

1. はじめに

1.1 背景

高レベル放射性廃棄物（以下、「高レベル廃棄物」）の地層処分システムの安全評価を行うためには、処分場の閉鎖性能を理解することが重要である。処分場の閉鎖に関わる技術（以下、「閉鎖技術」）には、処分場のレイアウト設計や坑道掘削前後の止水対策（止水グラウト等）、掘削影響領域の影響低減対策等も関係するが、本検討では、処分場の長期挙動を考慮し、人工バリア定置後の坑道の処置技術を検討の対象とする。処分場の閉鎖性能を評価するためには、処分技術で対応可能である坑道周辺の処置技術（物質移行経路を分断する等）と、その処置部分の安全評価におけるモデル化や解釈の間で整合性を確保しておく必要がある。

1.2 検討会設置の主旨及び活動の目的

核燃料サイクル開発機構（現在の日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」））は、第2次取りまとめ^{1) 2) 3)}以降進めてきた埋め戻し材や粘土プラグ等の地下環境での機能に関する研究成果^{4) 5) 6) 7) 8)}を処分事業へ反映させるためには、実施主体である原子力発電環境整備機構（以下、「原環機構」）のニーズを考慮する必要がある。一方、原環機構は、最終処分事業を的確かつ効率的に推進するため、実施主体としての技術基盤を確保する上で必要な技術開発の一つとして取り組んでいる処分場閉鎖技術の評価手法の開発を的確かつ効率的に実施するためには、原子力機構のこれまでの成果を活用しつつ、自らの評価手法の整備を図ることが適切である、との双方のニーズから、原子力機構と原環機構は、処分システムに求められる閉鎖性能の考え方を整理するため、両者で締結されている「特定放射性廃棄物の地層処分技術に関する協力協定」に基づき協力を実施するものとし、「処分場閉鎖技術に関する検討会」を2004年度に設置し、検討を開始した⁹⁾。

本検討会は、高レベル放射性廃棄物地層処分システムの安全評価上重要と考えられる、処分システムに求められる閉鎖性能の考え方を示し、そこで示される閉鎖要素の設計要件の考え方に対する今後の技術開発等の方向性を導出することを目的とする。

本検討を実施することにより、原子力機構は、処分場の閉鎖性能に関する考え方の整理、及びそれらを検証する幌延深地層研究センターにおける閉鎖技術の試験研究計画の策定が可能となる。また、国が実施する地層処分に関する安全規制等の策定に資する技術基盤情報の蓄積が可能となる。原環機構は、埋め戻し材・プラグ等に対する具体的な機能を考慮することにより、概要調査地区等選定段階における応募区域の具体的な地質環境条件に合わせた閉鎖設計が可能となる。また、本検討での知見を基に閉鎖技術や閉鎖要素の機能を考慮した解析・評価を実施することで、詳細な安全評価手法の整備が可能となる。

なお、地層処分事業は段階ごとに進められることとなるが、検討会では処分場の閉鎖段階に移るための判断基準等は扱わないものとし、技術的問題の検討に焦点を絞ることとしている。

1.3 検討会の進め方

図-1.1に本検討における閉鎖要素の要求性能抽出のフローを示す。

検討の第一段階として閉鎖要素を設定する。昨年度の報告書で示したように、本検討会で対象としている処分場の閉鎖性能に関わる閉鎖要素とは、閉鎖のために必要となる要素だけではなく、閉鎖性能を評価する上で考慮することが必要となる要素を閉鎖要素として取り扱っており、その内訳は、坑道（処分坑道、連絡坑道、主要坑道、アクセス坑道）、掘削影響領域（Excavated Disturbed

Zone, (以下, 「EDZ」)), 支保工, プラグ (止水性を期待する粘土プラグ, 構造物としての機能を期待するコンクリートプラグ), 母岩である⁹⁾。

次に, 設定された閉鎖要素を考慮して水理解析を行う。水理解析の目的は, 核種移行挙動の把握のために着目すべき領域を設定することである。このため, 水理解析では解析領域, 閉鎖要素のモデル化, 各要素の物性値, 境界条件を変えたさまざま解析を行い, それぞれの設定について解析結果に与える影響を概略把握する。

ただし, 構成要素全ての物性値をパラメータとすると, 膨大な解析ケースについて評価が必要となることから, 母岩は堆積岩を仮定し, 透水係数は一定値とする。EDZの透水係数は, 坑道の直径に応じて母岩より1桁あるいは2桁大きい値とする⁹⁾。粘土プラグやコンクリートプラグは, 設置位置について考慮し, コンクリートプラグは物性値についても考慮する。

この水理解析に関しては, 1.4節に後述するように, 昨年度 (2004年度) 処分坑道と主要坑道の交差部に着目した解析を行い, 2005年度は処分場パネル規模の解析に着手した。これらの成果を考慮して, 更に詳細な解析を行う計画である。

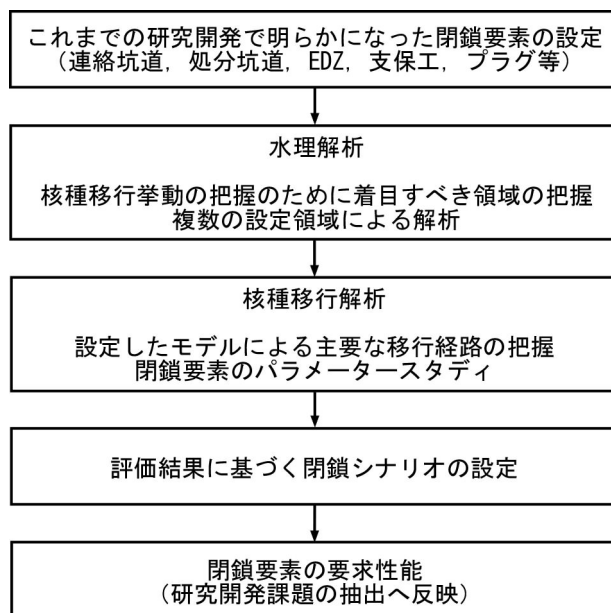


図-1.1 閉鎖要素の要求性能抽出のフロー

次に, 水理解析の解析結果を適切に評価して核種移行解析を行う。ここでは, 主要な核種の移行経路を把握し, 閉鎖要素の物性値をどう設定する (設計する) ことが核種移行上適切であるかを評価する。核種の放出は, 人工バリアを定置することとなる処分坑道から行うこととする。本解析で扱うような低透水性の場では, 核種の移行は拡散により進展するため, 水理解析で求められた流れの方向と核種の移行経路とは必ずしも一致するものではないことが予想されることから, 解析条件の設定が重要となる。

次に, 核種移行評価結果に基づき閉鎖シナリオを設定する。ここでは, 核種移行解析結果に基づき, 閉鎖要素の物性値による複数の閉鎖シナリオが考えられるが, 基本的なシナリオを設定し, それの変動として各種のシナリオを設定することとなる。

閉鎖シナリオの構築から, 各閉鎖要素に求められる要求性能が示されることになる。これらの要

求性能を発揮するための各技術が確立されていない場合は、これらの要求性能を発揮するために必要となる技術開発が課題となる。ここで挙げられた課題の解決策を今後の課題として抽出する。

本検討は、2004年度から3年間を検討期間の目安として実施しているが、検討期間に関しては、検討状況に応じて柔軟に対応することとする。

1.4 検討会でのこれまでの実施概要

2004年度は、構成要素間の相互影響や埋め戻し材、粘土プラグ等の効果等を概略把握するため、これらの構成要素が含まれていて、かつ処分場の一般的な部位であると考えた処分坑道と主要坑道の交差部及びその周辺に着目し、人工バリア周囲における地下水の流速や通過流量を感度の指標とし、処分場に存在すると考えられる構成要素を考慮した水理解析を行った⁹⁾。

2005年度は、水理解析でモデル化する解析領域の対象を、初年度(2004年度)の坑道交差部から処分場パネル規模へと拡張を行った。ここでは、解析モデルの大きさを考慮して、構成要素の透水係数の設定において、等価透水係数の考え方を導入した。粘土プラグの設置位置、埋め戻し材の透水係数、処分坑道の透水係数、動水勾配の方向をパラメータとした。

1.5 報告書の内容

本報告書は、2005年度に実施した水理解析の結果について示すものである。2章で水理解析領域の設定、3章でパネル規模の水理解析、4章で解析結果、5章で考察について示す。

本報告書で使用する用語類は、第2次取りまとめ^{1) 2) 3)}を参考として使用する。