

人工バリア変質解析のベンチマーク（3）

仕様書

2026年3月
原子力発電環境整備機構

1. 件名

人工バリア変質解析のベンチマーク（3）

2. 業務目的・概要

2.1 業務目的

地層処分システムは、不均質性を有する複数の構成要素から成り、これらの構成要素の空間スケールは数十 cm～数十 km 以上である。また、システム全体の性能に求められる時間スケールは数万年以上となる。このため、規模や期間が限られる室内試験や原位置試験によってシステムの性能を直接的に実証することは困難であることから、安全評価においては数値解析による評価が必須である。

数値解析の基盤である解析コードについて、適合性審査を見据えた選定を行い、選定した解析コードについて、適切に実装されていることなどを検証する **Verification** や、室内・原位置試験結果との比較を通じた **Validation** 等の信頼性向上（以下、「V&V」と言う。）に係る技術開発を継続的に実施することが重要である。

これまで、安全評価に用いる数値解析のうち放射性核種の移行挙動を規定する水理場と化学場の評価に重要な水理-化学連成解析に着目し、複数の解析コードの中から適合性審査に向けた下記の観点で、候補となる3つの解析コード（PFLOTRAN、OpenGeoSys、TOUGHREACT¹）を選定した。

- 地層処分対象とすべき水理-化学連成現象へ対応可能
- 三次元計算など高度な解析への拡張可能
- ソースコードの維持管理と国内企業で使用可能であること
- 規制対応の観点から解析コードが公開されている等、透明性が高いこと

今後は、これらの解析コードについて技術的観点から適切性を評価し、これに基づいて適合性審査を見据えた解析コードを選定する必要がある。

このため、これらの3解析コードを用いて、同じ問題について数値解析を行い、解析結果の違いやその技術的理由、事業への適用性（解析速度など）等について、地層処分システムに係る数値解析に精通した専門家に分析・検討していただいたうえで、この結果に基づき機構が解析コードを選定することを計画している。

こうした分析・検討を円滑に進めるためには、専門家や解析実施担当者などの関係者間での知識と経験の共有・蓄積を促進する場の設置が重要である。このため、解析結果及び解析コードに関する情報を持ち寄り、関係者が共同で分析や検討を行う「解析コードの比較検討会」を東京大学との連携講座に設置することを計画している（図-1）。

本業務では、ローレンス・バークレー国立研究所（LBNL）が開発した水理-化学連成解析コード TOUGHREACT を用いて、機構が提示する問題に対応した数値解析と当該解析コードにおける解析方法等の情報を調査・整理する。

¹ TOUGHREACT V4.13-OMP 、https://tough.lbl.gov/software/toughreact_v4-13-omp/（2026年1月19日閲覧）

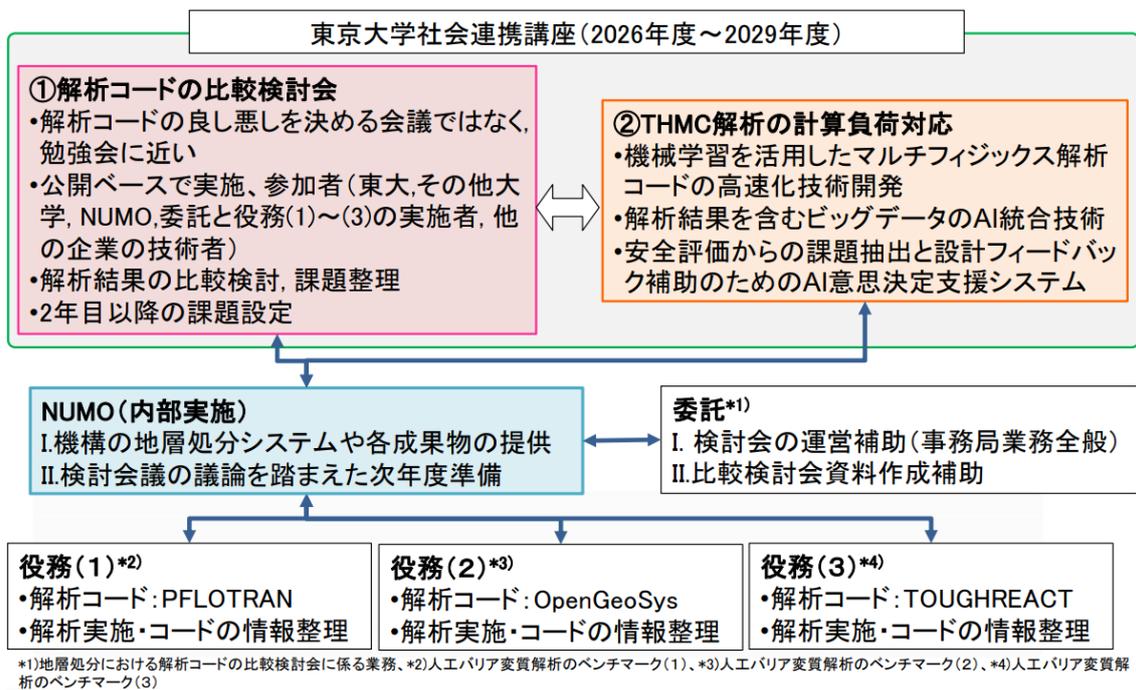


図-1 解析コード選定のための枠組み

2.2 業務概要

本業務は、「高レベル放射性廃棄物処分における横置き・PEM方式の高度化(NUMO-TR-24-04)」の付属書15「緩衝材の長期健全性に関する技術的根拠」²(以下、付属書15と言う。)における「セメント影響による緩衝材の変質評価」及び「鉄影響による緩衝材の変質評価」を対象としてTOUGHREACTを用いた水理-化学連成解析を実施する。

(1) セメント影響による緩衝材の変質評価

放射性廃棄物処分場の人工バリアを構成する緩衝材は、付属書15に示すように吹付けコンクリート等のセメント材料との相互作用により変質し、長期的にはそのバリア機能に影響を及ぼす可能性がある。本委託では、セメント起因の化学的影響による緩衝材の変質挙動を評価するため、TOUGHREACTを用いて解析を実施する。

(2) 鉄影響による緩衝材の変質評価

放射性廃棄物処分場の人工バリアを構成する緩衝材は、付属書15に示すように、ガラス固化体を封入した金属製容器等の鉄成分との相互作用により変質し、長期的にはそのバリア機能に影響を及ぼす可能性がある。本委託では、鉄起因の化学的影響による緩衝材の変質挙動を評価するため、TOUGHREACTを用いた解析を実施する。

² 原子力発電環境整備機構、高レベル放射性廃棄物処分における横置き・PEM方式の高度化、付属書15 緩衝材の長期健全性に関する技術的根拠、2025年1月、NUMO-TR-24-04、<https://scct.numo.or.jp/GeoCom2/faces/project/view.xhtml> (2026年1月19日閲覧)

3. 一般事項

3.1 一般

本仕様書は、原子力発電環境整備機構（以下、「機構」と言う。）が委託する標記業務の実施に際し、受託者の責任において履行しなければならない事項を規定するものである。本仕様書に明記されていない事項については、原則として本業務に適用となる最新の法律・法令・規則・条例・基準・指針等に従う。

3.2 受託者の責務

(1) 機構要求事項

受託者は本仕様書に示す機構の要求事項を確実に実施するとともに、実施内容、結果及び報告内容について責任を負わなければならない。

(2) 法令遵守

本業務に関連する法律・法令・規則・条例・基準・指針等を遵守し、業務の円滑な進捗に努めるとともに、必要な諸手続き（許可、届出等）は、受託者の責任において遅滞なく処理する。

(3) 遵守事項・禁止事項

受託者は当該委託業務の範囲に関わらず、事業活動において機構の経営理念に反する行為により、機構の社会的信頼性を低下させてはならない。

(4) 再委託

受託者は機構の定めに従い申請し、申請が承認された場合のみ業務の一部を再委託することができる。受託者は再委託先に対して法律・法令・規則・条例・基準・指針及び本仕様書に定める遵守事項・禁止事項等の遵守に関する指導義務がある。

(5) リスクアセスメント

受託者は以下の観点の内、本業務に該当する事項についてリスクアセスメントを実施する。リスクアセスメントの結果は実施要領書に反映させるものとする。

- ・業務実施の信頼度（安全管理体制、緊急連絡体制、役割分担、指揮命令系統）
- ・作業手順、想定されるリスク、影響の程度、リスクへの対応策とその有効性
- ・サイバー攻撃を含めた情報セキュリティ（機密性、完全性、可用性）への脅威及び情報セキュリティの完全性が失われた場合でも情報を失わないため、バックアップを実施すること、そのバックアップについても情報セキュリティを確保することへの対応策とその有効性
- ・他の受託会社との連携

3.3 秘密情報に関する事項

(1) 秘密情報の範囲

本仕様書及び業務に関して機構が提供する全ての情報（図面及び電子データ等を含む）及び本業務において作成される全ての情報（図面及び電子データ等を含む）。

(2) 秘密情報の取扱い

受託者は本業務期間中及び業務終了後も、業務に関して得られた秘密情報を他に漏らしてはならない。また、本業務によって得られた秘密情報は、本件業務の遂行以外の目的に一切使用しない。秘密情報の取扱いについて下記を参考に、情報管理の徹底を図る。

- ・業務用と私用のパソコン等を使い分け、私用パソコン等での秘密情報の取扱いの禁止
- ・業務用パソコン等へのウィルス対策ソフトの導入と更新
- ・業務用パソコン等へのファイル共有ソフトの導入の禁止

- ・業務ごとのパスワードの設定、外部記憶媒体の施錠保管等により、第三者への秘密情報流出の防止
- ・「3.4 品質保証 (5) 及び (6)」に基づく情報セキュリティの確保 (情報・データのバックアップ実施、漏洩・消失保護の実施及び従事者への教育の実施など)
- ・これらの秘密情報の取扱いについては、業務着手前及び完了時に受託者の責任で確認し、その記録 (様式-6) を業務完了時に機構へ提出しなければならない

3.4 品質保証

- (1) 受託者は、ISO9001 : 2015 (JIS Q 9001:2015) (以下、「ISO9001」と言う。) 及び原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン (JANSI-GQA-01 第3版)、日本原子力技術協会 (以下、「許認可解析ガイド」と言う。) に基づく品質マネジメントシステムに則って運用する品質保証計画を作成しなければならない。
- (2) 受託者は意図しない結果が成果品に反映されないよう品質確認を行う。ISO9001 及び許認可解析ガイドに基づく受託者が運用する品質マネジメントシステムに則り実施した品質確認結果の記録の写しを機構に提出する。
- (3) 受託者は成果報告書が業務目的を満足した内容であることの確認 (妥当性確認) を行う。
- (4) 機構が必要と認める場合は、機構が品質マネジメントシステムの運用状況の検証を行うことがあるため受託者は協力する。
- (5) 受託者は運用する品質マネジメントシステムに則り、適切なインフラストラクチャ及び環境を使用する。
- (6) 受託者は運用する品質マネジメントシステムに則り、機構又は外部提供者の所有物を管理する。

3.5 提出書類等

表-1 提出書類等一覧表^{注1)}

| 提出書類等 | 提出時期 | 宛先 | 種別 | 提出部数 | 備考 |
|----------------------------|------------------|---------------|----|-------------------|--|
| 実施責任者届 | 契約後直ちに | 機構 技術部長 | 提出 | 1部 | 様式-1 業務経歴書添付 |
| 主任技術者届 | 契約後直ちに | 機構 技術部長 | 提出 | 1部 | 様式-2 業務経歴書添付 |
| 実施計画書 | 契約後速やかに | 機構 業務所管グループGM | 承諾 | 2部 ^{注3)} | 表-2に基づき作成する。業務要求事項、実施体制、役割分担、工程を定めたもの。 |
| 実施要領書 | 当該作業開始前 | 機構 業務所管グループGM | 承諾 | 2部 ^{注3)} | 計画を実現するための具体的な実施手順、品質管理方法を定めたもの。計算機プログラムを使用する場合は、計算機プログラムの検証方法も含む。実施計画書と実施要領書は分離して作成、提出する。 |
| 有資格者名簿・従事者名簿 | 当該作業開始前 | 機構 業務所管グループGM | 承諾 | 1部 | 実施計画書、実施要領書とは分離して作成、提出する。 |
| 緊急連絡体制表 | 当該作業開始前 | 機構 業務所管グループGM | 承諾 | 1部 | 実施計画書、実施要領書とは分離して作成、提出する。 |
| 議事録 | 打合せ後速やかに | 機構 業務所管グループGM | 確認 | 2部 ^{注3)} | 様式-4 押印記名後、日付を入れてPDF化し、メールでの提出を可とする。 |
| 協議書 | 必要の都度 | 機構 技術部長 | 承諾 | 2部 ^{注3)} | 様式-5 |
| 災害・不適合事象等速報 ^{注2)} | 発生の都度直ちに | 機構 技術部長 | 提出 | 1部 | 安全品質、業務品質の確保が困難な事象が発生した場合に提出する。事象の内容、事象の範囲、影響の大きさ(業務停止の有無含む)、応急処置、業務再開条件などを記載する。 |
| 成果物 | 5.1 成果物の提出期限のとおり | 機構 技術部長 | 提出 | 5.2 成果物の内容のとおり | |
| 情報の取扱いに伴うチェック票 | 実施期間完了日 | 機構 業務所管グループGM | 提出 | 1部 | 様式-6 |
| 品質確認結果の記録の写し | 別途指示 | 機構 業務所管グループGM | 提出 | 1部 | 3.4品質保証及び7.特記事項で定めるもの。 |

注1) 契約書に定められた提出書類は別途提出する。

注2) 事象発生時にすべての要件を把握できない場合は速報性確保を優先する。

注3) 作成者から提出された2部の両方に受領者が押印した後に、1部を作成者へ返却して両方で保有する。

3.6 個人情報の保護

(1) 提出書類内に含まれる個人情報は、当業務の管理以外の目的には使用してはなら

ない。

- (2) 機構職員に関する個人情報（緊急連絡体制表等）については本業務以外に使用してはならない。
- (3) 受託者が機構へ報告する個人情報（従事者名簿等）については、事前に本人から第三者提供について同意を確認しておく。
- (4) なお、個人情報とは、個人に関する情報、特定の個人を識別できる情報のことを言う。具体的には以下のようなものを言い、全員から同意を確認しておく。
 - ・氏名（珍しい名字の場合は、そのみでも個人情報となる）
 - ・所属名、役職名、住所等と併記された名字
 - ・メールアドレス等（氏名や会社名がアドレスに含まれていなくても、個人を特定できる場合は個人情報にあたる）

3.7 届出を必要とする職員の選任

実施責任者、主任技術者は経歴書を含めた届出書を提出し、機構の確認を得なければならない。機構がその職員を不適格と認めた場合は直ちに交代させなければならない。

3.8 有資格者の従事

業務実施にあたり、有資格者を必要とする作業については、作業ごとに対する有資格者と従事者を示した名簿を提出し、機構の確認を受けた上で、作業を実施するものとする（3.11 実施計画書の作成を参照）。

3.9 業務期間中の不適合

業務期間中に不適合が発見された時は、受託者が運用する是正処置システムに則り、受託者の負担で修正しなければならない。ただし、その対策については、事前に機構の承諾を受けなければならない。

3.10 実施計画書の作成

- (1) 受託者は、業務開始前に実施計画書を作成し、機構の承諾を受けなければならない。
- (2) 実施計画書は、表-2 に示す記載項目に基づき作成する。
- (3) 品質保証計画には、受託者の品質管理の基本姿勢について品質管理フローを含めて記述するとともに、品質管理のしくみとして全体の品質管理体系を記述する。また、業務全体の品質管理方法を記述する。
- (4) QC 工程表には、計画段階での各作業段階の品質管理項目、工程、管理基準、検査方法、頻度等を記述し、適切な頻度で品質管理を行わなければならない。なお、詳細な手順に基づく QC 工程表は、実施要領書に記載しなければならない。（様式-3 を参照）。

表-2 実施計画書記載項目

| 記載項目 | 記載内容 | |
|----------------|--------------------------|--|
| 1. 基本方針 | (1)基本方針 | 受託者の実施計画の基本姿勢、責務 |
| 2. 実施概要 | (1)実施概要 | 受託者、件名、実施場所、工期、実施内容 |
| | (2)実施数量 | 主要業務、仕様、数量 |
| 3. 業務管理体制 | (1)業務管理体制 | 受託者の体制及び機構との関係 |
| | (2)業務組織図 | 本業務における受託者、再委託先等の組織図、秘密情報の取り扱い範囲の指定。 個人情報に記載しない |
| | (3)職員配置計画 | 本業務における職員の月次配置計画 |
| | (4)緊急連絡体制（夜間、土日） | 本業務における緊急連絡体制（夜間、休日等） 個人情報に記載しない |
| | (5)緊急時指揮、命令系統 | 本業務における指揮命令系統 個人情報に記載しない |
| 4. 業務実施計画 | (1)基本方針 | 業務に対する基本姿勢 |
| | (2)業務日報（稼働率） | 気象条件、祝休日等を考慮した稼働計画 |
| | (3)業務順序（全体フロー） | 本業務全体の実施順序 |
| | (4)業務別実施計画 | 業務別の実施計画（要領）及び既設設備（周辺設備）への安全対策 |
| 5. 品質保証計画 | (1)基本方針 | 受託者の品質管理の基本姿勢、管理フロー |
| | (2)品質管理のしくみ | 全体の品質管理体制、方法 |
| | (3)施設・設備・材料・計算機プログラム管理体制 | 使用施設・設備・計算機プログラム・材料の品質管理フロー |
| | (4)業務品質管理 | 本業務の品質管理方法並びに工種別の具体的管理項目 |
| | (5)QC 工程管理 | 計画時の工程、品質管理についての QC 工程表（様式-3） |
| | (6)実施要領書の体系 | 各業務で作成する実施要領書の体系、作成方針 |
| | (7)検査・試験標準書の体系 | 品質管理に使用する検査項目、手順、規格・水準、頻度等の体系、作成方針 |
| | (8)チェックシートの体系 | 品質管理に使用する業務実施段階のチェックシートの体系、作成方針 |
| 6. 工程管理計画 | (1)基本方針 | 受託者の業務管理の基本姿勢及び管理フロー |
| | (2)工程管理のしくみ | 日常管理業務分担と工程検討協議体制並びに工程管理方法 |
| | (3)総合工程表 | 主要業務について全期間についての工程 |
| | (4)主要業務別工程管理 | 主要業務についての進捗管理図 |
| | (5)業務進捗予定表 | 業務進捗計画書 |
| 7. 主要機器使用計画 | (1)主要機械使用計画 | 主要機器、設備等一覧、管理計画（機構貸与設備を含む） |
| | (2)測定機器の管理計画 | 計算機、測定機器等の管理計画（日常点検、定期点検、校正計画） |
| 8. 就労人員計画 | (1)必要な資格 | 業務遂行上必要な資格 |
| | (2)人員計画 | 全実施期間の人員計画 |
| 9. 官公庁関係の手続き計画 | (1)官公庁関係の手続き計画 | 業務に必要な届出書類等の計画 |

3.11 実施要領書の作成

- (1) 受注者は、作業の開始前に、実施要領書を作成し、機構の承諾を受けなければならない。
- (2) 実施要領書は、表-3 に示す記載項目に基づき作成する。
- (3) 実施要領書に記載する作業手順には少なくとも、許認可解析ガイドに準ずる以下

のプロセスを記載すること。これらのプロセスは、必要に応じてさらに細分化しても良い。なお、これらのプロセスのいずれかを省略する場合は、その理由を明記すること。

< 計算機プログラムの検証（許認可解析ガイド 4.2.2） >

- ・ 解析条件の整理及び使用する計算機プログラムの選定
- ・ 計算機プログラムの検証
- ・ 登録リストでの管理
- ・ 使用時の実行環境の確認
- ・ 受け渡しデータの整合性確認（複数の計算機プログラムを使用する場合）

< 入力根拠の明確化（許認可解析ガイド 4.2.3） >

- ・ 入力根拠の文書化
- ・ 入力値の導出過程の確認
- ・ 入力方法の明確化
- ・ 入力データの流用を行う場合、流用が適切であることの確認

< 入力結果の確認（許認可解析ガイド 4.2.4） >

- ・ 入力データの作成と確認
- ・ 計算式の確認
- ・ 入力が正確にされたことの確認

< 解析結果の審査・検証（許認可解析ガイド 4.3） >

- ・ 出力データの加工作業
- ・ 適切な比較対象の選定
- ・ 解析結果が適切であることの確認
- ・ 業務目的の満足の確認

< 成果報告書の作成（許認可解析ガイド 4.4） >

- ・ 解析結果の転記確認
- ・ 成果報告書の作成

< 変更管理（許認可解析ガイド 4.5） >

- ・ 識別及び管理方法
- ・ 変更の影響範囲の確認
- ・ 変更の反映確認

- (4) 実施要領書には、個別作業の具体的な品質管理方法（検査・確認方法）を、作業手順ごとに記述する。作業手順ごとに品質管理を行わない場合は、それに代わる品質管理方法を示すこと。
- (5) QC 工程表には、各作業段階の品質管理項目、工程、管理基準、検査方法、頻度等を記述し、適切な頻度で品質管理を行わなければならない。（様式-3を参照）。

表-3 実施要領書記載項目

| 記載項目 | |
|------|--|
| 1 | 作業項目（本仕様書に基づき記載範囲を明確にする） |
| 2 | 作業内容の概要（契約図書に基づき作業内容を確認して記載すること） |
| 3 | 作業項目・作業要領・作業内容 |
| | 作業手順を作業項目ごとに分かりやすく記載すること |
| | 作業手順には、当該作業に対する検査・確認方法 ^{※1} を明示すること |
| | 作業手順には、検査・確認の記録として作成する資料 ^{※2} を明示すること |
| 4 | 品質管理・保証方法 |
| | 本業務の品質管理方法 |
| | 業務実施段階の工程、品質管理についてのQC工程表（様式-3） |
| | 品質管理に使用する検査項目、手順、規格・水準、頻度等の体系、作成方針 |
| 5 | 品質管理に使用する業務実施段階のチェックシート |
| | 打合せ・レビュー会議・立会いなどの計画 |

※1： 例として、手作業による画面入力を行う場合は2人での確認、補助ツールを用いたグラフ化を行う場合は当該ツールの検証及び当該ツールの入力確認がこれに該当。

※2： 品質管理チェックシート、入力根拠をまとめた根拠書、計算機プログラムへ入力する入力ファイル、計算機プログラムの検証解析結果をまとめた文書等がこれに該当。

4. 業務の内容

4.1 実施場所：（受託者にて適切な実施施設を準備して使用する。）

4.2 実施期間：契約締結日～2027年3月26日

4.3 業務の項目

以下に業務計画を示す。【】内は、3.11の(3)記載の許認可解析ガイドに準じるプロセスを示す。

- (1) TOUGHREACTの動作確認及び環境構築【計算プログラムの検証】
- (2) TOUGHREACTの調査
- (3) 熱力学データベースの作成【入力根拠の明確化】
- (4) 入力根拠の作成【入力根拠の明確化】
- (5) 入力の作成【入力結果の確認】
- (6) 解析の実施
- (7) 図表の作成【解析結果の審査・検証】
- (8) 解析コードの比較検討会への参加【解析結果の審査・検証】
- (9) 報告書の作成【成果報告書の作成】

4.4 業務の内容（要求事項）

- (1) TOUGHREACTの動作確認及び環境構築

TOUGHREACT V4.13-OMP（以下、「TOUGHREACT」と言う。）を用いて、開発元等が公開している水理-化学連成解析のベンチマーク問題等を実行し、TOUGHREACTの動作確認を行うこと。TOUGHREACTのバージョン名、OS、PCの環境状況等を成果報告書に記載すること。

- (2) TOUGHREACTの調査

セメント及び鉄の影響による緩衝材変質の水理-化学連成の概念モデルに基づき、

TOUGHREACT で適用可能な数学的モデル³（数理・数値モデル）を公開情報に基づき整理し、成果報告書に記載すること。なお、引用にあたっては出典、該当頁及び URL（Web 情報の場合）を明記すること。

(3) 熱力学データベースの作成

JAEA の既往文献⁴に基づき、項 (5) の解析に用いる TOUGHREACT 用熱力学データベースを作成する。作成にあたっては、具体的な作成手順及び品質管理方法を実施要領書に定め、フォーマット変換時の転記ミス等がないことを検証した「品質確認結果の記録」を提出すること。また、具体的な作成手順を成果報告書にも記載すること。

なお、必要に応じて機構から提供する PhreeqC 用データベースを利用する場合も、具体的な検証手順及び実施要領書に定め、検証結果を「品質確認結果の記録」として提出すること。

(4) 入力根拠の作成

付属書 15 に基づき、以下の計 16 ケースの解析条件を設定し、その根拠を実施要領書に記載する。なお、TOUGHREACT を用いた解析にあたっては、メッシュ解像度に起因する誤差を抑制するため、計算精度を考慮した最適なメッシュ分割を行うこと。

■ セメント影響による緩衝材変質解析：8 ケース

一次元モデルは、深成岩種と新第三紀堆積岩種の 2 つのモデルを作成する。なお、先新第三紀堆積岩種は、深成岩種と同じモデルを使用する。

地下水組成の違いに応じたセメント起因の化学的影響による緩衝材の変質挙動を評価する。評価では、3 岩種（深成岩類、先新第三紀堆積岩類及び新第三紀堆積岩種）にそれぞれの岩種の地下水組成（高 Cl 濃度、低 Cl 濃度）で評価し、合計 6 ケースとすること。

また、上記解析後に機構が指定する入力条件で 2 ケース実施すること。

■ 鉄影響による緩衝材変質解析：8 ケース

一次元モデルは、深成岩種と新第三紀堆積岩種の 2 つのモデルを作成する。なお、先新第三紀堆積岩種は、深成岩種と同じモデルを使用する。

地下水組成の違いに応じた鉄起因の化学的影響による緩衝材の変質挙動を評価する。評価では、3 岩種（深成岩類、先新第三紀堆積岩類及び新第三紀堆積岩種）にそれぞれの岩種の地下水組成（高 Cl 濃度、低 Cl 濃度）で評価し、合計 6 ケースとすること。

また、上記解析後に機構が指定する入力条件で 2 ケース実施すること。

単位換算等で使用した Microsoft Excel 等の表計算ソフトの計算方法及び品質確認方法、メッシュの設定根拠、計算フラグの選定根拠及び具体的な品質管理方法を明文

³ 一般社団法人日本原子力学会、日本原子力学会標準、シミュレーションの信頼性確保に関するガイドライン：2015、2015 年 12 月（2～3 頁）

⁴ 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、平成 28 年度 地層処分技術調査等事業 処分システム評価確認技術開発 報告書、平成 29 年 3 月、付録 3、

https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/library/2016/28fy_hyoukakakakusyou.pdf
（2026 年 1 月 19 日閲覧）

化し、実施要領書に記載すること。また、検証結果を「品質確認結果の記録」として提出すること。

(5) 入力の実行

項 (4) で策定した条件に基づき、TOUGHREACT 用入力データを作成する。評価期間は原則 10 万年とするが、鉄影響解析については変質が定常状態に至るまでを対象とする。各ケースを識別可能な名称で管理し、作成手順及び品質管理方法に基づく検証結果を「品質確認結果の記録」として提出すること。なお、必要に応じて、項 (5) の作業終了時に、TOUGHREACT の実行に必要なファイル（入力、熱力学データベース及び体系データ等）を機構が変更可能な形式で提出すること。

(6) 解析の実施

項 (5) で作成した入力データを、項 (1) で構築した実行モジュールを用いて解析を実施する。計算終了後、収束状況及び正常終了を確認し、実行ログを整理すること。なお、項 (6) 作業終了時に、TOUGHREACT の実行に必要なファイル（入力、熱力学データベース及び体系データ等）及び計算結果を機構が変更可能な形式で提出すること。

(7) 図表の作成

計算結果に基づき、空間分布及び経時変化に関する鉱物組成（体積分率）、モンモリナイト残存率、間隙率の変化等をグラフ化し、整理する。また、解析結果の転記等の誤りがなく、単位換算及びグラフ作成等で使用した Microsoft Excel 等の表計算ソフトの計算方法及び品質確認方法を明文化し、その確認結果を「品質確認結果の記録」として提出すること。

(8) 解析コードの比較検討会への参加

本業務に関連し、TOUGHREACT の水理-化学連成解析の取り扱い及び解析結果についての議論に参加するため、機構が指定する会議室で開催される解析コードの比較検討会（計 2 回）に参画すること。出席者は専門的知見を有する技術者 2 名以上とする。

(9) 成果報告書の作成

項 (1) から (8) の成果をとりまとめた成果報告書を作成する。数値及び図表の正確性を担保するため、品質保証計画に基づく検証を実施し、その結果を「品質確認結果の記録」として添付すること。また、数値及び図表の転記等の誤りがなく、その結果を「品質確認結果の記録」として提出すること。

5. 成果物

5.1 成果物の提出期限

(1) 事業報告書及び本業務で使用した電子データの提出：2027 年 3 月 26 日

なお、提出期限の 7 営業日前までにドラフト（製本は不要）を提出し、機構の事前確認を受けるものとする。

(2) 解析コードの比較検討会に資する資料：表-4 に示す提出期限

5.2 成果物の内容

受託者は、成果物として以下を期限内に提出しなければならない。

- (1) 事業報告書
 - ① 成果報告書
 - a. 成果報告書は機構より提供する「業務委託及び役務調達における技術報告書作成標準」に従い作成する。
 - b. 作成した成果報告書については製本1部及び電子媒体1部を提出する。
 - c. 成果報告書に掲載した図表等のデジタルデータについて、Microsoft PowerPoint形式等の機構で編集が可能なデータ形式で電子媒体に保存し1部提出する。
 - d. 作成した「品質確認結果の記録」について電子媒体1部を提出する。
- (2) 本業務で使用した電子データの提出

本業務で使用したTOUGHREACTを実行に使用したバッチファイルもしくはシェルスクリプト、入出力等について、機構で編集が可能なデータ形式で電子媒体に保存し1部提出すること。
- (3) 解析コードの比較検討会に資する資料

解析コードの比較検討会に資するため、表-4に示す提出時期に情報を機構に提出する。調査結果、解析条件、解析結果の入出力、図表等のデジタルデータについて、Microsoft PowerPoint形式等の機構で編集が可能なデータ形式で電子媒体に保存し1部提出する。

表-4 解析コードの比較検討会への提出期限及び情報提供内容

| 提供時期 | 情報提供内容 |
|-----------|--|
| 2026年9月末頃 | ① 解析コードの概要と特徴 (4.4(2)) ② セメント影響による緩衝材の変質評価の解析条件 (地下水組成) (4.4(4)) ③ セメント影響による緩衝材の変質評価の結果 (地下水組成) (4.4(7)) ④ 鉄影響による緩衝材の変質評価の評価条件 (地下水組成: 6ケース) (4.4(4)) |
| 2027年1月末頃 | ① 鉄影響による緩衝材の変質評価の解析結果 (地下水組成: 6ケース) (4.4(7)) ② セメント影響による緩衝材の変質評価の解析条件 (機構条件: 2ケース) (4.4(4)) ③ セメント影響による緩衝材の変質評価の結果 (機構条件: 2ケース) (4.4(7)) ④ 鉄影響による緩衝材の変質評価の評価条件 (機構条件: 2ケース) (4.4(4)) ⑤ 鉄影響による緩衝材の変質評価の解析結果 (機構条件: 2ケース) (4.4(7)) |

5.3 成果物の提出・検収及び補修・保証

- (1) 成果物は4.4の要求事項を全て満たしていること。成果物の内容が5.2の要求事項を全て満たしていること。
- (2) 受託者は、成果物の検収に先だって検収方法 (成果物の内容、検査基準、提出期限及び提出方法等) について機構技術部と打合せ、円滑な成果物の提出に努めるものとする。
- (3) 受託者は、契約書に定める事業報告書を仕様書に定める成果物 (成果報告書を含む) 最終提出期限までに機構技術部に提出しなければならない。
- (4) 機構技術部は提出された事業報告書及び成果物 (成果報告書を含む) を遅滞なく (実施期間が終了するまでに) 検査し、検査結果を受託者に通知するものとする。
- (5) 検査の結果、成果物に欠陥が発見された時は、受託者の負担で補修しなければならない

ない。ただし、その対策については、事前に機構の承諾を受けなければならない。

6. 委託者側実施責任者

原子力発電環境整備機構 技術部長 北川 義人

[業務所管：技術部 性能評価技術グループ]

7. 特記事項

- (1) 受託者は、本仕様書に記載されている事項について疑義が生じた場合には、機構に協議書を提出のうえ、機構と協議し、その決定に従うものとする。
- (2) 受託者は、機構との協議等においては議事録、協議書を作成し、その内容について機構の確認・承諾を得る。
- (3) 機構が既に行った調査資料で、本業務に必要なものは随時提供する。ただし、受託者は「3.3 秘密情報に関する事項」を遵守しなければならない。
- (4) 「表-2 実施計画書記載項目」に記載された項目のうち、業務上該当しないものについては、該当しない理由を示したうえで、実施計画書に「該当項目なし」と記載すること。
- (5) 受託者は、機構が通常実施権を有する知的財産を使用して業務を実施する場合には、機構に対し、当該知的財産の通常実施権の許諾を申請すること。
- (6) 受託者は、本業務に係る特許又は実用新案の出願又は申請をする場合は、あらかじめ出願又は申請に際して提出すべき書類の写しを添えて、機構に通知すること。
- (7) 受注者は、データ入力作業において、入力が正確に実施されたことを確認し、品質確認結果の記録として残すこと。またその写しを機構に提出すること。

以上

実施責任者届（例）

20〇〇年 月 日

原子力発電環境整備機構 技術部長

受託者：
名 称：
氏 名： ⑩

下記業務に係る実施責任者を任命しましたので経歴書を添えてお知らせします。

記

1. 件 名 ○〇〇〇
2. 実施責任者 ○〇〇〇
3. 経 歴 別添

業務特性に応じて、記載事項を適宜修正して使用すること。

以 上

経歴書

氏名：
生年月日： 年 月 日生

学 歴

年 月
年 月

職 歴

年 月
年 月

主な業務経歴

年 月
年 月
年 月

資 格

年 月
年 月
年 月
年 月

以 上

主任技術者届（例）

20〇〇年 月 日

原子力発電環境整備機構 技術部長

受託者：
名 称：
氏 名： ⑩

下記業務に係る主任技術者を任命しましたので経歴書を添えてお知らせします。

記

1. 件 名 ○〇〇〇
2. 主任技術者 ○〇〇〇
3. 経 歴 別添

業務特性に応じて、記載事項を適宜修正して使用すること。

以 上

経歴書

氏名：
生年月日： 年 月 日生

学 歴

年 月
年 月

職 歴

年 月
年 月

主な業務経歴

年 月
年 月
年 月

資 格

年 月
年 月
年 月
年 月

以 上

QC 工程表

QC 工程表では、品質管理上要点となる工程を抽出して作成する。抽出する工程は、当該業務範囲を網羅し、業務成果品の品質に大きく影響を与える工程、業務安全管理上重要な工程等を設定する。前工程又は次工程が他部署、他組織になる場合も考慮する。

QC 工程表で管理する工程は、様式に定める各項目が全て記述されるものを選択する。

| No. | 作業工程 (業務段階) | 適用する仕様、手順書、実施領書、要基 | 認を部 行署託(再委 託当先業担 のは場務合 は託再先委 担当の部の 署載を記 | 検査・確 認項目 | 合格基 準 | 検査・確 認方法 | 検査・確 認の結果を した記録文書 | 検査・確 認責任 者 | 委託先確 認方法 (記録確 認/立会 確認) (委託先 担当業務 の場合は 「一」と する。) | 機構による確認 | |
|-----|----------------|--------------------|---|-------------|----------|-------------|-------------------------|------------------|--|-------------------------------|----------|
| | | | | | | | | | | 確認方 法 (記録/確 立会 認) | 確認時 期 |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

工程番号などを用いて、QC 工程表で管理する工程と、全体工程の関係が分かるように記述する。

QC 工程表（記載例）

| No. | 作業工程 (業務段階) | 適用する仕様、手順書、実施要領書、基準等 | 確認を行う部署(再委託先の場合の委託先担当部署) | 検査・確認項目 | 合格基準 | 検査・確認手順 | 検査・確認の結果を記した記録文書 | 検査・確認責任者 | 委託先確認方法 (記録確認/立会確認) (委託先担当業務の「一」と合わせる。) | 機構による確認 | |
|-----|-------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|---|--|------------------|---------------------------------------|---|---------------------|-----------|
| | | | | | | | | | | 確認方法 (記録確認/立会確認) | 確認時期 |
| 1 | 文献からのデータ抽出とリスト化(全体工程№○) | ○調査実施手順書 | 株式会社○○△部 | ○調査実施手順書に定められた手順と実作業手順 | 手順書(実施要領書)通りに作業した。 | 定められた手順書通りに作業できているかを立会により確認する | 作業実施記録 | 環境太郎(再委託先実施責任者) 原子陽太(委託先実施責任者) | 立会確認(全数) | 立会確認(抜取) | 業務開始1か月後 |
| 2 | 抽出データの入力(全体工程№○) | 入力漏れ、入力間違いなし | 株式会社○○△部 | 抽出データと入力データ | 全てのデータが正しく入力されている | ダブルチェック(独立検証) | 入力実施記録 | 環境太郎(再委託先実施責任者) 原子陽太(委託先実施責任者) | 記録確認(全数) | 記録確認(全数) | |
| 3 | データに基づく評価(全体工程№○) | ○×評価基準 | ××コンサルティング | ○×評価基準 | 評価基準を全て満足している | 評価の実施記録に基づき、適切な力量を保有する評価者が、実施しを確認する。評価結果の理由が記載されている。 | ○×評価実施記録 | 原子陽太 | — | 記録確認(抜取) | 業務開始2か月後 |
| 4 | 報告書作成(全体工程№○) | 業務実施計画書 | ××コンサルティング | 業務実施計画書x章x節「成果報告書」及び報告書作成標準 | 報告書作成標準に定められた体裁が確保されている媒体、部数が業務実施計画書の記載事項と一致している。 | 業務実施計画書、「報告書作成標準」に基づき、成果品を検証する。 | 成果物確認シート | 原子陽太 | — | 記録確認(全数) | 成果物納品前日まで |

QC 工程表では、品質管理上要点となる工程を抽出して作成する。抽出する工程は、当該業務範囲を網羅し、業務成果品の品質に大きく影響を与える工程、業務安全管理上重要な工程等を選出する。前工程又は次工程が他部署、他組織になる場合も考慮すること。

QC 工程表で管理する工程は、様式に定める各項目が全て記述されるものを選択する。

協 議 書

年 月 日

原子力発電環境整備機構
技術部長 殿

受 託 者：
実施責任者： ⑩

受託件名：

| | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|-----------------|--|--|----|----|----|--|--|--|
| 件名 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 回答 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><tr><td colspan="3">原子力発電環境整備機構 技術部</td></tr><tr><td>部長</td><td>GM</td><td>担当</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table> | | | 原子力発電環境整備機構 技術部 | | | 部長 | GM | 担当 | | | |
| 原子力発電環境整備機構 技術部 | | | | | | | | | | | |
| 部長 | GM | 担当 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

情報の取扱いに伴うチェック票

機構との契約に係る秘密情報（個人情報、技術開発情報等）の取扱い状況について確認して下さい(枠線の箇所に記入してください。)

| | | | |
|-----|--|--------------|---|
| 件名 | | 契約期間 | |
| 会社名 | | 実施責任者又は現場代理人 | 印 |

【確認欄の記入要領】

- ① 着手前（契約締結時）：本件の関係者に周知した日付を記入してください。
 - ・複数回周知する場合は、初回に周知した日付で構いません。
 - ・本件から対象外となる項目は「－」を記入してください（対象外となる場合は、着手前に機構の確認を得た後に備考欄にその理由を記載してください）。
- ② 完了時
 確認項目の実施結果を記入してください。
 ○：実施した（項目3については、保管期間満了後に削除する予定のものも含む。）
 －：対象外

| No | 確認項目 | 確認欄 | |
|----|--|------|------|
| | | ①着手前 | ②完了時 |
| 1 | 本件に係る秘密情報は、執務室の施錠やキャビネットへの施錠保管等の物理的措置を講じて保管できている | | |
| 2 | SNS を用いて本件に係る秘密情報を不特定多数へ拡散させる行為や、サイバー攻撃に、関係者が関わらないよう、従事者の情報管理教育を含めた必要な処置を講じている | | |
| 3 | 本件に係る電子データは、パスワード設定やシステムへのアクセス権限設定（ID・パスワードの付与）等の技術的措置を講じている | | |
| 4 | 本件に係る情報の目的外利用を防止するために、情報が不要となった時点で、情報の削除又は返却する処置を講じている | | |
| 5 | 本件に係るすべての電子データは、ウイルス対策ソフトを最新の状態に更新したパソコン、タブレット端末等で扱うように処置を講じている | | |
| 6 | 個人的に所有するパソコン、タブレット端末、外部記憶媒体（外付けハードディスク、USBメモリ、メモ리카ード、CD-R）等で本件に係るすべての電子データを取扱わない | | |
| 7 | 本件に係るすべての電子データは、ファイル共有ソフトが導入されたパソコン、タブレット端末等では取扱わない | | |
| 8 | 本件に係る秘密情報の漏洩・消失対策、バックアップ対策及びバックアップ情報の秘密保持のために必要な措置を講じている | | |
| 9 | 本件の再委託先に対して、上記と同様の事項について確認する | | |

本チェック票は業務完了後、機構担当箇所へ提出してください。

| |
|---------------------------|
| 備考（対象外の項目がある場合、その理由を記載する） |
|---------------------------|

| 機構確認欄 | | |
|-------|----|-----|
| 技術部長 | GM | 担当者 |
| | | |

- ・機構は情報を渡す際や打合せの際等、受託者には折に触れて情報管理の徹底をお願いするとともに、受託者の情報管理状況について口頭等で確認する。
- ・機構は技術部長の承認後、本チェック票を当該件名に関する書類とともに保管する。