

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

(株)大林組 正会員 ○森 拓雄 正会員 丹生屋 純夫

森野 弘之 正会員 森岩 寛稀

(公財)原子力環境整備促進・資金管理センター 川久保 政洋 正会員 深谷 正明

1. はじめに

放射性廃棄物処分場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。「包括的技術報告書」では、埋め戻し材には母岩の平均的な透水係数の10倍以下(現状での暫定値： $1.0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$)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)を用いて混合土で坑道を埋め戻す方法の開発を進めており、これまでにスクリー1本を用いた埋め戻し材の充填実験で基本性能を調査(以下「基本性能実験」と称す)した⁴⁾。今回、坑道天端における充填性能を確認するために、坑道天端を模擬した土槽を対象として2本のスクリーで埋め戻す実規模実験を行った。埋め戻し後、未充填箇所の有無や埋め戻し材のかさ密度などを調査した。

2. 埋め戻し材

1)使用材料および配合：表-1に使用した材料および配合を示す。基本性能実験と同様にベントナイトの配合は乾燥質量比で15%とした。基本性能実験では、ベントナイト原鉱石破砕品を使用した⁴⁾が、スクリー管内での材料破砕により粒度分布が変化する可能性を排除するため、今回の実験では原鉱石破砕品を用いなかった⁴⁾。

2)締固め特性および水理特性：混合土の突固めによる土の締固め試験(JIS A 1210, A-c法)で、最大乾燥密度 1.94 Mg/m^3 を得た。基本性能実験では、充填後の埋め戻し材のかさ密度が最大乾燥密度の85%程度であったことから、表-2に示す3つの締固め度の供試体を作製して透水試験を実施した。その結果、表-2および図-1に示すように締固め度80%で透水係数 $7.08 \times 10^{-11} \text{ m/s}$ が得られた。基本性能実験の材料に比べて透水係数が小さくなった要因としては、碎石1005を混合したことや粉体ベントナイトのみを使用したことが考えられる。

3. スクリーフィーダーによる充填実験

1)充填装置および坑道天端模擬土槽：使用したスクリーおよび土槽の概略図を図-2に示す。搬送能力を目標 $4.23 \text{ m}^3/\text{h}$ (約 $7,340 \text{ kg/h}$)とし、基本性能実験と同じ直径300mmのスクリーを2本準備した。2本のスクリーを同じ高さに配置し架台に固定した。埋め戻しの進行とともに、架台(装置全体)を後退させた。坑道天端を模擬した土槽は、幅 2.50 m × 高さ 1.25 m (頂上部) × 奥行 3.50 m の鋼製で、天端及び側面にアクリル製の観察窓を設けた。観察窓は取り外しが可能であり、ここからサンプリングも行った。

表-1 埋め戻し材の配合

母材	仕様	配合※ %	含水比 %
粉体ベントナイト	山形産,ケケルV1	15	8.9
礫	2005	20	0.9
	1005	40	0.2
砕砂	〃	25	0.9

※乾燥質量比

表-2 埋め戻し材の水理特性

締固め度 %	乾燥密度 Mg/m^3	有効粘土密度 Mg/m^3	透水係数 m/s
100	1.94	0.74	3.64×10^{-11}
90	1.75	0.58	4.24×10^{-11}
80	1.55	0.45	7.08×10^{-11}

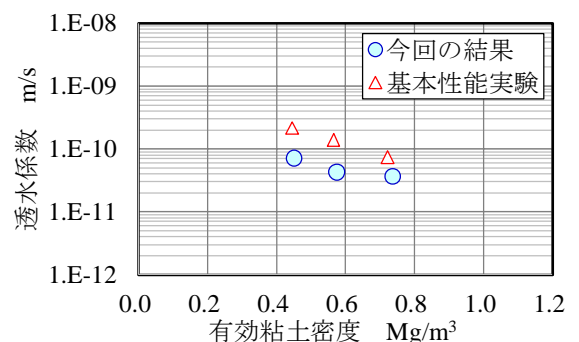


図-1 埋め戻し材の水理特性

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, 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 TEL042-495-1015

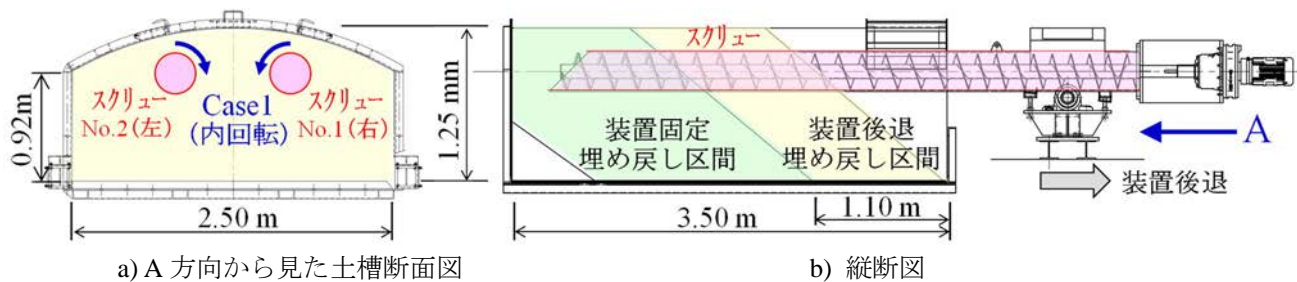


図-2 スクリューフィーダーおよび天端模擬土槽の概略図

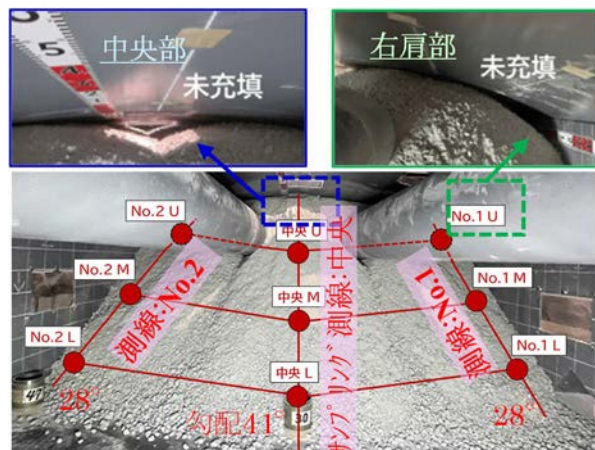


図-3 埋め戻し後の状況とサンプリング位置

2) 充填実験概要：表-1 に示した配合で約 12t の埋め戻し材を製造し，左右 2 本のスクリーンの回転方向をパラメータとして 2 回の充填実験を行った．図-2 a) に示すスクリーン No.1 が左回転，No.2 が右回転を Case1 とした．Case2 では左右のスクリーンの回転方向を逆にした．埋め戻し後，表面の形状計測により求めた埋め戻し材の体積と全体の投入質量から埋め戻し材のかさ密度を求めた．また図-3 の●(赤) の位置でサンプリングを行い，粒度試験を実施した．

3) 実験結果：埋め戻し後には図-3 に示すような状態で埋め戻し材が堆積し，斜面の勾配は概ね 28°～41°であった．天端の状況(図-3 上)は，Case1 では左右の肩部に，Case2 では中央に未充填の部分が生じる傾向が見られた．埋め戻し材全体のかさ密度は 1.67 Mg/m³ であり，最大乾燥密度の約 87% で基本性能実験とほぼ同等であった．表面からサンプリングした埋め戻し材の粒度分布を図-4 に示す．サンプリング測線の中央では充填前の粒度分布が保たれていたが，測線 No.2 の下(左側壁の下部)では細粒分が少ないことから，材料分離が生じたことがわかる．この材料分離の傾向は Case1,2 と同様であった．

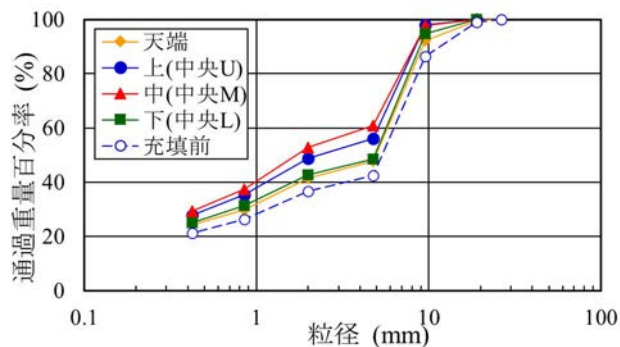
4. まとめ

坑道天端を模擬した土槽に 2 本のスクリーンで混合土を充填した結果，埋め戻し材全体としては，所定のかさ密度を満たすことを確認した．ただし，未充填が発生した天端部や肩部，礫分の多い底板部など，水みちとなり得る箇所が生じる可能性も示唆された．今後も，充填性の向上や材料分離の抑制方法などを検討して，埋め戻し材の施工技術オプションの一つとしてのスクリーン工法の適用性を確認していく予定である．

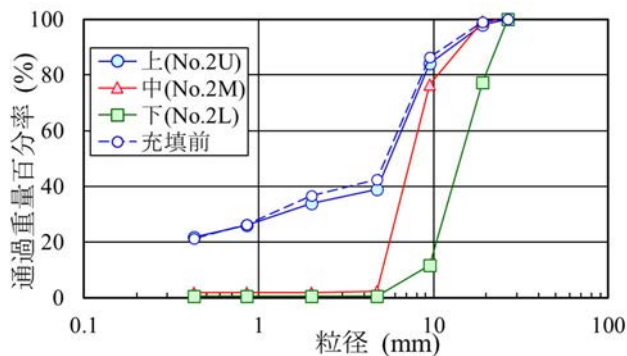
※ 本報告は，経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業「令和 3 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業【JPJ007597】(地層処分施設閉鎖技術確証試験)」の成果の一部である．

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) 山田ら：模擬坑道を対象とした地層処分場の埋め戻し材の転圧施工試験, 土木学会第 76 回年次学術講演会, CS12-39, 2021. 3) 白瀬ら：埋め戻し材ブロックに関する静的締固め試験, 土木学会第 76 回年次学術講演会, CS12-22, 2021. 4) 森ら：スクリーンフィーダーによる地層処分場坑道埋め戻し技術の開発, 土木学会第 76 回年次学術講演会, CS125-40, 2021.



a) サンプリング測線：中央



b) サンプリング測線：No.2

図-4 埋め戻し材の粒度分布: Case1