JAEA-Technology 2023-012 DOI:10.11484/jaea-technology-2023-012



コンクリートピット埋設施設の設置環境及び劣化に伴う 浸入・浸出水量の評価

Evaluation of Flow Rate of Groundwater into and Out of Concrete Vault Disposal Facility According to Geological Environment and Deterioration of the Facility

> 小川 理那 戸塚 真義 坂井 章浩 Rina OGAWA, Masayoshi TOTSUKA and Akihiro SAKAI

> > バックエンド統括本部 埋設事業センター

Radioactive Wastes Disposal Center Decommissioning and Radioactive Waste Management Head Office

July 2023

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。 本レポートはクリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際ライセンスの下に提供されています。 本レポートの成果(データを含む)に著作権が発生しない場合でも、同ライセンスと同様の 条件で利用してください。(<u>https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja</u>) なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト(<u>https://www.jaea.go.jp</u>) より発信されています。本レポートに関しては下記までお問合せください。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 JAEA イノベーションハブ 研究成果利活用課 〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4 電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en).

Even if the results of this report (including data) are not copyrighted, they must be used under the same terms and conditions as CC-BY.

For inquiries regarding this report, please contact Institutional Repository and Utilization Section, JAEA Innovation Hub, Japan Atomic Energy Agency.

2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan

Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2023

JAEA-Technology 2023-012

コンクリートピット埋設施設の設置環境及び劣化に伴う浸入・浸出水量の評価

日本原子力研究開発機構 バックエンド統括本部 埋設事業センター

小川 理那、戸塚 真義*、坂井 章浩

(2023年4月10日受理)

コンクリートピット埋設施設は、支持能力を有する地盤に設置する必要があると考えられる ことから、地下水面より下位に設置することが想定される。そのため、施設の設置環境(施設 の周辺岩盤)及び施設の構造物(コンクリートピット埋設施設及びこれを取りまくベントナイ ト混合土)のそれぞれの透水係数をパラメータとしてモデル計算を行い、施設への浸入水量及 び施設からの浸出水量を評価した。

地下水流動解析は、有限要素法による 2 次元地下水流動解析コード MIG2DF を用いて行っ た。設置環境を考慮した評価では、これまでの技術検討で施設底面における地下水浸入水量及 び浸出水量が相対的に多量となったことから、その底面と接する新鮮な岩盤の透水係数をパラ メータとして、地下水浸入水量及び浸出水量の評価を実施した。また、施設の構造物を考慮し た評価では、コンクリートピット埋設施設の経年的な劣化及びベントナイト混合土の化学的な 変質による劣化を想定したコンクリート及びベントナイト混合土の透水係数を設定し、地下水 の浸入水量及び浸出水量の変化を評価した。

その結果、岩盤新鮮部の透水係数は施設における地下水浸入水量及び浸出水量に大きく寄与 することが分かった。また、ベントナイト混合土の化学的劣化に伴う透水係数の増加に伴い、 その周囲の覆土へ移行する浸出水量が増加する結果となった。以上からこれらの透水係数は、 コンクリートピット埋設施設の設置及び安全評価における重要な影響因子であることが分かっ た。

旧本部事務所:〒319-1112 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-49 * 株式会社ヴィジブルインフォメーションセンター JAEA-Technology 2023-012

Evaluation of Flow Rate of Groundwater into and Out of Concrete Vault Disposal Facility According to Geological Environment and Deterioration of the Facility

Rina OGAWA, Masayoshi TOTSUKA* and Akihiro SAKAI

Radioactive Wastes Disposal Center Decommissioning and Radioactive Waste Management Head Office Japan Atomic Energy Agency Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received April 10, 2023)

Concrete vault disposal facility is assumed to be installed below the groundwater table because it is necessary to install them on the ground that has enough bearing capacity. Therefore, the flow rates of groundwater into and out of concrete vault were evaluated by taking into account the permeability coefficients of the geological environment surrounding the facility and of the engineered structure of the facility.

Groundwater flow analysis was performed by using the groundwater flow analysis code MIG2DF based on finite element method. In the evaluation of considering the geological environment, since the flow rate of groundwater into and out of the bottom of concrete vault was larger than the flow rates into and out of other sides of the vault in previous technical studies, the evaluation of the flow rate was performed by varying the permeability coefficient of the bedrock adjacent to the bottom of concrete vault. In addition, the other evaluation of the flow rate was conducted assuming the deterioration of concrete vault and of bentonite-mixed soil.

As a result, it was found that the permeability coefficient of bedrock adjacent to concrete vault greatly contributed to flow rates of groundwater into and out of concrete vault. In addition, as the permeability coefficient of the bentonite-mixed soil increased due to chemical deterioration, the flow rate of leachate into the surrounding cover soil increased. From the above results, it was found that these permeability coefficients were important influencing factors in the engineering design and safety evaluation of concrete vault disposal facilities.

Keywords: Low Level Radioactive Waste, Concrete Vault, Groundwater Flow Analysis

^{*} Visible Information Center, Inc.

目 次

1. 経緯及び目的	1
2. 本書の構成	3
3. 解析に用いたソフトウェア等	4
4. 解析条件の設定及び解析モデル	5
4.1 地質環境	5
4.2 ピット施設	5
4.3 解析モデル	5
5. 評価方法	7
5.1 ピット施設の各面における浸入・浸出水量の算出	7
5.2 ピット施設からの浸出水量の評価方法	8
6. パラメータスタディの評価項目	9
7. パラメータスタディの結果	11
7.1 岩盤新鮮部の透水係数にかかるパラメータスタディ	11
7.1.1 ピット施設の各面における浸入及び浸出水量	11
7.1.2 ピット施設からの浸出水量の評価	11
7.2 ピット施設の劣化におけるパラメータスタディ	12
7.2.1 ピット施設の各面における浸入及び浸出水量	12
7.2.2 ピット施設からの浸出水量の評価	12
7.3 ベントナイト混合土の化学的劣化におけるパラメータスタディ	13
7.3.1 ピット施設の各面における浸入及び浸出水量	13
7.3.2 ピット施設からの浸出水量の評価	14
8. 検討結果及び今後の課題	15
謝辞	56
参考文献	57

Contents

1.	Background and Purpose1
2.	Compositions of this Report3
3.	Software Used for Analysis4
4.	Analysis Condition Setting and Analysis Model5
2	4.1 Geological Environment5
2	4.2 Concrete Vault Disposal Facility5
4	4.3 Analysis Model5
5.	Evaluation Method7
Į	5.1 Calculation of Flow Rate of Groundwater into and out from Each Side of Concrete
	Vault Disposal Facility7
Į	5.2 Method of Evaluation of Flow Rate of Groundwater into and out from the Concrete
	Vault Disposal Facility8
6.	Evaluation Item of Parameter Study9
7.	Result of Parameter Study11
,	7.1 Parameter Study on Permeability Coefficient of Bedrock11
	7.1.1 Flow Rate of Groundwater into and out from Each Surface of the Concrete Vault
	Disposal Facility11
	7.1.2 Evaluation of Flow Rate of Groundwater out from the Concrete Vault Disposal
	Facility11
,	7.2 Parameter Study on Deterioration of Concrete Vault Disposal Facility12
	7.2.1 Flow Rate of Groundwater into and out from Each Surface of the Concrete Vault
	Disposal Facility12
	7.2.2 Evaluation of Flow Rate of Groundwater out from the Concrete Vault Disposal
	Facility12
,	7.3 Parameter Study on Chemical Deterioration of Bentonite13
	7.3.1 Flow Rate of Groundwater into and out from Each Surface of the Concrete Vault
	Disposal Facility13
	7.3.2 Evaluation of Flow Rate of Groundwater out from the Concrete Vault Disposal
	Facility14
8.	Examination Results and Future Tasks15
Ac	knowledgement56
Re	ferences57

表リスト

表 4-1	各層の透水係数及び間隙率17
表 6-1	岩盤新鮮部の透水係数及び間隙率17
表 6-2	ピット施設の透水係数及び間隙率17
表 6-3	ベントナイト混合土劣化部の透水係数及び間隙率17
表 7-1	底辺水平モデルにおける岩盤新鮮部のパラメータスタディの結果18
表 7-2	底辺傾斜モデルにおける岩盤新鮮部のパラメータスタディの結果19
表 7-3	岩盤新鮮部のパラメータスタディにおける浸出水量の移行評価結果20
表 7-4	底辺水平モデルにおけるピット施設のパラメータスタディの結果21
表 7-5	底辺傾斜モデルにおけるピット施設のパラメータスタディの結果22
表 7-6	ピット施設のパラメータスタディにおける浸出水量の移行評価結果23
表 7-7	ベントナイト混合土の劣化部領域が3分の1の場合のパラメータスタディの結果-24
表 7-8	ベントナイト混合土の劣化部領域が2分の1の場合のパラメータスタディの結果-25
表 7-9	ベントナイト混合土の劣化部領域が3分の2の場合のパラメータスタディの結果-26
表 7-10	ベントナイト混合土の劣化部領域が3分の1の場合の
	パラメータスタディにおける浸出水量の移行評価結果27
表 7-11	ベントナイト混合土の劣化部領域が2分の1の場合の
	パラメータスタディにおける浸出水量の移行評価結果27
表 7-12	ベントナイト混合土の劣化部領域が3分の2の場合の
	パラメータスタディにおける浸出水量の移行評価結果27

図リスト

义	4-1	底辺水平モデルの概略図2	28
义	4-2	底辺傾斜モデルの概略図2	28
汊	4- 3	ピット施設周辺の概略図2	29
义	4-4	底辺水平モデルのメッシュ図2	29
义	4-5	底辺傾斜モデルのメッシュ図2	29
义	7-1	底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット①の浸入水量3	30
义	7-2	底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット①の浸出水量3	30
义	7-3	底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット②の浸入水量3	31
义	7-4	底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット②の浸出水量3	31
义	7-5	底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット①の浸入水量3	32
义	7-6	底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット①の浸出水量3	32
义	7-7	底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット②の浸入水量3	3
义	7-8	底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット②の浸出水量3	3
义	7-9	底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数における浸出水量の移行評価3	\$4
义	7-10	底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数における浸出水量の移行評価3	\$4
义	7-11	底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット①の浸入水量3	35
义	7-12	底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット①の浸出水量3	35
义	7-13	底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット②の浸入水量3	36
义	7-14	底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット②の浸出水量3	6
义	7-15	底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット①の浸入水量3	37
义	7-16	底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット①の浸出水量3	37
义	7-17	底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット②の浸入水量3	8
义	7-18	底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット②の浸出水量3	8
义	7-19	底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数における浸出水量の移行評価3	39
义	7-20	底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数における浸出水量の移行評価3	39
义	7-21	底辺水平モデルの劣化部が3分の1の場合の各透水係数における	
		ピット①の浸入水量4	0
义	7-22	底辺水平モデルの劣化部が3分の1の場合の各透水係数における	
		ピット①の浸出水量4	0
义	7-23	底辺水平モデルの劣化部が3分の1の場合の各透水係数における	
		ピット②の浸入水量4	1
义	7-24	底辺水平モデルの劣化部が3分の1の場合の各透水係数における	
		ピット②の浸出水量4	1
叉	7-25	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の1の場合の各透水係数における	
		ピット①の浸入水量4	12

図 7-26	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の1の場合の各透水係数における
	ピット①の浸出水量42
図 7-27	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の1の場合の各透水係数における
	ピット②の浸入水量43
図 7-28	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の1の場合の各透水係数における
	ピット②の浸出水量43
図 7-29	底辺水平モデルにおける透水係数 1.0×10 ⁻⁶ m/s の劣化部領域が 3 分の 1 の場合の
	流速及び流向分布(ピット②)44
図 7-30	底辺水平モデルの劣化部が2分の1の場合の各透水係数における
	ピット①の浸入水量45
図 7-31	底辺水平モデルの劣化部が2分の1の場合の各透水係数における
	ピット①の浸出水量45
図 7-32	底辺水平モデルの劣化部が2分の1の場合の各透水係数における
	ピット②の浸入水量46
図 7-33	底辺水平モデルの劣化部が2分の1の場合の各透水係数における
	ピット②の浸出水量46
図 7-34	底辺傾斜モデルの劣化部が2分の1の場合の各透水係数における
	ピット①の浸入水量47
図 7-35	底辺傾斜モデルの劣化部が2分の1の場合の各透水係数における
	ピット①の浸出水量47
図 7-36	底辺傾斜モデルの劣化部が2分の1の場合の各透水係数における
	ピット②の浸入水量48
図 7-37	底辺傾斜モデルの劣化部が2分の1の場合の各透水係数における
	ピット②の浸出水量48
図 7-38	底辺水平モデルの劣化部が3分の2の場合の各透水係数における
	ピット①の浸入水量49
図 7-39	底辺水平モデルの劣化部が3分の2の場合の各透水係数における
	ピット①の浸出水量49
図 7-40	底辺水平モデルの劣化部が3分の2の場合の各透水係数における
	ピット②の浸入水量50
図 7-41	底辺水平モデルの劣化部が3分の2の場合の各透水係数における
	ピット②の浸出水量50
図 7-42	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の2の場合の各透水係数における
	ピット①の浸入水量51
図 7-43	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の2の場合の各透水係数における
	ピット①の浸出水量51
図 7-44	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の2の場合の各透水係数における
	ピット②の浸入水量52

図 7-45	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の2の場合の各透水係数における	
	ピット②の浸出水量	52
図 7-46	底辺水平モデルの劣化部が3分の1の場合における浸出水量の移行評価	53
図 7-47	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の1の場合における浸出水量の移行評価	53
図 7-48	底辺水平モデルの劣化部が2分の1の場合における浸出水量の移行評価	54
図 7-49	底辺傾斜モデルの劣化部が2分の1の場合における浸出水量の移行評価	54
図 7-50	底辺水平モデルの劣化部が3分の2の場合における浸出水量の移行評価	55
図 7-51	底辺傾斜モデルの劣化部が3分の2の場合における浸出水量の移行評価	55

1. 経緯及び目的

日本原子力研究開発機構(以下、「原子力機構」という。)は、「国立研究開発法人日本原子力 研究開発機構法」により、原子力機構及び国内の研究施設等から発生する低レベル放射性廃棄 物(以下、「研究施設等廃棄物」という。)の埋設処分事業の実施主体となっている。

原子力機構では、処分予定の研究施設等廃棄物中に含まれている放射能濃度を考慮し、処分 方法として、トレンチ処分とコンクリートピット処分を計画している。これらの処分方法では、 地中に放射性廃棄物を埋設処分した後の安全評価を行う必要がある。特に、コンクリートピッ ト埋設施設(以下、「ピット施設」という。)は、コンクリートピットを十分に支持できる地盤 に設置する必要がある。『研究施設等廃棄物浅地中処分施設の概念設計』(JAEA-Technology 2012-031¹⁰)(以下、「概念設計」という。)では、コンクリートピットを十分に支持できる地盤 としてN値50以上の岩盤を想定した。この条件では、コンクリートピットを十分に支持できる地盤 としてN値50以上の岩盤を想定した。この条件では、コンクリートピットは、地下水面より 深い場所に設置されることが想定される。そのため、覆土後は施設が地下水で満たされること が想定される。従って、廃棄物中の放射性核種が地下水の流れに沿ってピット施設から生活環 境へ移行するシナリオが考えられ、こうしたシナリオに基づく数学モデルに基づいて被ばく線 量を評価し、施設の安全性を説明する必要がある。

これまでに一般的な立地環境条件²)に基づいて概念設計を実施し、基本的な埋設施設の構造 や規模を設計した。その施設設計の結果に基づいて実施した『研究施設等廃棄物の浅地中埋設 施設の立地環境条件に関する感度解析』(JAEA-Technology 2013-039³⁾)では、様々な立地環 境についてのパラメータスタディを行い、動水勾配が同じ場合、ピットから浸出する地下水量

(以下、「浸出水量」という。)は土壌の透水係数にあまり影響しないという結果が得られた。 また、『様々な施設設計条件におけるコンクリートピット施設からの浸出水量の算出』(JAEA-Technology 2021-009⁴⁾)(以下、「浸出水量算出報告書」という。)では、様々な覆土の設計条 件及びベントナイト混合土の物理的な劣化を模擬した条件におけるパラメータスタディ実施し た。その結果、ピット施設周辺の覆土の透水係数等を低くすることにより、ベントナイトの物 理的劣化が生じた場合における浸出水量の増加を低減させることが可能であることが分かった。

本報告では、浸出水量算出報告書⁴⁾で示された標準モデルの結果をリファレンスとし、(1)地 質環境及び(2)ピット施設等の劣化を考慮し、周辺の地質及び構造物等の透水係数を劣化の程度 に応じて変化させて評価を実施し、ピット施設の浸入及び浸出水量の変動から、基本設計にお いて重要となる課題の追加検討を行うこととした。

(1)の地質環境条件のパラメータスタディとしては、ピット施設を設置する岩盤(以下、「岩 盤新鮮部」という。)の透水係数をパラメータとしてピットにおける浸入及び浸出水量のパラメ ータスタディを実施した。

(2)のピット施設等の劣化条件については主に2つのパラメータスタディを実施した。

1 つはコンクリート構造物であるピット施設の劣化を模擬して、ピットの劣化の度合いに合わせて透水係数を変化させて評価した。もう1つは、ベントナイト混合土の化学的な変質による劣化に伴い、ベントナイト混合土の劣化の領域及び透水係数を変化させて評価した。

以上の解析を行い、これから行う基本設計に向けたピット施設における課題の抽出を行うこ ととした。

2. 本書の構成

本書の構成は以下の通りである。

- (1) 解析に用いたソフトウェア等(3章) 解析に用いたコード及びソフトウェアを示す。
- (2) 解析モデルの選定(4章)

解析に用いたモデル及びパラメータを示す。解析モデルは、浸出水量算出報告書 4)で作成したモデルを参照して作成した。また、解析に用いたパラメータは概念設計 1)を参照して設定した。

(3) 評価方法(5章)

ピット施設からの浸入・浸出水量及び覆土・岩盤への移行評価の手順を示す。

(4) パラメータスタディの評価項目の選定(6章)

本報告書で行ったパラメータスタディの評価項目を示す。パラメータスタディは2つに 区分され、1つは地質条件によるパラメータスタディ、もう1つはピット施設の劣化によ るパラメータスタディを設定した。

- (5) パラメータスタディの評価結果(7章)地質条件及びピット施設の劣化を考慮したパラメータスタディの評価結果を示す。
- (6) 検討結果及び今後の課題(8章) 解析及び計算結果から、ピット施設の安全評価において考慮すべき事項を挙げ、今後の 課題を検討した。

本報告では、浸出水量算出報告 4と同様のコード及びソフトウェアを用いて解析を行った。

(1) 解析モデルの作成及びモデルのパラメータの設定

解析にあたっては、Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.がリリース している、有限要素モデルの作成ができるソフトウェア Finite Element Modeling And Postprocessing (以下、「Femap」という。)を用いて 2 次元のモデルを作成し、地下水面 及び各要素における透水係数、間隙率等を設定した。

(2) 2 次元地下水流動解析

作成した解析モデルを用いて、原子力機構安全研究センターが開発した MG2DF ^{5),6}(ver. 1.94)を用いて有限要素法による地下水流動解析を実施し、水頭分布、各要素及び節点にお ける地下水の流向・流速を出力した。

(3) 施設の各面の浸入及び浸出水量の算出

MIG2DF^{5),6}により出力された埋設施設周囲に属する節点の流向・流速を用いて、ピット 施設を通過する地下水量を各面ごとに算出した。

(4) 地下水流路解析

MIG2DF ^{5), 6)}で得られた水頭分布を入力値とし、地下水の流路解析コードである PASS_TRAC ^{7),8)}を用いて、評価地点における岩盤風化部と岩盤新鮮部の境界を通過する地 下水の流路を出力した。本解析における評価地点はピット施設から 100m の地点とした。

(5) 解析結果の可視化

MIG2DF ^{5), 6)}及び PASS_TRAC ^{7), 8)}で得た出力結果を Advanced Visual Systems Inc.が 開発した汎用可視化ソフト AVS/Express を用いて解析し、その結果を可視化した。その際、 中間プログラムとして PASS_POST ^{5), 6)}を用い、処理を行った。

また、MIG2DF ^{5),6)}からの出力結果のうち、地下水の流速及び流向については、原子力機構の埋設事業センターにおいて開発された GNUPLOT を用いた可視化技術 ⁷⁾を用いることとした。

4. 解析条件の設定及び解析モデル

本報告における解析では、浸出水量算出報告書 4の解析内容を基に条件及び解析モデルを設 定した。

4.1 地質環境

ビット施設はコンクリート構造物であり、廃棄体を定置した後にセメント系充填材で空隙が できないように充填する ²)ため、施設の荷重が非常に大きくなることが想定される。従って、 概念設計では、廃棄物及び施設の構造物の荷重に十分耐えると考えられる目安である、「N 値が 50以上」の岩盤である岩盤新鮮部中にピット施設を設置することを検討している。概念設計 ²⁾ では、一般的な立地環境の地層として、表層に土壤層、風化により N 値 50 以下となった岩盤 (以下、「岩盤風化部」という。)及び岩盤新鮮部と大きく 3 つの層が存在すると想定していた。

本解析においても、同様の環境条件で行うこととし、表層から順に、深さ 6m の土壌層、8m の 岩盤風化部、それら以深は岩盤新鮮部と設定した。

地下水面の位置については、概念設計 ²⁾より、地表からの平均水位が-5m で、季節によって ±1m 変動が生じることから、本解析では地表から-4m とすることとした。

また、動水勾配については、概念設計²⁾において一般的な地質環境としては2~3%を想定しており、保守側の設定として、本解析では3%とした。

4.2 ピット施設

ピット施設は概念設計²⁾を参照し、施設の形状は、幅 36m、高さ7m、奥行き40mの直方体 とした。施設の上面及び側面は、施設中への地下水の浸入を低減させるために、厚さ2mのベ ントナイト混合土を敷設する設計を検討している。

また、概念設計 ²によると、ピット施設は計 18 基を設置することとし、その配置は2列×9 行である。さらに、ピット施設 18 基すべてを1つの施設として考えると、地下水の流れる方 向は、ピット施設全体の長軸に対して垂直になるように設置をすることとなる。これは、概念 設計を検討する段階では、地下水流動解析の結果に基づいて行う線量評価において、保守的な 条件を設定する必要があるという考えによるものである。

4.3 解析モデル

ビット施設を設置する場所は様々な環境を想定する必要がある。そのため、想定される地質 環境の他、深層部の状態についても考慮が必要である。本解析では、浸出水量算出報告書 4)で 用いられたモデルを参照して解析を行うこととした。浸出水量算出報告書 4)で用いられたモデ ルは、深層部の不透水境界が異なる 2 つの状態を模擬している。1 つは、底辺が水平になって いるモデル(以下、「底辺水平モデル」という。)で、不透水境界として、浸出水と化石塩水と の境界を想定していることから、不透水境界が水平となるようにモデルを作成している。もう 1 つは、傾斜しているモデル(以下、「底辺傾斜モデル」という。)で、不透水境界として相対 的に著しく低透水性の層の存在を想定し、動水勾配と同じ傾斜となるようにモデルを作成して いる。浸出水量算出報告書 4)では、モデルの底辺が異なる2つのモデルを用いて解析を行った 結果、ピット施設の浸入・浸出水量はほぼ一致したが、移行先である透水係数が比較的高い岩 盤風化部(浸出水量算出報告書 4)では「覆土」と記載)、及び比較的透水係数が低い岩盤新鮮部 (浸出水量算出報告書 4)では「覆土」と記載)、及び比較的透水係数が低い岩盤新鮮部 らかとなった。従って、本解析においても、深層部の環境状況による違いについても評価する ため、底辺水平モデル及び底辺傾斜モデルの2つの解析モデルを用いて解析を行うこととした。

底辺水平モデル及び底辺傾斜モデルの概略図を図 4-1 及び図 4-2 に示す。想定する地層については、4.1 で示した通り、表層から 6m の土壌層、8m の岩盤風化部以深が岩盤新鮮部とすることとし、動水勾配は 3%となるように地表面の傾斜を 3%とした。

ピット施設の周辺の概略図を図 4-3 に示す。概念設計 ²⁾では、モデルの左から右へ地下水が 流れると想定していることから、ピット施設が 2 基並ぶモデルとし、ピット施設の間はベント ナイト混合土の厚さを含めて 10m となるように設定した。ピット施設の大きさは、上流側のピ ット施設(以下、「ピット①」という。)及び下流側のピット施設(以下、「ピット②」という。) 共に、断面は高さ 7m、幅 36m とした。浸出水量算出報告書 4)において設定した標準モデルに おける各地層及びピット施設等の透水係数及び間隙率を表 4-1 に示す。これら透水係数及び間 隙率については、浸出水量算出報告書 4)を参照して設定した。

解析モデルのメッシュ図を図4-4及び図4-5に示す。解析モデルのメッシュ作成については、 本解析ではピット施設周辺における地下水流動を評価することを目的としているため、ピット 施設周辺のメッシュ間隔が小さくなるようにし、ピット施設から離れるほどメッシュ間隔が大 きくなるようにした。また、境界条件は、底辺水平モデル及び底辺傾斜モデル共に、モデルの 側辺を水位拘束、モデル底辺を不透水境界と設定した。水位拘束については、モデル上辺であ る地表から-4mの位置が地下水面となるように設定した。

5. 評価方法

底辺水平モデル及び底辺傾斜モデルそれぞれで、様々な設置環境及び設計条件におけるピット施設の各面の浸入・浸出水量及び浸出水の移行評価を行った。本解析におけるピット施設からの浸入・浸出水量の算出及びピットからの浸出水の移行評価については、浸出水量算出報告書40に示された方法を参照して行った。また、本解析の結果は浸出水量算出報告書40の結果と比較を可能とするために、同様の算出方法とし、全て有効数字2桁とし、3桁目を四捨五入して算出することとした。

5.1 ピット施設の各面における浸入・浸出水量の算出

MIG2DFにより、図 4-4 及び 4-5 に示したメッシュ図の各節点の流速(以下、「節点流速」 という。)が出力される。ピット施設の浸入・浸出水量を求める際には、出力される全ての節点 流速のうち、ピット施設とベントナイト混合土または岩盤新鮮部との境界上の節点流速(*u_x*,*u_y*) を用いて、ピット施設の上面(以下、「施設上面」という。)、上流側の側面(以下、「上流側面」 という。)、下流側の側面(以下、「下流側面」という。)及び底面(以下、「施設底面」という。) の各面における浸入・浸出水量を算出した。

以下に浸入・浸出水量の算出方法の概要を示す。本解析におけるピット施設は長方形の2次 元モデルであることから、節点流速(*u_x*, *u_y*)のうち、ピット施設の各辺における垂直方向の流速 のみを用いた。

- ピット施設の境界の節点流速を、ピット施設へ浸入する方向の流速が正、浸出する流速が 負となるように符号を変換する。
- ② ある節点iと節点iに隣接する節点jの距離lを求める。
- ③ 節点iの節点流速をu_i、節点jの節点流速をu_jとすると、節点iと節点jの間の流速は式(1)の通り、節点流速u_iと節点流速u_iの平均値ūとして求めた。

$$\bar{u} = \frac{u_i + u_j}{2} \tag{1}$$

④ 3.で算出した節点流速の平均値*ū*と距離*l*、奥行き方向のピット施設1基の長さ40mと9基 並んでいることを考慮して式(2)により、流量*Q*を求めた。

$$Q = \bar{u} \times l \times 40 \times 9 \tag{2}$$

5.2 ピット施設からの浸出水量の評価方法

ビット施設からの浸出水は、その後、透水係数が異なる岩盤風化部または岩盤新鮮部のいず れかへ移行することによって、地下水の流速が異なる。透水係数が比較的高い岩盤風化部へ移 行した場合、地下水の流速が速くなるため、生活環境へ到達するまでの時間が短くなる。この ことから、ピット施設の浸入・浸出水の算出のみではなく、ピット施設から浸出した水の移行 評価を行うことが重要となる。そこで、5.1 で算出した浸出水が、岩盤風化部または岩盤新鮮部 へ移行する流量を算出し、各解析条件における移行評価を行った。本解析における移行先を評 価する地点は、浸出水量算出報告書 4と同様に、ピット②の最も下流側の位置から 100m の地 点とした。

以下に、移行評価の概要を示す。

- ① PASS_TRAC ^{5), 6)}を用いて、評価地点 100m の岩盤風化部及び岩盤新鮮部の境界を通過 する流跡線を出力する。
- ② PASS_TRAC^{5),6}により出力されたデータより、流跡線がピット②の最も下流の地点を 通過した座標(以下、「境界流出点」という。)を調べる。
- ③ 5.1 で求めた浸出水のうち、②で調べた境界流出点を基準とし、モデルの上方向からの 浸出水は岩盤風化部へ、モデルの下方向からの浸出水は岩盤新鮮部へ移行するとして、 岩盤風化部または岩盤新鮮部へ移行する浸出水量を算出した。

移行評価に関する結果については、以下、岩盤風化部への移行を覆土への移行、岩盤新鮮部 への移行を岩盤への移行として表記することとする。 6. パラメータスタディの評価項目

浸出水量算出報告書 4に示されている標準モデルをリファレンスとして、パラメータスタディ を実施することとした。本報告におけるパラメータスタディの評価項目は以下に示す。ただし、 ここに示したパラメータ以外については、4.3 で設定した値を用いることとする。

(1) 地質条件のパラメータスタディ

岩盤新鮮部の透水係数

ピット施設は、施設の上面及び側面には、透水係数が大きい岩盤風化部や土壌層への浸 出水量を低減させるため、著しく低透水性のベントナイト混合土が設置される。しかし、 底面部については、透水性の低い岩盤新鮮部にピット施設を設置するため、概念設計の段 階では敷設しないこととしている。浸出水量算出報告書 4 では、ピット施設各面からの浸 入・浸出水量を算出した際、施設底面における水量が最も多い結果となった。そのため、 底面部に接している岩盤新鮮部の透水係数により、ピット施設の浸入及び浸出水量が大き く変化すると考えられる。そこで、岩盤新鮮部の透水係数に関するパラメータスタディを 実施した。

評価する岩盤新鮮部の透水係数を表 6-1 に示す。これまでの検討では、岩盤新鮮部の透水係数は一般的な環境における平均的なパラメータとして 1.0×10⁻⁷m/s と設定していた。 本検討では、岩盤新鮮部の透水係数として想定される範囲 1.0×10⁻⁸~1.0×10⁻⁶m/s におけ るパラメータスタディを実施することとした。

(2) 施設劣化のパラメータスタディ

①ピット施設の透水係数

評価するピット施設の透水係数を表 6-2 に示す。『廃棄物埋設施設における許可基準規 則への適合性について 2020 年 5 月 ⁷』(以下、「日本原燃資料」という。)によると、ピッ ト施設と同等のコンクリートの配合の透水係数は 1.0×10⁻¹²m/s を達成できる見込みがあ るとされている。ピット施設については長期間にわたる安全性の説明の必要上、経年劣化 等による状態変化を考慮する必要があるため、安全評価では、最終覆土が完了した時点か ら想定される最も厳しい劣化状態として、砂程度と仮定した透水係数 1.0×10⁻⁵m/s を設定 して解析を実施している。

そこで、本解析では、経年劣化によるピット施設の透水係数の増加に伴う浸入及び浸出 水量の変化量を評価するために、ピット施設の透水係数 1.0×10⁻¹²~1.0×10⁻⁵m/s の範囲 におけるパラメータスタディを実施することとした。

②ベントナイト混合土の化学的劣化

概念設計²⁾では、ベントナイト混合土の厚さを 2m としている。日本原燃資料⁷⁾による と、埋設施設及び廃棄体中に含まれる物質の影響で、埋設施設が陥没等により変形するこ とが考えられている。そこで、浸出水量算出報告書⁴⁾では、ベントナイト混合土に物理的 な破断が生じた場合における感度解析を実施し、周囲の覆土の設計等により、ベントナイト混合土が破断した場合においても埋設施設を通過する地下水を抑制できることを報告した。

本報告では、ベントナイト混合土の化学的な変質に伴う劣化におけるベントナイト混合 土の透水係数の増加及び変質範囲をパラメータとした評価を実施することとした。『TRU 廃棄物処分検討書 -第2次TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ-2005年9月⁸⁰』(以 下、「第2次TRUレポート」という。)によると、施設の材料であるコンクリート中のセ メント材料が地下水に溶解すると高アルカリ性の水溶液となり、ベントナイト混合土は、 この高アルカリ性の水溶液により変質する可能性があることが報告されており、日本原燃 資料 ⁷⁰においても、埋設施設の化学的劣化を考慮した検討が示されている。

そこで、原子力機構が検討しているピット施設についても、ベントナイト混合土の変質 を考慮した検討を行うこととした。本検討では、変質する領域及び透水係数の増加により、 ピット施設への浸入・浸出水量の変化量の程度を評価するため、厚さ2mのベントナイト 混合土のうち、ピット施設側から厚さ2mのうちの3分の1、2分の1及び3分の2の領 域の透水係数を大きくしたパラメータを設定し、ベントナイト混合土の変質(以下、「劣化 部」という。)を想定した解析を行うこととした。ベントナイト混合土の劣化部に設定した 透水係数を表 6-3に示す。劣化部は砂程度の透水係数1.0×10⁻⁵m/sまで変化が起こると想 定し、透水係数1.0×10⁻⁸~1.0×10⁻⁵m/sの範囲におけるピット施設からの浸入・浸出水量 への影響を評価することとした。また、変質が生じていない領域(以下、「健全部」という。) については、常に透水係数を1.0×10⁻⁹m/sとした。 7. パラメータスタディの結果

4章で示した解析モデルを用いて、パラメータスタディを実施した。

7.1 岩盤新鮮部の透水係数にかかるパラメータスタディ

7.1.1 ピット施設の各面における浸入及び浸出水量

岩盤新鮮部の透水係数を変化させたときのピット施設の各面における地下水の浸入及び浸出 水量の結果を表 7-1~7-2 及び図 7-1~7-8 に示す。

底辺水平モデル及び底辺傾斜モデルの違いによるピット施設各面における浸入及び浸出水量 の結果は、透水係数が同じ場合ほとんど変わらなかったことから、モデル底辺の境界条件の影 響を受けないことが確認された。従って、地下水の不透水となる境界が存在する環境である場 合、その不透水境界がピット施設から 300m 程度の距離があれば影響を受けないと考えられる。

ビット施設の各面における浸入・浸出水量を比較すると、施設上面の浸入及び浸出水量は、 ビット①及びピット②(図4-3参照)とで、透水係数が異なってもほとんど変化がなかった。 これは、施設上面は岩盤新鮮部と距離があり、さらにベントナイト混合土に囲まれていること から、影響をほとんど受けなかったと考えられる。また、上流側面、下流側面及び施設底面に おける浸入及び浸出水量は、岩盤新鮮部の透水係数が高くなるほど増加していたことである。 特に、施設底面の浸入・浸出水量の増加は、岩盤新鮮部の透水係数が1.0×10⁻⁷m/s以上では大 幅に増加していた。これは、4章において設定した施設を設置する周辺環境の条件として、岩 盤新鮮部に接する層である岩盤風化部の透水係数を1.0×10⁻⁶m/sと設定したことにより、岩盤 新鮮部の透水係数が岩盤風化部に近づき、地下水が流れやすい環境になったためと考えられる。

7.1.2 ピット施設からの浸出水量の評価

岩盤新鮮部の透水係数を変化させたときの浸出水量の移行評価結果を表 7-3 及び図 7-9~7-10 に示す。

底辺水平モデル及び底辺傾斜モデルとでは、浸出水量の移行評価の結果が異なっていた。底 辺水平モデルでは、岩盤新鮮部の透水係数が大きくなるにつれ、覆土へ移行する浸出水量が増 加する傾向が見られた。一方、底辺傾斜モデルでは、岩盤新鮮部の透水係数が 5.0×10⁻⁷m/s 以 下の場合、底辺水平モデルと同様に、透水係数が増加するにつれて覆土へ移行する浸出水量が 増加していたが、透水係数が 1.0×10⁻⁶m/s の場合では、浸出水量は全て岩盤へ移行する結果と なった。また、岩盤新鮮部の透水係数が同じ条件の場合、底辺傾斜モデルの場合の方が岩盤へ 移行する浸出水量が多かった。これらは、底辺傾斜モデルは、モデル底辺の不透水境界が傾斜 しているため、浸出水は底辺の不透水境界の傾斜に沿うようにモデルの下方向へ流れやすくな っていると考えられる。

ピット施設からの浸出水量の合計値は、透水係数が 1.0×10⁻⁷m/s 以上では大幅に増加してい

た。さらに、岩盤新鮮部の透水係数が低いほど、岩盤へ移行する浸出水量が大幅に減少していた。このことから、7.1.1 で述べた通り、岩盤新鮮部の透水係数が低い環境ほど、ピット施設からの浸出水量を低減することができると考えられる。

また、ピット施設からの浸出水量の合計値は、岩盤新鮮部の透水係数が異なっても、底辺水 平モデル及び底辺傾斜モデルの値は同じ値となった。覆土及び岩盤へ移行する浸出水量は、底 辺水平モデルの方が底辺傾斜モデルより覆土への流量が多い結果となっていた。これは、底辺 傾斜モデルでは、モデル下部の境界が傾斜していることにより、地下水が下方向へ流れやすい 環境になったためと考えられる。従って、ピット施設の設置場所における地下の不透水境界の 環境により、覆土及び岩盤への浸出水の移行量は異なると考えられる。

以上の結果より、岩盤新鮮部の透水係数は施設側面及び底面における浸入及び浸出水量に大 きく影響することが示唆された。従って、ピット施設の設置位置として、岩盤新鮮部の透水係 数を条件の1つとして考慮し、岩盤新鮮部の透水係数は、周辺の土壌等に対して低い値である ことが望ましいと考えられる。

7.2 ピット施設の劣化におけるパラメータスタディ

7.2.1 ピット施設の各面における浸入及び浸出水量

ピット施設の透水係数を変化させたときのピット施設の各面における地下水の浸入及び浸出 水量の結果を表 7-4~7-5 及び図 7-11~7-18 に示す。

透水係数が 1.0×10⁻¹²~1.0×10⁻⁸m/s のときでは、底辺水平モデル及び底辺傾斜モデルとも に、浸入・浸出水量が非常に少ない結果となった。しかし、透水係数が 1.0×10⁻⁷m/s を超える と、施設各面からの浸入及び浸出水量が増加する結果となった。特に施設底面からの浸入及び 浸出水量は、透水係数 1.0×10⁻⁷m/s において約 160m³/y、1.0×10⁻⁶m/s において約 600m³/y、 1.0×10⁻⁵m/s において約 810m³/y と透水係数が大きくなるにつれ、その他の面よりも急激に増 加した。これは、施設底面はベントナイト混合土がなく、ピット施設の透水係数が 1.0×10⁻⁷m/s まで低下すると施設底面を構成する岩盤新鮮部と同等の透水性となり、地下水の浸入水量が増 大したと考えられる。一方、施設上面及び施設側面は、ベントナイト混合土が充填されている ため、底面と比べ浸入及び浸出水量の増加量が小さかったと考えられる。

7.2.2 ピット施設からの浸出水量の評価

ビット施設の透水係数を変化させたときの浸出水量の移行評価結果を表 7-6 及び図 7-19~7-20 に示す。

覆土への浸出水量は、ピット施設の透水係数が 1.0×10⁻¹²~1.0×10⁻⁷m/s では、底辺水平モ デル及び底辺傾斜モデルともに認められなかったが、底辺水平モデルでは、ピット施設の透水 係数が 1.0×10⁻⁶m/s の場合浸出水量は 150m³/y、同様に 1.0×10⁻⁵m/s の場合はその約 2 倍の 290m³/y となった。底辺傾斜モデルでは、1.0×10⁻⁶m/s の場合 130m³/y、1.0×10⁻⁵m/s の場合 240m³/y と底辺水平モデルと同様にピット施設の透水係数の増加に伴い、覆土への浸出水量が 増加した。また、岩盤への浸出水量は、底辺水平モデル及び底辺傾斜モデルいずれにおいても、 ピット施設の透水係数が 1.0×10⁻⁷m/s 以上になると大幅に増加した。これは、本検討モデルに おいては、岩盤新鮮部の透水係数を 1.0×10⁻⁷m/s としているため、ピット施設の透水係数がそ れと同等またはそれ以上となることにより、浸出水が流れやすい状態になったためと考えられ る。

7.3 ベントナイト混合土の化学的劣化におけるパラメータスタディ

7.3.1 ピット施設の各面における浸入及び浸出水量

劣化部の領域が3分の1の場合のピット施設の各面における地下水の浸入及び浸出水量の結果を表 7-7 及び図 7-21~7-28 に示す。

底辺水平モデル及び底辺傾斜モデル共に、劣化部の透水係数が大きくなることにより、上流 側面の浸入水量及び下流側面の浸出水量が増加していたが、施設上面及び施設底面における浸 入・浸出水量は減少していた。これは、劣化部の透水係数が大きくなったことにより、地下水 が浸入しやすくなったためと考えられる。ここで、底辺水平モデルにおける透水係数が 1.0× 10⁻⁶m/s の劣化部の領域が 3 分の 1 の場合のモデル内の流速及び流向を示した図を図 7-29 に示 す。劣化部の透水係数が 1.0×10⁻⁶m/s となると、岩盤新鮮部より透水係数が大きくなるため、 劣化部と岩盤新鮮部の境界からの浸入及び浸出する地下水の流速が非常に速いことが分かる。 また、施設の底面と岩盤新鮮部の境界は、劣化部と岩盤新鮮部の境界に比べて流速が遅くなっ ていることが分かる。これらの結果から、地下水は、劣化部から浸入し、ピット施設の上流側 面を経由した後にピット施設の下流側面を通過して、劣化部から浸入し、ピット施設の上流側 面を経由した後にピット施設の下流側面を通過して、劣化部から浸入し、パート施設の上流側 面を経由した後にピット施設の下流側面を通過して、劣化部から浸入し、パート施設の上流側 面を経由した後にピット施設の下流側面を通過して、劣化部から浸出する地下水の流れがある と考えられる。従って、劣化部の透水係数が大きくなることにより、劣化部から浸入及び浸出 する地下水の割合が大きくなるため、上流側面及び下流側面の浸入・浸出水量が減少したと考えられる。

劣化部の領域が2分の1の場合のピット施設の各面における地下水の浸入及び浸出水量の結果を表 7-8 及び図 7-30~7-37 に示す。また、劣化部の領域が3分の2の場合のピット施設の各面における地下水の浸入及び浸出水量の結果を表 7-9 及び図 7-38~7-45 に示す。

劣化部の領域が3分の1の場合と比較すると、劣化部の領域が大きくなることにより、地下 水が流れやすくなるため、浸入・浸出水量が増加する傾向が見られた。また、劣化部の領域が 3分の1の結果と同様に、透水係数が大きくなると、上流側面及び下流側面における浸入・浸 出水量が増加し、施設底面における浸入・浸出水量が減少した。これは、先述した理由と同様 に、地下水は劣化部を通過してからピット施設へ浸入する経路を辿っているためと考えられる。 7.3.2 ピット施設からの浸出水量の評価

劣化部の透水係数及び領域の範囲を変化させたときの浸出水量の移行評価結果を表 7-10~ 7-12 及び図 7-46~7-51 に示す。

劣化部の透水係数が同じ条件の場合では、劣化部の領域が大きくなると、岩盤へ移行する浸 出水量はほとんど変わらなかったが、覆土へ移行する浸出水量は増加した。これは、底辺水平 モデル及び底辺傾斜モデル共に同様の結果であった。また、劣化部の領域が同じ場合では、劣 化部の透水係数が大きくなると、覆土へ移行する浸出水量が増加していた。このことから、劣 化部の領域及び劣化部の透水係数が大きくなると、ピット施設からの浸出水量のうち、覆土へ 移行する水量が増加することが分かった。従って、ベントナイト混合土の化学的劣化に伴い透 水係数が増加する領域が形成されることは、ピット施設からの浸出水量が増加する要因の1つ となると考えられる。

8. 検討結果及び今後の課題

本報告では、ピット施設の設置環境の違い及びピット施設及びベントナイト混合土の劣化を 想定して、岩盤及び各構造材の透水係数を変化させ、ピット施設への浸入・浸出水量を評価し た。評価にあたっては、浸出水量算出報告書 4で用いられた解析モデル及び計算方法を用いた。

ビット施設を設置する環境条件を変えた解析としては、ビット施設を設置する岩盤新鮮部の 透水係数に関するパラメータスタディを実施した。その結果、岩盤新鮮部はピット施設と直接 接するので、その透水係数が周囲の環境より大きい場合、浸入・浸出水量が増加する結果とな った。この結果から、検討中の設計で想定しているピット施設やその周囲の土壌の透水係数よ り岩盤新鮮部の透水係数が低い方が、浸入・浸出水量をより低減させる環境であると考えられ る。従って、ピット施設の設計を検討する際には、岩盤新鮮部の透水係数を把握することが重 要であると考えられる。

施設の劣化に関する解析としては、ピット施設の劣化及びベントナイト混合土の化学的な変 質による劣化について検討し、ピット施設及びベントナイト混合土の劣化部の透水係数が増加、 並びにベントナイト混合土の劣化部については、劣化部の領域を変化させたパラメータスタデ ィを実施した。

ピット施設の透水係数についてのパラメータスタディでは、本検討における解析モデルでは、 ピット施設の透水係数が1.0×10⁻⁷m/s以上になると、施設底面における浸入・浸出水量が増加 する結果となった。これは、岩盤新鮮部の透水係数を1.0×10⁻⁷m/sと想定して解析を行ったた め、ピット施設の透水係数が岩盤新鮮部の透水係数以下になることで、水が流れやすくなった と考えられる。従って、ピット施設の劣化に伴う透水係数の増加の影響は、施工する覆土や岩 盤新鮮部の透水係数により影響が異なるため、設置場所に応じてピット施設の設計の検討が必 要であると考えられる。

ベントナイト混合土の化学的な変質による劣化についてのパラメータスタディでは、劣化部 の透水係数の増加及び劣化部の領域の増加により、各面における浸入・浸出水量が増加し、さ らに、移行評価においては覆土へ移行する浸出水量が増加した。覆土へ移行する地下水が増加 することは、地下水により移行する放射性核種が増加する可能性が考えられる。従って、ベン トナイト混合土の化学的な変質による劣化に伴う透水係数の増大は、ピット施設の安全評価に おいて、重要となる要素の1つであることが分かった。

これらの結果を踏まえ、今後実施する基本設計に向けて検討する必要がある課題として挙げられる事項を以下に示す。

・ベントナイト混合土とセメント系成分との化学反応の評価

本解析において、ベントナイト混合土の化学的な変質による劣化に伴う透水係数の増大 はピット施設の安全評価において重要な要素の1つとして考えられることが分かった。

地層処分では、ベントナイトとコンクリートの境界部における相互作用に関する研究が 行われている^{8),10)}。それらによれば、境界部に薄い反応生成物の形成が認められ、ベント ナイト全体の顕著な変質は認められていない。この事象を考慮すると、今回の検討におけ るベントナイトの劣化割合の設定は、評価上保守側であると考える。今後は、ベントナイ トとセメント系材料との相互作用などの最新の知見を取り入れつつ、より現実的なモデル の検討を進めていく必要がある。

・覆土やベントナイト混合土の設計検討

現在検討している設計では、ピット施設の周囲に低透水性のベントナイト混合土の厚さ を 2m 施工し、その周りには覆土を周囲の土壌と同等の透水係数に施工することを計画し ている。これらの施工方法は、ピット施設を設置する環境によって変更する必要があるた め、今後、より幅広い環境条件での設計を考慮した技術検討が必要となる可能性があると 考えられる。

・施設の劣化等による浸出水量が増加への設計対策の検討

本解析ではピット施設の劣化やベントナイト混合土の変質に伴う透水係数の増加によっ て浸出水量の増加が確認された。浸出水量算出報告書 4)では、ベントナイト混合土の物理 的な劣化により浸透水量の増加が確認されたことから、今後の基本設計に向けて、これら の様々な劣化への対策を考慮した設計を検討する必要があると考えられる。

今後は、基本設計に向けて、先述した課題について検討を行うとともに、解析結果を線量評 価へ適用することにより、安全なピット施設の設計へ反映する予定である。

	透水係数(m/s)	間隙率(-)
ベントナイト混合土	1.0×10^{-9}	0.46
表層覆土	1.0×10^{-4}	0.46
覆土	1.0×10^{-6}	0.46
側部覆土	1.0×10^{-6}	0.46
土壤層	1.0×10^{-4}	0.46
岩盤風化部	1.0×10^{-6}	0.46

表 4-1 各層の透水係数及び間隙率

表 6-1 岩盤新鮮部の透水係数及び間隙率

	透水係数(m/s)	間隙率(-)
岩盤新鮮部	1.0×10^{-6}	
	5.0×10^{-7}	
	1.0×10^{-7}	0.47
	$5.0 imes 10^{-8}$	
	1.0×10^{-8}	

表 6-2	ピッ	ト施設の透水係数及び間隙率
104		下旭队 2227 所数及 0 间标干

	透水係数(m/s)	間隙率(-)
	1.0×10^{-5}	
	1.0×10^{-6}	
い、した司	1.0×10^{-7}	
	1.0×10^{-8}	0.25
ビジド施政	1.0×10^{-9}	0.55
	1.0×10^{-10}	
	1.0×10^{-11}	
	1.0×10^{-12}	

表 6-3 ベントナイト混合土劣化部の透水係数及び間隙率

	透水係数(m/s)	間隙率(-)
	1.0×10^{-8}	
ベントナイト混合土	1.0×10^{-7}	0.40
劣化部	1.0×10^{-6}	0.46
	1.0×10^{-5}	

	岩盤新鮮部の 透水係数 (m/s)	地下水が 浸入・浸出する面	流量(m ³ /y)			
モデル			ピット①		ピット②	
			浸入	浸出	浸入	浸出
		施設上面	30	26	28	28
		上流側面	40	0	39	0
	1.0×10^{-8}	下流側面	0	38	0	41
		施設底面	81	86	87	85
		合計	150	150	150	150
		施設上面	26	20	23	24
		上流側面	76	0	75	0
	5.0×10^{-8}	下流側面	0	73	0	78
		施設底面	400	410	420	420
		合計	510	510	520	520
		施設上面	21	14	17	19
	1.0×10 ⁻⁷	上流側面	120	0	120	0
低辺水平		下流側面	0	110	0	120
2 / //		施設底面	790	800	810	800
		合計	920	920	940	940
		施設上面	24	14	16	20
	5.0×10 ⁻⁷	上流側面	370	0	360	0
		下流側面	0	360	0	370
		施設底面	3,300	3,300	3,300	3,300
		合計	3,700	3,700	3,700	3,700
	1.0×10^{-6}	施設上面	54	44	47	50
		上流側面	580	0	570	0
		下流側面	0	560	0	570
		施設底面	5,600	5,600	5,600	5,600
		合計	6,200	6,200	6,200	6,200

表 7-1 底辺水平モデルにおける岩盤新鮮部のパラメータスタディの結果

	岩盤新鮮部の	岩盤新鮮部の		流量(m ³ /y)			
モデル	透水係数	地下水が 浸入・浸出する面	ピッ	١	ピッ	ト2	
	(m/s)	仅八 仅山,与山	浸入	浸出	浸入	浸出	
		施設上面	30	26	28	28	
		上流側面	40	0.0	40	0.0	
	1.0×10^{-8}	下流側面	0.0	38	0.0	41	
		施設底面	81	87	86	85	
底辺傾斜 モデル		合計	150	150	150	150	
		施設上面	27	19	24	23	
		上流側面	77	0.0	76	0.0	
	5.0×10^{-8}	下流側面	0.0	72	0.0	77	
		施設底面	400	420	420	420	
		合計	510	510	520	520	
	1.0×10 ⁻⁷	施設上面	23	13	18	18	
		上流側面	120	0.0	120	0.0	
		下流側面	0.0	110	0.0	120	
		施設底面	780	800	810	800	
		合計	930	930	940	940	
		施設上面	27	14	17	17	
		上流側面	370	0.0	360	0.0	
	5.0×10^{-7}	下流側面	0.0	350	0.0	360	
		施設底面	3,300	3,300	3,300	3,300	
		合計	3,700	3,700	3,700	3,700	
		施設上面	57	43	49	48	
		上流側面	580	0.0	570	0.0	
	1.0×10^{-6}	下流側面	0.0	560	0.0	560	
		施設底面	5,600	5,600	5,500	5,600	
		合計	6,200	6,200	6,200	6,200	

衣「2」 底辺傾斜モノルにわける石盛利鮮部のハノメータスタナイの結	パラメータスタディの結果	2 底辺傾斜モデルにおける岩盤新鮮部のパラ	表
-----------------------------------	--------------	-----------------------	---

$\tau_{7/N}$ 7_{34} 1.0×10^{-8} 5.0×10^{-8} 1.0×10^{-7} 5 成辺水平 覆土 85 190 290 5 成辺水平 岩盤 70 320 650 940 モデル 合計 150 520 940 240 成辺傾斜 漫盤 77 350 700 240 240	۔ [[日本ノン		岩盤新	鮮部の透水係数	$\chi(m/s)$	
魔辺水平覆土85190290鹿辺水平岩盤70320650モデル合計150520940鹿辺傾斜覆土78160240鹿辺傾斜岩盤77350700	1/10	グ親	$1.0{\times}10^{-8}$	5.0×10^{-8}	1.0×10^{-7}	5.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}
地辺水半 岩盤 70 320 650 650 モデル 合計 150 520 940 940 鹿辺傾斜 覆土 78 160 240 240 鹿辺傾斜 岩盤 77 350 700 700	 - 	覆土	85	190	290	500	670
一 合計 150 520 940 意辺傾斜 覆土 78 160 240 $x=x_{1,1}$ 岩盤 77 350 700		岩盤	02	320	650	3,200	5,500
覆土 78 160 240 底辺傾斜 岩盤 77 350 700		습랆	150	520	940	3,700	6,200
底辺傾斜 岩盤 77 350 700 1		覆土	78	160	240	410	0.0
	辺傾斜	岩盤	77	350	700	3,300	6,200
·····································		合計	160	520	940	3,700	6,200

ШK
110
名
中
1
1 Mail
6
壨
×
H
峎
N
t
10
N
~ `
×1
IL
K
ĸ
K
1
\propto
IN
0/
$\hat{\mathbf{a}}$
20
魚
漸
鸅
ΨĒ
-11
က
Ŀ
表

	ピット施設の		流量(m ³ /y)			
モデル	透水係数	地下水が 浸入・浸出すろ面	ピッ	Ъ (1)	ピッ	ト2
	(m/s)		浸入	浸出	浸入	浸出
		施設上面	0.13	0.14	0.16	0.13
		上流側面	4.4	0.0	4.2	0.0
	1.0×10^{-12}	下流側面	0.0	4.0	0.0	4.5
		施設底面	0.85	1.3	1.3	1.0
		合計	5.4	5.4	5.6	5.6
		施設上面	0.15	0.16	0.19	0.14
		上流側面	4.4	0.0	4.2	0.0
	1.0×10^{-11}	下流側面	0.0	4.0	0.0 4.	4.5
		施設底面	0.87	1.3	1.3	1.0
		合計	5.5	5.5	5.7	5.7
		施設上面	0.31	0.32	0.45	0.26
		上流側面	5.0	0.0	4.7	0.0
	1.0×10^{-10}	下流側面	0.0	4.5	0.0 5 1.4 1	5.1
	1.0.10	施設底面	0.97	1.4	1.4	1.2
底辺水平 モデル		合計	6.2	6.2	6.5	6.5
		施設上面	0.77	0.68	1.5	0.42
		上流側面	7.9	0.0	7.5	0.0
	1.0×10^{-9}	下流側面	0.0	7.2	0.0	8.2
		施設底面	1.1	2.0	1.5	2.0
		合計	9.8	9.8	11	11
		施設上面	2.0	1.4	3.9	0.85
		上流側面	14	0.0	14	0.0
	1.0×10^{-8}	下流側面	0.0	13	0.0	15
		施設底面	10	12	11	13
		合計	27	27	28	28
		施設上面	7.0	5.0	7.3	4.5
		上流側面	33	0.0	32	0.0
	1.0×10^{-7}	下流側面	0.0	31	0.0	33
		施設底面	160	160	160	160
		合計	200	200	200	200
	1.0×10^{-6}	施設上面	17	11	14	14
		上流側面	89	0.0	87	0.0
		下流側面	0.0	85	0.0	91
		施設底面	580	590	600	600
		合計	690	690	700	700
		施設上面	21	14	17	19
		上流側面	120	0.0	120	0.0
	1.0×10^{-5}	下流側面	0.0	110	0.0	120
		施設底面	790	800	810	800
		合計	920	920	940	940

表 7-4 底辺水平モデルにおけるピット施設のパラメータスタディの結果

	ピット施設の			流量(m ³ /y)	
モデル	透水係数	地下水か 浸入・浸出すろ面	ピッ	\mathbb{P}	ピッ	ト2
	(m/s)		浸入	浸出	浸入	浸出
		施設上面	0.13	0.14	0.16	0.12
		上流側面	4.5	0.0	4.3	0.0
	1.0×10^{-12}	下流側面	0.0	3.8	0.0	4.3
		施設底面	0.73	1.4	1.1	1.2
		合計	5.4	5.4	5.6	5.6
		施設上面	0.15	0.16	0.20	0.14
		上流側面	4.6	0.0	4.4	0.0
	1.0×10^{-11}	下流側面	0.0	3.9	0.0	4.4
		施設底面	0.74	1.4	1.4 1.2	1.2
		合計	5.5	5.5	5.7	5.7
		施設上面	0.37	0.30	0.51	0.25
		上流側面	5.1	0.0	4.9	0.0
	1.0×10^{-10}	下流側面	0.0	4.3	0.0 4 1.2 1 6.6 6	4.9
		施設底面	0.82	1.6	1.2	1.4
底辺傾斜 モデル		合計	6.3	6.3	6.6	6.6
		施設上面	1.2	0.52	2.0	0.32
		上流側面	8.1	0.0	7.7	0.0
	1.0×10^{-9}	下流側面	0.0	7.0	0.0	8.0
		施設底面	0.88	2.7	1.2	2.7
		合計	10	10	11	11
		施設上面	3.5	1.0	5.5	0.7
		上流側面	15	0.0	14	0.0
	1.0×10^{-8}	下流側面	0.0	13	0.0	14
		施設底面	9.7	14	9.7	14
		合計	28	28	29	29
		施設上面	8.4	4.1	8.8	3.7
		上流側面	34	0.0	32	0.0
	1.0×10^{-7}	下流側面	0.0	30	0.0	33
		施設底面	150	160	160	160
		合計	200	200	200	200
	1.0×10^{-6}	施設上面	18	10	15	13
		上流側面	90	0.0	88	0.0
		下流側面	0.0	84	0.0	90
		施設底面	580	600	600	600
		合計	690	690	700	700
		施設上面	23	13	18	18
		上流側面	120	0.0	120	0.00
	1.0×10^{-5}	下流側面	0.0	110	0.0	120
		施設底面	780	800	810	800
		合計	930	930	940	940

表 7-5 底辺傾斜モデルにおけるピット施設のパラメータスタディの結果

	1.0×10^{-5}	290	650	940	240	700	940
	1.0×10^{-6}	150	550	700	130	580	700
/s)	1.0×10^{-7}	0.0	200	200	0.0	200	200
透水係数(m	1.0×10^{-8}	0.0	30	30	0.0	29	29
ット施設の	1.0×10^{-9}	0.0	11	11	0.0	12	12
لد	1.0×10^{-10}	0.0	6.6	6.6	0.0	7.0	7.0
	1.0×10^{-11}	0.0	5.7	5.7	0.0	6.0	6.0
	1.0×10^{-12}	0.0	5.6	5.6	0.0	5.9	5.9
ビネノノ	ガ親	覆土	岩盤	合計	覆土	岩盤	合計
ية [[ا	キソル	 - 	風辺水半ー		底辺傾斜 モデル		, ``

いたおける浸出水量の移行評価結果
メータスタディ
・ト施設のパラ
表 7-6 ピッ

表 7-7	ベントナイト混合土の劣化部領域が3分の1の場合の
	パラメータスタディの結果

	ベントナイト			流量((m^3/y)	
モデル	混合土劣化部の 透水係数	地下水が 浸入・浸出すろ面	ピッ	ト①	ピッ	ト②
	(m/s)		浸入	浸出	浸入	浸出
		施設上面	40	30	30	30
		上流側面	150	0	140	0
	1.0×10^{-8}	下流側面	0	140	0	150
		施設底面	770	790	800	790
		合計	960	960	970	970
		施設上面	40	30	30	30
		上流側面	220	0	220	0
底辺水平 モデル	1.0×10^{-7}	下流側面	0	220	0	230
		施設底面	730	750	760	750
		合計	990	990	1,010	1,010
	1.0×10^{-6}	施設上面	30	20	20	30
		上流側面	320	0	320	0
		下流側面	0	310	0	330
		施設底面	670	700	700	690
		合計	1,030	1,030	1,050	1,050
	1.0×10 ⁻⁸	施設上面	40	20	30	30
		上流側面	150	0	140	0
		下流側面	0	140	0	150
		施設底面	770	790	800	790
		合計	960	960	970	970
		施設上面	40	30	30	30
古 河 (石 A)		上流側面	230	0	220	0
低辺傾斜 モデル	$1.0 \times 10^{.7}$	下流側面	0	210	0	230
モデル		施設底面	730	750	750	750
		合計	990	990	1,010	1,010
		施設上面	30	20	20	30
		上流側面	330	0	320	0
	1.0×10^{-6}	下流側面	0	310	0	330
		施設底面	670	700	700	690
		合計	1,030	1,030	1,050	1,050

表 7-8	ベントナイト混合土の劣化部領域が2分の1の場合の
	パラメータスタディの結果

	ベントナイト			流量((m^3/y)	
モデル	混合土劣化部の	地ト水が 浸入・浸出する面	ピッ	ト①	ピッ	ト2
	(m/s)	仅八 仅山,与山	浸入	浸出	浸入	浸出
		施設上面	50	40	40	50
		上流側面	160	0	160	0
	1.0×10^{-8}	下流側面	0	160	0	170
		施設底面	770	790	800	790
		合計	980	980	1,000	1,000
		施設上面	50	40	50	50
		上流側面	290	0	280	0
底辺水平 モデル -	1.0×10^{-7}	下流側面	0	280	0	290
		施設底面	710	730	740	720
		合計	1,050	1,050	1,070	1,070
		施設上面	40	30	30	40
	1.0×10^{-6}	上流側面	430	0	430	0
		下流側面	0	420	0	440
		施設底面	640	660	670	650
		合計	1,110	1,110	1,130	1,130
		施設上面	50	40	40	40
		上流側面	170	0	160	0
	1.0×10^{-8}	下流側面	0	160	0	170
		施設底面	770	790	790	790
		合計	980	980	1,000	1,000
		施設上面	60	40	50	50
	1.0×10^{-7}	上流側面	290	0	280	0
低辺傾斜 モデル		下流側面	0	270	0	290
モデル		施設底面	700	740	730	730
		合計	1,050	1,050	1,070	1,070
		施設上面	50	30	30	40
		上流側面	440	0	430	0
	1.0×10^{-6}	下流側面	0	420	0	440
		施設底面	630	670	660	660
		合計	1,110	1,110	1,130	1,130

表 7-9	ベントナイト混合土の劣化部領域が3分の2の場合の
	パラメータスタディの結果

	ベントナイト	地下水が 浸入・浸出する面	流量(m ³ /y)			
モデル	混合土劣化部の 透水係数		ピット①		ピット2	
	(m/s)		浸入	浸出	浸入	浸出
		施設上面	70	60	60	70
		上流側面	190	0	180	0
	1.0×10^{-8}	下流側面	0	180	0	190
		施設底面	760	790	790	780
		合計	1,020	1,020	1,040	1,040
		施設上面	90	70	70	80
		上流側面	360	0	360	0
<u>低辺水平</u> モデル	1.0×10^{-7}	下流側面	0	350	0	370
		施設底面	690	720	730	710
		合計	1,130	1,130	1,150	1,150
		施設上面	70	50	60	60
	1.0×10^{-6}	上流側面	570	0	570	0
		下流側面	0	550	0	580
		施設底面	600	640	640	620
		合計	1,240	1,240	1,260	1,260
		施設上面	80	50	60	60
		上流側面	190	0	190	0
	1.0×10^{-8}	下流側面	0	180	0	190
		施設底面	760	790	790	790
		合計	1,020	1,020	1,040	1,040
		施設上面	90	60	80	80
		上流側面	360	0	360	0
<u> </u> 広辺傾斜 モデル	1.0×10^{-7}	下流側面	0	340	0	360
_ / / /		施設底面	680	730	720	710
		合計	1,130	1,130	1,150	1,150
		施設上面	70	50	60	60
		上流側面	570	0	570	0
	1.0×10^{-6}	下流側面	0	550	0	580
		施設底面	600	650	640	630
		合計	1,240	1,240	1,260	1,260

表 7-10 ベントナイト混合土の劣化部領域が 3 分の 1 の場合の

モデル	分類	ベントナイト混合土劣化部の透水係数(m/s)		
		1.0×10^{-8}	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}
底辺水平 モデル	覆土	320	360	380
	岩盤	650	650	670
	合計	970	1,010	1,050
底辺傾斜 モデル	覆土	260	280	340
	岩盤	710	730	710
	合計	970	1,010	1,050

パラメータスタディにおける浸出水量の移行評価結果

※流量の結果については、項目ごとで値の3桁目を四捨五入したものを示している。

表 7-11 ベントナイト混合土の劣化部領域が 2 分の 1 の場合の パラメータスタディにおける浸出水量の移行評価結果

モデル	分類	ベントナイト混合土劣化部の透水係数 (m/s)			
		1.0×10^{-8}	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}	
底辺水平 モデル	覆土	350	410	470	
	岩盤	650	650	660	
	合計	1,000	1,070	1,130	
底辺傾斜 モデル	覆土	290	340	440	
	岩盤	710	730	690	
	合計	1,000	1,070	1,140	

※流量の結果については、項目ごとで値の3桁目を四捨五入したものを示している。

表 7-12 ベントナイト混合土の劣化部領域が 3 分の 2 の場合の

パラメータスタディにおける浸出水量の移行評価結果

モデル	分類	ベントナイト混合土劣化部の透水係数(m/s)			
		1.0×10^{-8}	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}	
底辺水平 モデル	覆土	390	490	630	
	岩盤	650	670	640	
	合計	1,040	1,150	1,260	
底辺傾斜 モデル	覆土	330	440	580	
	岩盤	710	720	700	
	合計	1,040	1,160	1,270	







図 4-2 底辺傾斜モデルの概略図



図 4-3 ピット施設周辺の概略図



図 4-4 底辺水平モデルのメッシュ図



図 4-5 底辺傾斜モデルのメッシュ図



図 7-1 底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット①の浸入水量



図 7-2 底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット①の浸出水量



図 7-3 底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット②の浸入水量



図 7-4 底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット②の浸出水量



図 7-5 底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット①の浸入水量



図 7-6 底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット①の浸出水量



図 7-7 底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット②の浸入水量



図 7-8 底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数におけるピット②の浸出水量



図 7-9 底辺水平モデルの各岩盤新鮮部の透水係数における浸出水量の移行評価



図 7-10 底辺傾斜モデルの各岩盤新鮮部の透水係数における浸出水量の移行評価



図 7-11 底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット①の浸入水量



図 7-12 底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット①の浸出水量



図 7-13 底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット②の浸入水量



図 7-14 底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット②の浸出水量



図 7-15 底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット①の浸入水量



図 7-16 底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット①の浸出水量



図 7-17 底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット②の浸入水量



図 7-18 底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数におけるピット②の浸出水量



図 7-19 底辺水平モデルの各ピット施設の透水係数における浸出水量の移行評価



図 7-20 底辺傾斜モデルの各ピット施設の透水係数における浸出水量の移行評価



図 7-21 底辺水平モデルの劣化部が 3 分の 1 の場合の各透水係数における ピット①の浸入水量



図 7-22 底辺水平モデルの劣化部が 3 分の 1 の場合の各透水係数における ピット①の浸出水量



図 7-23 底辺水平モデルの劣化部が 3 分の 1 の場合の各透水係数における ピット②の浸入水量



図 7-24 底辺水平モデルの劣化部が 3 分の 1 の場合の各透水係数における ピット②の浸出水量



図 7-25 底辺傾斜モデルの劣化部が 3 分の 1 の場合の各透水係数における ピット①の浸入水量



図 7-26 底辺傾斜モデルの劣化部が 3 分の 1 の場合の各透水係数における ピット①の浸出水量



図 7-27 底辺傾斜モデルの劣化部が 3 分の 1 の場合の各透水係数における ピット②の浸入水量



図 7-28 底辺傾斜モデルの劣化部が 3 分の 1 の場合の各透水係数における ピット②の浸出水量







図 7-30 底辺水平モデルの劣化部が 2 分の 1 の場合の各透水係数における ピット①の浸入水量



図 7-31 底辺水平モデルの劣化部が 2 分の 1 の場合の各透水係数における ピット①の浸出水量



図 7-32 底辺水平モデルの劣化部が 2 分の 1 の場合の各透水係数における ピット②の浸入水量



図 7-33 底辺水平モデルの劣化部が 2 分の 1 の場合の各透水係数における ピット②の浸出水量



図 7-34 底辺傾斜モデルの劣化部が 2 分の 1 の場合の各透水係数における ピット①の浸入水量



図 7-35 底辺傾斜モデルの劣化部が 2 分の 1 の場合の各透水係数における ピット①の浸出水量



図 7-36 底辺傾斜モデルの劣化部が 2 分の 1 の場合の各透水係数における ピット②の浸入水量



図 7-37 底辺傾斜モデルの劣化部が 2 分の 1 の場合の各透水係数における ピット②の浸出水量



図 7-38 底辺水平モデルの劣化部が 3 分の 2 の場合の各透水係数における ピット①の浸入水量



図 7-39 底辺水平モデルの劣化部が 3 分の 2 の場合の各透水係数における ピット①の浸出水量



図 7-40 底辺水平モデルの劣化部が 3 分の 2 の場合の各透水係数における ピット②の浸入水量



図 7-41 底辺水平モデルの劣化部が 3 分の 2 の場合の各透水係数における ピット②の浸出水量



図 7-42 底辺傾斜モデルの劣化部が 3 分の 2 の場合の各透水係数における ピット①の浸入水量



図 7-43 底辺傾斜モデルの劣化部が 3 分の 2 の場合の各透水係数における ピット①の浸出水量



図 7-44 底辺傾斜モデルの劣化部が 3 分の 2 の場合の各透水係数における ピット②の浸入水量



図 7-45 底辺傾斜モデルの劣化部が 3 分の 2 の場合の各透水係数における ピット②の浸出水量



図 7-46 底辺水平モデルの劣化部が3分の1の場合における浸出水量の移行評価



図 7-47 底辺傾斜モデルの劣化部が3分の1の場合における浸出水量の移行評価



図 7-48 底辺水平モデルの劣化部が2分の1の場合における浸出水量の移行評価



図 7-49 底辺傾斜モデルの劣化部が2分の1の場合における浸出水量の移行評価



図 7-50 底辺水平モデルの劣化部が3分の2の場合における浸出水量の移行評価



図 7-51 底辺傾斜モデルの劣化部が3分の2の場合における浸出水量の移行評価

謝 辞

本報告書をまとめるにあたり、ご指導及び貴重なご意見をいただいたバックエンド統括本部 埋設事業センター事業計画室 技術主幹 齋藤龍郎氏に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 天澤弘也ほか,研究施設等廃棄物浅地中処分施設の概念設計, JAEA-Technology 2012-031, 2012, 338p.
- 2) 天澤弘也ほか,研究施設等廃棄物の概念設計に供する前提条件の調査及び設定, JAEA-Technology 2010-043, 2011, 153p.
- 3) 坂井章浩ほか,研究施設等廃棄物の浅地中埋設施設の立地環境条件に関する感度解析, JAEA-Technology 2013-039, 2014, 228p.
- 4)長尾理那ほか,様々な施設設計条件におけるコンクリートピット施設からの浸出水量の算出, JAEA-Technology 2021-009, 2021, 139p.
- 5) H. Kimura, The MIG2DF Computer Code User's Manual, JAERI-M 92-115, 1992, 48p.
- 6) 高井静霞ほか,地下水流動解析コードMIG2DF第2版の開発,JAEA-Data/Code 2020-007, 2020, 174p.
- 7) 日本原燃株式会社,廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について 2020 年 5 月, 2020.
- 8) 電気事業連合会・核燃料サイクル開発機構, TRU 廃棄物処分技術検討書-第2次 TRU 廃 棄物処分研究開発取りまとめ-, JNC TY1400 2005-013, FEPC TRU-TR2-2005-02, 2005.
- 9) 坂井章浩ほか,浅地中処分施設の周辺環境における予備的な三次元地下水流動解析, JAEA-Technology 2016-032, 2017, 117p.
- 10)原子力環境整備促進・資金管理センター・日本原子力研究開発機構,令和2年度 高レベル 放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 TRU 廃棄物処理・処分技術高度化開発 報告書 令和3年3月,2021.

This is a blank page.