

スクリーフィーダーによる地層処分場坑道埋め戻し技術の開発

(株)大林組 正会員 ○森 拓雄 正会員 丹生屋 純夫 森野 弘之
 (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

高レベル放射性廃棄物の最終処分地選定のため文献調査が開始されるとともに、閉鎖技術に関する技術開発も進められている¹⁾²⁾。建設や作業時に使用される坑道は、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計画で、「包括的技術報告書」では概ね地質環境モデル母岩の最も低い透水係数($2.0 \times 10^{-9} \text{m/s}$)相当以下が求められている¹⁾。これまで筆者らはPEM(Prefabricated Engineered barrier system Module)と処分坑道の隙間にベントナイトペレットをスクリーフィーダーで充填する技術の開発を行ってきた³⁾。今回その技術を活用し、ベントナイト混合土で坑道を埋め戻す方法の検討を行った。礫分を含む混合土の搬送が可能なスクリーフィーダー1本を設計・製作し、土槽に充填する実験で基本性能を調査した。

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。淡水条件で所定の透水係数を満たす有効粘土密度を 0.28Mg/m^3 と仮定し、ベントナイトの配合を乾燥質量比15%とした⁴⁾。さらに図-1に示すFuller曲線に近づくよう最大粒径20mmの礫と砕砂の配合を決定した⁵⁾。

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)を実施し、最大乾燥密度 1.93Mg/m^3 を得た。スクリーフィーダーによる充填後のベントナイト混合土の密度が、締固め度 $Dr=80\%$ 以上で、かつ100%以下になると予測し、表-2に示す3つの締固め度の透水試験を実施した。その結果、締固め度80%でも透水係数 $2.14 \times 10^{-10} \text{m/s}$ が得られた。

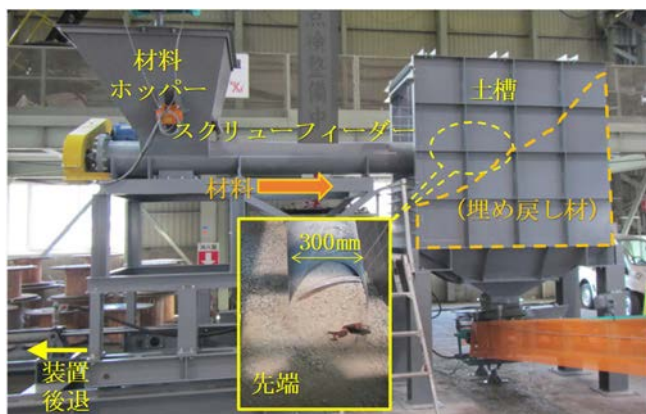


図-2 スクリューフィーダー全景

表-1 埋め戻し材の配合

母材	仕様	配合※ %	含水比 %
ベント ナイト	粉体	山形産,ケゲルV1	5
	原鉱石10mm以下	山形産,ケゲルGX	10
礫	2005	赤徳産,JIS A 5005	40
砕砂		〃	45

※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	1.93	0.72	7.38×10^{-11}
90	1.74	0.57	1.40×10^{-10}
80	1.54	0.45	2.14×10^{-10}

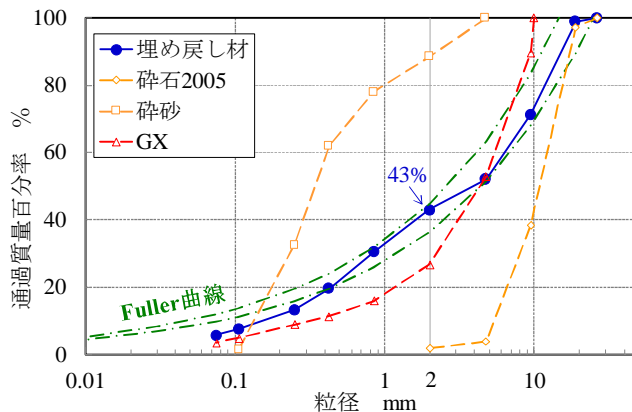


図-1 母材および埋め戻し材の粒度特性

表-3 スクリューフィーダーの仕様

項目	値
スクリー全長	4.75 m
スクリー直径	300 mm
スクリーピッチ	190 mm
回転速度制御範囲	5~10 rpm

キーワード 放射性廃棄物処分, ベントナイト混合土, スクリューフィーダー, 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

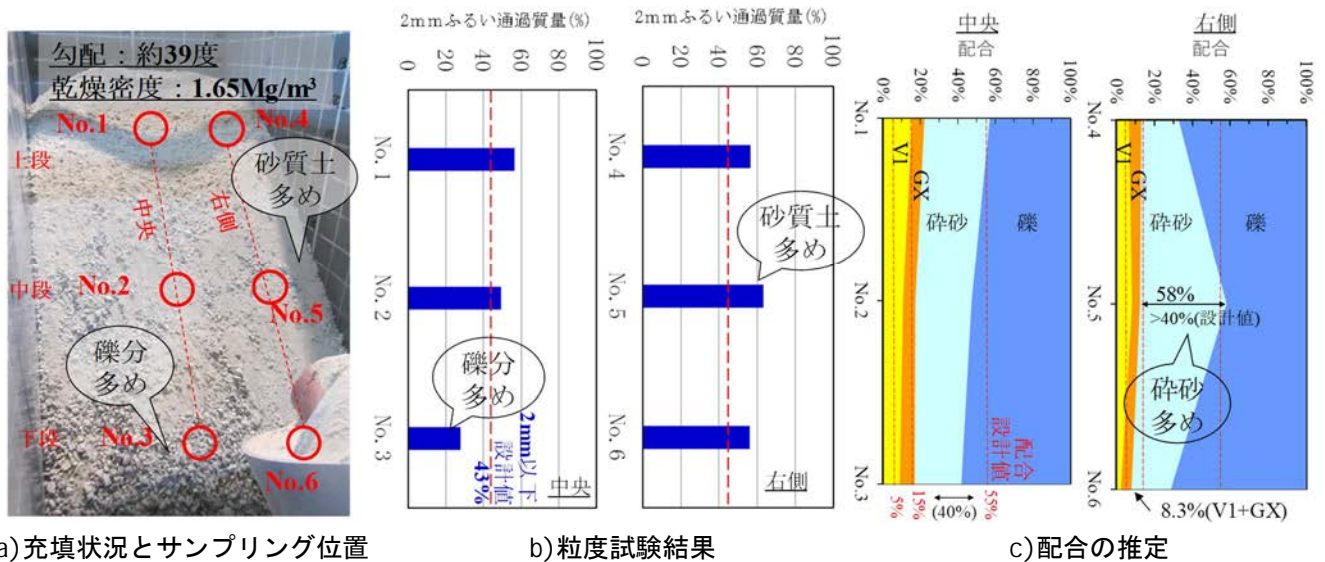


図-3 ベントナイト混合土充填結果：スクリー回転数 5rpm

3. スクリューフィーダーによる充填

1) **充填装置の仕様**：使用したスクリーフィーダーを図-2に、その仕様を表-3に示す。最大粒径 20mm の礫が搬送可能となるようにスクリー直径を 300mm で設計した。また実施工での施工速度 52.0m³/h(出来形)、スクリー本数 12 本などの条件設定を行い、スクリー1本の搬送能力を目標 4.33m³/h (6,200kg/h)とした。充填状況に応じて一定速度で装置全体が後退できる機構を設けた。

2) **充填試験概要**：礫および砕砂は表乾状態で、ベントナイトは工場出荷時のまま、表-1に示す配合で約 3t の埋め戻し材を製造した。製造した材料を図-2に示すスクリーフィーダーで土槽に充填し、充填形状、密度、品質などを調査した。スクリー回転数は 5, 7.5, 10rpm として計 3 回の充填実験を行った。

3) **結果**：図-3 a)に回転数 5rpm で充填した土槽内の状況を示す。勾配約 39 度で堆積し、充填形状と充填した質量から求めた乾燥密度は 1.65 Mg/m³で最大乾燥密度の約 85%であった。スクリー回転数が 7.5, 10rpm の場合もほぼ同様の値であった。充填完了後、図-3a)に示す 6 か所で約 1.8kg のサンプリングを行い、粒度試験を行った。粒度試験では、ベントナイト原鉱石の乾燥ひび割れが危惧されるため、試料を乾燥させずにふるい分けを行った。その後、各粒度の含水比を測定し、乾燥質量で整理した。図-3 b)に 2mm ふるい通過質量を示す。No.3 は礫分が多く No.5 は砂質土が多いなど図-3 a)の状況と結果が一致した。図-3 c)は各粒度の含水比から材料割合を推定したものである。No.5 の砂質土の内訳は砕砂が多いことや壁際でベントナイトが少なめであることが分かる。No.1~6 のベントナイト含有率の平均値は 15.0%で、最も少ない No.6 の含有率 8.3%でも有効粘土密度は 0.33Mg/m³(乾燥密度 1.65 Mg/m³と仮定)で、所定の透水係数を満足すると推定される⁴⁾。

4. まとめ

1本のスクリーフィーダーでベントナイト混合土を土槽に充填した結果、多少のばらつきは見られるものの埋め戻し材として所定の品質を満たすことを確認した。今後は、均一性向上のための材料や施工法の開発に努めるとともに、複数のスクリーを用いた場合の複合的な施工特性について調査を行いたい。

※ 本報告は、経済産業省からの委託事業「令和2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（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)小栗ら：撒き出し・転圧工法による坑道の埋め戻しに関する小規模施工試験，土木学会第 75 回年次学術講演会，CS12-25，2020。 3)森ら：ベントナイトペレットによる PEM 隙間充填技術の実規模実証試験，土木学会第 74 回年次学術講演会，VII-137，2019。 4)核燃料サイクル開発機構：TRU 廃棄物処分技術検討書—第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ，JNC-TY1400 2005-002，第 3 章，pp.14, 2005。 5)Garitte, B. et al.: Requirements, manufacturing and QC of the buffer components Report LUCOEX – WP2, LUCOEX EUROPIAN COMMISSION D2.3, 2015。