

回収技術の高度化検討（その4）：隙間充填材の乾式除去技術の整備

大成建設(株)原子力本部 正会員 ○小野 誠 正会員 白瀬 光泰
 大成建設(株)土木本部機械部 正会員 白井 俊明 正会員 田村 憲
 (公財)原環センター 正会員 小林 正人 正会員 八木 啓介

1. はじめに

処分坑道横置き・PEM方式の隙間充填材を対象とした機械的除去技術（乾式）の開発においては、半固体状～塑性状の隙間充填材（ベントナイト混合土）を解砕・排土する際の付着や閉塞に伴う作業効率の低下に対する対応が重要課題である。本稿では、粘土系材料の性質の違いが及ぼす影響の把握と、除去装置の設計に資する知見を得るために実施した切削・排土試験について報告する。

2. 切削方式に関する検討

2. 1. 試験対象とする切削方式

ベントナイト混合土を乾式解砕する方式として、「固定断面方式：切削機械の回転軸の軸方向に切削し、装置の進行方向と同一に固定された断面を切削する」と、「自由断面方式：切削機械の回転軸の円周方向で切削し、装置の進行方向とは異なる方向に自由に動きながら断面を切削する」を選択した。

2. 2. 切削機構に関する要素試験

選択した2方式に対して、切削量を定量的に評価する要素試験を実施した。試験装置はベースマシンの進行を油圧ジャッキの伸縮で模擬し、先端にアタッチメントを取り付けたもので、図1に示すように一次元的な動きをする。「自由断面方式」では軟岩掘削用の小型切削機械を使用した。粘土系材料の性質の違いが切削挙動に及ぼす影響を把握するため、ベントナイト混合土の配合割合は30%、50%、70%の3通り、隙間充填材のレファレンスである50%¹⁾については、含水比16% ($I_c=1.01$)と含水比22% ($I_c=0.99$)の塑性限界を跨ぐ2パターンの含水比を設定した。供試体は転圧締固めにより作製した。

要素試験の結果、試験装置が切削不能となるような大きな負荷はどの配合割合、含水比でも生じなかった。一方、解砕により発生する除去生成物の形状は含水比の影響を大きく受けた。「固定断面方式」では瓦状の大きな塊となった一方で、「自由断面方式」では、低含水比の場合は数mm程度の大きさの粘り気のない粒であり、高含水比の場合は数cm程度の塊状であった。この結果より、排土への適用性も踏まえた実用化を考え、「自由断面方式」を除去装置の切削機構に選定した。これら除去生成物は、積み重なると再団粒化し、塊ごとの重量が増すため、続く排土方式では留意が必要である。

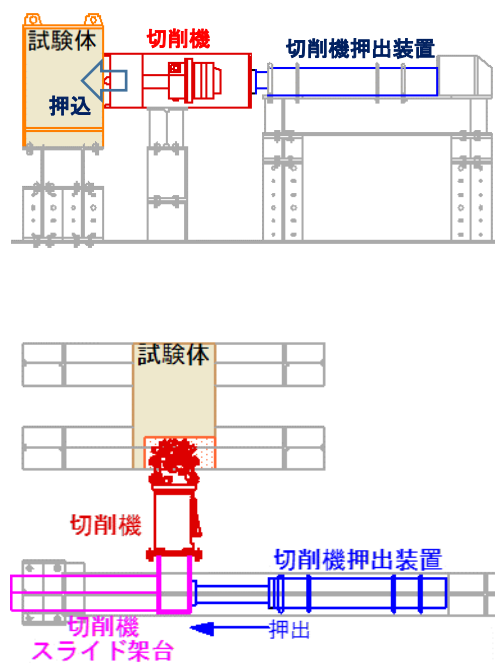


図1 切削装置概念図

(上：固定断面方式，下：自由断面方式)

キーワード 放射性廃棄物処分，回収可能性，横置き・PEM方式，乾式除去技術，装置開発

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社原子力本部 TEL：03-5381-5315

3. 排土方式に関する検討

3. 1. 吸引装置の適用性に関する要素試験

過年度の除去試験で製作したカッターヘッドで切削しスクリーコンベアで切削屑を後方に送る装置では、除去生成物が管内を送られる間に再団粒化し閉塞する現象が発生した(図2参照)り。そこで、除去生成物を再団粒化させずに排土する方法として、切削直後の吸引方式を試行した。吸引試験の結果、高含水比の数 cm 径の除去生成物に対しても、公称能力 $9 \text{ m}^3/\text{h}$ のバキュームポンプを用い、5 インチの主配管で吸引できることを確認した。また、吸引口の開口部を適度に絞り、吸引する空気の流速を確保することも有効であった(図3参照)。ただし、除去生成物が吸引されるのは、吸引口に極めて近い位置であったため、切削により発生・飛散した除去生成物を効率よく吸引口に集める必要がある。

3. 2. 切削機構と排土機構の配置に係る検討

切削による除去生成物の飛散する方向は切削機構の回転方向と移動方向によって異なる。そこで、切削装置の回転方向と排土機構の関係を把握するため、切削機構の直後に排土のための吸引装置を組み合わせた一次元的な切削排土試験を実施した。

切削面に対して、下から上に切削刃が当たり、上方に除去生成物が飛散するケース(ここではアップカットと称する)では、吸引口アタッチメントの手前に降り注ぐ形で除去生成物が堆積し、吸引口から比較的離れた位置で吸引されず徐々に団塊化して閉塞を引き起こし、排土不能となった(図4参照)。一方、切削面に対して、上から下に切削刃が当たり、下方から除去生成物が飛散するケース(ここではダウンカットと称する)では、除去生成物が飛散する延長線上に吸引口が位置するため、直接吸引口近傍まで達することも多く、比較的スムーズに吸引された(図5参照)。このような配置であれば、切削と吸引を同時に行う機械的除去が成り立つ可能性が示唆されたと言える。

これまでの一次元的な試験により、切削時の回転方向に対する吸引位置が機械的除去では重要であることが示された。しかし、実際の隙間充填材除去は PEM を含む処分坑道断面を面的に切削しなければならない。すなわち、今回実施した左右方向だけでなく、上下方向の切削も考慮しなければならない。切削装置と切削面の位置関係の変化や、重力の作用等も考慮した切削パターンを検討する必要がある。今後は、面状に切削する装置と切削直後に排土する装置について、それぞれの具体化および実証試験の実施を進めていく予定である。

4. まとめと今後の課題

これまでの一次元的な試験により、切削時の回転方向に対する吸引位置が機械的除去では重要であることが示された。しかし、実際の隙間充填材除去は PEM を含む処分坑道断面を面的に切削しなければならない。すなわち、今回実施した左右方向だけでなく、上下方向の切削も考慮しなければならない。切削装置と切削面の位置関係の変化や、重力の作用等も考慮した切削パターンを検討する必要がある。今後は、面状に切削する装置と切削直後に排土する装置について、それぞれの具体化および実証試験の実施を進めていく予定である。

※本研究は、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)」の成果の一部である。

参考文献

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.



図2 過年度のスクリーコンベアの閉塞状況



図3 吸引能力確認状況



図4 アップカットの吸引結果

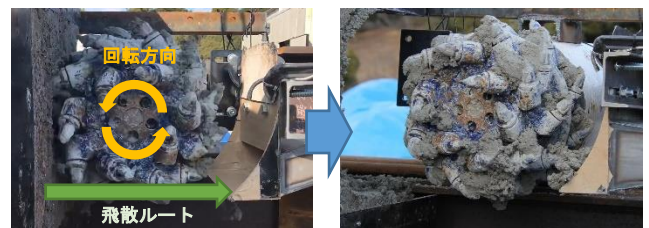


図5 ダウンカットの吸引結果