

第 30 回深地層の研究施設計画検討委員会 議事録

【日時】 令和 4 年 2 月 21 日（月） 13:30～17:30

【開催方式】 WEB 会議システムを用いたオンライン会議

【出席者】 委員） 西垣委員長， 亀村委員， 窪田委員， 嶋田委員， 千木良委員， 丸井委員

機構） 地層処分研究開発推進部：瀬尾部長， 濱次長， 棚井課長， 天野主幹 他

東濃地科学センター：笹尾部長， 見掛 GL 他

幌延深地層研究センター：柴田所長， 佐藤副所長， 仙波次長， 杉田 GL，
谷口 GL， 石井主幹 他

【配布資料】

資料 30-1 研究開発の概況

資料 30-2 幌延深地層研究計画に関する令和 3 年度の成果と令和 4 年度の計画

資料 30-3 超深地層研究所計画（瑞浪）に関する令和 3 年度の実施内容と令和 4 年度の計画

別紙 CoolRepR4 へのコメントと回答・対応内容一覧

【議事概要】（委員からの意見を「○」、機構からの回答を「⇒」で示す。）

深地層の研究施設計画に関する令和 3 年度の成果と令和 4 年度の計画に関して、各委員の専門分野の視点からの意見、議論を交わすとともに、成果および計画全体についての技術的な確認を行った。

(1) 研究開発の概況

第 3 期中長期計画期間における成果取りまとめに関する評価結果および深地層の研究施設計画の状況、ならびに今回の委員会の進め方について説明した。

○ CoolRepR4 の中で一般に馴染みのない用語について、出典等を明記してほしい。

⇒ 今後の作業の中で対応する。

(2) 幌延深地層研究計画に関する令和 3 年度の成果と令和 4 年度の計画

令和 3 年度の成果および令和 4 年度の計画について説明した。

主な質疑は以下の通り。

○ 坑道掘削が地下水に与える影響範囲は、岩盤の透水性が低いため、限られているという理解で良いか。

⇒ その通りである。坑道掘削に伴う地下水の水圧や水質の変化は、地下施設近傍のボーリング孔でのみ観測されている。

○ 今回化石海水の三次元分布を把握するために実施した電磁探査結果を深度 350m までの立坑や水平坑道の掘削影響領域の把握にも活用することは可能か。

⇒ これまでに実施した電磁探査結果との比較により可能と考えられるが、それぞれの探査における観測点や周波数などの違いについて検討する必要がある。

○ 同一地点での同一測定の一連の繰り返しは、時間や手間を要する反面、地震など長期的な評価が必要な自然現象の理解に重要な役割を果たす可能性がある。実際、2016 年熊本地震で発生した水前寺公園内湧水池の水枯れに関して、地震後に形成された割れ目に地表水が流入し、湧水池の水位を低下させたことが長期の観測データにより明らかとなっている。

⇒ 拝承。

○ 深度 500m までの掘削や調査を通じて、物理探査をはじめとする地質環境調査の精度やデータの代表性が調査の進展に応じてどのように向上するのか、地上からの調査段階を含めて全体的に整理し、概要調査段階以降の技術基盤の強化を図ってほしい。

○ ドイツの岩塩層において、古い年代の地下水が分布する地質環境が掘削によって擾乱を受けたという事例がある。深度 500m での掘削や調査の参考としてはどうか。

⇒ 拝承。

○ 一連の閉鎖技術の実証試験においては、一定の品質での施工が可能となるように、現場での経験やノウハウに基づいたマニュアルの整備を着実に進めてほしい。その際、技術者の技量に左右されないよう、作業状況の可視化などの面での工夫が必要である。

⇒ 拝承。

○ 掘削損傷領域の割れ目を対象とした注水試験は、緩衝材や埋め戻し材の膨潤過程のどこに着目して評価しているのか。また、緩衝材や埋め戻し材の膨潤が掘削損傷領域の透水性に与える影響はどの程度か。

⇒ 実際の緩衝材や埋め戻し材を用いた試験は大がかりになるため、注水試験により模擬的に緩衝材や埋め戻し材の膨潤圧の上昇に伴う割れ目の閉塞現象を再現している。透水性に与える影響に関しては、1MPa 程度の膨潤圧下において、透水係数で 1 桁程度減少すると予測している。

○ 幌延では坑道壁面からの酸化が進んでいないとの成果が得られているが、他の堆積岩においても同様とは限らない。他の岩盤への適用性など成果の活用に関しては、より詳細な検討が必要である。

⇒ ご指摘のとおりであり、今後の取り組みの中で留意していく。

○ コンクリート支保の経年変化を調査する暴露試験において、地下水に湿潤した条件で中性化の領域がごくわずかであったことは何を意味しているのか。

⇒ コンクリート支保の安定性は、水中の方が保たれやすいということの意味している。

○ 地上からの調査段階における物理探査の役割は大きい。今回実施した電磁探査の結果とこれまでに実施した電磁探査の結果を比較可能な形で整理してほしい。また、測定条件と探査精度との関連性についても考察してほしい。

○ 今回実施した電磁探査と今後実施する深度 500m までの掘削、調査は、地表から塩濃度の高い地下水領域をどの程度まで把握できるのか、ならびに深部の地下水が坑道掘削に対してどの程度安定しているのかを実証する大変貴重な機会となる。技術的に難しい点もあると思うが、世界の先端を行く研究であり、積極的に取り組んでほしい。

⇒ 上記、物理探査の適用性に関する技術的な可能性を検討し、可能なものは実施していきたい。

(3) 超深地層研究所計画（瑞浪）に関する令和 3 年度の実施内容と令和 4 年度の計画

令和 3 年度の実施内容と令和 4 年度の計画について説明した。

主な質疑は以下の通り。

○ 埋め戻し後の坑道の透水性はどの程度か。埋め戻し材を用いた室内試験により情報を得ることも可能である。

⇒ 現時点において、埋め戻し後の坑道の透水性は評価していない。

- 埋め戻し後のモニタリングはどのくらいの時間間隔で実施する予定か。モニタリング区間は固定されているのか。
- ⇒ 水圧に関しては1時間間隔で測定し、水質に関しては計25区間を年2回の頻度で採取・分析している。モニタリング区間は固定されている。

- 埋め戻し後の地下水の流れの方向はどのように予想しているのか。
- ⇒ 立坑掘削前の調査では、浅部の堆積岩の間隙水圧は深部の花崗岩と比較して高くなっていることから、地下水の流れは浅部から深部に向かう方向と考えている。

- 堆積岩中には泥岩層等が連続して分布していることから、埋め戻し後の地下水の流動場に大きな変化は無いと考えられる。地下水のモニタリングデータを活用し、埋め戻し材の透水性を評価することも技術的に可能ではないか。
- ⇒ 拝承。

- 水質モニタリング時の品質管理として、チューブ内等の水は十分に排水されているか。
- ⇒ 地下水の採水前にチューブ全体の容積に相当する分の水を排水している。

- 埋め戻し後の地下水の回復状況をより詳細に評価するために、第1段階と同じ物理探査を実施し、比較してはどうか。
- ⇒ 令和2年度以降の計画を着実に実施するために、モニタリングデータに基づく評価に注力していきたい。

- 埋め戻し材の透水性に関しては、締固め後の遮水性評価が実施されるフィルダム（天然の土砂や岩石を盛り立てて建造するダム）工事の品質管理事例が参考になるのではないか。
- ⇒ 拝承。

- モニタリングシステムは、埋め戻し後も継続的に稼働しているのか。
- ⇒ 観測開始以降、全区間のデータを問題無く取得できている。

- 岡山県の倉敷国家石油ガス備蓄基地においても、瑞浪と同じ方式の水圧計測（ファブリ・ペロー式光ファイバーケーブル）が約10年間にわたって継続されており、十分な耐久性を有していると考えて良い。
- ⇒ 拝承。

(4) 総合討論

（幌延について）

- 緩衝材と坑道の埋め戻し材の施工に関しては、単に実施したことを報告書にまとめるのではなく、目標性能を明確にした上で、それを達成するための一連の品質管理の手順を試行錯誤から学んだ点も含めてマニュアル化してほしい。
- ⇒ 拝承。目標性能の設定を含め、ご指摘頂いたような観点でのマニュアル化を検討する。

- 吹付けコンクリートの物性値に関しては、今後、施工後の耐震材としての評価も必要となる可能性がある。
- 支保工のより長期的な安定性についても検討を進めてはどうか。
- ⇒ 現在はコンクリートの経年変化を把握するための基礎データを取得している段階である。今後、坑道の安定性や構造健全性の経時変化に関するモデル化・解析までを含め、長期的な評価が可能となるように検討したい。

- 地下施設での支保に関しては、力学的な機能を含めたコンクリート支保の耐用年数について、耐震性も考慮した整理が進められると良い。この際、坑道が断層と交差した場合の対応方針なども重要ではないか。
- 断層が支保に与える影響について、阪神淡路大震災後の六甲山トンネルでは、活断層との交差点において覆工コンクリートが少し剥落した程度であった。坑道と交差する大規模な断層は考慮する必要があるが、全ての断層を考慮する必要はないのではないか。
- 坑道の健全性、耐震性が安全規制の観点で重要となった場合には、長期的な評価を行うための物性データ等の蓄積が必要と考えられる。
- 今後計画されている深度 500m までの掘削を通じた研究においては、地表から地下深部の地質環境がどの程度予測できるか評価できるばかりでなく、実施主体が行う概要調査段階以降の処分場の設計や安全評価で用いられる地質環境データの代表性に関する議論への反映も可能になると期待できる。地質環境、工学技術、安全評価を個別に研究するのではなく、各分野を連携・統合していく方向を目指してほしい。
- 掘削損傷領域の評価は、安全規制の観点からも重要と考えられる。今後計画されている物質移行試験においては、これまでの関連成果をボーリング孔の配置や地下水・ガス移行の観点から再度評価し、試験方法や条件の最適化を図るべきである。
- ⇒ 上記、坑道の安定性や分野間の連携、掘削影響に関して頂いたご指摘を踏まえて、今後の計画を検討する。

- 坑道の壁面が全体的に乾燥しているが、原因や影響、対策はどのように考えているのか。不飽和領域や吹き付けコンクリートと岩盤の間に空隙が形成されている可能性があり、水理試験やトレーサー試験に影響を与えるのではないか。
- ⇒ 原因としては、坑道内への地下水の流入が減少していることに加え、換気により乾燥が進んでいる可能性がある。各試験への影響や対策に関しては、今後検討を進めていく。

- 地下水流動をはじめ、個別に構築されたモデル同士が整合的に解釈できるとは限らない。個別のモデルを統合・評価する際には、客観性の確保に十分留意する必要がある。
- ⇒ 地下水の滞留年代の評価がその一例であり、異なる手法（年代測定と地下水流動解析）から得られる結果の解釈等について、詳しく検討していきたい。

- 電磁探査が目的としている化石海水の分布の把握に加えて、本技術の適用性（適用限界等）についても整理してはどうか。
- ⇒ 適用性の観点も含めて成果を取りまとめる予定である。

- 今回実施した地表からのボーリング調査は、深度 200m まで掘削し、水質等を調査したのか。
- ⇒ その通りである。ボーリング孔から得られた水質データと地上から実施した電磁探査結果との比較等を進めている。

- 今回実施した電磁探査結果と第 1 段階で実施した電磁探査結果との比較は可能か。可能な場合、現深度までの掘削による影響が空間的に把握できるのではないか。
- ⇒ それぞれの探査で観測点の配置や電磁波の周波数が異なるが、比較は可能と考えている。

- 地層処分技術の基盤としてのゴールを設定した上で、科学的根拠を蓄積・提示していくアプローチの方がより効果的に研究を進められるのではないか。
- 地下構造物の建設や埋め戻しに伴う地下水の長期観測データは、地下研究所特有の研究資源であり、安全評価技術の信頼性を向上させる上でも大きな価値がある。また、結晶質岩中の地下水流動との特徴の差異や安全機能への影響についても、地層処分システム全体の

視点から整理してほしい。

⇒ 拝承。

○ 岩盤の乾燥について、換気の出入口に含まれる水蒸気量や坑道内の湿度データ等から岩盤と気相間の水収支を計算し、乾燥の有無や程度を評価してはどうか。

⇒ 検討する場合、過去に東濃鉦山等で実施した蒸発散量測定の事例も参考にしたい。

○ 高温度（100℃以上）での人工バリア性能確認試験では、国際的に妥当性が検証された計算コードが使われるのか。スイスの HotBENT 試験の成果はどのように反映されるのか。

⇒ 候補となる計算コードを含め、現在、HotBENT 試験をはじめとする先行事例の情報収集を行っており、その結果を今後の計画に反映することとしている。

○ ボーリング孔の閉塞試験に関しては、塩濃度の高い地下水条件下でベントナイトブロックが研究期間内に確実に膨張するか、事前に予測、評価しておく必要がある。

⇒ 今年度、実施している室内試験の結果を踏まえ、検討を進める。

（瑞浪について）

○ 埋戻しに関しては、技術的に重要な知見が多く得られており、それらがより一層広く公開、活用されることを期待する。

⇒ 拝承。

（委員会結果の取りまとめおよび今後の予定について）

今回の委員会における意見や確認内容については、2月21日中に総括案として取りまとめ、各委員に送付する予定としており、2月22日までに確認をお願いする。確認後、確定した総括結果については、2月25日の地層処分研究開発・評価委員会にて西垣委員長よりご報告頂く予定である。

以 上