

瑞浪超深地層研究所

—平成27年度計画の進捗と今後の課題—

平成28年3月8日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
バックエンド研究開発部門
東濃地科学センター 地層科学研究部

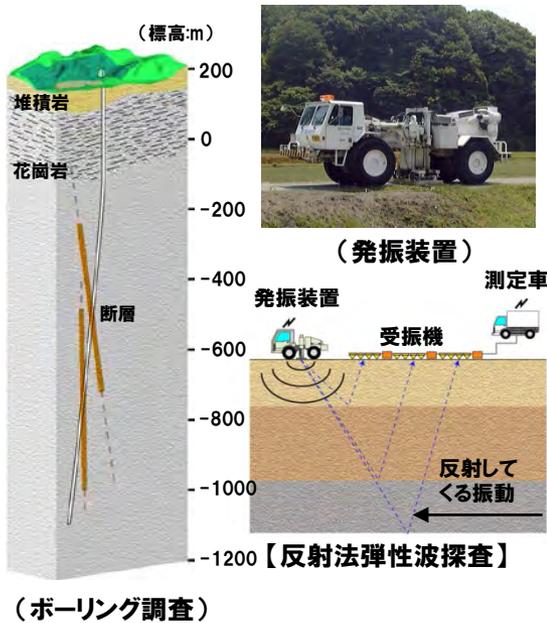
超深地層研究所計画の目標と進め方

【 目 標 】

- ① 深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備
- ② 深地層における工学技術の基盤の整備

【第1段階:H8-16】

地表からの調査予測研究段階



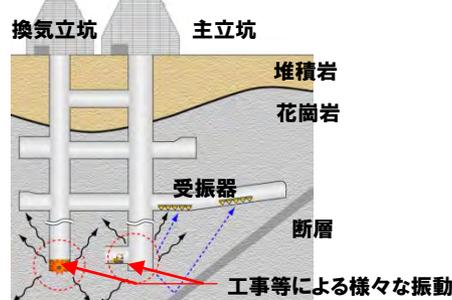
- 地表からの調査研究による地質環境モデルの構築
- 坑道建設前の深部地質環境の状態の把握

【第2段階:H16-25*】

研究坑道の掘削を伴う研究段階



【壁面観察】



【研究坑道内での物理探査】

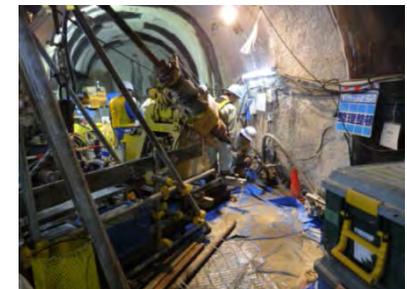
- 坑道掘削に伴う調査研究による地質環境モデルの構築
- 坑道の施工・維持・管理に関わる工学技術の有効性の確認
(*:一旦終了)

【第3段階:H22-】

研究坑道を利用した研究段階



【再冠水試験】



【岩盤中の物質の移動に関する調査研究】

- 坑道を利用した調査研究による地質環境モデルの構築
- 深地層における工学技術の有効性の確認

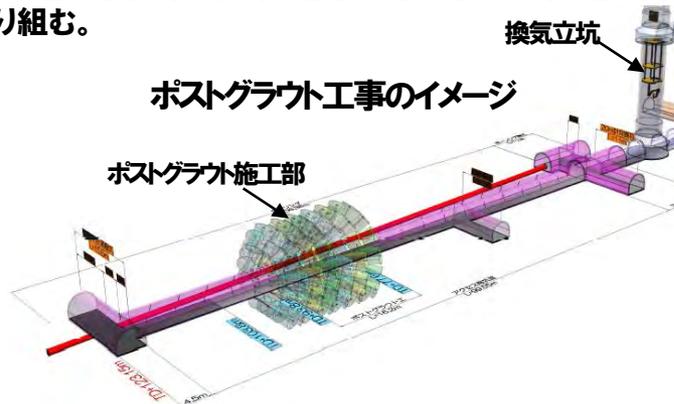
中長期計画における研究課題(当面5年間)

①地下坑道における工学的対策技術の開発

- ◆大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術
- ◆地下水管理技術

[概要] 深度500mの研究坑道において、坑道への湧水量をブレイグラウトとポストグラウトの組合せによって制御可能とするウォータータイトグラウト施工技術を実証する。

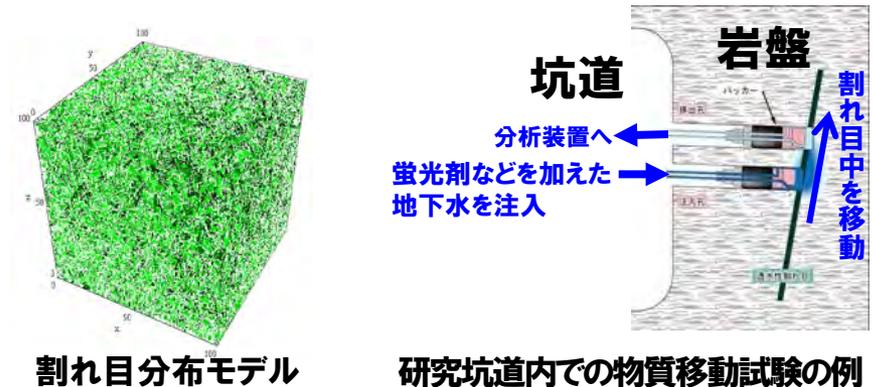
また、地下水排水処理技術等の地下水管理技術の高度化にも取り組む。



②物質移動モデル化技術の開発

- ◆長期的な変遷を含めた地下深部におけるわが国固有の亀裂ネットワーク中の地下水流動・物質移動に関する試験及びモデル化技術

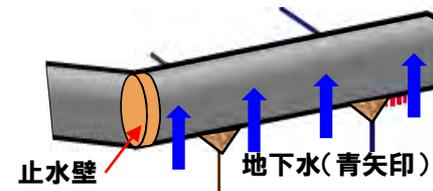
[概要] 深度500mの研究坑道において、花崗岩中の割れ目での物質の移動現象を理解し、モデル化するための調査解析を実施する。また、割れ目の透水性及び地下水の流動・水質の長期的変化や地下水流動の緩慢さを明らかにするための調査を実施する。



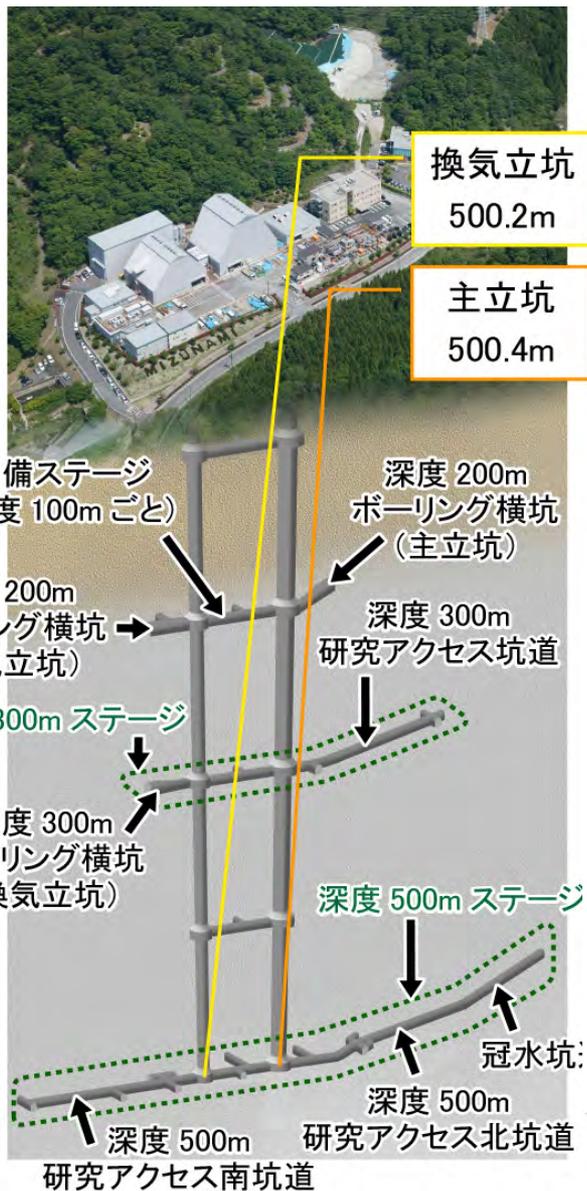
③坑道埋め戻し技術の開発

- ◆坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術
- ◆長期モニタリング技術など

[概要] 深度500mの研究坑道において、坑道の一部を埋め戻し、地下水を自然に冠水させることによって、地下水の水圧・水質及び坑道周辺岩盤の化学的・力学的変化を観察し、地質環境の回復能力等を評価すると共に、地質環境に応じた埋め戻し技術の構築を目指す。また、長期の観測に必要なモニタリング技術の開発も実施する。



研究坑道の工事状況

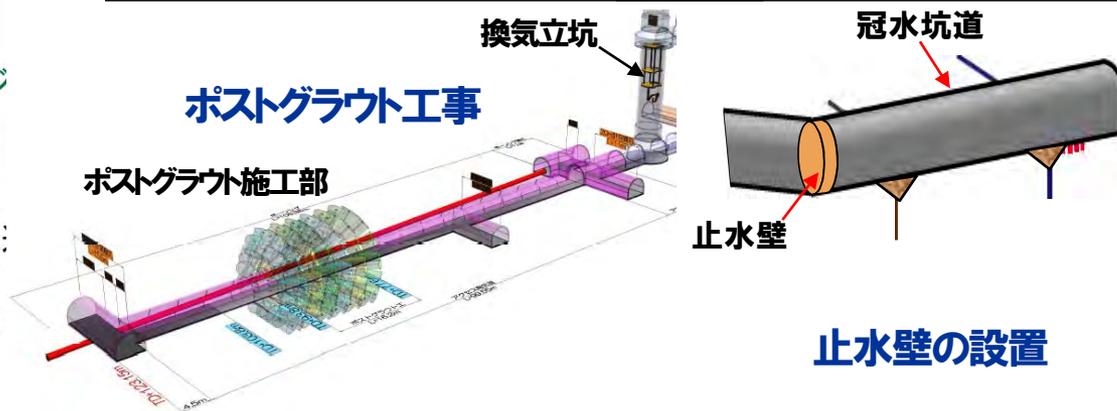


湧水抑制対策
(深度500m研究アクセス南坑道)



止水壁の設置作業
(深度500m研究アクセス北坑道)

平成26年度の研究坑道の工事	平成27年度の研究坑道の工事
<p>【深度500mステージ】</p> <p>《研究アクセス北坑道》</p> <ul style="list-style-type: none"> ・冠水坑道への止水壁の設置 <p>《研究アクセス南坑道》</p> <ul style="list-style-type: none"> ・湧水抑制対策 	<p>【深度500mステージ】</p> <p>《研究アクセス北坑道》</p> <ul style="list-style-type: none"> ・再冠水試験のための止水壁の補修 <p>《主立坑部》</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アクセスのための螺旋階段設置



平成27年度の主な調査研究

1. 地下坑道における工学的対策技術の開発

- (1) 大規模湧水に対するウォータタイトグラウト技術の開発
 - ポストグラウトの結果の評価に基づく検討
- (2) 地下水管理技術 ●文献調査

2. 物質移動モデル化技術の開発

- (1) 低透水性領域での亀裂ネットワークモデル化手法の開発
 - 室内試験／モデル化・解析、●ボーリング孔の掘削〔電中研との共研〕
- (2) 地質環境の長期変遷解析技術の開発 ●断層の形成過程等の検討
- (3) 深部塩水系地下水の起源・滞留時間の理解 ●実施計画等の検討

3. 坑道埋め戻し技術の開発

- (1) 坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術の開発

①再冠水試験

- ボーリング孔を用いた観測（地下水の水圧・水質、岩盤変位、岩盤の透水性）
- ピット埋め戻し試験（水理・化学・力学的な変化の計測）

②岩盤の破壊現象評価 ●原位置試験〔京都大学・大林組との共研〕

③埋め戻し試験 ●計画立案

- (2) 長期モニタリング技術の開発など

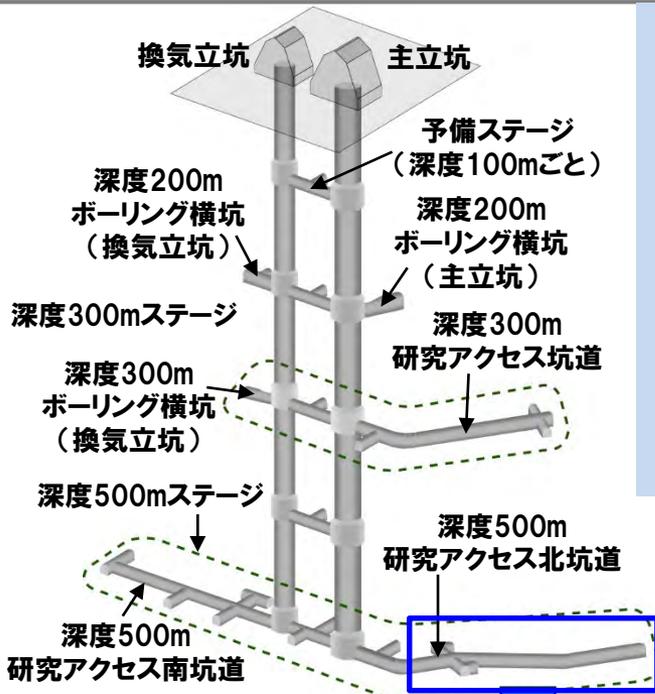
①長期モニタリング ●既存の地上・坑内ボーリング孔を用いた観測（継続）

②長期モニタリング技術の開発 ●長期モニタリング方法等の検討

③モニタリングデータの取りまとめ・評価 ●データ集の作成等

4. 研究成果の取りまとめ ●地質環境モデルの更新等

坑道埋め戻し技術の開発



【目的】

- 地層処分の長期安全性に関わる不確実性低減に向け、
- 坑道掘削・閉鎖に伴う地質環境の変遷等の現象理解及び予測技術の構築
- 坑道周辺の地質環境調査技術(特にモニタリング技術)の整備
- 地質環境の回復に有効な坑道閉鎖手順・工法等の坑道閉鎖技術の整備

《再冠水試験の手順》

①水圧・水質モニタリング孔掘削



坑道掘削後の初期状態の把握

⑥埋戻し材の回収・分析



埋戻し材の変質状態の把握

②ボーリングピットの埋戻し



ボーリングピット埋戻し材の初期状態の把握

⑤排水



坑道内及び周辺観測孔での水圧レスポンスと科学条件変化の確認

③止水壁の施工



止水壁止水技術の確認

④繰り返し再冠水試験



周辺観測孔での水圧レスポンスと化学特性変化の確認

水圧・水質観測孔 (長さ:107.0m)
(坑道掘削前の初期状態の評価)

水圧・水質観測孔 (長さ:①16.5m,②16.6m,③16.6m)
(冠水後の水圧回復過程を観測)

力学観測孔 (長さ:④11.6m,⑤11.6m,⑥11.7m)
(冠水後の力学変化を観測)

冠水坑道 (約40m)

ボーリング座

水圧・水質観測孔 (長さ:102.1m)
(坑道掘削後の変化の把握)

水質観測孔 (長さ:4孔とも2.3m)
(埋戻し材周辺の水質変化を観測)

止水壁

ボーリングピット

止水壁設置作業

躯体形状:アーチ型(マンホール含)

躯体構造:鉄筋コンクリート造

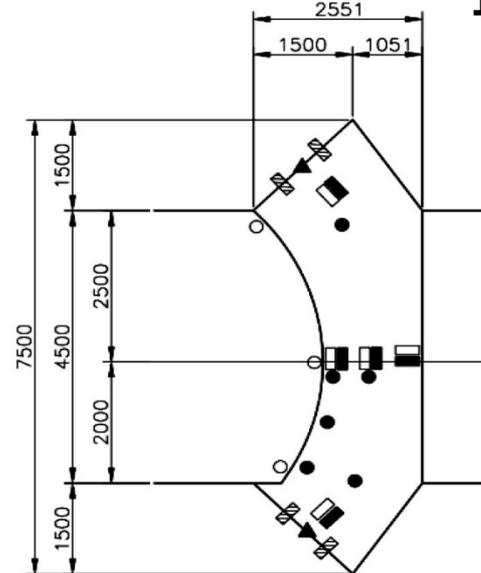
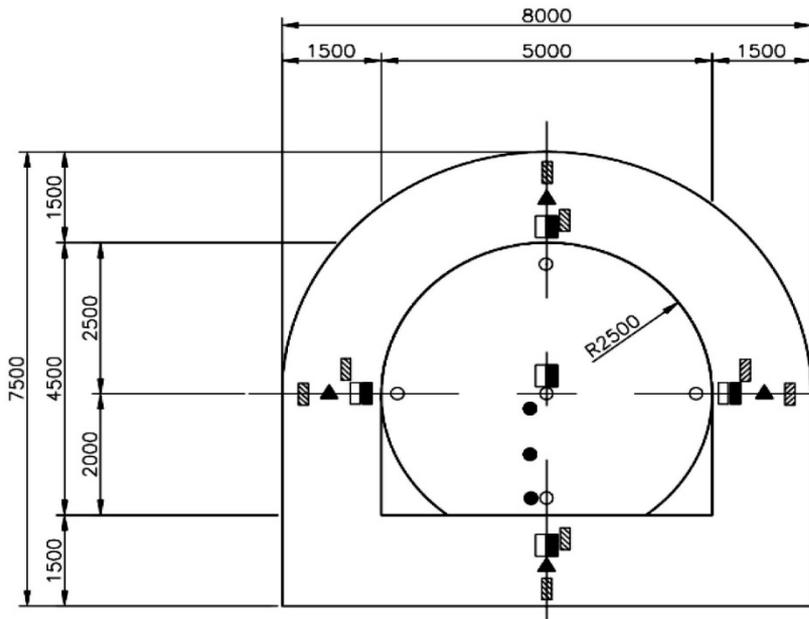
施工期間:H26年11月~H27年3月

センサー:温度計、変位計、土圧計、鉄筋計
コンクリート応力計、継目計

その他 :クーリング用配管
グラウト用配管(1次・2次)



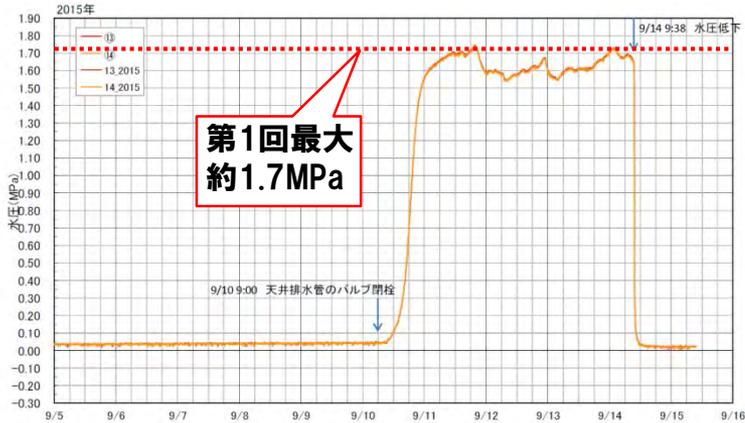
止水壁設置作業現場の状況
(平成27年1月23日)



- 温度計
- 変位計
- ▲ 土圧計
- コンクリート応力計
- 鉄筋計
- ▨ 継目計

止水壁躯体サイズとセンサー配置(単位:mm)

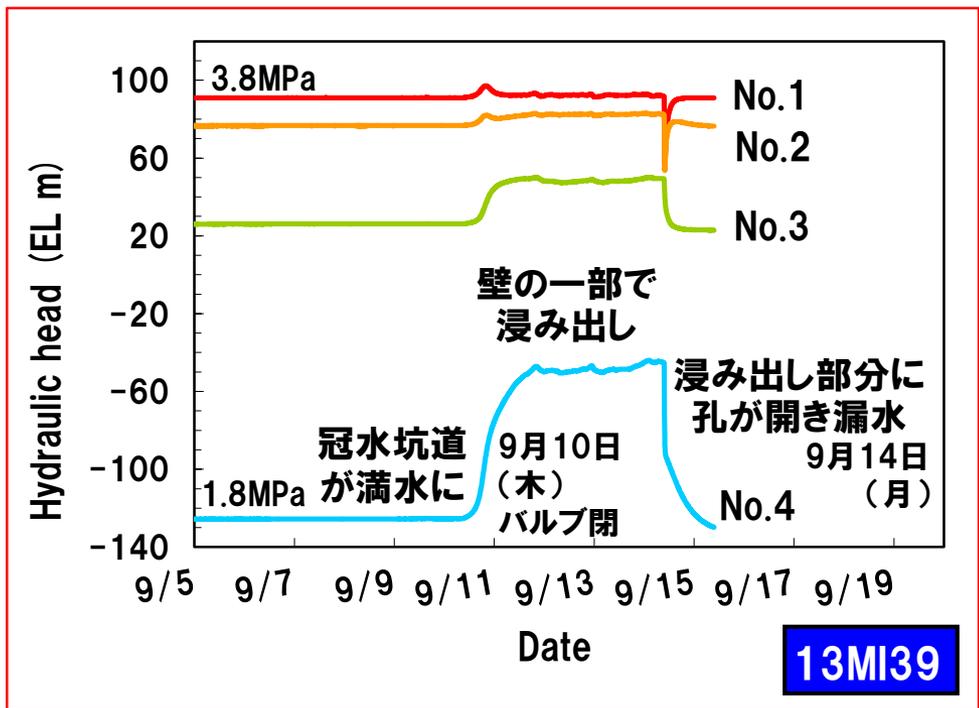
止水壁機能確認試験時の水圧回復(第1回:平成27年9月)



冠水坑道内の水圧変化

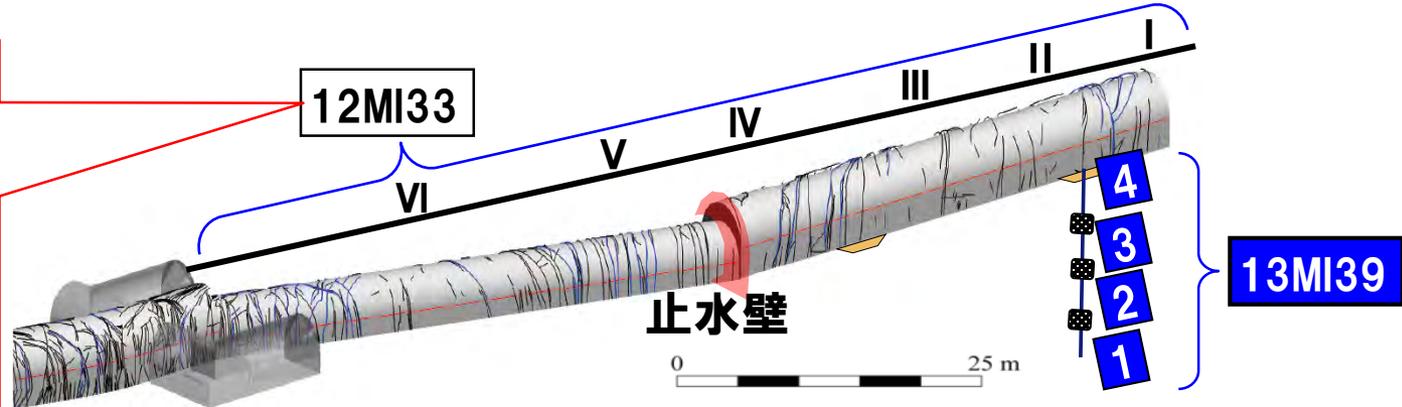
センサーの設置位置と水圧

- ・水圧センサーは冠水坑道床面のコンクリート盤直上に設置
- ・床面～天井間が高さ4.5mあるため、天井まで満水した時点で0.045MPaとなる



斜坑、冠水坑道掘削前の各観測区間の水圧

区間	位置(mabh)	水圧(MPa)
I	105.4~107.0	4.0
II	85.7~104.5	4.0
III	64.0~84.8	4.1
IV	53.8~63.1	4.1
V	44.1~52.9	4.1
VI	0.0~43.2	4.0

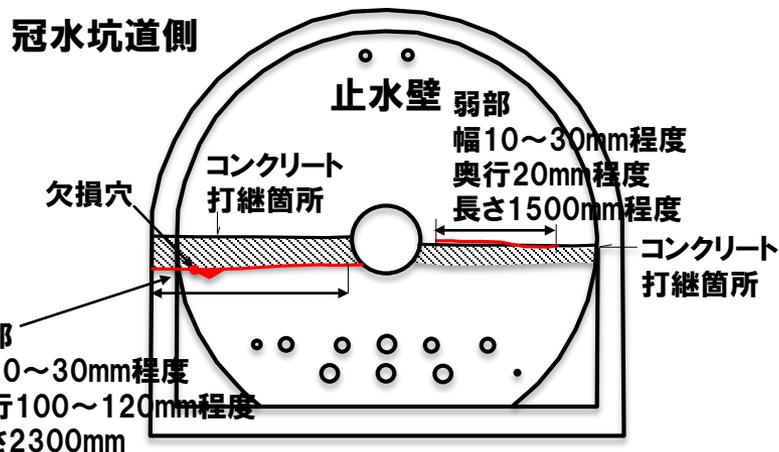
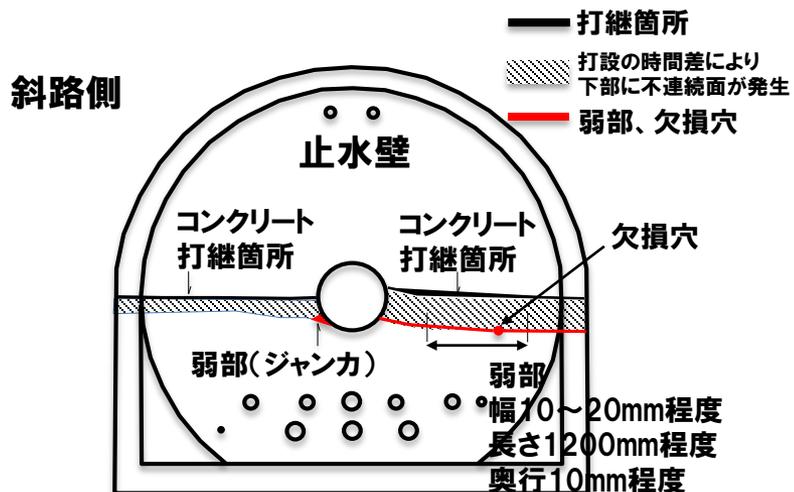


坑道から各観測区間までの
離間距離は約0~15m

研究坑道の工事(止水壁補修作業:平成27年10~12月)

性能確認試験で把握された止水壁の損傷箇所

- ・ダメージ箇所は打継部と健全部の境界付近に集中し、冠水坑道側から斜路側に貫通している箇所がある
- ・斜路側に比べ、冠水坑道側のダメージが大きい



損傷状況を踏まえた補修作業

1. 欠損箇所の穴埋め(両側)

はつり、高圧洗浄
 (黄色丸が欠損穴)



モルタル注入
 による穴埋め



2. 弱層部への注入(両側)

エポキシ樹脂注入



3. カバーライニング(冠水坑道側)

下地処理、カーボン繊維積層ポリエステル樹脂シート貼り



4. 全面防水(冠水坑道側)

ポリエチレン系エマルジョン防水塗装



止水壁機能確認試験の履歴(平成28年1月以降)

- 1月 7日 8:30 排水ポンプ撤去(自然冠水開始:※1)
1月 7日 15:00 マンホール閉
1月 8日 10:00 注水ポンプ始動※2
1月 9日 16:00 注水ポンプ停止
1月 12日 8:30 注水ポンプ始動
1月 20日 9:40 注水ポンプ停止, オーバーフロー前に撤去
1月 21日 16:08 エア抜き管からオーバーフローを確認
1月 25日 9:28 エア抜き管を閉栓, 水圧上昇
2月 1日 9:30-15:30 採水(12MI33,13MI38,39,40,41...各1L)
2月 2日 9:30-15:30 採水(冠水坑道内...5×2L)
<現在、機能確認継続中>

※1:自然冠水(冠水坑道湧水量)= $20\text{m}^3/\text{day}$

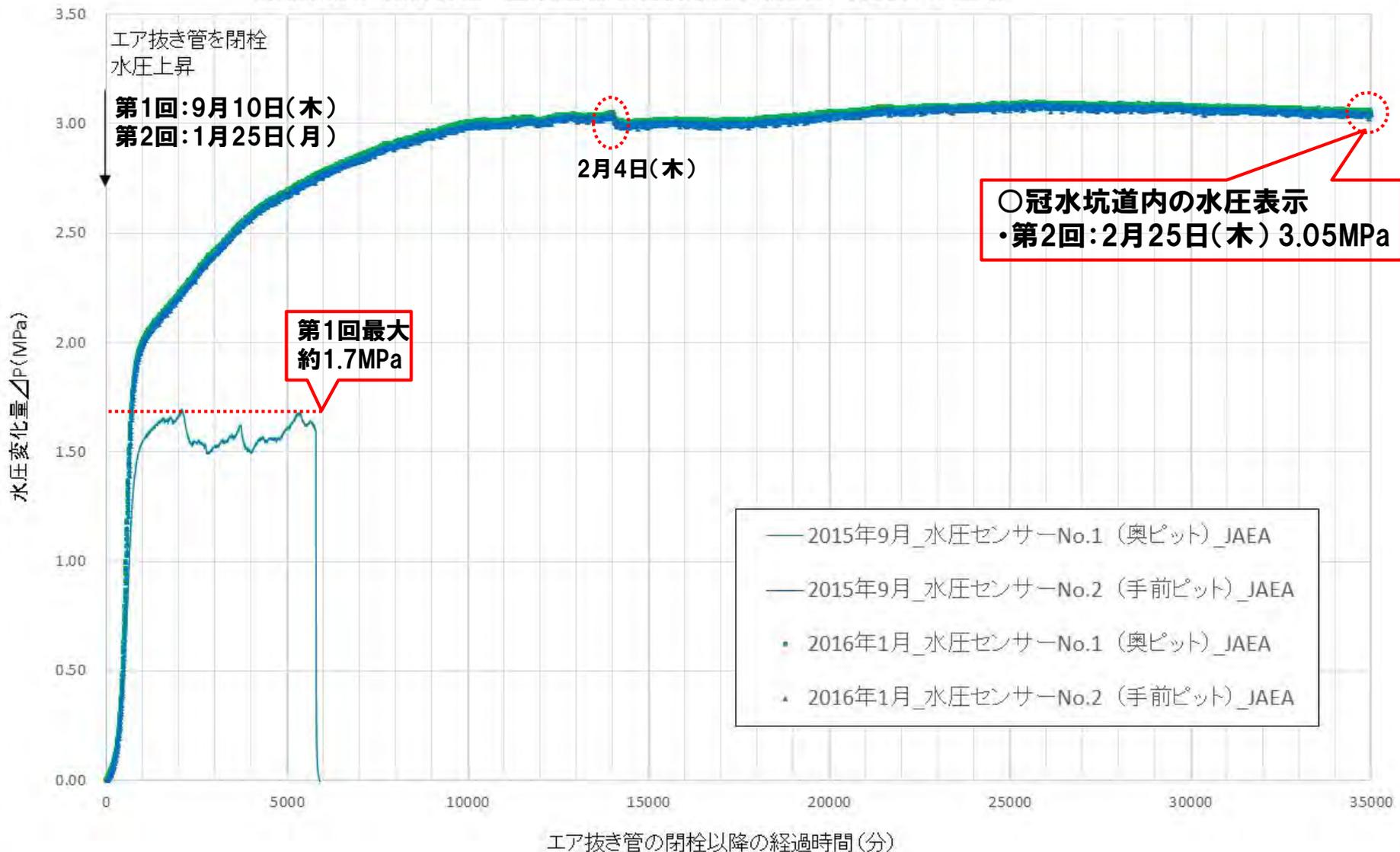
※2:ポンプ注水量 = $60\text{m}^3/\text{day}$

センサーの設置位置と水圧

- ・水圧センサーは冠水坑道床面のコンクリート盤直上に設置
- ・床面～天井間が高さ4.5mあるため、天井まで満水した時点で0.045MPaとなる

止水壁機能確認試験時の水圧回復(冠水坑道内の水圧変化)

深度500m冠水坑道 止水壁機能確認試験(第1回, 第2回)の比較



止水壁機能確認試験の状況(平成28年1月21日(木)8時30分)

写真配置

止水壁
上部

補足説明

止水壁
左側

止水壁
正面

止水壁
右側



- 20日(水)9時40分
冠水坑道内水位が天井設置のカメラに到達したことにより、冠水坑道内への注水ポンプ停止、ポンプ撤去
- それ以降、冠水坑道内は自然湧水状態
- 21日(木)16時8分ごろ
エア抜き管(冠水坑道内天端付近に設置)からのオーバーフローを確認
- 現在、オーバーフローの状態を継続
- 25日(月)エア抜き管のバルブを閉める予定。その後は、冠水坑道内は満水、水圧が上昇していく状態となる。



平成28年2月5日(金)

写真配置

止水壁
上部

止水壁
上部

止水壁
左側

止水壁
正面

補足説明

止水壁
左側

止水壁
右側

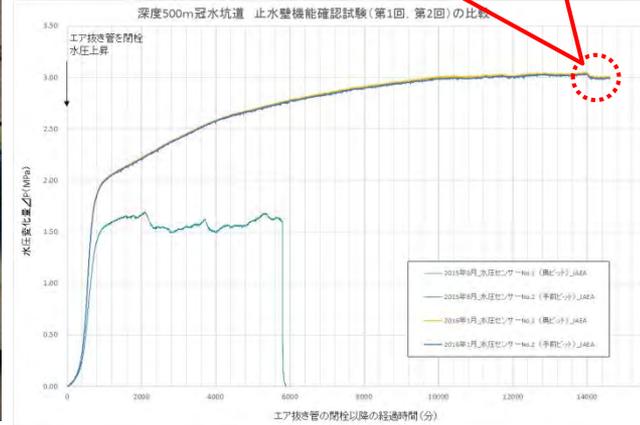
冠水坑道
内水圧



2月4日(木)
グラウトエア抜き管の
バルブ抜け落ち



○水圧モニタリングの変化
2月4日(木)3時14分ごろ
3.08 MPa→3.04 MPaに低下
○2月5日(金)
10時30分 3.05MPa



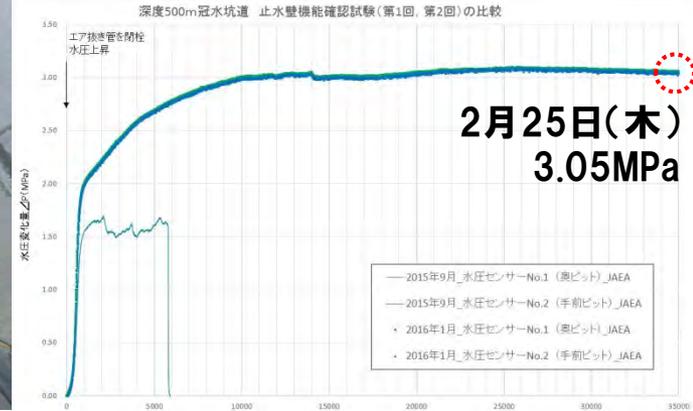
平成28年2月25日(木)

写真配置

止水壁
正面

冠水坑道
内水圧

斜坑部の状況



- ・斜坑部天井の3ヶ所 (▼)から滴水・しみ出しを確認:2月24日(水)
- ・斜坑部湧水量の変化
水圧上昇前:1/20(水) 66.2m³/day
2/ 3(水): 65.5m³/day
2/10(水):66.5m³/day
2/17(水):70.8m³/day
2/24(水):69.0m³/day

漏水箇所
(TD106.25m)



共同研究と施設利用

共同研究

電力中央研究所	・水理・物質移動特性評価に関する研究
産業技術総合研究所	・岩盤の水理・化学・生物連成現象に関わる研究
原子力環境整備促進 ・資金管理センター	・無線計測技術の適用性に関する研究
東京大学	・深部微生物活性の分析・解析技術の研究 -地下環境の形成に関わる微生物プロセスの評価技術の研究
京都大学・大林組	・粘性流体注入に伴う周辺岩盤への影響に関する共同研究
鹿島建設	・地中レーダーによる坑道周辺岩盤における水理特性評価に関する研究
静岡大学	・大深度地球化学モニタリング技術に関わる研究
清水建設	・逆解析を用いた地下水流動のモデル化・解析に関する共同研究

施設供用

東濃地震科学研究所	・坑内への地震計・歪計の設置
名古屋大学	・ニュートリノ捕捉用原子核乾板の保管・観測
早稲田大学	・ダークマター観測に資するための環境中性子線の観測