

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
コメント回答

2019年10月16日
日本原燃株式会社

審査会合における本資料に関連するコメントと反映箇所

No.	コメント	反映箇所
143	<p>第 298 回審査会合 (2019/8/26) 資料 1-1</p> <p>3 号埋設設備及び 1 号埋設設備 7, 8 群の防水対策のうち、外周仕切設備及び覆いの最大ひび割れ幅の設計目標値については、土木学会の 2017 年制定コンクリート標準示方書 [設計編] に示されている水密性に対するひび割れ幅の限界値の目安である 0.1mm とすることが妥当と考える。原子力規制庁としてはこれを採用することを求める。もう一度検討し、説明すること。</p>	<p>・「2. 3 号埋設設備及び 1 号埋設設備 7, 8 群の閉じ込めに関する設計」</p>
144	<p>第 298 回審査会合 (2019/8/26) 資料 1-1</p> <p>3 号埋設設備及び 1 号埋設設備 7, 8 群の防水対策のうち、埋設設備内部の防水対策については、セメント系充填材の全周を囲む防水クローズ構造にすることが有効と考えるが、セメント系充填材の下側に防水対策が設けられておらず、その根拠も明確に示されていない。覆土施工前後の各段階で、どういった状態が考えられ、それに対してどのような対策を行うのか。水の浸入経路や浸入量を勘案した埋設設備内部の防水対策について、もう一度検討し、説明すること。</p>	<p>・「2. 3 号埋設設備及び 1 号埋設設備 7, 8 群の閉じ込めに関する設計」</p>
146	<p>第 298 回審査会合 (2019/8/26) 資料 1-1</p> <p>1, 2 号埋設設備の覆土の施工時期に関して、1 号埋設設備 7, 8 群が遅れている理由が、当初計画していた廃棄体の発生状況が変わったことが原因であることは分かったが、それであれば 1 群から順次埋めることが筋である。既許可で約束したとおり早期に覆土することを前提に、もう一度検討を行うこと。</p>	<p>・「3. 1 号及び 2 号廃棄物埋設地の覆土について」</p>

目 次

1.	はじめに	1
2.	3号埋設設備及び1号埋設設備7,8群の閉じ込めに関する設計	3
2.1.	閉じ込め設計の基本方針.....	3
2.2.	閉じ込めの機能に関する安全設計.....	4
2.3.	閉じ込めの設計要件.....	6
補足 1.	外周仕切設備及び覆いの設計	8
補足 2.	作業中の雨水浸入防止対策	12
補足 3.	ポーラスコンクリート層の排水能力	13
補足 4.	セメント系充填材について	14
補足 5.	内部防水（補助的な防水）	16
補足 6.	覆土の施工に応じた排水管理	18
	（参 考）経年で発生するひび割れについて.....	19
3.	1号及び2号廃棄物埋設地の覆土について	20
3.1.	既許可の覆土時期.....	20
3.2.	覆土の範囲及び時期について.....	20
3.3.	覆土の工程について.....	21

: 審査会合コメント反映箇所

1. はじめに

本資料は、第298回審査会合(2019/8/26)資料1-1「第十条 廃棄物埋設地のコメント回答」でいただいたコメントに対し回答するものである。

3件のコメントに関する検討結果を以下に示す。

① 最大ひび割れ幅の設計目標値の見直し検討（詳細は2.にて説明）

採用する設計基準を「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針 2013」から「コンクリート標準示方書 設計編：標準 2017年度制定」へ変更し、最大ひび割れ幅の設計目標値を0.2mmから0.1mmへ見直した。

(第298回審査会合(2019/8/26))

施工後の保修を目的とし、防水性・水密性を踏まえたひび割れによる部材性能への影響について、「常時水圧作用環境下以外」で「部材厚さ180mm以上」の場合にひび割れ幅0.2mm以下であれば、ひび割れが性能低下の原因となることから最大ひび割れ幅の目標値を0.2mmとした。

(変更点)

保修ではなく設計を主体としたことから、ひび割れ抑制設計を用いるために「コンクリート標準示方書 設計編：標準 2017年度制定」に準拠する。水の浸入に対して最も影響がある貫通ひび割れが温度応力であることから、コンクリートの水密性に対するひび割れ幅の設計目標値として、0.1mmを採用した。

② 内部防水の配置場所設定理由について（詳細は2.にて説明）

- ・外周仕切設備側壁部及び覆い部からの浸入水に対する内部防水は、上部ポーラスコンクリート層、側部ポーラスコンクリート層の充填材側に配置する。その目的は、浸入水が廃棄体と接触し難くして、浸入水がポーラスコンクリート層を介して下部へ排水することである。
- ・外周仕切設備底版部からの浸入水に対する内部防水は、下部ポーラスコンクリート層外側の底版側に配置する。その目的は、外周仕切設備底版部からの地下水の浸入を抑制すること及びポーラスコンクリート層を介して排水される浸入水が外部に漏出することを防止することであり、外周仕切設備側壁の下部内側の一部の立ち上げた箇所にも内部防水を配置する。

③ 1号及び2号廃棄物埋設地の覆土について（詳細は3.にて説明）

1号及び2号廃棄物埋設地の覆土について以下に示す。

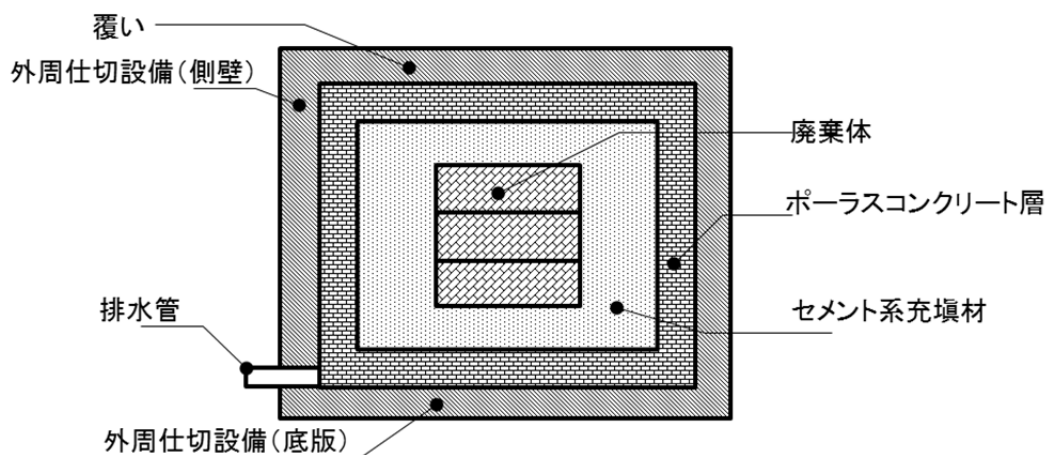
- ・ 1号廃棄物埋設地について
 - 1群から順次、覆土を行い、既許可の時期（2027年12月）までに1群～6群の覆土を行う。
 - 7,8群は、1群～6群の覆土工事と分離して操業し、操業完了後に覆土を行う。
- ・ 2号廃棄物埋設地について
 - 既許可の時期（2030年10月）までに1群～8群の覆土を行う。

2. 3号埋設設備及び1号埋設設備7,8群の閉じ込めに関する設計

2.1. 閉じ込め設計の基本方針

廃棄物埋設地は、埋設設備の覆土完了までの間、放射性物質を外周仕切設備、覆い又はコンクリート仮蓋、セメント系充填材及び排水監視設備により限定された区域に閉じ込める機能を有する設計とする。

埋設設備の基本構造を第1図に示す。



第1図 埋設設備の基本構造

廃棄体は、埋設設備の中で3層構造で囲まれている。1層目は鉄筋コンクリートからなる外周仕切設備及び覆い、2層目はポーラスコンクリート層及び排水管からなる排水監視設備、3層目は廃棄体周囲のセメント系充填材である。

廃棄体内部に水が浸入し難くするために、まず、1層目の外周仕切設備及び覆いにより、埋設設備内への雨水及び地下水の浸入を極力防止する。

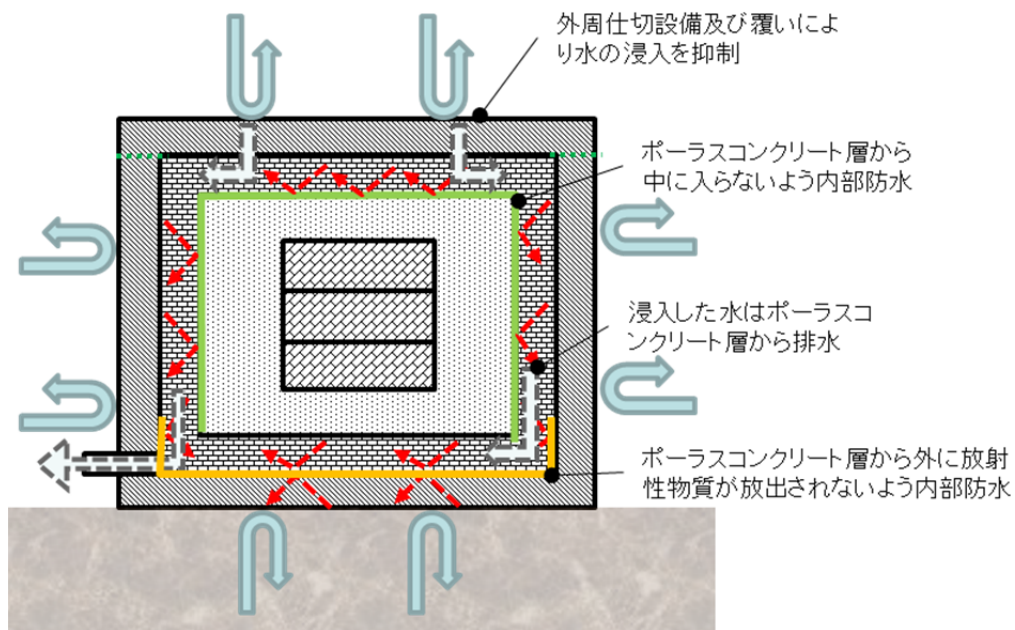
次に2層目のポーラスコンクリート層では、透水性と排水勾配により排水しやすくすることで、仮に外部から水が浸入した場合であっても、廃棄体に接触する前に埋設設備の外に排水する。

さらに、3層目のセメント系充填材は、ポーラスコンクリート層と廃棄体の間に有害な空隙が残らないよう充填することにより、大量の水が廃棄体に接触することを抑制する。

なお、3号埋設設備及び1号埋設設備7,8群は、上記の補助的な役割の機能として、浸入水の移動経路等を考慮し、ポーラスコンクリート層の内側にも追加で補助的な防水（内部防水）を配置する。

雨水及び地下水の浸入防止を具体的にした閉じ込めの概念図を第2図に示す。

以下に「閉じ込めの機能に関する安全設計」、「閉じ込めの設計要件」を記載し、詳細を「補足」で説明する。



第2図 閉じ込め概念図

2.2. 閉じ込めの機能に関する安全設計

廃棄物埋設地においては、以下に示す設計を行うことにより、廃棄体定置後から覆土完了までの間において、放射性物質を廃棄物埋設地の限定された区域に閉じ込めるものとする。

- (a) 埋設する廃棄体は、「核燃料物質等の第二種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術的細目を定める告示」(昭和63年1月13日科学技術庁告示第2号)(以下「埋設告示」という。)に定められた廃棄体に係る技術上の基準を満足するものであり、容器の構造、定置までの取扱い、強度等から、埋設設備に定置するまでの間、変形・損傷や外部からの雨水及び地下水の浸入が生じ難い構造となっているため、容易に廃棄体内の放射性物質が容器の外へ漏出することはない。しかし、埋設設備へ定置後、廃棄体周辺が水で満たされ液相に連続性がある状態となると、廃棄体内の放射性物質は水を媒体として溶出・移行し、廃棄物埋設地の外に漏出することが考えられる。このため、雨水及び地下水が、「埋設設備内へ浸入すること」及び「廃棄体へ接触すること」を抑制することにより、埋設設備内が水で満たされた状態にならないように設計する。

補足 1

(b) 埋設設備を構成する外周仕切設備及び覆いは、埋設設備内への雨水及び地下水の浸入を極力防止するために水密性に優れた鉄筋コンクリート造とし、ひび割れ抑制を考慮した設計とする。

ひび割れ抑制として、低発熱に配慮した配合及びひび割れ制御鉄筋を考慮し、最大ひび割れ幅の廃棄体定置前の設計目標値 0.1mm とする。

また、埋設設備及び廃棄体の自重、充填材の充填時の荷重、覆土の上載荷重等に対し、十分な構造上の安定性を有する設計とする。

補足 2

(c) 廃棄体定置後に、定置した廃棄体への雨水の接触を抑制するよう、埋設設備の覆いが完成するまでの間は、埋設設備の区画上部にコンクリート仮蓋等を設置する。

補足 3

(d) 定置・充填後から覆土完了までの間に、仮に埋設設備の外周仕切設備及び覆いから雨水及び地下水が浸入した場合に備え、外周仕切設備及び覆いとセメント系充填材との間に十分な排水機能を有するポーラスコンクリート層を設ける。浸入した水は、ポーラスコンクリート層の透水性と排水勾配により排水しやすくする。その結果、浸入水が廃棄体に接触することによる放射性物質の漏出を抑制するように設計する。

補足 4

(e) 廃棄体定置後、セメント系充填材で埋設設備内を充填し廃棄体を静定させる。セメント系充填材は、雨水及び地下水がポーラスコンクリート層で排水されずに区画内に浸入した場合でも、雨水及び地下水が廃棄体に接触することを抑制するため、有害な空隙が残らないように流動性を考慮した配合設計とする。

補足 5

(f) 外周仕切設備及び覆いにより、雨水及び地下水が埋設設備内に入ることを極力防止する。万が一、水が浸入した場合は、ポーラスコンクリート層を介して排水させ、廃棄体方向への水の移動を極力低減する設計であるが、セメント系充填材は無筋モルタルであり、ひび割れの発生を否定できないことから、廃棄体方向への水の浸入を防止し、かつ、放射性物質の漏出を防止するために補助的な防水（以下「内部防水」という。）を行う。

内部防水の配置は、外周仕切設備側壁部及び覆い部は、ポーラスコンクリート層

の内側でセメント系充填材を外側から覆う形とし、外周仕切設備底版部についてはポーラスコンクリート層の外側とし、外周仕切設備側壁部の立ち上げ部分まで施工する。

- (g) 排水監視設備は、埋設設備内に浸入した水をポーラスコンクリート層により排水し、排水された水を作業員が回収できる設計とする。

補足 6

- (h) 覆土開始以降、覆土の施工により周辺の地下水位が上昇し、岩盤に接する底版からの水の浸入が増える可能性があり、ポーラスコンクリート層による排水により対応する。また、覆土の進捗にあわせて地下水位は上昇し、排水量は増加する可能性があるが、将来の排水量を推定し、必要に応じて追加の対策を講ずる。

- (i) 埋設設備の設計、材料の選定、建設・施工及び検査については、「事業規則」、「許可基準規則」及び「埋設告示」に基づくほか、「コンクリート標準示方書(設計編及び施工編)」に準拠する。

2.3. 閉じ込めの設計要件

閉じ込め機能の確保を含めた埋設設備の設計要件を第1表に示す。

第1表 埋設設備の設計要件

安全機能	要求性能		外周仕切設備	内部仕切設備	支持架台 廃棄体	セメント系 充填材	覆い	コンクリート 仮蓋	設計要件	
	技術要件 (必要な特性)	設計仕様項目								
閉じ込め機能	透水特性	低透水性	水結合材比	○	○	—	—	○	—*1	緻密なコンクリートであること（基質部）。
		ひび割れ 抑制	断熱温度上昇量	○	—	—	—*3	○	—*1	温度変化によるひび割れの抑制を考慮すること。
			自己収縮ひずみ	○	—	—	—*3	○	—*1	自己収縮によるひび割れの抑制を考慮すること。
			乾燥収縮ひずみ	○	—	—	—*3	○	—*1	乾燥収縮によるひび割れの抑制を考慮すること。
			ひび割れ制御鉄筋	○	—	—	—	○	—	水の浸入防止の観点から最大ひび割れ幅を低減する。
	充填性	スランブフロー	—	—	—	○	—	—	必要な流動性を有すること。	
		ブリーディング	—	—	—	○	—	—	極力生じないよう考慮すること。	
閉じ込め機能 を確保するた めの要求機能	力学特性	力学的 安定性	圧縮強度	○	○	○*2	○	○	—	必要な構造強度を有すること。
			鉄筋強度	○	○	○*2	—	○	—	必要な構造強度を有すること。
	耐久性	鉄筋かぶり	○	○	—	—	○	—	中性化に対して劣化抵抗性を有すること。	
		材料配合	○	○	—	—	○	—	塩害及び凍害に対して劣化抵抗性を有すること。	
遮蔽機能	放射線の 遮蔽機能	遮蔽性	密度	○	○	○	○	○	○	被ばくを低減するために必要な遮蔽性能を有すること。
			部材寸法(厚さ)	○	○	○	○	○	○	○
遮蔽機能を維 持するための 要求機能	力学特性	力学的安 定性	圧縮強度	○	○	○	○	○	○	必要な構造強度を有すること。
			鉄筋強度	○	○	○	—	○	○	必要な構造強度を有すること。
	耐久性	鉄筋かぶり	○	○	—	—	○	—	中性化に対して劣化抵抗性を有すること。	
		材料配合	○	○	—	—	○	—	塩害及び凍害に対して劣化抵抗性を有すること。	

*1 防水シート等の併用により区画内に水を浸入させないよう考慮する。

*2 セメント系充填材を充填できるよう、ポーラスコンクリート層と廃棄体間の厚さを確保する。

*3 充填性を確保した上で低発熱配合の観点についても考慮する。

以下、閉じ込め機能に関する安全設計について、「2.2. 閉じ込めの機能に関する安全設計」の補足番号の順に具体的に示す。

補足 1. 外周仕切設備及び覆いの設計

1.1. 全体概要

外部からの水の浸入を極力防止するために、外周仕切設備及び覆いに対し、ひび割れ抑制を行う。具体的には、「最大ひび割れ幅の低減」を目標とし、ひび割れ抑制を考慮した低発熱配合の材料の使用とひび割れ制御鉄筋を配置する。

1.2. 初期ひび割れに対する最大ひび割れ幅の設定

埋設設備の外周仕切設備及び覆いのコンクリートに発生する初期ひび割れは、「温度ひび割れ」、「初期乾燥収縮によるひび割れ」、「沈下ひび割れ」を対象とする。

水の浸入に対し最も影響がある貫通ひび割れは、温度ひび割れであり、主に最高温度と温度低下量が影響する。よって、外周仕切設備及び覆いの設計においては、「最大ひび割れ幅の低減」を目標とし、発熱量の低下を指向したコンクリート配合を行うとともに、ひび割れ幅を低減させるひび割れ制御鉄筋を配置する（第3図）。

第2表に「コンクリート標準示方書 設計編：標準 2017年度制定」*1で示されている、コンクリートの水密性に対するひび割れ幅の設計限界値の目安⁽¹⁾を示す。

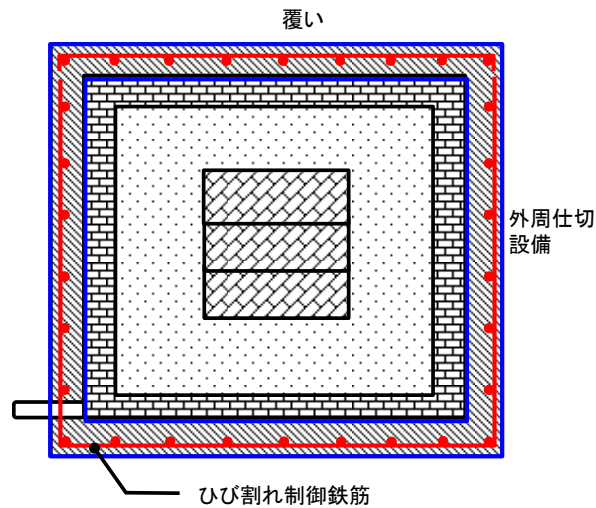
なお、ひび割れ幅の設計限界値の設定に用いた既往の研究は、全て貫通ひび割れを生じた結果によるものである。

第2表より、一般の水密性を確保する場合の水密性に対するひび割れ幅の限界値の目安は、温度応力による断面力が軸引張力のため0.1mmである。したがって、最大ひび割れ幅の目標値を0.1mmとし、これに対応したひび割れ制御鉄筋を考慮した設計をする。

また、施工後に外周仕切設備及び覆いの打設後初期におけるひび割れ幅が0.1mm以上のものに対しては保修する。

*1 ひび割れに対する最新の知見である「コンクリート標準示方書 設計編：標準 2017年度制定」を参照する

コメント No. 143_外周仕切設備及び覆いの最大ひび割れ幅について整理



最大ひび割れ幅の目標値を 0.1mm とし、発熱量の低下を指向したコンクリート配合及びひび割れ制御鉄筋を配置する。

第 3 図 外周仕切設備及び覆いの初期ひび割れに対する設計

第 2 表 水密性に対するひび割れ幅の設計限界値の目安 (mm)⁽¹⁾

要求される水密性の程度		高い水密性を確保する場合	一般の水密性を確保する場合
卓越する 断面力	軸引張力	—*1	0.1
	曲げ モーメント*2	0.1	0.2

*1 断面力によるコンクリート応力は全断面において圧縮状態とし、最小圧縮応力度 0.5N/mm² 以上とする。なお、詳細解析による検討を行う場合には、別途定めるものとする。

*2 交番荷重を受ける場合には、軸引張力が卓越する場合に準じることとする。

1.3. 配合設計の整理

第 1 表に示す安全機能を確保できるようコンクリートの配合検討を行う。力学的安定性、耐久性、遮蔽性及び低透水性を確実に満足するものとして配合設計を行う。ひび割れ抑制については、前述の項目を満足し、可能な限り向上を図る（第 3 表）。

配合設計として必要な各項目について以下に説明する。

① 低透水性

外周仕切設備及び覆いからの水の浸入を極力防止する目的から、基質部を緻密なコンクリートとするため、水結合材比が 55%以下となる配合とする。

②ひび割れ抑制

外周仕切設備及び覆いからの水の浸入を抑制する目的から、ひび割れの発生に繋がる要因を可能な限り抑制する。具体的には、断熱温度上昇量、自己収縮ひずみ及び乾燥収縮ひずみの抑制である。水和熱、自己収縮及び乾燥収縮を可能な限り抑制する配合とす

る。

③力学的安定性

埋設設備内部に廃棄体を安定して定置できる強度を有するものとして力学的安定性を確保する。必要な圧縮強度である 24.6N/mm^2 を確保する配合とする。

④耐久性

閉じ込め期間に埋設設備が環境に暴露されることによる埋設設備の劣化が生じないよう、耐久性を確保する。供用期間内に機能を損失しない劣化抵抗性を有する配合とする。

⑤遮蔽性

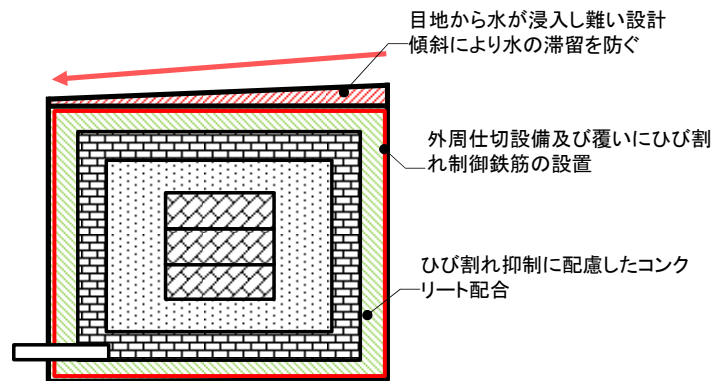
公衆が受ける線量の低減のため、遮蔽性を確保する。遮蔽に必要な密度として 2.1t/m^3 を確保する配合とする。

第3表 外周仕切設備及び覆いの配合設計に係る項目

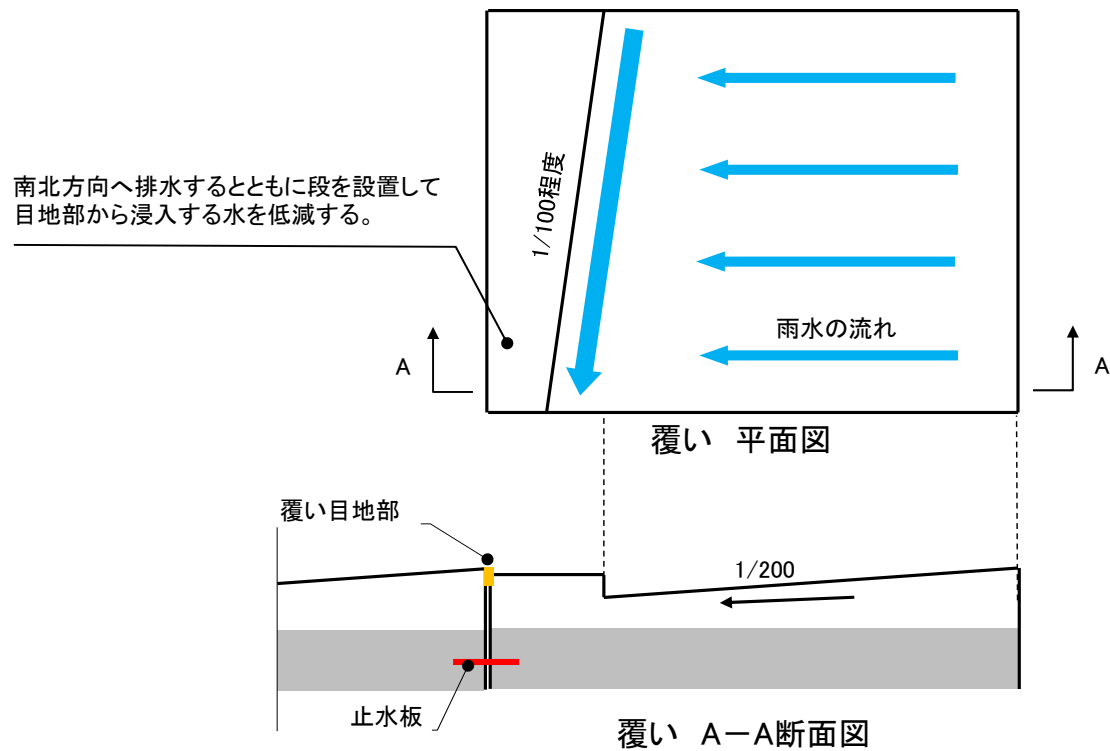
技術要件	設計仕様項目	目標性能	確認方法
①低透水性	水結合材比	55%以下	配合表により目標性能を満足すること
②ひび割れ抑制	断熱温度上昇量	低発熱の結合材を用い、温度上昇量が可能な限り小さいこと	①③④⑤の性能を満たし、温度上昇量が抑制されていること
	自己収縮ひずみ	収縮量が低減できる結合材を用い、収縮量を可能な限り抑制できること	①③④⑤の性能を満たし、収縮ひずみ量が抑制されていること
	乾燥収縮ひずみ		
③力学的安定性	圧縮強度	24.6N/mm^2 以上	圧縮強度試験により目標性能を満足すること
④耐久性	材料配合	供用年数で機能を損失しない劣化抵抗性を有すること	コンクリート標準示方書に基づく耐久性照査により目標性能を満足すること
⑤遮蔽性	密度	2.1t/m^3 以上	密度試験により目標性能を満足すること

1.4. その他の防水に対する設計

覆いからの浸入水が経路として挙げられる。このため、覆いの上面に傾斜を設け、水が覆い上面に滞留し難くする設計とする（第4図及び第5図）。



第4図 閉じ込めに関連する設備と想定する水の浸入経路



第5図 覆い上面の排水構造例

参考文献

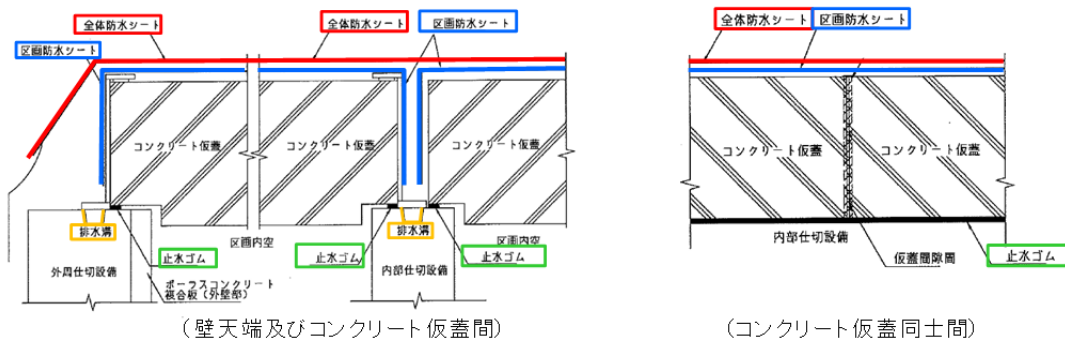
- (1) (公社)土木学会：コンクリート標準示方書 設計編：標準 2017年度制定、4編 4.4 設計限界値の目安

補足 2. 作業中の雨水浸入防止対策

廃棄体定置後からセメント系充填材充填までの期間においては、区画上部へのコンクリート仮蓋の設置のほかに、下記の対策（第 6 図）を実施することで、区画内への水の浸入を極力防止する。

また、廃棄体定置作業時においては、埋設クレーンに屋根等を設置して、雨水の浸入を防ぐ。

- ・ 埋設設備上部を防水シートで覆う。区画防水シート及び全体防水シートを 2 重に設置する。
- ・ シート内部へ浸入する水の排水を考慮し、内部仕切設備上部に勾配を設けた排水溝を設置し、外へ排水する。
- ・ 排水溝からのオーバーフローを考慮し、区画端部とコンクリート仮蓋との接点に止水ゴム等を設置する。



第 6 図 雨水浸入防止対策イメージ図

補足 3. ポーラスコンクリート層の排水能力

最大ひび割れ幅の目標値を 0.1mm として設計した外周仕切設備及び覆いからは水の浸入は極めて少ないと想定されるが、それでも浸入した水は、廃棄体に接触し難くするために透水性の高いポーラスコンクリート層を通過させ、排水監視設備から埋設設備の外に排水させる設計とする。

ポーラスコンクリート層の透水係数は、 $3.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$ (平均値: 自社の受入基準値であり、メーカー下限値 ($1.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$) の 3 倍) 及び $1.0 \times 10^{-2} \text{m/s}$ (メーカー上限値) とし、以下の式を用いて設定する。

ダルシー則より、 $Q=K \times i \times S$

ここに、

Q : 1 ピット当たり浸入水量 (m^3/y)

K : ポーラスコンクリートの透水係数 ($=3.0 \times 10^{-3} \text{m/s} \sim 1.0 \times 10^{-2} \text{m/s}$)

i : 設置勾配 ($=0.005$)

S : 通水断面積 ($=3.331 \text{m}^2$)

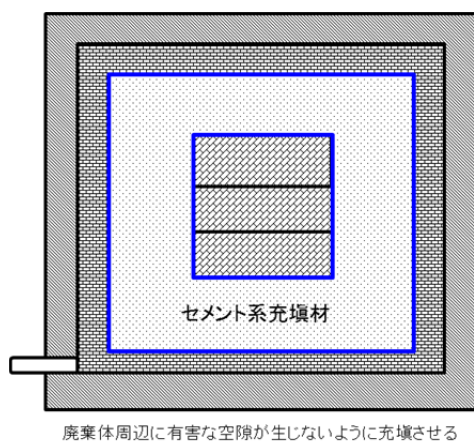
上記計算結果より、ポーラスコンクリート層の排水能力は、 $1,576 \text{m}^3/\text{y} \sim 5,252 \text{m}^3/\text{y}$ となる。

補足 4. セメント系充填材について

4.1. 全体概要

雨水及び地下水がポーラスコンクリート層で排水されずに区画内に浸入した場合でも、雨水及び地下水が廃棄体に接触することを抑制するため、有害な空隙が残らないように流動性を考慮したセメント系充填材により埋設設備内を充填する（第7図）。

したがって、廃棄体周りのセメント系充填材は、流動性を良くし充填性を上げ、廃棄体間の空隙を隙間無く充填するとともに、低発熱配合のセメント系充填材を選定し、温度応力によるひび割れを抑制する設計とする。



第7図 セメント系充填材の設計方針

4.2. 配合設計の整理

第1表に示す安全機能を確保できるようモルタルの配合検討を行う。

充填性、遮蔽性を確実に満足するものとして配合設計を行う。ひび割れ抑制、凝結遅延抑制及び力学的安定性については、前述の項目を満足するなかで、可能な限り向上を図るものである（第4表及び第5表）。

配合設計として必要な各項目について以下に説明する。

①充填性

埋設設備内に有害な空隙を残さない充填性を有するものとして、流動性と材料分離抵抗性を確保する。廃棄体間の狭隘な間隙部分にも十分に充填でき、材料分離による間隙を生じさせないために、スランプフローは65cm以上を確保し、ブリーディングについては極力生じない配合とする。

②遮蔽性

公衆が受ける線量の低減のため、遮蔽性を確保する。遮蔽に必要な密度として 1.6t/m^3 を確保する配合とする。

③ひび割れ抑制

セメント系充填材内を水が通過することを極力低減するため、ひび割れの発生につながる要因を可能な限り抑制する。具体的には、断熱温度上昇量、自己収縮ひずみ及び乾燥収縮ひずみの抑制である。水和熱、自己収縮及び乾燥収縮を可能な限り抑制する配合とする。

④力学的安定性

廃棄体と充填材の一体化の観点から必要な力学的安定性を確保する。必要な圧縮強度である 10N/mm² を確保する配合とする。

⑤凝結遅延抑制

操業上の工程の関係から凝結時間を抑制する。操業工程を考慮し、48 時間以内に終結する配合とする。

第 4 表 セメント系充填材の配合設計に係る項目（安全機能）

技術要件	設計仕様項目	目標性能	確認方法
①充填性	スランプフロー	65cm 以上	スランプフロー試験により目標性能を満足すること
	ブリーディング	極力生じないこと	試験結果でブリーディングが極力生じていないこと
②遮蔽性	密度	1.6t/m ³ 以上	密度試験により目標性能を満足すること
③ひび割れ抑制	断熱温度上昇量	低発熱の結合材を用い、温度上昇量を可能な限り小さいこと	①②④⑤の性能を満たし、温度上昇量が抑制されていること
	自己収縮ひずみ	収縮量が低減できる結合材を用い、収縮量を可能な限り抑制できること	①②④⑤の性能を満たし、収縮ひずみ量が抑制されていること
	乾燥収縮ひずみ		
④力学的安定性	圧縮強度	10N/mm ² 以上	圧縮強度試験により目標性能を満足すること

第 5 表 セメント系充填材の配合設計に係る項目（その他）

技術要件	設計仕様項目	目標性能	確認方法
⑤凝結遅延抑制	凝結時間	終結が 48 時間以内	凝結試験により目標性能を満足すること

補足 5. 内部防水（補助的な防水）

5.1. 内部防水について

外部からの水の浸入防止は、基本的に外周仕切設備及び覆いにより埋設設備内に入ることを極力防止する。万が一、水が浸入した場合は、ポーラスコンクリート層を介して排水させ、廃棄体方向への水の移動を極力低減する設計であるが、セメント系充填材は無筋モルタルであり、ひび割れの発生を否定できないことから、廃棄体方向への水の浸入を防止し、かつ、放射性物質の漏出を防止するための補助的な位置づけとして内部防水を行う。

内部防水としては、以下の2つの観点で設計する。

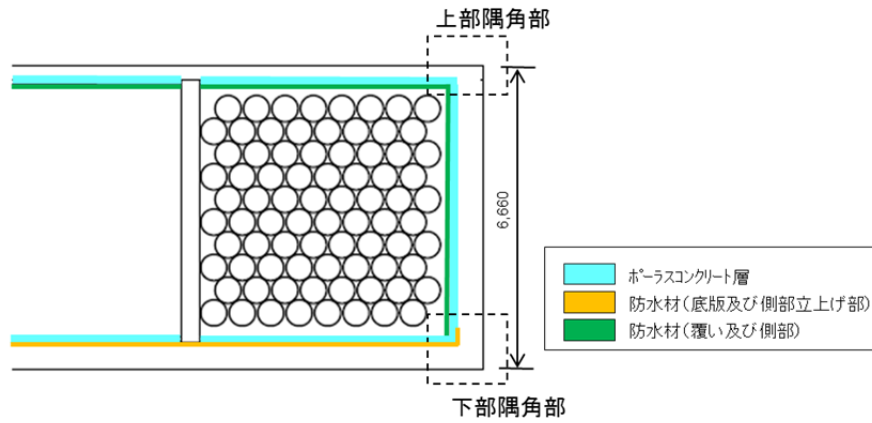
- ① ポーラスコンクリート層から廃棄体方向に近づく水の流れを防止すること（外周仕切設備側壁部及び覆い部）
- ② ポーラスコンクリート層から放射性物質の漏出を防止すること（外周仕切設備底板部全面及び側壁部の立ち上げ部分）

5.2. 内部防水の配置

外周仕切設備側壁部及び覆い部における内部防水は、ポーラスコンクリート層の内側でセメント系充填材を包む形とする。また、外周仕切設備底板部における内部防水についてはポーラスコンクリート層の外側とし、外周仕切設備側壁部の立ち上げ部分まで施工する（第8図及び第9図）。

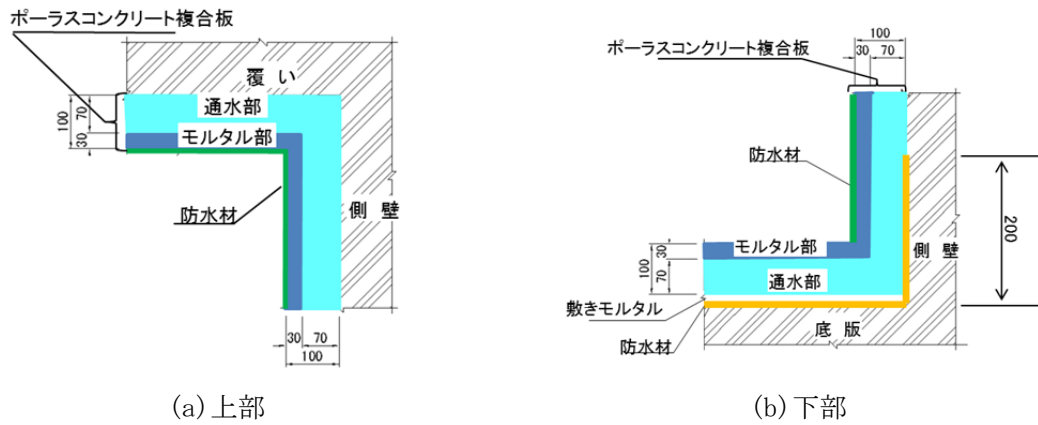
【内部防水の配置場所設定理由】

- ・外周仕切設備側壁部及び覆い部のからの浸入水に対する内部防水は、上部ポーラスコンクリート、側部ポーラスコンクリートの内側に配置する。その目的は、浸入水が廃棄体と接触し難くすること及び浸入水がポーラスコンクリート層を介して下部へ排水するためである。
- ・外周仕切設備底板部からの浸入水に対する内部防水は、下部ポーラスコンクリート外側の底版側に配置する。その目的は、外周仕切壁底板部からの地下水の浸入を抑制すること及びポーラスコンクリート層を介して排水される浸入水が外部に漏出することを防止することであり、外周仕切設備側壁の下部内側の一部の立ち上げた箇所にも内部防水を配置する。



内部仕切設備直下については外周仕切設備底板上も防水材を連続させる

第 8 図 3 号埋設設備東西断面図 (単位 : mm)



第 9 図 隅角部図 (単位 : mm)

補足 6. 覆土の施工に応じた排水管理

覆土施工に伴い地下水圧が上昇し、埋設設備内部と外部の水圧の差が大きくなると浸入水量が増える可能性がある。埋設設備への浸入経路は、覆土開始前に外周仕切設備側壁部及び覆いのひび割れについて点検し保修すること、また埋設設備側部及び上部には、難透水性覆土、下部覆土及び上部覆土が構築されることから水の浸入経路は、底版部からが主な経路と想定される。一方、底版部はひび割れ制御鉄筋及び防水材料による防水対策が施されていることから、設計の段階から、浸入経路となるひび割れ発生の防止につとめ、ひび割れが発生しても、可能な限りの保修等を実施する計画であり、顕著な水の浸入は少ないと考えている。

仮に覆土期間中に地下水の浸入があった場合には、底版上部のポーラスコンクリート層が機能して浸入水を排水すると考える。ポーラスコンクリート層には十分な排水能力があり、廃棄体に水が接する可能性はかなり低く抑えられる。

万が一、埋設設備内の浸入水位が上昇した場合の対応として考え方を整理する。

水が浸入する経路としては、埋設設備底版部からひび割れ経由の浸入や鉄筋コンクリートを浸透してきた地下水が主なものと考えられる。

浸入する水量が多い場合は、ひび割れ経由の浸入による地下水の割合が多いと推定できる。このひび割れ経由の浸入水量は、埋設設備内部と外部の水圧の差に依存するため、覆土期間中の初期の段階で浸入水量と内外の水圧差を計測することで、覆土の進捗による将来の浸入水量をある程度推定することが可能である。

このため、覆土の進捗に伴いポーラスコンクリート層の排水能力を超えるような評価になった場合でも、覆土施工にあわせて、地下水位を一時的に低下させる等の対策を行うとともに、覆土期間中は、埋設設備内の排水量及び地下水位をモニタリングとあわせて排水監視する。

(参 考) 経年で発生するひび割れについて

「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針 2013」⁽¹⁾では、ひび割れの評価の種類を、ひび割れの原因や対象部材の条件等によって適用する種類を選択することとして示している。温度ひび割れや乾燥収縮ひび割れなど、打込みから数年の間に収束すると考えられるひび割れを対象とした評価を「評価 I（乾燥収縮ひび割れなどに適用）」として区分している。防水性・水密性の観点から評価 I を行う場合のひび割れの部材性能への影響について整理されている。その内容について第 6 表に示す。ここに示されるひび割れは部材を貫通するものを対象とし、ひび割れ幅は表面におけるものである。

外周仕切設備及び覆い（部材厚さ 300mm～600mm）において初期ひび割れを保修した後、経年で発生するひび割れとしては、温度応力による軸引張力が卓越する状態ではなく、廃棄体定置及びセメント系充填材充填の荷重により発生する曲げモーメントが卓越する状態である。このような曲げモーメントの場合は貫通するひび割れにはなり難いが、発生するひび割れに対しては、閉じ込め機能への影響を考慮して保修する。この場合、「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針 2013」⁽¹⁾を参考とし、ひび割れによる防水性への影響を評価して保修を行うこととする。

第 6 表 防水性・水密性の観点からのひび割れの部材性能への影響⁽¹⁾

環境条件		常時水圧作用環境下		左記以外	
部材厚 (mm)		180 未満	180 以上	180 未満	180 以上
ひび割れ幅： w (mm)	$0.20 < w$	大	大	大	大
	$0.15 < w \leq 0.20$	大	大	大	中
	$0.05 < w \leq 0.15$	中	中	中	小
	$w \leq 0.05$	小	小	小	小

*1 評価結果「小」、「中」、「大」の意味は下記のとおり

- 小：ひび割れが性能低下の原因となっておらず、部材が要求性能を満足する。
- 中：ひび割れが性能低下の原因となるが、軽微（簡易）な対策により対処が可能。
- 大：ひび割れによる性能低下が顕著であり、部材が要求性能を満足していない。

参考文献

- (1) (社法)日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針 2013 第 4 章評価、4.2 評価 I（乾燥収縮ひび割れなどに適用）の方法

3. 1号及び2号廃棄物埋設地の覆土について

3.1. 既許可の覆土時期

1号廃棄物埋設地の覆土の時期について、既許可において「埋設開始以降30年経過し35年以内の間」としている。埋設開始が1992年12月であることから、2027年12月までに覆土を行うこととしている。

2号廃棄物埋設地は、同様に「埋設開始以降25年経過し30年以内の間」としており、埋設開始が2000年10月であることから、2030年10月までに覆土を行うこととしている。

3.2. 覆土の範囲及び時期について

1号及び2号廃棄物埋設地の覆土の範囲及び時期について以下に整理した。

(1) 1号廃棄物埋設地

(i) 目的

既設の埋設設備は、一部設備でひび割れ等から雨水の浸入が認められていることから、埋設設備への水の浸入をできるだけ抑制するため、難透水性覆土を含めた覆土で埋設設備を覆う。

(ii) 覆土範囲について

既許可の時期(2027年12月)までに行う廃棄物埋設地の覆土範囲について、以下に示す。

- a. 1群～6群は、既許可の時期までに順次、覆土を行う。
- b. 7,8群は、今後構築・操業していくことから、1群～6群の覆土の工事工程とは分離して操業を行い、操業完了後に覆土を行う。

(iii) 覆土時期について

1号廃棄物埋設地については、既許可の時期(2027年12月)までに1群～6群の覆土を行う。なお、6群を覆土するには、7群の操業が終了している必要があることから、6群は、7群の操業が終了次第、覆土を行う。

これらに基づく2027年12月での覆土の形状イメージを第10図に示す。

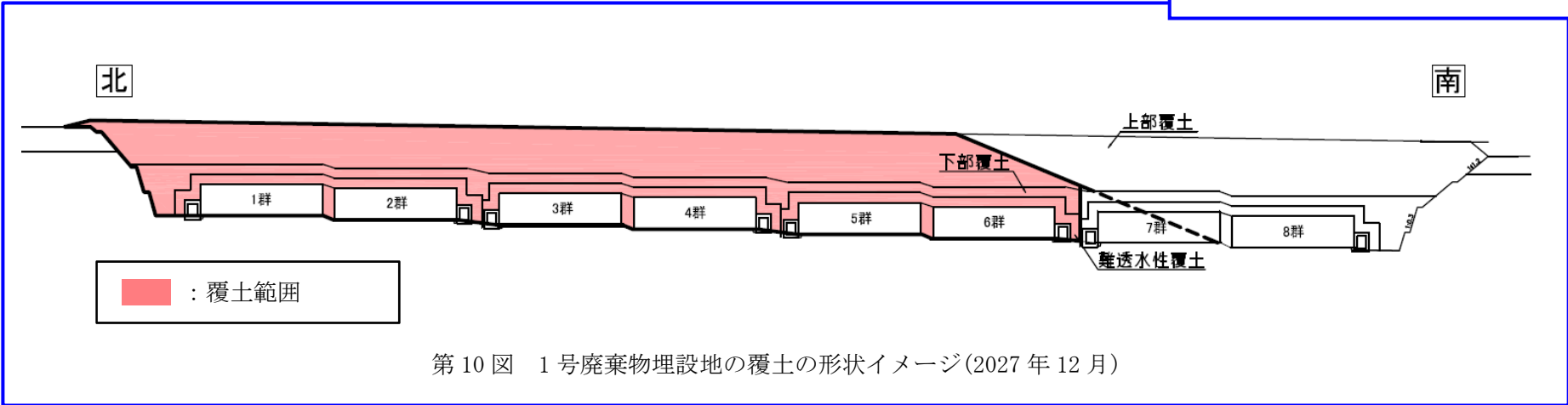
(2) 2号廃棄物埋設地

2号廃棄物埋設地については、既許可の時期(2030年10月)までに、1群～8群の覆土を行う。

3.3. 覆土の工程について

1号及び2号廃棄物埋設地の覆土に関して、覆土施工までに必要な準備工事を整理し、既許可の時期までの工程成立性について検討した。既許可の時期に対して、1号廃棄物埋設地1群～6群及び2号廃棄物埋設地1群～8群の覆土の工程が成立することを確認した（第7表参照）。

コメント No. 146_覆土期間について整理



第7表 1号及び2号廃棄物埋設地の覆土までの工程
(既許可の時期までの工程成立性の確認)

項目 \ 年度		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	備考			
1号	操業（廃棄体定置、覆い設置）	▽6群			▽7群			▽8群										・8群の操業は、1群～6群の覆土と調整しながら並行して行う。 ・7,8群には、6群までの覆土法面の保修工程を考慮している。			
	準備工事（ひび割れ保修・付属設備撤去）	1群～6群											7,8群								
	点検路構築						1群～4群▽		▽5群～6群		▽7群									▽8群	
	覆土							1群～4群▽		▽5群～6群									▽7,8群		
2号	操業（廃棄体定置、覆い設置）						▽8群														
	準備工事（ひび割れ保修・付属設備撤去）				1群～8群																
	点検路構築							1群～4群▽		▽5群～8群											
	覆土									▽1群～4群		▽5群～8群									

以上