

参考資料

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類五 -



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 (2019年12月5日公布・施行)	廃棄物埋設事業変更許可申請書 添付書類五 (2021年6月14日)	整合性の確認
<p>・第十条第一号 廃棄物埋設地は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間にあっては廃棄物埋設地の限定された区域からの放射性物質の漏出を防止する機能、埋設の終了から廃止措置の開始までの間にあっては廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能を有するものであること。</p> <p>・第十条第三号 埋設した放射性廃棄物に含有される化学物質その他の化学物質により安全機能が損なわれないものであること。</p> <p>・第十条第四号 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。</p>	<p>(ア) 透水特性 覆土の透水係数は、廃棄物埋設地の近傍に分布する岩盤(鷹架層)の透水係数が$1.1 \times 10^{-7} \text{m/s}$程度であることを踏まえ、岩盤(鷹架層)の透水係数以下を長期的に維持することを目標として設計する。</p> <p>難透水性覆土は、化学的影響の要因である物質の供給源となるセメント系材料と隣接している。難透水性覆土の透水係数は、長期的に性能低下が生じることを想定し、<u>施工時点において、空間的なばらつきを考慮しても全体として期待できる透水係数(以下「巨視的透水係数」という。)として$1.0 \times 10^{-10} \text{m/s}$以下を確保する。</u>また、埋設設備に内包される金属の腐食膨張及び廃棄体に内包される可溶性塩の溶出による陥没に伴い鉛直方向に変形した場合でも低透水性を維持できるよう、<u>難透水性覆土の厚さは、埋設設備の表面から2m以上とする。</u></p>	<p>p.4「(1)主な仕様」に示すとおり、整合している。</p>

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類五 -



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 (2019年12月5日公布・施行)	廃棄物埋設事業変更許可申請書 添付書類五 (2021年6月14日)	整合性の確認
<p>・第十条第一号 廃棄物埋設地は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間にあっては廃棄物埋設地の限定された区域からの放射性物質の漏出を防止する機能、埋設の終了から廃止措置の開始までの間にあっては廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能を有するものであること。</p> <p>・第十条第三号 埋設した放射性廃棄物に含有される化学物質その他の化学物質により安全機能が損なわれないものであること。</p> <p>・第十条第四号 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。</p>	<p>(イ) 遮蔽性能 遮蔽性に配慮した設計として、公衆等の受ける線量を低減するような密度及び厚さを確保するものとし、<u>密度は1,100kg/m³以上とする。</u></p>	<p>p.4「(1)主な仕様」に示すとおり、整合している。</p>

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類五 -



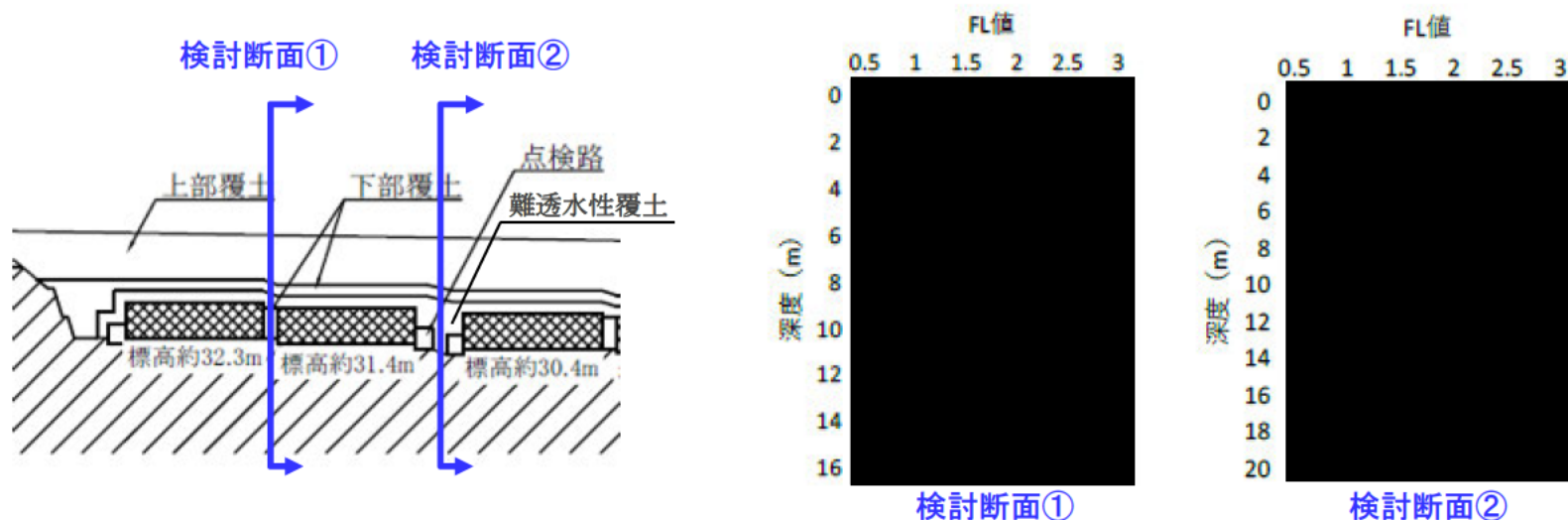
第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 (2019年12月5日公布・施行)	廃棄物埋設事業変更許可申請書 添付書類五 (2021年6月14日)	整合性の確認
<p>・第十条第一号 廃棄物埋設地は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間にあっては廃棄物埋設地の限定された区域からの放射性物質の漏出を防止する機能、埋設の終了から廃止措置の開始までの間にあっては廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する機能を有するものであること。</p> <p>・第十条第三号 埋設した放射性廃棄物に含有される化学物質その他の化学物質により安全機能が損なわれないものであること。</p> <p>・第十条第四号 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。</p>	<p>(ウ) 長期機能維持特性</p> <p>① 化学的安定性 化学的影響により覆土が変質した場合においても、長期的に低透水性を維持でき、<u>化学的安定性の高いと考えられる天然の土質系材料を使用する。</u></p> <p>② 変形追従性 力学的影響又は化学的影響により覆土が変形した場合においても、<u>その変形に追従し、覆土全体として埋設設備からの流出水量の増加を抑制する設計とする。</u></p> <p>③ 液状化抵抗性 力学的影響により覆土が変状することのないように、<u>粒径分布に広がりを持った土質系材料で十分に締固めを行う。</u> なお、実際に使用する材料の粒径分布に基づいて、「<u>道路橋示方書(V耐震設計編)・同解説</u>」に示される液状化判定法による確認を行う。</p>	<p>(ウ)①について、p.4「(1)主な仕様」に示すとおり天然の土質系材料を使用しているため、整合している。 なお、長期評価は添付書類六における整合性の確認を参照</p> <p>(ウ)②について、p.4「(1)主な仕様」に示すとおりベントナイトを混合することにより変形追従性を有した設計としているため整合している。 なお、長期評価は添付書類六における整合性の確認を参照</p> <p>(ウ)③は次頁「(2)液状化抵抗性の確認」に示すとおり、整合している。</p>

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類五 -



(2) 液状化抵抗性の確認

廃棄物埋設事業変更許可申請書 (2021年6月14日) 添付書類五	整合性の確認
<p>液状化抵抗性 力学的影響により覆土が変状することのないように、<u>粒径分布に広がりを持った土質系材料で十分に締固めを行う。</u> なお、実際に使用する材料の粒径分布に基づいて、「道路橋示方書(V耐震設計編)・同解説」に示される液状化判定法による確認を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・現時点の配合は、粒径の異なる複数材料を混合していることから、<u>粒径分布に広がりを持った土質系材料である。また、品質管理において十分な締固めを行う。</u> ・液状化判定法により、どの深度においても液状化抵抗率FL値が1を上回っていることを確認した。(下記参照)



以上のことから、現時点の配合は液状化抵抗性を有しているため、整合している。

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類五 -



(2) 液状化抵抗性の確認 (参考)

検討断面①

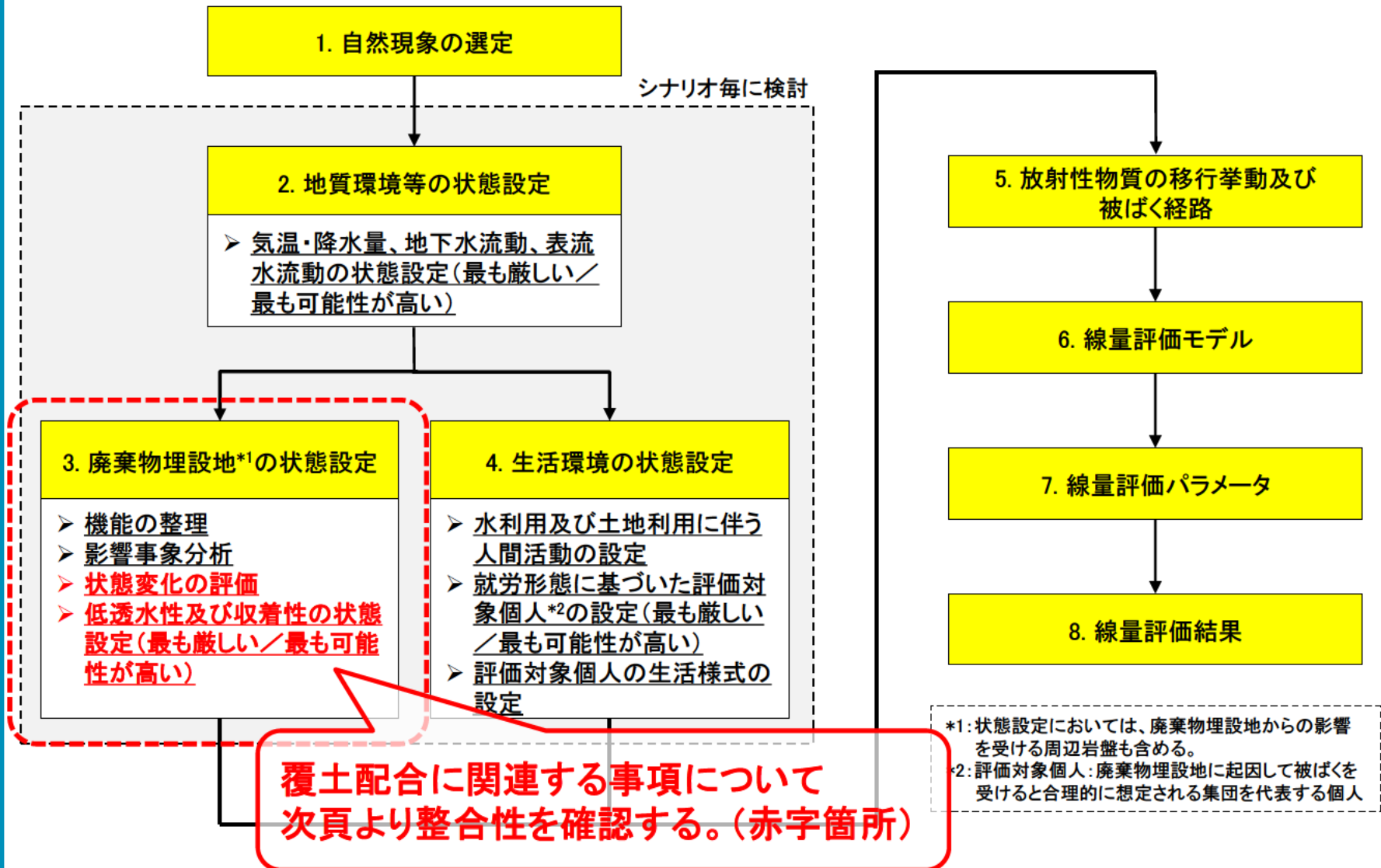
覆土層	深さ※ (m)	L	R	F _L
上部覆土	1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	2			
	3			
	4			
	5			
下部覆土	6			
	7			
難透水性 覆土	8			
	9			
下部覆土	10			
	11			
	12			
	13			
	14			
	15			
	15.3			

検討断面②

覆土層	深さ※ (m)	L	R	F _L
上部覆土	1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	2			
	3			
	4			
	5			
	5.9			
下部覆土	6.9			
	7.9			
	8.9			
	9.9			
	10.4			
難透水性 覆土	11.4			
	12.4			
	13.4			
	14.4			
	15.4			
	16.4			
	17.2			

※ 地下水位GL-2mのため、2m以浅は液状化判定の対象外である。

廃止措置の開始後の評価のフロー



(参考書類1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類六 -



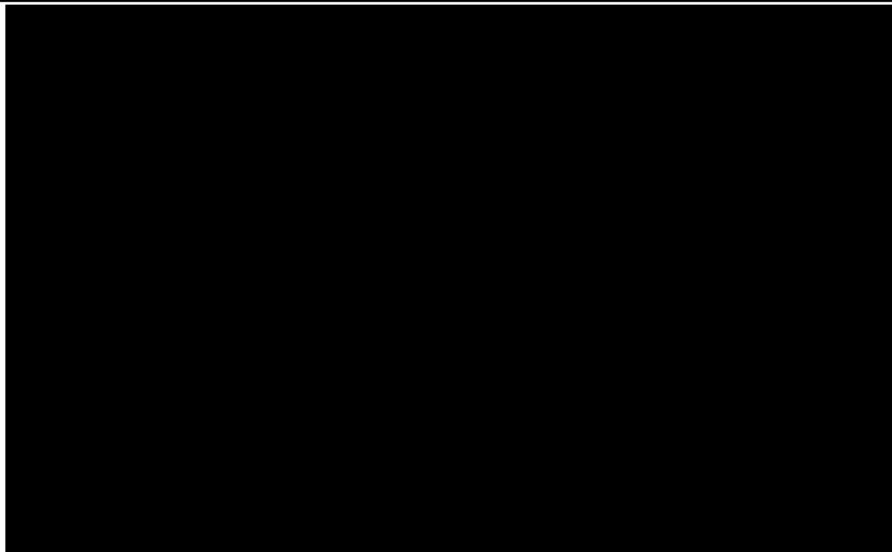
第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 (2019年12月5日公布・施行)	廃棄物埋設事業変更許可申請書 添付書類六 (2021年6月14日) b.廃棄物埋設地の状態設定	整合性の確認
<p>・第十条第四号 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。</p>	<p>(d) 各物理的・化学的性質の長期的な状態変化の評価 (一) 金属腐食による体積膨張及び塩影響 長期状態においては、廃棄物埋設地に生じる現象の不確かさ及び金属廃棄物の多様性を考慮した埋設設備の変形量を設定し、難透水性覆土及び下部覆土の低透水性への力学的影響を評価する。</p> <p><評価に用いた覆土の材料仕様> 難透水性覆土 : Ca型ベントナイト30wt%※1 +購入砂70wt% 下部覆土: 現地発生土単体 上部覆土: 現地発生土単体</p> <p>※1 Na型ベントナイト20wt% + 購入砂80wt%においても、線量評価への有意な影響を与えないことを説明済み。</p>	<p>次頁「(3)力学的影響の確認」に示すとおり、整合している。</p>

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類六 -

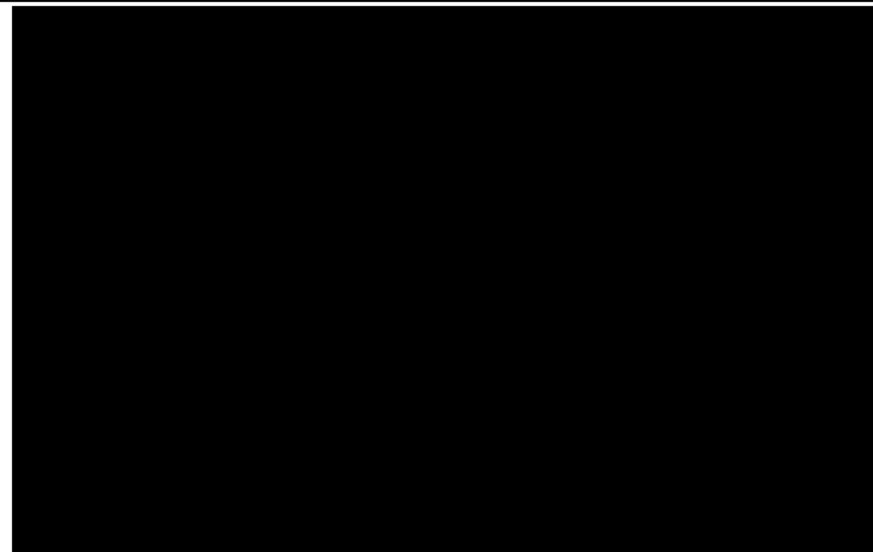


(3) 力学的影響の確認

廃棄物埋設事業変更許可申請書 (2021年6月14日) 添付書類六	整合性の確認
(一) 金属腐食による体積膨張及び塩影響 長期状態においては、廃棄物埋設地に生じる現象の不確かさ及び金属廃棄物の多様性を考慮した埋設設備の変形量を設定し、難透水性覆土及び下部覆土の低透水性への力学的影響を評価する。	現時点の配合を用いて、安全審査時と同様のDEM解析手法および解析条件により評価を実施した結果、以下に示す通り安全審査時の評価結果と整合していることを確認した。



最も可能性が高い設定以上に変形した状態
 (変形量 東西方向：1.0m、鉛直方向：0.2m)



最も厳しい設定以上に変形した状態
 (変形量 東西方向：2.0m、鉛直方向：0.4m)

以上のことから、現時点の配合によるDEM解析結果が安全審査時の説明に整合している。

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類六 -



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 (2019年12月5日公布・施行)	廃棄物埋設事業変更許可申請書 添付書類六 (2021年6月14日) b.廃棄物埋設地の状態設定	整合性の確認
<p>・第十条第四号 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。</p>	<p>(d) 各物理的・化学的性質の長期的な状態変化の評価 (二) 地下水との反応及び塩による影響 このような長期的な変化は、化学反応モデルと物質移行モデルを連成させた地化学解析コードPHREEQC-TRANSを用いて求める。</p> <p><評価に用いた覆土の材料仕様> 難透水性覆土 難透水性覆土 : Ca型ベントナイト30wt%※1 +購入砂70wt% 下部覆土 : - ※2 上部覆土 : - ※2</p> <p>※1 Na型ベントナイト20wt% + 購入砂80wt%においても、線量評価への有意な影響を与えないことを説明済み。 ※2 化学的な影響による透水係数の変化は生じないものとして、材料設定なし。</p>	<p>次頁「(4)化学的影響の確認」に示すとおり、整合している。</p>

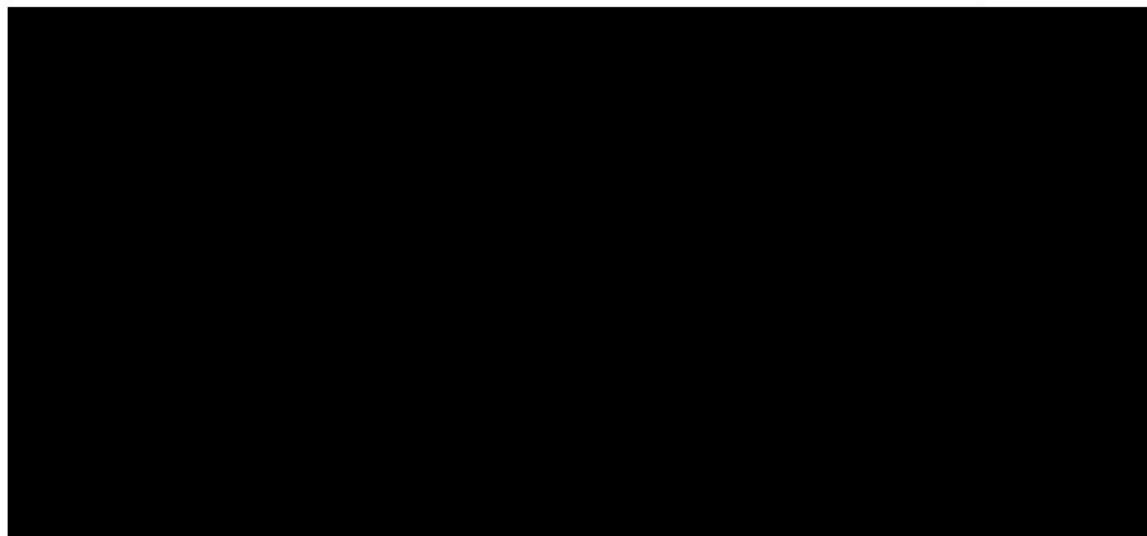
(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
- 事業変更許可申請書 添付書類六 -



(4) 化学的影響の確認

廃棄物埋設事業変更許可申請書 (2021年6月14日) 添付書類六	整合性の確認
(二) 地下水との反応及び塩による影響 このような長期的な変化は、化学反応モデルと物質移行モデルを連成させた地化学解析コード PHREEQC-TRANSを用いて求める。	現時点の配合を用いて、安全審査時と同様の地化学解析コードおよび解析条件により評価を実施した結果、以下に示す通り安全審査時の評価結果と整合していることを確認した。

等価透水係数 (m/s)



時間 (Year)

以上のことから、現時点の配合による地化学解析結果が安全審査時の説明に整合している。

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類六 -



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 (2019年12月5日公布・施行)	廃棄物埋設事業変更許可申請書 添付書類六 (2021年6月14日) b.廃棄物埋設地の状態設定	整合性の確認
<p>・第十条第四号 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。</p>	<p>(e) 着目した移行抑制機能の状態変化の設定 (一) 低透水性 難透水性覆土及び下部覆土の低透水性は、力学的影響(金属腐食による体積膨張及び塩影響)及び化学的影響(地下水との反応及び塩による影響)によって変化が生じる。これらの変化は、覆土完了時点である初期状態から、埋設設備への地下水の浸入によって徐々に進行する。 ～中略～ 最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定における難透水性覆土及び下部覆土の等価透水係数を添6二-第21表に示す。等価透水係数は、上記の状態設定に基づき、難透水性覆土及び下部覆土の厚さと透水係数から計算する。</p>	<p>p.14「(3)力学的影響の確認」およびp.16「(4)化学的影響の確認」に示すとおり、現時点の配合におけるそれぞれの影響は、申請書に整合している。</p> <p>よって、p.12に示す評価フローのうち状態設定以降に有意な影響はなく、申請書と整合している。</p>

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類六 -



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 (2019年12月5日公布・施行)	廃棄物埋設事業変更許可申請書 添付書類六 (2021年6月14日) b.廃棄物埋設地の状態設定	整合性の確認
<p>・第十条第四号 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。</p>	<p>(e) 着目した移行抑制機能の状態変化の設定 (二) 収着性 埋設設備及び廃棄体に含まれる有機物の分解生成物が、放射性物質と錯体を形成すること及び1号廃棄物埋設地については可溶性塩が溶解することで収着性が低下する。 収着性に対する影響のうち、<u>有機物影響</u>については現実的なセルロースの分解率とし、分解生成物であるISAの濃度に応じて収着性を設定する。 また、<u>微生物影響</u>については、有機物が微生物活動によって無機化することを考慮し、炭素(C-14)は無機形態であるとして岩盤(鷹架層)の収着性を設定する。 なお、<u>金属腐食</u>は、廃棄物埋設地周辺は酸化雰囲気であること、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、核種の還元が生じるような金属腐食の収着影響は考慮しないものとする。</p>	<p>覆土を構成するベントナイト、土砂(礫、砕砂、段丘砂)は、事業許可時と同様にいずれも土質系材料であり、分配係数に影響を与える物質が含まれておらず、整合している。</p> <p>具体的な設定は次頁</p>

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類六 -



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 (2019年12月5日公布・施行)	廃棄物埋設事業変更許可申請書 添付書類六 (2021年6月14日) f.線量評価パラメータ	整合性の確認
<p>・第十条第四号 廃止措置の開始までに廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものであること。</p>	<p>(b) 分配係数 分配係数は、「b. (e) (二) 収着性」に示す影響事象の状態変化の評価及び状態設定を踏まえ、<u>想定される廃棄物埋設地の環境条件で取得した試験データ又は文献値により設定する。</u>具体的には、実際に廃棄物埋設地を構成する埋設設備及び覆土の各バリア材料並びに廃棄物埋設地周辺から採取した岩盤(鷹架層)を使用し、想定される環境条件(温度、pH及び地下水組成)及び放射性物質の化学形態を考慮した試験系で実測された分配係数を適用することを基本とする。最も可能性が高い設定における分配係数等の元素に依存する線量評価パラメータ及びその数値を添6二-第4表に、最も厳しい設定における分配係数等の元素に依存する線量評価パラメータ及びその数値を添6二-第24表に示す。</p>	<p>次頁「(5)線量評価パラメータ」に示すとおり、想定した環境条件に変化はなく、覆土を構成するベントナイト、土砂(礫、砕砂、段丘砂)は、いずれも土質系材料であり、<u>現時点の配合は同等の分配係数を有する見通しがあるため、整合している。</u></p>

(参考書類 1) 事業許可申請書のうち覆土配合に関連する事項
 - 事業変更許可申請書 添付書類六 -



(5) 線量評価パラメータ

廃棄物埋設事業変更許可申請書 (2021年6月14日) 添付書類六	整合性の確認
(b) 分配係数 分配係数は、「b. (e) (二) 収着性」に示す影響事象の状態変化の評価及び状態設定を踏まえ、想定される廃棄物埋設地の環境条件で取得した試験データ又は文献値により設定する。	現時点の配合から推定される主要な元素の分配係数の値は、以下に示す通り安全審査時の評価結果と整合していることを確認した。

主要元素	分配係数[ml/g]	
	申請時の配合※1	現時点の配合(予測値)
Ni	799	
Sr	192	
Nb	542	
Cs※2	1,343	
Pu	30	
Am	6,479	

※1 「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
 第十条 廃棄物埋設地のうち第四号(廃止措置の開始後の評価)
 線量評価パラメータ -分配係数-

※2 半減期が約30年であり、管理期間中に減衰するため、線量影響感度が小さい

以上のことから、現時点の配合による収着性が見通しが安全審査時の説明に整合している。

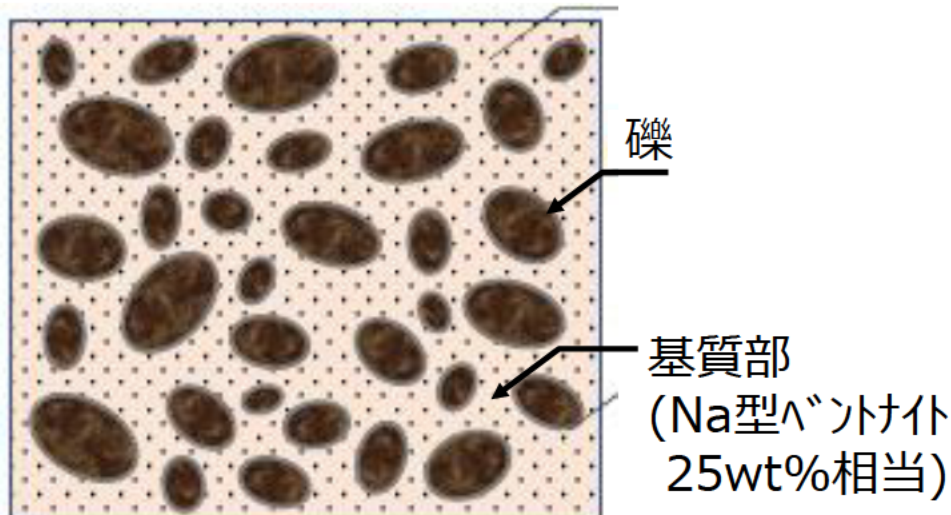
(参考資料 2) 基質部に関する補足説明

- 難透水性覆土は内部は、砂（砕砂、段丘砂）とベントナイトからなる混合土が基質部を形成しており、その中に礫が混在している状況である。
- 基質部が難透水性覆土の各種特性を支配していると考えられ、その基質部はNa型ベントナイト25wt%混合土に相当する。

現時点の覆土配合 (田中委員視察時の説明)	基質部と礫の配合率
ベントナイト 12.5wt% + 土砂 87.5wt% (・ 礫(20mmアンダー) 50wt% ・ 砕砂27.5wt% ・ 現地発生土(段丘砂) 10wt%)	基質部 : ベントナイト 12.5wt% + 砂 (砕砂、段丘砂) 37.5wt% 礫 : 礫材(20mmアンダー) 50wt%

<基質部を100wt%とした換算値>

ベントナイト 25wt%
 + 砂 (砕砂、段丘砂) 75wt%



現地施工後に
採取したコア

(参考資料3) 覆土の品質管理基準について



➤ 材料納入～完了確認において品質管理を実施するための基準を定める。

施工フロー	対象	管理項目	管理基準	管理方法	管理頻度
(1)材料納入 	ベントナイト	(1)-①	基本物理特性 (粒度分布等)	製品における各種品質基準	ミルシート確認
		(1)-②	モンモリロナイト含有量	所定のメチレンブルー吸着量以上	メチレンブルー吸着試験 JIS Z 2451:2019
(2)覆土材料製造 	混合土	(2)-①	材料構成比	所定の構成比	混合前の計量 -
		(2)-②	含水比	所定の含水比	含水比試験 JIS A 1203:1999
		(2)-③	ベントナイト混合率	所定のベントナイト混合率 ※サンプリング試料において一定のベントナイト混合率であることを確認し、均質に混合されていることを確認する	細粒分含有試験 JIS A 1223:2009
		(3)-①	1層当たり 撤出し厚	所定の厚さ かさ密度測定 ※フィニッシャーを用いて施工することにより覆土の均質性を確保	測量 密度, 含水比測定 レーザ測量等
		(3)-②	1層当たり 仕上がり厚	所定の厚さ	測量 レーザ測量等
(3)覆土施工 	混合土	(3)-③	締固め回数	基準密度を満たす回数	目視 記録管理
		(3)-④	施工範囲	所定の範囲・位置に施工されていること	測量 レーザ測量等
		(3)-⑤	現場密度	所定の現場密度	砂置換法 JIS A 1214:2013 RI 測定 JGS 1614-2012
		(4)-①	透水係数	所定の透水係数	一軸透水試験 JGS 0312-2018
		(4)-①	透水係数	所定の有効モンモリロナイト湿潤密度	有効モンモリロナイト湿潤密度を算定 -
(4)完了確認 ① 性能確認 サンプリングにより有意な水みちを形成することを避けるため、サンプリング位置が深さ方向で連続しないことに留意し、埋戻しには元の覆土と同等以上の低透水性の材料を用いる。	混合土	(4)-①	透水係数	所定の透水係数	一軸透水試験 JGS 0312-2018

現地施工試験の結果を踏まえて設定

(参考) 許可基準規則解釈第10条第1項に関する補足説明[添付資料3]より抜粋

ここで示す品質管理(案)は現在の覆土仕様から想定しているものであり、設計透水係数及び設計厚さを確保するための詳細な品質管理方法(管理項目、管理基準、管理方法及び管理頻度)については、実際の覆土施工時に行う施工試験結果を用いて、平均値及びばらつき(分散)による巨視的な性能を考慮して最終決定する。その際、本書で示す考え方を基本として品質管理方法を設定するものとする。