

処分孔竖置き方式における緩衝材流出に関する検討（その1；研究計画）

原環センター 正会員○岩谷隆文 正会員 城まゆみ 非会員 川久保政洋
非会員 石井智子 非会員 朝野英一

1. はじめに

我が国における高レベル放射性廃棄物の地層処分は、「天然バリア」と「人工バリア」による多重バリア構造を基本としており、人工バリアは「ガラス固化体」、「オーバーバック」、「緩衝材」から構成される。これらの人工バリアの構成要素は、地層処分に求められる安全機能を満足するように仕様が決定される。これまでに、人工バリアの安全機能に必要な技術要件が示されており、それに基づき、緩衝材の技術要件について整理した（表-1）。

表-1 緩衝材の技術要件

技術要件の分類	技術要件
基本的なバリア性能の確保	低透水性、コロイドろ過能、収着性
バリアの長期健全性の維持	自己修復性、 緩衝材流出の抑制 、耐熱性、オーバーバックの保護など
工学的実現性の確保	製作性、遠隔設置性、品質確認性

本報告では、表-1の技術要件の中から「緩衝材流出の抑制」に関する研究計画及びその成果を報告する²⁾。

2. 研究経緯

諸外国では、SKB（スウェーデン）が、処分孔への地下水流入が緩衝材の流出など、人工バリアの安全機能に影響を与えるとして、種々の室内試験など「緩衝材流出の抑制」に係る研究を実施している³⁾。

日本の処分環境は、スウェーデンに比べ湧水量が多いことが予想され、地下水流入による緩衝材の人工バリア機能への影響を調査・検討することが重要である。そのため、原環センターでは国の基盤研究の一環として、緩衝材の流出現象の定量的把握及び工学的対策に関する研究を進めてきた。

3. 研究方針

本研究の研究手順を図-1に示す。本研究では、緩衝材の流出に関する「a. 現象把握」と「b. 技術（工学）的対策」を検討することで、「緩衝材流出の抑制」という技術要件の実現に寄与することを目指している。

図-2に示すように、本研究では、「Ⅰ. 室内試験」、「Ⅱ. 原位置試験」、「Ⅲ. 数値解析」の3つ手法を柱とした。Ⅰ～Ⅲにより得られた知見は相互に反映させて研究を進める。

試験と解析は、それぞれ図-3に示すように小規模、単純系の条件から実施し、徐々に検討対象のスケールを大きく、パラメータ（材料、液種、流量など）を増すことにより、成果の精度を上げていく。一方、Ⅰ～Ⅲの試験、解析をすべて、小規模、単純系から実施するのは効率的ではない。そのため、室内試験において、小規模、単純系の試験を実施し、その成果を他のⅡ、Ⅲへ生かすことで、試験の効率化を図ることとした。

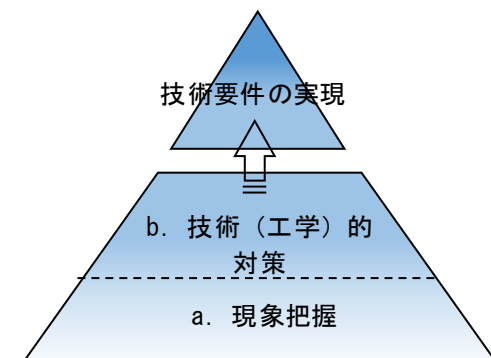


図-1 技術要件の実現に向けた研究手順

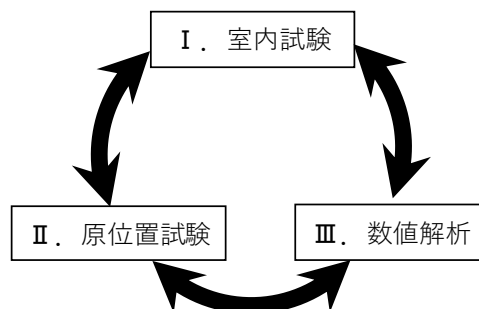


図-2 本研究の基本方針（その1）

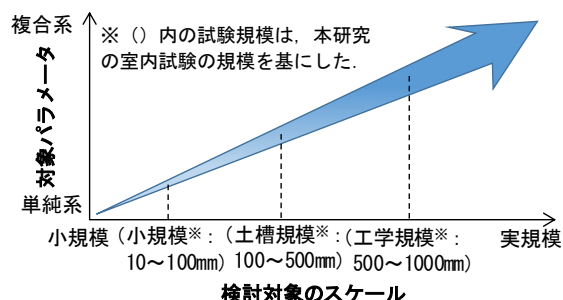


図-3 本研究の基本方針（その2）

キーワード 地層処分、緩衝材、湧水量、処分環境

連絡先 〒104-0052 東京都中央区月島1丁目15番7号 （公財）原子力環境整備促進・資金管理センター 03-3534-4541

4. 研究計画

3.で示した研究方針を基に研究計画を策定した。室内試験の試験規模は図-3 に示すように、「小規模（10～100mm）」、「土槽規模（100～500mm）」、「工学規模（500～1000mm）」とした。また、原位置試験は、地層処分場の建設地が決定していないため、地下水が湧水する環境として一般性を持ち、地質環境のデータも豊富な場所として、国立研究開発法人 日本原子力開発機構 幌延深地層センター（以下、幌延 URL）の-350m 坑道を使用した。数値解析にも、同様の理由により、幌延 URL をモデル化の対象とした。以下に、本研究におけるⅠ～Ⅲの具体的な役割を示す。

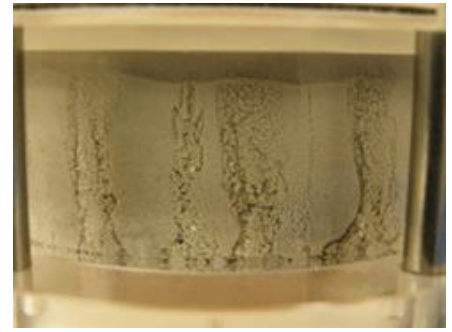


図-4 水みちの収斂現象確認試験
(室内試験：小規模)

- ・ 室内試験，原位置試験は，緩衝材流出の現象把握を主とし，現象把握後，工学的対策を検討し，その効果を確認する。
- ・ 数値解析は，緩衝材流出に関する「工学的対策」の効果の予測を主目的として実施する。

3.の研究方針を基に，具体的な研究計画を以下に示す。

- ① 室内試験は，小規模試験（図-4）から現象を段階的に絞り込みながら試験規模（検討対象）をスケールアップさせる。また，通水方法（上下側部など）や供試体形状（ブロック，ペレットなど）のパラメータを増やし，単純現象から複合的な現象を把握し，その工学的対策の検討，効果を確認する。
- ② 原位置試験は，より現実的な地下環境（湧水量や水質等）を利用して流出現象の影響を評価する。試験規模は，室内試験結果を基にし，工学規模試験から実施する。具体的には，地下研究施設の坑道を利用した緩衝材流出試験を行い，さらに原位置での工学的対策の効果を確認する。地下環境により得られた知見は，室内試験へ反映させる。
- ③ 数値解析は，処分孔への地下水流入に対して，グラウト注入などの工学的対策の効果を確認する。解析手順は，小規模（処分孔規模）から対象モデルを構築して工学的対策の効果を確認する。モデルの規模を処分坑道から処分パネル規模へと大きくし，周辺環境を考慮したより具体的な地下水流動モデルを構築し，工学的対策の効果を確認する。

表-3 に，室内試験，原位置試験，数値解析に関する年度ごとの研究計画を示す。各研究の平成 27 年度の実施内容については，（その 2），（その 3），（その 4）にその詳細を述べる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「地層処分技術調査等事業 処分システム工学確証の成果の一部である。

表-3 研究計画

年度	H25	H26	H27	H28	H29
Ⅰ. 室内試験	・ 液種による流出影響確認 ・ 流量による流出影響確認	・ 液種による流出影響確認 ・ 流量による流出影響確認 ・ 試験規模の影響確認	・ 液種による流出影響確認 ・ 流量による流出影響確認 ・ 異種材境界面の浸潤試験 ・ 試験規模の影響確認	・ 液種による流出影響確認 ・ 流量による流出影響確認 ・ 湧水対策の効果確認試験	・ 現象の定量的発生条件の提示 ・ 具体的な工学的対策の提示
Ⅱ. 原位置試験 (地下環境による試験)	—	・ 試験準備と予備試験	・ 地下環境における流出試験	・ 地下環境における流出試験 ・ 湧水対策の効果確認試験	
Ⅲ. 数値解析 (湧水対策を考慮した地下水流動解析)	—	・ 解析手法の選定	・ 地下環境のモデル化 ・ 湧水対策効果の確認	・ モデル規模の拡張と3次元化 ・ 湧水対策効果の確認	

参考文献

- 1) 地層処分事業の安全確保（2010 年度版）—確かな技術による安全な地層処分の実現のために—, NUMO-TR-11-01, 2010
- 2) 原環センター（2014, 2015, 2016）：地層処分技術調査等事業 処分システム工学確証技術開発報告書（第 2 分冊）—人工バリア品質／健全性評価手法の構築—緩衝材
- 3) Börjesson, L. and Sandén, T. : Piping and erosion in buffer and backfill materials Current knowledge, SKB Report R-06-80, 2006