

地層処分基盤研究における5ヵ年計画と
平成18年度の成果
-工学技術開発について-

平成19年3月9日

地層処分研究開発部門 地層処分基盤研究開発ユニット
ニアフィールド¹研究グループ
内藤 守正

- [1] サイトについて、これまで不可能だと思われたところも可能であったり、その逆だったりということがあり得る。工学技術だけではどうしてもクリアできない条件(当該技術での限界)があることを確認するためにやっているのか。
- [2] 確証することが難しい話がたくさんある。確認するためには何を見せればいいのか、という戦略を考えないと行き詰る。
- [3] 公衆へのアピール方法をトップダウンで誰かが考える必要があるのではないか。
- [4] 代替OPの腐食挙動で銅の腐食について。銅の場合には、スウェーデンやフィンランドがやっているが、日本ではどこまで具体的な検討を行うのか。

1. 処分場の総合的な工学技術

- ①URLにおける適用性検討
- ②工学技術オプション

2. 処分場の設計・施工技術

- ①人工バリア
 - ◆オーバパック(ナチュラルアナログ含む), 緩衝材
- ②支保・グラウト・シーリング
 - ◆シーリング, 支保(低アルカリ性セメント), グラウト
- ③建設・操業・閉鎖等の工学技術
 - ◆建設技術, 操業技術, 閉鎖技術, 品質管理

3. 長期健全性評価技術

- ①緩衝材
 - ◆長期力学的変形挙動, 緩衝材の長期変質挙動, 緩衝材の流出・侵入挙動
- ②岩盤の長期力学変形挙動/長期変質挙動
- ③熱-水-応力-化学連成挙動
- ④ガス移行挙動
- ⑤人工バリアせん断応答挙動

➤ 今後 5 カ年の計画

【～H22】

◆地質環境条件

- ・幌延等の具体的な地質環境条件(坑道掘削段階により得られる情報)

◆設計手法・考え方

- ・処分坑道横置き方式を一例とした全体フロー更新
- ・H17設計の見直し
- ・設計手法の体系化

【H17】

◆地質環境条件

- ・幌延等の具体的な地質環境条件(地上からの調査段階により得られた情報)

◆設計手法・考え方

- ・処分孔縦置き方式を一例とした全体フローの更新
- ・人工バリア・埋め戻し材設計フローの構築
- ・試設計の実施と留意点の整理

【知識ベースへの反映】

坑道掘削段階において得られる情報を基にした、処分場設計の考え方や設計手法の提供

坑道掘削段階において適用した施工方法や対策工法の適用事例及び留意点の提供

地質環境に応じた設計要件

【H12】

◆地質環境条件

- ・幅広い地質環境を一般化(硬岩系/軟岩系)

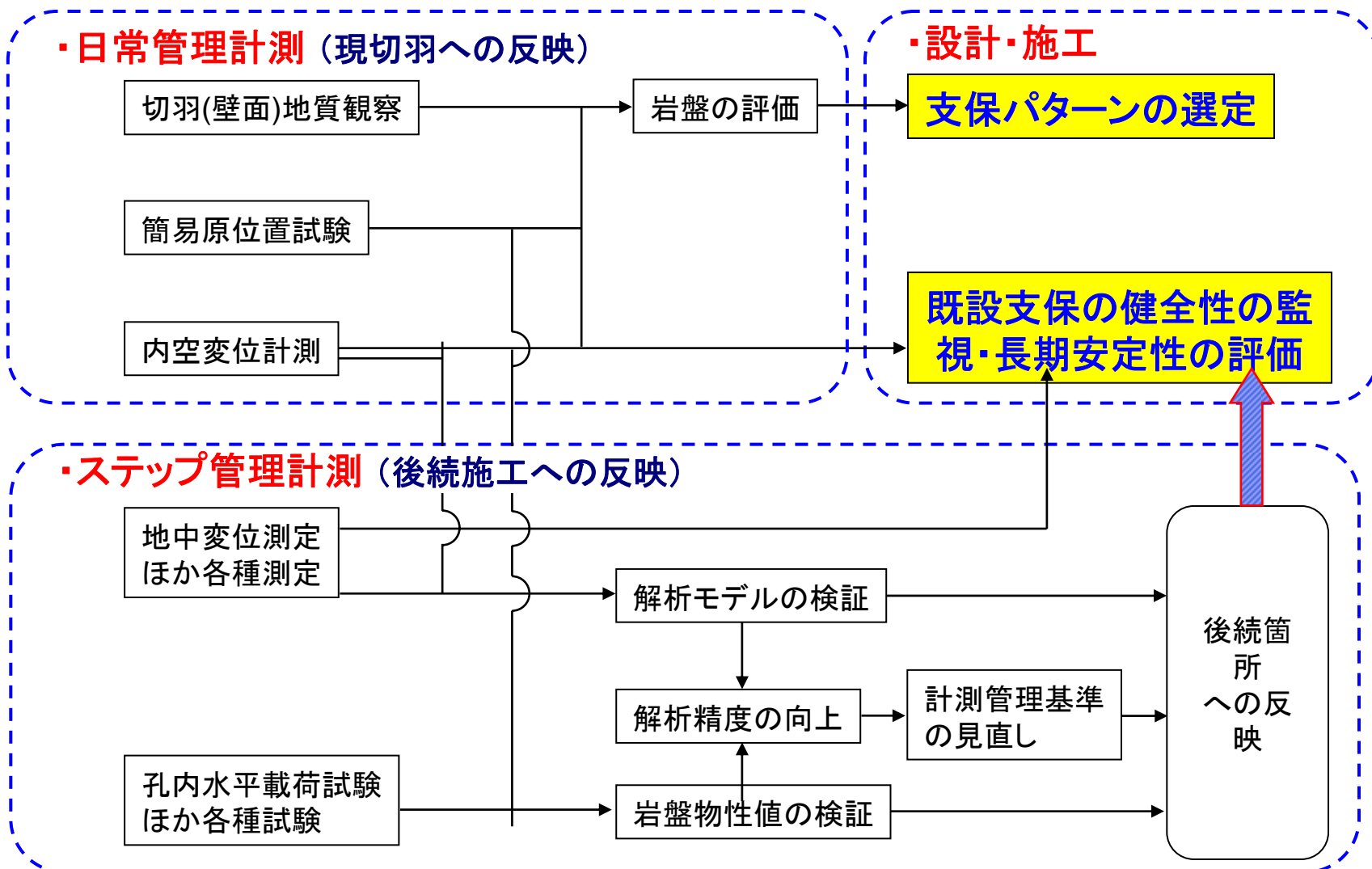
◆設計手法・考え方

- ・処分場全体設計の基本的な考え方の例示
- ・人工バリア設計の考え方の例示

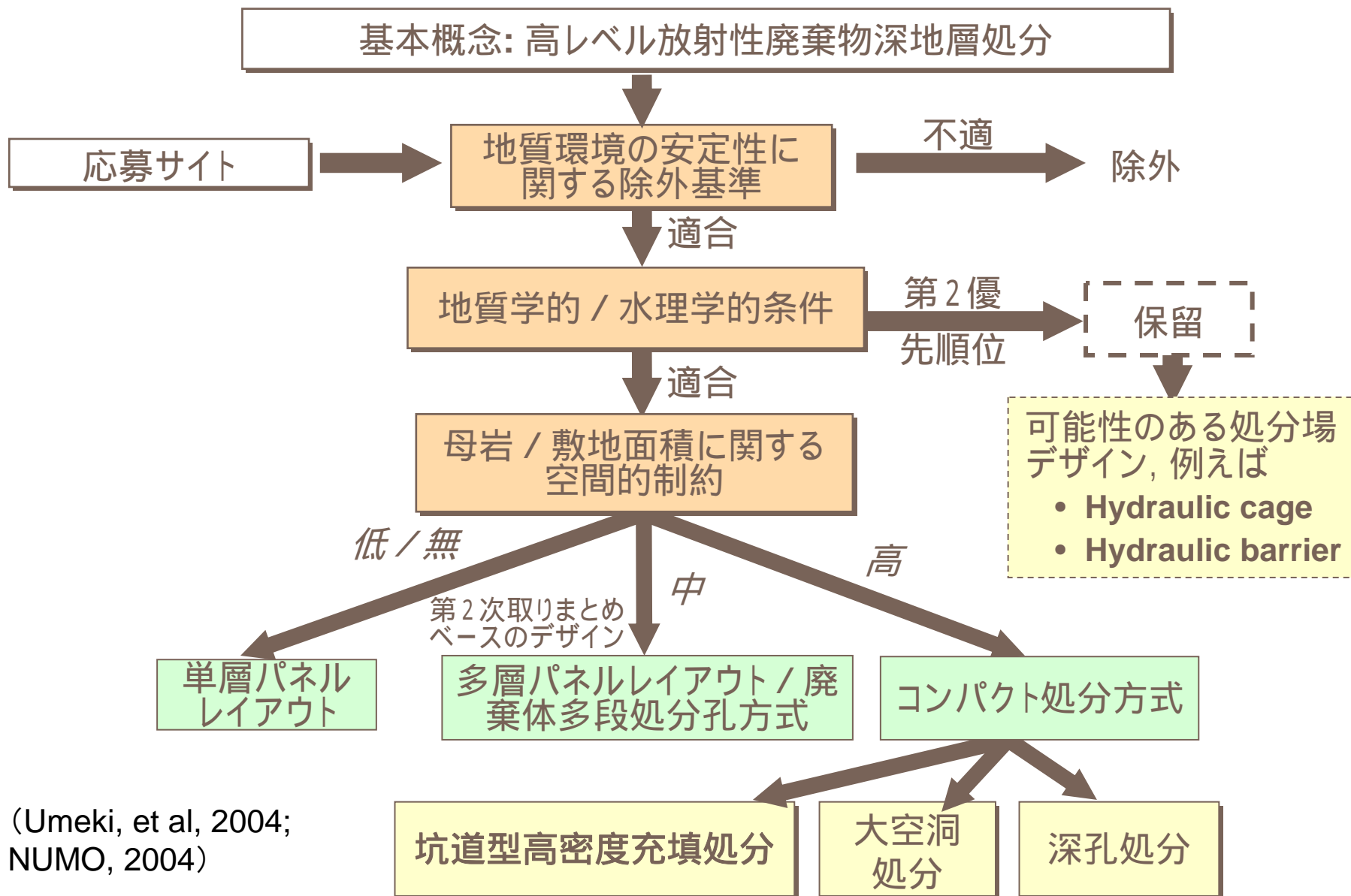
1. 処分場の総合的な工学技術 URLにおける適用性検討

■ 情報化施工プログラム

掘削を行いながら、地質観察結果や各種計測データを総合的に分析し、設計・施工にフィードバックする手法



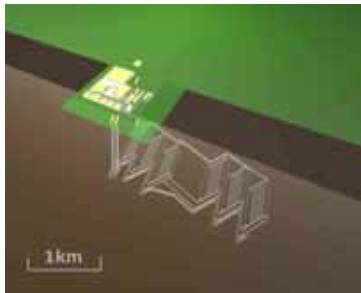
【参考】 処分場概念の最適化： オプション選択のフロー



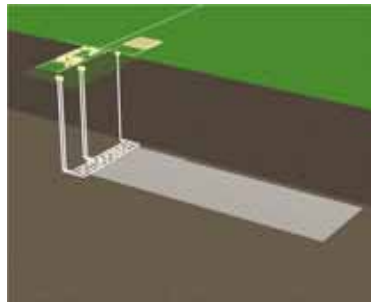
(Umeki, et al, 2004; NUMO, 2004)

a) 地下施設レイアウト

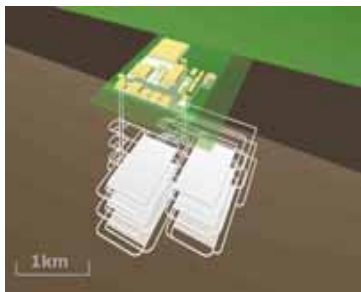
単層パネル方式
(第2次取りまとめ)



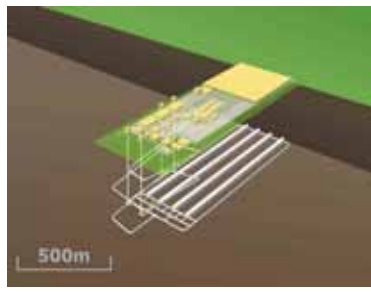
長坑道処分方式



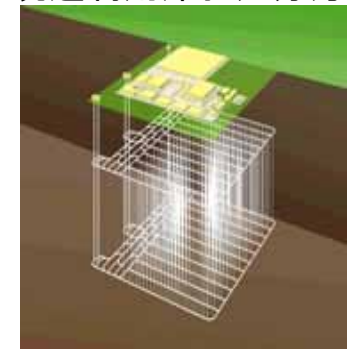
多層パネル方式



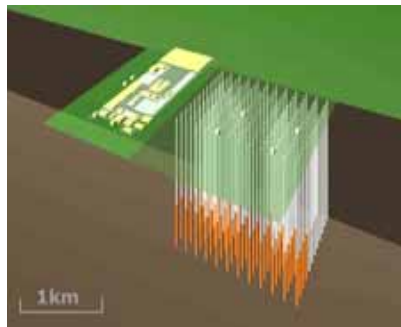
サイロ型処分方式



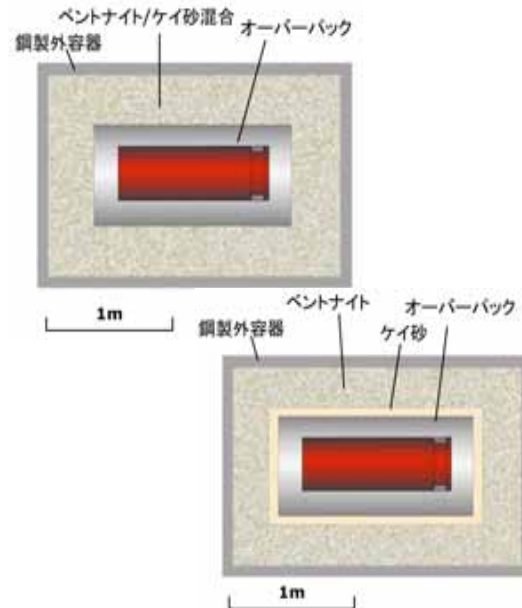
坑道利用深孔処分方式



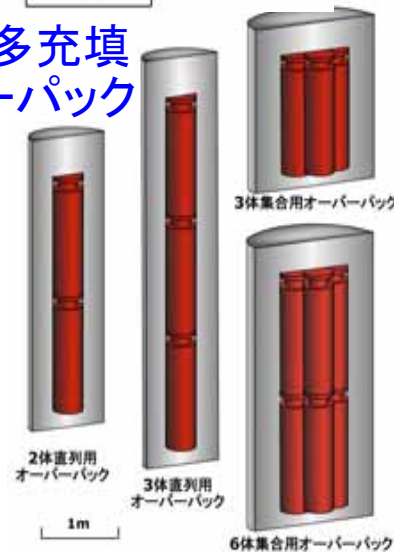
深孔処分方式



b) モジュール型人工バリア

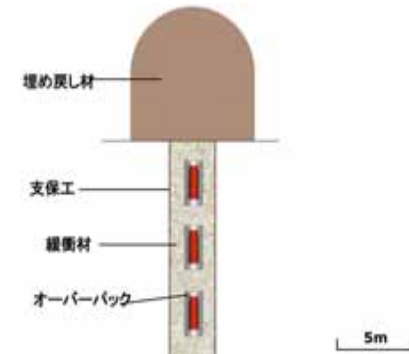


c) 廃棄体多充填 オーバーバック

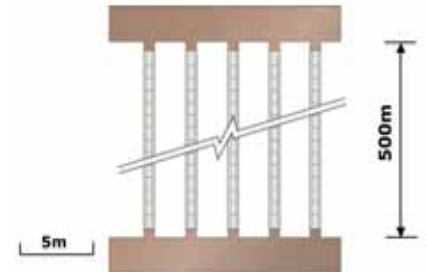


d) 廃棄体定置方式

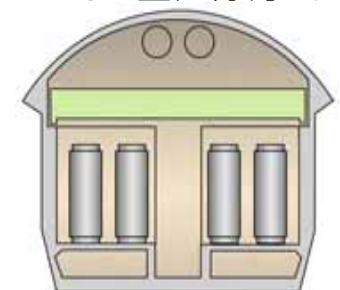
廃棄体多段処分孔方式



坑道利用深孔処分方式

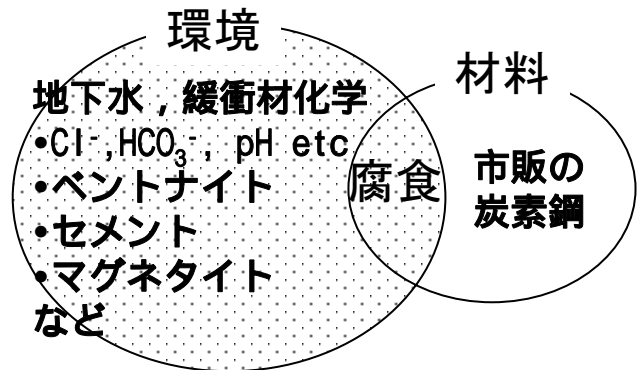


サイロ型処分方式



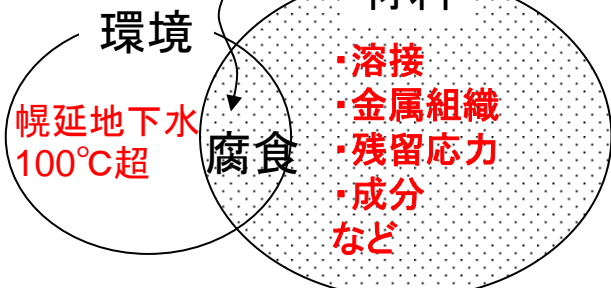
➤ 今後5カ年の計画

H17までの知見



今後5年間で得る知見

モニタリング



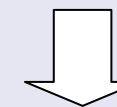
- ・溶接部の耐食性 (ANRE事業との連携)
- ・材料中成分濃度等の影響
- ・幌延環境における寿命評価手法の適用性
- ・腐食モニタリング手法の検討
- ・100 超の条件での耐食性 (ANRE事業との連携)

知識ベースへの反映

寿命評価手法



腐食
データベース



材料・材質選定及び
設計・製作手法

➤ 今後 5 カ年の計画

H17までの知見

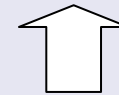
- チタンのすきま腐食，水素脆化挙動
- 銅の電気化学特性，硫化物環境での耐食性

今後 5 カ年で得る知見

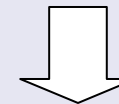
- 銅の**局部腐食**，**応力腐食割れ**に関する**実験データの拡充**
- チタンと銅の**溶接部における耐食性評価** (ANRE事業との連携)
- 地質環境に対する**適用条件の提示**
- 銅オーバーパックの**超長寿命化** (10⁴年以上)の可能性

知識ベースへの反映

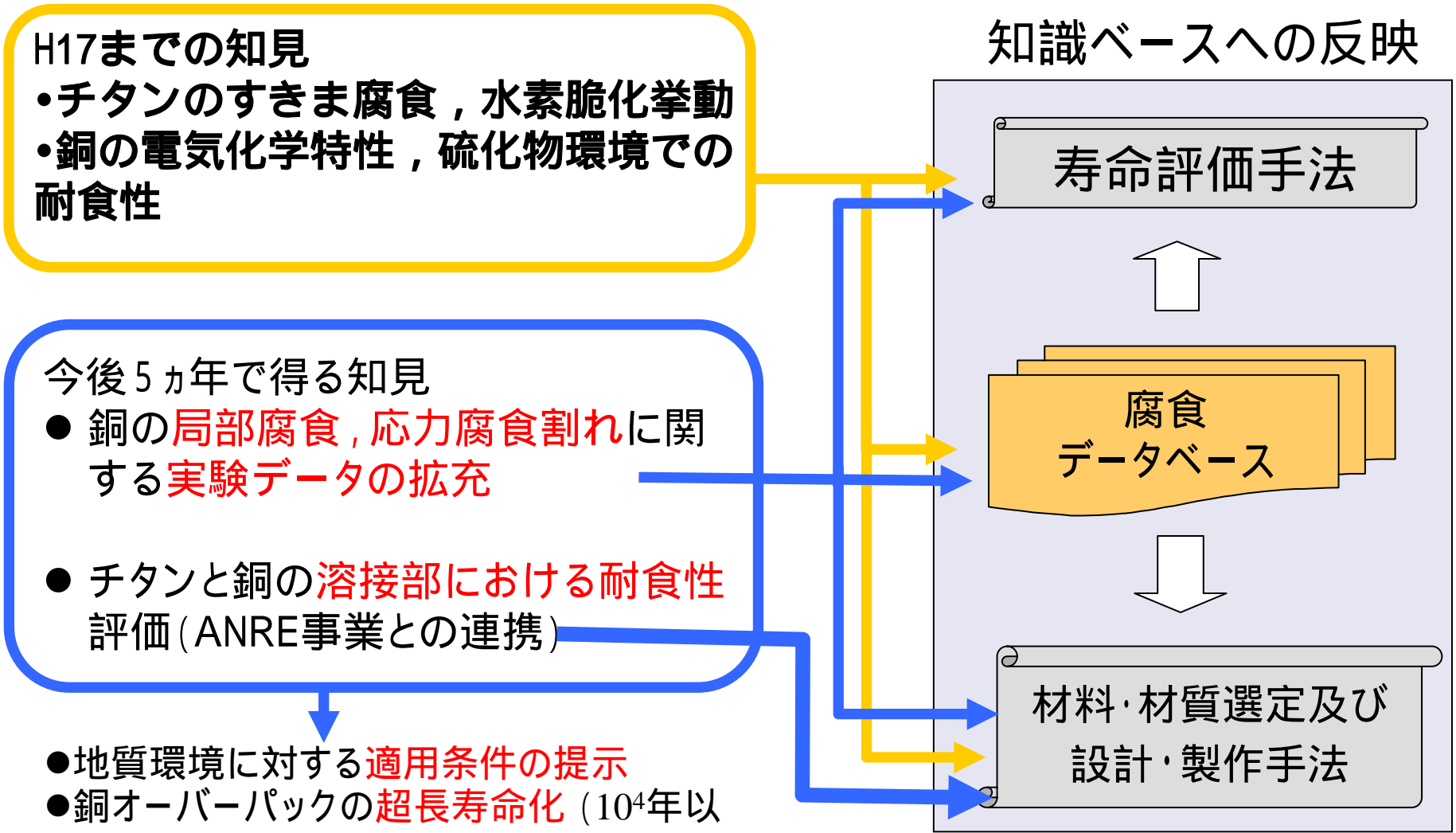
寿命評価手法



腐食
データベース

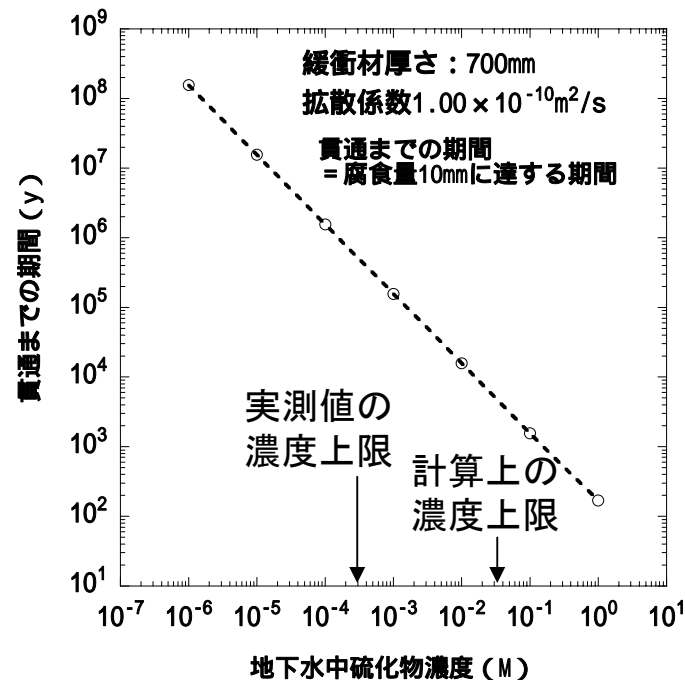
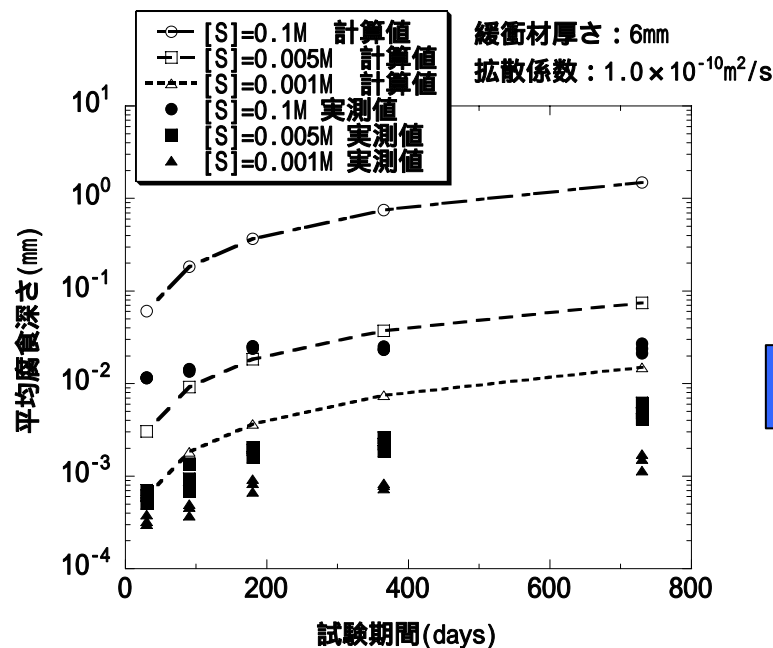


材料・材質選定及び
設計・製作手法



オーバーパックの基本特性

低酸素濃度環境における銅オーバーパックの腐食挙動



緩衝材中における純銅の腐食に及ぼす硫化物濃度の影響(実測値と、緩衝材中の硫化物の拡散に基づく腐食量計算結果の比較)

緩衝材中の硫化物の拡散に基づく銅オーバーパックの寿命予測

→硫化物濃度とともに腐食速度は増加。
緩衝材中の拡散に基づき安全側の評価が可能。

→硫化物濃度条件によっては10万年を超える超長寿命達成の可能性がある

今後の予定：酸化性～還元性における純銅の局部腐食，応力腐食割れ挙動などデータの拡充と、より信頼性の高い寿命評価手法の構築

➤ 今後 5 年の計画

【～ H22】

◆ 環境条件

・セメント影響を考慮したデータの取得

◆ データ

・関係式の整理(セメント影響)及び国内外の知見を踏まえたデータベースの拡張(ANRE事業との連携)

◆ 標準化

・委員会等による測定手法の標準化に向けた体制の構築

◆ 設計

・自己シール性に関するデータの拡充と設計基準に係る基盤情報の整理(ANRE事業との連携)

【H17】

◆ 環境条件

・海水系地下水でのデータ取得

◆ データ

・関係式の整理(海水条件)及びデータベースの構築・公開

◆ 標準化

・影響因子(圧縮成型時の残留応力)の特定

◆ 設計

・具体的な地質環境での試設計の例示と課題の抽出

【H12】

◆ 環境条件

・降水系地下水でのデータ取得

◆ データ

・関係式の整理(降水条件)

◆ 標準化

・試料の寸法等が膨潤応力に影響

◆ 設計

・設計の考え方を例示

【知識ベースへの反映】

緩衝材基本特性データベースの更新

膨潤応力等の測定手法の標準化

緩衝材の設計基準に関わる基盤情報及び

設計の考え方の提供

緩衝材基本特性データベース英語版

国内外を含めた研究者にも幅広く研究データを利用して頂くため、
データベースの英語版を構築(平成19年3月末Web公開予定)

➡ 緩衝材基本特性データベース Web アドレス: <http://bufferdb.jaea.go.jp/>

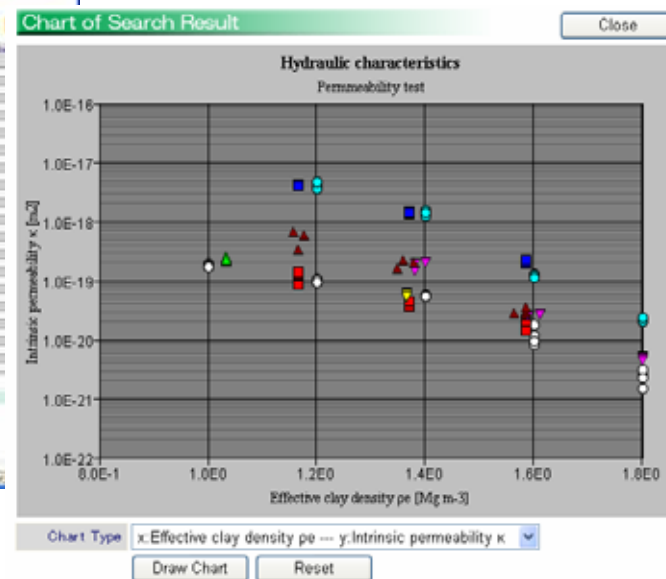


Buffer Material Database TOP PAGE



➡ データ検索結果

➡ 検索したデータのグラフ化



今後の予定:

- 塩水系環境条件—セメント影響に係わる基本特性データの拡充
- 埋め戻し材仕様なども含めた低ベントナイト混合率データの拡充
- **データベースの更新**: 国内外の各研究機関や大学等と**協力・連携**

➤ 今後5カ年の計画

【～H22】

◆ 施工性

・幌延での試験施工により、吹き付け性能、材料分離抵抗性、品質変動等について確認(CRIEPIとの連携)

◆ 強度特性

・掘削時の詳細支保設計に必要な強度を確保するための配合選定を実施(CRIEPIとの連携)

◆ 低アルカリ性

・pH低下予測の精度向上のため、ポゾラン反応の反応速度データの拡充し、速度パラメータを再評価(CRIEPIとの連携)

◆ 低腐食性

・海上暴露試験を継続し、鉄筋腐食の進行性を確認

【H17】

◆ 施工性

・場所打ち、吹き付け性能を確認(HFSC424)

◆ 強度特性

・設計基準強度を満足することを確認(HFSC424)

◆ 低アルカリ性

・モデル解析によりpH低下の評価に見通し

◆ 低腐食性

・海上暴露試験により鉄筋の発錆を確認(HFSC226)

【知識ベースへの反映】

低アルカリ性コンクリートの材料特性データベースの提供・公開
配合選定方法の標準化(マニュアル)
施工管理基準(マニュアル)の提供

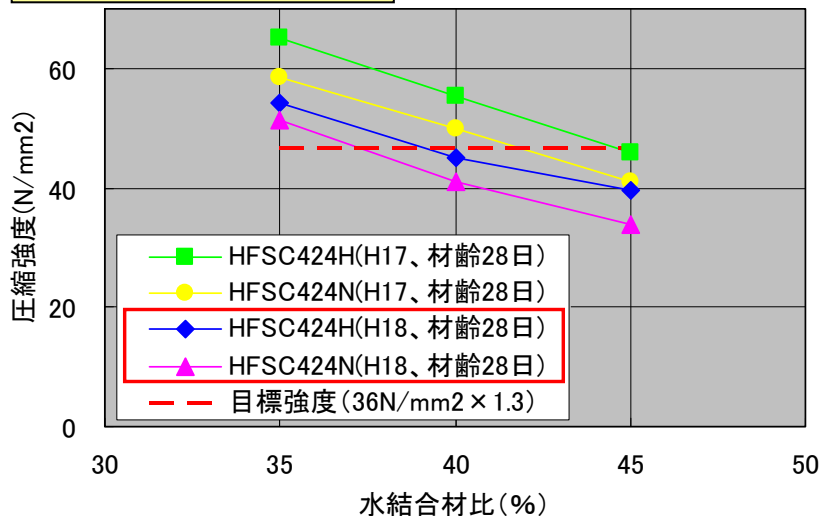
【H12】

◆ 緩衝材や周辺岩盤への影響を考慮し、低アルカリセメントの使用を推奨

支保工(低アルカリ性コンクリート)開発

幌延URLでの使用材料(骨材, 結合材)を用いたベースコンクリートのフレッシュ性状試験, 圧縮強度試験を基にコンクリート配合を選定

圧縮強度試験結果



ベースコンクリートの水結合材比と圧縮強度の関係

- ・水結合材比と圧縮強度の関係
 - 水セメント比説の関係が成立
 - ・H17年度との比較
 - 圧縮強度が低い傾向
- (要因)粗骨材形状の相違による付着強度の影響(碎石→玉砂利)



幌延URLでの配合

→水結合材比を35%程度に設定

H17年度との配合比較

実施年度	結合材種類	目標スランプ (cm)	水結合材比: W/B(%)	細骨材率: s/a(%)	単位量(kg/m³)						高性能AE減水剤	
					W (Water)	結合材: B (Binder)				S (Sand)		G (Gravel)
						OPC	HPC	SF	FA			
H17年度	HFSC424N	18 ± 2	40	60	200	200	—	100	200	950	645	B × 1.1%
	HFSC424H		45	60	203	—	180	90	180	975	663	B × 1.2%
H18年度	HFSC424N	18 ± 2	35	60	175	200	—	100	200	935	628	B × 1.05%
	HFSC424H		35	60	175	—	200	100	200	934	627	B × 1.05%

今後の予定: 幌延URLの施工機械を用いた施工性, 力学特性試験を実施

➤ 今後5カ年の計画

【～H22】

◆ 閉鎖要件

・処分場のレイアウト規模を対象とした解析評価及び結晶質岩に関わる閉鎖要素の要件の明確化

◆ 基盤情報

・ズリ、ベントナイト含有率をパラメータとした材料特性データ取得

◆ 原位置実規模試験

・堆積岩(幌延)における閉鎖性能試験に関わる知見の蓄積・整備

◆ 長孔の止水確保

・国内外事例の整備

【知識ベースへの反映】

閉鎖設計の基本的な考え方と閉鎖要件の提供

閉鎖材料及び性能に係るデータベースの提供

【H17】

◆ 閉鎖要件

・水理解析及びFaultツリー分析を行い、閉鎖シナリオを提示

◆ 基盤情報

・海水系での埋め戻し材の隙間充填性能に着目した基礎試験結果から埋め戻し材仕様を例示

◆ 原位置実規模試験

・施工されたプラグの低透水性を確認し、プラグ設置部の物質移行挙動を解析評価

【H12】

◆ 閉鎖要件

・埋め戻し材に期待される役割と設計上考慮すべき項目を設定

◆ 基盤情報

・膨潤、透水性等のデータから埋め戻し材仕様を例示

◆ 原位置実規模試験

・結晶質岩(カナダ)においてプラグの施工を確認

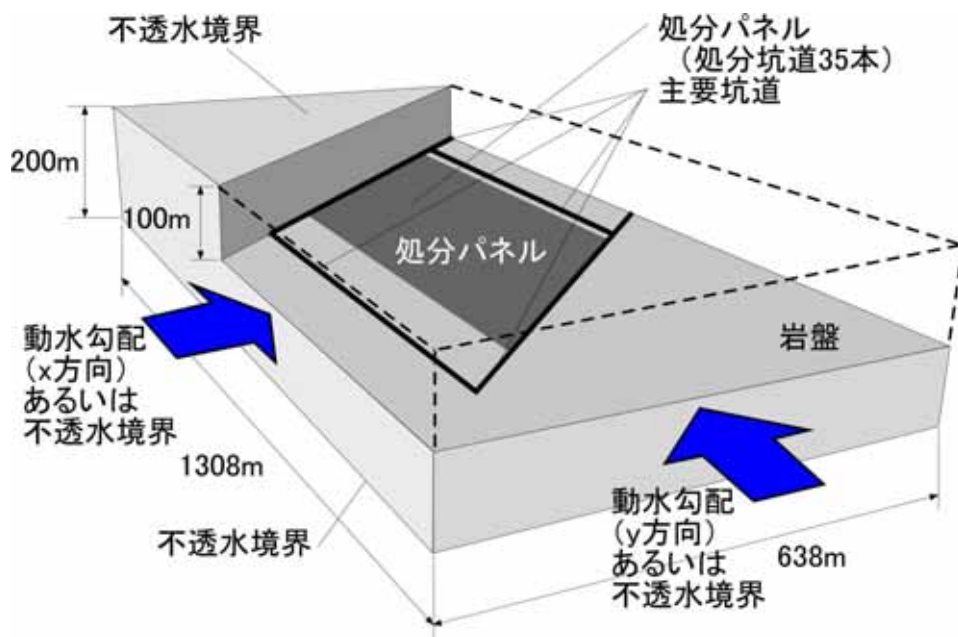
閉鎖要素の相互影響を考慮したパネル規模での水理解析

解析条件

坑道形状：主要坑道[一辺4.0m]，処分坑道[一辺2.0m]

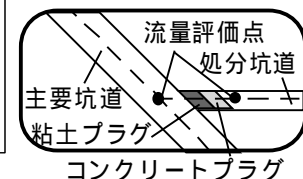
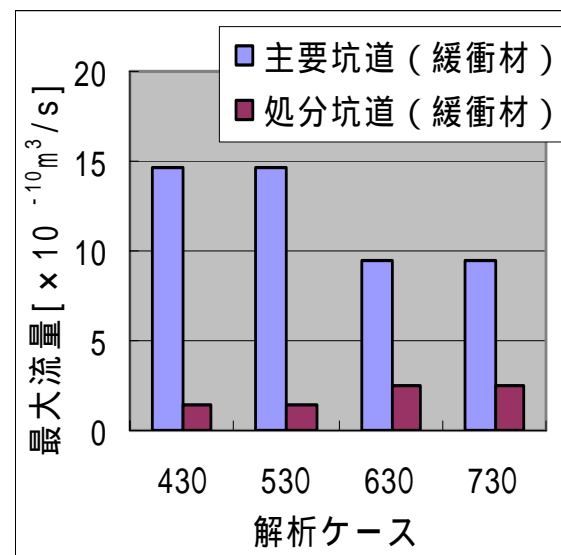
プラグの設置位置：主要坑道の2箇所粘土プラグ
 処分坑道の両端部にコンクリートプラグと粘土プラグ

モデル境界：処分パネルの周囲100m分をモデル化
 境界条件：動水勾配を与えない境界面は不透水境界
 動水勾配：0.01



結果

全体の地下水流動および通過流量等に対して，粘土プラグの設置位置，埋め戻し材の透水係数，動水勾配の方向が大きく影響することが分かった。



処分坑道境界部における最大流量
 [プラグ設置の効果 (直交圧力勾配)]

- 粘土プラグ設置位置：
- 430 (処分坑道，主要坑道)，
 - 530 (処分坑道)，
 - 630 (主要坑道)，
 - 730 (粘土プラグ無し)

➤ 今後5カ年の計画

【～H22】

◆ 設計手法:

- ・幌延での掘削時に得られた地質環境情報に基づき、地上からの調査段階に置ける地下施設の設計手法の適用性確認, 留意点の抽出
- ・情報化施工計画の立案, 適用事例の提示
- ・地下深部における坑道群の設計体型の整備, 妥当性の検証

◆ 設計上の留意点:

- ・ニアフィールドの観点から建設技術に要求される要件(掘削影響領域[EDZ], 水みち, 掘削対策工に用いられる材料選定)の整理

◆ 原位置試験の計画:

- ・幌延での地質環境データを用いた予備解析による連成挙動の把握, 腐食・環境モニタリング手法の検討 等

【H17】

◆ 設計条件:

- ・地上からの調査結果を基に設計用物性値の設定例を提示

◆ 設計手法:

- ・上記設計用物性値に基づく単一坑道の設計例を提示
- ・地下研究施設における防災, 耐震を考慮した試設計事例を提示

◆ 設計上の留意点:

- ・情報化施工に関する手法の整備
- ・ニアフィールドにおける地質環境, 建設技術の整理 等

【知識ベースへの反映】

- 地質環境データを基にした設計用物性値設定の考え方の提供
- 情報化施工システムの提供

【H12】

- ◆ 幅広い地質環境を対象に, 当時の技術で実現可能と考えられる建設技術を例示

◆長期性能の観点から処分施設の設計・建設上の留意点の提示

◆工学材料の抽出

POSIVAでの検討例との比較

➤URL建設に伴い持ち込まれる工学材料を抽出

発生源	持ち込まれる工学材料の種類	
	ONKALO	幌延の地下施設
①長期性能に対して影響がないため、残置できるもの		
添加材のある吹付けコンクリート		フライアッシュ(細骨材置換)
上部工コンクリート		セメント(普通) セメント(高炉B) 鋼材(鉄筋、鋼管杭) 再生砕石(基礎砕石用)
②長期性能に対して影響があるため、除去するもの(除去できるもの)		
爆発物質からのガス	発破による生成ガス	
発破孔の蓋 および 導火線	ポリプロピレン(発破孔の蓋) Al(導火線)	
床	セメント 鋼材(金網鉄筋など)	セメント(早強)
種々の構造物	セメント 鋼材(防火扉、中間扉、分岐壁など) Zn	鋼材(一時避難所扉)
③長期性能に対して影響があるため、代替材料に替えるもの(替えられるもの)		
支持ボルト(ロックボルト)	セメント	セメント 有機物(定着材:セメントカプセルの紙チューブやレジン) ポリスチレン(定着材:セメントカプセルのメッシュ)
アンカーボルト	セメント	
添加材のある吹付けコンクリート	セメント	セメント(高炉B、高炉スラグ含有量30~60wt%) ポリプロピレン(繊維補強)
グラウト材	セメント	(設計書には明記されていないがセメントを想定)
矢板		継矢板 および 松矢板
覆工コンクリート		セメント(早強) ポリプロピレン(繊維補強)
底版コンクリート		セメント(早強) ポリプロピレン(繊維補強)
④長期性能に対して影響があるが、除去、代替ができないもの		
支持ボルト(ロックボルト)	鋼材 Zn	鋼材(異形棒鋼、ねじり棒鋼、座金) FRP(ロックボルト)
アンカーボルト	鋼材	鋼材(裏面排水工の不透水シートなどの定着用)
添加材のある吹付けコンクリート	鋼材 Zn	鋼材(金網鉄筋)
排水パイプ	鋼材 ポリエチレン ポリスチレン	ポリ塩化ビニル(裏面排水用塩ビ管) 鋼材(裏面排水工の不透水シートなどの定着用など) ポリエステル(ドレンマットなど) ブチルゴム(裏面排水の集水管定着) ポリエチレン(帯状防水シート、暗渠管など)
鋼製支保工		鋼材(水平坑道、立坑、さや管)
覆工コンクリート		止水材(吸水膨張タイプ、打継部止水用)
⑤長期性能に対して影響が不明なもの		
支持ボルト(ロックボルト)		特殊添加材(定着材:ドライモルタルの急硬材)
添加材のある吹付けコンクリート	Al(急硬材)	カルシウムアルミネート(急硬材)
グラウト材	有機物(急硬材)	(設計書には明記されていないがAl系を想定)
種々の構造物	Al	

◆工学材料の分類

➤ 除去可能なものは、閉鎖時等に可能な限り除去

➤ 代替可能な「セメントや有機物」は、影響の少ない代替材料に変更

➤ 例えば、セメントは、低アルカリ性セメントに、吹付けコンクリートに混入させる有機繊維は、無機繊維に代替

➤ 除去・代替ができない等の「鋼材や有機物」は、残置後どのような影響を及ぼすか評価

◆今後の課題

➤ 代替材料の更なる開発

➤ 残置する工学材料の評価とその対策の検討

➤ 今後5カ年の計画

【～H22】

◆ クリープモデル/評価

- ・ 海水系地下水条件でのモデルの適用性 確認
- ・ 緩衝材/岩盤連成モデルの構築(降水系条件)

◆ データ取得

- ・ 海水系地下水条件でのデータ取得及びパラメータ設定方法の考え方を整理
- ・ 長期圧密試験による二次圧密係数の加速の有無に係るデータの取得

【H17】

◆ クリープモデル/評価

- ・ モデルを再度整理・選定し, 実験結果との比較を通して降水系地下水条件でのモデルの妥当性を確認
- ・ 二次圧密係数の加速も考慮した評価の実施

◆ データ取得

- ・ 降水系地下水条件でのデータ取得及びパラメータ設定方法の考え方を整理
- ・ 海水系地下水条件での一部データ取得

【知識ベースへの反映】

緩衝材/岩盤応力連成モデルの提供

降水/海水条件での解析パラメータ設定方法の考え方の提供

パラメータ等のデータベースの提供

【H12】

◆ クリープモデル/評価

- ・ 既存のモデルを利用し概略的な影響評価を実施(関口-太田モデル: 沈下, 修正Cam-clayモデル: 腐食膨張)

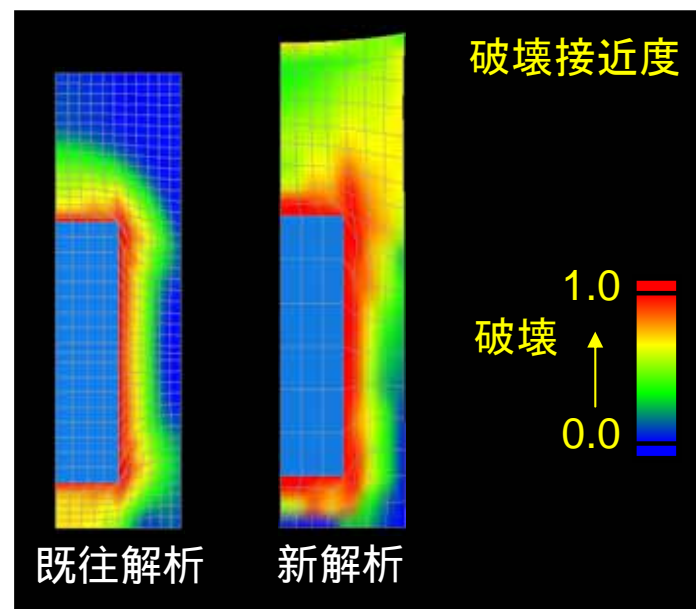
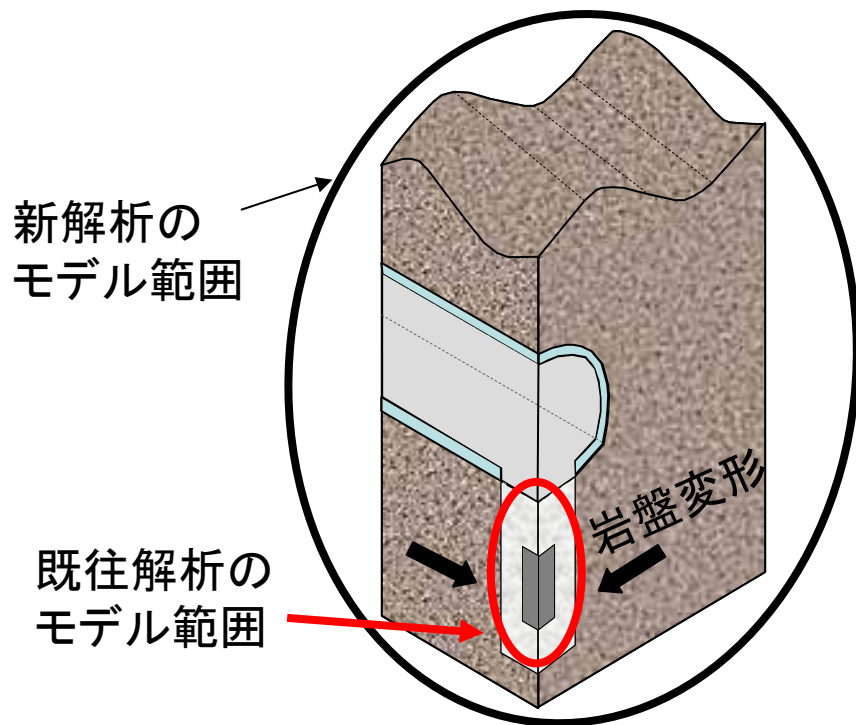
◆ データ取得

- ・ 降水系地下水条件でのデータ取得

緩衝材の長期力学的変形挙動

解析手法の高度化

➤ 岩盤，支保工，埋め戻し材挙動を加えて力学連成モデルを構築



解析結果比較(腐食膨張後の応力評価)
⇒ 新解析では応力状態の高い範囲が広がる

- ◆ 処分孔周囲の岩盤クリープ変形や埋め戻し材挙動などを考慮することで、より実現象に近い条件での解析評価が可能となった。

今後の予定： 構築したプロトタイプモデルを基に，解析条件(パラメータ，メッシュ分割度など)の適正化や，支保工劣化挙動の導入などの課題に取り組む。

➤ 今後 5 カ年の計画

【～H22】

◆ 環境条件: 降水系地下水

◆ 実験系

・侵入: 岩盤亀裂(レプリカを含む)

・浸食: 平行平板亀裂

◆ モデル/評価

・侵入: 侵入現象モデルの改良

・浸食: ベントナイトコロイドの生成条件の把握

【H17】

◆ 環境条件: 海水系地下水

◆ 実験系: 平行平板亀裂

◆ モデル/評価

・侵入: X線CTにより得られた亀裂侵入密度データなどを用いモデルの適用性を確認

・浸食: 臨界流速よりも低流速でコロイドが生成する可能性を示唆

【H12】

◆ 環境条件: 降水系地下水

◆ 実験系: 平行平板亀裂

◆ モデル/評価

・侵入: 侵入距離と時間の関係を用い拡散として取扱モデル化

・浸食: 定性的にベントナイトコロイドが生成する臨界流速を評価

【知識ベースへの反映】

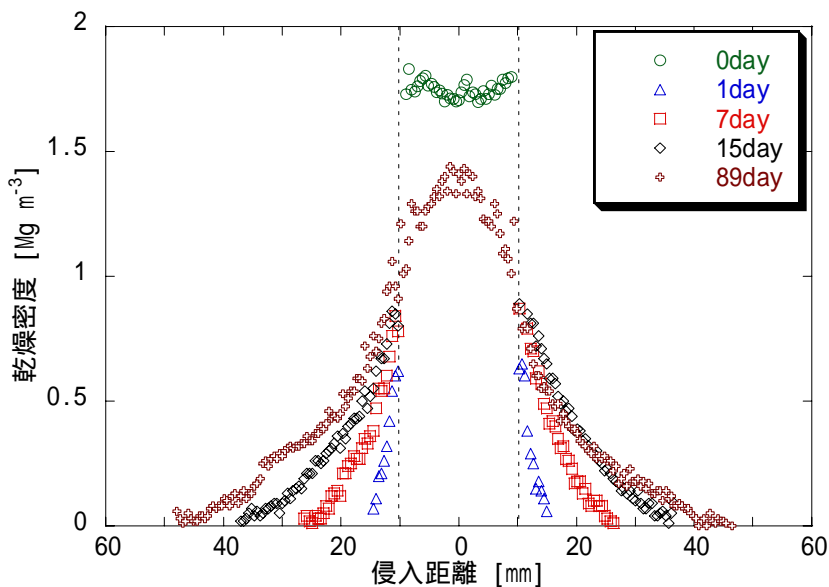
緩衝材侵入現象モデルの提供

流出・侵入データベースの提供・公開

ベントナイトコロイド生成条件の提供

侵入現象

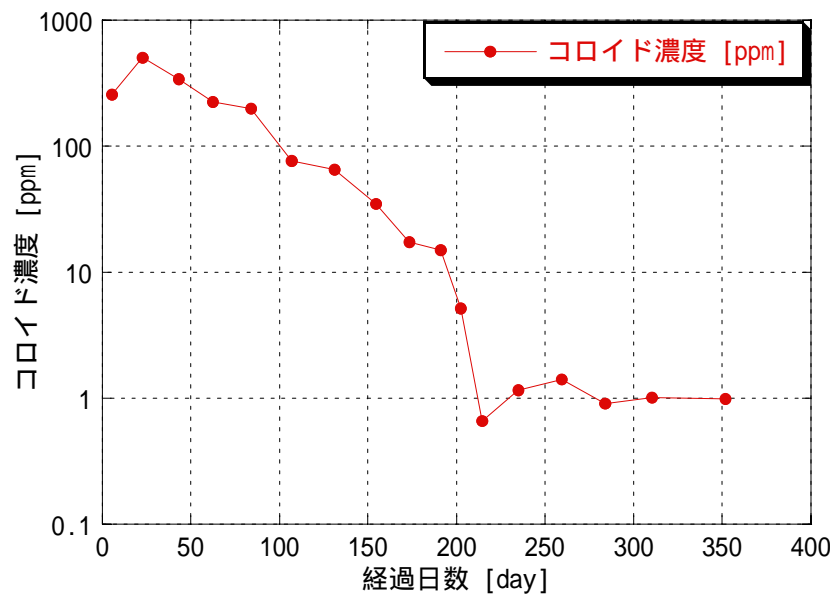
X線CTによる亀裂内侵入密度分布の拡充



侵入距離と乾燥密度分布の関係

浸食現象

流速(平均流速 10^{-7} m/s)とコロイド生成濃度との関係データの拡充(コロイド:1nm~1 μ m)



経過時間と浸食コロイド濃度の関係

今後の予定

- ・亀裂表面粗さをパラメータとした侵入挙動の把握, ボーリングコアの表面粗さ測定
- ・流速とコロイド生成濃度との関係データの拡充

3. 長期健全性評価技術 岩盤の長期力学変形挙動

➤ 今後 5 カ年の計画

【～H22】

◆ データ

- ・坑道掘削時に得られる計測データの取得、岩盤の力学特性に関する諸情報の整理

◆ 予測手法

- ・掘削時データを用いた予測手法の再現性検証
- ・予測に用いる物性値やモデル定数の設定方法の例示
- ・緩衝材の膨潤、オーバーパックの腐食、支保工を組み込んだ予測手法の提示

◆ 設計への反映

- ・EDZの自己回復特性など岩盤の長期特性変化に関する検討

【H17】

◆ データ

- ・予測に必要な地質環境データを幌延の地上調査から取得

◆ 予測手法

- ・初期地圧の異方性を考慮した予測手法を提示
- ・地圧現象を用いた長期予測への外挿方法の提示

◆ 設計への反映

- ・長期力学挙動評価の観点から設計時に考慮すべき留意点の抽出

【H12】

◆ データ

- ・力学的地質情報を統計的に整理

◆ 予測手法

- ・コンプライアンス可変型構成方程式

【知識ベースへの反映】

岩盤物性データベースの提供・公開
長期力学変形挙動予測モデルの提供
解析パラメータ設定の考え方の提供

ニアフィールド岩盤の長期力学挙動予測評価手法の信頼性向上に関する検討

- ▶ 第2次取りまとめやH17取りまとめでは、ニアフィールド岩盤の長期力学挙動予測にコンプライアンス可変型構成方程式を採用
- ▶ トンネル掘削後の内空変位や支保工軸力の実測値とコンプライアンス可変型構成方程式を用いた解析値とを比較し、短期におけるコンプライアンス可変型構成方程式の適用性を検証（2トンネル現場の計測データにて検証）

コンプライアンス可変型構成方程式の基本式

$$\frac{d\lambda^*}{dt} = a \cdot (\sigma^*)^n \cdot (\lambda^*)^m$$

λ^* : $\lambda (= \varepsilon / \sigma)$ を初期値 λ_0 で基準化した値(-)

t : 時間(sec)

a : 強度を表すパラメータ(/sec)

σ^* : 破壊接近度(-)

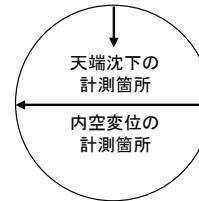
n : 時間依存性の程度を表すパラメータ(-)

m : 破壊進行性の程度を表すパラメータ(-)

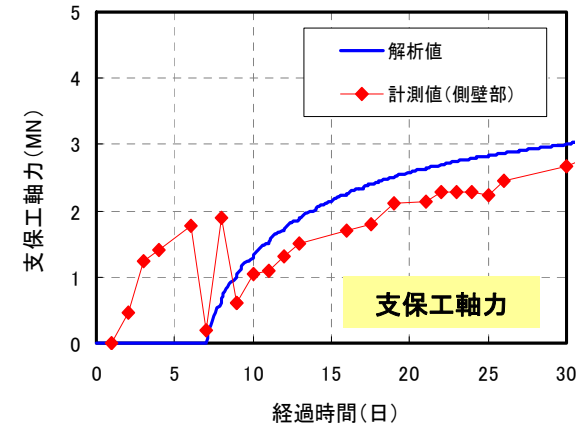
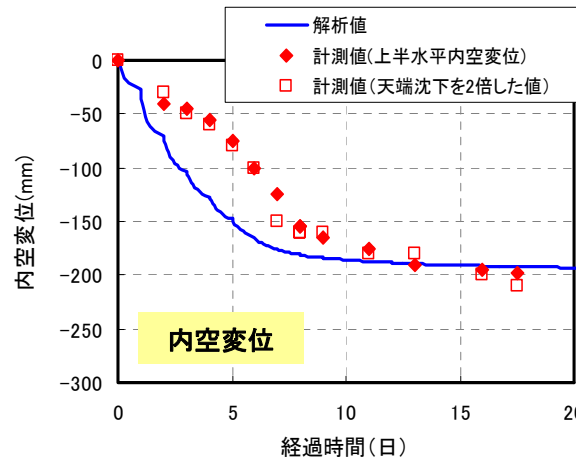
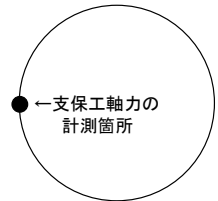


トンネル施工時の様子

計測位置図



計測位置図



内空変位と支保工軸力の解析値と計測値の比較

実測値の経時変化を再現できることを確認

今後の課題: 信頼性向上のために、2現場の検証のみならず、例えば、幌延地下施設建設時に得られる計測データを用いて検証していくことが必要である。

➤ 今後 5 カ年の計画

【～ H22】

◆ 解析モデル

- ・化学現象から他の現象への影響モデルの精緻化

◆ 検証

- ・室内連成試験, 塩の蓄積挙動 (ANRE事業との連携), ベンチマーク試験 (国際共研) に対する検証解析
- ・連成データ計測技術の開発 (ANRE事業との連携)

◆ 解析評価

- ・幌延の地質環境条件における解析の実施 (適用事例の拡充)

【H17】

◆ 解析モデル

- ・熱-水-応力連成コードに物質移行及び地球化学コードを付加したプロトタイプ・コードの構築

◆ 検証

- ・室内連成試験, 塩の蓄積挙動, YMP坑道加熱試験 (国際共研) に対する検証解析

◆ 解析評価

- ・第2次取りまとめにおける結果の妥当性を確認

【H12】

◆ 解析モデル

- ・熱-水-応力連成モデルの構築

◆ 検証

- ・釜石人工バリア試験, BIG-BEN, 国際共研での検証解析

◆ 解析評価

- ・第2次取りまとめの概念での評価

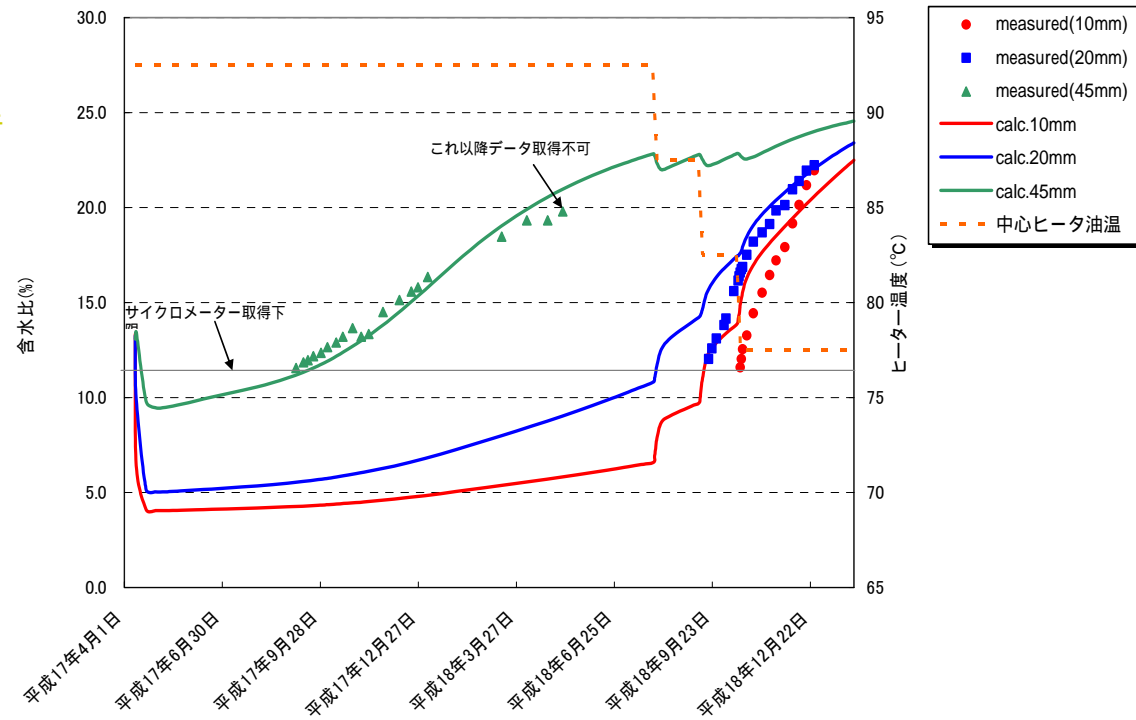
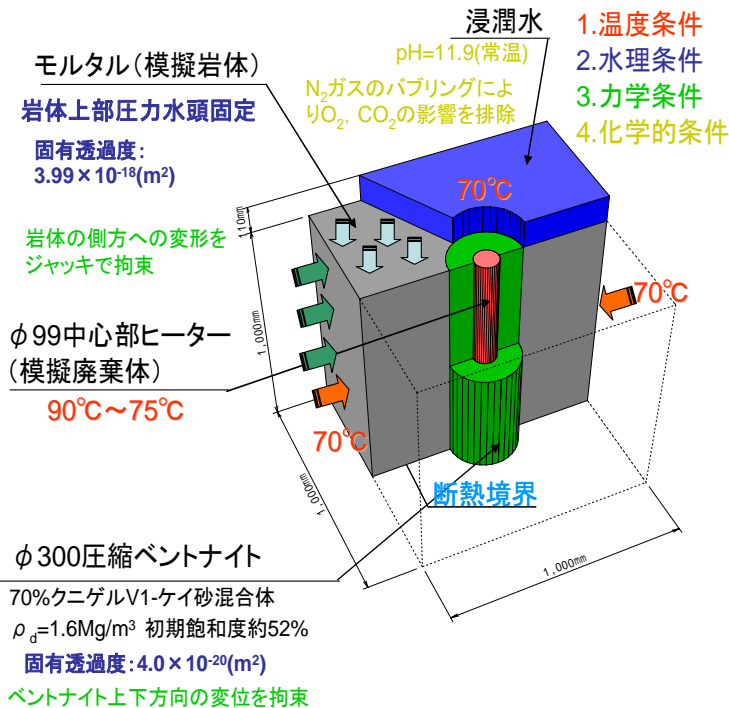
【知識ベースへの反映】

熱-水-応力-化学連成モデル及びデータベースの提供

熱-水-応力-化学連成データ計測技術の提供
数値実験技術の提供

COUPLEによる熱 - 水 - 応力 - 化学連成試験

※ 含水比25.2%が飽和度1.0に相当



今後の試験予定

- 平成19年3月末まで現在の試験を継続.
- ヒーターによる加温停止後, 緩衝材を解体し, サンプルング, 分析を実施.
- THC連成により, モデル/コードの検証解析を実施
- 次期試験は, ANRE事業との共同研究で, 平成20年度に実施予定

➤ 今後 5 年の計画

【～H22】

- ◆ データ取得
 - ・幌延コアの透気特性
- ◆ 現象理解
 - ・X線CTによる3次元的な把握(緩衝材)
- ◆ モデル/評価
 - ・応力連成モデルによる実験結果の再現及び改良
 - ・モデルの検証を目的とした幌延原位置試験計画の立案及び予備解析

【H17】

- ◆ データ取得
 - ・海水系地下水条件での緩衝材の透気特性
- ◆ 現象理解
 - ・X線CTによる可視化試験の可能性を確認
- ◆ モデル/評価
 - ・改良型TOUGH2による実験結果の再現
 - ・応力連成モデルの導入

【知識ベースへの反映】

- ガス移行 - 応力連成モデルの提供
- 解析パラメータ設定方法の考え方の提供
- 透気特性(岩盤・緩衝材)データベースの提供・公開

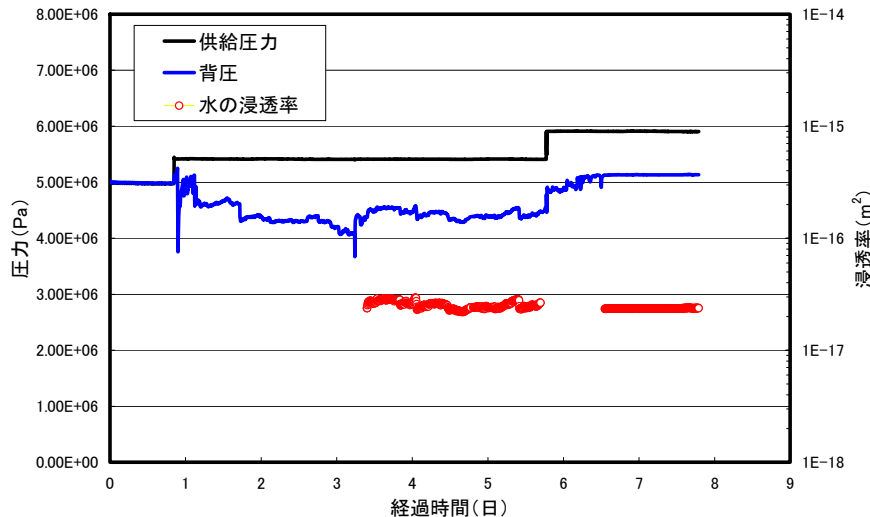
【H12】

- ◆ データ取得
 - ・降水系地下水条件での緩衝材の透気特性
- ◆ 現象理解
 - ・破過圧力や膨潤応力などから推定
- ◆ モデル/評価
 - ・二相流モデルTOUGH2による概略評価

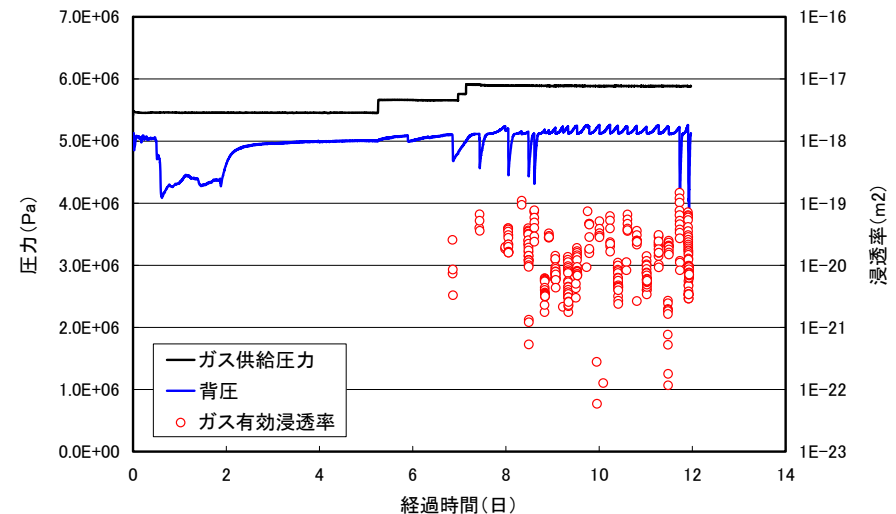
幌延コアの透気特性データの取得

幌延における原位置試験に係る解析に反映

➤ 実験試料; HDB-10孔, 深度265.77m, 直径3.8cm × 長さ3.8cm



水の浸透率に係る測定結果



ガスの浸透率に係る測定結果

○水の浸透率は $1E-17m^2$, ガスの浸透率は $1E-20m^2$ 程度

今後の予定: 幌延コア (HDB - 6孔, 10孔) 及び緩衝材に関するデータの拡充,
GAMBIT - GWSモデルの改良 (実験結果との比較検討)

➤ 今後 5 年の計画

【～ H22】

◆ データ取得

- ・せん断速度をパラメータとしたデータの取得

◆ モデル/評価

- ・せん断速度影響を評価可能なモデルの選定
- ・パラメータ設定に関する考え方の整理

【H17】

◆ データ取得

- ・1/20模型実験によるデータの取得

◆ モデル/評価

- ・実験結果のシミュレーション解析を実施しモデルの適用性を確認

【H12】

◆ データ取得

- ・なし

◆ モデル/評価

- ・SKBの解析結果を参考に0.2m程度せん断変位した場合の影響を概略的に評価

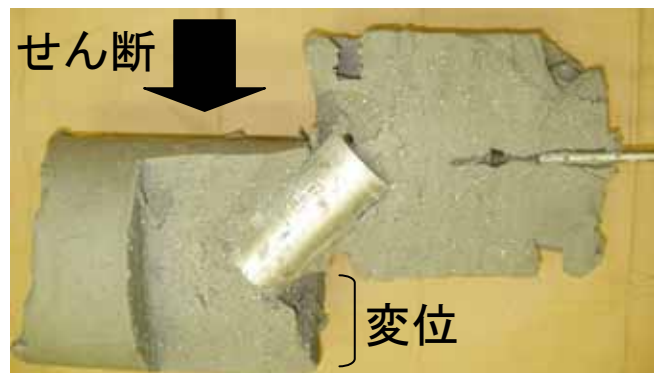
【知識ベースへの反映】

人工バリアの限界条件の提供

解析パラメータ設定方法の考え方の提供

【目的】 断層ずれ速度の影響評価

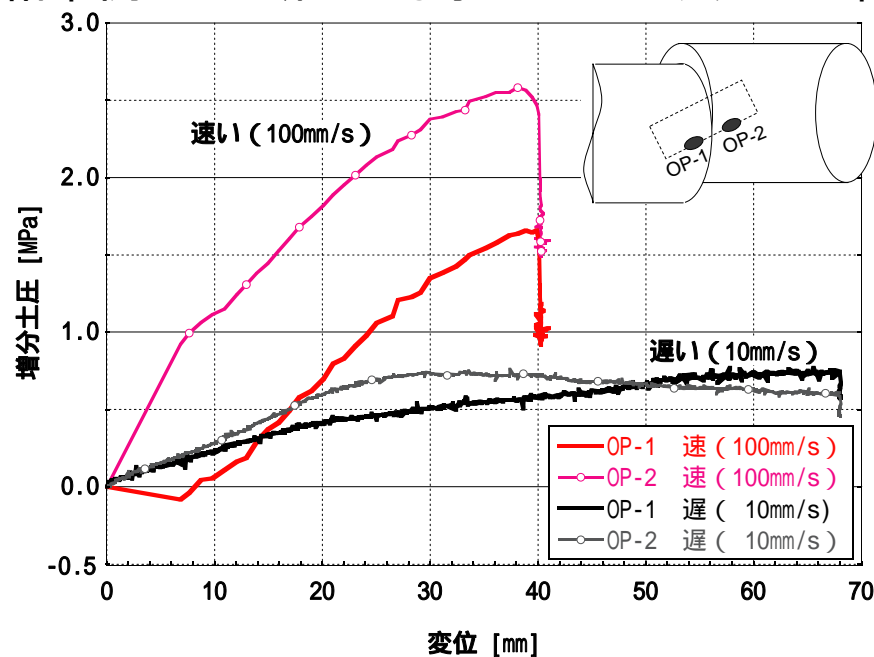
	速度	変位
速	100mm/s	40mm
遅	10mm/s	70mm



実験後取り出された供試体

➤ ずれ速度を変えた模型実験を実施

結果例：せん断によるオーバーバック土圧増分



◆ せん断速度を変えた模型実験を行って、土圧変化に与える影響を概略的に把握した。

速度を1/10にすると、せん断によってオーバーバックにかかる土圧は1/3程度に減少する。

今後の予定： 模型実験によるデータ取得によって速度について影響評価を行うとともに、解析手法の整備を進めて、シミュレーション解析の精度を高める。

- 投稿論文数: 9 件
- 技術報告書作成数: 16 件

:H18更新・新規、 H18実績なし

知識ベースに反映する成果の例	分類の例
<ul style="list-style-type: none"> ・オーバーパック腐食データベース【オーバーパック】 ・緩衝材基本特性データベース【緩衝材】 ・閉鎖材料及び性能に係るデータベース【シーリング】 ・低アルカリ性コンクリートの材料特性データベース【支保】 ・原位置で確認すべき操業・閉鎖技術項目【操業・閉鎖】 ・緩衝材/岩盤応力連成評価に用いるパラメータ等のデータベース【緩衝材の長期力学的変形挙動】 ・緩衝材流出・侵入データベース【緩衝材の流出・侵入挙動】 ・岩盤長期力学変形挙動に関わる物性データベース【岩盤の長期力学変形挙動】 ・熱-水-応力-化学連成挙動評価用データベース【熱-水-応力-化学連成挙動】 ・透気特性(岩盤・緩衝材)データベース【ガス移行挙動】 	データ
各種公開技術資料, レビュー報告書	ドキュメント
<ul style="list-style-type: none"> ・緩衝材/岩盤応力連成モデル【緩衝材の長期力学的変形挙動】 ・緩衝材侵入現象モデル【緩衝材の流出・侵入挙動】 ・岩盤長期力学変形挙動予測モデル【岩盤の長期力学変形挙動】 ・熱-水-応力-化学連成モデル【熱-水-応力-化学連成挙動】 ・ガス移行 - 応力連成モデル【ガス移行挙動】 	ソフトウェア

:H18更新・新規、 :H18実績なし、 :未着手

知識ベースに反映する成果の例	分類の例
<ul style="list-style-type: none"> ・坑道掘削段階において得られる情報を基にした、処分場設計の考え方や設計手法【URLにおける適用性検討】 ・概念オプションの成立性や実現性関わる技術基盤情報【工学技術オプション】 ・オーバーパック腐食評価手法【オーバーパック】 ・オーバーパック材料・材質選定及び設計・製作手法【オーバーパック】 ・標準化した緩衝材膨潤応力等の測定手法(土木学会と連携予定)【緩衝材】 ・緩衝材の設計基準に関わる基盤情報及び設計の考え方【緩衝材】 ・閉鎖設計の基本的な考え方と閉鎖要件【シーリング】 ・低アルカリ性コンクリート配合選定方法【支保】 ・低アルカリ性コンクリート施工管理基準【支保】 ・グラウト材料の長期評価手法【グラウト】 ・グラウト施工技術【グラウト】 ・地質環境データを基にした設計用物性値設定の考え方【建設】 ・情報化施工システム【建設】 ・人工バリア等の長期安全性の観点からの品質管理の考え方【品質管理】 ・人工バリア等に係わる性能保証データの計測技術【品質管理】 ・降水/海水条件での緩衝材/岩盤応力連成解析パラメータ設定方法の考え方【緩衝材の長期力学的変形挙動】 ・緩衝材長期変質挙動評価手法【緩衝材の長期変質挙動】 ・緩衝材の安全機能に対する変質が及ぼす影響評価手法【緩衝材の長期変質挙動】 ・ベントナイトコロイド生成条件【緩衝材の流出・侵入挙動】 ・岩盤長期力学変形挙動解析パラメータ設定の考え方【岩盤の長期力学変形挙動】 ・熱-水-応力-化学連成データ計測技術【熱-水-応力-化学連成挙動】 ・ガス移行解析パラメータ設定方法の考え方【ガス移行挙動】 ・人工バリアの限界条件【人工バリアのせん断応答挙動】 ・人工バリアのせん断応答挙動解析パラメータ設定方法の考え方【人工バリアのせん断応答挙動】 	<p>経験・ノウハウ (方法論など)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・坑道掘削段階において適用した施工方法や対策工法の適用事例及び留意点【URLにおける適用性検討】 ・ナチュラルアナログに関する統合データ【オーバーパック】 	<p>統合化した知識</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・地質環境に応じた処分場設計要件【URLにおける適用性検討】 	<p>ガイダンス</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・数値実験技術【熱-水-応力-化学連成挙動】 	<p>プレゼンテーション</p>