

平成 19 年度 瑞浪超深地層研究所 事業報告

平成 20 年 4 月 25 日
独立行政法人
日本原子力研究開発機構
東濃地科学センター

瑞浪超深地層研究所(以下、「研究所」といいます)では、平成 18 年度に引き続き、超深地層研究所計画における第 2 段階(「研究坑道の掘削を伴う研究段階」)の調査研究を進めました。

平成 19 年度の研究坑道掘削は、主立坑は深度 231.2m、換気立坑は深度 202.6m までの掘削を行いました。また、深度 200m に主立坑と換気立坑をつなぐ水平の坑道(以下、「予備ステージ」といいます)及びボーリング調査を行うための水平の坑道(主立坑側及び換気立坑側各 1 箇所、以下、「ボーリング横坑」といいます)の掘削を行いました。

平成 19 年度は、研究坑道の壁面調査を行うとともに、深度 200m の予備ステージ及びボーリング横坑から掘削したボーリング孔で、立坑掘削に伴う岩盤のひずみや変位の測定、立坑間の岩盤状態を詳しく把握することを目的として、ボーリング孔間での振動の伝わり方や電気の流れやすさを調べる物理探査等の調査研究を行いました。

外部研究機関等との共同研究については、名古屋大学と地下深部の岩盤のひずみ変化のメカニズムに関する研究、東北大学と傾斜計を用いたモニタリング技術の開発等を行いました。さらに、(財)地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所が進めている研究に対して、深度 100m の予備ステージを提供し、協力しました(図 1 の初期応力測定ボーリング孔)。また、国の公募研究事業については、「地下坑道施工技術高度化開発」と「地質環境総合評価技術高度化開発」の事業を受託し実施しました。

1. 研究関係

1) 研究坑道における調査研究

平成 18 年度に引き続き、壁面調査(主立坑;深度 200.2m ~ 231.2m、換気立坑;深度 193.7m ~ 202.6m、深度 200m の予備ステージ及びボーリング横坑)や湧水量の測定等を行いました。

坑道壁面の調査

この調査では、地質観察、デジタルカメラ・三次元レーザースキャナー等による坑道壁面の撮影のほか、岩石や地下水の試料採取を行いました(図2)。

坑道壁面の調査の結果、地表からの調査で予測していた水平に近い割れ目が集中する場所(以下、「低角度割れ目帯」といいます)が、ほぼ予測通りに分布することを確認するとともに、低角度割れ目帯中の湧水を伴う割れ目の分布を把握しました。また、主立坑付近を通過する断層の内部構造を詳細に把握しました。

地下水の水質観測

研究坑道周辺の地下水の水質の変化を把握するため、深度 200m の予備ステージにおいて水平から約 5° 下向きにボーリング孔(長さ約 55m、図1の地下水採水ボーリング孔)を掘削し、地下水の採取や水素イオン濃度(pH)等の観測を行う装置を設置しました。また、深度 100m の予備ステージにおいて水平から約 25° 下向きに掘削したボーリング孔(長さ約 90m、図1の地下水採水ボーリング孔)を利用して、地下水水質の観測を継続しました。

また、立坑の深度約 25m毎に設置している集水リング(水を集めるための堰せきのようなもの)等により地下水を定期的に採水・分析し、立坑周辺の地下水の水質を把握しました。その結果、第1段階の地表からの調査で予測した水質と同じ地下水が分布していることが確認できました。

立坑掘削に伴う岩盤のひずみ及び変位測定

深度 200m の換気立坑側のボーリング横坑において、鉛直下向きにボーリング孔(長さ約 20m、約 40m、約 50m)を掘削しました。長さ約 20m と約 40m のボーリング孔にはひずみ計を、約 50m のボーリング孔には傾斜計と光ファイバ変位計を設置しました(図1の先行変位ボーリング孔)。これらの計器を用いて、換気立坑における湧水抑制対策として岩盤の隙間にセメント系溶液等を注入する(以下、「グラウト」といいます)作業や掘削が岩盤に及ぼす影響の程度を調査するための測定を開始しました。

地下水の水圧観測

深度 200m の主立坑側と換気立坑側の両方のボーリング横坑において、鉛直下向きにボーリング孔(長さ約 120m)をそれぞれ 1 本ずつ掘削して、地下水の水圧観測装置を設置し、立坑近傍の水圧観測を開始しました(図1の水理調査ボーリング孔)。

物理探査

立坑間の岩盤状態を推定するため、深度 200m の主立坑側のボーリング横坑から掘削したボーリング孔(図1の水理調査ボーリング孔)と平成 18 年度に換気立坑の坑底から掘削したパイロットボーリング孔(図1のパイロットボーリング孔)を利用して、ボーリング孔間での振動の伝わり方や電気の流れやすさを調べました。そのデータ解析から、断層や変質帯等の分布についてパイロットボーリングと深度 200m の予備ステージにおける壁面観察からの予測とおおむね一致しているとの結果が得られました。

2) 地上のボーリング孔を用いた地下水の長期観測

地層中での地下水の流れや水質の長期的な変化を把握するため、4 本の浅いボーリング孔及び 1 本の深いボーリング孔、1 本の立坑沿いのボーリング孔において地下水の水圧や水質の観測を継続しました(図3)。その結果、これまでの観測と同様に、北北西方向の断層を境として水圧の変化が異なる傾向が確認できました。

3) 表層水理定数観測

雨水が地下深くにしみ込む量等を評価するため、研究所用地内に設置した雨量等を計測する気象観測装置や地表付近の地下水位を測定するボーリング孔、土壌水分計による長期観測を継続しました(図4、5)。また、地下水圧の変化を地盤の微小な傾きにより推定するための傾斜計による長期観測を継続しました。この結果、地表付近の地下水位や土壌中の水分量の変化に、立坑の掘削による影響は見られませんでした。また、傾斜計での観測では、立坑内のボーリング孔掘削に伴う湧水や地震に伴う微小な変化が観測されました。

4) 研究坑道掘削等の作業中の物理探査

掘削する研究坑道のまだ掘っていない深い部分の岩盤や研究坑道周辺の岩盤状態を推定する技術を開発するため、逆VSP探査(研究坑道内での発破やボーリング孔掘削等の工事に伴う様々な振動を、地表に並べた受振器で測定する弾性波探査)を継続して実施しました。そのデータを解析したところ、地下における堆積岩中の地層境界や花崗岩上面、割れ目が多い箇所的位置と良く一致し、その広がりがわかりました。この結果、この方法によって地上で実施した弾性波探査より精度よく岩盤の状態を推定できることがわかりました(図6)。

また、地下水の流れる方向や範囲を推定する技術を開発するため、流体流動電位法(地下水の流れに伴って弱い電気が発生する性質を利用して、地表等に設置した電極でこの弱い電気を測定する方法)による調査を開始しました(図7)。

5) 地質環境のモデル化・解析

平成 19 年度に実施した調査によって新たに取得された情報に基づき、断層や割れ目(帯)、変質帯等の地質分布、地下水の流れやすさを示す透水性分布、水質分布及び岩盤の初期応力(岩盤へ加わる力)分布等の地下の状態を模式的に表したもの(以下、「モデル」といいます)の更新を行いました。

また、更新されたモデルを用いて地下水の流れを理解するための解析を行い、立坑掘削前の自然状態における地下水の流れの速さの推定及び立坑への湧水量の予測等を行いました。特に、地質構造モデルについては、主立坑付近を通過する断層の位置やその分布を反映し、第1段階の地表からの調査結果と比べてより詳細なモデルを検討しました。

6) 工学技術に関する研究

研究坑道掘削工事中の計測結果等を次の段階の工事に反映させていく技術、突発的な事象に対する施工対策技術、研究坑道に対する地震動の影響評価及び安全を確保する技術等について、これまでに検討してきた技術を実際の研究坑道掘削工事へ適用し、平成 19 年度の工事で行った観察や計測の結果を用いて研究坑道の設計や施工計画の妥当性を検証しました。

また、平成 18 年度に行ったパイロットボーリング調査等で明らかとなった湧

水箇所に対するグラウトの計画を立案し、実際の工事に適用して有効性を評価しました。さらに、アクロス技術(周波数を精密に制御した非常に弱い振動や電磁波を地面に与え、その伝わり方を観測することにより、地下の様子を連続的に調べる技術)について、研究坑道の掘削に伴う地質環境への影響を評価する手法として利用可能かどうか検討するために、基礎データを取得する機器を研究所用地内等に設置しました。

2. 施設関係

1) 研究坑道の掘削

研究坑道の掘削工事を、平成 19 年度も継続して行い、主立坑は深度 231.2m、換気立坑は深度 202.6m までの掘削及び深度 200m の予備ステージ等の水平な坑道の掘削を完了しました(図 8)。

なお、研究坑道の掘削に際しては、地下水の湧水量を抑制するために、必要に応じて、事前にグラウト作業を行いました。

2) 研究坑道の掘削に伴う排水

研究坑道掘削工事に伴い発生する地下水(湧水)は、地上に設置している排水処理設備により適切に処理し、平成 17 年 11 月に岐阜県及び瑞浪市との間で締結している「瑞浪超深地層研究所に係る環境保全協定」(以下、「環境保全協定」といいます)に基づく管理基準値以下の水質で、1 日あたり約 600 m³(平成 20 年 3 月平均)を近傍河川へ放流しています。また、排水処理設備により処理した後の水質を測定し、その結果を関係自治体へ毎月報告するとともに公表しています。

3) 研究坑道の掘削土

研究坑道掘削工事に伴い発生する掘削土(ズリ)についても、「環境保全協定」に基づき管理しています。

平成 19 年度においては、掘削土の溶出試験で「環境保全協定」に基づいて定めた参考値を超えることが 3 回(ふっ素:平成 19 年 8 月、12 月 砒素:平成 20 年 2 月)ありましたが、対象となる掘削土については、専門の処理施設に搬出し処理しました。

4) 研究所用地内整備等

平成 19 年度も研究所用地の美化に努め、環境整備を継続して行いました。また、掘削工事による周辺の河川水や井戸等への影響の有無や、工事中の振動、騒音等の影響を確認する基礎資料とするため、研究所周辺での現況調査を継続して行いました。

3. 安全対策

地層科学研究や立坑掘削をはじめとする工事は、作業の安全を確保するとともに、環境保全に注意しながら、安全第一で進めています。

4. 開かれた研究施設

研究所では、定期的な研究所見学会の開催等の見学者の受け入れ(平成 19 年度実績:約 3,300 人)や、生徒を対象とした地層に関する学習支援(スーパーサイエンスハイスクールへの協力)等を行いました。また、ホームページや地層研ニュースにおいて掘削工事の進捗状況や地層の様子、環境保全協定に基づく環境管理測定の結果を公表する等、情報発信に努めました。

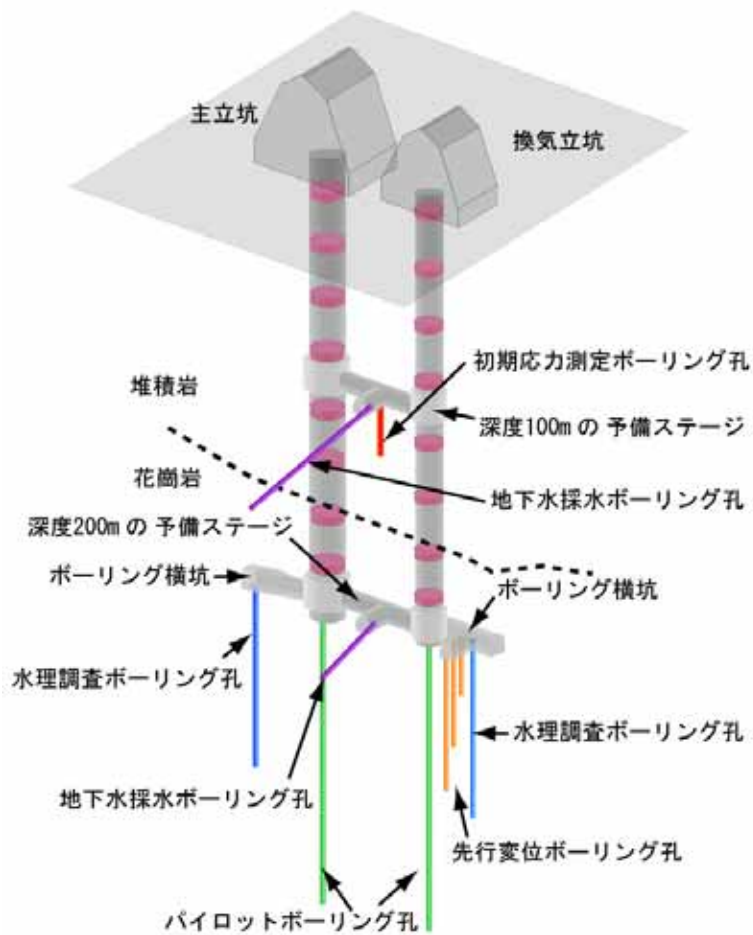


図1 平成 19 年度における研究坑道での主な調査位置図



図2 壁面調査の様子

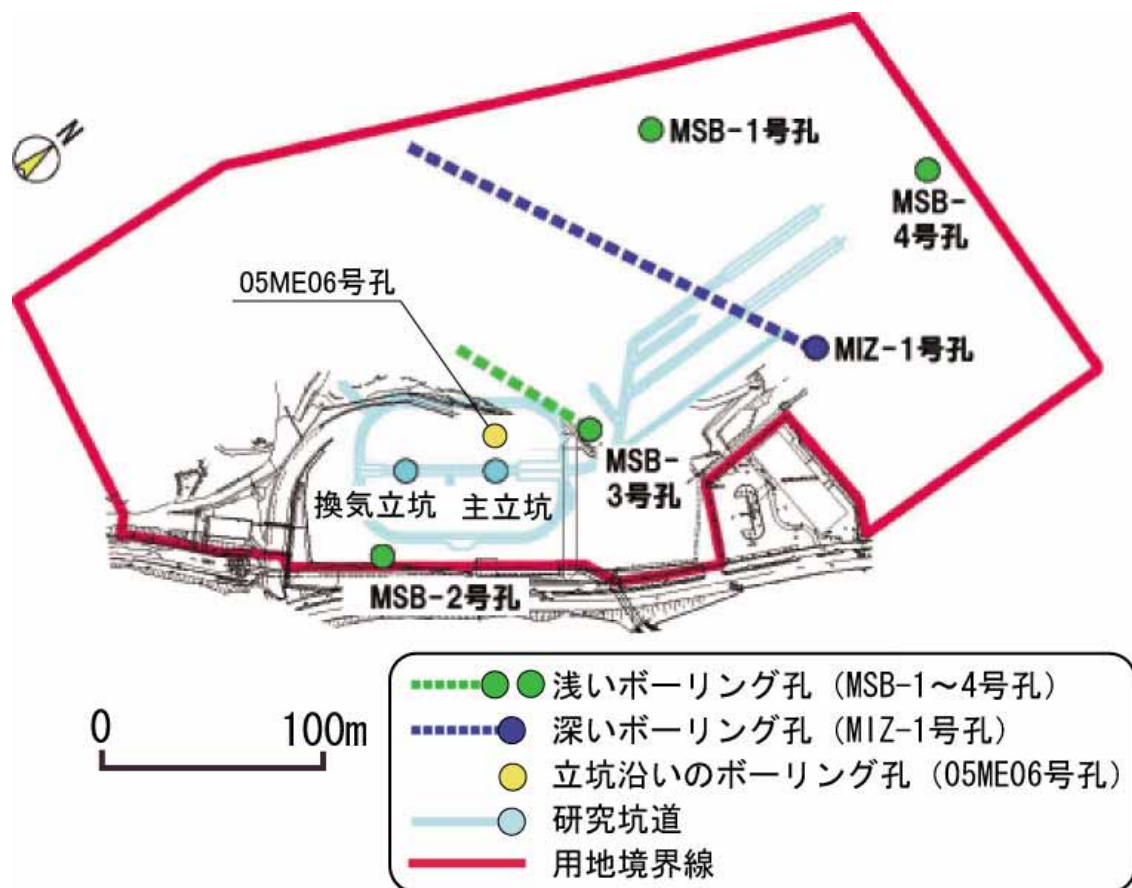


図3 地下水長期観測孔の位置図



図4 表層水理定数観測(気象観測装置)

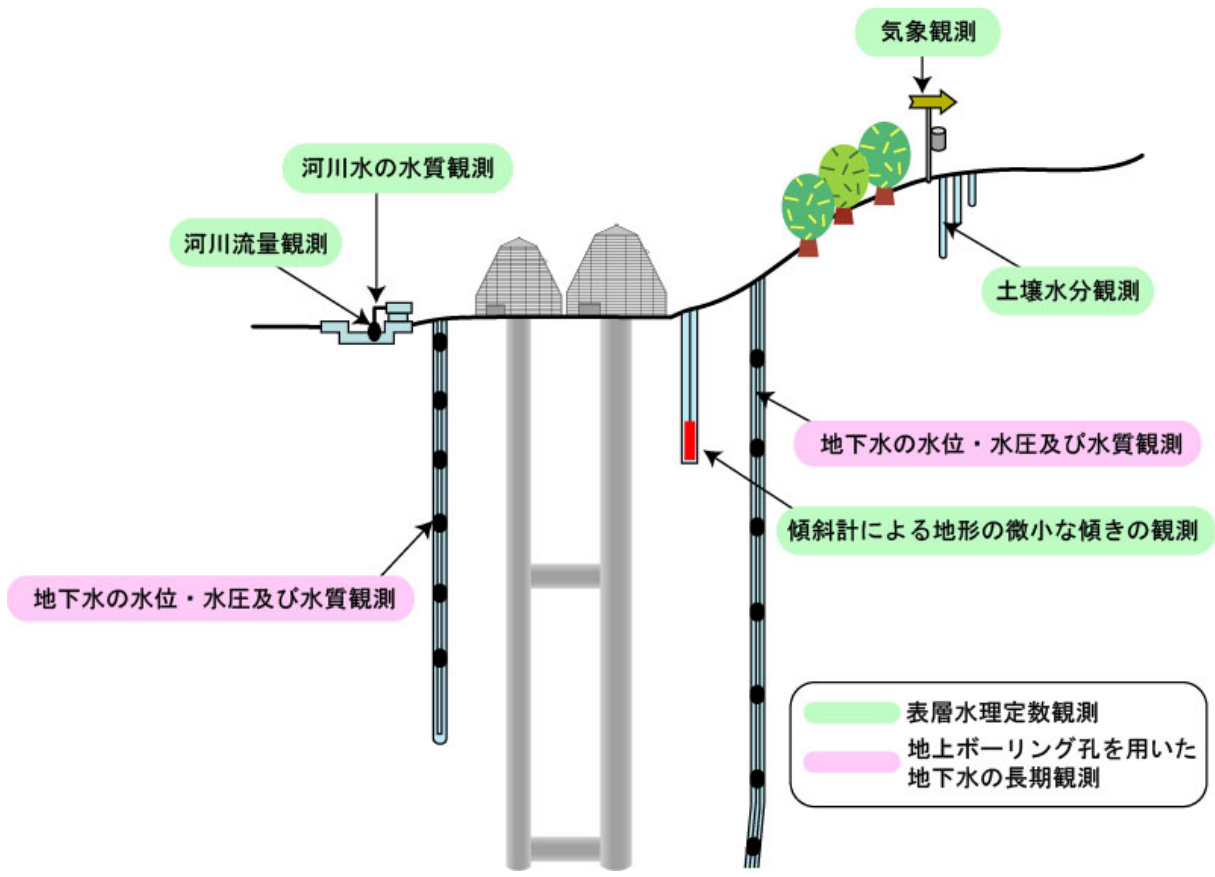
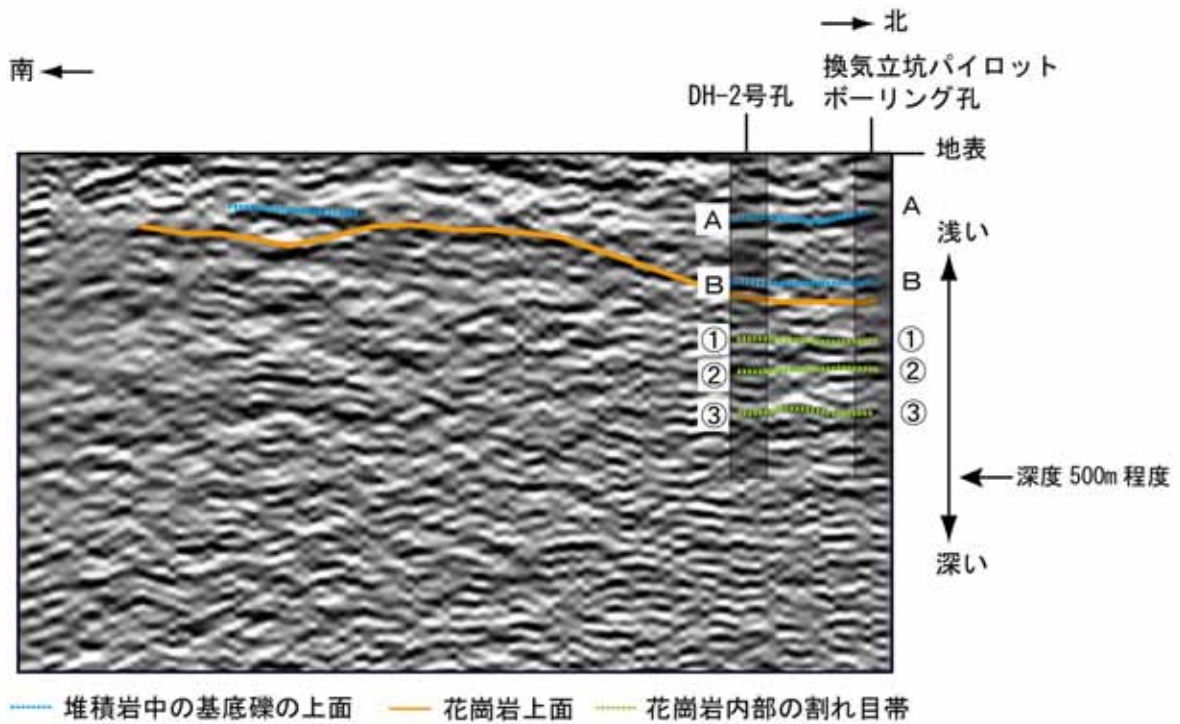
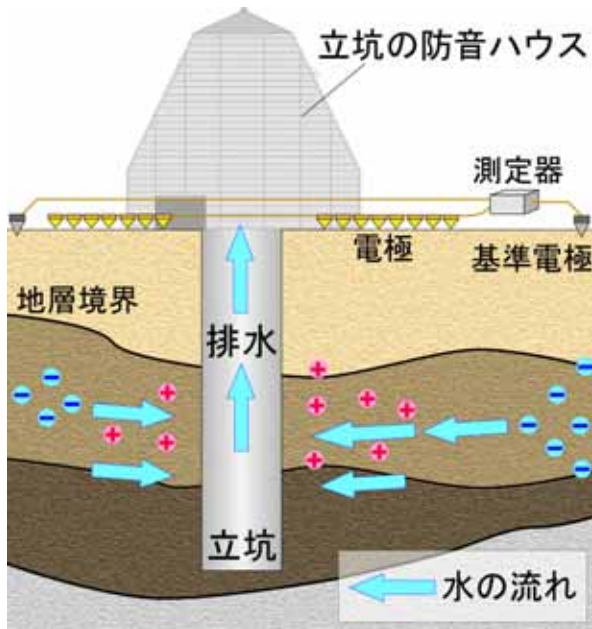


図5 第2段階における地上からの長期観測の概念図



(図中の A 及び B は堆積岩中の地層境界及び花崗岩上面と良く一致している。 ~ は花崗岩中の割れ目の多い箇所と良く一致している。)

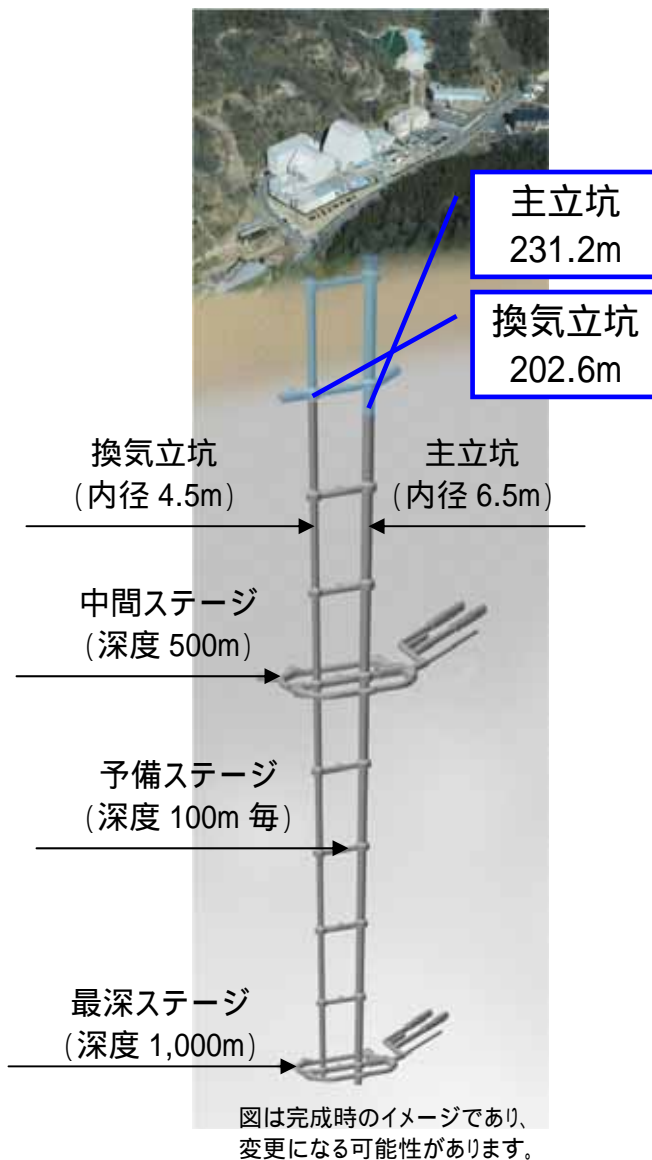
図6 研究坑道内での工事等に伴う様々な振動を利用した弾性波探査の結果



測定概念図

調査エリア

図7 流体流動電位法による測定



200m 予備ステージ



ボーリング横坑 (主立坑側)



ボーリング横坑 (換気立坑側)

図8 研究坑道の掘削状況