



「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」
廃棄物埋設地の状態設定(参考資料)

2023年 4月10日

日本原子力発電株式会社

第1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】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
廃棄物層	<p>FEP:WT01, WT02, WT03 廃棄物層の廃棄物に含まれる放射性物質の量は少ないため、廃棄物の温度、熱生成及び熱移動は極めて小さい。また、廃棄物の周囲に存在する充填砂や中間覆土のその他構成物も発熱することはないため、影響は無視できる。 考慮すべき影響事象: -</p>	
側部低透水性覆土 及び低透水性土層	<p>FEP:BT01, BT02 側部低透水性覆土及び低透水性土層は発熱しないため、影響しない。 考慮すべき影響事象: -</p>	
本施設周辺の地盤 (du層及び帯水層) 及び地下水(浸透 水を含む)	<p>FEP:ST01, ST02 地下水(浸透水を含む)の温度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い。また、本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)は発熱しないため、地盤温度はほとんど変化しないことから、影響しない。 考慮すべき影響事象: -</p>	
覆土等(保護工, 保 護土層及び掘削抵 抗性層)	<p>FEP:PT01, PT02 覆土等は発熱しないため、影響しない。 考慮すべき影響事象: -</p>	

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。
 考慮すべき影響事象がない場合は「-」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第2表 影響事象分析表(水理) (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】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
廃棄物層	<p>FEP:WH01, WH02, WH03</p> <p>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水理特性となるため、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。一方で、廃棄物層における飽和度や廃棄物と浸透水の接触等による水理影響が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な化学的影響(WC02, WC03)を与える可能性がある。</p> <p>考慮すべき影響事象:(C3)</p>	<p>FEP:WH01, WH02, WH03</p> <p>・du層 廃棄物層の水理特性は、本施設周辺の地盤(du層)の収着性に直接的には影響しないが、廃棄物層における飽和度や廃棄物と浸透水の接触等による水理影響によって、間隙水中への溶出量が変化し、本施設周辺の地盤(du層)の収着性に間接的な化学的影響(WC02)を与える可能性がある。</p> <p>・帯水層 廃棄物層の水理特性は、本施設周辺の地盤(帯水層)の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象:(C1)</p>
側部低透水性覆土 及び低透水性土層	<p>FEP:BH01, BH02</p> <p>側部低透水性覆土及び低透水性土層は、自身の水理特性に関係し、飽和・不飽和の繰り返しによる乾湿の影響によって低透水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の低透水性に間接的な化学的影響(BC02)を与える可能性がある。</p> <p>考慮すべき影響事象:H1, (C3)</p>	<p>FEP:BH01</p> <p>側部低透水性覆土及び低透水性土層の水理特性は、本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象:—</p>
	<p>FEP:BH01, BH04, BH05</p> <p>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、自身の水理特性にも関係し、パイピングや流体侵食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。</p> <p>考慮すべき影響事象:—</p>	

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。
 考慮すべき影響事象がない場合は「—」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第2表 影響事象分析表(水理) (2 / 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】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)及び地下水(浸透水を含む)	<p>FEP:SH01, SH02, SH04</p> <p>・du層 本施設周辺の地盤(du層)の水理特性として、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、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。</p> <p>・帯水層 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ため、本施設周辺の地盤(帯水層)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。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>	<p>FEP:SH01</p> <p>本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の水理特性は、自身の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>
覆土等(保護工, 保護土層及び掘削抵抗性層)	<p>FEP:PH01, PH02, PH04, PH05</p> <p>覆土等の水理特性は、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に対して、以下の特性を有している。</p> <p>低透水性土層に対して、保護土層が飽和・不飽和の繰り返しによる乾湿影響を低減し、掘削抵抗性層が浸透水を適切に排水することによって侵食を防止する。一方で、側部低透水性覆土に対して、乾湿影響の低減や侵食防止の特性を直接的に担うのは、その上部に位置する低透水性土層であるが、掘削抵抗性層による排水が低透水性土層を侵食から保護しており、これも間接的に寄与している。</p> <p>掘削抵抗性層は保護土層によって風化による劣化から保護されており、保護土層は保護工によって侵食による流出から保護されている。したがって、これらの特性が力学的影響(自然現象: 侵食, 風(台風)及び風化)によって大規模に喪失した場合には、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響を与える可能性がある。</p> <p>考慮すべき影響事象: H1, (M4)</p>	<p>FEP:PH01</p> <p>覆土等の水理特性は、本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。考慮すべき影響事象がない場合は「-」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第3表 影響事象分析表(力学) (1 / 5)

影響元	影響先 側部低透水性覆土及び低透水性土層 【低透水性】	本施設周辺の地盤 (du層及び帯水層) 【収着性】
廃棄物層	<p>FEP:WM01, WM02, WM03, WM04, WM05, WM06</p> <p>廃棄物層の力学特性として、金属廃棄物の腐食に伴う応力による体積変化や応力腐食割れによって、廃棄物層が変形や移動・流出し、微小な空隙による廃棄物層の沈下が生じる可能性がある。また、金属廃棄物の腐食に伴い発生するガスによる膨張・爆発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を与える可能性がある。その他、廃棄物層の変形等によって廃棄物と浸透水の接触面積が増大することで、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な化学的影響(WC02)を与える可能性がある。</p> <p>考慮すべき影響事象:M1, M3, (C3)</p>	<p>FEP:WM01</p> <p>廃棄物層の力学特性による本施設周辺の地盤 (du層及び帯水層) の収着性への影響はない。</p> <p>考慮すべき影響事象:—</p>
側部低透水性覆土 及び低透水性土層	<p>FEP:BM01, BM02, BM03, BM04, BM05</p> <p>側部低透水性覆土及び低透水性土層の力学特性として、雨水等の浸透によるベントナイト混合土の膨潤等による体積変化や変形(クリープ)が自身の低透水性に影響を与える可能性がある。一方で、浸透水の流れは遅いことから、移動・流出による自身の低透水性への影響は小さく無視できる。</p> <p>考慮すべき影響事象:M2</p>	<p>FEP:BM01</p> <p>側部低透水性覆土及び低透水性土層の力学特性による本施設周辺の地盤 (du層及び帯水層) の収着性への影響はない。</p> <p>考慮すべき影響事象:—</p>

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。考慮すべき影響事象がない場合は「—」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第3表 影響事象分析表(力学) (2/5)

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】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)及び地下水(浸透水を含む)	<p>FEP:SM01, SM02, SM03, SM04</p> <p>本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の力学特性として、体積変化や応力による変形(クリープ)、移動・流出に起因した地盤沈下等の発生によって、側部低透水性覆土及び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への影響は無視できる。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>	<p>FEP:SM01</p> <p>本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の力学特性は、自身の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>
覆土等(保護工, 保護土層及び掘削抵抗性層)	<p>FEP:PM01, PM02, PM03, PM04</p> <p>覆土等の力学特性は、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に対して、以下の特性を有している。</p> <p>低透水性土層に対して、保護土層が侵食による流出を防止する。一方で、側部低透水性覆土に対して、侵食防止の特性を直接的に担うのは、その上部に位置する低透水性土層であるが、保護土層が低透水性土層を侵食から保護しており、これも間接的に寄与している。また、側部低透水性覆土及び低透水性土層に対して、各上部に位置する覆土が吸水膨潤による体積変化を拘束圧によって抑制し、掘削抵抗性層が樹木の根による損傷を防止する。</p> <p>掘削抵抗性層は保護土層によって風化による劣化から保護されており、保護土層は保護工によって侵食による流出から保護されている。</p> <p>したがって、これらの特性が力学的影響(自然現象: 侵食, 風(台風)及び風化)によって大規模に喪失した場合には、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響を与える可能性がある。</p> <p>考慮すべき影響事象: M2, M4</p>	<p>FEP:PM01</p> <p>覆土等の力学特性は本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。考慮すべき影響事象がない場合は「-」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第3表 影響事象分析表(力学) (3/5)

影響先		側部低透水性覆土及び低透水性土層 【低透水性】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
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埋設トレンチに陥没が生じ、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響を与える可能性がある。 考慮すべき影響事象:M3	地震によって生じる応力及び振動から、本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。 考慮すべき影響事象:—
	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への影響は無視できる。 考慮すべき影響事象:—	液状化は発生しない地盤であるため、本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。 考慮すべき影響事象:—
	侵食	降雨による侵食として、雨水流による表面侵食が斜面全体で発生する。雨水流による表面侵食で形成された微小なくぼみに水が集まり、水の掃流力により洗掘されることでリル侵食が発生する。リル侵食は、隣のリルと合流して太いリルとなって流量流速が増し、傾斜の転換点を掃流により選択的に侵食し、ガリ侵食が生じる。このため、侵食により保護土層の土砂が流出し、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響を与える可能性がある。 考慮すべき影響事象:M4	侵食は本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。 考慮すべき影響事象:—

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。
考慮すべき影響事象がない場合は「—」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第3表 影響事象分析表(力学) (4/5)

影響先		側部低透水性覆土及び低透水性土層 【低透水性】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
自然現象	生物学的事象	<p>樹木の植生として、樹木の根は柔らかく伸びやすい場所に張られる特性をもつが、廃棄物埋設地の最終覆土では、低透水性土層の上部に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設置し、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ことから、樹木の根の生長に適さない環境となっている。このため、側部低透水性覆土及び低透水性土層への根の到達は考えにくい。このうち、掘削抵抗性層及び保護工の栗石等は粒径が大きく、保護工は栗石等を密に敷き詰めて施工するため、樹木の植生によってこれらが損壊することは想定されない。また、栗石等は天然の土質系材料であるため、樹木の植生による影響によって性状が変化することはない。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への影響は無視できる。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>	<p>生物学的事象は本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>
	風(台風)	<p>廃棄物埋設地の最終覆土では、低透水性土層の上部に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設置し、最終覆土の上部には割栗石で保護工を設置する。このうち、保護工は粒径の大きな割栗石を密に敷き詰めて施工するが、風(台風)の影響によって飛散する可能性がある。保護工が飛散した場合には、下層の保護土層の侵食が進み、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響を与える可能性がある。このため、風(台風)は考慮すべき影響事象として力学的影響(自然現象:侵食)に含める。</p> <p>考慮すべき影響事象: M4</p>	<p>風(台風)は本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。考慮すべき影響事象がない場合は「-」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第3表 影響事象分析表(力学) (5/5)

影響先		側部低透水性覆土及び低透水性土層 【低透水性】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
自然現象	降雹	<p>廃棄物埋設地の最終覆土では、低透水性土層の上部に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設置し、最終覆土の上部には栗石等で保護工を設置する。このうち、掘削抵抗性層及び保護工の栗石等は粒径が大きく、保護工は栗石等を密に敷き詰めて施工するため、降雹によって損壊することは想定されない。また、栗石等は天然の土質系材料であるため、降雹の影響によって性状が変化することはない。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への影響は無視できる。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>	<p>降雹は本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>
	積雪	<p>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おり、積雪によって本施設が損壊することは想定されないため、影響は無視できる。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>	<p>積雪は本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>
	風化	<p>廃棄物埋設地の最終覆土では、低透水性土層の上部に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設置し、最終覆土の上部には割栗石で保護工を設置する。このうち、保護工は粒径の大きな割栗石を密に敷き詰めて施工するが、風化の影響によって劣化・損傷する可能性がある。保護工が劣化・損傷した場合には、下層の保護土層の侵食が進み、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響を与える可能性がある。このため、風化は考慮すべき影響事象として力学的影響(自然現象:侵食)に含める。</p> <p>考慮すべき影響事象: M4</p>	<p>風化は本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。</p> <p>考慮すべき影響事象: -</p>

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。考慮すべき影響事象がない場合は「-」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第4表 影響事象分析表(化学) (1 / 5)

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】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
廃棄物層	<p>FEP:WC01, WC02, WC03, WC04</p> <p>廃棄物層の化学特性として、地下水との反応によるコンクリート類の廃棄物の化学的変質・移動によって生じる溶脱水や間隙水中のpH変化によって、隣接する側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響を与える可能性がある。</p> <p>考慮すべき影響事象:C3</p>	<p>FEP:WC01, WC02, WC03, WC04, WC05</p> <p>・du層 廃棄物層の化学特性として、地下水との反応によるコンクリート類の廃棄物の化学的変質・移動によって生じる溶脱水が、間隙水中のpHや酸化還元環境の変化を与えることで、本施設周辺の地盤(du層)の収着性に影響を与える可能性がある。</p> <p>・帯水層 廃棄物層の化学特性として、地下水との反応によるコンクリート類の廃棄物の化学的変質・移動によって生じる溶脱水が、間隙水中のpHや酸化還元環境の変化を与えるが、本施設周辺の地盤(帯水層)では、地下水の希釈によってその影響は小さく考慮しない。</p> <p>考慮すべき影響事象:C1</p>
	<p>FEP:WC05, WC06</p> <p>廃棄物層における金属腐食や酸化還元環境の変化は、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に直接的には影響しないが、金属腐食は側部低透水性覆土及び低透水性土層に間接的な力学的影響(WM02, WM05)を与える可能性がある。</p> <p>考慮すべき影響事象:(M1)</p>	<p>FEP:WC05, WC06</p> <p>・du層 廃棄物層における金属腐食による酸化還元環境の変化によって、本施設周辺の地盤(du層)の収着性に影響を与える可能性がある。</p> <p>・帯水層 廃棄物層における金属腐食による酸化還元環境の変化を与えるが、本施設周辺の地盤(帯水層)では、地下水の希釈によってその影響は小さく考慮しない。</p> <p>考慮すべき影響事象:C2</p>

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。
 考慮すべき影響事象がない場合は「-」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第4表 影響事象分析表(化学) (2 / 5)

影響元	影響先 側部低透水性覆土及び低透水性土層 【低透水性】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
廃棄物層	<p>FEP:WC11 埋設する廃棄物は放射性物質の量が少ない金属類及びコンクリート類であり、廃棄物の温度や熱生成は極めて小さいことから、廃棄物の温度勾配を起因とする塩の蓄積は影響しない。 考慮すべき影響事象: -</p>	
側部低透水性覆土 及び低透水性土層	<p>FEP:BC01, BC02, BC03, BC04 側部低透水性覆土及び低透水性土層の化学特性として、コンクリート類の廃棄物からの溶脱水等を含む浸透水との反応によって、化学的変質やpHの変化が生じることで、ベントナイト混合土中のモンモリロナイトが溶出し、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響を与える可能性がある。 考慮すべき影響事象:C3</p>	<p>FEP:BC01, BC02, BC04, BC05 ・du層 側部低透水性覆土及び低透水性土層の化学特性として、コンクリート類の廃棄物からの溶脱水等を含む浸透水との反応によって、pHの変化や酸化還元環境の変化を与えることで、本施設周辺の地盤(du層)の収着性に影響を与える可能性がある。 ・帯水層 側部低透水性覆土及び低透水性土層の化学特性として、コンクリート類の廃棄物からの溶脱水等を含む浸透水との反応によって、pHの変化や酸化還元環境の変化を与えるが、本施設周辺の地盤(帯水層)では、地下水の希釈によってその影響は小さく考慮しない。 考慮すべき影響事象:C1</p>

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。
考慮すべき影響事象がない場合は「-」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第4表 影響事象分析表(化学) (3 / 5)

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】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)及び地下水(浸透水を含む)	<p>FEP:SC01, SC02, SC03, SC04</p> <p>・du層 本施設周辺の地盤(du層)の化学特性として、地下水組成が化学的変質やpHの変化を生じ、移流や拡散現象によって移動することで、ベントナイト混合土中のモンモリロナイトが溶出し、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。</p> <p>・帯水層 側部低透水性覆土及び低透水性土層は本施設周辺の地盤(帯水層)より上部に位置しており、自身の水理特性から地下水との反応による影響を与えないため、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。</p> <p>考慮すべき影響事象:C3</p>	<p>FEP:SC01, SC02, SC04, SC05</p> <p>・du層 本施設周辺の地盤(du層)の化学特性として、廃棄物やベントナイト混合土との反応等によって、浸透水のpHの変化や酸化還元環境の変化が生じることで、自身の収着性に影響を与える可能性がある。</p> <p>・帯水層 本施設周辺の地盤(du層)の化学特性として、廃棄物やベントナイト混合土との反応等によって、浸透水のpHの変化や酸化還元環境の変化が生じるが、本施設周辺の地盤(帯水層)では、地下水の希釈によってその影響は小さく考慮しない。</p> <p>考慮すべき影響事象:C1</p>
覆土等(保護工, 保護土層及び掘削抵抗性層)	<p>FEP:PC01, PC02, PC03, PC04, PC05, PC07, PC08, PC09, PC10, PR02</p> <p>覆土等の化学特性によるバリア機能への影響はない。</p> <p>考慮すべき影響事象:—</p>	
バリア材料共通(覆土等を除く)	<p>FEP:WC07, WC09, BC07, BC09</p> <p>主に廃棄物層に含まれる有機物及びその分解生成物が錯体を形成する可能性があるが、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。</p> <p>考慮すべき影響事象:—</p>	<p>FEP:WC07, WC09, SC07, SC09</p> <p>・du層 主に廃棄物層に含まれる有機物及びその分解生成物が錯体を形成し、本施設周辺の地盤(du層)の収着性に影響を与える可能性がある。</p> <p>・帯水層 主に廃棄物層に含まれる有機物及びその分解生成物が錯体を形成するが、本施設周辺の地盤(帯水層)では、地下水の希釈によってその影響は小さく考慮しない。</p> <p>考慮すべき影響事象:C5</p>

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。考慮すべき影響事象がない場合は「—」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

第4表 影響事象分析表(化学) (4 / 5)

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】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
バリア材料共通(覆土等を除く)	<p>FEP:BC08 間隙水中のコロイド生成は、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。 考慮すべき影響事象: -</p>	<p>FEP:WC08, BC08, SC08 ・du層 間隙水中のコロイド生成は、本施設周辺の地盤(du層)の収着性に影響を与える可能性がある。 ・帯水層 間隙水中のコロイド生成は、本施設周辺の地盤(帯水層)では、地下水の希釈によってその影響は小さく考慮しない。 考慮すべき影響事象:C4</p>
	<p>FEP:BC10 微生物の活動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。 考慮すべき影響事象: -</p>	<p>FEP:WC10, BC10, SC10 ・du層 微生物の活動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(du層)の収着性に影響を与える可能性がある。 ・帯水層 微生物の活動によって有機物の分解が生じ、生成する物質があるが、本施設周辺の地盤(帯水層)では、地下水の希釈によってその影響は小さく考慮しない。 考慮すべき影響事象:C6</p>
	<p>FEP:WR02, BR02, SR02 間隙水の放射線分解によって、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く、その発生量はわずかであるため、影響は無視できる。 考慮すべき影響事象: -</p>	

バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、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。考慮すべき影響事象がない場合は「-」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

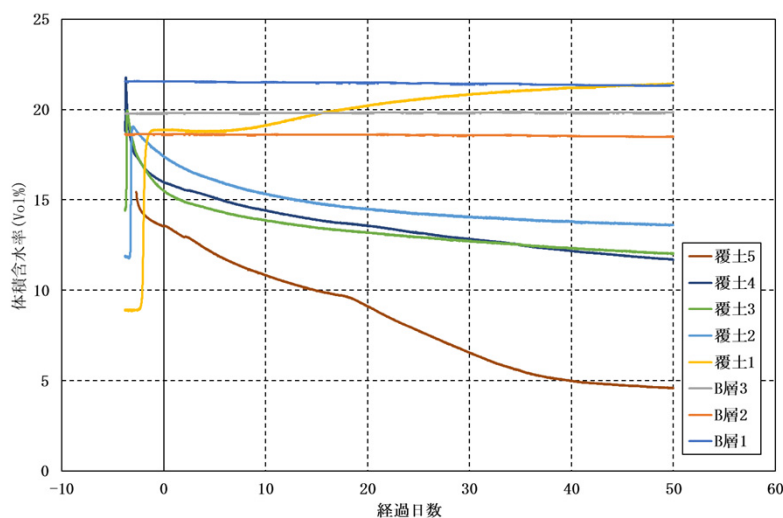
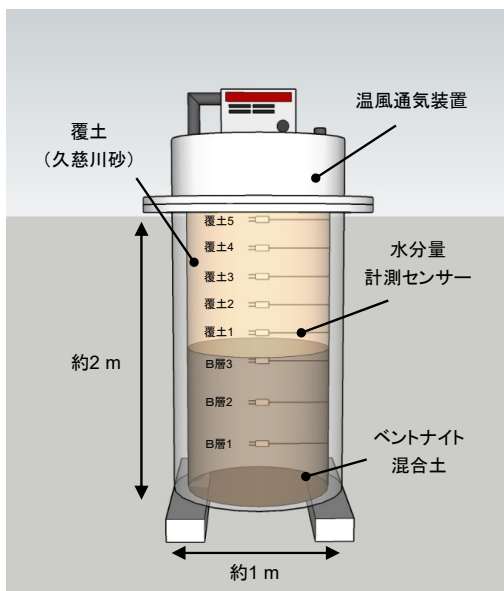
第4表 影響事象分析表(化学) (5 / 5)

影響先		側部低透水性覆土及び低透水性土層 【低透水性】	本施設周辺の地盤(du層及び帯水層) 【収着性】
自然現象	津波	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。 考慮すべき影響事象: -	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、地下水に一時的な化学的影響が生じ、本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響を与える可能性がある。 考慮すべき影響事象: C7
	降下火砕物	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。 考慮すべき影響事象: -	
	風化	廃棄物埋設地の最終覆土では、低透水性土層の上部に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設置し、最終覆土の上部には保護工を設置する。このうち、保護工は粒径の大きな割栗石を密に敷き詰めて施工するが、風化の影響によって劣化・損傷する可能性がある。保護工が劣化・損傷した場合には、下層の保護土層の侵食が進み、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性に影響を与える可能性がある。このため、風化は考慮すべき影響事象として力学的影響(自然現象: 侵食)に含める。 考慮すべき影響事象: (M4)	風化は本施設周辺の地盤(du層及び帯水層)の収着性に影響しない。 考慮すべき影響事象: -

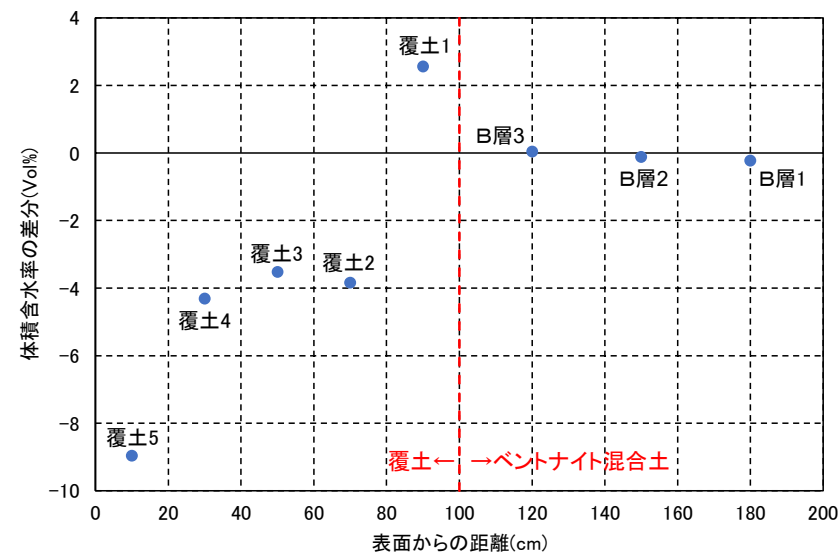
バリア材料の物性に影響する可能性がある事象を緑、影響が小さく無視できる事象を青、影響がない事象を白で識別する。
考慮すべき影響事象がない場合は「-」とする。また、間接的な影響として抽出される事象は括弧書きで識別する。

○H1: ベントナイト混合土の乾湿(資料2-1-1・P8参照)

- ✓ 飽和・不飽和の繰り返しによる乾湿の影響が、ベントナイト混合土の低透水性に与える影響を評価するため、乾湿影響確認試験装置を利用して、乾湿影響確認試験を実施した。
- ✓ 地表面温度が約50°Cで保たれた評価期間(18~50日目)において、ベントナイト混合土の体積含水率の変化はほぼ見られなかった。また、温風送風開始前後(0~50日目)のベントナイト混合土の体積含水率の差分については、深度に係らず0.3%未満であった。



※B層(ベントナイト混合土)



※B層(ベントナイト混合土)

第1図 乾湿影響確認試験装置

第2図 体積含水率の経時変化

第3図 温風送風開始前後の体積含水率の差分

○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(資料2-1-1・P9参照)

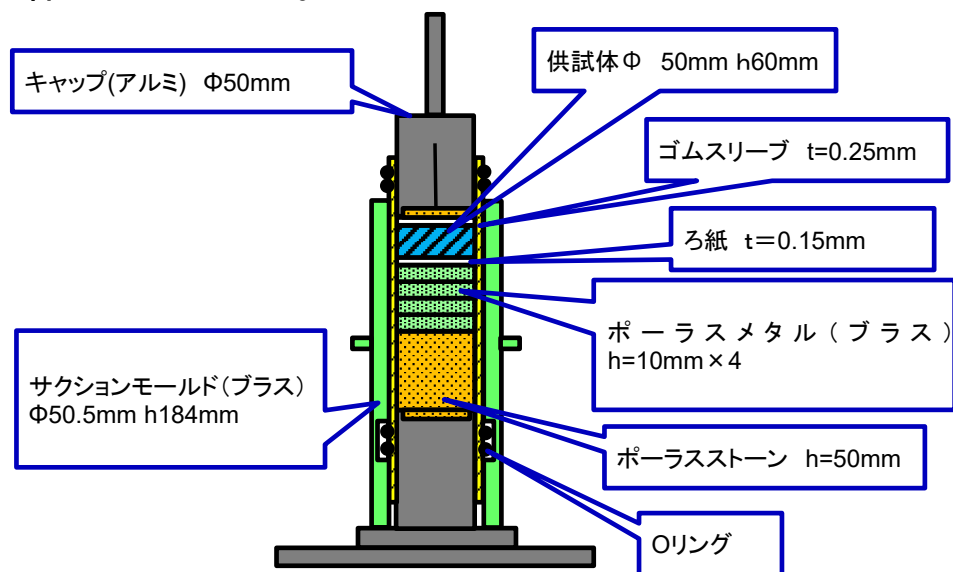
- ✓ 金属の腐食膨張(金属周辺的环境条件に依存した電気化学反応によって金属が腐食し、腐食生成物が生成されること)は、力学的影響としてベントナイト混合土を変形させることで低透水性に影響を与える可能性があるため、金属腐食による化学的反応の量的関係から、埋設トレンチ内における金属の腐食膨張量について評価した。
- ✓ 腐食生成物は、環境条件及び文献を参考に、金属腐食に伴う膨張に大きく寄与すると考えられる $\text{Fe}(\text{OH})_2$ を設定。
- ✓ 金属のみが埋設される状態を想定した埋設トレンチとし、収納された鉄箱は一定間隔で定置されるため、鉛直及び水平方向に平均的に膨張する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。

第5表 鉛直・水平方向への変形による腐食膨張量

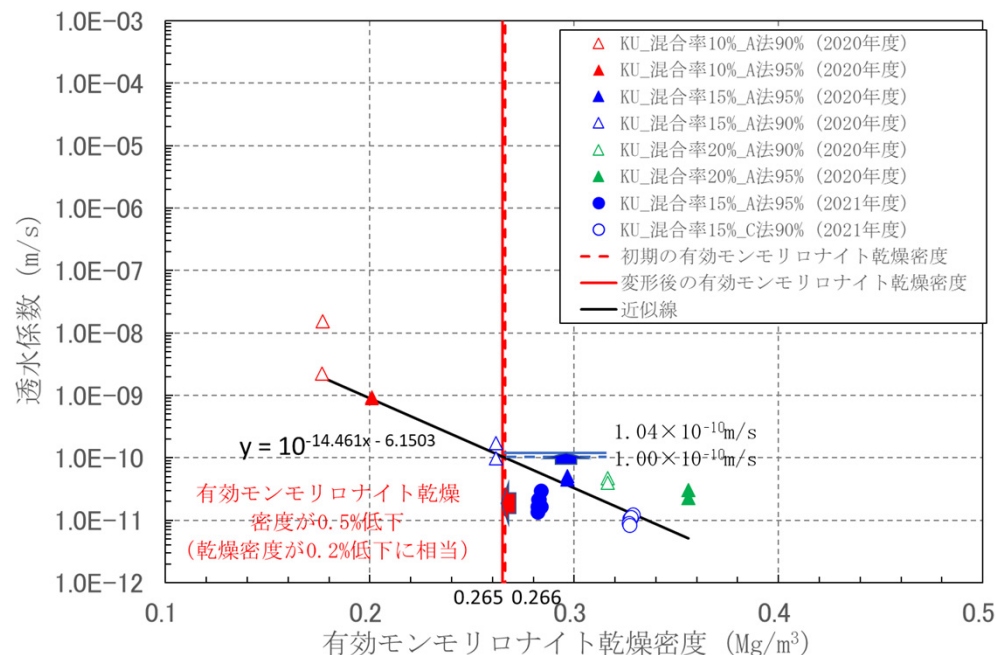
酸素の要因	方向	腐食膨張量
埋設完了後の埋設トレンチ内に存在する酸素による腐食	鉛直	0.69 (mm)
	水平	3.6 (mm)
浸透水の溶存酸素による腐食	鉛直	6.8×10^{-5} (mm/y)
	水平	3.6×10^{-4} (mm/y)

○ M2: ベントナイト混合土の膨潤 (資料2-1-1・P10参照)

- ✓ 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低透水性に与える影響を評価するため、三軸圧縮試験装置を利用して、変形挙動の確認及び変形後の透水試験を実施した。
- ✓ 最終覆土の施工計画における土被り圧に相当する拘束圧20 kPaにおける膨潤率は0.21% (乾燥密度0.2%低下)、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、ほとんど増加はなかった。



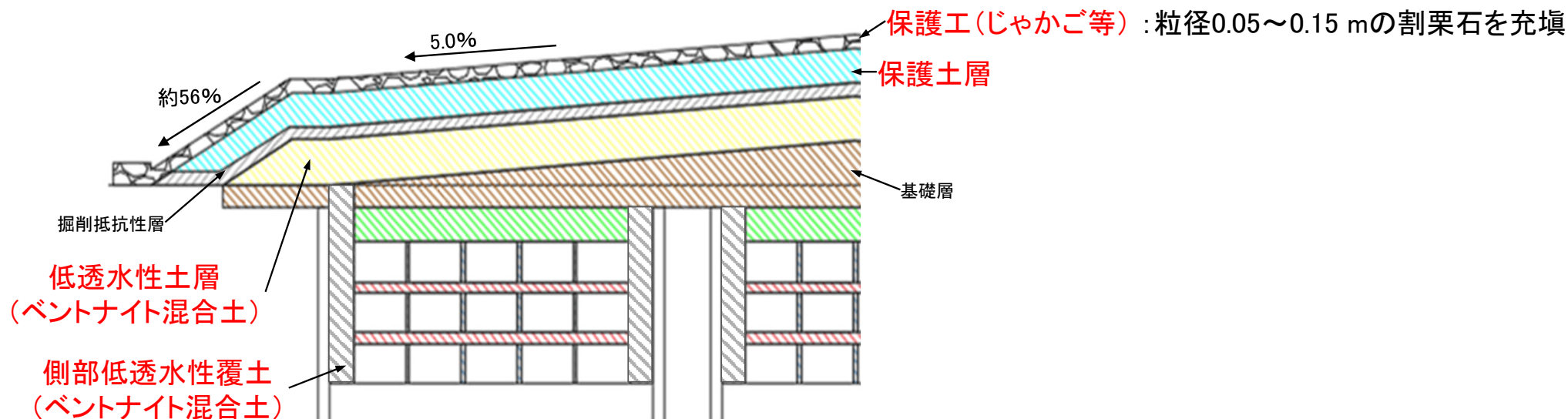
第4図 三軸圧縮試験装置



第5図 膨潤後の透水係数の推定

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

- ✓ 侵食による廃棄物埋設地の低透水性土層及び側部低透水性覆土の低透水性への影響を確認する。
- ✓ 侵食により、低透水性土層及び側部低透水性覆土の上部の保護土層の土砂が流出する可能性があるため、保護土層の侵食評価を行う。
- ✓ 保護土層の侵食評価では、保護工(じゃかご等)の効果を考慮するため、保護工(じゃかご等)に影響を及ぼす可能性のある自然現象として、風(台風)及び風化による影響を評価する。



第6図 廃棄物埋設地断面図

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

1 風(台風)及び風化による保護工(じゃかご等)への影響評価

1.1 風(台風)

風(台風)による影響として、保護工(じゃかご等)の割栗石の飛散が考えられる。西村他^{※1}による飛散条件の式を用いて、風(台風)により割栗石が動き出す風速 U を算出し、廃棄物埋設地周辺における日最大瞬間風速^{※2}(36.3 m/s)と比較した結果、**割栗石が動き出すことはない。**

第6表 風(台風)による影響評価結果

割栗石の粒径 ℓ	割栗石が動き出す風速 U
0.05 m	46.4 m/s
0.15 m	80.3 m/s

$$U = \sqrt{\frac{2\rho_m \ell g I}{\rho_a C_F}} \text{ [m/s]} \left(\frac{1}{2} \rho_a U^2 C_F = \rho_m \ell g I \right)$$

第7表 風(台風)の影響評価に係る係数

記号	値	単位	備考
ρ_a	1.205	kg/m ³	空気密度
C_F	1	—	空気力係数 コンパクトな物体では平均的な空気力係数に近くなり C_F の値は1に近づく
ρ_m	2,640	kg/m ³	割栗石密度
ℓ	0.05	m	割栗石の最小粒径
	0.15	m	割栗石の最大粒径
g	9.8	m/s ²	重力加速度
I	1	—	固定強度のパラメータ 置かれているだけの「ルーズ」な物体では1

※1 西村宏昭・谷口徹郎・丸山敬(2009): 飛散物の軌跡の解析と建材の耐衝撃試験

※2 廃棄物埋設地周辺における日最大瞬間風速として想定される水戸地方気象台の至近30年の日最大瞬間風速である1996年9月22日の記録

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

1.2 風化

風化による保護工(じゃかご等)の割栗石への影響が考えられる。

松倉※によると、割栗石の原料として想定する花崗岩の風化速度は2.9～15 mm/1,000年とされており、割栗石(最小粒径は50 mm)の風化が想定されるものの、1,000年間の最も保守的な条件では、割栗石の最小粒径は35 mmとなるため、保護工全体への影響はない。

※ 松倉公憲(1997): 斜面を構成する岩石・岩盤の風化速度

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

2 侵食による保護土層への影響

2.1 保護土層で想定される侵食

侵食の要因として降雨がある。

●降雨による侵食

降雨が続き土壌の浸透能を降雨強度が上回ると、土壌中に浸透できなくなった雨滴は表流水となって流下し始める。表流水に雨滴が当たったもの(雨水流)によって、表流水中に半球状のくぼみ(水中ドーム)を形成し、これが解消される際に、表流水の水底の土粒子が水中ドームの底から巻き上げられ、表流水によって運搬されることで、斜面全体で雨水流による表面侵食が発生する。雨水流による表面侵食で形成された微小なくぼみに水が集まり、水の掃流力により洗堀されることでリル侵食が発生する。

廃棄物埋設地では、雨滴は保護工(じゃかご等)表面に落下するため、保護土層での雨水流による表面侵食は発生しないと考えられる。雨水流による表面侵食が発生しないことから、リル侵食(ガリ侵食を含む)も発生しない。

以上より、廃棄物埋設地において、低透水性に影響を及ぼすような保護土層の侵食は発生しないと考えられる。

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

2.2 保護土層の侵食量の評価

EPA※¹の方針に基づき、AH703 ※²及びUG2008 ※³を参照して、RUSLEを用いた侵食評価を行う。

EPAでは、USLE(注)を用いて侵食量を評価することで設計を最適化すべきとされてる。また、水の浸透と侵食を最小限におさえるための設計要件を満たしていれば、植生を施す侵食層の代わりに礫や石の表面保護材を使用し、厚さも変えることができるとされている。

RUSLEは、雨滴侵食と表流水侵食による長期間の年平均土壌損失量を予測する侵食評価モデルである。

RUSLEでは、評価対象について、侵食性、勾配等の地形要素、保護、保全管理手法等の要素を考慮し、固有の係数を設定する。また、侵食面の保護として、植生、落葉、コケ、礫、石、岩片等が例示されており、特に岩石カバーについては、植生と同様に侵食を抑制するとされている。

以上より、RUSLEを適用し、廃棄物埋設地の設計を考慮した固有のパラメータとして、降雨侵食係数(R)、土壌侵食係数(K)、傾斜長及び勾配係数(LS)、保護管理係数(C)を設定して、侵食量を求める。

評価対象は、保護土層の勾配と面積を考慮して、勾配5%面及び勾配56%面とする(第7図参照)。

評価期間は1,000年間とする。

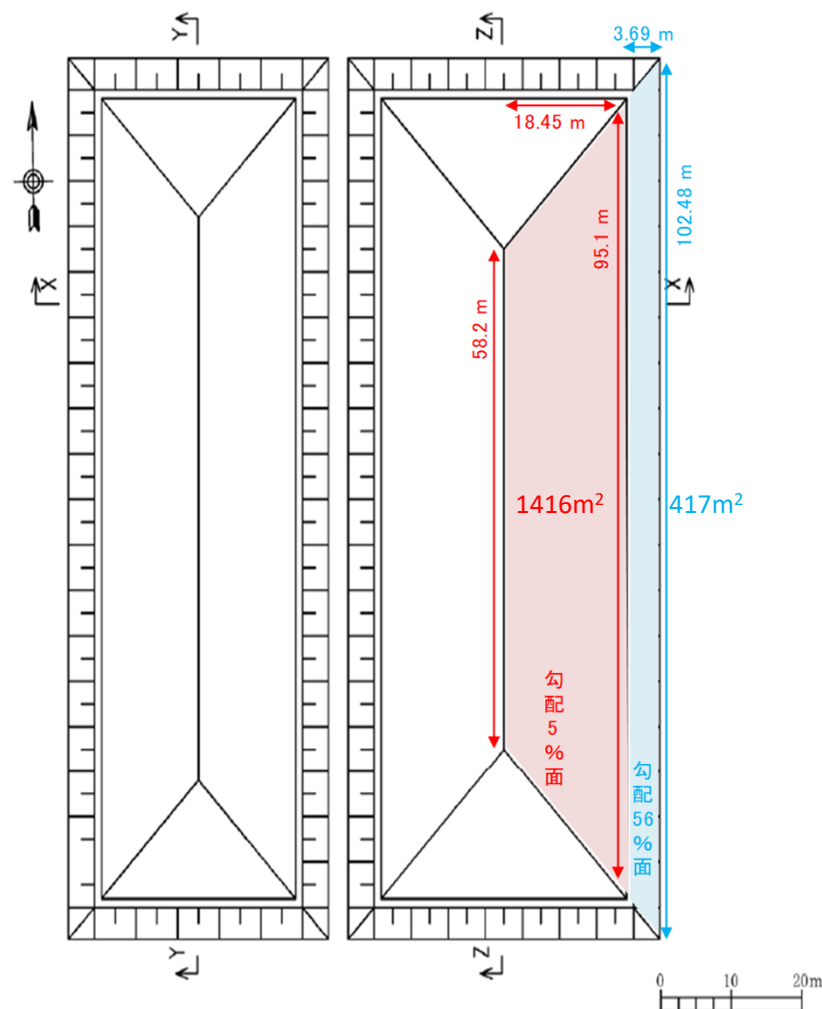
(注)USLEはRUSLEの改訂前のバージョン。EPA発行時点では、USLEが記載されたAH No.537のみが発行されており、RUSLEが記載されたAH No.703及びRUSLE2が記載されたUG2008は未発行。

※1 Solid Waste Disposal Facility Criteria - Technical Manual -, Environment Protection Agency (1985)

※2 Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), Agriculture Handbook Number 703, United States Department of Agriculture (1997)

※3 User's Reference Guide, Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 (RUSLE2) (2008)

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)



第7図 廃棄物埋設地 平面図

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

2.2.1 評価結果

AH703より, $A=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$

第8表のとおり, 1,000年間の侵食量は保護土層の体積に対して0.2%以下であり, 極めて少ない。

侵食量の係数は第9表のとおり。(係数の設定の詳細は次ページ以降参照)

第8表 保護土層の侵食量

項目	勾配5%面	勾配56%面
年間侵食重量(A)	0.032 t/ha/y	0.038 t/ha/y
年間侵食重量	4,529 g/y	1,593 g/y
年間侵食体積	0.00169 m ³ /y	0.00059 m ³ /y
侵食体積(1,000年間)	1.69 m ³	0.59 m ³
侵食体積割合(1,000年間)	0.16 %	0.19 %

第9表 侵食量の係数

項目	勾配5%面	勾配56%面
降雨侵食係数(R)	4,698 MJ・mm/ha/h/y	
土壌侵食係数(K)	0.0027 t・ha・h/ha/MJ/mm	
傾斜長及び勾配係数(LS)	0.53	0.63
保護管理係数(C)	0.0047	
補助手法係数(P)	—	
保護土層の面積(第7図参照)	1,416 m ²	417 m ²
保護土層の勾配	2.86°	29.05°
保護土層の密度	2.68 g/cm ³	

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

2.2.2 侵食量評価の係数

① 降雨侵食係数(R)

降雨の開始から終了までの一連続降雨における $E \times I_{30}$ を計算し、一年間の全ての一連続降雨の $E \times I_{30}$ を合算することにより求める。なお、AH703では6時間以上の降雨がない場合を降雨終了としているため、本評価においては、気象庁の記録より降水量が0の場合が6時間以上継続する場合を降雨終了とする。

降雨記録は、平年値を算出する期間である1991年から2020年までの30年間の水戸地方気象台の観測記録から、保守的に最も降水量が多かった1991年を用いる。

$$e_k = 210 + 89 \text{Log}_{10}(i_r) \quad ※$$

e_k : 60分間の1 cmあたり降雨エネルギー(m・t/ha/cm)
 i_r : 60分間降雨強度(cm/h)
なお、記録の入手が可能な60分間の降水量を用いる。

$$E = e_k \times r$$

E : 60分間の降雨エネルギー(m・t/ha)
 r : 60分間の降水量(cm)

$$R = \Sigma(E \times I_{30} / 100)$$

R : 年間の一連続降雨中を合計した降雨侵食係数
 I_{30} : 一連続降雨中の最大30分間降雨強度(cm/h)
なお、記録の入手が可能な一連続降雨中の最大60分間降雨強度(cm/h)を用いる。

土壌侵食係数(K)と単位を合わせるため、 $1(\text{m}^2 \cdot \text{t}) = 9.80665(\text{MJ} \cdot \text{mm})$ を用いて単位を $(\text{MJ} \cdot \text{mm} / \text{ha} / \text{h} / \text{y})$ に変換

※「細山田健三・藤原輝男(1984): 侵食流亡土量の予測に関するUSLEの適用について(I)」に基づきメートル単位の式に換算

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

② 土壌侵食係数(K)

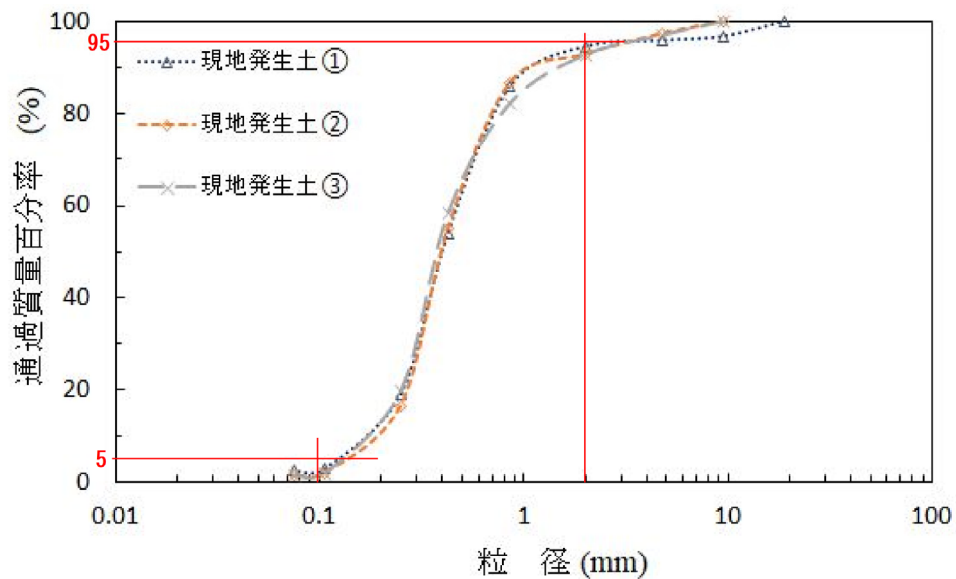
$$K = \{2.1 \times 10^{-4} \times (12 - OM) \times M^{1.14} + 3.25(s - 2) + 2.5(p - 3)\} / 100 / 7.59$$

第10表 土壌侵食係数(K)の算出に係る係数

係数	値	単位	備考
OM	0	%	Percent organic matter (%) (有機物含有率) OM が小さいほど土壌侵食係数(K)が大きくなり、厳しい評価となるため、保守的に0と設定
M	475	—	Product of the primary particle size fraction (主要な粒子サイズ分布の積) silt & very fine sand × silt & sandより算出
silt & very fine sand	5	%	保護土層の粒径0.1 mm以下の土粒子の含有率。粒径0.1 mm以下の土粒子は数%だが、値が大きいほど土壌侵食係数(K)が大きくなり、厳しい評価となるため、保守的に5%と設定(第8図参照)
silt & sand	95	%	保護土層の粒径2 mm以下の土粒子の含有率。粒径2 mm以下の土粒子は約90%だが、値が大きいほど土壌侵食係数(K)が大きくなり、厳しい評価となるため、保守的に95%と設定(第8図参照)
s	1	—	Class for structure (構造クラス) 保護土層の粒径1 mm以下の土粒子がvery fine granularに該当。保護土層は90%が粒径1 mm以下なのでvery fine granularと判断(第8図参照)。AH703より、very fine granular に該当する1と設定
p	4	—	Permeability (透水性) 保護土層の透水係数を考慮して、AH703より4と設定

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

② 土壌侵食係数(K)



試料番号	現地発生土①	現地発生土②	現地発生土③
石分 (75mm以上) %	0.0	0.0	0.0
礫分 (2~75mm) %	5.5	7.1	7.3
砂分 (0.075~2mm) %	92.0	91.5	91.4
細粒分 (0.075mm未満) %	2.5	1.4	1.3
最大粒径 mm	19	9.5	9.5

(注) 保護土層には砂又は砂質土(現地発生土を含む)を用いる

第8図 保護土層の土粒子の粒径

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

③ 傾斜長及び勾配係数(LS)

傾斜長L

$$\beta = (\sin \theta / 0.0896) / \{3.0 \times (\sin \theta)^{0.8} + 0.56\} \quad \dots (A)$$

$$m = \beta / (1 + \beta) \quad \dots (B)$$

$$L = (\lambda / 72.6)^m \quad \dots (C)$$

勾配係数S

勾配5%面の場合

$$S = 10.8 \times \sin \theta + 0.03 \quad \dots (D)$$

勾配56%面の場合

$$S = 3.0 \times (\sin \theta)^{0.8} + 0.56 \quad \dots (E)$$

第11表 傾斜長及び勾配係数(LS)の算出に係る係数

係数	値		単位	備考
	勾配5%面	勾配56%面		
θ	2.86	29.05	°	勾配5%面及び勾配56%面の角度
β	0.67	2.42	—	(A)式より計算
m	0.40	0.71	—	(B)式より計算
λ	60.53	12.11	ft	1 ft = 0.3048 mとして単位換算(第7図参照)
L	0.93	0.28	—	(C)式より計算
S	0.57	2.24	—	(D)又は(E)式より計算

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

④ 保護管理係数(C)

$$C = c_c \cdot g_c \cdot s_r \cdot r_h \cdot s_b \cdot s_c \cdot P_p \cdot a_m$$

第12表 保護管理係数(C)の算出に係る係数

係数	名称	設定の考え方	設定値
c_c	canopy cover	29ページ参照	0.094
g_c	ground cover	30ページ参照	0.063
s_r	soil surface roughness	31ページ参照	0.79
r_h	ridge height	耕作で作られる畝と畝間による侵食への影響を表す係数であるが、畝は存在しないため考慮しない。	—
s_b	soil biomass subfactor	植物の根、作物残留物耕作等による侵食への影響を表す係数であるが、これらが存在しないため考慮しない。	—
s_c	soil consolidation	耕作地等で年数が経過するにしたがって、乾湿影響や生物影響による土粒子の凝結が起こり、侵食抑制効果が高まることを表す係数であるが、締固め施工を行う保護土層では期待できないため考慮しない。	—
P_p	ponding effect	平地で降雨強度の強い降雨により水面ができ、侵食抑制効果が高まることを表す係数であるが、勾配を設ける保護土層では期待できないため、考慮しない。	—
a_m	antecedent soil moisture	降雨が少なく土壌が乾燥しやすい米国の作物栽培地域において適用される係数であり、保護土層の侵食量評価には該当しないため考慮しない。	—

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

④ 保護管理係数(C)

c_c (canopy cover)

植物の林冠等(canopy)により, 降雨時の地面への雨滴落下のエネルギーによる侵食の軽減を表す係数。廃棄物埋設地では, 雨滴はすべて保護工(じゃかご等)に落下し, 保護工(じゃかご等)表面がcanopyと同様の役割を果たすため, c_c を設定する。

$$c_c = 1 - f_c \times \exp(-0.1h_f)$$

第13表 c_c の算出に係る係数

係数	値	単位	備考
f_c	1	—	fraction of land surface covered by canopy (canopyにカバーされる地面の割合) 保護工(じゃかご等)は粒径0.05m~0.15 mの割栗石を0.3 mの厚さで充填するため, 雨滴が直接保護土層に落下することはないことを踏まえて1と設定
h_f	0.98	ft	distance that raindrops fall after striking the canopy (canopy接触後に雨滴が落下する距離) 値が大きいほど c_c が大きくなり, 厳しい評価となるため, 保守的に想定される最大値として保護工(じゃかご等)高さ0.3 mと設定 1(ft) = 0.3048(m) として単位をftに換算

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

④ 保護管理係数(C)

g_c (ground cover)

地表面に接する物質(ground cover)が降雨の雨滴を防ぎ掃流力を抑制することによる侵食の軽減を表す係数。
ground coverは、地表面に接する全ての物質を対象とし、岩片、植生、落葉、コケ、作物残留物等がある。保護工(じゃかご等)がground coverとなるため、 g_c を設定する。

$$g_c = \exp(-b \times f_g)$$

第14表 g_c の算出に係る係数

係数	値	単位	備考
b	0.046	—	Empirical coefficient(経験的定数) インターリル侵食における0.025からリル侵食における0.06までの値をとる。インターリル侵食はリルとリルとの間での雨水流による表面侵食だが、保護工(じゃかご等)により表面侵食は防止されるため、リル侵食が支配的と想定。リル侵食が支配的な場合の、 $b=0.046$ (UG2008)、 $b=0.050$ (AH703)より、保守的に評価が厳しくなる0.046を設定
f_g	60	—	Percentage of land area covered by ground cover(ground coverにより覆われる地表面割合) ground coverである保護工(じゃかご等)の割栗石が保護土層に接地している割合。割栗石は保護土層の大部分に接地しているため f_g は高い値となることが推定されるが、UG2008より保守的に60%と設定

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

④ 保護管理係数(C)

s_r (soil surface roughness)

かく乱によって生じた地表面のランダムな荒さによる侵食への影響を表す係数。長期において自然現象により地表面の荒さが形成されることを想定し、 s_r を設定する。

$$s_r = \exp\{-0.66 \times (R_a - 0.24)\}$$

第15表 s_r の算出に係る係数

係数	値	単位	備考
R_a	0.6	—	Adjusted roughness value(補正荒さ値) 長期的な値が提示されているUG2008より、0.6と設定

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

⑤ 補助手法係数(P)

植生や残留物による侵食抑制手法に加えて、補助的な効果をもたらす手法に適用される係数であり、土地の輪郭部分の形成、フィルター、密集した植物の間引き、段丘、分水路、貯水池などが含まれるが、廃棄物埋設地においてこれらは存在しないことから考慮しない。

OM4: 侵食(資料2-1-1・P11参照)

2.3 侵食による影響

- 保護土層において、雨水流による表面侵食は発生しないと考えられるため、リル侵食(ガリ侵食を含む)は発生しない。
- RUSLEを用いた侵食量の評価では、1,000年間の侵食量は保護土層の体積に対して0.2%以下であり、極めて少ない。

以上より、廃棄物埋設地において、低透水性土層及び側部低透水性土層の低透水性に影響を及ぼすような保護土層の侵食は発生しないと考えられるため、侵食は影響事象として考慮しない。

状態変化の評価(陥没現象)に用いる初期条件

状態変化の評価は、廃棄物を埋設する埋設トレンチに起因した物理的・化学的相互作用を踏まえて、側部低透水性覆土及び低透水性土層の低透水性への力学的影響評価を行う。以下に、埋設される廃棄物及び鉄箱に係る初期条件を整理する(第16表)。

第16表 埋設される廃棄物及び鉄箱に係る初期条件

種類	廃棄物及び鉄箱に係る初期条件
金属類の廃棄物	配管などの金属廃棄物を切断し、 <u>鉄箱に収納</u> したもの。
コンクリート類の廃棄物	原子炉建屋の生体遮へい体であり、鉄筋コンクリートのある程度の大きさに切断し、 <u>プラスチックシートでこん包</u> したもの(一部にはコンクリートコアなどを破砕したコンクリートガラがあり、鉄箱に収納する。)
鉄箱	金属類の廃棄物及びコンクリートガラを収納する鉄箱には、約1.4 m×約1.4 m×約0.9 m(高さ)の鉄箱を用いる。収納する際には、 <u>有害な空隙が生じないように砂を充填</u> する措置を施す。

状態変化における陥没量の設定

- ✓ 鉄箱に金属類の廃棄物及びコンクリートガラを収納する際には、有害な空隙が生じないように砂を充填する措置を施すが、地震の振動や応力によって、充填砂のみかけ密度が上昇することで微小な空隙が発生し、埋設トレンチが陥没する可能性が考えられる。なお、コンクリート類の廃棄物(コンクリートガラを除く)は、生体遮へい体の鉄筋コンクリートブロックであるため、鉄箱のような砂充填による空隙は生じないものと考えた。
- ✓ 廃棄物の陥没量は、鉄箱に充填した砂のみかけの密度の変化によるものが考えられ、振動や応力などの外力が加わると砂の間隙が減少することで、みかけ密度が上昇し、廃棄物内に微小な空隙が発生すると考える。みかけ密度の上昇を想定するに当たっては、砂の相対的な締まり具合を示す指標として、相対密度 D_r がある。

$$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \quad \dots (1)$$

$$e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1 \quad \dots (2)$$

e_{max} : 砂質土の最大間隙比(最もゆるい(最小密度)状態の間隙比) ρ_s : 土粒子の密度
 e_{min} : 砂質土の最小間隙比(最も密な(最大密度)状態の間隙比) ρ_d : 乾燥密度
 e : 砂質土の間隙比

- ✓ 砂充填が比較的難しい配管などの廃棄物を含めても、鉄箱内の砂充填の相対密度は0.6以上を確保できる※ものとする(廃棄物を入れない状態では、相対密度は1.0に近い非常に密な状態となる。)。陥没量の設定においては、鉄箱に充填した砂の相対密度が地震の振動や応力によって0.6から1.0 になったと仮定して算出した値を、鉄箱内に生じる可能性がある空隙として設定する。

$$\text{鉄箱当たりの陥没量(m)} = \{ \text{最大密度の充填量(kg)} - \text{相対密度の充填量(kg)} \} \div \text{最大密度(kg/m}^3) \div \text{鉄箱の底面積(m}^2)$$

- ✓ 鉄箱内に生じる可能性がある空隙からの陥没量は、0.08 mとなる。埋設トレンチ内は中間覆土を間において3段で埋設する計画であることから、陥没量を3段分で算定し0.24 mと設定する。
- ✓ また、鉄箱内に砂を充填する際には、鉄箱の上部においては、砂の散逸の可能性から振動充填が難しく、鉄箱の上部に十分に砂を充填できないことに起因した空隙が生じる可能性も考えられる(以下「上部空隙」という)。上部空隙の陥没量の設定においては、振動充填の設計の目標値として鉄箱1つ当たり0.08 mを考慮し、3段分で0.24 mを加える。
- ✓ したがって、鉄箱内に生じる可能性がある空隙で発生する陥没量及び上部空隙の陥没量で、廃棄物層に生じる可能性がある陥没量を0.48mと設定する。

※仲田 久和他(2018): 研究施設等廃棄物浅地中処分施設における廃棄体の受入基準の設定— トレンチ処分対象廃棄体への砂充填の検討—, JAEA, JAEA—Technology 2017—031

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

第17表 解析に用いた地下水組成

項目		設定値
pH(－)		7.25
pe(－)		6.38
イオン濃度 (mol/L)	Mg ²⁺	3.04×10^{-4}
	Ca ²⁺	9.49×10^{-4}
	Na ⁺	6.60×10^{-4} ※
	K ⁺	1.44×10^{-4}
	SO ₄ ²⁻	2.58×10^{-4}
	HCO ₃ ⁻	2.33×10^{-3}
	Cl ⁻	6.89×10^{-4}
	Feイオン	1.25×10^{-5}

※ 地下水成分調整解析結果から再設定

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

(a) コンクリートブロックの仕様

コンクリートブロックの仕様及び普通ポルトランドセメントの化学組成※を第18表及び第19表に示す。

※ Sato, T. et al.(2004) :Dissolution mechanism and kinetics of smectite under alkaline conditions. Proc. Int. Work-shop on Bentonite-Cement Interaction in Repository Environ., 14-16 April 2004, Tokyo, NUMO-TR-04-05, A3-38 - A3-41

第18表 コンクリートブロックの仕様

項目	仕様内容				
材料	セメント:普通ポルトランドセメント (比重3.15~3.16)				
	細骨材 :川砂利 (最大粒径1.2~2.5 mm, 比重2.60~2.61, 吸水率1.2~1.9%)				
配合	粗骨材 :川砂利 (最大粒径25~40 mm, 比重2.59~2.60, 吸水率1.2~1.5%)				
	コンクリートブロック1 m ³ 当たり材料所要量				
	スランプ (cm)	セメント (kg)	水 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)
	15.0	390	165	605	1.235
乾燥比重	2.27 g/cm ³ 以上				
圧縮強度	370~620 kgf/cm ²				

第19表 普通ポルトランドセメントの化学組成

物質	式量 (g/mol)	含有率 (wt%)	100 gあたりの物質量 (mol/100g)
SiO ₂	60.1	21.57	0.3589
Al ₂ O ₃	101.96	5.3	0.05198
Fe ₂ O ₃	159.69	2.76	0.01728
CaO	56.077	64.3	1.147
MgO	40.3	1.95	0.04839
SO ₃	80.06	1.95	0.02436
Na ₂ O	61.98	0.26	0.004195
K ₂ O	94.2	0.46	0.004883

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

(b) 初期鉱物組成

コンクリートブロックの初期鉱物組成を、第18表に示したスランプ値15 cmの配合と第19表に示した化学組成を参照し、ノルム計算(一定の規則に従い仮想的な鉱物組成を計算すること)によって算出した(第20表参照)。なお、間隙率は以下の式を用いて算出し、10%の設定(「(d) 間隙率」を参照)となるように細骨材・粗骨材分で補正を行った。

$$n = 1 - \left(\frac{W_a}{\rho_a} + \frac{W_b}{\rho_b} + \sum V_i \right)$$

W_a : コンクリートブロック1 m³当たりの細骨材重量(Mg)

W_b : コンクリートブロック1 m³当たりの粗骨材重量(Mg)

ρ_a : 細骨材の比重(Mg/m³ = 2.61 Mg/m³)

ρ_b : 粗骨材の比重(Mg/m³ = 2.6 Mg/m³)

$\sum V_i$: 初期鉱物の体積分率(-)の総和

(c) 密度

単位体積重量は第18表に示したコンクリートブロックの仕様(乾燥比重2.27 g/cm³)を参照し、**23 kN/m³と設定**した。

(d) 間隙率

既実施試験^{※1, 2}において、**対象となるコンクリートブロックと類似した配合や圧縮強度における空隙率は10%程度である**ことが示されている。一方で、算出したコンクリートブロックの間隙率7.8%(補正前)は既実施試験結果より低く、非保守的であったため、10%となるよう初期体積分率の補正を行った。なお、初期鉱物組成で補正をした場合、溶解する成分量が減少することになるため、細骨材・粗骨材分で補正を行った。

※1 日本原子力研究開発機構(2020): 幌延URLにおける低アルカリ性セメント系材料の劣化および周辺環境への影響調査

※2 吉野 利率他(1982): 空隙構造依存性に基づくコンクリート強度推定法に関する研究—第1報 圧縮強度と空隙構造の関係—

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

第20表 解析に用いたコンクリートブロックの初期鉱物組成

初期鉱物	組成式	体積分率 (%)	物質質量 (mol/L water)
ポルトランドイト	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	6.781	20.42
CSH(1.6)	$\text{CaSi}_{0.625}\text{O}_{2.250} \cdot 1.053\text{H}_2\text{O}$	10.43	22.40
ハイドロタルサイト	$\text{Mg}_4\text{Al}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	1.046	0.4718
エトリンサイト	$\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$	2.297	0.3166
ギブサイト	$\text{Al}(\text{OH})_3$	0.805	2.477
Na_2O	Na_2O	0.0447	0.1636
K_2O	K_2O	0.0763	0.1904

※mol/L water: 間隙水1 L当たりの物質質量

※細骨材・粗骨材体積分率: 70.68%(補正前), 68.52%(補正後)

※間隙率: 7.84%(補正前), 10%(補正後)

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

(e) 拡散係数

i. 最も可能性が高い状態

コンクリートブロックの実効拡散係数は初期鉱物の溶解や二次鉱物の沈殿等による間隙率の変化を評価できるように、以下のTRU2次レポート※の経験式を用いて設定した。

$$D_e = 4.0 \times 10^{-9} \times \varepsilon^{3.05}$$

D_e : 実効拡散係数 (m^2/s), ε : 間隙率 (—)

ii. 最も厳しい状態

間隙水中の拡散係数は、間隙率と比例関係にあると考えられるため、保守的に拡散係数が大きいトリチウム水の20°Cにおける自由水中の拡散係数に間隙率を掛けた以下の式から実効拡散係数を設定した。

$$D_e = 2.05 \times 10^{-9} \times \varepsilon$$

D_e : 実効拡散係数 (m^2/s), ε : 間隙率 (—)

※ 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—, JNC TY1400 2005-013 FEPC TR2-2005-02

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

(f) 溶解速度

i. 最も可能性が高い状態

コンクリートブロックの初期鉱物の溶解速度はJAEAセメント公募報告書※の設定を参照し、以下の反応速度式を用いて設定した。各初期鉱物の溶解速度パラメータは第21表に示すとおり設定した。なお、C/H比に依存するC-S-Hゲルの溶解速度パラメータについては第22表に示すとおり設定した。

$$Rate = A \cdot k \cdot (1 - 10^{SI})$$

A: 反応比表面積 (m²/g)

k: 反応速度係数 (mol/m²/s)

SI: 飽和指数

ii. 最も厳しい状態

コンクリートブロックの初期鉱物の反応比表面積及び反応速度係数については、一律でパラメータを設定し、溶解速度は以下の反応速度式を用いて設定した。

$$Rate = A \cdot k \cdot (1 - 10^{SI})$$

A: 反応比表面積 (m²/g) (A=10.44 m²/g)

k: 反応速度係数 (mol/m²/s) (k=10⁻⁶ mol/m²/s)

SI: 飽和指数

※ 日本原子力研究開発機構(2015):平成26年度 地層処分技術調査等事業セメント材料影響評価技術高度化開発

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

第21表 コンクリートブロックの初期鉱物の溶解速度パラメータ

初期鉱物	反応比表面積 (m^2/g)	反応速度係数 ($\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)
ポルトランドイト	10.44	1.0×10^{-6}
ハイドロタルサイト	11.94	$1.0 \times 10^{-8.24}$
エトリンサイト	9.8	$1.0 \times 10^{-8.5}$
ギブサイト	10.44	1.0×10^{-6}
Na ₂ O	10.44	1.0×10^{-6}
K ₂ O	10.44	1.0×10^{-6}

第22表 C/H比に依存するC-S-Hゲルの溶解速度パラメータ

CSH	反応比表面積 (m^2/g)	反応速度係数 ($\log(\text{mol}/\text{m}^2/\text{s})$)
CSH(1.6)	25.77	-8.50
CSH(1.5)	32.44	-8.54
CSH(1.4)	39.12	-8.87
CSH(1.3)	45.79	-9.56
CSH(1.2)	52.47	-10.35
CSH(1.1)	59.15	-10.87
CSH(1.0)	65.82	-10.94
CSH(0.9)	72.50	-10.79
CSH(0.8)	79.17	-10.98
CSH(0.7)	85.85	-10.98
CSH(0.6)	92.53	-10.98
CSH(0.5)	99.20	-10.98

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

(a) 側部低透水性覆土の仕様

側部低透水性覆土の仕様及び土粒子密度を第23表及び第24表に示す。ベントナイト及び母材の土粒子密度は土粒子密度試験結果の試験平均値とし、随伴鉱物の土粒子密度は小峯※を参照に設定した。側部低透水性覆土(ベントナイト混合土)の土粒子密度は以下の式により算出した。

$$\rho_s = \rho_a \times \frac{C_a}{100} + \rho_b \times \frac{C_b}{100}$$

ρ_s : 側部低透水性覆土の土粒子密度 (Mg/m³)

ρ_a : ベントナイトの土粒子密度 (Mg/m³)

ρ_b : 母材の土粒子密度 (Mg/m³)

C_a : ベントナイトの混合率 (%)

C_b : 母材の混合率 (%)

第23表 側部低透水性覆土の仕様

種類	品名	混合率 (%)	含水比 (%)	乾燥密度 (Mg/m ³)
ベントナイト	クニゲルU (相当)	15	$w_{opt+2\%}$ 11.0	ρ_{dmax} 1.82
母材	久慈川砂	85		

第24表 土粒子密度

側部低透水性覆土	2.668 Mg/m ³
ベントナイト	2.646 Mg/m ³
母材	2.672 Mg/m ³
随伴鉱物	2.81 Mg/m ³

モンモリロナイト含有率は、MBC(メチレンブルー吸着量)試験の試験結果を参照し、クニゲルUのMBCの平均値が66 mmol/100gであったことから、クニピアのMBC150 mmol/100gに対する比でモンモリロナイト含有率を算出し、保守的に切り下げて0.40とした。

※ Hideo Komine(2010): Predicting hydraulic conductivity of sand-bentonite mixture backfill before and afterswelling deformation for underground disposal of radioactive wastes, Engineering Geology 114 (2010) 123-134.

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

(b) 初期鉱物組成

Na型ベントナイト(クニゲルU)は側部低透水性覆土のうち15 wt%と設定した。ベントナイト中に存在するモンモリロナイト以外の随伴鉱物についてはカルセドニおよびカルサイトを考慮した。モンモリロナイトの重量分率は40 wt%とし、ベントナイト中に存在するモンモリロナイト以外の随伴鉱物組成は、TRU2次レポートのベントナイト(クニゲルV1)の鉱物組成を参照し、カルセドニ38.0 wt%、カルサイト2.4 wt%とした。また、側部低透水性覆土の乾燥密度は1.82 Mg/m³とし、初期間隙率0.32とした。

クニゲルU(相当)の交換性陽イオン量は、クニゲルU及びクニゲルV1の化学組成^{※1, 2}から算出した交換性陽イオン量の比率と、TRU2次レポートのクニゲルV1の交換性陽イオン組成の積により算出し、後述する透水係数評価式(伊藤式)^{※3}(「(e) 透水係数」を参照)を用いた場合の透水係数が 1.0×10^{-10} m/sとなるようにNa型モンモリロナイトとCa型モンモリロナイトの比率を補正した(第25表参照)。以上の条件より設定した側部低透水性覆土の初期鉱物組成を第26表に示す。

※1 クミネ工業株式会社: 製品カタログ クニゲルV1
https://www.kunimine.co.jp/download/pdf/catalog/catalog_kunigel_v1.pdf

※2 クミネ工業株式会社: 製品カタログ クニゲルU
https://www.kunimine.co.jp/download/pdf/catalog/catalog_kunigel_u.pdf

※3 伊藤 弘之他(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

第25表 クニゲルU(相当)の交換性陽イオン量(補正後)
(meq/100g)

	NaZ	CaZ ₂	KZ	MgZ ₂
クニゲルU (相当)	37.88	17.45	0.60	0.57

第26表 解析に用いた側部低透水性覆土の初期鉱物組成

Na型 モンモリ ロナイト	Ca型 モンモリ ロナイト	K型 モンモリ ロナイト	Mg型 モンモリ ロナイト	カルセドニ	カルサイト
mol/L water (間隙水1 L当たりの物質質量)					
0.6234	0.2880	0.00973	0.00947	5.39	0.204

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

(c) 拡散係数

i. 最も可能性が高い状態

側部低透水性覆土の実効拡散係数はモンモリロナイトの溶解や二次鉱物の沈殿等による間隙率の変化を評価できるように、以下のTRU2次レポートの経験式を用いて設定した。

$$D_e = 2.05 \times 10^{-9} \times \varepsilon^{(2.22f_s^{0.13} + 1)}$$

D_e : 実効拡散係数 (m^2/s)

ε : 間隙率 (—)

f_s : モンモリロナイト含有率 (—)

ii. 最も厳しい状態

間隙水中の拡散係数は、間隙率と比例関係にあると考えられるため、保守的に拡散係数が大きいトリチウム水の20°Cにおける自由水中のトリチウム水の拡散係数に間隙率を掛けた以下の式から実効拡散係数を設定した。

$$D_e = 2.05 \times 10^{-9} \times \varepsilon$$

D_e : 実効拡散係数 (m^2/s)

ε : 間隙率 (—)

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

(d) 溶解速度

i. 最も可能性が高い／最も厳しい状態共通(モンモリロナイト)

低透水性覆土中のモンモリロナイトの溶解速度は以下のSato-Cama式^{※1, 2}を用いて設定した。

$$Rate = \left(4.74 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-\frac{39.57}{RT}} \cdot \frac{177e^{\frac{20.37}{RT}} \cdot a_{OH^-}}{1 + 177e^{\frac{20.37}{RT}} \cdot a_{OH^-}} + 1.70 \cdot e^{-69.67/RT} \cdot \frac{0.0297 \cdot e^{23.53/RT} \cdot a_{OH^-}}{1 + 0.0297 \cdot e^{23.53/RT} \cdot a_{OH^-}} \right) \cdot A_{min} \cdot \left\{ 1 - \exp\left(-6 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2 \cdot \frac{\Delta Gr}{RT}\right)^6\right) \right\}$$

Rate: モンモリロナイト溶解速度 (mol/s)

a_{OH^-} : OH⁻イオン活量

R: 一般気体定数 (kJ/(K·mol))

A_{min} : モンモリロナイトの反応断面積 (m²/g = 7 m²/g)

T: 絶対温度 (K)

ΔGr : ギブスの自由エネルギー変化 (kJ/mol)

※1 Cama, J. et al.(2000): Smectite dissolution kinetics at 80°C and pH8.8, Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol.64, No.15, pp.2701-2717

※2 Sato, T. et al.(2004): Dissolution mechanism and kinetics of smectite under alkaline conditions. Proc. Int. Work-shop on Bentonite-Cement Interaction in Repository Environ., 14-16 April 2004, Tokyo, NUMO-TR-04-05, A3-38 - A3-41

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

ii. 最も可能性が高い状態(カルセドニ/カルサイト)

カルセドニの溶解速度はJAEAセメント公募報告書の設定を参照し、以下の反応速度式を用いて設定した。

$$Rate = A \cdot (10^{-16.29} \cdot a_{H^+}^{-0.5}) \cdot (1 - 10^{SI})$$

A: 反応比表面積(m²/g) (A=0.23 m²/g)

a_{H⁺}: H⁺イオン活量

SI: 飽和指数

カルサイトの溶解速度はJAEAセメント公募報告書の設定を参照し、以下の反応速度式を用いて設定した。

$$Rate = A \cdot (10^{-0.3} \cdot a_{H^+} + 10^{-5.81} + 10^{-3.48} \cdot P_{CO_2}) \cdot (1 - 10^{SI})$$

A: 反応比表面積(m²/g) (A=10 m²/g)

a_{H⁺}: H⁺イオン活量

P_{CO₂}: 炭酸分圧

SI: 飽和指数

iii. 最も厳しい状態(カルセドニ/カルサイト)

カルセドニ及びカルサイトの反応速度係数及び反応比表面積については、初期鉱物として設定した鉱物を除いて一律で設定し、溶解速度は以下の反応速度式を用いて設定した。

$$Rate = A \cdot k \cdot (1 - 10^{SI})$$

A: 反応比表面積(m²/g) (A=10 m²/g)

k: 反応速度係数(mol/m²/s) (k=10⁻⁶ mol/m²/s)

SI: 飽和指数

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

(e) 透水係数

側部低透水性覆土の透水係数はベントナイト中のイオン濃度, 交換性Naイオン率及びモンモリロナイト部分間隙比によって変化するため, 以下の透水係数評価式(伊藤式)を用いて設定した。

$$K = 10^{1.30C_i} \cdot e_{sme}^{3.48C_i} \cdot K_0$$

・ $C_i > 10^{1.49ESP-1.0}$ の場合, $C_i = 10^{1.49ESP-1.0}$

・ $K > 10^{1.63e_{sme}-0.24} \cdot K_0$ の場合, $K = 10^{1.63e_{sme}-0.24} \cdot K_0$

・ $K > 1.0 \cdot 10^{-5}$ の場合, $K = 1.0 \cdot 10^{-5}$

$$K_0 = \begin{cases} (0.91 - 1.57ESP + 2.00ESP^2) \times 10^{-13} \times e_{sme}^{7.44-5.69ESP} & \dots e_{sme} \leq 7.0 \\ (0.91 - 1.57ESP + 2.00ESP^2) \times 10^{-13} \times e_{sme}^{7.44-5.69ESP} \cdot \left(\frac{e_{sme}}{7.0}\right)^{11.4} & \dots e_{sme} > 7.0 \end{cases}$$

・ $K_0 < K_0|_{ESP=1}$ の場合, $K_0 = K_0|_{ESP=1}$

C_i : 間隙水の等量イオン濃度(eq/L)

ESP: ベントナイトの交換Naイオン率

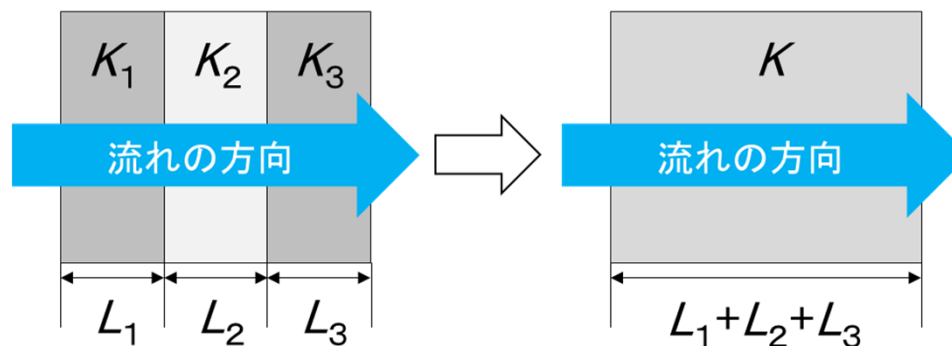
e_{sme} : モンモリロナイト部分間隙比

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

側部低透水性覆土全体の透水係数については、等価透水係数の考え方※を参考に、第9図に示すように異なる透水係数を持つ材料に対して直列となる方向の透水性を考えた場合の系全体の透水係数(等価透水係数 K)で表現した。 L は各材料の透過断面長さである。

$$K = \frac{L_1+L_2+L_3}{L_1/K_1+L_2/K_2+L_3/K_3}$$



第9図 等価透水係数の設定(直列)

※ 原子力発電環境整備機構(2007): 処分システムに求められる閉鎖性能の考え方—処分場パネル規模の水理に関する試解析—, NUMO-TR-06-01

状態変化におけるモンモリロナイト溶出影響評価

✓ 解析に用いる諸条件の設定

e. 二次鉱物

JAEAセメント公募報告書を参考に設定した側部低透水性覆土及びコンクリートブロックの二次鉱物を第27表に示す。二次鉱物の反応比表面積及び反応速度係数については、初期鉱物として設定した鉱物を除いて一律で設定し、二次鉱物の溶解速度については、JAEAセメント公募報告書を参考に、反応速度が温度、pHに依存しないものと仮定して、一般鉱物の溶解速度式を簡略化した以下の反応速度式を用いて設定した。

$$Rate = A \cdot k \cdot (1 - 10^{SI})$$

A: 反応比表面積 (m²/g) (A=10 m²/g)

k: 反応速度係数 (mol/m²/s) (k=10⁻⁶ mol/m²/s)

SI: 飽和指数

第27表 解析で考慮する二次鉱物一覧

フィリップサイト	ポルトランダイト	C ₄ AH ₁₃
クリノタイロライト	ブルーサイト	C ₄ AH ₁₉
ヒューランダイト	カルサイト	ゲーレナイト水和物
C-S-Hゲル	ドロマイト	カオリナイト
C ₃ ASH ₄	イライト	パイロフィライト
エトリンサイト	カリ長石	二水石膏
モノサルフェート	アナルサイト	フリーデル氏塩
ローモンサイト	ハイドロタルサイト	セピオライト