

幌延における地層処分研究開発

藤田朝雄*1

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センターでは、高レベル放射性廃棄物を安全に地層処分するための基盤的な研究開発として、平成13年3月より、幌延深地層研究計画を進めてきている。ここでは、幌延深地層研究計画の「地下施設での調査研究段階（第3段階）」で実施している地層処分研究開発の現状について報告する。

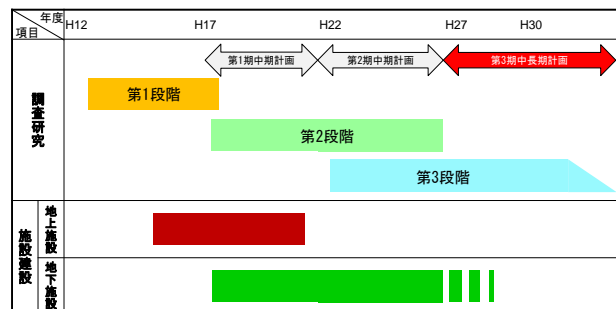
Keywords: 地層処分, 幌延, 地下研究施設

As part of the research and development program on geological disposal of high-level radioactive waste (HLW), the Horonobe Underground Research Center, a division of the Japan Atomic Energy Agency (JAEA), is implementing the Horonobe Underground Research Laboratory Project (Horonobe URL Project) with the aim at investigating sedimentary rock formations. This report presents the current status of research and development on geological disposal technology in Horonobe URL Project.

Keywords: Geological Disposal, Horonobe, URL

1 緒言

高レベル放射性廃棄物の地層処分は長期にわたる事業であり、処分候補地では信頼性の高いデータを取得することが不可欠であるため、使用する調査の方法論を段階的に整備することが重要である。したがって、具体的に調査・評価技術を地層処分事業の前に検証するための深地層の研究施設が必要となる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）幌延深地層研究センター（北海道天塩郡幌延町）では、高レベル放射性廃棄物を安全に地層処分するための基盤的な研究開発として、平成13年3月より、幌延深地層研究計画（堆積岩を対象とした深地層の研究施設計画）を進めてきている[1]。調査研究を実施するうえで、平成12年11月に北海道、幌延町および原子力機構との間で締結した「幌延町における深地層の研究に関する協定」において、研究実施区域に、放射性廃棄物を持たず、また、使用しないことを明示し、実際の地層処分事業とは明確に区別することを前提にしている。調査研究は、「地上からの調査研究段階（第1段階）」、「坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階（第2段階）」および「地下施設での調査研究段階（第3段階）」に分け、20年程度の計画で実施している（Fig. 1）。



第1段階：地上からの調査研究段階
 第2段階：坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階
 第3段階：地下施設での調査研究段階

Fig.1 Schedule of the Horonobe Underground Research Laboratory Project.

地下研究施設は、立坑3本（アクセス立坑2本、換気立坑1本）と試験研究用の水平坑道から構成される（Fig. 2）。坑道断面はアクセス立坑（東立坑・西立坑）で内径6.5m、換気立坑で内径4.5m、水平坑道で内空幅4mを標準とし、断面形状は立坑が円形、水平坑道が三芯円馬蹄形である。

ここでは、幌延深地層研究計画の「地下施設での調査研究段階（第3段階）」で実施している地層処分研究開発の現状について報告する。

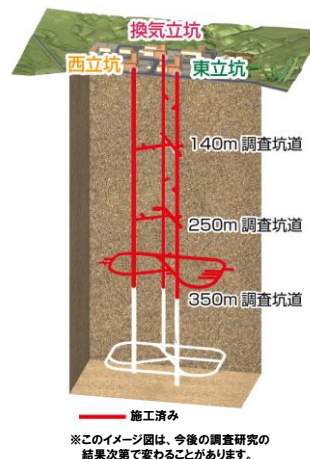


Fig.2 Image view of underground facility in the Horonobe Underground Research Center.

2 地層処分研究開発

幌延深地層研究計画の第3段階においては、地層処分技術の信頼性向上や安全評価手法の高度化に向けた研究開発（地層処分研究開発）として、人工バリアを含む処分場施設の構築に必要な設計、建設、操業、閉鎖などの技術と構築された人工バリアを含むニアフィールド環境における性能の評価に係る技術を開発することを目的としている。具体的な調査研究として、主に深度350m調査坑道を利用して、人工バリア性能確認試験、オーバーパック腐食試験、低アルカリ性コンクリート材料の周辺岩盤などへの影響調査、オーバーパック溶接部の耐食性や緩衝材のパイピング・エロージョンに関する原位置試験、人工バリアなどにおける無線計測技術の適用性に関する試験、緩衝材定置試験および長期浸潤試験、原位置物質移行試験、室内トレーサー試験、拡散・収着試験を実施している[2]（Fig. 3）。

R&D on geological disposal technology at Horonobe URL by Tomoo FUJITA (fujita.tomoo@jaea.go.jp)
 *1 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター Japan Atomic Energy Agency (JAEA)
 〒098-3224 北海道天塩郡幌延町字北進432番地2
 本稿は、日本原子力学会バックエンド部会第31回夏期セミナーにおける講演内容に加筆したものである。

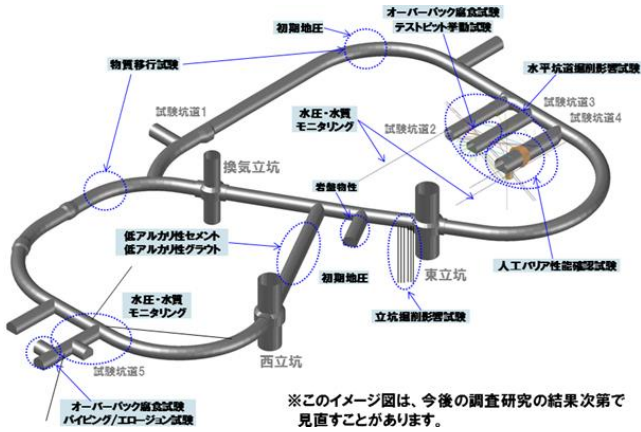


Fig. 3 In-situ investigations & experiments in the 350m depth gallery[2].

人工バリア性能確認試験では、実際に坑道内に実物大の人工バリア、埋め戻し材およびプラグを設計・施工し、ヒーター加熱による人工バリアや周辺岩盤の変化（温度、水分、応力、水質等）を観測し、評価モデルを検証する[2] [3] (Fig. 4).

オーバーパック腐食試験では、コンクリート支保、緩衝材が存在する場で、オーバーパックの候補材料である炭素鋼の腐食挙動を観測する[2] (Fig. 5).

低アルカリ性コンクリート材料に関する研究では、地下水の高アルカリ化を抑制するために開発した低アルカリ性セメントを調査坑道の支保（コンクリート）やグラウトとして使用し、その施工性を確認するとともに、定期的に壁面からコンクリートと岩石のコアや地下水を採取して分析を行い、低アルカリ性セメントが周辺の岩盤および地下水へ与える影響を確認する[2] [4] (Fig. 6).

公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センターとの共同研究として、深度350m調査坑道の試験坑道5では、

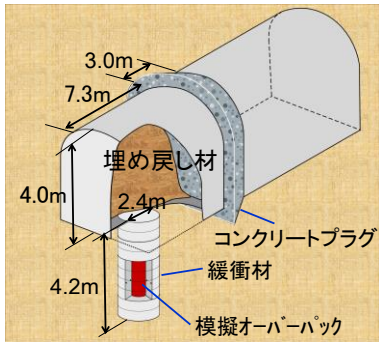


Fig. 4 Engineered barriers system experiment.

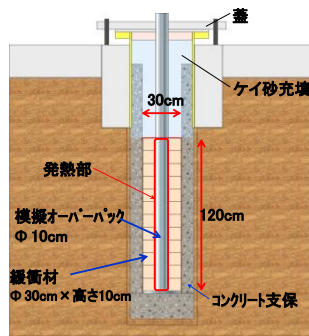


Fig. 5 Overpack corrosion test.



Fig. 6 Cores of low alkaline concrete taken from tunnel support.

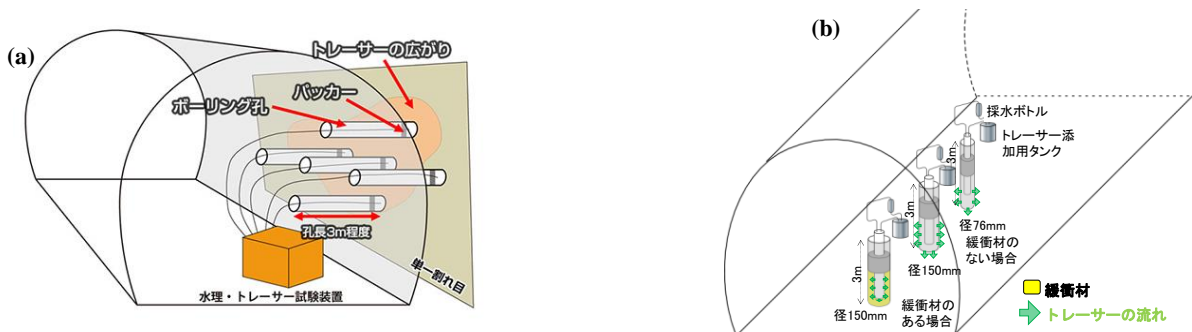


Fig. 7 Mass transport test. (a) Single fracture (b) Rock matrix

オーバーパック溶接部分の腐食に関わるデータの計測や、緩衝材が地下水によって削られたり、流出したりする現象を観察する試験を実施している。また、地層処分実規模試験施設を利用して、緩衝材の定置試験や緩衝材への水の浸潤挙動を把握するための試験を実施している[2].

原位置物質移行試験では、天然バリア（岩盤）および人工バリア（緩衝材）中の移流・分散や拡散・収着挙動をトレーサーを使用して観察し、各種物質移動パラメータの設定手法を開発する[2] (Fig. 7).

今後、数年をかけてこれらの調査研究を実施していく予定である。最新の調査研究の進捗については、毎週更新している幌延深地層研究センターのホームページ (<http://www.jaea.go.jp/04/horonobe/index.html>)を参照されたい。

※なお、バックエンド部会第31回夏期セミナーのサイトツアーとして平成27年8月7日に幌延深地層研究センターの見学会が開催された。

参考文献

- [1] 核燃料サイクル機構：深地層研究所（仮称）計画。JNC-TN1410 98-002 (1998).
- [2] 花室孝広編：幌延深地層研究計画；平成27年度調査研究計画。JAEA-Review 2015-010 (2015).
- [3] Fujita, T. et al. : Plan of Full-scale Experiment on Engineered Barrier System in Horonobe Underground Research Laboratory. *Proceedings of International Conference on the Performance of Engineered Barriers*, pp.435-442 (2014).
- [4] 中山雅ほか：幌延深地層研究計画における低アルカリ性セメント系材料の適用性；250m調査坑道における原位置吹付け施工試験。JAEA-Research 2012-023 (2012).