資料１－２

補足説明資料 3

東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所

第二種廃棄物埋設事業許可申請

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第十三条（ピット処分及びトレンチ処分に係る廃棄物埋設地）第１項第三号及び第四号への適合性について

廃棄物埋設地の状態設定

（影響事象分析）

2023 年 1 月

日本原子力発電株式会社

目　次

１　はじめに 1
２　検討内容 1
　２．１　バリア材料の物性 1
　２．２　影響事象の抽出 2
　２．３　影響事象分析 5
３　検討結果 5
４　廃棄物埋設地の状態設定における評価 7
５　参考文献 20

添付資料１　影響評価によって影響なしと判断した根拠
参考資料１　ＩＡＥＡ－ＩＳＡＭ等のＦＥＰリスト

１　はじめに

廃止措置の開始後の評価においては，廃棄物埋設地における人工バリア及び天然バリアを構成する材料（以下「バリア材料」という。）の物理的・化学的性質（以下「物性」という。）の自然現象による変化を考慮して，人工バリア及び天然バリアが有する放射性物質の移動抑制機能（以下「バリア機能」という。）の状態を設定する。なお，バリア材料については，廃止措置の開始後に想定される廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）の環境状態を踏まえ，線量評価においてバリア機能として考慮するものを対象としており，放射性物質の移動経路における天然バリアとして，本施設周辺の地盤を含めている。

バリア機能の状態の設定に当たっては，バリア材料の物性に影響する可能性のある事象を抽出・選定し，分析した結果を説明する。

影響する事象については，廃棄物安全小委員会報告書[(1)]，ＯＥＣＤ／ＮＥＡ（2019）[(2)]及びＩＡＥＡ－ＩＳＡＭ[(3)]で整理されたＦＥＰ（Features, Events, Processes）リストを参考に，網羅的・包括的に検討・整理し，事象を抽出する。その上で，抽出した事象について，バリア材料の物性への影響を，熱，水理，力学及び化学の観点で整理し，分析する。

２　検討内容

２．１　バリア材料の物性

廃止措置の開始後は，人工バリアである側部低透水性覆土及び最終覆土のうち低透水性土層（以下「低透水性土層」という。）により，放射性廃棄物を埋設した埋設トレンチ内への雨水等による水の浸入を抑制するとともに，人工バリアである充填砂及び中間覆土（最上段を除く）による放射性物質の収着によって，廃棄物埋設地からの放射性物質の移動を抑制する。また，天然

バリアである本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）による放射性物質の収着によって，廃棄物埋設地からの放射性物質の移動を抑制する。

このため，バリア材料の物性は，低透水性及び収着性とし，影響事象分析における前提条件とする。バリア材料の物性を第１表に示す。

第１表　バリア材料の物性

バリア材料	物性	物性の内容
側部低透水性覆土及び低透水性土層	低透水性	埋設トレンチ内への雨水等の浸入を抑制することによって，廃棄物埋設地からの放射性物質の移動を抑制させる。
充填砂及び中間覆土（最上段を除く）	収着性	放射性物質の収着によって，廃棄物埋設地からの放射性物質の移動を抑制させる。
本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）		

２．２　影響事象の抽出

状態設定においては，廃棄物，廃棄物埋設地及び本施設周辺の地盤などの地質環境条件について国内及び海外でこれまで検討整理されたＦＥＰリストからスクリーニングを行い，考慮すべき影響事象を抽出し，本施設のＦＥＰリストとして整理した。

本施設のＦＥＰリストは，埋設する廃棄物，本施設の設備及び特徴を考慮し，以下の文献にて整理された廃棄物及び埋設施設に関連するＦＥＰリストを参考に作成した。

① 廃棄物安全小委員会報告書のＦＥＰリスト[(1)]

② ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2019）[2]

③ ＩＡＥＡ－ＩＳＡＭのＦＥＰリスト[3]

本施設のＦＥＰリストの作成にあたっては，廃棄物安全小委員会報告書のＦＥＰリスト[1]並びにＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2019）[2]を対象にスクリーニングを行った。

廃棄物安全小委員会報告書のＦＥＰリスト[1]のスクリーニングについては，本施設に関連するＦＥＰとして，地下環境に係るＦＥＰリストのうち，「緩衝材／埋め戻し材」及び「母岩（掘削影響領域、断層帯含む）」を選定した。

ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2019）[2]のスクリーニングについては，本施設に関連するＦＥＰとして，「2 廃棄物因子」，「3 埋設施設因子」及び「4 地圏因子」のＦＥＰリストを選定した。

選定した各ＦＥＰリストの項目を第２表に示す。また，選定した各ＦＥＰリストの項目から整理した本施設のＦＥＰリストを第３表に示す。

廃棄物安全小委員会報告書[1]では，我が国における放射性固体廃棄物の処分に適用可能な「統一的な安全評価の考え方」について提言しており，安全評価の対象を特定するにあたっては，ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト(2000)[4]を用いて作成したＦＥＰ間相互の影響関係を示す相関関係図（ＦＥＰリスト）として取りまとめていることから，これをスクリーニング対象とした。また，ＩＡＥＡ ＳＳＧ－１４[5]において，ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2000）[4]はＦＥＰ情報が国際的に収集されたものであることが言及されていることから，この最新版であるＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2019）[2]をスクリーニング対象とした。

なお，ＩＡＥＡ－ＩＳＡＭのＦＥＰリスト[3]については，ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2000）[4]を採用し，浅地中処分施設の長期的な安

全性の評価に適したものに改訂されたものであることから，本施設がトレンチ処分であることを踏まえ，本施設のＦＥＰリストとの網羅性も確認している（参考資料１「ＩＡＥＡ－ＩＳＡＭ等のＦＥＰリスト」を参照)。

以下に，選定した各ＦＥＰリストの項目（第２表を参照）から本施設のＦＥＰリスト（第３表を参照）への整理作業の一例として，廃棄物層（充填砂及び中間覆土を含む）のうち，熱（Ｔ）についての整理結果を示す（参考資料１「ＩＡＥＡ－ＩＳＡＭ等のＦＥＰリスト」を参照)。

・廃棄物安全小委員会報告書のＦＥＰリスト(1)のスクリーニング結果

廃棄物層（充填砂及び中間覆土を含む）に関連する因子として「緩衝材／埋め戻し材」から，「B1.1 熱特性」及び「B1.2 温度」を選定した。

・ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2019）(2)のスクリーニング結果

廃棄物層（充填砂及び中間覆土を含む）に関連する因子として，「2 廃棄物因子」から「2.3.1.1 放射線による熱生成及び移動」，「2.3.1.2 化学的熱生成及び移動」及び「2.3.1.3 生物学的熱生成及び移動」を選定した。また，「3 埋設施設因子」から「3.2.1 熱的プロセス（埋設施設)」を選定した。

・本施設のＦＥＰリストの整理結果

廃棄物安全小委員会報告書のＦＥＰリスト(1)にて選定した「B1.1 熱特性」及び「B1.2 温度」については，「WT01 熱特性」及び「WT02 温度」として同様に整理した。また，ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2019）(2)にて選定した「2.3.1.1 放射線による熱生成及び移動」，「2.3.1.2 化学的熱生成及び移動」及び「2.3.1.3 生物学的熱生成及び移動」については，「WT03 熱生成及び熱移動」として１項目に整理し，「3.2.1 熱的プロセス（埋設施設)」については，「WT01 熱特性」として整理した。

２．３　影響事象分析

実際の処分システムでは，外部事象及び内部事象に関連する様々な事象が相互に関連しあっているが，設計・評価に当たって，全ての事象を考慮する必要は必ずしもなく，バリア材料の物性に係る重要なものを適切に考慮すれば良い。

重要な事象を選定する方法として，第1表に整理したバリア材料の物性に着目し，第3表の本施設のＦＥＰリストに基づき，考慮すべき事象の絞り込みを行った。

影響事象分析は，熱（Ｔ），水理（Ｈ），力学（Ｍ）及び化学（Ｃ）の観点からマトリクス形式の表を整理し，影響元（「補足説明資料１　地質環境等の状態設定」において「廃棄物埋設地の状態設定において考慮する」とした自然現象を含む。）の特性，そこで生じる事象やプロセスによって，対象とするバリア材料の物性に影響するか否かの分析を行った。分析の際には第２次ＴＲＵレポートのＦＥＰ辞書[(6)]等を参考とした。分析の結果を影響事象分析表として，第4表～第7表に示す。

なお，第3表に示す本施設のＦＥＰリストのうち，放射線学（放射線分解を除く）（Ｒ）及び核種移行（Ｎ）については，評価モデルの検討において考慮する。施工不良（Ｑ）については，適切な品質管理が行われることから，影響事象から除外する。人間活動については生活環境の状態設定において考慮する。

３　検討結果

影響事象分析の結果から，状態設定において考慮すべき影響事象として，以下を抽出した。

（１）熱（Ｔ）

第 4 表に示すとおり考慮すべき影響事象はない。

（２）水理（Ｈ）

第 5 表に示すとおり考慮すべき影響事象はない。

（３）力学（Ｍ）

低透水性に与える力学的影響事象として，埋設した廃棄物に含まれる金属の腐食に起因する膨張変形やガス発生の影響，ベントナイト混合土に雨水等が浸透することによる膨潤の影響の可能性が考えられる。

自然現象では地震による振動及び応力によって，廃棄物内に生じた微小な空隙から，埋設した廃棄物の形状が変化することで，廃棄物層が沈下し，埋設トレンチが陥没することによる影響の可能性が考えられる。

「M1 廃棄物層（金属廃棄物及び鉄箱）の金属腐食による膨張変形及びガス発生」

「M2 ベントナイト混合土の膨潤」

「M3 地震による廃棄物層の沈下（陥没現象）」

（４）化学（Ｃ）

低透水性及び収着性に与える化学的影響事象として，廃棄物と雨水等による浸透水との反応によるコンクリート廃棄物の溶脱及び廃棄物層の腐食（廃棄物と浸透水の反応）の影響の可能性が考えられる。また，ベントナイト混合土と浸透水の反応の影響によるモンモリロナイト溶出（ベントナイト混合土と浸透水の反応）の影響の可能性が考えられる。

バリア材料に共通で，コロイドの生成，有機物の影響，微生物の影響の可能性が考えられる。

自然現象では，一時的ではあるが，津波による本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）への海水の浸透による影響の可能性が考えられる。

「C１ コンクリート廃棄物の溶脱（廃棄物と浸透水の反応）」

「C２ 廃棄物層の金属腐食（廃棄物と浸透水の反応）」

「C３ モンモリロナイト溶出（ベントナイト混合土と浸透水の反応）」

「C４ バリア材料中でのコロイド生成」

「C５ バリア材料中の有機物（錯体形成含む）」

「C６ バリア材料中の微生物」

「C７ 津波」

４　廃棄物埋設地の状態設定における評価

影響事象分析における検討結果から，抽出された状態設定において考慮すべき影響事象（10 事象：M1～M3，C１～C７）について，廃棄物埋設地の状態設定における評価を行い，以下のとおり考慮する。

なお，抽出した影響事象のうち，「M1 廃棄物層（金属廃棄物及び鉄箱）の金属腐食による膨張変形及びガス発生」，「M2 ベントナイト混合土の膨潤」，「C２ 廃棄物層の金属腐食（廃棄物と浸透水の反応）」，「C３ モンモリロナイト溶出（ベントナイト混合土と浸透水の反応）」，「C４ バリア材料中でのコロイド生成」，「C５ バリア材料中の有機物（錯体形成含む）」及び「C６ バリア材料中の微生物」の影響については，影響事象として考慮しないと判断した（添付資料１　「影響評価によって影響なしと判断した根拠」を参照）。

（１）「M3 地震による廃棄物層の沈下（陥没現象）」

地震力による作用で，側部低透水性覆土及び低透水性土層に変形が生じることで低透水性に影響が生じる可能性がある。

埋設トレンチ内は，十分に締固めを行って施工し，地盤に支持された状態である。最終覆土は盛土形状であるが，一部に崩れ等の損傷が生じても低透水性に影響を及ぼすものではない。

一方で，地震による振動及び応力によって，鉄箱内の充填砂のみかけ密度が上昇し，廃棄物内に微小な空隙が生じる可能性がある。微小な空隙が生じると，埋設した廃棄物の形状が変化することで，廃棄物層が沈下を起こし，埋設トレンチの陥没現象による影響が考えられる。

なお，本事象による力学的影響の詳細については，補足説明資料 4「状態変化の評価」で説明する。

（２）「Ｃ1 コンクリート廃棄物の溶脱（廃棄物と浸透水の反応)」

雨水等の浸透水が，コンクリート類の廃棄物との接触によってカルシウム成分が溶脱し，浸透水のｐＨが変化することで，収着性に影響を与える可能性がある。

影響が考えられる充填砂及び中間覆土（最上段を除く）並びに本施設周辺の地盤（ｄｕ層）については，収着性を評価するための土砂等の分配係数の取得試験において，廃棄物と浸透水との反応による影響を想定して水酸化カルシウム水溶液を用いて試験を行い，試験結果に基づき評価パラメータを設定することによって，影響を考慮する。

なお，本事象による化学的影響の詳細については，補足説明資料 5「線量評価パラメータ」のうち，添付資料 1「収着分配係数」で説明する。

（３）「Ｃ7 津波」

津波によって，海水が廃棄物埋設地周辺に流入することで，一時的ではあるが，本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）の水質の変化によって収着性に影響する可能性がある。本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）については,収着性を評価するための土砂等の分配係数の取得試験において,海水による影響を想定して，人工海水を用いて試験を行い，試験結果に基づき評価パラメータを設定することによって，影響を考慮する。

なお，本事象による化学的影響の詳細については，補足説明資料 5「線

量評価パラメータ」のうち，添付資料１「収着分配係数」で説明する。

第２表　選定したＦＥＰリストの項目（１／２）

対象文献	ＦＥＰリスト		結果	除外理由
廃棄物安全小委員会報告書のＦＥＰリスト[1]	その１ 地下環境	ガラス固化体	―	本施設に存在しない。
		オーバーパック	―	本施設に存在しない。
		緩衝材／埋め戻し材	○	―
		プラグ・グラウト・支保工等	―	本施設に存在しない。
		母岩（掘削影響領域、断層帯含む）	○	―
	その２ 地表環境	帯水層	―	母岩（掘削影響領域、断層帯含む）のＦＥＰリストにおいて考慮されている。
		地表水（河川・湖）	―	バリア材料の物性への影響がない。
		土壌・堆積土壌	―	母岩（掘削影響領域、断層帯含む）のＦＥＰリストにおいて考慮されている。
		海洋	―	バリア材料の物性への影響に関係しない。
		海岸	―	バリア材料の物性への影響に関係しない。
		大気	―	バリア材料の物性への影響に関係しない。

第２表　選定したＦＥＰリストの項目（２／２）

対象文献	ＦＥＰリスト		結果	除外理由
ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2019）[2]	1 外的因子	1.1 埋設施設の問題（閉鎖前）	—※	バリア材料の物性への影響に関係しない。
		1.2 地質学的因子	—	地質環境等の状態設定において考慮されている。
		1.3 気候因子	—	地質環境等の状態設定において考慮されている。
		1.4 将来の人間活動	—	地質環境等及び生活環境の状態設定において考慮されている。
		1.5 その他外的因子	—	発生確率が極めて小さい。
	2 廃棄物因子	2.1 廃棄物形態	—	バリア材料の物性への影響がない。
		2.2 廃棄物の特徴・特性	○	—
		2.3 廃棄物プロセス	○	—
		2.4 汚染物質の放出(廃棄物形態)	○	—
		2.5 汚染物質の移行（廃棄物）	○	—
	3 埋設施設因子	3.1 埋設施設の特徴・特性	○	—
		3.2 埋設施設プロセス	○	—
		3.3 汚染物質の移行（埋設施設）	○	—
	4 地圏因子	4.1 地圏の特徴・特性	○	—
		4.2 地圏プロセス	○	—
		4.3 汚染物質の移行（地圏）	○	—
	5 生物圏因子	5.1 地表環境	—	バリア材料の物性への影響に関係しない。
		5.2 人間の特徴・行動	—	バリア材料の物性への影響に関係しない。
		5.3 汚染物質の移行（生物圏）	—	バリア材料の物性への影響に関係しない。
		5.4 被ばく因子	—	バリア材料の物性への影響に関係しない。

※：品質管理に係る事項（施工不良）のみ抽出する。

第３表　本施設のＦＥＰリスト

環境分類	廃棄物層 （充填砂及び中間覆土を含む）	側部低透水性覆土及び低透水性土層	本施設周辺の地盤 （ｄｕ層及び帯水層）
熱	熱特性（WT01） 温度（WT02） 熱生成及び熱移動（WT03）	熱特性（BT01） 温度（BT02）	熱特性（ST01） 温度（ST02）
水理	水理特性（WH01） 飽和・不飽和（WH02） 熱的，力学的，ガスによる水理影響（WH03）	水理特性（BH01） 飽和・不飽和（BH02） 地下水流動（BH04） パイピング・流体浸食（BH05）	水理特性（SH01） 飽和・不飽和（SH02） 地下水流動（SH04）
力学	力学特性（WM01） 体積変化（WM02） 応力（WM03） 変形，移動・流出（WM04） ガスによる膨張・爆発（WM05） 応力腐食割れ（WM06）	力学特性（BM01） 体積変化（BM02） 応力（BM03） 変形（クリープ），移動・流出（BM04） ベントナイト膨潤（BM05）	力学特性（SM01） 体積変化（SM02） 応力（SM03） 変形（クリープ），移動・流出（SM04）
化学	化学特性（WC01） 地下水化学･地下水（浸透水）との反応（WC02） 化学的変質・移動（WC03） ｐＨの変化（WC04） 酸化還元環境の変化（WC05） 腐食（WC06） 錯体形成（WC07） コロイド生成（WC08） 有機物の影響（WC09） 微生物の影響（WC10） 塩の蓄積（WC11）	化学特性（BC01） 地下水化学･地下水（浸透水）との反応（BC02） 化学的変質・移動（BC03） ｐＨの変化（BC04） 酸化還元環境の変化（BC05） 錯体形成（BC07） コロイド生成（BC08） 有機物の影響（BC09） 微生物の影響（BC10）	化学特性（SC01） 地下水化学･地下水（浸透水）との反応（SC02） 化学的変質・移動（SC03） ｐＨの変化（SC04） 酸化還元環境の変化（SC05） 錯体形成（SC07） コロイド生成（SC08） 有機物の影響（SC09） 微生物の影響（SC10）

環境分類	廃棄物層（充填砂及び中間覆土を含む）	側部低透水性覆土及び低透水性土層	本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）
放射線学	放射性崩壊及び生成（WR01） 放射線分解（WR02）	放射性崩壊及び生成（BR01） 放射線分解（BR02）	放射性崩壊及び生成（SR01）
核種移行	物質移動特性（WN01） 幾何形状・間隙構造（WN02） 核種移行（WN03） 移流／分散（WN04） 拡散（WN05） 収着（WN06） 沈殿溶解（WN07） コロイド移行（WN08） ガスによる移行（WN09）	物質移動特性（BN01） 幾何形状・間隙構造（BN02） 核種移行（BN03） 移流／分散（BN04） 拡散（BN05） 収着（BN06） 沈殿溶解（BN07） コロイド移行（BN08） ガスによる移行（BN09）	物質移動特性（SN01） 幾何形状・間隙構造（SN02） 核種移行（SN03） 移流／分散（SN04） 拡散（SN05） 収着（SN06） コロイド移行（SN08） ガスによる移行（SN09） 希釈（SN10）
施工	施工不良（WQ01）	施工不良（BQ01）	―

第4表　影響事象分析表（熱）

影響先 影響元	側部低透水性覆土及び低透水性土層 【低透水性】	充填砂及び中間覆土（最上段を除く） 【収着性】	本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層） 【収着性】
廃棄物	廃棄物層の熱特性（WT01）は，含まれる放射性物質の量が少ないため，廃棄物の温度（WT02），熱発生及び熱移動（WT03）は極めて小さい。このため，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響しない。	廃棄物層の熱特性（WT01）は，含まれる放射性物質の量が少ないため，廃棄物の温度（WT02），熱発生及び熱移動（WT03）は極めて小さい。このため，充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響しない。	廃棄物層の熱特性（WT01）は，含まれる放射性物質の量が少ないため，廃棄物の温度（WT02），熱発生及び熱移動（WT03）は極めて小さい。このため，本施設周辺の地盤の収着性に影響しない。
充填砂及び中間覆土	発熱しないので熱特性（WT01），温度（WT02）を考慮する必要はない。		
側部低透水性覆土及び低透水性土層	発熱しないので熱特性（BT01），温度（BT02）を考慮する必要はない。		
本施設周辺の地盤，地下水	地下水の温度（ST02）の変動範囲はバリア材料の物性に影響を与えるものではなく，地盤は発熱しないので，地盤の温度（ST02）はほとんど変化しないため，考慮する必要はない。		

バリア材料の物性への直接的な影響がある事象を緑，間接的な影響又は影響が小さく無視できる事象を青，影響がない事象を白で識別する。

第5表　影響事象分析表（水理）

影響先 ／ 影響元	側部低透水性覆土及び低透水性土層【低透水性】	充填砂及び中間覆土（最上段を除く）【収着性】	本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）【収着性】
廃棄物 充填砂及び中間覆土	埋設トレンチを通過する浸透水は，側部低透水性覆土又は低透水性土層から廃棄物層へ浸透するため，廃棄物層の水理特性（WH01）としての飽和・不飽和（WH02），熱的，力学的，ガスによる水理影響（WH03）は，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響しない。	廃棄物層の水理特性（WH01）としての飽和・不飽和（WH02），熱的，力学的，ガスによる水理影響（WH03）は，水理特性及び化学特性に関係して，充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に間接的に影響する可能性がある（→化学：地下水化学・地下水（浸透水）との反応）が直接的には影響しない。	廃棄物層の水理特性（WH01）としての飽和・不飽和（WH02），熱的，力学的，ガスによる水理影響（WH03）は，水理特性及び化学特性に関係して，地盤の収着性に間接的に影響する可能性がある（→化学：地下水化学・地下水（浸透水）との反応）が直接的には影響しない。
側部低透水性覆土及び低透水性土層	側部低透水性覆土及び低透水性土層の水理特性（BH01），飽和・不飽和（BH02），地下水流動（BH04）は，自身の水理特性及び化学特性に関係し，飽和・不飽和の繰り返しによる乾湿の影響によって直接的に低透水性に影響を与える可能性があるが，保護土層により乾湿の影響は生じない。一方で化学的には側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に間接的に影響を与える可能性がある（→化学：地下水化学・地下水（浸透水）との反応）が直接的には影響しない。 側部低透水性覆土及び低透水性土層への雨水等の浸透はゆるやかであり，パイピング・流体浸食（BH05）は側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響しない。	側部低透水性覆土及び低透水性土層の水理特性（BH01）としての飽和・不飽和（BH02），地下水流動（BH03）は，水理特性及び化学特性に関係して，収着性に間接的に影響する可能性がある（→化学：地下水化学・地下水（浸透水）との反応）が直接的には影響しない。	側部低透水性覆土及び低透水性土層の飽和・不飽和（BH02），地下水流動（BH03）は，水理特性及び化学特性に関係して，地盤の収着性に間接的に影響する可能性がある（→化学：地下水化学・地下水（浸透水）との反応）が直接的には影響しない。
本施設周辺の地盤，地下水	雨水等の浸透水は，側部低透水性覆土及び低透水性土層から廃棄物層を経て帯水層に流れ込む。浸透水量は帯水層を流れる地下水流量と比較して非常に小さく，地盤の水理特性（SH01）として地下水の飽和・不飽和（SH02），地下水流動（SH04）は，地盤より上流の側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響しない。	雨水等の浸透水の流れは，側部低透水性覆土又は低透水性土層から廃棄物層を経て帯水層に向かうため，地盤の水理特性（SH01）として地下水の飽和・不飽和（SH02），地下水流動（SH04）は，地盤より上流の廃棄物層中の充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響しない。	地盤の地下水の飽和・不飽和（SH02），地下水流動（SH04）は，水理特性及び化学特性に関係して，地盤の収着性に間接的に影響する可能性がある（→化学：地下水化学・地下水（浸透水）との反応）が直接的には影響しない。

バリア材料の物性への直接的な影響がある事象を緑，間接的な影響又は影響が小さく無視できる事象を青，影響がない事象を白で識別する。

第6表　影響事象分析表（力学）（１／２）

影響先 ＼ 影響元		側部低透水性覆土及び低透水性土層【低透水性】	充塡砂及び中間覆土（最上段を除く）【収着性】	本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）【収着性】
廃棄物 充塡砂及び中間覆土		廃棄物層の力学特性（WM01）としての体積変化（WM02），応力（WM03），応力腐食割れ（WM06）によって，廃棄物層が変形，移動・流出（WM04）し，微小な空隙による廃棄物層の沈下，金属腐食に伴う廃棄物層の膨張，金属腐食に伴い発生するガスによる膨張・爆発（WM05）が生じることによって，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響する可能性がある。	廃棄物層の力学特性（WM01）は，自身の水理特性及び化学特性に関係して，充塡砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に間接的に影響する可能性がある（→化学：地下水化学・地下水（浸透水）との反応）が直接的には影響しない。	廃棄物層の力学特性（WM01）による周辺地盤の収着性への影響は小さく無視できる。
側部低透水性覆土及び低透水性土層		側部低透水性覆土及び低透水性土層の力学特性（BM01）としての体積変化（BM02），ベントナイト膨潤（BM05）を含めた応力（BM03），変形（クリープ），移動・流出（BM04）に関係し，ベントナイト混合土の膨潤が自身の低透水性に影響する可能性がある。	側部低透水性覆土，低透水性土層の力学特性（BM01）は，水理特性及び化学特性に関係して，充塡砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に間接的に影響する可能性がある（→化学：地下水化学・地下水（浸透水）との反応）が直接的には影響しない。	側部低透水性覆土及び低透水性土層の力学特性（BM01）による周辺地盤の収着性への影響は小さく無視できる。
本施設周辺の地盤，地下水		地盤の力学特性（SM01）として，体積変化（SM02），応力（SM03），変形（クリープ），移動・流出（SM04）の状態から沈下等の発生によって低透水性土層の形状等に影響する可能性があるが，安定した地盤であることが評価されており，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響しない。	地盤の力学特性（SM01）は，充塡砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響しない。	地盤の力学特性（SM01）は，自身の水理特性及び化学特性に関係して，収着性に間接的に影響する可能性がある（→化学：地下水化学・地下水（浸透水）との反応）が直接的には影響しない。
自然現象	地震	廃棄物内に微小な空隙が残存する場合には，地震によって生じる応力及び振動で廃棄物層が沈下することで施設に陥没が生じ，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響する可能性がある。	地震によって生じる応力及び振動から，充塡砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性への影響は生じない。	地震によって生じる応力及び振動から，周辺地盤の収着性への影響は生じない。
自然現象	液状化	液状化は発生しない地盤であるため影響はない。仮に液状化が生じた場合でも，廃棄物埋設地の設置地盤に分布する砂層や砂礫層はほぼ水平成層に分布しており，液状化に伴う沈下も水平方向にほぼ一様に生じると考えられる。したがって局所的な沈下によるベントナイト混合土のせん断変形は生じないため，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響しない。	液状化は発生しない地盤であるため影響しない。	液状化は発生しない地盤であるため影響しない。

バリア材料の物性への直接的な影響がある事象を緑，間接的な影響又は影響が小さく無視できる事象を青，影響がない事象を白で識別する。

第６表　影響事象分析表（力学）（２／２）

<table>
<tr><th colspan="2">影響先
影響元</th><th>側部低透水性覆土及び低透水性土層
【低透水性】</th><th>充填砂及び中間覆土（最上段を除く）
【収着性】</th><th>本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）
【収着性】</th></tr>
<tr><td rowspan="6">自然現象</td><td>浸食</td><td colspan="3">廃棄物埋設地の線的侵食である面状侵食，リル侵食及びガリ侵食により低透水性土層の低透水性に影響する可能性がある。
面状侵食は，雨滴が地表面に直接落下する際に地表の土粒子が剥離され，地表層を薄く一様に流れる表面流水により，地表面全体が均一に侵食されるものである。廃棄物埋設地の覆土の上部には厚さ0.3 mの保護工を設置するため，覆土に雨滴が直接落下することはなく，また，覆土の表面全体が均一に侵食されることはないため，面状侵食は想定されない。
リル侵食は，降水量が地表面の浸透能力を上回った場合に流水が発生し，水が流れる部分が集中して斜面を洗堀するものであり，また，リル侵食によって形成された洗堀部分の流量が増え，複数のリルが集約されて大きなガリに発展する（ガリ侵食）。
廃棄物埋設地の最終覆土の上部には栗石等で保護工を設置することで雨滴による覆土の土粒子の剥離を防ぎ，リル侵食の進展を防止する。また，覆土表面（保護土層と保護工の境界部分）への吸出し防止材の設置及び覆土の締固め施工により，土粒子の流出を防止する。
保護工は栗石を密に敷き詰めて施工されるため，リル侵食により損壊することは想定されない。また，吸出し防止材はポリエステルを主体とするため耐候性・耐薬品性・耐寒耐熱性に優れ，また，保護工下に設置されるため紫外線劣化がなく，性状の変化は想定されない。
以上より，廃止措置の開始後において，リル侵食及びガリ侵食によってバリア機能の喪失に至る程の大規模な保護工及び最終覆土の損壊が発生することはなく，バリア機能への影響はない。</td></tr>
<tr><td>生物学的事象</td><td colspan="3">樹木の植生により低透水性土層の低透水性に影響する可能性がある。廃棄物埋設地の最終覆土には栗石等を使用した掘削抵抗性層及び締固めた保護土層を，また，最終覆土の上部には栗石等を使用した保護工を設置する。樹木の根は柔らかく伸びやすい場所に張られるため，最終覆土は樹木の根の生長に適さない環境である。このため，低透水性覆土への根の到達は考えにくい。掘削抵抗性層及び保護工の栗石は粒径 50 mm～150 mm と大きく，また，栗石は密に敷き詰めて施工されるため，樹木の植生によって損壊することは想定されない。また，栗石は天然の土質系材料であり性状が変化しにくいため，廃止措置の開始後においても樹木の植生による影響に変化はない。以上より，廃止措置の開始後において，樹木の植生によってバリア機能の喪失に至る程の大規模な最終覆土及び保護工の損壊が発生することはなく，バリア機能への影響はない。</td></tr>
<tr><td>風（台風）</td><td colspan="3">風（台風）による廃棄物埋設地への力学的影響の可能性がある。廃棄物埋設地の最終覆土の上部には栗石等で保護工を施工する。栗石は粒径が 50 mm～150 mm と大きく，また，保護工は栗石を密に敷き詰めて施工するため，風（台風）により飛散することは想定されない。また，栗石は天然の土質系材料であり性状が変化しにくいため，廃止措置の開始後においても風（台風）による影響に変化はない。以上より，廃止措置の開始後において，風（台風）によってバリア機能の喪失に至る程の大規模な保護工の損壊が発生することはなく，バリア機能への影響はない。</td></tr>
<tr><td>降雹</td><td colspan="3">降雹による廃棄物埋設地への力学的影響の可能性がある。廃棄物埋設地の最終覆土の上部には栗石等で保護工を施工する。栗石は粒径が 50 mm～150 mm と大きく，また，保護工は栗石を密に敷き詰めて施工するため，降雹により損壊することは想定されない。また，栗石は天然の土質系材料であり性状が変化しにくいため，廃止措置の開始後においても降雹による影響に変化はない。以上より，廃止措置の開始後において，降雹によってバリア機能の喪失に至る程の大規模な保護工の損壊が発生することはなく，バリア機能への影響はない。</td></tr>
<tr><td>積雪</td><td colspan="3">積雪による廃棄物埋設地への力学的影響の可能性がある。本施設は，積雪による上載荷重に対して十分に余裕をもった設計荷重を設定している。このため，廃止措置の開始後において，積雪によって本施設が損壊することは想定されず，バリア機能への影響はない。</td></tr>
<tr><td>風化</td><td colspan="3">風化による廃棄物埋設地への力学的影響の可能性がある。廃棄物埋設地の最終覆土の上部には栗石等で保護工を施工する。栗石は粒径が 50 mm～150 mm と大きく，保護工は栗石を密に敷き詰めて施工するため，風化による劣化・損傷は発生しない。また，栗石は天然の土質系材料であり性状が変化しにくいため，廃止措置の開始後においても風化による影響に変化はない。以上より，廃止措置の開始後において，風化によってバリア機能の喪失に至る程の大規模な保護工の損壊が発生することはなく，バリア機能への影響はない。</td></tr>
</table>

バリア材料の物性への直接的な影響がある事象を緑，間接的な影響又は影響が小さく無視できる事象を青，影響がない事象を白で識別する。

第7表　影響事象分析表（化学）（１／２）

影響先 ＼ 影響元	側部低透水性覆土及び低透水性土層 【低透水性】	充填砂及び中間覆土（最上段を除く） 【収着性】	本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層） 【収着性】
廃棄物 充填砂及び中間覆土	雨水等の浸透水による廃棄物層の化学特性(WC01)として，地下水化学・地下水との反応（WC02），化学的変質・移動（WC03），ｐＨの変化（WC04），塩の蓄積（WC11）に関係し，コンクリート類の廃棄物からの溶脱水が，隣接する側部低透水性覆土の低透水性に影響する可能性がある。なお，低透水性土層は廃棄物層より上流側に位置しており，低透水性土層の低透水性には影響しない。	雨水等の浸透水による廃棄物層の化学特性(WC01)として，地下水化学・地下水との反応（WC02），化学的変質・移動（WC03），ｐＨの変化（WC04），塩の蓄積（WC11）に関係し，コンクリート類の廃棄物からの溶脱が，充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響を与える可能性がある。	雨水等の浸透水による廃棄物層の化学特性(WC01)として，地下水化学・地下水との反応（WC02），化学的変質・移動（WC03），ｐＨの変化（WC04），酸化還元環境の変化（WC05），塩の蓄積（WC11）に関係し，コンクリート類の廃棄物からの溶脱水が，本施設周辺の地盤のうちｄｕ層の収着性に影響を与える可能性がある。なお，本施設周辺の地盤のうち帯水層は，地下水の希釈によって影響は小さく考慮しない。
	廃棄物層における酸化還元環境の変化（WC05），金属の腐食（WC06）は，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響しない。	金属の腐食（WC06）による酸化還元環境の変化（WC05）は，充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響を与える可能性がある。	金属の腐食（WC06）による酸化還元環境の変化（WC05），本施設周辺の地盤のうちｄｕ層の収着性に影響を与える可能性がある。なお，本施設周辺の地盤のうち帯水層は，地下水の希釈によって影響は小さく考慮しない。
側部低透水性覆土及び低透水性土層	側部低透水性覆土及び低透水性土層の化学特性（BC01）としての雨水等の浸透水による地下水化学・地下水との反応（BC02），化学的変質・移動（BC03），ｐＨの変化（BC04），酸化還元環境の変化（BC05）に関係し，ベントナイト混合土中のモンモリロナイトの溶出によって，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響する可能性がある。	側部低透水性覆土及び低透水性土層の化学特性（BC01）に関係して，雨水等の浸透水による地下水化学・地下水との反応(BC02)，化学的変質・移動(BC03)，ｐＨの変化(BC04)，酸化還元環境の変化（BC05）が，充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響する可能性がある。	側部低透水性覆土及び低透水性土層の化学特性（BC01）に関係して，雨水等の浸透水による地下水化学・地下水との反応(BC02)，化学的変質・移動(BC03)，ｐＨの変化(BC04)，酸化還元環境の変化（BC05）に関係し，本施設周辺の地盤のうちｄｕ層の収着性に影響を与える可能性がある。なお，本施設周辺の地盤のうち帯水層は，地下水の希釈によって影響は小さく考慮しない。
本施設周辺の地盤， 地下水	地盤の化学特性（SC01）としての雨水等の浸透水による地下水化学・地下水との反応（SC02），化学的変質・移動（SC03），ｐＨの変化（SC04），酸化還元環境の変化（SC05）に関係し，ベントナイト混合土中のモンモリロナイトの溶出によって，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響する可能性がある。	地盤の化学特性（SC01）としての雨水等の浸透水による地下水化学・地下水との反応（SC02），化学的変質・移動（SC03），ｐＨの変化（SC04），酸化還元環境の変化（SC05）は，充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響する可能性がある。	地盤の化学特性（SC01）としての雨水等の浸透水による地下水化学・地下水との反応（SC02），化学的変質・移動（SC03），ｐＨの変化（SC04），酸化還元環境の変化（SC05）は，自身の収着性に影響する可能性がある。

バリア材料の物性への直接的な影響がある事象を緑で，間接的な影響又は影響が小さく無視できる事象を青，影響がない事象を白識別する。

第７表　影響事象分析表（化学）（２／２）

<table>
<tr><th colspan="2">影響先
影響元</th><th>側部低透水性覆土及び低透水性土層
【低透水性】</th><th>充填砂及び中間覆土（最上段を除く）
【収着性】</th><th>本施設周辺の地盤（ｄｕ層及び帯水層）
【収着性】</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">バリア材料共通</td><td>廃棄物層に含まれる有機物のアルカリ分解反応によって生成する物質が錯体を形成（BC07）する可能性がある（有機物の影響（BC09））が，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響は生じない。</td><td>廃棄物層に含まれる有機物のアルカリ分解反応によって生成する物質が錯体を形成（WC07，SC07）し，充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響する可能性がある。（有機物の影響（WC09，SC09））</td><td>廃棄物層に含まれる有機物のアルカリ分解反応によって生成する物質が錯体を形成（WC07，SC07）し，本施設周辺の地盤のうちｄｕ層の収着性に影響を与える可能性がある。（有機物の影響（WC09，SC09））なお，本施設周辺の地盤のうち帯水層は，地下水の希釈によって影響は小さく考慮しない。</td></tr>
<tr><td>間隙水中のコロイド生成（BC08）は，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響しない。</td><td>間隙水中のコロイド生成（WC08，SC08）は，充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響する可能性がある。</td><td>間隙水中のコロイド生成（WC08，SC08）は，本施設周辺の地盤のうちｄｕ層の収着性に影響を与える可能性がある。なお，本施設周辺の地盤のうち帯水層は，地下水の希釈によって影響は小さく考慮しない。</td></tr>
<tr><td>微生物の活動（微生物の影響（BC10））によって有機物の分解が生じる可能性があるが，側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響しない。</td><td>微生物の活動（微生物の影響（WC10，SC10））によって有機物の分解が生じ，生成する物質によって充填砂及び中間覆土（最上段を除く）の収着性に影響する可能性がある。</td><td>微生物の活動（微生物の影響（WC10，SC10））によって有機物の分解が生じ，生成する物質によって本施設周辺の地盤のうちｄｕ層の収着性に影響を与える可能性がある。なお，本施設周辺の地盤のうち帯水層は，地下水の希釈によって影響は小さく考慮しない。</td></tr>
<tr><td colspan="3">間隙水の放射線分解（WR02，BR02）によって，ガスが発生する可能性はあるが，廃棄物の放射線量は小さいため，影響は無視できる。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">自然現象</td><td>津波</td><td>津波による側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性への影響はない。</td><td>津波によって，海水が廃棄物埋設地周辺に流入することで，地下水の化学特性に変化が生じるが，一時的なものであり，かつ施設内への浸透水量は小さいため，その他の化学的影響に包含されるため，影響は無視できる。</td><td>津波によって，海水が廃棄物埋設地周辺に流入することで，地下水の化学特性に一時的に影響する可能性がある。</td></tr>
<tr><td>降下火砕物</td><td colspan="3">降下火砕物による地下水の水質の変化が考えられるが，影響期間は短期であり，範囲が限定されるため，影響は無視できる。</td></tr>
<tr><td>風化</td><td colspan="3">風化による廃棄物埋設地への化学的影響の可能性がある。廃棄物埋設地の最終覆土の上部には栗石等で保護工を施工する。栗石は粒径が 50 mm～150 mm と大きく，保護工は栗石を密に敷き詰めて施工するため，風化による劣化・損傷は発生しない。また，栗石は天然の土質系材料であり性状が変化しにくいため，廃止措置の開始後においても風化による影響に変化はない。以上より，廃止措置の開始後において，風化によってバリア機能の喪失に至る程の大規模な保護工の損壊が発生することはなく，バリア機能への影響はない。</td></tr>
</table>

バリア材料の物性への直接的な影響がある事象を緑，間接的な影響又は影響が小さく無視できる事象を青，影響がない事象を白で識別する。

5　参考文献

（１）総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会（平成15年）：廃棄物安全小委員会報告書－高レベル放射性廃棄物処分の安全規制に係る基盤確保に向けて－

（２）Nuclear Energy Agency (2019) :International Features,Events and Processes（ＩＦＥＰ）List for the Deep Geological Disposal of Radioactive Waste

（３）International Atomic Energy Agency (2004) :Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities:Results of a coordinated research project

（４）Nuclear Energy Agency (2000) :Features,Events and Processes（ＦＥＰｓ）for Geologic Disposal of Radioactive Waste: An International Database

（５）International Atomic Energy Agency (2011) :IAEA Safety Standards for protecting people and the environment: Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste: Specific Safety Guide No.SSG-14

（６）電気事業連合会 核燃料サイクル開発機構（2005）：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－根拠資料集分冊３ ＦＥＰ

以上

影響評価によって影響なしと判断した根拠

目　次

1　金属腐食の影響 1

１．１　金属腐食による膨張変形 1

１．２　金属腐食によるガス発生 10

１．３　金属腐食による廃棄物と浸透水の反応 10

2　ベントナイト混合土の膨潤の影響 10

3　ベントナイト混合土の浸透水の反応の影響 14

4　コロイド生成の影響 15

5　有機物の影響 15

6　微生物の影響 16

7　参考文献 17

1　金属腐食の影響

1．1　金属腐食による膨張変形

廃棄物には，容器である鉄箱を含め金属が含まれており，金属周辺の環境条件に依存した電気化学反応によって金属が腐食し，腐食生成物が生成されることで，体積膨張が生じることが想定される（以下「金属の腐食膨張」という。）。金属の腐食膨張は，力学的影響としてベントナイト混合土を変形させることで低透水性に影響を与える可能性がある。このため，金属腐食による化学的反応の量的関係から，金属の腐食膨張量について評価する。

（１）評価条件

金属の腐食膨張量の評価では，埋設される金属量が多く，金属の腐食膨張量も多くなると考えられる埋設トレンチを対象とする。

金属は周辺の環境（水や酸素）との相互作用（電気化学的腐食）を生じる。埋設トレンチ内における金属の電気化学的腐食に関連する環境条件としては，水分量（飽和度），雨水等の埋設トレンチ内に浸透する水の水質（酸化還元電位（Oxidation－Reduction Potential。以下「ＯＲＰ」という。），ｐＨ及び水温），酸素（浸透水中に含まれる溶存酸素）である。これらの埋設トレンチ内の環境条件として，以下の状態を想定する。

（飽和度について）

埋設トレンチ内は地下水面の上に位置し，上部を低透水性土層，側部を側部低透水性覆土のベントナイト混合土に囲われた環境にあり，雨水等の浸透水量は最も厳しい状態においても，0.003 m^3／（m^2・y）以下に抑制される。このため，周辺から浸透する雨水等によって，埋設トレンチ内が飽和することは想定されないことから，極めて低い飽和度になると考えられる。したがって，電気化学的腐食による反応は著しく抑制される環境下が想定される。飽和度の設定については，廃止措置の開始後の評価に用いる

「廃棄物埋設地内の飽和度」と同じ17%と設定する。

(浸透水の温度について)

埋設トレンチ内へ浸透する水は雨水等であることから,浸透水の温度は,気温の年平均程度と想定し，14℃と設定する。

(溶存酸素について)

大気中の酸素を含んだ雨水等が埋設トレンチ内に浸透し，金属と接触すると考えると，雨水の溶存酸素濃度は10.31 ppm（大気圧環境下で塩濃度0,水温14℃の飽和溶存酸素濃度：ＪＩＳ K 0102_2016）が想定される。

埋設完了後の初期には，埋設トレンチ内に存在する酸素量が腐食に用いられる酸素消費型の好気性条件の腐食環境が想定される。また，埋設トレンチ内は地下水面の上に位置し，不飽和状態が維持されるため，供給される酸素量は側部低透水性覆土及び低透水性土層のベントナイト混合土層を通過して浸透する雨水等の浸透水量に依存すると考える。

(ＯＲＰについて)

埋設トレンチ周辺の現地地下水の成分分析結果は飽和カロメル電極に対して153 mV であり，埋設トレンチ内も初期は同様と想定する。埋設完了後の初期には埋設トレンチ内に存在する酸素が腐食に用いられる酸素消費型の好気性条件の腐食環境が想定される。

(ｐＨについて)

埋設トレンチ内のｐＨは,現地地下水の成分分析結果から8程度であり,埋設トレンチ内も初期は同様と想定する。

以上のことから，埋設トレンチ内の環境条件の設定の考え方を踏まえ，評価条件を設定する。埋設トレンチ内の環境条件の設定の考え方と設定を第1表に示す。

第１表　埋設トレンチ内の環境条件の設定の考え方と設定

条件	設定	設定の考え方
飽和度	17%	廃止措置の開始後の評価に用いる「廃棄物埋設地内の飽和度」と同じ設定とした。
浸透水の温度	14℃	現在の気温と同等であると想定した。
溶存酸素	10.31 ppm	気温と同等の水温14℃の飽和溶存酸素濃度から設定。
ＯＲＰ	好気的条件	現地地下水の成分分析結果より，埋設完了後の初期には，ＯＲＰが153 mVの好気的条件を想定する。
ｐＨ	8程度	現地地下水の成分分析結果より，埋設完了初期には，8程度を想定する。

（２）金属類の設定

金属類の廃棄物は，炭素鋼が大部分を占める。また収納に用いる鉄箱には炭素鋼が用いられる。したがって，代表とする金属は鉄を設定する。なお，金属類の廃棄物には，炭素鋼以外にはステンレス鋼及びアルミニウムが計画されている。ステンレス鋼は炭素鋼と同様に鉄に分類でき，アルミニウムは金属類の廃棄物全体で約6,100トンのうち約4トンと少ないため，影響は無視できる。

（３）腐食生成物の設定

腐食生成物は埋設トレンチ内の環境条件から，生成が予想される形態が決まる。腐食生成物の設定では，「（１）評価条件」における環境下に対し，生成される腐食生成物を定量的に同定した知見がないことから，環境条件及び文献[(1)(2)]を参考に，金属腐食に伴う膨張に大きく寄与すると考えら

れる腐食生成物Ｆｅ（ＯＨ）$_2$（水酸化鉄（Ⅱ））を設定した。

（４）腐食膨張率の設定

腐食膨張率は，腐食生成物Ｆｅ（ＯＨ）$_2$（水酸化鉄（Ⅱ））を用いて設定する。腐食生成物の腐食膨張率の算定金属の腐食に伴う腐食生成物は，腐食に伴い酸素を取り込み形成される。そのため，拘束などがない環境において生成する腐食生成物は，かさ密度※1と呼ばれるもので評価されることが実態である。一方で，埋設トレンチ内においては，廃棄物は周囲が覆土により拘束された状態である。いずれの場合においても，かさ密度を考慮した定量的な腐食生成物の膨張率に関する知見がない。そのため，無機結晶構造データベース（化学情報協会）[(2)]に示される理論密度を用いて，Ｆｅの 1 mol 当たりの質量に相当する体積（L_{Fe}）が腐食し，Ｆｅ（ＯＨ）$_2$となった場合の体積（$L_{Fe(OH)_2}$）の比より，理論的な体積膨張率（β）を求めた。

体積膨張率（β）＝モル体積（$L_{Fe(OH)_2}$）　／ モル体積（L_{Fe}）

体積膨張率の算定に用いた設定値を第 2 表に示す。Ｆｅ（ＯＨ）$_2$の体積膨張率は 3.48 となったため，腐食膨張率の設定は，保守的に 4 倍と設定する。

※1：かさ密度とは，「質量」から「かさ容積」を除した密度を指す。また，かさ容積は，開気孔（外部に通じている気孔），閉気孔（固体内に閉じ込められている気孔）両方の体積を含んだ容積である[(3)]。

第２表　Ｆｅ及びＦｅ（ＯＨ）$_2$の設定値

原子・化合物	モル質量 (g／mol)	理論密度 (g／cm^3)	モル体積Ｌ (cm^3／mol)
Ｆｅ	55.845	7.87	7.096
Ｆｅ（ＯＨ）$_2$	89.860	3.64	24.687

（５）金属の腐食膨張量評価のパラメータ設定

金属の腐食膨張量は，「（１）評価条件」における埋設環境条件を踏まえて腐食が起こる原因となる金属のみが埋設される状態を想定した埋設トレンチとした。また，埋設トレンチ内に定置される鉄箱は，トレンチ１区画内に 10 cm 間隔で埋設されるため，隣り合う鉄箱の膨張量は，相互に影響するものと考え，トレンチ１区画（金属廃棄物：5 個×10 個×3 段）で評価した。なお，トレンチ区画の間は短いところでも 1.3 m の間隔があり，相互に影響することはないと考える。

また，埋設トレンチは，上部及び側部をベントナイト混合土で覆われており，浸透水量を低減する構造としている。このため，金属腐食の反応に必要な，酸素と水がほとんど存在しない環境になると考えられる。したがって，埋設トレンチ内の金属腐食の反応は，好気的条件として埋設完了後の初期においては埋設トレンチ内に存在する酸素と反応し，埋設トレンチ内の酸素が消費された後は，雨水等の浸透水中に溶存する酸素と反応するものと考える。金属の腐食膨張量の評価に必要なパラメータを第３表に示す。

第３表　腐食膨張量の評価に用いた設定値

項目	設定値　（単位）	設定の考え方
埋設トレンチ１区画寸法（東西方向）	16　（m）	線量評価パラメータ※「廃棄物埋設地平面積」の算出に用いている設計寸法 15.1　m を保守的に切上げて設定した。
埋設トレンチ１区画寸法（南北方向）	9　（m）	線量評価パラメータ※「廃棄物埋設地平面積」の算出に用いている設計寸法 8.5 m を保守的に切上げて設定した。
埋設トレンチの高さ	5　（m）	設計寸法 4.41 m を保守的に切上げて設定した。
埋設トレンチ内の容積	720　（m^3）	上記の埋設トレンチの区画寸法から算定し，設定した。
充填砂／中間覆土の体積割合	0.83　（－）	線量評価パラメータ※「西側トレンチ及び東側トレンチ内の充填砂／中間覆土の体積割合」で金属廃棄物のみが埋設される状態を想定した西側トレンチの値で設定した。
金属の密度	7,800　（kg／m^3）	線量評価パラメータ※の算定に用いている「金属廃棄物の密度」と同じ値で設定した。
鉄箱の寸法（縦横）	1.4　（m）	金属廃棄物を収納する鉄箱外形の想定で設定した。
鉄箱の寸法（高さ）	0.9　（m）	金属廃棄物を収納する鉄箱外形の想定で設定した。
間隙率	0.5　（－）	線量評価パラメータ※「廃棄物埋設地内の充填砂／中間覆土の間隙率」と同じ値で設定した。
飽和度	0.17　（－）	線量評価パラメータ※「廃棄物埋設地内の飽和度」と同じ値で設定した。
溶存酸素濃度	10.31　（ppm）	気温と同等の水温 14℃の飽和溶存酸素濃度から設定。
区画内の鉄箱の定置数	150　（個）	設計における定置計画（5 個×10 個×3 段）から設定。
水の密度	1,000　（kg／m^3）	ＪＩＳ　Ａ　1225_2020 の蒸留水の密度（14℃の値）を有効数字二桁に切り上げて設定した。
空気中の酸素密度	0.3　（kg／m^3）	空気中の酸素濃度を 21%，酸素分子量を 32，モル体積を 0.0224 m^3／mol で算定。
浸透水量	0.003　（m／y）	線量評価パラメータ※「年間浸透水量」における最も厳しい設定と同じ値で設定した。
腐食反応の鉄・酸素の原子量比	3.49　（－）	Ｆｅの原子量を 55.845，Ｏの原子量を 16 とし，腐食反応は以下の式を想定して，1:1 と想定し，算出した。 $Fe + 1/2\ O_2 + H_2O \rightarrow Fe(OH)_2$

※「補足説明資料５　第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第十三条（ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地）第１項第三号及び第四号への適合性について　線量評価パラメータ」

（６）金属の腐食膨張量評価

埋設トレンチ内の金属廃棄物が収納された鉄箱は，相互に連結されたものではなく，一定の間隔をもって定置されるため，鉛直及び水平方向に平均的に膨張することを想定して評価した。

鉛直・水平方向への変形による膨張量は，埋設トレンチ１区画内の鉄箱の体積膨張比を算出し，これを１方向当たりの膨張比に三乗根を用いて変換することにより，鉄箱の外形に着目した鉛直及び水平方向でそれぞれ評価した。

（鉛直方向）

金属の腐食による埋設トレンチ内の金属全体の膨張量（鉛直方向）（m）

＝（（埋設トレンチ内の鉄箱全体の寸法（3段分）（m）×1方向当たりの鉄箱の膨張比（－）※1）－埋設トレンチ内の鉄箱全体の寸法（3段分）（m））×２

（水平方向）

金属の腐食による埋設トレンチ内の金属全体の膨張量（水平方向）（m）

＝（（埋設トレンチ内の鉄箱全体の寸法（10個分）（m）×1方向当たりの鉄箱の膨張比（－）※1）－埋設トレンチ内の鉄箱全体の寸法（10個分）（m））×２

※1：1方向当たりの鉄箱の膨張比（－）＝（埋設トレンチ１区画内の金属の体積膨張比（－）※2）の三乗根

※2：埋設トレンチ１区画内の金属の体積膨張比（－）

＝（埋設トレンチ１区画内の鉄箱の体積（健全時）（m^3）＋埋設トレンチ１区画内の金属の体積膨張量（金属腐食）（m^3）※3）÷埋設トレンチ１区画内の鉄箱の体積（健全時）（m^3）

なお，※3 埋設トレンチ１区画内の金属の体積膨張量（金属腐食）（m^3）は,「埋設完了後の埋設トレンチ内に存在する酸素による腐食」と「浸透水の溶存酸素による腐食」でそれぞれ以下のとおり算出した。

（ⅰ）埋設完了後の埋設トレンチ内に存在する酸素による腐食

埋設トレンチ１区画の体積膨張量（金属腐食の膨張のみ）（m^3）

＝腐食体積（m^3）※4×（金属の腐食膨張率－１）

※4：腐食体積（m^3）

＝埋設トレンチ内の酸素量（kg）※5×腐食反応の鉄・酸素の原子量比÷金属の密度（kg／m^3）

※5：埋設トレンチ内の酸素量（kg）

＝埋設トレンチ内の水分中の酸素量（kg）※6＋埋設トレンチ内の空気中の酸素量（kg）※7

※6：埋設トレンチ内の水分中の酸素量（kg）

＝埋設トレンチ内の水分量（m^3）※8×溶存酸素濃度（kg／m^3）

※7：埋設トレンチ内の空気中の酸素量（kg）

＝埋設トレンチ内の空気量（m^3）※9×空気中の酸素密度（kg／m^3）

※8：埋設トレンチ内の水分量（kg）

＝埋設トレンチ内の容積（m^3）×間隙率×飽和度×水の密度（kg／m^3）

※9：埋設トレンチ内の空気量（m^3）

＝埋設トレンチ内の容積（m^3）×間隙率×（１－飽和度）

（ⅱ）浸透水の溶存酸素による腐食

埋設トレンチ内への年間浸透水量に含まれる酸素量を推定し，金属の腐食量に換算して，年間での腐食膨張量を評価した。算出過程を以下に

示す。

埋設トレンチ１区画の体積膨張量（金属腐食の膨張のみ）（m^3）

＝腐食体積（m^3）※10×（金属の腐食膨張率－１）

※10：腐食体積（m^3）

＝埋設トレンチ内への浸透水中の酸素量(kg／y)※11×腐食反応の鉄・酸素の原子量比÷金属の密度（kg／m^3）

※11：浸透水中の酸素量（kg／y）

＝埋設トレンチ内への浸透水量（m^3／（m^2・y））×埋設トレンチ１区画の水平面積（m^2）×溶存酸素濃度（kg／m^3）

上記の算出過程に従い，埋設トレンチ１区画での腐食膨張量を算出した結果は，第４表のとおりとなった。埋設完了後の埋設トレンチ内に存在する酸素による腐食膨張量は，鉛直方向で約 0.7 mm であり，水平方向で約４ mm であることからベントナイト混合土に作用する変形量は軽微であり，ベントナイト混合土の低透水性に影響はないと考える。

したがって，「M1 廃棄物層（金属廃棄物及び鉄箱）の金属腐食による膨張変形及びガス発生」のうち膨張変形は影響事象として考慮しない。

第４表　鉛直・水平方向への変形による腐食膨張量

酸素の要因	方向	腐食膨張量　（単位）
埋設完了後の埋設トレンチ内に存在する酸素による腐食	鉛直	0.69　（mm）
	水平	3.6　（mm）
浸透水の溶存酸素による腐食	鉛直	$4.1\ \times10^{-5}$　（mm／y）
	水平	$2.2\ \times10^{-4}$　（mm／y）

１．２　金属腐食によるガス発生

埋設トレンチ内の環境条件では，酸素消費型の好気性条件の腐食環境と考えられるため，炭素鋼の腐食に伴う水素ガスの発生は考えられない。

また，埋設トレンチ内は，上部及び側部をベントナイト混合土に覆われ，地下水面より上に位置するため，内部は不飽和状態が維持される。このため，発生したガスは下部の通気層から抜けるものと考えられるため，ガス圧が上昇を続ける可能性は低い。

したがって，「M1 廃棄物層（金属廃棄物及び鉄箱）の金属腐食による膨張変形及びガス発生」のうちガス発生は影響事象として考慮しない。

１．３　金属腐食による廃棄物と浸透水の反応

埋設トレンチ内の酸化還元環境は，金属腐食によって還元的となることが想定され，収着性に影響を与える可能性があるが，還元雰囲気下の分配係数は，酸化雰囲気下と比較して大きな値となる傾向があることから(4)，還元雰囲気下における核種の分配係数に影響を与えるような金属腐食の収着影響はないと考える。

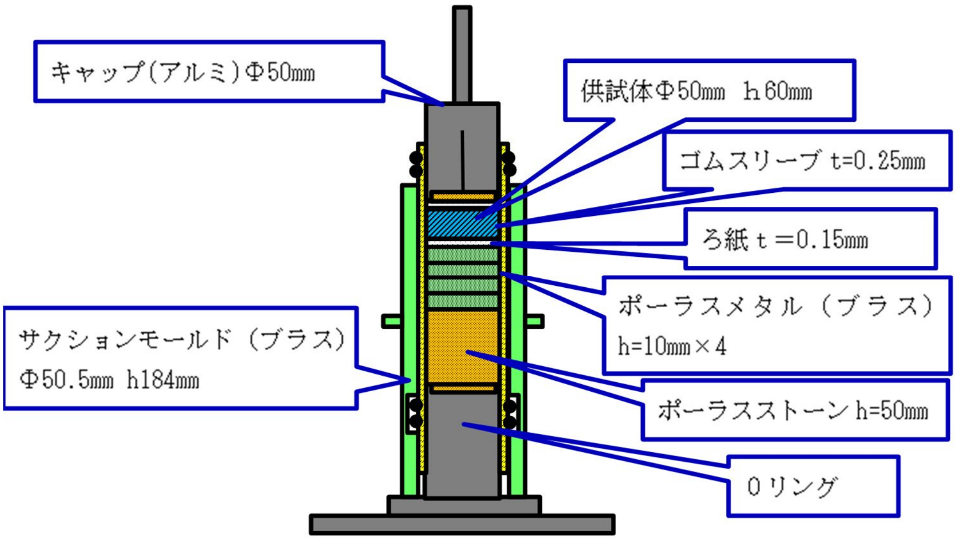
したがって，「C2 廃棄物層の金属腐食（廃棄物と浸透水の反応）」は影響事象として考慮しない。

２　ベントナイト混合土の膨潤の影響

雨水等によってベントナイト混合土の表面に水が浸透する。その際，表面のベントナイト混合土が吸水膨潤しようとするが，力学的には最終覆土による上載荷重が混合土の膨潤圧を上回る場合は，ベントナイト混合土は吸水膨潤による影響は生じない。

浸透した雨水等によるベントナイト混合土の吸水膨潤が，ベントナイト混

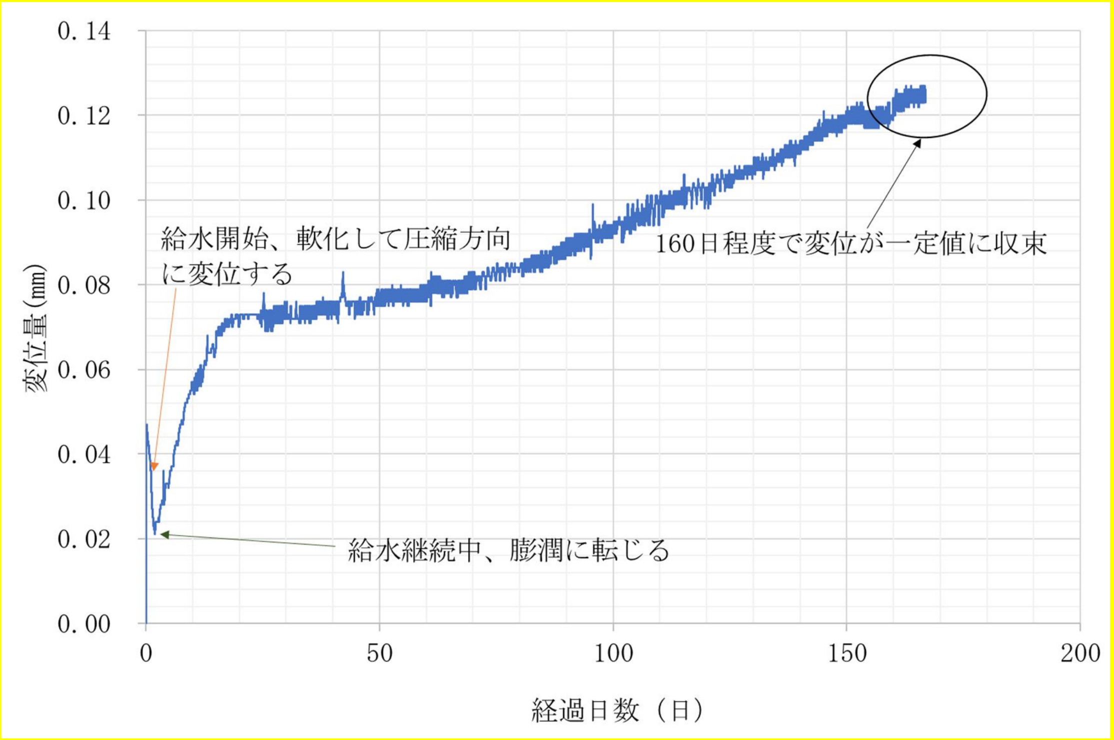
合土の透水性に与える影響を評価するため,三軸圧縮試験装置(第１図参照)を利用して，側圧を維持したまま，軸圧を低くし変形挙動の確認及び変形後の透水試験を実施した。



第１図　三軸圧縮試験装置の構成

試験体（直径 50 mm，高さ 60 mm）には，ベントナイト混合土１種類（配合：乾燥質量比でクニゲルＵ（15％）＋久慈川砂（85％））を対象とし，最終覆土の施工計画における土被り圧に相当する 20 kPa の条件で実施した。

透水試験の結果,見かけの透水係数(供試体が完全に飽和していないため)が収束した時点の変位量は 0.126 mm となり，ほとんど変位は発生しない結果となった（第２図参照）。



第2図　変位量の経時変化

これは初期高さ 60 mm に対して 0.21%の膨潤率となり，乾燥密度ρ_dの低下量に換算すると 0.2%であり，有効モンモリロナイト乾燥密度ρ_{em}では 0.5%の低下に相当する。吸水膨潤後の透水係数の推定は 1.04×10^{-10}（m／s）となり，初期の透水係数 1.0×10^{-10}（m／s）と比較して，同様に 10^{-10}（m／s）オーダーであり，透水係数への影響は小さいものであった（第3図参照）。

なお，有効モンモリロナイト乾燥密度ρ_{em}は，以下に示す乾燥密度ρ_dと有効粘土乾燥密度ρ_bの関係式（A）及び有効粘土乾燥密度ρ_bと有効モンモリロナイト乾燥密度ρ_{em}の関係式（B）から求めた。

$$\rho_b = \frac{\rho_d(100 - R_s)}{100 - \frac{R_s \cdot \rho_d}{\rho_s}} \qquad \cdot\cdot\cdot(A)$$

ρ_b：有効粘土乾燥密度（Mg／m^3）

ρ_d：乾燥密度（Mg／m^3）

R_s：骨材混合率［%］（R_s＝85 %）

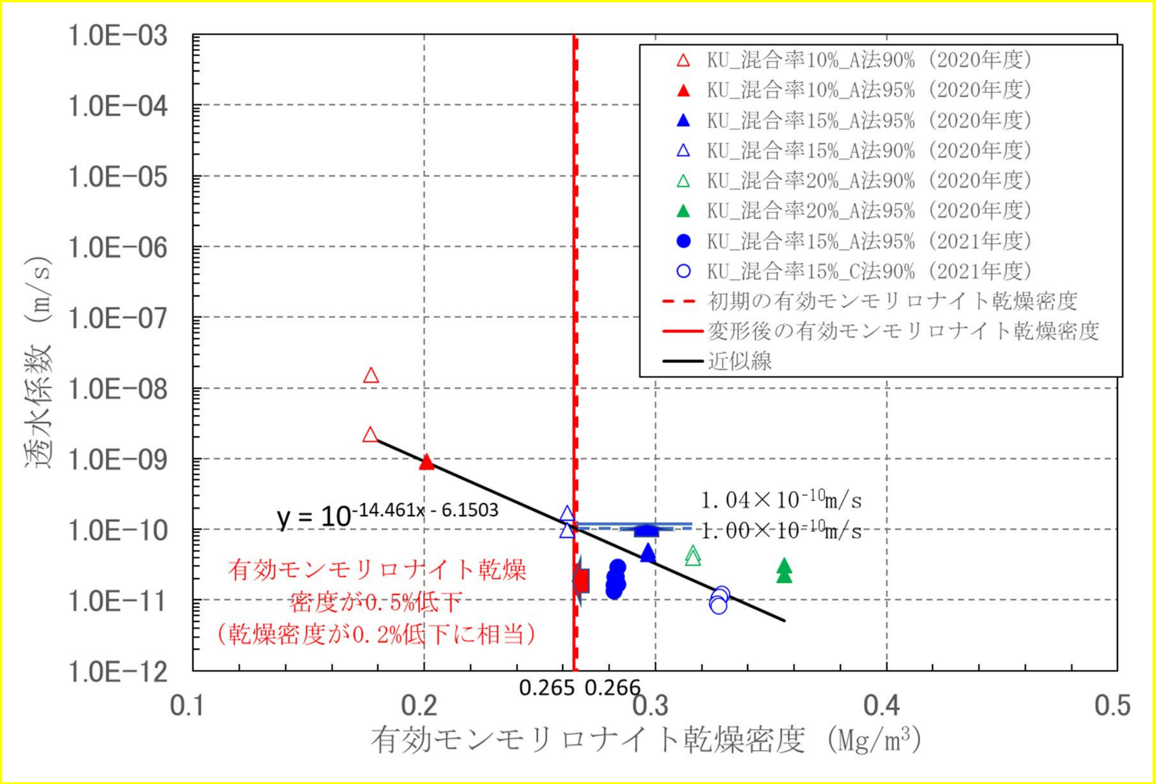
ρ_s：骨材の土粒子密度（Mg／m³）　（ρ_s ＝ 2.672 Mg/m³）

$$\rho_{em} = \frac{C_m \cdot \rho_b}{100 - (100 - C_m)\dfrac{\rho_b}{\rho_{nm}}} \quad \cdots \text{(B)}$$

ρ_{em}：有効モンモリロナイト乾燥密度（Mg／m³）

C_m：モンモリロナイト含有率（%）　（C_m =44 %）

ρ_{nm}：随伴鉱物の土粒子密度（Mg／m³）　（ρ_{nm} ＝2.81 Mg／m³）



第３図　膨潤後の透水係数の推定

したがって，吸水膨潤は初期の透水係数に影響するものではないため，「M2 ベントナイト混合土の膨潤」は影響事象として考慮しない。

3　ベントナイト混合土の浸透水の反応の影響

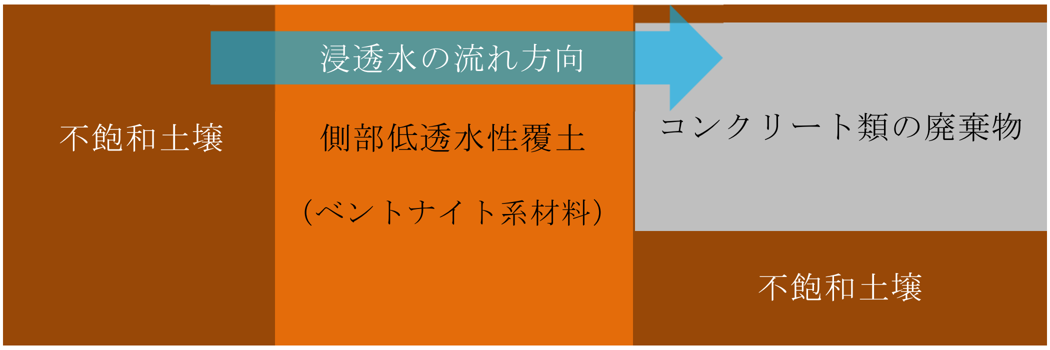
側部低透水性覆土の透水性は，ベントナイト系材料に含まれる膨潤性鉱物であるモンモリロナイトが寄与することが知られている[5]。埋設トレンチ中には，セメント系材料が用いられた生体遮へい体であるコンクリート類の廃棄物が，側部低透水性覆土に隣接して埋設される。コンクリート類の廃棄物と接触した浸透水は，溶脱するカルシウム成分によって，高アルカリ性となる。高アルカリ性の間隙水は，ベントナイト系材料中のモンモリロナイトを溶解又は変質させ，側部低透水性覆土の低透水性の機能が次第に低下することが懸念される。

廃棄物埋設地に降った雨水等は土壌中を浸透し，側部低透水性覆土の外側から埋設トレンチ内側に向かって浸透する。したがって，水理的には側部低透水性覆土からコンクリート類の廃棄物への流れとなる。また，年間の浸透水量は 0.003 m^3／（m^2・y）と非常に小さく，コンクリート廃棄物からの溶出水量も小さい。

コンクリート類の廃棄物の周囲は不飽和土壌であり，コンクリート類の廃棄物から溶脱するカルシウム成分が側部低透水性覆土側へ移行するには，浸透水の流れと逆らった拡散移行になる（第 4 図参照）。このため，コンクリート類の廃棄物からのカルシウム成分の溶脱に伴うベントナイト系材料中のモンモリロナイトの溶解又は変質の影響は小さく，側部低透水性覆土の化学的変質の影響は小さいと考える。

また，低透水性土層はコンクリート類の廃棄物に隣接せず，間には中間覆土があるため，影響はない。

したがって，「C3　モンモリロナイト溶出（ベントナイト混合土と浸透水の反応）」は影響事象として考慮しない。



第 4 図　側部低透水性覆土周囲の概念図

4　コロイド生成の影響

金属類の廃棄物や鉄箱，コンクリートブロックに含まれる鉄筋を起源として，金属腐食に伴って鉄酸化物及び鉄水酸化物コロイドが生成することによって，放射性物質の移動挙動が変化することで，収着性に影響を与える可能性がある。また，側部低透水性覆土及び低透水性土層に用いるベントナイト系材料中のモンモリロナイト成分等を起源として，雨水等の浸透水との反応によってコロイドを生成することで，収着性に影響を与える可能性がある。

収着性に関連する地下水移行において被ばく線量寄与の大きい放射性物質のうちH－3，Ｃｌ－36 は，収着性を期待できないため，収着分配係数を 0 としている。また，Ｃ－14 は保守的に収着分配係数を 0 と設定することで，収着性を期待していない。

したがって，「Ｃ4 バリア材料中でのコロイド生成」は影響事象として考慮しない。

5　有機物の影響

廃棄物に含まれる有機物は，主にプラスチックシートに用いるポリエチレン等であり，固相として存在する有機物が放射性物質を収着する媒体として

核種移行を遅延する可能性がある。一方で，有機物及びその分解生成物が浸透水中に存在する場合には，放射性物質と錯体を形成し，放射性物質の収着の低減により移動を促進することで，収着性に影響することが考えられる(6)。

収着性に関連する地下水移行において被ばく線量寄与の大きい放射性物質のうち，H－3及びCｌ－36は，収着性を期待できないため，収着分配係数を0としている。また，C－14は保守的に収着分配係数を0と設定することで，収着性を期待していない。

有機物の影響が大きいものとして挙げられるものは，主に遷移元素及びα核種であるが，これらの放射性物質は被ばく線量寄与が非常に小さく，有機物の影響も小さい。

したがって，「C5 バリア材料中の有機物（錯体形成含む）」は影響事象として考慮しない。

6 微生物の影響

廃棄物埋設地近傍に存在する微生物の活動によって，廃棄物埋設地内及び周辺地盤において，有機物が無機化し，収着性が低下することが考えられる。

無機化によって影響を受けるC－14の収着性については，保守的に収着分配係数を0と設定しており，微生物の影響を考慮しても収着性は変わらない。

したがって，「C6 バリア材料中の微生物」は影響事象として考慮しない。

7　参考文献

（１）三沢 俊平（1985）：鉄鋼の湿食形態と腐食生成物，日本金属学会会報

（２）藤原 和俊（2018）：浅地中ピット処分環境における金属腐食による体積膨張挙動の調査，電力中央研究所報告，Q18001

（３）一般社団法人 日本溶射学会（2017）：溶射工学便覧，第 10 章 皮膜の性質と試験方法

（４）Erich Wieland, Luc R. Van Loon(2003):Cementitious Near-Field Sorption Data Base for Performance Assessment of an ILW Repository in Opalinus Clay, PSI Bericht Nr. 03-06

（５）伊藤弘之，三原守弘（2005）：ベントナイト系材料の飽和透水係数の変遷評価式，ＪＮＣ TN8400 2005－029

（６）電気事業連合会 核燃料サイクル開発機構（2005）：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－根拠資料集分冊３ ＦＥＰ

以上

参考資料１

ＩＡＥＡ－ＩＳＡＭ等の

ＦＥＰリスト

ＩＡＥＡ－ＩＳＡＭ等のＦＥＰリスト（１／２）

特性	東海Ｌ３ＦＥＰリスト			ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2019）			廃棄物安全小委員会報告書のＦＥＰリスト		ＩＡＥＡ－ＩＳＡＭのＦＥＰリスト
	廃棄物／人工バリア／天然バリア			廃棄物／人工バリア／天然バリア			人工バリア／天然バリア		廃棄物／人工バリア
	（浅地中処分）			（地層処分）			（地層処分）		（浅地中処分）
	廃棄物層（充填砂及び中間覆土を含む）	側部低透水性覆土及び側部低透水性土層	周辺地盤（ｄｕ層及び帯水層）	廃棄物因子	埋設施設因子	地圏因子	緩衝材／埋め戻し材	母岩（掘削影響領域、断層帯含む）	
温度	WT01 熱特性	BT01 熱特性	ST01 熱特性	2.3.1.1 放射線による熱生成及び移動	3.2.1 熱的プロセス（埋設施設）	4.1.5 地熱の特徴・特性	B1.1 熱特性	H1.1 熱特性	2.1.11 熱的プロセスと状態
	WT02 温度	BT02 温度	ST02 温度	2.3.1.2 化学的熱生成及び移動		4.2.1 熱的プロセス（地圏）	B1.2 温度	H1.2 温度	
	WT03 熱生成及び熱移動			2.3.1.3 生物学的熱生成及び移動					
水理	WH01 水理特性	BH01 水理特性	SH01 水理特性	2.3.2.1 飽和／不飽和	3.2.2.1 飽和／不飽和（埋設施設）	4.1.6 水理の特徴・特性	B2.1 水理特性	H2.1 水理特性	2.1.05 人工バリアシステムの特性と変質過程
	WH02 飽和・不飽和	BH02 飽和・不飽和	SH02 飽和・不飽和	2.3.2.2 熱影響（廃棄物）	3.2.2.2 パイピング／流体浸食	4.2.2 水理的プロセス（地圏）	B2.2 地下水流動	H2.2 地下水流動	2.1.08 水理学／水文地質学的プロセスと状態
	WH03 熱的，力学的，ガスによる水理影響			2.3.2.3 力学的影響（廃棄物）			B2.3 飽和	H2.3 飽和	2.1.12 ガス発生源と影響
		BH04 地下水流動	SH04 地下水流動	2.3.2.4 化学的影響（廃棄物）					
		BH05 パイピング・流体浸食		2.3.2.5 ガス影響（廃棄物）					
力学	WM01 力学特性	BM01 力学特性	SM01 力学特性	2.3.3.1 変形	3.2.3.1 物質体積変化（埋設施設）	4.1.7 力学の特徴・特性	B3.1 力学特性	H3.1 力学特性	2.1.02 廃棄物の材料，特性，変質過程
	WM02 体積変化	BM02 体積変化	SM02 体積変化	2.3.3.2 物質体積変化（廃棄物）	3.2.3.2 クリープ	4.2.3 力学的プロセス（地圏）	B3.2 応力	H3.2 応力	2.1.03 容器の材料，特性，変質過程
	WM03 応力	BM03 応力	SM03 応力	2.3.3.3 移動	3.2.3.4 ガスによる膨張（埋設施設）		B3.3 膨潤	H3.4 クリープ	2.1.04 緩衝材／埋め戻し材の材料，特性，変質過程
	WM04 変形，移動・流出	BM04 変形（クリープ），移動・流出	SM04 変形（クリープ），移動・流出	2.3.3.4 応力腐食割れ	3.2.3.5 ガス爆発（埋設施設）		B3.4 変形		2.1.05 人工バリアシステムの特性と変質過程
	WM05 ガスによる膨張・爆発	BM05 ベントナイト膨潤		2.3.3.5 ガス爆発（廃棄物）			B3.5 流出		2.1.06 他の人工バリアの材料，特性，変質過程
	WM06 応力腐食割れ								2.1.07 力学的プロセスと状態
									2.1.12 ガス発生源と影響
化学	WC01 化学特性	BC01 化学特性	SC01 化学特性	2.3.4.1 ｐＨ状態の進展（廃棄物）	3.2.4.1 ｐＨ状態の進展（埋設施設）	4.1.8 地球化学の特徴・特性	B4.1 化学特性	H4.1 化学特性	2.1.02 廃棄物の材料，特性，変質過程
	WC02 地下水化学・地下水（浸透水）との反応	BC02 地下水化学・地下水（浸透水）との反応	SC02 地下水化学・地下水（浸透水）との反応	2.3.4.2 酸化還元状態の進展（廃棄物）	3.2.4.2 酸化還元状態の進展（埋設施設）	4.1.9 生物学の特徴・特性	B4.2 地下水化学	H4.2 地下水化学	2.1.03 容器の材料，特性，変質過程
	WC03 化学的変質・移動	BC03 化学的変質・移動	SC03 化学的変質・移動	2.3.4.3 化学種の移行（廃棄物）	3.2.4.3 化学種の移行（埋設施設）	4.2.4 化学的プロセス（地圏）	B4.3 地下水との反応	H4.3 地下水との反応	2.1.04 緩衝材／埋め戻し材の材料，特性，変質過程
	WC04 ｐＨの変化	BC04 ｐＨの変化	SC04 ｐＨの変化	2.3.4.4 腐食（廃棄物）	3.2.4.5 変質（埋設施設）	4.2.5 生物学的プロセス（地圏）	B4.4 化学的変質	H4.4 化学的変質	2.1.05 人工バリアシステムの特性と変質過程
	WC05 酸化還元環境の変化	BC05 酸化還元環境の変化	SC05 酸化還元環境の変化	2.3.4.5 変質（廃棄物）	3.2.4.7 錯体形成（埋設施設）		B4.5 微生物影響	H4.5 微生物影響	2.1.06 他の人工バリアの材料，特性，変質過程
	WC06 腐食			2.3.4.7 錯体形成（廃棄物）	3.2.4.8 コロイド生成（埋設施設）		B4.6 有機物影響	H4.6 有機物影響	2.1.09 化学／地球化学的プロセスと状態
	WC07 錯体形成	BC07 錯体形成	SC07 錯体形成	2.3.4.8 コロイド形成（廃棄物）	3.2.5.1 微生物の増殖及び減少（埋設施設）		B4.7 コロイドの形成	H4.7 コロイドの形成	2.1.10 生物学／生化学的プロセスと状態
	WC08 コロイド生成	BC08 コロイド生成	SC08 コロイド生成	2.3.5.1 微生物の増殖及び減少（廃棄物）	3.2.5.2 微生物／生物を介したプロセス（埋設施設）		B4.8 ガスの発生／影響	H4.8 ガスの発生／影響	2.1.12 ガス発生源と影響
	WC09 有機物の影響	BC09 有機物の影響	SC09 有機物の影響	2.3.5.2 微生物／生物を介したプロセス（廃棄物）			B4.9 塩の蓄積		
	WC10 微生物の影響	BC10 微生物の影響	SC10 微生物の影響						
	WC11 塩の蓄積								

ＩＡＥＡ－ＩＳＡM等のＦＥＰリスト（２／２）

特性	東海Ｌ３ＦＥＰリスト 廃棄物／人工バリア／天然バリア （浅地中処分）			ＯＥＣＤ／ＮＥＡの国際ＦＥＰリスト（2019） 廃棄物／人工バリア／天然バリア （地層処分）			廃棄物安全小委員会報告書のＦＥＰリスト 人工バリア／天然バリア （地層処分）		ＩＡＥＡ－ＩＳＡMのＦＥＰリスト 廃棄物／人工バリア （浅地中処分）
	廃棄物層 （充填砂及び中間覆土を含む）	側部低透水性覆土及び 側部低透水性土層	周辺地盤 （ｄｕ層及び帯水層）	廃棄物因子	埋設施設因子	地圏因子	緩衝材／埋め戻し材	母岩 （掘削影響領域、断層帯含む）	
放射線	WR01 放射性崩壊及び生成	BR01 放射性崩壊及び生成	SR01 放射性崩壊及び生成	2.3.6.1 放射性崩壊及び生成（廃棄物）	3.2.6.1 放射性崩壊及び生成（埋設施設）	4.2.6 放射線学的プロセス（地圏）	B5.1 核種の放射性崩壊	H5.1 核種の放射性崩壊	2.1.13 放射線影響
	WR02 放射線分解	BR02 放射線分解		2.3.6.2 放射線分解（廃棄物）	3.2.6.2 放射線分解（埋設施設）		B5.2 地下水の放射線分解		
				2.3.6.5 放射線損傷（廃棄物）	3.2.6.4 放射線損傷（埋設施設）				
核種移行	WN01 物質移動特性	BN01 物質移動特性	SN01 物質移動特性	2.4.1.1 溶出（廃棄物形態）	3.3.1.1 溶出（埋設施設）	4.3.1.1 移流（地圏）	B6.1 物質移動特性	H6.1 物質移動特性	2.1.01 インベントリ，核種と他の材料
	WN02 幾何形状・間隙構造	BN02 幾何形状・間隙構造	SN02 幾何形状・間隙構造	2.4.1.2 拡散（廃棄物形態）	3.3.1.2 分散（埋設施設）	4.3.1.2 分散（地圏）	B6.2 幾何形状・間隙構造	H6.2 幾何形状・間隙構造	3.2.01 汚染物質の溶解，沈殿，結晶化
	WN03 核種移行	BN03 核種移行	SN03 核種移行	2.4.1.3 種類及び溶解度（廃棄物形態）	3.3.1.3 拡散（埋設施設）	4.3.1.3 拡散（地圏）	B6.3 核種移行	H6.3 核種移行	3.2.02 汚染物質の化学種，溶解度
	WN04 移流／分散	BN04 移流／分散	SN04 移流／分散	2.4.1.4 収着及び脱着（廃棄物形態）	3.3.1.4 溶解、沈澱、及び結晶化（埋設施設）	4.3.1.4 マトリクス拡散	B6.3.1 移流／分散	H6.3.1 移流／分散	3.2.03 汚染物質の収着・脱着プロセス
	WN05 拡散	BN05 拡散	SN05 拡散	2.4.2 ガスを媒介とした汚染物質の移行	3.3.1.5 種類及び溶解度（埋設施設）	4.3.1.5 溶解，沈殿及び結晶化（地圏）	B6.3.2 拡散	H6.3.2 拡散	3.2.04 コロイドと汚染物質の相互作用と移行
	WN06 収着	BN06 収着	SN06 収着	2.4.3 固体を媒介とした汚染物質の移行	3.3.1.6 収着及び脱着（埋設施設）	4.3.1.6 種類及び溶解度（地圏）	B6.3.3 収着	H6.3.3 収着	3.2.05 錯体生成による汚染物質の化学種／移行への影響
	WN07 沈殿溶解	BN07 沈殿溶解		2.5.1.1 移流（廃棄物）	3.3.1.7 コロイド移行（埋設施設）	4.3.1.7 収着及び脱着（地圏）	B6.3.4 沈殿溶解	H6.3.5 コロイド移行	3.2.06 汚染物質の微生物／生物／植物を介したプロセス
	WN08 コロイド移行	BN08 コロイド移行	SN08 コロイド移行	2.5.1.2 分散（廃棄物）	3.3.2 ガスを媒介とした汚染物質の移行（埋設施設）	4.3.1.8 コロイド移行（地圏）	B6.3.5 コロイド移行	H6.3.6 ガスによる移行	3.2.07 水を媒介とした汚染物質の移行
	WN09 ガスによる移行	BN09 ガスによる移行	SN09 ガスによる移行	2.5.1.3 拡散（廃棄物）	3.3.3 固体を媒介とした汚染物質の移行（埋設施設）	4.3.2 ガスを媒介とした汚染物質の移行（地圏）	B6.3.6 ガスによる移行	H6.4 物質移行	3.2.08 固体を媒介とした汚染物質の移行
			SN10 希釈	2.5.1.4 溶解，沈殿及び結晶化（廃棄物）		4.3.3 固体を媒介とした汚染物質の移行（地圏）	B6.4 物質移行	BS1.3.4 帯水層の希釈	3.2.09 ガスを媒介とした汚染物質の移行
				2.5.1.5 種類及び溶解度（廃棄物）					
				2.5.1.6 収着及び脱着（廃棄物）					
				2.5.1.7 コロイド移行（廃棄物）					
				2.5.2 ガスを媒介とした汚染物質の移行（廃棄物）					
その他	WQ01 施工不良	BQ01 施工不良		2.1.2.1 金属	3.1.1 緩衝材／埋め戻し材	4.1.1 構造			
				2.1.2.2 有機物					
				2.1.2.3 非金属・無機物					
				2.2.1 廃棄物容器の特徴・特性					