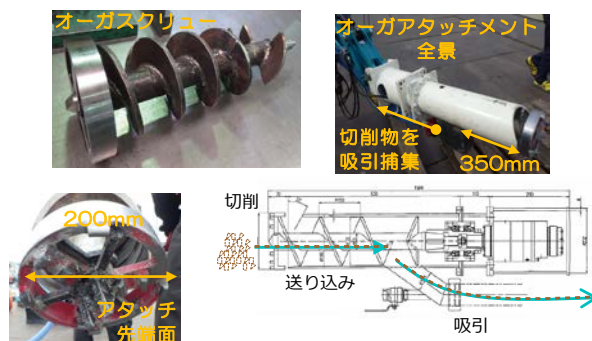


図 4 製作したオーガアタッチメント



図 5 地上要素試験 機械的除去装置

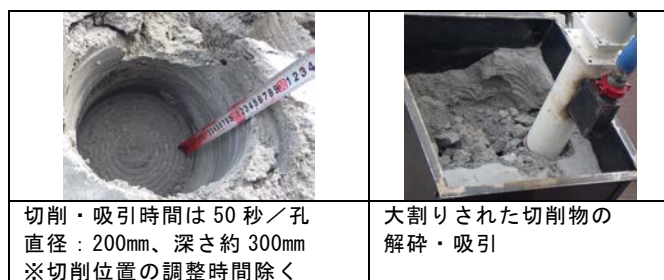


図 6 地上要素試験結果(一部)