

吹付け工法による難透水性覆土構築に向けた適用性検討

鹿島建設(株) 正会員 ○米丸佳克 笹岡里衣 中島悠介 小林一三

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物(LLW)処分施設では、高密度かつ均質な難透水性覆土が求められている。特に、難透水性覆土の隅角部やピットとの境界部分などの狭隘部での品質確保は施設の性能を担保する上で重要である(図-1)。これまでに筆者らは狭隘部での施工が可能な吹付け工法の適用性を検討し、均質かつ高密度な緩衝材が構築可能であることを確認している²⁾³⁾。本報文では、多様な材料に対する吹付け施工の適用性検証を目的にCa型ベントナイト混合土(ベントナイト:砂=7:3、以下、本混合土)を用いて吹付け試験を実施し、吹付け特性や課題を確認するとともに、その解決を図った。

2. 試験概要

図-2に本工法の機械構成、吹付け手順を示す。吹付け材料は①材料供給機のホッパー内に投入され、②ベルトコンベアを介して③ローター式吹付け機内に定量で供給される。その後、吹付け材料は④コンプレッサーの圧縮空気によってホース内を圧送され、⑤吹付けノズル内で速度エネルギーを増加し吹付けられる。今回は、50cm×50cm×深さ20cmの吹付け箱に吹き付けた。品質管理における目標値は、難透水性覆土に求められる建設初期の性能(主に低透水性)をもとに設定し、透水係数: $1.0 \times 10^{-10} \text{m/s}$ 未満と定めた。透水係数は施工中の短期間では確認できないことから、その代替指標として、透水係数と相関のある乾燥密度 ρ_d を採用し、その相関関係⁴⁾から $\rho_d = 1.7 \text{Mg/m}^3$ 以上と定めた。

3. 試験結果および考察

3.1 本混合土に対する吹付け特性と課題

表-1に試験ケースを示す。本工法で構築される難透水性覆土の施工品質に係る主要な因子は、吹付け材料の含水比 w と単位時間当たりの材料供給量である²⁾³⁾。本検討では含水比を $w=13, 15, 17, 18\%$ に調整し、材料供給量を 5, 10, 15kg/10sec 程度に設定して吹付け試験を行った。

図-3は吹付け材料の含水比と乾燥密度の関係を材料供給量毎に整理した結果であり、ほぼすべての条件において、今回目標としている乾燥密度 $\rho_d = 1.7 \text{Mg/m}^3$ を満足することができなかった。これは、図-2に示す材料供給機排出口において、材料が付着・団粒化し供給量が不安定になったことが要因と考えられる。すなわち、一定空気量に対する材料供給が相対的に多くなるタイミングで、吹付け速度(締固めエネルギー)が低下し、所定の乾燥密度を確保できなかったと考えられる。次に、図-4に吹付け前の材料(以下、F材)、材料供給量 5kg/10sec で吹付け中にリバウンドした材料(以下、R材)の粒径加積曲線を示す。F材に比べR材は細粒分が少なくなっており、砂分が選択的にリバウンドしていることがわかる。これに伴い、構築された混合土は細粒分含有率が相対的に多くなって

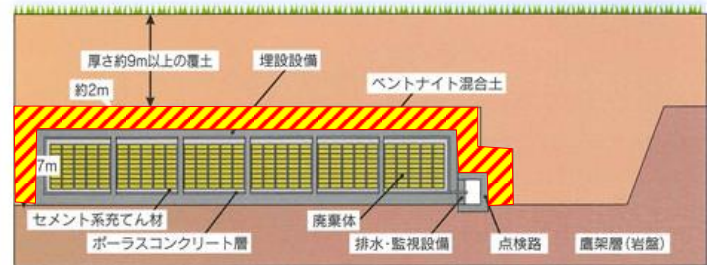


図-1 浅地中処分施設の構造¹⁾

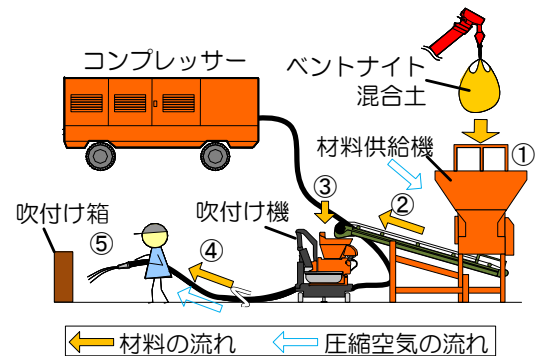


図-2 本実験のイメージ

表-1 試験ケース

混練後 目標含水比 (%)	材料供給量 (kg/10sec)	砂粒度
15 17	5 10 15	全粒径 (最大粒径 4.75mm)

キーワード：吹付け工法、ベントナイト混合土、放射線廃棄物

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL. 042-489-6542

ており、止水性能は向上することが期待できるが、経済性の低下や、約 30%発生するリバウンド材の再利用が困難になるといった問題が生じる。

以上から、本混合土に対する吹付け工法の適用に際し、①材料供給量の不安定化、②砂分の選択的なリバウンドによる密度低下という課題が明らかとなった。

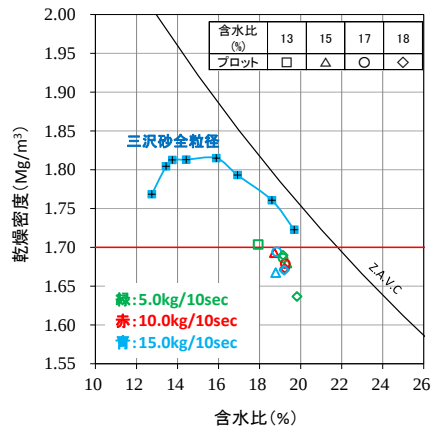


図-3 含水比と乾燥密度の関係

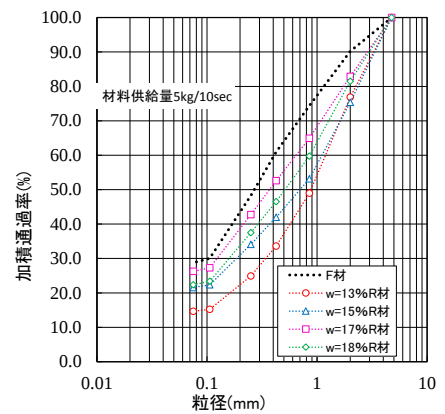


図-4 F材とR材の粒径加積曲線の比較

3.2 課題解決に向けた追加検討

前節で明らかとなった課題の解決に向けた追加検討を行った。表-2に追加試験ケースを示す。①に関しては図-5に示すように材料供給機の排出口付近に排土板を設置する改良を行い、排出口への材料付着の抑制を図った。②に関してはベントナイトと混合する砂の粗粒分(0.85mm以上)を予め除去することで砂分の選択的なリバウンドの抑制を図った。図-6に乾燥密度と含水比の関係について排土板の有無を比較した結果を示す。排土板設置により、乾燥密度の目標値を満足できており、その効果が確認できた。また、図-7にF材、R材の粒径加積曲線を示す。図-4と比較すると、R材の細粒分の変化が少なく、粗粒分を除去した砂を採用した効果が確認できた。

4. まとめ

本検討ではCa型ベントナイト混合土の吹付け試験を行い、難透水性覆土への適用性を検討した。その結果、機材の改良や粗粒分を除去した砂の採用により、目標乾燥密度の確保、吹付け前後の砂混合率の変化防止等、目標施工品質の確保を達成した。今後は、リバウンド材の再利用の検証や実規模施工における品質、施工性の評価を行う予定である。

表-2 追加試験ケース(排土板あり)

混練後 目標含水比 (%)	材料供給量 (kg/10sec)	砂粒度
15 17	5 10 15	0.85mm 以下分

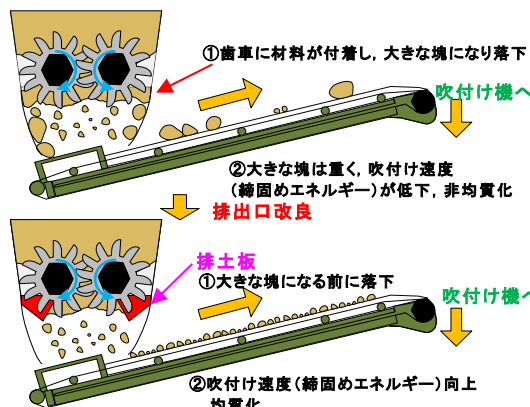


図-5 排出口改良のイメージ

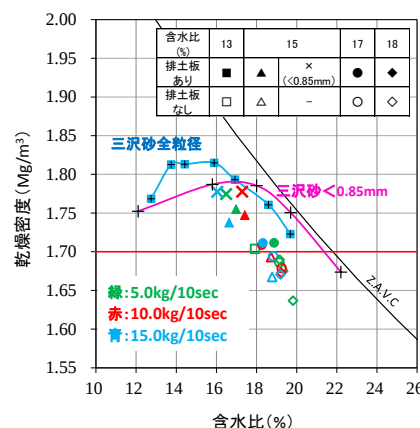


図-6 含水比と乾燥密度の関係

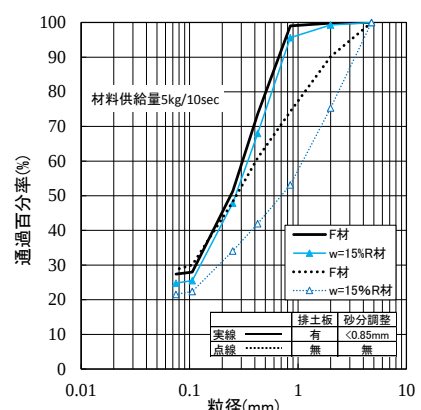


図-7 F材とR材の粒径加積曲線の比較

参考文献

- 1)日本原燃 HP: <http://www.jnfl.co.jp/ja/>
- 2)小林一三他: ベントナイト吹付け技術の開発(その1)-混合方法と品質管理方法の検討, 鹿島技術研究所年報, 2006.
- 3)田中俊行他: ベントナイト吹付け技術の開発(その2)-高密度吹付け工法の施工条件の検討, 鹿島技術研究所年報, 2006.
- 4)工藤淳他: 低透水性材料であるベントナイト混合土の施工品質を評価する代替指標の提案, 地盤工学会第50回地盤工学研究発表会 pp.337-338, 2014.