

深地層の研究施設計画検討委員会（第14回）

幌延深地層研究計画

—平成24年度までの進捗と今後の展開—

平成25年3月15日

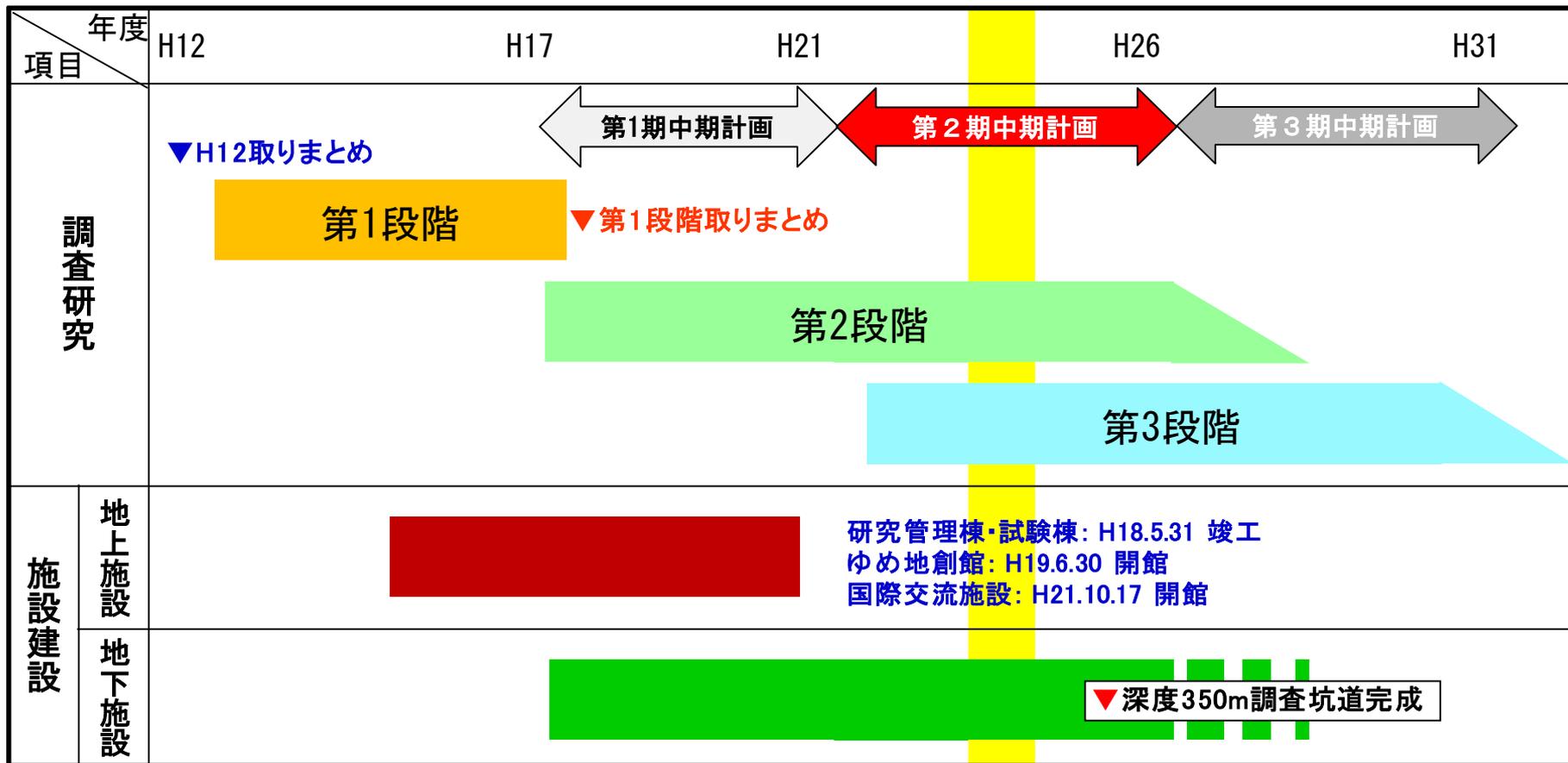
幌延深地層研究ユニット

本日の報告内容

- 1. 施設整備の状況および平成24年度までの調査研究の進捗状況**
- 2. 前回委員会でのコメント対応状況**
- 3. 地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化
(地球化学・岩盤力学)**
- 4. 工学技術、安全評価に関わる研究の進捗と今後の計画**

1. 施設整備の状況および平成24年度までの調査研究の進捗状況

幌延深地層研究計画スケジュール



第1段階：地上からの調査研究段階

第2段階：坑道掘削(地下施設建設)時の調査研究段階

第3段階：地下施設での調査研究段階

地下研究施設整備（第Ⅱ期）等事業の概要

民間の資金、経営能力及び技術的能力の活用を図り、効率的かつ効果的に実施するため、PFI法に基づく事業として実施。

【事業概要】

- 施設整備業務 : 掘削工事、掘削土（ズリ）・排水処理、計測、環境対策など
- 維持管理業務 : 保守、運転・監視、見学者対応支援など
- 研究支援業務 : 地下施設建設時及び地下施設での調査研究支援

【事業期間】

- 施設整備業務 : 平成23年2月 ~ 平成26年3月
- 維持管理業務 : 平成23年2月 ~ 平成31年3月
- 研究支援業務 : 平成23年2月 ~ 平成31年3月

【地下施設の整備範囲】

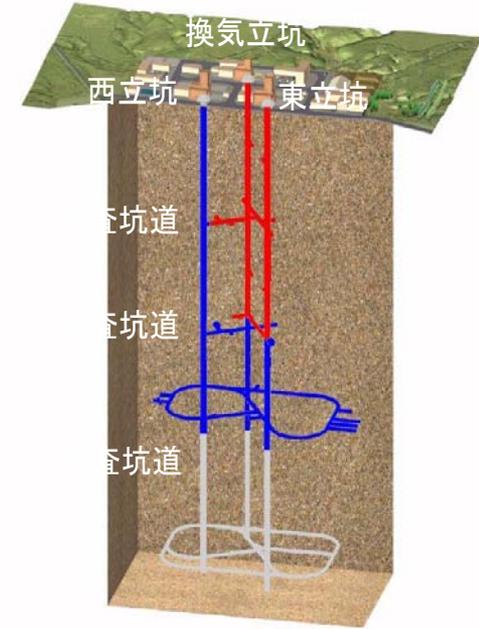
- 換気立坑 : 深度250m ~ 380m、内径4.5m
- 東立坑 : 深度250m ~ 380m、内径6.5m
- 西立坑 : 地表 ~ 365m、内径6.5m
- 250m水平坑道（完了部分除く）、350m水平坑道

【対価の支払い】

- 事業期間に亘る対価の合計額を平準化

【整備した施設の所有権】

- 定期的に原子力機構へ引渡す



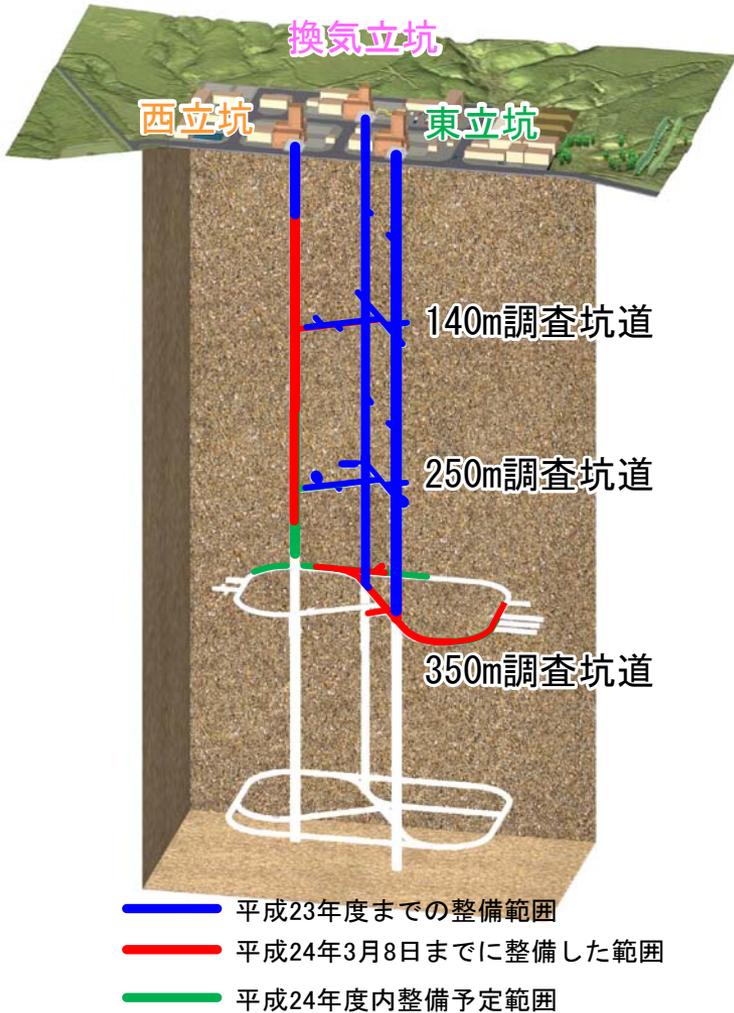
第Ⅰ期中期計画
第Ⅱ期中期計画

このイメージ図は今後の調査研究の結果次第で変わることがあります。

地下施設整備計画工程（予定）

施工箇所	FY H22	FY H23	FY H24	FY H25
換気立坑		■		■
東立坑		■		■
西立坑		■		
250m調査坑道	■			
350m調査坑道			■	

地下施設の工事進捗状況



※このイメージ図は
今後の調査研究の結果次第で変わることがあります。

【立坑掘削状況(3/8現在)】

東立坑	掘削深度	350.5 m
換気立坑	掘削深度	350.5 m
西立坑	掘削深度	281.0 m

【調査坑道掘削状況(3/8現在)】

深度140m調査坑道	掘削長	186.1 m
深度250m調査坑道	掘削長	190.6 m
深度350m調査坑道	掘削長	357.2 m



掘削状況
(深度350m周回坑道(西))
(平成25年3月5日撮影)



先行ボーリング
(深度350m周回坑道(東))
(平成25年3月6日撮影)

平成24年度の主な調査の進捗

	平成24年度の主な調査計画	平成24年度の主な調査の進捗
地質構造	<ul style="list-style-type: none"> 地質環境モデルの検証・更新 坑道掘削に伴う調査等により地質構造や割れ目の産状・連続性に関するデータの取得を継続 	<ul style="list-style-type: none"> 地質構造モデルの精度、予測限界を検証。モデルを更新し、第1段階の調査解析技術の体系化にフィードバック。 坑道掘削時にグラウト材の浸透した断層や割れ目を調査。断層近傍の分岐脈状に発達する地下水移行経路を確認。
岩盤水理	<ul style="list-style-type: none"> 水理地質構造モデルの検証・更新 湧水を伴う割れ目の産状や湧水の量などの水理地質構造に関するデータの取得を継続 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削に伴う地表のボーリング孔の水圧変化等に基づき水理地質構造モデルを検証。 掘削に伴う水圧変化に関するデータを整理し、連続的な透水性構造の分布と水圧変化の関係について検討中。
地球化学	<ul style="list-style-type: none"> 地球化学モデルの検証・更新 坑道掘削に伴う周辺岩盤及び地下水の水質に関わる化学反応などの地球化学特性の変化の評価を継続 	<ul style="list-style-type: none"> 地表および坑道からのボーリング孔等の水質モニタリングデータに基づき地球化学モデルを検証。 得られた水質モニタリングデータに基づき、地球化学特性の変化とそれらを支配している化学反応の評価を継続。
岩盤力学	<ul style="list-style-type: none"> 350m調査坑道における初期地圧測定、地下深部における地圧の空間的な分布の評価を継続 	<ul style="list-style-type: none"> 350mポンプ座にて、水圧破碎試験による初期地圧測定を実施し、室内試験結果と併せて評価を実施中。 同坑道にて、原位置岩盤物性試験を実施し、岩盤の変形・強度特性ならびに設計物性値の妥当性を検討中。

平成24年度の主な調査の進捗

	平成24年度の主な調査計画	平成24年度の主な調査の進捗
調査技術・機器開発	<ul style="list-style-type: none"> 140m、250m坑道における岩盤の化学的緩衝能力や掘削影響に関するデータ取得の継続 250m坑道での物質移行試験結果に基づく試験装置・手法の適用性及び試験の成立性の評価の継続 	<ul style="list-style-type: none"> 140m調査坑道において掘削影響<u>モニタリング等を継続</u>。 物質移行試験装置の改良および動作確認試験を実施。原位置試験データを用いた逆解析により、試験の適用性及び成立性を評価し、技術的課題を抽出。 140mおよび250m調査坑道にて、弾性波トモグラフィ調査を継続実施中。
工学技術の基礎の開発	<ul style="list-style-type: none"> 地下施設の設計の妥当性の確認・更新 東、西立坑及び350m調査坑道の掘削状況に応じて、岩盤と支保の挙動の分析 	<ul style="list-style-type: none"> 3本の立坑及び350m調査坑道の掘削に併せて、支保の応力や岩盤の変位計測などを行い、<u>地下施設設計と計測技術の妥当性の確認</u>ならびに更新を実施。
地層処分研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 350m坑道での低アルカリ性セメントを用いた原位置吹付け試験、湧水抑制対策に係る適用試験、ならびに岩盤及び地下水への影響を把握するための調査の継続 350m調査坑道における試験計画の詳細検討(人工バリア性能確認試験、オーバーパック腐食試験、物質移行試験ほか) 250m調査坑道における物質移行試験のボーリングコア試料を用いた物質移行パラメータの取得、ならびに一次元の物質移行モデルによる予備解析の実施 地層処分実規模整備事業への協力 	<ul style="list-style-type: none"> 350m坑道で低アルカリ性セメントの吹付け施工試験を実施(2月下旬～3月)。250m坑道から350m坑道へ向かって低アルカリ性グラウトの施工試験を実施(4～7月)。岩盤及び地下水への影響については<u>分析を継続</u>。 人工バリア性能確認試験について、<u>埋め戻し材の仕様</u>を検討、サンプルブロックの製作を確認。 一次元二経路モデルによる物質移行<u>解析</u>を実施。 (<u>実規模設備整備事業</u>)緩衝材定置試験装置による定置試験の公開、緩衝材長期浸潤挙動の確認試験への協力を実施。

2. 前回委員会でのコメント対応状況

【平成24年度 第1回委員会のコメントに対する対応結果】

No.	テーマ	質疑・コメント	対応方法など
1	脆性度	脆性度の概念は？ ダクティリティーとの違いは？ 脆性度はマクロな見方としては良いが、すべてを説明することは難しい。	「脆性度」の尺度として、汎用性がある「地山強度比」として整理。 「地山強度比」による幌延の地質環境場の位置付けを例示。
2	工学技術	幌延での研究で、人工バリア性能試験関連の件に関して議論できなかった。	今回、工学技術と安全評価に関わる研究の進捗と今後の計画を説明。

3. 地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化(地球化学・岩盤力学)

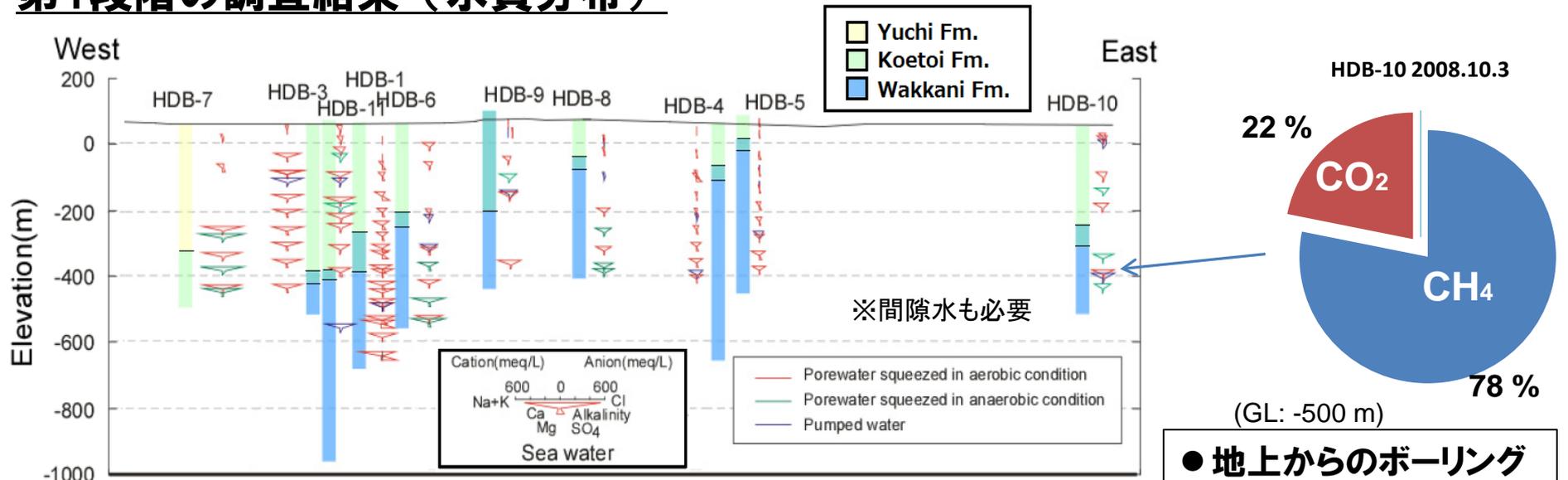
地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化(地下水化学)

地上からの調査	調査目的	地上からの調査結果の妥当性評価	目標
電気・電磁探査	地下水の塩分濃度分布の把握	第1段階での実施内容を再整理して手法として構築	施設的设计・施工へ反映するためのデータ取得
<u>ボーリング調査</u>	<u>地下水の地球化学特性の分布の把握</u>	<u>地上および坑道内からのモニタリングによる評価</u>	安全評価へ反映するためのデータ取得
<u>坑道掘削時の予測解析</u>	<u>坑道掘削に伴う地下水の地球化学特性の変化の予測</u>	<u>地上および坑道内からのモニタリングによる評価</u>	

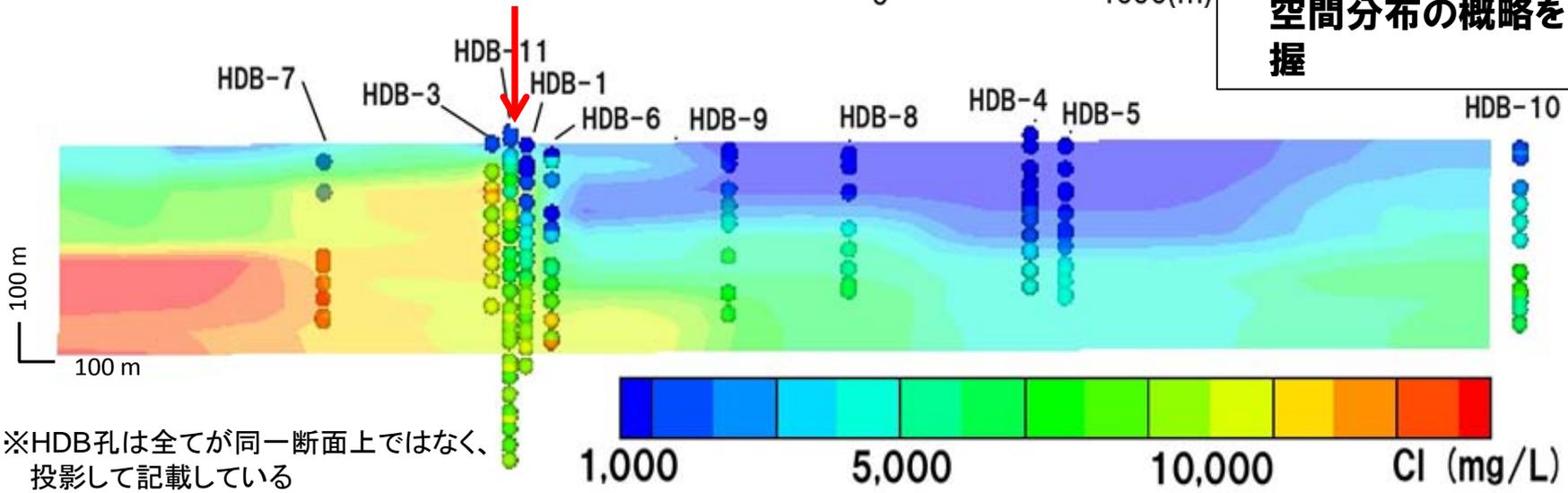
※下線部が今回の説明内容

地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化(地下水化学)

第1段階の調査結果 (水質分布)



幌延URL

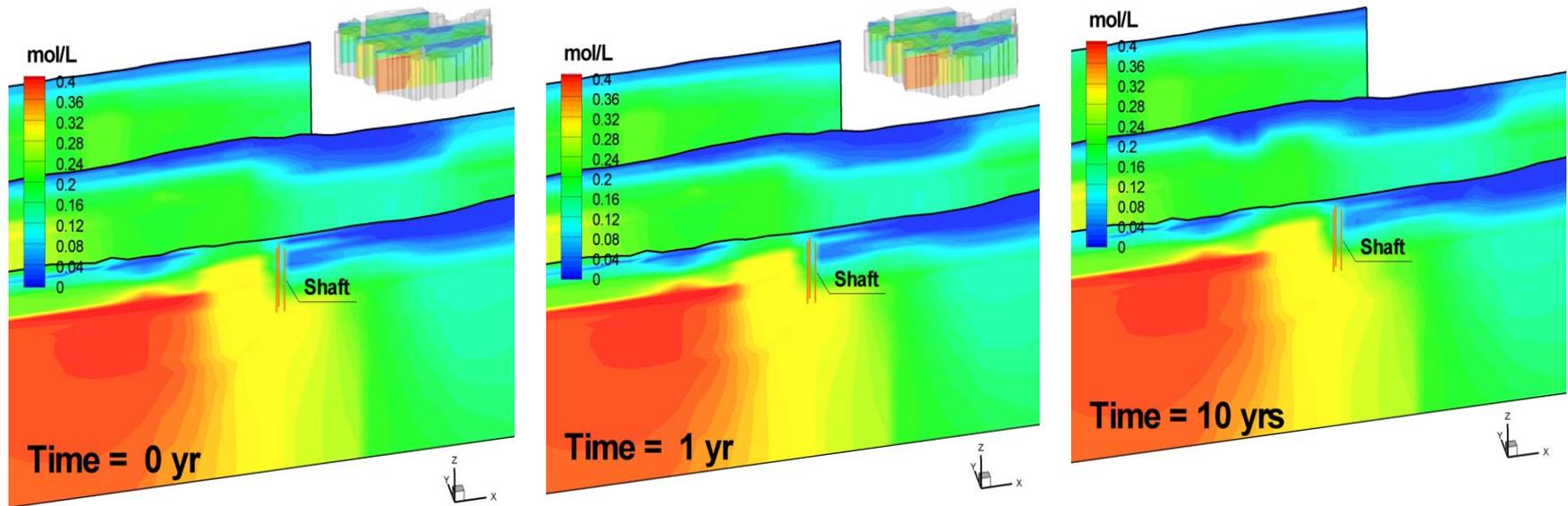


● 地上からのボーリング調査により, Cl濃度の空間分布の概略を把握

地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化(地下水化学)

第1段階の調査結果に基づくCl濃度分布の予測解析

- ❑ 研究所周辺の水理地質構造を踏まえ、立坑掘削に伴うCl濃度分布の変化を事前に評価するための解析を実施



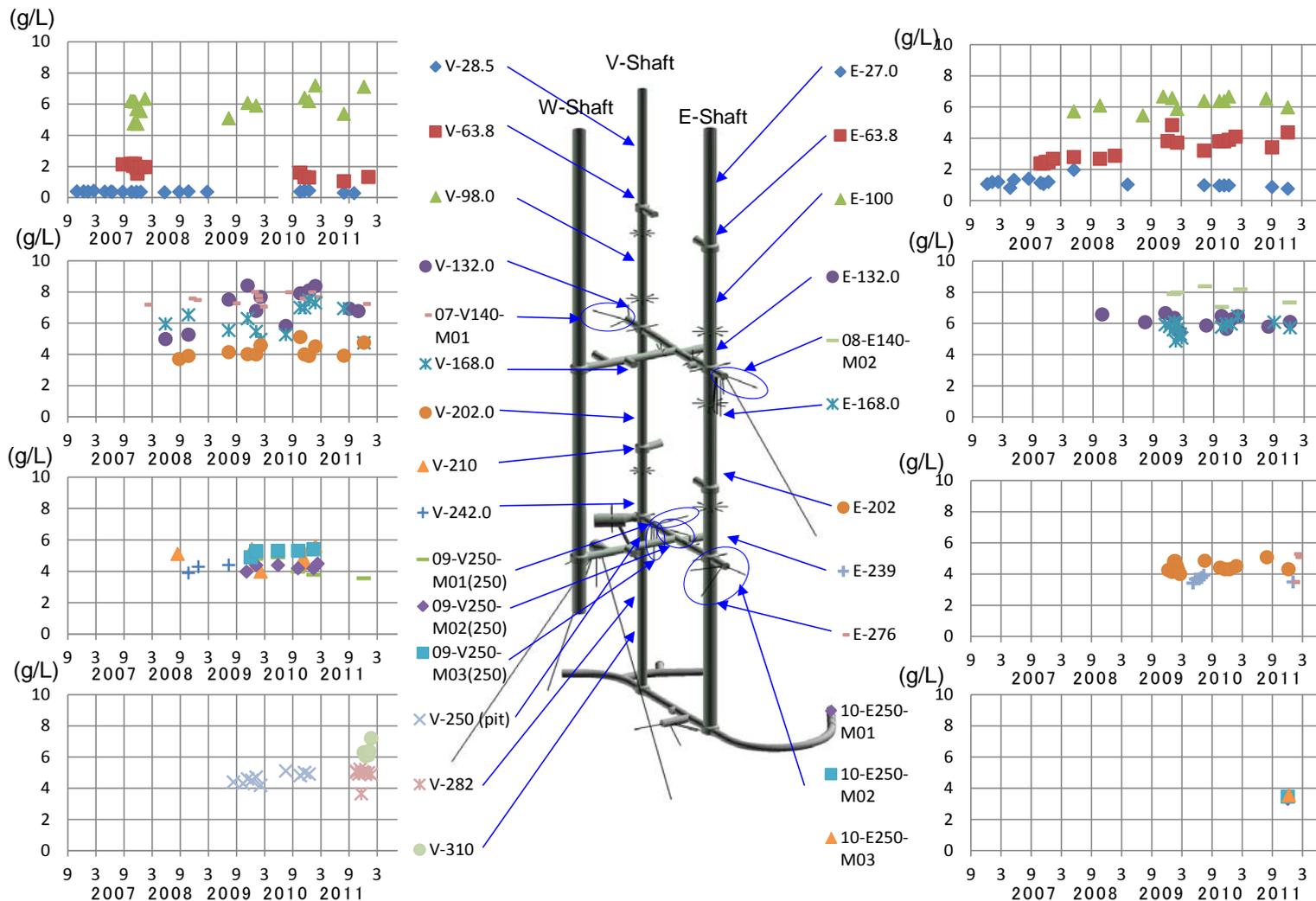
解析コード: TOUGHREACT (熱・地下流体-化学反応連成解析コード)
(Yamamoto et al., 2006)

予測解析結果

- 立坑掘削に伴い、長期的には、地表の淡水系地下水の引き込みによる深部の塩水系地下水の希釈が推定された。ただし、立坑掘削開始から10年間程度では、立坑周辺のCl濃度分布に顕著な変化は生じないと予想された。

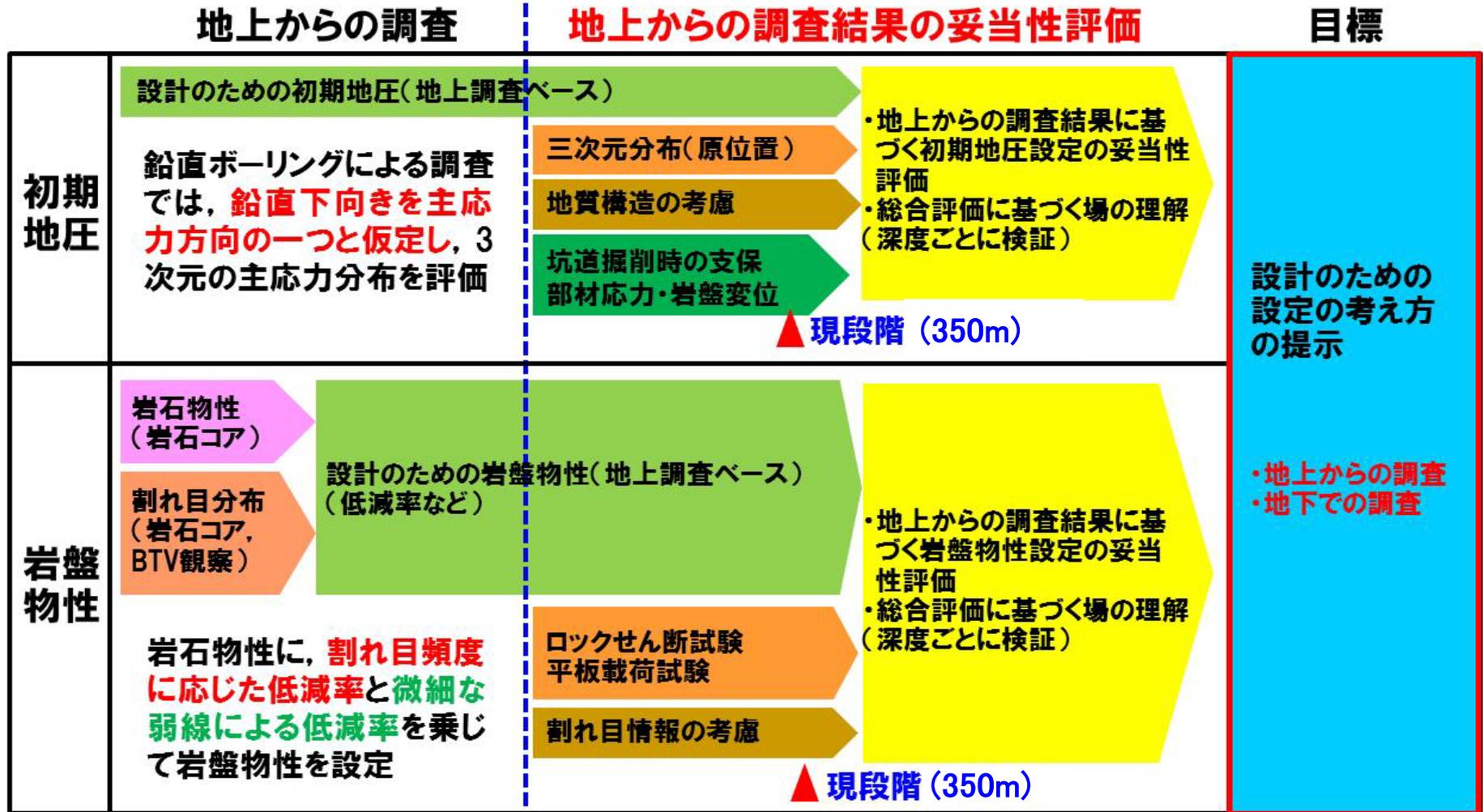
地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化(地下水化学)

研究坑道内からの調査結果 (塩分濃度)



➤ 立坑掘削に伴い、Cl濃度に顕著な変化は生じないという予測解析結果とほぼ整合。やや変化が認められる箇所については、水理地質構造を踏まえた考察を継続

地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化(岩盤力学)



地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化(初期地圧)

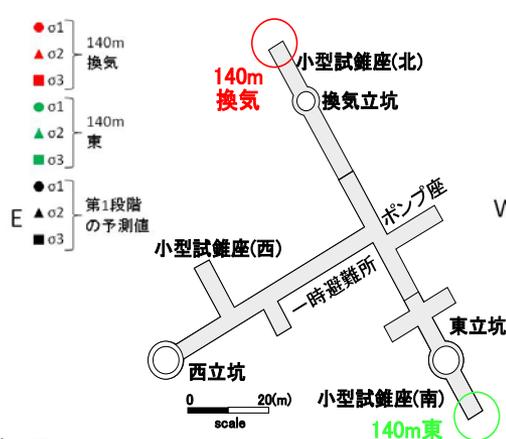
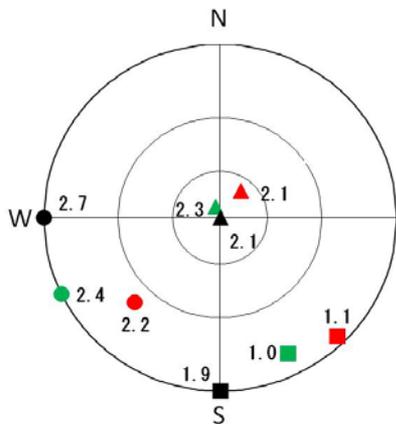
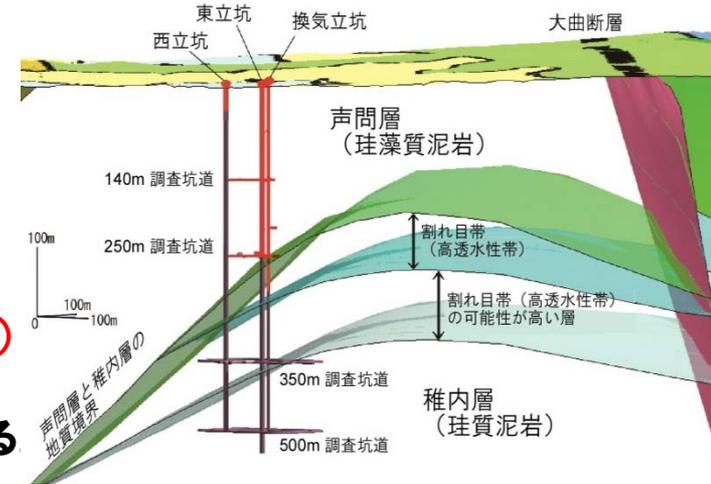
初期地圧の評価

<第1段階(地上からの調査)>

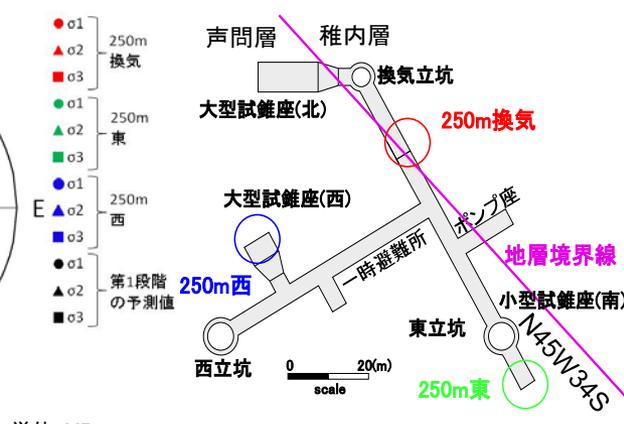
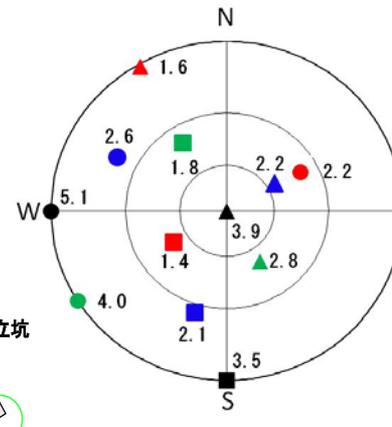
- 主応力方向の一つが鉛直下向きと仮定した調査
 $\Rightarrow \sigma_H : \sigma_h : \sigma_v = 1.3 : 0.9 : 1.0$, σ_H : は東西方向と予測
 (σ_H : 水平面内最大応力, σ_h : 水平面内最小応力, σ_v : 土被り圧)

<第2段階での検証>

- 140m坑道: 主応力の一つがほぼ鉛直下向き(予測とほぼ一致)
- 250m坑道: 主応力の大きさ, 方向ともに予測とかい離
 \Rightarrow 地層境界付近にて, 主応力状態が変化している可能性がある



単位: MPa



単位: MPa

深度140mの各主応力(ウルフネット下半球投影)

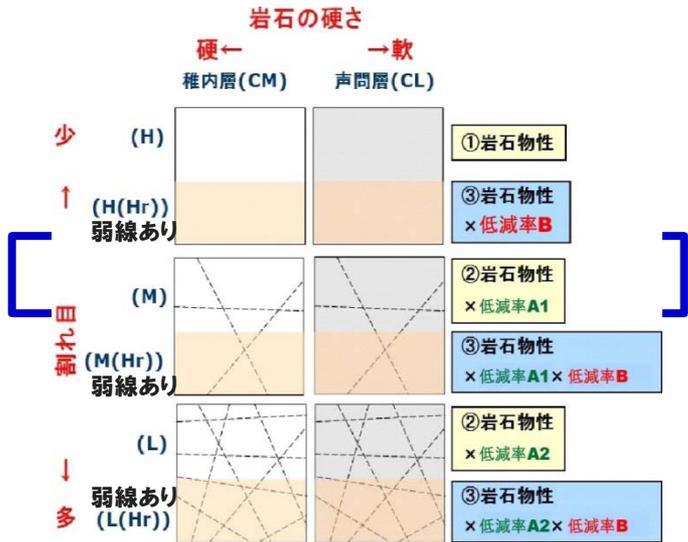
深度250mの各主応力(ウルフネット下半球投影)

課題: 地質構造と初期地圧分布の関係の分析とその概念モデルの再構築

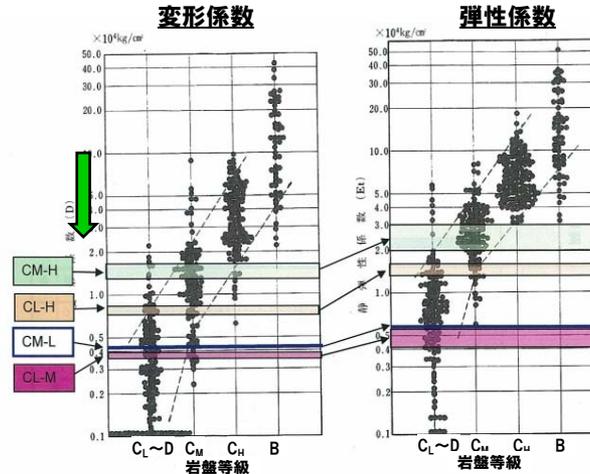
\Rightarrow 350m調査坑道において, 地層境界との距離を考慮して複数地点で初期地圧を測定予定

地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化(岩盤物性)

第1段階で構築した岩盤区分の概念



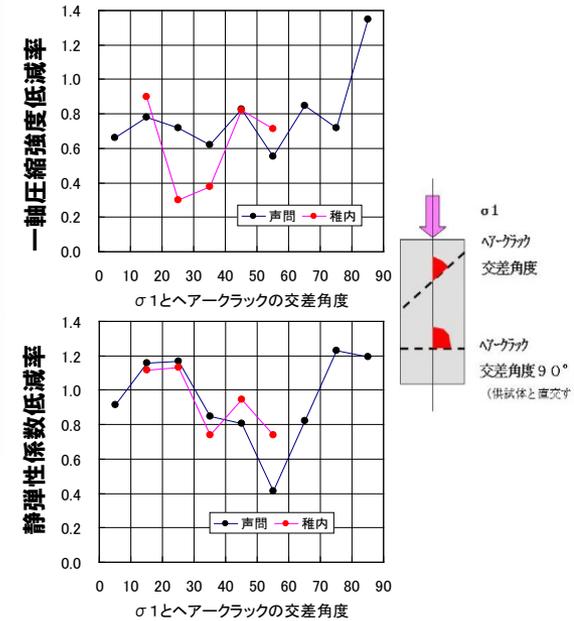
1) 割れ目の低減率A



孔内载荷試験結果と既往の岩盤等級*)の関係

*) 菊池宏吉: 地質工学概論, 土木工学社, pp.103-116,

2) 微細な弱線の低減率B



岩盤区分	菊池の岩盤区分との対比	変形係数 (MPa) (): 低減率A (): 低減率B	静弾性係数 (MPa)	粘着力 (MPa)	内部摩擦角 (°)
CL-H	CL級上限	800	1300	2.2	15
CL-H Hr		640 (0.8)	1040 (0.8)	1.5 (0.7)	15
CL-M	平均的CL級	400 (0.5)	520 (0.38)	0.8 (0.38)	15
CL-M Hr		360 (0.9)	450 (0.9)	0.6 (0.8)	15
CL-L	CL級下限	200 (0.25)	300 (0.32)	0.5 (0.32)	15
CL-L Hr		200 (1.0)	300 (1.0)	0.5 (1.0)	15
CM-H	平均的CM級	1500	2500	5.2	25
CM-H Hr		1200 (0.8)	2000 (0.8)	1.6 (0.3)	25
CM-M	CM級下限	1000 (0.67)	1500 (0.6)	3.1 (0.6)	25
CM-M Hr		900 (0.9)	1350 (0.9)	1.6 (0.5)	25
CM-L	平均的CL級	400 (0.27)	500 (0.2)	1.0 (0.2)	25
CM-L Hr		400 (1.0)	500 (1.0)	1.0 (1.0)	25

岩石物性に割れ目(明瞭な分離面)の多さを考慮した低減率Aとコア表面の微細な弱線の程度を考慮した低減率Bを乗じて岩盤区分と設計用岩盤物性を推定。

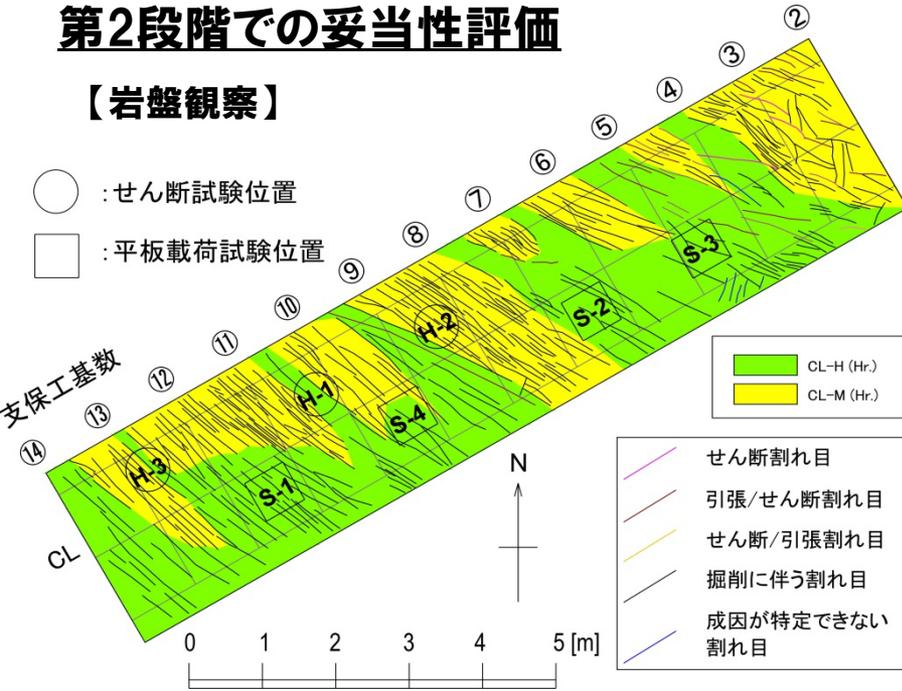
地上からの調査技術の妥当性評価と汎用化(岩盤物性)

第2段階での妥当性評価

【岩盤観察】

○ : せん断試験位置

□ : 平板载荷試験位置



岩盤の変形特性(変形係数・弾性係数)の評価

⇒ 平板载荷試験の実施

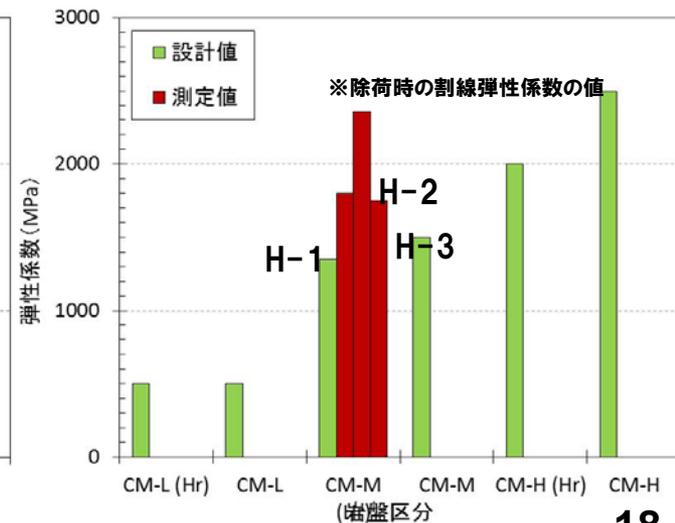
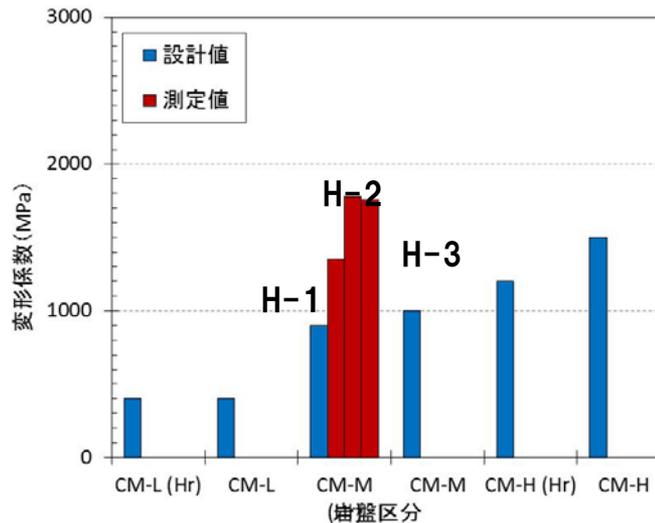
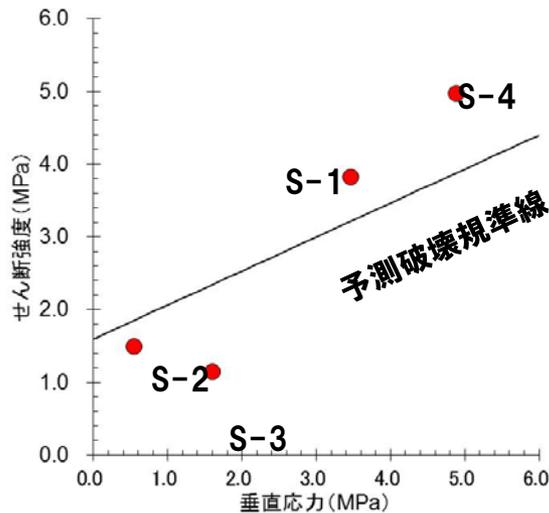
岩盤の強度特性(粘着力・内部摩擦角)の評価

⇒ ロックせん断試験の実施

試験対象の岩盤区分の選定(坑道内にて平均的な岩盤区分を選定)

⇒ 岩盤観察+シュミットハンマー(SH)反発値分布(岩盤表面の反発度の調査)+弾性波速度分布(試験箇所背面の岩盤性状の調査)に基づいて選定

試験結果に基づいて、設計用岩盤物性値(低減率の設定方法)の妥当性を検討中。



4. 工学技術、安全評価に関わる研究 の進捗と今後の計画

工学技術、安全評価に関わる研究（整理）

原位置試験のニーズ、役割①

分野	目的(ポイント)	評価モデル	室内試験	原位置試験(幌延)	成果	
人工バリア	オーバーパック(OP)腐食挙動	OP設計(高pH化地下水、不均一浸潤)	-	・モデルの妥当性確認 ・モニタリング手法開発	OP腐食挙動試験 ・モデルの検証	・腐食評価技術(計測、評価) ・不均一腐食メカニズム ・OPデータベース
	人工バリア性能	NFの長期連成挙動(緩衝材浸潤、OP周辺地下水)	THMCモデル	・モデルの妥当性確認 ・入力パラメータ取得 ・モニタリング手法開発	人工バリア性能試験 ・モデル、施工技術の検証	・連成評価技術(計測、モデル、評価) ・人工バリア施工技術
	ガス移行挙動評価	ガス移行挙動(岩盤)	GETFLOWS、CODE_BRIGHTなど	・入力パラメータ取得 ・基本特性	-	・ガス移行評価技術(パラメータ設定、モデル)
岩盤／対策工	岩盤の熱・力学特性の調査評価技術	地質環境特性の調査評価(段階的評価)	-	・基本特性	初期地圧測定・原位置岩盤物性試験* ・予測手法の検証	・岩盤の熱・力学特性調査評価技術(調査計測、評価)
	掘削影響評価技術	岩盤長期力学挙動(EDZ)	EDZ発生/挙動モデル	・EDZ内部の岩盤物性の把握	掘削影響試験* ・モデル、計測技術の検証	・岩盤長期挙動評価技術(計測、モデル、評価) ・EDZ発生/挙動メカニズム
	地下施設の設計・施工管理技術	地下施設設計(設計、施工管理、リスクマネジメント)	三次元逐次掘削解析モデル	・入力パラメータ取得	地下研建設工事 ・設計、計測、施工管理、リスクマネジメントの検証	・坑道設計技術(設計、モデル、施工管理、リスクマネジメント) ・情報化施工技術
	テストピット挙動評価	岩盤長期力学挙動	コンプライアンス可変型構成方程式	・入力パラメータ取得	テストピット挙動試験 ・モデルの検証	・岩盤長期挙動評価技術(計測、モデル、評価)
	低アルカリ性セメント系材料	支保/グラウト設計	・水和・溶脱モデル ・グラウト浸透モデル	・モデルの高度化	低アルカリ性セメント施工試験 ・モデル、施工技術の検証 グラウト施工試験 ・モデル、施工技術の検証	・支保工/グラウト施工技術 ・セメント影響評価モデル ・グラウト浸透モデル ・グラウト技術ガイドライン ・GDB
閉鎖	坑道閉鎖技術	埋め戻し・プラグ設計	・基本特性(E)	埋め戻し・プラグ試験 ・施工技術の検証 ・坑道閉鎖現象の理解	・埋め戻し・プラグ施工技術 ・試験計画	

* : 地層科学研究として実施

工学技術、安全評価に関わる研究（整理）

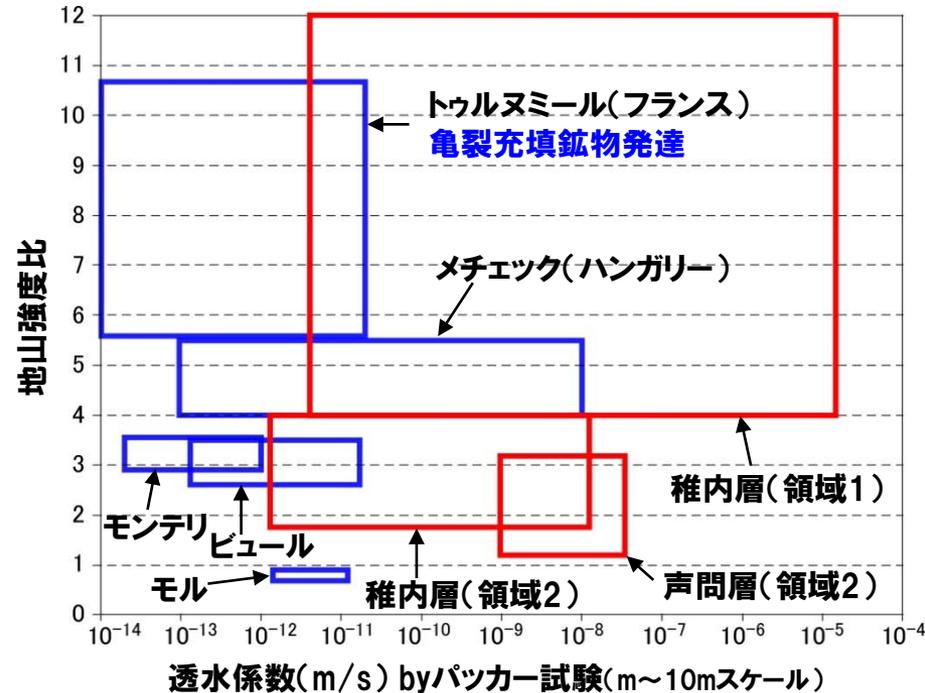
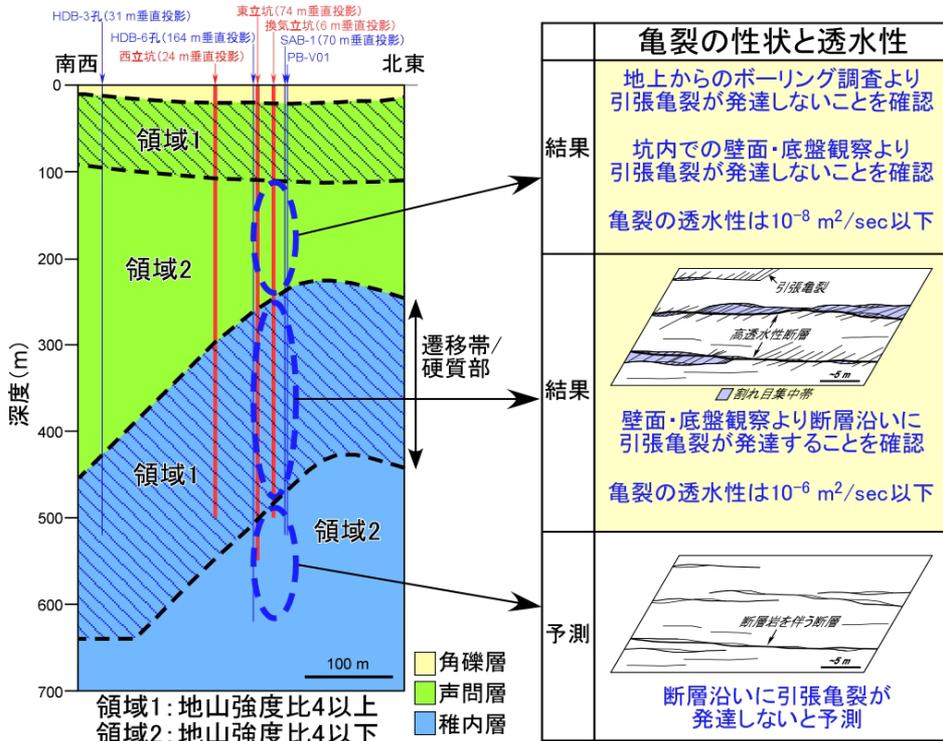
原位置試験のニーズ、役割②

分野	目的(ポイント)	評価モデル	室内試験	原位置試験(幌延)	期待される成果	
安全評価	移行経路特性	堆積岩における亀裂を考慮した移行経路	移行経路概念モデル	コア観察 鉱物分析 力学試験(三軸圧縮)	坑道壁面観察* 孔壁画像検層* 物理・流体電気伝導度検層* 水理試験*	堆積岩中の移行経路特性の評価技術(地質条件, 評価スケール, および将来的な地殻変動による影響の可能性との対応)
	水理・物質移行特性	堆積岩における亀裂の水理・物質移行特性の不均質性	地下水流動モデル, 移流分散マトリックスモデル	亀裂形状計測 (亀裂開口幅の不均質性把握)	物理・流体電気伝導度検層* 水理試験* トレーサー試験 ・データ取得 ・モデルの検証	・物質移行特性評価技術(調査計測、モデル化, 評価)
	収着・拡散特性	拡散・収着パラメータの原位置への適用手法	収着・拡散モデル	・入力パラメータ取得(収着・拡散試験) ・トレーサー試験の予備, 補完試験	トレーサー試験 ・データ取得 ・モデルの検証	・収着・拡散特性評価技術(調査計測、モデル化、評価) ・パラメータ設定手法
	コロイド・有機物・微生物	コロイド・有機物・微生物影響の考慮した核種移行モデル	COLFRACコードの高度化、NICA-Donnanモデルの検討、PHREEQCでの地球化学計算の応用	・入力パラメータ取得(カラム試験、バッチ試験、培養試験)	トレーサー試験 ・データ取得 ・モデルの検証	・コロイド・有機物・微生物評価技術(調査計測、モデル化、評価)
	表層環境中移行特性	表層環境の長期変遷	・幌延等の現況データを用いた表層環境移行特性評価技術の開発 ・表層環境での時間変遷を考慮した移行特性に関する評価技術の開発			・移行評価モデル構築技術
	安全評価手法	地下施設を利用した調査に基づく安全評価の考え方・方法論	・原位置試験・室内試験によるプロセス理解に基づく安全評価モデルの高度化・不確実性評価 ・地質環境調査、処分場設計、安全評価の連携に必要な手法開発、および連携の試行			・地下施設を利用した調査・試験に基づく安全評価技術 ・分野間の連携に関するノウハウ・要素技術

* : 地層科学研究として実施

地山強度比を用いた場の位置付け／海外地下研との対比

- 一般に、岩盤のダクティリティ*が高い(岩石が柔らかい／有効封圧が大きい)ほど引張亀裂が発達しにくいいため、岩盤の透水性は低い
- ダクティリティの指標として地山強度比(一軸圧縮強度÷有効鉛直応力)が活用できる(地山強度比が低いほどダクティリティは高い)
- 幌延では、地山強度比が4以上だと断層近傍に引張亀裂がよく観察され、断層の透水性も高い(グリフスコーロンの破壊基準を用いた解析結果とも整合的)
- 幌延の泥岩は海外の地下研と比べると透水性が高い(地殻変動の影響が大きい)



泥岩を対象とした海外の地下研との比較

亀裂の性状・透水性と地山強度比との対応付け

*岩石が破断せずに大きくひずむことのできる能力。脆性度の対義語。

工学技術、性能評価に関わる研究（整理）

幌延深地層研究所における原位置試験の考え方

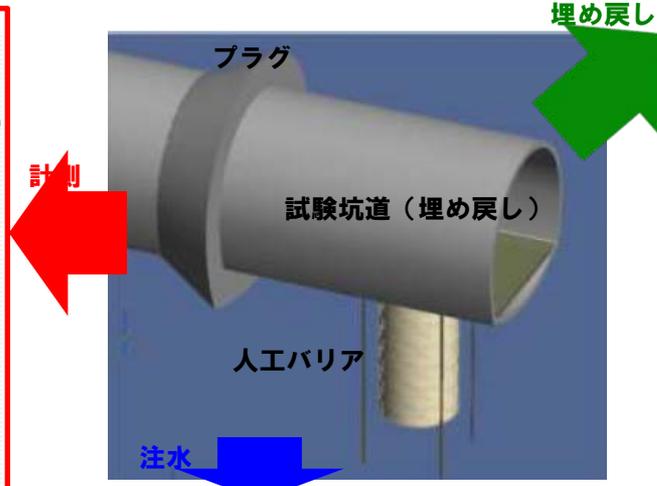
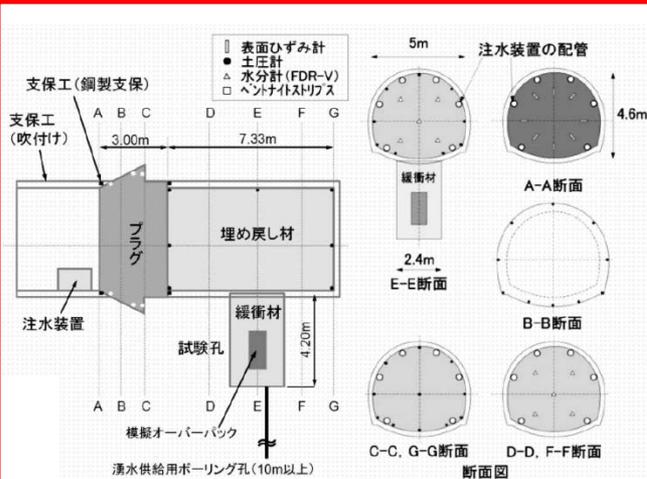
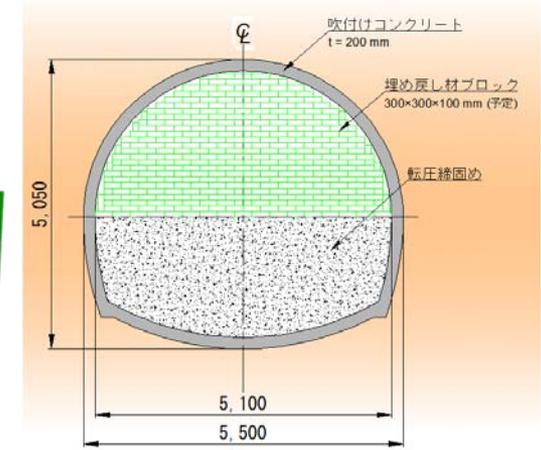
試験・調査		140m 調査坑道 (領域2)声問層	250m 調査坑道 (領域2)声問層/ (領域1)稚内層	350m 調査坑道 (領域1)稚内層	考え方
人工 バリア	OP腐食挙動試験	—	—	○	腐食挙動に影響するような領域による違いや深度依存性がないため1カ所で効率的な実施を選択。
	人工バリア性能試験	—	—	○	連成挙動に影響するような領域による違いや深度依存性がないため1カ所で効率的な実施を選択。保守的な評価の観点から地圧・水圧の大きい深度で実施。
	ガス移行挙動試験	—	—	—	
岩盤 ／ 対策工	地下研建設工事(地下施設の設計・施工監理技術、グラウト施工)	○	○	○	設計やリスクマネジメントの妥当性確認、施工管理、湧水対策として実施
	初期応力測定・平板載荷試験	○*	○*	○*	岩種、地圧の違いによる岩盤力学物性評価手法の解明が必須のことから、3深度実施。
	掘削影響試験	○*	○*	○*	岩種、地圧の違いによるEDZ発生メカニズム解明が必須のことから、3深度実施。
	テストピット挙動試験	—	—	○	保守的な評価の観点から地圧・水圧の大きい深度で実施。領域1で実施することにより、領域2での評価を補間
	低アルカリ性セメント施工試験	○	○	○	岩種、地圧の違いによる配合設計を例示することが必須のことから、3深度実施。施設工事(支保)として効率的な実施を選択。
	グラウト施工試験	—	○	○	施設工事(湧水対策)として効率的な実施を選択。
閉鎖	埋め戻し・プラグ試験	—	—	○	保守的な評価の観点から地圧・水圧の大きい深度で実施。領域1で実施することにより、領域2での評価を補間。
安全 評価	トレーサー試験	—	—	○	250m坑道で検討した物質移行特性に関わる調査技術と解析手法を踏まえ、350mにおいて実施 ・成果の安全評価手法への反映

* : 地層科学研究として実施

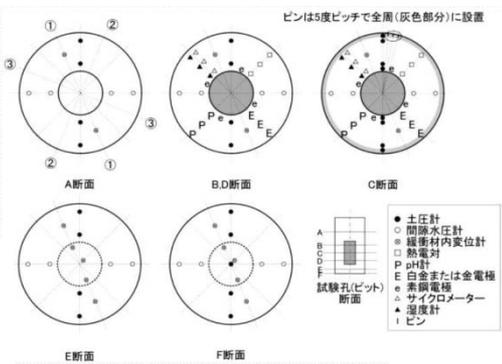
人工バリア性能試験の調査研究概要

○人工バリア性能試験の試験概要

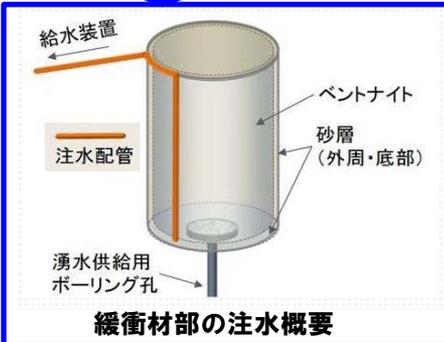
目的：熱・水・応力・化学連成現象を評価するための検証データの取得
 第2次取りまとめに準拠し、350 m坑道にて模擬オーバーパックを用いた人工バリアシステムを構築し、検証データを取得する。



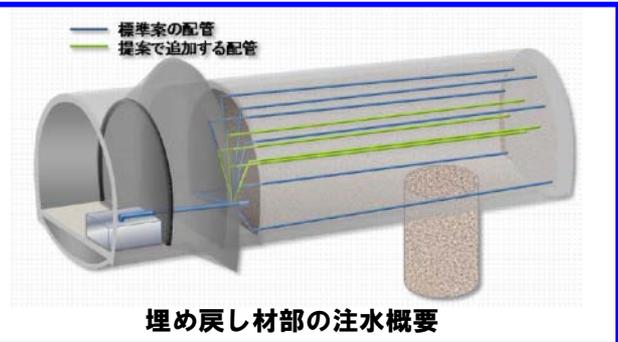
埋め戻し材内の計測位置



ベントナイトブロック内の計測位置



緩衝材部の注水概要



埋め戻し材部の注水概要

○今後の計画

・平成26年度の人工バリア設置作業開始に向け、本試験計画を検討 (プラグの設計、埋め戻し材転圧締固め試験、埋め戻しブロックの製作等)

人工バリア性能試験(埋め戻し材の仕様検討)

◆これまでに検討を進めてきた設計フローに基づき、人工バリア性能試験で使用する埋め戻し材の仕様の設定(設計手法の適用性確認・更新)

人工バリア性能試験における坑道埋め戻しの材料・施工方法および諸条件の概要

- ベントナイト+掘削ズリ(稚内層)の混合材料(配合:ベントナイト40%、掘削ズリ60%)
- 埋め戻し材の施工:坑道下部(転圧締固め)、坑道上部(ブロック)、隙間部(吹付けなど)
- 透水係数は 10^{-9}m/s 以下。膨潤圧力は 0.1 MPa 以上。

坑道埋め戻し材ブロックの製作試験

使用ブロックを製作する実際の機材にてサンプルブロックを製作し、実試験時に考えられる諸条件に関する確認試験を実施。

➢ 品質確認

製作性、成形性、加工性ほか

➢ 物理・力学特性試験

一軸圧縮試験、密度試験ほか

➢ 操作性確認

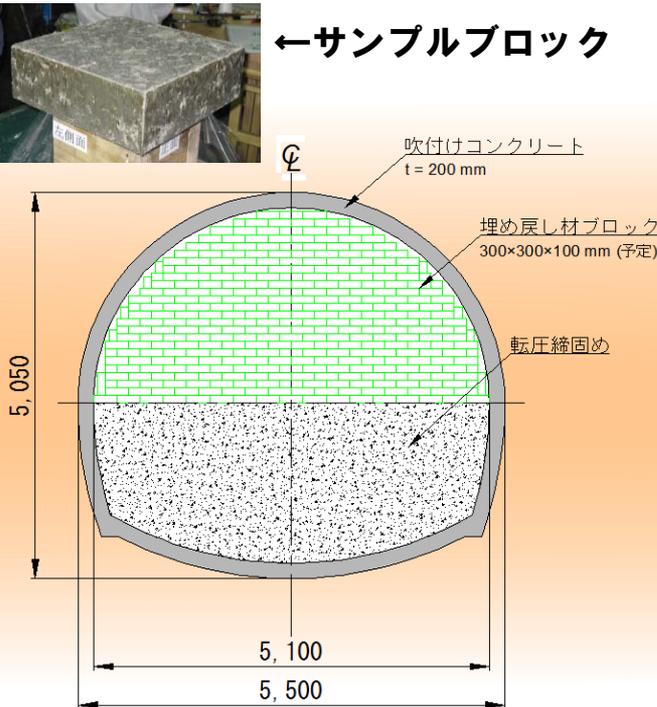
持ち運び、積み重ね試験ほか

➢ 管理方法確認

梱包確認ほか

今後の予定:坑道下部の転圧部に関する転圧試験を実施し、最終的なブロックの仕様を決定する。

←サンプルブロック



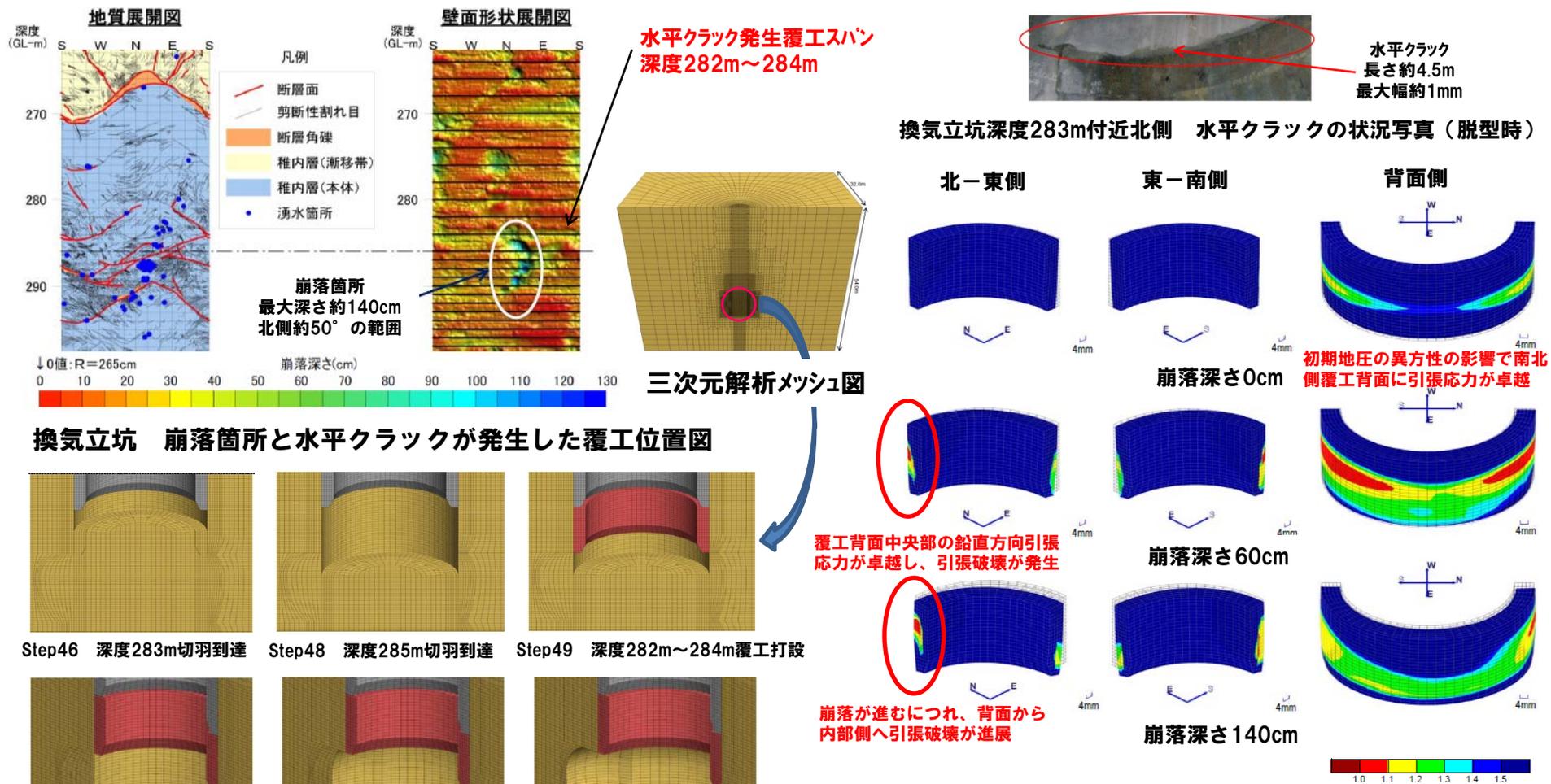
人工バリア性能試験の
坑道埋め戻しの概要(予定)



↑埋め戻し材ブロック
製作装置

岩盤／対策工（地下施設の設計・施工管理技術）

・立坑壁面の岩盤崩落が覆工の安定性に及ぼす影響について確認した事例

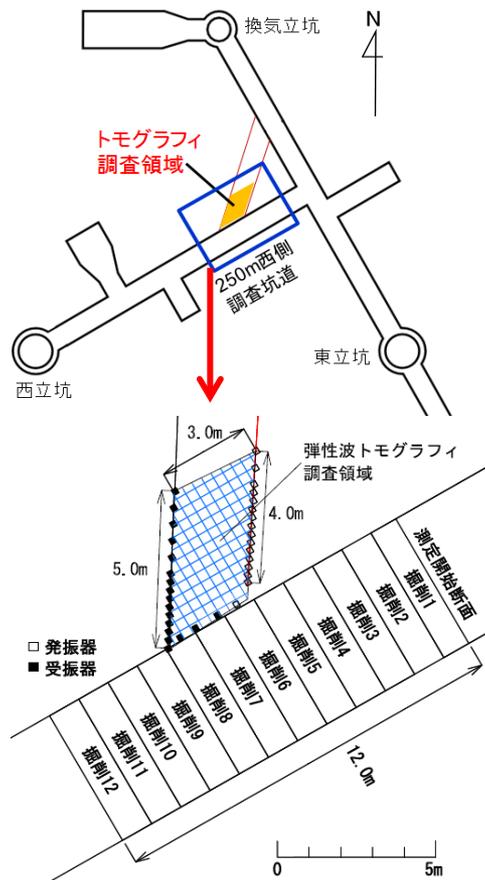


岩盤崩落を再現した解析ステップ図

岩盤の崩落は安全・コスト・工程ばかりでなく、品質にも悪影響を及ぼすため、抑制させることが重要→東西立坑の施工管理へ反映

岩盤／対策工（掘削影響試験）

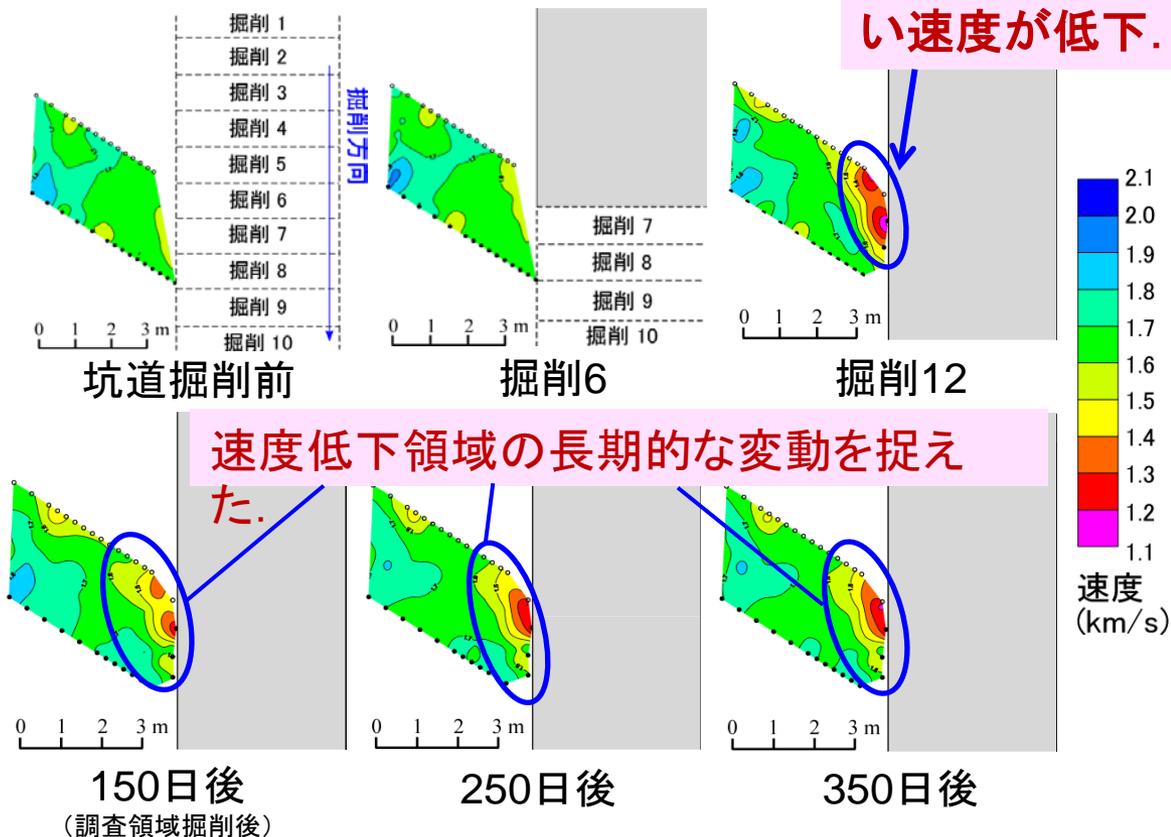
250m調査坑道で弾性波トモグラフィ調査を実施。
 (2011年2月20日～**現在も継続して実施中**)



トモグラフィ調査実施期間

- ・坑道掘削中(掘削前, 掘削1~12)
- ・坑道掘削後(調査領域掘削後50日おき)

<トモグラフィ調査の結果>



<今後の課題>

- ・長期的な坑道の変状と弾性波速度の関係の把握
- ・速度低下領域内部の岩盤物性(き裂密度, 飽和度, 透水性など)の変化の把握.
- ・掘削時のEDZの挙動を考慮した坑道の施工法の立案.

低アルカリ性セメント施工試験(350m調査坑道)

施工試験

- 地圧の増加に伴う配合設計の例示
- 施設工事(支保)として実施

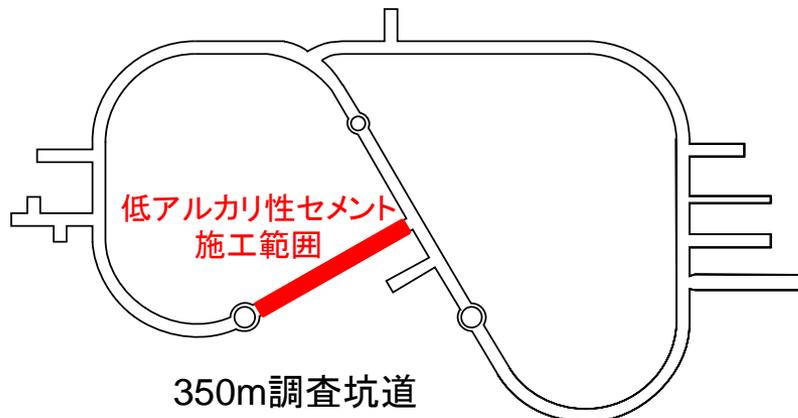
- 250m調査坑道と同じ配合
→施工前に初期性状, 強度を確認
→設計基準強度 $<\sigma_{28}$ を確認
- 2/22より坑道の掘削開始
→掘削に合わせて吹付けコンクリート(支保)を施工

配合

配合	水結合材比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)						
			水	結合材			細骨材	粗骨材	混和剤*
				OPC	SF	FA			
HFSC (140m)	30.0	59.7	150	200	100	200	974	655	3.25
HFSC (250m/ 350m)	35.0	60.2	175	200	100	200	945	638	5.25
OPC(140m)	43.3	56.9	173	400	-	-	1,068	806	2.00
BB(250m/ 350m)	40.0	55.7	170	400		25	990	802	2.40

HFSC: 低アルカリ性セメント
BB: 高炉セメント(B種)

* OPC/BB: 高性能減水剤NT-1000
HFSC: 高性能AE減水剤SP8SV



影響調査

- OPCとの比較を通じて, HFSCの周辺環境への影響を評価

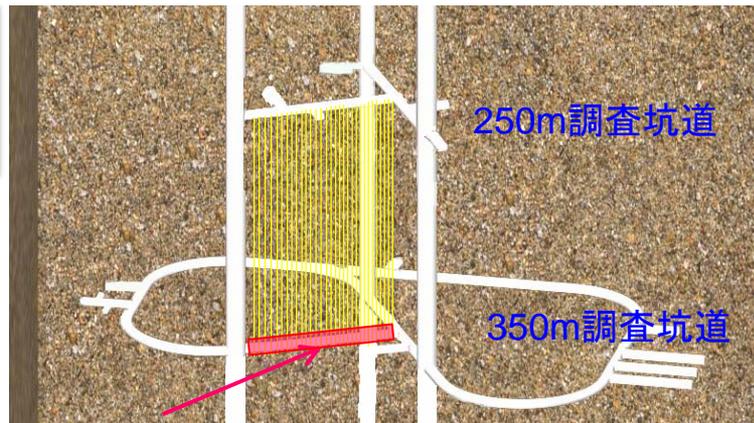
- 140m/250m調査坑道で施工したコンクリートの周辺岩盤・地下水への影響調査
→コア・地下水を採取し, 分析を継続
 - ✓現状のところ(約2年経過), 顕著な変化・変質は認められていない。
 - ✓350m調査坑道でも, 同様に影響調査を実施

グラウト施工試験 (低アルカリ性グラウト)

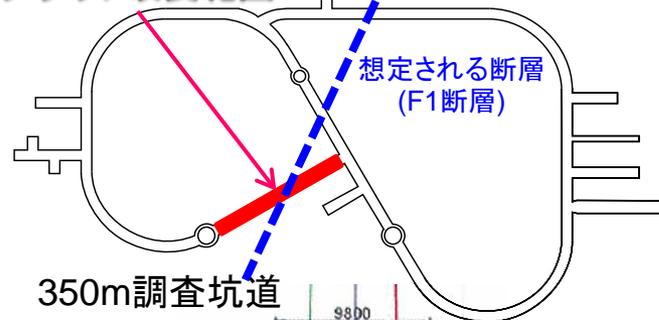
改良目標値: 湧水量が $450\text{m}^3/\text{day}$ 以下 (500m掘削時)

- 0.1Lu ($\cong 1.3 \times 10^{-8}\text{m}/\text{sec}$) 以下
- チェック孔で50%以上が 0.1Lu 以下とする

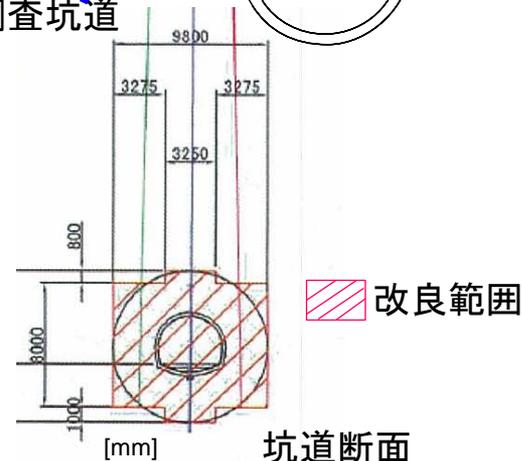
- 250m調査坑道から, 350m調査坑道へ施工
- ボーリング孔: 54本
- グラウト材料: **低アルカリ注入材**
 密度; $2.61\text{g}/\text{cm}^3$, pH; 10.96
 粉末度; 50%粒径: $4.1\mu\text{m}$, 85%粒径 $7.8\mu\text{m}$
 圧縮強さ; $0.26\text{N}/\text{mm}^2$ (3日), $1.71\text{N}/\text{mm}^2$ (7日)
- 注入結果の確認
 坑道掘削(2月末~)に伴う壁面観察
 坑道掘削後に透水試験, 採水・分析の実施



グラウト改良範囲



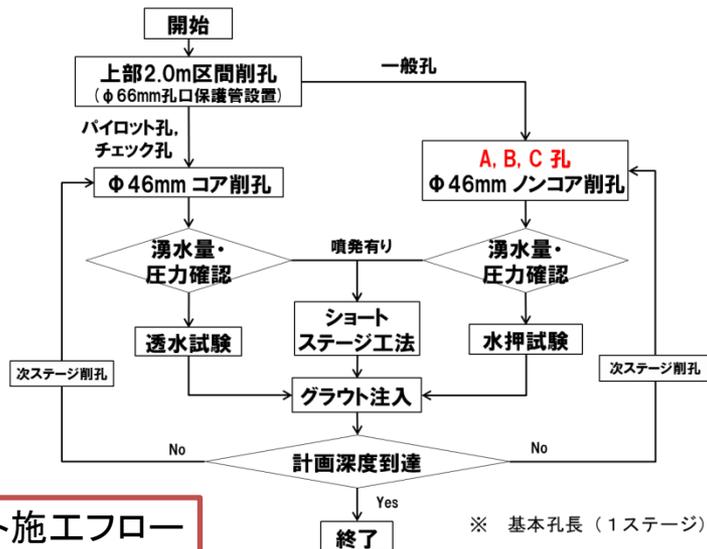
350m調査坑道



改良範囲

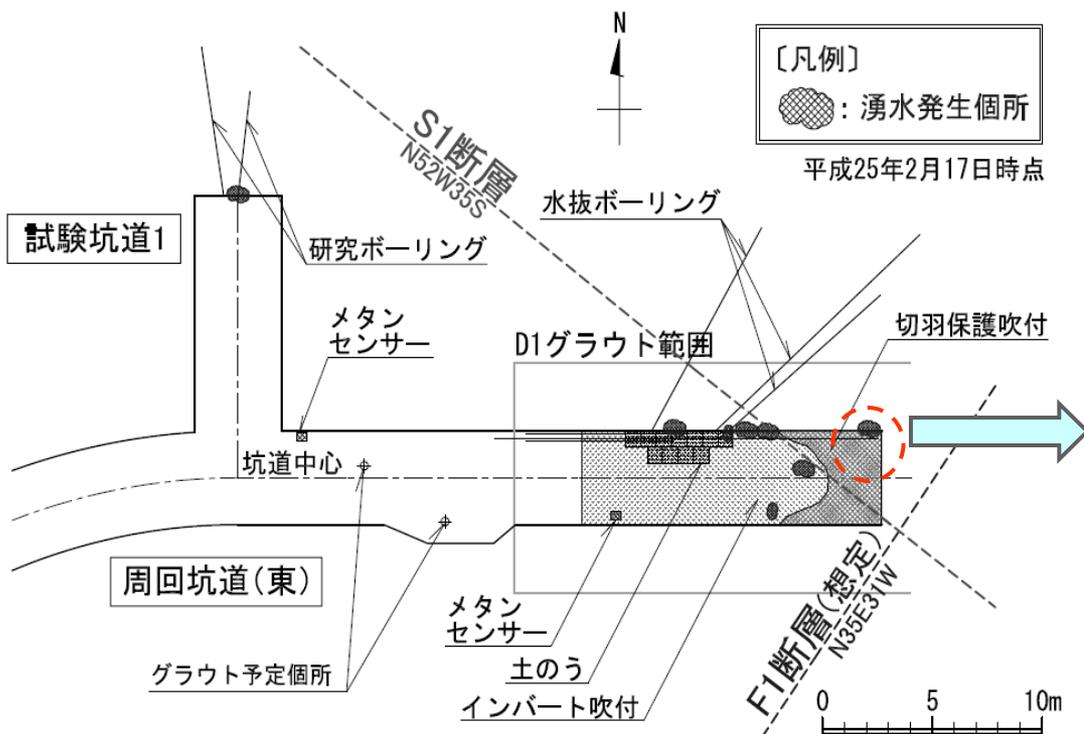
坑道断面

グラウト施工フロー



※ 基本孔長 (1ステージ) は5.0m

平成25年2月 350m水平坑道における湧水とメタンガスの発生

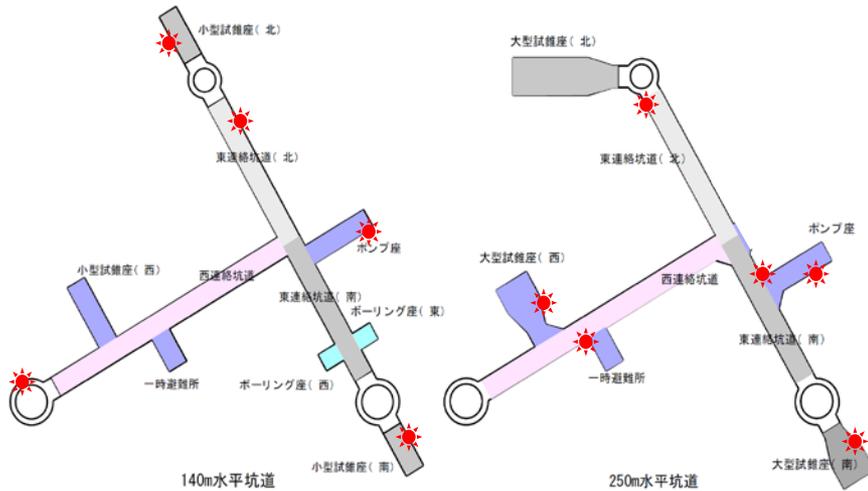


周回坑道(東)湧水発生箇所の写真

湧水発生箇所等概要図

- 2月6日(水)：深度350m調査坑道の試験坑道1において研究ボーリング掘削中発生した湧水の増加に伴いメタンガス検知器の指示値が1.5%を超え、電源遮断。同日、排気風管の設置によるメタンガス濃度が低下したため電源復旧。
- 2月7日(木)：深度350m調査坑道の周回坑道(東)の掘削切羽にて坑道側壁上部より湧水が増加し、排水量が一時的に約60m³/h程度まで増加。
- 2月10日(日)：当該箇所の湧水抑制作業により約30m³/hまで低下。
- 2月14日(木)：排水量が約20m³/hまで低下。

幌延地下施設におけるメタンガス対策



メタンガス検知器設置箇所の概要



メタンガス非滞留構造の採用



掘削機の写真



ガス検知器の設置

防爆仕様機器の導入

メタンガス濃度管理基準

メタンガス濃度1.0vol%以上：退避

メタンガス濃度1.5vol%以上：電源遮断

さらなる情報公開の推進

1. 隣接町村への情報提供

通報連絡情報及びお知らせ情報について、今後、隣接町村へも情報提供（天塩町、豊富町、中川町、中頓別町、浜頓別町、猿払村）

2. 報道機関への情報提供

通報連絡情報について情報提供を行っていたのに加え、今後、お知らせ情報についても報道機関へ情報提供（稚内記者会、道政記者クラブ）

3. お知らせ情報の追加

お知らせ情報の対象事象に、処理能力を超える湧水の発生事象及び湧水による坑内作業中断事象を追加

4. センターホームページでの情報提供

これまでホームページにて公開していた通報連絡情報や環境調査結果、工事の進捗情報、予算・決算情報等に加え、お知らせ情報等の深地層研究計画に係る情報について、積極的にホームページにおいて公開

5. 地下施設現場の公開

これまで一般の方を対象に開催してきた施設見学会に加え、安全上の配慮から見学会等の対象とはしていない工事エリアについても、適宜報道機関へ公開

6. 事業計画説明会、成果報告会、札幌報告会等

隣接町村へも説明会等について積極的な開催情報の提供
また、隣接町村自治体からの要請に基づき、深地層研究計画の進捗状況等の説明会の開催