## 地層処分システムの設計・安全評価体系の

## システム化に関する研究()

### 成果報告書

(核燃料サイクル開発機構 業務委託報告書)

# 2003年2月

## 三菱重工業株式会社

本資料の全部または一部を複写・複製・転写する場合は、下記にお問い合わせくだ さい。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

**Technical Cooperation Section**,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,

Japan

2003年2月

### 地層処分システムの設計・安全評価体系の システム化に関する研究() - 成果報告書 -

(核燃料サイクル開発機構 業務委託報告書)

石原義尚<sup>\*1</sup>,福井 裕<sup>\*1</sup>,佐川 寬<sup>\*1</sup>,伊藤隆哉<sup>\*1</sup>, 松永健一<sup>\*1</sup>,小華和治<sup>\*1</sup>,桑山有紀<sup>\*1</sup>

要旨

本研究では,統合解析システムの開発に資するため,第2次取りまとめに向けて構築されてきた設計・安全評価の体系を整理し,多種・多様な技術情報の網羅性と詳細度を考慮した上で体系化を図り,これらを知識ベースとしてシステム化するための検討を行った。

- (1) これまでの性能評価レポートで採用されている手法を参考に,技術情報をシステム化するのに適した形態を整理した上で,設計・性能評価の両分野におけるワークフロー (ワーク項目)に基づく情報整理と,安全評価で対象とする現象・特性フロー(現象 項目)に基づく情報整理を行い,技術情報の体系化を行った。
- (2) 地層処分の研究3分野間の技術情報およびデータセットとの関連性ならびに追跡性を 確保するため,技術情報の体系化の検討結果に基づき,システムへの展開・構築に必 要なデータベース構造およびシステム機能を明確にした。
- (3) 設計および性能・安全評価の解析作業を支援していくため,解析作業で使用される多種多様なコードを対象に,統合解析システム上で統一的に使用・制御する方法について調査し,実現可能性を整理した。

本報告書は,三菱重工業株式会社が核燃料サイクル開発機構との委託研究契約により実施した研究成果に関するものである。

機構担当部課室:東海事業所 環境保全・研究開発センター 処分研究部 システム解析グループ

\* 1 三菱重工業株式会社

#### Study on Systematic Integration Technology of Design and Safety Assessment for HLW Geological Disposal (II) - Research Document -

(Document Prepared by Other Institute, Based on the Trust Contract)

Yoshinao Ishihara <sup>\* 1</sup>, Hiroshi Fukui <sup>\* 1</sup>, Hiroshi Sagawa <sup>\* 1</sup>, Kenichi Matsunaga <sup>\* 1</sup>, Takaya Ito <sup>\* 1</sup>, Osamu Kohanawa <sup>\* 1</sup>, Yuki Kuwayama <sup>\* 1</sup>

#### ABSTRACT

The present study was carried out relating to basic design of the "Geological Disposal Technology Integration System" that will be systematized as knowledge base for design analysis and safety assessment of HLW geological disposal system by integrating organically and hierarchically various technical information in three study field. The key conclusions are summarized as follows:

- (1) As referring to the current performance assessment report, the technical information for R&D program of HLW geological disposal system was systematized hierarchically based on summarized information in a suitable form between the work flow (work item) and processes/characteristic flow (process item).
- (2) As the result of the systematized technical information, database structure and system functions necessary for development and construction to the computer system were clarified in order to secure the relation between technical information and data set for assessment of HLW geological disposal system.
- (3) The control procedure for execution of various analysis code used by design and safety assessment in HLW geological disposal study was arranged possibility in construction of "Geological Disposal Technology Integration System" after investigating the distributed computing technology.

\*1 Mitsubishi Heavy Industries, LTD.

This work was performed by Mitsubishi Heavy Industries, LTD. under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison : Waste Management and Fuel Cycle Research Center, Waste Isolation Research Division, System Analysis Group

### 目 次

1.	は	じめに1
2.	技	術情報の体系化
	2.1	既存手法の調査2
	2.2	体系化の方針
	2.3	ワーク項目(ワークツリー)の設定12
	2.4	ワーク項目に基づく技術情報の整理 20
	2.5	現象フローに基づく技術情報の整理
	2.6	ワーク項目と現象フローの対応整理102
3.	デ	ータ追跡性機能の検討123
:	3.1	技術情報データベースとパラメータセット・データベースの整合123
	3.2	システム機能の検討
4.	解	析コード制御機能の検討142
5.	お	わりに
参	考文	献153
付	録1	ワークフローおよび技術情報(ワークシート )

#### 図目次

図 2-1	第2次取りまとめレファレンスケースの PID4
図 2-2	第 2 次取りまとめ生物圏評価の RES マトリクス 5
図 2-3	SR97 の THMC ダイアグラム(緩衝材/埋め戻し材)
図 2-4	安全評価解析に関係する現象・特性フロー7
図 2-5	技術情報の体系化概念図11
図 2-6	処分技術(設計)分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図21
図 2-7	性能評価分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図
図 2-8	安全評価に係わる現象・特性フロー
図 3-1	データの階層構造と管理123
3-2	パラメータセット・データベースのデータ構造(1) 処分場構成要素・物性 125
図 3-3	パラメータセット・データベースのデータ構造(2) 特性・解析情報 126
図 3-4	技術情報データベースのテーブル構造131
図 3-5	技術情報の管理・登録方法133
図 3-6	超深地層研究分野における統合化データフロー137
図 3-7	地質構造モデル
図 3-8	断層モデル138
図 4-1	CAPASA システムにおける解析コードの実行制御の概念147

図 4-2 複数分散計算機環境における解析コードの制御概念	15	51	l
-------------------------------	----	----	---

#### 表目次

表 2-1	設計 ( Repository Design ) 作業のワークツリー	13
表 2-2	性能評価 ( Performance Assessment ) 作業のワークツリー	17
表 2-3	ワーク項目に関する技術情報(ワークシート)の整理項目	20
表 2-4	現象・特性フローに関する技術情報(総括的 FEP 辞書)の整理項目	34
表 2-5	現象・特性フローに関する技術情報(発熱)	35
表 2-6	現象・特性フローに関する技術情報(伝熱)	37
表 2-7	現象・特性フローに関する技術情報(母岩の地下水流動)	41
表 2-8	現象・特性フローに関する技術情報(プラグ,埋戻し材等の地下水流動)	44
表 2-9	現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材中水理)	47
表 2-10	現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材膨潤)	49
表 2-11	現象・特性フローに関する技術情報(オーバーパック腐食)	53
表 2-12	現象・特性フローに関する技術情報(オーバーパック破損)	56
表 2-13	現象・特性フローに関する技術情報(ガラス破損)	60
表 2-14	現象・特性フローに関する技術情報(地下水化学)	63
表 2-15	現象・特性フローに関する技術情報(支保間隙水)	66
表 2-16	現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材間隙水)	68
表 2-17	現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材の化学的劣化)	71
表 2-18	現象・特性フローに関する技術情報(放射線分解)	73
表 2-19	現象・特性フローに関する技術情報(ガラス溶解)	76
表 2-20	現象・特性フローに関する技術情報(核種溶出)	80
表 2-21	現象・特性フローに関する技術情報(溶解・沈殿)	82
表 2-22	現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材中核種移行)	88
表 2-23	現象・特性フローに関する技術情報(母岩中核種移行)	91
表 2-24	現象・特性フローに関する技術情報(断層破砕帯中核種移行)	95
表 2-25	現象・特性フローに関する技術情報(生物圏核種移行)	98
表 2-26	現象・特性フローに関する技術情報(被ばく)1	100
表 2-27	ワーク項目(ワークツリー)と現象・特性フローの対応表(ドラフト)1	103
表 3-1	変数項目リスト1	127
表 3-2	設計ワーク項目とパラメータセットの相関マトリクス1	129
表 3-3	性能評価ワーク項目とパラメータセットの相関マトリクス1	130
表 3-4	技術情報データベースのテーブル構成1	132

表 3-6	統合解析システムにおける地質環境データの活用と連携例	141
表 4-1	第2次取りまとめにおける設計・性能評価ツール	143
表 4-2	分散計算処理の事例調査	146

1. **はじめ**に

サイトを特定しない第2次取りまとめにおいては、仮想的な地質環境に例示的な処分シス テムが構築され、これが所期の安全機能をすべて発揮することを前提に性能・安全評価を行 ってきた。今後は、処分事業の進展に伴って、処分地(候補地等を含む)が持つ具体的な地 質環境条件を適切に考慮した設計・シナリオに基づいて評価モデルおよびパラメータを設定 し、安全評価が実施可能な環境を整備していくことが重要となる。このため、サイクル機構 に対しては、第2次取りまとめまでの研究成果ならびに今後 ENTRY、Quality および深地 層の研究施設等で得られる新たな研究成果を活用して、地層処分技術の信頼性の確認や安全 評価手法の高度化に向けた研究開発が求められている。

地層処分システムの長期の安全性は,シナリオで表現される長期間の複合的な現象を考慮 して処分システム全体の性能を定量化することによって示される。特に,安全評価の基本と なる地下水移行シナリオに関しては,今後進められる個別詳細研究の成果を取り込みつつ, シナリオの成立性(例えば,ニアフィールドに関連するものとして,緩衝材の幾何形状,温 度変化,完全飽和の達成,還元条件の回復,拡散場の形成,変質・劣化など)を確認し,こ れを安全評価に適切に反映していくことが重要である。このためには,地層処分システムの 設計(長期健全性評価含む)で得られる知見を組み合わせた適切なシナリオに基づく条件設 定と,これに応じた一連の安全評価において必要となる技術情報を統合する統合解析システ ムの開発が必要である。

本研究では,統合解析システムの開発に資するため,第2次取りまとめに向けて構築され てきた設計・安全評価の体系を整理し,今後の研究開発で得られる成果も考慮した上で,こ れらを知識ベースとしてシステム化するための検討を行う。

-1-

2.技術情報の体系化

地層処分システムの研究開発における多種・多様な技術情報(現象理解,データ取得,処 理,判断,解析結果,ノウハウ等)の体系化においては,網羅性と詳細度に十分配慮して進 める必要がある。網羅的な情報の体系化を進めても,個別研究で得られる詳細な情報を取り 扱うことができず,一方,個別事象に対する詳細度のみを追求すると情報の流れ・連携が複 雑になり,全体像の把握が困難となる。このような観点を踏まえて,昨年度に作成したワー クフロー(石原ほか,2002)を参考として,各分野間の情報,特に性能評価の実施を支援 することに重点を置いたデータの連携・相関を,網羅性と詳細度を考慮して整理する。ここ では,これまでの性能評価レポートで採用されている下記の手法を参考に,これらの技術情 報を知識ベースとしてシステム化するのに適した形態を検討した上で,体系化を行う。

- ・第2次取りまとめ(サイクル機構, 1999)で採用されている FEP (Feature Event Process) / PID (Process Influence Diagram) に基づく相互関係の整理手法。
- ・SITE-94 (SKI, 1996)や TRU 概念レポート (サイクル機構・電気事業連合会, 2000) で採用された AMF (Assessment Model Flowchart), あるいは SR97 (SKB, 1999) で採用された THMC ダイアグラムなどに基づく相互関係の整理手法。
- ・第2次取りまとめにおける生物圏評価で採用された RES マトリクスによる相関関係の 整理方法。

なお,ここでは,第2次取りまとめで蓄積された知見を出発点とし,今後 ENTRY ,Quality および東濃や幌延の深地層の研究施設を活用した研究から得られる情報およびその流れが 取り込み可能となるよう,より汎用的なワークフローへの体系化を検討する。

2.1 既存手法の調査

技術情報の整理方法ならびに相関関係の図示方法については,これまでの性能評価レポートで採用されている手法として,下記が挙げられる。

PID(プロセス・インフルエンス・ダイアグラム) RES マトリクス THMC ダイアグラム

・PID の例としては,第2次取りまとめ(図2-1参照)やSITE-94 等がある。FEP をイン フルエンスにより繋ぎ合わせて因果関係を示す方法であり,上流/下流の関係が明示され るため全体を俯瞰し網羅性を確保するのに適した手法と考えられる。しかし,FEP の数 が多くなると複雑になること,繋ぎ合わせの矢印の意味を別途定義し明確に示す必要があ る。

・RES マトリクスの例としては,第2次取りまとめの生物圏評価(図 2-2 参照)がある。

対角要素間の相互作用が非対角要素(ODE)に置かれ,ODE は少なくとも一つの FEP が一致することが要求される。本マトリクスは,各要素間の相互作用は分かり易いが,そ の生起の時間的順列は表現しておらず,現象の最初と最後(流れ)が分かり難い。また, 特性が,熱,水理,化学,力学,物質移行,放射線影響と複数あることから,1枚のマト リクスで表現することは困難である。(構成要素と特性の2軸があり,対角要素にどちら を選択しても,1枚のマトリクスに収めることは困難と考えられる。)

・THMC ダイアグラムは SR97 で用いられた手法(図 2-3 参照)で,熱,水理,化学,力 学,物質移行,放射線影響ごとに,特性(システムの状態を表す変数)と現象(プロセス) の関係を図示したものである。ただし,THMC ダイアグラムは関係を記述する一手段に 過ぎず,SR97 では現象毎に別途詳細な記述を準備している(Process Report)。また, 構成要素(サブシステム)毎にTHMC ダイアグラムを作成している。

このように,技術情報の整理方法ならびに相関関係の図示方法としては,どれも一長一短がある。

一方,第2次取りまとめの安全評価においては,解析対象とするレファレンスケースで考慮している現象をまとめた現象・特性フローを整理している(図2-4参照)。本フローはFEP に拘わらず現象をフローで図示したものであり,PIDよりも簡潔に整理されているため, 安全評価を実際に行うときには,非常に参考になる。このような現象・特性フローを整理し ておくことは,「モデルありき」を前提として作成された昨年度のワークフローを補間する とともに,第2次取りまとめ以降の研究開発におけるワーク項目(例えば,新規モデル開発) への対応に有効であると考えられる。





図2 - 1 第2次取りまとめレファレンスケースの PID

	1.1	12.15	1.4	3.7	1.0	1.7	1.0	12.0	11.10	18.83	3.13	11.875
1-1 ソースターム (汚染された地下	12	地下水战出	1.4	1.5	1.0	1.7	18.8	1.5	1.10	1.13	1.12	1.13
未)												
2.1	2.2 物画近くの要求	23	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	2.11	2.12	2.13
	No. of the second secon											
3.1	32	3.3 表展年 (洪水)	3.4 定瞭	3.5	3.6 洪水 灌葺	3.7	3.8 6803 行着	3.9 股中	3.10 கலங்க (அ.) 20	3.11	3.12 木の供給 効果およびレク リエーションへ の利用	3.13 外部被ばく 期収
4.1	42	43 丙7日	4.4 素服增額副 (25水)	4.5	4.6 土壌の転換()を 行) 実現	4.7 西沙迪	4.8 村瀬	4.9 對取	4.10	4.11 ペッドロード	4.12 レタリエーショ ンへの利用	4.13 外部被ばく 勝取
5.1	52	5.3 信食 地下水流出 (酒 長)	5.4	5.5 動和度が可変と なる表面下部の 土壌 (VSZ)	5.6 興史 (福政)	5.7	5.8	5.9	5.10	5.11	5.12	5.13
6.1	62	6.3 12:1t	6.4	6.5 38 <del>3</del> 8	6.6 表面土塚	6.7 第61上部句	6.8 1947	6.9 根章	6.10	6.11	6.12 豊富への利用	6.13 外部被信< 振取
7.1	72	7.3 気険による効果	7.4 気険による効果	7.5	7.6 沈着 気奈による効果 単による役食	7.7 大気	7.8 注着 気奈による効果	7.9 吸入 気険による効果	7.10 気動による65里	7.11 気動による効果 沈着	7.12 気動による効果	7.13 192.X
8.1	8.2	8.3 Na	8.4 総著	8.5	8.6 単着 ウェザリング	8.7 減款 呼吸 利益	8.8 #10	8.9 截取	8.10 風遊	8.11 账商	8.12 政制印刷	8.13 摂取
9.1	9.2	9.3 MOM	9.4 統計 住物議員	9.5	9.6 新2 生物語品	9.7 呼気	9.8 新課 斎絵の内染	9.9 ##	9.10 66#	9.11 部課 生物網の	9.12 連進利用	9.13 勝秋
10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7 エアロゾル	10.8 4947	10.9 創政	10.10 加厚薄城/河口 赤	10.11 15.60	10.12 漁業およびレク リエーションへ の利用	10.13 外部被ばく
11.3	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7 表词通	11.8 KBKZ	11.9 教教	11.10 西河南	11.11 沿岸海域/河口 川林県	11.12 シクリエーショ ンへの利用	11.13 外部続ばく 昭収
12.1	12.2	12.3 Resk	12.4 武王	12.5	12.6 表状活動 時記	12.7 週初活動	12.8 原研:5約 時間	12.9 最終活動	12.10	12,11	12.12 移行に影響を及 ぼす人院活動	12.13 彼ばく経路への 影響
13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	13.10	13.11	13.12	13.13 人間の被述くモ 一ド

### 図 5.3.3-4 相互作用マトリクスを用いた生物圏での核種移行プロセスの特定(レファレンスケース)

図2-2 第2次取りまとめ生物圏評価の RES マトリクス

င့်



Figure 2-2. THMC diagram for buffer/backfill.

図2-3 SR97の THMC ダイアグラム(緩衝材 / 埋め戻し材)



図5.1-2 レファレンケースで考慮する核種の移行に関係する現象・特性

図2-4 安全評価解析に関係する現象・特性フロー

2.2 体系化の方針

地層処分研究開発 3 分野の連携において重要となる技術情報(現象理解,データ取得, 処理,判断,解析結果,ノウハウ等)は,サイクル機構殿の各ユーザの立場により,その 活用の視点が異なる。技術情報の体系化は,その活用スタイルから「個別研究」と「評価」 の二面性を考慮して進める必要がる。サイクル機構殿が考えられている統合解析システム としては,各ユーザの目的に応じて,次の 3 つの視点から利用可能なシステムを構築する ことにある。

個別研究での技術情報の管理・活用

主に,調査・実験・モデル化研究を行う研究者の視点(個別研究作業実施の視点)か らの運用で,例えば以下の作業の支援に利用することが挙げられる。

- ・サイト特性調査を中心とした知識の蓄積,活用
- ・データの収集,記録作業
- ・データの品質保証(トレーサビリティ確保)
- ・自身の作業の上流 / 下流の把握(例えば,データ取得者が下流のモデル化作業を 把握する,あるいは,モデル化作業者がデータ取得作業を把握する,など)
- ・自身の研究が次項の評価のどの項目に反映されるかの把握

評価・取りまとめでの技術情報の管理・活用

主に,解析・評価研究を行う研究者の視点(評価・取りまとめ作業実施の視点)からの運用で,例えば以下の作業の支援に利用することが挙げられる。

- ・設計・性能評価を中心とした知識の活用
- ・データを利用した解析・評価作業
- ・自身の評価作業の上流 / 下流の把握
- ・利用データの整合性,トレーサビリティの確保

プロジェクトマネージメントでの技術情報の管理・活用

主に,プロジェクトマネージャーの視点からの運用で,例えば以下の作業の支援に利 用することが挙げられる。

- ・研究全体の進捗状況の把握
- ・課題の抽出,優先度の判断

以上のようなサイクル機構殿のニーズに基づき,3つの視点からの技術情報の管理・運用 を目指して,技術情報の体系化を以下の観点で実施する。 ● 作業の観点:ワークフローと技術情報(ワークシート)

実際に試験(観測含む),解析・評価等の作業を行う観点から,昨年度のワークフロー に基づき,各ワーク項目に対する技術情報をワークシートの形で整理する。ここで整理 する技術情報は,基本的に試験/解析等で設定されるデータと,その設定根拠(条件含 む)とする。これらのデータ項目の伝播はワークフローで示される。

● 評価の観点:現象・特性フローと技術情報(総括的 FEP 辞書)

性能評価(全体性能評価に重点)の観点からは,評価対象とする現象を中心とした情報の流れ(現象の連関)が必要となる。理想的には,Full PID に基づいて,どの現象を対象としているかを把握しながら評価することが望ましいが,PID が複雑になるため実用性には疑問が残る。このため,より現実的な現象の連関のみを整理した現象・特性フローを作成し,このフローの各項目に対する技術情報を整理する。ここで整理する技術情報は,解析・評価における現象の取扱に焦点をあてた内容とする。(幾つかの FEP 項目を纏めた総括的 FEP 辞書に相当するもので,実際の解析ケースが陽に想定し得る内容とする。)

現象・特性フローにおける技術情報の基礎となる知識・知見は,実際の作業(ワーク) から得られたものであり,現象・特性フローの項目とワークフローのワーク項目の対応 関係を定義しておく。

プロジェクトマネージメント

プロジェクトマネージメントは,評価に取り込んだ現象とその結果を見て,研究の重 要度・優先度を決定することであり,ワークフローおよび現象・特性フローに関連する 技術情報,ならびに処分場モデル上に表示された評価結果を基に,マネージャーが判断 する。システムは判断に資する情報を提供するため,例えば,ワーク項目や現象項目に 関する技術情報のステータス等を表示する。なお,対象とする現象はシナリオ分析と関 連し,シナリオ分析の結果から対象とした FEP 項目(特にプロセス)を現象・特性フロ ーに反映することで,評価の全体体系を把握することができる。

以上の観点から,ワークフローに基づく情報整理と,現象・特性フローに基づく情報整理を纏めた体系化の概念図を図 2-5 に示す。

ワークフローの各ワーク項目は,技術情報の登録や検索などの操作性を考慮し,ワーク ツリーとして表示する(Windows の Explorer のフォルダ表示と同様)。これは,ワーク項 目の管理の観点からも望ましく,ワーク項目の追加等の対応がシステム的にも容易である。 (詳細は,2.3項にて後述。) ワーク項目に対する技術情報(ワークシート)は,各ワーク項目に対して整理することで,容易に情報を取り出すことができる。また,上流/下流のワーク項目への関連(リンク)付けを図り,このリンクを辿ることで関連するワークシートに簡単にアクセスできるようにする。さらに,ユーザによる関連ワークの全体的な把握に資するために,ワークフローの表示機能を付加する。ただし,CADツールのようなワークフロー作成機能の実装はシステム製作上時間を要するため,当面は静的な画面の表示機能とする。(詳細は,2.4 項で後述。)

ワーク項目で設定されるデータは基本的に評価・解析の入力データとして活用されるものであり、パラメータセット・データベースでのデジタル値管理を行う。このため、ワーク項目とパラメータ項目のリンク付けを行い、データとそれに関連する技術情報の追跡性を担保する。(詳細は、3.1項で後述。)

現象・特性フローは,第2次取りまとめのレファレンスケースを参考に,安全評価(核 種移行評価)と密接に関連する現象(FEPリストのプロセスではなく,生起する事象)を, 熱・水理・化学・放射線・物質移行の各特性に大まかに分類して作成する。この現象・特 性フローに基づき,各現象(ボックス)に対する技術情報を,SR97(Process Report)の 記述(項目)を参考にして整理する。これは,幾つかのFEP項目を纏めたもので,ある種 の大括りなFEP辞書に相当するものである。ここでは,現象に関連するFEP項目を付加 しておくことで,FEP辞書からより詳細な情報を得ることも可能になる。(詳細は,2.5項 で後述。)

現象・特性フローの項目とワークツリー(ワークフロー)のワーク項目の対応付けに関しては,システム化を念頭に,網羅的(重複を含む)に整理する。(詳細は,2.6項で後述。)

以上の方法により,作業に即したワークフローと技術情報(ワークシート),評価に即し た現象フローと技術情報,ならびにパラメータセットの対応付けを行い,技術情報の体系 化を図る。



図2-5 技術情報の体系化概念図

2.3 ワーク項目(ワークツリー)の設定

ワークフローの作成および技術情報(ワークシート)を纏めるための単位としてワーク 項目を選定する。昨年度のワークフローを参考として設定したワーク項目を,処分技術(設 計)および性能・安全評価に分けて,表 2-1 および表 2-2 にそれぞれ示す。これらのワーク 項目は,CAPASA(石原ほか,1999)における PLAN の概念と同様に,関連する種々の情 報(ワークフロー,ワークシート,現象項目,技術情報等)を一元管理するための主要オ ブジェクトとしてシステム化する。

設定したワーク項目は,技術情報の登録や検索などの操作性を考慮し,ワークツリーとして表示するとともに,管理を行う(Windows の Explorer によるフォルダ/ファイルの管理・表示と同様)。これは,将来の研究の進展に伴ってワーク項目の追加・削除・再分類が行われることを想定し,ユーザによるワーク項目管理の観点で有効な方法であり,ワーク項目の追加等への対応がシステム製作の面からも容易に実現可能である。

	備考			
RD-1	RD-1.1			
設計条件	対象固化体選定			
	RD-1.2			
	定置方式選定			
	RD-1.3			
	処分深度設定			
RD-2	RD-2.1	RD-2.1.1	RD-2.1.1.1	
人工バリア設計	オーバーパック設計	腐食評価	材料選定	
			RD-2.1.1.2	
			腐食シナリオ	
			RD-2.1.1.3	
			腐食厚さ設定	
		RD-2.1.2	RD-2.1.2.1	
		耐圧評価	形状設定	
			RD-2.1.2.2	
			耐圧厚さ設定	
		RD-2.1.3	RD-2.1.3.1	
		放射線遮へい性	酸化性化学種発生量	
			RD-2.1.3.2	
			遮へい厚さ設定	
		RD-2.1.4		
		OP 仕様設定		
		RD-2.1.5		
		製作・施工性		
	RD-2.2	RD-2.2.1	RD-2.2.1.1	
	緩衝材設計	基本特性設定	ベントナイト組成	
			RD-2.2.1.2	
			締固め特性試験	
			RD-2.2.1.3	
			熱特性試験	
			RD-2.2.1.4	
			水理特性試験	
			RD-2.2.1.5	
			力学特性試験	
			RD-2.2.1.6	
			膨潤特性試験	
			RD-2.2.1.7	
			化学特性試験	
			RD-2.2.18	
			物質移行特性試験	
			RD-2.2.1.9	
			諸特性試験	
		RD-2.2.2	RD-2.2.2.1	
		緩衝材仕様設定	応力緩衝性検討	
			RD-2.2.2.2	
			施工時仕様設定	
			RD-2.2.2.3	
			膨潤後仕様設定	

表2 - 1 設計(Repository Design)作業のワークツリー

	備考			
RD-2 ( 続き )	RD-2.2 ( 続き )	RD-2.2.3	RD-2.2.3.1	
		放射線遮へい性	上部遮へい厚さ設定	
		RD-2.2.4		
		製作・施工性		
RD-3	RD-3.1	RD-3.1.1		処分孔,処分坑
処分施設設計	坑道設計	断面形状設定		道,王安・連絡
		RD-3.1.2	RD-3.1.2.1 十四丁++)昭宁	いりして、 「「」「」、 「」、 「」、 「」、 「」、 「」、 「」、
		又休上或訂	又休上 <b>州</b> 进止	1100000000000000000000000000000000000
			KD-3.1.2.2 支保工厚概略検討	<b>J J H J</b>
		RD-3.1.3 (RD-3.2)		RD-3.2 で展開
		空洞安定性評価		
	RD-3.2	RD-3.2.1		
	空洞安定性評価	自重解析		
		RD-3.2.2		
		坑道掘削解析		
		RD-3.2.3		
		処分孔掘削解析		
		RD-3.2.4		
	RD-3.3 抗道耐震安定性	KD-3.3.1 相定荷重铅定	KD-3.3.1.1 白山地般広答解析	
	机造耐辰文定任	心足问主政足	日田地盆心百麻(m) RD-3 3 1 2	
			水平応答深度	
			RD-3.2.1	RD-3.2 のワー
			自重解析	ク項目
			RD-3.2.2	RD-3.2 のワー
			坑道掘削解析	ク項目
		RD-3.3.2		
	RD-3.4 拉道配罢(執解析)	耐震安定性解析		
		RD-3.4.1		
	小坦配直(	<u> </u>		
		KD-3.4.2 占有面積設定		
	RD-3.5	RD-3.5.1	RD-3.5.1.1	
	レイアウト検討	パネル配置	パネル形状検討	
			RD-3.5.1.2	
			規模・数の検討	
			RD-3.5.1.3	
			方向・配置検討	
		RD-3.5.2	RD-3.5.2.1	
		アクセス坑道配置 	アクセス方式検討	
			KD-3.5.2.2	
			半剱快司	
			₩D-3.3.2.3 和罟検討	
		RD-3.5.3		
		主要・連絡坑道配置		

	備考			
RD-3 ( 続き )	RD-3.6	RD-3.6.1		
	プラグ / グラウト /	プラグ設計		
	埋戻し材設計	RD-3.6.2		
		製作・施工性(プラグ)		
		RD-3.6.3		
		グラウト設計		
		RD-3.6.4		
		RD-3.6.5	RD-3.6.5.1 拥白」 ++49式	
		奉中特性(埋戻し材)		
			KD-3.0.3.2 締田め特性試験	
			同じ行住式 (東) RD-3653	
			執特性試驗	
			RD-3.6.5.4	
			水理特性試験	
			RD-3.6.5.5	
			力学特性試験	
			RD-3.6.5.6	
			膨潤特性試験	
		RD-3.6.6		
		理戻し材設計		
		KD-3.0./ 制作,按丁州(畑ウレオ)		
RD-4	RD-4 1	裂1-・池上住(埕庆 0 初) RD-4 1 1		
長期健全性評価	熱・水理特性評価	熱 - 水 - 応力連成解析		
	RD-4.2	RD-4.2.1		
	構造力学安定性評価	パラメータ設定		
		RD-4.2.2		
		岩盤クリープ解析		
		RD-4.2.3		
		OP 沈下解析		
		RD-4.2.4		
		OP 腐食膨張解析		
		KD-4.2.5 绥街状沟屮鉊析		
	RD-4 3	波則勿加山舟/// RD-431	RD-4311	
	化学特性評価	OP 腐食生成ガス評価	溶存水素移行解析	
			RD-4.3.1.2	
			ガス移行解析	
	RD-4.4	RD-4.1.1		
	人工バリア耐震評価	岩盤初期応力解析		
		RD-4.4.2		
		Ⅰ 𝕵D-4.4.4 1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.		
		地辰心谷胜饥	1	1

#### JNC TJ8400 2003-037

	備考		
RD-5 建設・操業・閉	RD-5.1 建設		
鎖	RD-5.2 操業		
	RD-5.3 閉鎖		

	ワ-	ーク項目	備考	
PA-1	PA-1.1			
シナリオ分析	FEP リスト作成			
	PA-1.2			
	FEP 取捨選択			
	PA-1.3			
	PID 作成			
	PA-1.4			
	シナリオ作成			
PA-2	PA-2.1	PA-2.1.1		
放射線特性評価	インベントリ評価	ガラス固化体評価		
		PA-2.1.2		
		対象核種選定		
		PA-2.1.3		
		核種インベントリ		
	PA-2.2			
	放射線場評価			
PA-3	PA-3.1	PA-3.1.1		
水理特性評価	亀裂ネットワークモ	亀裂パラメータ設定		
	デル構築	PA-3.1.2		
		ネットワークモデル構築		
		PA-3.1.3		
		EDZ モデル化		
		PA-3.1.4		
		水理解析		
		PA-3.1.5 (PA-3.2)		PA-3.2 で展開
		移行経路抽出		
	PA-3.2	PA-3.2.1		
	バイフネットワーク	パイブネットワーク変換		
	セテル構築	PA-3.2.2		
		水坦解析		
	PA-3.3			
	連続体セテル構築	水理ハラメータ設定		
		PA-3.3.2 )またたて デル 推算		
		<u> 理続体セナル</u> 桶柴		
		PA-3.3.3		
		PA-3.3.4 水田叙坛		
		FA-3.3.3 较行级败地屮		
ΡΔ-4	ΡΔ-4 1			
化学特性評価	地下水組成評価	北		
		PA-4.1.2		
		地下水形成反応モデル		
		PA-4.1.3		
		   熱力学データ整備		
		PA-4.1.4		
		地下水組成評価		

表2 - 2 性能評価(Performance Assessment)作業のワークツリー

	ワ-	ーク項目		備考
PA-4 ( 続き )	PA-4.2	PA-4.2.1		
	間隙水組成評価	緩衝材中地球化学モデル		
		PA-4.2.2		PA-4.1.3 とは対
		熱力学データ整備		象反応が相違
		PA-4.2.3		
		間隙水組成評価		
	PA-4.3	PA-4.3.1		
	溶解度評価	溶解度試験		
		PA-4.3.2		放射性元素対
		熱力学データ整備		象
		PA-4.3.3		
		溶解度評価		
		PA-4.3.4		
		共沈モデル評価		
		PA-4.3.5		
		溶解度設定		
PA-5	PA-5.1	PA-5.1.1	PA-5.1.1.1	
物質移行特性評	人工バリア中移行特	カラス溶解速度設定	カラス溶解試験	
1曲	性テータ取得	PA-5.1.2	PA-5.1.2.1	
		分配係数設定	ハッチ収着試験	
			PA-5.1.2.2	PA-5.1.3.1 と
		DA 5 1 0	払取試験	同し
		PA-3.1.3 拉勒区粉动空	PA-3.1.3.1	
	DA 5.9		が公用入計入海央 DA 5 9 1 1	
	FA-5.2	FA-3.2.1 分散係数設定	FA-5.2.1.1 分数試驗	
			ファスロムini大 DA_5991	
		分配係数設定	バッチ収着試験	
		PA-5.2.3		
		拡散深さ設定		
		PA-5.2.4		
		拡散寄与面積率設定		
		PA-5.2.5	PA-5.2.5.1	
		拡散係数設定	拡散試験	
	PA-5.3	PA-5.3.1		
	人工バリア中核種移	人工バリア中核種移		
	行評価	行解析		
	PA-5.4	PA-5.4.1	PA-5.4.1.1	
	天然バリア中核種移	亀裂媒体中移行評価	亀裂媒体中核種移	
	行評価		行解析	
		PA-5.4.2	PA-5.4.2.1	
		多孔質媒体中移行評価	多孔質媒体中核種	
			移行解析	
		PA-5.4.3	PA-5.4.3.1	
		断僧屮移行評価	断層甲核植移行解析	
	PA-5.5 + 伽囲==□/≖	FA-5.5.1   珍仁ゴロムマきのウ		
	王初箇評恤			
		FA-3.3.2   泣げノプロセッ熱空		
		「エメいよくノロビス訳ル		

ワーク項目			備考	
PA-5 ( 続き )	PA-5.5 ( 続き )	PA-5.5.3		
		対象核種選定		
		PA-5.5.4		
		評価モデル構築		
		PA-5.5.5		
		データ設定		
		PA-5.5.6		
		移行・線量評価		
	PA-5.6	PA-5.6.1		
	全体性能評価	総合安全性評価		
		PA-5.6.2		
		不確実性解析		
PA-6	PA-6.1			
変動シナリオ評	隆起 / 侵食			
価	PA-6.2			
	気候海水準変動			
	PA-6.3			
	火山 / 火成活動			
	PA-6.4			
	地震 / 断層活動			
	PA-6.5			
	工学的欠陥			
	PA-6.6			
	人間活動(侵入)			

2.4 ワーク項目に基づく技術情報の整理

実際に試験(観測含む),解析・評価等の作業を行う観点から,前記 2.3 項で設定した各 ワーク項目に対する技術情報をワークシートの形で整理する。ここで整理する技術情報は, 基本的に試験/解析等で設定されるデータと,その設定根拠(条件含む)とする。これらの データ項目の伝播はワークフローで示される。

ワーク項目に対する技術情報の整理項目を表 2-3 に示す。また,個々のワーク項目に対す る技術情報(ワークシート)を付録1にまとめる。

No.	項目	内容
1.	識別番号	識別名称
2.	ワーク項目	項目名
3.	概要	当該ワークの概要
4.	設定パラメータ	当該ワークで設定されるパラメータの種類
5.	データセット	当該ワークで設定されたデータセット(デジタル値,分
		布,テーブル形式)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	データ設定に係わる設定根拠(判断内容等)
8.	設定条件 (熱的条件)	試験条件,解析条件等の記述(文書,グラフ等)
9.	設定条件(水理学的条件)	同上
10.	設定条件 ( 力学的条件 )	同上
11.	設定条件(化学的条件)	同上
12.	設定条件(放射線学的条件)	同上
13.	設定条件(物質移行条件)	同上
14.	設定条件(その他)	同上
15.	参考文献	参考文献名称(あるいは文献番号)
16.	上流側ワーク項目	当該ワークの上流側のワーク項目名(入力先)
17.	下流側ワーク項目	当該ワークの下流側のワーク項目名(出力先)

表2-3 ワーク項目に関する技術情報(ワークシート)の整理項目

また,ワーク項目(ツリー表示),技術情報(ワークシート),およびワークフローの対応 関係を,図 2-6(設計)および図 2-7(安全評価)に示す。ワーク項目とワークシートの関 係は,付録1に記述したワークシートがどのワーク項目に対応しているかを表している。ま た,ワーク項目とワークフローは複数の対応関係が定義されるが,表示が煩雑になるため, 代表的な項目に対するリンク関係を示した。



図2-6 処分技術(設計)分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図(1)



PA-0 性能·安全評価

図2-6 処分技術(設計)分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図(2)



図2-6 処分技術(設計)分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図(3)



図2-6 処分技術(設計)分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図(4)



図2-6 処分技術(設計)分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図(5)



PA-0 性能·安全評価

図2-6 処分技術(設計)分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図(6)



図2-7 性能評価分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図(1)



図2-7 性能評価分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図(2)






図2-7 性能評価分野のワークツーリー・ワークシート・ワークフロー相関図(5)

2.5 現象フローに基づく技術情報の整理

性能評価(全体性能評価に重点)の観点からは,評価対象とする現象を中心とした情報の 流れ(現象の連関)が必要となる。理想的には,Full PID に基づいて,どの現象を対象と しているかを把握しながら評価することが望ましいが,PID が複雑になるため実用性には 疑問が残る。このため,より現実的な現象の連関のみを整理した現象・特性フローを作成し, このフローの各項目に対する技術情報を整理する。ここで整理する技術情報は,解析・評価 における現象の取扱に焦点をあてた内容とする。(幾つかの FEP 項目を纏めた総括的 FEP 辞書に相当するもので,実際の解析ケースが陽に想定し得る内容とする。)

現象・特性フローは,第2次取りまとめのレファレンスケースを参考に,安全評価(核種移行評価)と密接に関連する現象(FEP リストのプロセスではなく,生起する事象)を,熱・水理・化学・放射線・物質移行の各特性に大まかに分類して作成する。第2次取りまとめにおける,レファレンスケースの現象フロー(図2-4参照)ならびにFEP リストに基づいて作成した,安全評価に関連する現象/特性フローを図2-8に示す。

図 2-8 に示した現象/特性フローに基づき,各現象(ボックス)に対する技術情報を, SR97(Process Report)の記述(項目)を参考にして,表 2-4 に示す項目に関して整理す る(相関関係の整理含む)。これは,幾つかの FEP 項目をまとめたもので,ある種の大括 りな FEP 辞書に相当すると考えられる。ここでは,現象に関連する FEP 項目を付加して おくことで,FEP 辞書からより詳細な情報を得ることも可能になる。なお,整理する技術 情報の記載内容は,第2次取りまとめベースの記述とする。



図2-8 安全評価に係わる現象・特性フロー

-33 -3

No.	項目	内容
1.	識別番号	識別名称
2.	現象名称	項目名
3.	概要 ( Description )	当該現象の一般的概要の記述
4.	現象のメカニズム	当該現象のメカニズムに関する科学的記述
5.	時間変化	当該現象の経時変化に関する記述(判断情報
		が含まれる場合もある)
6.	研究(成果)	当該現象に対する研究状況(試験,モデル化,
		データ取得,解析,ナチュラルアナログ等)
7.	現状の不確実性	当該現象の不確実性に関する記述(判断情報
		が含まれる場合もある)
8.	特性への影響(下流側現象)	当該現象の影響が伝播する下流側の現象項目
		(識別番号,複数の場合あり)
9.	原因となる影響(上流側現象)	当該現象に影響を及ぼす上流側の現象項目
		(識別番号,複数の場合あり)
10.	解析における取り扱い	当該現象の解析上の取り扱いに関する記述
		(判断情報含む,設定データと関連)
11.	設定データ	パラメータセット・データベースへのリンク
		情報(例えばデータ ID 番号等)
12.	参考文献	参考文献名称(文献のうち,サイクル機構殿
		作成資料の場合は文書データ登録が可能なこ
		とが望ましい)
13.	関連 FEP 項目	関連する FEP 項目(番号・名称)

表2-4 現象・特性フローに関する技術情報(総括的 FEP 辞書)の整理項目

図 2-6 のフローに示した現象に対して,表 2-4 の項目を整理した技術情報を,表 2-5~表 2-26 にそれぞれ示す。

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-1
2.	現象名称	発熱
3.	概要 (Description)	ガラス固化体内の放射性核種の放射性崩壊が原因で発熱す
		る。この熱を崩壊熱と呼ぶ。その発熱量はガラス固化体内に
		含まれている核種の種類および量に依存する。また,この発
		熱量は時間とともに放射性核種の量が減少するに従い減少す
		る。一方,ガラス固化体の温度は,発熱により徐々に上昇し,
		数年~数十年程度で埋設後の最高温度に達し,約千年後には
		地温と同等になると予想されている。
4.	現象のメカニズム	放射性核種が放射性崩壊の際に放出する放射線が周囲の物
		質に吸収され熱エネルギーに変換される。この熱エネルギー
		によりガラス固化体は発熱する。一方,ガラス固化体の温度
		は,ガラス固化体周囲の間隙幅およびオーバーパックの熱伝
		導率等の境界条件によって決まる。
5.	時間変化	第2次取りまとめでは ,ORIGEN2.1 を用いてガラス固化体
		の発熱量を評価した。再処理までの期間が長い程,アクチニ
		ド核種の発熱量が大きくなるので総発熱量が大きくなる傾向
		を示す。再処理までの期間を4年 , 中間貯蔵期間を 50 年とし
		た場合のガラス固化体の発熱量は約 350 W/本となる。一方,
		ガラス固化体処分後のニアフィールドの時間的な変化は,水
		および応力との連成を考慮しない有限要素法を用いた熱伝導
		解析により評価した。この評価では , ガラス固化体の発熱量
		として中間貯蔵期間 50 年後の発熱量を仮定した。ガラス固化
		体の温度は,発熱により徐々に上昇し,数年~数十年程度で
		埋設後の最高温度に達し,約千年後には地温と同等になると
		予想されている。
6.	研究(成果)	-
7.	現状の不確実性	発熱量を評価する際に必要な物理データ(崩壊定数,崩壊
		熱)には処分に重大な影響を与える不確実性はない。一方,
		ガラス固化体温度については、処分場周辺環境の不確実性が
		ガラス固化体温度に影響を与える。

表2-5 現象・特性フローに関する技術情報(発熱)

No.	項目	内容
8.	特性への影響	ガラス固化体の発熱は,オーバーパックおよび緩衝材内に
	(下流側現象)	温度勾配を発生させ,緩衝材の再冠水挙動に影響を与える。
		また,極度の高温状態はガラス固化体および緩衝材の変質を
		誘引することから,適切な温度範囲内に納まるように人工バ
		リアの設計が行われる。
9.	原因となる影響	-
	(上流側現象)	
10.	解析における取扱	ガラス固化体の発熱量予測では,燃焼・崩壊解析コード
		ORIGEN2.1 を利用できる。このコードは , 比出力 , フラック
		ス等の情報を基にした燃料の燃焼および , その後の冷却を含
		めて核種の崩壊を計算できる。一方 , ニアフィールド温度分
		布の時間的な変化は,水および応力との連成を考慮しない有
		限要素法を用いた熱伝導解析により評価可能である。第2次
		取りまとめの熱伝導解析では , ガラス固化体の発熱量として
		主に中間貯蔵期間 30~50 年後の値を使用して処分場の規模
		に及ぼす設計上の影響を把握した。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	-
13.	関連 FEP 項目	G-1.1 ガラス固化体の熱物性
		G-1.2 ガラス固化体の温度
		G-1.3 ガラス固化体の熱膨張
		G-1.4 崩壊熱の発生
		G-4.1 ガラス固化体の化学特性
		G-4.3 ガラス固化体の溶解
		G-4.8 ガラス固化体の化学的変質
		G-6.3.2 沈殿 / 溶解
		G-5.1 ガラス固化体中での核種の放射性崩壊
		OP-1.2 オーバーパックの温度

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-2
2.	現象名称	伝熱(オーバーパック,緩衝材,プラグ/グラウト,支保,
		埋め戻し材,母岩)
3.	概要 (Description)	ガラス固化体中の放射性核種の崩壊熱による発熱が,オー
		バーパック,緩衝材,プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材,
		母岩へと伝播する。伝熱の程度はそれぞれの領域の物性値と,
		地下水流動による除熱によって決まる。
4.	現象のメカニズム	熱は高温側から低温側へ伝播する。したがって,高温側の
		ガラス固化体から,低温側の母岩へ向って熱は伝播する。そ
		の伝熱の程度は,オーバーパック,緩衝材および母岩の物性
		値(熱伝導率,密度,比熱)と,地下水流動による除熱の影
		響を受ける。
		熱の伝播によってそれぞれの媒体の温度が変化する。それ
		にともなって,それぞれの媒体の物性値(密度,比熱)の変
		化が起こる。また,緩衝材や母岩では,比熱や熱伝導率は含
		水率に依存している。したがって,それぞれの領域で熱の伝
		播の程度を明らかにするためには、伝熱のみの評価だけでは
		なく, 伝熱の評価と水理の評価を連成させる必要がある。
5.	時間変化	第2次取りまとめでは,ニアフィールドの温度の時間的な
		変化は,水および応力との連成を考慮しない熱伝導解析によ
		り評価されている。解析には有限要素法汎用解析コード
		FINAS [1] が用いられている。
		このコードを用いて,緩衝材と母岩,ガラス固化体との間
		に隙間を考慮した隙間モデルと隙間なく均一に施工された状
		態の均一モデルの解析を行った。
		均一モデルの場合,オーバーパックおよび緩衝材の温度は
		埋設後数十年で最高に達し,それぞれ,150 ,100 を下回
		ることが示された。隙間モデルで隙間に空気を用いた場合で
		も,最高温度に達するまでには数十年を要し,オーバーパッ
		クの最高温度は均一モデルと比較して10 程度増大し,緩衝
		材については,100 を超える可能性があることが示された。

表2-6 現象・特性フローに関する技術情報(伝熱)

No.	項目	内容
6.	研究(成果)	第2次取りまとめでは,水および応力を連成させないモデ
		ルを用いた解析ではあるが,以下のことを確認した。
		・伝熱解析の結果,ガラス固化体が変質を起こす温度であ
		る 500 ,緩衝材がイライト化やセメンテーションを起
		こす温度である 100 を , それぞれの領域で超えないよ
		うな設計が実施できること。
		・伝熱によりオーバーパックの温度が上昇した場合,オー
		バーパックが熱膨張してガラス固化体を破壊する可能性
		があるが,オーバーパックの腐食による体積膨張と比較
		すると無視できるほど小さいこと。
		・緩衝材温度がオーバーパック周りで過度に上昇した場合,
		緩衝材が収縮してひび割れを起こす可能性もあるが,乾
		燥収縮が発生してもオーバーパック周辺の緩衝材に限ら
		れること。
7.	現状の不確実性	ガラス固化体,オーバーパック,緩衝材および母岩で,そ
		れぞれの境界に隙間が存在すると熱の伝播が悪くなり,特に
		緩衝材でイライト化あるいはセメンテーションを発生させ得
		る温度(100 )を超える可能性がある。したがって,熱伝達
		率の悪い隙間の発生を不確実性として考慮する必要がある。
8.	特性への影響	緩衝材の冠水および地下水流動,プラグ/グラウト,支保,
	(下流側現象)	埋め戻し材,母岩の地下水流動,緩衝材の化学的劣化に影響
		がある。
9.	原因となる影響	ガラス固化体の発熱が原因となる影響である。
	(上流側現象)	
10.	解析における取扱	第2次取りまとめの安全評価ではオーバーパック破損以後
		の評価をすることから,オーバーパック,緩衝材および母岩
		の温度は周辺地質の温度と同等で完全飽和と考え,伝熱の影
		響を考慮した評価を実施していない。しかし,水および応力
		との連成を考慮しない熱伝導解析を実施して, 伝熱による影
		響を把握した。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	[1] 動力炉・核燃料開発事業団(1992):汎用非線形構造解
		析システム FINAS,V.12 使用説明書,PNC TN520 92- 006.

No.	項目	内容
13.	関連 FEP 項目	OP -1.1 オーバーパックの熱物性
		OP-1.2 オーバーパックの温度
		OP-1.3 オーバーパックの熱膨張
		OP-3.2 オーバーパックの応力
		OP-4.3 オーバーパックと地下水の反応
		OP-6.2 幾何形状 / 間隙形状
		OP -7.1 オーバーパックの製作不良
		G-1.2 ガラス固化体の温度
		B-1.1 緩衝材の熱物性
		B-1.2 緩衝材の温度
		B-1.3 緩衝材の熱膨張
		B-2.2 緩衝材の飽和
		B-3.2 緩衝材の応力
		B-3.3 緩衝材の体積変化
		B-4.8 緩衝材の化学的変質
		B-4.9 塩の蓄積
		B-6.2 幾何形状/間隙形状
		B-6.3.4 沈殿 / 溶解
		B-7.1 緩衝材の製作不良
		B-7.2 緩衝材の施工不良
		D-1.1 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の熱物性
		D-1.2 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の温度
		D-1.3 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の熱膨張
		D-2.2 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の飽和
		D-3.2 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の応力
		D-3.3 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の体積変化
		D-4.8 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の化学的変質
		D-6.2 幾何形状 / 間隙形状
		D-6.3.4 沈殿 / 溶解
		D-7.1 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の製作不良
		D-7.2 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の施工不良
		H-1.1 母岩の熱物性
		H-1.2 母岩の温度

No.	項目	内容
		H-1.3 母岩の熱膨張
		H-2.2 母岩の飽和
		H-3.2 母岩の応力
		H-3.3 母岩の体積変化
		H-4.8 母岩の化学的変質
		H-6.2 幾何形状,間隙/亀裂の形状
		H-6.3.4 沈殿 / 溶解
		H-7.1 ボーリング孔 , トンネルのシール不良 / 変質

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-3
2.	現象名称	母岩の地下水流動
3.	概要 (Description)	母岩中の地下水移行経路としては亀裂,母岩自体の連続し
		た空隙 , およびこれらの複合体が考えられる。亀裂はその連
		続性や流速によっては支配的な地下水移行経路となる。
		流動場としての地下水移行速度は,当該領域の動水勾配と
		透水係数により定まるが,ガラス固化体の発熱が優位な期間
		においては熱対流が母岩の地下水流動に影響を与える。
		地下深部では,その直上の地表付近と比較して,動水勾配,
		透水係数ともに小さくなる傾向にある。
		掘削影響領域では,応力開放の結果として透水性が向上す
		<b>ర</b> .
		また,透水性の断層や高透水性破砕帯では特に大きな地下
		水移行速度となる。
		連絡坑道や処分坑道を掘削した場合,掘削範囲の外側に分
		布する応力開放岩盤近傍部分の透水性向上が懸念される。ま
		た,坑道掘削にともなう排水と換気により,坑道内壁部が不
		飽和状態となる可能性があり,健全な母岩と比較して水理特
		性が変化する。
		腐食生成ガスの蓄積と急激な放出も地下水流速の急激な上
		昇につながる可能性がある。
4.	現象のメカニズム	母岩の地下水流動は,基本的に動水ポテンシャルと透水係
		数により表現することができる。水理解析を実施する場合に
		は,系の領域と境界条件を定めた上で動水勾配および透水係
		数の分布を定めて,解析を実施する。系の中で透水性の大き
		な断層や破砕帯が存在する場合、その部分が特異的に大きな
		流速を有する。
		長期的な地下水流動系は,力学的影響による亀裂の閉鎖や
		生成,さらには母岩自体の圧縮(圧密)による空隙率の変化
		により変化する。また,母岩の化学的特性と地下水化学の組
		み合わせによっては , 岩が水理特性の異なるものに変質する
		可能性がある。

表2-7 現象・特性フローに関する技術情報(母岩の地下水流動)

No.	項目	内容
		ガラス固化体の発熱が有意な期間は , 処分坑道の近傍では
		熱対流による移流促進効果が見られる。また,空洞を開放し
		た状態での水理場には,飽和不飽和境界のポテンシャルの差
		を駆動力とする水分移動が行われる。
5.	時間変化	前項において記述したように , 長期的な力学場の変化によ
		り水理学的特性の変化が進む可能性がある。極端な場合,水
		理場自体が長期的に変化し動水勾配(水流の方向)が逆転す
		る可能性もある。
6.	研究(成果)	第2次取りまとめでは,国内の複数のデータをもとに天然
		バリアと掘削影響領域の水理場を作成し,亀裂ネットワーク
		モデルの統計的水理解析結果から掘削影響領域を通過する地
		下水流量を求めている。また,東濃地域の地質 / 水理に関す
		るデータをもとにモデル(水理地質構造モデル)を作成し水
		理解析を実施している。
7.	現状の不確実性	坑道周辺の水理解析については、その外側の処分場近傍の、
		より広い領域の水理的な影響を受ける。
		母岩は元来空間的な透水係数(ならびに動水ポテンシャル)
		の不均一性を有しており,限られた本数のボーリングデータ
		から広域的な水理モデルを作成する場合には , データを直接
		取得していない地点についても地質学的な知識をもとにデー
		タを設定する必要がある。さらに,安全評価に必要な長期的
		時間にわたり解析を実施するためには,水理場の時間的な変
		化に関する不確実性も存在する。
8.	特性への影響	母岩の水理解析結果は,核種移行解析の基本となる水理場
	(下流側現象)	を提供する。地下水流速の大小は天然バリアにおける核種移
		行量に大きな影響を与える。
9.	原因となる影響	母岩の長期力学的影響により,水理場の透水性の微視的分
	(上流側現象)	布が影響を受ける。また,ガラス固化体が有意な発熱量を有
		する期間では , 主として坑道近傍で熱対流の効果が現れる。
		坑道周辺部の掘削影響領域や支保,プラグ,埋め戻し材の
		劣化領域では透水性が上昇し,選択的水理移行経路となる可
		能性がある。
		坑道周辺の領域で,オーバーパック等の腐食によるガスが

No.	項目	内容	
		蓄積した場合,ガス圧が上昇し,急激に移行することにより,	
		周辺母岩の急激な流速上昇につながる可能性がある。	
10.	解析における取扱	天然バリアの空間的不均質性や長期にわたる水理場の時間	
		的変遷に付随する不確実性を考えた場合 , 母岩および周辺母	
		岩の水理場の長期的解析を実施することは難しい。現状では,	
		限られたデータをもとに地質モデルおよび坑道周辺の水理学	
		的モデルを作成し,地質の特徴を表すデータを利用して統計	
		的に多くの水理場を作成し,各水理場毎の解析を行い,平均	
		的な水理場の水理特性を求めている。このような水理場に対	
		して,掘削影響領域および処分坑道の水理学的モデルを作成	
		し,感度解析を行い,これらの有効性をある程度検討できる。	
		これらの効果を,信頼性をもって判断するためには,天然バ	
		リア中の破砕帯や母岩の透水性分布等の詳細データが必要と	
		なる。	
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)	
12.	参考文献	-	
13.	関連 FEP 項目	H-1.1 母岩の熱物性	
		H-1.2 母岩の温度	
		H-2.1 母岩の水理特性	
		H-2.2 母岩の飽和	
		H-3.1 母岩の力学特性	
		H-4.1 母岩の化学特性	
		H-4.2 母岩の地下水化学	
		H-4.8 母岩の化学的変質	
		H-7.1 ボーリング孔,トンネルのシール不良 / 変質	
		D-1.1 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の熱物性	
		D-1.2 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の温度	
		D-7.2 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の施工不良	

表2 - 8 3	現象・特性フロー	・に関する技術	行情報(プラグ	、埋戻し材等の地	下水流動)
----------	----------	---------	---------	----------	-------

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-4
2.	現象名称 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材中の地下水流動	
3.	概要 (Description)	通常,埋め戻し材には,母岩と同等の水理学的,力学的安
		定性が求められる。( 竪置きの場合 , 処分孔の緩衝材の膨出防
		止を力学的安定性に加える場合もある。) また , プラグ / グラ
		ウトは坑道を中心とする処分場全体の堅牢性を保証し,放射
		性核種の選択的移行経路の形成を阻止する機能が求められ
		る。支保は,主として,建設から閉鎖までの期間における坑
		道等の空洞安定性が求められる。さらに,支保が将来,放射
		性核種の選択的移行経路とならないことも求められる。
		力学的強度を必要とする部分のプラグ / グラウト,支保に
		はコンクリート系料が有望視されている。ただし,これらは,
		より長期の安全評価の観点から,アルカリ供給源としての他
		のバリア材への悪影響の防止も要求される。
		また,止水性を必要とする部分のプラグ/グラウト,埋め
		戻し材には,ズリとベントナイトの混合物もしくはベントナ
		イトと他の配合材を使用することが考えられる
		埋め戻し材およびプラグ / グラウトについては,その仕様
		を選定する際に低透水性材料とすることができるが,長期的
		な透水性能の低下や施行範囲の外側に分布する応力開放岩盤
		近傍部分の透水性向上が懸念される。
		ガラス固化体の発熱が有意な期間においては , 熱対流がプ
		ラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の地下水流動に影響を与
		える。
4.	現象のメカニズム	力学的安定性を求められる支保,埋め戻し材およびプラグ
		/ グラウトは , クリープ変形等により坑道形状や幾何学的配
		置が変化していく。また,支保,埋め戻し材およびプラグ/
		グラウトの長期的な力学的変形と化学劣化の結果として,処
		分システム上の透水性能も変化する。
		長期的には、コンクリート系材料で製作された支保、およ
		びプラグ / グラウトからは,ポルトランダイトが浸出し,材
		料強度の低下と空隙率の上昇が生じる。また,浸出したポル

No.	項目	内容
		トランダイトは,周囲の埋め戻し材/緩衝材や周辺岩盤に拡
		散し,アルカリ変質反応を起す可能性がある。このため,コ
		ンクリート材料部位およびベントナイト材料部位での強度低
		下と透水性上昇が生じる可能性がある。
5.	時間変化	前項において記述したように,長期的な力学特性と水理学
		的性能の低下が進む可能性がある。坑道周辺の力学的安定性
		については ,少なくとも ,処分場の建設から閉鎖までの約 100
		年間における空洞部の安定性解析を行い、その健全性を担保
		する。
		坑道を含む周辺の低透水性については, コンクリートとべ
		ントナイトの相互作用によるベントナイト系止水材料の変質
		とそれに伴う性能劣化を考慮する。ベントナイトを多く配合
		した材料の方が,低透水性が長期にわたり維持される。
		なお,熱対流の影響は,処分後初期の 1,000 年程度に限定
		される。
6.	研究(成果)	第2次取りまとめでは,埋め戻し材材料の透水性,締固め
		特性(施工性),膨潤特性,強度について試験データを取得し
		た上で,緩衝材の膨出抑制の観点から埋め戻し材の設計を実
		施している。
7.	現状の不確実性	支保,埋め戻し材およびプラグ/グラウトの長期的力学変
		形を予想することは困難である。岩盤のクリープ変形により
		これらのシステムが変形していく可能性がある。
		同様に,支保,埋め戻し材およびプラグ/グラウトの長期
		的な力学的変形と化学劣化の結果として,処分システム上の
		透水性能を評価することも困難である。長期的には,支保,
		埋め戻し材およびプラグ / グラウトが全般的に劣化し,これ
		らの部分の透水性が増大する。支保,埋め戻し材およびプラ
		グ / グラウトの各々の材料が異なるため,長期間経過後の水
		理学的特性も異なるものとなる。
8.	特性への影響	支保,埋め戻し材の水理学的劣化は,選択的核種移行経路
	(下流側現象)	となる可能性がある。止水プラグが,これらの性能低下に関
		する安全対策として施行されるが,その効果は周辺母岩の透
		水性や処分坑道レベルでの幾何学的配置により,大きく異な

No.	項目	内容
		<b>ర</b> ్
9.	原因となる影響	プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の施工材料毎の初期
	(上流側現象)	特性とその力学および化学的挙動の変遷による経時的劣化が
		考えられる。不適切な施行については,施工方法の検討およ
		び品質管理による回避されるものと考えられる。
10.	解析における取扱	プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の施工材料毎の初期
		特性とその力学および化学的挙動の変遷を定量的に評価する
		ことは難しい。埋め戻し材やプラグの水理学的特性をパラメ
		トリックに扱って感度解析を行い,これらの有効性を検討で
		きるが,さらに,下流側透水性破砕帯との位置関係や母岩の
		透水性の高低や不均一の透水特性を踏まえると,解析結果は
		異なるものとなる。これらの効果を判断するためには,天然
		バリア中の破砕帯や母岩の透水性分布等の詳細データが必要
		となる。
11.	設定データ	(緩衝材の膨出抑制の観点から埋め戻し材の設計に関して
		は,第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	-
13.	関連 FEP 項目	D-1.1 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の熱物性
		D-1.2 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の温度
		D-2.1 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の水理特性
		D-2.2 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の飽和
		D-3.1 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の力学特性
		D-3.4 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の変形
		D-4.1 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の化学特性
		D-4.2 プラグ / グラウト,支保,埋め戻し材の地下水化学
		D-4.8 プラグ / グラウト,支保,埋め戻し材の化学的変質
		D-7.2 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の施工不良
		H-1.1 母岩の熱物性
		H-1.2 母岩の温度
		H-2.3 母岩の地下水流動

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-5
2.	現象名称	緩衝材中の水理
3.	概要 (Description)	緩衝材定置後,地下水の浸透により緩衝材は水分を吸収し
		飽和する。飽和後,緩衝材周囲の動水勾配および緩衝材の透
		水係数にしたがって緩衝材中に地下水流動が発生するが,一
		般に緩衝材の透水係数が小さいため、核種移行の観点からは
		地下水流動の寄与は分子拡散に比べて有意でない。ただし,
		緩衝材の初期欠陥,緩衝材の変質,流失等の現象が発生した
		場合,地下水流動が影響を及ぼす可能性がある。なお,緩衝
		材中の水理は周囲の温度勾配に影響される。
		緩衝材の飽和に伴いオーバーパックの腐食が進展すると考
		えられる。
4.	現象のメカニズム	緩衝材の不飽和時の湿潤(冠水)挙動は,水理,伝熱,膨
		潤挙動が同時にかつ相互に関連して起こる連成挙動である。
		すなわち,水分の移動は水と水蒸気の2層により起こるが,
		緩衝材の主成分であるベントナイトは水分の浸入により膨潤
		して応力状態を変化させ、さらに温度勾配があることにより
		水分が蒸発し, 2 層のバランスは絶えず変化する。なお,等
		温下での単純化したモデルでは,緩衝材の湿潤は水分拡散係
		数と体積含水率から求めることができる。
		なお,湿潤下においては,ダルシーの法則が適用できる。
5.	時間変化	第2次取りまとめでは ,熱 - 水 - 応力連成コード THAMES
		により再冠水挙動の感度解析を実施した結果 , 再冠水までの
		時間は概ね 20 年以内であるが , 極端なケースでは 1,000 年経
		過しても再冠水しなかった。
6.	研究(成果)	不飽和時の連成解析については,国際共同研究
		DECOVALEX および Prototype Repository Project により,
		試験結果と解析結果の比較が行われている。また,連成挙動
		に化学反応を加えた4連成問題についても検討が開始され
		た。
7.	現状の不確実性	ニアフィールド条件が明確でないこと,モデルの妥当性が
		完全に得られていないことから,緩衝材の再冠水時間は厳密

表2-9 現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材中水理)

No.	項目	内容
		に設定できないのが現状である。しかしながら,極端な状況
		を除けば 1,000 年以内に緩衝材は冠水することが予想される
		ことから,現状の知見でも性能評価は十分可能である。ただ
		し,オーバーパックの寿命をより現実的に把握するためには,
		より確からしい冠水時間が必要である。
8.	特性への影響	緩衝材の水理により , オーバーパックの腐食条件が決まる。
	(下流側現象)	また,緩衝材中の間隙水化学および核種移行条件が決まる。
9.	原因となる影響	周辺母岩の水理条件(動水勾配,地下水組成), およびニア
	(上流側現象)	フィールドの熱勾配に影響を受ける。
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,熱-水-応力連成解析コード
		THAMES ( Ohnishi et al , 1985 ) を用いて , 緩衝材の冠水挙
		動を解析した。これは、不飽和粘土中の水分移動、温度勾配
		による水分移動,湿潤に伴う膨潤圧を考慮した連成モデルで,
		地下水の連続の式,エネルギー保存則,応力の釣り合いの式
		から成り立っている。
		また,核種移行解析時の水理条件はダルシーの法則により
		求められる。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	Ohnishi et al. (1985) : Development of Finite Element Code
		for the Analysis of Coupled Thermo-Hydro-Mechanical
		Behaviors of a Saturated-Unsaturated Medium, Proc. of
		Int. Symp. on Coupled Process Affecting the Performance of
		a Nuclear Waste Repository, Berkeley, pp.263-268.
13.	関連 FEP 項目	B-1.2 緩衝材の温度
		B-2.1 緩衝材の水理特性
		B-2.2 緩衝材の飽和
		B-2.3 緩衝材中での地下水流動
		B-3.2 緩衝材の応力
		B-3.3 緩衝材の膨潤

表2-10 現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材膨潤)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-6
2.	現象名称	緩衝材の膨潤
3.	概要 (Description)	地下水の浸透により緩衝材が膨潤する。緩衝材はベントナ
		イトを主成分とする圧縮物が一般的であり,圧縮ベントナイ
		トは体積を拘束しない場合には,膨潤により体積が増加し,
		緩衝材内外の空間が充填される。緩衝材が膨潤すると、オー
		バーパックと周辺岩盤の間の空間を充填し,そこに極めて低
		透水性であり,かつ拡散支配が維持される領域を形成する。
		緩衝材の膨潤において体積拘束がある場合には,膨潤応力
		が発生する。この膨潤応力はオーバーパックおよび岩盤への
		反力として作用する。地下水の浸透が不均一な場合には緩衝
		材の膨潤も不均一となる。体積拘束がない場合の膨潤体積の
		程度および体積拘束がある場合の膨潤応力の程度は緩衝材の
		材質 ( モンモリロナイト比率 ), 密度 , 飽和度に依存する。
		熱履歴を受けた場合やイオン強度の高い地下水では,緩衝
		材の膨潤性能が低下することが知られている。さらに,緩衝
		材の変質や流出に伴う膨潤性能,さらにはシール性能の変化
		が考えられる。
		再冠水前に緩衝材中の水分がガラス固化体からの熱により
		乾燥すると,緩衝材体積は減少し,ひび(割れ)が発生する
		可能性もある。
4.	現象のメカニズム	緩衝材に配合されたベントナイト中のモンモリロナイトの
		層状結晶層間中への地下水の浸透に伴い,モンモリロナイト
		の層間に水分子が取り込まれ,層間距離が広がっていく。
		層状構造を持つモンモリロナイト粒子が発生する膨潤圧
		は,層間に入る水の化学ポテンシャルの低下量と等価である
		と考えられているが,ベントナイト内部において膨潤圧が発
		生したときの拘束境界面に作用する応力は , ベントナイトの
		微視的構造による影響などにより,必ずしも膨潤圧と等しく
		ない。
		また,ベントナイトの産地・性状が同じものであれば,ベ
		ントナイト・ケイ砂混合の緩衝材の膨潤圧力は,ケイ砂の体

No.	項目	内容
		積を除いたベントナイトの有効粘土密度と相関して,指数的
		に増大する。
5.	時間変化	第2次取りまとめでは,長期間経過した後も,緩衝材の性
		能が変化しないことを性能評価のレファレンスとしている。
		また , 熱 - 水 - 応力連成解析結果によれば , 例示された処分
		システムの系において ,緩衝材の完全飽和時間が約 50 年とな
		った。条件の変更により,飽和時間の変更はあるものの,緩
		衝材設置後,比較的早期に緩衝材の飽和が実現すると考えら
		れる。緩衝材の化学的変質による膨潤性の低下は,その反応
		速度から考えて,緩衝材の飽和に伴う廃棄体定置後初期に発
		生することは考えられないが,緩衝材の温度上昇による膨潤
		性能の低下は,廃棄体定置後初期にも発生する可能性がある。
6.	研究(成果)	緩衝材の膨潤に関しては、ベントナイトと砂の配合比、ベ
		ントナイト自体の種類 , ベントナイト中の陽イオンの種類 ,
		浸透液の組成等をパラメータとした種々の試験が実施されデ
		ータが蓄積されている。
		モデル化に関しては,緩衝材中のベントナイトと砂の配合
		比およびベントナイト中の陽イオンの種類や地下水中のイオ
		ン強度を考慮した膨潤評価モデルが開発されている。これは,
		粘土鉱物結晶間の反発力を評価できる拡散二重層理論式と,
		結晶間の引力である Van de Waals 力を評価できる理論式と,
		「モンモリロナイトの膨潤体積ひずみ」の算出式を組み合わ
		せてモデル化を行い,試験結果との整合性を見ている。
7.	現状の不確実性	ベントナイトの膨潤に係るメカニズムについては,かなり
		解明が進められているが、長期的な経時変化による長期の膨
		潤性能の変遷については大きな不確実性がある。このため,
		間隙水水質による化学的変化を考慮した時間的変遷を検討す
		る必要がある。また,地下水組成として,塩濃度の高低や特
		定のイオン濃度が高い場合の地下水組成についても考慮する
		必要がある。
		さらに , ガラス固化体定置後初期の熱影響が緩衝材の膨潤
		性能に及ぼす影響も,試験結果を蓄積しメカニズムを解明す
		る必要があると考えられる。

No.	項目	内容
8.	特性への影響	緩衝材が膨潤し飽和すると,緩衝材内外のオーバーパック
	(下流側現象)	や周辺岩盤との間の空間を充填する。緩衝材は周辺岩盤の亀
		裂も充填することが予想される。すべての空間を充填すると
		緩衝材の体積拘束が生じ,その際,緩衝材の材質,密度等に
		応じた膨潤応力が発生する。緩衝材の内部は水が非常に移動
		しにくくなり,内部のケイ酸塩濃度が飽和に達し,ガラスマ
		トリクスの溶解速度を極めて小さくする。また,ガラス固化
		体中の放射性核種が溶け出した場合にも,溶解度の小さな核
		種は,緩衝材の内側で沈殿を生じる。
9.	原因となる影響	周辺岩盤中の地下水流動,地下水化学により緩衝材の飽和
	(上流側現象)	速度が異なると考えられる。この飽和速度は , ガラス固化体
		の発熱量,定置間隔および岩の地温により定まる緩衝材自体
		の温度の影響も受ける。緩衝材の膨潤圧については,周辺母
		岩の地圧変化やクリープ , 後にはオーバーパックの腐食膨張
		圧の影響も受ける。
10.	解析における取扱	第2次取りまとめの設定では,地下水の浸入にともない,
		緩衝材が十分な膨潤性能により緩衝材内外の空間を充填す
		る。さらに再冠水した後に,乾燥密度1.6 Mg/m <sup>3</sup> の一様な緩
		衝材が飽和する。これにより、オーバーパック周りに拡散支
		配領域が形成される。
		低 pH セメントの使用により ,アルカリ間隙水が緩衝材の化
		学変質へ及ぼす影響は除外する。もしくは,アルカリ間隙水
		やその他の特定イオンの影響による膨潤性の変化や緩衝材自
		体の変質を検討する。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	-
13.	関連 FEP 項目	B-1.2 緩衝材の温度
		B-2.1 緩衝材の水理特性
		B-2.2 緩衝材の飽和
		B-2.3 緩衝材の地下水流動
		B-3.1 緩衝材の力学特性
		B-3.2 緩衝材の応力
		B-3.3 緩衝材の体積変化

No.	項目	内容
		B-4.1 緩衝材の化学特性
		B-4.2 緩衝材の地下水化学
		B-4.8 緩衝材の化学的変質
		B-6.2 幾何形状 / 構造

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-7
2.	現象名称	腐食
3.	概要 (Description)	炭素鋼オーバーパックは,設計耐用年数として 1,000 年が
		期待されており,耐圧性・放射線遮へい性とならんで,その
		耐食性はオーバーパックの設計要件のひとつとなっている。
		核種移行評価においては,核種漏洩が開始するまでの時間遅
		れを決める上で腐食挙動は重要である。少なくとも 1,000 年
		を経過することで,短半減期核種は減衰し,熱影響も除外可
		能である。
4.	現象のメカニズム	潜在的には局部腐食,応力腐食割れ等,様々な腐食モード
		があり得るが , 圧縮ベントナイトの効果により不動態化する
		ことはなく,比較的均一な全面腐食により腐食が進行すると
		考えられている。
		有酸素条件下では,下記反応により腐食が進行する。
		$Fe + 1/2 O_2 + H_2O = Fe(OH)_2$
		また,酸素が消費された後では,以下の反応により腐食が進
		行する。
		$2 \text{ Fe} + 4 \text{ H}_2\text{O} = 2 \text{ Fe}(\text{OH})_2 + 2 \text{ H}_2$
5.	時間変化	閉鎖後初期の有酸素条件下では酸素消費型の腐食が,その
		後酸素が消費された後は水の還元による水素発生型の腐食が
		進行する。
6.	研究(成果)	圧縮ベントナイトによって不動態化が阻害されること [1],
		例え不動態化したとしても不動態皮膜破壊型の局部腐食は起
		こらないこと [2], などが実験によって確認されている。
7.	現状の不確実性	閉鎖後初期,再冠水挙動が空間的に不均一に生じ得る状況
		下での腐食挙動の空間的不均質性の可能性
		オーバーパック開口のランダム性( 1,000 年で 4 万本が同時
		に開口することは考えにくい)
8.	特性への影響	核種漏洩の開始
	(下流側現象)	腐食生成物の効果(レドックス,吸着サイトの提供等)
9.	原因となる影響	酸素による鉄の酸化作用(有酸素条件下)
	(上流側現象)	水による鉄の酸化作用(無酸素条件下,水素ガス発生)

表2-11 現象・特性フローに関する技術情報(オーバーパック腐食)

No.	項目	内容
		また,腐食に係わるその他の影響因子としては,温度,共
		存イオン(塩素イオン,炭酸など)が挙げられる。
10.	解析における取扱	核種移行解析上は ,1,000 年で全てのオーバーパックが開口
		するとして評価している。
11.	設定データ	第2次とりまとめでは, 酸素による腐食深さ11.8 mm,
		水の還元による腐食深さ 20 mm(20 μm/y で 1,000 年間)
		より,両者を合算し,さらに保守性を含めて腐食代を 40 mm
		と評価。
12.	参考文献	[1] N.Taniguchi, A.Honda and H.Ishikawa (1998) :
		Experimental Investigation of Passivation Behavior and
		Corrosion Rate of Carbon Steel in Compacted Bentonite,
		Mat.Res.Soc.Symp., Proc., vol.506.
		[2] A.Honda, N.Taniguchi, H.Ishikawa, A.R.Hoch,
		F.M.Porter and S.M.Sharland (1995): A Modeliing Study for
		Long-Term Life Prediction of Carbon Steel Overpack for
		Geological Isolation of High-Level Radioactive Waste, Proc.
		of Int. Sym. on Plant Aging and Life prediction of
		Corrodible Structure.
13.	関連 FEP 項目	【上流側】
		OP-4.1 オーバーパックの化学特性
		B-4.2 緩衝材の中の地下水化学
		OP-3.2 オーバーパックの応力
		OP-3.3 オーバーパックの破損
		OP-4.2 オーバーパックの地下水化学
		OP-4.7 微生物の影響
		OP-4.8 有機物の影響
		UP-3.3 オーハーハックの破損
		UF-4.2 オーハーハックの地下水化子
		OP-4.5 腐筤生成物の生成

No.	項目	内容
		OP-4.6 ガスの発生/影響
		OP-4.9 コロイドの形成
		G-4.4 ガスの発生 / 影響
		B-4.4 ガスの発生 / 影響

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-8
2.	現象名称	オーバーパックの破損
3.	概要 (Description)	通常オーバーパックの腐食が進行して,構造材の強度が外
		圧に耐えられなくなった段階で破損が生じると考えられてい
		る。耐食厚みは耐圧厚みと独立して検討されており,岩の地
		圧,周辺母岩のクリープ変形,緩衝材の膨潤圧およびオーバ
		ーパック自体の腐食生成物の膨張に伴なう緩衝材の圧密反力
		の合成応力がオーバーパックの耐圧強度を上回った場合に,
		オーバーパックが破損する。オーバーパック破損の結果とし
		て,ガラス固化体と地下水が接触しガラス固化体の溶解が開
		始される。
		オーバーパックは,その閉じ込めを期待される期間にわた
		り,上記の合成応力を上回る耐圧強度が要求される。そのた
		め,オーバーパック材料選定と耐圧厚み設定がなされる。第
		2 次取りまとめでは,閉じ込め期間を 1,000 年以上とし,腐
		食寿命を 1,000 年としている。
		オーバーパックの耐食性は,間隙水組成と温度の影響を受
		ける。オーバーパックの耐圧強度は厳密には温度の影響を受
		ける。
		オーバーパックの破損が早期に生じた場合,核種の放出挙
		動に関して高温条件下での核種の溶解挙動(溶解度),収着挙
		動(分配係数)のように,不確実な挙動を評価しなければな
		らない。
4.	現象のメカニズム	腐食のメカニズムについては ,「オーバーパックの腐食」で
		示した腐食形態毎のメカニズムを示す。腐食形態として酸化
		性,還元性での全面腐食,局部腐食(孔食,すき間腐食,水
		素脆化),微生物腐食が挙げられる。
		オーバーパック破損現象は,耐食代全域にわたる腐食が進
		行し、さらに腐食が進行して耐圧代の強度を上回る外圧が構
		造材に作用した段階で発生する。この腐食現象はオーバーパーパー、
		ックの全表面で一様に生じるとは考えにくく、孔食係数や全
		面腐食における平均腐食深さと最大腐食深さの比を使用して

表2-12 現象・特性フローに関する技術情報(オーバーパック破損)

No.	項目	内容
		腐食代を設定している。また,炭素鋼の場合,オーバーパッ
		ク表面では腐食生成物が腐食の進行を阻害するため,長期的
		腐食速度は低下する。
		構造材に影響する外圧としては,地圧,緩衝材膨潤圧,腐
		食生成物膨張圧の 3 種が考えられるが,これらのうち,地圧
		については , サイト特有のクリープ現象と静水圧の関与を考
		慮する必要がある。
5.	時間変化	腐食速度については,オーバーパックの候補材料ごとに,
		種々の腐食形態を考慮した保守的な設定がなされている。こ
		れらの設定から腐食寿命を 1,000 年とし , 第2次取りまとめ
		のレファレンスケースでは , オーバーパックからの核種漏洩
		を定置後 1,000 年からとしている。
		オーバーパックの長期腐食速度,および緩衝材の膨潤圧に
		ついては試験結果に基づく保守的な外挿が可能と考えられ
		る。地圧の時間的変化に関しては,保守性を考慮しているが,
		サイトが特定できない現状では設定は難しい。
6.	研究(成果)	第2次取りまとめでは,オーバーパックの破損を考慮した
		設計として,最初に耐圧計算を実施している。オーバーパッ
		クに作用する外圧として,硬岩系では「地下水静水圧とオー
		バーパックの腐食膨張により生じる緩衝材の圧密反力」を、
		軟岩系では「地下水静水圧 , 岩盤クリープ変形により生じる
		緩衝材の圧密反力,およびオーバーパックの腐食膨張により
		生じる緩衝材の圧密反力増加分」を考慮している。これらの
		外圧に対してオーバーパック耐圧厚さを検討し,これが現行
		の緩衝材厚さとオーバーパック厚さで整合するかどうかを確
		認し,整合しない場合は,オーバーパック耐圧厚さを変えて
		整合するまで反復計算を行っている。
		次に,この耐圧厚さと放射線遮へい性から求められる厚さ
		を比較して厚い方を選定する。
		最後に,この厚さに炭素鋼耐食厚さを加えて,オーバーパ
		ックの 1,000 年以上の閉じ込め性を担保する厚さを設定して
		ເາる。
		耐食性材料としては,炭素鋼以外にチタン鋼や銅鋼が考え

No.	項目	内容
		られる。この場合,各々の材料に要求される耐食厚さと放射
		線遮へい上必要な厚さを設定することにより,必要な複合材
		料厚さが求められる。
7.	現状の不確実性	クリープ等の長期的な経時変化による地圧の変動を長期に
		わたり推定することは、不確実性の観点から困難であるもの
		の , 1,000 年程度の期間については , 保守的な設定が可能と考
		えられる。
		腐食速度および形態については,間隙水水質,温度による
		腐食反応速度変化を考慮した時間的変遷を検討する必要があ
		<b>ర</b> .
8.	特性への影響	オーバーパックが破損すると,ガラス固化体と間隙水の接
	(下流側現象)	触が始まり(キャニスターのバリア機能は保守的に無視す
		る), ガラス固化体中の核種が放出される。設計上は, 耐食,
		耐圧双方の観点から 1,000 年以上の閉じ込め機能を有するが,
		万一,早期にオーバーパックが破損した場合,核種移行抑制
		に有効な溶解度や分配係数等への高温影響が不確かな期間で
		の評価を考慮しなければならない。
9.	原因となる影響	炭素鋼の腐食による破損の早期化に関しては,硫化物や塩
	(上流側現象)	化物を多く含むような地下水組成 ,炭酸塩と pH の複合効果と
		しての局部腐食,および微生物による局部腐食等の腐食の大
		幅な進展が考えられる。また,耐食材料として銅を使用する
		場合にも,硫化物や塩化物による腐食促進効果が考えられる。
		耐圧性については,地圧,緩衝材の膨潤応力,腐食生成物
		の膨潤応力(緩衝材の圧密反力)が外圧として考えられる。
		地圧は静水圧や岩盤の変形圧(クリープ圧)の複合的な圧力
		であり,偏圧を含めてサイト特有の環境によって定まる要素
		が強い。
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,オーバーパックに作用する外圧を
		考慮した上で,炭素鋼の耐圧厚さを検討し,これと放射線遮
		へい性の厚さを比較し,より厚い方を選定する。この厚みに,
		炭素鋼の耐食厚さを付加してオーバーパック材料の厚みを設
		定している。この厚みを設定したことにより,安全評価の基
		本シナリオでは , 処分後 1,000 年間はオーバーパックからの

No.	項目	内容
		核種の漏洩が起こらないものとしている。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	-
13.	関連 FEP 項目	OP-3.1 オーバーパックの力学特性
		OP-3.2 オーバーパックの応力
		OP-3.4 オーバーパックの腐食膨張
		OP-4.2 オーバーパックの地下水化学
		OP-4.4 オーバーパックの腐食
		G-3.3 ガラス固化体の割れ

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-9
2.	現象名称	ガラス破損
3.	概要 (Description)	ガラス固化体の割れが生じる原因としては,製造時の冷却
		にともなう熱応力,オーバーパックの腐食膨張時の応力,ハ
		ンドリング過程における衝撃が考えられる。割れの発生はガ
		ラス固化体自体の強度を低下させ,割れを加速させる恐れが
		ある。
		ガラス固化体の割れは,表面積を増大させることを通じて,
		固化体からの核種放出率に影響を及ぼす可能性がある。
4.	現象のメカニズム	ガラス固化体の割れが生じる原因としては,製造時の冷却
		にともなう熱応力,オーバーパックの腐食膨張時の応力,ハ
		ンドリング過程における衝撃が考えられる。冷却過程におい
		てはガラス固化体中に温度分布が生じることで,固化体内部
		に応力が生じ亀裂が生成される。オーバーパックが腐食する
		とその体積が膨張する。オーバーパックは外側を緩衝材およ
		び岩盤(母岩),内側をガラス固化体で固定されているので,
		膨張した体積による圧力がガラス固化体にかかり,ガラスが
		破砕する。
		オーバーパック破損後では,上記の他に,緩衝材の膨潤圧
		や地圧がガラス固化体に直接作用するので,その応力により
		破損する。
		ガラス固化体の割れはその表面積を増大させ,核種の放出
		率増大につながる。しかし,この影響を顕著に受ける核種は
		Cs のような可溶性の核種に限られていて,難溶性を示すアク
		チニド核種は固化体近傍で沈殿するため顕著な放出率増大に
		は直接結びつかない。
5.	時間変化	ガラス固化体製造後の冷却においてガラス中に生成される
		亀裂およびハンドリング過程における衝撃による亀裂につい
		ては,オーバーパックの腐食膨張と比較すると非常に短い時
		間で発生するものであるため,それらによる亀裂の時間変化
		は無いものと考えられる。温度変化によるガラス固化体の割
		れは , 中間貯蔵期間により発生し 10 倍程度表面積を増大させ

表2-13 現象・特性フローに関する技術情報(ガラス破損)

No.	項目	内容
		ると考えられている [1]。また ,施設高さを想定した落下高さ
		9mからのからの落下試験では,表面積が 90%増大した結果
		がある [2]。
		一方,腐食による膨張はオーパーパックが健全な期間中と
		破損後に分けて考えられる。オーバーパックは 1,000 年間健
		全であるように設計されていて、その間は外力による影響は
		ほとんどないと考えられるが , オーバーパック自体の体積が
		腐食膨張により 3 倍程度になるといった仮定をおくと,それ
		によってガラス固化体の表面積は 30~50 倍になるといった
		解析結果がある [3]。オーバーパック破損後は ,腐食生成物お
		よび緩衝材からの外力が,ガラス固化体に直接伝わると考え
		られ,それによってガラス固化体が破損すると考えられる。
6.	研究(成果)	熱応力によるガラス表面積増大時の核種の浸出率に関する
		研究 [1], 衝撃における表面積増大試験 [2] が実施されてい
		る。一方,オーバーパック腐食膨張時のガラス固化体の割れ
		による表面積増大については実験研究の例が少ない。
7.	現状の不確実性	現象理解の観点からは,オーバーパックの腐食生成物の膨
		張率についての知見,亀裂が発生する際の生成エネルギーに
		ついての知見が乏しいことが割れの程度に関する主要な不確
		実性である。一方,核種移行解析の観点からは,ガラス溶解
		速度と表面積の関係についての理論的な理解と実験事実との
		不整合が主要な不確実性であると考えられる。この不確実性
		のため,ガラス固化体の割れによる表面積の増大が生じた場
		合に固化体全体の溶解速度を比例的に増大させるという最も
		保守的な仮定を採るか,あるいは,より現実的な仮定を採る
		かの判断が一意には定まらない。
8.	特性への影響	ガラス固化体の表面積が増大することにより、ガラス溶解
	(下流側現象)	に影響を与え,さらに核種の溶出に影響を与える。
9.	原因となる影響	廃棄体定置後にガラスが破損する主要な原因は,オーバー
	(上流側現象)	パックの腐食膨張による応力,オーバーパック破損後の緩衝
		材の膨張圧による応力である。
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,ガラス固化体の割れは温度変化が
		大きい中間貯蔵期間において発生し ,表面積が 10 倍程度増加

No.	項目	内容
		するとし,埋設後において割れは発生しないとして安全評価
		を実施している。
11.	設定データ	解析における取扱と同じ。
12.	参考文献	[1] 動力炉・核燃料開発事業団(1991): 地層処分研究開発の
		現状,PNC TN1410 91-009,pp.44-46.
		[2] 高レベルガラス固化体貯蔵関連研究成果の要約(1986):
		動燃配布限定技術資料,PNC SN8410 86-09.
		[3] 日本原子力学会 :「2000 年春の学会予稿集」pp956.
13.	関連 FEP 項目	G-1.3 ガラス固化体の熱膨張
		G-3.1 ガラス固化体の力学特性
		G-3.2 ガラス固化体の応力
		G-3.3 ガラス固化体の割れ
		G-6.2 幾何形状 / 間隙構造
		G-7.1 ガラス固化体の組成不良
		OP-3.2 オーバーパックの応力
		OP-3.3 オーバーパックの破損
		OP-3.4 オーバーパックの腐食膨張

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-10
2.	現象名称	地下水化学(母岩での地下水化学)
3.	概要 (Description)	基本的には,人工バリア内での地下水化学の時間変遷・空
		間分布を考慮する場合の,所与の環境条件として与えられる
		ものであり , 特にことわりのない限り , 対象とする母岩ある
		いはその部分的領域において,経時変化しないものとみなさ
		れる。しかしながら,長期的にはテクトニクスムーブメント
		あるいは気候変動などによって広域的な変化が生じ得ると同
		時に,人工バリア材に使用される材質(特に支保にセメント
		系材料が用いられる場合)によっては,その影響を受けて,
		局所的かつ一時的な変化を生じる可能性がある。
4.	現象のメカニズム	地質学的な時間スケールで考える場合,母岩の地下水化学
		を決定する要因は,起源となる地下水の種類(降水系地下水
		/ 海水系地下水)と, 当該地層が経てきた地質学的履歴とも
		重なる様々な地球化学的プロセス(熱水変質,続成作用等)
		である。特に当該地下水性状を形成するに至るまでの地球化
		学的プロセスは当該地質に固有のものであり,その詳細をサ
		イトジェネリックに一般化することは困難である。
		しかしながら,地下深部数百m以深に処分場が建設される
		ことを考慮すれば,溶存酸素は浅層の有機物堆積層で消費さ
		れてしまっていると考えられるため,そのような深部での地
		下水はおそらく還元性になっていることが予想される。還元
		性の地下水環境下では,オーバーパックの腐食速度が遅く,
		また多くの放射性元素では沈殿を生じやすい,より低次の酸
		化状態を取ることになるため「還元性地下水」という条件は,
		処分の包括的な安全性にとって非常に重要な要因のひとつと
		なっている。
5.	時間変化	地質学的な長期の時間スケールで考えた場合 , 当該サイト
		におけるテクトニクスムーブメント(隆起・侵食等)や , 周
		期的な気候変動(地下水涵養量,海水準変動等)の影響を受
		けて,母岩の地下水性状も変動する可能性がある。
		また,より短期的かつ局所的な影響としては,処分場の存

表2-14 現象・特性フローに関する技術情報(地下水化学)

No.	項目	内容
		在による擾乱が考えられる。処分場近傍の母岩では,坑道掘
		削および支保に用いられる可能性のあるセメント系材料の影
		響によって次のような経時変化のパターンが生じて最終的に
		は初期の地下水性状(例えば還元性,中性程度)に回復する
		ことが予想される。
		建設・操業時に導入された酸素による過渡的な酸化性雰
		囲気
		還元性に復帰 , セメント影響による高アルカリ状態
		初期状態(還元性,中性程度の pH)
6.	研究(成果)	深部地下水性状については,既存文献データに加えて,原
		位置での実測データが東濃地域 [1],釜石鉱山 [2],茂原地域
		[3] および幌延地域 [4] で得られている。
7.	現状の不確実性	【遷移的現象1】
		坑道掘削時に導入された酸素によって形成されるであろう
		酸化性雰囲気とその消失(還元性への復帰)に関する空間的
		時間的挙動の定量的理解
		【遷移的現象2】
		セメント系材料によって形成されるであろう高アルカリ領
		域とその消失に関する空間的時間的挙動の定量的理解
		【長期的現象】
		テクトニクスあるいは気候変動に起因する広域的な地下水
		性状の変動予測(過去の履歴および将来変動)
8.	特性への影響	人工バリア内の各領域での間隙水組成および,その変遷を
	(下流側現象)	検討する上での,境界条件を提供する。
9.	原因となる影響	【広域的プロセス】
	(上流側現象)	全体的な場の地質学的特性 ( 地質層序 , 鉱物組成等 ), 水理
		学的特性(地形,空隙特性,透水係数等)および,それらの
		長期的な時間スケールでの変動
		【処分場近傍の局所的プロセス】
		支保の化学的特性とその変化( 材料の組成 ,変質等 ),支保・
		掘削影響領域等での物質移動特性とその変化
10.	解析における取扱	日本の多くの地形パターンや岩種にあてはまり,地球化学
		的根拠も多く,実測地下水や多変量解析結果からもその妥当
No.	項目	内容
-----	-----------	--
		性が支持される地下水として、降水系高 pH 型地下水および海
		水系高 pH 型地下水が選定されている。
11.	設定データ	(第2次とりまとめ参照)
12.	参考文献	[1] 例えば , T.Seo, Y.Ochiai, S.Takeda and N.Nakashima
		(1989) : A natural analogue study on Tono sand-stone
		uranium deposit in Japan, Proc. Joint Int. Waste
		Management Conf.
		[2] 例えば,笹本,瀬尾,油井,佐々木(1996):釜石鉱山に
		おける地下水の地球化学的研究 ( I ) , 動燃事業団技術報告書 ,
		PNC TN 8410 96-203.
		[3] 例えば,亀井(1997):ベントナイトに包まれた廃棄物ガ
		ラスのナチュラルアナログ ,動燃事業団技術報告書 ,PNC TN
		8410 97-035.
		[4] H.Ii, Y.Horie, T.Ishi and J.Shimada (1997):Development
		of an apparatus to measure groundwater qualities In situ
		and to sample groundwater using boreholes,
		Environmental Geology.
13.	関連 FEP 項目	【上流側】
		H-4.1 母岩の化学特性
		H-4.3 母岩と地下水の反応
		D-4.2 プラグ / グラウト , 支保 , 埋め戻し材中の地下水化学
		H-4.5 微生物の影響
		H-4.6 有機物の影響
		H-5.2 母岩中の間隙水の放射線分解
		【下流側】
		D-4.2 プラグ / グラウト,支保,埋め戻し材中の地下水化学
		H-4.3 母岩と地下水の反応

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-11
2.	現象名称	支保間隙水の化学
3.	概要 (Description)	支保に用いられる可能性のあるセメント系材料は化学的に
		不安定であり,自律的にその性状を変化させつつ,一般に高
		アルカリ環境を形成する。また,同時に用いられる可能性の
		ある鉄筋・鉄骨などに起因する鉄鉱物(腐食生成物を含む)
		は,還元剤として還元性雰囲気形成に寄与するとともに,吸
		着媒体としても機能する。
4.	現象のメカニズム	セメント系材料に含まれる鉱物の多くは , 地下水との溶解
		平衡によって地下水性状をアルカリにシフトさせる。 pH の時
		変化を決定する上で重要と考えられているセメント鉱物は,
		NaOH / KOH, portlandite (Ca(OH)2), CSH ゲル , calcite
		(CaCO3)である。
5.	時間変化	Atkinson [1] によれば , セメント系材料の間隙水の pH は ,
		溶解平衡が成立する鉱物の変化に応じて,次のような変遷パ
		ターンを有する。
		рН>12.5 : NaOH + KOH
		pH=12.5 : Ca(OH) <sub>2</sub>
		12.5>pH>10 : CSH (1.7>C/S>0.85)
		pH=10 : CSH (C/S=0.85) + CaCO <sub>3</sub>
		各パターンの継続期間は,地下水の交換時間から決まる。
6.	研究(成果)	上記 Atkinson [1] 以外にも , Berner [2], Reardon [3] らセ
		メント間隙水については多くの研究事例がある。
7.	現状の不確実性	セメント系材料は骨材の種類・配合等,複雑な鉱物組成を
		有しており,その間隙水性状や2次鉱物の生成・消滅の経時
		変化については , なお多くの不確実性を含んでいる。
8.	特性への影響	緩衝材に用いられるスメクタイトはセメント系材料に比べ
	(下流側現象)	れば化学的に安定であるが,アルカリ条件下では不安定であ
		り,溶解してゼオライトに変質するなどの現象が発生する可
		能性がある。
		また , 周辺母岩も支保のアルカリ影響によって , 空隙構造
		の変化 , 造岩鉱物の変質などの可能性がある。

表2-15 現象・特性フローに関する技術情報(支保間隙水)

No.	項目	内容
9.	原因となる影響	支保間隙水の性状については,支保の化学的特性(どのよ
	(上流側現象)	うなセメント系材料が用いられるのか等)が最も支配的な要
		因となる。またその経時変化については,支保周辺の水理環
		境が重要な要因となる。
10.	解析における取扱	第2次とりまとめでは,支保に低アルカリセメントを用い
		ることを前提に,レファレンスケースでは,支保によるアル
		カリ影響は評価されていない。しかしながら,地質環境変更
		ケースでは , 支保工によって緩衝材間隙水が変化した場合の
		溶解度,分配係数,拡散係数変化を想定した解析を行ってい
		<b>ర</b> .
11.	設定データ	(第2次とりまとめ 分冊3 表 6.1.3.2-3 参照)
12.	参考文献	[1] A.Atkinson (1985) : The time dependence of pH within a
		repository for radioactive waste disposal, UKAEA Report
		AERE-R11777.
		[2] U.Berner (1987) : Modelling porewater chemistry in
		hydrated portland cement. In Scientific Basis for Nuclear
		Waste Management vol.X.
		[3] E.J.Reardon (1992) : Problems and approaches to the
		prediction of the chemical composition in cement/water
		system, Waste Management 12.
13.	関連 FEP 項目	【上流側】
		D-4.1 プラグ/グラウト,支保,埋め戻し材の化学特性
		D-4.3 プラグ / グラウト,支保,埋め戻し材と地下水の反応
		H-4.2 母岩中の地下水化学
		B-4.2 緩衝材中の地下水化学
		D-4.5 微生物の影響
		D-4.6 有機物の影響
		D-5.2 母岩中の間隙水の放射線分解
		【下流側】
		H-4.2 母岩中の地下水化学
		B-4.2 緩衝材中の地下水化学
		D-4.3 プラグ / グラウト,支保,埋め戻し材と地下水の反応

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-12
2.	現象名称	緩衝材間隙水の化学
3.	概要 (Description)	緩衝材に用いられるベントナイト系材料は,セメント系材
		料ほどではないにしても,地下水との反応に対する活性を有
		しており,経時的にはその間隙水性状を変化させる。
		緩衝材間隙水の性状は,放射性核種の speciation (化学種
		分配)を決定付けるとともに , オーバーパックの腐食挙動に
		も大きな影響を及ぼし得る。
4.	現象のメカニズム	ベントナイト系材料と地下水との反応は複雑であるが、次
		のような反応が考えられる [1]。
		速い反応:アルカリ金属,アルカリ土類の陽イオン交換
		比較的緩慢な反応 : 随伴鉱物 ( 炭酸塩 , 硫酸塩 , 有機物 )
		の溶解
		緩慢な反応:モンモリロナイト及び他のケイ酸塩の溶解
		沈殿
		通常 ,モンモリロナイトとしては Na を主要な交換性カチオ
		ンとする Na 型モンモリロナイトが用いられるが ,層間の Na+
		イオンは , 溶液中の Ca <sup>2+</sup> イオンと容易に交換して Ca 型モン
		モリロナイトに変化する。また,ベントナイト系材料に微量成
		分として含有される随伴鉱物は、微量ではあっても間隙水性状
		を特徴付ける上では重要であり,特に calcite は,緩衝材間隙
		水の pH を決定する上で重要である。
5.	時間変化	閉鎖後初期に観測されるであろう坑道掘削時の大気導入に
		よる過渡的な酸化性雰囲気の形成を除けば,以下のような経
		時変化が考えられる。
		交換性カチオンの交換による溶液中の Na イオン増大と
		Ca イオン減少(Na 型モンモリロナイトから Ca 型モン
		モリロナイトへの変遷)
		随伴鉱物の溶解平衡による pH の緩衝
		支保によるアルカリ影響が顕著な場合には,経時変化挙動
		はより複雑なものとなる。

表2-16 現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材間隙水)

No.	項目	内容
6.	研究(成果)	ベントナイト系材料での間隙水予測については,Wanner
		[2] がある。
7.	現状の不確実性	緩衝材は圧縮されたベントナイト系材料であり、その間隙
		水中の水分子は自由水中のそれとは異なり,スメクタイト層
		間に拘束された状態にあることが予想される。そのような溶
		液系において自由水を前提とした熱力学的予測手法がどこま
		で適用できるかについては,なお議論が多い。
8.	特性への影響	緩衝材間隙水性状は,放射性核種の speciation を決定する
	(下流側現象)	支配要因であり,その結果として溶解度・分配係数などに影
		響を及ぼす。また,隣接するオーバーパックの腐食挙動にお
		いても,最も重要な影響因子のひとつとなる。
9.	原因となる影響	緩衝材領域に流入する地下水の性状(支保あるいはオーバ
	(上流側現象)	ーパック)
		緩衝材の化学特性(スメクタイトおよび随伴鉱物の種類と
		含有量)
10.	解析における取扱	緩衝材間隙水中での放射性核種の speciation , 溶解度 , 分
		配係数などを検討・設定する上での前提条件として用いられ
		<b>ె</b> .
11.	設定データ	(第2次とりまとめ 分冊3 表 5.3.1-3 参照)
12.	参考文献	[1] D.Savage (ed.) (1995) : The scientific and regulatory
		Basis for the geological disposal of radioactive waste. John
		Wiley & Sons Ltd.
		[2] H.Wanner, P.Wersin, N.Sierro (1992) : Thermodynamic
		modeling of bentonite - groundwater interaction and
		implications for near field chemistry in a repository for
		spent fuel. SKB TR 92-37.
13.	関連 FEP 項目	【上流側】
		B-4.1 緩衝材の化学特性
		OP-4.2 オーバーパックの地下水化学
		B-4.3 緩衝材と地下水の反応
		G-4.2 ガラス固化体の周囲の地下水化学
		OP-4.4.1 全面腐食
		OP-4.4.2 孔食

No.	項目	内容
		OP-4.4.3 すきま腐食
		OP-4.4.4 応力腐食割れ
		B-4.5 微生物の影響
		B-4.6 有機物の影響
		B-4.9 塩の蓄積
		B-4.2 緩衝材中の間隙水の放射線分解
		【下流側】
		OP-4.2 オーバーパックの地下水化学
		B-4.3 緩衝材と地下水の反応
		G-4.2 ガラス固化体の周囲の地下水化学
		OP-4.4.1 全面腐食
		OP-4.4.2 孔食
		OP-4.4.3 すきま腐食
		OP-4.4.4 応力腐食割れ
		B-6.3.2 拡散
		B-6.3.3 収着
		B-6.3.4 沈澱/溶解
		B-2.1 緩衝材の水理特性
		B-3.2 緩衝材の応力
		B-4.8 緩衝材の化学的変質

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-13
2.	現象名称	緩衝材の化学的劣化
3.	概要 (Description)	緩衝材の主成分であるベントナイトは,温度,接触する地
		下水成分(陽イオン,海水), 地下水の pH 等により化学的に
		変質する可能性がある。その結果,緩衝材に期待される膨潤
		性,低透水性,核種収着性,化学的緩衝性,応力緩衝性,オ
		ーバーパック保持性等が変化する恐れがある。
4.	現象のメカニズム	化学的劣化の原因としては以下があげられる。
		・地下水 - 粘土鉱物間のイオン交換
		・主要構成鉱物(スメクタイト)の鉱物学的な変化
		・随伴鉱物(方解石等)の溶解消失
		・二次鉱物の生成(沈殿)
5.	時間変化	劣化の原因のうち,イオン交換については非常に速い反応
		であるが,イオンの物質移動が律速となるため,見かけのイ
		オン交換反応速度は遅いと考えられている。一方,鉱物学的
		な変化並びに二次鉱物の沈殿はイオン交換より遅い反応であ
		り,性能評価における取扱は今後の課題と考えられる。
6.	研究(成果)	高温時に発生するイライト化については研究が進んでお
		り,100 以上の環境では発現の可能性は小さいと考えられ
		る。セメント間隙水による Ca と Na のイオン交換については,
		実験的解明が進んでおり、定量的な解析も行われている。高
		pH によるベントナイトの溶解 ,二次鉱物の沈殿については試
		験が進められており,今後定量的な解析が行われることが期
		待される。
7.	現状の不確実性	イオン交換については、解析によりその変質速度が大きく
		異なることから,モデルおよびデータの見直しが必要である。
		鉱物学的変質については,生起している反応の同定,モデル,
		データ取得等課題が残されており,性能評価において何処ま
		で考慮すべきであるか明確でない。
8.	特性への影響	変質により緩衝材の水理特性(透水係数), 膨潤性, 核種移
	(下流側現象)	行特性(分配係数,拡散係数),あるいは緩衝材の形状の変化
		が予想される。

表2-17 現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材の化学的劣化)

No.	項目	内容
9.	原因となる影響	緩衝材の温度,間隙水(pH,地下水成分)が影響する。
	(上流側現象)	
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,緩衝材の変質は生起しても十分な
		厚さが確保されていることから機能の劣化はないとして,定
		量的には取り扱っていないが,コンクリート製支保を使用す
		る場合には , アルカリ影響によりオーバーパックの不動態化
		が懸念されるため,低アルカリ性コンクリートの使用が唱わ
		れている。
11.	設定データ	-
12.	参考文献	-
13.	関連 FEP 項目	B-1.2 緩衝材の温度
		B-2.1 緩衝材の水理特性
		B-2.3 緩衝材中での地下水流動
		B-4.1 緩衝材の化学特性
		B-4.2 緩衝材の地下水化学
		B-4.3 緩衝材と地下水の反応
		B-4.8 緩衝材の化学的変質
		B-6.1 緩衝材の物質移動特性

表2-18 現象・特性フローに関する技術情報(放射線分解)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-14
2.	現象名称	放射線分解
3.	概要 (Description)	ガラス固化体中あるいはガラス固化体から溶出した核種に
		よる水の放射線分解により,ガラス固化体周囲の間隙水の化
		学特性が変わる可能性がある。特に,放射性分解により発生
		する酸化種の残存による局部的な酸化性雰囲気の発生が考え
		られる。
4.	現象のメカニズム	放射性核種からの放射線によって,ガラス固化体周囲の間
		隙水が放射線分解し,H2O2等の酸化剤を生成し間隙水の酸化
		還元状態に影響を与える。放射性分解において,水素と酸化
		種が等量ずつ生成されるが,処分環境の温度条件下では水素
		は相対的に反応が鈍く、さらに酸素などの酸化種よりも高い
		拡散性を有している。この水素が気体として,あるいは水に
		溶けて拡散することにより,過酸化水素などの酸化種よりも
		速く失われることが想定され,正味の酸化性雰囲気が生じる。
		また,地下水に溶存している窒素や二酸化炭素が放射線分解
		し,pH を大きく減少させる結果となる。このことから,放射
		線分解が及ぼす化学環境変化が,酸化還元反応に鋭敏な放射
		性核種の溶解度を増加させる可能性が考えられる [1]。
		また,酸化フロントが緩衝材中を進展すると,緩衝材中で
		の溶解度あるいは分配係数などにも影響を与える。
5.	時間変化	オーバーパックの核種閉じ込め機能が維持されている期間
		においては,オーバーパックを透過してくる 線による放射
		線分解の影響が考えられる。この期間では,オーバーパック
		の遮へい効果によって,放射線の強度は低い強度で推移する
		ことが示されている [1]。このため,放射線分解によって生成
		される酸化種と還元種の量は限られており,これらは再結合
		しやすく [2,3],オーバーパックの腐食により形成された還元
		雰囲気の状態では,新たな酸化性領域は生じにくいと考えら
		れる。
		オーバーパックの核種閉じ込め機能が喪失した後では,地
		下水がガラス固化体に接触した段階で, 線および 線によ

No.	項目	内容
		る放射線分解が重要である [4]。しかし ,処分後約 500 年以降
		での 線量は 粒子のものと比較して相対的に小さくなって
		いることが示されており [5] , 線による放射線分解が対象と
		なる。
6.	研究(成果)	Mckinley による評価手法 [4] を参考にして ,放射線分解に
		よる酸化種がオーバーパックの腐食生成物によって緩衝され
		るか否かを評価した結果,水の放射線分解により発生する正
		味の酸化種の発生量は 10 <sup>6</sup> 年後には約 1E+3 mol, 10 <sup>7</sup> 年後に
		は約 4E+3 mol となることが示されている。この酸化種を緩
		衝するものとしては , オーバーパック材料である炭素鋼や腐
		食生成物が考えられるが,腐食生成物のみを考慮しても,約
		3.4E+4 mol 分だけ緩衝する能力を有している。したがって,
		還元状態は維持される。
		また , Kristallin-I [6] では , 放射線分解により発生する酸
		化種 O2 と還元種 H2を考慮してガラス固化体周囲の間隙水の
		化学を評価している。その評価では , H2 は化学的に不活性で
		あるのでニアフィールド周辺からなくなり,O₂ は反応性が高
		いのでキャニスター表面で反応し Fe2O3 等の安定な固相を形
		成するとしている。その結果,酸化状態は進展しない。
7.	現状の不確実性	現象の理解に関しては,放射線分解に関する実測データが
		不足していることが定量評価を実施する際の不確実性となっ
		ている。一方,核種移行を評価する観点からは,放射線分解
		によってガラス固化体周囲の間隙水化学特性が変化したとし
		ても,還元能力は維持されると考えられることから不確実性
		はない。
8.	特性への影響	放射線分解は,ガラス固化体周囲の間隙水を放射線分解す
	(下流側現象)	ることで酸化種を発生させ、緩衝材間隙水の化学、オーバー
		パックの腐食に影響を与える。
9.	原因となる影響	-
	(上流側現象)	
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,研究成果で示されているように,
		放射線分解による影響は非常に小さいものとして,間隙水の
		放射線分解が核種移行にあたえる影響は考慮しない。しかし,

No.	項目	内容
		放射線分解の影響をより正確に議論するためには,放射線分
		解に関する実測データの蓄積,速度論的な解析モデルの構築,
		準安定腐食生成物の同定が必要となる。
11.	設定データ	-
12.	参考文献	[1] 動燃事業団 (1992): 高レベル放射性廃棄物地層処分研究
		開発の技術報告書 - 平成 3 年度 - ,PNC TN1410 92-081.
		[2] Christensen and Bjergbakke (1982) : Radiolysis of
		Groundwater from HLW Stored in Copper Canisters, KBS
		82-02.
		[3] Christensen and Bjergbakke (1982) : Radiolysis of
		Groundwater from HLW Spent Fuel, KBS 82-18.
		[4] Mckinley (1985) : The Geochemistry of the Near-field,
		Nagra NTB 84-48.
		[5] Burns, Hughs, Marples, Nelson and Stoneham (1982) :
		Radiation Effects and the Leach Rates of Vitrified
		Radioactive Waste, Nature, 295, pp.218-227.
		[6] Kristallin-I (1994) : Safety Assessment Report, NAGRA
		TR, NTB 93-22E.
13.	関連 FEP 項目	G-4.8 ガラス固化体の化学的変質
		G-5.1 ガラス固化体中での核種の放射性崩壊
		G-5.2 ガラス固化体周囲の地下水の放射線分解

表2-19 現象・特性フローに関する技術情報(ガラス溶解)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-15
2.	現象名称	ガラスの溶解
3.	概要 (Description)	オーバーパックの局部的破損,腐食等により貫通部分が発
		生した後,地下水が侵入し,ガラス固化体に接触し,微量で
		はあるがガラス固化体が溶解・変質する。それに伴い,放射
		性核種が溶解し,地下水に移行する。オーバーパック内部へ
		の地下水の侵入量,温度および水質,ならびに間隙水と接触
		するガラスの表面積および組成(化学特性)に応じて,ガラ
		ス固化体の溶解速度は異なるものとなる。特に間隙水の pH が
		高くなると溶性ケイ酸塩の飽和濃度も上昇する。また,ガラ
		ス固化体の表面積は、製作時と比較して、保管冷却時の体積
		変化や処分時の応力場の変化により増大する。この際の割れ
		による表面積増大の程度は,ガラス固化体の力学特性もしく
		は熱膨張率と,これに加えられる応力もしくは温度変化によ
		り定まる。
		ガラス固化体の溶解初期は,地下水中の溶性ケイ酸塩飽和
		濃度との濃度差に応じて溶解速度が決定するが,地下水中の
		溶性ケイ酸塩濃度が飽和に達した後も、わずかながらガラス
		固化体の溶解が進行する。
4.	現象のメカニズム	ガラス固化体の溶解挙動は,地下水中の溶性ケイ酸塩濃度
		が飽和に達する前の初期溶解速度(1次溶解速度)と,ほぼ飽
		和に達した後の長期溶解速度(2次溶解速度)に大別される。
		ガラスマトリクスの溶解速度は,ガラス表面近傍での間隙
		水中の溶性ケイ酸塩濃度に対する一次溶解反応で表現され
		る。また,ガラスマトリクスの溶解反応が抑制されるような
		溶性ケイ酸に富む条件においては , ガラスマトリクスの水和 
		変質が卓越し , これがアルカリ金属元素等の可溶性元素の溶
		出を律速することが報告されている。このガラスマトリクス
		の水和変質による溶出量や水和層厚さの時間変化は,時間の
		平方根に比例すると考えられている。水和変質層により,ガ
		ラス表面が保護されガラス溶解が抑制されることが考えられ 
		<b>ర</b> ్

No.	項目	内容		
		処分場では,ガラス固化体の周囲に拡散支配場を形成する		
		緩衝材が存在することから,ガラス固化体周囲の溶性ケイ酸		
		塩濃度は,溶性ケイ酸の拡散散逸の程度に影響を受けると考		
		えられる。ただし,緩衝材内側の拡散支配領域でも,ケイ酸		
		塩沈殿物生成による水中の溶性ケイ酸塩濃度の低下が起こる		
		可能性もある。		
		ガラス固化体の溶解にともなう表面積の減少は,モデルに		
		反映する場合と,安全上の保守性とモデルの簡便性を考慮し		
		て反映しない場合がある。		
5.	時間変化	第2次取りまとめでは,オーバーパックが 1,000 年で破損		
		することを性能評価のレファレンスとしている。また,ガラ		
		ス固化体の一次溶解反応と溶性ケイ酸の緩衝材中への拡散散		
		逸を連成したモデルによる評価から,ガラス固化体近傍の間		
		隙水中の溶性ケイ酸濃度は,1,000 年程度でほぼ飽和に達す		
		<b>ర</b> .		
		オーバーパック表面積の経時的増大については、その一部		
		が溶解量増加に寄与する。		
6.	研究(成果)	ガラスの初期溶解モデル,長期溶解モデルおよびそれらの		
		溶解速度データに関する試験結果が示されている。ガラス組		
		成,溶液組成,試験温度等をパラメータとする試験が実施さ		
		れている。また,緩衝材中の拡散散逸がガラス溶解に及ぼす		
		影響,二次鉱物析出によるガラス溶解の促進効果や初期のガ		
		ラスの割れによる表面積増大がガラスの溶解速度に及ぼす影		
		響に関するデータも得られている。		
		天然ガラスの変質速度を対象とするナチュラルアナログに		
		関する研究成果からは,ガラス固化体の溶解速度が非常に小		
		さなものとなる可能性が示唆される。		
7.	現状の不確実性	ガラス固化体の溶解に係るメカニズムについては,かなり		
		解明が進められているが,地質環境等の変化による長期の二		
		アフィールド環境の変遷については大きな不確実性があるた		
		め,間隙水水質等の経時的変化を考慮した長期溶解速度の時		
		間的変遷を検討する必要がある。地下水組成として塩濃度の		
		高低や特定のイオン濃度が高い場合の地下水組成について		

No.	項目	内容		
		も,さらに考慮する必要がある。		
8.	特性への影響	ガラス固化体の溶解に伴い,ガラスマトリクス中の放射性		
	(下流側現象)	核種が間隙水中に溶出し移行する。ただし,各核種は固有の		
		溶解度を有するため,核種濃度が溶解度を超えた場合,核種		
		はガラス固化体の近傍で沈殿する。ここでの現象は緩衝材内		
		側の核種移行の境界条件を与える。		
9.	原因となる影響	緩衝材中の地下水流動,緩衝材間隙水の化学,オーバーパ		
	(上流側現象)	ックの破損,ガラス固化体の発熱(温度), が影響を与える。		
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,ガラス固化体溶解速度の温度依存		
		性を考慮した長期浸出試験結果に基づき,処分場温度での溶		
		解速度を設定している。ガラス固化体の表面積増大効果は,		
		試験結果を参考として製造時(幾何学的表面積)の10倍に設		
		定している。長期浸出試験結果から考えられる水和変質の進		
		行に伴うガラス固化体溶解速度の経時的減少は,保守的に無		
		視している。		
		設計思想として ,低 pH セメントの使用により ,アルカリ間		
		隙水の効果は除外されている。		
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)		
12.	参考文献	-		
13.	関連 FEP 項目	G-1.1 ガラス固化体の熱物性		
		G-1.2 ガラス固化体の温度		
		G-1.3 ガラス固化体の熱膨張		
		G-3.1 ガラス固化体の力学特性		
		G-3.2 ガラス固化体の応力		
		G-3.3 ガラス固化体の割れ		
		G-4.1 ガラス固化体の化学特性		
		G-4.2 ガラス固化体周囲の地下水化学		
		G-4.3 ガラス固化体の溶解		
		G-4.8 ガラス固化体の化学的変質		
		G-6.1 ガラス固化体周辺の物質移動特性		
		G-6.2 ガラス固化体からの核種の溶出		
		G-6.2.1 核種の調和的な溶出		
		G-6.2.2 沈殿 / 溶解		

No.	項目	内容
		B-4.2 緩衝材の地下水化学(OP-4.2 オーバーパックの地下
		水化学)
		OP-3.2 オーバーパックの応力
		OP-3.3 オーバーパックの破損
		OP-3.4 オーバーパックの腐食膨張

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PF-16		
2.	現象名称	核種の溶出		
3.	概要 (Description)	オーバーパックが破損した後,地下水がガラス固化体に接		
		触し,ガラスマトリクスの溶解に伴って放射性核種が地下水		
		中に溶出する。地下水に溶出した核種のうち,可溶性の元素		
		は沈澱を形成することなく緩衝材領域に移行する。一方,非		
		可溶性の元素は溶解度を超えた濃度に達するとガラス固化体		
		周辺で沈殿する。沈殿した元素は,濃度の低下にともない液		
		相側に溶解し,緩衝材側へ移行する。		
4.	現象のメカニズム	オーバーパックが健全な期間は , 核種は固化体中に閉じ込		
		められており,放射性崩壊によって減衰するが,オーバーパ		
		ックの健全性が失われ , 地下水がガラス固化体に到達すると ,		
		ガラスの溶解が始まる。固化体中に残存する核種はガラスマ		
		トリクスの溶解に伴って、溶解したガラス中に含まれる核種		
		の量だけ調和的に浸出する。溶解後は , それぞれの核種の特		
		性に従って地下水中を移行する。可溶性の核種は , Si(OH)₄(aq)		
		が SiO <sub>2(am)</sub> に対する飽和濃度に達するまでは ,ほぼ Si と調和		
		溶解し, 飽和後は Si の濃度には関係なくガラスの長期溶解速		
		度に従って溶解する。難溶性の核種は , ガラス母層の変質に		
		よりガラス表面に固相(酸化物,水酸化物,炭酸塩)を形成		
		し,それらの溶解反応によって元素の溶出が支配される。		
5.	時間変化	オーバーパックの腐食寿命は 1,000 年と設定されており,		
		オーバーパックが健全な期間は,核種は固化体中に封じ込め		
		られており,放射性崩壊によって減衰する。オーバーパック		
		の破損後,ガラス固化体が地下水と接触して,ガラス固化体		
		が溶解し,核種もゆっくりと溶出される。第2次とりまとめ		
		では , ガラス固化体の全量が溶解するには約 7 万年を要する		
		とされている。ガラスの溶解はガラスの割れによる表面積増		
		大の影響を受け,割れの存在により全量溶解までの時間は短		
		くなる。		
6.	研究(成果)	-		

表2-20 現象・特性フローに関する技術情報(核種溶出)

No.	項目	内容		
7.	現状の不確実性	現象の理解に対しては、以下の点で不確実性が残る。		
		・難溶性の核種についての安定な析出固相		
		・可溶性の核種の二次鉱物への取り込み等による溶出遅延		
		また,核種移行上の観点からは,ガラスの表面積に対する		
		不確実性が挙げられる。		
8.	特性への影響	ガラス固化体近傍での沈殿・溶解,緩衝材中の核種移行に影		
	(下流側現象)	響がある。		
9.	原因となる影響	核種はガラスの溶解に調和して地下水中に移行するので,		
	(上流側現象)	ガラスの溶解が原因となる影響である。		
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,核種はガラスマトリクスの溶解と		
		調和的に溶出するとして評価している。この際のガラスの溶		
		解速度は,ケイ酸濃度にしたがって経時的に変化することに		
		なるが,現時点では十分なデータが得られていないので,経		
		時的な変化は保守的に無視した評価を実施している。		
11.	設定データ	第2次取りまとめでは,ガラス溶解速度を長期浸出試験で		
		取得されているデータをもとに,処分場温度を考慮して設定		
		している(1×10 <sup>-3</sup> g/m²/d )。また,ガラス固化体の割れによ		
		る表面積の増大を保守的に10倍程度として設定している。(詳		
		細は第2次とりまとめ参照)		
12.	参考文献	-		
13.	関連 FEP 項目	G-4.3 ガラス固化体の溶解		
		G-5.1 ガラス固化体中での核種の放射性崩壊		
		G-5.3 ガラス固化体の放射線損傷		
		G-6.1 ガラス固化体周囲の物質移動特性		
		G-6.3.2 沈殿 / 溶解		
		OP-5.1 腐食生成物中での核種の放射性崩壊		
		OP-6.3.1 移流 / 分散		
		OP-6.3.2 拡散		
		OP-6.3.3 吸着		
		OP-6.3.4 沈殿 / 溶解		
		OP-6.3.5 コロイドによる移行		
		OP-6.3.6 ガスによる移行		

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PF-17		
2.	現象名称	溶解・沈殿		
3.	概要 (Description)	ガラス固化体から放出された放射性核種は,一般に,移		
		動性成分(通常は溶解性核種だが,揮発性を有する核種では		
		ガス状もあり得る)と,非移動性の 沈殿成分, 吸着(収		
		着)成分に分配される。		
		間隙水中の核種濃度の上限値が溶解度であり,これを越え		
		た場合,最終的には化学平衡が成立して核種の沈殿固相を形		
		成する。移流あるいは拡散によって核種が移動し , 液相の核		
		種濃度が減少した場合,ひとたび形成された沈殿が再溶解す		
		ය.		
		移動性の液相核種濃度の上限値を制限する点において,溶		
		解度は性能評価上重要なパラメータのひとつとなり得る。特		
		に,廃棄体周囲での物質移動が拡散によって支配される場合,		
		移動の駆動力となる濃度勾配をより小さく保つことができる		
		ので,核種の沈殿現象は物質移行抑制機能としても重要であ		
		රිං		
4.	現象のメカニズム	沈殿・溶解プロセスの駆動力となっているものは,当該元		
		素の固液 2 相間での熱力学エネルギーの不均衡である。沈		
		殿・溶解の化学反応両辺におけるギブス自由エネルギーG の		
		大小関係によって , 沈殿反応あるいは溶解反応が卓越するこ		
		ととなる。通常は,反応自由エネルギー(G がゼロとなるよ		
		うな状態,すなわち沈殿速度と溶解速度が見かけ上均衡した		
		化学平衡の状態を仮定する。しかしながら,実際には,平衡		
		状態に達するまでに多くの時間を要する場合もあり得る。		
		アクチニド等の元素では,溶液中に存在するよりは固相と		
		して存在する方が化学的に安定であり,難溶性の沈殿を容易		
		に生成するが,一方,セシウム等の可溶性元素では,イオン		
		形態として液相中に存在する方がより安定であり , 沈殿を生		
		成しない。		
5.	時間変化	溶解度の経時変化は,間隙水性状の変化にほぼ置き換えて		
		考えることができる。		

表2-21 現象・特性フローに関する技術情報(溶解・沈殿)

No.	項目	内容	
		初期段階では,高温かつ酸化性雰囲気の間隙水性状となる	
		ことが予想される。その後は,還元性雰囲気に終息するまで	
		の時間遅れとの長短によって、	
		・高温 , 還元性の間隙水性状	
		・地温,酸化性の間隙水性状	
		のいずれかのパターンを示した後,地温かつ還元性の間隙水	
		性状に終息する。溶解度への影響要因としては , 温度よりは	
		酸化・還元雰囲気の影響の方がより顕著である。しかしなが	
		ら,これらの過渡的な地下水性状変遷は,極端な設定を行わ	
		ない限りは , オーバーパックの設計寿命である 1,000 年まで	
		には終息しているものと考えられる。	
		地温・還元性の準安定的な性状に落ち着いた後は,ガラス	
		固化体近傍の間隙水性状の変化は , より緩やかなものとなる	
		ことが予想される。ガラス固化体近傍の間隙水性状は,オー	
		バーパック近傍の間隙水性状および緩衝材間隙水性状の変化	
		に追随することが予想される。このような準安定領域におけ	
		る間隙水性状変化の要因としては,例えば,緩衝材中の随伴	
		鉱物である calcite の溶解に伴う pH 変化などが想定される。	
		支保等にセメント系材料が用いられる場合には , 高アルカ	
		リの影響が顕著となる可能性がある。使用されるセメント系	
		材料の仕様にも依存するが,一般にセメント系鉱物の自律的	
		変遷に応じて ,間隙水の pH も高アルカリ性から中性領域に経	
		時的に変化することが指摘されており,この pH 変化に応じ	
		て,放射性元素の溶解度も変化する可能性がある。	
6.	研究(成果)	主要な放射性元素のうち,Cs などの溶解性核種を除く,多	
		くの核種は地下水や緩衝材間隙水中で考えられる還元条件で	
		難溶性である。放射性元素は,ガラス固化体からの溶出ある	
		いは親核種からの崩壊に基づく濃度の変化により、ある濃度	
		を超えると沈澱により放射性核種を含む固相を形成し、最終	
		的には沈澱固相と間隙水とが化学平衡に達すると考えられ	
		る。このとき,この固相の溶解度が間隙水に対する放射性元	
		素の濃度を与える。ガラス固化体から溶出した難溶性元素の	
		濃度が溶解度により制限されることについては,室内試験	

No.	項目	内容		
		[1,2,3] により確認されている。		
7.	現状の不確実性	概念的な不確実性としては以下が指摘できる。		
		・溶解・沈殿平衡が成立しているか(不可逆反応の可能性,		
		over saturation / under saturation )		
		・溶解度制限固相が適切に選定されているか		
		・液相化学種が適切に選定されているか		
		また , 特に溶解度評価に用いられる熱力学データセットに		
		ついては , なお以下のような不確実性が残っていると考えら		
		れる。		
		・高イオン強度補正(高イオン強度の地下水性状の場合,		
		適切に活量補正できるデータがあるか)		
		・温度補正(25 での熱力学データ取得が多く,実際の 50		
		~60 での溶解度補正が可能か)		
		・アルカリ条件下(高アルカリ条件での熱力学データには		
		なお不明な点が多い)		
8.	特性への影響	沈殿量・溶解量が著しい場合には,空隙を閉塞・開放する		
	(下流側現象)	などの物質移行特性への影響が想定され得るが , ここで取り		
		扱う放射性元素の沈殿量・溶解量は非放射性元素のそれらに		
		比べればわずかであり,特性すなわち場への影響はない。む		
		しろ重要な点は,沈殿・溶解現象が液相中に存在し得る核種		
		量の上限を規定する点で ,それに引き続く一連のプロセス( 緩		
		衝材中での拡散,収着等)に影響を与えるという点である。		
9.	原因となる影響	溶解度を規定する上で重要となるのは,温度,間隙水性状		
	(上流側現象)	およびそこでの物質移動特性である。		
10.	解析における取扱	人工バリア中の緩衝材間隙水に対する放射性元素の溶解度		
		は,安全評価の解析で考慮する核種として示された元素のう		
		ち,可溶性である Cs を除き,各元素について間隙水の環境条		
		件で適切と考えられる溶解度制限固相を選定し,熱力学デー		
		タおよび地球化学計算コード PHREEQE [4] を用いた溶解度		
		計算によって設定されている。また,この場合,溶解度実測		
		値のあるものについては、溶解度計算値と比べて安全評価上		
		保守的となる場合に実測値を採用した。溶解度計算に用いた		
		熱力学データには,核燃料サイクル開発機構において開発さ		

No.	項目			内容	
		れた地層処分性能評価用熱力学データベース JNC-TDB を用			
		117- [5]		-	
		↓1/2 [5]。			
11.	設定データ	降水系地	下水に対応する間	間隙水中での放	射性元素の溶解度
		設定値を下表に示す [6]。			
		表 レファレンスケースにおける放射性元素の溶解度			
		元表	卻解皮[mol 11 at 25℃]	這解皮制限因相"3	主要游存化学種"
		Se	$3 \times 10^{+}$	FeSe <sub>2</sub> (or)	HSe
		Zr	1×10 <sup>4.4</sup>	ZrO <sub>j</sub> (am)	Zr(OE),(aq)
		Nb	1×10 <sup>411</sup>	Nb <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (am)	Nb(OE),;
		Te	$4 \times 10^{-6}$	TeO <sub>1</sub> • 2H <sub>2</sub> O(an)	TrO(OH)(au)
		Pd	1×1044	Pd(cr)	Pd(OE) <sub>c</sub> (aq)
		Sa	5×10 <sup>4 ч</sup>	SnO <sub>2</sub> (am)	Sn(OH),; Sn(OH),(aq)
		Ca	可溶性	-	Cs'
		Sm	2×10-7	SinOECO_(a)	$Sm(CO_3)_{5}^{*}$ , $Sm(CO_3)_{5}^{*}$ , $SmCO_{7}^{*}$
		Pb	$2 \times 10^{+6}$	PbCO <sub>2</sub> (a)	PbCO <sub>2</sub> (aq), Pb(CO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> <sup>2</sup>
		Ra	1×10.0.2	Ra-Ca-CO <sub>1</sub>	Ra <sup>2+</sup>
		Ac	2×10°	ArOHCO/(cr)	Ac(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> °, Ac(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>3</sup> , AcCO <sub>3</sub> °
		Th	5×10 <sup>-6</sup>	TbO <sub>2</sub> (am)	Th(OH),CO,
		Pa	$2 \times 10^{-4}$	Pa.O.(s)	PaO(OII),(aq)
		U	$8 \times 10^+$	UO <sub>2</sub> (am)	U(OH),(CO,),2,U(OH),(M)
		Np	$2 \times 10^{-6}$	NpO <sub>2</sub> (ant)	Np(OH) <sub>0</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sup>2</sup> , NetOH) <sub>2</sub> (co)
		Pa	3×10*	PuO <sub>2</sub> (am)	Pe(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>2</sup> , Pu(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>2</sup> , Pu(CO <sub>3</sub> ) <sup>2</sup> , Pu(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>2</sup> ,
		Am	2×10°	AmOHCO/(cr)	Am(CO <sub>3</sub> ); Am(CO <sub>3</sub> ), <sup>5</sup> ,
		Cm	2×10 <sup>-7</sup>	CmOHCO/(cr)	Cm(CO <sub>3</sub> ); Cm(CO <sub>3</sub> );
		1: 元前町: 茶3       7: 並音: 第       No: 5: 第       So: 00 mod/ Fil: 00 mod/ #       *2: Ca. 2: 00 mod/ #       *3: 図刊#0 表記: * (mod 2: 0 mod 2: * (mod 2: 0 mod 2: 0 mod 2: * (mod 2: 0 mod 2: 0 mo	<ul> <li>(1998),</li> <li>(1998),</li> <li>(1998),</li> <li>(1998),</li> <li>(1998),</li> <li>(1998),</li> <li>(1998),</li> <li>(1996),</li> <li>(1997),</li> <li>(1998),</li> <li>(1998),</li></ul>	(参考) 新築板 7×10 <sup>*</sup> ) 新築板 2×10 <sup>*</sup> mod 1 <sup>*</sup> [注注学会 文開後での議論を始まえ た(間相)(に分析している いる (Yuteral, 1999b) , 熱力学デーム ている [6], なお	moll <sup>1</sup> ち大さな筆を設定(ま 53.1-7 に結果までに)、デモル-ファス 、電気がに中性の大器性を学 タが充実している 、 一次解度の温度依
		た性につい	てけ それが頭茎	ではかいことを	、「「」」「「」」」」、「」」、「」」、「」」、「」」、「」」、「」」、「」」
		で、温度の	エ <del>开</del> / ) / 合 胜 反 前 門 能 써 た ど の 起 生 か	x回伯の支運を	加坯U冾胜反て減
10	***	ショビの川		ער בייאר מא. מיד או מאיי	wan II (1009) -
12.	珍ち乂㈱	[1] Kal,D.,	reimy,A.K., Fult	UII, K. W. and R	yan, J.L. (1992) :
		Aqueous (	nemistry of N	a in Borosili	cate-Glass/Waste
		Systems, R	adiochimica Acta	a, 58/59, pp.9-1	6.

No.	項目	内容		
		[2] Ashida, T., Kohara, Y. and Yui, M. (1994) : Migration		
		Behavior of Pu Released from Pu-doped Glass ir		
		Compacted Bentonite, Radiochimica Acta, 66/67,		
		pp.359-362.		
		[3] 黒羽光彦,澁谷朝紀,岡崎充宏,乾真一,山田一夫,油井		
		三和(1998):プルトニウム含有ガラス固化体からのプルト		
		ニウムの溶解挙動に関する研究 , JNC TN8410 98-001.		
		[4] Parkhurst,D.L., Thorstnsen,D.C. and Plummer,L.H.		
		(1980) : PHREEQE - A Computer Program for Geochemical		
		Calculations, U.S. Geological Survey, Water-Resources		
		Investigations 80-96.		
		[5] Yui,M., Azuma,J. and Shibata,M. (1999) : JNC		
		Thermodynamic Database for Performance Assessment of		
		High-level Radioactive Waste Disposal System, JNC		
		TN8400 99-070.		
		[6] 東侍郎,柴田雅博,油井三和,澁谷朝紀,能登屋信,吉田		
		泰(1999):地層処分研究開発第2次とりまとめにおける放		
		射性元素の溶解度評価,JNC TN8400 99-071.		
		[7] Nitsche (1987) : Effect of Temperature on the Solubility		
		and Speciation of Selected Actinides in Near-neutral		
		Solution, Inorganica Chimica Acta, 127, pp.121-128.		
		[8] Rao,L., Rai,D. and Felmy,A.R. (1996) : Solubility of		
		Nd(OH)3 (c) in 0.1M NaCl Aqueous Solution at 25 and		
		90 , Radiochim. Acta, 72, pp.151-155.		
		[9] Rai,D., Moore,D.A., Yui,M. and Oakes,C. (1999) : A		
		thermodynamic model for the solubility of thorium dioxide		
		in the Na <sup>+</sup> -Cl <sup>-</sup> -OH <sup>-</sup> -H <sub>2</sub> O system, Radiochimca Acta (to be		
		submited).		
13.	関連 FEP 項目	G-1.2 ガラス固化体の温度 (上流側)		
		G-4.2 ガラス固化体周囲の地下水化学 (上流側)		
		G-6.1 ガラス固化体周辺の物質移動特性 (上流側)		
		G-6.2 幾何形状 / 間隙構造 (上流側)		
		G-6.3 核種の調和的な溶出 (上流側)		

No.	項目	内容		
		OP-5.1	腐食生成物中での核種の放射性崩壊	(下流側)
		OP-6.3.1	移流 / 分散	(下流側)
		OP-6.3.2	拡散	(下流側)
		OP-6.3.3	収着	(下流側)
		OP-6.3.4	沈澱/溶解	(下流側)
		OP-6.3.5	コロイドによる移行	(下流側)
		OP-6.3.6	ガスによる移行	(下流側)

No.	項目	内容	
1.	識別番号	PF-18	
2.	現象名称	緩衝材中の核種移行	
3.	概要 (Description)	オーバーパックの破損後,ガラス固化体は地下水と接触し	
		微量ではあるが放射性核種が溶解し,オーバーパックの破	
		損・腐食部分を通過して緩衝材に達する。すでに緩衝材は冠	
		水していると考えられるから,放射性核種は緩衝材中の間隙	
		水に溶解し,移動する。移動は極めて遅い速度であり,大部	
		分の放射性核種は緩衝材に収着され,一部は溶解度制限に応	
		じて沈殿することにより緩衝材を通過するのに膨大な時間が	
		経過し,結果として崩壊の効果により間隙水中の放射性核種	
		の濃度は低減される。	
4.	現象のメカニズム	緩衝材中は地下水の移動速度が小さく,放射性核種も含め	
		物質は拡散により移動する。しかしながら,周囲の動水勾配	
		が極端に大きい場合,あるいは緩衝材の機能が喪失した場合,	
		地下水速度が上昇し,物質移動は分散・移流支配になる可能	
		性は否定できない。また,ガラス固化体,オーバーパック周	
		辺でコロイドが発生し , 放射性核種がコロイドとして移動す	
		ることも考えられるが,緩衝材が健全であればコロイドはろ	
		過されることが期待される。一方,オーバーパックの腐食,	
		あるいは放射線分解等によりガスが発生し,ガスが緩衝材層	
		を通過する際に放射性核種がガスに溶解して,あるいは間隙	
		水がガスに押し出されて移動することも考えられる。	
		緩衝材は主要鉱物であるスメクタイトが陽イオン交換性を	
		持ち,陽イオンはイオン交換により収着され,さらにスメク	
		タイトの結晶端にはエッジサイトとよばれる水酸基があり,	
		ここへの物質の収着の可能性も示唆されている。また,緩衝	
		材中の間隙水において,溶解度制限により放射性核種が沈殿	
		することが予想される。	
		このように,緩衝材中の放射性核種の移動には様々なメカ	
		ニズムが関与していることから,第2次取りまとめでは以下	
		のサブ FEP(現象)を設定している。	
		・移流/分散,拡散,収着,沈殿/溶解,コロイドによる	

表2-22 現象・特性フローに関する技術情報(緩衝材中核種移行)

No.	項目	内容
		移行,ガスによる移行
5.	時間変化	第2次取りまとめでは,一部の極端なケースを除き緩衝材
		は百年以内に冠水することが示唆されており,オーバーパッ
		クも 1,000 年で破損することを性能評価のレファレンスとし
		ている。したがって放射性核種の漏洩が 1,000 年以降であれ
		ば,移行は拡散により生起・継続するが,収着および溶解・
		沈殿効果があるため,ニアフィールドの環境が大きく変わら
		ない限り移行は百万年以上継続すると考えられる。なお,第
		2 次取りまとめにおけるオーバーパックの寿命,オーバーパ
		ックの破損形態および核種移行挙動は保守的に設定されてお
		り,実際の挙動は 1,000 年よりさらに遅れて発生することが
		予想される。
6.	研究(成果)	緩衝材中の拡散係数,分配係数が,例えば緩衝材の乾燥密
		度,あるいはケイ砂の混合率,温度等をパラメータとして取
		得され,データベースとして整理されつつある。また緩衝材
		のガス透気挙動,コロイドのろ過挙動についても研究が進め
		られている。
7.	現状の不確実性	地質環境等の変化による,長期のニアフィールド環境の変
		遷については大きな不確実性があるため,緩衝材近傍の地下
		水流速・動水勾配,地下水化学(pH,Eh等),応力状態等に
		大きな不確実性がある。しかしながら,物質移動に係るメカ
		ニズムについては解明が進められており,残された不確実性
		は緩衝材中のミクロな現象である。例えば , 間隙水中の地下
		水化学は通常の水溶液の化学と異なると考えられるが, 収着
		や沈殿 / 溶解メカニズムは解明途中であり,今後の進展が期
		待される。同様に、緩衝材中の拡散挙動は陽イオンと陰イオ
		ンにより異なるが,そのメカニズムも解明途中である。デー
		タベースの整備も進行中であるが,全てのパラメータを実験
		的に取得することは多大な時間と費用を費やすことになり、
		現象の解明並びにモデル化が必要である。
8.	特性への影響	緩衝材を通過した放射性核種は周辺岩盤に移行するため,
	(下流側現象)	ここでの現象は母岩中核種移行の境界条件を与える。

No.	項目	内容
9.	原因となる影響	緩衝材中の地下水流動,間隙水の化学,化学的劣化,ガラ
	(上流側現象)	ス固化体からの核種の溶出,溶解 / 沈殿が,影響を与える。
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,緩衝材中の放射性核種の移行は拡
		散によるとして評価している。ただし,地下水組成の多様性
		を考慮して,分配係数および溶解度データは複数のデータセ
		ットを使用している。また,変動シナリオとして,設計の合
		理化を想定して緩衝材の厚さを 70 cm から 40 cm に変更した
		ケースを評価している。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	
13.	関連 FEP 項目	B-2.3 緩衝材中での地下水流動
		B-4.2 緩衝材中の地下水化学
		B-4.4 ガスの発生 / 影響
		B-4.7 コロイドの形成
		B-4.8 緩衝材の化学的変質
		B-6.1 緩衝材の物質移動特性
		B-6.2 幾何形状 / 間隙構造
		B-6.3 緩衝材中での核種の移行
		B-6.3.1 移流 / 分散
		B-6.3.2 拡散
		B-6.3.3 収着
		B-6.3.4 沈殿 / 溶解
		B-6.3.5 コロイドによる移行
		B-6.3.6 ガスによる移行
		G-6.2 ガラス固化体からの核種の溶出
		OP-6.3 腐食生成物中での核種の移行
		D-6.3 プラグ / グラウト,支保,埋め戻し材中での核種の移
		行
		H-6.3 母岩中での核種の移行

衣(- 23  現象・行性ノローに戻りる技術情報(母石中核性)の
----------------------------------

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-19
2.	現象名称	母岩中の核種移行
3.	概要 (Description)	緩衝材を通過した放射性核種は周辺母岩へ浸入し,地下水
		により生物圏に移行する。地下水および放射性核種の移行経
		路となるのは岩盤中の間隙であるが,わが国の場合,岩盤の
		間隙構造は亀裂が主流であり,一部の新第三紀堆積岩につい
		ては,亀裂だけでなく多孔質も間隙を形成する。一般に天然
		バリアでは地下水流速が有意なため,放射性核種は移流およ
		び分散により移行し、その過程で核種の収着効果による減衰
		並びに希釈効果が期待される。地下水流速が遅い場合は拡散
		が移行の駆動力となる。移行の形態としては,コロイドに吸
		着して地下水と共に移行,ガス状での移行,ガス流動を駆動
		力とした地下水の移行も考えられる。また,微生物および天
		然有機物が岩盤中の放射性核種に影響することがある。
4.	現象のメカニズム	亀裂媒体と多孔質媒体を明確に区別することは難しいが,
		移行モデルは次のように考えられる。
		・亀裂媒体は地下水の流速が相対的に大きい亀裂と岩石基
		質に分類され,前者は移流分散,後者は拡散(マトリク
		ス拡散)により核種が移行するものとする。その過程で
		核種は岩盤に収着される。また,亀裂中には充填鉱物が
		存在するケースもあり,吸着媒体となり得る。亀裂はネ
		ットワーク構造を呈すると考えられ , それに起因する機
		械的分散効果は巨視的分散長により表現する。
		・多孔質媒体の場合地下水は媒体間隙を流れ,それに伴い
		放射性核種は移流により移行する。また,移行の過程で
		放射性核種が拡がる現象は,機械的分散として表現する。
		モデル上は亀裂媒体と多孔質媒体を区別して評価するが,
		現実的には両者は混在しており,モデル化にあたっては両方
		を考慮する等の対応が必要となる。
		なお,天然バリア中に存在するコロイドに核種が吸着され,
		特異な挙動を示す可能性がある。また,天然有機物と錯体を
		形成し,岩盤への収着能力が減少することが懸念されている。

No.	項目	内容
5.	時間変化	第2次取りまとめにおける亀裂媒体中の核種移行評価結果
		によれば,母岩からの核種移行率の様相は核種毎に異なり,
		ピークを迎える時間帯は Cs-135 および Se-79 が処分後約 10
		万年以降,Zr-93,Tc-99 が約 100 万年以降,アクチニドおよ
		び Pd-107 は 1000 万年後以降である。この値は亀裂中の地下
		水速度,分配係数,核種の半減期等に依存するが,人間社会
		に回帰する時間は現在よりはるか後の時間帯であり,かつ,
		その量も僅かである。
6.	研究(成果)	亀裂中の核種移行モデルの改良・高度化 , および信頼性向
		上のため核種移行に関して室内試験との比較を行っている。
		また,原位置トレーサ試験を行い,解析結果との比較を行っ
		ている。同様に,多孔質媒体中の物質移行評価についても不
		均質場生成について感度解析が行われている。
		天然地下水中のコロイドの事例調査,コロイドへの核種収
		着性に関する検討,コロイド移行評価,原位置試験が行われ
		ている [1]。
7.	現状の不確実性	岩盤中の核種移行のメカニズムに関する不確実性は小さい
		が,評価のための場の設定に大きな不確実性がある。すなわ
		ち,亀裂媒体として評価する場合,亀裂の分布並びに幅,地
		下水流速を支配する透水量係数等については , ボーリング等
		の調査により十分な情報を得ることが困難である。マトリク
		ス拡散深さについても不確実性がある。また場の不均質性に
		より,核種の収着能力を表す分配係数についても不確実性が
		ある。第2次取りまとめでは亀裂媒体を異なる透水量係数を
		もつ48本の亀裂中の核種移行結果を重ね合わせることにより
		評価を行ったが,計算としては煩雑である。地質調査結果に
		則したモデル化の方法が必要である。なお,分配係数は地下
		水化学に依存するため、その不均質性も不確実性の要因とな
		රි.
8.	特性への影響	第2次取りまとめでは岩盤中の移行の後,核種は大規模な
	(下流側現象)	破砕帯を伴う断層に流入して、その後生物圏に流入すること
		になっている。つまり,岩盤中の核種移行は断層中核種移行
		の境界条件を与える。

No.	項目	内容
9.	原因となる影響	緩衝材からの核種の流入量が境界条件となる。その他,岩
	(上流側現象)	盤中の地下水流動,地下水化学が影響を与える。なお,処分
		場の形態および地下水流動条件によっては , プラグ / グラウ
		ト,支保,埋め戻し材での核種移行が影響を与える。
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは亀裂媒体をレファレンスとし,多孔
		質媒体を代替ケースとして評価している。亀裂媒体について
		は 1 本の平行平板亀裂について評価し , 透水量係数の分布に
		従い 48 本の亀裂中の移行を重ね合わせて ,全体の核種移行を
		評価した。一方,亀裂ネットワークを発生させて,そこでの
		核種移行を評価する方法もあるが,ネットワークの発生は統
		計論に従うため,多数のネットワークを発生させる統計解析
		となり,計算に要する時間が増大する特徴がある。つまり,
		解析方法は統計論的扱いと,確定的な扱いの2種類がある。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	[1] 核燃料サイクル機構(2002): 高レベル放射性廃棄物の地
		層処分技術に関する研究開発 - 平成13年度報告 - ,JNC
		TN1400 2002-003.
13.	関連 FEP 項目	B-6.3 緩衝材中での核種の移行
		B-6.3.1 移流 / 分散
		B-6.3.2 拡散
		B-6.3.3 収着
		B-6.3.4 沈殿 / 溶解
		B-6.3.5 コロイドによる移行
		B-6.3.6 ガスによる移行
		D-6.3 プラグ / グラウト,支保,埋め戻し材中での核種の移
		行
		D-6.3.1 移流 / 分散
		D-6.3.2 拡散
		D-6.3.3 収着
		D-6.3.4 沈殿 / 溶解
		D-6.3.5 コロイドによる移行
		D-6.3.6 ガスによる移行
		H-2.3 母岩中での地下水流動

No.	項目	内容
		H-4.2 母岩中の地下水化学
		H-4.4 ガスの発生 / 影響
		H-4.5 微生物の影響
		H-4.6 有機物の影響
		H-4.7 コロイドの形成
		H-5.1 母岩中での核種の放射性崩壊
		H-6.1 母岩の物質移動特性
		H-6.2 幾何学形状,間隙/亀裂の構造
		H-6.3 母岩中での核種の移行
		H-6.3.1 移流 / 分散
		H-6.3.2 拡散
		H-6.3.3 収着
		H-6.3.4 沈殿 / 溶解
		H-6.3.5 コロイドによる移行
		H-6.3.6 ガスによる移行

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-20
2.	現象名称	大規模な断層破砕帯中の核種移行
3.	概要 (Description)	第2次取りまとめでは複雑な地質構造を考慮しないことと
		し,処分場が透水性の高い大規模な破砕帯を伴う主要な断層
		から 100 m 離して配置されるとした。処分場から地下水によ
		って母岩中を運ばれてきた核種は , 処分場下流側にある断層
		内を上向きに流れて最短距離で帯水層に至ると仮定した。つ
		まり,破砕帯の存在および,そこでの核種移行は評価のため
		の仮定である。
4.	現象のメカニズム	断層破砕帯中の間隙構造は既往の研究事例が少ないため,
		第2次取りまとめでは亀裂媒体をレファレンスとし多孔質媒
		体を代替ケースとした。そこでの移行モデルは母岩中と同様,
		以下のように考えられる。
		・亀裂媒体は地下水の流速が相対的に大きい亀裂と岩石基
		質に分類され , 前者は移流分散 , 後者は拡散 ( マトリク
		ス拡散)により核種が移行するものとする。その過程で
		核種は岩盤に収着される。また,亀裂中には充填鉱物が
		存在するケースもある。亀裂はネットワーク構造を呈す
		ると考えられ,それに起因する機械的分散効果は巨視的
		分散長により表現する。
		・多孔質媒体の場合地下水は媒体間隙を流れ,それに伴い
		放射性核種は移流により移行する。また,移行の過程で
		放射性核種が拡がる現象は , 機械的分散として表現する。
		なお,モデル上は亀裂媒体と多孔質媒体を区別するが,現
		実的には両者が混在する場が存在する。
		天然バリア中に存在するコロイドに核種が吸着され , 特異
		な挙動を示す可能性がある。また,天然有機物と錯体を形成
		し,岩盤への収着能力が減少することが懸念されている。
5.	時間変化	第2次取りまとめにおける亀裂媒体中の核種移行評価結果
		によれば,断層破砕帯からの核種移行率の様相は核種毎に異
		なり,ピークを迎える時間帯は母岩からのピーク時間帯から
		さらに時間遅れが見られるものの , Cs-135 および Se-79 が約

表2-24 現象・特性フローに関する技術情報(断層破砕帯中核種移行)

No.	項目	内容
		10 万年後,Zr-93 が約 100 万年後である。ただし,分配係数
		が比較的大きなアクチニドはピークを迎える時間帯に大きな
		時間遅れが見られる。核種移行は亀裂中の地下水速度に大き
		く依存するが,人間社会に回帰する時間は現在よりはるか後
		の時間帯であり,かつ,その量も僅かである。
6.	研究(成果)	断層破砕帯に特定した研究事例は少ないが,核種移行の観
		点からは,母岩中の核種移行の研究が一部参考になると考え
		られる
7.	現状の不確実性	岩盤中の核種移行と同様に、核種移行のメカニズムに関す
		る不確実性は小さいが,評価のための場の設定に大きな不確
		実性がある。すなわち,亀裂媒体として評価する場合,亀裂
		幅の分布,地下水流速を支配する透水量係数等については,
		ボーリング等の調査により十分な情報を得ることが困難であ
		る。また,場の不均質性により核種の収着能力を表す分配係
		数についても不確実性がある。第2次取りまとめでは1本の
		平行平板亀裂により評価を行ったが,調査結果に則したモデ
		ル化の方法が必要である。なお,分配係数は地下水化学に依
		存するため,その不均質性も不確実性の要因となる。
8.	特性への影響	第2次取りまとめでは核種は大規模な破砕帯を伴う断層に
	(下流側現象)	流入して,その後生物圏に流入することになっている。その
		観点からいうと,断層中核種移行は生物圏の境界条件を与え
		<u>る</u> .
9.	原因となる影響	母岩からの核種の流入量が境界条件となる。その他,断層
	(上流側現象)	破砕帯中の地下水流動 , 地下水化学が影響を与える。
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは亀裂媒体をレファレンスとし,多孔
		質媒体を代替ケースとして評価している。亀裂媒体について
		は,1本の平行平板亀裂について評価している。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	-
13.	関連 FEP 項目	H-2.3 母岩中での地下水流動
		H-4.2 母岩中の地下水化学
		H-4.4 ガスの発生 / 影響
		H-4.5 微生物の影響

No.	項目	内容
		H-4.6 有機物の影響
		H-4.7 コロイドの形成
		H-5.1 母岩中での核種の放射性崩壊
		H-6.1 母岩の物質移動特性
		H-6.2 幾何学形状,間隙/亀裂の構造
		H-6.3 母岩中での核種の移行
		H-6.3.1 移流 / 分散
		H-6.3.2 拡散
		H-6.3.3 収着
		H-6.3.4 沈殿 / 溶解
		H-6.3.5 コロイドによる移行
		H-6.3.6 ガスによる移行

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-21
2.	現象名称	生物圏での核種移行
3.	概要 (Description)	放射性核種が天然バリアから人間が生活している生物圏に
		流入し, 生物圏内で移行し, その一部は人間の被ばくの原因
		となる。将来の人間生活の環境や様式を予測することは困難
		であり,その評価は地質環境等に比べて不確実性が大きいた
		め,生物圏を,「人間生活の環境や様式の仮定を安全評価の目
		的に沿って整合性をとりながら合理的に設定し , 適切な評価
		指標に変換するための道具」としてとらえるレファレンスバ
		イオスフィアの考え方が検討されており,第2次取りまとめ
		でもその考え方が適用された。
4.	現象のメカニズム	第2次取りまとめでは,地下水や地形の特徴に応じて放射
		性核種が生物圏に流入すると想定される場所を GBI
		(Geosphere Biosphere Interface)として設定し , GBI から生
		物圏内の核種移行を想定した。GBIの例としては表層水系(河
		川 ,湖沼など ),井戸 ,海等があげられる。 GBI からの移行は ,
		例えば灌漑,洪水,浸食,浮遊,浸透,沈殿,海洋拡散等に
		よりもたらされる。それらの移動において,核種は媒体に吸
		着あるいは沈殿し,生物には濃縮される。
5.	時間変化	第2次取りまとめでは生物圏内の核種移行はコンパートメ
		ントモデルを用いて,コンパートメント間の移動により評価
		しているが,各コンパートメント内での核種濃度の推移は,
		一定量の流入では数年から長くても数千年内に定常に達す
		る。コンパートメント内濃度を律するのは核種の崩壊定数,
		分配係数 , 生物への移行係数・濃縮係数である。
6.	研究(成果)	生物圏については気候変動の影響検討 , GBI 設定手法の検
		討が行われている。また BIOMASS ( レファレンスバイオス
		フィアの検討), BIOCLIM(気候変動)等の国際プロジェク
		トが進行している。
7.	現状の不確実性	前述の通り,将来の生物圏あるいは人間生活の様式を予測
		することは困難であるため,生物圏を人間生活の環境や様式
		の仮定を安全評価の目的に沿って整合性をとりながら合理的

表2-25 現象・特性フローに関する技術情報(生物圏核種移行)

No.	項目	内容
		に設定し,適切な評価指標に変換するための道具としてとら
		える考え方が一般的である。そのため,現在の生物圏を基本
		として評価を行うことが通例であるが,気候変動を想定した
		評価も行われている。気候変動のような将来の変動には大き
		な不確実性が伴うが , 様式化されたアプローチの採用が提唱
		されている。また,生物圏における放射性核種濃度の定量評
		価に必要な希釈水量,コンパートメントの大きさ,表層水流
		量,分配係数,移行係数,濃縮係数についても不均質であり,
		不確実性を排除できない。
8.	特性への影響	各コンパートメント中の放射能濃度が決まれば,その後は
	(下流側現象)	被ばくグループおよびその生活様式を設定し,被ばく量の算
		出となる。
9.	原因となる影響	天然バリアから GBI への核種の流入量が境界条件となる。
	(上流側現象)	
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,レファレンスバイオスフィアの手
		順に則り ,評価の条件を設定し ,生物圏の条件をまとめた FEP
		を用いてコンパートメントを設定した。コンパートメント間
		の関係を定量化して,その中での水中,土壌中あるいは食物
		中の放射能濃度が算定される。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	-
13.	関連 FEP 項目	H-2.3 母岩中での地下水流動
		H-6.3 母岩中での核種の移行

No.	項目	内容
1.	識別番号	PF-22
2.	現象名称	被ばく
3.	概要 (Description)	生物圏内の構成員をモデル化することにより被ばくグルー
		プを設定し,各被ばくグループの被ばく量を算出する。被ば
		くグループとしては,例えば農作業従事者,淡水漁業従事者,
		海洋漁業従事者が挙げられる。被ばくグループのメンバーに
		対して,被ばくに関連する作業,食事,その他の生活様式が
		設定される。安全評価の対象となるグループを決定グループ
		と称する。
4.	現象のメカニズム	被ばくグループの構成員は職業としての作業,例えば農作
		業,漁業に従事し,その過程で土壌の摂取,ダストの吸入に
		よる内部被ばく,土壌からの外部被ばく,あるいは海洋エア
		ロゾルの吸入,水からの外部被ばくを被る。また,汚染され
		た土壌,灌漑,あるいは海洋等で栽培・取得された飲用水,
		農作物,水産物等を摂取することにより被ばくする。
5.	時間変化	コンパートメント内の放射性核種濃度の変動に応じて,被
		ばく量は変動する。核種移行評価結果で明らかなように,生
		物圏に放射性核種が到達するのは 10 万年以降である。
6.	研究(成果)	(追記)
7.	現状の不確実性	前述の通り将来の生物圏あるいは人間生活の様式を予測す
		ることは困難であるため,生物圏を人間生活の環境や様式の
		仮定を安全評価の目的に沿って整合性をとりながら合理的に
		設定し,適切な評価指標に変換するための道具としてとらえ
		る考え方が一般的である。そのため,現在の生物圏を基本と
		して評価を行うことが通例であるが,気候変動を想定した評
		価も行われている。気候変動のような将来の変動には大きな
		不確実性が伴うが,様式化されたアプローチの採用が提唱さ
		れている。また,将来の人間生活の不確実性も,地質環境等
		の不確実性よりは小さいであろうが,十分考慮する必要があ
		る。人間生活の評価に必要な職業(作業)への従事時間,あ
		るいは食物摂取量,飲用水摂取量についても不確実性は無視
		し得ない。

表2-26 現象・特性フローに関する技術情報(被ばく)
No.	項目	内容
8.	特性への影響	特になし。
	(下流側現象)	
9.	原因となる影響	コンパートメント内の放射能濃度,例えば河川水・井戸水
	(上流側現象)	の濃度,畜産物内の濃度,農作物の濃度が必要である。
10.	解析における取扱	第2次取りまとめでは,レファレンスバイオスフィアの手
		順に則り評価の条件を設定し , 生物圏の条件をまとめた FEP
		を用いてコンパートメントを設定した。コンパートメント間
		の関係を定量化して,その中での水中,土壌中あるいは食物
		中の放射能濃度が算定される。さらに,被ばくグループの構
		成員について職業として従事する作業時間および内容,食物
		の摂取量,飲用水の摂取量を設定して評価を行う。
11.	設定データ	(第2次取りまとめ参照)
12.	参考文献	-
13.	関連 FEP 項目	(特になし)

2.6 ワーク項目と現象フローの対応整理

現象 / 特性フローの現象項目および FEP 項目, ならびにワークツリーのワーク項目の対応関係(包含関係)について整理する。ここで,各項目間の関連付けの方法として,以下の方法が考えられる。

- ・現象/特性フローの現象項目に対して,関連する FEP 項目およびワーク項目の対応を 整理する。この方法では,現象フローの作成時に抽出した現象に対して関連付けを行う ため,網羅性を保証することはできない。(FEP 項目やワーク項目が全て対象になると は限らない。)
- ・ワークツリーのワーク項目に対して,関連する現象項目および FEP 項目の対応を整理 する。この方法でも,ワーク項目に抜け落ちがある可能性があり,網羅性を完全には保 証できない。
- ・包括的 FEP リストの FEP 項目に対して,関連する現象項目およびワーク項目の対応 を整理する。この方法は,全 FEP 項目を対象とすることにより網羅性は保証できるか もしれないが,シナリオ分析に近い作業となる。また,必ずしも対応するワーク項目が 一対一に存在するとは限らない。

ここでは,評価・取りまとめ作業の実施を支援することに重点を置き,評価対象とする現象を中心とした情報の相関関係を整理するため,現象/特性フローで抽出された現象項目および関連する FEP 項目(表 2-5~表 2-26 参照)に対して,ワークツリーの各ワーク項目(表 2-1,表 2-2 参照)の対応を整理した。結果を表 2-27 に示す。

(現象フロー)		(ワークツリー)	供耂	
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	加方	
PF-1	G-1.1 ガラス固化体の熱特性	(追加項目 ガラス固化体物性試験)		
発熱	G-1.2 ガラス固化体の温度	RD-3.4.1 熱解析	データは G-1.1 より。	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析		
	G-1.3 ガラス固化体の熱膨張	RD-3.4.1 熱解析	データは G-1.1 , G-1.2 よ	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	IJ。	
	G-1.4 崩壊熱の発生	PA-2.1.1 ガラス固化体評価		
		PA-2.1.3 核種インベントリ		
	G-4.1 ガラス固化体の化学特性	(追加項目 ガラス固化体物性試験)		
	G-4.3 ガラス固化体の溶解	PA-5.1.1 ガラス溶解速度設定		
	G-4.8 ガラス固化体の化学的変質	PA-4.2 間隙水組成評価		
		(追加項目 ガラス固化体物性試験)		
	G-6.3.2 溶解 / 沈殿	PA-4.3 溶解度評価		
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析		
	G-5.1 ガラス固化体中での核種の放射性	PA-2.1.1 ガラス固化体評価		
	崩壊	PA-2.1.3 核種インベントリ		
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析		
	OP-1.2 オーバーパックの温度	RD-3.4.1 熱解析	データは OP-1.1 より。	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析		
PF-2	G-1.2 ガラス固化体の温度	RD-3.4.1 熱解析	データは G-1.1 より。	
伝熱		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析		
	OP-1.1 オーバーパックの熱物性	RD-2.1.1.1 材料選定		
	OP-1.2 オーバーパックの温度	RD-3.4.1 熱解析	データは OP-1.1 より。	
	OP-1.3 オーバーパックの熱膨張	RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	データは OP-1.1 , OP-1.2	
			より。	

表2-27 ワーク項目(ワークツリー)と現象・特性フローの対応表

	(現象フロー)	(ワークツリー)	(# #
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	旧气
PF-2 ( 続き )	OP-3.2 オーバーパックの応力	RD-2.1.1 腐食評価 RD-2.1.2 耐圧評価 RD-2.2.1.5 力学特性試験(緩衝材) RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
	OP-4.3 オーバーパックと地下水の反応	RD-4.2.4         OP 腐良膨張解析           RD-2.1.1         腐食評価           PA-4.2         間隙水組成評価	
	OP-6.2 幾何形状 / 間隙形状	RD-2.1.2.1 形状設定	
	OP-7.1 オーバーパックの製作不良	RD-2.1.5 製作 / 施工性	
	B-1.1 緩衝材の熱物性	RD-2.2.1.3 熱特性試験	
	B-1.2 緩衝材の温度	RD-2.2.1 基本特性試験 RD-3.4.1 熱解析 RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
	B-1.3 緩衝材の熱膨張	RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析	データは B-1.1 , B-1.2 よ り。
	B-2.2 緩衝材の飽和	RD-2.2.1 基本特性試験 RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
	B-3.2 緩衝材の応力	RD-2.2.1 基本特性試験 RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析 RD-4.2 構造力学安定性評価	
	B-3.3 緩衝材の体積変化	RD-2.2.1.6 膨潤特性試験	
	B-4.8 緩衝材の化学的変質	RD-2.2.1.7 化学特性試験 PA-4.2 間隙水組成評価 (追加項目 緩衝材変質試験・評価)	
	B-4.9 塩の蓄積	RD-2.2.1 基本特性試験 RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析 PA-4.2 間隙水組成評価	

(現象フロー)		(ワークツリー)	供老
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	通行
PF-2(続き)	B-6.2 幾何形状 / 間隙形状	RD-2.2 緩衝材設計	
	B-6.3.4 沈殿 / 溶解	PA-4.2 間隙水組成評価	
		PA-4.3 溶解度評価	
	B-7.1 緩衝材の製作不良	RD-2.2.4 製作 / 施工性	
	B-7.2 緩衝材の施工不良	RD-2.2.4 製作 / 施工性	
	D-1.1 プラグ・支保等の熱物性	RD-3.1.2.1 支保工材の選定	
		RD-3.6.5.3 熱特性試験	
	D-1.2 プラグ・支保等の温度	RD-3.4.1 熱解析	データは D-1.1 より。
		RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析	
	D-1.3 プラグ・支保等の熱膨張	RD-3.6.5 基本特性	データは D-1.1 , D-1.2 よ
		RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析	ເງູ
	D-2.2 プラグ・支保等の飽和	RD-3.6.5 基本特性	
		RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析	
	D-3.2 プラグ・支保等の応力	RD-3.1.3 空洞安定性評価	
		RD-3.6.5 基本特性	
		RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析	
	D-3.3 プラグ・支保等の体積変化	RD-3.6.5 基本特性	
		RD-3.6.5.6 膨潤特性試験	
		RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析	
	D-4.8 プラグ・支保等の化学的変質	RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計	RD-3.6 には各部材の材質
		PA-4.1 地下水組成評価	に関する情報を含む。
		PA-4.2 間隙水組成評価	
		(追加項目 変質試験・評価)	
	D-6.2 幾何形状 / 間隙形状	RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計	
	D-6.3.4 沈殿 / 溶解	PA-4.2 間隙水組成評価	
		PA-4.3 溶解度評価	

	(現象フロー)	(ワークツリー)	411 - L -
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	備考
PF-2 ( 続き )	D-7.1 プラグ・支保等の製作不良	RD-3.6.2 製作・施工性(プラグ)	
		RD-3.6.4 製作・施工性(グラウト)	
		RD-3.6.7 製作・施工性(埋戻し材)	
	D-7.2 プラグ・支保等の施工不良	RD-3.6.2 製作・施工性(プラグ)	
		RD-3.6.4 製作・施工性(グラウト)	
		RD-3.6.7 製作・施工性(埋戻し材)	
	H-1.1 母岩の熱物性	GS-0 地質環境条件(熱特性)	
	H-1.2 母岩の温度	RD-3.4.1 熱解析	データは H-1.1 より。
	H-1.3 母岩の熱膨張	RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	データは H-1.1 , H-1.2 よ
			IJ
	H-2.2 母岩の飽和	GS-0 地質環境条件(物性 / 水理特性)	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
	H-3.2 母岩の応力	GS-0 地質環境条件(力学特性)	
		RD4.2 構造力学安定性評価	
	H-3.3 母岩の体積変化	GS-0 地質環境条件(物性)	
	H-4.8 母岩の化学的変質	GS-0 地質環境条件(化学特性)	
		PA-4.1 地下水組成評価	
	H-6.2 幾何形状,間隙/亀裂の形状	PA-3.1 亀裂ネットワークモデル構築	
	H-6.3.4 沈殿 / 溶解	PA-4.1 地下水組成評価	
		PA-4.3 溶解度評価	
	H-7.1 ボーリング孔,トンネルのシール	RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計	
	不良 / 変質		
PF-3	H-1.1 母岩の熱物性	GS-0 地質環境条件(熱特性)	
母岩中の地下水流動	H-1.2 母岩の温度	RD-3.4.1 熱解析	データは H-1.1 より。

	(現象フロー)	(ワークツリー)	(# #
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	備考
PF-3 ( 続き )	H-2.1 母岩の水理特性	PA-3.1 亀裂ネットワークモデル構築(亀 裂性媒体)	
		PA-3.3 連続体モデル構築(多孔質媒体)	
		(追加項目 対流解析)	
		(追加項目 塩淡境界解析)	
	H-2.2 母岩の飽和	GS-0 地質環境条件(物性 / 水理特性)	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
		PA-3.1.4 水理解析(亀裂性媒体)	
		PA-3.3.4 水理解析(多孔質媒体)	
	H-3.1 母岩の力学特性	GS-0 地質環境条件(力学特性)	
		RD-3.2 空洞安定性評価	
		RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析	
	H-4.1 母岩の化学特性	GS-0 地質環境条件(化学特性)	
	H-4.2 母岩の地下水化学	PA-4.1 地下水組成評価	データは H-4.1 より。
	H-4.8 母岩の化学的変質	GS-0 地質環境条件(化学特性)	データは H-4.2 より。
		PA-4.1 地下水組成評価	
	H-7.1 ボーリング孔,トンネルのシール 不良 / 変質	RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計	
	D-1.1 プラグ・支保等の熱物性	RD-3.1.2.1 支保工材の選定	
		RD-3.6.5.3 熱特性試験	
	D1.2 プラグ・支保等の温度	RD-3.4.1 熱解析	データは D-1.1 より。
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
	D-7.2 プラグ・支保等の施工不良	RD-3.6.2 製作・施工性(プラグ)	
		RD-3.6.4 製作・施工性(グラウト)	
		RD-3.6.7 製作・施工性(埋戻し材)	

	(現象フロー)	(ワークツリー)	(# *
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	加ち
PF-4	D-1.1 プラグ・支保等の熱物性	RD-3.1.2.1 支保工材の選定	
プラグ/グラウト,支保,		RD-3.6.5.3 熱特性試験	
埋戻し材中の地下水流動	D-1.2 プラグ・支保等の温度	RD-3.4.1 熱解析	データは D-1.1 より。
		RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析	
	D-2.1 プラグ・支保等の水理特性	RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計	
		RD-3.6.5.4 水理特性試験	
	D-2.2 プラグ・支保等の飽和	RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計	
		RD-3.6.5.4 水理特性試験	
		RD-3.6.5.6 膨潤特性試験	
	D-3.1 プラグ・支保等の力学特性	RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計	
		RD-3.6.5.5 力学特性試験	
		RD-4.2 構造力学安定性評価	
	D-3.4 プラグ・支保等の変形	RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計	
		RD-3.6.5.5 力学特性試験	
		RD-4.2 構造力学安定性評価	
	D-4.1 プラグ・支保等の化学特性	RD-3.1.2 支保工設計	
		RD-3.6.1 プラグ設計	
		RD-3.6.6 埋め戻し材設計	
	D-4.2 プラグ・支保等の地下水化学	PA-4.1 地下水組成評価	データは D-4.1 から。
		PA-4.2 間隙水組成評価	
	D-4.8 プラグ・支保等の化学的変質	RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計	RD-3.6 には各部材の材質
		PA-4.1 地下水組成評価	に関する情報を含む。
		PA-4.2 間隙水組成評価	
		(追加項目の変質試験・評価)	
	D-7.2 ブラグ・支保等の施工不良	RD-3.6.2 製作・施工性(ブラグ)	
		RD-3.6.4 製作・施工性(グラウト)	
		RD-3.6.7 製作・施工性(埋戻し材)	

	(現象:	70-)		(ワークツリー)	<b>供</b> 李
現象名称		関連 FEP 項目		ワーク項目	1佣15
PF-4 ( 続き )	H-1.1	母岩の熱特性	GS-0 地質	質環境条件(熱特性)	
	H-1.2		RD-3.4.1	熱解析	データ H-1.1 はより。
	H-2.3	母岩の地下水流動	PA-3.1	亀裂ネットワークモデル構築(亀	
			裂性媒	【体 )	
			PA-3.3	連続体モデル構築(多孔質媒体)	
PF-5	B-1.2	緩衝材の温度	RD-2.2.1	基本特性試験	
緩衝材中の水理(緩衝材の			RD-3.4.1	熱解析	
冠水および地下水流動)			RD-4.1.1	熱 - 水 - 応力連成解析	
	B-2.1	緩衝材の水理特性	RD-2.2.1.4	1 水理特性試験	
	B-2.2	緩衝材の飽和	RD-2.2.1	基本特性試験	
			RD-4.1.1	熱 - 水 - 応力連成解析	
	B-2.3	緩衝材中での地下水流動	RD-2.2.1	基本特性試験	
			RD-2.2.2	緩衝材仕様設定	
			RD-4.1.1	熱 - 水 - 応力連成解析	
			PA-3.3.4	水理解析	
	B-3.2	緩衝材の応力	RD-2.2.1	基本特性試験	
			RD-4.1.1	熱 - 水 - 応力連成解析	
			RD-4.2	構造力学安定性評価	
	B-3.3	緩衝材の膨潤	RD-2.2.1.6	3 膨潤特性試験	
PF-6	B-1.2	緩衝材の温度	RD-2.2.1	基本特性試験	
緩衝材の膨潤			RD-3.4.1	熱解析	
			RD-4.1.1	熱-水-応力連成解析	
	B-2.1	緩衝材の水理特性	RD-2.2.1.4	1 水理特性試験	
	B-2.2	緩衝材の飽和	RD-2.2.1	基本特性試験	
			RD-4.1.1	熱 - 水 - 応力連成解析	
	B-2.3	緩衝材の地下水流動	RD-2.2.1	基本特性試験	
			RD-4.1.1	熱 - 水 - 応力連成解析	

	(現象フロー)	(ワークツリー)	(# <del>*</del> /
	関連 FEP 項目	ワーク項目	備考
PF-6 ( 続き )	B-3.1 緩衝材の力学特性	RD-2.2.1 基本特性試験	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
	B-3.2 緩衝材の応力	RD-2.2.1 基本特性試験	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
		RD-4.2  構造力学安定性評価	
	B-3.3 緩衝材の体積変化	RD-2.2.1.6 膨潤特性試験	
	B-4.1 緩衝材の化学特性	RD-2.2.1.7 化学特性試験	
	B-4.2 緩衝材の地下水化学	PA-4.2 間隙水組成評価	データは B-4.1 から。
	B-4.8 緩衝材の化学的変質	PA-4.2 間隙水組成評価	データは B-4.1 から。
		(追加項目 緩衝材変質試験・評価)	
	B-6.2 幾何形状 / 構造	RD-2.2 緩衝材設計	
PF-7	G-4.4 ガスの発生 / 影響	PA-2.1.1 ガラス固化体評価	
オーバーパックの腐食		PA-2.2 放射線場評価	
	OP-3.2 オーバーパックの応力	RD-2.1.1 腐食評価	
		RD-2.1.2 耐圧評価	
		RD-2.2.1.5 力学特性試験(緩衝材)	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
		RD-4.2.4 OP 腐食膨張解析	
	OP-3.3 オーバーパックの破損	RD-2.1.1 腐食評価	
		RD-2.1.2 耐圧評価	
		RD-4.2.4 OP 腐食膨張解析	
	OP-4.1 オーバーパックの化学特性	RD-2.1 オーバーパック設計	
		RD-4.3 化学特性評価	
	OP-4.2 オーバーパックの地下水化学	RD-2.1.4 OP 仕様設定	データは OP-4.1 から。
		PA-4.2 間隙水組成評価	
	OP-4.5 腐食生成物の生成	RD-2.1.1 腐食評価	

(現象フロー)		(ワークツリー)	(# #
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
PF-7 ( 続き )	OP-4.6 ガスの発生 / 影響	RD-2.1.1 腐食評価 RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価	
	OP-4.7 微生物の影響	RD-2.1.1.1 材料選定 RD-2.1.1.2 腐食シナリオ	
	OP-4.8 有機物の影響	(追加項目 有機物影響試験・評価)	
	OP-4.9 コロイドの形成	RD-2.1.1 腐食評価 PA-4.2 間隙水組成評価	
	OP-5.3 腐食生成物の放射線損傷	RD-2.1.1 腐食評価 PA-2.2 放射線場評価	本来はさらに試験データ が必要と考えられるが ,追 加項目は特定しない。
	B-4.2 緩衝材の中の地下水化学	RD-2.2.1.7 化学特性試験 PA-4.2  間隙水組成評価	
	B-4.4 ガスの発生 / 影響	RD-2.1.1 腐食評価 RD-4.3.1.2 ガス移行解析	
PF-8	G-3.3 ガラス固化体の割れ	(追加項目 ガラス固化体物性試験)	
オーバーパックの破損	OP-3.1 オーバーパックの力学特性	RD-2.1.2 耐圧評価 RD-2.1.4 OP 仕様設定	
	OP-3.2 オーバーパックの応力	RD-2.1.1 腐食評価 RD-2.1.2 耐圧評価 RD-2.2.1.5 力学特性試験(緩衝材)	
		RD-4.1.1 熟 - 小 - 心刀運成脾ጠ RD-4.2.4 OP 腐食膨張解析	
	OP-3.4 オーバーパックの腐食膨張	RD-2.1.1 腐食評価 RD-4.2.4 OP 腐食膨張解析	

	(現象フロー)	(ワークツリー)	供去
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	
PF-8 ( 続き )	OP-4.2 オーバーパックの地下水化学	RD-2.1オーバーパック設計RD-2.1.4OP 仕様設定RD-4.3化学特性評価PA-4.2間隙水組成評価	
	OP-4.4 オーバーパックの腐食	RD-2.1.1 腐食評価	
PF-9 ガラスの破損	G-1.3 ガラス固化体の熱膨張	RD-3.4.1 熱解析 RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析 (追加項目 ガラス固化体物性試験)	
	G-3.1 ガラス固化体の力学特性	(追加項目 ガラス固化体物性試験)	
	G-3.2 ガラス固化体の応力	(追加項目 ガラス固化体物性試験) (追加項目 ガラス固化体応力解析)	
	G-3.3 ガラス固化体の割れ	(追加項目 ガラス固化体物性試験)	
	G-6.2 幾何形状 / 間隙構造	(追加項目 ガラス固化体物性試験)	
	G-7.1 ガラス固化体の組成不良	(追加項目 ガラス固化体物性試験)	
	OP-3.2 オーバーパックの応力	RD-2.1.1 腐食評価 RD-2.1.2 耐圧評価 RD-2.2.1.5 力学特性試験(緩衝材) RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析 RD-4.2.4 OP 腐食膨張解析	
	OP-3.3 オーバーパックの破損	RD-2.1.2 耐圧評価 RD-2.1.4 OP 仕様設定	
	OP-3.4 オーバーパックの腐食膨張	RD-2.1.1 腐食評価 RD-4.2.4 OP 腐食膨張解析	
PF-10	H-4.1 母岩の化学特性	GS-0 地質環境条件(化学特性)	
地下水化学	H-4.3 母岩と地下水の反応	PA-4.1 地下水組成評価	
	H-4.5 微生物の影響	(追加項目 微生物影響試験・評価)	
	H-4.6 有機物の影響	(追加項目 有機物影響試験・評価)	

	(現象フロー)	(ワークツリー)	<b>供</b> 尹
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	油石
PF-10(続き)	H-5.2 母岩中の間隙水の放射線分解	(追加項目 放射線分解試験・評価)	
	D-4.2 プラグ・支保等の地下水化学	RD-3.1.2 支保工設計	
		RD-3.6.1 プラグ設計	
		RD-3.6.6 埋め戻し材設計	
		PA-4.2 間隙水組成評価	
		PA-4.1 地下水組成評価	
PF-11	D-4.1 プラグ・支保等の化学特性	RD-3.1.2 支保工設計	
支保間隙水の化学		RD-3.6.1 プラグ設計	
		RD-3.6.6 埋め戻し材設計	
	D-4.3 プラグ・支保等と地下水の反応	PA-4.2 間隙水組成評価	
	D-4.5 微生物の影響	(追加項目 微生物影響試験・評価)	
	D-4.6 有機物の影響	(追加項目 有機物影響試験・評価)	
	D-5.2 母岩中の間隙水の放射線分解	(追加項目 放射線分解試験・評価)	
	H-4.2 母岩中の地下水化学	GS-0 地質環境条件(化学特性)	
		PA-4.1 地下水組成評価	
	B-4.2 緩衝材中の地下水化学	RD-2.2.1.7 化学特性試験	
		PA-4.2 間隙水組成評価	
PF-12	B-2.1 緩衝材の水理特性	RD-2.2.1.4 水理特性試験	
緩衝材間隙水の化学	B-3.2 緩衝材の応力	RD-2.2.1 基本特性試験	
		RD-2.2.2.1 応力緩衝性検討	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
	B-4.1 緩衝材の化学特性	RD-2.2.1.7 化学特性試験	
	B-4.2 緩衝材中の間隙水の放射線分解	(追加項目 放射線分解試験・評価)	
	B-4.3 緩衝材と地下水の反応	PA-4.2 間隙水組成評価	
	B-4.5 微生物の影響	(追加項目 微生物影響試験・評価)	
	B-4.6 有機物の影響	(追加項目 有機物影響試験・評価)	
	-		

	(現象フロー)	(ワークツリー)	(# +*					
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	油方					
PF-12 ( 続き )	B-4.8 緩衝材の化学的変質	RD-2.2.1.7 化学特性試験						
		PA-4.2 間隙水組成評価						
		(追加項目 緩衝材変質試験・評価)						
	B-4.9 塩の蓄積	RD-2.2.1 基本特性試験						
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析						
		PA-4.2 間隙水組成評価						
	B-6.3.2 拡散	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得						
	B-6.3.3 収着	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得						
	B-6.3.4 沈澱 / 溶解	PA-4.3 溶解度評価						
	OP-4.2 オーバーパックの地下水化学	RD-2.1 オーバーパック設計						
		RD-2.1.4 OP 仕様設定						
		RD-4.3 化学特性評価						
		PA-4.2 間隙水組成評価						
	OP-4.4.1 全面腐食	RD-2.1.1 腐食評価						
	OP-4.4.2 孔食	RD-2.1.1 腐食評価						
	OP-4.4.3 すきま腐食	RD-2.1.1 腐食評価						
	OP-4.4.4 応力腐食割れ	RD-2.1.1 腐食評価						
		RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析						
		RD-4.2  構造力学安定性評価						
	G-4.2 ガラス固化体の周囲の地下水化学	PA-4.2 間隙水組成評価						
PF-13	B-1.2 緩衝材の温度	RD-2.2.1 基本特性試験						
緩衝材の化学的劣化		RD-3.4.1 熱解析						
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析						
	B-2.1 緩衝材の水理特性	RD-2.2.1.4 水理特性試験						
	B-2.3 緩衝材中での地下水流動	RD-2.2.1 基本特性試験						
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設定						
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析						

	(現象フロー)	(ワークツリー)	(# #	
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	加ち	
PF-13 ( 続き )	B-4.1 緩衝材の化学特性	RD-2.2.1.7 化学特性試験		
	B-4.2 緩衝材の地下水化学	PA-4.2 間隙水組成評価	データは B-4.1 から。	
	B-4.3 緩衝材と地下水の反応	PA-4.2 間隙水組成評価	データは B-4.1 から。	
	B-4.8 緩衝材の化学的変質	PA-4.2 間隙水組成評価 (追加項目 緩衝材変質試験・評価)	データは B-4.1 から。	
	B-6.1 緩衝材の物質移動特性	RD-2.2.1.8 物質移行特性試験	備考         データは B-4.1 から。         データは B-4.1 から。         データは B-4.1 から。         アータは B-4.1 から。         アータは G-1.1 より。         データは G-1.1 より。	
PF-14	G-4.8 ガラス固化体の化学的変質	RD-3.4.1 熱解析		
放射線分解		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析 (追加項目 ガラス固化体物性試験)		
	G-5.1 ガラス固化体中での核種の放射性	PA-2.1.1 ガラス固化体評価		
	崩壊	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析		
	G-5.2 ガラス固化体周囲の地下水の放射	PA-2.2 放射線場評価		
	性分解	(追加項目 放射線分解試験・評価)		
PF-15	G-1.1 ガラス固化体の熱物性	(追加項目 ガラス固化体物性試験)		
ガラスの溶解	G-1.2 ガラス固化体の温度	RD-3.4.1 熱解析		
		(追加項日 カフス固化神物性試験)		
	G-1.3 カラス固化体の熱膨張	RD-3.4.1 熟睡杯 RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析	テークは G-1.1 より。	
	G-3.1 ガラス固化体の力学特性	(追加項目 ガラス固化体物性試験)		
	G-3.2 ガラス固化体の応力	(追加項目 ガラス固化体物性試験)		
		(追加項目 ガラス固化体応力解析)		
	G-3.3 ガラス固化体の割れ	PA-5.1.1.1 ガラス溶解試験 (追加項目 ガラス固化体物性試験)		
	G-4.1 ガラス固化体の化学特性	(追加項目 ガラス固化体物性試験)		
	G-4.2 ガラス固化体周囲の地下水化学	PA-4.2 間隙水組成評価		
		PA-5.1.1.1 ガラス溶解試験		

	(現象フロー)	(ワークツリー)	
	関連 FEP 項目	ワーク項目	備考
PF-15 ( 続き )	G-4.3 ガラス固化体の溶解	PA-5.1.1.1 ガラス溶解試験	
	G-4.8 ガラス固化体の化学的変質	PA-4.2 間隙水組成評価	
		(追加項目 ガラス固化体物性試験)	
	G-6.1 ガラス固化体周辺の物質移動特性	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得	
	G-6.2 ガラス固化体からの核種の溶出	PA-4.2 間隙水組成評価	
	G-6.2.1 核種の調和的な溶出	PA-4.3 溶解度評価	
	G-6.2.2 沈殿 / 溶解	PA-5.1.1 ガラス溶解速度設定	
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析	
	B-4.2 緩衝材の地下水化学	RD-2.2.1.7 化学特性試験	
	(OP-4.2 オーバーパックの地下水化学)	PA-4.2 間隙水組成評価	
	OP-3.2 オーバーパックの応力	RD-2.1.1 腐食評価	
		RD-2.1.2 耐圧評価	
		RD-2.2.1.5 力学特性試験(緩衝材)	
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析	
		RD-4.2.4 OP 腐食膨張解析	
	OP-3.3 オーバーパックの破損	RD-2.1.1 腐食評価	
		RD-2.1.2 耐圧評価	
		RD-4.2.4 OP 腐食膨張解析	
	OP-3.4 オーバーパックの腐食膨張	RD-2.1.1 腐食評価	
		RD-4.2.4 OP 腐食膨張解析	
PF-16	G-4.3 ガラス固化体の溶解	PA-5.1.1 ガラス溶解速度設定	
核種の溶出	G-5.1 ガラス固化体中での核種の放射性	PA-2.1.1 ガラス固化体評価	
	崩壊	PA-2.1.3 核種インベントリ	
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析	
	G-5.3 ガラス固化体の放射線損傷	(追加項目 ガラス固化体物性試験)	
	G-6.1 ガラス固化体周囲の物質移動特性	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得	

	(現象フロー)	(ワークツリー)	供耂						
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	通行						
PF-16 ( 続き )	G-6.3.2 沈殿 / 溶解	PA-4.3 溶解度評価							
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析							
	OP-5.1 腐食生成物中での核種の放射性	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得	腐食生成物中での核種の						
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析	拡散 / 収着データ。						
	OP-6.3.1 移流 / 分散	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得							
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析							
	OP-6.3.2 拡散	PA-5.1.3 拡散係数測定							
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析							
	OP-6.3.3 収着	PA-5.1.2 分配係数測定							
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析							
	OP-6.3.4 沈殿 / 溶解	4 沈殿 / 溶解 PA-4.3 溶解度評価							
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析							
	OP-6.3.5 コロイドによる移行	RD-2.2.2 緩衝材仕様設定							
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価							
		(追加項目 コロイド形成モデル)							
	OP-6.3.6 ガスによる移行	RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価							
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価							
		(追加項目 放射線分解試験・評価)							
PF-17	G-1.2 ガラス固化体の温度	RD-3.4.1 熱解析							
溶解・沈殿		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析							
		(追加項目 ガラス固化体物性試験)							
	G-4.2 ガラス固化体周囲の地下水化学	PA-4.2 間隙水組成評価							
	G-6.1 ガラス固化体周辺の物質移動特性	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得							
	G-6.2 幾何形状 / 間隙構造	RD-1.1 対象固化体選定							
		RD-2.1.4 OP 仕様設定							
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設定							
	G-6.3 核種の調和的な溶解	PA-4.3 溶解度評価							

	(現象フロー)	(ワークツリー)	(世 土)							
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	通ち							
PF-17 ( 続き )	OP-5.1 腐食生成物中での核種の放射性	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得	腐食生成物中での核種の							
	崩壊	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析	拡散 / 収着データ。							
	OP-6.3.1 移流 / 分散	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得								
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析								
	OP-6.3.2 拡散	PA-5.1.3 拡散係数測定								
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析								
	OP-6.3.3 収着	PA-5.1.2 分配係数測定								
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析								
	OP-6.3.4 沈殿 / 溶解	PA-4.3 溶解度評価								
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析								
	OP-6.3.5 コロイドによる移行	RD-2.2.2 緩衝材仕様設定								
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価								
		(追加項目 コロイド形成モデル)								
	OP-6.3.6 ガスによる移行	RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価								
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価								
		(追加項目 放射線分解試験・評価)								
PF-18	B-2.3 緩衝材中での地下水流動	RD-2.2.2 緩衝材仕様設定								
緩衝材中の核種移行		RD-2.2.1 基本特性試験								
		RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析								
		PA-3.3.4 水理解析								
	B-4.2 緩衝材中の地下水化学	RD-2.2.1.7 化学特性試験								
		PA-4.2 間隙水組成評価								
	B-4.4 ガスの発生 / 影響	RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価								
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価								
		(追加項目 放射線分解試験・評価)								

	(現象フロー)	(ワークツリー)	<b>供</b> 李
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	旧方
PF-18 ( 続き )	B-4.7 コロイドの形成	RD-2.2.2 緩衝材仕様設定	
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価	
		(追加項目 コロイド形成モデル)	
	B-4.8 緩衝材の化学的変質	RD-2.2.1.7 化学特性試験	
		PA-4.2 間隙水組成評価	
		(追加項目 緩衝材変質試験・評価)	
	B-6.1 緩衝材の物質移動特性	RD-2.2.1 基本特性設定	
	B-6.2 幾何形状 / 間隙構造	RD-2.2 緩衝材設計	
	B-6.3 緩衝材中での核種の移行	RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価	
	B-6.3.1 移流 / 分散	PA-4.3 溶解度評価	
	B-6.3.2 拡散	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得	
	B-6.3.3 収着	PA-5.3 人工バリア中核種移行評価	
	B-6.3.4 沈殿 / 溶解	(追加項目 コロイド形成モデル)	
	B-6.3.5 コロイドによる移行	(追加項目 放射線分解試験・評価)	
	B-6.3.6 ガスによる移行		
	G-6.2 ガラス固化体からの核種の溶出	PA-5.1.1 ガラス溶解速度設定	
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価	
	OP-6.3 腐食生成物中での核種の移行	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得	腐食生成物中での核種の
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価	拡散 / 収着データ。
	D-6.3 プラグ・支保等中の核種の移行	PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得	プラグ ,埋め戻し材等での
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価	核種の拡散 / 収着データ。
	H-6.3 母岩中での核種の移行	PA-5.2 天然バリア中移行特性データ取得	
		PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	

	(現象フロー)	(ワークツリー)	備老					
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	通ち					
PF-19 母岩中の核種移行	B-6.3 緩衝材中での核種の移行 B-6.3.1 移流/分散 B-6.3.2 拡散 B-6.3.3 収着 B-6.3.4 沈殿/溶解 B-6.3.5 コロイドによる移行	RD-4.3.1OP 腐食生成ガス評価PA-4.3溶解度評価PA-5.1人工バリア中移行特性データ取得PA-5.3人工バリア中核種移行評価(追加項目コロイド形成モデル)(追加項目放射線分解試験・評価)						
	B-6.3.6 ガスによる移行 D-6.3 プラグ・支保等中の核種の移行 D-6.3.1 移流 / 分散 D-6.3.2 拡散 D-6.3.3 収着 D-6.3.4 沈殿 / 溶解 D-6.3.5 コロイドによる移行	PA-5.1     人工バリア中移行特性データ取得       PA-5.3     人工バリア中核種移行評価	プラグ ,埋め戻し材等での 核種の拡散 / 収着データ。					
	H-2.3 母岩中での地下水流動	<ul> <li>PA-3.1 亀裂ネットワークモデル構築</li> <li>PA-3.2 パイプネットワークモデル構築</li> <li>PA-3.3 連続体モデル構築</li> </ul>						
	H-4.2 母岩中の地下水化学	GS-0 地質環境条件(化学特性) PA-4.1 地下水組成評価						
	H-4.4 ガスの発生 / 影響	RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価 PA-5.4 天然バリア中核種移行評価						
	H-4.5 微生物の影響	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価 (追加項目 微生物影響試験・評価)						
	H-4.6 有機物の影響	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価 (追加項目 有機物影響試験・評価)						
	H-4.7 コロイドの形成	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価 (追加項目 コロイド形成モデル)						

	( 羽免フロー )		
	(	ワーク項目	備考
PF-19 ( 続き )	H-5.1 母岩中での核種の放射性崩壊	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	
	H-6.1 母岩の物質移動特性	GS-0 地質環境条件(移行特性)	
	H-6.2 幾何学形状 , 間隙 / 亀裂の構造	PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定	
		PA-3.1.2 ネットワークモデル構築	
	H-6.3 母岩中の核種の移行	RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価	
	H-6.3.1 移流 / 分散	PA-4.1 地下水組成評価	
	H-6.3.2 拡散	PA-4.3 溶解度評価	
	H-6.3.3 収着	PA-5.2 天然バリア中移行特性データ取得	
	H-6.3.4 沈殿 / 溶解	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	
	H-6.3.5 コロイドによる移行	(追加項目 コロイド形成モデル)	
	H-6.3.6 ガスによる移行	(追加項目 放射線分解試験・評価)	
PF-20	H-2.3 母岩中での地下水流動	GS-0 地質環境条件(水理特性)	
断層破砕帯中の核種移行		PA-3.1 亀裂ネットワークモデル構築	
		PA-3.2 パイプネットワークモデル構築	
		PA-3.3 連続体モデル構築	
	H-4.2 母岩中の地下水化学	GS-0 地質環境条件(化学特性)	
		PA-4.1 地下水組成評価	
	H-4.4 ガスの発生 / 影響	RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価	
		PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	
		(追加項目 放射線分解試験・評価)	
	H-4.5 微生物の影響	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	
		(追加項目 微生物影響試験・評価)	
	H-4.6 有機物の影響	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	
		(追加項目 有機物影響試験・評価)	
	H-4.7 コロイドの形成	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	
		(追加項目 コロイド形成モデル)	
	H-5.1 母岩中での核種の放射性崩壊	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	

	(現象フロー)	(ワークツリー)	(# +*
現象名称	関連 FEP 項目	ワーク項目	涌气
PF-20(続き)	H-6.1 母岩の物質移動特性	GS-0 地質環境条件(移行特性)	
	H-6.2 幾何学形状,間隙/亀裂の構造	PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定	
		PA-3.1.2 ネットワークモデル構築	
	H-6.3 母岩中の核種の移行	RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価	
	H-6.3.1 移流 / 分散	PA-4.1 地下水組成評価	
	H-6.3.2 拡散	PA-4.3 溶解度評価	
	H-6.3.3 収着	PA-5.2 天然バリア中移行特性データ取得	
	H-6.3.4 沈殿 / 溶解	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	
	H-6.3.5 コロイドによる移行	(追加項目 コロイド形成モデル)	
	H-6.3.6 ガスによる移行	(追加項目 放射線分解試験・評価)	
PF-21	H-2.3 母岩中での地下水流動	GS-0 地質環境条件(水理特性)	
生物圏での核種移行		PA-3.1 亀裂ネットワークモデル構築	
		PA-3.2 パイプネットワークモデル構築	
		PA-3.3 連続体モデル構築	
	H-6.3 母岩中での核種の移行	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価	
	(生物圏 FEP)	PA-5.5 生物圈評価	
PF-22	(生物圈 FEP)	PA-5.5 生物圈評価	
被ばく		PA-5.6 総合安全性評価	

3. データ追跡性機能の検討

地層処分の研究3分野間の技術情報(データや判断等)のリンクと追跡性を確保するため, 技術情報の体系化の検討結果(前記2章の体系化の成果)を参考に,技術情報の追跡機能に 係わるデータベースの構造設計ならびにシステム機能の設計検討を行う。なお,ここでは, 地質環境条件に関する3次元データ等も検討対象に含め,処分場の3D-CADモデルとの親 和性についても検討する。

3.1 技術情報データベースとパラメータセット・データベースの整合

統合解析システムは,ワークツリー(ワーク項目)および現象/特性フローに係わる情報 は技術情報データベースとして構築・管理し,評価に必要な変数項目(デジタル値等)はパ ラメータセット・データベースとして構築・管理する構成を考えている。このため,データ の整合性・追跡性等の要求事項に対して,パラメータセット・データベースと技術情報デー タベースのリンクを確保する必要がある。図 3-1 に示すように,技術情報へのアクセスは, 処分場モデルからのアクセスとワークツリー(ワーク項目)からのアクセスの機能が求めら れる。



図3-1 データの階層構造と管理

処分場モデルからのアクセス

画面上に描画された処分場モデルに対して設定されているパラメータを確認し(属性 表示モジュールで実現),そこから各パラメータの設定根拠をまとめた技術情報へのア クセスを可能とする。

ワークツリーからのアクセス

ワークツリーとして表示された各ワーク項目から,当該ワーク項目の技術情報をまと めたワークシートを介して、設定されたパラメータが使用されている処分場モデルにア クセスし,解析データの作成や解析結果の確認を可能とする。

このような機能を実現するため, SR97 の THMC ダイアグラムと同様の形式で, ワーク ツリーのワーク項目とパラメータセットの対応関係について整理することが有効と考えら れる。ここでは,表 2-1 および表 2-2 に示した設計および性能評価のワーク項目とパラメー タセット(変数項目)の関連付けを検討する。なお,地質環境情報については,変数項目へ の入力情報を提供するものであり変数項目を介して関連するワーク項目へ伝播することに なる。

変数項目は、パラメータセット・データベースの構造、データ項目と密接に関連する。パ ラメータセット・データベースについては製作設計で別途検討中であるが、データベース構 造を図 3-2 および図 3-3 に、変数項目を表 3-1 に示す。入力用データ(特性変数)について は、少なくとも一つ以上のワーク項目との関連付けが必要となる。なお、表 3-1 では、状態 変数は場の特性を表す変数で地質環境調査あるいは評価・解析の結果として得られる値、特 性変数は物性値もしくは入力パラメータとして使用される値として、大まかに分類した。(必 ずしも、物理的な意味での分類ではない。)

表 3-1 の変数項目に対して、設計および性能評価のワーク項目との対応を整理するための マトリクスを表 3-2 および表 3-3 に示す。



図3-2 パラメータセット・データベースのデータ構造(1) 処分場構成要素・物性



図3-3 パラメータセット・データベースのデータ構造(2) 特性・解析情報

分類		データ項目	備考
状態変数	熱特性	・温度	
	水理特性	・不透水係数場	
		・地下水流速	
		・含水比	
		・過剰間隙水圧	
		・EDZ 通過流量	
	力学特性	・せん断応力	
		・せん断ひずみ	
		・局所安全率	
		・有効平均応力	
	化学特性	・地下水 / 間隙水組成(pH, Eh,	
		イオン強度,元素濃度;評価値)	
		・蓄積ガス圧	
		・ガス / 間隙水素排出量	
	物質移行特性	・核種濃度	
		・核種移行率	
	放射線	・インベントリ(核種量,発熱量,	
		放射能量,毒性指数)	
		・放射線発生量	
		・線量への換算係数	
		<ul> <li>・吸収線量率(線量当量率)</li> </ul>	
特性変数	幾何形状	・長さ(厚さ)/直径(内径)	
		・高さ	
		・定置方式 / 深度	
		・坑道離間距離	
		・廃棄体埋設ピッチ	
	基本物性	・材質 / 岩種	
		・間隙率	
		・真密度(乾燥密度)	
		・飽和密度	
		・初期含水比	
		・ケイ砂混合率	
		・ベントナイト混合率	
	熱特性	・熱伝導率	
		・比熱	
		・線膨張係数(熱膨張係数)	
		・地表面温度	
		・地温勾配	
	水理特性	・透水係数(透水量係数)	
		・動水勾配	
		・飽和透水係数	
		・水分拡散係数	
		・固有透過度	

表3-1 変数項目リスト

分類	データ項目	備考
力学特性	・一軸圧縮強度	
	・弾性係数	
	・ポアソン比	
	・動ポアソン比	
	・弾性波速度(P 波 / S 波)	
	・粘着力	
	・内部摩擦角	
	・引張強度	
	・側圧係数	
	・初期鉛直応力	
	・初期水平応力	
	・圧縮指数	
	・膨潤指数	
	・限界状態パラメータ	
	• 2次圧密係数	
	・初期体積ひずみ速度	
	・膨潤応力	
	・せん新弾性係数	
化学特性	<ul> <li>・地下水 / 間隙水組成 (pH, Eh)</li> </ul>	
	イオン強度、元素濃度:実測値)	
	・腐食速度	
	・ガス発生速度	
	・初期ガラス溶解速度	
	・残存ガラス溶解速度	
	・Si 濃度 (ガラス固化体)	
物質移行特性	・分配係数	
	・溶解度	
	・実効拡散係数	
	・拡散深さ	
	・拡散寄与面積率	
	<ul> <li>・分散係数(分散長)</li> </ul>	
	・ガラス表面積	
放射線	<ul> <li>・対象核種</li> </ul>	
	・半減期	
	・経口摂取換算係数	
	・吸入摂取換算係数	

JNC TJ8400 2003-037

## 表3-2 設計ワーク項目とパラメータセットの相関マトリクス

							状態変数																特性发致							1 1				
			친 전		世		哲			小線	一、家	Ϋ́ Ξ		杠			哲	(X)	粗		型						ジャージャー						小線	
	(黄;アウトブット,青;インブット,緑	禄;両者)	戦 事		が		紫紫	战量		没身	支量	町和		<b>大</b> 次		M	<b>浅</b> 牛	係	對数		<u></u>		照			る一番	り ぎ ちょう	成	閔 度	あげ			<b></b>	* *
	(亦丸:テータ設定項目)	)	***: ***:		L L		1 1 1	22 日	<u>8</u>	442	₩X 当	幾克	ΨX	チョ	度	けん	1015	影	水 間 係		E 1		~				<u>本</u> 数 化	題	速速	乞殓		& 長	12	XX XX
				灅	田 📖 .、		£,	い、ほうので、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」で、「なって」	通	Di <del>cij</del>	御意	直	深 離 :	``` لَدُ	例	₩ 10		蒸	、『	数数	一度		「版」	E F		ll x t	6 影	い きょう いちょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう しょう し	ときる	国質	数		im:	資源
			1	数速	水和		<b>举</b> 6	181日 2	物率	<b>⊇</b> ∰	換 20			聪 糟	型2	푀伽끗		③ 度	喣	係係	度強	± بد	がし、	66	2 I		5 亜	副院	ニアス	い物	W.	画的	日月	換換
			1 E	係流	、鷹」		全均	『ス脳	腹 行	い寒	6	τŪ.	武間	理		奥沙 思 ビ	樹	《温配	数配	巴水 藃	過縮	図 ひい	、 遼 」 癈 廣	数直正	数数	灪 劑 ‡	咽力弾			ガ	数 記 截	さら数		釉
			H-N N	シャト	기覽[평]	<u>ب</u>	医呼	水ガ『	濃移	くちち	い線		5、翻:		空度感	12월 황 돈		憑 푭 匃	係区	「堕胎		語ッで	※ 波 む 磨 騒	6		沙旦		び速撃	調調が	度 2	ご理協	深 焉 侈 「	× 1	診 蹠 張 摂
△湉	ワーク酒日			这下办		びすう	司行	也着ちて	交 苑	い徳	副政	10 10	置に	略 讨 章	<u> 19</u> 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19	調測がシ	敷む	泉 也 也 臆 表 温		歐好			2 禅 希 奇 郡		い王彭三朝が	野次市	現った	也多时下	、現ち	熊   「「」	回後返			予源に入
山泉	対象因化休濯完		7,2 1			<u> </u>			* *		AE 5	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	NA 71. I			5 AC ( )	+K+K; 11	ME +1 +1		* <== r·		5 12 10					* = +	-A E T	144 145	. 00 1		1 ++3 ++3 V/ 1		X 11 ME E
取引示け	<u>対象面に体度に</u> 定署方式選定																																	
-	机分深度設定																																	
	应合证価																																	
	(11) 医定 (11) (11) (11) (11) (11) (11) (11) (11	-																																
	耐食厚な設定	2																																
	耐圧運価	_																																
	前江計画																																	
	耐圧厚な設定	>																																
	前江序で設定	-																																
		登生量																																
	渡へい厚さ設定	70 <u>1</u>																																
	OP什样語定	•																																
緩衝材設計	基本特性設定																																	
	ー 単一内 住 段 之 ベントナイト組	日成																																
	締固め特性計	式験																																
	熱特性試験																																	
	水理特性試驗	淚																																
	力学特性試験	検																																
	膨潤特性試験	検																																
	化学特性試験	検																																
	物質移行特性語	試験																																
	諸特性試験			$\perp \Box$																				$\square$					$\perp$					
	緩衝材仕様設定																																	
	応力緩衝性検	<b>検討</b>																																
	施工時仕樣設	设定			+	$\square$	$\square$					⊢⊟∟⊺				╷╷┛	$\square$			+ + -			+ $+$ $+$ $+$ $+$				$+$ $+$ $+$ $\top$		+	+	+ $-$			
	膨潤後仕様設	设定																																
	放射線遮へい性																																	
-	上部遮へい厚る	さ設定																																
12,2210.21	製作/施工性																										+ + + +							
坑追設計	「「「「」」「」」「」」「」」「」」「」」」																																	
		-														+ + + +			_									_						
		E																										_					_	
		i 使討																																
<u>灾润灾</u> 会耕部/再	空洞女足性評価 白素細七																																	
空洞女走性評価	日里胜价																																	
	りし 単語 引用 キャッシュ しんしょう しんしょ しんしょ															+ + + +											+ + + +							
	估道态美郊																																	
抗道耐震安定性																																		
机追耐展文定性	成屋白白地般[	応答解析																																
	水平応答深度	す																																
	白重解析	×																																
	「二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二二	沂																																
	耐震安定性評価	/1																																
坑道配置	熱解析																																	
	占有面積																																	
レイアウト検討	パネル配置																																	
	パネル形状検	<b>検討</b>																																
	数·規模検討																																	
	方向·配置検	討																																
	アクセス坑道配置	141			+ $+$ $+$ $+$					+						+ $+$ $+$ $+$				+ $+$ $+$			+ $+$ $+$ $+$		+ $+$ $+$		+ $+$ $+$ $+$		+ $+$	+ + +	+ +	+ $+$ $+$ $+$		
	アクセス方式	,検討			+ $+$ $+$ $+$				+ + +		$\vdash$					+ $+$ $+$ $+$					+ + + +		+ $+$ $+$ $+$ $+$				+ $+$ $+$ $+$		+	+ $+$ $+$	+	+ $+$ $+$ $+$		
					+ $+$ $+$ $+$	$\square$			+ $+$ $+$ $+$		$\vdash$					+ $+$ $+$ $+$				+ $+$	+ + + +		+ $+$ $+$ $+$ $+$	+++			+ $+$ $+$ $+$		+	+++	+	+ $+$ $+$ $+$		+
	111日 1日		+++	++	+ $+$ $+$ $+$			-+-		+	$\vdash$				$\rightarrow$	+ $+$ $+$ $+$		+ $+$ $+$	-+-	+ $+$ $+$		+	+ $+$ $+$ $+$	+ $+$ $+$	+ $+$ $+$	+ +	+ $+$ $+$ $+$		+ + +	+ $+$ $+$	+ $+$	+ $+$ $+$ $+$	+	
- <b>1</b> = H'⊈=1=⊥	土安・理給小児配直 プニガキルキル								+ $+$ $+$		-												+ $+$ $+$ $+$	+ $+$ $+$	+ $+$ $+$			_	+		+	+ $+$ $+$ $+$		
ノノン寺設計	ノノン 設計 制作 / 施工州			+	+ $+$ $+$					+	<u>   </u>					+ $+$ $+$ $+$				+ $+$			+ $+$ $+$ $+$	+++	+ + +	++	+ $+$ $+$ $+$		+	+ $+$ $+$	+ $+$	+ + + +		
	衣正/ 旭工住   ガラウト設計			++						+			+							+			+ $+$ $+$ $+$				+ + + +		++		+ +			+++
	<u> </u>										- -																+ + + +		+		+			
											- -																+ + + +		+		+			
	世史1.11111111111111111111111111111111111	t		++						++			++							+					+	++			++		+ $+$			
	(2017) (	~ 式歸		++						++			++							+		++			+	++			++		+ $+$			
	熱 特性 能	とうろ																																
	水理结性試驗	涂																													+ +	+++		+++
	力学特性試驗	検																																
	膨潤特性試験	検																																
	埋戻し材設計																																	
	製作 / 施工性																																	
再冠水挙動	THM連成解析																																	
構造力学安定性評価	1 パラメータ設定																																	
	岩盤クリープ解析																																	
	OP沈下解析																						+ $+$ $+$ $+$									+ $+$ $+$ $+$		
	OP腐食膨張解析			$\rightarrow$						+						+ $+$ $+$ $+$							+ $+$ $+$ $+$ $+$				+ $+$ $+$ $+$		+	+ $+$ $+$	+	+ $+$ $+$ $+$		
11.356 6 + 1.0	緩衝材流出解析			$\rightarrow$		$ \vdash                                   $				+			$\rightarrow$			+ $+$ $+$ $+$			$\rightarrow$	+ $+$ $+$	$\square \square \square$	+	+	+	+ $+$ $+$	$\rightarrow$			+ $+$ $+$	+ $+$ $+$	+ $+$	+ $+$ $+$ $+$		
化学特性評価	OP腐食生成ガス評価	- 47		$\rightarrow$												+				+			+ $+$ $+$ $+$ $+$		+		+ $+$ $+$ $+$		+	+ $+$ $+$				
		丁解析			+ $+$ $+$ $+$											+ $+$ $+$ $+$							+ $+$ $+$ $+$	+++			+ $+$ $+$ $+$		+	+		+ $+$ $+$ $+$		
		Т	+++	+								+ + +				+ $+$ $+$ $+$				+	+ + +		+ $+$ $+$ $+$				+ $+$ $+$ $+$		+	+ + +	+	+	++	+
ヘエハリア耐震評価	石盛初期心力解析			+																+			+ $+$ $+$ $+$				+ $+$ $+$ $+$		+	+ + +	+		++	+
				++-						++										+ $+$			+ $+$ $+$ $+$	+ + +	+ $+$ $+$	++	+ + + +		++-	+ $+$ $+$	+ +	++++	++	++
	地震応答解析																												+		+		++	
建設·操業·閉鎖	2012月11日11日11日11日11日11日11日11日11日11日11日11日11日																												+		+			
	操業									++			++									++							++		++	++++		+++-
	閉鎖																																	+++
L						<u> </u>				- I - I	. I																		1 1					

JNC TJ8400 2003-037

## 表3-3 性能評価ワーク項目とパラメータセットの相関マトリクス

							状態3	定叙														特性发数									
	(黄;アウトブット, (赤丸:デ	青;インブット,緑;両者) ーク設定項目)	熱特性	水理特性 水係数場 水流速	比 間隙水圧	通過流量 力学特性	断応力 断応力 数全率 平均応力	水·間隙水組成 ガス圧 	- 初見ゆいけ) 濃度 移行率	放射線 ペントリ 線発生量 への換算係数 線量率(線量当量率)	幾何形状	厚さ) / 直径(内径) 方式 / 深度 離間距離	体埋設ピッチ 基本物性 、世種	/ 石裡 率 度(乾燥密度) 密度	含水比 砂混合率	トナイト混合率 熱特性 導率 [15.841、熱酸][15.841、)	<sub>敮</sub> 悿釵(熟廊饭怺釵) 面温度	勾配 水理特性 系数(透水量係数) 勾配	透水係数 拡散係数 遙過曲	透過度 力学特性 圧縮強度 係数	アソン比	波速度(P波/S波) 力 摩擦角 強度 係数 2014 cr.h	部員でつ 法和応力 指数 指数	状態パラメータ 王密係数 体積ひずみ速度	応力 断弾性係数 化学特性 水・間隙水組成 ょ	<sup>座反</sup> 発生速度	ガラス溶解速度 ガラス溶解速度 度(ガラス固化体) 物質移行特性 係数	度 拡韵係数	バローマンス 湾さ 画積率 係数(分散長) ス表面積	放射線核種	朠 摂取換算係数 摂取換算係数
			度	(	水剰	Ñ	んん所効	下積ス	糟 糟	ン射量吸		ささ置道	棄	員 隙 密 和	期行	ン 伝熱戦	膨表	温 水水	和分本	有 軸性で	× ¥	性着部張圧期	<b>郑期缩潤</b>	界列期	潤ん下令	K K	期存載配	解な	ご散散散う	象	減日人
分類	ワ-	ーク項目	赒		名迴		せせ局有	地蓄ガ	核核	イ政線吸		長高定坑	廃 1	が間 真 飽	初ケ	べ 熱比 雪	際地	地透動	鲍水国	国 一津ギ	小動	弹粘内引侧初	2 初 圧 膨	限 2 初	膨 せ 地 堕	N N	初残罰分	溶重	( 拡 拡 分 ガ	友	、 羊 経 吸
シナリオ分析	FEPリスト作成																														
	FEP取捨選択																														
	PID作成																														
	シナリオ作成																														
放射線烛性運備	インベントリ証価					-																									
ガスオリ ※水1 リ   エロ1   叫		ガラフ国化体評価																													
		ガノス回じ仲計画																													
		対象核性迭と																													
		核理1ノヘノトリ							_																						4
	加別線场計1曲																														+
水理特性評価	電波ホットワークモ																														
		<ul> <li>亀裂パラメータ設定</li> <li>ネットワークモデル構築</li> <li>EDZモデル化</li> <li>水理解析</li> </ul>																													
	パイプネットワーク モデル構築	移行経路抽出 パイプネットワーク変換 水理解55																													
	連続体モデル構築	水理パラメータ設定 連続体モデル構築 EDZモデル化																													
		水理解析																													
		移行经路抽出															_														
化学性性证価	地下水组成亚価	小小丁产生四丁四山				-																									+
しチ付注計画		地工业公粘																													+ + +
		<u>地下小が成反応してか</u> 熱力学デーク敕借																													
		地下水组成評価																													
	問附水組成評価																														+
	同际小院口版目门画	緩衝材中地球化学モデル																													+
		数1000000000000000000000000000000000000																													+
-		照り子ノーノ空間																													+ + +
	<b>滚艇</b> 度諥価	间际小陆加加工画																													+
	/百/叶/文 叶   叫	漆解度試驗																													
		加州 反叫  秋																													
		次解度評価															_														
		土沙モデル評価																													
		次報度設定																													
41 55 44 (m 4 h 1 h 1 m m	人工パリア中移行特	/百胜/支政定				-																									++++
物質移行特性評価	性データ取得	ガラス溶解速度設定 分配係数設定 拡散係数設定																													
	性データ取得	<ul> <li>分散係数設定</li> <li>分配係数設定</li> <li>拡散深さ設定</li> <li>拡散深さ設定</li> </ul>																													
		拡散係数設定									1 1																				
	人工バリア中核種移																														
	行評価			+ $+$ $+$ $+$			+ $+$ $+$ $+$	+ $+$ $+$ $+$ $+$ $+$ $+$															+ $+$ $+$ $+$								
	大然バリア中核種移																														
	1 ј ᆆ1Щ	龟烈雄休山较行評価	$\vdash$														+				+		+ $+$ $+$ $+$			++					
		宅农床件T1911計画 名引昏梢休由较行颤压																								++					
		シル東林仲中1911計画 断屬由移行評価									┨ ┤ ┤												+ $+$ $+$ $+$			++					
-	生物离迹体	创信中1911 計画																													4
	工物固計測	移行プロセッ語字		+ $+$ $+$ $+$					++-		+												+ $+$ $+$ $+$			++		$\vdash$		+ $+$	+
-		1911ノロビス設定																													+ + +
		対象核循環空	$\vdash$						+		+															++		$\vdash$			
		13/13/12世紀		+ $+$ $+$ $+$					++-		+												+ $+$ $+$ $+$			++		$\vdash$		+	
			$\vdash$						+		+															++		$\vdash$		+	+
		シーク政定	$\vdash$	+ $+$ $+$ $+$																			+ $+$ $+$ $+$			++		$\vdash$			
	<b>今休性能</b> 愈/m	191」が東非1回	$\vdash$	+ $+$ $+$ $+$							+ +												+ $+$ $+$ $+$			++		$\vdash$			+
	土件注形計測	総合安全性評価	$\vdash$														+				+		+ $+$ $+$ $+$								
		不確実性解析	$\vdash$														+				+		+ $+$ $+$ $+$								
変動シナリオ部/あ	隆記 / 信合	「「唯大に所们	$\vdash$														+ +				+-		+ + + +								
シェシンシング計画	r=和2, 皮皮 気候海水灌亦動		$\vdash$														+				+		+ $+$ $+$ $+$								
	かけ ノルボチョン																									+		FF			
	ハ山 / 八八/1111 地震 / 新屋洋静		$\vdash$	+ $+$ $+$ $+$			+ $+$ $+$ $+$	+ $+$ $+$ $+$ $+$			+ +		+ + +	+					+ + +			+ $+$ $+$ $+$ $+$ $+$	+ $+$ $+$ $+$			++		$\vdash$	+ $+$ $+$ $+$ $+$		
	<u>~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~</u>																									++		$\vdash$			
	1月1日に 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日		$\vdash$	+ $+$ $+$ $+$			+ $+$ $+$ $+$	+ $+$ $+$ $+$ $+$			+ +		+ + +	+					+ + +			+ $+$ $+$ $+$ $+$ $+$	+ $+$ $+$ $+$			++		$\vdash$	+ $+$ $+$ $+$ $+$		
₩厨理接夕卅	八间/白勁(復八)	1	$\vdash$	+							+-+												╉╋			++		$\vdash$	+ $+$ $+$ $+$ $+$		+
地貝琅垷余竹	1										1																	1 1		1 1	

3.2 システム機能の検討

(1) データベース構造

技術情報データベースは,ワーク項目に関連したデータ(ワークシート,ワークフロー) および現象/特性フローに関連したデータ(現象項目,技術情報)から構成される。これの データは,2章で検討した対応関係に基づいて互いに関係付けられることにより,関連する データの効率的な参照が可能となる。また,前記 3.1 節で検討したパラメータセットとの関 連付けにより,設定データへの効率的なアクセス(もしくは設定データから技術情報へのア クセス)が可能となる。

技術情報データベースのテーブル構造を図 3-4 に示す。また, 各テーブルで管理するデー 夕項目を表 3-4 にまとめる。



図3-4 技術情報データベースのテーブル構造

テーブル名称	内容
ワーク項目	ワーク項目全体を管理する。(表 2-1,表 2-2参照。)
	ワークフロー ,ワークシート ,現象項目とのリレーションを持つ。
ワークフロー	ワークフロー(静的画面)をイメージデータとして管理する。
	ワーク項目とのリレーションを持つ。
ワークシート	ワーク項目に対する技術情報を管理する。(付録1参照。)
	ワーク項目および図表データ , ならびにパラメータセット・デー
	タベースの物性 / 特性テーブルとのリレーションを持つ。
現象項目	現象フローに含まれる現象項目を管理する。(図2-8参照。)
	ワーク項目,現象フロー,技術情報とのリレーションを持つ。
現象フロー	現象フロー(静的画面)をイメージデータとして管理する。
	現象項目とのリレーションを持つ。
技術情報	現象項目に対する技術情報を管理する。(表 2-5~表 2-26 参照。)
	現象項目および図表データとのリレーションを持つ。
図表(イメージ)	図表データをイメージデータとして管理する。
	ワークシートおよび技術情報とのリレーションを持つ。

表3-4 技術情報データベースのテーブル構成

(2) 登録·運用手順の検討

表 2-3の形式で纏めたワーク項目に係わる技術情報(ワークシート,詳細は付録1参照) ならびに表 2-4の形式で纏めた現象に係わる技術情報の登録・運用方法について検討し,デ ータベースによるデータ管理方法,システム機能について整理する。

データベースによる技術情報の管理方法として,表 2-3 もしくは表 2-4 に示した整理表の 形式で一括して管理する方法と,整理表の各項目を分割して管理する方法の 2 つがある(図 3-5 参照)。分割して管理するためには,専用の登録画面(GUI)上で項目毎に情報を入力 する必要があり,登録作業が煩雑となることや,GUIの機能的な制約により数式や図表等 の貼り付けが困難となる。また,データベースの構造上も,項目毎にデータ管理することに なり,テーブル構造が過度に複雑になることや,将来項目が変更された際の対応が困難とな る。一方,一括して管理する場合は,ユーザがプランクの表に市販ソフトウェア(例えば, MS-Word 等)で情報を入力することが可能で,数式や図表の貼り付け等にも柔軟に対応で きる。また,管理項目が少なくなるためデータベースの構造も簡素になる。このため,技術 情報の管理は,表 2-3 もしくは表 2-4 の形式で一括して管理することする。なお,ファイル を登録する際は,システム(ブラウザ)での表示が容易な PDF 形式とする。



図3-5 技術情報の管理・登録方法

ワークツリーで展開されるワーク項目は,一つ一つの項目名称をデータベースで管理し, 各項目と技術情報(ワークシート),ワークフローを関連付ける。各項目は識別番号(表 2-1, 表 2-2 参照)を付与することにより,システムによる昇順/降順のソートが可能になり,項 目の追加や削除を行った際にもツリーの自動展開が可能となる。技術情報(ワークシート, 付録1参照)の登録は,ワーク項目を選択した後,上述したように技術情報ファイルを指定 して登録を行う。この際,技術情報はワーク項目と関連付けられてデータベースに保存され る。また,ワークフローの登録に関しては,ワークシートと同様に,ユーザが作成したフロ ーをファイル形式(PDF 形式あるいはイメージデータ)で登録する。この際,フローに関 連する(含まれる)ワーク項目をユーザが一つ一つ指定することになる。

現象・特性フローに含まれる現象項目は,ワーク項目と同様に,各項目名称をデータベー スで管理し,各項目と技術情報,現象フローを関連付ける。各項目は識別番号(表 2-5 参照) を付与することにより,システムによるソート操作を実現する。技術情報の登録は,ワーク シートの場合と同様に,現象項目を選択した後,技術情報ファイルを指定して登録を行う。 この際,技術情報と現象項目が関連付けられてデータベースに保存される。現象・特性フロ ーの登録に関しては,フローに含まれる項目から技術情報を呼び出す必要があり,PDF 形 式(あるいはイメージデータ)のままでは,ユーザが画面上で選択した項目をシステムが識 別することができない。このため,システム側でフローを自動作成するなどの方策を講じる 必要がある。このためには,マトリクス形式など,ある程度フローのフォーマットを規定し ておく必要がある。この場合,ユーザがフローに含める現象項目を指定することで,システ ムが現象フローに展開することが可能になる。 技術情報をプロジェクトマネージメントの視点で活用する場合,進捗状況が迅速に検索・ 閲覧できることが望ましい。このため,ワーク項目あるいは現象項目の属性の一つに,ステ ータス項(簡単なコメント等を入力・管理)を設け,これをデータ項目として管理すること により,データベースからステータス項だけを抽出・一覧表示する機能を実現する。

## (3) 現象・特性フローの表示形態

2.5 節で述べた安全評価に係わる現象・特性フローのシステム化について検討する。図 2-8 に示したフローは,第2次取りまとめのレファレンスケースを参考に,安全評価(核種移行 評価)と密接に関連すると考えられる現象を,それらの伝播(生起順序)を考慮して作成し たものである。しかしながら,研究開発の進展に伴って考慮するべき現象(評価に取り込む 現象)が変更された場合,その都度フローを作成する必要があり,ユーザの作業が煩雑にな る恐れがある。

一方で,安全評価(核種移行評価)に影響を及ぼすと考えられる現象を,あらかじめ全て 抽出しておき,評価に応じて表示項目を変える方法もある。この方法は Full PID(例えば, 図 2-1 をより複雑にした PID)に該当するもので,現象の伝播(時間的順列)を考えたフ ローの作成作業が非常に大変で,特に FEP 項目が変更(追加等)された場合の対応が困難 となる(フロー作成は基本的にユーザ作業)。一方,時間的順列を考えないで現象リストと して利用する場合は,マトリクス形式の表示方法が有効となる。一例として,第2次取りま とめの包括的 FEP から抽出した,安全評価上考慮するべき現象マトリクスを表 3-5 に示す。 構成要素毎に,各特性に関する現象を整理したもので,現象項目の変更(追加等)への対応 も容易である。(システム製作の面でも,表示,変更対応に関する処理が容易となる。)なお, フロー表示の場合とマトリクス表示の場合で,データベース構造(テーブルの属性,リンク) を変更しなければいけない可能性があり,システム製作上はどちらかの方法を採用すること が望ましい。

5
Z
Ω
H
Ľ.
24
Ö
0
20
ĕ
ယ
Ò
ယ္သ
-

執         PF-1 発熱         PF-2 伝熱         PF-2 伝熱         PF-2 伝熱         PF-2 伝熱         PF-2 伝熱												
水理     -     -     PF-5 泡示のよび 地下水流動     PF-4 地下水流動     PF-3 地下水流動     PF-3	* 地下水流動											
PF-9 破損(割れ) PF-8 破損 PF-6 膨潤(圧密) PF-* 膨潤(圧密) PF-** クリープ												
力学 PF-** 腐食膨張 PF-** 流出 PF-** 流出 [11]												
PF-** 沈下 PF-** 変形 PF-** 変形												
PF-15         ガラス溶解         PF-7         腐食         PF-11         間隙水化学         PF-11         支保間隙水         PF-10         地下水化学         PF-*	* 地下水化学											
化学     PF-**     化学的劣化     PF-**     ガスの蓄       積・破過     PF-13     化学的劣化     PF-**     化学的劣化												
PF-** 塩の蓄積												
FP-** ガス破過												
thet he PF-14 放射線分解 PF-14 放射線分解 PF-14 放射線分解 PF-14 放射線分解												
<sup>//X 羽 線</sup> PF-** 放射線損傷 PF-** 放射線損傷 PF-** 放射線損傷 PF-* 放射線損傷												
PF-16 核種溶出 PF-** 核種移行 PF-18 核種移行 PF-** 核種移行 PF-19 核種移行 PF-2	D 核種移行 I	PF-21 核種移行										
移行 DE 17 沖駅、漆銀 PF-** コロイド破 PF-** コロイド移 PF-** コロイド移 PF-**	* コロイド移	DE 99 かげ										
		PF-22 121は1										
PF-** 臨界												
PF-**     製作不良     PF-**     製作不良     PF-**     製作不良     PF-**     シール不良       >												
ンステ / 垣毛 PF-** 施工不良 PF-** 施工不良												
PF-** 地震・断層活動,PF-** 火山・火成活動,PF-** 隆起・侵食,PF-** 気候・海水準変動,PF-** 隕石の落下												
PF-** ボーリング,PF-** 井戸の掘削・採水												

表3-5 包括的FEPリストに基づく現象マトリクス(全体)

(補足)網掛けは図 2-8 で示した現象・特性フローに含まれる項目で,これらの項目に対しては技術情報(表 2-5~表 2-26)を整理している。

(4) 地質環境条件に係わる3次元データとの親和性

本項では,処分場の設計・安全評価体系に係る統合解析システムと地質環境情報との有機 的な連携手法について検討を行うことにより,3分野の統合化に向けた枠組みの概念を示す。 ここでは,深地層の科学的研究で取り扱われる3次元データとの親和性,統合解析システ ムに格納されている情報との関連(追跡性)について記載する。

(a) 対象とする地質環境条件

サイクル機構殿では、地質環境条件に係る統合化の研究が実施されていることや 別途, 委託研究において,地質環境分野を対象とした統合化システムの検討で,生データから加 工データまでの一元管理システムの設計が実施されている。

東濃地科学センター(Tono Geosciences Center,以下 TGC)で作成された図 3-6 に示 す統合化データフローは,主に原位置調査,データ取得から当該流域を対象とした水理地 質構造モデルの構築・シミュレーションまでの考え方や情報の流れを整理したものであり, 解析結果やエンドユーザへのアウトプットに寄与する重要因子を把握することを意図し たものである。これらは,原位置で取得されたボーリング柱状図,コア観察記録,坑内映 像,電磁気探査,孔間水理試験などの膨大な情報(生データ)に基づき,地質年代にわた る水理水文学的諸過程を勘案した解釈を試みるプロセスである。したがって,使用する解 析モデルやそれに規制される概念化の相違により,多様な考え方や情報の流れが整理され ることになる。


図3-6 超深地層研究分野における統合化データフロー (核燃料サイクル開発機構,2002)

図中で,調査,生データ,解釈/データセットなどの各フェーズを結ぶ関係は,前提と する解析モデルや実際に概念化,モデリングを実施するモデル開発者(評価者)により異 なるものであり,さらには,調査 解釈 概念化 解析・評価を「繰り返しアプローチ」 の中で相互フィードバックを図る際には,上記の各フェーズ間を結ぶ関係は時間とともに 変化することになる。

統合解析システムにおいて,これらの全ての情報を管理することは,計算機の負荷の増加,膨大なデータ登録の観点から現実的でない。処分技術や安全評価の観点からは,対象 とするフィールドから得られる与条件(地質環境条件)とその考え方を正しく捉えること ができればよく,我々が知り得る情報の蓄積とそれに伴い更新される地質環境条件を速や かに反映できる枠組みとしての役割が重要な位置づけとなる。

以上より,本研究で対象とする地質環境に係る3次元データは,上述の統合化データフローにおける核種移行解析に反映するためのデータセットを基本とする。これらは,図 3-7および図3-8に示すような3次元幾何学情報(地層,断層)に加え,水理,力学,地 球化学の解析用データを含んでいることから,設計・安全評価,処分場モデルの可視化や 追跡性の観点からも十分な情報であると判断できる。さらに,安全評価のモデル化に寄与 する地質環境・解析結果の情報についても検討の対象に含めることとする。



図3-7 地質構造モデル



図3-8 断層モデル

(b) 3次元データと統合解析システムの親和性

上記のとおり,統合解析システムで対象とする地質環境条件としては,核種移行解析に 反映するためのデータセットを基本とする。これらのデータセットについては,別途,製 作中の統合解析プロトタイプシステムで導入予定の岩盤物性テーブルや核種移行特性テ ーブル等を用いて管理可能である。処分場設計や安全評価結果の追跡性の観点からは,上 記データセットを設定するに至った考え方や前提とした水理地質構造モデルとの連携を 持たせておくことが重要である。データの設定根拠や考え方ついては,上記の物性・特性・ テーブル内の属性として持たせること,あるいは設定根拠をまとめた技術情報(ワークシ ート)と関連付けることで対応できる。水理地質構造モデルについては,結晶質岩系にお ける亀裂ネットワークやチャンネルネットワーク型,堆積岩系における多孔質媒体型に大 別することができる。これらのデータは,主に以下に示す情報を融合させた3次元デー タとして管理することができる。

地形・断層・地層構造(地層層序・地質区分)等の空間データ 地層毎の諸物性(水理定数,力学定数など)

これまでに TGC で構築された正馬様流域の水理地質構造モデルでは,地形や月吉断層 などの空間データを数万~10 数万規模の格子システムで表現している(サイクル機構, 2002;澤田ほか,2002)。このような大容量データのハンドリングにより,システム運用 の負荷が著しく上昇し,操作性が損なわれる場合は,3次元データの間引き等を併用する ことにより対処可能である。

(c) 統合解析システムとの連携情報

統合化データフローに示された核種移行解析に反映するためのデータセットは 統合解 析システム内でトレースできるようにし,それらのデータの前提となった概念モデル,水 理地質構造モデルとセットにした情報取得ができる必要がある。表 3-6 に統合解析システ ムにおける地質環境データの活用と連携について整理する。例えば,移行経路や移行距離 などの諸情報は,天然バリアおよび生物圏における核種移行解析を行う上でのモデル化に 直結する。これらの地質環境データは,別途,製作中の統合解析プロトタイプシステムで 導入予定の技術情報データベースやパラメータセット・データベースから取得することが でき,さらに,地質環境評価と性能評価の間で整合性のとれたバックデータとして連携さ せることが可能である。

なお,表3-5に示す連携例では,地質環境評価と性能評価を結ぶインターフェイスとして,例えば,パーティクルトラッキング法などの流線抽出ツールや各種リアライゼーションを生成するためのサンプリングツールが有効となる。

地質環境評価を通じて提示された水理地質構造モデルから、その流速分布に従ったパー ティクル移行経路を抽出することにより 核種移行解析を行うためのチャンネルネットワ ークを速やかに構築することができる。さらに,チャンネルネットワークを構成する各々の流路に付随するパラメータ(流速,空隙率など)と対にしたデータセットを作成することにより、地質環境条件との一貫性を踏まえた核種移行解析を展開することが可能となる。

また、透水量係数などの確率密度関数として与えられる変量からリサンプリングするためのインターフェイスを用意することにより、不確実性解析を行うためのリアライゼーションを容易に生成することができ、性能評価に対し、与えられた地質環境条件が有する諸特性を網羅的かつシステマティックに反映することができる。

表3-6 統合解析システムにおける地質環境データの活用と連携例			
地質環境データ	統合解析システムでの活用内容		
概念モデル	地質環境評価と性能評価との間における概念化,数		
	学モデル構築の共通データとしての活用		
高透水性部の幾何学的 / 鉱物学的	・天然バリア中の核種移行解析における岩石の移行		
特性	経路,物質移動パラメータ(空隙率,拡散深さ,		
	亀裂形状等)の設定		
	・地下水組成,溶解度計算における支配固相の設定		
流量	・掘削影響領域における流量		
	(人工バリアからの核種移行率を求める際に瞬時混		
	合を仮定した一次元核種移行解析で使用)。		
移行経路長	・天然バリア・生物圏を対象とした核種移行解析に		
	おける概念化・モデル化		
	・分散長のスケール依存性の考慮		
地下水の流入域 / 流出域	・生物圏を対象とした核種移行解析における概念		
	化・モデル化(被爆シナリオ,GBI の設定等)		
	・地下水組成,溶解度計算における概念化・モデル		
	化		
移行経路における流速	天然バリア,断層中の核種移行解析における移流プ		
	ロセスの概念化・モデル化		
移行時間	地下水の(流入域/流出域を含めた)移行経路と併せ		
	て,地下水年代を把握するための参考情報		
透水量係数,動水勾配	天然バリア,断層中の核種移行解析における移流プ		
	ロセスの概念化・モデル化		
高透水性部の収着 / 拡散特性	天然バリア,断層中の核種移行解析における遅延プ		
	ロセスの概念化・モデル化		
地下水の地球化学特性	地下水組成,溶解度計算における概念化・モデル化		

表3-6 統合解析システムにおける地質環境データの活用と連携例

4. 解析コード制御機能の検討

設計(主として人工バリアの長期健全性評価)および性能・安全評価の解析作業を支援 していくためには,入力データの設定のみならず,統合解析システムと連携しつつ解析コ ードを実行できることが,品質保証の観点からも望ましい。地層処分システムに係わる解 析作業には多種多様なコードが使用されており,解析対象,次元,プログラム言語,ユー ザインターフェースの有無,計算機環境(OS)等,様々な形態が存在する。また,地球化 学コードのように位置情報(次元)を明確には持たない解析コードもある。ここでは,こ れらの多種多様な解析コードの実行制御に係わる方法論を検討するとともに,統合解析シ ステムの操作環境である Web 上で統一的に使用する方法について検討し,システム拡張に 対する課題を整理する。

(1) 第2次取りまとめにおける解析コード

第2次取りまとめにおいて使用された設計・性能評価ツール(解析コード)を表 4-1 にま とめる。これらのツールは研究開発の進展等に伴い,今後とも継続的に改良されていくも のと考えられる。統合解析システムで対象とする解析コードは,これらの既存ツールはも ちろん,これから新規に開発される解析コード等を柔軟に取込めることを想定しておかな ければならない。ここでは,表 4-1 に示した設計・性能評価ツールを例示的に取り上げ,主 として運用環境に着目して整理した。

|表 4-1 に整理した設計・性能評価ツール( 解析コード )のほとんどは ,エンジニアリング・ ワークステーション(以下,EWS)での利用を前提としており,一部でパーソナルコンピ ュータ(以下, PC)専用のパッケージソフトや EWS / PC の双方で運用できるものがある。 ソースプログラムとして(またはソースレベルで)公開されているコードは,一般にユー ザによるマシン間の移植が可能であり,運用(解析実行)上の制約は小さい。また,ソー スレベルで改良可能なコードはデータベースや可視化システムとの連携や並列分散環境で の運用を見据えた機能拡張が可能となる。一方、汎用アプリケーション(例えば、ABAQUS、 FracMan, GoldSim 等)の多くはソースレベルでの入手・利用が困難なため,ブラックボ ックスとしての利用が前提となる。また、性能評価コードの中には、ORIGENやPHREEQE のように,専用のライブラリ(核定数,熱力学データ)を必要とするものがある。これら のライブラリは,入力データの一部としてシステムで管理し,解析コードの実行時にシス テムを介して自由に選択できることが望ましい。さらに ,実行方法については ,表 4-1の解 「析コードのほぼ全てがコマンドプロンプト上で実行可能であるが,専用の GUI を備えたコ ードも存在する。この際, GUI を介してのみ実行可能なコードでは, 解析コードを起動し た時点でユーザに入力(あるいはアクション)を要求することになり,システムによる自 動制御(自動実行)は困難となる。

解析内容		コード名	次元	利用環境	ソースコート゛	ライフ・ラリ	実行方法*	GUI 分離
	腐食深さ	簡易式	-	- (PC)	-	-	-	-
OP 設計	耐圧厚さ	簡易式	-	- (PC)	-	-	-	-
	放射線遮へい性	MCNP	3	EWS / PC	可	有り	コマンド	-
	自己シール性	簡易式	-	- (PC)	-	-	-	-
緩衝材設計	応力緩衝性	簡易式	-	- (PC)	-	-	-	-
	放射線遮へい性	ANISN	1	EWS / PC	可	有り	コマンド	-
空洞力学的安定性評価	弾塑性解析	ABAQUS	2~3	EWS	不可	無	コマンド	-
	自重(静的弾性)	ABAQUS		EWS	不可	無	コマンド	-
传送社家空空性过速	掘削(静的弾性)	ABAQUS		EWS	不可	無	コマンド	-
<b>机但</b> 酮辰女 <b>正</b> 注計[[]]	応答震度	SHAKE	1	PC	不可	無	GUI	不可
	耐震 (静的弹性)	( FEM )	2	-	-	-	-	-
温度分布解析	非定常伝熱解析	FINAS	3	EWS	不可	無	コマンド	-
再冠水評価	熱 - 水 - 応力連成解析	THAMES	2~3	EWS	可	無	コマンド	-
	岩盤クリープ	( FEM )	2	-	-	-	-	-
<b>트期健全性</b> 过価	オーバーパック腐食膨張	ABAQUS	2	EWS	不可	無	コマンド	-
<b>飞别健王汪計</b> Ш	オーバーパック沈下	DACSAR	2	EWS / PC	可	無	コマンド	-
	緩衝材流出	ABAQUS	2	EWS	不可	無	コマンド	-
	深部地震波	SHAKE	1	PC	不可	無	GUI	不可
トナバリフ	固有値	NASTRAN	3	EWS	不可	無	אראב / GUI	可
ヘエハリア 耐雷空空性証価	緩衝材自重分布	NASTRAN	3	EWS	不可	無	אלאב / GUI	可
<u>ту</u> кукистти	岩盤地圧	NASTRAN	3	EWS	不可	無	אלאב / GUI	可
	動的応答	( FEM )	3	EWS	可	無	コマンド	-
ガス移行評価	非定常2相流	TOUGH2	2	EWS	不可	無	コマンド	-

表4-1 第2次取りまとめにおける設計・性能評価ツール(1/2)

\*コマンド;コマンドプロンプトからの非対話型の実行,GUI;GUIを介しての対話型実行

解析内容		コード名	次元	利用環境	ソースコート	ライフ゛ラリ	実行方法	GUI 分離
インベントリ評価	核種生成・崩壊・発熱	ORIGEN2	-	EWS / PC	可	有り	コマンド	-
	亀裂性媒体	FracMan/MAFIC	3	EWS	不可	無		
水理解析	夕江所柑休	SGSIM	3					
	多扎貝秌犐	TAGSAC	3	EWS	可	無	コマンド	-
また	地下水組成	PHREEQE60	-	EWS / PC	可	有り	コマンド	-
地下小化子	間隙水組成	PHREEQC	-	EWS / PC	可	有り	コマンド	-
溶解度評価	-	PHREEQE60	-	EWS / PC	可	有り	コマンド	-
人工バリア中 核種移行評価	-	MESHNOTE	1	EWS / PC	可	無	コマンド	-
	亀裂性媒体	PAWorks/LTG	3 (1)	EWS	不可	無		
	重ね合わせ	MATRICS	1	EWS / PC	可	無	コマンド	-
天然バリア中	多孔質媒体	TR3Dinfo	3			無		
核種移行評価		MATRICS	1	EWS / PC	可	無	コマンド	-
	複数廃棄体評価	畑中・安モデル	1		可	無	コマンド	-
	断層破砕帯	MATRICS	1	EWS / PC	可	無	コマンド	-
生物圈評価	-	AMBER	1	PC	不可	無	GUI	不可
不確実性評価	-	GoldSim	1	PC	不可	無	GUI	不可

表4-1 第2次取りまとめにおける設計・性能評価ツール(2/2)

\*コマンド;コマンドプロンプトからの非対話型の実行,GUI;GUIを介しての対話型実行

(2) 分散計算処理に関する事例調査

本事例調査は,複数の計算機による分散計算処理に係わる動向を把握するため,公開情報 に基づく調査を行った。ここでは,下記の検索キーワードを用いてインターネットにより情 報収集を行った。

· Distributed Computing

- Object
- Network
- Research

上記のキーワードに該当したプロジェクトは 100 件近くあり,多くの分散処理プロジェ クトが実際されていることがわかった。これらのプロジェクトの中から,オブジェクト指向 技術に準拠し,大規模な分散処理や高速化を行っている 5 つのプロジェクトの概要を表 4-2 に整理した。これらの事例は,膨大な単純処理を行う際の CPU 確保を目的としたプロジェ クトであり,異質の解析コードのカップリングを実現したものも含まれる。これらは,簡単 な処理プログラムがクライアント計算機上でバックグラウンド処理されており 基本的にユ ーザのアクションを必要としない構成になっていると考えられる。一方,統合解析システム の場合は,基本的に完成された解析コードを対象とした分散処理となり,基本的にユーザ・ アクション(入力データ作成等)が伴う構成を考慮しておく必要がある。システムによる自 動処理のためには,解析コードの入出力部と計算処理部(ソルバー)の分離などが必要にな ると考えられる。

なお、分散処理と深く関係を持つオブジェックト指向のシステム開発技術については、代 表的な規格として、CORBA(非営利団体 OMG)、DCOM (Microsoft 社)および JAVA /RMI(Sun Microsystems 社)が挙げられる。この中で、CORBA 規格は科学技術計算に 広く利用されており、DCOM と JAVA / RMI は Proprietary であるため、主にコマーシャ ルシステムに広く利用されている。これらの技術を利用することにより、分散処理システム の構築が可能と考えられる。

## 表4-2 分散計算処理の事例調査

事例名称	SETI@Home	RC5-64 / DES	Cobra	IMPRESARIO	Linking Biological Databases using CORBA
実施機関	カリフォルニア大学バークレー校 , 米国	非営利団体 Distributed.net,米国	Institut de Reserche en Informatique et Systemes Aleatores (INRIA) , フランス	Sandia National Laboratories , 米国	European Bioinformatics Institute (EBI)ほか、欧州
目的	インターネットに繋がっているコンピュータの 余った CPU タイムを地球外文明探査(SETI)に 使用する。	現在インターネットや金融機関で広く使用され ている 40 ビットまたは 56 ビット暗号化技術は 不十分であることを検証する。	非均質コンピュータネットワークにおける工 学用分散型数学モデルのシミュレーション	異なる科学技術解析コード を CORBA に準拠し,カッ プリングする。	ヨーロッパにおける多数の生物 学データベースをカップリング する。
概要	プエルトリコにあるアレシボ電波望遠鏡から観 測された宇宙電波信号の中から,パターンを探査 するために特定の周波数帯を抽出・サンプリング し,デジタルテープにリアルタイムで記録する。 その後,観測データを切り分けてインターネット 経由で参加者のクライアントマシンに配送し,デ ータを FFT 分析する。分析結果はまたサーバに 返信・集計・分析される。	アメリカ政府は冷戦時代,暗号化技術を強くコン トロールし,比較的解凍し易いアルゴリズムしか 輸出許可をしなかった。現在でも128 ビット Strong Encryption に輸出制限があり,ネットワ ークセキュリティ技術の発展に歯止めをかけて いる。それに加え,数多くの金融機関及び産業業 界が現在利用している暗号化技術は明らかに不 完全である。Distributed.net はインターネット 経由で世界中の参加者を募集し,これらの参加者 の CPUを利用して,アメリカ政府のために暗号 化技術を研究・開発をしている機関である RSA Data Security Inc.が提案した DES (Data Encryption Standard) 及び RC5-64 アルゴリズ ムを解こうとしている。そうすることにより,セ キュリティの面で DES はどれだけ不十分である かを検証しようとしている。	コンピュータによる複雑な自然現象のシミュ レーションには多数の数学モデルソルバーを カップリングする必要がある。当プロジェッ クトはオブジェックト指向規格 CORBA を利 用し,異なるプラットフォームにおいて複数 の異なるプログラミング言語で作られた数学 モデルのカプリングを実現した。 アプリケーションの例としては,INRIA と Aerospatiale 社が共同研究を行った電磁波画 像処理(IDAHO)であり,INRIA により構 築された Virtual Parallel Machine(CORBA 準拠の PC ネットワーク)は実験データに2 次元 FFT,フィルタリング及び幾何学変換を 処理し,クライアントマシンに画像を返すシ ステムである。	CORBA 準拠のプログラミ ング環境 (IMPRESARIO) を利用し, Sandia National Laboratories 開発の固定力 学解析コード ALEGRA (C 言語)と熱学分析コード COYOTE(Fortran)のカッ プリングを行い,非均質ネッ トワークにおける複数有限 要素コードの連結は可能で あることを検証した。	ヨーロッパでは多数の研究機関 より生物学関係のデータベース が提供されている。これらのデ ータベースを効率的よく利用す るために,標準化をする必要が あった。八つの機関(EMBL nucleotide sequence database, SwissProt, PIR, MSD, GDB, TRANSFAC, P53 and RHdb) は共同でCORBA 規格準拠シス テムを構築し,個々のデータベ ースを変更せずに異なるデータ 形式のやり取りを実現した。
計算機種	クライアント分析コード:Windows 及び UNIX ベースのコンピュータ又は Macintosh。	クライアント分析コード: Windows・Unix・ BeOs・Os/2・DOS・MacOS のコンピュータ。	Pentium ベース PC または Unix ワークステ ーション	未公開	未公開
分散計算 手法	分割された観測データブロックをクライアント 側で FFT 分析し , そのスペックトルをサーバに 返信する。	分割された Keyspace ( DES の場合は 2 <sup>56</sup> 通りの 鍵 ) をクライアントマシンにダウンロードし , ク ライアントソフトは全ての鍵に DES アルゴリズ ムをかけ , 結果を分析する。	CORBA により定義されている ORB (Object Request Broker) がネットワーク上のオブジ ェックトコミュニケーションを管理し,プロ グラマーはネットワークやプラットフォーム の種類を気にせず,分散型のアプリケーショ ンを作成することができる。	同左	同左
運用方法	SETI@Home ホームページから無料でダウンロ ードできるクライアントソフトは観測データを 自動的にダウンロードし,解析後結果をアップロ ードする。このクライアントソフトはスクリンー セーバーという形でユーザーがコンピュータを 使用してないときにのみ計算を行う仕組みであ る。また,セキュリティの面では捏造された解析 結果を検知するメカニズムも考慮されいる。	Distributed.net のホームページから無料でダウ ンロードできるクライアントソフトは Keyspace ブロックを自動的にダウンロードし,解析後結果 をアップロードする。クライアントソフトはバッ クグラウンドで実行され,CPU 及びメモリ資源 を多く消費しないように設計されている。	未公開	未公開	未公開
高速化に 関する事項	1999年5月17日から開始以来,最初の1ヶ月に 約60万人の参加者を募集し,この時点では約 8,000年相当のCPU時間を使用し,膨大な観測 データ分析を実現した。現在でも一日に2万人が 新たにプロジェックトに参加し,スパーコンピュ ータでも実現不可能の成果をあげている。	DES-III は約 10 万人参加者の協力により,わず か 22 時間で DES 暗号化アルゴリズムの解凍に 成功した。また,RC5-64 については現在進行中 であり,約 18 万人が参加している。1 年間半に, Keyspace(2 <sup>64</sup> 個の鍵)の約 10%を分析した。	異なるプラットフォーム及びプログラミング 言語より構築されたネットワークにおける従 来システムのインテグレーションを実現し, 高速化についてはシステム全体の計算力は 2.2 Gflops を達成した。(参考: 300Mhz の Pentium II は約 0.35 Gflops である)	未公開	未公開
規格	未公開	未公開	COBRA 規格準拠	COBRA 規格準拠	COBRA 規格準拠
参考	http://setiathome.ssl.berkeley.edu/ home_japanese.html	http://www.distributed.net	http://www.irisa.fr/caps/PROJECTS/Cobra/	http://www.cs.sandia.gov/ PCCIT/corba/impres.html	http://sunny.ebi.ac.uk/CORBA _grant/

(3) 解析コードの制御方法

第2次取りまとめにおける性能評価においては,プラットホームとして位置付けられる 解析管理システム「CAPASA」(石原ほか,1999)を用いて,接続解析ならびに解析の品質 管理や作業の効率化を行った。この CAPASA システムの持つ品質管理の方法や解析コード の組合わせによる接続解析の概念は,統合解析システムの解析プラットホーム(解析コー ドの実行制御機能)を構築する際にも,十分参考になると考えられる。

CAPASA システムにおける解析コードの制御概念を図 4-1 に示す。本システムでは,ま ず,PLAN と呼ばれる解析コードの実行シーケンス(解析コードの組合せと実行順序)を 表すパスを GUI 上で定義し,各解析コードの入力データを GUI 上で作成すると,データ ベースに PLAN および入力データが自動で登録される。次に,解析を実行すると,PLAN で表された解析コードの実行順序に応じて,コードが順次実行される。この際,システム はデータベースに登録された入力データを OS 上に展開し,解析コード実行コマンドを OS 上で自動実行した後,出力ファイルからデータを抽出しデータベースに結果を保存する。 複数の解析コードを実行する場合には,データベースから接続用データを取り出し,これ を次の解析コードの入力データに反映することで,データを接続しながらコードが順次実 行されていく。全ての解析コードの実行が終了すると,ユーザはデータベース内の結果デ ータを GUI で確認することができる。このように,解析の品質管理の観点から,解析コー ドの入出力データは全てシステムが自動で管理している。



図4-1 CAPASAシステムにおける解析コードの実行制御の概念

しかしながら, CAPASA システムは, 比較的シンプルな1次元の性能評価モデルを対象 としていたことから, 複数計算機による分散計算処理やプレポスト処理(メッシュ生成や 可視化等)ならびに連成解析への対応等の機能は実現されていない。

CAPASA システムで実現されていない異機種複数計算機環境における解析コードの実行 制御を検討した例として,数値地層処分システムの検討(房枝ほか,2000)がある。本シ ステムは,EWS および PC を複数台利用した分散計算機環境上で,解析コード等のプロセ スの実行制御やプロセス間のデータ通信を行いながら,接続解析や連成解析等の解析評価 を目指したシステムである。本システムに関して,開発手法や基盤技術(プログラミング 技術)の適用性を検討した際の,解析コードの制御概念を図 4-2 に示す。解析コード等のプ ロセスの実行制御は,メインコントローラとクライアントコントローラの 2 つのモジュー ルで行われる。

メインコントローラ

メインコントローラは,ユーザがWWWブラウザ上に提供されたGUIを用いて作成 した解析ネットワーク(上述した CAPASA の PLAN に相当)に基づき,実行可能なオ ブジェクトを判定し,その結果をクライアントコントローラに送信する。本モジュー ルは,クライアントコントローラとの通信を行うメイン通信とオブジェクトの実行判 定を行うサブモジュールより構成されている。

クライアントコントローラ

クライアントコントローラは,メインコントローラから送信された情報に基づき, オブジェクト(プレポスト処理プログラム,解析コード)やデータフロー(インター フェイスプログラム)に関連付けられているソフトウエアを起動する。

クライアントコントローラは,コントロールサーバ,クライアントおよび計算サー バ間に横断的で構築されるプログラムであり,様々な機種上のソフトウエアの起動を 制御するため、JAVA言語およびC言語とMPIライブラリを利用して開発されている。 以下にクライアントコントローラを構成するサブモジュールを示す。

- ・クライアント通信: クライアント(WindowsPC)上で動作し,メインコントローラ との通信を行う。JAVA 言語により開発されている。
- ・起動サーブレット: コントロールサーバ上で動作し,計算サーバ上で起動される外部 プログラムの起動の起点となる。JAVA 言語により開発されてい る。
  - 注) サーブレット: サーバ上で動作する JAVA プログラム

- ・MPI<sup>\*</sup>マスター: MPI ライブラリと C 言語を用いて開発されており, コントロー ルサーバと計算サーバとの連携を行う。
- MPI スレーブ: MPI ライブラリと C 言語も用いて開発されており,計算サーバ
   とコントロールサーバとの連携および外部プログラムの起動を
   行う。
- ・起動アプレット: クライアントにおける外部プログラムの起動を行う。
   注)アプレット:他のプログラム(Netscape Navigator 等)に
   組み込んで動作させる JAVA プログラム

上記で述べた2つのコントローラによる解析コード等の実行は以下の手順で行われる。

ユーザが, WWW ブラウザ上の GUI で解析ネットワークを作成し, 解析実行ボタンを 選択する。

解析ネットワークの実行要求がクライアント通信に伝えられる。

クライアント通信からメイン通信に,実行可能オブジェクトの判定を要求する。

オブジェクト実行判定にて実行可能オブジェクトを判定した後,その結果を,クライ アント通信に送信する。

オブジェクトを実行する計算機(計算サーバまたはクライアント)に応じてクライア ント通信が起動要求を行う。

<u>計算サーバでオブジェクトを実行する場合</u>

起動サーブレットにて, MPI マスターへ解析オブジェクトの起動要求を行う。

- MPI マスターが,解析オブジェクトを実行する計算サーバの MPI クライアントに,解 析オブジェクトの起動要求を行う。
- MPI クライアントが, ABAQUS や ORIGEN2 等の外部プログラムを起動する。

外部プログラム実行終了後,オブジェクト終了通知が,順次,MPI マスター,起動サ ーブレット,クライアント通信を通して,メイン通信に送信される。

クライアントでオブジェクトを実行する場合

起動アプレットが,FEMAP や EXCEL 等の外部プログラムを起動する。

外部プログラム実行終了後,オブジェクト終了通知が,順次,起動サアプレット,ク ライアント通信を通して,メイン通信に送信される。

メイン通信からオブジェクト実行判定に,オブジェクト終了通知が送信される。

再度,オブジェクト実行判定により,実行可能オブジェクトの判定が行われる。

<sup>\*)</sup> Message Passing Interface の略。 異機種間でのデータ通信やプロセス制御等行うための並列化処 理ライブラリ ( 関数群 )。

以上のように, JAVA 言語や MPI ライブラリ等の基盤技術を適用することにより, 異機 種分散環境での解析コード等のプログラム制御が実現可能であることが分かっている。た だし, 複数のプログラミング言語や MPI ライブラリを用いているため, プロセスの高速な 起動方法や解析のバックグラウンド処理などに課題はあるが,近年普及しつつある JAVA / RMI 等の技術を適用して開発言語を統一したり, プログラム構成等の見直しを図ることに より, 統合解析システムで対象とする様々な設計・性能評価コードの制御が実現できると 考えられる。



5.おわりに

地層処分システムの長期の安全性は,シナリオで表現される長期間の複合的な現象を考慮 して処分システム全体の性能を定量化することによって示される。特に,安全評価の基本と なる地下水移行シナリオに関しては,今後進められる個別詳細研究の成果を取り込みつつ, シナリオの成立性(例えば,ニアフィールドに関連するものとして,緩衝材の幾何形状,温 度変化,完全飽和の達成,還元条件の回復,拡散場の形成,変質・劣化など)を確認し,こ れを安全評価に適切に反映していくことが重要である。このためには,地層処分システムの 設計(長期健全性評価含む)で得られる知見を組み合わせた適切なシナリオに基づく条件設 定と,これに応じた一連の安全評価において必要となる技術情報を統合する統合解析システ ムの開発が必要である。

本研究では,統合解析システムの開発に資するため,第2次取りまとめに向けて構築され てきた設計・安全評価の体系を整理し,多種・多様な技術情報の網羅性と詳細度を考慮した 上で体系化を図り,これらを知識ベースとしてシステム化するための検討を行った。

(1) 技術情報の体系化

これまでの性能評価レポートで採用されている手法を参考に、技術情報をシステム化す るのに適した形態を整理した上で、設計・性能評価の両分野におけるワークフロー(ワー ク項目)に基づく情報整理と、安全評価で対象とする現象・特性フロー(現象項目)に基 づく情報整理を行い、技術情報の体系化を行った。

(2) データ追跡性機能の確認

地層処分の研究3分野間の技術情報およびデータセットとの関連性ならびに追跡性を 確保するため,技術情報の体系化の検討結果に基づき,システムへの展開・構築に必要な データベース構造およびシステム機能を明確にした。

(3) 解析コード制御機能の検討

設計および性能・安全評価の解析作業を支援していくため,解析作業で使用される多種 多様なコードを対象に,統合解析システム上で統一的に使用・制御する方法について調査 し,実現可能性を整理した。 参考文献

- 石原義尚,牧野仁史ほか:"地層処分システム性能評価のための解析管理システム",サ イクル機構技報, No.2, pp.19-28, (1999).
- 石原義尚,福井裕ほか:"地層処分システムの設計・安全評価体系のシステム化に関す る研究",サイクル機構技術資料(業務委託報告書,三菱重工業株式会社),JNC TJ8400 2002-042 (2002).
- 核燃料サイクル開発機構:"わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 地層処分研究開発第2次取りまとめ 分冊3 地層処分システムの安全評価", JNC TN1400 99-023 (1999).

核燃料サイクル開発機構,電気事業連合会:"TRU 廃棄物処分概念検討書 平成 12 年 3月 共同作業チーム", JNC TY1400 2000-001, TRU TR-2000-01 (2000).

- 核燃料サイクル開発機構:"高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究開発 平 成 13 年度報告 - ", JNC TN1400 2002 - 003 (2002).
- 澤田淳ほか:"複数のモデル化手法を用いた地下水流動評価の不確実性について",第 32回岩盤力学に関するシンポジウム (2002).
- 房枝茂樹,柳沢一郎ほか:"処分場の設計評価等に関する統合化システムの開発",サイクル機構技術資料(業務委託報告書,三菱重工業株式会社),JNC TJ1400 2000-004 (2000).
- SKB : " Deep repository for spent nuclear fuel; SR97 Post-closure Safety, Main Report ", SKB Technical Report TR-99-06 (1999).
- SKI : "The SKI Deep Repository Performance Assessment Research Project SITE-94 ", SKI Report 96:36 (1996).

付録1 ワークフローおよび技術情報(ワークシート)

平成 13 年度に作成した設計/性能評価分野のワークフローを参考に,本文表 2-1(設計: RD)および表 2-2(性能評価:PA)に示したワーク項目に基づき,各ワーク項目に対する 技術情報(ワークシート)をまとまた。

なお,ワークフローの凡例は付図1-1に示す通りである。





付図1-2 「処分技術」分野のワークフロー階層構成図



付図1-3 「処分技術」設計条件に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-1.1
2.	ワーク項目	対象固化体選定
3.	概要	インベントリ評価に基づき,人工バリア・処分施設の設
		計検討および安全評価解析の対象とするガラス固化体
		を設定する。
4.	設定パラメータ	対象ガラス固化体と本数
5.	データセット	モデルガラス固化体(JNFL 仕様)
		40,000 本
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	今後発生するガラス固化体は国内で製造されるものが
		ほとんどを占めるため , JNFL 仕様(日本原燃 , 1992)
		を参考にモデル固化体を設定。
		総合エネルギー調査会原子力部会中間報告(1999)か
		ら,4万本程度以上であれは処分単価は規模に依存しな
		いことから,第2次取りまとめでは4万本を設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	濃縮度:4.5 wt%
		燃焼度:45,000 MWD/MTU
		比出力:38 MW/MTU
		再処理までの冷却期間:4年
		U 移行率:0.422%
		Pu 移行率:0.548%
		再処理から固化までの冷却期間:0年
		ガラス固化体発生量:1.25 本/MTU
		ガラス固化体貯蔵期間:50 年
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	炉取出し後 ,再処理までの冷却期間および貯蔵期間の影
		響(発熱量/放射能)について感度解析を行い(石原ほ
		か,1999),再処理までの冷却期間4年,貯蔵期間50
		年(炉取出しから埋設までの総冷却期間 54 年)を基本
		ケースとして設定。
15.	参考文献	日本原燃(1992): 六ヶ所再処理・廃棄物事業所 再処
		理事業指定申請書.
		総合エネルギー調査会原子力部会(1999):中間報告 -
		高レベル放射性廃棄物処分事業の制度のあり方
		石原義尚ほか(1999):高レベル放射性廃棄物ガラス固化
		体のインベントリ評価 , JNC TN8400 99-085.
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1 インベントリ評価

付表1-1 ワーク項目に関する技術情報

17.	下流側ワーク項目	RD-2 人工バリア設計
		RD-3 処分施設設計
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖
		PA-2.2 放射線場評価
		PA-5 物質移行特性評価

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-1.2
2.	ワーク項目	定置方式選定
3.	概要	多重バリアの概念を取り入れている諸外国の例も含め,
		処分坑道に直接定置する方式と処分坑道から処分孔を
		一定間隔で掘削し定置する方式から定置方式を設定。
4.	設定パラメータ	定置方式
5.	データセット	処分孔竪置き方式
		処分坑道横置き方式
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	掘削・埋戻し量と操業性の観点で対象的な特徴を有する
		方式を検討対象として設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	定置レイアウトのバリエーション(図-A 参照)から,
		掘削・埋戻し量が少ない 処分坑道横置き方式と人工バ
		リアの定置性に優れたの処分孔竪置き方式を採用。
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
		RD-3 処分施設設計
		RD-5 建設・操業・閉鎖
17.	下流側ワーク項目	RD-3 処分施設設計
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖
		PA-3 水理特性評価
		PA-5 物質移行特性評価
		PA-6 変動シナリオ評価

付表1-2 ワーク項目に関する技術情報





①処分抗道横置を方式 (Nagra, 1985;動力炉・統燃料開発事業団, 1992a; 土, 1997;植田, 1997)



③処分孔横置き方式 (Autio et al., 1996) ②処分立坑竪置き方式



④処分孔竪置き方式 (SKB, 1983;動力炉・核燃料開発事業団, 1992a; Autio et al., 1996;土, 1997;植田, 1997)

図 - A 定置レイアウトのバリエーション

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-1.3
2.	ワーク項目	処分深度設定
3.	概要	地層処分の長期安定性,地質環境の特性,現状における
		建設技術や調査技術の適用範囲、設計において把握され
		る処分深度の範囲の観点から処分深度を設定。
4.	設定パラメータ	処分深度
5.	データセット	硬岩系岩盤;1,000 m
		軟岩系岩盤:500 m
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	技術的に厳しい条件となる深めの深度を設定し、技術の
		適用範囲を幅広く示すという考え方に立ち ,処分深度を
8.	設定条件(熱的条件)	いすれの深度の場合も占有面積を大きくすることによ
		り、緩衝材の最高上昇温度は低トするか、占有面積300
		m² 程度ではは収来する(谷口・右佐,1999)。このた
		の,める深度を超えると,占有面積を入さくしても緩倒
-	机空名供(北田尚的名供)	材の利限温度を両にりことが困難になる。
9.		
10.	設定余件(刀字的余件)	
		いては、300 m 柱反を迎えると時間上は現夫的な文体
11		一般的に 岩石山に今まれる鉱物 微生物 右機物かど
11.		との反応により、地下深部は還元状能にある。車濃地域
		の 進行 に い の し の し の し の し の し の し の し の し の し の
		程度 - 花崗岩中の地下水は深度 500~1000 m 付近で
		H = -300 mV 前後である。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	放射性核種の隔離,保持・移行遅延機能といった天然バ
		リア機能として見込む地層の広がりが,安全性を評価す
		る長期間にわたって確保されるような処分深度が必要
		となる。
14.	設定条件(その他)	安全性を評価する期間中は,隆起・沈降・侵食といった
		天然現象により 廃棄体が地表に露出しない処分深度と
		しておく必要がある。
		現状の地下利用を勘案し ,十分な余裕を持った処分深度
		とすることが必要である。主要な利用深度は 30 m~50
		m であり,最大でも 100 m 程度である。
15.	参考文献	谷口航・岩佐健吾(1999): ニアフィールドの熱解析,
		JNC TN8400 99-051.

付表1-3 ワーク項目に関する技術情報

		黒木繁盛ほか(1999):地下空洞の力学的安定性評価,
		JNC TN8400 99-037.
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
		RD-3 処分施設設計
		RD-5 建設・操業・閉鎖
17.	下流側ワーク項目	RD-3 処分施設設計
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖
		PA-3 水理特性評価
		PA-5 物質移行特性評価
		PA-6 変動シナリオ評価



No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.1.1
2.	ワーク項目	材料選定
3.	概要	耐食性 , 耐圧性 , 耐放射線性 , 閉じ込め性 , および製作
		性の観点から材料を設定。
4.	設定パラメータ	オーバーパック材料(材質)
5.	データセット	炭素鋼,チタン - 炭素鋼,銅 - 炭素鋼
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	構造材や放射線の遮へい材として十分な使用実績を有
		し 設計データの充実や成型加工技術が確立している観
		点から,炭素鋼を第一候補して選択。
		優れた耐食性を有するチタンおよび銅(石川ほか,
		1992)も耐食層の候補材料として選択。
8.	設定条件(熱的条件)	耐熱性(熱による変態や熱応力による破損の回避)およ
		び良好な熱伝導性を有すること(金属等)。
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	耐圧性を有すること(強度の高い材料)。
11.	設定条件(化学的条件)	耐食性を有すること。また ,人工バリアの機能向上の観
		点からは化学的緩衝性(還元性の回復)を有すること。
12.	設定条件(放射線学的条件)	耐放射線性(照射脆化の感受性の低い材料)および放射
		線遮へい性(地下水の放射性分解やベントナイトの照射
		劣化の防止)を有すること。
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	製作・施工性を有すること。
		なお、チタンは軟鋼と同等の機械的強度を有するが高価
		であり、強度部材として大量に使用することは合理的で
		ない。また、銅は炭素鋼やチタンと比較して機械的性質
		が劣る。このため、チタンおよび銅を使用する場合は、
		強度支持部材として炭素鋼を内側に使用する。
15.	参考又献	石川博久はか(1992):オーバーバック候補材料選定と
		炭素鋼オーハーハックの寿命評価,PNC TN8410
10		
16.	上流側リーク項目	KD-2.1.5 製作・他上性
17.	ト が 側 リーク 項目	KD-2.1.1.2 脳良ンナリオ
		KD-2.1.2.2 耐圧厚さ設定
		KD-2.1.3.2 遮へい厚さ設定

付表1-4 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.1.2
2.	ワーク項目	腐食シナリオ (炭素鋼)
3.	概要	隙間水組成,緩衝材設計(組成,空隙率など),施設設
		│計(坑道残存酸素量 , 温度など ), 地質環境条件(有機
		物,微生物など)を考慮した腐食シナリオの検討
4.	設定パラメータ	腐食シナリオ
5.	データセット	全面腐食
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	(設定条件参照)
8.	設定条件(熱的条件)	緩衝材の変質防止の観点から ,オーバーパックの外表面
		温度は100 以下。
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・地下水組成
		地下水組成評価(PA-4.1)において,日本の代表的
		地下水として,降水系高 pH 地下水および海水系高
		pH 地下水の 2 種類に分類 (Yui et al., 1999)。
		・溶存酸素濃度
		坑道の掘削,操業および埋戻しの際に,地上から持ち
		しまれる酸素を考慮。
		上密ベントナイトによる不動態化の阻害反応により,
		全面腐良の可能性か高い(Taniguchi et al., 1998)。
		また,緩衝材飽和後は物質移動が制限され,不動態係
		村電流密度以上のカソート電流密度を与えるのに十 ハカ酸素の供給は彼はされず、 て動能中時加速型の日
		部隊良は起こらない(Honda et al., 1995)。 一、御仕物活動
		* (瓜土初)
19		
12		-
14		-
15		Yui et al. (1999): Groundwater Evolution Modeling
10.		for the Second Progress Performance Assessment
		(PA) Repot, JNC TN8400 99-030.
		Taniguchi et al. (1998): Experimental Investigation
		of Passivation Behavior and Corrosion Rate of
		Carbon Steel in Compacted Bentonite, Mat. Res.
		Soc. Symp. Proc., Vol.506, pp.495-501.

付表1 - 5(1/3) ワーク項目に関する技術情報

-		
		Honda et al.( 1995 ): A Modeling Study for Long-Lerm
		Life Prediction of Carbon Steel Overpack for
		Geological Isolation of High-Level Radioactive
		Waste, Proc. Symp. on Plant Aging and Life
		Prodiction of Corrodible Structures, pp.217-227.
		西村務ほか(1999): ベントナイト中における炭素鋼の
		腐食挙動に及ぼす微生物の影響,JNC TN8400
		99-077.
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
		RD-2.1.1.1 材料選定
		RD-2.2 緩衝材設計
		RD-3.1 坑道設計
		│ RD-3.4 坑道配置(熱解析)
		PA-4.1 地下水組成評価
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.1.3 腐食厚さ設定

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.1.2
2.	ワーク項目	腐食シナリオ (チタン)
3.	概要	隙間水組成,緩衝材設計(組成,空隙率など),施設設
		計(坑道残存酸素量 , 温度など), 地質環境条件(有機
		物,微生物など)を考慮した腐食シナリオの検討
4.	設定パラメータ	腐食シナリオ
5.	データセット	全面腐食と水素脆化
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	(設定条件参照)
8.	設定条件(熱的条件)	緩衝材の変質防止の観点から ,オーバーパックの外表面
		温度は100 以下。
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・地下水組成
		地下水組成評価(PA-4.1)において,日本の代表的
		地下水として,降水系高 pH 地下水および海水系高
		pH 地下水の 2 種類に分類 (Yui et al., 1999 )。
		・孔食と応力腐食割れ
		純チタンよび低合金チタンは,地層処分の環境では孔
		食と応力腐食割れは起こさない(辻川,1993)。
		・すき間腐食
		海水レベルの塩化物濃度で 100 以下の条件では,
		ASTM Grade-17 チタンおよび Grade-7 チタンを使
		用すれば、すき間腐食は起こらない(中山ほか、
		1999;天野ほか,1995)。
		すき間腐食が発生しない場合は、小動態保持電流密度
		電流密度に対応する水素吸収についても考慮する必
		安かめる。このにの,个動態にめるナダンについても
10		王山腐良として評価する。
12.	□ 設止示計(別別縁子的余計) □ いつタサ(物所約にタサ)	-
13.		-
14.	設定宗什(ての他)	- Vui at al. (1000): Croundwatan Evolution Modeling
15.	> 亏入雨	for the Second Progress Parformance Assessment
		(PA) Renot INC TN8400 99-030
		(IA) Neput, 5NO IN0400 55-050.   计川茂里 (1993)・耐食全屋タイプと 虚食 形能 から みた
		長期健全性予測の難易 庭倉防倉'03 講演年
		nn.431-434.
		PP

付表1 - 5(2/3) ワーク項目に関する技術情報

		しての Ti 合全のすき主座合成受性に其づく材料選
		定,第 46 回材料と環境討論会講演集.
		天野俊明ほか( 1995 ): 高温塩化物水溶液における Ti-Pd
		合金のすきま腐食,第 42 回腐食防食討論会講演集,
		pp.83-86.
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
		RD-2.1.1.1 材料選定
		RD-2.2 緩衝材設計
		RD-3.1 坑道設計
		RD-3.4 坑道配置(熱解析)
		PA-4.1 地下水組成評価
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.1.3 腐食厚さ設定

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.1.2
2.	ワーク項目	腐食シナリオ (銅)
3.	概要	隙間水組成,緩衝材設計(組成,空隙率など),施設設
		計(坑道残存酸素量,温度など), 地質環境条件(有機
		物,微生物など)を考慮した腐食シナリオの検討
4.	設定パラメータ	腐食シナリオ
5.	データセット	全面腐食と孔食
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	(設定条件参照)
8.	設定条件(熱的条件)	緩衝材の変質防止の観点から,オーバーパックの外表面
		温度は100 以下。
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・地下水組成
		地下水組成評価(PA-4.1)において,日本の代表的
		地下水として,降水系高 pH 地下水および海水系高
		pH 地下水の 2 種類に分類 (Yui et al., 1999 )。
		・孔食
		現時点では 銅オーバーパックの孔食発生の可能性を
		否定できないことから,寿命評価に含める。
		・応力腐食割れ
		処分環境において、銅オーバーパックが応力腐食割れ
		を起こす可能性は低いと考えられるが 評価のための
		基礎情報は十分ではない。(ただし,応力腐食割れが
		生起・進展する条件での使用は有り得ないため ,寿命
		評価には含めない。)
		・バクテリア腐食
		ベントナイト中では硫酸還元菌が活性を維持できず
		(西村ほか , 1999 ), 銅オーバーパックの腐食が加速
		される可能性は低い。
		・水素脆化
		無酸素銅とリン脱酸銅を使用すれば,水素病として知
		られる脆化現象を防ぐことができる。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	Yui et al. (1999): Groundwater Evolution Modeling
		for the Second Progress Performance Assessment
		(PA) Repot, JNC TN8400 99-030.
		西村務ほか(1999): ベントナイト中における炭素鋼の
		腐食挙動に及ぼす微生物の影響,JNC TN8400

付表1 - 5(3/3) ワーク項目に関する技術情報

		99-077.
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
		RD-2.1.1.1 材料選定
		RD-2.2 緩衝材設計
		RD-3.1 坑道設計
		RD-3.4 坑道配置(熱解析)
		PA-4.1 地下水組成評価
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.1.3 腐食厚さ設定

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.1.3
2.	ワーク項目	腐食厚さ設定 (炭素鋼)
3.	概要	オーバーパックの設計耐用年数 1,000 年間の腐食量を
		評価し,耐食厚さを設定。
4.	設定パラメータ	腐食厚さ
5.	データセット	腐食代:40 mm(レファレンスケース)
		(横置き方式:24.4 mm,硬岩竪置き方式:30.7 mm,
		軟岩竪置き方式:31.8 mm)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	酸素による腐食,水の還元による腐食について,1,000
		年間の腐食深さを別々に評価し合算。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・酸素による腐食
		人工バリアおよび坑道仕様に基づく残存酸素量から
		鉄の腐食量 ( $Fe + 1/2O_2 \rightarrow Fe(OH)_2$ )を算出し,平
		均腐食深さに換算。その後,平均腐食深さと最大腐食
		深さの関係式(次式;石川ほか,1992)から,最大
		$P = X_m + 7.5 X_m^{0.5}$ ( $X_m$ : 平均腐食深さ [mm])
		(酸素による最大腐食深さは横置き方式;4.4 mm,硬
		岩竪置き方式;10.7 mm 軟岩横置き方式;11.8 mm。)
		良迷皮を I0 μm/y C し, C らに 不均一化(谷口はか,
		1999b) どち思して 2 旧の 20 µm/y ど 設 に (1,000 牛 問 の 府 合 深 さ 20 mm )
19		
12.	<b>改佐未什(加約林子</b> 町未件)	ホヘル厚さを確保することにとり影響を無祖
13		
13.	設定条件(初員物门条件)	
14.		│
15.		炭素綱オーバーパックの寿命評価 PNC TN8410
		92-139
		0~ 2001   谷口直樹ほか(1999a): 圧縮ベントナイト中における
		炭素鋼の腐食形態と腐食速度の評価 _ INC TN8400
		99-003.
		〇〇日11111111111111111111111111111111111

付表1-6(1/3) ワーク項目に関する技術情報

		る腐食の局在化の検討 , JNC TN8400 99-067.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.1.2 腐食シナリオ
		RD-2.1.3.2 遮へい厚さの設定
		RD-3.1 坑道設計
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定
		RD-2.2 緩衝材設計
		PA-2.1 インベントリ評価
		PA-4.2 間隙水組成評価



図 - A 低溶存酸素濃度下における炭素鋼の平均腐食速度の経時変化
No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.1.3
2.	ワーク項目	腐食厚さ設定(チタン)
3.	概要	オーバーパックの設計耐用年数 1,000 年間の腐食量を
		評価し,耐食厚さを設定。
4.	設定パラメータ	腐食厚さ
5.	データセット	腐食代:1 mm 以下(ただし , 製作性の観点から 6~12
		mm 程度必要)。
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	すき間腐食は起こらないとし ,全面腐食と水素吸収・脆
		化評価に基づいて設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件 (力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・全面腐食
		長期試験(6 年間)の結果(Mattsson and Olefjord,
		1990)から,結晶粒界によると推定されている大き
		な皮膜成長速度に基づき ,腐食速度を 2.8×10- <sup>3</sup> μm/y
		と設定(1,000 年間の腐食深さ 2.8 μm )。
		・水素脆化
		圧縮ベントナイト中における ASTM Grade-2 チタン
		および Grade-17 チタンの脆化臨界水素濃度は 500
		ppm ( Johnson et al., 1994 ) である。腐食速度を 2.8
		×10 <sup>-3</sup> µm/y で一定とし,厚さ 6 mm のチタンに吸収
		された水素濃度を評価すると ,1,000 年後の最大水素
		濃度は 340 ppm 以下となり,脆化の可能性は低い。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	Mattsson and Olefjord (1990) : Werkstoffe and
		Korrosion, 41, pp.383-390.
		Johnson et al. (1994) : The Disposal of Canada's
		Nuclear Fuel Waste: The Vault Model for
		Postclosure Assement, AECL-10714, p83.
16.	上流側ワーク項目 	RD-2.1.1.2 腐食シナリオ
		RD-2.1.3.2 遮へい厚さの設定
		RD-3.1 坑道設計
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定
		RD-2.2 緩衝材設計
		PA-2.1 インベントリ評価
		PA-4.2 間隙水組成評価

付表1 - 6(2/3) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.1.3
2.	ワーク項目	腐食厚さ設定 (銅)
3.	概要	オーバーパックの設計耐用年数 1,000 年間の腐食量を
		評価し,耐食厚さを設定。
4.	設定パラメータ	腐食厚さ
5.	データセット	腐食代:39 mm 以上
		(横置き方式:27 mm,硬岩竪置き方式:36 mm,軟
		岩竪置き方式:39 mm)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	酸素による平均腐食深さ、緩衝材中の硫酸イオンによる
		平均腐食深さ、地下水から供給される硫化物による平均
		腐食深さを合算し,孔食係数を乗じて腐食代を設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・酸素による腐食
		緩衝材および埋戻し材に取り込まれた酸素が全て腐
		食に寄与するとし、等モルの酸素に対して、より多く
		の銅が腐食する1価への酸化を仮定して評価。
		(酸素による最大腐食深さは、横重き万式;0.6 mm,
		使若竪直き万式;3.0 mm,軟若横直き万式;3.6 mm。)
		11,0025 として朝を腐良させると11次走して評価。な
		0, ((), (), (), (), (), (), (), (), (), (
		( 硫酸イオンに トス 最大 庭 合 深 さけ 横 置 き ち 式・0.9
		11 mm )
		<ul> <li>・地下水に含まれる硫化物による腐食</li> </ul>
		人工バリアを中空無限円筒の拡散場で近似し 定常解
		から硫化物の供給量を求め、銅の腐食量を評価。地下
		水中の硫化物濃度を 0.03 mol/l(海水系の値;Yui et
		al., 1999)と設定すると, 1,000 年間の平均腐食深さ
		は 8.1 mm。
		・孔食係数
		考古学品の調査から孔食係数は2から3と見積られ
		ており ( Bresle et al, 1983 ), 保守的に 3 を採用。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-

付表1 - 6(3/3) ワーク項目に関する技術情報

15.	参考文献	伊藤雅和ほか(1993); ベントナイトの鉱物組成, PNC	
		TN8430 93-003.	
		Yui et al. (1999): Groundwater Evolution Modeling	
		for the Second Progress Performance Assessment	
		(PA) Repot, JNC TN8400 99-030.	
		Bresle et al. (1993): Studies in Pitting Corrosion on	
		Archaeological Bronze, SKB TR 83-05.	
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.1.2 腐食シナリオ	
		RD-2.1.3.2 遮へい厚さの設定	
		RD-3.1 坑道設計	
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定	
		RD-2.2 緩衝材設計	
		PA-2.1 インベントリ評価	
		PA-4.2 間隙水組成評価	

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.2.1
2.	ワーク項目	形状設定
3.	概要	オーバーパックの基本形状の決定。
4.	設定パラメータ	オーバーパック形状
5.	データセット	単純円筒形
		(固化体収納部は直径 440 mm × 高さ 1,350 mm )
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	収納するガラス固化体の形状・寸法および耐圧性の観点
		から形状設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	収容するガラス固化体の形状が円筒形であり,耐圧性,
		製作性などの観点から円筒形を採用。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	収容するガラス固化体(RD-1.1)の寸法(直径 430 mm
		×高さ 1,340 mm;日本原燃,1992)から,製作精度
		や挿入性を考慮して収納部寸法を設定。
		円筒形の端部については,鏡面状(球形)を採用するこ
		とによる板厚低減効果が小さい(電中研・電事連,1999)
		こと,製作効率の点で劣ることなどから,平板とする。
15.	参考文献	日本原燃(1992): 六ヶ所再処理・廃棄物事業所 再処
10		
16.	上流側ワーク項目	
		KD-2.2 版图/2011
17		ND-5 建設 派未 闭頭 DD 9 1 9 9 耐圧 回 さ 設 完
17.		ND-2.1.2.2 両江序で以た RD-29 経衛材設計
		RD-5 建設・過業・閉鎖

付表1-7 ワーク項目に関する技術情報

No.	11日	内容
1.		RD-2122
2	<u>ローク</u> 項目	
3.	概要	理設後作用する機械的加重に対して構造健全性を維持
		する強度(厚さ)を設定。
4.	設定パラメータ	耐圧厚さ
5.	データセット	硬岩系岩盤
		・胴部:45.2 mm
		・蓋部:100.1 mm
		軟岩系岩盤
		・胴部:28.2 mm
		・蓋部:79.7 mm
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	緩衝材の飽和に伴う緩衝材の膨潤応力や地下水静水圧,
		岩盤のクリープ変形やオーバーパックの腐食膨張によ
		る緩衝材の圧密反力を組み合わせた作用加重に対する
		│耐圧厚さを設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	緩衝材厚さ 70 cm の場合に , オーバーバックに作用す
		る外圧を表-A にまとめる。なお,外圧は全方向から均
		一に作用すると想定(偏圧は無視)。
		・石盛クリーノ変形 
		・オーバーパック腐食膨張
		1.000 年間でオーバーパックの腐食代 40 mm が全て
		腐食するとし、鉄筋コンクリート構造物の腐食ひび割
		れに関する文献(須田ほか,1992)から,腐食膨張
		率を3倍と設定した。
		・緩衝材の圧密反力
		緩衝材の圧密試験(高治・鈴木,1999)から導かれ
		た間隙比と有効応力の関係に基づき、岩盤クリープ変
		形後および腐食膨張後の緩衝材の間隙比から緩衝材
		の圧密反力を設定した(図-B 参照)。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-

付表1-8 ワーク項目に関する技術情報

14.	設定条件(その他)	オーバーパックの耐圧強度計算は ,「発電用原子力設備
		に関する構造等の技術基準」(昭和 55 年通商産業省告
		示 501 号)の第 2 種容器の規定を準用。
15.	参考文献	須田久美子ほか(1992):腐食ひび割れ発生限界腐食量
		に関する解析的検討,コンクリート工学年次論文報告
		集,Vol.14, No.1, pp.751-756.
		高治一彦 鈴木英明(1999):緩衝材の静的力学特性 JNC
		TN8400 99-041.
16.	上流側ワーク項目	RD-1.3 処分深度設定
		RD-2.1.1.3 腐食厚さ設定
		RD-2.1.2.1 形状設定
		RD-2.2 緩衝材設計
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定

表 - A オーバーパックに作用する外圧値

	硬岩系岩盤	軟岩岩盤
地下水静水圧	9.80 MPa ( 深度 1,000 m )	4.90 MPa ( 深度 500 m )
岩盤クリープ変形および腐食生成	0.86 MPa(岩盤クリープ	1.87 MPa
物膨潤圧による緩衝材の圧密反力	は考慮しない)	
合計	10.7 MPa	6.8 MPa



図 - B 緩衝材の圧密反力と緩衝材厚さの関係

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.3.1
2.	ワーク項目	酸化性化学種発生量
3.	概要	腐食に及ぼす放射線影響を検討するため、水の放射線分
		解によって生成される酸化性化学種の供給量を評価(カ
		ソード電流密度に換算)。
4.	設定パラメータ	カソード電流密度
5.	データセット	オーバーパック厚さとカソード電流密度(図-A 参照)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	生成する酸化性化学種が全て 2 価と仮定し,緩衝材で
		の吸収線量率に基づいてオーバーパック表面への供給
		量を評価。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	放射性分解によって発生した酸化性化学種は緩衝材に
		収着しないものとし ,すべてオーバーパック表面に供給
		されると仮定し , 次式 ( Marsh et al., 1989 ) でカソー
		ド電流密度を評価。
		$I_{cath} = -n \bullet F \bullet \frac{p \bullet G' \bullet E}{100 \bullet A_{v}} \bullet \frac{p}{\lambda_{a}}$
		<i>I<sub>cath</sub></i> :カソード電流密度 [A/m²]
		<i>n</i> :酸化性化学種の価数(= 2)
		F:ファラデー定数(= 9.65 × 104 C/mol)
		G':2 価の酸化性化学種に換算した G 値( = 2.13 eV-1 )
		E:吸収線量率 [eV/m <sup>3</sup> /s]
		<i>p</i> :緩衝材の間隙率(= 0.41)
		$A_{ u}$ :アボガドロ数(= $6.023 imes 10^{23}  ext{ mol}^{-1}$ )
		λa:緩衝材半径方向に対する酸化性化学種の生成の減
		衰率(= 6.25 m <sup>-1</sup> )
12.	設定条件(放射線学的条件)	放射線場評価(PA-2.2)で得られた緩衝材(OP 表面)
		_ での吸収線量率 ( 図-B 参照 )。
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考又献	Marsh et al. (1989) : Corrosion, Vol.45, No.7.
16.	上流側ワーク項目 	RD-2.2 緩衝材設計
4-		PA-2.2
17.	ト流側ワーク項目	RD-2.1.3.2 巡へい厚さ設定

付表1-9 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 放射線分解によりオーバーパック表面に供給されるカソード電流密度



図 - B オーバーパック表面での吸収線量率

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.3.2
2.	ワーク項目	遮へい厚さ設定 (炭素鋼)
3.	概要	水の放射線分解によって生成される酸化性化学種が腐
		食に影響を及ぼさないために必要な厚さの設定。
4.	設定パラメータ	放射線遮へい厚さ
5.	データセット	遮へい厚さ:150 mm
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	局部腐食の進展防止の観点から ,オーバーパック表面に
		供給されるカソード電流密度が炭素鋼の不動態保持電
		流密度を下回るオーバーパック厚さ(130 mm 以上)。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	酸化性化学種発生量(RD-2.1.3.1)の評価で得られたカ
		ソード電流密度 ( 図-A 参照 )。
		炭素鋼の不動態保持電流密度 1.0×10 <sup>-4</sup> A/m <sup>2</sup> (谷口ほ
		か, 1994 )。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	カソード電流密度が不動態保持電流密度を下回れば ,局
		部腐食は進展しない ( Marsh et al., 1989 )。
15.	参考文献	谷口直樹ほか(1994): 圧縮ベントナイト中における炭
		素鋼オーバーパックの局部腐食進展期間の評価,第
		41 回腐食防食討論会講演集,B-315.
ļ		Marsh et al. (1989) : Corrosion, Vol.45, No.7.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.3.1 酸化性化学種発生量
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定

付表1-10 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 放射線分解によりオーバーパック表面に供給されるカソード電流密度

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.4
2.	ワーク項目	OP 仕様設定 (炭素鋼単体)
3.	概要	耐食評価 ,耐圧評価 ,および放射線遮へい性評価の結果
		から , OP 厚さ ( 仕様 ) を設定。
4.	設定パラメータ	OP 仕様
5.	データセット	OP 仕様(図-A 参照)
		・外径 820 mm , 高さ 1730 mm ( 厚さ 190 mm )
		・収納部:直径 440 mm , 高さ 1350 mm
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	耐圧上必要な厚さよりも放射線遮へい上必要な厚さが
		大きくなることから、放射線遮へい厚さに腐食代を加え
		て設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	耐圧厚さ設定(RD-2.1.2.2)に基づく厚さ。
		・硬岩系岩盤:蓋部 110 mm,胴部 50 mm
		・軟岩系岩盤:蓋部 80 mm,胴部 30 mm
11.	設定条件(化学的条件)	腐食厚さ設定 ( RD-2.1.1.3 ) に基づく厚さ ( 40 mm )。
		遮へい厚さ設定(RD-2.1.3.2)に基づく厚さ(150mm)。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	オーバーパック周方向の加重の偏り(偏圧)に関しては,
		有限要素法による解析で評価(本間ほか,1999)。腐食
		代を除いた厚さ 150 mm に , 均一加重として想定した
		最大荷重(10.7 MPa)の3倍程度の偏圧が作用する条
		件でも過度の変形は生じないことを確認。
15.	参考文献	本間信之ほか(1999):オーバーパック設計の考え方,
		JNC TN8400 99-047.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.1.3 腐食厚さ設定
		RD-2.1.2.2 耐圧厚さ設定
		RD-2.1.3.2 遮へい厚さ設定
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.5 製作・施工性
		RD-2.2 緩衝材設計
		RD-3 坑道設計
		RD-4 長期健全性評価
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価

付表1-11 「	フーク項目に関す	る技術情報
----------	----------	-------



図 - A 炭素鋼オーバーパックの仕様例

No.	項目	内容	
1.	識別番号	RD-2.1.5	
2.	ワーク項目	製作 / 施工性 (炭素鋼)	
3.	概要	適用し得る製作技術や搬送・定置時のハンドリング方法	
		を考慮したオーバーパックの詳細構造の検討。	
4.	設定パラメータ	-	
5.	データセット	-	
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断	
7.	設定根拠	実現可能性。(試作により確認。ただし,溶接はしてい	
		ない。)	
8.	設定条件(熱的条件)	溶接時にガラス固化体に有意な熱影響を与えないこと。	
9.	設定条件(水理学的条件)	-	
10.	設定条件(力学的条件)	-	
11.	設定条件(化学的条件)	-	
12.	設定条件(放射線学的条件)	高放射線環境下での遠隔自動化の可否。	
13.	設定条件(物質移行条件)	-	
14.	設定条件(その他)	・製法(蓋/円筒胴)	
		圧延 / 鋳造 / 鍛造法の比較から 組織の均質性などの	
		品質に優れ 軽水炉などの圧力容器材の製法として実	
		績を有する鍛造法を採用(本田ほか,1992)。	
		・溶接方法	
		1パス溶接法 / 多層盛り溶接法の比較から ,遠隔自動	
		化が比較的容易で、かつ高品質の溶接が短時間で可能	
		な電子ビーム溶接が有力候補。	
		・検査方法	
		溶接部の健全性確認のためには非破壊試験や濡れ試	
		験の適用が考えられる。非破壊試験としては,金属材	
		料の体積検査方法として確立され 厚肉部への適用性	
		が高い超音波探傷試験が最も有望である。漏れ試験法	
		としては , サーチガスの導入方法 ( 貫通孔なし ) が課	
		題である。	
		・ハンドリング	
		ハンドリング機器との取り合い部が頂部にある方が	
		定置作業上は有利であること ,ガラス固化体と同様な	
		形状とすることにより実績のある遠隔脱着機構が採	
		用できることから、上部把持方式を採用。	
15.	参考文献	本田明ほか(1992):炭素鋼オーバーパックの試作,PNC	
		TN1410 92-059.	
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定	
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.1.1 材料選定	
		RD-2.1.2.1 形状設定	
		RD-5 建設・操業・閉鎖	

付表1-12(1/3) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.5
2.	ワーク項目	製作/施工性 (チタン-炭素鋼複合)
3.	概要	チタンの被覆方法に関する現状技術の適用性確認。
4.	設定パラメータ	-
5.	データセット	-
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	実現可能性。(試作により確認。チタン,炭素鋼ともに 溶接実施。)
8.	設定条件(熱的条件)	溶接時にガラス固化体に有意な熱影響を与えないこと。
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	チタン材は圧延材(ASTM B265 Grade-2)を使用し, 厚さは施工上の観点から 6~12 mm とした。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	高放射線環境下での遠隔自動化の可否。
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	<ul> <li>・製法 チタン円筒は,20 mm 厚さの圧延材をロール曲げ加 工し,電子ビーム溶接により長手溶接後,内面を機械 加工して製作。</li> <li>・溶接方法 チタン層と炭素鋼の間の隙間を小さくするため,胴側 面部は焼きばめ法,蓋や底面の平面部は爆発圧着法を 採用。また,内部炭素鋼の蓋板の溶接は,作業効率と 遠隔自動化の観点から,電子ビーム溶接とMAG 溶接 の組合せを採用(本間ほか,1999)。</li> <li>・検査方法 浸透探傷試験や磁粉探傷試験を行い,欠陥の有無を確 認した。超音波探傷試験は,境界面で超音波の伝播が 妨げられる(継手近傍の構造が課題)。</li> </ul>
15.	参考文献	本間信之ほか(1999):チタン - 炭素鋼複合オーバーパ
		ックの試作,JNC TN8400 99-048.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.1.1 材料選定 RD-2.1.2.1 形状設定 RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-12(2/3) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.1.5
2.	ワーク項目	製作 / 施工性 (銅 - 炭素鋼複合)
3.	概要	適用し得る製作技術の確認。
4.	設定パラメータ	-
5.	データセット	-
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	実現可能性。(試作により確認。ただし,銅層のみ。)
8.	設定条件 (熱的条件)	溶接時にガラス固化体に有意な熱影響を与えないこと。
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	高放射線環境下での遠隔自動化の可否。
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	・材料
		銅材は金属間化合物の生成に伴う脆化や水素脆化を
		回避するため,無酸素銅を選定。
		・製法
		銅円筒部は、鍛造材を後方押し出しして底板と一体成
		形し,内外面を機械加工して製作(本間ほか,1999)。
		なお , 炭素鋼製内容器は製作していない。
		・溶接方法
		電子ビーム溶接により蓋の取り付け実施。
15.	参考文献	本間信之ほか(1999): 胴 - 炭素鋼複合オーバーパック
		の試作,JNC TN8400 99-049.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.1.1 材料選定
		RD-2.1.2.1 形状設定
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-12(3/3) ワーク項目に関する技術情報





人工バリア設計∶緩衝材設計

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1
2.	ワーク項目	基本特性設定
3.	概要	緩衝材の設計で必要となる基本的な特性値の設定( 設計
		用データ)。
4.	設定パラメータ	ケイ砂混合率と緩衝材の基本特性値
5.	データセット	緩衝材の基本特性値(表-A 参照)
		ケイ砂混合率:30 wt%(図-D 参照)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	ケイ砂混合率は施工性(締固め特性)や移行特性(コロ
		イドろ過性)を考慮して設定。
8.	設定条件(熱的条件)	熱特性試験 (RD-2.2.1.3) に基づき設定。
9.	設定条件(水理学的条件)	水理特性試験(RD-2.2.1.4)に基づき設定。
10.	設定条件(力学的条件)	力学特性試験 (RD-2.2.1.5) に基づき設定。
		締固め特性試験(RD-2.2.1.2)に基づき設定。
		膨潤特性試験 (RD-2.2.1.6) に基づき設定。
11.	設定条件(化学的条件)	化学特性試験(RD-2.2.1.7)に基づき設定。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	物質移行特性試験(RD-2.2.1.8)に基づき設定(コロイ ドス過性)
14.	設定条件(その他)	インセロッ   ベントナイト組成(RD-2.2.1.1)に基づき設定。
		諸特性試験(RD-2.2.1.9)に基づき設定(ガス透気性)
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
		RD-2.2.1.2 締固め特性試験
		RD-2.2.1.3 熱特性試験
		RD-2.2.1.4 水理特性試験
		RD-2.2.1.5 力学特性試験
		RD-2.2.1.6 膨潤特性試験
		RD-2.2.1.7 化学特性試験
		RD-2.2.1.8 物質移行特性試験
		RD-2.2.1.9 諸特性試験
		(RD-2.2.2 緩衝材仕様設定)
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.2 緩衝材仕様設定
		RD-2.2.3 放射線遮へい性
		RD-2.2.4 製作・施工性
		RD-3 処分施設設計
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-13 ワーク項目に関する技術情報

特性	パラメータ	30 wt%ケイ砂混合体 (3 号/5 号 = 1/1)	ベントナイト単体
44	乾燥密度 ρ <sub>ь</sub> [Mg/m <sup>3</sup> ]	1.60	1.80
物理	初期間隙比 eo [-]	0.68	0.53
~	初期含水率 տ [%]	7	6
劫	熱伝導率 [W/m/K]	0.78	0.96
ΞŔ	比熱 [kJ/kg/K]	0.59	0.58
	飽和透水係数 [m/s]	$4.5 \times 10^{-13} (25)$	$2.5 \times 10^{-14} (25)$
水理	水分特性曲線	図-B 参照	図-B 参照
1	水分拡散係数 [cm2/s]	図-C 参照	$1.5  imes 10^{-6}$ ( $ heta$ = 0.1 , 25 )
	林区统没在 [140-]	<b>0.5</b> ( $\omega$ = 7 % )	<b>5</b> ( $\omega = 10 \%$ )
	一軸江細浊反 [WIFa]	$0.3$ ( $\omega = 22$ % )	<b>3</b> ( $\omega$ = <b>18</b> % )
	淄州係粉 [MDa]	50 ( $\omega = 7 \%$ )	500 ( $\omega$ = 10 % )
		$3(\omega = 22\%)$	<b>200 (</b> ω = <b>18</b> % )
	ポアソン比 [-]	0.4	0.4
力	引張強度 [MPa]	0.05 ( $\omega$ = 4.7 % )	<b>0.56</b> ( $\omega$ = 6.9 % )
学	圧縮指数 [-]	0.27	0.21
	膨潤指数 [-]	0.16	0.11
	限界状態パラメータ [-]	0.63	<b>0.58</b> ( $\rho_b = 1.6 \text{ Mg/m}^3$ )
	二次圧密係数 [-]	5.0 × 10 <sup>-4</sup>	$2.2 \times 10^{-4}$ ( $\rho_b = 1.6 \text{ Mg/m}^3$ )
	初期体積ひずみ速度 [-]	$2.0 \times 10^{-8}$	$3.3\times10^{\text{-9}}$ ( $\rho_b$ = 1.6 Mg/m^3 )
	膨潤応力 [MPa]	0.5	3.9

表 - A 緩衝材の基本的な物性



図 - B 不飽和ベントナイトの水分ポテンシャルと体積含水率の関係



図 - C 不飽和ベントナイトの水分拡散係数と体積含水率の関係



図 - D 緩衝材の特性とケイ砂混合率および乾燥密度との関係

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.1
2.	ワーク項目	ベントナイト組成
3.	概要	緩衝材の主要材料であるベントナイトの組成の把握と
		候補材料の選定。
4.	設定パラメータ	ベントナイト組成 ( 国産ベントナイト ; クニゲル V1 )
5.	データセット	・ベントナイト組成:表-A 参照
		・ベントナイト物理特性:表-B 参照
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	- ( 主成分であるモンモリロナイトの含有量は海外産に
		比べて低いが,クニゲル V1 を採用)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	止水性(非常に低い透水係数)
10.	設定条件(力学的条件)	自己シール性(膨潤性)
11.	設定条件(化学的条件)	化学的緩衝性(高い陽イオン交換容量)
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	収着性
		コロイドろ過機能
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	-
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-2.2.1.2 締固め特性試験
		RD-2.2.1.3 熱特性試験
		RD-2.2.1.4 水理特性試験
		RD-2.2.1.5 力学特性試験
		RD-2.2.1.6 膨潤特性試験
		RD-2.2.1.7 化学特性試験
		RD-2.2.1.8 物質移行特性試験
		RD-2.2.1.9 諸特性試験

付表1-14 ワーク項目に関する技術情報

	山形県月布	山形県月布	米国 5/#12#	K17 KK17	力十岁 机批机
	(クニゲル VI <sup>1.2</sup> )	(クニピアF <sup>1.2</sup> )	(MX-80 <sup>3</sup> )	(Montigel 3)	(Avonseal <sup>3</sup> )
モンモリロナイト	46-49	98-99	75	66	79
石英/玉髓	29~38	<1	15.2	8.3	5
長石畑	2.7-5.5		5-8	2-4	
方解石	2.1~2.6	<1	1.4		
苦庆石	2.0~2.B				
力进口	3.0~3.5				1.5
黄鉄転	0.5~0.7		0.3		
カオリナイト			<1		
當母	5		<1	12-15	
1712				2	9.5
石間					2
有微物	0.31~0.34		0.4	0.03	0.3
その他	and the second second of		2	2-3	

## 表 - A ベントナイトの鉱物組成

(表中の単位は%)

表 - B ベントナイトの物理特性

		山形県月布 (クニゲルマ1 <sup>15</sup> )	山影県月布 (クニピア2 <sup>-13</sup>	米国 7番記グ ) (21X-80 <sup>5</sup> )	F-f 및 n"n"97 (Rontigel )	カナダ 53加加刀 (Anoacal <sup>2</sup> )
来比重[-] 流性阻果 (%)		2.7 416	2.7 993	2.7 400	2.8 140	28 257
塑性健界 [%] 塑性猫数 [-]		21 395	42 951	70 330	50 90	49 208
陽イオン交換量	[meq/100g]	52	117	79	62	82
浸出陽イオン	Nat	54.6	1149	56.0	1.8	46.5
[meg/100g]	$\mathbf{K}^*$	13	1.1	23	02	0.7
	Cash	41.9	20.6	30.1	37.6	39.5
	Mg²⊧	6.6	2.6	15.6	22.4	7.0
Ma'TCa <sup>i</sup>	• <u>k</u>	1.30	5.58	1.86	0.05	1.18

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.2
2.	ワーク項目	締固め特性試験
3.	概要	締固め特性把握のため ,ベントナイトとケイ砂との混合
		率等をパラメータとした動的および静的締固め試験。
4.	設定パラメータ	ケイ砂混合率,最大乾燥密度,最適含水比
5.	データセット	・動的締固め特性(図-A 参照)
		・静的締固め特性(図-B 参照)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	- (動的試験は現場施工に対応 ,静的試験は成型加工に
		対応)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・動的締固め試験(千々松ほか,1999)
		締固めエネルギー:1Ec(= 5.5 kJ/m³)
		・静的締固め試験(鈴木ほか , 1992)
		成型圧力:20 MPa,50 MPa
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	千々松正和ほか(1999):緩衝材の製作・施工技術に関
		する検討,JNC TN8400 99-035.
		鈴木英明ほか(1992):緩衝材の特性試験(I),PNC
		TN8410 92-057.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設定
		RD-2.2.4 製作・施工性
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-15 ワーク項目に関する技術情報



図 - A ケイ砂混合率の異なる材料の締固め曲線(動的試験)



No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.3
2.	ワーク項目	熱特性試験
3.	概要	設計上必要な不飽和状態の緩衝材の熱特性の把握。熱伝
		導率は、非定常細線加熱法の原理を利用した迅速熱伝導
		率計を用いて測定。比熱は熱拡散率と熱伝導率の測定結
		果から算出。
4.	設定パラメータ	熱伝導率,比熱
5.	データセット	・熱伝導率:0.78 W/m/K
		・比熱:0.59 kJ/kg/K
		(30%ケイ砂混合体,乾燥密度 1.6 Mg/m³ ,含水比 7%)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	熱伝導率は、温度依存性および含水比依存性に基づいて
		設定(図-A,表-B 参照)。
		比熱は、温度依存性および含水比依存性に基づいて設定
		(図-C,表-D 参照)。
8.	設定条件(熱的条件)	温度:20,60,90
9.	設定条件(水理学的条件)	含水比:0%~飽和
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	乾燥密度
		・ベントナイト単体:1.8 Mg/m³
		・30%ケイ砂混合体:1.6 Mg/m³
15.	参考文献	鈴木英明・谷口航(1999): 緩衝材の熱物性試験(II),
		JNC TN8430 99-006.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-3 処分施設設計(RD-3.4 坑道配置)
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-16 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 熱伝導率の温度依存性

表 - B 熱伝導率と含水比の関係式

供試体	関係式(λ:熱伝導率 [W/m/K],ω:含水比 [%])
ベントナイト単体	$1 = 5 + 1827 + 10^{-1} + 6 + 0002 + 10^{-2} = 0 + 0.7576 + 10^{-4} = 0.002 + 10^{-5} = 0.002$
(乾燥密度1.8 Mg/m <sup>3</sup> )	$\lambda = 3.1837 \times 10^{-10} + 0.0002 \times 10^{-10}  \omega + 9.7570 \times 10^{-10}  \omega - 8.002 \times 10^{-10}  \omega$
30 wt%ケイ砂混合体	$1 - 4 - 404 + 10^{-1} + 1.2772 + 10^{-2} + 1.61205 + 10^{-3} + 1.6061 + 10^{-4} + 10^{-3}$
(乾燥密度1.6 Mg/m <sup>3</sup> )	$\lambda = 4.4404 \times 10^{-} + 1.3772 \times 10^{-} \omega + 0.1395 \times 10^{-} \omega^{-} - 1.0801 \times 10^{-} \omega^{-}$



図 - C 比熱の温度依存性

供試体	理論式( <i>c</i> :比熱 [kJ/kg/K],ω:含水比 [%])
ベントナイト単体 (乾燥密度 1.8 Mg/m <sup>3</sup> )	$c = \frac{32.3 + 4.18\omega}{100 + \omega}$
30 wt%ケイ砂混合体 (乾燥密度 1.6 Mg/m <sup>3</sup> )	$c = \frac{34.1 + 4.18\omega}{100 + \omega}$

表 - D 比熱の含水比依存性

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.4
2.	ワーク項目	水理特性試験 (飽和水理特性)
3.	概要	再冠水後(飽和状態)の緩衝材の水理特性の把握。地盤
		工学会基準 JGS T 311 に準じて透水試験を実施。透水
		係数はダルシー則に従った理論式より算出。
4.	設定パラメータ	飽和透水係数
5.	データセット	飽和透水係数:4.5 × 10⁻¹³ m/s
		(30%ケイ砂混合体,乾燥密度 1.6 Mg/m³ , 温度 25 )
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	透水係数の温度依存性に基づいて設定(図-A参照)。
8.	設定条件(熱的条件)	昇・降温(25 40 60 80 90 80 60 40 25 )
9.	設定条件(水理学的条件)	圧縮空気(0.8 MPa)により蒸留水を透過。
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	蒸留水と人工海水
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	乾燥密度:1.0~1.8 Mg/m <sup>3</sup>
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-17(1/2) ワーク項目に関する技術情報





No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.4
2.	ワーク項目	水理特性試験 (不飽和水理特性)
3.	概要	定置時(不飽和状態)の設計検討に必要な緩衝材の水理
		特性の把握。
4.	設定パラメータ	水分拡散係数,水分特性曲線(水分ポテンシャル)
5.	データセット	・水分拡散係数:図-A 参照
		・水分ポテンシャル:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	温度:25,40,60
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	30 wt%ケイ砂混合体(乾燥密度 1.6 Mg/m³)
15.	参考文献	鈴木英明ほか(1996):緩衝材の水分ポテンシャルと水
		分拡散係数,PNC TN8410 96-117.
		鈴木英明・藤田朝雄(1999):緩衝材の不飽和水理特性,
		JNC TN8400 99-010.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-17(2/2) ワーク項目に関する技術情報





No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.5
2.	ワーク項目	力学特性試験 (圧裂試験)
3.	概要	緩衝材の引張特性の把握。岩石の引張強さ試験方法
		(JIS M 3030)に準拠して圧裂試験を実施。
4.	設定パラメータ	引張強度
5.	データセット	引張強度:1.63×10 <sup>5</sup> exp(5.84 ρ <sub>e</sub> )(図-A 参照)
		(ただし , $ ho_e$ : 有効粘土密度 $[\mathrm{Mg/m^3}]$ )
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	ケイ砂混合率および乾燥密度への依存性を有効粘土密
		度で整理。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	含水比:約7%(自然含水比)
10.	設定条件(力学的条件)	ひずみ速度:約1%/min
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	・ケイ砂混合率:0,20,30 wt%
		・乾燥密度:約 1.4,1.6,1.8,2.0 Mg/m³
15.	参考文献	高治一彦・鈴木英明(1999):緩衝材の静的力学特性,
		JNC TN8400 99-041.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-2.2.4 製作・施工性
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-18(1/6) ワーク項目に関する技術情報





No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.5
2.	ワーク項目	力学特性試験(一軸圧縮試験)
3.	概要	緩衝材の圧縮特性の把握。 地盤工学会基準(JGST511)
		に準拠して一軸圧縮試験を実施。
4.	設定パラメータ	一軸圧縮強度,弾性係数
5.	データセット	・一軸圧縮強度: 0.99-7.28×10 <sup>-2</sup> ω+1.84×10 <sup>-3</sup> ω <sup>2</sup>
		・弾性係数:84.34-3.74ω(ただし,ω:含水比[%])
		(30%ケイ砂混合体,乾燥密度 1.6 Mg/m³)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	含水比依存性を近似式で整理(図-A 参照)。
8.	設定条件 (熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	含水比:自然含水比~飽和
10.	設定条件(力学的条件)	ひずみ速度:約 0.17 %/min
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	乾燥密度
		・ベントナイト単体:1.6,1.8 Mg/m³
		・30 wt%ケイ砂混合体:1.6 Mg/m³
15.	参考文献	高治一彦・鈴木英明(1999):緩衝材の静的力学特性,
		JNC TN8400 99-041.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-2.2.4 製作・施工性
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-18(2/6) ワーク項目に関する技術情報



(a) 一軸圧縮強度



図 - A 一軸圧縮強度および弾性係数の含水比依存性

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.5
2.	ワーク項目	力学特性試験 (一次元圧密試験)
3.	概要	緩衝材の圧密特性の把握。 地盤工学会基準(JGST411)
		に準拠して一次元圧密試験を実施(載荷応力については
		変更)。
4.	設定パラメータ	初期間隙比,膨潤応力,圧密降伏応力,圧縮指数,膨潤
		指数
5.	データセット	・初期間隙比:0.68 [-]
		・膨潤応力:約 0.5 MPa
		・圧密降伏応力:0.8 MPa
		・圧縮指数:0.27 [-]
		・膨潤指数:0.16 [-]
		(30 wt%ケイ砂混合体,乾燥密度 1.6 Mg/m <sup>3</sup> )
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	間隙比と圧密応力の関係(e-logP曲線,図-A参照)に
		- 基づき設定。 
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	载荷順序
		膨潤応力が、ほぼ一定となった時点を初期条件
		19.6 MPaまで8段階で荷重を載荷
		初期膨潤にの相当まで4段階で除荷
		19.6 MPa まで 4 段階で載何
11.	設定条件(化字的条件)	-
12.	設定条件(放射線字的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
		・ペントテイト単体:1.6,1.8 Mg/m <sup>3</sup>
15		・30 Wt%/1 砂泥吉体:1.6 Mg/m <sup>3</sup>
15.	参与 <b>又</b> 瞅	业 // 務・ 昌 野 叙(1997), 緩 倒 材 の 庄 密 特 性 , PN C
		1110410 97-031. 宮治一音・鈴大苦田(1000)・経衛材の塾的力学特性
		同石 『シー 政小央内(1999). 波則内の静町 万子 付住 , INC TN8400 00 041
16	上流側ワーク頂日	STUC 110400 55-041. RD-2911 ベントナイト組成
17		RD-2.2.1.1 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
17.		RD-994 制作・施丁性
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-18(3/6) ワーク項目に関する技術情報





No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.5
2.	ワーク項目	力学特性試験 (圧密非排水三軸圧縮試験)
3.	概要	緩衝材の圧密特性の把握。 地盤工学会基準(JGS T 523)
		に準拠して,圧密非排水三軸圧縮試験を実施。
4.	設定パラメータ	限界状態パラメータ,内部摩擦角
5.	データセット	・限界状態パラメータ:0.63
		・内部摩擦角:16.6°
		(30 wt%ケイ砂混合体,乾燥密度 1.0 Mg/m³)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	載荷順序
		膨潤圧 ( 0.5 MPa ) 相当から 3 MPa まで 0.5 MPa 刻
		みで有効拘束圧を載荷。( 3t 法で圧密終了判断 )
		載荷速度 0.01 mm/min( ひずみ速度 : 約 0.01 %/min )
		で軸ひずみが15%に達するまでせん断載荷。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	乾燥密度:1.6 Mg/m <sup>3</sup>
		(ベントナイト単体,30wt%ケイ砂混合体の両方)
15.	参考文献	並河務・菅野毅(1997); 緩衝材のせん断特性1, PNC
		TN8410 97-074.
		高治一彦・鈴木英明(1999):緩衝材の静的力学特性,
		JNC TN8400 99-041.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-2.2.4 製作・施工性
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-18(4/6) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.5
2.	ワーク項目	力学特性試験 (圧密非排水三軸クリープ試験)
3.	概要	緩衝材のクリープ特性の把握。地盤工学会基準(JGS T
		523)に準拠して,圧密非排水三軸クリープ試験を実施
		(せん断過程を除く)。
4.	設定パラメータ	二次圧密係数,初期体積ひずみ速度
5.	データセット	・二次圧密係数:5.0×10-4 [-]
		・初期体積ひずみ速度:2.0×10 <sup>-8</sup> h <sup>-1</sup>
		(30 wt%ケイ砂混合体,乾燥密度 1.6 Mg/m³)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	試験結果(図-A 参照)から,関口 - 太田モデルの粘塑
		性ポテンシャル関数の式をフィッティングしてパラメ
		ータを設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・有効拘束圧:約 3.0 MPa(3t 法で圧密終了判断)
		・載荷応力:破壊応力の 30,50,70 %
		・載荷期間:5ヶ月
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	乾燥密度:1.6 Mg/m³(30 wt%ケイ砂混合体)
15.	参考文献	高治一彦・鈴木英明(1999):緩衝材の静的力学特性,
		JNC TN8400 99-041.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-2.2.4 製作・施工性
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-18(5/6) ワーク項目に関する技術情報







No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.5
2.	ワーク項目	力学特性試験(動的三軸試験)
3.	概要	地震応答解析に必要な緩衝材の動的力学特性の把握。地
		盤工学会基準(JGST542)に準拠して,動的三軸試験
		を実施。
4.	設定パラメータ	動ポアソン比, せん断剛性, せん断ひずみ, せん断剛性
		比,減衰係数,R-O モデルパラメータ
5.	データセット	(分冊2 表 4.1.2-12 参照)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	Ramberg-Osgood モデルによる試験結果のモデル化 パ
		ラメータ設定)。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	(分冊 2 4.1.2.1.6,p.IV-99 参照)
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	高治一彦・谷口航(1999): 緩衝材の動的力学特性, JNC
		TN8400 99-042.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-4 長期健全性評価(RD-4.4 耐震安定性評価)
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-18(6/6) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.6
2.	ワーク項目	膨潤特性試験
3.	概要	緩衝材の膨潤特性の把握。膨潤量は,蒸気圧法により圧
		縮ベントナイトの体積膨張量を測定。 膨潤応力は, 膨潤
		圧とは必ずしも等しくならないため 拘束境界面に作用
		する応力を膨潤応力として測定。
4.	設定パラメータ	膨潤量(体積ひずみ), 膨潤応力
5.	データセット	・体積ひずみ:総論では 19 %,分冊 2 では 25 %
		・膨潤応力:図-B 参照(有効粘土密度の関数)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	膨潤量(図-A)参照。
		膨潤応力は有効粘土密度の関数として整理。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	膨潤応力試験(浸潤水)
		・蒸留水および人工海水(ASTM D-1141-52 基準)
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	膨潤量測定試験
		・ベントナイト単体,30 wt%ケイ砂混合体の両方
15.	参考文献	鈴木英明・藤田朝雄(1999): 緩衝材の膨潤特性,JNC
		TN8400 99-038.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-4 長期健全性評価
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-19 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 膨潤量(鉛直変位)の経時変化


No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.7
2.	ワーク項目	化学特性試験
3.	概要	緩衝材の化学特性の把握。
4.	設定パラメータ	緩衝材の化学的緩衝性(間隙水の pH,酸化還元状態)
5.	データセット	圧縮ベントナイト中の間隙水
		・pH:中性~弱アルカリ性が維持。
		・酸化還元条件:還元状態が維持。
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	スメクタイトのイオン交換反応や結晶端の表面水酸基
		による酸・塩基解離反応 , 随伴鉱物の溶解・沈殿反応お
		よび酸化還元反応(黄鉄鉱は溶存酸素を消費)。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	谷口直樹ほか (1999):炭素鋼オーバーパックにおける
		腐食の局在化の検討,JNC TN8400 99-067.
		小田治恵・柴田雅博(1999): ベントナイト - 水相互作
		用の実験とモデル化,JNC TN8400 99-032.
		Manaka et al. (1999) : Measurement of Effective
		Diffusion Coefficient of Dissolved Oxygen and
		Oxidation Rate of Pyrite by Dissolved Oxygen in
		Compacted Sodium Bentonite, Nuclear Technology.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
		(詳細は PA-4.2.1 緩衝材中地球化学モデル)
17.	下流側ワーク項目	(RD-2.2.1 基本特性設定)

付表1-20 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.8
2.	ワーク項目	物質移行特性試験 (コロイドろ過性)
3.	概要	緩衝材中のコロイド移行現象の把握。
4.	設定パラメータ	コロイドが透過する緩衝材仕様(有効粘土密度)
5.	データセット	乾燥密度 1.0 Mg/m³ / ケイ砂混合率 50 wt%(有効粘土
		密度 0.70 Mg/m³以下)でコロイド透過。
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	金コロイド(粒径約15×10 <sup>.9</sup> m)によるコロイドフィ
		ルトレーション効果の確認(表-A参照)。
8.	設定条件 (熱的条件)	室温
9.	設定条件(水理学的条件)	約 90 MPa の圧力で溶液透水
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	コロイドの安定性を担保するため界面活性剤とエタノ
		ールを添加(溶液の pH 6.6)
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	Kurosawa et al. (1997) : Experimental Study of
		Colloid Filtration by Compacted Bentonite, Mat.
		Res. Soc. Symp. Proc., Vol.465, pp.963-970.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	(RD-2.2.1 基本特性設定)
		RD-2.2.2.2 施工時仕様設定
		RD-2.2.2.3 膨潤後仕様設定
		PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価

付表1-21(1/2) ワーク項目に関する技術情報

## 表 - A コロイド透過試験結果

コロイド添温	有効粘土密度	ケイ砂混合率	乾燥密度
	[Mg/m <sup>3</sup> ]	[%]	[Mg/m <sup>3</sup> ]
×	1.00	0	1.0
×	0.79	30	1.0
×	0.70	40	1.0
	0.61	50	1.0
×	1.35	50	1.8

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.8
2.	ワーク項目	物質移行特性試験(
3.	概要	緩衝材中の拡散移行の把握。
4.	設定パラメータ	ペクレ数(移流効果と拡散効果の比)
5.	データセット	ペクレ数:10 <sup>-4</sup> ~10 <sup>-2</sup> (有効粘土密度 0.4~1.8 Mg/m <sup>3</sup> )
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	ペクレ数が1よりも小さければ , 拡散支配。
		$Pe = \frac{v L}{De} = \frac{k i L}{De}$
		ここで, <i>v</i> :地下水流速 [m/s], <i>L</i> :地下水の流れの中に
		ある物体の代表長さ [m] , <i>De</i> : 実効拡散係数 [m²/s] ,
		k:透水係数 [m/s], i:動水勾配 [-]
8.	設定条件 (熱的条件)	60
9.	設定条件(水理学的条件)	動水勾配:0.07[-]
		透水係数: 2.0646×10 <sup>7</sup> exp $\left(-42.1+1.1447\rho_e-2.1232\rho_e^2\right)$
		(ρ <sub>e</sub> :有効粘土密度 [Mg/m <sup>3</sup> ],60 )
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線字的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	実効拡散係数: $9.7 \times 10^{-11} \exp(-1.21 \rho_e)$
	地中な性くさる地下	$(\rho_e$ : 有効粘土密度 [Mg/m <sup>3</sup> ], 60 )
14.		
15.	参考又厭	松本一浩はか(1997): 綾餌材の飽和透水特性, PNC
		118410 97-290.
		120001 - 300070 - 700, 3000000, 100.01, 100.
16.	上流側ワーク項目	PD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	(RD-2.2.1 基本特性設定)
		RD-2.2.2.2 施工時仕様設定
		RD-2.2.2.3 膨潤後仕様設定
		PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価

付表1-21(2/2) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.9
2.	ワーク項目	諸特性試験 (ガス透気性)
3.	概要	オーバーパック(炭素鋼)の腐食に伴って発生する水素
		ガスの移行特性の把握。
4.	設定パラメータ	溶存水素の実効拡散係数,水素ガスの有効透過率
5.	データセット	溶存水素の実効拡散係数:10 <sup>-10</sup> ~10 <sup>-11</sup> m²/s
		ガスの有効浸透率:約 10 <sup>-17</sup> m²
		(30 wt%ケイ砂混合体,乾燥密度 1.6 Mg/m³)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	実効拡散係数 : Through-Diffusion 法による溶存水素の
		拡散試験結果(図-A 参照)。
		ガス有効浸透率:ガス透気試験結果(図-B 参照)。
8.	設定条件(熱的条件)	拡散試験:25,60
		透気試験:室温
9.	設定条件(水理学的条件)	飽和膨潤状態
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	乾燥密度(拡散試験はケイ砂混合体のみ)
		・ベントナイト単体:1.8 Mg/m³
		・30 wt%ケイ砂混合体:1.6,1.8 Mg/m³
15.	参考文献	棚井憲治ほか(1999):地層処分場におけるガスの拡
		散・移行に関する検討,JNC TN8400 99-045.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.1 腐食評価
		RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	(RD-2.2.1 基本特性設定)
		RD-4.3.1 OP 腐食生成ガス評価

付表1-22(1/2) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 溶存水素の実効拡散係数



No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.1.9
2.	ワーク項目	諸特性試験 (流出)
3.	概要	岩盤中の亀裂へのベントナイトの侵入現象とベントナ
		イトの浸食現象の把握。 侵入は静水試験 , 浸食は流水試
		験を実施。
4.	設定パラメータ	侵入:拡散現象
		浸食:浸食が生じる最小限界流速
5.	データセット	最小限界流速:2×10⁻⁵ m/s
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	侵入:流出距離は時間の平方根に依存(図-A 参照)
		浸食:流水試験結果(図-B 参照)
8.	設定条件 (熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	亀裂幅:0.3~1.5 mm
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	乾燥密度
		・ベントナイト単体:1.8 Mg/m³
		・30 wt%ケイ砂混合体:1.6,1.8 Mg/m³
15.	参考文献	菅野毅・松本一浩(1997): ベントナイト緩衝材の流出
		特性の評価(I),PNC TN8410 97-313.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
17.	下流側ワーク項目	(RD-2.2.1 基本特性設定)
		RD-4.2 構造力学安定性評価

付表1-22(2/2) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 流出距離の経時変化(静水試験)

## 付-1(-215-)

No.	亀裂幅 [mm]	平均流速 [m/s]	浸食の有無
1	0.3	2.77 × 10 <sup>-5</sup>	
2	0.5	$1.66 \times 10^{-5}$	×
3	1.0	8.31 × 10 <sup>-6</sup>	×
4	1.5	$5.54 \times 10^{-6}$	×

表 - B ベントナイトの浸食に関する流水試験結果

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.2.1
2.	ワーク項目	応力緩衝性検討
3.	概要	オーバーパックの腐食生成物の影響を考慮し ,オーバー
		パックと緩衝材の力学的相互作用に着目して緩衝材の
		応力緩衝性(厚さ)を検討。
4.	設定パラメータ	緩衝材厚さ(乾燥密度)
5.	データセット	緩衝材厚さ:70 cm
		(30 wt%ケイ砂混合体,膨潤後乾燥密度 1.6 Mg/m³)
		(ただし,炭素鋼オーバーパック対象)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	緩衝材厚さが 70 cm を超えると応力緩衝性はほとんど
		変わらなくなり(図-A 参照), オーバーパックへの応力
		緩衝効果の観点からは 40~70 cm が合理的。
		オーバーパック腐食量や岩盤クリープ量の変化に対し
		て、オーバーパック耐圧厚さの変動幅を小さくすること
		を考慮して,70 cm を設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	炭素鋼オーバーパック
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	30 wt%ケイ砂混合体(膨潤後乾燥密度 1.6 Mg/m³)
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.2.2 耐圧厚さ設定
		RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-2.2.1.5 力学特性試験
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.2.2 施工時仕様設定
		RD-2.2.2.3 膨潤後仕様設定
		RD-2.2.4 製作・施工性

付表1-23 ワーク項目に関する技術情報



図 - A オーバーパック耐圧厚さと緩衝材厚さの関係

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.2.2
2.	ワーク項目	施工時仕様設定 現場締固め
3.	概要	緩衝材の設計要件のうち、製作性を満足する緩衝材仕様
		の検討。
4.	設定パラメータ	施工時の緩衝材厚さと乾燥密度
5.	データセット	緩衝材厚さ:68 cm
		乾燥密度:1.70 Mg/m <sup>3</sup>
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	膨潤後に応力緩衝性で検討した仕様 (厚さ 70 cm ,乾燥
		密度 1.6 Mg/m³ ) になるように , 施工時の仕様を設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	締固め試験により現場の施工で確認された上限密度と
		自重のみで緩衝材を積み上げたときの密度(下限密度)
		から設定(図-A 参照)。
		施工時にオーバーパックと緩衝材の間に 20 mm の隙間
		を想定。
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.2.1 応力緩衝性検討
		RD-2.2.4 製作・施工性
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.2.3 膨潤後仕様設定

付表1-24(1/2) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 設計要件を満足する緩衝材厚さと乾燥密度の関係(現場締固め,膨潤前)

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.2.2
2.	ワーク項目	施工時仕様設定 ブロック方式
3.	概要	緩衝材の設計要件のうち 熱伝導性および製作性を満足
		する緩衝材仕様の検討
4.	設定パラメータ	施工時の緩衝材厚さと乾燥密度
5.	データセット	緩衝材厚さ:64 cm
		乾燥密度:1.77 Mg/m <sup>3</sup>
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	膨潤後に応力緩衝性で検討した仕様(厚さ 70 cm ,乾燥
		密度 1.6 Mg/m³ ) になるように , 施工時の仕様を設定。
8.	設定条件(熱的条件)	廃棄体1本あたり300m <sup>2</sup> 程度の比較的大きな占有面積
		に対して ,緩衝材の最高温度が 100 になるときの厚さ
		と密度の関係(図-A 参照)。
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	周方向 6 分割のブロックが自重に対して強度的に自立
		すると考えられる密度の下限を、引張強度に基づき有限
		要素法により推定 (図-A 参照)。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	製作性に関して 試験で一体型緩衝材の成型が確認され
		た密度 ( 図-A 参照 )。
		施工時にオーバーパックと緩衝材の間に 20 mm,緩衝
		材と岩盤の間に 40 mm の隙間 ( 計 60 mm ) を想定。
15.	参考文献	谷口航ほか(1999):熱的特性の緩衝材仕様に与える影
		響,JNC TN8400 99-052.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.5 力学特性試験
		RD-2.2.2.1 応力緩衝性検討
		RD-3.4.1 熱解析
		RD-2.2.4 製作・施工性
17.	下流側ワーク項目	RD-2.2.2.3 膨潤後仕樣設定

付表1-24(2/2) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 設計要件を満足する緩衝材厚さと乾燥密度の関係(ブロック方式,膨潤前)

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.2.3
2.	ワーク項目	膨潤後仕様設定 現場締固め
3.	概要	応力緩衝性で検討した仕様(厚さ 70 cm,乾燥密度 1.6
		Mg/m³ )が ,自己シール性やコロイドフィルトレーショ
		ン等の緩衝材の設計要件を満たすことを確認。
4.	設定パラメータ	膨潤後の緩衝材厚さと乾燥密度
5.	データセット	緩衝材厚さ:70 cm
		乾燥密度:1.6 Mg/m <sup>3</sup>
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	炭素鋼オーバーパックの腐食代が全て腐食した際に ,耐
		圧上必要な厚さが,遮へい上必要な厚さ(15 cm)以内
		に収まる緩衝材密度と厚さの範囲(図-A参照)。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	コロイド透過試験においてコロイドが透過しなかった
		密度(図-A 参照)
14.	設定条件(その他)	緩衝材が乾燥密度 1.33 Mg/m <sup>3</sup> まで膨潤する能力を有
		していること(鈴木・藤田,1999)から,施工時の隙
		間(20 mm)の2倍の量,膨潤した後も,乾燥密度が
		1.33 Mg/m <sup>3</sup> 以上となる密度と厚さの範囲(図-A参照)。
15.	参考文献	鈴木英明・藤田朝雄 (1999 ): 緩衝材の膨潤特性 , JNC
		TN8400 99-038.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定
		RD-2.2.1.6 脑) 間特性試験
		RD-2.2.1.8 物質移行特性試験
		RD-2.2.2.1 心力緩倒性快討
17		RD-2.2.2.2 施士时让你改走
17.	下流側ワーク項目	KD-2.1.4 OP 江惊改走 DD 9.9.4 制作,施工州
		PA-4 2 問隙水组成評価
		AA-5.1 人Tバリア中移行特性データ取得
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価
		PA-5.3 人丄八リノ甲核楻栘行評価

付表1-25(1/2) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 設計要件を満足する緩衝材厚さと乾燥密度の関係(現場締固め,膨潤後)

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.2.3
2.	ワーク項目	膨潤後仕様設定(ブロック方式
3.	概要	応力緩衝性で検討した仕様(厚さ 70 cm,乾燥密度 1.6
		Mg/m³ )が ,自己シール性やコロイドフィルトレーショ
		ン等の緩衝材の設計要件を満たすことを確認。
4.	設定パラメータ	膨潤後の緩衝材厚さと乾燥密度
5.	データセット	緩衝材厚さ:70 cm
		乾燥密度:1.6 Mg/m <sup>3</sup>
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件 (熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	炭素鋼オーバーパックの腐食代が全て腐食した際に ,耐
		圧上必要な厚さが,遮へい上必要な厚さ(15 cm)以内
		に収まる緩衝材密度と厚さの範囲(図-A参照)。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	コロイド透過試験においてコロイドが透過しなかった
		密度 ( 図-A 参照 )。
14.	設定条件(その他)	緩衝材が乾燥密度 1.33 Mg/m <sup>3</sup> まで膨潤する能力を有
		していること(鈴木・藤田,1999)から,施工時の隙
		間(60 mm)の2倍の量,膨潤した後も,乾燥密度が
		1.33 Mg/m <sup>3</sup> 以上となる密度と厚さの範囲(図-A参照)。
15.	参考文献	鈴木英明・藤田朝雄(1999): 緩衝材の膨潤特性 , JNC
		TN8400 99-038.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕樣設定
		RD-2.2.1.6 膨潤特性試験
		RD-2.2.1.8 物質移行特性試験
		RD-2.2.2.1 心刀緩衝性検討
177		RD-2.2.2.2 施士时住标設定
17.	ト流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 江标設定
		RD-3 処刀 爬設設計 DD 4 트期健全性証価
		ND-4 区别陡土は計画 PD-5 建設・撮業・閉鎖
		PA-51 人工バリア中移行特性データ取得

付表1-25(2/2) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 設計要件を満足する緩衝材厚さと乾燥密度の関係(ブロック方式,膨潤後)

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.3
2.	ワーク項目	放射線遮へい性
3.	概要	処分孔竪置き方式において ,処分坑道内の空間線量率を
		管理区域条件以下に遮へいするために必要な OP 上部
		の緩衝材 ( 埋戻し材 ) 遮へい厚さを ANISN コードを用
		いて検討。
4.	設定パラメータ	上部緩衝材(埋戻し材)遮へい厚さ
5.	データセット	上部遮へい厚さ:170 cm ( 内 , 緩衝材 70 cm )
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	管理区域(外部放射線に係わる線量当量が 1 週間につ
		き 300 µSv 以上 ) の条件以下となる目標線量当量率 (1
		週間7日間,24 時間を対象とした場合 1.78 µSv/h)と
		するために必要な遮へい厚さ。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	隣接する廃棄体からの線量寄与を模擬するため ,保守的
		に無限平板モデルを採用。
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	埋戻し材の組成は緩衝材の組成密度と同じと仮定。
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-1.1 ガラス固化体
		RD-2.1.4 OP 仕様設定
		RD-2.2.1.1 ベントナイト組成
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設定
17.	下流側ワーク項目	RD-3.6.7 製作・施工性(埋戻し材)
		RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-26 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-2.2.4
2.	ワーク項目	製作 / 施工性
3.	概要	緩衝材の製作・施工性について,現場締固め方式,ブロ
		ック方式,一体型方式の3つの方法を対象として検討。
4.	設定パラメータ	-
5.	データセット	-
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	実現可能性。(所定の仕様を満たすことが技術的に可能)
8.	設定条件 (熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件 (化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	現場締固め(千々松ほか,1999;杉田ほか,1995)
		・現有技術における 1 層の仕上がり層厚さは,施工性
		および品質確保の観点から 10 cm 程度が適当。
		・釜石原位置試験場における施工確認試験で,乾燥密度
		が管理範囲 1.6~1.7 Mg/m³を満足することを確認。
		・横置き方式では吹付け工法が考えられ,吹付け後の緩
		衝材密度は含水比 16~20%において 1.0~1.5 Mg/m <sup>3</sup>
		であり,その後の締固めにより1.5~1.7 Mg/m³の乾
		燥密度が得られた。
		ブロック方式(千々松ほか,1999)
		・ケイ砂 30 wt%混合体を用いた締固め試験(成型圧力
		10 MPa )で、最適含水比13.6%にて最大乾燥密度1.92
		Mg/m <sup>3</sup> の結果が得られた。
		一体型方式(電中研・電事連,1999)
		・冷間等方圧プレス ( CIP ) を用い , 成型圧力 100 MPa
		で,ケイ砂混合率 20 wt%,乾燥密度 2.0 Mg/m³の緩
		衝材が製作可能である。
15.	参考文献	千々松正和ほか(1999):緩衝材の製作・施工技術に関
		する検討,JNC TN8400 99-035.
		杉田裕ほか(1995):吹付工法を用いた緩衝材の固着性
		能試験,PNC TN8410 95-179.
		電力中央研究所・電気事業連合会 (1999): 高レベル放
		射性廃棄物地層処分の事業化技術.
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設定
17.	下流側ワーク項目	RD-5 建設・操業・閉鎖

付表1-27 ワーク項目に関する技術情報



付図1-6「処分技術」坑道設計に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.1.1
2.	ワーク項目	坑道断面設定
3.	概要	断面寸法は必要面積に基づき,断面形状は力学的安定
		性,作業性,経済性の観点に基づいて設定。
4.	設定パラメータ	坑道の断面形状,断面寸法
5.	データセット	アクセス坑道:直径 6.5 m の円形 ( 図-A 参照 )。
		主要・連絡坑道(図-B 参照)
		・硬岩系岩盤 : 幅 5.0 m , 高さ 5.0 m の天端部曲率半径
		2.5 m の幌形。
		・軟岩系岩盤:曲率半径 2.5 m,4.5 m,5.0 m を組み
		合わせた馬蹄形(三心円)。
		処分坑道(図-C 参照)
		・横置き方式:直径 2.22 m の円形。
		・竪置き方式:主要・連絡坑道と同形状。
		処分孔 : 直径 2.22 m , 深さ 4.13 m の円形(図-C 参照)。
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・アクセス坑道
		廃棄体,人員,資材の搬送用エレベータの設置スペ
		ース、換気ダストや給排水管などの設置スペース、
		および坑道の力学的安定性。
		・主要坑道,連絡坑道
		各種連搬機器の走行性や最小寸法,換気タクトや給
		、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、
8		
0. Q		-
10		-
10.	設定来 <u></u> (力手的未干)	-
11.	設定条件(化学的条件)	
12.		-
13.		-
14.		-
16	<u>▶ = → = ∧ = ∧</u> ▶ 上 油 側 ワ ー ク 頂 日	(CS-0 地質環境条件)
10.		
		RD-2.1 オーバーパック設計
		RD-2.2 緩衝材設計
		RD-3.2 空洞安定性評価
		RD-1.2 定置万式選定 RD-2.1 オーバーパック設計 RD-2.2 緩衝材設計 RD-3.2 空洞安定性評価

付表1-28 ワーク項目に関する技術情報

		(RD-5 建設・操業・閉鎖)
17.	下流側ワーク項目	RD-3.1.2.2 支保工厚概略検討
		RD-3.2 空洞安定性評価



図 - A 立坑断面図



図 - B 主要·連絡坑道断面形状 (左:硬岩系岩盤,右:軟岩系岩盤)



図 - C 処分坑道(処分孔)断面形状 (左:硬岩系/竪置き,中:軟岩系/竪置き,右:横置き)

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.1.2.1
2.	ワーク項目	支保工材選定
3.	概要	岩盤の力学特性などの地質環境条件に応じて 施工方式
		の特徴を考慮するとともに ,経済性や施工性 ,ニアフィ
		ールドの性能に及ぼす影響を含めて総合的に判断。
4.	設定パラメータ	支保工材料 ,(支保工物性)
5.	データセット	支保工材料:
		低アルカリ性コンクリート(必要に応じて Η 型鋼など
		の鋼製支保の組合せ)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	緩衝材や周辺岩盤への影響(化学的変質)を考慮し,低
		アルカリ性コンクリートを採用。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	低アルカリ性コンクリートの一軸圧縮強度は,材齢 3
		日で約 23 MPa,28 日で 69 MPa,91 日で約 105 MPa
		(大和田ほか,1999)
11.	設定条件(化学的条件)	低アルカリ性コンクリートの浸出液の pH は 10.5~11
		程度(三原ほか,1997)
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	大和田仁ほか(1999):放射性廃棄物地層処分システム
		におけるセメント系材料の検討 - 浸出液の pH を低
		くしたセメント系材料の施工性と機械的特性,JNC
		TN8400 99-057.
		ニ原守弘ほか(1997): シリカフュームを混合したセメ
		ントベーストの浸出試験とモデル化,放射性廃棄物研
		光, Vol.3, No.2, pp.71-79.
16.		(GS-0 地質 <b>境境条件</b> )
17.	ト流側ワーク項目 	RD-3.1.2.2 支保上上機略検討
		PA-4.2.3 間隙水組成評価

付表1-29 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.1.2.2
2.	ワーク項目	支保工厚概略検討
3.	概要	岩盤の力学特性値と深度をパラメータとして ,弾塑性理
		論解(岡,1977)により,深度と支保工厚の関係を計
		算。支保工が必要となる場合には,コンクリートを適用
		した時の支保工厚を算出。
4.	設定パラメータ	支保工厚
5.	データセット	硬岩系岩盤
		・無支保(空洞が力学的に安定)。
		軟岩系岩盤
		・アクセス坑道:45 cm
		・主要・連絡坑道:41 cm
		・処分坑道(竪置き方式): 41 cm
		・処分坑道 ( 横置き方式 ): 9 cm
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・硬岩系岩盤データセット(HR)および軟岩系岩盤デ
		ータセット(SR-C)の力学特性を使用。
		(HR) (SR-C)
		飽和密度 2.67 Mg/m <sup>3</sup> 2.20 Mg/m <sup>3</sup>
		一軸圧縮強度 115 MPa 15 MPa
		弾性係数 37,000 MPa 3,500 MPa ポアソンド 0.25 [] 0.30 []
		Kアクラビ 0.25 [-] 0.30 [-] 粘着力 15 MPa 3.0 MPa
		内部摩擦角 45° 28°
		・深度に応じた土被り圧を設定。
		・側圧係数 Koは深さの関数として設定。
		K <sub>0</sub> = 164 / h+0.74 ( <b>h</b> :深度[m])
		・覆エコンクリート物性値
		吹付け セグメント
		設計基準強度 40 MPa
		弾性係数 4,000 MPa 32,000 MPa
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	岡行俊(1977):NATM における支保理論,施工技術,
		Vol.10 , No.11 , pp.6-12.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.3 処分深度設定

付表1-30 ワーク項目に関する技術情報

## JNC TJ8400 2003-037

		RD-3.1.1 断面形状設定 RD-5 建設・操業・閉鎖
17.	下流側ワーク項目	RD-1.3     処分深度設定       RD-3.1.3 (RD-3.2)     空洞安定性評価

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.1.3
2.	ワーク項目	空洞安定性評価 (硬岩系岩盤)
3.	概要	数値解析を用いて ,アクセス坑道を単一空洞 ,その他の
		坑道を連設空洞として,理論解析で求めた支保工仕様の
		妥当性を確認するとともに ,力学的安定性の観点から必
		要となる坑道離間距離 , 処分孔間隔を検討。また , 坑道
		交差部の必要補強範囲についても検討。
4.	設定パラメータ	坑道離間距離 , 処分孔間隔 , 交差部の補強範囲
		(レファレンス仕様)
5.	データセット	坑道離間距離
		・処分坑道 ( 横置き方式 ): 2D (4.44 m)
		・処分坑道 ( 竪置き方式 ) : 2D (10 m)
		・主要・連絡坑道:2D (10 m)
		処分孔間隔
		・処分坑道 ( 竪置き方式 ) : 2d (4.44 m)。
		交差部の補強範囲
		・交差中心から鋭角側 4D , 鈍角側 1D の範囲
		(ただし , D : 坑道径 , d : 処分孔径)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	(RD-3.2 参照)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	(RD-3.2 参照)
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.2 定置方式設定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1.1 断面形状設定
		RD-3.1.2.2 支保工厚概略検討
17.	下流側ワーク項目	RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1.1 断面形状設定
		RD-3.4 坑道配置
		RD-3.5 レイアウト検討

付表1-31(1/2) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.1.3
2.	ワーク項目	空洞安定性評価(軟岩系岩盤)
3.	概要	数値解析を用いて ,アクセス坑道を単一空洞 ,その他の
		坑道を連設空洞として,理論解析で求めた支保工仕様の
		妥当性を確認するとともに ,力学的安定性の観点から必
		要となる坑道離間距離 , 処分孔間隔を検討。また , 坑道
		交差部の必要補強範囲についても検討。
4.	設定パラメータ	坑道離間距離 , 処分孔間隔 , 交差部の補強範囲
		(レファレンス仕様)
5.	データセット	坑道離間距離
		・処分坑道 ( 横置き方式 ) : 2.5D (5.55 m) ,
		・処分坑道 ( 竪置き方式 ) : 2.6D (13 m) ,
		・主要・連絡坑道:2.6D (13 m),
		処分孔間隔は
		・処分坑道 ( 竪置き方式 ): 3d (6.66 m)。
		交差部の補強範囲
		・交差中心から鋭角側 4D , 鈍角側 1D の範囲
		(ただし , D : 坑道径 , d : 処分孔径)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	(RD-3.2 参照)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	(RD-3.2 参照)
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.2 定置方式設定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1.1 断面形状設定
		RD-3.1.2.2 支保工厚概略検討
17.	下流側ワーク項目	RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1.1 断面形状設定
		RD-3.4 坑道配置
		RD-3.5 レイアウト検討

付表1-31(2/2) ワーク項目に関する技術情報



付図1-7 「処分技術」空洞安定性評価に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.2.1
2.	ワーク項目	自重解析 (硬岩系岩盤)
3.	概要	ABAQUS(有限要素法)を用いた2次元(横置き方式)
		または 3 次元(竪置き方式)の弾塑性解析を実施し,
		空洞の力学的安定性から必要となる坑道離間距離、処分
		孔間隔を設定。解析ステップ1として,岩盤の自重に
		より坑道にかかる荷重(地圧)を設定。
4.	設定パラメータ	-
5.	データセット	-
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	隣接して設定される坑道相互の力学的な影響は,弾性挙
		動する岩盤では中心間隔を掘削径 D の 2 倍 , 軟弱な地
		盤では 5 倍程度とすれば , ほとんど影響は及ばないと
		される ( 土木学会 , 1996 )。
		硬岩系岩盤においては,1000m程度であっても解析上
		は無支保で空洞が安定している(黒木ほか,1999)。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・岩盤物性は硬岩系岩盤データセット(HR)を使用。
		(密度:2670 kg/m3,縦弾性係数:37,000 MPa,ポア
		ソン比:0.25)
		・処分深度は 1,000 m。 深度に応じた土被り圧を初期応
		力として設定。
		・支保は無し。
		・側圧係数 K₀は , 深さの関数として設定。
		$K_0 = 164/h + 0.74$ (h:深度 m)
		・岩盤の自重を考慮。ただし,解析モデルは地表面から
		モデル化するのではなく ,解析モデル上面(坑道径中
		心から上部 30m 程度)に,省略したモデルの該当部
		分の重量を等分布荷重として負荷。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	使用要素
		・竪置き方式:3次元ソリッド要素(8節点1次完全積
		分要素)
		・横置き方式:平面ひずみ要素(4節点1次完全積分要
		素)
		拘束条件
		・上面:フリー
		・下面:鉛直方向のみ固定 ( 水平方向スライド条件 )

付表1-33(1/2) ワーク項目に関する技術情報

		・側面:法線方向のみ固定(鉛直方向スライド条件)
		判定方法
		・岩盤の局所安全率,最大せん断ひずみに基づき総合的
		に判断(ABAQUS ユーザ・サブルーチン形式で内部
		処理)
		・破壊の判定には Mohr-Coulomb の破壊曲線を適用。
		その際,粘着力:15 MPa,内部摩擦角:45 deg,膨
		張角:45 deg を入力データとして設定。
		解析ステップ
		・Step1:掘削前の自重解析
		・Step2:坑道掘削(掘削解放応力を全て作用)
		・Step3:処分孔掘削(掘削解放応力を全て作用)
15.	参考文献	土木学会(1996):トンネル標準示方書「山岳工法偏」・
		同解説.
		黒木繁盛ほか(1999):地下空洞の力学的安定性評価,
		JNC TN8400 99-037.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.2 定置方式選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1.1 断面形状設定
		RD-3.1.2 支保工設計
17.	下流側ワーク項目	RD-3.2.2 坑道掘削解析

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.2.1
2.	ワーク項目	自重解析 (軟岩系岩盤)
3.	概要	ABAQUS(有限要素法)を用いた2次元(横置き方式)
		または 3 次元 (竪置き方式)の弾塑性解析を実施し,
		空洞の力学的安定性から必要となる坑道離間距離、処分
		孔間隔を設定。岩盤の自重による荷重を設定するため,
		次の2つのステップで解析実施。
		自重により支保工に該当する部分に作用する節点
		荷重を計算(岩盤の自重によって覆エコンクリー
		トに生じる荷重を,該当する節点を完全拘束する
		ことにより反力として抽出)。
		掘削前相当の自重解析( で得られた覆エコンク
		リートに該当する節点反力を,節点荷重として設
		定し,覆エコンクリート要素を削除)。
4.	設定パラメータ	-
5.	データセット	-
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	隣接して設定される坑道相互の力学的な影響は、弾性挙
		動する岩盤では中心間隔を掘削径 Dの2倍,軟弱な地
		盤では 5 倍程度とすれば, ほとんど影響は及ばないと
		される (土木学会,1996)。
		軟岩系岩盤においては,500 m を超えると解析上は現
		実的な支保上厚で坑道を建設することが難しくなる(黒
		木ほか,1999)。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設正条件(水埋字的条件)	
10.	設定余件(刀字的余件)	
		- ( 密度:2200 kg/m3, 縦弾性係数:3500 MPa, ホアソ
		・処方床度は 500 m。床度に応した工被り圧を初期応 カレーズ設定
		」 月として設た。 - 売丁コンクリートは 塔窖キ古ざの提合けセグメント
		・側圧係数 Koは 深さの閉数として設定
		$K_{0} = 164/h + 0.74$ ( <i>h</i> : 深度 m)
		・岩盤の自重を考慮。ただし、解析モデルは地表面から
		モデル化するのではなく,解析モデルト面(坑道径中)
		心から上部 30m 程度) に,省略したモデルの該当部
		分の重量を等分布荷重として負荷。
11.	設定条件(化学的条件)	

付表1-33(2/2) ワーク項目に関する技術情報

12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	使用要素
		・竪置き方式:岩盤は3次元ソリッド要素(8節点1次
		完全積分要素),覆エコンクリートは3次元シェル要
		素(4 節点1次完全積分要素)。
		・横置き方式:岩盤は平面ひずみ要素(4節点1次完全
		積分要素),覆エコンクリートは2次元ビーム要素(2
		節点1次要素)。
		拘束条件
		・上面:フリー
		・下面:鉛直方向のみ固定(水平方向スライド条件)
		・側面:法線方向のみ固定(鉛直方向スライド条件)
		判定方法
		・岩盤の局所安全率,最大せん断ひずみに基づき総合的
		に判断(ABAQUS ユーザ・サブルーチン形式で内部
		処理)
		・破壊の判定には Mohr-Coulomb の破壊曲線を適用。
		その際,粘着力:3 MPa,内部摩擦角:28 deg,膨張
		角:28 deg を入力データとして設定。
		解析ステップ
		・Step0:自重により坑道に作用する節点荷重計算
		(Step2 以降で引用)
		・Step1: 掘削前の自重解析
		・Step2:坑道掘削
		(竪置き方式:解放率 = 65%の応力を作用)
		(横置き方式:解放率 = 90%の応力を作用)
4 7		・Step5:処分れ掘削(掘削解放心力を全て作用)
15.	参考又厭 	土木字会(1996): トンネル標準示力書 ' 山缶上法偏」・
10	上法侧口一方百日	JNC 1118400 99-037.
10.		
		RD-3.1.1 断面形状铅定
		RD-3.1.2 支保工設計
17.	下流側ワーク項目	RD-3.2.2 坑道掘削解析

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.2.2
2.	ワーク項目	坑道掘削解析 (硬岩系岩盤)
3.	概要	ABAQUS(有限要素法)を用いた2次元(横置き方式)
		または 3 次元(竪置き方式)の弾塑性解析を実施し,
		空洞の力学的安定性から必要となる坑道離間距離 ,処分
		孔間隔を設定。解析ステップ 2 として坑道掘削時の解
		析評価(坑道に該当する岩盤の要素を全て削除し,掘削
		開放応力を作用)。
4.	設定パラメータ	坑道離間距離
5.	データセット	処分坑道離間距離
		・竪置き方式:
		<u>2.0D(10m)</u> ,2.2D(11m) ,2.5D(12.5m) ,3.0D(15m) ,
		4.0D(20m)
		・横置き方式:
		<u>2.0D(4.44m)</u> , 2.5D(5.55m), 3.0D(6.66m),
		4.0D (8.88m) , 5.0D(11.1m)
		(*D:坑道径,d:処分孔径,下線:基本ケース)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	隣接して設定される坑道相互の力学的な影響は、弾性挙
		動する岩盤では中心間隔を掘削径 D の 2 倍 , 軟弱な地
		盤では 5 倍程度とすれば , ほとんど影響は及ばないと
		される ( 土木学会 , 1996 )。
		硬岩系岩盤においては,1000m程度であっても解析上
		は無支保で空洞が安定している(黒木ほか,1999)。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・岩盤物性は硬岩系岩盤データセット(HR)を使用。
		( 密度:2670 kg/m3,縦弾性係数:37,000 MPa,ポア
		ソン比:0.25)
		・処分深度は 1,000 m。 深度に応じた土被り圧を初期応
		力として設定。
		・支保は無し。
		・側圧係数 K₀は, 深さの関数として設定。
		$K_0 = 164/h + 0.74$ (h: 深度 m)
		・岩盤の自重を考慮。ただし,解析モデルは地表面から
		モデル化するのではなく,解析モデル上面(坑道径中
		山から上部 30m 桯皮)に,省略したモデルの該当部
		分の重量を等分布何重として負荷。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-

付表1-34(1/2) ワーク項目に関する技術情報

14.	設定条件(その他)	使用要素
		・竪置き方式:3次元ソリッド要素(8節点1次完全積
		分要素)
		・横置き方式:平面ひずみ要素(4節点1次完全積分要
		素)
		拘束条件
		・上面:フリー
		・下面:鉛直方向のみ固定(水平方向スライド条件)
		・側面:法線方向のみ固定(鉛直方向スライド条件)
		判定方法
		・岩盤の局所安全率,最大せん断ひずみに基づき総合的
		に判断 ( ABAQUS ユーザ・サブルーチン形式で内部
		処理)
		・破壊の判定には Mohr-Coulomb の破壊曲線を適用。
		その際,粘着力:15 MPa,内部摩擦角:45 deg,膨
		張角:45 deg を入力データとして設定。
		解析ステップ
		・Step1:掘削前の自重解析
		・Step2:坑道掘削(掘削解放応力を全て作用)
		・Step3:処分孔掘削(掘削解放応力を全て作用)
15.	参考文献	土木学会(1996):トンネル標準示方書「山岳工法偏」・
		同解説.
		黒木繁盛ほか(1999):地下空洞の力学的安定性評価,
		JNC TN8400 99-037.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.2 定置方式選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1.1 断面形状設定
		RD-3.1.2 支保工設計
		RD-3.2.1 自重解析
17.	下流側ワーク項目	RD-3.2.3 処分孔掘削解析

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.2.2
2.	ワーク項目	坑道掘削解析 (軟岩系岩盤)
3.	概要	ABAQUS(有限要素法)を用いた2次元(横置き方式)
		または 3 次元(竪置き方式)の弾塑性解析を実施し,
		空洞の力学的安定性から必要となる坑道離間距離 ,処分
		孔間隔を設定。次の 2 つのステップで解析実施。
		応力の一部解放
		・竪置き:解放率 =65% の掘削解放応力を作用
		・横置き:解放率 =90% の掘削解放応力を作用
		支保工設置(支保工に該当するシェル要素を復活)
		100%応力解放(坑道掘削による残りの掘削解放応
		力を全て作用)
4.	設定パラメータ	坑道離間距離と処分孔間隔
5.	データセット	処分坑道離間距離
		・竪置き方式:
		2.0D(10m) ,2.2D(11m) ,2.5D(12.5m) , <u>2.6D(13m)</u> ,
		3.0D(15m) , 4.0D(20m)
		・横置き方式:
		2.0D(4.44m), 2.5D(5.55m), <u>3.0D(6.66m)</u> ,
		4.0D (8.88m) , 4.5D(9.99m)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	隣接して設定される坑道相互の力学的な影響は、弾性挙
		動する岩盤では中心間隔を掘削径 D の 2 倍 , 軟弱な地
		盤では 5 倍程度とすれば , ほとんど影響は及ばないと
		される ( 土木学会 , 1996 )。
		軟岩系岩盤においては,500 m を超えると解析上は現
		実的な支保工厚で坑道を建設することが難しくなる(黒
		木ほか,1999)。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・岩盤物性は軟岩系岩盤データセット(SR-C)を使用。
		( 密度:2200 kg/m3, 縦弾性係数:3500 MPa, ボアソ
		・処分深度は 500 m。深度に応じた土破り圧を初期応
		・復上コンクリートは、横直さ万式の場合はセクメント
		厚を 10 cm に設定。 竪直さ方式の場合は 50 cm と設
		$K_0 = 104/n + 0./4$ ( <b>n</b> : 米皮 m) 当般の白素を老虎 ただし 知たて ブルけ地志 エント
		・石盛の日里を考慮。ににし, 解析セナルは地衣面から
		モテル化するのではなく, 解析モテル上面(坑道径中)

付表1-34(2/2) ワーク項目に関する技術情報

		心から上部 30 m 程度)に , 省略したモデルの該当部
		分の重量を等分布荷重として負荷。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	使用要素
		・竪置き方式:岩盤は3次元ソリッド要素(8節点1次
		完全積分要素),覆エコンクリートは3次元シェル要
		素(4 節点1次完全積分要素)。
		・横置き方式:岩盤は平面ひずみ要素(4節点1次完全
		積分要素),覆エコンクリートは2次元ビーム要素(2
		節点1次要素)。
		拘束条件
		・上面:フリー
		・下面:鉛直方向のみ固定(水平方向スライド条件)
		・側面:法線方向のみ固定(鉛直方向スライド条件)
		判定方法
		・岩盤の局所安全率,最大せん断ひずみに基づき総合的
		に判断(ABAQUS ユーザ・サブルーチン形式で内部
		処理)
		・破壊の判定には Mohr-Coulomb の破壊曲線を適用。
		その際,粘着力:3 MPa,内部摩擦角:28 deg,膨張
		角:28 deg を入力データとして設定。
		解析ステップ
		・Step0:自重により坑道に作用する節点荷重計算
		(Step2 以降で引用)
		・Step1:掘削前の自重解析
		・Step2:坑道掘削
		(竪置き方式:解放率 = 65%の応力を作用)
		(横置き方式:解放率 = 90%の応力を作用)
		・Step3:支保工の設置
		・Step4: 坑道掘削による残りの解放応力を全て作用
		・Step5:処分孔掘削(掘削解放応力を全て作用)
15.	参考文献 	土木字会(1996): トンネル標準示方書「山岳工法偏」・
		黒木繁盛ほか(1999): 地ト空洞の力学的安定性評価,
		JNC TN8400 99-037.
16.	上流側ワーク項目 	(GS-0 地質 <b>境境</b> 条件)
		KD-1.2 正直万式選足
		KD-1.3 処分涂度設定
		KD-3.1.1 断面形状設定
		KD-3.1.2 文保上設計
4		KD-3.2.1 目重解析
17.	ト流側ワーク項目	RD-3.2.3 処分孔 <b></b> …則解 <b>析</b>

## 付 - 1 (-244-)
No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.2.3
2.	ワーク項目	処分孔掘削解析 (硬岩系岩盤)
3.	概要	ABAQUS(有限要素法)を用いた2次元(横置き方式)
		または 3 次元(竪置き方式)の弾塑性解析を実施し,
		空洞の力学的安定性から必要となる坑道離間距離 ,処分
		孔間隔を設定。解析ステップ 3 として処分孔掘削時の
		解析評価(処分孔に該当する岩盤の要素を全て削除し,
		掘削開放応力を作用)。
4.	設定パラメータ	坑道離間距離と処分孔間隔
5.	データセット	処分坑道離間距離
		・竪置き方式:
		<u>2.0D(10m)</u> ,2.2D(11m) ,2.5D(12.5m) ,3.0D(15m) ,
		4.0D(20m)
		・横置き方式:
		<u>2.0D(4.44m)</u> , 2.5D(5.55m), 3.0D(6.66m),
		4.0D (8.88m) , 5.0D(11.1m)
		処分孔間隔
		・竪置き方式:
		<u>2.0d(4.44m)</u> , 2.5d(5.55m), 3.0d(6.66m),
		4.0d(8.88m)
		(*D: 坑道径, d: 処分孔径, 下線: 基本ケース)
6.	設定方法	
7.	設定根拠	隣接して設定される坑道相互の力学的な影響は、弾性挙
		盤では5倍程度とすれば、はとんと影響は反はないと
	机空夕供(勃的夕供)	は無文保で仝洞か女走している(黒木はか,1999)。
ð. 0		-
9.		
10.	故走亲件( <u>刀子的</u> 亲件)	・石盛初住は使石永石盛ナークビット(RK)を使用。 (密度・2670 kg/m2) 縦弾性係数・27,000 MD。 ポフ
		( 出反: 2070 Kg/II3 , 縦理注原数: 37,000 MFa , 小ゲ
		・切公率度け1000m 深度に応じた土被10圧を初期応
		カとして設定
		・支保は無し
		・側圧係数 Koは 深さの関数として設定
		$K_{0} = 164/h + 0.74$ ( <i>h</i> : 深度 m)
		・岩盤の自重を考慮。ただし、 解析モデルは地表面から
		モデル化するのではなく、解析モデルト面(坊道径中
		心から上部 30 m 程度)に、省略したモデルの該当部
		分の重量を等分布荷重として負荷。

付表1-35(1/2) ワーク項目に関する技術情報

	-	
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	使用要素
		・竪置き方式:3次元ソリッド要素(8節点1次完全積
		分要素)
		・横置き方式:平面ひずみ要素(4節点1次完全積分要
		素 )
		拘束条件
		・上面:フリー
		・下面:鉛直方向のみ固定(水平方向スライド条件)
		・側面:法線方向のみ固定(鉛直方向スライド条件)
		判定方法
		・岩盤の局所安全率,最大せん断ひずみに基づき総合的
		に判断(ABAQUS ユーザ・サブルーチン形式で内部
		処理)
		・破壊の判定には Mohr-Coulomb の破壊曲線を適用。
		その際,粘着力:15 MPa,内部摩擦角:45 deg,膨
		張角:45 deg を入力データとして設定。
		解析ステップ
		・Step1:掘削前の自重解析
		・Step2:坑道掘削(掘削解放応力を全て作用)
		・Step3:処分孔掘削(掘削解放応力を全て作用)
15.	参考文献	土木学会(1996):トンネル標準示方書「山岳工法偏」・
		同解説.
		黒木繁盛ほか(1999):地下空洞の力学的安定性評価,
		JNC TN8400 99-037.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.2 定置方式選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1.1 断面形状設定
		RD-3.1.2 支保工設計
		RD-3.2.2 処分坑道掘削解析
17.	下流側ワーク項目	RD-3.4 坑道配置(熱解析)
		RD-3.5 レイアウト検討

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.2.3
2.	ワーク項目	処分孔掘削解析 (軟岩系岩盤)
3.	概要	ABAQUS(有限要素法)を用いた2次元(横置き方式)
		または 3 次元(竪置き方式)の弾塑性解析を実施し,
		空洞の力学的安定性から必要となる坑道離間距離 ,処分
		孔間隔を設定。解析ステップ 3 として処分孔掘削時の
		解析評価(処分孔に該当する岩盤の要素を全て削除し、
		掘削開放応力を作用)。
4.	設定パラメータ	坑道離間距離と処分孔間隔
5.	データセット	処分坑道離間距離
		・竪置き方式:
		2.0D(10m) ,2.2D(11m) ,2.5D(12.5m) , <u>2.6D(13m)</u> ,
		3.0D(15m) , 4.0D(20m)
		・横置き方式:
		2.0D(4.44m), 2.5D(5.55m), <u>3.0D(6.66m)</u> ,
		4.0D (8.88m) , 4.5D(9.99m)
		処分孔間隔
		・竪置き方式:
		2.0d(4.44m), 2.5d(5.55m), <u>3.0d(6.66m)</u> ,
		3.5d(7.77m), 4.0d(8.88m), 4.5d(9.99m)
		(*D:坑道径,d:処分孔径,下線:基本ケース)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	隣接して設定される坑道相互の力学的な影響は、弾性挙
		動する岩盤では中心間隔を掘削径 D の 2 倍, 軟弱な地
		盤では 5 倍程度とすれば, ほとんど影響は及ばないと
		「軟岩糸岩盤においては,500 m を超えると解析上は現
		実的な支保上厚で坑迫を建設することが難しくなる(黒
		本はか,1999)。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設正条件(水埋字的条件)	
10.	設定余件(刀字的余件)	
		( 密度: 2200 kg/m3, 縦弾性係数: 3500 MPa, ホアソ
		│・処刀床皮は 300 m。床皮に心しに工做り圧を初期心
		<sup>-</sup> 復⊥ コノフリー には, (惧且ご 刀式)の场 には ビソスノト   「
		序で100mに改た。笠亘さ万式の场古は300mと設 
		レール。 ・側圧係数 K。け、深さの関数として設定
		$K_{\perp} = 164/b_{\pm}0.74$ ( <b>b</b> ・涩度 m)
		Λ <sub>0</sub> - 10+/11+0.74 ( <b>1</b> ・/木皮 <b>11</b> ) ・ 岩般の白重を老膚 ただし 解析モデルけ地表面から
		「白血い口主でう思。ににし,肝川しノルは心水山から

付表1-35(2/2) ワーク項目に関する技術情報

r		
		モデル化するのではなく ,解析モデル上面(坑道径中
		心から上部 30m 程度)に,省略したモデルの該当部
		分の重量を等分布荷重として負荷。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	使用要素
		・竪置き方式:岩盤は3次元ソリッド要素(8節点1次
		完全積分要素),覆エコンクリートは3次元シェル要
		素(4節点1次完全積分要素)。
		・横置き方式:岩盤は平面ひずみ要素(4節点1次完全
		積分要素),覆エコンクリートは2次元ビーム要素(2)
		節点1次要素)。
		拘束条件
		・上面:フリー
		・下面:鉛直方向のみ固定(水平方向スライド条件)
		・側面:法線方向のみ固定(鉛直方向スライド条件)
		判定方法
		・岩盤の局所安全率,最大せん断ひずみに基づき総合的
		に判断 (ABAQUS ユーザ・サブルーチン形式で内部
		処理)
		・破壊の判定には Mohr-Coulomb の破壊曲線を適用。
		その際,粘着力:3 MPa,内部摩擦角:28 deg,膨張
		角:28 deg を入力データとして設定。
		解析ステップ
		・Step0:自重により坑道に作用する節点荷重計算
		(Step2 以降で引用 )
		・Step1:掘削前の自重解析
		・ Step2:坑道掘削
		(竪置き方式:解放率 =65%の応力を作用)
		(横置き方式:解放率 = 90%の応力を作用)
		・Step3:支保工の設置
		・ ・Step4:坑道掘削による残りの解放応力を全て作用
		・ ・Step5:処分孔掘削(掘削解放応力を全て作用)
15.	参考文献	
		同解説.
		黒木繁盛ほか(1999):地下空洞の力学的安定性評価,
		JNC TN8400 99-037.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.2 定置方式選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1.1 断面形状設定
		RD-3.1.2 支保工設計
		RD-3.2.2 処分坑道掘削解析

17.	下流側ワーク項目	RD-3.4	坑道配置(熱解析)
		RD-3.5	レイアウト検討

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.2.4
2.	ワーク項目	坑道交差部強度(硬岩系岩盤)
3.	概要	力学的安定性上最も厳しい状態になると予想される処
		分孔竪置き方式の処分坑道と主要・連絡坑道の交差部
4.	設定パラメータ	交差部の補強範囲
5.	データセット	交差中心から鋭角側 4D(20.0 m), 鈍角側 1D(5.0 m)
		(ここで , D : 坑道径 )
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-36(1/2) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.2.4
2.	ワーク項目	坑道交差部強度(軟岩系岩盤)
3.	概要	力学的安定性上最も厳しい状態になると予想される処
		分孔竪置き方式の処分坑道と主要・連絡坑道の交差部
4.	設定パラメータ	交差部の補強範囲
5.	データセット	交差中心から鋭角側 4D(20.0 m), 鈍角側 1D(5.0 m)
		(ここで , D : 坑道径 )
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-36(2/2) ワーク項目に関する技術情報



付図1-8 「処分技術」耐震安定性(空洞)に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.3.1
2.	ワーク項目	想定荷重の設定
3.	概要	対象システムの線形性を仮定し,掘削時および地震時の
		発生荷重を重ね合わせた想定荷重を設定する。掘削解析
		の手順は、線形弾性解析とする以外は空洞安定性評価と
		同様である。処分坑道の横断方向に載荷する水平震度
		は、成層自由地盤の応答解析より得られたせん断応力分
		布を解析領域内で細分化・線形補間することにより改め
		て応答震度を算定。
4.	設定パラメータ	
		・ 掘削後の最小主応力分布 , 最大せん断ひすみ分布 , 局
		<u> </u>
5.	テータセット	
		分冊 2 表 4.2.2-24 参照。 → ↔
		が世 2 表 4.2.2-26 参照。 
		カ冊 2 凶 4.2.2-62 , 凶 4.2.2-60 参照。 - 堀削後の早ナサム 瓶7.1 ギュ
		7 而 2 囚 4.2.2-03,因 4.2.2-07 多照。
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.3.1.1 自由地盤応答解析
		RD-3.3.1.2 水平応答震度
		RD-3.3.1.3 自重解析
		RD-3.3.1.4 坑道掘削解析
17.	下流側ワーク項目	RD-3.3.2 耐震安定性解析

付表1-37 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.3.1.1
2.	ワーク項目	成層自由地盤応答解析
3.	概要	建設・操業時における空洞安定性評価の一貫として,坑
		道掘削前の自由地盤における地震波伝播挙動を把握。解
		析は,一次元成層地盤モデルに対して重複反射理論
		(SHAKE)を適用。アクセス坑道(立坑)および処分
		坑道(横置き方式)を対象とし,坑道掘削後の静的震度
		法による耐震解析を行うためのせん断応力分布を求め
		రె.
4.	設定パラメータ	自由地盤のせん断応力分布
5.	データセット	せん断応力分布:図-A 参照(分冊2 図 4.2.2-77)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・モデル化
		成層地盤構造を , 硬岩系 59 層 ( 深度-1200 m ) , 軟岩
		系 53 層(-700 m)でモデル化。硬岩系は均質地盤,
		軟岩系は深度-300 m までは砂質岩 , 深度-300
		m~-700 m の間を泥質岩の互層構造として考慮。深度
		方向に分割する各層厚は,入力地震動の卓越周波数
		と岩盤のせん断波速度 Vs を勘案し,1波長あたり4
		要素高で表現できるよう設定。
		・荷重条件
		過去に観測された著名地震より, Imperial Valley 地
		震(1987)を採用(分冊2 図 4.2.2-75~図 4.2.2-76
		参照)。
		分冊 2 表 4.2.2-23 参照。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	資源・素材学会(1998): 地震に関する調査・研究.
		構造計画研究所: 成層地盤地震応答解析プログラムリフ
		于浑徳冶はか(1987): 地震の辞典.
16.		-
17.	下流側ワーク項目	RD-3.3.1.2 水平応答震度

付表1-38 ワーク項目に関する技術情報



(硬岩系岩盤)(軟岩系岩盤)図 - A 重複反射理論により求められたせん断応力分布

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.3.1.2
2.	ワーク項目	水平応答震度算定
3.	概要	建設・操業時における空洞安定性評価の一貫として,成
		層自由地盤内のせん断応力分布に基づき応答震度を算
		出。応答震度は水平成分のみを考慮し,前提とするせん
		断応力分布の時間断面について,以下に示す3ケースを
		検討。
		処分震度におけるせん断ひずみが最大となる時刻
		地表面におけるせん断ひずみが最大となる時刻
		時間を考慮しない最大せん断応力分布
4.	設定パラメータ	応答震度(水平成分)
5.	データセット	応答深度:図-A参照(分冊2 図 4.2.2-78 参照)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	応答震度は重複反射理論に基づく次式より算出。
		$K_{\cdots} = \frac{\tau_{Li} - \tau_{Ui}}{\tau_{Ui}}$
		$h_i \cdot \gamma_i$
		$K_{Hi}$ は i 層における水平震度, $ au_{Li}$ , $ au_{Ui}$ はそれぞれ i
		層上下面におけるせん断応力 , <i>h</i> iは層厚 , <sub>2</sub> iは単位体
		積重量。各層の上限面におけるせん断応力は,隣接
		する上限層の層厚を基に線形補間で試算する。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.3.1.1 自由地盤応答解析
17.	下流側ワーク項目	RD-3.3.1 想定荷重設定

付表1-39 ワーク項目に関する技術情報



(硬岩系岩盤)(軟岩系岩盤)図 - A せん断応力分布により求められた応答震度(水平成分)

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.3.1.3
2.	ワーク項目	自重解析
3.	概要	静的力学安定性の評価における自重解析と同じ。
		(RD-3.2.1 自重解析 参照)
4.	設定パラメータ	
5.	データセット	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件 (熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	RD-3.3.1 想定荷重設定

付表1-40 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.3.1.4
2.	ワーク項目	坑道掘削解析
3.	概要	静的力学安定性の評価における坑道掘削解析と同じ。
		(RD-3.2.2 坑道掘削解析 参照)
4.	設定パラメータ	
5.	データセット	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-41 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目		内容		
1.	識別番号	RD-3.3.2	RD-3.3.2		
2.	ワーク項目	耐震安定性解析			
3.	概要	坑道掘削後の地震発生を想定した耐震安定性解析(静的			
		弾性解析	)を実施。	解析コー	- ドは , 汎用有限要素解析コ
		ード ABA	AQUS を使	「用。解析	モデルは空洞安定性評価と
		同様とし	,坑道種別	」,岩種	, 地震荷重条件 ( 水平震度 )
		の相違を	の相違を考慮した下記ケーススタディを実施。		
		ケース	坑道種別	岩種	水平震度
		1		硬岩	処分震度でのひずみが最大
		2	処分坑道	<b></b>	となる時刻のせん断応力分
		2		**/白	布より算出した水平震度
		3			最大ひすみ分布に基づく水 平震度
					地表面ひずみ最大時のせん
		4		硬岩	断応力分布より算出した水 平震度
					処分震度 (-1000m ) でのひ
		5			ずみ最大時のせん断応力分
			立坑		布より算出した水平震度
		6			最大ひ9 み分布に基づく水 平震度
					地表面ひずみ最大時のせん
		7	7	軟岩	断応力分布より算出した水
					半震度
		8			が力展度(-1000m) Cのひ ずみ最大時のせん断応力分
		Ŭ			布より算出した水平震度
4	設定パラメータ				
		・局所安	70回10 902 全率	•	
		・支保工	エー 断面力 ( 曲	ョげモー	メント , 軸力 ) , 応力度
5.	データセット	・最小主	応力分布	<u> </u>	
		分冊 2	図 4.2.2	-82, 🗵	4.2.2-86 参照。
		・最大せ	ん断ひずみ	,	
		分冊 2	図 4.2.2	-83, 🗵	4.2.2-87 参照。
		・局所安	全率	, —	
		分冊 2	☑ 4.2.2	-84, 🗵	4.2.2-88 参照。
		・支保工	断面力	, —	
		分冊 2 表 4.2.2-28 参照。			
		・支保工応力度			
		☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆			
6.	設定方法	文献	試験	解析.	 判断
7.	設定根拠	(仉分場	水平坑道		 立坑ともに 掘削時の安定性
		が確保	(たうぶってがに、たうぶ立れていて、通知時の女をに)が確保されていれば、地震に対して安定である )		
8.	設定条件(熱的条件)	-		, 0,	
		1			

付表1-42 ワーク項目に関する技術情報

9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	<ul> <li>・モデル化</li> <li>空洞安定性評価と同様(分冊2 図 4.2.2-79 参照)。</li> <li>・境界条件・荷重条件</li> <li>境界条件は,硬岩系・軟岩系ともにモデル下端固定, 上端自由境界。側面は水平ローラー境界。地震荷重</li> <li>は静的物体力として水平方向に載荷。</li> <li>・物性値</li> <li>岩盤物性については,分冊2 表 4.2.2-23 を参照。</li> <li>吹付けコンクリート物性は,同表 4.2.2-27 参照。</li> </ul>
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	電気事業連合会(1980):水封式燃料地下貯蔵施設技術 指針. 土木学会(1980):地下貯蔵施設技術指針(案).
16.	上流側ワーク項目	RD-3.3.1 想定荷重設定
17.	下流側ワーク項目	(RD-3.1 坑道設計) (RD-3.2 空洞安定性評価)



付図1-9 「処分技術」坑道配置(熱解析)に関するワークフロー

No.	項目	内容	
1.	識別番号	RD-3.4.1	
2.	ワーク項目	熱解析 (処分孔竪置き方式)	
3.	概要	緩衝材の最高上昇温度が、人工バリアの性能を損なわな	
		いとする緩衝材の制限温度を下回るような処分坑道離	
		間距離と処分孔間隔(廃棄体ピッチ)を検討するため、	
		ガラス固化体の発熱による人工バリアおよび周辺岩盤	
		の温度の時間的変化を FINAS(有限要素法)で解析。	
4.	設定パラメータ	緩衝材最高温度	
5.	データセット	緩衝材の最高到達温度(空洞安定性から設定された最小	
		離間距離と最小ピッチの組合せ)	
		・硬岩系岩盤:98 程度	
		・軟岩系岩盤:71 程度	
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断	
7.	設定根拠	(緩衝材最高到達温度が100 以下)	
8.	設定条件(熱的条件)	・地表面温度は 15 、 地温勾配は 3 /100m に設定。	
		・ガラス固化体は JNFL 仕様 , 貯蔵期間 50 年の発熱量	
		データを使用(図-A 参照)。	
		・緩衝材 / 埋め戻し材の熱伝導率は 0.78 W/(m・K),比	
		熱は 0.59 kJ/(kg·K) に設定 (含水比 7 %, 乾燥密度	
		1.6 Mg/m <sup>3</sup> の値 )。	
		・ガラス固化体の熱伝導率は 1.2 W/(m・K),比熱は 0.96	
		kJ/(kg·K) に設定(COGEMA仕様)。	
		・オーバーバックの熱伝導率は 51.6 W/(m·K), 比熱は	
		0.47 kJ/(kg·K) に設定(300 K での炭素鋼の値)。	
		・岩盤の熱伝導率は硬岩系で 2.8 W/(m・K), 軟岩系で	
		2.2 W/(m·K) に設定。比熱は硬岩系で1.0 kJ/(kg·K),	
		_ 軟岩糸で 1.4 kJ/(kg·K) に設定。(表-B 参照)。	
9.	設定条件(水埋字的条件)		
10.	設定条件(刀字的条件)		
		・坑追離間距離/処分れビッチの組合せ(空洞安定性)。	
		- 使右糸:離間距離 2D (10 m), ビッナ 2d (4.44 m)	
11	机空夕供(小学的夕供)	- 軟石糸:離間距離 2.6D (13 m), ヒツナ 3d (6.66 m)	
11.	□	-	
12.		-	
13.	政止宗件(初員移行宗件)     ション     シー     ション     シー     シー     シー     ション     ション     ション     シー     シー		
14.	設定余件(その他)		
		ロンに無況(均一化モナル。   。↓ エバリマに階間がケビューレキギ虐! セエニッノ 12	
		ハエハリアに际间が主しることを考慮しにモナル(限	
		加皮に及は9影音は小Cい(台口・石佐,1999) 、切切久休。	
		* 初期末代。 	
		地衣山温炭,地温勾肥に奉 ノいて設定。	

付表1-43(1/2) ワーク項目に関する技術情報

		・境界条件:	
		上面:地表面温度で固定。	
		下面 : 固化体から 200 m の地点(谷口・藤田 , 1997)	
		を初期地温で固定。	
		側面:断熱境界(1/4 カットモデル )。	
		・ガラス固化体発熱量:	
		固化体構成要素の各節点に集中発熱として与え,そ	
		の合計が総発熱量になるように設定。	
15.	参考文献	谷口航・藤田朝雄(1997): 地層処分場設計研究におけ	
		る熱解析,PNC TN8410 97-212.	
		谷口航・岩佐健吾(1999): ニアフィールドの熱解析,	
		JNC TN8400 99-051.	
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)	
		RD-1.1 对象固化体選定	
		RD-1.2 定置方式選定	
		RD-1.3 処分深度設定	
		RD-2.1.4 OP 仕様設定	
		RD-2.2.1 基本特性設定(緩衝材)	
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設定	
		RD-3.1.1 坑道断面形状設定	
		RD-3.2 空洞安定性評価	
		RD-3.6.6 埋戻し材設計	
		PA-2.1.1 ガラス固化体評価	
17.	下流側ワーク項目	RD-3.4.2 占有面積設定	



図 - A ガラス固化体50年貯蔵後の発熱量経時変化

	熱物性	熱伝導率:	比熱:C	密度:
構成要素		[W/m/K]	[kJ/kg/K]	[kg/m <sup>3</sup> ]
ガラス固化体		1.2	0.96	2800
オーバーパック		51.6	0.47	7860
緩衝材		0.78	0.59	1712
埋め戻し材		0.78	0.59	1712
ப் ந்த	硬岩系	2.8	1.0	2670
石盛	軟岩系	2.2	1.4	2200

表 - B 人工バリア,岩盤の主要物性値

No.	項目	内容	
1.	識別番号	RD-3.4.1	
2.	ワーク項目	熱解析 (処分坑道横置き方式)	
3.	概要	緩衝材の最高上昇温度が ,人工バリアの性能を損なわな	
		いとする緩衝材の制限温度を下回るような処分坑道離	
		間距離と処分孔間隔(廃棄体ピッチ)を検討するため,	
		ガラス固化体の発熱による人工バリアおよび周辺岩盤	
		の温度の時間的変化を FINAS(有限要素法)で解析。	
4.	設定パラメータ	緩衝材最高温度	
5.	データセット	緩衝材の最高到達温度(空洞安定性から設定された最小	
		離間距離)	
	+n		
6. ~	設定方法		
7.	設定限拠		
8.	設定余件(熱的余件)		
		・カフス固化体は JNFL 仕様, 貯蔵期間 50 年の光熱重	
		・ 版側材/ 生の大し材の款広導率は 0.78 W/(III・K), に 熱け 0.50 k I/(Ires K) に設定 ( 会水比 7.9 ) 乾燥密度	
		然は 0.39 KJ/(Kg·K) に設定( 呂小比 7 %, 乾燥密度     1 6 Mg/m3の値)	
		1.0 Mg/III <sup>®</sup> の値よ ・ガラフ国化体の執行道案は19 W/(m,K) 比熱は0.06	
		・カラス回化体の熱広導率は 1.2 W/(III・K), に熟は 0.96 k I/(ko·K) に設定(COGEMA 仕様)	
		・オーバーパックの熱伝導率は 51.6 W/(m·K), 比熱は	
		0.47 kJ/(kg·K) に設定 ( 300 K での炭素鋼の値 )。	
		<ul> <li>U.47 kJ/(kg·K) に設定(300 K での 反素 鋼の 値)。</li> <li>・岩盤の 執伝 道 率 は 硬 岩 系で 28 W/(m·K) 較 岩 系で</li> </ul>	
		<ul> <li>・ 石盛の熱伝导率は使石糸 C 2.8 W/(m・K), 軟石糸で</li> <li>2.2 W/(m・K) に設定, 比執は硬岩系で10k I/(kg・K)</li> </ul>	
		軟岩系で 1.4 kJ/(kg·K) に設定。(表-B 参照)。	
9.	設定条件(水理学的条件)	-	
10.	設定条件(力学的条件)	・処分深度は,硬岩系岩盤1,000m,軟岩系岩盤500m。	
		・坑道離間距離は ,空洞安定性から設定された最小離間	
		距離以上(ピッチは人工バリア高さから設定)。	
		- 硬岩系:離間距離 2D (4.44 m),ピッチ 3.13 m	
		- 軟岩系:離間距離 2.5D (5.55 m),ピッチ 3.13 m	
11.	設定条件(化学的条件)	-	
12.	設定条件(放射線学的条件)	-	
13.	設定条件(物質移行条件)	-	
14.	設定条件(その他)	・オーバーパック / 緩衝材 ,緩衝材 / 岩盤の隙間は基本	
		的に無視(均一化モデル)。	
		・人工バリアに隙間が生じることを考慮したモデル(隙	
		間モデル)による解析から,隙間が緩衝材の最高上昇	
		温度に及ぼす影響は小さい(谷口・岩佐,1999)。	
		・初期条件:	

付表1-43(2/2) ワーク項目に関する技術情報

		地表面温度,地温勾配に基づいて設定。		
		・境界条件:		
		上面:地表面温度で固定。		
		下面 : 固化体から 200 m の地点(谷口・藤田,1997)		
		を初期地温で固定。		
		側面:断熱境界(1/4 カットモデル)。		
		・ガラス固化体発熱量:		
		固化体構成要素の各節点に集中発熱として与え、そ		
		の合計が総発熱量になるように設定。		
15.	参考文献	谷口航・藤田朝雄 (1997): 地層処分場設計研究におけ		
		る熱解析,PNC TN8410 97-212.		
		谷口航・岩佐健吾(1999):ニアフィールドの熱解析,		
		JNC TN8400 99-051.		
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)		
		RD-1.1 对象固化体選定		
		RD-1.2 定置方式選定		
		RD-1.3 処分深度設定		
		RD-2.1.4 OP 仕様設定		
		RD-2.2.1 基本特性設定(緩衝材)		
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設定		
		RD-3.1.1 坑道断面形状設定		
		RD-3.2 空洞安定性評価		
		RD-3.6.6 埋戻し材設計		
		PA-2.1.1 ガラス固化体評価		
17.	下流側ワーク項目	RD-3.4.2 占有面積設定		





	熱物性	熱伝導率:	比熱:C	密度:
構成要素		[W/m/K]	[kJ/kg/K]	[kg/m <sup>3</sup> ]
ガラス固化体		1.2	0.96	2800
オーバーパック		51.6	0.47	7860
緩衝材		0.78	0.59	1712
埋め戻し材		0.78	0.59	1712
ப் ந்த	硬岩系	2.8	1.0	2670
石盛	軟岩系	2.2	1.4	2200

表 - B 人工バリア,岩盤の主要物性値

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.4.2
2.	ワーク項目	占有面積設定 (処分孔竪置き方式)
3.	概要	ニアフィールドの熱解析の結果から 緩衝材の最高上昇
		温度が、人工バリアの性能を損なわないとする緩衝材の
		制限温度を下回るような処分坑道離間距離と処分孔間
		隔(廃棄体ピッチ)を検討。
4.	設定パラメータ	処分坑道離間距離と廃棄体ピッチ(占有面積)
5.	データセット	坑道離間距離と廃棄体ピッチ(空洞安定性から設定され
		る最小離間距離と最小ピッチの組み合わせで 緩衝材の
		制限温度以下)。
		・硬岩系岩盤:2D (10 m),2d (4.44 m)
		・軟岩系岩盤:2.6D (13 m),3d (6.66 m)
		廃棄体占有面積
		・硬岩系岩盤:44.4 m²/本
		・軟岩系岩盤:86.6 m²/本
		(D:処分坑道径、d:処分孔径)。
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	緩衝材最高到達温度が100 以下
8.	設定条件(熱的条件)	緩衝材の最高到達温度(空洞安定性から設定された最小
		離間距離と最小ピッチの組合せ)
		・硬岩系岩盤:98 程度
		・軟岩系岩盤:71 程度
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.4.1 熱解析
17.	下流側ワーク項目	

付表1-44(1/2) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.4.2
2.	ワーク項目	占有面積設定 (処分坑道横置き方式)
3.	概要	ニアフィールドの熱解析の結果から 緩衝材の最高上昇
		温度が、人工バリアの性能を損なわないとする緩衝材の
		制限温度を下回るような処分坑道離間距離と処分孔間
		隔(廃棄体ピッチ)を検討。
4.	設定パラメータ	処分坑道離間距離と廃棄体ピッチ(占有面積)
5.	データセット	坑道離間距離と廃棄体ピッチの合理的な組合せ( 緩衝材
		上昇温度が制限温度:100 を下回る占有面積)
		・硬岩系岩盤:6D(13.32m),3.13m(人工バリア高さ)
		・軟岩系岩盤:4.5D(9.99m), 3.13m(人工バリア高さ)
		廃棄体占有面積
		・硬岩系岩盤:41.69 m²/本
		・軟岩系岩盤:31.27 m²/本程度
		(D:処分坑道径)。
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	緩衝材最高到達温度が100 以下。
		総掘削量が最小となる坑道離間距離。
8.	設定条件(熱的条件)	緩衝材最高温度の解析結果(図-A参照)。
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	坑道離間距離と掘削量の関係(図-B参照)
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	RD-3.4.1 熱解析
17.	下流側ワーク項目	

付表1-44(2/2) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 緩衝材最高上昇温度(処分坑道横置き方式)







No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.5
2.	ワーク項目	レイアウト検討
3.	概要	処分パネルの検討 , アクセス坑道の検討 , 主要・連絡坑
		道の検討に基づき,処分場レイアウトを作成。
4.	設定パラメータ	処分場レイアウト
5.	データセット	処分場レイアウト ( 例示 ): 表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.5.1.1 パネル形状検討
		RD-3.5.1.2 規模・数の検討
		RD-3.5.1.3 方向・配置の検討
17.	下流側ワーク項目	(RD-5 建設・操業・閉鎖)

付表1-45 ワーク項目に関する技術情報

岩盤	定置方式	全体鳥瞰図	パネル詳細図
1百七 25 七帝	竪置き		
	横置き		
	竪置き		
¥从石 <i>沐石</i> 盛     	横置き		

表 - A 処分場レイアウト

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.5.1.1
2.	ワーク項目	パネル形状の検討
3.	概要	地下施設に多数の坑道交差部が存在することを考慮し
		てパネル形状を検討。
4.	設定パラメータ	パネル形状
5.	データセット	・処分坑道と主要坑道の接続部の交角:135°
		・パネル形状:平行四辺形
		(硬岩系岩盤/軟岩系岩盤共通)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・処分坑道と主要坑道のすりつけ部(図-A 参照)がで
		きるだけ短くなるように,接続部の交角を決定。
		・坑道交差部の曲率半径は搬送車両運行の観点から,
		40 m を確保。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	交差部における坑道の力学的安定性に関する設計の基
		本的考え方(日本トンネル技術協会,1985)
		交差部の安定は本質的に地山で得ることになるので,
		できるだけ地山の良好な箇所に交差部を選定する必
		要がある。
		交差部における地山応力の集中の度合は、交差角が小
		さいほど大きくなるため 交差角はできるだけ直角に
		近づけるのが望ましい。
		地山応力が増加する範囲は ,鋭角側 60 ° の場合 2 倍 ,
		30°の場合4倍で,交差角は大きいほうが望ましい。
		交差角の覆工の一部はアーチの支持部が切断された
		形となるため,軸力部材として働くのではなく,曲げ
		部材として働かなければならない部位が生ずる。
		アーチの支持部が切断された部分の荷重は隣接部に
		伝達され、接続部の覆工は大きな荷重を受け軸力が増
		加する。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献 	日本トンネル技術協会(1985):山岳トンネルの坑内交
		<u>を</u> 部の設計・施上に関する研究報告書.
16.	上流側ワーク項目 	GS-0 地質環境条件
		RD-3.2 空洞安定性評価
		(RD-5 建設・操業・閉鎖)
17.	下流側ワーク項目	RD-3.5 レイアウト検討

付表1-46 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 処分パネルの基本平面形状の例

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.5.1.2
2.	ワーク項目	規模・数の検討(パネル)
3.	概要	処分本数 ,坑道離間距離と廃棄体ピッチ ,割れ目の位置
		などの地質環境条件 ,工程および避難経路の確保などの
		観点から処分パネルの規模・数を検討。
4.	設定パラメータ	パネル数
5.	データセット	・パネル数:6
		(硬岩系岩盤/軟岩系岩盤共通)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	建設・操業・埋め戻しという3つの主要な作業を専用の
		パネルで独立に並行して行うこととし ,全体工程への影
		響などを総合的に判断して設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-1.1 対象固化体選定
		RD-3.4.2 占有面積設定
		(RD-5 建設・操業・閉鎖)
17.	下流側ワーク項目	RD-3.5 レイアウト検討

付表1-47 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.5.1.3
2.	ワーク項目	方向・配置の検討(パネル)
3.	概要	建設・操業・埋め戻しの各作業時の安全確保 , 物流経路
		の確保のほか,主応力方向,割れ目方向,地下水流動方
		向などの地質環境条件を考慮して検討。
4.	設定パラメータ	方向・配置
5.	データセット	・処分坑道軸方向:主応力卓越方向
		・配置: 処分場の短辺方向を主要地下水流動方向と直交
		(硬岩系岩盤/軟岩系岩盤共通)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	・他の坑道に比べ,総延長が長く支保工厚さのコストへ
		の影響が大きい処分坑道を最大主応力方向に一致さ
		せた方が経済的に有利。
		・地下施設の短辺方向が主要地下水流動方向と直交する
		方が,地下施設を通過する地下水流量が少なくなり,
		核種移行の観点から有利。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・主応力方向と坑道方向
		坑道軸方向を最大主応力方向に一致させた方が,坑
		道の変形が小さく空洞安定性の面で有利。
		<ul> <li>・割れ目方向と坑道方向</li> <li>・ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</li></ul>
		坑道軸方向は割れ目に直交させるように配置するこ
		とが空洞の安定性上の望ましい(電力土木技術協会,
		1988)
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	
		地下水流動方法と坑道が直交する場合は、坑道およ
		び掘削影響領域が潜在的に卓越した水みちとなる可
		能性を低くでき,核種移行の観点から有利。
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	電力土木技術協会(1988):電力施設地下構造物の設計
16.		GS-0 地質環境条件
17.	下流側ワーク項目	RD-3.5 レイアウト検討

付表1-48 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.5.2.1
2.	ワーク項目	アクセス方式の検討
3.	概要	物流手段としてエレベータ等を用いる立坑方式と、車両
		あるはベルトコンベアを用いる斜坑方式について、国内
		での実績,国内外の処分関連施設などを調査・検討。
4.	設定パラメータ	アクセス方式
5.	データセット	アクセス方式:立坑方式
		(硬岩系岩盤 / 軟岩系岩盤共通)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	立坑方式,斜坑方式ともに長所,短所を有しており,一
		義的に決定できないため、検討事例として立坑方式を設
		定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	・立坑方式
		物流手段はエレベータ方式に限定されるため,物流
		は断続的になるが,アクセス坑道延長が最短であり,
		大深度地下構造物への採用実績が多い。
		・斜坑方式(直線/緩勾配)
		物流手段としてタイヤ方式が使用できるため物流効
		率は良いが,アクセス坑道延長が長くなるので,比
		較的震度の浅い場合の採用例が多い。
		・斜坑方式(直線 / 急勾配)
		物流手段はインクラインによる軌道方式やベルトコ
		ンベア方式となり,緩勾配の斜坑方式と比較して物
		流効率は低くなるが,アクセス坑道延長は短くなる。
		・斜坑方式(スパイラル/緩勾配)
		緩勾配の斜坑方式と基本的には同じ方式で,スウェ
		ーデンの HRL やフィンランドの VLJ 処分場で部分
		的に採用されている。
		・斜坑方式(スパイラル / 急勾配)
		急勾配の斜坑方式と基本的には同じ方式。
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		(RD-5 建設・操業・閉鎖)
17.	下流側ワーク項目	RD-3.5 レイアウト検討

付表1-49 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.5.2.2
2.	ワーク項目	本数の検討(アクセス坑道)
3.	概要	建設・操業・埋め戻し手順および不具合への対応 , 搬送
		能力 , 物流・換気・排水・非難ルートの確保 , ならびに
		作業性を考慮して検討。
4.	設定パラメータ	アクセス坑道の本数
5.	データセット	・建設用:2 本(1 本はずり搬出専用)
		・閉鎖用:2 本
		・作業用:3本(1本は換気専用)
		(硬岩系岩盤/軟岩系岩盤共通)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	建設・操業・埋め戻しの各作業が独立に並行して行うこ
		とができるように 作業毎に専用のアクセス坑道を設け
		ることが合理的である。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	(RD-5 建設・操業・閉鎖)
17.	下流側ワーク項目	RD-3.5 レイアウト検討

付表1-50 ワーク項目に関する技術情報
No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.5.2.3
2.	ワーク項目	配置の検討(アクセス坑道)
3.	概要	埋め戻し後 ,アクセス坑道およびその周辺の掘削影響領
		域が核種移行経路となる可能性があり、地下水流動を考
		慮して検討。
4.	設定パラメータ	アクセス坑道の配置
5.	データセット	アクセス坑道(立坑)の配置:主要地下水流動方向に対
		して,処分場の上流側
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	天然バリア中の核種移行の観点から ,主要地下水流動方
		向に対して処分場の上流側に配置することが有利。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
17.	下流側ワーク項目	RD-3.5 レイアウト検討

付表1-51 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.5.3
2.	ワーク項目	主要・連絡坑道配置
3.	概要	作業時の安全確保 , 物流経路の確保 , 物流・換気ルート
		の観点から検討。
4.	設定パラメータ	主要・連絡坑道の配置
5.	データセット	主要坑道の配置:全周包囲型
		連絡坑道の配置:作業動線同士が交差しない配置
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・全周包囲型は , 主要坑道延長が長くなるが , 物流や換
		気のスムーズなルートの確保が可能。
		・一辺配置型は ,主要坑道延長は短くなるが ,一方通行
		ルートが確保できず,処分坑道内で設備を後退させる
		こと必要。
		・各パネルごとの作業の独立性を考慮し ,アクセス坑道
		連絡坑道 処分パネル 連絡坑道 アクセス坑道
		という作業動線を各作業ごとに閉じる。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.5.1 パネル配置
		RD-3.5.2 アクセス坑道配置
17.	下流側ワーク項目	RD-3.5 レイアウト検討

付表1-52 ワーク項目に関する技術情報



付図1-11 「処分技術」プラグ / グラウト / 埋戻し材設計に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.1
2.	ワーク項目	プラグ設計
3.	概要	緩衝材が膨潤し処分坑道や処分孔から膨出することを
		防ぐために設置するプラグ ,湧水割れ目による緩衝材・
		埋め戻し材の流出防止のために設置するプラグの検討。
4.	設定パラメータ	プラグ材料,プラグ厚さ,場所
5.	データセット	膨出防止用プラグ
		・材料:コンクリート(低アルカリ性セメント)
		・厚さ:図-A 参照
		・場所:主要坑道端部
		割れ目処置用プラグ
		・材料:高圧縮粘土ブロック
		・厚さ:-
		・場所:高透水性割れ目の両側(挟み込み)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	膨出防止用プラグ
		・ベントナイトへの影響を考慮して ,低アルカリ性セメ
		ントが候補材料。
		・設計基準は土木学会の指針を準用。
		割れ目処置用プラグ
		・止水性能に優れ、長期にわたる変質などが少ない粘土
		糸材料が有利。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水埋字的条件)	
10.	設定条件(力字的条件)	コンクリートフラグの強度は、全断面に緩衝材からの膨
		潤心刀がかかることによる押し抜きせん断を仮定して
11	却ウタル/小学的タル、	青半1皿。
11.	設正余件(化字的余件)	-
12.	設正余件(放射線字的余件)	-
13.	設正余件(物質移行余件)	-
14.	改正余件(ての他)   会考立社	
15.		工小子云(1990)、コノソリート悰华示力者、設訂編」 (CSA)地航谭培客件)
16.	工元側ワーク項目	
17		KU-2.2.2 液倒的11体过足
17.	ト が 側 リーク 項目	KD-3.6.2 製作 / 池上性
		(KD-3 建設・探 <b>業・</b> 闭鋇 <i>)</i>

付表1-53 ワーク項目に関する技術情報



図 - A プラグ長に対するプラグに作用するせん断応力と安全率

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.2
2.	ワーク項目	製作/施工性(プラグ)
3.	概要	カナダの URL で AECL と共同でトンネルシーリング
		試験を実施。
4.	設定パラメータ	プラグの施工方法
5.	データセット	-
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・コンクリートプラグ:型枠にコンクリート流し込み,
		コンクリート固結後に無収縮モルタル 膨張コンクリ
		ートあるいはセメントミルク等を注入し隙間を充て
		ん。( 図-A 参照 )
		・粘土プラグ:岩盤との境界を粘土の吹付けにより処理
		(平滑)し ,フォークリフト等を利用して順次ブロッ
		クを積上げ。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	試験条件(粘土プラグ)
		・坑道;幅 4.375 m,幅 3.5 m(楕円形)
		・プラグ : 切り欠き深さ 1.0 m , 拡幅幅 2.0 m
		・粘土:ケイ砂混合率 30%,乾燥密度 1.8 Mg/m³
		・ブロック:大きさ 35.5 × 10.5 × 16.5 cm , 重量 11 kg
		・吹付け粘土:乾燥密度 1.4 Mg/m³(最大)
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.6.1 プラグ設計
17.	下流側ワーク項目	(RD-5 建設・操業・閉鎖)

付表1-54 ワーク項目に関する技術情報



図 - A トンネルシーリング試験におけるコンクリートプラグの施工手順

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.3
2.	ワーク項目	グラウト設計
3.	概要	湧水割れ目による緩衝材・埋め戻し材の流出防止のため
		の対策工の検討。
4.	設定パラメータ	グラウト材料
5.	データセット	グラウト材料:粘土
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	止水性能に優れ ,長期にわたって変質が少ない粘土系材
		料が有利。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
17.	下流側ワーク項目	RD-3.6.4 製作 / 施工性
		(RD-5 建設・操業・閉鎖)

付表1-55 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.4
2.	ワーク項目	製作 / 施工性(グラウト)
3.	概要	釜石原位置試験 , カナダの URL において粘土グラウト
		試験を実施。
4.	設定パラメータ	グラウトの施工方法
5.	データセット	-
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・釜石原位置試験では ,割れ目に岩盤内で交差するよう
		にボーリング孔を削孔し,100%ベントナイト溶液を
		注入。試験孔の透水係数が最大2桁低下し,その後2
		年間維持。
		・カナダの URL における試験では , プラグの拡幅部へ
		100%ベントナイトの粘土グラウトを注入。湧水量低
		下を確認。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.6.2 グラウド設計
17.	下流側ワーク項目	(RD-5 建設・操業・閉鎖)

付表1-56 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.5
2.	ワーク項目	基本特性(埋め戻し材)
3.	概要	埋戻し材の設計ならびに長期健全性評価で必要となる
		埋戻し材の基本的な物性値の設定。
4.	設定パラメータ	ベントナイト混合率と基本特性値
5.	データセット	・ベントナイト混合率:15wt%
		・乾燥密度:1.8 Mg/m³(有効粘土密度:0.64 Mg/m³)
		・弾性係数:3 MPa
		・ポアソン比:0.4
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	締固め特性 , 水理特性 , 力学特性 , 膨潤特性を考慮して
		設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.6.5.2 締固め特性試験
		(RD-3.6.5.3 熱特性試験)
		RD-3.6.5.4 水理特性試験
		RD-3.6.5.5 力学特性試験
		RD-3.6.5.6 膨潤特性
17.	下流側ワーク項目	RD-3.6.6 埋戻し材設計
		(RD-3.4.1 熱解析)
		(RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析)

付表1-57 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.5.1
2.	ワーク項目	埋め戻し材組成
3.	概要	材料の調達のし易さや経済性の観点から ,ずり( 岩盤の
		破片)の利用を基本として埋め戻し材の材料を検討。
4.	設定パラメータ	埋め戻し材材料
5.	データセット	埋め戻し材材料:掘削ずりとベントナイトの混合物
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	粒度調整したずりとベントナイトを混合することによ
		り、低透水性の実現とベントナイトの膨潤による自己シ
		ール機能も期待できる。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	各種特性試験では,掘削ずりを礫およびケイ砂で模擬
		・礫:JIS A 5005 の砕石 2005
		・ケイ砂:3 号および 5 号ケイ砂の組合せ
		・ベントナイト:クニゲル V1
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
17.	下流側ワーク項目	RD-3.6.5.2 締固め試験
		RD-3.6.5.3 熱特性試験
		RD-3.6.5.4 水理特性試験
		RD-3.6.5.5 力学特性
		RD-3.6.5.6 膨潤特性

付表1-58 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.5.2
2.	ワーク項目	締固め特性試験
3.	概要	施工性を判断する指標となる締固め特性把握のため ,骨
		材混合材を対象として締固め試験を実施。
4.	設定パラメータ	ベントナイト混合率
5.	データセット	ベントナイト混合率 :(15wt%以上)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・ベントナイト混合率 15wt%のとき,乾燥密度は 2.0
		Mg/m³で最大となり , 最適含水比は最小の 8.9%(図
		-A 参照)
		・透水係数のオーダーが変化しなくなる有効粘土密度
		0.9 Mg/m <sup>3</sup> 以上とするには , ベントナイト混合率
		15wt%以上(図-B 参照)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.6.5.1 埋戻し材組成
17.	下流側ワーク項目	RD-3.6.5 基本特性(埋戻し材)
		RD-3.6.7 製作・施工性(埋戻し材)

付表1-59 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 骨材混合体の締固め曲線



図 - B ベントナイト混合率と密度の関係

付-1(-291-)

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.5.3
2.	ワーク項目	熱特性試験
3.	概要	-
4.	設定パラメータ	熱伝導率,比熱
5.	データセット	-
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	(熱解析では緩衝材の熱物性値を使用)
8.	設定条件 (熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.6.5.1 埋戻し材組成
17.	下流側ワーク項目	RD-3.6.5 基本特性(埋戻し材)
		(RD-3.4.1 熱解析)
		(RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析)

付表1-60 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.5.4
2.	ワーク項目	水理特性試験
3.	概要	埋め戻しされた坑道の透水性を把握するため 骨材混合
		材を対象として透水試験を実施。
4.	設定パラメータ	透水係数
5.	データセット	透水係数: -
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	ベントナイト混合率が 15wt%程度以上(図-A 参照),
		有効粘土密度が 0.9 Mg/m <sup>3</sup> 以上(図-B 参照)になると,
		透水係数のオーダーは大きく変化しない。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.6.5.1 埋戻し材組成
17.	下流側ワーク項目	RD-3.6.5 基本特性(埋戻し材)
		(RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析)

付表1-61 ワーク項目に関する技術情報



図 - A ベントナイト混合率と透水係数の関係



図 - B 有効粘土密度と透水係数の関係

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.5.5
2.	ワーク項目	力学特性試験
3.	概要	骨材混合体は地下水の浸潤が進むと強度が低下すると
		考えられ,飽和度をパラメータに一軸圧縮試験を実施。
4.	設定パラメータ	一軸圧縮強度,弾性係数
5.	データセット	・一軸圧縮強度:0.1 MPa 程度(有効粘土密度 0.9
		Mg/m³;図-A 参照)
		・弾性係数:-(図-B 参照)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.6.5.1 埋戻し材組成
17.	下流側ワーク項目	RD-3.6.5 基本特性(埋戻し材)
		RD-3.6.6 埋戻し材設計
		(RD-4.1.1 熱-水-応力連成解析)

付表1-62 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 有効粘土密度と一軸圧縮強度の関係



図 - B 有効粘土密度と弾性係数の関係

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.5.6
2.	ワーク項目	膨潤特性試験
3.	概要	間隙に対する自己シール機能の指標となる膨潤特性把
		握のため,骨材混合体の膨潤応力を測定。
4.	設定パラメータ	膨潤圧
5.	データセット	膨潤圧:0.1~0.2 MPa 程度(図-A 参照)
		(有効粘土密度:0.9 Mg/m³)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件 (熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.6.5.1 埋戻し材組成
17.	下流側ワーク項目	RD-3.6.5 基本特性(埋戻し材)
		RD-3.6.6 埋戻し材設計
		(RD-4.1.1 熱 - 水 - 応力連成解析)

付表1-63 ワーク項目に関する技術情報



No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.6
2.	ワーク項目	埋め戻し材設計
3.	概要	緩衝材の膨出による緩衝材の乾燥密度の低下とそれに
		伴う透水性の変化について検討するため 緩衝材および
		埋戻し材の膨出量を解析。
4.	設定パラメータ	埋戻し材の乾燥密度(有効粘土密度)
5.	データセット	埋戻し材の乾燥密度:(1.8 Mg/m³)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	膨出後の緩衝材物性
		(最終的な膨潤圧 0.38 MPa,膨出量 0.69 m³)
		・乾燥密度:1.53 Mg/m³
		・透水係数:9.18×10 <sup>-13</sup> m/s
		(緩衝材はわずかに膨出するものの 緩衝材の乾燥密度
		や透水係数に及ぼす影響はほとんどない。)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・緩衝材の初期膨潤圧:0.5 MPa ( 乾燥密度 1.6 Mg/m³
		の場合の膨潤圧)
		・埋戻し材の膨潤応力は無視。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	・埋戻し材物性:RD-3.5.1 基本特性(埋戻し材)
		・処分孔竪置き方式を対象とし、時間の影響を無視して,
		保守的に弾性係数を設定して解析。
		・緩衝材の膨潤圧を、緩衝材と埋戻し材の境界面に鉛直
		上向きに作用(膨潤圧が作用したときの膨出量から密
		度低下を計算し ,それに応じた膨潤応力を再設定して
		繰り返し計算)。
		・オーバーパックの腐食膨張は考慮しない。
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2 緩衝材設計
		RD-3.6.5 基本特性(埋戻し材)
17.	下流側ワーク項目	(RD-5 建設・操業・閉鎖)

付表1-64 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-3.6.7
2.	ワーク項目	製作 / 施工性(埋め戻し)
3.	概要	所定の埋戻し材を用いて 設計された乾燥密度で均一に
		施工するための方法を検討
4.	設定パラメータ	埋め戻しの施工法
5.	データセット	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	埋め戻しの施工法
		・処分坑道 / 主要・連絡坑道 : まきだし・締固め工法と
		横締め工法の組合せ
		・アクセス坑道(斜坑方式):まきだし・締固め工法と
		横締め工法の組合せ
		・アクセス坑道 ( 立坑方式 ): 下部より順次締固め
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-3.6.6 埋戻し材設計
17.	下流側ワーク項目	(RD-5 建設・操業・閉鎖)

付表1-65 ワーク項目に関する技術情報



付図1-12 「処分技術」熱的・水理学的評価(再冠水挙動)に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-4.1.1
2.	ワーク項目	熱 - 水 - 応力連成解析
3.	概要	緩衝材の再冠水時間や再冠水に至るまでのニアフィー
		ルドの状態変化を把握するために 熱 - 水 - 応力連成解
		析コード(THAMES)により評価。
4.	設定パラメータ	緩衝材の再冠水時間 , 最高到達温度
5.	データセット	再冠水時間:50 年程
		最高到達温度:100 以下
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	・再冠水時間(表-A 参照)
		岩盤の固有透過度が 10 <sup>-15</sup> m² 程度あれば , 圧力水頭 0
		m でも 50 年程度で再冠水。 岩盤の透水性が非常に低
		い場合(岩盤基質部の透水性程度)は、極端に遅く
		なる。
		・最高温度(図-B 参照)
		連成を考慮しない熱解析よりも低い(設計上の熱解
		析は保守的な評価)。
8.	設定条件(熱的条件)	<ul> <li>・地表面温度は15 ,地温勾配は3 /100mに設定。</li> </ul>
		・ガラス固化体は,JNFL 仕様,貯蔵期間 50 年の発熱
		量データを使用。
		・熱物性値:表-C参照(緩衝材の熱伝導率,比熱は含
9.	設正条件(水埋字的条件)	
		回月透迥皮:4.0×10 <sup>-41</sup> [m <sup>2</sup> ]( 月別柏工密皮より設定 )
		小万払取係数:温度,体積各小率の関数 水分特性曲線・wan Commister にたる開数エデル
		小刀村住曲線、van Genucmen による関数モナル 水公移動係数・温度構正
		小刀や劉际奴・洫反開工 ・ 学般・
		van Genuchten による関数モデルを適用して不飽和
		水分特性曲線を同定し、同モデルから設定。
10.	設定条件(力学的条件)	<ul> <li>・緩衝材(膨潤圧)</li> </ul>
		膨潤応力と膨潤圧の補正係数は 0.05 に設定。
		・力学物性値:表-C 参照
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	・処分深度:1,000 m(硬岩系岩盤対象)
		・オーバーパック:炭素鋼。
		・緩衝材:30wt%ケイ砂混合体,乾燥密度 1.6 Mg/m³。
		・埋戻し材 : 骨材混合体 ( ベントナイト混合率 15wt% )

付表1-66 ワーク項目に関する技術情報

		・解析モデル:
		処分孔竪置き方式を対象に , 軸対称モデル使用。
		オーバーパック/緩衝材,緩衝材/岩盤の隙間は無
		視(均一化モデル)。
		・初期条件
		温度:地表面温度,地温勾配に基づいて設定。
		含水比:緩衝材 7.0%,埋戻し材 10.0%に設定。
		間隙水圧(岩盤):表-A 参照
		・境界条件(温度)
		上面:地表面温度で固定。
		底面:51 で温度固定境界。
		側面:断熱境界
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定
		RD-2.2.1 基本特性設定
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設定
		RD-3.4 坑道配置
		RD-3.6.5 基本特性(埋戻し材)
		PA-2.1.1 ガラス固化体評価
17.	下流側ワーク項目	RD-2.1.1.2 腐食シナリオ
		RD-2.2.1 基本特性設定
		(PA-4.2 間隙水組成評価)
		PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得

表 - A 熱 - 水 - 応力連成解析ケースと再冠水時間

解析ケース	Case01-1	Case01-2	Case02	Case03-1	Case03-1
水理的 初期条件	間隙水圧 0.0 MPa		地表面に地下水 面のある静水圧 状態	地表面に地下水 状態において処 分孔の掘削を行い に廃棄体を定置	面がある静水圧 分坑道および処 ヘ , 掘削後 5 年後
岩盤の固有 透過度 [m²]	1.0 × 10 <sup>-15</sup>	1.0 × 10 <sup>-20</sup>	1.0 × 10 <sup>-15</sup>	1.0 × 10 <sup>-15</sup>	1.0 × 10 <sup>-20</sup>
再冠水時間 [y]	50	>1000	5	10	15

熱伝導率 [W/m/K]

比熱 [kJ/kg/K]

熱膨張係数 [1/K]

1.2

0.96

 $1.0 \times 10^{-6}$ 



図 - B 温度の経時変化

	ガラス固化体	オーバーパック	緩衝材	埋戻し材	岩盤
弾性係数 [MPa]	$8.2 \times 10^{4}$	$2.0 \times 10^{5}$	<b>58.74-1.87</b> ω	$30 \times 10^{\circ}$	$3.7 \times 10^4$
ポアソン比 [-]	0.3	0.3	0.3	0.4	0.25
乾燥密度 [Mg/m <sup>3</sup> ]	2.80	7.80	1.60	1.80	2.67
固有透過度 [m <sup>2</sup> ]	1.0 × 10 <sup>-30</sup>	1.0 × 10 <sup>-30</sup>	4.0 × 10 <sup>-20</sup>	6.0 × 10 <sup>-19</sup>	1.0 × 10 <sup>-15</sup>

53.0

0.46

 $1.64\times10^{\text{-}6}$ 

表-C熱-水-応力連成解析に用いた物性値

(関数)

(関数)

 $1.0 \times 10^{-6}$ 

(関数)

(関数)

 $1.0 \times 10^{-6}$ 

2.8

1.0

 $1.0 \times 10^{-6}$ 



付図1-13 「処分技術」構造力学安定性評価に関するワークフロー

長期健全性評価:構造力学安定性評価

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-4.2.1
2.	ワーク項目	パラメータ設定
3.	概要	
4.	設定パラメータ	
5.	データセット	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-67 ワーク項目に関する技術情報

	表 - A	構造力学安定性評価の解析条件−	-覧
--	-------	-----------------	----

解析事象		岩盤クリープ解析	オーバ 腐食膨	ーパック 張解析	オーバーパック 沈下解析
評価指標		クリープ変形量 , 応力状 態の経時変化	応力比によるせん断破壊領域		自重沈下量 , 緩衝材の応力比
対象岩種		硬岩系岩盤データセット 軟岩系岩盤データセット	硬岩系岩盤 データセット	軟岩系岩盤 データセット	-
エゴルル	岩盤	: コンプライアンス可 変型モデル	-		-
モナル110	经活动	• 選州休	:弾	塑性体	:粘弹塑性体
のよい構成モデル	版阻加	: 理1(生1)4	(修正 Cam-Clay モデル )		(関口-太田モデル)
	オーバー パック	-	: 弾性体 ( 温度ひずみ考慮 )		:弾性体(自重考慮)
解析コード		上記モデルを組み込ん だ専用 FEM コード	ABAQUS ( Hibbitt, Karlsson & Sorensen, Inc, 1997 )		DACSAR ( Iizuka and Ohta, 1987 )
解析次元		2 次元平面ひずみ	<u> 軸対称 2 次元 </u> 平面ひずみ		横置き方式: 2 次元 竪置き方式:軸対称
評価期間		10,000 年			
備考		-	岩盤クリープ変用 ープ解析結果より 慮しない。	ジを・の岩盤クリ )設定。自重は考	岩盤クリープ変形,オー バーパック腐食膨張変 形を考慮しない(沈下に 対しては保守的な設定 となる)。

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.2.2
2.	ワーク項目	岩盤クリープ解析 硬岩系岩盤
3.	概要	コンプライアンス可変型モデルを組み込んだ専用 FEM
		コードを用いて 岩盤のクリープ変形挙動による岩盤の
		力学的経時変化を評価。
4.	設定パラメータ	クリープ変形量,応力状態の経時変化
5.	データセット	空洞掘削時の弾性変形は 1.50 mm。
		1 万年経過後のクリープ変形量は 10-4 mm オーダー。
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	坑道掘削後も長期にわたって周囲の岩盤状態は安定で
		ある。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-68(1/2) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.2.2
2.	ワーク項目	岩盤クリープ解析 軟岩系岩盤
3.	概要	コンプライアンス可変型モデルを組み込んだ専用 FEM
		コードを用いて 岩盤のクリープ変形挙動による岩盤の
		力学的経時変化を評価。
4.	設定パラメータ	・クリープ変形量
		・応力状態の経時変化
5.	データセット	空洞掘削時の弾性変形:天端 7.8 mm , 側壁 9.0 mm。
		クリープ変形量
		・1,000 年後:天端 15.4 mm,側壁 11.6 mm。
		・10,000 年後:天端 21.8 mm,側壁 15.9 mm。
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	10,000 年後における影響領域は半径の 3 倍弱まで広が
		る結果となり ,安全評価ではゆるみ域が広がった場合の
		評価が必要。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-68(2/2) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.2.3
2.	ワーク項目	OP 沈下解析
3.	概要	DACSAR コードを用いて , オーバーパックの自重によ
		る沈下挙動を検討。
4.	設定パラメータ	緩衝材の沈下量
5.	データセット	処分坑道横置き
		・10,000 年経過後の沈下量 2.6 mm
		処分孔竪置き
		・10,000 年経過後の沈下量 5.1 mm
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・過剰間隙水圧は最大で 30 kPa 程度であり , 静水圧に
		比べて非常に小さい。
		・沈下による緩衝材応力比は , 10,000 経過時において ,
		最大でも 10 <sup>-2</sup> オーダー(オーバーパックの腐食膨張
		による応力変化に比べ無視し得る)。
		(オーバーパックの沈下は ,人工バリアシステムに有意
		な影響を与えない。)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	
17.		

付表1-69 ワーク項目に関する技術情報



図 - A オーバーパックの沈下量,過剰間隙水圧の経時変化

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.2.4
2.	ワーク項目	OP 腐食膨張解析
3.	概要	緩衝材の構成モデルとして ,塑性理論に基づいた粘土の
		代表的な構成式である修正 Cam-Clay モデルを用いて,
		オーバーパック腐食膨張による緩衝材の変形を評価。
4.	設定パラメータ	・緩衝材の応力分布
5.	データセット	緩衝材の応力比(せん断応力/平均有効応力)
		・硬岩系:10,000 年後の最大応力比 0.60(図-A 参照)
		・軟岩系:10,000 年後の最大応力比 0.49(図-B 参照)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・応力比は,限界状態(限界応力比:0.63)には達しな
		い(緩衝材は破壊状態に至らない)。
		・応力比が特に大きくなっている範囲も ,オーバーパッ
		ク周辺に限定されている。
		(人工バリアは長期にわたり全体的に比較的安定した
		状態 )
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	処分坑道横置き
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-70 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 応力比分布(硬岩系岩盤)





No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.2.5
2.	ワーク項目	緩衝材膨出解析
3.	概要	緩衝材の亀裂への侵入現象を 緩衝材の膨潤圧と粘性抵
		抗をもとに拡散係数を設定し,拡散モデルとして取り扱
		う考え方 (Kanno et al. 1999 ) に基づいて有限要素解
		析(ABAQUS コード)を実施し,埋設後の密度低下を
		評価。
4.	設定パラメータ	緩衝材の密度低下
5.	データセット	緩衝材の密度低下
		・10 万年後:初期値の約 92%程度
		(乾燥密度 1.5 Mg/m <sup>3</sup> )
		・100 万年後:初期値の約 80%程度
		(乾燥密度 1.3 Mg/m <sup>3</sup> )
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	(緩衝材は長期にわたって大きな密度変化はなく ,緩衝
		材の特性が維持される。)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	亀裂開口幅分布:PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		・対数平均 -0.43,対数標準偏差 0.54 の対数正規分布
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	処分孔竪置き方式
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-71 ワーク項目に関する技術情報



付図1-14 「処分技術」オーバーパック腐食生成ガス評価に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-4.3.1.1
2.	ワーク項目	溶存水素移行解析
3.	概要	1次元円筒座標系差分コードを用いて,溶存水素の実効
		拡散係数と水素ガス発生速度をパラメータとした感度
		解析を行い 緩衝材中における溶存水素の拡散特性を評
		価。解析は , 硬岩系 / 軟岩系の両岩盤で , 処分坑道横置
		き / 処分孔竪置きの両方式について検討。
4.	設定パラメータ	・オーバーパックと緩衝材の界面に蓄積される水素量
		・緩衝材界面に蓄積されるガス圧
5.	データセット	・オーバーパックと緩衝材の界面にガス発生量の 81%
		程度が蓄積(図-A 参照)。
		・緩衝材界面に蓄積されるガス圧は 16 MPa 程度。
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	(溶存水素の拡散により移行する量はわずかであり、ほ
		とんどがオーバーパックと緩衝材の界面に蓄積)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	・処分深度:
		硬岩系岩盤 1,000m,軟岩系岩盤 500m
		10 MPa ( 深度 1,000 m ), 5 MPa ( 深度 500 m )
11.	設定条件(化字的条件)	
		1 μm/y , 2 μm/y , 5 μm/y , 10 μm/y。 ポマ変化法策策,
		・刀人先生迷度: 廃金丘広(3日、4日の、日、0、4日、1日前でた証価
		機良反心(3Fe+4H20 Fe3U4+4H2)に基フさ評1個。 ( 府会連度 1, um/u の担合。 2, 2 u 10.2 m3/u )
19		(腐良还度 I µm/y 00场口, 2.3 × 10 ° m³/y )。
12.		
15.	□ 設定示什(初頁秒1]示什)	
14	設定冬件(その他)	
14.		_
16	<u> </u>	RD-2113 庭台厘さ設定
10.	エ/ハル関ノ ノ項目	ND-2.1.1.3   肉 民子 C IX / R D_2 9 1   其木性性铅定( ( ) / ( ) 本社
17	下流側ワーク項日	

付表1-72 ワーク項目に関する技術情報





No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-4.3.1.2
2.	ワーク項目	ガス移行解析 (硬岩系岩盤)
3.	概要	気液2相流解析コードTOUGH2を用いてガス - 水移行
		解析を実施。ニアフィールドにおける水素ガスおよび水
		の移行挙動を求め ,炭素鋼オーバーパックの腐食によっ
		て発生する水素ガスがニアフィールドの性能に及ぼす
		影響を検討。解析は、処分坑道横置き方式について軸対
		称モデルで評価。
4.	設定パラメータ	ガス累積排出量 ,間隙水累積排出量 ,間隙水排水フラッ
		クス
5.	データセット	・ガス累積排出量:分冊 2 図 4.3.4-31 参照
		・間隙水累積排出量:分冊 2 図 4.3.4-28 参照
		・間隙水排水フラックス:分冊 2 図 4.3.4-29 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	(ガス発生による人工バリアへの構造力学的影響,更に
		は間隙水の排水に伴う核種移行の促進に対する影響
		については,ほとんど問題ないと考えられる。)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・初期条件:全て飽和状態。
10.	設定条件(力学的条件)	・処分深度:1,000m
		・初期間隙圧力:9.5 MPa に設定。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	・炭素鋼オーバーパックの腐食速度:10 µm/y に設定。
14.	設定条件(その他)	
		・カラス固化体、オーバーバックはカス、水に対して不
		透過性材料と設定。
15.	参考又献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.1.3 腐食厚さ設定
		RD-2.2.1 基本特性設定(緩衝材)
		KD-2.2.1.9
17.	ト流側ワーク項目	

付表1-73(1/2) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-4.3.1.2
2.	ワーク項目	ガス移行解析 (軟岩系岩盤)
3.	概要	気液2相流解析コードTOUGH2を用いてガス - 水移行
		解析を実施。ニアフィールドにおける水素ガスおよび水
		の移行挙動を求め ,炭素鋼オーバーパックの腐食によっ
		て発生する水素ガスがニアフィールドの性能に及ぼす
		影響を検討。解析は、処分孔竪置き方式について軸対称
		モデルで評価。
4.	設定パラメータ	ガス累積排出量 ,間隙水累積排出量 ,間隙水排水フラッ
		クス
5.	データセット	・ガス累積排出量:分冊 2 図 4.3.4-26 参照
		・間隙水累積排出量:分冊 2 図 4.3.4-20 参照
		・間隙水排水フラックス:分冊 2 図 4.3.4-21 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	(ガス発生による人工バリアへの構造力学的影響 ,更に
		は間隙水の排水に伴う核種移行の促進に対する影響
		については,ほとんど問題ないと考えられる。)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・初期条件:全て飽和状態。
10.	設定条件(力学的条件)	・処分深度:500m
		・初期間隙圧力:5.0 MPa に設定。
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	・炭素鋼オーバーパックの腐食速度:10 μm/y に設定。
14.	設定条件(その他)	・緩衝材内側 0.01m をガス発生域と設定。
		・ガラス固化体 ,オーバーパックはガス ,水に対して不
		透過性材料と設定。
15.		-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.1.3 腐食厚さ設定
		RD-2.2.1 基本特性設定(緩衝材)
		RD-2.2.1.9 諸特性試験
17.	下流側ワーク項目	

付表1-73(2/2) ワーク項目に関する技術情報



付図1-15 「処分技術」力学特性評価(人工バリア耐震安定性)に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-4.4.1
2.	ワーク項目	岩盤初期応力解析
3.	概要	動的地震応答解析における岩盤部の初期応力場を算出
		するための静的弾性解析を実施。処分坑道の開削前後の
		応力場は 無垢の岩盤系に荷重として処分深度相当の土
		被り圧および側圧を載荷し ,その後 ,処分坑道該当部の
		変位・ひずみをゼロクリアすることにより模擬。 岩盤は
		線形弾性体として考慮。
4.	設定パラメータ	岩盤内の初期応力
5.	データセット	岩盤内の初期応力( x , y , z , xy , yz , zx )
		(第2次取りまとめには掲載されていない。委託研究報
		告書に変形図,応力コンターの記載がある。)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	
		RD-4.4.4 地震応答解析(全応力解析) 参照
		もテル上面に処分深度相当の土破り圧を鉛直を回き
		・物性値
		マング率 MPa 4.71×10 <sup>4</sup>
		硬岩 ポアソン比 - 0.315
		単位体積重量 Mg/m <sup>3</sup> 2.67
		アノク率   MPA   7.60×10 <sup>3</sup>
		単位体積重量 Mg/m <sup>3</sup> 2.20
11		
11.		-
12.	<u> </u>	
13.	設定条件(初貢初日末件)	_
14.		
10.		の振動挙動に関する研究(2) INC TN8400 99-054
		谷口航ほか(1999):ニアフィールドの耐震安定性評
		価, JNC TN8400 99-055.
		森康二ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層
		処分の工学技術的検討(その5),H12土木学会全国

付表1-74 ワーク項目に関する技術情報
		大会予講集.
		谷口航ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層
		処分の工学技術的検討(その6),H12土木学会全国
		大会予講集.
		森康二ほか:人工バリアシステムの耐震性評価手法の開
		発 ,サイクル機構委託研究報告書( コンピュータソフ
		卜開発株式会社).
16.	上流側ワーク項目	RD-1.2 定置方式選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1 坑道設定
		GS-0 地質環境条件
17.	下流側ワーク項目	RD-4.4.4 地震応答解析

No.	項目	内容				
1.	識別番号	RD-4.4.2				
2.	ワーク項目	人工バリア自重解析				
3.	概要	動的地震応答解析における緩衝材の初期応力場を				別応力場を算出
		┃ するための静的弾性解析を実施。オーバーパック₿			- パック自重に	
		よる緩衝を	内の変	形場を算出。	ブラス固	化体 ,オーバー
		パックの初	〕期応力	は考慮しない。	本解析	で得られる飽和
		状態における緩衝材内の静的な自重応力は、別途見積				
		られている緩衝材膨潤圧 , OP 腐食膨張により発生する				
		応力との重ね合わせとして,地震応答解析(RD-4.4.4				
		の初期応力としてセットされる。				
4.	設定パラメータ	緩衝材内に	発生す	る自重応力		
5.	データセット	緩衝材内に	発生す	る自重応力		
		( x , y	Y, Z,	XY, YZ,	zx )	
		(第2次取	収りまと	めには掲載さ	れていな	い。委託研究報
		告書に変形	/図 , 応	<u>カコンターの</u>	記載があ	る。)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断				
7.	設定根拠	-				
8.	設定条件(熱的条件)	-				
9.	設定条件(水理学的条件)	<u> </u>				
10.	設定条件(力学的条件)	・モデル化				
		ガラス国	固化体,	, オーバーパ	ックおよ	び緩衝材から
		なる人	<b>Eバリ</b> フ	アシステムをタ	対象。固	有値解析と同
		様に,≦	全周モラ	デルを採用。絲	爰衝材は	、乾燥状態,飽
		和状態(	の各々を	を想定し,緩復	動材内の	カ学特性の不
		均質性は	は考慮し	」ない。定置フ	ら式は,	処分坑道横置
		き,処分孔竪置きの2パターンを考慮。処分孔竪				
		置きでは,処分孔内の緩衝材に加えて処分坑道内				
		の埋め戻し材を含めてモデル化。				
		・境界条件	+ / 荷重	条件		
		周辺岩盤	と接触	する周辺境界	は , 全て	完全固定条件。
		荷重条件は,ガラス固化体,オーバーパックの自重				
		のみを載荷。				
		・ <u>物性値</u>				
		ヤング率         MPa         8.04×10 <sup>4</sup> ガラス固化体         ポアソンド         -         0.25			8.04 × 104 0.25	
		ビード (1.23)     単位体積重量 Mg/m <sup>3</sup> 2.1			2.1	
		オーバーパック ポアソンド   MPa   2.06×1 - 03		2.06 × 10 <sup>5</sup> 0.3		
		第二     第二     第二     1     1     1       単位体積重量     Mg/m³     7		7.77		
		ヤング率		ヤング率  ポマソンド	MPa	$2.39 \times 10^{2}$
		472/752++	¥6 <i>1</i> 苯	ハノノノル 単位体積重量	Mg/m <sup>3</sup>	1.71
		版側的	\$510	ヤング率	MPa	1.18 × 10 <sup>2</sup>
			即和	トアソンCL 単位体積重量	- Mg/m <sup>3</sup>	0.49 2.0
			•		0	

付表1-75 ワーク項目に関する技術情報

11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	谷口航ほか(1999):深部地下空洞および内部構造物
		の振動挙動に関する研究(2),JNC TN8400 99-054.
		谷口航ほか(1999): ニアフィールドの耐震安定性評
		価,JNC TN8400 99-055.
		森康二ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層
		処分の工学技術的検討(その5),H12土木学会全国
		大会予講集.
		谷口航ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層
		処分の工学技術的検討(その6),H12土木学会全国
		大会予講集.
		森康二ほか:人工バリアシステムの耐震性評価手法の開
		発 ,サイクル機構委託研究報告書( コンピュータソフ
		ト開発株式会社).
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設計
17.	下流側ワーク項目	RD-4.4.4 地震応答解析

No.	項目					
1.	識別番号	RD-4.4.3				
2.	ワーク項目	人工バリ	ア固有値	自解析		
3.	概要	人工バリアシステム(岩盤部は考慮しない)の固有周波数				
		固有ベクトルを算出し,地震時の3次元的変形モードを			り変形モードを確	
		認。固有周	認。固有周波数については,想定地震動の卓越周波数との			D卓越周波数との
		関係性を	関係性を考察し,人工バリアの振動形態が剛体運動,弾性			が剛体運動 ,弾性
		振動のいずれが顕著となるかについて見通しを付ける。ま				
		た,本解析で得られる固有周波数より,動的地震応答解析				
		におけるレーリー減衰係数を算出。このレーリー減衰係数				
		は ,一次の固有振動モードに対応させたモード減衰として				
		考慮(高	次モート	については考	慮しない	<b>)</b> .
4.	設定パラメータ	人工バリ	アの固有	∃ 周波数(Hz)	)	
5.	データセット	・乾燥状	態;77.4	4Hz		
		・飽和状	態;66.1	lHz		
6.	設定方法	文献,	試験,	解析,判	断	
7.	設定根拠	-				
8.	設定条件(熱的条件)	-				
9.	設定条件(水理学的条件)	-				
10.	設定条件(力学的条件)	・モデル化				
		系の対	称性は考	う慮せず ,全周	モデルを打	采用。緩衝材は乾
		燥状態	, 飽和状	態の各々を想	定し ,緩御	町材内の力学特性
		(ヤン	グ率,密	『度 , ポアソン	比など)の	D不均質性は考慮
		しない	。処分坑	〔道横置き方式	のみで代	表させる。
		・境界条	件			
		人工バ	リアは周	同辺岩盤と剛に	接してい	るものと仮定。緩
		衝材周	辺の岩盤	盤との接触面に	t完全拘束	条件。
		・物性値			0.04 104	
		ガラス	固化体	マンク率 ポアソン比	мРа -	8.04 × 10 <sup>4</sup> 0.25
				単位体積重量	Mg/m <sup>3</sup>	2.1
		オーバー	-パック	マノク率 ポアソン比	мРа -	$2.06 \times 10^{3}$ 0.3
				単位体積重量	Mg/m <sup>3</sup>	7.77
			乾燥	マンク率 ポアソン比	мРа -	$2.39 \times 10^{2}$ 0.2
		緩衝材		単位体積重量	Mg/m <sup>3</sup>	1.71
			飽和	ヤング率 ポアソン比	MPa -	$1.18 \times 10^2$ 0.49
				単位体積重量	Mg/m <sup>3</sup>	2.0
11.	設定条件(化学的条件)	-				
12.	設定条件(放射線学的条件)	-				
13.	設定条件(物質移行条件)	-				
14.	設定条件(その他)	・数値解	法			
		解析コードは NASTRAN , 数値解法はランチョス法を				
		採用。娄	<u> 牧値解の</u>	妥当性は工学	<u>スケール</u> 折	<u> 表動実験を用い</u> た

付表1-76 ワーク項目に関する技術情報

		スイープ試験結果との整合性により確認。 上記 , ランチ
		ョス法とサブスペース法(部分空間反復法)とは固有値
		に 10 Hz 程度の差異が生じることが確認されている。
15.	参考文献	谷口航ほか(1999):深部地下空洞および内部構造物の
		振動挙動に関する研究(2),JNC TN8400 99-054.
		谷口航ほか(1999):ニアフィールドの耐震安定性評価,
		JNC TN8400 99-055.
		森康二ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層処
		分の工学技術的検討(その5),H12土木学会全国大会
		予講集.
		谷口航ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層処
		分の工学技術的検討(その6),H12土木学会全国大会
		予講集.
		森康二ほか:人工バリアシステムの耐震性評価手法の開
		発,サイクル機構委託研究報告書(コンピュータソフト
		開発株式会社).
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1.4 OP 仕様設定
		RD-2.2.2 緩衝材仕様設計
17.	下流側ワーク項目	RD-4.4.4 地震応答解析

No.	項目	内容						
1.	識別番号	RD-4.4.4	RD-4.4.4					
2.	ワーク項目	地震応答	地震応答解析 (全応力解析)					
3.	概要	人工バリアと周辺岩盤を含むニアフィールド地震応答解析						
		を実施。	解析:	コードは,	土・水の	動的相望	互作用を	考慮した
		3 次元有	刻応り	□解析コー	- ド ( FEN	4)を使	用。ただ	し , 本解
		析では緩	衝材	,岩盤の土	質材料に	は,固相の	のみを考	慮した全
		応力解析	テ(一林	目系解析)	を前提と	:し,以	下のケー	ススタデ
		ィを実施	B.,					
		ケース	岩種	定置方式	処分深度	緩衝材	初期	条件   半般
		1-1	硬岩	横置き	1000m	+610	<b>形反1主」17</b> 」	
		2-1	軟岩	竪置き	500m	乾燥	OP自重	十沖口
		1-2	硬岩	横置き	1000m	俞和	膨潤圧	
		2-2	軟岩	竪置き	500m	1011	静水圧	
4	設定パラメータ	• 细动力	〕谏度(	(時刻歴	フーリェ	マペク	トルン	
		・相対変	□ 空/文 ( B	(1995)))))))))))))))))))))))))))))))))))	/ / 1		,,,,,	
		・地震時	に最大	いたり	「カが発生	する時間	間新面に	おける緩
		街太平	10-40/	い新応力を	》,,,,, }布			
		・上記の	いて、 )時間と	所面におけ	りる するせん断	iひずみタ	分布	
5.	データセット	分冊 2 「	4.3.3.	4 ニアフ・	ィールド耐	討震安定	性解析」	参照
		ケース	加	速度	変位	せん断応	カせん	断ひずみ
		<u>1-1</u> 2-1		<u> </u>	31 37		図 4.3.3-3	2
		1-2		⊠ 4.3.3-	35		図 4.3.3-3	6
		2-2	÷ 11 m	無し			図 4.3.3-3	9
6.	設定万法	又献,	記馬	<b>英, 解</b> 称	т, 判断	Т		
7.	設定根拠	-						
8.	設定条件(熱的条件)	-						
9.	設定条件(水埋字的条件)	-						
10.	設定条件(刀字的条件)	・セテル	╱┨ᢆᢆ᠘ ┶╰┷┵┿╺	四十 × トゥ	じんり ノンフレ 氏の			7 40 7 40
		処分り	〕追伸፤ ► 1 /★ 7	≦さめよし 5 取い回+	N処万11至 Nーフコ	全直さに	ついて, へ田ナエ	てれてれ
			ト   14-? - フ 感 ?	を取り囲を	ゴーアノイ	ールト3 + %、+-	王向を七	テル1七。 タルート
		対接9	の 尻 ヲ	1年1年との作	╡ <del>ℒ</del> Ĩ╒╫ӏ。 ╴┈╷╷∕⊭≊	,復迎, 每一(,	9 る児介 7 5 \	余件によ
			息。休久	シクロのて	こ ナ ノレ   七里	じ四(± まままま	1.3 M) 新安」	は、モナ
			山・広⊔ □ Z +辛 E	ヨに取ける 日の影響チ	いたりための	「安糸とは	劫余 し , 酒拭 レ	入気的に て 成 由
		いか9	こ ゆうしょう しょうしょう しょう	▶────────────────────────────────────	いしつ無修	はいこの。 第11十 相	頃城⊂し 空地震/	し, 窓皮 Imnarial
			、世し(	し設た。入	ッンユプ 目油粉 トロ	刮나,忠 기 고 <i>二</i> 기	ルビゼ辰( 山底あか	mperial こ ) 計す
		vaney z +µ ₫	/ 地辰 / 記つ?	ノの早越に	リ収奴より	, てア) *キヱ ト	い応囲か こ記字	っ八別9
		る地様	シ収りが	x 衣 小 週 り オー バー !	いに衣呪(	- こ つよ <sup>-</sup>	ノ衣作。 別にやけ	よに,紱
		1町竹内	三日の	ューハーノ	ヽックのる 「」+ →□■	ᆘᅶᄽᆘ	別にのり	の石窟と
		の材料	キーク 建築	冗に ノい ( ± 赤 叱 ナ =	、ld , 地彦 EIII マキマ	ミロテンジョン	骊・せん ー イン・	といってリ
		/よど0. 	ア理論	元安形をえ 一座在 ++ -	∇呪じさる	いよつン	ヨコント	安系によ
		リセァ	-ル1七。	綾餌材に	I, Kamb	erg-Usg	ood 型(	RUセデ

付表1-77(1/2) ワーク項目に関する技術情報

r		
		ル)の構成則を適用した非線形材料としてモデル化。RO
		モデルパラメータは,動的三軸試験結果のフィッティン
		グより設定。
		・境界条件・荷重条件
		モデル上面・下面は,無限遠方の震源から到達する入射
		波が鉛直上方に伝播する過程を表現できるよう無限粘性
		境界要素を設定。モデル化する廃棄体が処分パネル中心
		付近に位置し、パネル端部における非周期的な影響を受
		けないものと仮定。これより,側面境界条件を隣接する
		廃棄体と周期的対称性をもたせることのできる多点拘束
		条件として設定。
		・物性値
		分冊2「4.3.3.4 ニアフィールド耐震安定性解析」参照
		- 全応力解析関連(1相系解析);表 4.3.3-7
		- ジョイント要素関連 ; 表 4.3.3-8
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	・計算時間ステップ ; 0.001 sec
		・計算時間 ; 3.0 sec
		・非線形解析手法    ;初期剛性法
15.	参考文献	谷口航ほか(1999):深部地下空洞および内部構造物の振
		動挙動に関する研究(2), JNC TN8400 99-054.
		谷口航ほか(1999):ニアフィールドの耐震安定性評価,
		JNC TN8400 99-055.
		森康二ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層処分
		の工学技術的検討(その5),H12土木学会全国大会予 講集
		谷口航ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層処分
		の丁学技術的検討(その6),H12+木学会全国大会予
		□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □
		│ 森康二ほか:人工バリアシステムの耐震性評価手法の開発 /
		サイクル機構委託研究報告書(コンピュータソフト開発
		株式会社).
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.1.5 力学特性試験
		RD-3.3 坑道耐震安定性
		RD-4.2 構造力学安定性評価
		RD-4.4.1 岩盤初期応力解析
		RD-4.4.2 人工バリア自重解析
		RD-4.4.3 人工バリア固有値解析
17.	下流側ワーク項目	PA-6 変動シナリオ評価

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-4.4.4
2.	ワーク項目	地震応答解析 (有効応力解析)
3.	概要	人工バリアのみを対象とした地震応答解析を実施。解析コ
		ードは,土・水の動的相互作用を考慮した3次元有効応力
		解析コード(FEM)を使用。緩衝材,岩盤の土質材料は,
		土骨格,間隙水として考慮した有効応力解析(二相系解析)
		を前提とし,以下のケーススタディを実施。
		ケース 岩種 定置方式 処分深度 緩衝材 初期条件 11日 1日
		1-3         硬岩 <th< th="">           &lt;</th<>
		<u>1-4</u>   軟岩   <u>1-4</u>   00 座合脳張解析結果上10月にわる初期応力・水圧提を使
		用。ただし、同解析結果は軸対称モデルによるものであり、
		応力テンソルへの座標変換により3次元応力場を作成。
		地震時の繰返し載荷時の過剰間隙水圧の上昇とそれに伴う
		土骨格剛性の低下は,全応力解析に Seed 式に基づいた過
		剰間隙水圧の発生・蓄積モデルおよびダルシー則に基づく
		消散モデルを組み合わせることにより予測。
4.	設定パラメータ	・絶対加速度(時刻歴,フーリエスペクトル)
		・相対変位(時刻歴)
		・間隙水圧(地震終了後の緩衝材内の分布)
5.	データセット	
		リース         加速度         支位         しん町心り         しん町ひりみ           1-3         図 4.3.3-40         図 4.3.3-40
		1-4 無し
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	間隙水に関する境界条件を設定(下記参照)
10.	設定条件(力学的条件)	・モデル化
		オーバーパック,緩衝材からなる人工バリアについて対
		称性を考慮した 1/8 領域をモデル化。ガラス固化体は省
		略し、オーバーバックのみでモデル化。
		FU週出注唯秘」凶 4.3.3-12 を 変 に。 间 原 小 に 刈 9 る 現 
		/ ^^ホけは以下のこのり。 _ 経衛材処側・排水倍甲(静水圧 10 MD。に田宗)
		- 対称谙界面・非排水培界
		·物性值
		- 透水係数 :4.5 × 10 <sup>-13</sup> m/s
		- 液状化特性

付表1-77(2/2) ワーク項目に関する技術情報

		液状化応力比 R <sub>120</sub> ;0.592
		実験定数η ; -3.11
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	・計算時間ステップ ; 0.001 sec
		・計算時間 ; 3.0 sec
		・非線形解析手法 ; 初期剛性法
15.	参考文献	谷口航ほか(1999):深部地下空洞および内部構造物の振
		動挙動に関する研究(2),JNC TN8400 99-054.
		谷口航ほか(1999):ニアフィールドの耐震安定性評価,
		JNC TN8400 99-055.
		森康二ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層処分
		の工学技術的検討(その5),H12土木学会全国大会予
		講集.
		谷口航ほか(2000):第2次取りまとめにおける地層処分
		の工学技術的検討(その6),H12土木学会全国大会予
		講集.
		│森康二ほか:人工バリアシステムの耐震性評価手法の開発,
		サイクル機構委託研究報告書(コンピュータソフト開発
		株式会社).
16.	上流側ワーク項目	RD-3.3 坑道耐震安定性
		RD-4.2 構造力学安定性評価
		RD-4.4.1 岩盤初期応力解析
		RD-4.4.2 人工バリア自重解析
		RD-4.4.3 人工バリア固有値解析
17.	下流側ワーク項目	PA-6 変動シナリオ評価



付図1-16 「処分技術」建設・操業・閉鎖に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-5.1
2.	ワーク項目	建設
3.	概要	処分場の建設に関する技術的検討と建設方法の例示
4.	設定パラメータ	
5.	データセット	
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.2 定置方法選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1 坑道設計
		RD-3.2 空洞安定性評価
		RD-3.3 坑道耐震安定性
		RD-3.4 坑道配置(熱解析)
		RD-3.5 レイアウト検討
47		RD-3.6 フラク/クラワト/埋戻し材設計
17.	ト 流側 リーク 項目	RD-1.2 定直万法選定
		RD-1.3 処分深度設定
		KD-3.1 坑道設計
		RD-3.2 空洞女走住評価 DD-2.2 估道耐雾实定性
		RD-3.5 レイアウト 検討
		RD-36 プラゲノゲラウトノ埋定し材設計
		PA-3.1.3 EDZ モデル化(亀裂ネットワークモデル)
		PA-3.3.3 EDZ モデル化(連続体モデル)

付表1-78 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-5.2
2.	ワーク項目	操業
3.	概要	処分場の操業に関する技術的検討と操業方法の例示
4.	設定パラメータ	
5.	データセット	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.2 定置方法選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-2.1 オーバーパック設計
		RD-2.2 緩衝材設計
		RD-3.1 坑道設計
		RD-3.5 レイアウト検討
17.	下流側ワーク項目	RD-1.2 定置方法選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-2.1 オーバーパック設計
		RD-2.2 緩衝材設計
		RD-3.1 坑道設計
		RD-3.5 レイアウト検討

付表1-79 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	RD-5.3
2.	ワーク項目	閉鎖
3.	概要	処分場の閉鎖に関する技術的検討と閉鎖方法の例示
4.	設定パラメータ	
5.	データセット	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件 (熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.2 定置方法選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1 坑道設計
		RD-3.5 レイアウト検討
		RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計
17.	下流側ワーク項目	RD-1.2 定置方法選定
		RD-1.3 処分深度設定
		RD-3.1 坑道設計
		RD-3.5 レイアウト検討
		RD-3.6 プラグ / グラウト / 埋戻し材設計
		PA-3 水理特性評価

付表1-80 ワーク項目に関する技術情報



付図1-17 「性能評価」分野のワークフロー階層構成図



付図1-18 「性能評価」シナリオ分析に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-1.1
2.	ワーク項目	FEP リスト作成
3.	概要	わが国の地層処分概念や地層処分システムの構成およ
		び期待される安全機能を踏まえ、システムの性能やそれ
		に関係する全ての特質 (Feature), 事象 (Event), プ
		ロセス (Process)を包括的な FEP リストとして作成。
4.	設定パラメータ	包括的 FEP リスト
5.	データセット	包括的 FEP リスト : ( 総論 表 5.4-1 参照 )
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	国際的な協力により作成されている汎用的な FEP リス
		ト(OECD/NEA,1997)や国内外での研究例(電中研・
		電事連,1999)を参考に,科学的知見や専門家の判断
		を活用しながら 安全評価上重要な現象に関して見落と
		しが無いように配慮。
		わが国の地層処分システムと関係のない FEP (使用済
		燃料に固有の FEP など)は含めない。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	地層処分の安全機能とそれらに影響を与える可能性が
		ある要因(図-A 参照)
15.	参考文献	OECE/NEA (1997): Safety Assessment of Radioactive
		Waste Repositories – Systematic Approaches to
		Scenario Development – An International
		Database of Features, Events and Processes, Draft
		Report of NEA Working Group on Development of
		a Database of Features, Events and Processes
		Relevant to the Assessment of Post-Closure Safety
		of Radioactive Waste Repositories.
		電中研・電事連(1999): 局レベル放射性廃棄物地層処
10		プ の 争 美 化 技 術.
16.	<u>上流側リーク項目</u> 工流側ロータ項目	
17.	ト沭側ワーク項目	PA-1.2 FEF 取括選択
		PA-1.4 シテリオ作成

付表1-81 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 地層処分システムに期待する安全性能と影響要因

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-1.2
2.	ワーク項目	FEP 取捨選択
3.	概要	各 FEP ごとに,科学的な原理・原則や,室内および原
		位置における観察や実験から得られる情報と ,それらに
		基づく専門家の考え方などを整理し ,FEP を取捨選択。
4.	設定パラメータ	対象 FEP リスト ( 除外 FEP )
5.	データセット	除外 FEP リスト:表·A,表·B 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	適切な処分サイト選定 , 適切な工学的施策 , 発生
		確率の視点で処分システムに有意な影響を及ぼさない
		と判断される FEP(表A 参照), 処分システムへの
		影響が無視できるほど小さいと判断した FEP(表·B 参
		照)を包括的 FEP から除外。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
		RD-0 処分技術(設計)
		PA-1.1 FEP リスト作成
17.	下流側ワーク項目	PA-1.3 PID 作成
		PA-1.4 シナリオ作成

付表1-82 ワーク項目に関する技術情報

表 - A j	適切なサイト選定	,工学的対策,	発生確率の視点	で除外したFEP
---------	----------	---------	---------	----------

除外した FEP [表 5.4-1 に対応する FEP 番号]	根拠
地震・断層活動 :付録 B 参照 [NP-1]	第 III 章での検討から,十万年程度の将来については,現在までの活動の継続として, 断層活動を評価することが可能と考えられる。したがって,個々の活断層について, 処分施設との間に適切な距離を確保することにより,重大な影響は避け得ると考えら れる。また,断層が発達しているわが国ではまったく弱面の存在しない岩盤に新たに 断層が発生する可能性は小さい。仮に新たな断層が生じた場合,初期の断層は小規模 な破断の集合帯として徐々に成長するため,これが大きな変位を生じさせる大断層に 急速に成長する可能性はきわめて小さい。仮に断層活動による地層処分システムへの 影響の発生を想定するとしても,その確率はきわめて小さく,リスクの試算から,そ の影響も諸外国で提案されている上限値を十分下回ると考えられる。
火山・火成活動 :付録 B 参照 [NP-2]	第 III 章での検討から,十万年程度の将来については,数十万年~百数十万年程度の 火山活動の時間的・空間的変化に基づき,将来の活動場を評価することが可能と考え られる。したがって,処分場を現在の火山地域からその範囲を考慮して離すことによ り,火山活動による重大な影響は避け得ると考えられる。仮に火山活動による地層処 分システムへの影響の発生を想定するとしても,その確率はきわめて小さく,リスク の試算から,その影響も諸外国で提案されている上限値を十分下回ると考えられる。
工学的対策に関する 初期欠陥 *1 [G-7.1, B-7.1/B-7.2]	ガラス固化体,緩衝材などの製作・施工については,基本的に現状の手法を適用する ことにより,それらの品質を管理し,もし不備があったとしてもそれを検出・補修す ることが可能であると考えられる。そのため,工学的対策に関する初期欠陥が生じる ことは考えにくい。
将来の人間活動 *2 :付録 A 参照 [HA-1(直接的な接触)]	資源のない場所に適切な深度でサイトを構築することにより処分場への人間の直接 的な接触の可能性は小さくなる。また,専門部会報告書でも述べられているように, 意図的な人間侵入については,そうした活動を起こす責任はその社会に帰属すべきと の観点から,またはそれに対し防護しようと試みるのは無意味との観点から,評価す る必要はないと考えられている(たとえば,OECD/NEA,1995)。さらに,意図しな い人間侵入の発端として,ボーリングを考える場合,侵入者自身に対する危険性や地 表へ運ばれる物質による公衆に対する危険性についてリスクを解析することは,固有 の処分場サイトや設計について有益な情報を与えるとは考え難く,人間侵入に対する 処分場の性能を判断する技術的基礎を与えることとはならない(NAS,1995)。
隕石の落下 [NP-5]	隕石の衝突は,日本においてのみの特徴的な現象ではなく,地球上においてランダム に発生するものである。これまでに行われた評価例によれば,処分場の深さまで直接 影響を与えるような隕石の衝突頻度は, $1.5 \times 10^{-13} [\text{km}^2 \text{ y}^1]$ (Goodwin et al., 1994) から $5 \times 10^{-10} [\text{km}^2 \text{ y}^1]$ (Diebold and Mueller, 1984)の範囲にあり,地層処分システ ムの性能に影響を及ぼす可能性はきわめて小さいと考えられる。
臨界 [H-6.4]	臨界の可能性については,兵器級ブルトニウムを地層処分することによる自己触媒的 な臨界到達の可能性が指摘された(Bowman and Venneri, 1995)。しかし,このよ うな臨界が生じるうえで必要となる種々のプロセスに対する発生確率は無視できる 程小さく,仮に臨界が発生しても放出エネルギーがきわめて小さく,地層処分システ ムの性能に影響を与えることはないと判断されている(Parks et al., 1995) Konynenburg, 1995)。また,安ほか(1998)は,ガラス固化体を地層処分する場合 について,臨界が生じる可能性を論じている。その結果として,処分場に埋設された 40,000本のガラス固化体から放出された核種がすべて1点に濃集すると仮定しても, ウランが媒体中で動きにくい場合,ウランの濃集量は高々数モル程度と無視できるく らいに小さいことを示し,仮に濃集が起きた場合でも,母岩である花崗岩の間隙率が 30%を超えない場合,臨界事象の可能性は否定できるとした。

\*1 オーバーパック,埋め戻し材,プラグ,立坑/トンネルなどの製作・施工についても,基本的に現状の手法を適用ま たは準用することにより,それらの品質を管理し,もし不備があったとしてもそれを検出・補修することが可能であ ると考えられる[OP-7.1,D-7.2,D-7.1]。ただし,安全評価においては,諸外国での検討例(たとえば,AECL,1994; Nagra,1994a; Vieno and Nordman,1999)を参考にしながら,初期欠陥として,オーバーパックの不完全な密 封,処分坑道などのシーリングミスが発生することをあえて想定した変動シナリオを作成し,評価解析を実施する。 \*2 資源のない場所に適切な深度でサイトを構築することにより,地層処分システムに有意な影響を及ぼすような人間活 動が発生することは考えにくい[HA-1,HA-2]。ただし,安全評価においては,将来の意図しない人間活動(ボーリ ング,井戸の掘削・採水)による影響が発生することをあえて想定した変動シナリオを作成し,評価解析を実施する。

除外した FEP [表 5.4-1 に対応する FEP 番号]	根拠
人工バリア中での地下水流れ [B-2.3/B-6.3.1, OP-6.3.1]	緩衝材は, 飽和にともなう膨潤と, 施工において生じた隙間や周辺岩盤の亀裂に対する自己シール により,低透水性の場が実現される。これにより,人工バリア中の地下水流れは非常にゆっくりと したものとなり,核種の移動の駆動力とはならない。
塩の蓄積 [B-4.9]	埋め戻し後初期の,不飽和で緩衝材中の温度勾配が大きい期間には,塩の蓄積が生じ,局所的な化 学的環境変化が生じることも考えられる(Karnland and Pusch, 1995)。しかしながら,温度勾配 が小さくなり,緩衝材が地下水で飽和された後には,蓄積された塩は可溶性不純物として溶解し, 拡散により散逸すると考えることができる。
母岩中での沈殿 / 溶解 [H-6.3.4]	核種濃度は,基本的にガラス固化体近傍が最も高く,外側に向かって減少する。また,親核種から の崩壊により娘核種の沈殿が起こるには,親核種に比べて娘核種の溶解度や分配係数が小さいこと が必要であり,沈殿が生じるとしてもその量は小さいと考えられる。そのため,母岩中での沈澱が 核種移行に大きな影響を及ぼす可能性は低いと考えられる。
熱膨張 [G-1.3, OP-1.3, B-1.3, D-1.3,H-1.3]	緩衝材の温度が 100 未満となるよう処分場が設計されるため,緩衝材,ガラス固化体,オーバー パック,処分施設および母岩の機能に影響を与えるような熱膨張が発生することは考えにくい。
有機物,微生物 [G-4.5/G-4.6, OP-4.8,B-4.5/B-4.6, D-4.5/D-4.6,H-4.5]	有機物は分子サイズが大きい場合圧縮ベントナイトによりろ過されることが実験により確認されて いる(金持ほか,1999a)。核種と有機物の錯体形成は、炭酸などのほかの配位子との競合を考慮す るとその影響は大きくないとの報告がある(金持ほか,1999b,1999c)。また、ベントナイトに含 まれる有機物の影響については、ベントナイトを用いた拡散試験から得られた実測値に含まれてい る。 微生物は,分子サイズが大きいため圧縮ベントナイトでろ過されることが実験で確認されている(嶺 ほか,1999a)。微生物の存在は、地下水中の酸化還元反応速度に影響を与えるが、平衡を仮定した 地下水水質形成モデルの中で、その影響を考慮していると考えることができる。また、米国 WIPP サイトの条件を考慮して破砕した岩石を用いたコロイド移行室内試験においては,微生物の移行は、 岩石によるフィルター効果で著しく遅延されているという報告(Yelton et al.,1996)もある。 しかしながら、有機物や微生物による影響の詳細な検討は、今後の具体的な地質環境条件での研究 に依存するものと考える。
緩衝材中でのコロイド移行 [OP-6.3.5,B-6.3.5]	実験により金コロイド(15nm)が圧縮ベントナイトによりろ過されることが確認されている (Kurosawa et al., 1997)ことから,人工バリア中で生成するコロイドは,緩衝材でろ過されると 考えられる。
ガス生成 / 移行 [G-4.4, OP-6.3.6, B-4.4/B-6.3.6, D-4.4/D-6.3.6,H-4.4/H-6.3.6]	ガスの発生については,オーバーパック腐食による水素ガスの発生が卓越している。腐食速度が時間的に減少する(本田ほか,1997)ことから,透気が起こるほどの水素ガスの蓄積はないと考えられる(4.4.4 参照)。また,仮に透気が起こったとしても,緩衝材の自己シール性により透気経路は閉塞されることを示す実験結果も得られている(Tanai et al., 1997)。崩壊により生成される放射性のガス成分や微生物によるメタンガスの生成が考えられるが,それらの量は水素ガスに比べ有意ではない。
放射線分解 / 放射線損傷 [G-5.2/G-5.3, OP-5.2/OP-5.3, B-5.2/B-5.3, D-5.2/D-5.3, H-5.2/H-5.3]	放射線分解で発生し得る酸化剤( $H_2O_2$ など)の量に比べて,人工バリア中に十分な量の還元物質(オ ーパーパックやその腐食生成物,緩衝材中の黄鉄鉱,地下水中の還元物質)が存在することにより 酸化性雰囲気は緩衝されると考えられる(動力炉・核燃料開発事業団,1992; Nagra, 1994a)。放射 線損傷については,ガラス固化体への $\alpha$ 線の影響やスメクタイトへの $\gamma$ 線の影響は小さいものと考 えられる(動力炉・核燃料開発事業団,1992)。
オーバーパックの沈下 [OP-3.5]	保守的な仮定に基づいたとしても沈下量は小さく(4.4.12)参照), オーバーパックの腐食膨張によ る比重低下や緩衝材の圧縮は沈下をさらに起こりにくくする。
緩衝材の化学的変質 [B-4.8]	緩衝材の温度が 100 未満となるよう処分場が設計されるため,緩衝材性能を損なうようなスメク タイトのイライト化やセメンテーションは起こらない(動力炉・核燃料開発事業団,1992)。また, セメント材料を用いる際でも,その材料を適切に選定すれば,スメクタイトの顕著な変質は避けら れると考えられる(久保ほか,1998;黒木ほか,1998)。
処分施設の変形や流出 [D-3.4/D-3.5]	プラグ / グラウト,支保工,埋め戻し材については,環境条件を勘案し,変形や流出のような変化 があっても,それが人工バリアや天然バリアの機能を損なわないように配慮すると考えられる。
処分施設中での核種移行 [D-5.1/D-6.1/D-6.2/D-6.3]	プラグ / グラウト , 支保工 , 埋め戻し材については , それら自身に安全性を高める機能は期待して いない。
母岩の化学的変質 [H-4.8]	緩衝材の温度を最大でも 100 未満となるように処分場のレイアウトが設計され,母岩の温度は, 埋め戻し後の初期に地温より数十 高い時期があるにすぎず,地下水と鉱物との化学的相互作用に 大きな影響を及ぼすとは考え難い。長期において,母岩が変質を受けたとしても,充填鉱物の生成 や亀裂を移行する物質の岩石基質部への拡散が起こりやすくなるといった好ましい効果が期待でき る。また,支保工の影響についても,低アルカリ性コンクリートの使用により,母岩の著しい劣化 を避けることができる。

	したFEP
--	-------

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-1.3
2.	ワーク項目	PID 作成
3.	概要	安全評価のシナリオを記述するにあたり , FEP の主要
		な相関関係を示したインフルエンスダイアグラム
		(PID)を作成。
4.	設定パラメータ	PID
5.	データセット	PID:図-A参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
		RD-0 処分技術(設計)
		PA-1.1 FEP リスト作成
		PA-1.2 FEP 取捨選択
17.	下流側ワーク項目	PA-1.4 シナリオ作成

付表1-83 ワーク項目に関する技術情報



図 5.4-4 FEP の主要な相関関係についてのインフルエンスダイアグラム

図 - A インフルエンスダイアグラム図

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-1.4
2.	ワーク項目	シナリオ作成 (基本シナリオ)
3.	概要	FEP の主要な相関関係を示したインフルエンスダイヤ
		グラム (PA-1.3 参照) に基づき,安全性能ごとに関係
		する FEP を整理し , 個々の FEP に集約された専門家
		の知見などの情報と ,それらを具体的に関係づけること
		によって、地層処分システムにおいて想定される様々な
		現象の時間的推移をシナリオとして作成。
4.	設定パラメータ	基本シナリオ
5.	データセット	基本シナリオ:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
		RD-0 処分技術(設計)
		PA-1.1 FEP リスト作成
		PA-1.2 FEP 取捨選択
		PA-1.3 PID 作成
17.	下流側ワーク項目	PA-2 放射線特性評価
		PA-6 変動シナリオ評価

付表1-84(1/2) ワーク項目に関する技術情報

時期	構成要素	シナリオ
オーバー	人工バリア	オーバーパックは,放射能や発熱が高い初期の 1,000 年間は地下水がガ
パックが	および周辺	ラス固化体に接することを防ぐように設計され,この間に Cs-137, Sr-90
核種の閉	母岩	など比較的短寿命の核種はガラス固化体中で崩壊し減衰する。
じ込め機		
能を有す		オーバーパックに封入されたガラス固化体(廃棄体)は、緩衝材の最高
る期間		温度が100 を超えないように、適切な間隔をもって定置される。人工バリ
		アとその周辺の岩盤の温度は、廃棄体定置後上昇し、10~50年後に最大と
		なる。その後温度は下降し,1,000 年後には, 深度 1,000 m の結晶買若(地)
		温 45 ) ご約 55 , 深度 500 m の堆積石 ( 地温 30 ) ご 40 ~ 50 となる。 
		小分場周辺の岩盤が再飼和し、 緩衝材は埋め戻し後 50 年までに飼和する
		1000000000000000000000000000000000000
		ベントナイト / 母岩間の隙間などが埋められ, 均質な微細間隙構造を有す
		るようになる。また,低透水性を有し,緩衝材中での物質の移行は拡散支
		記となる。オーバーパックは緩衝材中で定置された位置に保持される。緩
		衝材と埋め戻し材の膨潤圧と岩盤の地圧により,処分場内の応力の再配分
		が生じる。
		人工ハリア中に浸透してきた地下水は、緩衝材やオーハーバックの腐食
		生成物との反応によりその化学的性質が変化する。地下水はもともと遠元
		性でのり,綾衡材や腐良生成物との反応は退兀性の維持に奇与する。 
		   埋め戻し後の初期の期間は 緩衝材中や周辺岩盤に酸素が付着・残存す
		ると考えられるものの、ベントナイト中の黄鉄鉱、オーバーパックやその
		腐食生成物の酸化/還元反応により、溶存酸素はオーバーパック破損時期
		までに消費されると考えられるため、間隙水化学への影響は有意とはなら
		ない。オーバーパックは,埋め戻し後,操業期間中に持ち込まれた緩衝材
		の間隙などに残る酸素を消費して腐食する。そのオーバーパックの腐食は
		その後還元条件下で水素発生型に移行する。
		同じく埋め戻し後初期の,不飽和で緩衝材中の温度勾配が大きい期間に
		は、塩の蓄積が生じ、局所的な化学的環境変化が生じることが考えられる。
		しかしなから、温度勾配が小さくなり、緩衝材が地下水で飽和された後に
		は,畜楨された塩は浴解し, 孤散により散逸することにより, その影響は
	l	有恵とはならない。

表 - A 基本シナリオの記述

+ 11	
オーハー	オーハーハックは、腐良の進行にともないての強度が周囲からの心力を
ハックか	ト回つに段階で機械的に破損9る。設計で見込まれるオーハーハックの寿
閉し込の	節は 1,000 年でめり、この間にカラス固化体から生しる熱および放射線の
機能を喪	影響は無視でさる程度によで小さくなる。 _ アノイールトの温度は 10,000
矢した後	年以内に処分場周辺宕盤の初期の地温に等しくなる。
の期間	
	オーハーハッグ破損後、地下水がカラス固化体に接触し、カラスマトリ
	クスの溶解にともなって放射性核種が地下水中に溶出を開始する。このと
	き,カラス固化体には,製造時の冷却やオーバーバック破損後の応力によ
	る割れが生じていると考えられ、これが単位時間あたりのカラスの溶解量
	に影響を及ほす。また、ガラスの溶解が進むことにより体積が減少し、そ
	れにともなう表面積の減少が単位時間あたりの溶解量を低下させる。
	主要な放射性元素の多くは還元条件で難溶性であるため、カラス固化体
	からの溶出あるいは親核種からの崩壊により溶解度を超えると沈殿を生じ
	る。その際,同位体が存在する場合には,それぞれの核種の濃度は同位体
	存在比に応じて、その元素の溶解度よりも小さくなる。難溶性の核種は、
	このように溶解度により制限される濃度を上限とした濃度勾配にしたがっ
	て緩衝材中を溶質として拡散移行し,その過程で緩衝材の構成鉱物に収着
	することにより,移行が遅延される。核種は,人工バリア中を移行する間
	にも放射性崩壊により減衰 / 生成する。緩衝材外側周辺を通過する地下水
	の流れは一般的に遅く,緩衝材中の濃度勾配は緩やかなものとなる。
	綾街材以外に,オーハーハックの腐食生成物層においても,収着などに
	より核種移行が遅処される可能性がめる。
	ガラフ国化体中に方在する放射性核種からの放射線に上り緩衝材閉隙水
	の
	の成別添力解が起こう酸化剤(過酸化小系小,溶性酸系なこ)が生きるが、
	八上ハウア内の逸儿則(オーハーハウノここの腐良土成初, 級則初中の更   鉄鉱 地工水山の漂売物質など)との反応に上り 酸化剤が方在し結ける
	してもカノス回化体処防にととよる。
	また、緩衝材の微細間隙構造がもたらすフィルトレーション機能により、
	コロイド、有機物あるいは高分子量の天然有機物の移行は抑制される。
	プラグ,グラウト,支保工としてセメント系材料を用いる場合には,低
	アルカリ性コンクリートを考える。そのため、緩衝材は、長期間にわたっ
	て顕著な変質を起こさず,所要の安全機能を発揮する。
	緩衝材の母岩の亀裂への侵入は,緩衝材密度を低下させる可能性がある
	ものの,亀裂の開口幅や周辺母岩中の流速が浸食を促進するほど大きくは
	ないため制限され,緩衝材密度の顕著な低下を生ずることはないと考えら
	れる。また,設計によって最高温度が100 未満となるように定置間隔が設
	定されるため,長期間にわたって緩衝材の顕著な変質は生じない。還元状
	態でのオーバーパックの腐食にともない発生する水素ガスについては,時
	間とともに腐食速度が小さくなることなどから緩衝材の膨潤圧程度まで蓄
	積することはない。オーバーパックの腐食膨張や沈下については、緩衝材
	の厚さや密度を低下させる可能性があるものの、設計において考慮されて
	おり人工バリアの機能を損なうことはない。処分施設や母岩についても人
	エバリアの性能に影響を与えるような物理的 / 化学的な変化はない。

母岩	母岩中の地下水および物質の移動は, 亀裂が卓越する場合, 透水性亀裂 の不均質なネットワーク構造中で生じる。緩衝材外側に達した放射性核種 は,その全量が緩衝材に接する母岩中の亀裂に移行する。亀裂に移行した 核種は地下水の流れによりネットワーク構造中を移流・分散により溶質と して移行する。亀裂中の核種は拡散により岩石基質部に移行(マトリクス 拡散)し,岩石基質部の鉱物表面への収着により遅延される。また,粒子 間隙中の流れが支配的な場合には,母岩に移行した核種は,不均質な地質 構造内のゆっくりした地下水の流れによる移流・分散により溶質として移 行する。核種の移行は,粒子間隙中での鉱物表面への収着により遅延され
	る。核種は、母石中において放射性崩壊により減衰/生成する。 地下水中のコロイドに核種が収着して疑似コロイドを形成した場合,亀 裂中での核種のマトリクス拡散による遅延効果が減少することにより,核 種の移行挙動に影響を与える可能性がある。一方,コロイドは鉱物の表面 への付着などの相互作用を持つことも確認されており,コロイドの岩石へ の付着による遅延も期待される。
	処分場内に廃棄体が距離を置いて配置されることにより,核種は処分場 領域内の母岩を移行し,この間にも母岩によって核種が遅延される。核種 移行遅延効果を受ける。また,複数の廃棄体が存在することにより,地下 水の流れの上流側に位置する廃棄体から溶出してきた核種が下流側の廃棄 体周辺に至り,緩衝材外側での核種濃度が上昇することによって,緩衝材 中での濃度勾配がさらに緩やかになる。この結果,下流側の緩衝材からの 核種の放出率が小さくなる。
	母岩として軟岩系岩盤を想定する場合,空洞の力学的安定性を確保する ために支保工を必要とする。支保材としてコンクリートを用いた場合,支 保工と反応した地下水が緩衝材中に浸透し,緩衝材間隙水を変化させる。 また,支保材自体が化学的に変質する。このため,支保工に期待する性能 が長期的には発揮されなくなる場合,オーバーパック腐食膨張による応力 や岩盤のクリープが,人工バリア周辺岩盤,すなわち掘削影響領域に力学 的影響を及ぼす可能性がある。
	上述した母岩および人工バリアの挙動は,地質環境の特性の違いに応じ て変化する。 ・想定する地形に起因する地下水流れに関係する特性(動水勾配など) の違い ・想定する岩種に起因する物質移行特性の違い ・相定する地下水組成に起因する物質移行特性の違い
	「忍止」の地下小組成に此凶」の初見修行特性の運い
移行経路にな	地下水流れに対して処分場の下流側に位置する大規模な断層破砕帯に到
ると仮定した	達した核種は , この中を移流・分散により溶質として移行する。この間に
大規模な断層	も,核種や拡散や収着により遅延され,放射性崩壊により減衰/生成する。
破砕帯	
生物圏	人工バリアから母岩と断層破砕帯を移行した放射性核種は,母岩上に位
	置する最初の帯水層を経て地表の環境に達した後,地表の環境中を移行し
	ながら、さまざまな被ばく経路を通じて最終的に人間に放射線影響を及ぼ
	<b>a</b>
天然現象	広域で緩慢な現象である隆起・侵食や気候・海水準変動については 処
>\7.7.1.1.1.1.1.15	→ パム・ス いる R & C & O & C & C & C & C & C & C & C & C

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-1.4
2.	ワーク項目	シナリオ作成 (変動シナリオ)
3.	概要	天然現象や将来の人間活動,ならびに工学的対策に関わ
		る初期欠陥の発生によって処分システムの性能に有意
		な影響が及ぶことは考えにくいものの ,それらをシナリ
		オの不確実性として取り扱うためのシナリオ( 変動シナ
		リオ)を作成。
		接近シナリオは、適切なサイト選定とそのサイトに応じ
		た工学的施策が適切に行われれば ,その発生はきわめて
		考えにくいが 仮想的な事例検討して評価を行うための
		シナリオとして設定。
4.	設定パラメータ	変動シナリオ(接近シナリオ)
5.	データセット	変動シナリオ ( 接近シナリオ ): 表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
		RD-0 処分技術(設計)
		PA-1.1 FEP リスト作成
		PA-1.2 FEP 取捨選択
		PA-1.3 PID 作成
17.	ト流側ワーク項目	
		PA-6 変動シナリオ評価

付表1-84(2/2) ワーク項目に関する技術情報

事象	シナリオ
天然現象	隆起・侵食
	隆起とともに侵食が長期間にわたって継続することにより , 時間の経
	過とともに処分場の深度が徐々に減少する。ある深度以浅では,処分環
	境について,土被りの減少などによる地下水の流動の変化,地表の酸化
	環境による地下水組成の変化が生じる。
	気候・海水準変動
	10 万年周期の氷期 - 間氷期サイクルが将来的にも継続し , 約 10 万年
	後の最氷期(最寒冷期)に向けて、気候は寒冷化し海水準は低下してい
	く。これにより,沿岸地域においては海水域と淡水域の分布変化が生じ,
	沿岸海底に処分場が設置される場合には,地下水の地球化学的環境が変
	化する。
初期欠陥	オーバーパックの不完全な密封
	溶接ミスなどで,オーバーパック密封が不完全なものとなり,それが
	検出・補修されないことによって , オーバーパックが設計寿命よりも早
	く破損する。
	埋め戻し・プラグの施工不良
	処分坑道やアクセス坑道などに対するプラグあるいは埋め戻しが不十
	分で、それが検出・補修されないことにより、地下水や核種の卓越的な
	移行経路が生ずる。
将来の人間	資源のない場所に適切な深度で処分場を構築することにより、処分場へ
沽動	の人間の直接的な接近の可能性は小さくなると考えられるが、将来の人間
	活動に起因する変動シナリオとして、以下のものを想定する。
	・开戸の掘削と採水
	・ホーリンク孔の周りに発生する掘削影響領域を通して、地表の酸化性地
	ト水が処分場に侵入
	・ホーリングの周りに発生する拙則影響領域を通して、処分場からの核種
工业扣存	か地表現した移行 加入いることの世代に応認的な通知されて可能性のまる。DBD についる
大怂堄家	― 処方ンステムの性能に光光的な愛乱を招く可能性ののる「EEP」について は、完全証価の対象から除却しているが、NITの専免は専例検討トレスの
	は、女王評11100対象から味外しているか、以下の事家は事例快討としての   証価を行う
	評価を行う。   - 小山活動にトス 加公提近傍の地質環接における熱的 力学的 水理学
	<ul> <li>・ 八山/凸動による,処力场坦広の地員坂境にのける熱的,力子的,小埕子</li> <li>         的 化学的た冬州の容務的本化     </li> </ul>
	• [[[[  ]]] [  ]
	事象         天然現象         初期欠陥         将来の人間         活動         天然現象

表 - A 変動シナリオ / 接近シナリオの記述





付図1-19 「性能評価」インベントリ評価に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-2.1.1
2.	ワーク項目	ガラス固化体評価
3.	概要	わが国で地層処分の対象となるガラス固化体(JNFL,
		COGEMA, BNFL, TVF)について, 燃焼条件, 再処
		理条件,固化条件,貯蔵条件に基づき,核種生成・崩壊
		コード ORIGEN を用いて評価。
4.	設定パラメータ	発熱量,放射能,核種量,毒性指数
5.	データセット	放射能:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	インベントリ計算条件:分冊3 表 5.3.1-1 参照
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	燃料中に含まれる不純物と構造材が照射される発生す
		る放射化生成物を考慮。
15.	参考文献	石原義尚ほか(1999): 高レベル放射性廃棄物ガラス固
		化体のインベントリ評価 , JNC TN8400 99-085.
16.	上流側ワーク項目	-
17.	下流側ワーク項目	RD-1.1 对象固化体選定
		RD-3.4 坑道配置(熱解析)
		RD-4.1 熱・水理特性評価
		PA-2.1.3 対象核種選定
		PA-2.2 放射線場評価

付表1-85 ワーク項目に関する技術情報





No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-2.1.2
2.	ワーク項目	対象核種選定
3.	概要	ガラス固化体から溶出した核種が瞬時に母岩上の帯水
		層に運ばれると仮定し ,帯水層中の核種濃度が「周辺監
		視区域外の水中の濃度限度」の 1/1,000 を超える核種を
		抽出して選定。
4.	設定パラメータ	移行評価の対象核種(元素)
5.	データセット	対象核種:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	抽出された核種のうち,半減期が1年以上の核種を対
		象とし,半減期が1年未満の崩壊系列核種は親核種と
		放射平衡が成り立つと仮定(対象核種から除外)。
		4N+2 系列のブランチ(Am-242m Pu-238 U-234)
		については,人工バリア中核種移行解析の結果により,
		影響が小さいことを確認(対象核種から除外。)
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	帯水層中の地下水流量:1×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /y(井戸の揚水量の
		オーダーに相当する値)
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	レファレンスケースのガラス溶解速度に対して、保守的
		に 10 倍の値を設定。
12.	設定条件(放射線学的条件)	オーバーパックの設計耐用年数(1,000 年)以降の放射
		能量の最大値を使用(崩壊連鎖を考慮)。
13.	設定条件(物質移行条件)	処分システムのバリア機能(核種移行遅延効果)を無視
		した非常に保守的仮定に基づき、次式により帯水層(井
		戸水)中の核種濃度を算出。
		$(A \cdot N)$
		$C \left( \frac{T}{T} \right) / C$
		$C = \sqrt{Q}$
		   ここで C・井戸水中の核種濃度 [Ba/m³] A・処分後 1 000
		年以降の固化体中の各核種の最大放射能 [Bq], N: 固化体
		本数(4万本), T:ガラス溶解時間 [y], Q:帯水層の地下
	地中な性(スマル)	水流量 [m³/y]
14.	設正余件(その他)	-
15.	参考又献 人 法 例 日 - 5 日 日	
16.	上流側リーク項目	
17.	ト が 側 リーク 項目	PA-5.1 人工ハリア甲核種移行特性テータ取得
		PA-5.2 大恐ハリア甲核種移行特性テーダ取得
		FA-5.3 人上ハリア甲核種移行評価
		PA-5.4 大怒ハリア甲核種移行評価

付表1-86 ワーク項目に関する技術情報

放射化生成物 /	Sm-151 , Cs-137 , Sn-126 , Pd-107 , Tc-99 , Nb-94 ,	
核分裂生成物	Zr-93 Nb-93m , Se-79	
4N 系列	Pu-240 U-236 Th-232	
4N+1 系列	Cm-245 Pu-241 Am-241 Np-237 U-233 Th-229	
4N+2 系列	Cm-246 Pu-242 U-238 U-234 Th-230 Ra-226 Pb-210	
4N+3 系列	Am-243 Pu-239 U-235 Pa-231 Ac-227	

表 - A 核種移行解析において考慮する放射性核種

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-2.1.3
2.	ワーク項目	核種インベントリ
3.	概要	核種移行評価の初期インベントリの設定
4.	設定パラメータ	核種量
5.	データセット	核種量:分冊3 表 5.3.1-2,表 6.1.2.1-2参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	インベントリ評価結果に基づき, OP 破損時間に応じて
		インベントリを設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	移行評価において溶解度の同位体分割を取り扱うため、
		安定同位体のインベントリを合わせて設定。
14.	設定条件(その他)	OP 破損時間
		・レファレンスケース:1,000 年(設計耐用年数)
		・データ不確実性ケース:10,000 年
		・代替設計ケース:1 万年,10 万年,100 万年
		・地質環境変更ケース:1 万年,10 万年,100 万年
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-1.1 対象核種選定
		RD-2.1.1 腐食評価
		PA-2.1.1 ガラス固化体評価
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3 人工バリア中核種移行評価

付表1-87 ワーク項目に関する技術情報



付図1-20「性能評価」放射線場評価に関するワークフロー

全 ' 1 (-351-) JNC TJ8400 2003-037

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-2.2
2.	ワーク項目	放射線場評価
3.	概要	オーバーパック厚さをパラメータとして , MCNP コー
		ドを用いて放射線輸送解析を実施。オーバーパック表面
		位置での線量等量率,吸収線量率を算出。
4.	設定パラメータ	線量等量率,吸収線量率
5.	データセット	線量等量率:表 - A , 表 - B 参照
		吸収線量率:図-C参照(分冊2 図4.1.1-20)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	モデルガラス固化体のインベントリ評価条件(基本)
		・燃焼度:45,000 MWD/MTU
		・比出力:38.0 MW/MTU
		・濃縮度:4.5%
		・再処理までの冷却期間:4年
		・ウラン等価量: <b>0.8 MTU</b> /本
		・貯蔵期間:50 年
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	解析条件
		・OP 材質:炭素鋼
		・緩衝材:30%ケイ砂混合,100%飽和
15.	参考文献	Sawamura et al. (2000) : Evaluation of Long-Term
		Irradiation Field in Geological Disposal of
		High-Level Radioactive Wastes, Journal of Nuclear
		Science and Technology, Supplement 1, p.310-315.
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1 インベントリ評価
		RD-2.1 オーバーバック設計
4-		RD-2.2 緩衝材設計
17.	ト	KD-2.1.3 放射線遮へい性
		PA-4.2 間隙水組成評価

付表1-88 ワーク項目に関する技術情報
- ・燃焼度:45,000 MWD/MTU
- ・濃縮度:4.5%
- ・OP 厚さ:30 cm (炭素鋼)
- ・緩衝材:なし(空気中)
- ・評価点:側部

固化後の時間	ガラス固化体表面	OP 表面
30 年	9.89 × 10 <sup>5</sup> mSv/h	2.16 mSv/h
100 年	6.86 × 10 <sup>4</sup> mSv/h	8.60 × 10 <sup>-1</sup> mSv/h
1,000 年	$6.05 \times 10^{1} \text{ mSv/h}$	1.89 × 10 <sup>-1</sup> mSv/h
2,000 年	5.14 × 10 <sup>1</sup> mSv/h	1.19 × 10 <sup>-1</sup> mSv/h

## 表 - B オーバーパック厚さと線量当量率 [mSv/h]

- ・燃焼度:45,000 MWD/MTU
- ・濃縮度:4.5%
- ・固化後の貯蔵期間:30年
- ・評価点:OP 表面, OP 表面から1m地点

	オーバーパック厚さ				
表面線量率	10 cm	15 cm	17 cm	20 cm	25cm
上部	$5.81 \times 10^{2}$	$3.96 \times 10^{1}$	$1.47 \times 10^{1}$	4.25	1.66
側部	$6.54 \times 10^{2}$	$3.94 \times 10^{1}$	$1.55 \times 10^{1}$	5.90	2.96
下部	$7.95 \times 10^{2}$	$4.74 \times 10^{1}$	$1.84 \times 10^{1}$	6.34	2.59
1 m 線量率	10 cm	15 cm	17 cm	20 cm	25cm
上部	$3.74 \times 10^{2}$	2.29	$9.20 \times 10^{-1}$	$2.76 \times 10^{-1}$	1.11 × 10 <sup>-1</sup>
側部	9.08 × 10 <sup>2</sup>	5.96	2.32	8.21 × 10 <sup>-1</sup>	4.01 × 10 <sup>-1</sup>
下部	$5.32 \times 10^{2}$	3.71	1.36	$4.02 \times 10^{-1}$	$1.70 \times 10^{-1}$



図 - C オーバーパック表面での吸収線量率

付 - 1 (-353-)



付図1-21 「性能評価」亀裂ネットワークモデル構築に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-3.1.1
2.	ワーク項目	亀裂パラメータ設定
3.	概要	3 次元亀裂ネットワークモデルの構築に必要となる亀
		裂パラメータの設定。
4.	設定パラメータ	亀裂方向分布 ,亀裂形状 ,亀裂半径分布 ,亀裂頻度分布 ,
		亀裂空間分布,亀裂内分散長,透水量係数分布,亀裂開
		口幅,動水勾配
5.	データセット	・亀裂方向分布:直交 2 組の鉛直亀裂群 , 各亀裂群の
		方向分布は Fisher 分布 ( Fisher 定数=10 )
		・亀裂形状:円盤(等価面積の6角形)
		・亀裂半径分布:べき乗分布(べき指数=3),最小・最
		大半径は 7~300m
		・亀裂頻度:約 0.3 本/m(3 次元亀裂密度 0.8 m²/m³)
		・亀裂空間分布:空間分布はランダム,亀裂中心位置の
		分布はポアソン過程に基づく Baecher モデル。
		・亀裂内分散長:縦方向分散長=2.0m(横方向分散長
		・透水量係数分布:对数止現分布(对数平均=-9.99,
		・ 電殺用山幅 ( <i>ZD</i> ): 絵駛則 <i>2b</i> = 2√ <i>I</i> ( <i>I</i> : 透水重係数)
6		
0. 7	設定規拠	
1.		設定
8.	設定条件(執的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・亀裂方向分布
		花崗岩はとくに亀裂の方向の規則性が高い。また地
		下深部では、地表面近傍の応力解放に伴う水平方向
		の亀裂が少なくなり,直交2組の鉛直方向の亀裂群
		が卓越する。
		・亀裂形状
		均質等方弾性媒体中に発生するせん断クラックは円
		盤形状を呈する。
		・亀裂半径分布
		大小様々なスケールで測定されたトレース長がべき
		乗分布に従う。
		・亀裂頻度
		菊間地下石油備蓄基地で観察された比較的大きな連
		続性の高い亀裂の頻度は 0.25~0.5 本/m であり , ネ
		ットワークモデルでも透水に寄与する連続性の高い
		亀裂を対象とするため 0.25~0.5 本/m を設定。
		・亀裂空間分布

付表1-89 ワーク項目に関する技術情報

		亀裂の空間分布は一様ではなく, 疎密構造が形成さ わているが、ネットロークモデルでけ、 主要角烈
		11といるか、ホットノークとノルとは、 土安电衣
		から力戦・派主した电表を占めて1枚の电表でして
		ル化すること, 味る相互により比較的小さなコノ
		統住か2014ること,からフノウムな主向力中を 仮定
		が休度 300 m から 700 m の间で数倍~1 桁以工11ト
		の迈小重協致方位を改進(凶-A 参照)。
		・ 電殺用山幅 ※ア航山本中佐された尚、魚列山の山」 せば除る
		(月られに経験則を抹用。なの、上記の透小重係数方 たち済用して得られて急烈間口幅の八方は対数正均
		-4.03, X) 数標準備左 0.34 のX) 数正成万位(標準平均
		2.0×10™ m) こ なる(凶-B 参照 ) 動火の配
		・ 割小勾配 地工深刻の実測例がほとんどなく 地工化位データ
		地下深部の美別例かはこんこなく、地下小位ナータ
10		
10.	設定未什(刀子的未什) 設定多件(化学的多件)	-
11.		-
12.	設定未什(加約線子的未什) 設定冬姓(物質移行冬姓)	·
13.	設定示件(初頁秒1]示件)	・电表的力取で 
		110 (位を由心に公在するため) 争烈内の公割目に触り 1/10
		ロを中心に力伸するため、电表内の力取取も日电表
		ア内の個々のアヤノネル長のはらうさに対して、急 度解析から一律 20m を設定
14		反時们から 洋 2.0 間 を改た。
14.		-
13.	ジ <sup>ー</sup> っ入刊/	洋田/チは/3 (1999), 电衣は石盗で対象とした人然パリ - アロの核種移行解析 INC TN8400 00 002
		→ 「 <sup>-</sup> 」 → 「 <sup>-</sup> 」 → 「 <sup>-</sup> 」 → <sup>-</sup> →
		「1000」にの100000000000000000000000000000000
16	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.3 処分深度設定
17.	下流側ワーク項目	PA-3.1.2 ネットワークモデル構築





No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-3.1.2
2.	ワーク項目	亀裂ネットワークモデル構築
3.	概要	亀裂パラメータ統計量に基づき , FracMan コードによ
		り複数の亀裂ネットワークモデルを確率的に作成。
4.	設定パラメータ	亀裂ネットワークモデル(リアライゼーション)
5.	データセット	リアライゼーション(一例): 図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・亀裂方向分布
		亀裂ネットワークモデルで用いた直交 2 組の鉛直亀
		裂群のステレオ投影図(図-B 参照)。
		・亀裂半径分布
		亀裂ネットワークモデルで作成した亀裂のトレース
		長分布(図-C 参照)。
		・亀裂頻度
		亀裂ネットワークモデル内の水平断面上のトレース
		マップ ( 図-D 参照 )。
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	モデル化の対象範囲は、最下流側の処分坑道を中央に配
		した 200 m×200 m×200 m の領域。
15.	参考文献	澤田淳ほか(1999): 亀裂性岩盤を対象とした天然バリ
		ア中の核種移行解析,JNC TN8400 99-093.
16.	上流側ワーク項目	PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
17.	下流側ワーク項目	PA-3.1.4 水理解析

付表1-90 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 3次元亀裂ネットワークモデル



図 - B 亀裂ネットワークモデルに用いた亀裂のステレオ投影図





No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-3.1.3
2.	ワーク項目	掘削影響領域モデル化
3.	概要	掘削影響領域を通過する地下水流量を求めるため ,亀裂
		ネットワーク内に処分坑道の掘削に伴い坑道周辺に生
		じる掘削影響領域をモデル化。
4.	設定パラメータ	掘削影響領域の特性
5.	データセット	透水量係数:5.0×10 <sup>-10</sup> m²/s
		幅:0.5 m(矩形:図-A 参照)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	トンネルボーリングマシンによる坑道掘削を想定し 既
		往の掘削時データ(表-B参照)に基づいて設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水量係数
		機械掘削による透水性の増加を 1 桁と設定。亀裂ネ
		ットワークモデルの透水係数が約 10 <sup>-10</sup> m/s オーダー
		に分布することから ,透水量係数は 10 <sup>-10</sup> m/s × 0.5 m
		×10となる。
		・幅
		機械掘削による掘削影響領域の幅は数センチメート
		ルから 0.5 m 以下であり,0.5 m と設定。
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-3.1 処分坑道設計
		RD-5 建設・操業・閉鎖
17.	下流側ワーク項目	PA-3.1.4 水理解析

付表1-91 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 掘削影響領域モデル概念図

サイト 岩種 / 坑道径		方法	幅	透水性増加
HRL , スウェーデン	閃緑岩 / 5 m	TBM	0.03 m	(測定値なし)
URL , カナダ	花崗岩類 / 3.5 m	機械	0.01 m 程度	6~7 桁
グリムゼル , スイス	花崗閃緑岩 / 3.5 m	TBM	1 m	1 桁
各地トンネル,日本	硬岩 / 5 m	機械	0.5 m 以下	(測定値なし)

表 - B 掘削影響領域実測データ一覧

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-3.1.4
2.	ワーク項目	水理解析
3.	概要	亀裂パラメータ統計量を用いて確率的に発生させた複
		数の亀裂ネットワークモデルのリアライゼーションに
		対して,MAFIC コードで水理解析を実施。
4.	設定パラメータ	掘削影響領域を通過する地下水の平均流量
5.	データセット	掘削影響領域通過流量:0.001 m³/y
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	亀裂ネットワークモデルは確率論的手法であり 同じ亀
		裂パラメータ統計量に対して複数のネットワークモデ
		ル(リアライゼーション)が構築されるため,リアライ
		ゼーション毎に得られた結果を統計処理 ( 図-A 参照 )。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	掘削影響領域(PA-3.1.3)
		・透水量係数:5.0×10 <sup>-10</sup> m²/s(母岩の 10 倍の透水性)
		・幅:0.5 m(坑道径 2.22 m)
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	処分深度:1,000 m
		解析領域:200 m×200 m×200 m
		処分坑道:3.22 m 矩形 x 長さ 100 m
		境界条件:
		・上流 / 下流側境界:水頭固定境界
		・それ以外の側方境界:不透水境界
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-3.1.2 ネットワークモデル構築
		PA-3.1.3 掘削影響領域モデル化
17.	下流側ワーク項目	PA-3.1.5 移行経路抽出(PA-3.2 パイプネットワーク
		モデル構築)

付表1-92 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 掘削影響領域を通過する地下水流量の平均値(ガラス固化体1本あたり)



付図1-22 「性能評価」パイプネットワークモデル構築に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-3.2.1
2.	ワーク項目	パイプネットワークモデル変換
3.	概要	核種移行解析のため 構築した亀裂ネットワークモデル
		から ,PAWorks を用いてパイプネットワークモデル( 核
		種移行経路のネットワーク)へ変換。
4.	設定パラメータ	パイプネットワークモデル
5.	データセット	パイプネットワークモデル:図-A(概念図)参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	亀裂ネットワークモデル内の各亀裂面上の亀裂交差線
		中点を平行平板チャンネルで結び ,チャンネルネットワ
		ークモデルに変換。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水量係数および亀裂開口幅は変換前と同じ値。
		・チャンネル幅:次式で変換
		$w f = \frac{w_1 + w_2}{2}$ ( $\boxtimes \mathbf{P} \Leftrightarrow \mathbf{R}$ )
		$W = \int_{W} \times \frac{2}{2}$ ( $\square - \square $ $\square $
		│ │ w:チャンネル幅 [m], w, w₂:チャンネルと直交
		する方向への亀裂交差部の投影幅 [m] .f <sub>w</sub> : チャンネ
		ルネットワークモデル全体の透水係数が亀裂ネット
		ワークモデル全体の透水係数と等しくなるように設
		定した係数 [-]
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	・処分坑道横置き方式を対象として評価。
		・処分場の下流端から下流側断層までの 100 m を評価
		対象。
		・地下水流れ方向は処分坑道に直交。
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-3.1.2 ネットワークモデル構築
17.	下流側ワーク項目	PA-3.2.2 水理解析

付表1-93 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 3次元モデルのフロー概念図(チャンネルネットワークモデル)



図 - B 亀裂ネットワークからチャンネルネットワークへの変換模式図

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-3.2.2
2.	ワーク項目	水理解析
3.	概要	核種移行解析のため パイプネットワークモデルを対象
		に水理解析を実施し ,ネットワーク内の地下水流速を評
		価。
4.	設定パラメータ	流速
5.	データセット	(個々の移行経路の平均的な地下水流速は 1~10 m/y
		の間に分布)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	処分深度:1,000 m
		解析領域:200 m×200 m×200 m
		処分坑道:3.22 m 矩形 × 長さ 100 m
		境界条件:
		・上流 / 下流側境界:水頭固定境界
		・それ以外の側方境界:不透水境界
15.	参考文献	澤田淳ほか(1999): 亀裂性岩盤を対象とした天然バリ
		ア中の核種移行解析,JNC TN8400 99-093.
16.	上流側ワーク項目	PA-3.2.1 パイプネットワークモデル変換
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.1 亀裂媒体中移行評価

付表1-94 ワーク項目に関する技術情報



付図1-23 「性能評価」連続体モデル構築に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-3.3.1
2.	ワーク項目	水理パラメータ設定
3.	概要	連続体モデル(不均質透水係数場)構築に必要な水理地
		質パラメータの設定。
4.	設定パラメータ	透水係数セミバリオグラム、透水係数分布、有効間隙率、
		動水勾配
5.	データセット	・透水係数セミバリオグラム:
		水平方向;シル 1.27,レンジ 80 m
		垂直方向;シル 0.46,レンジ 16 m
		・透水係数分布:対数正規分布(対数平均= -8.59,対
		数標準偏差= 1.21,平均値= 1.26 × 10⁻ m/s,標準偏
		差= 6.24 × 10 <sup>-6</sup> m/s)
		・有効間隙率:透水係数と相関; $\log K = 7.54 \log \theta - 3.73$
		(最大値= 0.5,最小値= 0.05)
		・動水勾配:0.01
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	既往の文献や東濃鉱山における原位置調査に基づいて
		設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水係数セミバリオグラム
		比抵抗値から算定された透水係数の水平方向および
		鉛直方向のセミバリオグラム(同じ離間距離を有す
		る任意の2点間の比抵抗値の差の分散の1/2)を球形
		モデルでフィッティングして設定。
		・透水係数分布
		新第三紀堆積岩を対象とすることから、砂岩・泥岩
		層の比批抗値と透水係数の関係式から得れる頻度分
		布(対数正規分布)を採用。
		新第二紀堆積宕の砂岩テータから導出した透水係数
		と間隙率の関係式を採用。
10	机空名供(力学的名供)	から昇山されに地下水面の勾配の取残値を設た。
10.		-
11.	□	-
12.		-
13.		-
14.	設止余件(ての他)   会考立社	
15.		
		リア甲の核種移行解析,JNC TN8400 99-092.

付表1-95 ワーク項目に関する技術情報

16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		RD-1.3 処分深度設定
17.	下流側ワーク項目	PA-3.3.2 連続体モデル構築

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PA-3.3.2		
2.	ワーク項目	連続体モデル構築		
3.	概要	水理地質パラメータに基づき 地質統計学手法を用いて		
		連続体モデルにより不均質透水係数場を構築(SGSIM		
		コード使用)。		
4.	設定パラメータ	不均質透水係数場		
5.	データセット	不均質透水係数場: -		
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断		
7.	設定根拠	-		
8.	設定条件(熱的条件)	-		
9.	設定条件(水理学的条件)	水理地質パラメータ(PA-3.3.1)		
10.	設定条件(力学的条件)	-		
11.	設定条件(化学的条件)	-		
12.	設定条件(放射線学的条件)	-		
13.	設定条件(物質移行条件)	-		
14.	設定条件(その他)	・モデル化の対象範囲は ,最下流側の処分坑道を中央に		
		配した 200 m×200 m×200 m の領域。		
		・連続体モデルの離散化要素(解析メッシュ)の大きさ		
		は、場の不均質性を十分に反映できるように、レンジ		
		よりも小さい5m立方を設定。		
15.	参考文献	井尻裕二ほか(1999):多孔質岩盤を対象とした天然バ		
		リア中の核種移行解析,JNC TN8400 99-092.		
16.	上流側ワーク項目	PA-3.3.1 水理パラメータ設定		
17.	下流側ワーク項目	PA-3.3.4 水理解析		

付表1-96 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容	
1.	識別番号	PA-3.3.3	
2.	ワーク項目	掘削影響領域モデル化	
3.	概要	掘削影響領域を通過する地下水流量を求めるため ,亀裂	
		ネットワーク内に処分坑道の掘削に伴い坑道周辺に生	
		じる掘削影響領域をモデル化。	
4.	設定パラメータ	掘削影響領域の特性	
5.	データセット	透水係数:母岩の透水係数を一律 10 倍して設定	
		幅:0.5 m	
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断	
7.	設定根拠	トンネルボーリングマシンによる坑道掘削を想定し,既	
		往の掘削時データに基づいて設定。(PA-3.1.3 参照。)	
8.	設定条件(熱的条件)	-	
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水係数	
		機械掘削による透水性の増加を1桁と設定。	
		・幅	
		機械掘削による掘削影響領域の幅は数センチメート	
		ルから 0.5 m 以下であり,0.5 m と設定。	
10.	設定条件(力学的条件)	-	
11.	設定条件(化学的条件)	-	
12.	設定条件(放射線学的条件)	-	
13.	設定条件(物質移行条件)	-	
14.	設定条件(その他)	直径 2.2 m の処分坑道を一辺 2.2 m の正方形でモデル	
		化し,坑道外側に幅 0.5 m の矩形の掘削影響領域を設	
		定。	
15.	参考文献	井尻裕二ほか(1999):多孔質岩盤を対象とした天然バ	
		リア中の核種移行解析,JNC TN8400 99-092.	
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)	
		RD-3.1 処分坑道設計	
		RD-5 建設・操業・閉鎖	
17.	下流側ワーク項目	PA-3.3.4 水理解析	

付表1-97 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容	
1.		PA-3.3.4	
2.	ワーク項目		
3.	概要	不均質透水係数場(3次元連続体モデル)のリアライゼ	
		ーションを 30 個発生させ , 各リアライゼーションに対	
		して,TAGSAC コードで水理解析を実施。	
4.	設定パラメータ	地下水流速場	
		掘削影響領域を通過する地下水の平均流量	
5.	データセット	地下水流速場: -	
		掘削影響領域通過流量:0.01 m³/y	
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断	
7.	設定根拠	・地下水流速場	
		30 個のリアライゼーションに対する透水係数の平均	
		値は 1.67×10 <sup>-8</sup> m/s となり , 堆積岩の巨視的な透水	
		係数の分布 10-9~10-8 m/s オーダーにあり ,構築した	
		不均質透水係数場は水理学的に妥当。	
		・掘削影響領域通過流量	
		30 個のリアライゼーションに対する通過流量の平均	
		値は 0.03 m³/y となるが ,過度に保守的な核種移行評	
		価を避けるため,最頻値となる 0.01 m³/y を設定。	
8.	設定条件(熱的条件)	-	
9.	設定条件(水理学的条件)	掘削影響領域(PA-3.3.3)	
		・透水量係数:母岩の 10 倍の透水性	
		・幅:0.5 m(坑道 2.22 m の正方形)	
10.	設定条件(力学的条件)	-	
11.	設定条件(化学的条件)	-	
12.	設定条件(放射線学的条件)	-	
13.	設定条件(物質移行条件)	-	
14.	設定条件(その他)	処分深度 :( 記載なし )	
		解析領域:200 m×200 m×200 m	
		処分坑道:2.22 m 正方形 × 長さ 100 m	
		境界条件:	
		・上流 / 下流側境界:水頭固定境界	
		・それ以外の側方境界:不透水境界	
15.	参考文献	井尻裕二ほか(1999):多孔質岩盤を対象とした天然バ	
		リア中の核種移行解析,JNC TN8400 99-092.	
16.	上流側ワーク項目	PA-3.3.2 連続体モデル構築	
		PA-3.3.3 掘削影響領域モデル化	
17.	下流側ワーク項目	PA-3.3.5 移行経路抽出	

付表1-98 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容	
1.	識別番号	PA-3.3.5	
2.	ワーク項目	移行経路抽出	
3.	概要	核種移行解析における移行経路を設定ため ,TR3D/Info	
		コードを用いて , 処分坑道から下流側断層まで 40 本の	
		移行経路を流線に沿って抽出。	
4.	設定パラメータ	移行経路長,平均実流速	
5.	データセット	移行経路長 : ( 記載なし )	
		平均実流速 : ( 記載なし )	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断	
7.	設定根拠	解析領域の側方境界の影響を少なくするため 解析領域	
		中央の処分坑道 100 m 区間における各要素の中心点か	
		ら 40 本の移行経路を設定。	
8.	設定条件(熱的条件)	-	
9.	設定条件(水理学的条件)	各移行経路毎に移行経路長と移行経路時間(トラベルタ	
		イム)を求めて平均実流速を算出。	
10.	設定条件(力学的条件)	-	
11.	設定条件(化学的条件)	-	
12.	設定条件(放射線学的条件)	-	
13.	設定条件(物質移行条件)	-	
14.	設定条件(その他)		
15.	参考文献	井尻裕二ほか(1999): 多孔質岩盤を対象とした天然バ	
		リア中の核種移行解析,JNC TN8400 99-092.	
16.	上流側ワーク項目	PA-3.3.4 水理解析	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.2 多孔質媒体中移行評価	

付表1-99 ワーク項目に関する技術情報



付図1-24 「性能評価」地下水組成評価に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.1.1
2.	ワーク項目	地下水分類
3.	概要	わが国における幅広い地質環境条件を考慮して 安全評
		価で取り扱う地下水組成を設定するため ,実測地をもと
		にした統計的解析(2変量散布図・多変量解析)により
		検討。
4.	設定パラメータ	地下水分類
5.	データセット	地下水分類:降水系高 pH 型地下水 (FRPH),
		海水系高 pH 型地下水 (SRHP)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	わが国の多くの地形パターンや岩種にあてはまり,地球
		化学的根拠も多く ,実測地下水や文献データを含めた多
		変量解析からもその妥当性が確認された地下水を設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・4 種類のモデル地下水のうち,降水系高 pH 型,降水
		系高 pH 型地下水,海水系高 pH 型地下水に関しては,
		実測地下水をもとにした多変量解析から分類の妥当
		性を確認(図-A 参照)
		・降水系低 pH 型地下水は , 深部地下水データが得られ
		ていないこと 熱力学的平衡に基づくモデル化の際に
		方解石に対して非平衡(未飽和)を仮定する必要があ
		るなど ,一般的に考えられている地下深部地下水の特
		徴と異なり,妥当性を説明することが困難。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
17.	下流側ワーク項目	PA-4.1.2 地下水形成反応モデル

付表1-100 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 実測地下水およびモデル地下水の多変量解析(主成分分析)結果

No.	項目	内容	
1.	識別番号	PA-4.1.2	
2.	ワーク項目	地下水形成反応モデル 降水系高 pH 地下水	
3.	概要	起源を降水とし ,土壌中 ,岩体中での鉱物 - 水反応に関	
		して pH,酸化還元電位,主要元素濃度(Na,Ca,C	
		など)に影響を及ぼすと考えられる主要なプロセスと反	
		応の生起順序を考慮して,地下水水質の変遷をモデル	
		化。	
4.	設定パラメータ	地下水形成反応モデル(化学反応式,プロセス)	
5.	データセット	大気中でのガス - 水反応式	
		• $H_2O + CO_{2(g)} = H^+ + HCO_3^-$	
		土壌中での有機物から発生する CO₂ ガス吸収反応式	
		• $CH_2O + O_{2(g)} = H_2O + CO_{2(g)}$	
		岩盤中での鉱物 - 水反応のプロセス	
		・曹長石 - カオリナイト間の化学平衡(pH, Na 濃度)	
		・黄鉄鉱 - 磁鉄鉱間の酸化還元平衡(酸化還元電位,	
		Fe,S濃度)	
		・方解石と水溶液間の溶解平衡(Ca, C濃度)	
		・ 圡随と水溶液間の溶解半衡(Si濃度)	
	+n		
6. ~	設定万法		
7.	設定根拠	-	
8.	設正余件(熟的余件)	-	
9.	設正条件(水埋字的条件)		
10.	設正条件(刀字的条件)	・ 大気と平衡になった水の酸素分圧: 10 <sup>-0.7</sup> atm , 灰酸	
		7 注:10 <sup>-3.3</sup> atm - 土焼中での岩歌公正・10-10 atm	
11		·工場中での灰酸力圧,10 <sup>1</sup> 。aum	
11.		-	
12.		-	
13.	設定未什(初員や11未件) 設定冬件(その他)	-	
14.	設定未住(ての他)	- Vui at al (1990): Croundwater evolution modeling for	
15.		the 2nd progress report performance assessment	
		(PA) report_JNC TN8400 99-030	
16	上流側ワーク項日	GS-0 地質環境条件	
10.		PA-4.1.1 地下水分類	
17.	下流側ワーク項目	(PA-4.1.3 熱力学データ整備)	
		PA-4.1.4 地下水組成評価	
L			

付表1-101(1/2) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.1.2
2.	ワーク項目	地下水形成反応モデル 海水系高 pH 地下水
3.	概要	海水系地下水は,主に,岩体中に閉じ込められた海水が
		周囲の岩石と反応することにより水質が形成される水
		質形成過程を想定してモデル化。
4.	設定パラメータ	地下水形成反応モデル(化学反応式,プロセス)
5.	データセット	岩盤中での鉱物 - 水反応のプロセス
		・微斜長石と白雲母の化学平衡(pH,K 濃度など)
		・有機物による SO4 <sup>2-</sup> の還元反応 ( 酸化還元電位 , C , S
		濃度)
		・方解石と苦灰石間の化学平衡(Ca,Mg濃度)
		・玉随と水溶液間の溶解平衡(Si濃度)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	海水系地下水は , 海水中で認められる SO4 <sup>2-</sup> がほとんど
		存在しないこと ,その多くが有機物を含むと考えられる
		堆積岩地域に多いことを考慮して選定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	Yui et al. (1999): Groundwater evolution modeling for
		the 2nd progress report performance assessment
L		(PA) report, JNC TN8400 99-030.
16.	上流側ワーク項目	GS-0 地質環境条件
L		PA-4.1.1 地下水分類
17.	下流側ワーク項目	(PA-4.1.3 熱力学データ整備)
		PA-4.1.4 地下水組成評価

付表1-101(2/2) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.1.3
2.	ワーク項目	熱力学データベース整備
3.	概要	地球化学コード PHREEQE を用いた熱力学平衡計算で
		地下水の組成を求める際に必要となる 鉱物の熱力学デ
		ータの整備。
4.	設定パラメータ	熱力学データ
5.	データセット	熱力学データベース:JNC-TDB
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	PHREEQE のオリジナル版に OECD / NEA の熱力学
		データを追加して設定。
8.	設定条件 (熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	油井三和ほか(1992):高レベル放射性廃棄物地層 sy
		本システムの性能評価における地下水の地球化学的
		特性に関するモデル化,PNC TN8410 92-166.
16.	上流側ワーク項目	(PA-4.1.2 地下水形成反応モデル)
17.	下流側ワーク項目	PA-4.1.4 地下水組成評価

付表1-102 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容	
1.	識別番号	PA-4.1.4	
2.	ワーク項目	地下水組成評価 降水系高 pH 地下水	
3.	概要	地下水形成反応モデルを考慮して , 地球化学コード	
		PHREEQE を用いた熱力学的平衡計算により,地下水	
		の組成を算出。	
4.	設定パラメータ	地下水組成	
5.	データセット	地下水組成:表-A 参照	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断	
7.	設定根拠	モデル化された地下水水質は,東濃地域および釜石鉱山	
		の実測地下水の pH , 酸化還元電位 , および地下水中の	
		主要な元素濃度を良好に近似できている。	
8.	設定条件(熱的条件)	温度:25	
9.	設定条件(水理学的条件)	-	
10.	設定条件(力学的条件)	(圧力:地圧無視?)	
11.	設定条件(化学的条件)	・地下水形成反応モデル:PA-4.1.2	
		・平衡計算による濃度推定が困難な元素(F,B,P,N)	
		は,実測値より導出した各元素濃度の平均値を設定。	
		・Mg 濃度は , 実測地下水に対する苦灰石の飽和指数計	
		算結果を参考に,苦灰石に対して未飽和条件で計算。	
		・PHREEQE で計算した元素濃度と実測値から導出し	
		た元素濃度を組み合わせて , Cl 濃度で電荷を調整。	
12.	設定条件(放射線学的条件)	-	
13.	設定条件(物質移行条件)	-	
14.	設定条件(その他)	熱力学データ:JNC-TDB	
15.	参考文献	-	
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.2 地下水形成反応モデル	
17.	下流側ワーク項目	PA-4.2.3 間隙水組成評価	
		PA-5.2 天然バリア中移行特性データ取得	

付表1-103(1/3) ワーク項目に関する技術情報

表 - A [	洚水系高 pH 型地下水の組成	戉
---------	-----------------	---

表 6.1.3.2-2	地質環境変更ケ	ースで設定し	たモデル地	下水組成の計算

	降水系地下水 (1-7-1-7-5-7)	海水系地下水"
nH	85	8.0
Eh [mV]	-281	-303
	単位 [mol l <sup>i</sup>	1
Na (Total)	3.6×10 <sup>-3</sup>	6.2×10 <sup>-1 *5</sup>
Ca (Total)	1.1×10 <sup>-4</sup>	3.3×10 <sup>-4</sup>
K (Total)	6.2×10 <sup>-5</sup>	1.1×10 <sup>-2</sup>
Mg (Total)	5.0×10 <sup>-5</sup>	$2.5 \times 10^{-4}$
Fe (Total)	9.7×10 <sup>-10</sup>	3.9×10 <sup>-8</sup>
Al (Total)	3.4×10 <sup>-7</sup>	3.2×10 <sup>-9</sup>
C (Total)	3.5×10 <sup>-3 *2</sup>	3.5×10 <sup>-2 *6</sup>
S (Total)	1.1×10 <sup>-4*3</sup>	3.0×10 <sup>-2*7</sup>
B (Total)	2.9×10 <sup>-4 *4</sup>	1.7×10 <sup>-3*4</sup>
P (Total)	2.9×10 <sup>-6 *4</sup>	2.6×10 <sup>-7 *4</sup>
F (Total)	5.4×10 <sup>-5 *4</sup>	1.0×10 <sup>-4 *4</sup>
Br (Total)		5.3×10 <sup>-4 *4</sup>
I (Total)	S.	2.0×10 <sup>-4</sup> *4
N (Total)	2.3×10 <sup>-5</sup> *4	5.2×10 <sup>-3 *4</sup>
Cl (Total)	1.5×10 <sup>-5</sup> *5	5.9×10 <sup>-1</sup>
Si (Total)	3.4×10 <sup>-4</sup>	3.0×10 <sup>-4</sup>

 海水を起源として,鉱物との平衡反応,有機物による還元反応を考慮したモデ ル地下水(Yui et al., 1999a)

\*2 無機炭素 = 3.5×10<sup>-3</sup>mol l<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 1.5×10<sup>-10</sup> mol l<sup>-1</sup>

\*3 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = 1.1×10<sup>-4</sup> mol 1<sup>-1</sup>, HS<sup>-</sup> = 3.8×10<sup>-9</sup> mol 1<sup>-1</sup>, H<sub>2</sub>S(aq) = 1.2×10<sup>-10</sup> mol 1<sup>-1</sup>

\*4 実測地下水の平均値より設定

\*5 電荷パランスをとるために調整

\*6 無機炭素 = 1.5×10<sup>-2</sup> mol 1<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 2.0×10<sup>-2</sup> mol 1<sup>-1</sup>

\*7 SO43- = 3.2×10-5 mol 1-1, HS- = 2.8×10-2 mol 1-1, H2S(aq) = 2.1×10-3 mol 1-1

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.1.4
2.	ワーク項目	地下水組成評価 海水系高 pH 地下水
3.	概要	地下水形成反応モデルを考慮して,地球化学コード
		PHREEQE を用いた熱力学的平衡計算により,地下水
		の組成を算出。
4.	設定パラメータ	地下水組成
5.	データセット	地下水組成:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	温度:25
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・地下水形成反応モデル:PA-4.1.2
		・平衡計算による濃度推定が困難な元素(F,B,P,
		Br,I,N)は、実測値より導出した各元素濃度の平
		均値を設定。
		・PHREEQE で計算した元素濃度と実測値から導出し
		た元素濃度を組み合わせて , Na 濃度で電荷を調整。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	熱力学データ:JNC-TDB
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.2 地下水形成反応モデル
17.	下流側ワーク項目	PA-4.2.3 間隙水組成評価
		PA-5.2 天然バリア中移行特性データ取得

付表1-103(2/3) ワーク項目に関する技術情報

表 - A	海水系高 pH 型地下水の組成
-------	-----------------

	降水系地下水 (レファレンスケース)	海水系地下木"
pН	8.5	8.0
Eh [mV]	-281	-303
	単位: [mol l <sup>1</sup> ]	
Na (Total)	3.6×10 <sup>-3</sup>	6.2×10 <sup>-1 *5</sup>
Ca (Total)	1.1×10 <sup>-4</sup>	3.3×10 <sup>-4</sup>
K (Total)	6.2×10 <sup>-5</sup>	$1.1 \times 10^{-2}$
Mg (Total)	5.0×10 <sup>-5</sup>	2.5×10 <sup>-4</sup>
Fe (Total)	9.7×10 <sup>-10</sup>	3.9×10 <sup>-8</sup>
Al (Total)	3.4×10 <sup>-7</sup>	3.2×10 <sup>-9</sup>
C (Total)	3.5×10 <sup>-3*2</sup>	3.5×10 <sup>-2 *6</sup>
S (Total)	1.1×10 <sup>-4*3</sup>	3.0×10 <sup>-2*7</sup>
B (Total)	2.9×10 <sup>-4 *4</sup>	1.7×10 <sup>-3*4</sup>
P (Total)	2.9×10 <sup>-6*4</sup>	2.6×10 <sup>-7 *4</sup>
F (Total)	5.4×10 <sup>-5 *4</sup>	1.0×10 <sup>-4*4</sup>
Br (Total)		5.3×10 <sup>-4*4</sup>
I (Total)		2.0×10 <sup>-4 *4</sup>
N (Total)	2.3×10 <sup>-5 *4</sup>	5.2×10 <sup>-3 *4</sup>
Cl (Total)	1.5×10 <sup>-5 *5</sup>	5.9×10 <sup>-1</sup>
Si (Total)	3.4×104	3.0×10 <sup>-4</sup>

表 6.1.3.2-2 地質環境変更ケースで設定したモデル地下水組成の計算

 \*1 海水を起源として、鉱物との平衡反応、有機物による還元反応を考慮したモデ ル地下水(Yui et al., 1999a)

\*2 無機炭素 = 3.5×10<sup>-3</sup>mol l<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 1.5×10<sup>-10</sup> mol l<sup>-1</sup>

\*3  $SO_4^{2-} = 1.1 \times 10^{-4} \text{ mol } 1^{-1}$ , HS<sup>-</sup> =  $3.8 \times 10^{-9} \text{ mol } 1^{-1}$ , H<sub>2</sub>S(aq) =  $1.2 \times 10^{-10} \text{ mol } 1^{-1}$ 

\*4 実測地下木の平均値より設定

\*5 電荷バランスをとるために調整

\*6 無機炭素 = 1.5×10<sup>-2</sup> mol l<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 2.0×10<sup>-2</sup> mol l<sup>-1</sup>

\*7  $SO_4^{2-} = 3.2 \times 10^{-5} \text{ mol } 1^{-1}$ , HS<sup>-</sup> =  $2.8 \times 10^{-2} \text{ mol } 1^{-1}$ , H<sub>2</sub>S(aq) =  $2.1 \times 10^{-3} \text{ mol } 1^{-1}$ 

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.1.4
2.	ワーク項目	地下水組成評価 酸化性地下水
3.	概要	降水系地下水とほぼ同様の地下水モデルを考慮し ,自然
		界で認められる大気平衡の酸化還元電位を与えて評価。
4.	設定パラメータ	地下水組成
5.	データセット	地下水組成:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件 (熱的条件)	温度:25
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	酸化性
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.2 地下水形成反応モデル
17.	下流側ワーク項目	PA-4.2.3 間隙水組成評価
		PA-5.2 天然バリア中移行特性データ取得

付表1-103(3/3) ワーク項目に関する技術情報

	酸化性地下水	酸化性間隙水		
рН	8.5	8.4		
Eh [mV]	472	480		
Na (Total)	3.3 × 10 <sup>-3</sup>	$2.8 \times 10^{-2}$		
Ca (Total)	$1.0 \times 10^{-4}$	5.2 × 10 <sup>-5</sup>		
K (Total)	5.8 × 10⁻⁵	$1.2 \times 10^{-4}$		
Mg (Total)	6.5 × 10 <sup>-5</sup>	$4.1 \times 10^{-6}$		
Fe (Total)	2.1 × 10 <sup>-15</sup>	1.9 × 10 <sup>-15</sup>		
Al (Total)	3.6 × 10 <sup>-7</sup>	3.6 × 10 <sup>-7</sup>		
C (Total)	3.5 × 10 <sup>-3</sup>	1.6 × 10 <sup>-2</sup>		
S (Total)	$1.0  imes 10^{-6}$	1.0 × 10 <sup>-6</sup>		
B (Total)	$2.9  imes 10^{-4}$	$2.9 \times 10^{-4}$		
P (Total)	$2.9  imes 10^{-6}$	$2.9 \times 10^{-6}$		
F (Total)	5.4 × 10 <sup>-5</sup>	$5.4 \times 10^{-5}$		
N (Total)	1.5 × 10⁻⁵	1.5 × 10 <sup>-5</sup>		
Cl (Total)	4.4 × 10 <sup>-6</sup>	4.4 × 10 <sup>-6</sup>		
Si (Total)	3.4 × 10 <sup>-4</sup>	$3.4 \times 10^{-4}$		

表 - A 酸化性地下水の組成





付 - 1 (-388-)
No.	項目	内容	
1.	識別番号	PA-4.2.1	
2.	ワーク項目	緩衝材中の地球化学反応モデル	
3.	概要	間隙水組成の評価のため、ベントナイト - 地下水相互作	
		用の中で重要な反応と考えられるスメクタイトのイオ	
		ン交換反応および表面水酸基の酸・塩基反応 , 随伴鉱物	
		の溶解 / 沈殿反応 ,ならびに腐食生成物との平衡反応を	
		設定	
4.	設定パラメータ	地球化学反応モデル	
5.	データセット	イオン交換反応式	
		$nZNa^+ = Z_nM + Na^+$	
		酸・塩基反応式	
		$Surf_sOH = Surf_sO^- + H^+$	
		$Surf_sOH + H^+ = Surf_OH_2^+$	
		随伴鉱物	
		方解石,玉髄,黄鉄鉱,腐食生成物(磁鉄鉱)	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断	
7.	設定根拠	-	
8.	設定条件(熱的条件)	-	
9.	設定条件(水理学的条件)	-	
10.	設定条件(力学的条件)	-	
		Na に対する Ca , Mg , K のイオン交換選択係数を決定	
		するために Gaines and Thomas によるイオン交換の化	
		学反応モデルを使用。スメクタイトの酸塩基滴定実験よ	
		り導出された表面サイト密度及び酸・塩基解離定数を設	
		定するために Dzombak and Morel による固相の表面	
		サイトでの化学反応モデルを使用。	
11.	設定条件(化学的条件)		
		山形県月布産 Na 型ベントナイトより抽出したスメ	
		クタイト成分に対する陽イオン吸着寺温線から、	
		Gaines and Thomas によるイオン父換の熱力学的取	
		突迭折除数で伏足。	
		取・塩本久心   Dzombak and Moorlによる田相の美面サイトでの化	
		Dzombak and Moerr による固相の役面 ワイト COR 学反応モデル (The Caparalized Two I aver Model)	
		ー テスパーンファイ The Generalized Two Layer Model ) に基づいて スメクタイトの酸恒基油定試驗上り道	
		出された表面サイト密度および酸・塩基解離定数を	
		14/~	
		↓・ ・ 玉髄は室内試験では溶解平衡を確認できないものの .	
		ベントナイト中の含有量が多く,また,天然の地下水	

付表1-104 ワーク項目に関する技術情報

		<b>A</b>		
		中の溶性ケイ酸濃度が玉髄平衡で説明できることか		
		ら,玉髄との平衡を考慮。		
		・苦灰石およびスメクタイトの平衡反応は,解析結果に		
		影響を及ぼさないことを確認(計算対象外)。		
		・斜長石と方沸石は、処分環境温度ではこれらの鉱物が		
		生成することは考え難いため,平衡反応から除外。		
		腐食生成物		
		低酸素濃度条件で熱力学的に安定であり、腐食試験		
		などで生成が認められた磁鉄鉱を考慮。		
12.	設定条件(放射線学的条件)	-		
13.	設定条件(物質移行条件)	-		
14.	設定条件(その他)	・オーバーパック材質:炭素鋼		
		・緩衝材組成:Na型ベントナイト(30wt%ケイ砂混合		
		体 ), 乾燥密度 1.6 Mg/m <sup>3</sup>		
		・評価時期:処分後 1,000 年以降を対象		
		・計算パラメータ:表-A 参照		
15.	参考文献	-		
16.	上流側ワーク項目	RD-2.1 オーバーパック設計(RD-2.1.1.1 材料選定)		
		RD-2.2 緩衝材設計(RD-2.2.1.1 ベントナイト組成)		
17.	下流側ワーク項目	(PA-4.2.2 熱力学データ整備)		
		PA-4.2.3 間隙水組成評価		

緩衝材仕様	Na 型ベントナイト 70wt% - ケイ砂 30wt% , 乾燥密度 1.6 Mg/m <sup>3</sup> (ベントナイト / 間隙水比 = 2.78×10 <sup>3</sup> g/l)			
平衡鉱物	方解石,玉髄,黄鉄鉱,腐食生成物(磁鉄鉱)			
ベントナイトの スメクタイト含有量	スメクタイト 48wt%			
	陽イオン交換容量	60.1 mec	/100g	
	初期の交換性陽イオン組成 [meq/100g]	ZNa	51.4	
		Z <sub>2</sub> Ca	7.4	
		ZK	0.6	
イオン交換反応		Z <sub>2</sub> Mg	0.7	
	イオン交換反応選択係数(log K <sub>G&amp;T</sub> )	2ZNa-Z2Ca	0.69	
		ZNa-ZK	0.42	
		2ZNa-Z <sub>2</sub> Mg	0.67	
		ZNa-ZH	1.88	
酸・塩基反応	表面サイト酸・塩基解離定数 : logK(-)= -7.5 表面サイト密度 : 6.5×10 <sup>-05</sup> mo 表面サイト有効比表面積 : 29 m²/g * (*:スメク	92 , logK(+)= 5 bl/g * ? タイト単位重量	5. <b>67</b> 当たり)	

表 - A 間隙水計算条件

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.2.2
2.	ワーク項目	熱力学データベース整備
3.	概要	地球化学コード PHREEQC を用いた熱力学平衡計算で
		地下水の組成を求める際に必要となる 鉱物の熱力学デ
		ータの整備。
4.	設定パラメータ	熱力学データ
5.	データセット	熱力学データベース:JNCTDB
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	PHREEQE のオリジナル版に OECD / NEA の熱力学
		データを追加して設定(地下水組成評価と同じ)。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	油井三和ほか(1992):高レベル放射性廃棄物地層 sy
		本システムの性能評価における地下水の地球化学的
		特性に関するモデル化,PNC TN8410 92-166.
16.	上流側ワーク項目	(PA-4.2.1 緩衝材中地球化学モデル)
17.	下流側ワーク項目	PA-4.2.3 間隙水組成評価

付表1-105 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PA-4.2.3		
2.	ワーク項目	間隙水組成評価 降水系間隙水		
3.	概要	The Generalized Two Layer Model を取り入れた地球		
		化学コード PHREEQC を用いた熱力学的平衡計算によ		
		り,降水系間隙水の組成を算出。		
4.	設定パラメータ	間隙水組成		
5.	データセット	間隙水組成:表-A 参照(分冊 3 表 5.3.1-3)		
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断		
7.	設定根拠	計算された間隙水組成が核種移行パラメータの設定に		
		用いるものとして妥当であることを確認。		
		・最新の知見をもとに整備された熱力学データベースを		
		用いた計算では pH が 0.8 程度の違いとなり ,熱力学		
		データベースの影響は小さいことを確認。		
		・C や S の酸化還元反応は微生物の触媒作用が満足で		
		きない場合は非平衡の可能性があるが ,これらの酸化		
		還元反応が間隙水の酸化還元電位に及ぼす影響は無		
		視できる程度であることを確認。		
		・ワイオミグ産のスメクタイト特性を用いた計算では,		
		pH が 0.5 程度の違いとなり,酸・塩基反応の特性に		
		よる影響が小さいことを確認。		
		・Wanner モデル(間隙水をバッチ的に新しい地下水と		
		入れ替えるモデル)を用いた計算では pH が最大 10		
		程度まで変動する結果となったが、溶解度設定に及ぼ		
		す影響は小さいことを確認。		
8.	設定条件(熱的条件)	温度 25		
9.	設定条件(水理学的条件)	-		
10.	設定条件(力学的条件)	(圧力:地圧無視?)		
11.	設定条件(化学的条件)	・地下水組成:降水系高 pH 型地下水 (PA-4.1.4 地下		
		水組成評価)		
		・化学反応モデル: PA-4.2.1 緩衝材中地球化学モデル		
12.	設定条件(放射線学的条件)	-		
13.	設定条件(物質移行条件)	-		
14.	設定条件(その他)	・熱力学データ:JNC-TDB		
15.	参考文献			
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.4 地下水組成評価		
		PA-4.2.1 緩衝材中地球化学モデル		
		PA-4.2.2 熱力学データ整備		
17.	下流側ワーク項目	PA-4.3 溶解度評価		
		PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得		

付表1-106(1/4) ワーク項目に関する技術情報

	降水系地下水 (レファレンスケース)	降水系地下水に対して 支保工との反応を考慮"	海水系地下水
pH	8.4	8.7	7.8
Eh [mV]	-276	-299	-309
		単位: [mol I <sup>*</sup> ]	
Na (Total)	$2.8 \times 10^{-2}$	2.5×10 <sup>-2</sup>	5.7×10 <sup>-1</sup>
Ca (Total)	5.3×10 <sup>-8</sup>	4.0×10 <sup>-5</sup>	1.4×10 <sup>-2</sup>
K (Total)	$1.2 \times 10^{-4}$	1.1×104	3.4×10 <sup>-3</sup>
Mg (Total)	4.2×10*	3.2×10*	$1.5 \times 10^{-3}$
Fe (Total)	2.0×10.9	5.5×10 <sup>-10</sup>	$2.2 \times 10^{-7}$
Al (Total)	3.4×10 <sup>-7</sup>	3.4×10 <sup>-7</sup>	3.2×10*
C (Total)	1.6×10 <sup>-2 *2</sup>	9.8×10 <sup>-3 *4</sup>	2.2×10-2 *6
S (Total)	1.1×10 <sup>-4*3</sup>	1.1×10 <sup>4*5</sup>	7.2×10 <sup>.9*7</sup>
B (Total)	2.9×10 <sup>-4</sup>	$2.9 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{-3}$
P (Total)	$2.9 \times 10^{-6}$	2.9×10 <sup>+</sup>	2.6×10 <sup>-7</sup>
F (Total)	5.4×10 <sup>-5</sup>	5.4×10 <sup>-3</sup>	$1.0 \times 10^{-4}$
Br (Total)	*		$5.3 \times 10^{4}$
I (Total)	•		$2.0 \times 10^{-4}$
N (Total)	$2.3 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-5}$	$5.1 \times 10^{-3}$
Cl (Total)	$1.5 \times 10^{-5}$	$1.5 \times 10^{-3}$	5.9×10 <sup>-1</sup>
Si (Total)	3.4×10 <sup>4</sup>	3.5×10 <sup>4</sup>	$2.7 \times 10^{-4}$

表 - A 降水系間隙水の組成

\*1 降水系地下水とコンクリート支保(低アルカリ性コンクリート)との反応水が緩衝材に浸入すると仮定し た

\*2 無機炭素 = 1.6×10<sup>-2</sup> mol 1<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 8.1×10<sup>-10</sup> mol 1<sup>-1</sup>

\*3  $SO_4^{27} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}$ ,  $HS^2 = 3.7 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}$ ,  $H_2S(aq) = 1.3 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}$ 

\*4 無機炭素 = 9.8×10<sup>-3</sup> mol 1<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 1.1×10<sup>-6</sup> mol 1<sup>-1</sup>

\*5  $SO_4^{2\prime} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}, HS' = 8.5 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}, H_2S(aq) = 1.5 \times 10^{-16} \text{ mol } 1^{-1}$ 

\*6 無機炭素 = 4.2×10<sup>-4</sup> mol l<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 2.2×10<sup>-2</sup> mol l<sup>-1</sup> \*7 SO<sub>4</sub><sup>-3</sup> = 1.7×10<sup>-13</sup> mol l<sup>-1</sup>, HS<sup>-</sup> = 6.6×10<sup>-8</sup> mol l<sup>-1</sup>, H<sub>2</sub>S(aq) = 6.1×10<sup>-10</sup> mol l<sup>-1</sup>

No.	項目	内容	
1.	識別番号	PA-4.2.3	
2.	ワーク項目	間隙水組成評価 海水系間隙水	
3.	概要	The Generalized Two Layer Model を取り入れた地球	
		化学コード PHREEQC を用いた熱力学的平衡計算によ	
		り,海水系間隙水の組成を算出。	
4.	設定パラメータ	間隙水組成	
5.	データセット	間隙水組成:表-A 参照(分冊 3 表 6.1.3.2-3)	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断	
7.	設定根拠	-	
8.	設定条件 (熱的条件)	温度 25	
9.	設定条件(水理学的条件)	-	
10.	設定条件(力学的条件)	(圧力:地圧無視?)	
11.	設定条件(化学的条件)	・地下水組成:海水系高 pH 型地下水 ( PA-4.1.4 地下	
		水組成評価)	
		・化学反応モデル: PA-4.2.1 緩衝材中地球化学モデル	
12.	設定条件(放射線学的条件)	-	
13.	設定条件(物質移行条件)	-	
14.	設定条件(その他)	・熱力学データ:JNC-TDB	
15.	参考文献	-	
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.4 地下水組成評価	
		PA-4.2.1 緩衝材中地球化学モデル	
		PA-4.2.2 熱力学データ整備	
17.	下流側ワーク項目	PA-4.3 溶解度評価	
		PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得	

付表1-106(2/4) ワーク項目に関する技術情報

	降水系地下水 (レファレンスケース)	降水系地下水に対して 支保工との反応を考慮"	海水系地下水
pH	8.4	8.7	7.8
Eh [mV]	-276	-299	-309
		単位: [mol I <sup>*</sup> ]	
Na (Total)	$2.8 \times 10^{-2}$	2.5×10 <sup>-2</sup>	5.7×10 <sup>-1</sup>
Ca (Total)	5.3×10 <sup>-8</sup>	4.0×10 <sup>-5</sup>	1.4×10 <sup>-2</sup>
K (Total)	$1.2 \times 10^{-4}$	1.1×104	3.4×10 <sup>-3</sup>
Mg (Total)	4.2×10*	3.2×10 <sup>-6</sup>	$1.5 \times 10^{-3}$
Fe (Total)	2.0×10 <sup>-9</sup>	5.5×10 <sup>10</sup>	$2.2 \times 10^{-7}$
Al (Total)	3.4×10 <sup>.7</sup>	3.4×10 <sup>-7</sup>	3.2×10*
C (Total)	1.6×10 <sup>-2 *2</sup>	9.8×10 <sup>-3 *4</sup>	2.2×10-2 *6
S (Total)	1.1×10 <sup>-4*3</sup>	1.1×10 <sup>4*5</sup>	7.2×10 <sup>.9*7</sup>
B (Total)	2.9×10 <sup>-4</sup>	$2.9 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{-3}$
P (Total)	$2.9 \times 10^{-6}$	2.9×10 <sup>-6</sup>	2.6×10 <sup>-7</sup>
F (Total)	5.4×10 <sup>-5</sup>	5.4×10 <sup>-5</sup>	$1.0 \times 10^{-4}$
Br (Total)	•		$5.3 \times 10^{4}$
I (Total)	•		$2.0 \times 10^{-4}$
N (Total)	$2.3 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-5}$	$5.1 \times 10^{-3}$
Cl (Total)	$1.5 \times 10^{-5}$	$1.5 \times 10^{-3}$	5.9×10 <sup>-1</sup>
Si (Total)	$3.4 \times 10^{-4}$	3.5×10 <sup>4</sup>	$2.7 \times 10^{-4}$

表 - A 海水系間隙水の組成

\*1 降水素地下水とコンクリート支保 低アルカリ性コンクリート)との反応水が緩衝材に浸入すると仮定し た

\*2 無機炭素 = 1.6×10<sup>-2</sup> mol 1<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 8.1×10<sup>-10</sup> mol 1<sup>-1</sup>

\*3  $SO_4^{27} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}$ ,  $HS^2 = 3.7 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}$ ,  $H_2S(aq) = 1.3 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}$ 

\*4 無機炭素 =  $9.8 \times 10^{-5} \text{ mol } \Gamma^{1}, \text{CH}_{4}(\text{aq}) = 1.1 \times 10^{-6} \text{ mol } \Gamma^{1}$ \*5  $\text{SO}_{4}^{27} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol } \Gamma^{1}, \text{HS} = 8.5 \times 10^{-6} \text{ mol } \Gamma^{1}, \text{H}_{2}\text{S}(\text{aq}) = 1.5 \times 10^{-16} \text{ mol } \Gamma^{1}$ 

\*6 無機炭素 = 4.2×10<sup>-4</sup> mol l<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 2.2×10<sup>-2</sup> mol l<sup>-4</sup> \*7 SO<sub>4</sub><sup>21</sup> = 1.7×10<sup>-13</sup> mol l<sup>-1</sup>, HS' = 6.6×10<sup>-6</sup> mol l<sup>-1</sup>, H<sub>2</sub>S(aq) = 6.1×10<sup>-10</sup> mol l<sup>-4</sup>

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PA-4.2.3		
2.	ワーク項目	間隙水組成評価 支保工反応間隙水		
3.	概要	支保工として低アルカリ性コンクリートを用いた場合,		
		これと反応した地下水が緩衝材に浸透した際の間軽水		
		組成を評価。		
4.	設定パラメータ	間隙水組成		
5.	データセット	間隙水組成:表-A 参照(分冊 3 表 6.1.3.2-3)		
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断		
7.	設定根拠	-		
8.	設定条件(熱的条件)	温度 25		
9.	設定条件(水理学的条件)	-		
10.	設定条件(力学的条件)	(圧力:地圧無視?)		
11.	設定条件(化学的条件)	地下水組成		
		・降水系高 pH 型地下水(PA-4.1.4 地下水組成評価)		
		コンクリート反応地下水		
		・コンクリート中の C-S-H (Calcium Silica Hydrate		
		Phase)固相と2次鉱物(方解石)との平衡反応を設		
		定。		
		・C-S-H 固相の Ca/Si 比(モル比)は 0.78 とし,SiO2		
		とCaH <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> の平衡反応定数をBerner モデルに従っ		
		・コンクリート反応地下水の組成(計算結果)は,		
		pH=11.2 , Eh=-464 mV <sub>o</sub>		
		間隙水		
		・化字反応モテル:PA-4.2.1 緩衝材中地球化字モテル		
12.	設定条件(放射線字的条件)	-		
13.	設正余件(物質移行余件)			
14.	設定余件(その他)			
		・コンクリート反応地ト水:PHREEQE コード 開始よ、PUPEEOC		
15		・ 间隙小: PHREEQC		
10.				
10.	エ//LIKIノ ノ項日 	■ A 4 9 1 経衛材中地球化学モデル		
17	下流側ワーク頂日	PA-43 溶解度評価		
17.		PA-51 人工バリア中移行特性データ取得		
L	l			

付表1-106(3/4) ワーク項目に関する技術情報

	降水系地下水 (レファレンスケース)	降水系地下水に対して 支保工との反応を考慮"	海水系地下水
pH	8.4	8.7	7.8
Eh [mV]	-276	-299	-309
		単位: [mol I <sup>*</sup> ]	
Na (Total)	2.8×10 <sup>-2</sup>	2.5×10 <sup>-2</sup>	5.7×10 <sup>-1</sup>
Ca (Total)	5.3×10 <sup>-8</sup>	4.0×10 <sup>-5</sup>	1.4×10 <sup>-2</sup>
K (Total)	$1.2 \times 10^{-4}$	1.1×104	3.4×10 <sup>-3</sup>
Mg (Total)	4.2×10*	3.2×10 <sup>-6</sup>	$1.5 \times 10^{-3}$
Fe (Total)	2.0×10 <sup>-9</sup>	5.5×10 <sup>10</sup>	$2.2 \times 10^{-7}$
Al (Total)	3.4×10 <sup>.7</sup>	3.4×10 <sup>-7</sup>	3.2×10*
C (Total)	1.6×10 <sup>-2*2</sup>	9.8×10 <sup>-3 *4</sup>	2.2×10-2 *6
S (Total)	1.1×10 <sup>-4*3</sup>	1.1×10 <sup>4*5</sup>	7.2×10 <sup>.9*7</sup>
B (Total)	2.9×10 <sup>-4</sup>	$2.9 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{-3}$
P (Total)	$2.9 \times 10^{-6}$	2.9×10 <sup>-6</sup>	2.6×10 <sup>-7</sup>
F (Total)	5.4×10 <sup>-5</sup>	5.4×10 <sup>-5</sup>	$1.0 \times 10^{-4}$
Br (Total)	•		$5.3 \times 10^{4}$
I (Total)			$2.0 \times 10^{-4}$
N (Total)	2.3×10 <sup>-5</sup>	$2.3 \times 10^{-5}$	5.1×10 <sup>-3</sup>
Cl (Total)	$1.5 \times 10^{-5}$	1.5×10 <sup>-5</sup>	5.9×10 <sup>-1</sup>
Si (Total)	3.4×10 <sup>-4</sup>	3.5×10 <sup>4</sup>	$2.7 \times 10^{-4}$

表 - A 支保工反応間隙水の組成

\*1 降水系地下水とコンクリート支保(低アルカリ性コンクリート)との反応水が緩衝材に浸入すると仮定し た

\*2 無機炭素 = 1.6×10<sup>-2</sup> mol 1<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 8.1×10<sup>-10</sup> mol 1<sup>-1</sup>

\*3  $SO_4^{27} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}$ ,  $HS^2 = 3.7 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}$ ,  $H_2S(aq) = 1.3 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}$ 

\*4 無機炭素 = 9.8×103 mol 11, CH4(aq) = 1.1×104 mol 14

\*5  $SO_4^{2\prime} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}, HS' = 8.5 \times 10^{-6} \text{ mol } 1^{-1}, H_2S(aq) = 1.5 \times 10^{-16} \text{ mol } 1^{-1}$ 

\*6 無機炭素 = 4.2×10<sup>-4</sup> mol l<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub>(aq) = 2.2×10<sup>-2</sup> mol l<sup>-4</sup> \*7 SO<sub>4</sub><sup>21</sup> = 1.7×10<sup>-13</sup> mol l<sup>-1</sup>, HS' = 6.6×10<sup>-6</sup> mol l<sup>-1</sup>, H<sub>2</sub>S(aq) = 6.1×10<sup>-10</sup> mol l<sup>-4</sup>

No.	項目	内容	
1.	識別番号	PA-4.2.3	
2.	ワーク項目	間隙水組成評価 酸化性間隙水	
3.	概要		
4.	設定パラメータ	間隙水組成	
5.	データセット	間隙水組成:表-A 参照	
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断	
7.	設定根拠	-	
8.	設定条件 (熱的条件)	温度 25	
9.	設定条件(水理学的条件)	-	
10.	設定条件(力学的条件)	(圧力:地圧無視?)	
11.	設定条件(化学的条件)	-	
12.	設定条件(放射線学的条件)	-	
13.	設定条件(物質移行条件)	-	
14.	設定条件(その他)		
15.	参考文献	-	
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.4 地下水組成評価	
		PA-4.2.1 緩衝材中地球化学モデル	
		PA-4.2.2 熱力学データ整備	
17.	下流側ワーク項目	PA-4.3 溶解度評価	
		PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得	

付表1-106(4/4) ワーク項目に関する技術情報

	酸化性地下水	酸化性間隙水
pН	8.5	8.4
Eh [mV]	472	480
	単位 [mol/l]	
Na (Total)	3.3 × 10 <sup>-3</sup>	$2.8 \times 10^{-2}$
Ca (Total)	$1.0 \times 10^{-4}$	5.2 × 10 <sup>-5</sup>
K (Total)	5.8 × 10 <sup>-5</sup>	1.2 × 10 <sup>-4</sup>
Mg (Total)	6.5 × 10 <sup>-5</sup>	$4.1 \times 10^{-6}$
Fe (Total)	2.1 × 10 <sup>-15</sup>	1.9 × 10 <sup>-15</sup>
Al (Total)	3.6 × 10 <sup>-7</sup>	3.6 × 10 <sup>-7</sup>
C (Total)	3.5 × 10 <sup>-3</sup>	$1.6 \times 10^{-2}$
S (Total)	$1.0 \times 10^{-6}$	$1.0 \times 10^{-6}$
B (Total)	$2.9 \times 10^{-4}$	$2.9 \times 10^{-4}$
P (Total)	$2.9  imes 10^{-6}$	$2.9  imes 10^{-6}$
F (Total)	5.4 × 10 <sup>-5</sup>	5.4 × 10 <sup>-5</sup>
N (Total)	1.5 × 10⁻⁵	1.5 × 10 <sup>-5</sup>
Cl (Total)	$4.4 \times 10^{-6}$	$4.4 \times 10^{-6}$
Si (Total)	3.4 × 10 <sup>-4</sup>	$3.4 \times 10^{-4}$

表 - A 酸化性間隙水の組成



付図1-26 「性能評価」溶解度評価に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.3.1
2.	ワーク項目	溶解度試験
3.	概要	放射性元素(評価対象元素)に対する溶解度データの収
		集・実測
4.	設定パラメータ	溶解度,溶解度制限固相
5.	データセット	溶解度: -
		溶解度制限固相: -
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	(処分環境温度:RD-3.4.1 熱解析)
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	(地圧:RD-1.3 処分深度)
11.	設定条件(化学的条件)	・間隙水組成:PA-4.2.3 間隙水組成評価
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象元素:PA-2.1.2 対象核種選定
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-4.2.3 間隙水組成評価
17.	下流側ワーク項目	PA-4.3.2 熱力学データ整備
		PA-4.3.3 溶解度評価
		PA-4.3.5 溶解度設定

付表1-107 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容	
1.	識別番号	PA-4.3.2	
2.	ワーク項目	熱力学データ整備	
3.	概要	地球化学コード PHREEQE を用いた熱力学平衡計算で	
		溶解度を求める際に必要となる 放射性元素の熱力学デ	
		ータの整備。	
4.	設定パラメータ	熱力学データ	
5.	データセット	熱力学データベース:JNC-TDB	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断	
7.	設定根拠	JNC で開発し,国際的専門家によりデータの科学的信	
		頼性が検討されたデータベース。	
8.	設定条件(熱的条件)	-	
9.	設定条件(水理学的条件)	-	
10.	設定条件(力学的条件)	-	
11.	設定条件(化学的条件)	熱力学データの出典の追跡性 熱力学データの信頼性の	
		向上に主眼を置き ,データを取得したオリジナルの文献	
		にまで遡り ,その実験が平衡定数を得るうえで適切かど	
		うかを検討し選定。	
12.	設定条件(放射線学的条件)	-	
13.	設定条件(物質移行条件)	-	
14.	設定条件(その他)	-	
15.	参考文献	Yui et al (1999) : JNC Thermodynamic Database for	
		Performance Assessment of High-level Radioactive	
		Waste Disposal System, JNC TN8400 99-070.	
16.	上流側ワーク項目	PA-4.3.1 溶解度試験	
17.	下流側ワーク項目	PA-4.3.3 溶解度評価	

付表1-108 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PA-4.3.3		
2.	ワーク項目	溶解度評価 降水系間隙水		
3.	概要	間隙水の環境条件で適切と考えられる溶解度制限固相		
		を選定し,熱力学データおよび地球化学計算コード		
		PHREEQE を用いた溶解度計算を実施。		
4.	設定パラメータ	溶解度		
5.	データセット	溶解度:表-A 参照		
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断		
7.	設定根拠	溶解度設定の考え方:表-A 参照		
8.	設定条件(熱的条件)	温度:25 (熱力学データが充実している温度を採用)		
9.	設定条件(水理学的条件)	-		
10.	設定条件(力学的条件)	-		
11.	設定条件(化学的条件)	・間隙水組成:PA-4.2.3 間隙水組成評価		
		・イオン活量補正		
		水溶性化学種の種別によって影響されないDaviesの		
		活量係数補正式を採用(イオン強度 0.5 mol/kg 程度		
		まで適用可能であり ,イオン強度が 0.02 mol/kg の降		
		水系間隙水中の溶解度計算にも十分適用可能)。		
		・溶解度制限固相		
		間隙水組成に対して,熱力学的安定性や溶解度実験		
		で支持される固相を溶解度制限固相として設定。		
12.	設定条件(放射線学的条件)	-		
13.	設定条件(物質移行条件)	-		
14.	設定条件(その他)	熱力学データベース:JNC-TDB		
15.	参考文献	-		
16.	上流側ワーク項目	PA-4.2.3 間隙水評価		
		PA-4.3.1 溶解度試験		
		PA-4.3.2 熱力学データ整備		
17.	下流側ワーク項目	PA-4.3.5 溶解度設定		

付表1-109(1/3) ワーク項目に関する技術情報

元素	溶解度設定の考え方など
Se	溶解度制限固相は,熱力学的安定性,鉄共存水溶液中での生成の確認(立川ほか,1999), および緩衝材中での平衡が仮定されている黄鉄鉱(FeS2)との化学アナログ により FeSe₂(cr)とした.溶解度は間隙水中の pH ,Eh および Fe(II) 濃度に依存する.
Zr	澁谷・油井(1998)のベントナイト共存溶液中での ZrO₂(am)の溶解度実験における最大 値を採用した.
Nb	溶解度制限固相は,矢島ほか(1992)および矢島(1994)の溶解度実験から,Nb₂O₅(s)と した.この溶解度実測値のバラツキから,間隙水の pH を考慮した大きめの値を採用 した.間隙水の pH 領域では Nb(OH)₢の存在により,溶解度は pH に依存する.
Tc	熱力学計算において間隙水条件では固相 , 溶液中化学種ともに Tc(IV)が安定 . Tc(IV) が安定な Eh の範囲内では , 溶解度は pH などに依存せずほぼ一定となる .
Pd	溶解度制限固相は,熱力学的な安定性や脱酸素条件下水溶液中での Pd(cr)の生成の確 認 (Oda et al., 1996)から Pd(cr)を溶解度制限固相とした.計算で溶解度はほぼ0と なるため,Oda et al. (1996)の定量下限値 10 <sup>-9</sup> mol l <sup>-1</sup> を採用した.化学種計算では, 存在は否定されないものの,その熱力学データの信頼性は低いとして推奨されなかっ た Pd(OH)2(aq)のデータ(Baeyens and McKinley, 1989)を含めて計算を行った.
Sn	熱力学計算において間隙水条件では固相,溶液中化学種ともに Sn(IV)が安定.Oda and Amaya (1998) のベントナイト共存溶液中での溶解度実測値のバラツキから,大 きめの値を採用した.間隙水の pH 領域では Sn(OH)₅の存在により,溶解度は pH に 依存する.
Cs	可溶性元素
Sm, Ac, Am, Cm	化学アナログにより, Am の熱力学データを用いて, Sm, Ac, Cm の溶解度および化学 種を推定した.溶解度制限固相は熱力学的安定性および澁谷ほか(1995)の Sm の溶解 度実験から水酸化炭酸塩(MOHCO3 (cr):Mは金属元素)とした.間隙水中では炭酸 錯体が支配化学種となるものの,加水分解種の存在により,溶解度はHCO3 濃度に加 えて pH に依存する.
Pb	溶解度制限固相は熱力学的安定性から PbCO₃(cr)とした.間隙水の pH ,HCO₃濃度で は PbCO₃(aq)が支配化学種となる.この場合,溶解度は pH , Eh などには大きく依存 しない.
Ra	RaCO <sub>3</sub> あるいは RaSO <sub>4</sub> を溶解度制限固相として Ra 単独で溶解度計算を行った場合, 溶解度はそれぞれ 10 <sup>-4</sup> , 10 <sup>-6</sup> mol l <sup>-1</sup> のオーダーと計算され,天然水中で認められる Ra 濃度と比較して非常に大きな値である.一方,化学的性質が類似している同族元素が 溶液中に多量に存在する場合,共沈現象が起こることが予測されることから,インベ ントリ中に多く存在する Ca との共沈モデルを仮定した.これは,Nagra(1994a)に おける溶解度評価(Berner,1995)においても採用されている.共沈モデルでの Ra の濃度は間隙水中の Ca 濃度とインベントリ中の Ra / Ca の存在比との積により与え られる.共沈モデル計算の結果,Ra の溶解度は 10 <sup>-14</sup> mol l <sup>-1</sup> 程度であった.一方,天 然水中の Ra 濃度は一般に 10 <sup>-12</sup> mol l <sup>-1</sup> を下回る報告がなされている(Langmuir and Melchior, 1985; Bruno et al., 1997).ラジウムの溶解度データ設定では安全評価上 保守的となる天然水中の Ra 濃度のほぼ上限値である 10 <sup>-12</sup> mol l <sup>-1</sup> を採用した.
Th	溶解度制限固相は熱力学的安定性および Ryan and Rai (1987), Osthols et al.(1994) などの溶解度実験から ThO₂(am)とした.アクニチド IV 価については ,溶液中の炭酸

表 - A 放射性元素の溶解度設定の考え方

元素	溶解度設定の考え方など
	濃度が高い条件においても,酸化物アモルファス固相が安定であることが,本表中で 引用しているような実験から示されている.間隙水の炭酸濃度が高いため, Th(OH)₃CO₃が支配化学種となり,このときの溶解度は間隙水中の HCO₃ 濃度に依 存する.
Ра	間隙水条件では固相,溶液中化学種ともに Pa(V)が安定.溶解度制限固相は熱力学的 安定性から Pa2O5(s)とした.間隙水中で電気的に中性な PaO(OH)3(aq)が支配化学種 となり,溶解度は pH などに依存せずほぼ一定となる.
U	溶解度制限固相は,熱力学安定性および Rai et al.(1990), Yajima et al.(1995)などの 溶解度実験から UO <sub>2</sub> (am)とした.しかし,JNC-TDB を用いた溶解度計算では,間隙 水が高炭酸濃度([HCO <sub>3</sub> :] = 約 10 <sup>-2</sup> mol l <sup>-1</sup> )であるためにウランが酸化され,ウラン VI 価の炭酸錯体(UO <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>4</sup> )が支配的となり,溶解度は 10 <sup>-6</sup> mol l <sup>-1</sup> のオーダーとな る.一方,Rai et al. (1995) により UO <sub>2</sub> (am)の溶解度の時間依存性について還元条件 下で実験が行われている.その結果,反応時間が長くなると溶解度が下がる理由とし て,Rai et al.(1995)は反応時間が短い場合はウラン VI 価の水溶性化学種が支配的で あるが,反応時間が長くなるとウランは IV 価が支配的になると考察している.また, JNC-TDB のウラン IV 価のみの熱力学データを用いて Rai et al. (1995)の実験に関し て溶解度計算を行い,ウラン VI 価を含む場合と比較することにより Rai et al. (1995) の考察の妥当性を確認している(東ほか,1999).地層処分環境は還元条件であり,+ 分に長い反応時間を対象としているため,Rai et al. (1995)の考察に基づき,ウランは IV 価が支配となっているものと考え,JNC-TDB のウラン IV 価のみの熱力学データ を用い溶解度計算を行った.間隙水での支配化学種は U(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>2-</sup> と U(OH) <sub>4</sub> (aq) と計算され,このときの溶解度は HCO <sub>3</sub> 濃度に依存する.
Np	溶解度制限固相は熱力学的安定性および Rai et al. (1999a)などの溶解度実験から NpO <sub>2</sub> (am)とした .間隙水中の支配化学種は Np(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )2 <sup>2</sup> および Np(OH) <sub>4</sub> (aq)と計 算され,このときの溶解度は HCO <sub>3</sub> 濃度に依存する.なお,間隙水中の支配化学種 のうち,Np(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )2 <sup>2</sup> の存在の可能性については,芦田ほか(1999)においても 示唆されている.
Pu	溶解度制限固相は熱力学的安定性および Yamaguchi et al.(1994),Rai et al.(1999b) などの溶解度実験から PuO2(am)とした.間隙水中の支配化学種は Pu (OH)2(CO3)2 <sup>2-</sup> および Pu(III)の炭酸錯体であり,III 価および IV 価が共存する.このときの溶解度 は,IV 価の錯体は HCO3 濃度に,III 価の錯体は pH,Eh および HCO3 濃度に依存す る.

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PA-4.3.3		
2.	ワーク項目	溶解度評価 海水系間隙水		
3.	概要	間隙水の環境条件で適切と考えられる溶解度制限固相		
		を選定し,熱力学データおよび地球化学計算コード		
		PHREEQE を用いた溶解度計算を実施。		
4.	設定パラメータ	溶解度		
5.	データセット	溶解度: -		
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断		
7.	設定根拠	-		
8.	設定条件(熱的条件)	温度:25 (熱力学データが充実している温度を採用)		
9.	設定条件(水理学的条件)	-		
10.	設定条件(力学的条件)	-		
11.	設定条件(化学的条件)	・間隙水組成:PA-4.2.3 間隙水組成評価		
		・イオン活量補正		
		Davies の活量係数補正式はイオン強度 0.3~0.5		
		mol/kg 以上に適用した場合,実際よりも高い活量係		
		数を計算するため,イオン強度 0.3 mol/kg のときの		
		活量係数を用いて溶解度を計算(ただし、海水系間		
		隙水のイオン強度は 0.6 mol/kg )。		
		海水系間隙水に対する熱力学的安定性などを考慮し		
		て検討した結果、降水系間隙水の場合と同じ固相を		
12.	設定条件(放射線学的条件)	-		
13.	設定条件(物質移行条件)	-		
14.	設定条件(その他)	熱力学データベース:JNC-TDB		
15.	参考文献	-		
16.	上流側ワーク項目	PA-4.2.3 間隙水評価		
		PA-4.3.1 溶解度試験		
		PA-4.3.2 熱力学データ整備		
17.	下流側ワーク項目	PA-4.3.5 溶解度設定		

付表1-109(2/3) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.3.3
2.	ワーク項目	溶解度評価 支保反応間隙水
3.	概要	間隙水の環境条件で適切と考えられる溶解度制限固相
		を選定し,熱力学データおよび地球化学計算コード
		PHREEQE を用いた溶解度計算を実施。
4.	設定パラメータ	溶解度
5.	データセット	溶解度: -
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件 (熱的条件)	温度:25 (熱力学データが充実している温度を採用)
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・間隙水組成:PA-4.2.3 間隙水組成評価
		・溶解度制限固相
		降水系間隙水の場合と同じ固相を設定。
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	熱力学データベース:JNC-TDB
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-4.2.3 間隙水評価
		PA-4.3.1 溶解度試験
		PA-4.3.2 熱力学データ整備
17.	下流側ワーク項目	PA-4.3.5 溶解度設定

付表1-109(3/3) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PA-4.3.4		
2.	ワーク項目	共沈モデル評価		
3.	概要	化学的性質が類似している同族元素(Ca)が溶液中に		
		大量に存在するため ,共沈モデルにより Ra の溶解度を		
		計算。		
4.	設定パラメータ	Ra 元素の溶解度		
5.	データセット	Ra 元素の溶解度:10 <sup>-14</sup> mol/l		
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断		
7.	設定根拠	Ra単独で溶解度計算を行った場合,溶解度は10-4~10-6		
		mol/l のオーダーとなり,天然水中で認められる Ra 濃		
		度と比較して非常に大きい。一方,化学的性質が類似し		
		ている同族元素が存在する場合 ,共沈現象が起こること		
		が想定される。		
8.	設定条件(熱的条件)	-		
9.	設定条件(水理学的条件)	-		
10.	設定条件(力学的条件)	-		
11.	設定条件(化学的条件)	共沈モデル:Nagra における溶解度評価で採用された		
		簡易なモデル(Berner, 1995)を採用(Ra 濃度は,間		
		隙水中の Ca 濃度とインベントリ中の Ra/Ca の存在比		
		との積で与えられる。)		
12.	設定条件(放射線学的条件)	-		
13.	設定条件(物質移行条件)	-		
14.	設定条件(その他)	-		
15.	参考文献	Bener, U. (1995) : Kristallin-I: Estimates of Solubility		
		Limits for Safety Relevant Radionuclides, PSI		
		Bericht Nr.95-07.		
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.3 核種インベントリ		
		PA-4.2.3 間隙水組成評価		
17.	下流側ワーク項目	PA-4.3.5 溶解度設定		

付表1-110 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PA-4.3.5		
2.	ワーク項目	溶解度設定 降水系間隙水		
3.	概要	PHREEQE コードを用いた溶解度計算による評価 , 溶		
		解度実測値 ,共沈モデルによる評価などから ,降水系間		
		隙水条件での緩衝材中溶解度を設定。		
4.	設定パラメータ	溶解度		
5.	データセット	溶解度:表-A 参照		
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断		
7.	設定根拠	・計算値と実測値との比較を行い,保守的となる場合に		
		は実測値を採用(Zr,Nb,Sn,Pd)		
		・Raは,Caとの共沈モデルと天然水の濃度上限の比		
		較から大きい値を設定。		
8.	設定条件(熱的条件)	温度:25 (温度の上昇は溶解度制限固相の変遷を加		
		速し溶解度を減少させる可能性があり,保守的な評価)		
9.	設定条件(水理学的条件)	-		
10.	設定条件(力学的条件)	-		
11.	設定条件(化学的条件)			
		水浴性化字種の種別によって影響されないDaviesの		
		活重係数補止式を採用(1イノ独度 U.5 mol/kg 程度 まで適用可能であり、イオン改度が 0.02 mol/kg の内		
		まで適用可能であり、イオン強度が 0.02 mol/kg の降		
		水糸間隙水中の溶解度計算にも十分適用可能)。		
19		· 冶胜反则低凹怕,农-A 乡炽		
12.				
13.	収止示け(初見1911 ホけ)     設定冬仕(その他)			
14.				
16	<u> </u>	PΔ_431 淡解度試驗		
10.		PA_4 3 3 · · /□//·/Σ · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
		PA-434 共次モデル評価		
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行評価		

付表1-111(1/4) ワーク項目に関する技術情報

## 表 - A 放射性元素の溶解度(降水系間隙水)

元素	溶解度 [mol1'at 25℃]	溶解度制限固相"	主要溶存化学種"
Se	3×104	FeSe <sub>2</sub> (cr)	HSe
Zr	1×10 <sup>4*1</sup>	ZrO <sub>2</sub> (am)	Zr(OH) <sub>4</sub> (aq)
Nb	1×10+*1	Nb <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (am)	Nb(OH) <sub>a</sub>
Tc	4×10*	TcO <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O(am)	TcO(OH);(aq)
Pd	$1 \times 10^{-4+1}$	Pd(cr)	Pd(OH);(aq)
Sn	5×10**1	SnO <sub>2</sub> (am)	Sn(OH),; Sn(OH),(aq)
Cs	可溶性	1370	Cs'
Sm	$2 \times 10^{-7}$	SmOHCO <sub>3</sub> (er)	Sm(CO <sub>3</sub> ) <sub>2+</sub> Sm(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>3</sup> , SmCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>
РЬ	2×10*	PbCO <sub>(cr)</sub>	PbCO <sub>3</sub> (aq), Pb(CO <sub>3</sub> ),2-
Ra	1×10 <sup>-12.*2</sup>	Ra-Ca-CO <sub>3</sub>	Ra <sup>2+</sup>
Ac	2×10 <sup>2</sup>	AcOHCO <sub>3</sub> (cr)	Ac(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ', Ac(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>3</sup> , AcCO <sub>3</sub> '
Th	5×10*	ThO <sub>2</sub> (am)	Th(OH) <sub>3</sub> CO <sub>3</sub>
Pa	2×104	Pa <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (s)	PaO(OH),(aq)
U	8×10*	UO <sub>2</sub> (am)	U(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>2</sup> ,U(OH) <sub>4</sub> (aq)
Np	2×10*	NpO <sub>2</sub> (am)	Np(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>2</sup> , Np(OH) <sub>4</sub> (aq)
Pu	3×10*	PuO <sub>2</sub> (am)	Pu(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>2</sup> , Pu(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>2</sup> Pu(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>2</sup> , PuCO <sub>3</sub> <sup>2</sup>
Am	2×10 <sup>7</sup>	AmOHCO.(cr)	Am(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Am(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>-</sup> , AmCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Cm	$2 \times 10^{-7}$	CmOHCO <sub>3</sub> (cr)	Cm(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Cm(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>+</sup> , CmCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>

表 6.1.3.2-4 降水系間隙水中の放射性元素の溶解度設定値 (レファレンスケースケース)

\*1 実測値に基づく設定

Zz 違谷 油瓶 1998.

Nh 矢島(お)(1992;矢島(1994, (参考)計算値7×10<sup>-1</sup> moll<sup>+1</sup>

Srt Oda and Amaya(1998, (参考 計算值2×10<sup>3</sup> mol 1<sup>4</sup>

Pd Oda et al.(1996, (参考)計算値 はぼゼロ

\*2 Caとの簡易な共沈モデル(Berner, 1999と天然水の濃度上限の比較から大きな値を設定

\*3 固相の表記については、JNC-TDB 開発での議論を踏まえて結晶質を(cr)、アモルファスを(am)及び現状ではこの両者に区分けできない固相(s)に分類している。電気的に中性の水溶性化学種については化学 式の最後に(ag)を付記している(Yui et al. 1999b)。

No.	項目	内容		
1.	識別番号	PA-4.3.5		
2.	ワーク項目	溶解度設定 海水系間隙水		
3.	概要	PHREEQE コードを用いた溶解度計算による評価,溶		
		解度実測値 ,共沈モデルによる評価などから ,海水系間		
		隙水条件での緩衝材中溶解度を設定。		
4.	設定パラメータ	溶解度		
5.	データセット	溶解度:表-A 参照		
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断		
7.	設定根拠	・計算値と実測値との比較を行い,保守的となる場合に		
		は実測値を採用(Zr,Nb,Sn,Pd)		
		・Ra は, Ca との共沈モデルと天然水の濃度上限の比		
		較から大きい値を設定。		
8.	設定条件(熱的条件)	温度:25		
9.	設定条件(水理学的条件)	-		
10.	設定条件(力学的条件)	-		
11.	設定条件(化学的条件)	・イオン活量補正		
		Davies の活量係数補正式はイオン強度 0.3~0.5		
		mol/kg 以上に適用した場合,実際よりも高い活量係		
		数を計算するため,イオン強度 0.3 mol/kg のときの		
		活量係数を用いて溶解度を計算(ただし,海水系間		
		隙水のイオン強度は 0.6 mol/kg )。		
		・溶解度制限固相:表-A 参照		
12.	設定条件(放射線学的条件)	-		
13.	設定条件(物質移行条件)	-		
14.	設定条件(その他)	-		
15.	参考文献	-		
16.	上流側ワーク項目	PA-4.3.1 溶解度試験		
		PA-4.3.3 溶解度評価		
		PA-4.3.4 共沈モデル評価		
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行評価		

付表1-111(2/4) ワーク項目に関する技術情報

## 表 - A 放射性元素の溶解度(海水系間隙水)

元素	溶解度 [mol I <sup>-1</sup> at 25℃]	溶解度制限固相	主要溶存化学植
Se	6×10 <sup>-9</sup>	FeSe <sub>2</sub> (cr)	HSe
Zr	1×10**1	ZrO <sub>2</sub> (am)	Zr(OH),(aq)
Nb	1×10'4*1	Nb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	Nb(OH)6
Te	4×10 <sup>-8</sup>	TcO <sub>f</sub> 2H <sub>2</sub> O(am)	TcO(OH) <sub>2</sub> (aq)
Pd	1×10 <sup>.0*1</sup>	Pd(cr)	Pd(NH <sub>1</sub> ), <sup>2+</sup>
Sn	5×10 <sup>+*1</sup>	SnO <sub>2</sub> (am)	Sn(OH),(aq), Sn(OH);
Cs	可溶性		Cs'
Sm	$4 \times 10^{-7}$	SmOHCO <sub>4</sub> (cr)	SmOH2+, SmCO3+, Sm(OH)2
РЬ	$6 \times 10^{+}$	PbCO <sub>3</sub> (cr)	PbCl <sup>+</sup> , PbCl <sub>2</sub> (aq), PbCO <sub>2</sub> (aq) PbCl <sub>1</sub> <sup>-</sup>
Ra	1×10 <sup>-m+2</sup>	Ra-Ca-CO <sub>3</sub>	Ra <sup>2+</sup>
Ac	4×10 <sup>7</sup>	AcOHCO <sub>3</sub> (cr)	AcOH2, AcCO, Ac(OH)
Th	9×10 <sup>-8</sup>	ThO <sub>2</sub> (am)	Th(OH),CO;
Pa	1×10*	Pa <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	PaO(OH) <sub>1</sub> (aq)
U	2×10 <sup>.9</sup>	UO <sub>2</sub> (am)	U(OH),(aq)
Np	3×10 <sup>-9</sup>	NpO2(am)	Np(OH),(aq)
Pu	3×10 <sup>-4</sup>	PuO2(am)	PuOH <sup>2+</sup> , PuCO <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Pu(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup>
Am	4×10 <sup>-7</sup>	AmOHCO <sub>3</sub> (cr)	AmOH <sup>2+</sup> , AmCO <sub>3</sub> <sup>+</sup> , Am(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup>
Cm	4×10-2	CmOHCO <sub>2</sub> (cr)	CmOH <sup>2+</sup> , CmCO <sub>3</sub> <sup>+</sup> , Cm(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup>

表 6.1.3.2-6 海水系間隙水中の放射性元素の溶解度設定値

\*1 実測値に基づく設定

Zr 讀谷 油車 1998, Nh 矢扇(1992;矢廊 1994, (参尋 計算值3×10<sup>2</sup> moll<sup>-1</sup>

 Nut
 人品はいて1994,人品は1994,(参考)計算値9×10\*mol1\*

 Six
 Oda and Amayal 1998,(参考)計算値1日活ゼロ

 Pd:
 Oda et al.(1996,(参考)計算値1日活ゼロ

 \*2
 Caとの簡易な共注モデル(Berner, 1995)と天然水の濃度上間の比較がら大きな値を設定

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.3.5
2.	ワーク項目	溶解度設定 支保工反応間隙水
3.	概要	PHREEQE コードを用いた溶解度計算による評価,溶
		解度実測値 ,共沈モデルによる評価などから ,支保工反
		応間隙水条件での緩衝材中溶解度を設定。
4.	設定パラメータ	溶解度
5.	データセット	溶解度:表-A 参照
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	・計算値と実測値との比較を行い,保守的となる場合に
		は実測値を採用(Zr,Nb,Sn,Pd)
		・Ra は, Ca との共沈モデルと天然水の濃度上限の比
		較から大きい値を設定。
8.	設定条件(熱的条件)	温度:25
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・溶解度制限固相:表-A 参照
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-4.3.1 溶解度試験
		PA-4.3.3 溶解度評価
		PA-4.3.4 共沈モデル評価
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行評価

付表1-111(3/4) ワーク項目に関する技術情報

## 表 - A 放射性元素の溶解度(支保工反応間隙水)

元素	溶解度[mol 1 <sup>+</sup> at 25℃]	溶解度制限固相	主要溶存化学種
Se	4×10*	FeSe <sub>2</sub> (cr)	HSe
Zr	1×10**1	ZrO2(am)	Zr(OH),(aq), Zr(OH);
Nb	1×10 <sup>-1*1</sup>	Nb <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (s)	Nb(OH),
Тс	4×10 <sup>4</sup>	TcOg 2H2O(am)	TcO(OH);(aq)
Pd	1×10 <sup>++1</sup>	Pd(cr)	Pd(OH)_(aq)
Sn	5×10 <sup>4*1</sup>	SnO <sub>2</sub> (am)	Sn(OH), Sn(OH), (aq)
Cs	可將性	5.00	Cs*
Sm	9×10*	SmOHCO,(cr)	Sm(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Sm(CO <sub>3</sub> ) <sub>1</sub> <sup>+</sup> , SmCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>
Pb	2×10*	PbCO <sub>2</sub> (cr)	PbCO <sub>2</sub> (aq), Pb(CO <sub>3</sub> )2 <sup>2</sup>
Ra	1×10 <sup>-12*2</sup>	Ra-Ca-CO <sub>3</sub>	Ra <sup>2+</sup>
Ac	9×10*	AcOHCO <sub>4</sub> (cr)	Aq(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>+</sup> , Aq(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>+</sup> , AqCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>
Th	3×10*	ThO <sub>2</sub> (am)	Th(OH),CO;
Pa	2×104	Pa <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (s)	PaO(OH);(aq)
U	4×10 <sup>+</sup>	UO2(am)	U(OH)2(CO2)22, U(OH)4(aq
Np	8×10*	NpO <sub>2</sub> (am)	Np(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>3</sup> , Np(OH) <sub>3</sub> (aq)
Pu	7×10*	PuO <sub>2</sub> (am)	Pu(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Pu(OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>5</sup> Pu(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>5</sup>
Am	9×10 <sup>4</sup>	AmOHCO <sub>3</sub> (cr)	Am(CO <sub>3</sub> ) <sub>1</sub> <sup>+</sup> , Am(CO <sub>3</sub> ) <sub>1</sub> <sup>+</sup> , AmCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>
Cm	9×10*	CmOHCO <sub>3</sub> (cr)	Cm(CO <sub>3</sub> ) <sub>1</sub> <sup>2</sup> , Cm(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> <sup>3</sup> , CmCO. <sup>2</sup>

表 6.1.3.2-5 支保工(低アルカリ性コンクリート)との反応を考慮した 降水系間隙水中の放射性元素の溶解度設定値

\*1 実測値に基一く設定

Zr. 議谷 油丸 1998, Nh: 矢局:主が(1992; 矢局 1994, (参考 計算値 2×10° mol l° Srt Oda and Amaya(1998, (参考 計算値 3×10° mol l° Pd: Oda et al.(1996, (参考 計算值 :主壬七口

\*2 Caとの簡易な共沈モデル(Berner, 1999と天然水の濃度上限の比較から大きな値を設定

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-4.3.5
2.	ワーク項目	溶解度設定一酸化性間隙水
3.	概要	
4.	設定パラメータ	溶解度
5.	データセット	溶解度:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	温度:25
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-4.3.1 溶解度試験
		PA-4.3.3 溶解度評価
		PA-4.3.4 共沈モデル評価
17.	下流側ワーク項目	PA-6 変動シナリオ評価(PA-6.1 隆起 / 侵食)

付表1-111(4/4) ワーク項目に関する技術情報

		(
元素	降水系間隙水 [mol/l]	酸化性間隙水 [mol/l]
Se	3 × 10 <sup>-9</sup>	可溶性
Zr	$1 \times 10^{-6}$	1 × 10 <sup>-6</sup>
Nb	1 × 10-4	1 × 10-4
Тс	4 × 10 <sup>-8</sup>	可溶性
Pd	1 × 10 <sup>-9</sup>	1 × 10 <sup>-7</sup>
Sn	5 × 10 <sup>-6</sup>	5 × 10 <sup>-6</sup>
Cs	可溶性	可溶性
Sm	$2 \times 10^{-7}$	$2 \times 10^{-7}$
Pb	$2 \times 10^{-6}$	$2 \times 10^{-6}$
Ra	1 × 10 <sup>-12</sup>	1 × 10 <sup>-12</sup>
Ac	$2 \times 10^{-7}$	<b>2</b> × 10 <sup>-7</sup>
Th	5 × 10 <sup>-6</sup>	5 × 10 <sup>-6</sup>
Pa	$2 \times 10^{-8}$	2 × 10 <sup>-8</sup>
U	<b>8 × 10</b> -9	5 × 10 <sup>-3</sup>
Np	2 × 10 <sup>-8</sup>	4 × 10 <sup>-5</sup>
Pu	3 × 10 <sup>-8</sup>	6 × 10 <sup>-9</sup>
Am	2 × 10 <sup>-7</sup>	2 × 10 <sup>-7</sup>
Cm	2 × 10-7	2 × 10-7

表 - A 放射性元素の溶解度(酸化性間隙水)



付図1-27 「性能評価」移行特性データ取得(人工バリア)に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.1.1
2.	ワーク項目	ガラス溶解速度設定
3.	概要	
4.	設定パラメータ	ガラス溶解速度
		ガラス表面積
5.	データセット	ガラス溶解速度:1.0×10 <sup>-3</sup> g/m²/d
		ガラス表面積:17 m²
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・ガラス表面積
		固化時の冷却による割れを考慮し,幾何学的表面積
		の 10 を設定。
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析

付表1-112 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 長期浸出試験における各種ガラス固化体の溶解速度

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.1.2
2.	ワーク項目	分配係数設定 降水系間隙水
3.	概要	圧縮ベントナイトにおける実測値を重視する観点から,
		見かけの拡散係数(Da)と実効拡散係数(De)を用い
		て,分配係数を設定。
4.	設定パラメータ	分配係数(緩衝材)
5.	データセット	分配係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	分配係数の算出
		$Kd = \frac{1}{\rho} \left( \frac{De}{Da} - \varepsilon \right)$ Kd:分配係数 [m <sup>3</sup> /kg], Da:見かけの拡散係数 [m <sup>2</sup> /s], De:実効拡散係数 [m <sup>2</sup> /s], $\rho$ :ベントナイト 乾燥密度 [kg/m <sup>3</sup> ], $\varepsilon$ :間隙率 [-]
8.	設定条件 (熱的条件)	25
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	還元性
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析

付表1-113(1/4) ワーク項目に関する技術情報

元素	分配係数 [m³/kg]	備考(Da 値の出典)
Se	0	Sato ( 1997a )
Zr	10	Sato et al. ( 1995 )
Nb	1	嶺ほか(1999b)
Тс	0.1	Kuroda et al. ( 1997 ) 加藤ほか ( 1999 )
Pd	0.1	Tachi et al. ( 1999b )
Sn	1	小田ほか(1999c)
Cs	0.01	佐藤・澁谷(1994) Idemitsu et al.(1998)
Sm	1	Sato ( 1997b )
Pb	0.1	Ni ( Sato , 1999b ) のアナログ
Ra	0.01	Tachi et al. ( 1999a )
Ac	1	Sm のアナログ
Th	1	U,Np のアナログ
Pa	1	Sn のアナログ
U	1	Idemitsu et al. (1994) 加藤ほか (1999)
Np	1	加藤ほか(1999)
Pu	10	舘ほか(1999)
Am	10	佐藤・澁谷(1994)
Cm	10	Am のアナログ

表 - A 放射性元素の緩衝材への分配係数(レファレンスケース)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.1.2
2.	ワーク項目	分配係数設定 モデル変更ケース
3.	概要	
4.	設定パラメータ	分配係数(緩衝材)
5.	データセット	分配係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・オーバーパック腐食生成物に対する分配係数は ,収着
		データベース(澁谷ほか,1999)の鉄酸化物などの
		バッチ収着データから設定
		・掘削影響領域中の岩盤に対する分配係数は,天然バリ
		アのレファレンスケースの設定値を使用
8.	設定条件(熱的条件)	25
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	還元性
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	澁谷朝紀ほか(1999): 核種のベントナイトおよび岩石
		に対する収着データベース,JNC TN8410 99-050.
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析

付表1-113(2/4) ワーク項目に関する技術情報

		オーバーパック	掘削影響領域中	乾燥密度 1.1
二主	降水系間隙水	腐食生成物に対	の岩盤に対する	Mg/m³ での緩衝
儿糸	[m³/kg]	する分配係数	分配係数	材に対する分配
		[m <sup>3</sup> /kg]	[m³/kg]	係数 [m³/kg]
Se	0	0.001	0.01	0
Zr	10	1	0.1	10
Nb	1	1	0.1	1
Tc	0.1	1	1	0.1
Pd	0.1	0.1	0.1	0.1
Sn	1	10	1	1
Cs	0.01	0.01	0.05	0.01
Sm	1	1	5	1
Pb	0.1	0.1	0.1	0.1
Ra	0.01	0.01	0.5	0.01
Ac	1	1	5	1
Th	1	1	1	1
Pa	1	1	1	1
U	1	1	1	1
Np	1	1	1	1
Pu	10	1	1	10
Am	10	1	5	10
Cm	10	1	5	10

表 - A 放射性元素の緩衝材への分配係数(モデル変更ケース)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.1.2
2.	ワーク項目	分配係数設定 地質環境変更ケース
3.	概要	
4.	設定パラメータ	分配係数(緩衝材)
5.	データセット	分配係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	25
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	還元性
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析

付表1-113(3/4) ワーク項目に関する技術情報
元素	降水系間隙水 [m³/kg]	降水系地下水に対して 支保工との反応を考慮 [m³/kg]	海水系間隙水 [m³/kg]
Se	0	0	0
Zr	10	10	10
Nb	1	1	1
Tc	0.1	0.1	0.1
Pd	0.1	0.1	0.1
Sn	1	1	1
Cs	0.01	0.01	0.001
Sm	1	1	1
Pb	0.1	0.1	0.1
Ra	0.01	0.01	0.01
Ac	1	1	1
Th	1	1	1
Pa	1	1	1
U	1	1	1
Np	1	1	1
Pu	10	10	10
Am	10	10	10
Cm	10	10	10

表 - A 放射性元素の緩衝材への分配係数(地質環境変更ケース)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.1.2
2.	ワーク項目	分配係数設定 変動シナリオ
3.	概要	
4.	設定パラメータ	分配係数(緩衝材)
5.	データセット	分配係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件 (熱的条件)	25
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	酸化性
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-6 変動シナリオ評価(PA-6.1 隆起 / 侵食)

付表1-113(4/4) ワーク項目に関する技術情報

二主	降水系間隙水	酸化性間隙水
儿糸	[m³/kg]	[m <sup>3</sup> /kg]
Se	0	0
Zr	10	10
Nb	1	1
Tc	0.1	0
Pd	0.1	0.1
Sn	1	1
Cs	0.01	0.01
Sm	1	1
Pb	0.1	0.1
Ra	0.01	0.01
Ac	1	1
Th	1	1
Ра	1	1
U	1	0.005
Np	1	0.005
Pu	10	10
Am	10	10
Cm	10	10

## 表 - A 放射性元素の緩衝材への分配係数(変動シナリオ)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.1.3
2.	ワーク項目	拡散係数設定 降水系間隙水
3.	概要	In-diffusion 法に代表される非定常拡散試験により取
		得された見かけの拡散係数と Through-diffusion 法に
		よる定常拡散試験によって取得される実効拡散係数か
		ら ,溶存化学種 ,ケイ砂混合率および温度の影響を考慮
		して実効拡散係数を設定。
4.	設定パラメータ	実効拡散係数
5.	データセット	実効拡散係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	60
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析

付表1-114(1/4) ワーク項目に関する技術情報

表 - A 放射性元素の実効拡散係数(レファレンスケース)

妻 次方化	<b>淡</b> 左化学 <b></b> 種	実効拡散係数(25)	実効拡散係数(60 )
70示		[m²/s]	[m²/s]
Cs	$\mathbf{Cs}^+$	$2.7 \times 10^{-10}$	$5.4 \times 10^{-10}$ ( $6 \times 10^{-10}$ )
Se	HSe-	6.0 × 10 <sup>-11</sup>	$1.2 \times 10^{-10}$ ( $2 \times 10^{-10}$ )
Cs , Se 以外の元素		1.2 × 10 <sup>-10</sup>	$2.4 \times 10^{-10} (3 \times 10^{-10})$



図 - A 実効拡散係数のベントナイト密度依存性



図 - B Cs, Se, HTO の見かけの拡散係数のケイ砂混合の影響



図 - C HTO, I<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>の実効拡散係数のケイ砂混合率依存性

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.1.3
2.	ワーク項目	拡散係数設定 モデル変更ケース
3.	概要	
4.	設定パラメータ	実効拡散係数
5.	データセット	実効拡散係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	60
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析

付表1-114(2/4) ワーク項目に関する技術情報

表 - A	放射性元素の実効拡散係数(モデル変更ケース)

元素	(60)[m²/s]	材乾燥密度 1.1 Mg/m <sup>3</sup> の場合(60 )[m²/s]
Cs	$6 \times 10^{-10}$	1 × 10 <sup>-9</sup>
Se	$2 \times 10^{-10}$	2 × 10-9
Cs , Se 以外の元素	3 × 10 <sup>-10</sup>	8 × 10 <sup>-10</sup>

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.1.3
2.	ワーク項目	拡散係数設定 地質環境変更ケース
3.	概要	
4.	設定パラメータ	実効拡散係数
5.	データセット	実効拡散係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	60
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析

付表1-114(3/4) ワーク項目に関する技術情報

表 - A	放射性元素の実効拡散係数(地質環境変更ケ・	-ス)
-------	-----------------------	-----

元素	降水系間隙水 (60 )[m²/s]	降水系地下水に対し て支保工との反応を 考慮(60 )[m²/s]	海水系間隙水 (60 )[m²/s]
Cs	$6 \times 10^{-10}$	$6 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-10}$
Se	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-10}$	3 × 10 <sup>-10</sup>
Cs , Se 以外の元素	$3 \times 10^{-10}$	3 × 10 <sup>-10</sup>	$3 \times 10^{-10}$

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.1.3
2.	ワーク項目	拡散係数設定 変動シナリオ
3.	概要	
4.	設定パラメータ	実効拡散係数
5.	データセット	実効拡散係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	60
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-6 変動シナリオ評価(PA-6.1 隆起 / 侵食)

付表1-114(4/4) ワーク項目に関する技術情報

<b>≠</b> ∧	おみそこまの		(赤手もと、チョーチン
衣 - A	<b>放射性兀系の</b>	美幼狐郎16剱(	②劉ンノリイ)

元素	降水系間隙水 (60 )[m²/s]	酸化性間隙水 (60 )[m²/s]
Cs	$6 \times 10^{-10}$	$6 \times 10^{-10}$
Se	$2 \times 10^{-10}$	5 × 10 <sup>-11</sup>
Тс	-	5 × 10 <sup>-11</sup>
Np	-	3 × 10 <sup>-11</sup>
U	-	2 × 10 <sup>-11</sup>
その他の元素	3 × 10 <sup>-10</sup>	$3 \times 10^{-10}$

物質移行特性評価:移行特性データ取得(天然バリア)



付図1-28 「性能評価」移行特性データ取得(天然バリア)に係わるワークフロー

リソース類 (解析コード等)

他フローのワーク項目

解析·評価

実験·観測

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.2.1
2.	ワーク項目	分散係数設定
3.	概要	
4.	設定パラメータ	巨視的分散長
5.	データセット	巨視的分散長:移行距離の 1/10
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	縦方向分散長の回帰曲線(10 cm~3.5 km)
		$\alpha_L = 0.017 L^{1.5}$
		$\alpha_L$ :縦方向分散長 [m], $L$ :移行距離 [m]
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価

付表1-115 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 縦方向分散長と移行距離の関係

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.2.2
2.	ワーク項目	分配係数設定 降水系地下水
3.	概要	公開された文献を中心に構築したバッチ試験のデータ
		ベースに基づいて ,バッチ収着試験データの原位置条件
		への適用に関する検討を踏まえて,分配係数を設定。
4.	設定パラメータ	分配係数
5.	データセット	分配係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	地下水組成:PA-4.1.4 参照
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	花崗岩
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.4 地下水組成評価
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価

付表1-116(1/4) ワーク項目に関する技術情報

表 - A 阝	降水系地下水。	/ 花崗岩に対する放射性元素の分配係数(レファレンスケ-	-ス)
---------	---------	------------------------------	-----

元素	分配係数 [m³/kg]	元素	分配係数 [m³/kg]	元素	分配係数 [m³/kg]
Se	0.01	Cs	0.05	Ра	1
Zr	0.1	Sm	5	U	1
Nb	0.1	Pb	0.1	Np	1
Tc	1	Ra	0.5	Pu	1
Pd	0.1	Ac	5	Am	5
Sn	1	Th	1	Cm	5

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.2.2
2.	ワーク項目	分配係数設定 データ不確実性ケース
3.	概要	
4.	設定パラメータ	分配係数
5.	データセット	分配係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	降水系地下水
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	花崗岩
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.4 地下水組成評価
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価

付表1-116(2/4) ワーク項目に関する技術情報

表 - A 降水系地下水 / 花崗岩に対する放射性元素の分配係数(データ不確実性ケース)

元素	Kd 最小値 [m <sup>3/</sup> kg]	Kd 最大値 [m <sup>3/</sup> kg]	元素	Kd 最小値 [m <sup>3/</sup> kg]	Kd 最大値 [m <sup>3/</sup> kg]
Se	0.0	0.1	Ra	0.05	0.5
Zr	0.01	10	Ac	0.05	50
Nb	0.01	10	Th	0.1	10
Tc	0.05	100	Ра	0.1	10
Pd	0.05	1	U	0.1	10
Sn	0.1	100	Np	0.1	10
Cs	0.001	10	Pu	0.1	10
Sm	0.05	50	Am	0.05	50
Pb	0.1	10	Cm	0.05	50

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.2.2
2.	ワーク項目	分配係数設定 地質環境変更ケース
3.	概要	
4.	設定パラメータ	分配係数
5.	データセット	分配係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	降水系地下水 / 海水系地下水
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	4 岩種 ( 酸性結晶質岩 , 塩基性結晶質岩 , 泥質・凝灰質
		岩,砂質岩)
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.4 地下水組成評価
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価

付表1-116(3/4) ワーク項目に関する技術情報

地下水		降水系	地下水			海水系	地下水	
岩種	酸性 結晶質岩	塩基性 結晶質岩	泥質・ 凝灰質岩	砂質岩	酸性 結晶質岩	塩基性 結晶質岩	泥質・ 凝灰質岩	砂質岩
Se	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01	0.01	0.01	0.001
Zr	0.1	1	1	0.1	0.1	0.5	1	0.1
Nb	0.1	1	1	0.1	0.1	0.5	1	0.1
Tc	1	1	1	1	1	1	1	1
Pd	0.1	1	1	0.1	0.1	1	1	0.1
Sn	1	5	5	1	1	5	5	1
Cs	0.05	0.1	0.1	0.05	0.005	0.01	0.01	0.005
Sm	5	5	5	5	5	5	5	5
Pb	0.1	1	1	0.1	0.1	1	1	0.1
Ra	0.5	0.5	0.5	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05
Ac	5	5	5	5	5	5	5	5
Th	1	1	1	1	1	1	1	1
Pa	1	1	1	1	1	1	1	1
U	1	1	1	1	1	1	1	1
Np	1	1	1	1	1	1	1	1
Pu	1	1	1	1	1	1	1	1
Am	5	5	5	5	5	5	5	5
Cm	5	5	5	5	5	5	5	5

表 - A 降水系地下水 / 花崗岩に対する放射性元素の分配係数(地質環境変更ケース)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.2.2
2.	ワーク項目	分配係数設定 変動シナリオ
3.	概要	
4.	設定パラメータ	分配係数
5.	データセット	分配係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	酸化性地下水
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	花崗岩
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-4.1.4 地下水組成評価
17.	下流側ワーク項目	PA-6 変動シナリオ評価(PA-6.1 隆起 / 侵食)

付表1-116(4/4) ワーク項目に関する技術情報

表 - A 酸化性地下水 / 花崗岩に対する放射性元素の分配係数(変動シナリオ)

元素	降水系地下水 [m <sup>3/</sup> kg]	酸化性地下水 [m <sup>3/</sup> kg]	元素	降水系地下水 [m <sup>3/</sup> kg]	酸化性地下水 [m <sup>3/</sup> kg]
Se	0.01	0	Ra	0.5	0.5
Zr	0.1	0.1	Ac	5	5
Nb	0.1	0.1	Th	1	1
Tc	1	0	Ра	1	0.005
Pd	0.1	0.1	U	1	0.005
Sn	1	1	Np	1	0.005
Cs	0.05	0.05	Pu	1	0.05
Sm	5	5	Am	5	5
Pb	0.1	0.1	Cm	5	5

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.2.3
2.	ワーク項目	拡散深さ設定
3.	概要	
4.	設定パラメータ	マトリクス拡散深さ
5.	データセット	マトリクス拡散深さ:0.1 m
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	亀裂中の核種は ,亀裂周辺の変質部だけでなく未変質部
		にも際限なくマトリクス拡散すると考えられるものの,
		既往のナチュラルアナログ研究で得られた値が最大で
		も 0.1m であるため。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	花崗岩
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.1 龟裂性媒体中移行評価

付表1-117 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.2.4
2.	ワーク項目	拡散寄与面積率設定
3.	概要	
4.	設定パラメータ	マトリクス拡散寄与面積率
5.	データセット	マトリクス拡散寄与面積率:50%
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	地下 1,000m の処分場周辺における亀裂面への垂直応
		力は ,亀裂の成因や亀裂方向に異なるものの ,最大土被
		り圧 27 MPa 程度と仮定すると , 亀裂開口部の面積は
		58~70%程度となり,50%を設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	花崗岩
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.1 亀裂媒体中移行評価

付表1-118 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.2.5
2.	ワーク項目	拡散係数設定 レファレンスケース
3.	概要	
4.	設定パラメータ	実効拡散係数,有効間隙率,乾燥密度
5.	データセット	実効拡散係数:3.0×10 <sup>-12</sup> m²/s
		有効間隙率:2%
		乾燥密度:2.64 Mg/m <sup>3</sup>
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・実効拡散係数
		室内試験(室温 25 )結果に対して,実効拡散係数
		の値を処分場周辺母岩温度 45 に温度補正を行い,
		最小二乗近似線から有効間隙率 2%に対して求めら
		れる実効拡散係数を設定。
		・有効間隙率
		変質部と未変質部を含んだマトリクス拡散領域の有
		効間隙率として設定。
		・乾燥密度
		$\rho = 2.7 \times (1 - \theta)$
		ho:乾燥密度 [Mg/m <sup>3</sup> ], $ heta$ :有効間隙率 [-]
8.	設定条件(熱的条件)	45
9.	設定条件(水理学的条件)	降水系地下水: PA-4.1.4 参照
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	岩種
		・花崗岩(酸性結晶質岩)
		・乾燥密度:2.64 Mg/m³(真密度 2.7 Mg/m³で一定)
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	-
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価

付表1-119(1/2) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 花崗岩類における実効拡散係数と有効間隙率の関係



No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.2.5
2.	ワーク項目	拡散係数設定 地質環境変更ケース
3.	概要	
4.	設定パラメータ	実効拡散係数,有効間隙率,乾燥密度
5.	データセット	実効拡散係数:表-A 参照
		有効間隙率:表-A 参照
		乾燥密度:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	45
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	岩種(6岩種)
		・真密度 2.7 Mg/m <sup>3</sup> で一定
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	-
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価

付表1-119(1/2) ワーク項目に関する技術情報

表 - A	有効間隙率	/ 乾燥密度.	/ 実効拡散係数パラメ・	-タ-	-覧
-------	-------	---------	--------------	-----	----

岩種	有効間隙率 [%]	乾燥密度 [Mg/m <sup>3</sup> ]	実効拡散係数 [m <sup>2</sup> /s]	備考
酸性結晶質岩	2	2.64	3 × 10 <sup>-12</sup>	レファレンスケース
塩基性結晶質岩	2	2.64	9 × 10 <sup>-14</sup>	代表値
先新第三紀砂質岩	2	2.64	1 × 10 <sup>-12</sup>	
先新第三紀泥質·凝灰質岩	2	2.64	4 × 10 <sup>-13</sup>	
新第三紀砂質岩	20	2.16	5 × 10 <sup>-11</sup>	
新第三紀泥質・凝灰質岩	20	2.16	9 × 10 <sup>-12</sup>	



付図1-29「性能評価」人工バリア中核種移行評価に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.3.1
2.	ワーク項目	人工バリア中核種移行解析 レファレンスケース
3.	概要	ガラス固化体からの核種溶出,緩衝材中での核種の遅
		延・崩壊を伴う移行、および緩衝材外側から周辺母岩へ
		移行までの評価を MESHNOTE コードで実施。
4.	設定パラメータ	核種移行率
5.	データセット	核種移行率:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・EDZ 通過流量:0.001 m³/y(PA-3.1.4 水理解析)
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・溶解度:PA-4.3.5 溶解度設定
		・ガラス溶解速度:0.001 g/m²/d(PA-5.1.1 ガラス溶
		解速度設定)
		・分配係数:PA-5.1.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
		・初期インベントリ:PA-2.1.3 核種インベントリ
13.	設定条件(物質移行条件)	・実効拡散係数:PA-5.1.3 拡散係数
14.	設定条件(その他)	・ガラス固化体表面積:17 m²(幾何形状の 10 倍)
		・緩衝材幾何形状:
		内径 0.41 m,外径 1.11 m,高さ 2.14 m(OP 領域の
		全表面積が側面面積と等しくなるように高さ調整)
		・緩衝材物性:間隙率 0.41,乾燥密度 1.6 Mg/m³
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.2 緩衝材仕様設定
		PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-2.1.3 核種インベントリ
		PA-3.1.4 水理解析
		PA-4.3.5 浴解皮設定
		PA-5.1.1 カラス溶解速度設定
		PA-5.1.2 分配係
4-		PA-5.1.3 払削係数設定
17.	ト流側ワーク項目	PA-5.4 大然八リア甲核種移行評価

付表1-120(1/5) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 人工バリア中核種移行解析結果(ガラス固化体1本に対する核種移行率)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.3.1
2.	ワーク項目	人工バリア中核種移行解析 データ不確実性ケース
3.	概要	ガラス溶解速度の不確実性
		オーバーパック破損時期の不確実性
		掘削影響領域通過流量の不確実性
4.	設定パラメータ	核種移行率
5.	データセット	核種移行率:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・EDZ 通過流量:0.001 m³/y の ± 1 桁
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・溶解度:PA-4.3.5 溶解度設定
		・ガラス溶解速度:0.001 g/m²/d の ± 1 桁
		・分配係数:PA-5.1.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
		・初期インベントリ:処分後1万年後のインベントリ
13.	設定条件(物質移行条件)	・実効拡散係数:PA-5.1.3 拡散係数
14.	設定条件(その他)	・ガラス固化体表面積:17 m²(幾何形状の 10 倍)
		・緩衝材幾何形状:
		内径 0.41 m , 外径 1.11 m , 高さ 2.14 m ( OP 領域の
		全表面積が側面面積と等しくなるように高さ調整)
		・緩衝材物性:間隙率 0.41,乾燥密度 1.6 Mg/m³
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.2 緩衝材仕様設定
		PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-2.1.3 核種インベントリ
		PA-3.1.4 水理解析
		PA-4.3.5 溶解度設定
		PA-5.1.1 ガラス溶解速度設定
		PA-5.1.2 分配係数設定
		PA-5.1.3 拡散係数設定
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価

付表1-120(2/5) ワーク項目に関する技術情報



図 - A データ不確実性ケースにおける人工バリアからの最大核種移行率

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.3.1
2.	ワーク項目	人工バリア中核種移行解析 モデル変更ケース
3.	概要	腐食生成物層での核種移行遅延
		掘削影響領域での核種移行遅延
		オーバーパックの腐食膨張と周辺母岩中の亀裂への
		緩衝材の侵入
4.	設定パラメータ	核種移行率
5.	データセット	核種移行率:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・EDZ 通過流量:0.001 m³/y(PA-3.1.4 水理解析)
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・溶解度:PA-4.3.5 溶解度設定
		・ガラス溶解速度:0.001 g/m²/d(PA-5.1.1 ガラス溶
		解速度設定)
		・分配係数:PA-5.1.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
		・初期インベントリ:PA-2.1.3 核種インベントリ
13.	設定条件(物質移行条件)	・実効拡散係数:PA-5.1.3 拡散係数
		・腐食生成物層 : 厚さ 0.19 m , 間隙率 0.41 , 真密度 5.2
		Mg/m³,実効拡散係数 4 × 10 <sup>-9</sup> m²/s
14.	設定条件(その他)	・ガラス固化体表面積:17 m²(幾何形状の 10 倍)
		・緩衝材幾何形状:
		内径 0.41 m , 外径 1.11 m , 高さ 2.14 m ( OP 領域の
		全表面積が側面面積と等しくなるように高さ調整)
		・緩衝材物性:間隙率 0.41,乾燥密度 1.6 Mg/m³
		(ケース では , 内径 0.61 m , 乾燥密度 1.1 Mg/m <sup>3</sup> )
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.2 緩衝材仕様設定
		PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-2.1.3 核種インベントリ
		PA-3.1.4 水理解析
		PA-4.3.5 溶解度設定
		PA-5.1.1 ガラス溶解速度設定
		PA-5.1.2 分配係数設定
		PA-5.1.3 拡散係数設定
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価

付表1-120(3/5) ワーク項目に関する技術情報



図 - A モデル変更ケースにおける人工バリアからの最大核種移行率

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.3.1
2.	ワーク項目	人工バリア中核種移行解析 代替設計ケース
3.	概要	オーバーパックの寿命(1 万年,10 万年,100 万年)
		緩衝材厚さ
4.	設定パラメータ	核種移行率
5.	データセット	核種移行率:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・EDZ 通過流量:0.001 m³/y(PA-3.1.4 水理解析)
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・溶解度:PA-4.3.5 溶解度設定
		・ガラス溶解速度:0.001 g/m²/d(PA-5.1.1 ガラス溶
		解速度設定)
		・分配係数:PA-5.1.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
		・初期インベントリ:PA-2.1.3 核種インベントリ
13.	設定条件(物質移行条件)	・実効拡散係数:PA-5.1.3 拡散係数
14.	設定条件(その他)	・ガラス固化体表面積:17 m²(幾何形状の 10 倍)
		・緩衝材幾何形状:
		内径 0.41 m,外径 0.81 m,高さ 2.14 m(OP 領域の
		全表面積が側面面積と等しくなるように高さ調整)
		・緩衝材物性:間隙率 0.41,乾燥密度 1.6 Mg/m <sup>3</sup>
15.		
16.	上流側ワーク項目	RD-2.2.2 緩衝材仕様設定
		PA-2.1.2 对家核種選足
		PA-2.1.3 核種インヘントリ
		FA-3.1.4 小理胜価 DA 4.9.5 次留度記字
		FA-4.3.3 / ) / ) / ) / ) DA 5 1 1 ガラフ ※ 叙述 由 記 宁
		17-3.1.1 カノヘ府附座反収化   PA_519 分配係数設定
		PA-513 拡散係数設定
17	下流側ワーク項日	PA-5.4 天然バリア中核種移行評価

付表1-120(4/5) ワーク項目に関する技術情報



図 - A 代替設計ケースにおける人工バリアからの最大核種移行率

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.3.1
2.	ワーク項目	人工バリア中核種移行解析 地質環境変更ケース
3.	概要	地下水流動の多様性
		支保工との反応による間隙水の変化
		応力再配分による掘削影響領域通過流量の変化
		海水系地下水
		オーバーパック破損時期の不確実性(海水系地下水)
4.	設定パラメータ	核種移行率
5.	データセット	核種移行率:図-A 参照
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・EDZ 通過流量:0.001 m³/y の ± 1 桁
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・溶解度:PA-4.3.5 溶解度設定
		・ガラス溶解速度:0.001 g/m²/d(PA-5.1.1 ガラス溶
		解速度設定)
		・分配係数:PA-5.1.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
		・初期インベントリ:PA-2.1.3 核種インベントリ
13.	設定条件(物質移行条件)	・実効拡散係数:PA-5.1.3 拡散係数
14.	設定条件(その他)	・ガラス固化体表面積:17 m <sup>2</sup> (幾何形状の10倍)
		内径 0.41 m,外径 1.11 m,局さ 2.14 m (OP 領域の)
		全表面積か側面面積と寺しくなるように高さ調整)
15	<b>会</b>	・綾餌材初性:間原率 0.41,乾燥密度 1.6 Mg/m <sup>3</sup>
15.		
16.	上流側ワーク項目	KD-2.2.2 液倒的江床设正
		PA-2.1.2 対象核性迭足 DA-9.1.9 技種ノンベントリ
		PA-2.1.3 核種イノベノトリ DA-9.1.4 水理敏振
		IA-3.1.4 小埕牌(7) DA_4 3.5 次解度码定
		17,3.3.3.7 /日時/2007年   PA-511 ガラス 溶解速度設定
		13.5.1.1 カンヘル計220以上   PA-519 分配係数設定
		PA-5.1.3 拡散係数設定
17	下流側ワーク項日	PA-54 天伏バリア中核種移行評価
1/.		

付表1-120(5/5) ワーク項目に関する技術情報



## 図 - A 地質環境変更ケースにおける人工バリアからの最大核種移行率



No.	項目	内容		
1.	識別番号	PA-5.4.1.1		
2.	ワーク項目	亀裂媒体中移行評価 パイプネットワークモデル		
3.	概要	人工バリアから放出された核種の亀裂性岩盤内におけ		
		る挙動を,パイプネットワークモデル(LTG コード)		
		を用いて評価。		
4.	設定パラメータ	核種移行率		
5.	データセット	核種移行率:図-A 参照		
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断		
7.	設定根拠	-		
8.	設定条件(熱的条件)	-		
9.	設定条件(水理学的条件)	PA-3.2.2 水理解析		
10.	設定条件(力学的条件)	-		
11.	設定条件(化学的条件)	・分配係数:PA-5.2.2 分配係数設定		
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定		
13.	設定条件(物質移行条件)	・分散長:2 m(PA-5.2.1 分散係数設定)		
		・実効拡散係数:PA-5.2.5 拡散係数設定(間隙率,乾		
		燥密度の設定も含む)		
		・マトリクス拡散深さ:0.1 m(PA-5.2.3 拡散深さ設		
		定)		
		・マトリクス拡散寄与面積率:50%(PA-5.2.4 拡散寄		
		与面積率設定)		
		・人工バリアからの核種移行率:PA-5.3.1 人工バリア		
		中核種移行解析		
14.	設定条件(その他)	・移行経路:PA-3.2.1 パイプネットワーク変換		
15.	参考文献	-		
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定		
		PA-3.2.1 パイプネットワーク変換		
		PA-3.2.2 水理解析		
		PA-5.2.1 分散係数設定		
		PA-5.2.2 分配係数設定		
		PA-5.2.3 拡散深さ設定		
		PA-5.2.4 拡散寄与面積率設定		
		PA-5.2.5 拡散係数設定		
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析		
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.3.1 断層中核種移行解析		

付表1-121(1/5) ワーク項目に関する技術情報



図 - A リアライゼーション 50 個の平均より算定したガラス固化体1本に対する核種移行解析結果

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.4.1.1
2.	ワーク項目	亀裂媒体中移行評価 レファレンスケース
3.	概要	人工バリアから放出された核種の亀裂性岩盤内におけ
		る挙動を,1次元平行平板モデルの重ね合わせにより評
		価。
4.	設定パラメータ	母岩からの核種移行率,線量
5.	データセット	核種移行率:図-A 参照
		線量:図-B参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水量係数分布:PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		・動水勾配:PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・分配係数:PA-5.2.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
13.	設定条件(物質移行条件)	・分散長:10 m(PA-5.2.1 分散係数設定)
		・実効拡散係数:PA-5.2.5 拡散係数設定(間隙率,乾
		燥密度の設定も含む)
		・マトリクス拡散深さ:0.1 m(PA-5.2.3 拡散深さ設
		定)
		・マトリクス拡散寄与面積率:50%(PA-5.2.4 拡散寄
		与面積率設定)
		・人工バリアからの核種移行率:PA-5.3.1 人工バリア
		中核種移行解析
14.	設定条件(その他)	・移行経路:100 m
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		PA-5.2.1 分散係数設定
		PA-5.2.2 分配係数設定
		PA-5.2.3 拡散深さ設定
		PA-5.2.4 拡散寄与面積率設定
		PA-5.2.5 拡散係数設定
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析
		PA-5.5.6 移行・線量評価(生物圏)
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.3.1 断層中核種移行解析

付表1-121(2/5) ワーク項目に関する技術情報



図 - B 母岩からの核種移行率の線量への換算結果(ガラス固化体4万本に対する結果)
No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.4.1.1
2.	ワーク項目	亀裂媒体中移行評価 データ不確実性ケース
3.	概要	透水量係数分布
		亀裂開口幅
		分散長
		マトリクス拡散面積寄与率
		マトリクス拡散深さ
		実効拡散係数(間隙率,乾燥密度含む)
		分配係数
		断層内動水勾配
4.	設定パラメータ	母岩からの移行率の線量換算結果
5.	データセット	線量:図-A 参照
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水量係数分布: ±1 桁
		・動水勾配:断層のみ±1桁
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・分配係数:PA-5.2.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
13.	設定条件(物質移行条件)	・分散長:1 m(移行距離の 1/100)
		・実効拡散係数:PA-5.2.5 拡散係数設定(間隙率,乾
		燥密度の設定も含む)
		・マトリクス拡散深さ:0.03 m , 1.0 m
		・マトリクス拡散寄与面積率:10%,100%
		・人工バリアからの核種移行率:PA-5.3.1 人工バリア
		中核種移行解析
14.	設定条件(その他)	・移行経路:100 m
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		PA-5.2.1 分散係数設定
		PA-5.2.2 分配係数設定
		PA-5.2.3 拡散深さ設定
		PA-5.2.4 拡散寄与面積率設定
		PA-5.2.5 拡散係数設定
		PA-5.3.1 人上バリア中核種移行解析
		PA-5.5.6 移行・線量評価(生物圏)
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.3.1 断層中核種移行解析

付表1-121(3/5) ワーク項目に関する技術情報

<b>F</b> 3	母岩		断層			最大線量[µSvy <sup>-1</sup> ]			y'']			
7-X		時間[y]	支配核種	時間[y]	10-5	10-4	10-3	10	-2	10-1	1	101
レファレンスケース	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	8.0×10 <sup>5</sup>								
保守的通水量係数分布(対数平均值を10倍)	Th-229	5.0×10 <sup>6</sup>	Th-229	5.6×10 <sup>6</sup>			_					
非保守的透水量係数分布(対数平均值を1/10倍)	Cs-135	1.6×10 <sup>6</sup>	Cs-135	5.0×10 <sup>7</sup>		1.00						
他設問ロ幅(0.1/T)	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	8.0×10 <sup>5</sup>								
龟裂闇口幅(10√T)	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	8.0×10 <sup>5</sup>								
分散長 1m(=移行距離/100)	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	7.1×10 <sup>5</sup>								
分散長 100m(=移行距離)	Cs-135	2.8×10 <sup>5</sup>	Cs-135	5.0×10 <sup>5</sup>								
マトリクス拡散寄与面積率(10%)	Cs-135	2.5×10 <sup>5</sup>	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>				_				
マトリクス拡散寄与面積率(100%)	Cs-135	3.6×10 <sup>8</sup>	Cs-135	1.3×10 <sup>6</sup>								
マトリクス拡散深さ(0.03m)	Cs-135	2.8×10 <sup>5</sup>	Cs-135	3.6×10 <sup>6</sup>								
マトリクス拡散深さ(1.0m)	Cs-135	7.9×10 <sup>6</sup>	Cs-135	3.2×10 <sup>6</sup>			-					
圖陸率/乾燥密度/実効鉱散係数(1%/2,67 Mg m <sup>-3</sup> /6×10 <sup>-14</sup> m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )	Cs-135	1.8×10 <sup>8</sup>	Cs-135	3.6×10 <sup>5</sup>					1.00			
間除率/乾燥密度/実効整設係数(3%/2,61 Hg m <sup>-3</sup> /1×10 <sup>-10</sup> m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	8.0×10 <sup>5</sup>								
分配係数の最小値	Cs-135	1.4×10 <sup>5</sup>	Cs-135	1.4×10 <sup>5</sup>								
分配係数の最大値	Th-229	1.0×10 <sup>7</sup>	Ra-226	2.0×10 <sup>2</sup>			1					
断層内輸水勾配(0,1)	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	3.6×10 <sup>6</sup>				and and a				
断層内動水勾配(0,001)	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	3.5×10 <sup>5</sup>								

図 6.1.2.3-1 データ不確実性ケースにおける処分場全体からの最大線量一覧 図中白棒線は母岩から放出された核種の線量,青棒線は断層から放出された核種の線量を表す また、支配核種と時間は線量が最大になる時間とその時の支配核種を示す。

図 - A データ不確実性ケースにおける処分場全体からの最大線量一覧

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.4.1.1
2.	ワーク項目	亀裂媒体中移行評価 概念モデル変更ケース
3.	概要	コロイド移行
		処分場スケール効果
		濃度干渉
		断層多孔質媒体モデル
4.	設定パラメータ	母岩からの移行率の線量換算結果
5.	データセット	線量:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		PA-5.2.1 分散係数設定
		PA-5.2.2 分配係数設定
		PA-5.2.3 拡散深さ設定
		PA-5.2.4 拡散寄与面積率設定
		PA-5.2.5 拡散係数設定
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析
		PA-5.5.6 移行・線量評価(生物圏)
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.3.1 断層中核種移行解析

付表1-121(4/5) ワーク項目に関する技術情報



図 6.1.2.4-1 モデル更新ケースにおける処分場全体からの最大線量一覧 図中白棒線は母岩から放出された核種の線量,青棒線は断層から放出された核種の線量を表す また,支配核種と時間は線量が最大になる時間とその時の支配核種を示す。

図 - A 概念モデル変更ケースにおける処分場全体からの最大線量一覧

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.4.1.1
2.	ワーク項目	亀裂媒体中移行評価 地質環境変更ケース
3.	概要	動水勾配
		降水系地下水・岩種変更
		海水系地下水・岩種変更
4.	設定パラメータ	母岩からの移行率の線量換算結果
5.	データセット	線量:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水量係数分布:PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		・動水勾配:PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・分配係数:PA-5.2.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
13.	設定条件(物質移行条件)	・分散長:10 m(PA-5.2.1 分散係数設定)
		・実効拡散係数:PA-5.2.5 拡散係数設定(間隙率,乾
		燥密度の設定も含む)
		・マトリクス拡散深さ:0.1 m(PA-5.2.3 拡散深さ設
		定)
		・マトリクス拡散寄与面積率:50%(PA-5.2.4 拡散寄
		与面積率設定)
		・人工バリアからの核種移行率:PA-5.3.1 人工バリア
		中核種移行解析
14.	設定条件(その他)	・移行経路:100 m
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		PA-5.2.1 分散係数設定
		PA-5.2.2 分配係数設定
		PA-5.2.3 拡散深さ設定
		PA-5.2.4 拡散寄与面積率設定
		PA-5.2.5 拡散係数設定
		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析
		PA-5.5.6 移行・線量評価(生物圏)
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.3.1 断層中核種移行解析

付表1-121(5/5) ワーク項目に関する技術情報

<u> </u>		母	岩	断	層	最大線量[μSvy⁻1]							
	y - x		時間[y]	支配核種	時間[y]	10	<sup>5</sup> 10	- 1	0 <sup>-3</sup>	10 <sup>-z</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10
レファレンスク	ケース	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	8.0×10 <sup>5</sup>		Real -Realist			]			
動水勾配(0.1)		Th-229	5.0×10 <sup>6</sup>	Th-229	5.6×10 <sup>6</sup>	Sector and the sector of the	San an Xilan	<u></u>		all a this			
動水勾配(0.00	1)	Cs-135	1.6×10 <sup>6</sup>	Cs-135	5.0×10 <sup>6</sup>								
	結晶質岩(塩基性)	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	8.0×10 <sup>5</sup>								
	先新第三紀砂質岩	Cs-135	3.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	8.0×10 <sup>5</sup>		in the second			וב			
降水系地下水	先新第三紀泥質・凝灰質岩	Th-229	7.9×10 <sup>6</sup>	Cs-135	1.3×10 <sup>6</sup>		11			1			
	新第三紀砂質岩	Cs-135	2.8×10 <sup>5</sup>	Cs-135	4.5×10 <sup>5</sup>		1						
	新第三紀泥質・凝灰質岩	Th-229	7.9×10 <sup>6</sup>	Cs-135	6.3×10 <sup>5</sup>								
	結晶質岩(酸性)	Cs-135	9.0×10 <sup>4</sup>	Cs-135	1.3×10 <sup>5</sup>								
海水系地下水	結晶質岩(塩基性)	Ra-226	2.2×10 <sup>5</sup>	Cs-135	1.8×10 <sup>5</sup>	in a start of the second	andre ander		-				
	先新第三紀砂質岩	Cs-135	2.0×10 <sup>5</sup>	Cs-135	1.3×10 <sup>5</sup>			d	s 38-5				
	先新第三紀泥質・凝灰質岩	Ra-226	2.8×10 <sup>5</sup>	Cs-135	2.0×10 <sup>5</sup>					81. I	ונ		
	新第三紀砂質岩	Cs-135	8.0×10 <sup>4</sup>	Cs-135	1.0×10 <sup>5</sup>								
	新第三紀泥質・凝灰質岩	Cs-135	9.0×10 <sup>4</sup>	Cs-135	1.1×10 <sup>5</sup>					*			

図 6.1.3.3-2 地質環境変更ケースにおける処分場全体からの最大線量一覧

図中白棒線は母岩から放出された核種の線量, 書棒線は断層から放出された核種の線量を表わす。動水勾配の変化は, 花崗岩, 降水系地下水を対象と している。各岩種の有効間隙率/乾燥密度/実効拡散係数は代表値を採用した。なお, 地質環境変更ケースの海水系地下水を対象としたケースでは, 沿岸海域堆積層/平野モデルを用いて算出した線量への換算係数を用いた。

図 - A 地質環境変更ケースにおける処分場全体からの最大線量一覧



付図1-31 「性能評価」天然バリア中核種移行評価(多孔質媒体)に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.4.2.1
2.	ワーク項目	多孔質媒体中核種移行解析
3.	概要	人工バリアから放出された核種の多孔質岩盤内におけ
		る挙動を 流線に沿った1次元移流分散モデルの重ね合
		わせにより評価。
4.	設定パラメータ	母岩からの核種移行率
5.	データセット	核種移行率:井尻ほか(1999)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水係数分布:PA-3.3.1 水理パラメータ設定
		・動水勾配:PA-3.3.1 水理パラメータ設定
		・流速:PA-3.3.5 移行経路抽出
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・分配係数:PA-5.2.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
13.	設定条件(物質移行条件)	・分散長:移行距離の 1/10(PA-5.2.1 分散係数設定)
		・実効拡散係数:PA-5.2.5 拡散係数設定(間隙率,乾
		燥密度の設定も含む)
		・人工バリアからの核種移行率:PA-5.3.1 人工バリア
		中核種移行解析
14.	設定条件(その他)	・移行経路:PA-3.3.5 移行経路抽出
15.	参考文献	井尻裕二ほか(1999):多孔質岩盤を対象とした天然バ
		リア中の核種移行解析,JNC TN8400 99-092.
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-3.3.1 水理パラメータ設定
		PA-3.3.5 移行経路抽出
		PA-5.2.1 分散係数設定
		PA-5.2.2 分配係数設定
		PA-5.2.5 拡散係数設定
L		PA-5.3.1 人工バリア中核種移行解析
17.	下流側ワーク項目	PA-5.4.3.1 断層中核種移行解析

付表1-122 ワーク項目に関する技術情報



付図1-32 「性能評価」天然バリア中核種移行評価(断層)に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.4.3.1
2.	ワーク項目	断層中核種移行解析 レファレンスケース
3.	概要	処分場下流側100 mに位置する大規模破砕帯(断層)
		中の核種の移行挙動を,1次元平行平板モデルで評価。
4.	設定パラメータ	断層からの核種移行率,線量
5.	データセット	核種移行率:図-A 参照
		線量:図-B 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水量係数:10 <sup>-7</sup> m²/s
		・動水勾配:0.01(PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定)
		(実流速:50 m/y)
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・分配係数:PA-5.2.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
13.	設定条件(物質移行条件)	・分散長:80 m(PA-5.2.1 分散係数設定)
		・実効拡散係数:PA-5.2.5 拡散係数設定(間隙率,乾
		燥密度の設定も含む)
		・マトリクス拡散深さ:0.1 m(PA-5.2.3 拡散深さ設
		定)
		・マトリクス拡散寄与面積率:50%(PA-5.2.4 拡散寄
		与面積率設定)
		・母岩からの核種移行率:PA-5.4.1.1 亀裂媒体中核種
		移行解析
14.	設定条件(その他)	・移行経路:800 m
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		PA-5.2.1 分散係数設定
		PA-5.2.2 分配係数設定
		PA-5.2.3 拡散深さ設定
		PA-5.2.4
		PA-5.2.5 拡散係数設定
		PA-5.4.1.1 电裂媒体甲核植移行解析
		PA-5.5.6 移行・線量評価(生物圏)
17.	下流側ワーク項目	-

付表1-123(1/4) ワーク項目に関する技術情報



図 - B 断層からの核種移行率の線量への換算結果(ガラス固化体4万本に対する結果)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.4.3.1
2.	ワーク項目	断層中核種移行解析 データ不確実性ケース
3.	概要	透水量係数分布
		亀裂開口幅
		分散長
		マトリクス拡散面積寄与率
		マトリクス拡散深さ
		実効拡散係数(間隙率,乾燥密度含む)
		分配係数
		断層内動水勾配
4.	設定パラメータ	断層からの移行率の線量換算結果
5.	データセット	線量:分冊3 図 6.1.2.3-1 参照
		(PA-5.4.1.1 のデータ不確実性ケース参照)
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水量係数:10 <sup>-7</sup> m²/s
		・動水勾配:0.01 の±1 桁
		(実流速:50 m/y の±1 桁)
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・分配係数:PA-5.2.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
13.	設定条件(物質移行条件)	・分散長:80 m(PA-5.2.1 分散係数設定)
		・実効拡散係数:PA-5.2.5 拡散係数設定(間隙率,乾
		燥密度の設定も含む)
		│・マトリクス拡散深さ:0.1 m(PA-5.2.3 拡散深さ設
		定)
		・マトリクス拡散寄与面積率:50%(PA-5.2.4 拡散寄
		・
14.	設定条件(その他)	・移行経路:800 m
15.	参考又献	
16.	上流側リーク項目	PA-2.1.2 对家核種選定
		PA-3.1.1 単裂ハフメータ設定
		FA-3.2.1 万配係数設定
		PA-5.2.2 分配1条数設定
		FA-3.2.3 払取滞さ設定
		FA-3.2.4
		PA-5.2.5 払削係数設定
		PA-5.4.1.1

付表1-123(2/4) ワーク項目に関する技術情報

		PA-5.5.6	移行・線量評価(生物圏)
17.	下流側ワーク項目	-	

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.4.3.1
2.	ワーク項目	断層中核種移行解析 モデル変更ケース
3.	概要	コロイド移行
		処分場スケール効果
		濃度干渉
		断層多孔質媒体モデル(1次元多孔質媒体モデル)
4.	設定パラメータ	断層からの移行率の線量換算結果
5.	データセット	線量:分冊3 図 6.1.2.4-1 参照
		(PA-5.4.1.1 のモデル変更ケース参照)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水量係数:10 <sup>-7</sup> m²/s
		・動水勾配:0.01(PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定)
		(実流速:50 m/y)
		・1 次元多孔質媒体モデル:実流速 32 m/y
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・分配係数:PA-5.2.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
13.	設定条件(物質移行条件)	・分散長:80 m(PA-5.2.1 分散係数設定)
		・実効拡散係数:PA-5.2.5 拡散係数設定(間隙率,乾
		燥密度の設定も含む)
		・マトリクス拡散深さ:0.1 m (PA-5.2.3 拡散深さ設
		定)
		・マトリクス拡散寄与面積率:50%(PA-5.2.4 拡散寄
		与面積率設定)
		・母岩からの核種移行率: PA-5.4.1.1 亀裂媒体中核種
		移行解析
		▶ ・1 次元多孔質媒体モデル:間隙率 10%
14.	設定条件(その他)	・移行経路:800 m
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		PA-5.2.1 分散係数設定
		PA-5.2.2 分配係
		PA-5.2.4 孤散奇与面積率設定
		PA-5.2.5   払削係数設定
		FA-5.4.1.1 电裂保体甲核理移行解析
17		FA-5.5.0 移行・潊重評価(王物图 <i>)</i>
17.	ト沭側ワーク項目	-

付表1-123(3/4) ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.4.3.1
2.	ワーク項目	断層中核種移行解析 地質環境変更ケース
3.	概要	動水勾配
		降水系地下水・岩種変更
		海水系地下水・岩種変更
4.	設定パラメータ	断層からの移行率の線量換算結果
5.	データセット	線量:分冊 3 図 6.1.3.3-2 参照
		(PA-5.4.1.1 の地質環境変更ケース参照)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件 ( 熱的条件 )	-
9.	設定条件(水理学的条件)	・透水量係数:10 <sup>-7</sup> m²/s
		・動水勾配:0.01 の±1 桁
		(実流速:50 m/y の ± 1 桁)
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・分配係数:PA-5.2.2 分配係数設定
12.	設定条件(放射線学的条件)	・対象核種:PA-2.1.2 対象核種選定
13.	設定条件(物質移行条件)	・分散長:80 m(PA-5.2.1 分散係数設定)
		・実効拡散係数:PA-5.2.5 拡散係数設定(間隙率,乾
		燥密度の設定も含む)
		・マトリクス拡散深さ:0.1 m(PA-5.2.3 拡散深さ設
		定)
		・マトリクス拡散寄与面積率:50%(PA-5.2.4 拡散寄
		与面積率設定)
		・母岩からの核種移行率:PA-5.4.1.1 亀裂媒体中核種
		移行解析
14.	設定条件(その他)	・移行経路:800 m
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		PA-5.2.1 分散係数設定
		PA-5.2.2 分配係数設定
		PA-5.2.3 拡散深さ設定
		PA-5.2.4 拡散寄与面積率設定
		PA-5.2.5 拡散係数設定
		PA-5.4.1.1 亀裂媒体中核種移行解析
		PA-5.5.6 移行・線量評価(生物圏)
17.	下流側ワーク項目	-

付表1-123(4/4) ワーク項目に関する技術情報



付図1-33 「性能評価」生物圏評価に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.5.1
2.	ワーク項目	移行プロセス設定
3.	概要	
4.	設定パラメータ	生物圏での核種移行プロセス
5.	データセット	生物圏での核種移行プロセス:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	馬場智子ほか(1999):高レベル放射性廃棄物の地層処
		分安全評価における生物圏のモデル化の検討,JNC
		TN8400 99-084.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)
17.	下流側ワーク項目	PA-5.5.4 モデル構築
		PA-5.5.5 データ設定
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)

付表1-124 ワーク項目に関する技術情報

1.5 ソースターム (汚染された地下 水)	12	地下水放起	1,4	1.5	1.5	67	1.8	1.9	1.10	3.31	1.12	1,13
2.1	2.2 地長近くの等水 第	23	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2,9	2.10	2.11	2.12	2,13
3.1	32	3.3 ABN (214)	3.4 1.1	3.5	1.6 洪永 霍西	3.7	3.8 始权 作篇	3.9 80	3.10 水均数品 (明川 30)	3.11	3.12 水の低能 発気およびレク リエーションへ の利用	3.13 外部搬迁< 動取
4,1	42	4.3 #72	4.4 Ranieman Carao	4.5	4.6 土壌の転換()(E 行) 波道	4.7 西洋政	4.5 行道	4.9 剪取	4.10	4.11 4.11	4.12 レタリエーショ ンへの利用	4.13 外部組建く 割取
5.1	\$2	5.3 協会 希下水流出(画 長)	5.4	5.5 動物度が可変と なる表面下部の 土壌 (VSZ)	5.6 Met. (Mado)	5.7	5.0	5.9	5.10	5.11	5.12	5.13
6.1	6.2	6.3 च्रि	64	6.5 1898	6.6 ##19	6.7 第11王が日	6.8 1960	6.9 册取	6.10	6.11	6.12 截第一の利用	6.13 外部線は< 相取
7.1	7.2	7.3 気象による効果	7.4 気象による効果	7.5	7.6 法 法 第 第 単による 総単 単 による 総単 二 よ る 総 二 、 の の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の の 、 の の の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 、 の 、 の 、 、 、 の 、 、 、 の 、 の 、 の 、 、 の 、 の 、 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の の の 、 の の の 、 の の の の の の の の 、 の の の 、 る の の 、 こ る の の る の の の の の の の の の の の の の	7.7 大编	7.3 注着 気奈による効果	7.9 極入 気険による効果	7.10 発動による効果	7.11 知識による効果 沈淵	7.12 気動による相楽	7.13 MBA
8,1	8.2	83 M8	8.4 Nill	8.5	8.6 脱剤 ウェザリング	8.7 基数 呼吸 利義	8.8 ##	8.9 郵取	8.10 N道	3.11 MB	8.12 減速利用	8,13 910:
9.1	9.2	5.5 新期	9.4 封理 生物研究	0.5	9.5 目:2 生物部及	9.7 呼氣	9.8 経道 直接の汚染	9.9 創印	9.10 Mill	5,11 創理 生物観乱	9,17 波道和18	9.13 劉敬
10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10,7 1709/14	10.8 sbgz	10.9 #10:	10.10 5/#308_/340 #	10.11 32.00	10.12 決定およびレク リエーションへ の利用	10.13 外部期式<
11.1	11,2	11.3	11,4	11.5	11.6	11.7 572	11.8 1048	11.9 图取	11.10 高汐遊	11.11 泊於海城。2月11 坦秋斯	11.12 レクリエーショ ンへの利用	11.13 外部線ばく 観歌
12.1	12.2	12.3 陳康	12.4 MJR	12.5	12.6 則詳認能 場記	12.7 風味活動	12.8 80.01.02.80 Mate	12.9 曲原活動	12.10	12,11	12.12 移行に影響を及 ぼす人見活動	12.13 相ばく経路への 影響
13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	13.10	13.11	13.12	13.13 人間の絶信くモ 一ド

図 5.3.3-4 相互作用マトリクスを用いた生物圏での核種移行プロセスの特定(レファレンスケース)

図 - A 相互作用マトリクスを用いた生物圏での核種移行プロセスの特定

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.5.2
2.	ワーク項目	被ばくプロセス設定
3.	概要	
4.	設定パラメータ	被ばく経路
5.	データセット	被ばく経路:馬場ほか(1999)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	馬場智子ほか(1999): 高レベル放射性廃棄物の地層処
		分安全評価における生物圏のモデル化の検討,JNC
		TN8400 99-084.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)
17.	下流側ワーク項目	PA-5.5.4 モデル構築
		PA-5.5.5 データ設定
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)

付表1-125 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.5.3
2.	ワーク項目	対象核種選定
3.	概要	
4.	設定パラメータ	対象核種
5.	データセット	対象核種:分冊3 表 5.3.3-2 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	核種が地表に流入してから人間に到達するまでの時間
		が天然バリアでの移行時間に比べ短いことから、地下水
		によって流入する天然バリア核種移行評価の対象核種
		に加え,生物圏において放射性崩壊で生じる半減期25
		日以上の娘核種を核種移行評価の対象核種として選定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	馬場智子ほか(1999): 高レベル放射性廃棄物の地層処
		分安全評価における生物圏のモデル化の検討,JNC
		TN8400 99-084.
16.	上流側ワーク項目	(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)
17.	下流側ワーク項目	PA-5.5.4 モデル構築
		PA-5.5.5 データ設定
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)

付表1-126 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.5.4
2.	ワーク項目	評価モデル構築
3.	概要	
4.	設定パラメータ	生物圏評価モデル(概念モデル,数学モデル)
5.	データセット	概念モデル:図-A 参照
		数学モデル:分冊 3  付録 F,付録 E 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	コンパートメントモデル ( AMBER コード ) 採用。
15.	参考文献	馬場智子ほか(1999): 高レベル放射性廃棄物の地層処
		分安全評価における生物圏のモデル化の検討,JNC
		TN8400 99-084.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)
		PA-5.5.1 移行プロセス設定
		PA-5.5.2 被ばくプロセス設定
17.	下流側ワーク項目	PA-5.5.5 データ設定
		PA-5.5.6 移行・線量評価
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)

付表1-127 ワーク項目に関する技術情報





No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.5.5
2.	ワーク項目	データ設定
3.	概要	
4.	設定パラメータ	生物圏評価データ
5.	データセット	生物圏評価データ:分冊 3 付録 F 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	馬場智子ほか(1999):高レベル放射性廃棄物の地層処
		分安全評価における生物圏のモデル化の検討,JNC
		TN8400 99-084.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)
		PA-5.5.1 移行プロセス設定
		PA-5.5.2 被ばくプロセス設定
		PA-5.5.3 対象核種選定
		PA-5.5.4 評価モデル構築
17.	下流側ワーク項目	PA-5.5.6 移行・線量評価
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)

付表1-128 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.5.6
2.	ワーク項目	移行・線量評価
3.	概要	構築した生物圏評価モデルに対して , AMBER コード
		を用いて線量への換算係数を算出。
4.	設定パラメータ	線量への換算係数
5.	データセット	線量への換算係数:表-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	天然バリアからの核種移行率のピーク到達時間が数万
		年よりも遅いため ,生物圏モデルのステップ応答の定常
		値を用いて,移行率から線量への換算が可能。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	馬場智子ほか(1999): 高レベル放射性廃棄物の地層処
		分安全評価における生物圏のモデル化の検討,JNC
		TN8400 99-084.
16.	上流側ワーク項目	(GS-0 地質環境条件)
		(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)
		PA-5.5.3 対象核種選定
		PA-5.5.4 評価モデル構築
		PA-5.5.5 データ設定
17.	下流側ワーク項目	(PA-5.4 天然バリア中核種移行評価)

付表1-129 ワーク項目に関する技術情報

## 表 - A 種々の生物圏評価モデルの決定グループに対する線量への換算係数

表 5.6-4 各生物圏評価モデルの決定グループに対する線量への換算係数(単位:[(mSv y<sup>-1</sup>)/(Bq y<sup>-1</sup>)])

122	河川东/ 平野	河川水/ 后降	何用本/ 自用	同川	地積層/	平野	同川	地積弱/	丘陵	何川	地積層/	山地	常用户/ 平野	尿井戶/ 自韓	-15月前板 永二千野	治岸海城: 水/丘陵	治尿海域: 水/山間	石井田城地 45年/17月	117流50年 初時/1132	官臣尚属地: 備局/台舟:
10.00	调作着	溃作業	<b>責作</b> 業	质作用	将水画角	崩汗途発	清作常	淡水画面	海洋活度	唐作業	淡水油南	海洋渔業	唐作堂	唐作業	演讲法教	雨洋渔鬼	商洋湾党	海洋渔北	海洋急流	海洋洗束
Pu-240	1×10-11	$1 \times 10^{-10}$	1×10*	$3 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-10}$	2×10 <sup>-19</sup>	2×10 <sup>-18</sup>	$1 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-20}$	$3 \times 10^{-19}$	$1 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-18}$	7×10 <sup>-08</sup>	3×10 <sup>-10</sup>	3×10 <sup>-10</sup>	$3 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-19}$	$1 \times 10^{-10}$	1×10 <sup>-10</sup>
U-236	1×10 <sup>-12</sup>	$1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-10}$	$1 \times 10_{-6}$	6×10 <sup>-13</sup>	$2 \times 10^{-15}$	1×10 <sup>-11</sup>	$4 \times 10^{-12}$	$2 \times 10^{-18}$	$1 \times 10_{-30}$	4×10世	2×10.10	$7 \times 10^{-11}$	7×10 <sup>-11</sup>	2×10 <sup>-18</sup>	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-15}$	3×10 <sup>-12</sup>	3×10 <sup>-15</sup>	3×10 <sup>-12</sup>
Th-232	$2 \times 10^{-18}$	$4 \times 10^{-16}$	$2 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-8}$	$8 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-9}$	$8 \times 10^{-10}$	$4 \times 10^{-8}$	$9 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-9}$	1×10.8	$8 \times 10^{+}$	$2 \times 10^{-9}$	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-11}$	$4 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{+}$	$4 \times 10^{-9}$
Ri-23	6×10.11	$6 \times 10^{+1}$	6×10.10	9×10 <sup>-10</sup>	4×30. m	8×10 <sup>-11</sup>	6×10 <sup>-11</sup>	4×10.10	$8 \times 10^{-12}$	5×10 =	5×10 ±	8×10 <sup>-11</sup>	$3 \times 10^{-10}$	3×10 <sup>-14</sup>	$3\times10^{-25}$	3×10.m	$3 \times 10^{-11}$	7×10 <sup>-15</sup>	7×10-12	7×10 <sup>-12</sup>
Th-228	4×10 <sup>-12</sup>	$4 \times 10^{-11}$	4×10.m	$8 \times 10^{-10}$	身米10-15	$3 \times 10^{-12}$	9×10 <sup>-11</sup>	9×10.0	$3 \times 10^{-13}$	$2 \times 10^{-12}$	$8 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-11}$	1×10 <sup>-18</sup>	$1 \times 10^{-18}$	5×10 <sup>-14</sup>	$5 \times 10^{-14}$	$5 \times 10^{-14}$	$1 \times 10^{-11}$	1×10 <sup>-12</sup>	$1 \times 10^{-12}$
Cn-215	5×10 <sup>-11</sup>	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-6}$	$2 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-10}$	3×10 <sup>16</sup>	4×10 <sup>-18</sup>	$4 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-10}$	32(10.18)	$4 \times 10^{-10}$	3×10 <sup>-10</sup>	$2 \times 10^{+}$	$1 \times 10^{-6}$	$2 \times 10^{-12}$	$2 \times 10^{-21}$	$2 \times 10^{-32}$	3×10 <sup>-10</sup>	$3 \times 10^{-19}$	3×10 <sup>-10</sup>
Pu-241	$4 \times 10^{-11}$	$3 \times 10^{-12}$	$2 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-11}$	5×10-11	$7 \times 10^{-10}$	6×10 <sup>-12</sup>	6×10 <sup>-12</sup>	$7 \times 10^{-13}$	$5 \times 10^{-27}$	$7 \times 10^{-12}$	$7 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-11}$	$7 \times 10^{-10}$	7×10-11	$7 \times 10^{-11}$	$9 \times 10^{-10}$	$9 \times 10^{-11}$	9×10 <sup>-13</sup>
An-241	$2 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-it}$	$1 \times 10^{-9}$	$4 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-30}$	$3 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-11}$	$8 \times 10^{-11}$	$7 \times 10^{-12}$	2×10 <sup>-12</sup>	$2 \times 10^{-22}$	$2 \times 10^{-12}$	3×10 <sup>-11</sup>	3×10 <sup>-11</sup>	3×10 <sup>-11</sup>
Np-237	1×10 <sup>-11</sup>	$1 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{+}$	$1 \times 10^{-61}$	$3 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-11}$	1×10.19	$1 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-9}$	$8 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-11}$	7×10 <sup>-18</sup>	7×10.18	$1 \times 10_{-12}$	$1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-11}$	1×10 <sup>-18</sup>	1×10 <sup>-10</sup>
Pir-231	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{\pm\pm}$	$9 \times 10^{-11}$	5×10 **	6×10 <sup>-11</sup>	1×10 <sup>1*</sup>	$6 \times 10^{-12}$	$8 \times 10^{-11}$	$4 \times 10^{-9}$	5×10 <sup>-12</sup>	6×10.17	9×10.11	$9 \times 10^{-11}$	$4\times10_{-12}$	4×10 <sup>-11</sup>	4×10.11	$3 \times 10^{-11}$	5×10 <sup>-18</sup>	$5 \times 10^{-15}$
U-238	2×10 <sup>-12</sup>	$2 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-\mu\nu}$	$2 \times 10^{-17}$	6×10 <sup>-0</sup>	$1 \times 10^{-12}$	$2 \times 10^{-11}$	5×10 <sup>-12</sup>	$1 \times 10^{-12}$	$1 \times 10^{-10}$	5×10-"	1×10 <sup>-11</sup>	8×10-11	8×10 <sup>-11</sup>	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-11}$	2×10 <sup>-15</sup>	$2 \times 10^{-0}$	2×10 <sup>-11</sup>	2×10 <sup>-11</sup>
Th-229	8×10 <sup>-11</sup>	$3 \times 10^{-m}$	2×10 <sup>-4</sup>	$5 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-4}$	6×10-10	$1 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-6}$	6×10 <sup>-10</sup>	3×40. a	1×10*	6×10 <sup>-10</sup>	$4 \times 10^{+}$	8×10.9	$3 \times 10^{-120}$	3×10.3	3×10 <sup>-11</sup>	6×10 <sup>-10</sup>	6×10 <sup>-18</sup>	6×10.11
Cn-216	$4 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-16}$	$2 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-8}$	$2 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-11}$	3×10 <sup>-10</sup>	$2 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-8}$	$3 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{+}$	$1 \times 10^{-9}$	2×10 <sup>-17</sup>	$3 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{10}$	1×10 <sup>-0</sup>
Pu-242	$1 \times 10^{-15}$	$1 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-94}$	$7 \times 10^{-41}$	2×10 <sup>-12</sup>	2×10 <sup>-18</sup>	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-30}$	2×10 <sup>-10</sup>	$7 \times 10^{-10}$	6×10 <sup>-0</sup>	3×10 <sup>-10</sup>	$3 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-11}$	2×10 <sup>-19</sup>	2×10 <sup>-10</sup>	2×10 <sup>-10</sup>
U-238	1×40 <sup>-12</sup>	1×10 <sup>-01</sup>	$1 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-12}$	8×10 <sup>-11</sup>	3×10 <sup>-15</sup>	1×10.11	5×10.11	3×10.4	$1 \times 10^{-20}$	$4 \times 10^{-11}$	3×10 <sup>-17</sup>	2×10.11	7×10 <sup>-17</sup>	2×10 <sup>-16</sup>	$2 \times 10^{-10}$	2×10 <sup>-14</sup>	$4 \times 10^{-11}$	4×10 <sup>-12</sup>	4×10 <sup>-12</sup>
U-234	1×10.12	$1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-m}$	1×10.0	6×10 <sup>-11</sup>	$4 \times 10^{-12}$	$1 \times 10^{-12}$	5×10.11	4×10 <sup>-0</sup>	1×10.30	5×10.11	$4 \times 10^{-11}$	7×10 <sup>-11</sup>	7×10 <sup>-D</sup>	2×10 <sup>-0</sup>	$2 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-11}$	6×10 <sup>-17</sup>	6×10.12	6×10.17
71년230	$4 \times 10^{-11}$	7×10 <sup>-11</sup>	$3 \times 10^{-in}$	$3 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{-20}$	$2 \times 10^{-8}$	4×10 <sup>-18</sup>	$1 \times 10^{-19}$	$2 \times 10^{-8}$	6×10 <sup>-11</sup>	$1 \times 10^{-10}$	2×10*	$2 \times 10^{+}$	$4 \times 10^{-19}$	$4 \times 10^{+1}$	$4 \times 10^{-11}$	$4 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{+}$	$1 \times 10^{-9}$
124-226	4×10 <sup>-0</sup>	2×10.10	1×10.3	2×10/20	3×10.0	6×16.1	4×10.18	$3 \times 10^{-10}$	4×10.0	1×10.5	5×10-10	6×10 <sup>-11</sup>	2×10*	1×10.5	3×10 -	$3 \times 10^{-10}$	3×10 <sup>-11</sup>	5×10 <sup>-0</sup>	5×10.15	5×10.11
Ph-210	$3 \times 10.11$	3×10.m	3×10*.	1×10.00	1×10-10	4×10 <sup>-17</sup>	3×10 <sup>-18</sup>	$2 \times 10^{-10}$	4×10.0	$3 \times 10^{-4}$	1×10.4	$4 \times 10^{-17}$	2×10*	8×10.°	1×10 <sup>-10</sup>	1×10.5	$1 \times 10_{-11}$	1×10 <sup>-11</sup>	1×10.15	1×10.1
Po-210	9×10 <sup>12</sup>	9×10 <sup>+1</sup>	$9 \times 10^{+0}$	7×10 <sup>-10</sup>	6×10-**	\$×10 <sup>11</sup>	6×10 <sup>-11</sup>	$2 \times 10^{-11}$	3×10 <sup>-15</sup>	63(10)21	1×10 <sup>-10</sup>	$5 \times 10^{-11}$	2×10 <sup>-11</sup>	2×10 <sup>-19</sup>	7×10 <sup>-12</sup>	7×111=11	7×10 <sup>-11</sup>	6×10 <sup>-11</sup>	6×10 <sup>-15</sup>	6×10 <sup>16</sup>
An-243	$2 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-8}$	5×10 °	$2 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-16}$	5×10 <sup>-10</sup>	$2 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-30}$	$6 \times 10^{-10}$	2×10 <sup>-19</sup>	$1 \times 10^{+}$	7×10 <sup>-0</sup>	$2 \times 10^{-12}$	$2 \times 10^{-77}$	2×10.12	$3 \times 10_{-10}$	$2 \times 10_{-15}$	3×10 <sup>-10</sup>
Pu-299	$2 \times 10^{-11}$	1×10 <sup>10</sup>	1810*	$3 \times 10^{-10}$	2×10 <sup>-10</sup>	$1 \times 10^{-10}$	2×10 <sup>-18</sup>	$2 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-30}$	$3 \times 10^{-30}$	$1 \times 10^{-19}$	7×10.19	7×10 <sup>18</sup>	3×10.0	3×10 <sup>-10</sup>	$3 \times 10^{-17}$	2×10.19	2×10 <sup>-19</sup>	2×10 <sup>-11</sup>
U-235	$2 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-m}$	$2 \times 10^{-m}$	$2 \times 10^{-12}$	$2 \times 10^{-12}$	2×10 <sup>-11</sup>	有×10-12	$2 \times 10^{-62}$	$1 \times 10^{-m}$	5×10 <sup>-0</sup>	$2 \times 10^{-17}$	8×10 <sup>-11</sup>	8×10 <sup>-11</sup>	2×10.10	$2 \times 10^{-8}$	$2 \times 10^{-6}$	$3 \times 10^{-0}$	2×10.11	3×10.11
Pa-231	2×10.18	$2 \times 10^{-9}$	$9 \times 10^{-9}$	$2 \times 10^{-6}$	1×10*	3×10*	$9 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-9}$	3×10.5	32410 *	$2 \times 10^{+}$	3×10*	$1 \times 10^{-1}$	$8 \times 10^{-9}$	9×10 <sup>±1</sup>	$8 \times 10^{-11}$	$9 \times 10^{-11}$	3×10.°	3×10.9	$3 \times 10^{-9}$
Ac-227	9×10.11	N×10 <sup>-10</sup>	8×10.4	$3 \times 10_{-10}$	$2 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-11}$	3×10 <sup>-0</sup>	2×10.**	1×10 <sup>-11</sup>	$1 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	1×10 <sup>-0</sup>	4×10*	4×10 °	1×10 <sup>-12</sup>	1×111-17	$1 \times 10^{-17}$	2×10 <sup>-0</sup>	2×10 <sup>-11</sup>	2×10 <sup>-0</sup>
Sn-151	$2 \times 10^{-16}$	$2 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-61}$	$7 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-11}$	$4 \times 10^{-16}$	8×10 <sup>-18</sup>	$2 \times 10^{-11}$	$4 \times 10^{46}$	$2 \times 10^{-11}$	3×10 <sup>-11</sup>	$4 \times 10^{-10}$	8×10 <sup>11</sup>	8×10 <sup>-11</sup>	8×10 <sup>-11</sup>	8×10 <sup>-0</sup>	8×10 <sup>-11</sup>	4×10.16	$4 \times 10^{-10}$	4×10.14
Cs-135	$1 \times 10^{-11}$	1×10 <sup>-12</sup>	$7 \times 10^{-11}$	8×10 <sup>-m</sup>	7×10 <sup>-41</sup>	$2 \times 10^{-11}$	1×10 <sup>-18</sup>	3×10 <sup>-11</sup>	$2 \times 10^{-14}$	$6 \times 10^{-17}$	$3 \times 10^{-12}$	2×10 <sup>-11</sup>	6×10 <sup>-11</sup>	5×10.12	3×10 <sup>-18</sup>	$3 \times 10^{-9}$	$3 \times 10^{-10}$	6×10 <sup>-11</sup>	6×10 <sup>-11</sup>	6×10 <sup>-11</sup>
Sn~126	$1 \times 10^{-0}$	9×10 <sup>-12</sup>	5×10 <sup>-11</sup>	$3 \times 10^{-31}$	$2 \times 10^{-9}$	$9 \times 10^{-10}$	4×10 <sup>-11</sup>	$2 \times 10^{+}$	9×10.10	5×10 <sup>-0</sup>	2×10*	9×10 <sup>-10</sup>	5×10 <sup>-11</sup>	4×10 <sup>-0</sup>	$5 \times 10^{-15}$	ā×10 <sup>⊕</sup>	$5 \times 10^{-12}$	1×10.*	1×10*	1×10*
Pd=107	$1 \times 10^{-14}$	$1 \times 10^{-14}$	1×10-13	1×10.01	$2 \times 10^{-14}$	9×10 <sup>-H</sup>	2×10 <sup>-11</sup>	4×10.11	9×10.18	1×10.5	2×10 <sup>-10</sup>	9×10 <sup>-16</sup>	7×10 <sup>-11</sup>	7×10 <sup>-14</sup>	3×10.11	3×10.4	3×10-11	6×10 <sup>-18</sup>	6×10 <sup>-15</sup>	6×10 <sup>-10</sup>
Te-99	1×10 <sup>-14</sup>	1×10 <sup>-11</sup>	$1 \times 10^{-12}$	$1 \times 10^{-64}$	3×10 <sup>-m</sup>	7×10 <sup>-10</sup>	1×10 <sup>-14</sup>	$2 \times 10^{-14}$	7×10 <sup>-06</sup>	1×10.11	$2 \times 10^{-49}$	7×10.4	6×10.14	6×10 <sup>-14</sup>	3×10.10	3×10 *	3×10 **	1×40.m	1×10 <sup>-16</sup>	1×10 <sup>-14</sup>
Nb-94	7×10 <sup>-18</sup>	5×10 <sup>-12</sup>	3×10	$2 \times 10^{-11}$	2×10*	7×10 <sup>-10</sup>	$5 \times 10^{-11}$	2×10 <sup>-0</sup>	7×10 <sup>-00</sup>	3><10 <sup>-11</sup>	2×10*	7×10 <sup>-11</sup>	$4 \times 10^{-11}$	3×10 <sup>-11</sup>	1×10 <sup>-34</sup>	1×10.**	$1 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{+}$	1×10°	$1 \times 10^{+1}$
71-413	2×10 <sup>-14</sup>	1810.0	$8 \times 10^{-11}$	$3 \times 10_{-21}$	$2 \times 10^{-14}$	7×10 <sup>-14</sup>	5×10.0	9×10-0	7×10 <sup>-14</sup>	6×10.5	$3 \times 10^{-11}$	7×10 <sup>-11</sup>	8×10 <sup>-14</sup>	6×10.0	$7 \times 10^{-10}$	7×10 *	$1 \times 10^{-8}$	$6 \times 10_{-11}$	9×10.11	9×10.11
Nh-93m	2×10 <sup>-13</sup>	$2 \times 10^{-14}$	$2 \times 10^{-13}$	$4 \times 10^{-15}$	$2 \times 10^{-14}$	1×10 <sup>-16</sup>	1×10-11	$3 \times 10^{-14}$	$1 \times 10^{-m}$	1×10.2	6×10 <sup>-11</sup>	$1 \times 10^{-16}$	1×10 <sup>-13</sup>	1×10.13	1×10.18	$1 \times 10^{-m}$	$1 \times 10^{-10}$	$2 \times 10^{-16}$	$2 \times 10^{-18}$	2×10 <sup>-10</sup>
Se-79	$3 \times 10^{-17}$	2×10 <sup>-11</sup>	1×10.10	$3 \times 10^{-12}$	$3 \times 10^{-11}$	$3 \times 10^{-14}$	2×10.11	$3 \times 10^{-11}$	$3 \times 10^{-11}$	$1 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-12}$	$3 \times 10^{-11}$	1×10.18	1×10.18	3×10.11	$3 \times 10^{-11}$	3×10 <sup>-11</sup>	5×10.14	5×10.14	5×10 <sup>-14</sup>

No.	項目	内容						
1.	識別番号	PA-5.6.1						
2.	ワーク項目	総合安全性評価						
3.	概要							
4.	設定パラメータ	線量						
5.	データセット	線量:図-A 参照						
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断						
7.	設定根拠	-						
8.	設定条件(熱的条件)	-						
9.	設定条件(水理学的条件)	-						
10.	設定条件(力学的条件)	-						
11.	設定条件(化学的条件)	-						
12.	設定条件(放射線学的条件)	-						
13.	設定条件(物質移行条件)	-						
14.	設定条件(その他)	-						
15.	参考文献	-						
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定						
		PA-2.1.3 核種インベントリ						
		PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定						
		PA-4.3.5 溶解度設定						
		PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得						
		PA-5.2 天然バリア中移行特性データ取得						
		PA-5.3 人工バリア中核種移行評価						
		PA-5.4 天然バリア中核種移行評価						
		PA-5.5 生物圏評価						
17.	下流側ワーク項目	-						

付表1-130 ワーク項目に関する技術情報



32

33

34

35

36

37

0日1を源井戸に支更

不能責任を同時に考慮

コロイドによる物種物質を考慮

理約戻し・プラグの触工不良

理語・愛食(理語使食運度・IDddy)

ガラス消耗重要,若諸中分配係勤,汲水量係数の

人工バリアから物種が直接生物間に移行すると仮定



10<sup>8</sup>

データの不確実性

モデルの不能大性

天然パリア機能を

考慮しないケース

シナリオの不確実性

107

104

10<sup>3</sup>

10<sup>2</sup>

10<sup>1</sup>

10<sup>0</sup>

**10**-1

10-2

10<sup>-3</sup>

10-4

10-<sup>5</sup>

10-6

104

[JuSv y<sup>-1</sup>

最大被望

37

30

25,27

10<sup>6</sup>

処分後の時間 M

18

23

20

105

深井戸

河中脉

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-5.6.2
2.	ワーク項目	不確実性解析
3.	概要	
4.	設定パラメータ	線量
5.	データセット	線量:サイクル機構(2002)
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	-
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	核燃料サイクル開発機構 ( 2002 ): 高レベル放射性廃棄
		物の地層処分技術に関する研究開発 - 平成 13 年度報
		告-, JNC TN1400 2002-003.
16.	上流側ワーク項目	PA-2.1.2 対象核種選定
		PA-2.1.3 核種インベントリ
		PA-3.1.1 亀裂パラメータ設定
		PA-4.3.5 溶解度設定
		PA-5.1 人工バリア中移行特性データ取得
		PA-5.2 天然バリア中移行特性データ取得
		PA-5.5 生物圈評価
17.	下流側ワーク項目	-

付表1-131 ワーク項目に関する技術情報



## 付図1-34 「性能評価」変動シナリオ(隆起・侵食)評価に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-6.1
2.	ワーク項目	隆起 / 侵食
3.	概要	処分場の深度が処分直後から継続的に減少することを
		想定。地表付近(100m以浅)で酸化性地下水の侵入,
		および土被りの減少による透水性の増加を仮定。
4.	設定パラメータ	線量
5.	データセット	線量:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・溶解度:PA-4.3.5 溶解度設定
		・分配係数:PA-5.1.2,PA-5.2.2 参照
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	・実効拡散係数:PA-5.1.3,PA-5.2.5 参照
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-132 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 変動シナリオについての解析結果(ガラス固化体4万本の結果)



付図1-35 「性能評価」変動シナリオ(気候・海水準変動)評価に関するワークフロー

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-6.2
2.	ワーク項目	気候海水準変動
3.	概要	
4.	設定パラメータ	線量
5.	データセット	線量:図-A 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	・溶解度:PA-4.3.5 溶解度設定
		・分配係数:PA-5.1.2,PA-5.2.2 参照
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	・実効拡散係数:PA-5.1.3,PA-5.2.5 参照
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-133 ワーク項目に関する技術情報



図 - A 変動シナリオについての解析結果(ガラス固化体4万本の結果)

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-6.3
2.	ワーク項目	火山 / 火成活動
3.	概要	
4.	設定パラメータ	
5.	データセット	
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-134 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-6.4
2.	ワーク項目	地震 / 断層活動
3.	概要	
4.	設定パラメータ	
5.	データセット	
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-135 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-6.5
2.	ワーク項目	工学的欠陥
3.	概要	
4.	設定パラメータ	
5.	データセット	
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-136 ワーク項目に関する技術情報

No.	項目	内容
1.	識別番号	PA-6.6
2.	ワーク項目	人間活動(侵入)
3.	概要	
4.	設定パラメータ	線量
5.	データセット	線量:図-A 参照
6.	設定方法	文献 , 試験 , 解析 , 判断
7.	設定根拠	
8.	設定条件(熱的条件)	
9.	設定条件(水理学的条件)	
10.	設定条件(力学的条件)	
11.	設定条件(化学的条件)	
12.	設定条件(放射線学的条件)	
13.	設定条件(物質移行条件)	
14.	設定条件(その他)	
15.	参考文献	
16.	上流側ワーク項目	
17.	下流側ワーク項目	

付表1-137 ワーク項目に関する技術情報





No.	項目	内容
1.	識別番号	GS-0
2.	ワーク項目	地質環境条件
3.	概要	人工バリアおよび処分施設の設計 ,製作・施工技術の検
		討に必要な岩盤物性値の設定
4.	設定パラメータ	設計用岩盤物性値
5.	データセット	設計用岩盤物性値:表-A 参照
		パラメータスタディ用物性値(軟岩系):表-B 参照
6.	設定方法	文献, 試験, 解析, 判断
7.	設定根拠	・設計用岩盤物性値
		データ数が豊富で信頼性が高いと考えられるデータ
		(硬岩系岩盤グループは結晶質の酸性岩,軟岩系岩
		盤グループでは新第三紀堆積岩の泥質・凝灰質岩)
		を設計用の特性値として設定。
		・パラメータスタディ用物性値
		設計感度解析のため,軟岩系岩盤データセットの一
		軸圧縮強度の平均値と中央値が包含される範囲にお
		いて , 一軸圧縮強度を 5 MPa きざみで 5 通り設定。
8.	設定条件(熱的条件)	-
9.	設定条件(水理学的条件)	-
10.	設定条件(力学的条件)	-
11.	設定条件(化学的条件)	-
12.	設定条件(放射線学的条件)	-
13.	設定条件(物質移行条件)	-
14.	設定条件(その他)	-
15.	参考文献	-
16.	上流側ワーク項目	-
17.	下流側ワーク項目	RD-0 処分技術(設計)

付表1-138 ワーク項目に関する技術情報
		- 毎半 系 半 般 デ ー 々 セ ッ ト	か ピ ら ジ や 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、			
	岩盤名称					
物理 特性		2.67	2.20			
	直密度 [Mø/m³]	2.7	2.7			
	有効間隙率 [%]	2	30			
力学特性	一軸圧縮強度 [MPa]	115	15			
	弹性係数 [MPa]	37,000	3,500			
	ポアソン比 [-]	0.25	0.30			
	動ポアソン比 [-]	0.315	0.369			
	粘着力 [MPa]	15	3.0			
	内部摩擦角 [deg]	45	28			
	引張強度 [MPa]	8	2.1			
	側圧係数 [-]	164 / h+0.74 (h:深度 [m])				
	初期鉛直応力 [MPa]	ρh/100(≈ρgh/1000)(ρ: 飽和密度)				
	初期水平応力 [MPa]	$K_{\rho} \bullet \sigma_{v}$ ( $K_{\rho}$ :側圧係数, $\sigma_{v}$ :初期鉛直応力)				
	弹性波(P波)速度 [km/s]	$2.1 + 2.9 \left[ 1 - e^{(-0.00792 \rho h)} \right]$	$1.8 + 1.4 \left[ 1 - e^{(-0.00057 \rho h)} \right]$			
	弾性波(S波)速度 [km/s]	$0.2 + 2.4 \left[ 1 - e^{(-0.00788 \rho h)} \right]$	$0.6 + 1.0 \left[ 1 - e^{(-0.00066 \ \rho \ h)} \right]$			
熱特性	熱伝導率 [W/m/K]	2.8	2.2			
	比熱 [kJ/kg/K]	1.0	1.4			
	地温勾配 [ /100m]	3				
	地表面温度[]	15				
水理	透水係数 [m/s]	健岩部:10-18~10-8,割れ目帯:10-6~10-5				
特性	動水勾配 [-]	0.008 ~ 0.067				

表 - A 設計用岩盤特性データセット

表 - B パラメータスタディ用物性値

区分	SR-A	SR-B	SR-C	SR-D	SR-E	
飽和密度 [Mg/m³]	2.45	2.35	2.20	1.95	1.70	
真密度 [Mg/m³]	2.7					
有効間隙率 [%]	15	20	30	45	60	
一軸圧縮強度 [MPa]	25	20	15	10	5	
弹性係数 [MPa]	5,000	4,000	3,500	2,500	1,500	
ポアソン比 [-]	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
動ポアソン比 [-]	-	-	0.369	-	-	
粘着力 [MPa]	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	
内部摩擦角 [deg]	30	29	28	27	25	
引張強度 [MPa]	3.5	2.8	2.1	1.4	0.7	
熱伝導率 [W/m/K]	2.5	2.4	2.2	1.9	1.5	
比熱 [kJ/kg/K]	1.2	1.3	1.4	1.7	2.1	