

原位置環境下でのベントナイト混合土の長期材料特性 —グリムゼル岩盤実験場におけるガス移行挙動試験—

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○岡本修一, 山本修一, 藤原 愛
(株)大林組 正会員 志村 友行, 安藤 賢一, 田中 達也
NAGRA Stratis Vomvoris, Bill Lanyon

1. はじめに

TRU 放射性廃棄物処分の埋設施設における特有な現象の一つである金属の腐食等によるガスの発生の問題に関して, 処分施設設計の合理化及び詳細化, 安全性の評価の信頼性向上を目指して, 図-1 に示すような試験概念のもとで, 平成9年度~平成16年度の8年間にわたりスイス・グリムゼル岩盤試験場でガス移行挙動評価試験を実施してきた。

試験は, 高さ約4.5m, 直径約4mのサイロ型岩盤空洞を掘削し, コンクリートサイロ及びベントナイト混合土からなる人工バリアシステムを建設の後, 人工的な注水により人工バリアを飽和させ, サイロ内部からガスを注入し, 人工バリア中を移行するガスの挙動評価を目指したものである。

本論文では, 昨年度実施した人工バリアの解体調査において得られた, ベントナイト混合土の定置後3年を経た材料特性(特に密度および含水量)について, 施工時の初期データとの比較検討の結果を報告する。

2. ベントナイト混合土の施工

試験に適用したベントナイト混合土は, 砂にスイス産珪砂, ベントナイトに日本産Naベントナイト(クニゲルV1)を使用し, ベントナイト混合率は乾燥重量比で20%と, 練混ぜ後の含水比を11%としたものである。締固めには電動式転圧機を使用し, 締固めの施工管理は転圧時間及び撤出し厚と締固め後の層厚により行なった。施工品質の管理として, 所定の位置において砂置換法(JIS A 1214)による原位置密度試験を行なった。図-2は試験結果の一例であるが, 湿潤密度は $1.8 \sim 2.0(\text{g}/\text{cm}^3)$ の範囲にあり, 本試験の管理基準(湿潤密度 $1.75\text{g}/\text{cm}^3$ 以上)を満たすものであった。

3. 解体調査とベントナイト混合土の材料特性

人工バリアの解体調査は, ガス移行経路の把握を目的として, 平成13年5月のベントナイト混合土の施工完了後, 人工飽和, システム透水試験, ガス注入試験を経て, 平成16年6月~11月にかけて実施した。

ベントナイト混合土に対しては, 施工時と同様に密度試験および含水量試験を実施し, 試験前後の材料特

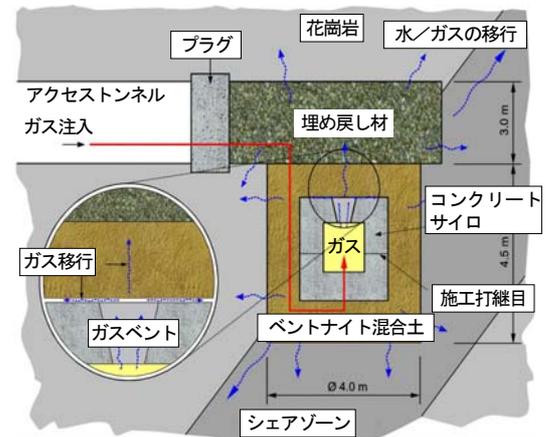


図-1 ガス移行挙動試験の概念図

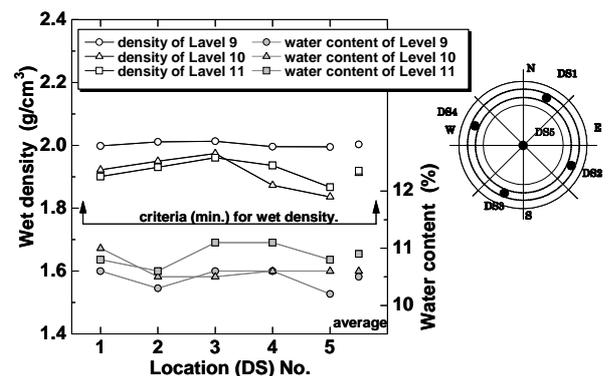


図-2 原位置密度試験結果の例(施工時)

により, 本試験の管理基準(湿潤密度 $1.75\text{g}/\text{cm}^3$ 以上)を満たすものであった。

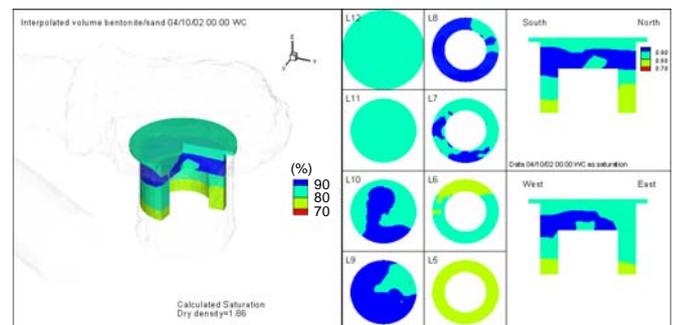


図-3 飽和度の推定結果

キーワード： 放射性廃棄物処分, ベントナイト混合土, 材料特性, 原位置計測
連絡先： 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 TEL 03-5769-1309, FAX 03-5769-1977

性の変化を調査した。

解体調査前のベントナイト混合土の状態として、計測データに基づき推定した飽和度の分布を図-3に示す。解体調査(密度試験)までの期間としては、ベントナイト混合土の施工完了から約3年、人工飽和の完了から約1年8ヶ月が経過しており、現実的な地質環境下における原位置試験としては、長期にわたるデータを蓄積している。

解体時の密度試験および含水量試験の結果について、試験深度により整理して図-4、図-5に示す。図-4は砂置換法による測定結果、図-5はリングカッター法(金属リングを用いた試料採取)による測定結果である。

密度は、ベントナイト混合土層の上層部において、他の部位に比較して低く、含水量は高くなる傾向を生じており、砂置換法、リングカッター法とも同様である。これは、ベントナイト混合土層上部の埋戻し材(砂・碎石)の撤去に伴う荷重の除去、および埋戻し材中の含有水に起因するものであると考えられる。

ベントナイト混合土の施工時の密度は、砂置換法平均値で $1.93\text{g}/\text{cm}^3$ であり、解体時の測定結果($2.17\text{g}/\text{cm}^3$)が高い結果となった。

図-6は、密度データ分析の一環として、施工時、解体時の乾燥密度の分布(第5~10層)をヒストグラムで表したものであり、この図からも、ベントナイト混合土の試験期間を通じた密度の増加が確認できる。理由としては、密度試験後の上層部の転圧施工による締固め度の増加、飽和時に生じる高い有効応力が締固め度におよぼす影響、上部埋戻し材の撤去に伴う荷重除荷の影響等が考えられる。

4. まとめ

ベントナイト混合土が施工後数年を経て、様々な試験を行った前後で密度が増加するという結果を得た。この理由を特定することは、放射性廃棄物処分施設における人工バリアシステムの設計・構築において、施工方法、埋戻し材の材料選定等に有意な知見を与えると考える。

現時点において理由を確定するにはいたっておらず、現在実施中の試験期間中の人工バリア挙動に関するデータの分析結果等を踏まえ、ベントナイト混合土の飽和挙動との関連を総合的に評価していく予定である。

なお、本報告は経済産業省からの委託による「地層処分技術調査等」の成果の一部である。

参考文献

- 1) 超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分の基本的考え方について、原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会、2000年3月23日、
- 2) ガス移行挙動評価試験のための人工バリア原位置施工、土木学会第56回年次講演会、2001年、
- 3) ガス移行挙動評価のための原位置試験計測、土木学会第57回年次講演会、2002年、
- 4) ガス移行挙動評価のための人工バリアシステムの飽和、土木学会第58回年次講演会、2003年、
- 5) ガス移行挙動評価のための原位置ガス注入試験、土木学会第59回年次講演会、2004年

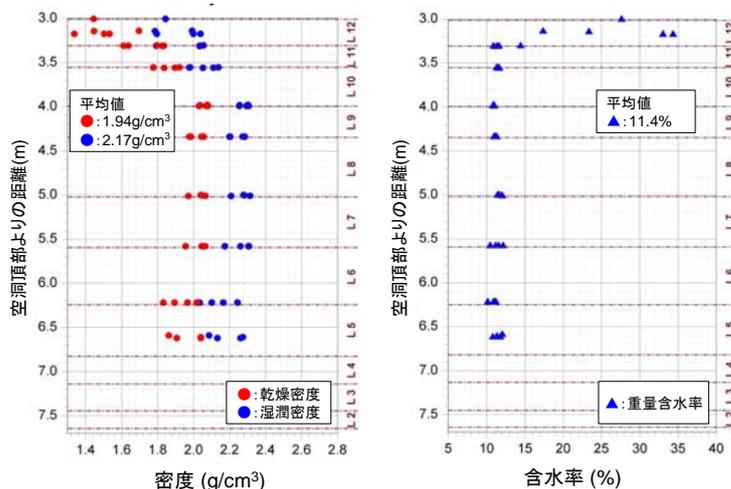


図-4 密度および含水率の分布(砂置換法)

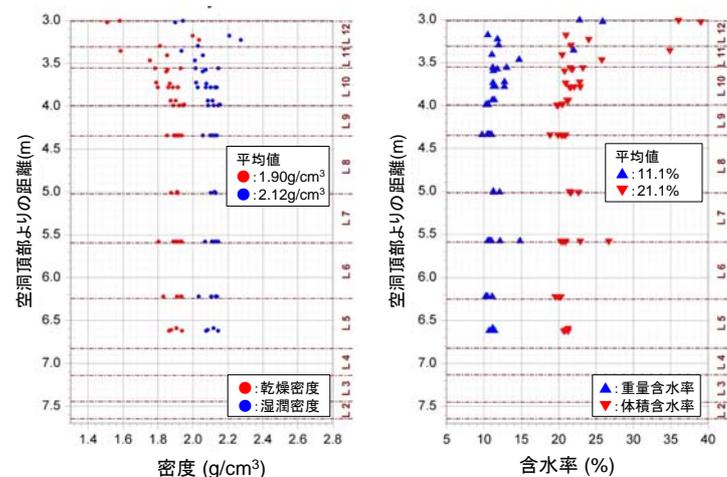


図-5 密度および含水率の分布(RC法)

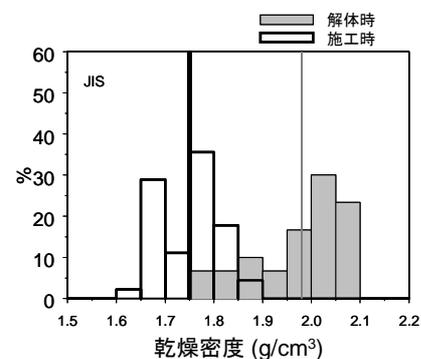


図-6 密度データの分析