

1-2 処分概念オプションの実証

1)人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(2/11)

坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

4つの課題の成果目標

① 坑道スケール*～ピットスケール*での調査・設計・評価技術の体系化

【廃棄体の定置の判断】

- 水理特性、物質移行特性情報、人工バリアや処分坑道の設計（仕様やレイアウトなど）も考慮した物質移行解析
- ⇒ 坑道スケール～ピットスケールにおける閉じ込め性能の評価手法を体系的に整理

② 先行ボーリングによる地質環境特性調査ならびに工学的対策を考慮した、地下施設および人工バリアの設計評価技術の体系化

【ピットの掘削、人工バリアや埋め戻し材の施工の成立性の判断】

- 深度500mでの原位置試験、湧水抑制対策、ピットの掘削などの技術の適用
- ⇒ ピットの配置位置や坑道の間隔を設計するために必要な情報とその情報の取得方法を整理
- 深度350mでの実規模スケールの坑道の埋め戻しと止水プラグの施工試験
- ⇒ 埋め戻し材と止水プラグの設計から施工に至るまでの一連の技術を確認

*坑道スケール：実際の処分場では地下深くに多数の坑道が掘削され、これらの坑道の配置を検討するために必要な評価範囲（数百m程度）

*ピットスケール：廃棄体および人工バリアを垂直に設置する竖置き方式の場合、処分坑道に多数のピット（処分孔）が掘削され、これらのピットの配置を検討するために必要な評価範囲（数十m程度）

1-2 処分概念オプションの実証

1)人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(3/11) 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

4つの課題の成果目標

③ 多連接坑道*を考慮した湧水等抑制対策技術および処分孔支保技術の整備、緩衝材流出・侵入現象評価手法および抑制対策技術の整備

【多連接坑道のピットへの人工バリア設置の判断】

- 原位置調査（先行ボーリング、トモグラフィ*調査など）で得られたデータ
- ⇒ ・坑道やピットを施工する際の湧水抑制対策や支保技術の整備
- ・緩衝材の流出現象や岩盤への侵入現象を評価・抑制する技術の整備

④ 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理

【廃棄体設置の判断や間隔の設定】

- ピット周辺の割れ目からの湧水量や掘削損傷領域の広がりなどの調査・評価手法
- ⇒ 実際に幌延で適用した調査・評価手法を体系的に整理

*多連接坑道：互いに近接して平行に掘削される複数の坑道

*トモグラフィ：調査対象範囲内の物性値（速度、比抵抗など）の分布を断面として可視化する物理探査手法

1-2 処分概念オプションの実証

1)人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(4/11)

坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

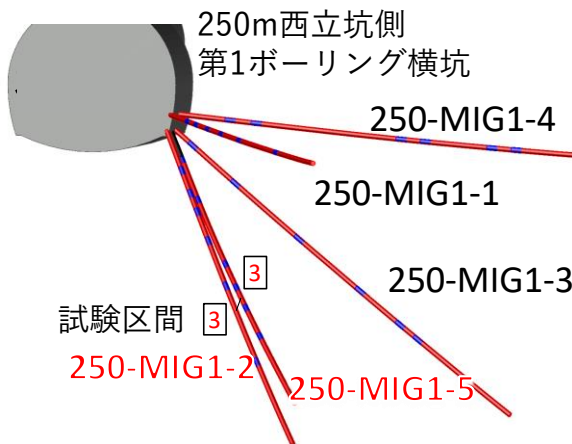
① 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化



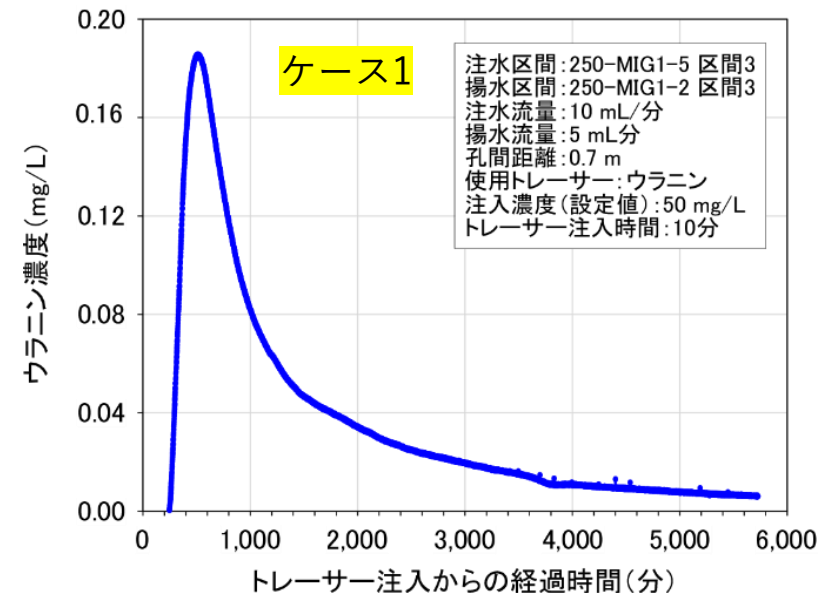
- 深度に応じた堆積岩の水理・物質移行特性の違いの実証
- 掘削損傷領域や人工バリア/処分坑道の設計（仕様やレイアウトなど）も考慮した閉じ込め性能の評価手法の整理

令和6年度の成果

- ・ 声問層を対象に、割れ目のつながりが確認された試験区間を対象に2回のトレーサー試験を実施し、良好な試験結果を取得



トレーサー	
ケース1	ケース2
ウラン	非収着性 ウラン、重水素、アミノG酸、 ヨウ素、臭素、モリブデン
	収着性 セシウム、ストロンチウム、 ニッケル、コバルト、ユウロ ピウム



トレーサー試験のレイアウト

トレーサーの種類と試験結果

1-2 処分概念オプションの実証

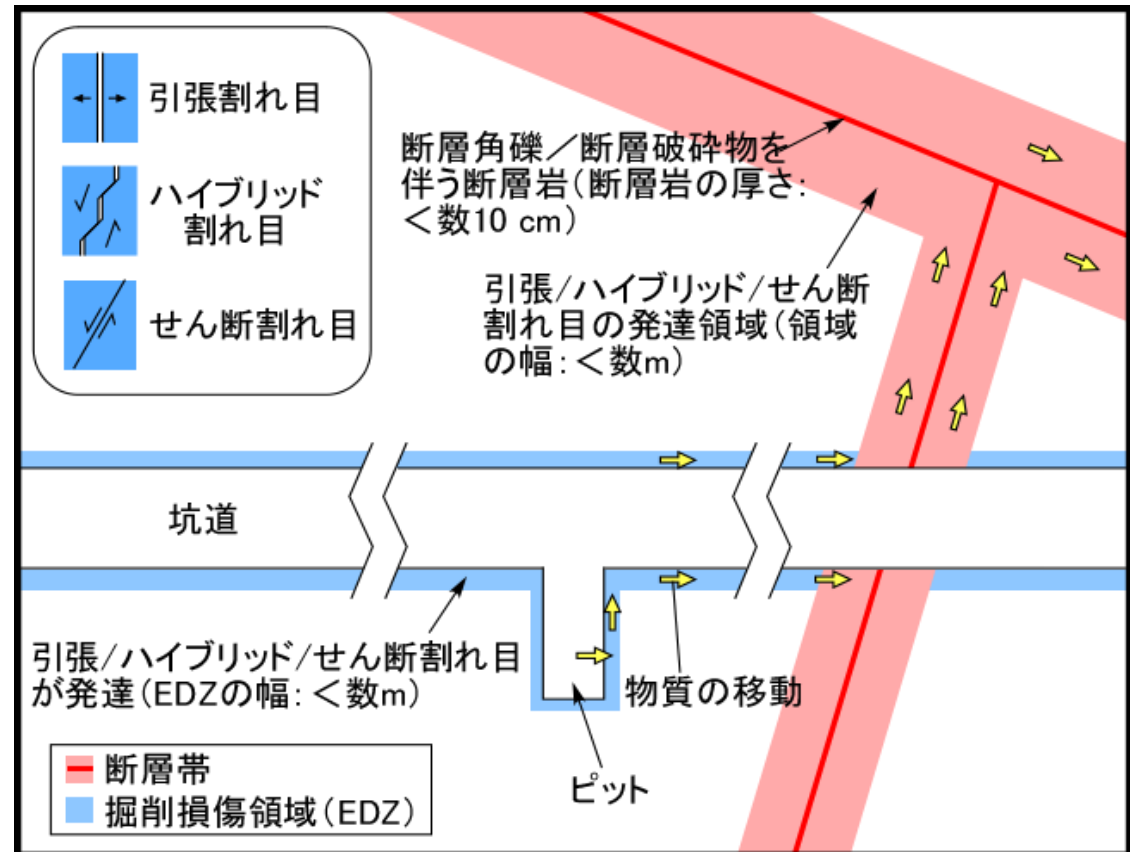
1) 人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(5/11) 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

① 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化



令和7年度の計画

- 250m 調査坑道で実施したトレーサー試験結果の解析評価
- 坑道スケール～ピットスケールにおける閉じ込め性能の評価手法の整理



ピット周辺の水みちの水理特性や物質の移行特性の
評価のイメージ図 (鉛直断面)

1-2 処分概念オプションの実証

1)人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(6/11) 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

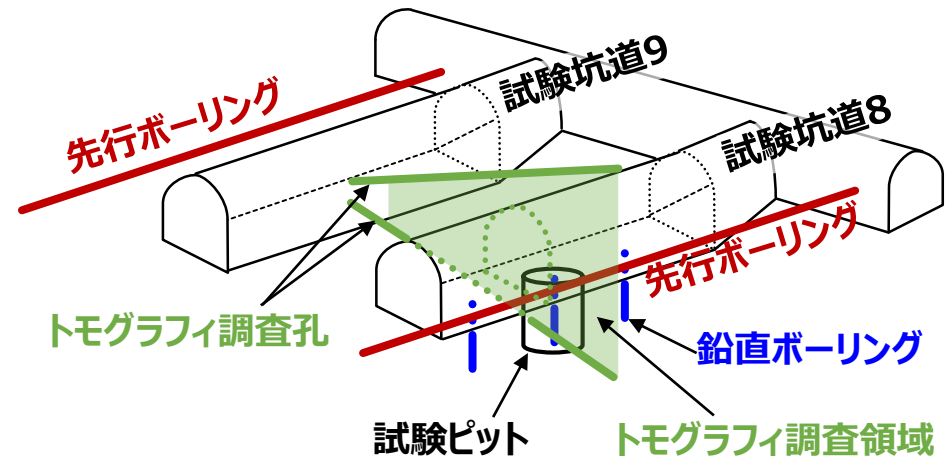
② 先行ボーリングによる地質環境特性調査ならびに工学的対策を考慮した、 地下施設および人工バリアの設計評価技術の体系化



- 人工バリアを定置するピットの配置位置や坑道の間隔を設計するための調査・設計・評価の一連の技術の体系化
- 高地圧下での坑道掘削や、実規模スケールでの埋め戻し/止水プラグの設計から施工までの一連の技術の実証

令和6年度の成果

- 500m試験坑道8、9における原位置調査（ボーリング調査、地質観察、トモグラフィ*調査、湧水量計測など）を計画、先行ボーリング調査を実施
- 350m試験坑道6における実規模スケールの坑道の埋め戻しと止水プラグの施工試験に向け、ボーリング調査による割れ目の観察や透水試験による坑道周辺の透水係数の評価を実施



試験坑道8、9における原位置調査のイメージ図

*トモグラフィ：調査対象範囲内の物性値（速度、比抵抗など）の分布を断面として可視化する物理探査手法

1-2 処分概念オプションの実証

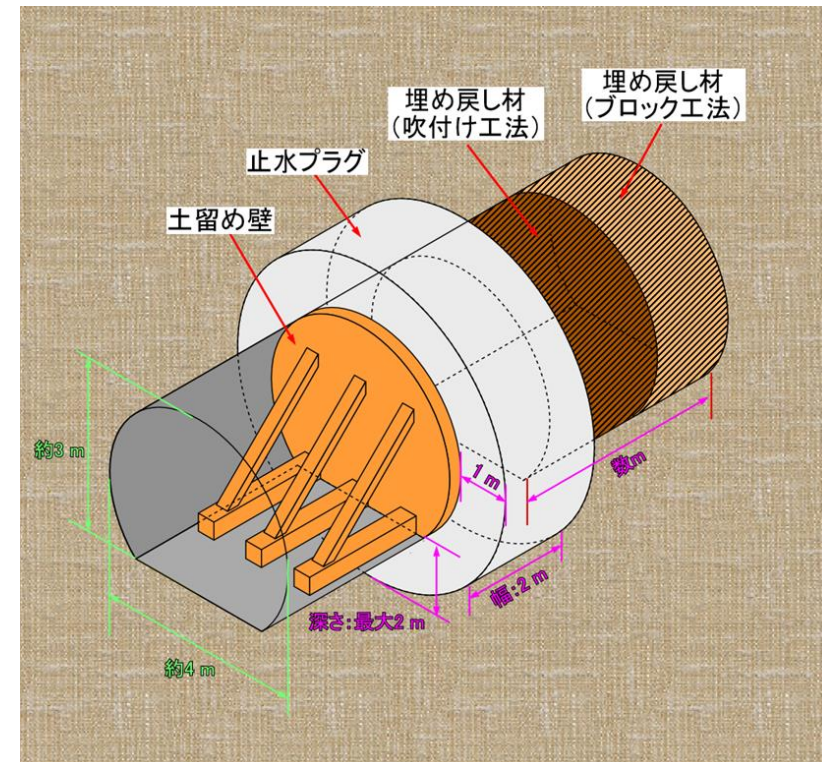
1)人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(7/11) 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

② 先行ボーリングによる地質環境特性調査ならびに工学的対策を考慮した、 地下施設および人工バリアの設計評価技術の体系化



令和7年度の計画

- 500m調査坑道
 - 岩石の強度や岩盤の透水性などのデータ取得、地質観察による地質/地質構造データの取得、トモグラフィ調査による試験坑道周辺の掘削損傷領域の広がりに関するデータ取得の実施
 - 令和6年度に実施した予測手法の妥当性確認と手法の更新
- 350m調査坑道
 - 坑道周辺の掘削損傷領域の広がり进行评估
 - 原位置試験による岩盤の水理特性の把握や間隙水圧のモニタリングを継続
 - 坑道の埋め戻しと止水プラグの設計を行うとともに、試験坑道6における原位置施工試験のレイアウトや作業手順などの計画検討を実施



止水プラグを用いた坑道閉鎖の施工イメージ

1-2 処分概念オプションの実証

1)人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(8/11) 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

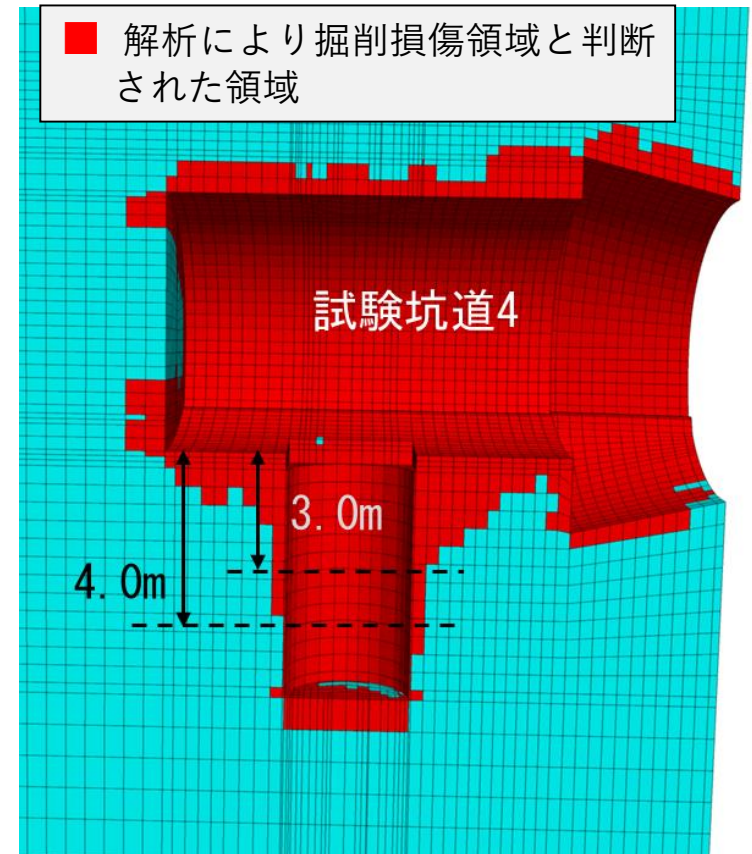
③ 多連接坑道を考慮した湧水抑制対策技術および処分孔支保技術の整備、緩衝材流出・侵入現象評価手法および抑制対策技術の整備



- 複数の坑道やピットを施工する際の湧水抑制対策や支保技術の整備
- 緩衝材の流出現象や岩盤への侵入現象を評価・抑制する技術の整備

令和6年度の成果

- 地下水圧や湧水量の観測データを用いて、地下施設からの湧水の定常的な発生量を予察的に評価
- ピット浅部の掘削損傷領域では坑道底盤の掘削損傷領域の影響を受けて大きく広がることを確認(図)
- ピット周辺の掘削損傷領域の割れ目の開口幅は、緩衝材の膨潤によって開きにくくなることを確認



ピット周辺の掘削損傷領域の解析結果 22/68

1-2 処分概念オプションの実証

1)人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(9/11) 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

③ 多連接坑道を考慮した湧水抑制対策技術および処分孔支保技術の整備、緩衝材流出・侵入現象評価手法および抑制対策技術の整備



令和7年度の計画

「近接する複数の湧水箇所間の水圧干渉を考慮した湧水量あるいはその減少速度の予測手法と湧水抑制対策への反映方法の整備」

- 深度500 mの坑道掘削に伴う湧水量および坑道湧水量の観測を継続
- 湧水量が予測された定常湧水量の範囲に収まるかどうかをシミュレーションにより確認

「ピット周辺の掘削損傷領域の範囲を評価するための解析手法と支保設計への反映方法の整備」

- 500m調査坑道において施工予定のピット周辺の掘削損傷領域の発達に関する予察的な解析を実施
- 原位置における掘削損傷領域の把握のための試験計画を検討

「断層や割れ目からの湧水の定常的な発生量や湧水量の減少速度の予測手法と流出抑制対策への反映方法の整備」

- 断層や割れ目などからの湧水量の減少速度を予測する手法の整備に向けた解析を実施

「ピット周辺岩盤の割れ目の開きにくさの評価手法と侵入抑制対策への反映方法の整備」

- 断層や既存割れ目を対象として割れ目の開きにくさを評価するための試験計画を検討

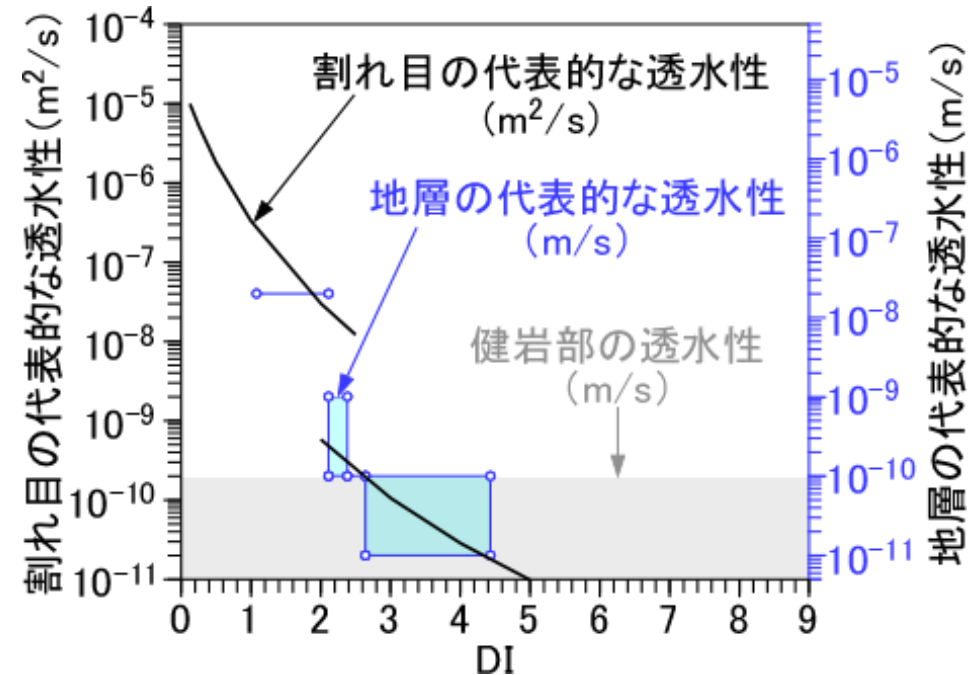
1)人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(10/11) 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

④ 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理

- 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要なピット周辺の割れ目からの湧水量や掘削損傷領域の広がりなどの調査・評価手法について、他の堆積岩との比較による体系的整理

令和6年度の成果

- 割れ目の発達する堆積岩を地質学的な情報に基づき分類し、ピット周辺の割れ目の開口幅の推定の信頼性向上が可能であることを確認
- ピット周辺に存在する割れ目の開きにくさやピット周辺の地下水の流れにくさを把握するための調査・評価手法を整理



稚内層中の割れ目の代表的な透水性とDI *の関係

*ダクティリティインデックス (DI)

: 岩石にかかる力を岩石の引張り強さで割ったもの

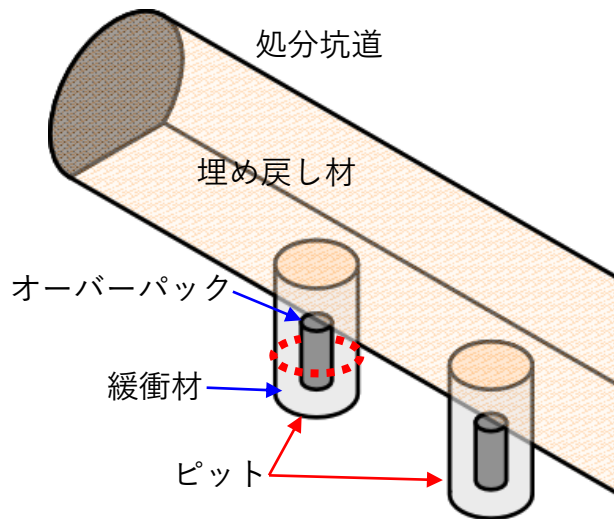
1-2 処分概念オプションの実証

1)人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験(11/11) 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

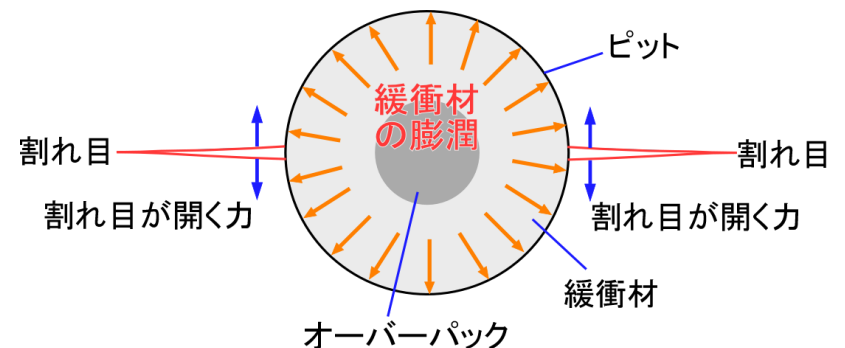
④ 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理

令和7年度の計画

- 調査・研究の進捗に応じて、割れ目の開口幅とその開きにくさ、ピット周辺の地下水の流れにくさに関する調査・評価手法に関する整理を拡充
- 割れ目からの湧水量やピットの掘削損傷領域の広がりについて調査・評価手法を整理



処分場の閉鎖段階における処分坑道の概念図



緩衝材膨潤時のピット周辺に存在する割れ目の開口幅増大の概念図
(左の図の赤点線部分の断面)

1-4 必須の課題への対応に必要なデータ取得

研究開発の目的と令和10年度までの実施内容

処分システムの設計・施工や安全評価に関わる基礎情報の取得

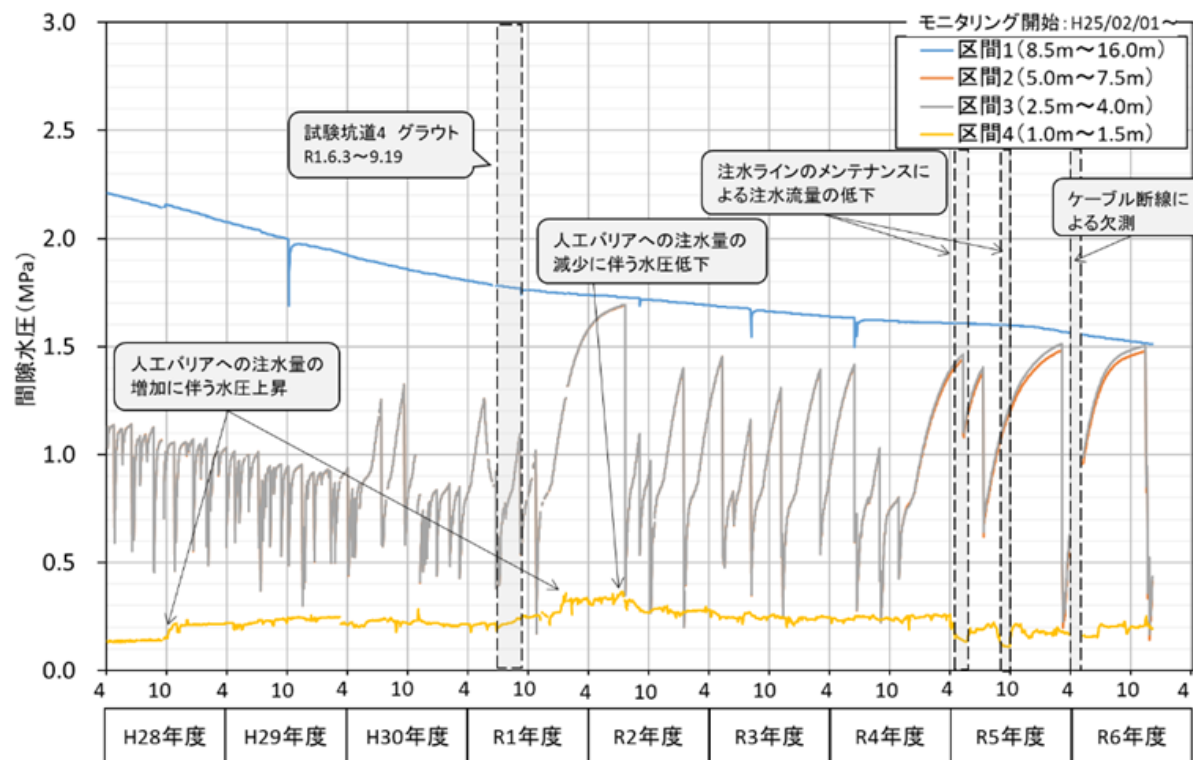
令和6年度の実施内容と成果

一例として、

- 人工バリア性能確認試験の試験箇所周辺のボーリング孔で、水圧・水質モニタリングを継続、水圧に大きな変動はない（図）

令和7年度の計画

- 地質環境特性データとして、既存のボーリング孔や調査坑道を利用して地質構造・岩盤の水理・地下水の地球化学・岩盤力学に係るデータの取得を継続
- 掘削工事に伴い取得されるデータの活用
- 上幌延観測点と地下施設での地震観測を継続



人工バリア性能確認試験の試験箇所周辺のボーリング孔
(13-350-C08孔) における水圧の経時変化

1-5 地下施設の建設・維持管理

施設整備工程（令和6年度実績と令和7年度計画）

令和5年4月より深度500mに向けた地下施設の施設整備業務を開始し、令和6年度は、計画より少し早めとなる令和6年9月5日に東立坑が深度500mに到達したことを受け、西立坑及び500m調査坑道の掘削を開始した。また、令和7年1月22日には換気立坑についても計画どおり深度500mに到達した。

令和6年度の工事実績を反映し、令和7年度の施設整備工程を更新した。（令和7年3月に北海道および幌延町にご説明するとともにHPに掲載）

地下施設の施設整備工程

	令和5年度	令和6年度	令和7年度
350m調査坑道			
換気立坑			
東立坑			
西立坑			
500m調査坑道			

■これまでの工程（令和6年3月公表）

■実績及び更新後の工程（令和7年3月公表）

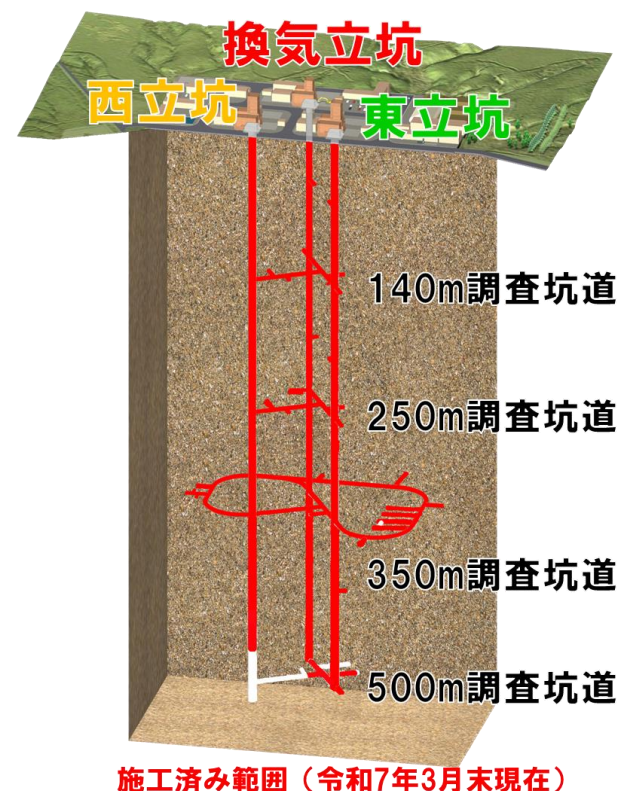
※各工程には路盤や各種設備等の仕上げ作業を含みます。

※本工程は、現場の進捗等に応じて適宜見直しを行います。

掘削工事のスケジュール（令和7年度）

	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
西立坑	掘削			
500m調査坑道	掘削			仕上

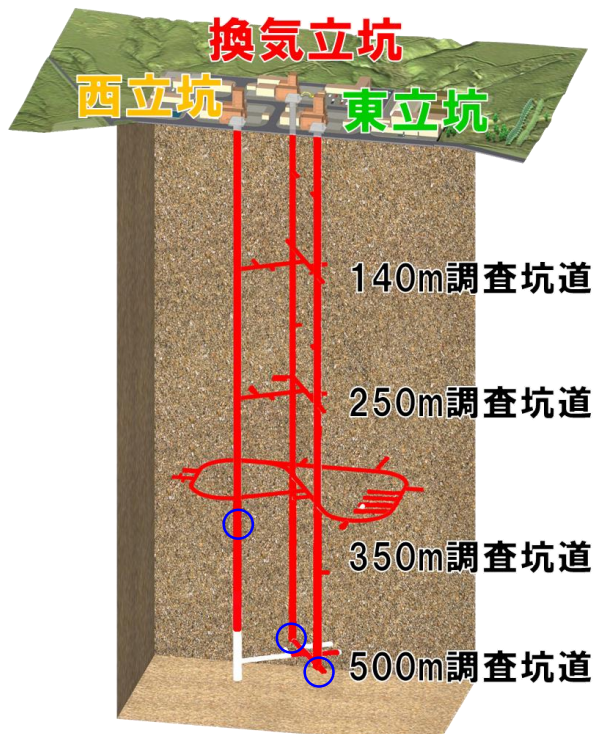
本工程は今後の施工計画策定や工事進捗に応じて変更となる場合があります。



1-5 地下施設の建設・維持管理

令和6年度の実績（立坑）

東立坑 （R5.9.29掘削開始）：深度500mに到達（R6.9.5）
 換気立坑 （R6.2.12掘削開始）：深度500mに到達（R7.1.22）
 西立坑 （R6.9.11掘削開始）：深度472m/500m



施工済み範囲（令和7年3月末現在）

○：写真撮影場所



東立坑 深度500m到達（R6.9.5）



換気立坑 深度500m到達（R7.1.22）

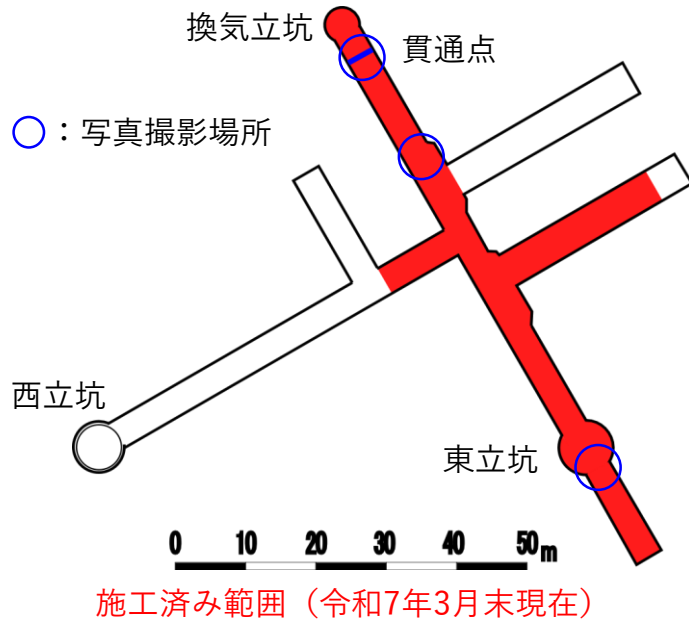


西立坑 深度365m掘削開始（R6.9.11）

1-5 地下施設の建設・維持管理

令和6年度の実績（500m調査坑道）

500m調査坑道（R6.9.17掘削開始）：掘削延長112.9m/208.1m



500m東連絡坑道の掘削（R6.12.20）



東連絡坑道の貫通（R7.2.18）



深度500m坑道掘削開始（R6.9.17）

1-6 研究に対する評価

□ 第38回深地層の研究施設計画検討委員会（令和7年3月11日）による 「令和6年度の成果ならびに令和7年度の計画」に対する評価

令和6年度の成果

- 年度当初の計画に沿って着実に進められ、多くの成果が得られており、所期の目標が達成されたと評価できる。
 - 令和6年度に取りまとめることとされた5つの課題については、成果の多くが論文として国際的に高水準の学術雑誌に掲載されたことは評価でき、国内外の地層処分の技術基盤として活用されることが期待される。
 - 「坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化」（体系化）については、目標や計画が具体化され、一年目として良いスタートが切れたと評価できる。幌延深地層研究計画における成果を基に取り組む体系化においては、各手法の適用可能な条件や範囲などの明確化を常に意識されることを期待する。
 - 幌延国際共同プロジェクトについては、フェーズ1の成果が国内外の会議で積極的に発表され、学術雑誌に特集が組まれるなど、成果の最大化に繋がっていると評価できる。

令和7年度の計画

- 「体系化」という難易度の高い課題に取り組むことになる。提示された計画は妥当と考えられ、全体像が分かりやすく具体化されたことは評価できる一方で、各課題の目標や位置付けについてより一層の明確化を期待する。幌延深地層研究計画全体の個々の課題を結びつける視点が整理されて来ていることは重要であり、第4期中長期目標期間の4年目である令和7年度の間評価に向けて、国際共同プロジェクトを牽引しつつ、更なる成果の発信を期待する。

1-6 研究に対する評価

□ 第36回地層処分研究開発・評価委員会（令和7年3月28日）

（※当日欠席の海外委員に対しては、令和7年4月16日に説明）

今年度の評価として、研究成果の取り組みについて総合的に検討した結果、適正で効果的かつ効率的に進められていると認識している。研究施設を効果的に活用し、卓越した技術を有しており、顕著な成果の創出が認められた。

委員会資料・議事録については近日中に公開予定です。