

幌延地下 URL におけるベントナイト混合土の原位置機械吹付け施工試験

大成建設（株） 正会員 ○磯 さち恵 本島 貴之
 （公財）原環センター 正会員 白瀬 光泰 小林 正人
 （国研）日本原子力研究開発機構 正会員 中山 雅

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業において、廃棄体が定置された後に生じる周辺の隙間に対し、掘削土にベントナイト系材料を混合した埋め戻し材を用いて充填することが検討されている¹⁾。これまで隙間充填技術として吹付け工法に関する地上試験を実施しており²⁾、2019年度は深度300m以深の地下坑道において実証試験を実施した。本稿では図1に示す蹄鉄状の開放部を対象とした地下環境下での充填施工性と品質を確認した。

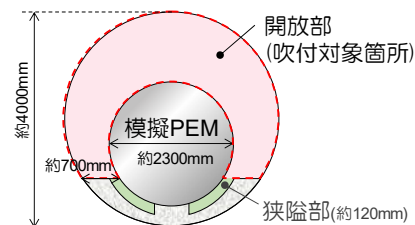


図1 充填対象箇所

2. 使用材料および機械

吹付け材料はNa型ベントナイト（クニゲルV1：クニミネ工業製）と珪砂（3号+5号：乾燥重量比50：50）を乾燥質量比50：50として混合し、目標含水比15.8%（ w_{opt} ）のベントナイト混合土を地上で製造した。地下の吹付けに用いた機械はロータリー吹付け機（ニードガン）であり、供給にはホッパーおよびベルトコンベア、吹付けにはブーム伸縮ノズル（MINIMEC、図2参照）を用いた。またリバウンド材の回収には、長距離空気搬送機（ジェクター）を用いた。



図2 ブーム伸縮ノズル

3. 原位置吹付け施工試験の概要

本試験の吹付け範囲は、図3に示す薄桃+赤ハッチ部（ $4.6\text{m}^3+20.2\text{m}^3$ ）である。施工手順は、ブーム伸縮ノズルが届かない薄桃部をノズルワーク確認のための予備試験とし、赤ハッチ部から品質管理を伴う本吹付けとした。施工管理目標値は 1.6Mg/m^3 であり、エア量などの機械設定値は昨年度の地上試験により決定した値を用いた³⁾。

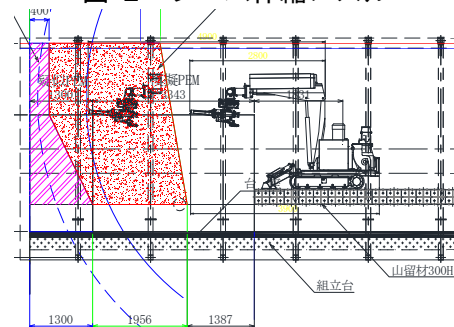


図3 充填範囲

施工後には3Dスキャナ、誘電率計測およびコアサンプリングを行い、1日の出来形・品質の確認および採取した試料を用いて品質確認を行った。誘電率計測はコアサンプリング位置の周囲4か所をそれぞれ縦向き横向きの2回計測を行い、計8回の平均値を求めた。本稿では、誘電率計測結果およびコアサンプリングによる結果について記載する。



図4 吹付け前後の状況

4. 原位置吹付け施工試験の結果

吹付け充填前後の状況を図4に示す。また表1には、本吹付けで使用した全材料重量、リバウンド量、出来形（全材料-リバウンド）、吹付時間

表1 吹付け施工試験結果

吹付け 施工全体	材料重量 (kg)	リバウンド (kg)	出来形 (kg)	吹付時間 (hr)	回収時間 (hr)	総時間* (hr)
合計	56,036	18,159	37,877	15.3	9.7	29.0

*ホースの閉塞など対応時間を含む

キーワード 高レベル放射性廃棄物、吹付け、ベントナイト混合土、PEM

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

およびリバウンド回収時間を示す。本吹付けに使用した材料は約 56t、そのうちリバウンド量が約 18t であり、施工時間として吹付けのみに要した時間は約 15 時間、吹付け+回収+ホースの閉塞等の対処に要した総時間は約 29 時間であった。リバウンド率は平均で 33% であり、前年度の地上での試験結果²⁾よりも約 10% 多い結果となった。

1 日の吹付け終了後には各種の品質管理を行い、乾燥密度およびベントナイト混合率を測定した。図 5 にコアサンプリングと誘電率計測により求めた乾燥密度を示す。コアサンプリングによる乾燥密度の平均値は 1.66 Mg/m^3 、ばらつきは $1.39 \sim 1.83 \text{ Mg/m}^3$ と目標値 1.6 Mg/m^3 に対して $\pm 0.2 \text{ Mg/m}^3$ 程度であり、目標乾燥密度を達成した。誘電率計測による乾燥密度の平均値は 1.56 Mg/m^3 、ばらつきは $1.12 \sim 1.78 \text{ Mg/m}^3$ であり、コアサンプリングで得られた乾燥密度よりも平均で 0.1 Mg/m^3 低い値であった。図 6 には品質管理を行った位置と密度分布の一例を示しており、この面の吹付けでは左下、中央上部において低密度であった。左下では既設の計器の影響や吹付け位置から模擬 PEM の影になること、中央上部については坑道に設置した運搬用のレールを撤去した際の残置物が吹付け時の障害となったため、その周囲の密度が低くなった。

次に吹付け後のベントナイト混合率を図 7 に示す。混合率の平均値は 47.2% であり、配合割合である 50% 程度であることを確認した。

5. まとめ

地下坑道にて実施した吹付け施工試験では、平均で目標乾燥密度を達成することができた。ただし、模擬 PEM や既設構造物の影になる場所では目標を下回る値となった。特殊な形状への均質な

吹付け施工は今後の課題である。本報告は、経済産業省からの委託事業「平成 30 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る技術開発事業（可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）」の成果の一部である⁴⁾。

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—適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築—（レビュー版）【本編・付属書】，NUMO-TR-2018-03，2018,3.
- 2) 磯さち恵，本島貴之，八尋英恵，蓮井昭則，小林正人，ベントナイト混合土の機械吹付けによる埋戻し施工性確認，土木学会第 73 回年次学術講演会，2018,9.
- 3) 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター，平成 29 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る技術開発事業（可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）報告書（第 2 分冊），2018,3.
- 4) 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター，平成 30 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る技術開発事業（可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）報告書（第 2 分冊），2019,3.

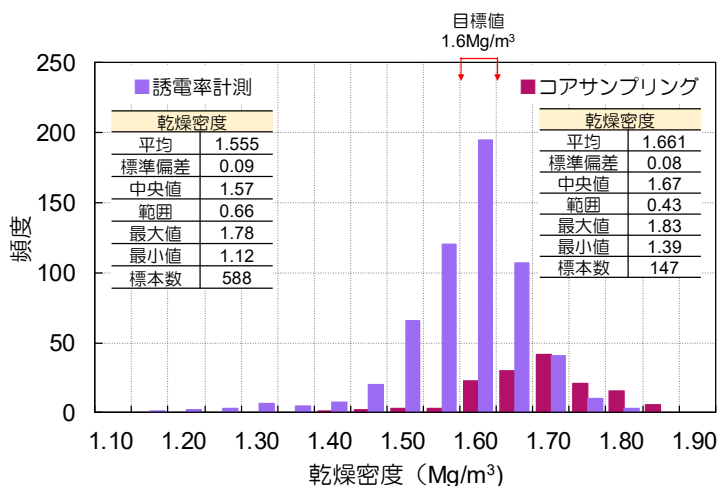


図 5 コアサンプリングによる乾燥密度

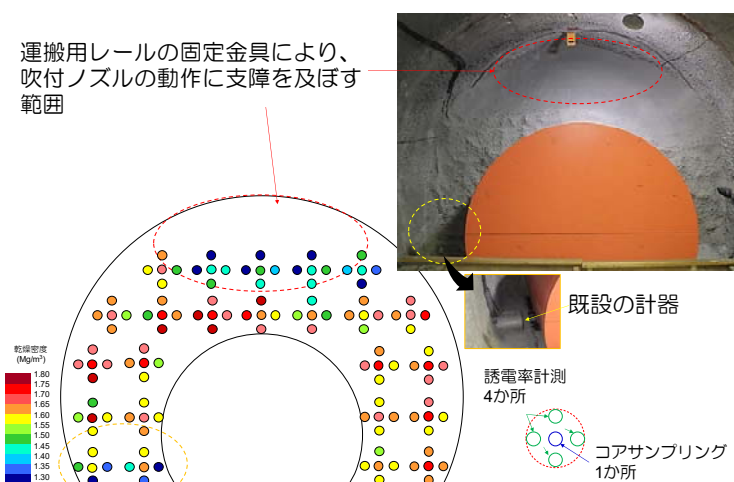


図 6 品質管理位置と密度の分布（一例）

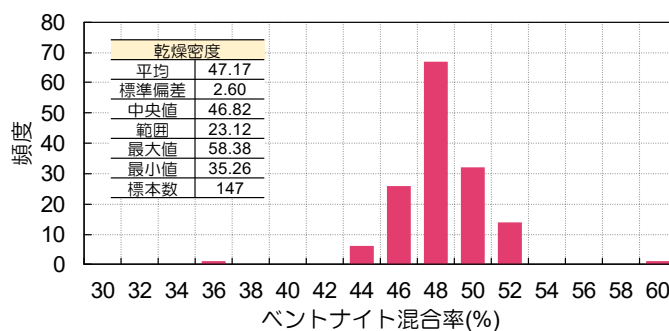


図 7 ベントナイト混合率