

スクリーフィーダーによる地層処分施設の坑道埋め戻しにおける材料分離の抑制方法の検討

(株)大林組 正会員 ○森 拓雄 正会員 森岩 寛稀
正会員 高松 亮佑 正会員 深谷 正明 森野 弘之
(公財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 阿部 孝行 川久保 政洋 正会員 神徳 敬

1. はじめに

地層処分施設で建設や作業時に使用された坑道は、卓越した地下水の流動経路にならないようベントナイト混合土で埋め戻すことが計画されている。埋戻し材には母岩の平均的な透水係数の 10 倍以下が求められており¹⁾、現在、施工方法に関する技術開発が進められている^{2),3)}。筆者らはスクリーフィーダー（以下「スクリー」と称す）を用いて礫分を含む混合土で坑道を埋め戻す方法を検討している。これまでにスクリー 1 本で充填した埋戻し材の品質や坑道天端及び狭隘部に対する充填性を確認し、埋戻し施工技術としての適用性の見通しが得られているが、局所的に材料分離が生じる箇所があることを確認している⁴⁾。今回、材料分離に影響を及ぼす要因について実験的に検討するために、埋戻し材の最大粒径及びスクリーの高さと土槽の幅をパラメータとした充填実験を行い、充填後の埋戻し材の均質性について調査した。

2. 埋戻し材の配合および実験パラメータ

表-1 に埋戻し材の配合を示す。最大粒径 20 mm の礫分および最大粒径 5 mm の砕砂とベントナイトを乾燥質量比で 15%を混合する配合 A（含水比 1.9%）と、砕砂とベントナイトを混合する配合 B（含水比 2.3%）の 2 種類を用意した。配合 A の最大乾燥密度は 1.89 Mg/m³（JIS A 1210, A-c 法）、透水係数は 5.4×10⁻⁹ m/s（締固め度 80%、蒸留水）であった。また、配合 B の最大乾燥密度は 1.80 Mg/m³、透水係数は 7.4×10⁻⁹ m/s（同 80%）で配合 A と比較して乾燥密度は小さいが透水係数は同等であった。図-1 に充填実験装置の全景および模擬土槽とスクリーの位置関係を表す断面図を示す。また、表-2 に実験パラメータを示す。スクリー高さを 0.65 m と 1.20 m に、土槽幅は 0.90 m と 1.20 m に変化させて、土槽に埋戻し材を充填した。充填後、土槽側部両側のサンプリング窓より試料を採取し、土の粒度試験（JIS A 1204）で材料の均質性を評価した。

3. 充填実験結果

図-2 に基本ケース（Case1）となる最大粒径 20 mm、スクリー高さ 1.20 m、土槽幅 1.20 m における充填実験前後の埋戻し材の粒度分布を示す。スクリーは土槽に向かって左回転で、埋戻し材は右側が高く堆積する傾向がみられた。その結果、埋戻し材が斜面を下り落ちる距離

表-1 埋戻し材の配合

母材	仕様	含水比 (%)	配合 (%) [※]	
			A	B
粉体ベントナイト	山形産, クニケル V1	10.0	15	15
礫	2005	高橋産, JIS A 5005	0.3	20
	1005	〃	0.4	40
砕砂	〃	0.9	25	85

※乾燥質量比

表-2 実験パラメータ

Case	配合	スクリー高さ (m)	土槽幅 (m)
1	A	1.20	1.20
2	B	0.65	1.20
3-1	A	1.20	0.90
3-2	A	0.65	1.20

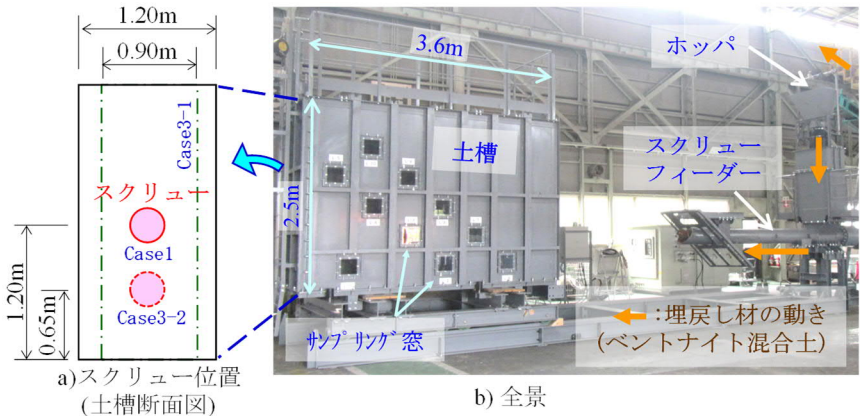


図-1 充填実験装置およびスクリー位置

キーワード 放射性廃棄物処分, ベントナイト混合土, スクリーフィーダー, 乾燥密度, 透水係数
連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所地盤技術研究部 TEL 050-3828-3490

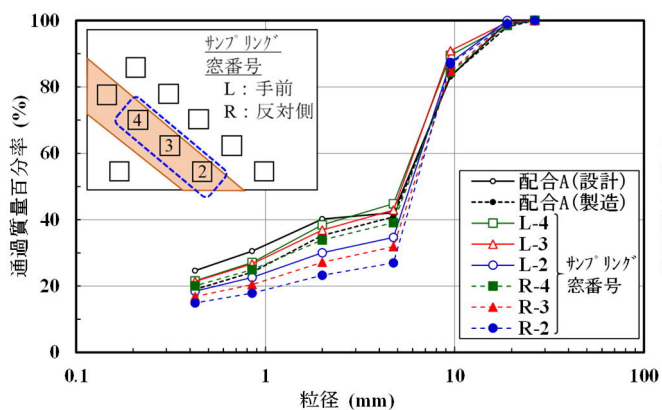


図-2 埋戻し材の粒度分布:Case1(配合 A)
最大粒径 20mm, スクリュー高さ 1.20m, 土槽幅 1.20m

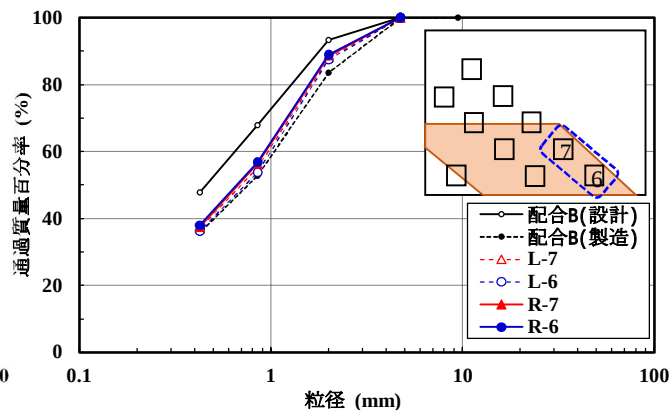


図-3 埋戻し材の粒度分布:Case2(配合 B)
最大粒径 5mm, スクリュー高さ 0.65m, 土槽幅 1.20m

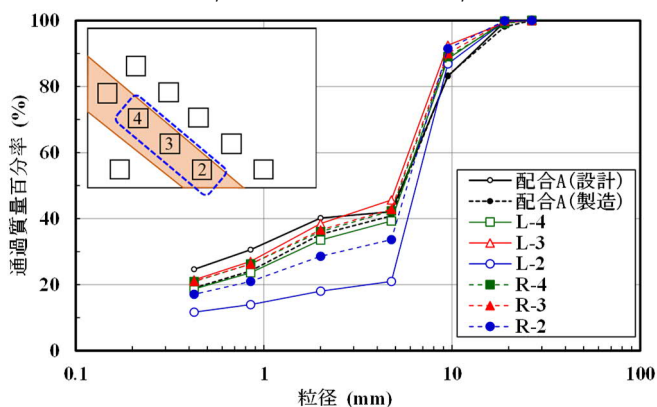


図-4 埋戻し材の粒度分布:Case3-1(配合 A)
最大粒径 20mm, スクリュー高さ 1.20m, 土槽幅 0.90m

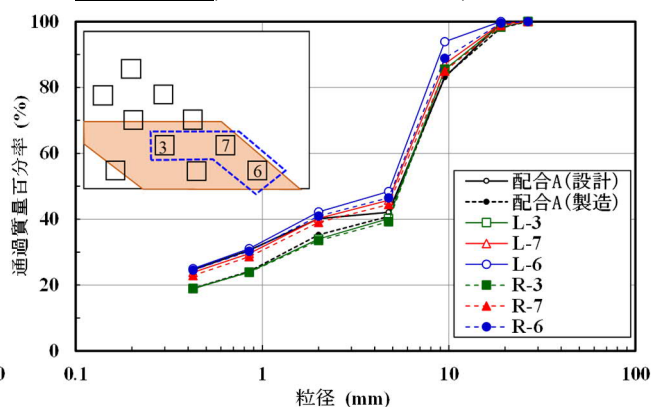


図-5 埋戻し材の粒度分布:Case3-2(配合 A)
最大粒径 20mm, スクリュー高さ 0.65m, 土槽幅 1.20m

が長くなり、土槽右側かつ下部に粗粒分が集まったと考えられる。

1)埋戻し材の最大粒径の影響(Case2) : 図-3 に最大粒径 5 mm の結果を示す。充填前後の埋戻し材の粒度分布の差が小さいことから、最大粒径 5 mm 程度の埋戻し材ならば均質な充填が行えることがわかる。充填実験後、埋め戻した領域の 3D 画像撮影による形状計測を行い、充填質量から求めたかさ密度は 1.41 Mg/m^3 (締固め度 78%) であり、透水係数としては $5.4 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ 程度が得られるものと考えられる。

2)スクリー高さと土槽幅(Case3) : 図-4 に Case3-1 (最大粒径 20 mm, スクリュー高さ 1.20 m, 土槽幅 0.90 m) の結果を示す。基本ケース (Case1) と比較して土槽左側かつ下部に粗粒分が集まる傾向が見られた。土槽幅が狭い場合、スクリーの回転による力で埋戻し材が土槽側面に当たることにより材料分離が生じたと考えられる。一方、図-5 に示すようにスクリーの位置を低くした Case3-2 では、充填前後における粒度分布の差は小さく、材料分離が抑制される傾向にあった。これは、充填中に埋戻し材が斜面を下り落ちる距離が短いためと考えられる。

4. まとめ

スクリー工法による埋戻し材の充填時の材料分離に影響を及ぼす要因について実験的に検討した結果、材料の最大粒径を小さくすること、スクリーの鉛直方向のピッチを狭くすることが埋戻し材の分離の抑制に寄与することが明らかになった。今後も、複数本のスクリーの相互作用などを検討して、埋戻し材の施工技術オプションの一つとしてのスクリー工法の適用性を確認していく予定である。

※ 本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業「令和 4 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】(地層処分施設閉鎖技術確証試験)」の成果の一部である。

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, 2021. 2)伊藤ら：模擬坑道における埋め戻し材の転圧施工試験, 土木学会第 77 回年次学術講演会, CS12-16, 2022. 3)磯ら：埋め戻し材ブロックにおける自己シール性評価, 土木学会第 77 回年次学術講演会, CS12-10, 2022. 4)森ら：放射性廃棄物処分場の坑道天端を模擬したスクリーフィーダーによる実規模埋め戻し実験, 土木学会第 77 回年次学術講演会, CS12-18, 2022.