

超深地層研究所計画の 第1段階の評価および第2段階の成果

2) 地下水流動

**東濃地科学研究ユニット
結晶質岩地質環境研究グループ**

1

地下水流動に関わる「個別目標と課題」

全目標		個別目標	課題
深部地質環境の調査・解析・評価技術の基礎の整備	安全評価	地質構造の三次元的分布の把握	移行経路として重要な構造の把握 対象岩盤の分布と形状の把握 岩盤の地質学的不均質性の把握 地質／地質構造の長期変化の推定
		地下水の流動特性の把握	地下水流動場の把握 地下水流束分布の把握 地下水流動特性の長期変化の推定
		地下水の地球化学特性の把握	地下水の塩分濃度分布の把握 地下水のpH・Eh環境の把握 地下水の水質変化の推定
		物質移動の遅延効果の把握	物質移動場の把握 岩盤の収着・拡散特性の把握 コロイド／有機物／微生物の影響の把握
		EDZの地質環境特性の把握	EDZの範囲の把握 EDZの透水性、物理・力学特性分布の把握 EDZの地球化学特性の把握 EDZの応力状態の把握
		希釈効果の把握	帯水層の分布の把握 帯水層中などにおける流速分布の把握
	地下施設の設計・施工	地下空洞の力学安定性の把握	応力場の把握 岩盤の物理・力学特性の把握 不連続構造などの有無の把握
		地下空洞への地下水流入状態の把握	地下空洞への地下水流入量の把握 地下空洞への流入地下水水質の把握
		地下の温度環境の把握	地温勾配分布の把握 岩盤の熱特性の把握
	環境影響評価	地下施設建設が周辺環境へ与える影響の把握	地下水位・水圧分布への影響の把握 地下水の水質への影響の把握 排水放流先河川の水質の把握 振動・騒音の把握
地下施設の設計・施工		設計・施工計画技術の開発 建設技術の開発 施工対策技術の開発 安全性を確保する技術の開発 掘削影響の修復・軽減技術の開発	
深地層における工学技術の基礎の整備		大深度地質環境下における工学技術の有効性の確認	(EDZ:掘削影響領域)

地下水の流動特性の把握

- 地下水流動場の把握
- 地下水流束分布の把握
- 地下水流動特性の長期変化の推定

EDZの地質環境特性の把握

- EDZの透水性分布の把握

地下空洞への地下水流入状態の把握

- 地下空洞への地下水流入量の把握

地下施設建設が周辺環境へ与える影響の把握

- 地下水位・水圧分布への影響の把握

2

第2段階の段階目標と実施内容（地下水流動）

● 段階目標：

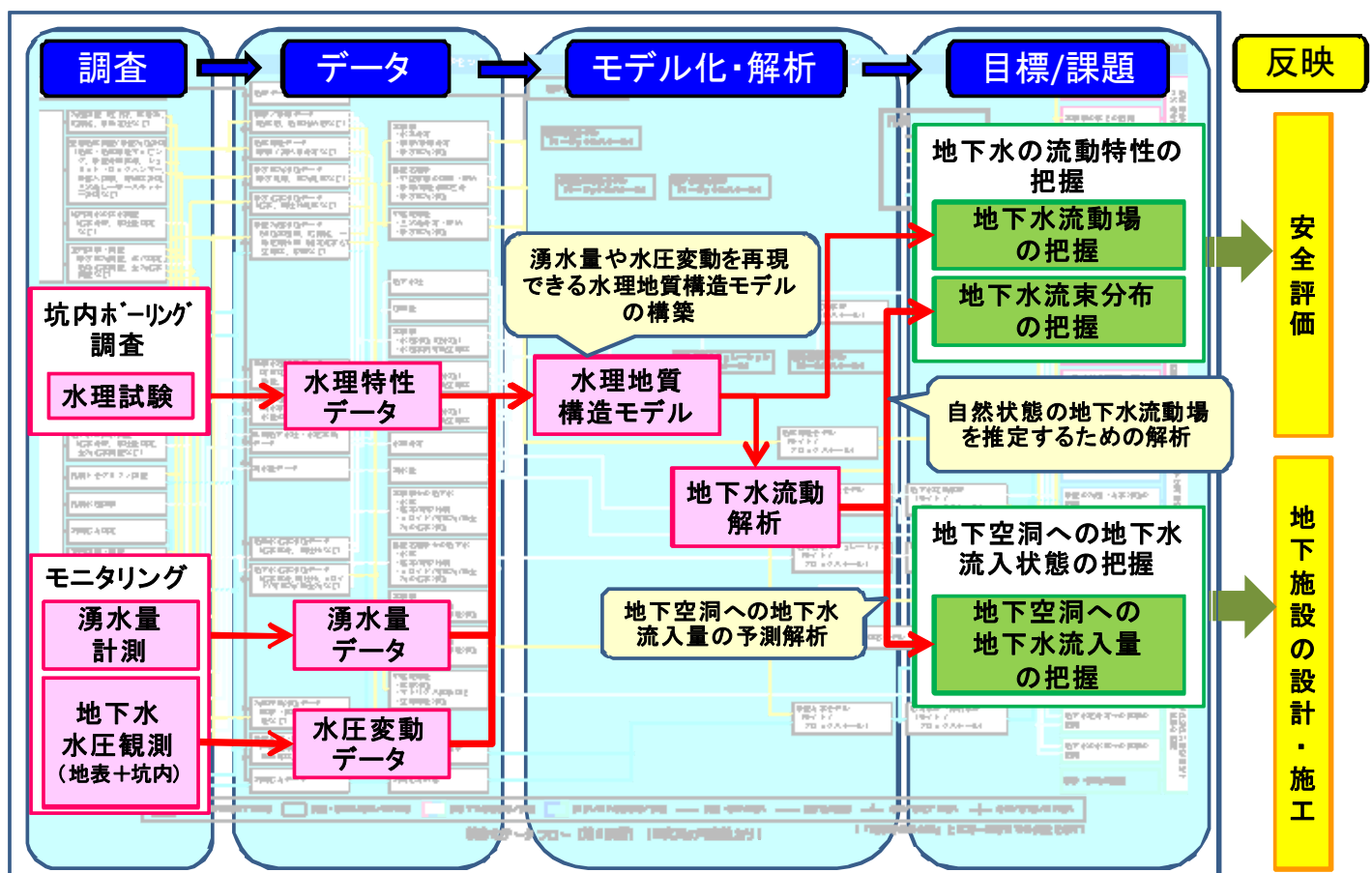
研究坑道の掘削を伴う調査・研究による地質環境モデルの構築および研究坑道の掘削による深部地質環境の変化の把握

● 実施内容：

- 研究坑道の掘削に伴って行う長期地下水モニタリングなどによる
地下水流動場の変化の把握
- 第1段階で構築したサイトスケールの水理地質構造モデルの**妥当性確認及び更新**
- ブロックスケールの水理地質構造モデルの構築

3

第2段階における調査・モデル化・解析の流れ （地下水流動の例）

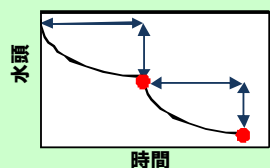


4

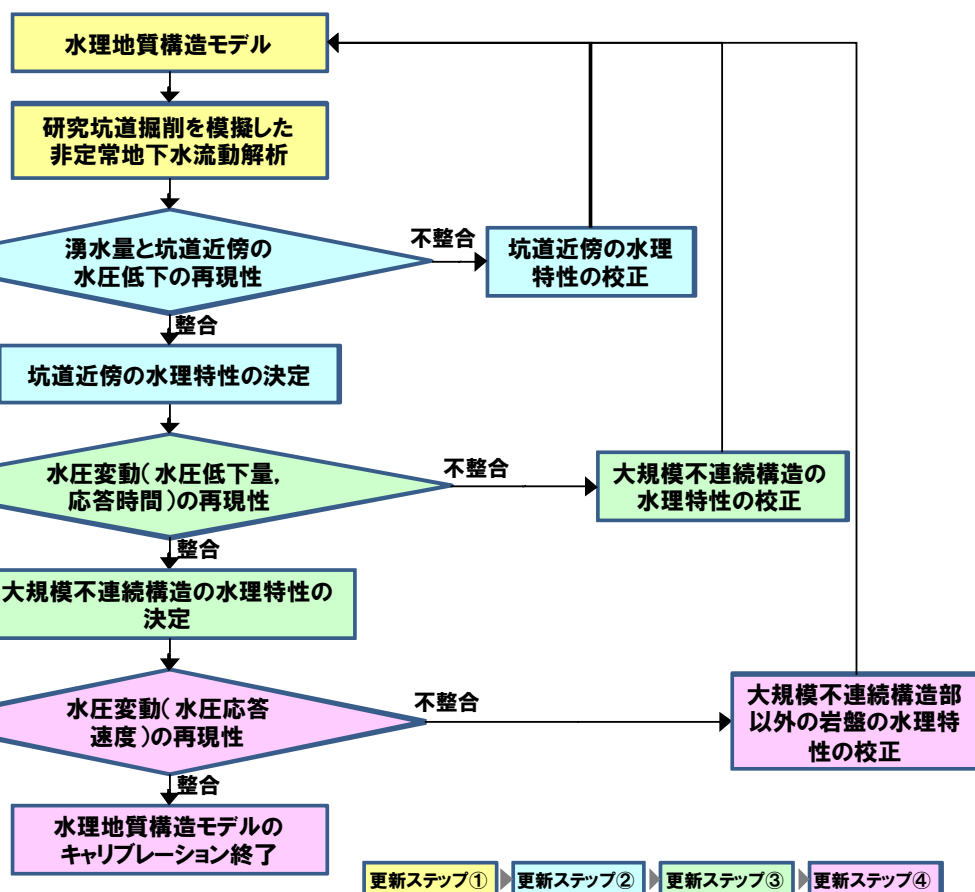
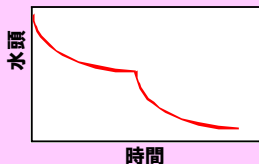
第2段階での水理地質構造モデルの更新の考え方

- 背景
 - ✓ 湧水量は水圧変化を生じさせる原因として重要
 - ✓ 湧水量は坑道近傍の水理特性の影響を強く受ける
 - ✓ 坑道近傍にはスキン効果があることを確認済み

- 仮説
 - ✓ 大規模不連続構造の水理特性は水圧低下量や応答時間に与える影響が大きい



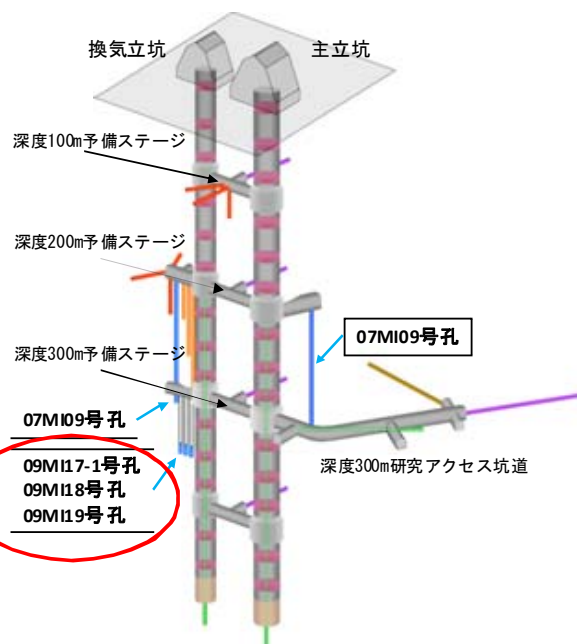
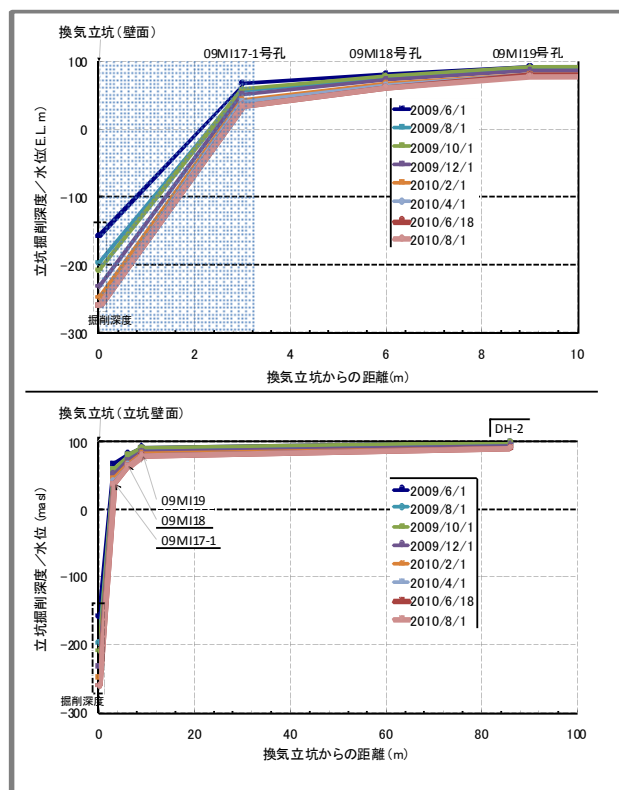
- 仮説
 - ✓ 大規模不連続構造部以外の岩盤の水理特性は水圧応答速度に影響を与える



5

第2段階における調査 (研究坑道からのボーリング孔での地下水水圧の観測結果)

研究坑道近傍の水理特性を把握するための立坑近傍の水圧観測



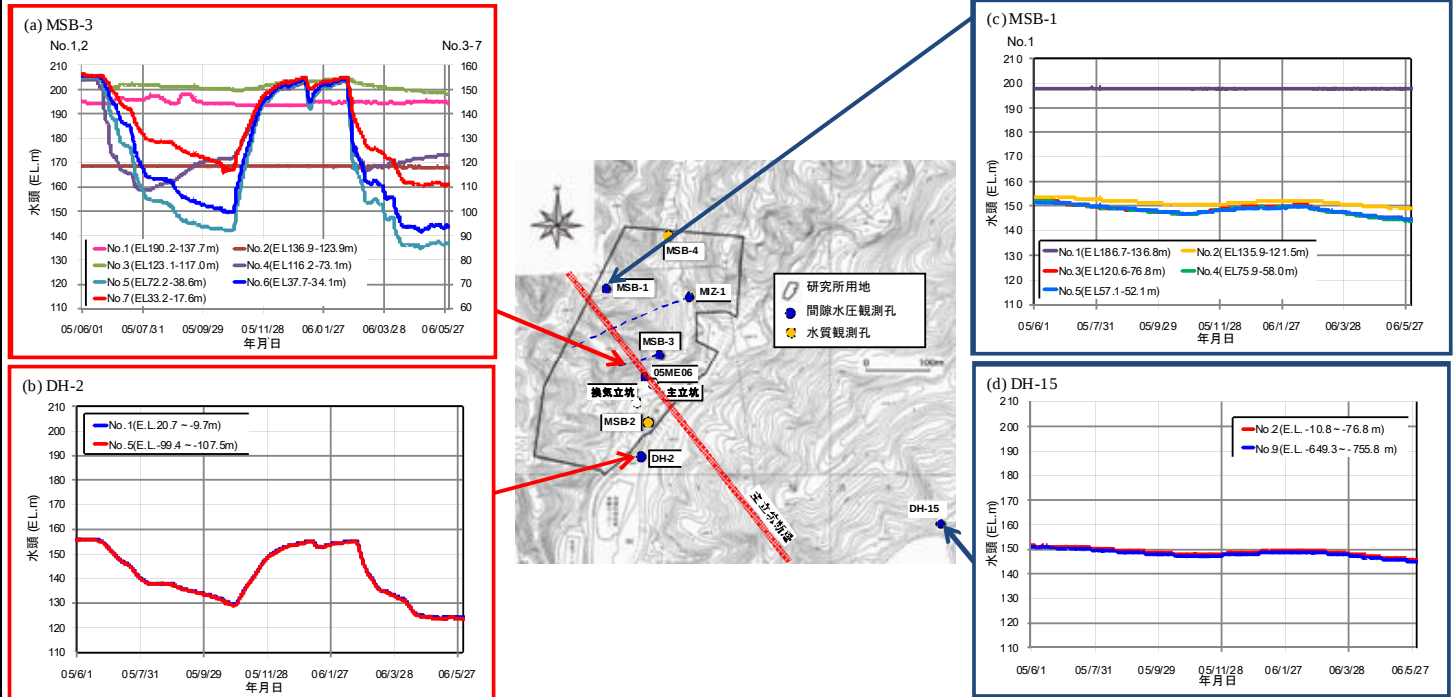
主な結果

- 立坑近傍(数mの範囲)で、動水勾配が急激に変化しており、覆工コンクリートや掘削影響などに起因するスキン効果の影響を定量的に把握

6

第2段階における調査 (地表からのボーリング孔での地下水水圧の観測結果)

研究坑道の掘削による地下水流動の変化を把握するための地下水水圧観測



(a)主立坑断層の南西側

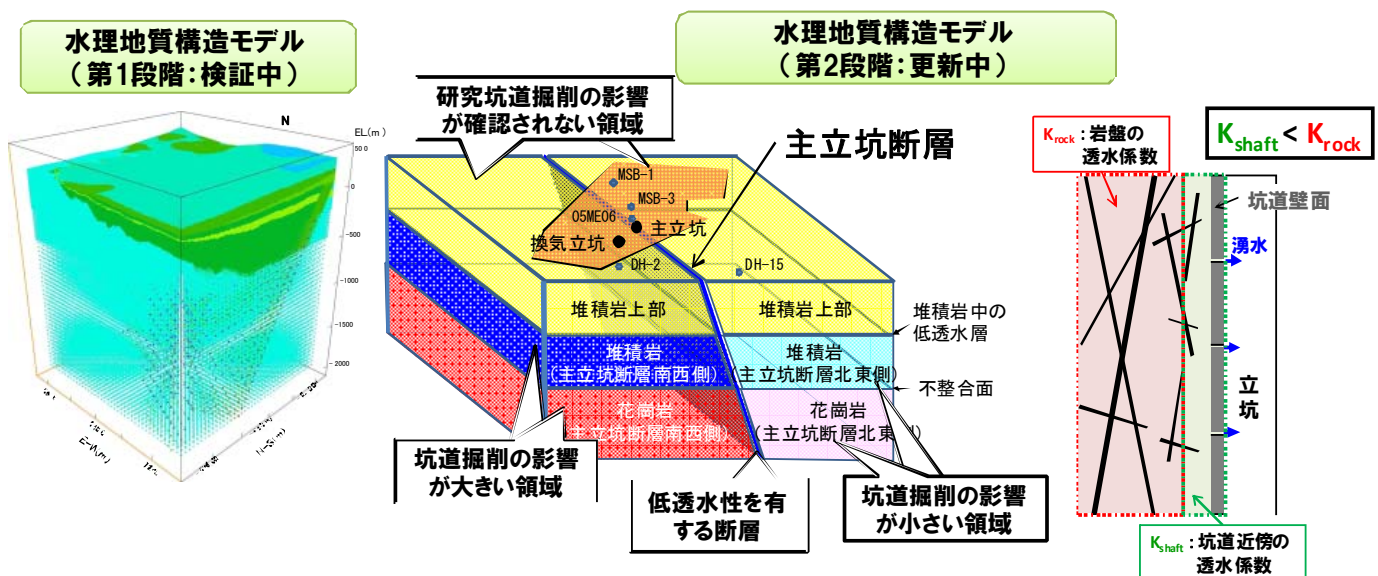
(b)主立坑断層の北東側

主な結果

- 主立坑断層を境として、研究坑道の掘削に伴う水圧応答の傾向が大きく異なることから、主立坑断層が水理境界を形成する水理地質構造であることを確認
(⇒第1段階での調査研究成果と整合)

7

調査結果に基づく水理地質構造概念モデルの構築

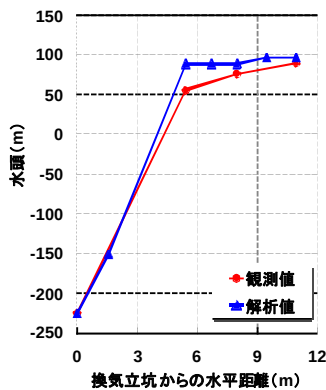
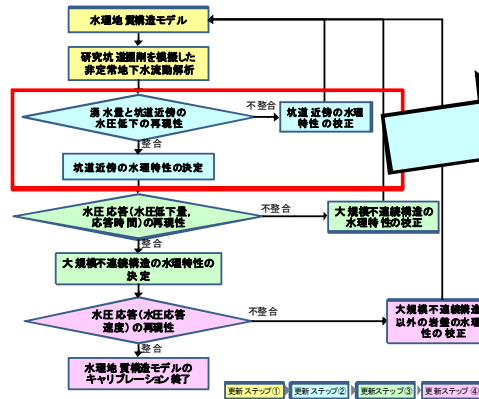


	主立坑断層	立坑近傍の水理特性
第1段階	断層面に直交方向が低透水性、面方向が高透水性であると推定	覆工コンクリートなどの影響により岩盤の透水性と異なると推定
第2段階	- 水圧変動から断層面に直交方向が低透水性であることを確認 - 断層を対象とした水理試験によって断層面方向が低透水性であることを確認 - 主立坑断層の両側に断層などによってコンパートメント領域が形成されていると推定	坑道近傍の透水性は、岩盤の透水性よりも低いことを確認

8

第2段階での水理地質構造モデルの更新結果

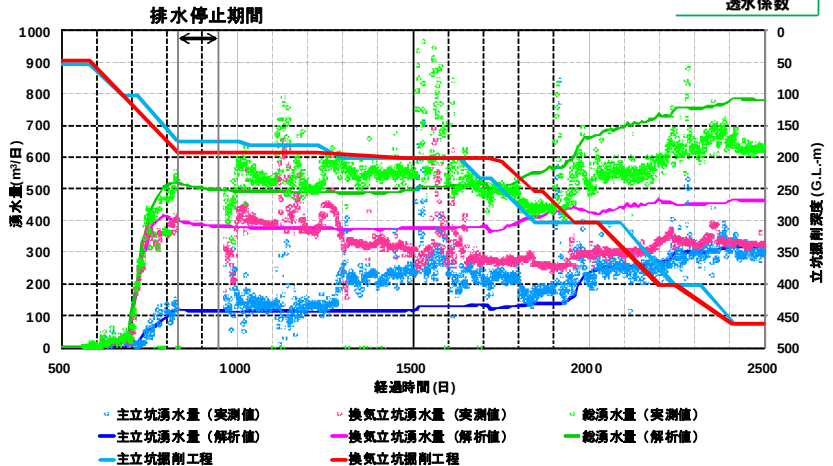
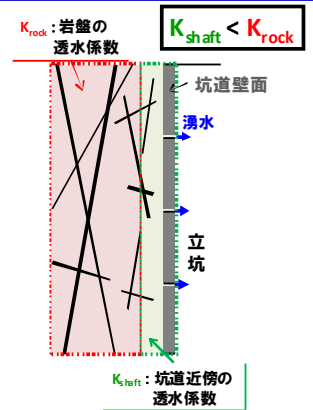
● 湧水量と坑道近傍の水圧低下の再現性の検討



研究坑道近傍の水圧分布の実測値と解析値の比較(換気立坑425m掘削時)

➤ 研究坑道近傍の水圧分布に着目したモデルキャリブレーション

- ✓ 坑道近傍の透水係数の校正(グラウトによる坑道近傍の透水係数低減を含む)

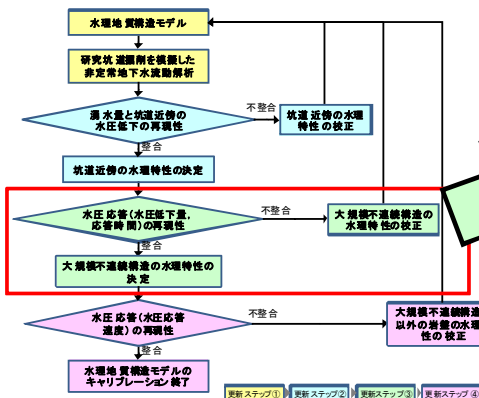


研究坑道の掘削に伴う湧水量の実測値と解析値の比較

9

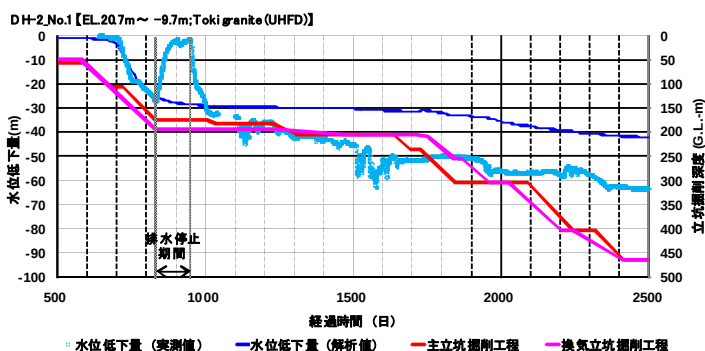
第2段階での水理地質構造モデルの更新結果

● 水圧変動(水圧低下量, 応答時間)の再現性の検討

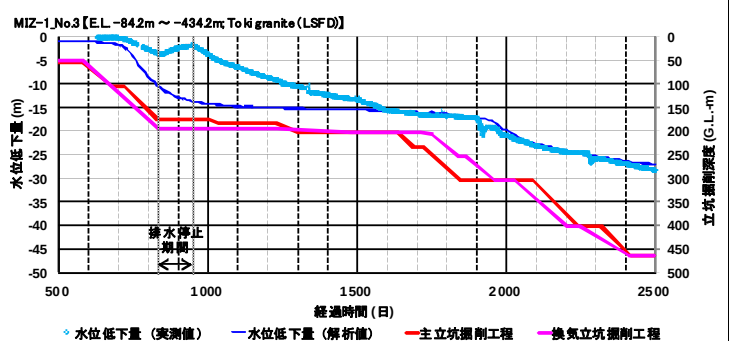


➤ 研究坑道掘削に伴う坑道近傍の水圧変動に着目したモデルキャリブレーション

- ✓ 研究用地周辺におけるコンパートメント領域を形成する断層の推定ならびにそれらの水理特性の校正
- ✓ 瑞浪層群および花崗岩の水理特性の校正



(a)主立坑断層の南西側



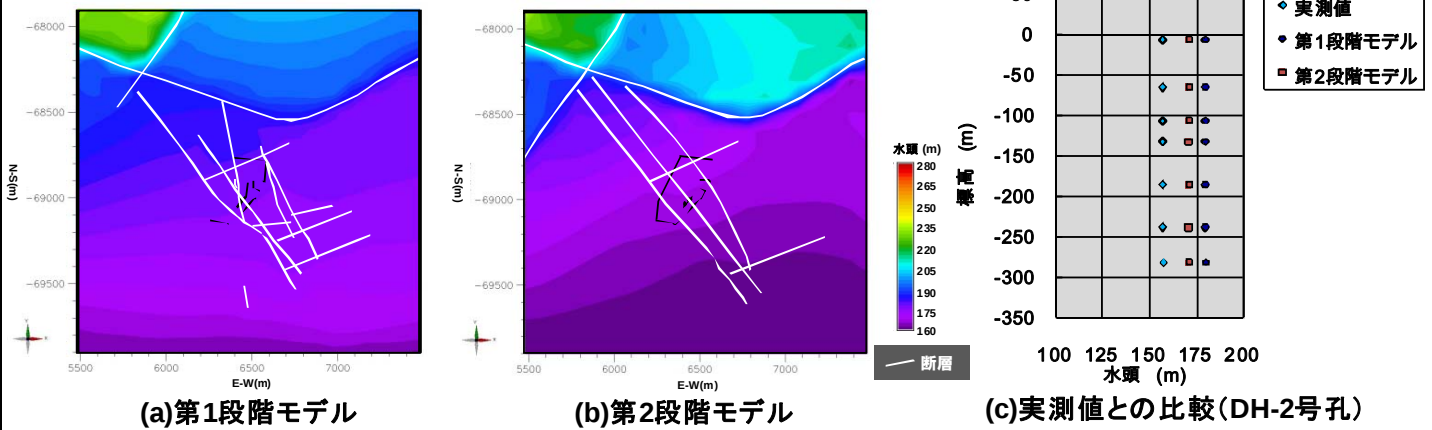
(b)主立坑断層の北東側

研究坑道の掘削に伴う観測孔での水圧応答の実測値と解析値の比較

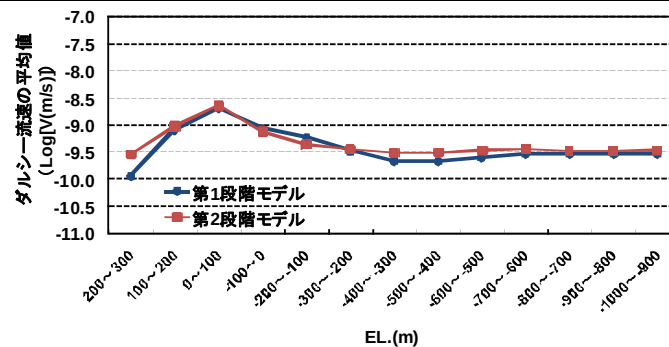
10

第1段階モデルと第2段階モデルを用いた地下水流動解析結果の比較 (第2段階での水理地質構造モデルの妥当性確認)

● 研究坑道掘削前の水頭分布の比較



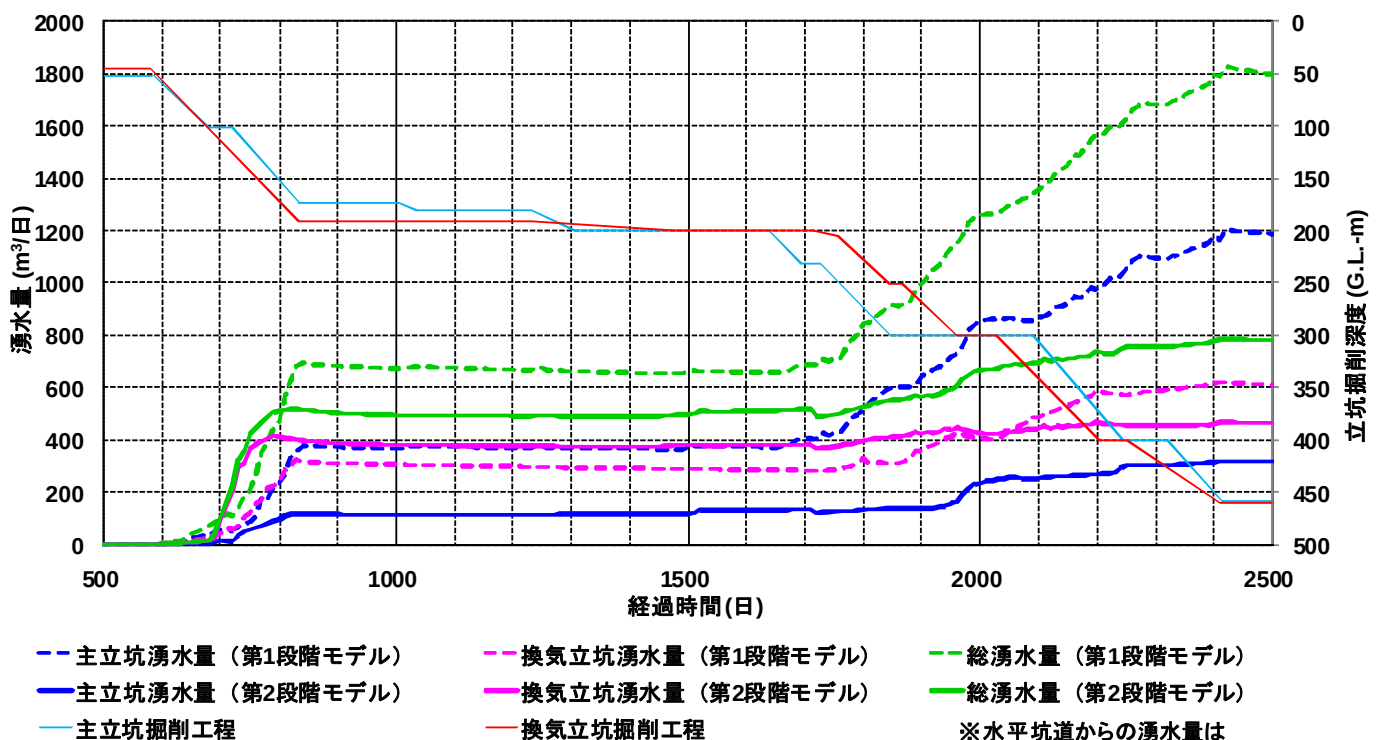
研究所用地周辺における水頭分布(水平断面図:EL-300m)



11

第1段階モデルと第2段階モデルを用いた地下水流動解析結果の比較 (第2段階での水理地質構造モデルの妥当性確認)

● 研究坑道への湧水量の比較

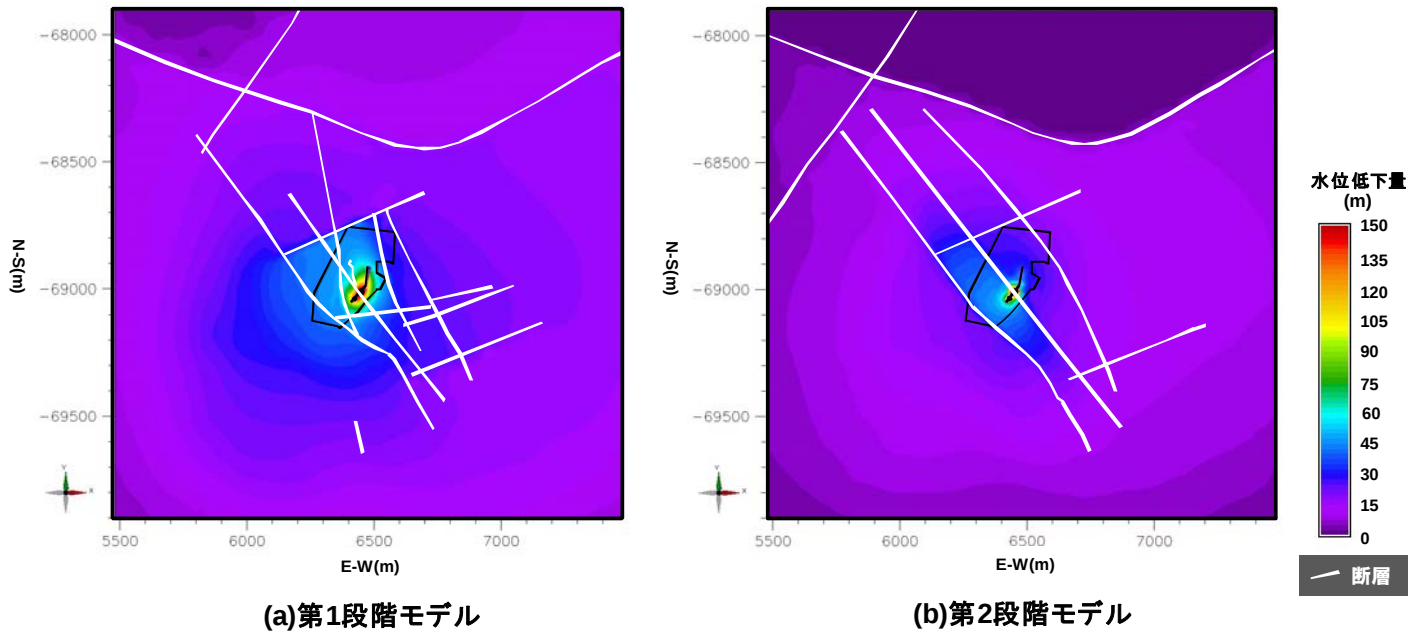


研究坑道の掘削に伴う湧水量の比較

12

第1段階モデルと第2段階モデルを用いた地下水流動解析結果の比較 (第2段階での水理地質構造モデルの妥当性確認)

● 研究坑道の建設に伴う水圧変動の比較



研究用地周辺における水位低下量の比較
(両立坑深度460m到達時(水平断面図:EL-100m))

13

第1段階／第2段階における水理地質構造モデルの比較

比較項目	比較結果		相違点の 主な要因	実際に適用した調査解析項目		相違点の解決が必要な場合に有効と考えられる調査解析項目*	
				第1段階	第2段階	第1段階	第2,3段階
地下水の流動特性	共通点	- 大局的な地下水流動方向 - ダルシー流速の平均値および深度分布	—	地下水流動方向や地下水流速分布に影響を及ぼす水理地質構造を対象としたボーリング調査		—	—
	相違点	研究用地周辺における水頭値	境界条件に影響を及ぼす(ローカルスケール領域に分布する)推定断層などの大規模構造の分布および水理特性の相違	ローカルスケール領域に分布する大規模構造のうち、一つの構造の水理地質構造を対象としたボーリング調査	- ボーリング孔を利用した水圧モニタリング - 湧水量計測	【調査プログラムの工夫】 - 推定断層の存在を確認するための物理探査 ↓ 断層の存在を確認した場合 - 断層を対象としたボーリング調査(水理特性の把握)	—

*相違点の重要度を、「性能評価」と「地下施設の設計・施工」の観点から評価し、その重要度に応じて「やらなければならないこと」、「やる必要のないこと」を分類していく方針

14

第1段階／第2段階における水理地質構造モデルの比較

比較項目	比較結果		相違点の 主な要因	実際に適用した調査解析項目		相違点の解決が必要な場合に有効と考えられる調査解析項目*	
				第1段階	第2段階	第1段階	第2,3段階
地下空洞への地下水流入量	共通点	・換気立坑からの湧水量およびその経時変化	—	・地下水流動方向や地下水流速分布に影響を及ぼす水理地質構造を対象としたボーリング調査	・スキニング効果を把握するための調査 ・ボーリング孔を利用した水圧モニタリング ・湧水量計測	—	—
	相違点	・主立坑からの湧水量およびその経時変化	・主立坑断層の分布および水理特性の相違			【調査プログラムの工夫】 ・湧水量に影響を与える水理地質構造を対象としたボーリング調査	

*相違点の重要度を、「性能評価」と「地下施設の設計・施工」の観点から評価し、その重要度に応じて「やらなければならないこと」、「やる必要のないこと」を分類していく方針