筑波大学 オンライン授業

環境動態解析学野外実験|| 「地下施設"仮想"見学を通して学ぶ 地層処分技術に関する研究開発の概要」

2022年2月25日 2限目

幌延深地層研究センター 深地層研究部 堆積岩地質環境研究グループ 宮川和也





- 1. 地下施設の建設状況と経緯
- 2. 地下施設の見学準備
- 3. 地下施設"仮想"見学

幌延深地層研究センター 地下施設 建設状況





地下施設の概要図





2007年2月:東立坑、換気立坑、やぐら設備 設置開始 2007年4月:掘削土(ズリ)置場 供用開始 2008年10月:250m調査坑道 掘削開始 2009年5月:140m調査坑道 貫通 2010年6月:250m調査坑道 貫通 2011年2月:西立坑 掘削開始 2012年3月:350m調査坑道 掘削開始 2012年5月:350m調査坑道 (東連絡坑道) 貫通 2013年2月:CH₄濃度上昇による電源遮断、湧水量の一時的増加 2013年10月:350m調査坑道(周回坑道全域)貫通 2014年7月:350m調査坑道 一般公開

地下施設掘削動画









(深度350m調査坑道)

- ■見学場所・ルートについて
- ■見学にあたっての注意事項
- 見学時の装備・服装
- 緊急事態が発生した場合







350m調査坑道で実施した原位置試験の一例









人キブル乗り口





・見学時の定員11名 (70kg/人を目安)で運用 (案内者、操作者含む)

深度350m調査坑道の



人キブル全景

※安全装置が 作動して停止 することがあり ます。





安全及び設備上の観点から、次の方はご遠慮下さい。

- 1. 自立歩行が困難で介助(車椅子、松葉杖、杖 等)が 必要な方
- 2. 小学3年生以下のお子さん(保護者同伴の場合も不可)
- 3. お酒を飲んでいる方
- 4. 高所・閉所恐怖症の方







- 見学中は案内者(機構職員)の指示に従ってください。
- 落下防止の観点から、物品の持ち込みを原則禁止としています。カメラ等(携帯電話を含む)を持ち込みたい方は事前にお申し出ください。落下防止用のストラップをお貸しします。
- 火器類(ライター、マッチなど)の持込みは厳禁です。
- 現場には階段や段差がありますので 足元や頭上には十分に注意してください。
- 〇 エレベータ(人キブル)の中では静かにしてください。 跳ねたり揺らしたりすると、安全装置が作動して エレベータ(人キブル)が停止することがあります。





○ 施設の設備や機器に触れないでください。

- O フェンスから身を乗り出したり、カメラを突き出して 撮影しないでください。
- 地下施設にトイレはありません。事前にお済ませください。 万一の場合は、一時避難所の簡易トイレをお使いいただきます。
- 地下施設で飲食はできません。
- 途中で気分が悪くなった場合は 案内者にお申し出ください。





〇構内移動する車両は、座席の間隔を あけてご乗車ください。

〇移動車内、キブル、地下施設内は 必ずマスクの着用をお願いします。



〇キブル内は、飛沫感染防止の観点で 会話は、ご遠慮下さい。

○感染防止の観点で、キブル及び機器類 に触れないようにお願いします。

Oキブルは、外側を向いて搭乗ください。













入退坑について、『入退坑管理盤』で管理を行っております。



入坑する際は、 ①緑入場ボタンを押し、画面に「入坑処理」 ②カードリーダーに坑内入退カードをかざす ③「完了」が表示され入坑手続きの完了

退坑する際は、
 ①赤退場ボタンを押し、画面に「退坑処理」
 ②カードリーダーに坑内入退カードをかざす
 ③「完了」が表示され退坑手続きの完了







- ○優先的に地上に退避していただきます。 落ち着いて案内者の指示に従って地上へ退避して下さい。 負傷者がいる場合は、最優先で避難していただきます。
- すぐに退避できない場合は、一時避難所で待機していただく こともあります。



一時避難所





- 〇一時避難所には、緊急用給気設備等が設置されています。
- 必要に応じて、避難用酸素マスクを着用して退避していただく こともあります。
- O 救急箱が設置されています。必要な場合はお申しつけください。
- 一時避難所には簡易トイレが設置されています。

酸素マスクを受取り アルミ袋を開ける ①袋から取出す

②ヒモを→の 方向に引っ張る ③ヘルメットを 外して装着する



















⑤ヘルメットを 着け退避する₁₆





避難用酸素マスクは、以下の特徴があります。











地下施設"仮想"見学





低アルカリ性セメントの施工性(支保工(吹付けコンクリート、覆工 コンクリート)、グラウトとしての適用性)、周辺岩盤および地下水へ の影響(化学的影響)を把握する







地下施設内のCH4濃度の詳細な空間分布を可視化し、潜在的なトラブル要因を把握することで、さらなる安全管理に貢献













堆積岩中の割れ目に、非収着性トレーサー(蛍光染料:ウラニン)を入れ、その周辺でト レーサーの濃度を計り、物質の移動経路を推測。次に、収着性トレーサー(Cs、Ni、Eu、等) を入れ、割れ目内での収着・拡散性を把握。





サンプリング後の岩石試料



単一割れ目内の状態 22



堆積岩中の割れ目に、非収着性トレーサー(蛍光染料:ウラニン)を入れ、その周辺でト レーサーの濃度を計り、物質の移動経路を推測。次に、収着性トレーサー(Cs、Ni、Eu、等) を入れ、割れ目内での収着・拡散性を把握。



掘削影響領域を対象とした試験レイアウト

微生物・有機物・コロイドを対象とし た試験のイメージ図

人工バリア性能確認試験の解体調査のための試験施工



人工バリア性能確認試験の解体調査時に適用する施工方法の検証



試験施工の概念図(鉛直断面図)



施工完了の様子

地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証(JAEA)

【地下深部の割れ目の水の流れやすさに関わる法則性を発見】

地下の割れ目は、深度が深くなると水が流れにくくなる傾向が知られていた。しかし、 その程度は地層によって大きく異なり、その実体はよく分かっていなかった。 原位置試験とシミュレーションの結果、地下水の主要な流れみちとなる割れ目の水の

流れやすさは、岩石にかかる力と岩石の硬さ、そして割れ目のかみ合わせの程度の3

- つの要素の組み合わせによって普遍的に決まるという法則性があることが分った。 ・より少ない本数のボーリング調査で処分場周辺の水の流れやすさを推定可能
 - ・将来、地殻変動などにより割れ目にかかる力が変化した場合の割れ目の水の流れやすさの変化量の上限を推定する際にも適用可能



25







横置きの廃棄体の搬送定置・回収技術の実証試験

エアベアリング方式を用いたPEM(Prefabricated Engineered barrier system Module)の 搬送定置、PEMと坑道の隙間の充填技術および充填材の除去技術のデモンストレーション



- ・緩衝材や埋め戻し材の状態に応じたこれらの 除去技術の技術オプションの整理
- ・より合理的に人工バリアを回収するための手法 の提示
- ・回収可能性を維持した場合の処分場の安全性 への影響に関する品質評価手法の提示



坑道が卓越した移行経路となり得るシナリオ例



処分場閉鎖後に、坑道や掘削損傷領 域が地上まで直結する移行経路となる ことを防ぐために、地下施設および周辺 岩盤の長期的な変遷を考慮しつつ、埋 め戻し材やプラグなどに期待される性能 の具体化や設計評価技術の改良・高度 化を図る

- ・埋め戻し材の長期的性能の考え方の提示
- ・緩衝材膨出抑制機能の把握
- ・掘削損傷領域を遮断する施工技術の実証
- ・掘削損傷領域調査技術の高度化
- ・ボーリング孔の閉塞技術の実証

28





オーバーパック腐食挙動評価

オーバーパックの腐食挙動を把握するため、 発熱している廃棄体(ヒーターで温度環境を 再現)を模擬して、緩衝材中に埋めて、試験 終了後に腐食速度や腐食生成物を分析・ 評価する

人工バリア性能確認試験

坑道の埋め戻しを実規模で再現して、実際の地質環境条件下で、緩衝材が地下水で 飽和する過程の熱-水-応力-化学連成挙 動を把握する











計測器配置の例

水分計:6点

計測器:6断面に配置 腐食電位計:12点)







試験実施状況





緩衝材除去後の模擬 オーバーパック外観



約3年間にわたる環境条件や腐食挙動のモニタリングデータを取得し、経時的な変化を把握 30

人工バリア性能確認試験



【設計】

- ▶ 幌延を事例とした設計手法の提示 ✓人工バリア(緩衝材、オーバーパック)の設 計手法の適用性の確認
 - ✓閉鎖技術(埋め戻し材、力学プラグ)に関する設計手法の適用性確認

【製作·施工】

- ▶「第2次取りまとめ」で示した処分概念が 実際の地下環境で構築できることの実証
 - ✓処分孔(模擬)の掘削方法の例示
 ✓緩衝材ブロックの定置方法の例示
 - ✓埋め戻し材施工方法の例示
 - √プラグ施工方法の例示、など

【データ計測と連成解析】

- ➤ THMC連成現象を評価するための検証データの取得 ✓人工バリア、埋め戻し材中に設置したセンサーによるデータ計測
 - ✓計測データを用いた連成解析手法の整備
 - √モニタリング手法の適用性確認



人工バリア性能確認試験イメージ図

人工バリア性能確認試験は、第2次取りまとめに示された軟岩系岩盤における 処分孔竪置き方式を対象として、実物大の模擬人工バリアを設置した上で、試験 坑道の一部を埋め戻し、THMC連成現象 に関する計測データを取得する試験

