

# 止水プラグ周辺の物質移行挙動解析

## 仕様書

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 堆積岩工学技術開発グループ

1. 一般仕様	3
1.1. 件名	3
1.2. 目的	3
1.3. 作業実施場所	3
1.4. 納期	3
1.5. 実施内容	3
1.6. 支給品及び貸与品	4
1.7. 提出図書及び提出場所	4
1.8. 検収条件	4
1.9. 適用法規・規定等	4
1.10. 検査員及び監督員	4
1.11. グリーン購入法の推進	5
1.12. 特記事項	5
2. 技術仕様	5
2.1. 実施計画書の作成	5
2.2. 解析モデルの作成	5
2.3. 移行経路情報の抽出	6
2.4. 一次元移流分散（拡散）解析	6
2.5. 解析ケースの設定	7
2.6. 報告書の作成	7
2.7. 打合せ及び報告会	7

## 1. 一般仕様

### 1.1. 件名

止水プラグ周辺の物質移行挙動解析

### 1.2. 目的

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）が、経済産業省資源エネルギー庁から受託した「令和 6 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地層処分施設施工・操業技術確証試験）」（以下、受託業務）では、坑道シーリング技術（止水プラグや埋戻し材等）について、要求性能や詳細設計を具体化して坑道シーリングが処分場全体の閉じ込め性能に与える影響を評価するとともに、実際の地質環境条件や作業環境を考慮した地下研究施設やモックアップ施設を活用した施工技術の成立性を確認し、技術オプションとしての整備を進める。

坑道及びその周囲の掘削損傷領域（EDZ）が核種の移行経路になることを防ぐ目的で設置される止水プラグについては、坑道が埋め戻されるまで水理的な隔離機能を有することが求められ、一方で坑道周辺の EDZ が連結しないことも望まれている。そこで、本件では、現在の地層処分場の閉鎖概念で考えられている止水プラグの要求性能を明確化することを目的として、止水プラグを設置した際の坑道とその周辺の岩盤を含む領域における地下水流動の受ける影響を評価するために粒子追跡線解析を実施する。また、物質移行の観点からもプラグの効果を確認するため三次元での粒子追跡線解析結果を用いた移流分散解析を実施する。

### 1.3. 作業実施場所

受注者側実施場所

### 1.4. 納期

令和 7 年 3 月 14 日

### 1.5. 実施内容

- (1) 実施計画書の作成
- (2) 解析モデルの作成
- (3) 移行経路情報の抽出
- (4) 一次元移流分散（拡散）解析
- (5) 解析ケースの設定
- (6) 報告書の作成

## 1.6. 支給品及び貸与品

### 1.6.1. 支給品

特になし

### 1.6.2. 貸与品

特になし

## 1.7. 提出図書及び提出場所

### 1.7.1. 提出図書

表1に記載の書類を提出すること。なお、報告書には本作業の実施方法や結果などを取りまとめた内容を記載すること。更に、報告書の本文及び結果の根拠となる電子データファイルを記録した記録メディア（CD-ROM等）を提出すること。

表1 提出図書

番号	提出図書	提出期限	部数
(1)	委任又は下請負届 (原子力機構指定様式)	作業開始2週間前まで (該当する場合のみ)	1部
(2)	実施計画書	契約締結後速やかに	1部
(3)	報告書	納期までに	1部
(4)	打合せ議事録	打合せ後速やかに	1部
(5)	電子データファイル	納期までに	1部
(6)	その他原子力機構の指示によるもの	その都度	1部

### 1.7.2. 提出場所

原子力機構 幌延深地層研究センター  
堆積岩工学技術開発グループ

## 1.8. 検収条件

「1.7.1 提出図書」に示す「報告書」及び「電子データファイル」の員数・使用に関する検査の合格、原子力機構が仕様書に定める業務が実施されたと認めた時をもって検収する。

## 1.9. 適用法規・規定等

特になし

## 1.10. 検査員及び監督員

### 1.10.1. 検査員

一般検査 管財担当課長

### 1.10.2. 監督員

堆積岩工学技術開発グループ グループリーダー

### 1.11. グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

### 1.12. 特記事項

- (1) 受注者は原子力機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、原子力機構の規定等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有するものを従事させること。
- (2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (3) 受注者は異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。また、契約に基づく作業等を起因として異常事態等が発生した場合、受注者がその原因分析や対策検討を行い、主体的に改善するとともに、結果について機構の確認を受けること。
- (4) 本作業で使用する材料、設備及び備品（リース物件を含む）については、すべて受注者側で用意すること。
- (5) 必要に応じて打合せを行い、打合せ結果は議事録に記録し提出すること。

## 2. 技術仕様

### 2.1. 実施計画書の作成

- ・ 本仕様に従った実施計画書を作成し、原子力機構に提出すること。

### 2.2. 解析モデルの作成

- ・ 図1示す、水平坑道、EDZを含む周辺岩盤、坑道の埋戻し、止水プラグ等を含む三次元モデルを作成すること。坑道は堆積岩中に掘削されているものとして、内空高さ約3m、内空幅約4m、長さ約25mとする（※形状は試験坑道6と同等）。ただし、坑道は埋戻し材により埋め戻されているものとする。

- 解析モデルの領域は、50m×50m×50m 程度を基本として、坑道の棲面を解析領域の中心に、坑道入口を解析領域の境界面とする。止水プラグは坑道の一部を拡幅して設置するものとして、拡幅部の寸法は幅約 2m、深さ約 1m 程度とする。

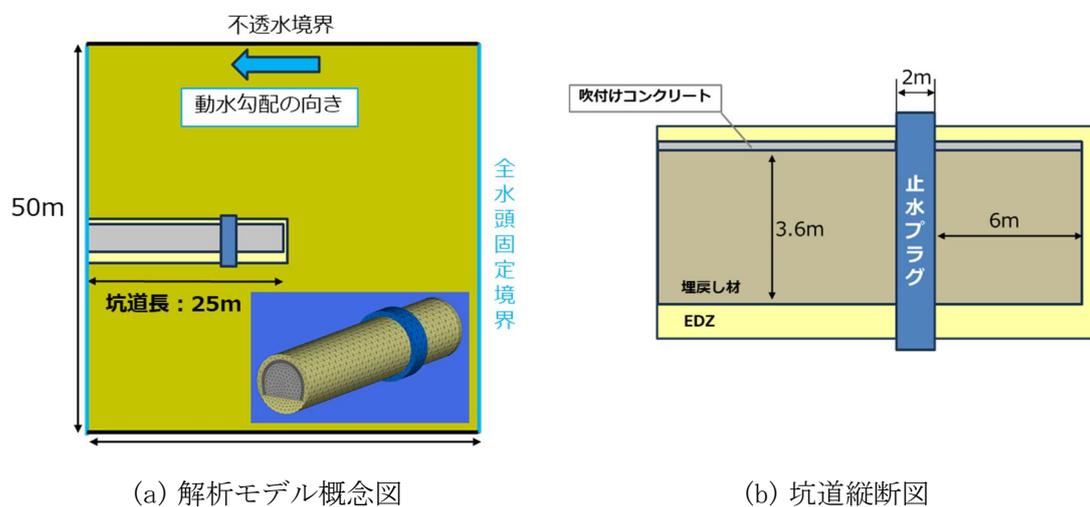


図 1 解析モデルの条件

### 2.3. 移行経路情報の抽出

- 2.2 で作成した三次元モデルおよび三次元モデルに対して機構が指定する二次元断面（以下、二次元モデル）に基づき、定常の浸透流解析を実施する。解析に必要な水理境界条件および水理パラメータについては、機構との協議により決定する。
- 二次元、三次元モデルによる浸透流解析によって計算された、定常状態の水理場に基づき、粒子追跡線解析を実施する。粒子追跡線解析の結果、モデルの最下流端の EDZ に到達した粒子について、粒子毎の移行距離、移行時間、流速等（以下、粒子軌跡情報）をそれぞれ抽出する。粒子数は最低 100 個とし、初期配置は EDZ およびその周辺とする。

### 2.4. 一次元移流分散（拡散）解析

以下に示す、移流分散（拡散）解析を HDO、Cs、Se の三核種を対象に実施する。

- 2.3 移行経路情報の抽出で二次元・三次元モデルの粒子追跡線解析で抽出された、最下流端の EDZ に到達した粒子軌跡情報に基づき、粒子毎に一次元移流分散（拡散）モデルを作成する。具体的には、粒子軌跡情報のうち、移行距離をモデルの長さとし、移行時間/移行距離によって平均流速を設定する。作成したモデル毎に一次元移流分散（拡散）解析を行い、粒子毎の核種移行率を算出する。
- 一次元移流分散（拡散）解析では GoldSim® もしくは、これと同等の解析が可能なコードを使用すること。GoldSim® 以外の解析コードを使用する場合は、事前に原子力機構の確

認を得ること。

- ・ 一次元移流分散解析では、HD0、Cs、Se の三核種を対象とする。

## 2.5. 解析ケースの設定

2.3 および 2.4 の解析ケースは、坑道に止水プラグ無しの場合と止水プラグ有りで止水プラグの透水係数を異なる 2 つの値とする 2 ケースの合計 3 ケースについて、それぞれ二次元と三次元でモデル化することとして、計 6 ケースを実施する。なお、解析に必要な水理・物質移行 (核種移行) パラメータや解析条件については、武田・石井 (2024) および NUMO-TR-20-03 を参考に、機構との協議の上決定する。

武田匡樹, 石井英一, 原位置トレーサー試験による堆積岩中の掘削領域内の移流分散評価, 原子力バックエンド研究, Vol. 31, No. 1 (2024).

日本原子力発電環境整備機構, 包括的技術報告: わが国における安全な地層処分の実現ー適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築ー, NUMO-TR-20-03 (2021).

## 2.6. 報告書の作成

2.1~2.5 までの実施内容を報告書にてとりまとめ、納期までに原子力機構へ提出すること。

## 2.7. 打合せ及び報告会

本作業の着手前最終報告の 2 回の打合せ及び報告会を実施する。また、原子力機構及び受注者の双方で必要に応じて打合せを実施する。

以上