



「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項第二号及び第四号への適合性について」
の概要
【覆土の構造設計】

2024年9月9日

日本原子力発電株式会社



第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈への適合性

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	適合性
(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地) 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は、次の各号に掲げる要件を満たすものでなければならない。 二 トレンチ処分に係る廃棄物埋設地は、その表面を土砂等で覆う方法その他の人工バリアを設置する方法により、廃棄物埋設地への雨水及び地下水の浸入を十分に抑制し、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、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。	① 地下水面より上に埋設トレンチを設置することにより、地下水の浸入を抑制する設計とする。 ② 最終覆土の完了までの間は、<u>側部低透水性覆土及び表面遮水の低透水性により、雨水等の浸入を抑制</u>する設計とする。最終覆土の完了後は、<u>側部低透水性覆土、低透水性覆土及び遮水シートの低透水性により、雨水等の浸入を抑制</u>する設計とする。 ③ 人工バリアとして設置する<u>側部低透水性覆土、低透水性覆土、遮水シート及び表面遮水は、</u>廃棄物埋設地の外への<u>放射性物質の漏出を低減する機能</u>(以下「<u>漏出低減機能</u>」という。)を有する設計とする。



第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈への適合性

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の解釈	適合性
第13条(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地) 1 第1号に規定する「外周仕切設備を設置する方法、その表面を土砂等で覆う方法その他の人工バリアを設置する方法」及び第2号に規定する「その表面を土砂等で覆う方法その他の人工バリアを設置する方法」とは、以下の設計をいう。 一 埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質の性質及び放射能濃度に応じて、設計時点において合理的かつ利用可能な最善の建設・施工技術によるものであること。 二 劣化・損傷に対する抵抗性を考慮すること。 三 劣化・損傷が生じた場合にも機能が維持できる(安全上支障のない期間内において速やかに修復できることが確実にあることを含む。)構造・仕様であること。	一 ① 表面遮水は、点検・補修等による機能維持が可能な遮水シートを用いる。 ② 側部低透水性覆土及び低透水性覆土は、力学的作用により安全性が損なわれ難い天然材料である土質材料を用いた土構造物とする。 ③ 低透水性の確保を確実なものとするため、低透水性覆土の上部に低透水性の遮水シートを設置する。 ④ 設計、材料の選定、建設・施工及び検査については、利用可能な最善の建設・施工技術として、最新の知見を確認する。 二 ① 表面遮水は、合成ゴム及び合成樹脂系の遮水シートを用いるとともに、紫外線による劣化を考慮して保護碎石等の保護工により覆う。 ② 側部低透水性覆土及び低透水性覆土は、変形追従性を考慮し、土質系材料を用いる。 ③ 遮水シートは、力学的安定性及び化学的安定性を考慮し、高密度ポリエチレン(HDPE)シートを用いるとともに、紫外線による劣化を考慮して覆土を設置する。 三 ① 表面遮水は、速やかに修復し漏出低減機能を維持する。 ② 側部低透水性覆土及び低透水性覆土は、十分な厚さとする。 ③ 遮水シートは、速やかに修復し漏出低減機能を維持する。

第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈への適合性

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の解釈	適合性
第13条(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地) 5 第1項第1号及び第2号の「<u>廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減</u>」については、平常時における廃棄物埋設地からの放射性物質の漏出に伴う公衆の受ける線量が、第8条第1項に規定する「廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の線量」及び第17条第1項に規定する「周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質」の放出により公衆の受ける線量を含め、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、ALARAの考え方の下、実効線量で50マイクロシーベルト／年以下であること。 6 第1項第2号に規定する「廃止措置の開始まで」とは、埋設の終了後50年程度を目安とする。	① 埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間における地下水中の放射性物質が移動する海での海産物の摂取に伴う内部被ばく線量は約$2.3 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}/\text{y}$である。 ② 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による公衆の外部被ばく線量の最大値は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から全区画の最上段中間覆土完了までの間においては約$3.8 \times 10^1 \mu\text{Sv}/\text{y}$であり、全区画の最上段中間覆土完了から廃止措置の開始までの間においては約$1.1 \times 10^1 \mu\text{Sv}/\text{y}$である。 ③ 以上より、<u>公衆の受ける合計線量は、最大約$3.8 \times 10^1 \mu\text{Sv}/\text{y}$となり、$50 \mu\text{Sv}/\text{y}$以下である。</u>



第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈への適合性

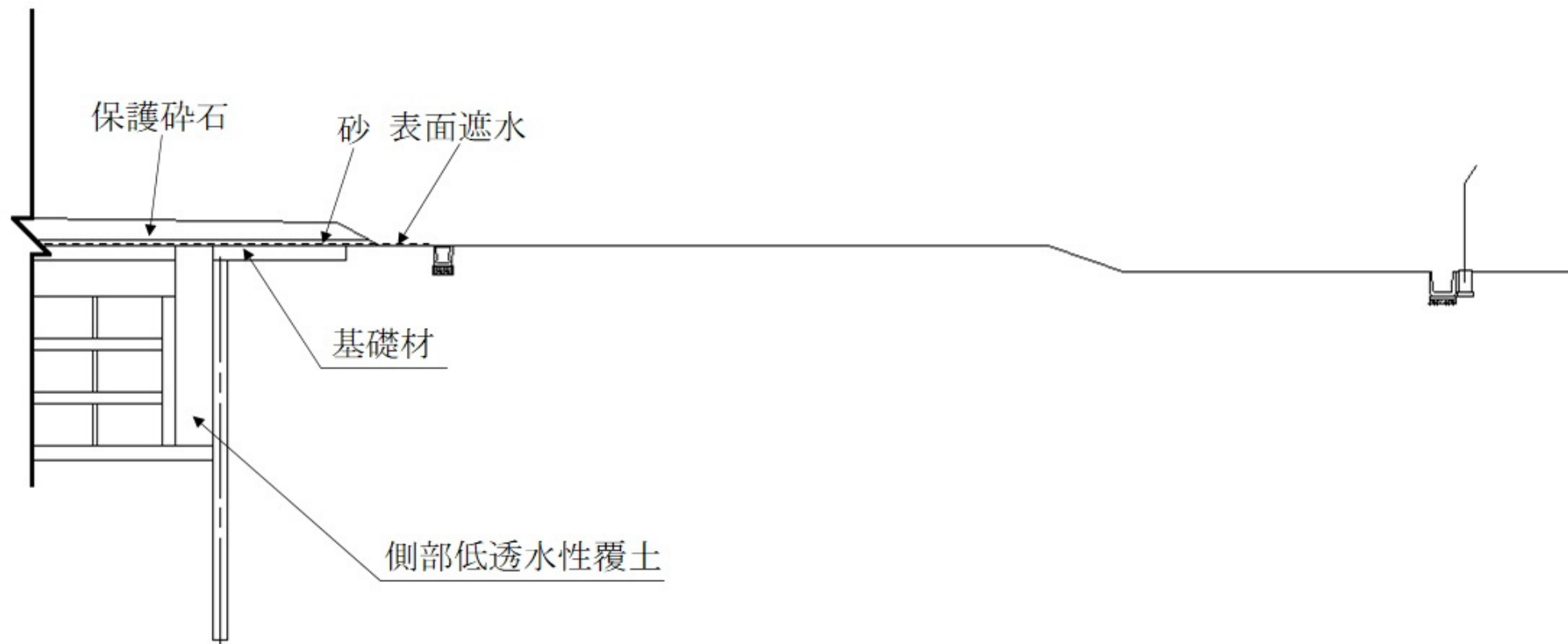
第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	適合性
(ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地) 第十三条 ピット処分又はトレンチ処分に係る廃棄物埋設地は、次の各号に掲げる要件を満たすものでなければならない。 四 前条第一項第五号に定めるものであること。 前条 五 埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、埋設した放射性廃棄物に含有される化学物質その他の化学物質により廃棄物埋設地の安全機能が損なわれないものであること。	① 廃棄物埋設地に埋設する放射性廃棄物は、金属類及びコンクリート類であり、容器等に収納又はこん包する。また、覆土は土質系材料を用いることから、可燃性の化学物質及び可燃性ガスを発生する化学物質は埋設トレンチ内に含まれない。 ② その他の化学物質として、雨水等の浸透水とコンクリート類の放射性廃棄物との接触によって溶脱するカルシウム成分等の影響を考慮する必要がある。雨水等の浸透水がコンクリート類の放射性廃棄物と接触することによって、カルシウム成分が溶脱し、浸透水のpHが変化することで、高アルカリ性の間隙水が発生する可能性がある。 i. 安全機能のうち漏出低減機能については、側部低透水性覆土、低透水性覆土、遮水シート及び表面遮水にて漏出低減機能を期待している。 - 側部低透水性覆土については、放射性廃棄物と側部低透水性覆土は充填砂により離隔が取られるため、高アルカリ性の間隙水による側部低透水性覆土の低透水性への影響はない。 - 低透水性覆土、遮水シート及び表面遮水については、埋設した放射性廃棄物より上部に位置するためコンクリート類の放射性廃棄物から溶脱した成分を含む浸透水の影響を受けない。 ii. 安全機能のうち遮蔽機能については、中間覆土にて遮蔽機能を期待しているが、中間覆土はカルシウム成分等による影響はない。

■ 漏出低減機能の設計方針

- ✓ 漏出低減機能は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、放射性廃棄物を埋設した区画（以下「埋設が完了した区画」という。）内への雨水等の浸入を抑制する設計とし、これを達成するための漏出低減機能を有するものは、側部低透水性覆土、低透水性覆土、遮水シート及び表面遮水とする。
- ✓ 埋設が完了した区画内への地下水の浸入については、地下水面より上に埋設トレンチを設置することにより浸入を抑制する。
- ✓ 埋設が完了した区画内への雨水等の浸入については、最終覆土の完了までの間は、側部低透水性覆土及び表面遮水の低透水性により、雨水等の浸入を抑制する設計とする。最終覆土が施工された区画では、表面遮水に代わり低透水性覆土及び遮水シートの低透水性により、雨水等の浸入を抑制する設計とする。
- ✓ 最終覆土の完了後は、側部低透水性覆土、低透水性覆土及び遮水シートの低透水性により、埋設が完了した区画内への雨水等の浸入を抑制する設計とする。

【表面遮水】

- ✓ 低透水性を有する設計とする。
- ✓ 定期点検及び地震、台風等の異常事態が発生した場合は臨時点検を行い、劣化・損傷が生じた場合、安全上支障のない期間内において速やかに修復することにより必要な機能を維持する設計とする。
- ✓ 合成ゴム及び合成樹脂系の遮水シートを用いるとともに、紫外線による劣化を考慮して保護砕石等の保護工により覆うことで、劣化・損傷に対する抵抗性を有する設計とする。
- ✓ 埋設が完了した区画内への雨水等の浸入を抑制するために、最上段の中間覆土及び最終覆土のうち基礎材の一部を施工後、その上部に表面遮水を設置する(第1図参照)。
- ✓ 設計、材料の選定、建設・施工及び検査に当たっては、現行国内法規に基づく規格及び基準によるものとし、利用可能な最善の技術として最新の知見を確認する。なお、現時点での最新の知見としては、「遮水シート日本遮水工協会自主基準」及び「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領(2010改訂版)」を参照する。



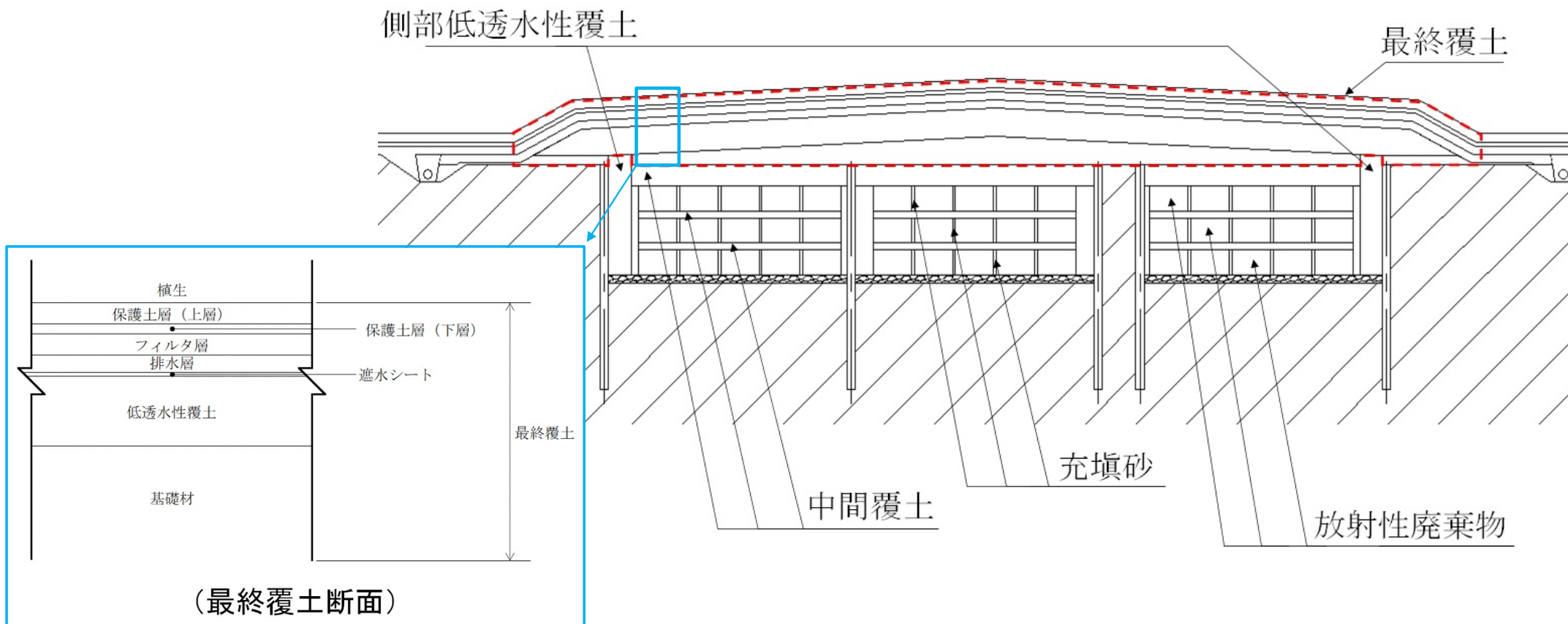
第1図 表面遮水の設置例

【側部低透水性覆土，低透水性覆土，遮水シート】

- ✓ 低透水性を有する設計とする。
- ✓ 側部低透水性覆土及び低透水性覆土は，長期的に安全性が損なわれ難い天然材料である土質系材料を採用することにより，劣化・損傷に対する抵抗性を有する設計とする。
- ✓ 遮水シートは，長期的に安全性が損なわれ難い高密度ポリエチレン(HDPE)シートを用いるとともに，紫外線による劣化を考慮して覆土を設置することで，劣化・損傷に対する抵抗性を有する設計とする。
- ✓ 劣化・損傷が生じた場合においても必要な機能を維持するために，側部低透水性覆土及び低透水性覆土は十分な厚さを有する設計とする。
- ✓ 側部低透水性覆土及び低透水性覆土は，長期的な力学的影響に対して変形追従性を考慮する。また，遮水シートは，長期的な力学的影響に対して力学的安定性を，また，化学的影響に対して化学的安定性を考慮する。
- ✓ 埋設が完了した区画の側部及び上部からの雨水等の浸入を抑制するために，側部低透水性覆土を埋設トレンチの側部に，また，低透水性覆土及び遮水シートを埋設トレンチの上部に設置する(第2図参照)。
- ✓ 設計，材料の選定，建設・施工及び検査に当たっては，現行国内法規に基づく規格及び基準によるものとし，利用可能な最善の技術として最新の知見を確認し，現状入手できる材料を用いる。なお，現時点での最新の知見としては，「遮水シート日本遮水工協会自主基準」，「道路土工要綱」，「道路土工—盛土工指針」及び「河川土工マニュアル」を参照する。

漏出低減機能の設計(5／5)

 : 最終覆土の範囲



第2図 覆土の断面図



廃棄物埋設地に関する設計の留意事項(1／4)

廃棄物埋設地は、埋設する放射性廃棄物の受入れ開始から廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減するため、以下について考慮した設計とする。

- ① 埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質の性質及び放射能濃度に応じて、設計時点において合理的かつ利用可能な最善の建設・施工技術によるものであること。
- ② 劣化・損傷に対する抵抗性を考慮すること。
- ③ 劣化・損傷が生じた場合にも機能が維持できる(安全上支障のない期間内において速やかに修復できることが確実であることを含む。)構造・仕様であること。

廃棄物埋設地に関する設計の留意事項(2／4)

① 埋設する放射性廃棄物に含まれる放射性物質の性質及び放射能濃度に応じて、設計時点において合理的かつ利用可能な最善の建設・施工技術によるものであること

(1) 合理的な建設・施工技術

- ✓ 表面遮水の透水特性は、最終覆土を施工するまでの間期待するものであり、最終覆土の施工時には撤去することから、点検・補修等による機能維持が可能な遮水シートを用いることが合理的である。
- ✓ 側部低透水性覆土及び低透水性覆土の透水特性は、長期的に期待するため、力学的作用により安全性が損なわれ難い天然材料である土質系材料を用いた土構造物とすることが合理的である。
- ✓ 低透水性覆土の透水特性である低透水性の確保を確実なものとするため、低透水性覆土の上部に低透水性の遮水シートを設置することが合理的である。

(2) 利用可能な最善の建設・施工技術

- ✓ 設計、材料の選定、建設・施工及び検査については、利用可能な最善の建設・施工技術として、最新の知見を確認する。
- ✓ 現時点での最新の知見としては、「遮水シート日本遮水工協会自主基準」、「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領(2010改訂版)」、「道路土工要綱」、「道路土工―盛土工指針」及び「河川土工マニュアル」を参照する。
- ✓ 側部低透水性覆土及び低透水性覆土については、一般土工で用いられる重機を使用し、適切な品質管理を行うことで、目標の透水係数を有する覆土を施工できることを確認している。
- ✓ 品質管理方法は、側部低透水性覆土及び低透水性覆土の施工前に行う試験結果を用いて最終決定する。

廃棄物埋設地に関する設計の留意事項(3／4)

② 劣化・損傷に対する抵抗性を考慮すること

【 表面遮水 】

- ✓ 合成ゴム及び合成樹脂系の遮水シートを用いるとともに、紫外線による劣化を考慮して保護砕石等の保護工により覆うことで、劣化・損傷に対する抵抗性を有する設計とする。

【 側部低透水性覆土，低透水性覆土及び遮水シート 】

- ✓ 側部低透水性覆土及び低透水性覆土については、変形追従性を考慮し、粒径分布に広がりを持った土質系材料を用いることにより、劣化・損傷に対する抵抗性を有する設計とする。
- ✓ 遮水シートについては、力学的安定性及び化学的安定性を考慮し、高密度ポリエチレン(HDPE)を用いるとともに、紫外線による劣化を考慮して覆土を設置することで、劣化・損傷に対する抵抗性を有する設計とする。
- ✓ 長期状態において想定される劣化・損傷事象を抽出し、覆土の低透水性に影響を及ぼす要因に対して、長期的に低透水性を維持するための要求機能を満たす見通しのある設計とする。

廃棄物埋設地に関する設計の留意事項(4／4)

- ③ 劣化・損傷が生じた場合にも機能が維持できる(安全上支障のない期間内において速やかに修復できることが確実であることを含む。)構造・仕様であること

【 表面遮水 】

- ✓ 劣化・損傷が生じた場合においても、安全上支障のない期間内において速やかに修復し、漏出低減機能を維持する構造・仕様とする。

【 側部低透水性覆土，低透水性覆土及び遮水シート 】

- ✓ 側部低透水性覆土及び低透水性覆土については、発生が予想される力学的影響に対して機能維持が受動的に期待できるよう、十分な厚さとする。
- ✓ 遮水シートは、劣化・損傷が生じた場合においても、安全上支障のない期間内において速やかに修復し、漏出低減機能を維持する構造・仕様とする。
- ✓ 線量評価上用いる各性能は、線量評価の状態設定における不確実性を包含する設定とすることにより、廃棄物埋設地全体として線量基準を満足するようにする。



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

埋設した放射性廃棄物に含ま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設計とする。

(1)前提

- ✓ 埋設トレンチ内に、可燃性の化学物質及び可燃性ガスを発生する化学物質を含めない。
- ✓ その他の化学物質として、雨水等の浸透水とコンクリート類の放射性廃棄物との接触によって溶脱するカルシウム成分等の影響を考慮する。

(2)設計

【漏出低減機能】

- ✓ 雨水等の浸透水がコンクリート類の放射性廃棄物と接触することによって、カルシウム成分が溶脱し、浸透水のpHが変化することで、高アルカリ性の間隙水が発生する可能性がある。
- ✓ 放射性廃棄物と側部低透水性覆土は充填砂により離隔が取られるため、高アルカリ性の間隙水による側部低透水性覆土の低透水性への影響はない。
- ✓ 低透水性覆土、遮水シート及び表面遮水は、埋設した放射性廃棄物より上部に位置するためコンクリート類の放射性廃棄物から溶脱した成分を含む浸透水の影響を受けない。

【遮蔽機能】

- ✓ 遮蔽機能を期待している中間覆土はカルシウム成分等による影響はない。



放射性物質の漏出を低減する機能を有すること

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の解釈第13条第5項に対して、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設計とする。

(1) 設計方針

- ✓ 「廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減する」について、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間、公衆の受ける線量が法令に定める線量限度を超えないことはもとより、As Low As Reasonably Achievable (ALARA) の考え方の下、合理的に達成できる限り十分に低くなるよう、実効線量で 50 μ Sv/y 以下 となる設計とする。

(2) 線量評価結果

- ✓ 埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間における 地下水中の放射性物質が移動する海での海産物の摂取に伴う内部被ばく線量は約 $2.3 \times 10^{-2} \mu$ Sv/y である。
- ✓ 第二種埋設許可基準規則第八条に規定する「廃棄物埋設施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による事業所周辺の線量」により公衆の受ける外部被ばく線量の最大値は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から全区画の最上段中間覆土完了までの間においては約 $3.8 \times 10^1 \mu$ Sv/y であり、全区画の最上段中間覆土完了から廃止措置の開始までの間においては約 $1.1 \times 10^1 \mu$ Sv/y である。
- ✓ 以上より、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間における公衆の受ける合計線量は、最大約 $3.8 \times 10^1 \mu$ Sv/y となり、本施設は、法令に定める線量限度を超えないことはもとより、公衆に対して合理的に達成できる限り十分に低い線量となる施設の設計となっている。

■ 廃棄物埋設地の構成

- ✓ 廃棄物埋設地は、放射性廃棄物を埋設する埋設トレンチ、覆土等により構成する。
- ✓ 覆土は、側部低透水性覆土、充填砂、中間覆土及びその上面を覆う最終覆土で構成する(第2図参照)。
- ✓ 最終覆土は、基礎材、低透水性覆土、遮水シート、排水層、フィルタ層、保護土層(下層)及び保護土層(上層)で構成する(第2図参照)。
- ✓ 最終覆土の完了までの間は、側部低透水性覆土、充填砂、中間覆土、最終覆土のうち基礎材の一部で覆土を構成し、その上面に表面遮水を設置する(第1図参照)。
- ✓ 最終覆土の上部には植生を行う。また、最終覆土の側部に排水設備を設置する。

■ 覆土の構造及び仕様

- ✓ 充填砂は、埋設した放射性廃棄物間の間隙及び埋設した放射性廃棄物と側部低透水性覆土又は仕切板の間隙に充填する。
- ✓ 中間覆土は、放射性廃棄物の上部に設置する。
- ✓ 側部低透水性覆土は、埋設トレンチ最外周の放射性廃棄物の側部に充填する充填砂と仕切板の間に設置する。
- ✓ 最終覆土は、最上段の中間覆土の上部に設置する。
- ✓ 漏出低減機能を確保する観点から、覆土の低透水性は、力学的影響及び化学的影響による長期的な性能低下に配慮した設計とする。
- ✓ 覆土の断面図を第2図に、主な仕様を第1表に示す。

廃棄物埋設地の設計(3/12)【覆土】

第1表 覆土の主な仕様

名称		主な仕様	
覆土	最終覆土	保護土層（上層）	・材料：粘性土又は火山灰質粘性土 ・厚さ※ ¹ ：0.3 m 以上
		保護土層（下層）	・材料：砂質土 ・厚さ※ ¹ ：0.15 m 以上
		フィルタ層	・材料：クラッシャーラン ・厚さ※ ¹ ：0.3 m 以上
		排水層	・材料：単粒度碎石 ・厚さ※ ¹ ：0.3 m 以上
		遮水シート	・材料：高密度ポリエチレン（HDPE）※ ² ・厚さ※ ¹ ：1.5 mm 以上
		低透水性覆土	・材料：ベントナイト混合土 ・透水係数※ ¹ ：1.0×10 ⁻¹⁰ m/s 以下 ・厚さ※ ¹ , ※ ³ ：1 m 以上
		基礎材	・材料：粒度調整碎石 ・厚さ※ ¹ ：0.3 m 以上
	側部低透水性覆土		・材料：ベントナイト混合土 ・透水係数※ ¹ ：1.0×10 ⁻¹⁰ m/s 以下 ・厚さ※ ¹ ：0.8 m 以上
	中間覆土		・材料：砂質土 ・厚さ※ ¹ ：0.5 m 以上（最上段）、0.2 m 以上（最上段を除く） ・密度：1,300 kg/m ³ 以上
充填砂		・材料：砂質土（流動性を期待できるもの）	

※1：施工時点の値

※2：高摩擦タイプとする

※3：埋設トレンチ上部の厚さ

a. 最終覆土

① 概要

- ✓ 最終覆土は、基礎材、低透水性覆土、遮水シート、排水層、フィルタ層、保護土層(下層)及び保護土層(上層)により構成し、最上段の中間覆土の上部に設置する(第2図参照)。
- ✓ 最終覆土を侵食から保護するため、最終覆土の上部に植生を行う。
- ✓ 最終覆土のうち遮水シートより上部の保護土層(上層)、保護土層(下層)、フィルタ層及び排水層は、外部事象から、遮水シート及び低透水性覆土を保護している。また、これらは、側部低透水性覆土及び低透水性覆土の吸水膨潤による体積変化を拘束圧によって抑制することで、漏出低減機能を確保している。このため、最終覆土のうち遮水シートより上部全体として、漏出低減機能を保護及び確保する機能を有する。

各層の役割等について次頁以降に示す。



廃棄物埋設地の設計(5/12)【覆土】

i. 保護土層(上層)

- ✓ 植生を維持することで漏出低減機能を有するものを含む廃棄物埋設地を侵食から保護している。
- ✓ 保護土層(下層)とともに、側部低透水性覆土及び低透水性覆土の乾湿影響を低減することで、漏出低減機能を保護している。
- ✓ 漏出低減機能を保護する機能を有する。
- ✓ 最終覆土の上部の植生が正常に育つよう、粘性土又は火山灰質粘性土を使用する。

ii. 保護土層(下層)

- ✓ 植生を維持することで漏出低減機能を有するものを含む廃棄物埋設地を侵食から保護している。
- ✓ 保護土層(上層)とともに、側部低透水性覆土及び低透水性覆土の乾湿影響を低減することで、漏出低減機能を保護している。
- ✓ 保護土層(上層)が下部のフィルタ層に流出するのを防止することで、保護土層(上層)による排水層の目詰まりを防止し、漏出低減機能を確保している。
- ✓ 漏出低減機能を保護及び確保する機能を有する。
- ✓ 植生が正常に育つために透水性良好な層として、砂質土を使用する。

iii. フィルタ層

- ✓ 保護土層(下層)の土粒子が下部の層に流出して削れる現象(以下「パイピング」という。)を防止することで、保護土層(下層)による排水層の目詰まりを防止し、漏出低減機能を確保している。
- ✓ 漏出低減機能を確保する機能を有する。
- ✓ パイピングを防止するよう、クラッシャーランを使用する。

iv. 排水層

- ✓ 雨水等の浸透水を排水することにより最終覆土が飽和することを抑制し、最終覆土の安定性を維持することで漏出低減機能を確保している。
- ✓ 漏出低減機能を確保する機能を有する。
- ✓ 雨水等を廃棄物埋設地の外に排水するよう、単粒度碎石を使用する。



廃棄物埋設地の設計(6/12)【覆土】

v. 遮水シート

① 概要

- ✓ 埋設トレンチ内を浸透する雨水等に伴う浸透水量を低減することにより、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減することを目的として、低透水性覆土の上部に設置する。
- ✓ 長期的な機能維持を考慮し、長期的に性質が安定し、力学的安定性及び化学的安定性を有する高密度ポリエチレン(HDPE)で構成する。
- ✓ 高密度ポリエチレン(HDPE)は、最終覆土の安定性の向上の観点から高摩擦タイプとする。
- ✓ 遮水シートの上層の施工時の転圧影響を緩和し、遮水シートの破損を防止することを目的として、遮水シートを保護する材料を遮水シートの上部に設置する。

② 設計方針

- ✓ 最終覆土の完了後から廃止措置の開始までの間の漏出低減機能を求める。
- ✓ 漏出低減機能に対しては、透水特性を確保し、埋設トレンチ内を浸透する雨水等に伴う浸透水量を低減するために低透水性を考慮した材質を用いる設計とする。
- ✓ 漏出低減機能を長期的に維持するための力学的安定性及び化学的安定性は、廃止措置の開始後の評価において考慮する性能を満たす見通しがあるものとする。

③ 仕様

- ✓ 透水特性
厚さ1.5 mm以上の高密度ポリエチレン(HDPE)
- ✓ 機能維持特性
 - 力学的安定性
力学的影響により、放射性廃棄物の容器内に残存する空隙に起因する陥没に伴い変形した場合においても、力学的安定性が維持され、覆土全体として埋設トレンチへの雨水等に伴う浸透水量の増加を抑制する設計とする。
 - 化学的安定性
最終覆土中に含まれる酸素や浸透水中に含まれる溶存酸素との化学反応により、遮水シートが劣化した場合においても、化学的安定性が維持され、覆土全体として埋設トレンチへの雨水等に伴う浸透水量の増加を抑制する設計とする。

vi. 低透水性覆土

① 概要

- ✓ 埋設トレンチ内を浸透する雨水等に伴う浸透水量を低減することにより、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減することを目的として、基礎材の上部に設置する。
- ✓ 埋設する放射性廃棄物の収納容器である鉄箱(砂を充填して陥没防止を図っている)が、万一、陥没して低透水性覆土の漏出低減機能が喪失することのないように、長期的な機能維持を考慮し、長期的に性質が安定し、変形追従性を持った天然材料であるベントナイトと砂を母材としたベントナイト混合土で構成する。

② 設計方針

- ✓ 最終覆土の完了後から廃止措置の開始までの間の漏出低減機能を求める。
- ✓ 漏出低減機能に対しては、透水特性を確保し、埋設トレンチ内を浸透する雨水等に伴う浸透水量を低減するために低透水性を考慮した設計とする。
- ✓ 漏出低減機能を長期的に維持するための変形追従性は、廃止措置の開始後の評価において考慮する性能を満たす見通しがあるものとする。

③ 仕様

- ✓ 透水特性
 1.0×10^{-10} m/s以下の透水係数を施工時点で確保する。また、埋設した放射性廃棄物の空隙に起因する沈下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、厚さ1 m以上のベントナイト混合土とする。
- ✓ 機能維持特性
 - 変形追従性
力学的影響により、放射性廃棄物の容器内の空隙に起因する陥没に伴い側部低透水性覆土が変形した場合においても、その変形に追従し、覆土全体として埋設トレンチ内への雨水等に伴う浸透水量の増加を抑制する設計とする。

vii. 基礎材

- ✓ 低透水性覆土等の施工時の反力確保等を目的として、粒度調整碎石を使用する。

廃棄物埋設地の設計(8/12)【覆土】

b. 側部低透水性覆土

① 概要

- ✓ 廃棄物埋設地の側方から埋設トレンチ内への雨水等に伴う浸透水量を低減することにより、廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏出を低減することを目的として、埋設トレンチの最外周の放射性廃棄物の側部に充填する充填砂と仕切板の間に設置する(第2図参照)。
- ✓ 長期的な機能維持を考慮し、長期的に性質が安定し、変形追従性を持った天然材料であるベントナイトと砂を母材としたベントナイト混合土で構成する。

② 設計方針

- ✓ 埋設する放射性廃棄物の受入れ開始から廃止措置の開始までの間の漏出低減機能を求める。
- ✓ 漏出低減機能に対しては、透水特性を確保し、埋設トレンチ内を浸透する雨水等に伴う浸透水量を低減するために低透水性を考慮した設計とする。
- ✓ 漏出低減機能を長期的に維持するための変形追従性は、廃止措置の開始後の評価において考慮する性能を満たす見通しがあるものとする。

③ 仕様

- ✓ 透水特性
 1.0×10^{-10} m/s以下の透水係数を施工時点で確保する。また、埋設した放射性廃棄物の空隙に起因する沈下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、厚さ0.8 m以上のベントナイト混合土とする。
- ✓ 機能維持特性
 - 変形追従性
力学的影響により、放射性廃棄物の容器内の空隙に起因する陥没に伴い低透水性覆土が変形した場合においても、その変形に追従し、埋設トレンチ内を浸透する雨水等に伴う浸透水量の増加を抑制する設計とする。

c. 中間覆土

① 概要

- ✓ 砂質土より構成し、放射性廃棄物の上部に設置する(第2図参照)。

② 設計方針

- ✓ 中間覆土施工後から廃止措置の開始までの間の遮蔽機能を求める。

③ 仕様

✓ 遮蔽性

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できるような密度及び厚さを確保する。密度は $1,300 \text{ kg/m}^3$ 以上とする。中間覆土(最上段を除く)は厚さ0.2 m以上の砂質土とし、中間覆土(最上段)は厚さ0.5 m以上の砂質土とする。

d. 充填砂

① 概要

- ✓ 埋設した放射性廃棄物間の間隙及び埋設した放射性廃棄物と側部低透水性覆土又は仕切板の間隙に充填する砂であり、埋設トレンチに有害な空隙が残らないようにする(第2図参照)。

② 設計方針

- ✓ 充填後に有害な空隙が残らないように、充填時に流動性を期待できる土質系材料を使用する。

③ 仕様

- ✓ 砂質土のうち、流動性を期待できるものとする。

■ 表面遮水の構造及び仕様

✓ 表面遮水の設置例を第1図に, 主な仕様を第3表に示す。

① 概要

- ✓ 合成ゴム及び合成樹脂系の遮水シートにより構成する。
- ✓ 最終覆土のうち基礎材の一部を施工した後, その上面に設置する。
- ✓ 遮水シートの上部は保護砕石等の保護工を施工する。

② 設計方針

- ✓ 表面遮水の設置完了後から最終覆土の設置完了までの間の漏出低減機能を求める。
- ✓ 漏出低減機能に対しては, 透水特性を確保し, 埋設トレンチ内を浸透する雨水等に伴う浸透水量を低減するために低透水性を考慮した材料を用いる設計とする。

③ 仕様

- ✓ 透水特性

厚さ1.5 mm以上の合成ゴム及び合成樹脂系

第3表 表面遮水の主な仕様

名称		主な仕様
表面遮水	遮水シート	材料：合成ゴム及び合成樹脂系 厚さ：1.5 mm 以上

■ 植生

① 概要

- ✓ 最終覆土を侵食から保護するため，最終覆土の上部に芝生・草花で構成する植生を行う(第2図参照)。
- ✓ 植生は最終覆土を侵食から保護することで，漏出低減機能を保護する機能を有する。

② 設計方針

- ✓ 植生により最終覆土を侵食から保護する設計とする。
- ✓ 植生が正常に育つために必要な基盤の条件として保護土層(上層)及び保護土層(下層)の厚さを考慮し，植生は芝生・草花とする。

③ 仕様

- ✓ 芝生・草花を用いる。

■ 排水設備

① 概要

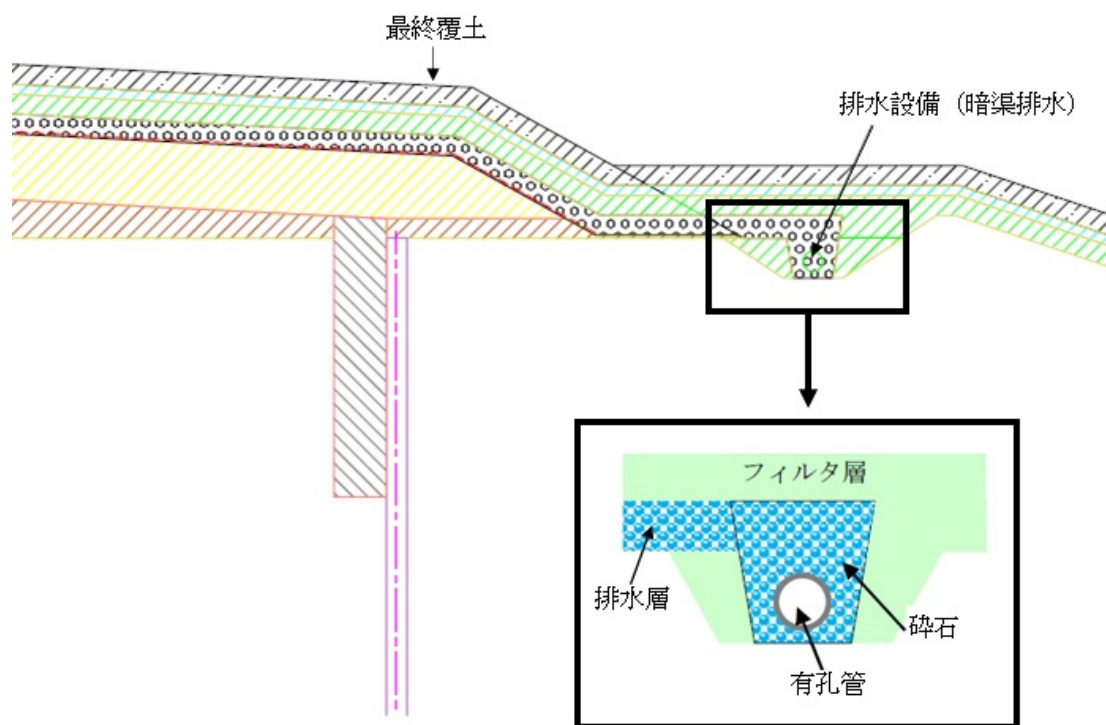
- ✓ 排水設備は暗渠排水とし，砕石及び有孔管により構成し，最終覆土の側部に設置する(第3図参照)。

② 設計方針

- ✓ 排水設備を設置することにより，主に最終覆土の排水層を流下する雨水等を廃棄物埋設地の外に排水する設計とする。
- ✓ 暗渠排水の排水量を確保するため，通水部には砕石及び有孔管を設置する。

③ 仕様

- ✓ 暗渠排水とし，砕石及び有孔管を用いる。



第3図 排水設備の設置例

その他の設計(1/2)

雨水等の浸入を防止するための措置として、放射性廃棄物の受入れを行う場所の上面には雨水防止 TENT を、また、最終覆土の設置において表面遮水を撤去して作業を行う場所には雨養生を設置する。雨水防止 TENT 及び雨養生を作業時に設置し、雨水等の浸入防止の管理を行う。

■ 雨水防止 TENT

① 概要

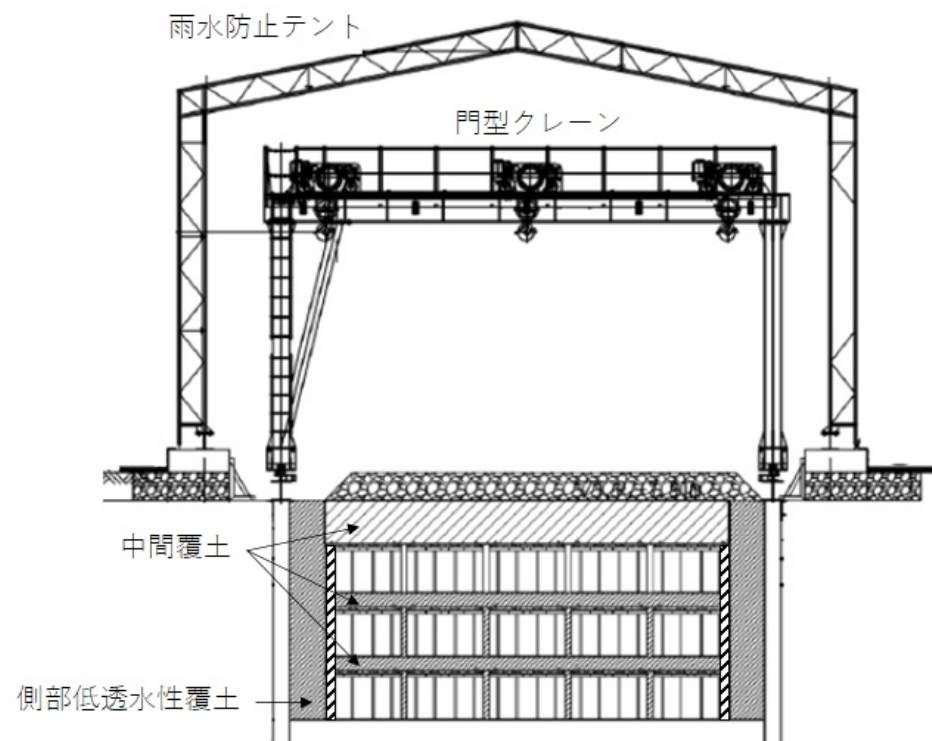
- ✓ テント支柱・梁及び膜材により構成する。
- ✓ 放射性廃棄物の受入れを行う場所の上面に設置する（第4図参照）。

② 設計方針

- ✓ 放射性廃棄物の受入れを行う場所への雨水等の浸入を防止するために、耐水性を考慮した設計とする。

③ 仕様

- ✓ 膜材には、耐水性及び耐候性を有するシートを用いる。



第4図 雨水防止 TENT の設置例

■ 雨養生

① 概要

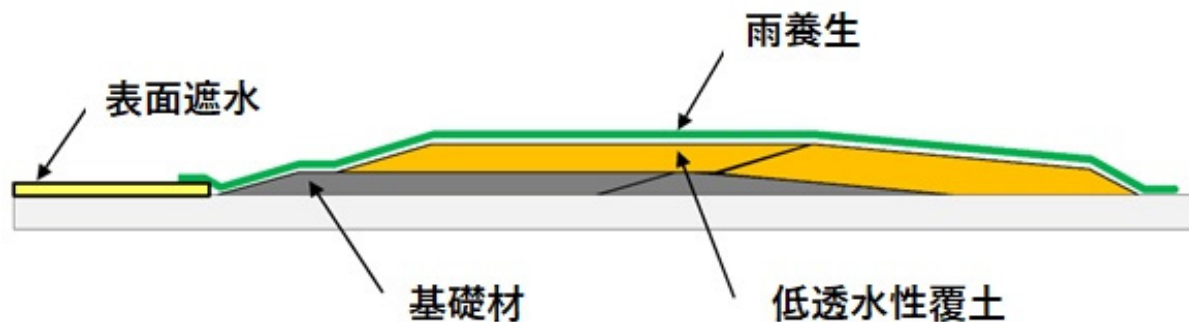
- ✓ シートにより構成する。
- ✓ 最終覆土の設置の際に表面遮水を撤去してから最終覆土完了までの間、表面遮水を撤去した場所での作業中断時に設置する(第5図参照)。

② 設計方針

- ✓ 最終覆土の設置において表面遮水を撤去して作業を行う場所への雨水等の浸入を防止するために、耐水性を考慮した設計とする。

③ 仕様

- ✓ 耐水性及び耐候性を有するシートを用いる。



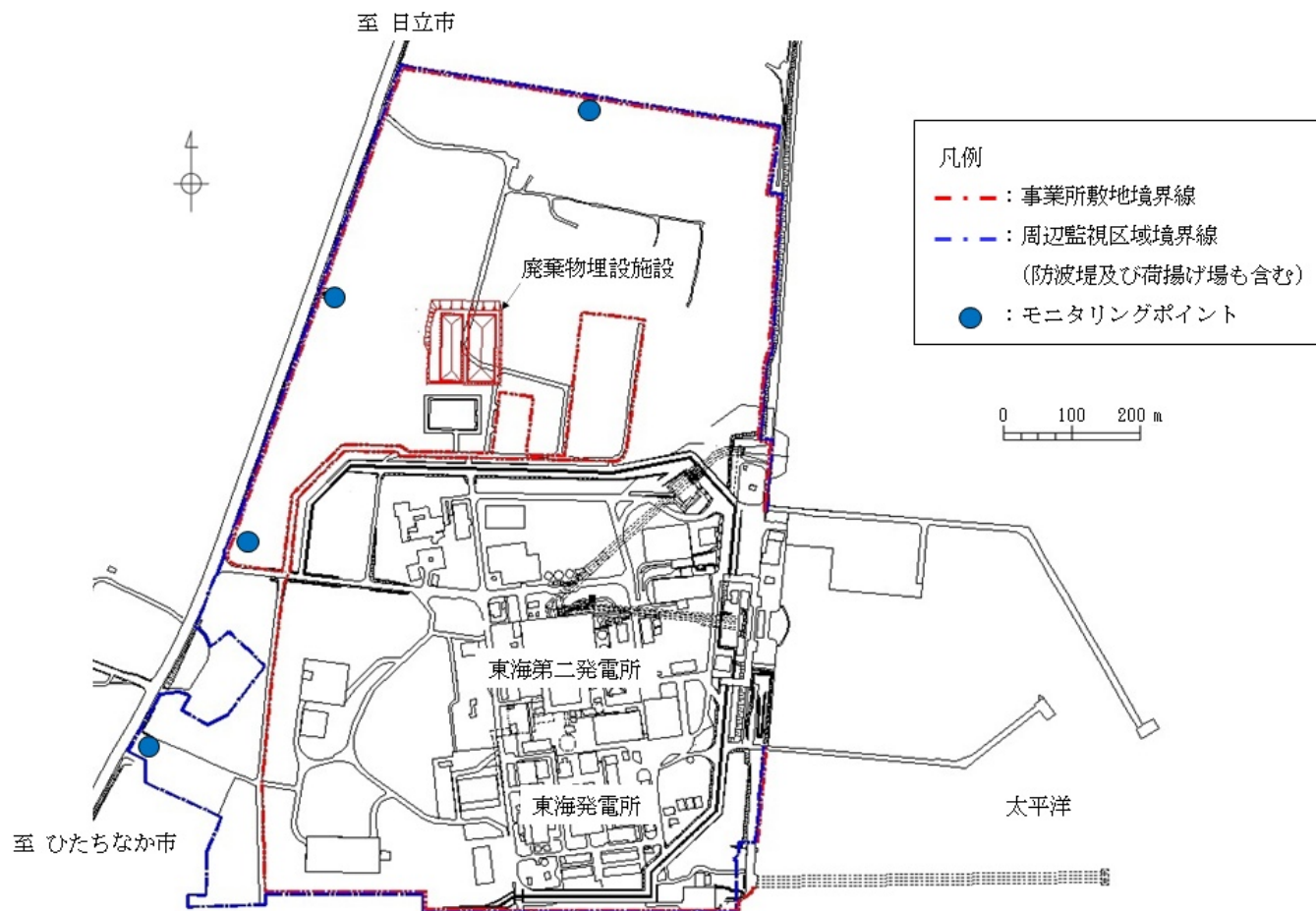
第5図 雨養生の設置例



参考資料

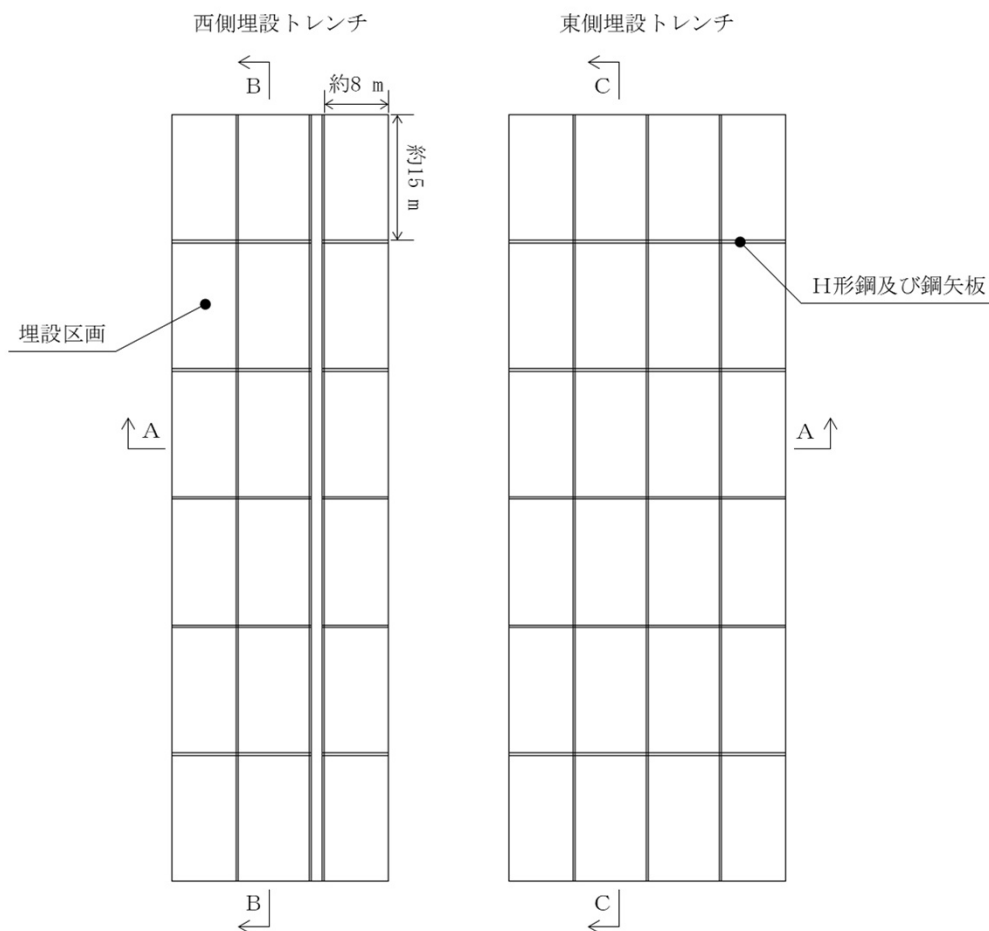
- 廃棄物埋設地の位置
- 埋設トレンチの平面図及び断面図
- 覆土の平面図及び断面図
- パイピングを防止する措置

参考資料: 廃棄物埋設地の位置

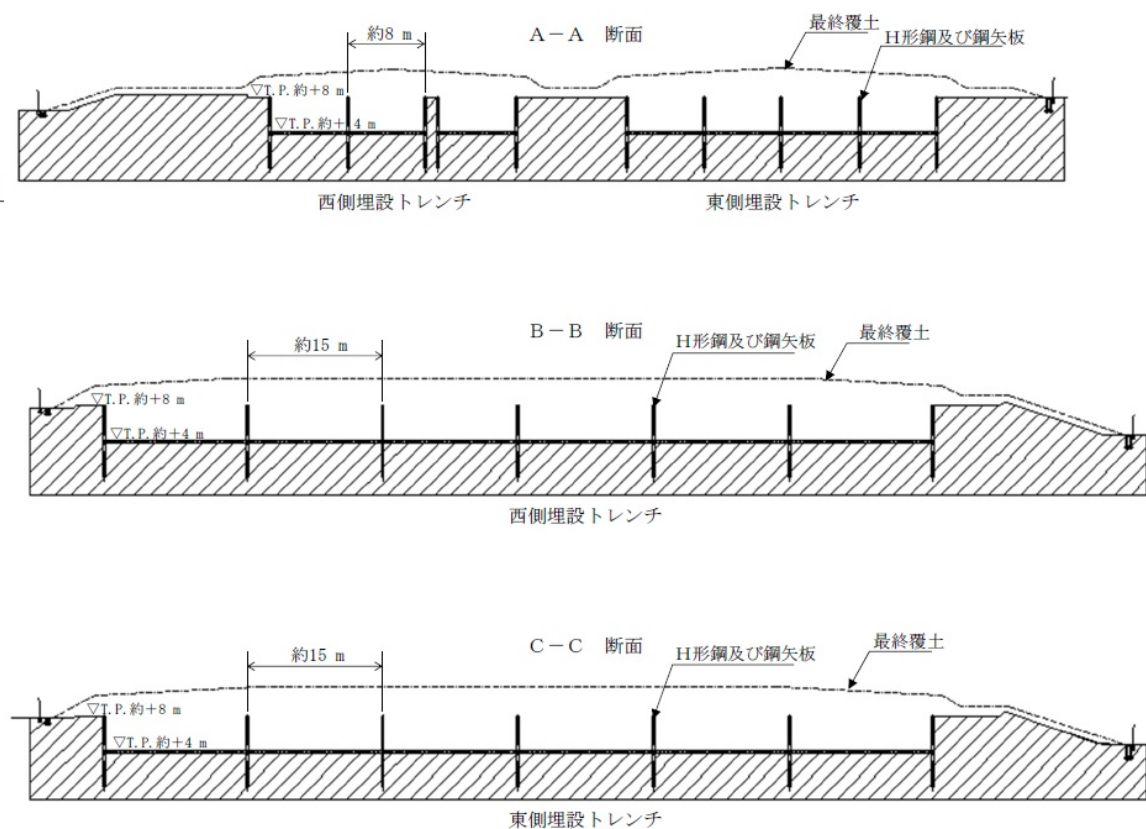


参考第1図 廃棄物埋設地位置図

参考資料: 埋設トレンチの平面図及び断面図

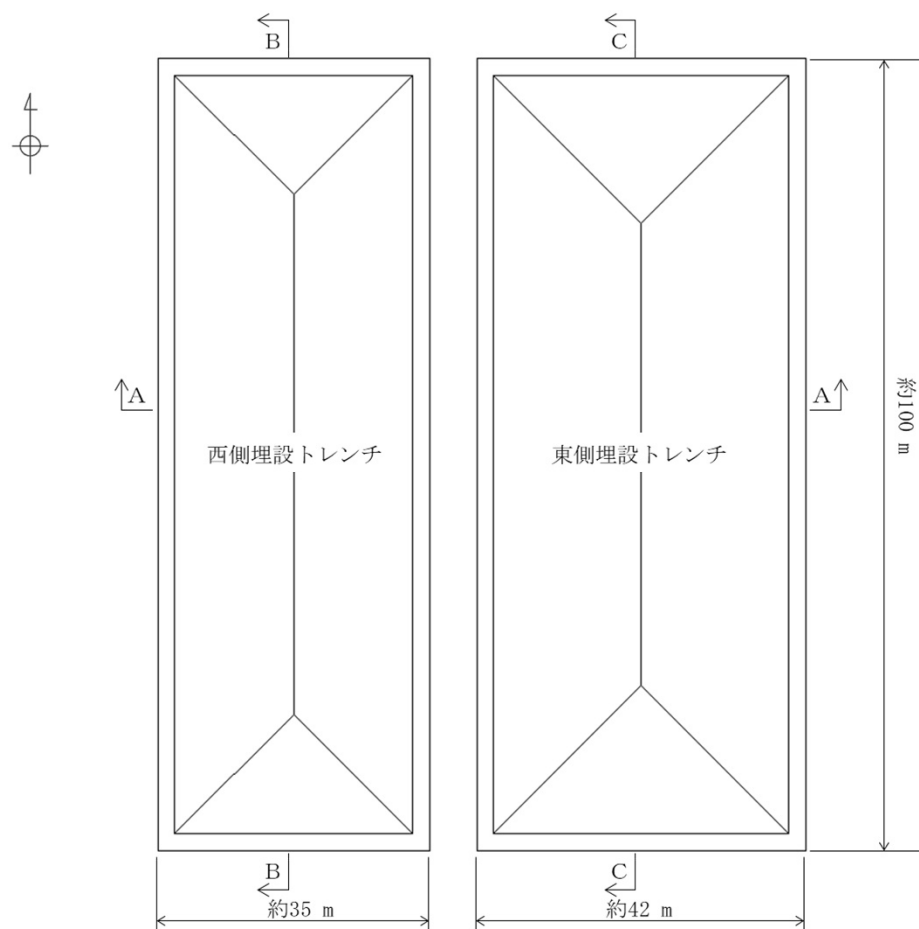


参考第2図 埋設トレンチの平面図

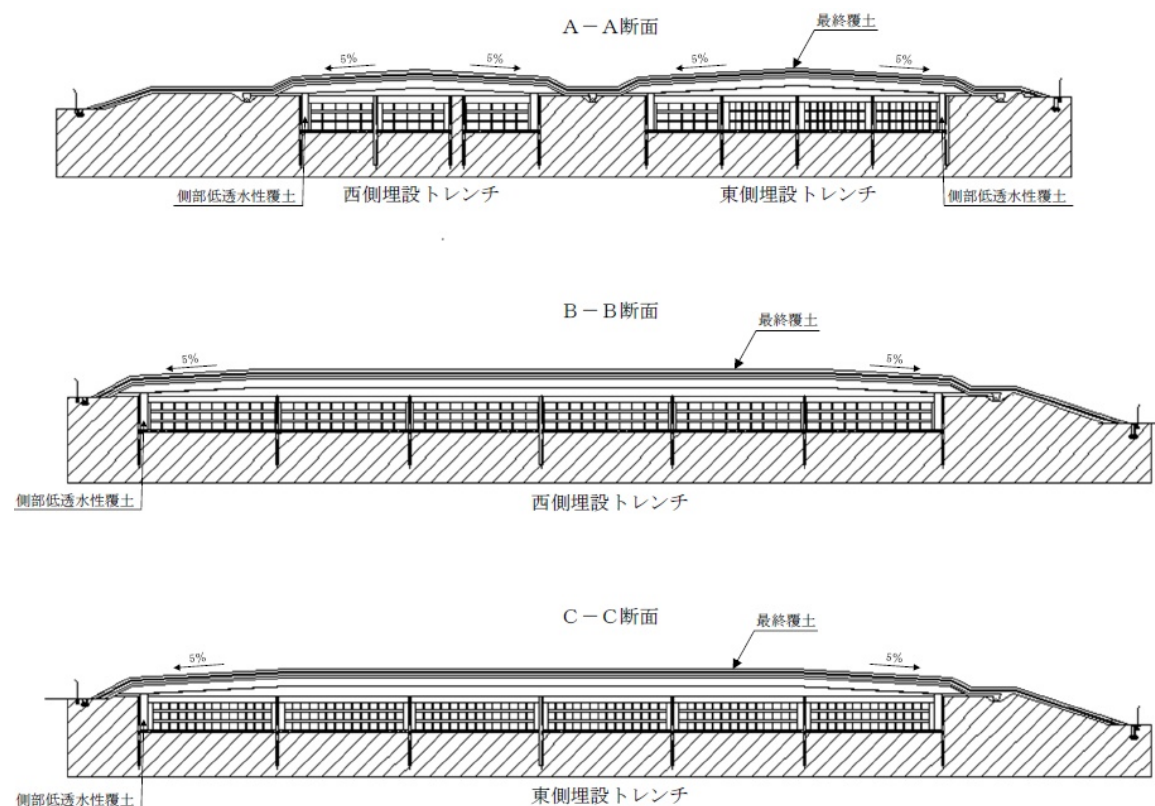


参考第3図 埋設トレンチの断面図

参考資料: 覆土の平面図及び断面図



参考第4図 覆土の平面図



参考第5図 覆土の断面図

参考資料：パイピングを防止する措置(1／3)

廃棄物埋設地では、雨水等は主に保護土層(上層)に浸透し、浸透水の大部分は、保護土層(下層)及びフィルタ層を通過して排水層に浸透する。この際、フィルタ層は、保護土層(下層)の土粒子よりも粒径が大きい砕石を用いるため、保護土層(下層)の土粒子がフィルタ層に流出し、保護土層(下層)の下部が削れる現象(以下「パイピング」という。)が発生する可能性がある。

① フィルタ層の粒径

廃棄物処分場の最終カバー※では、パイピング予防及び透水性維持のために以下の基準が定められている。

$D_{15}(\text{フィルター}) / D_{85}(\text{表層土}) < 4 \sim 5$ (パイピング予防)

$D_{15}(\text{フィルター}) / D_{15}(\text{表層土}) > 4 \sim 5$ (透水性維持)

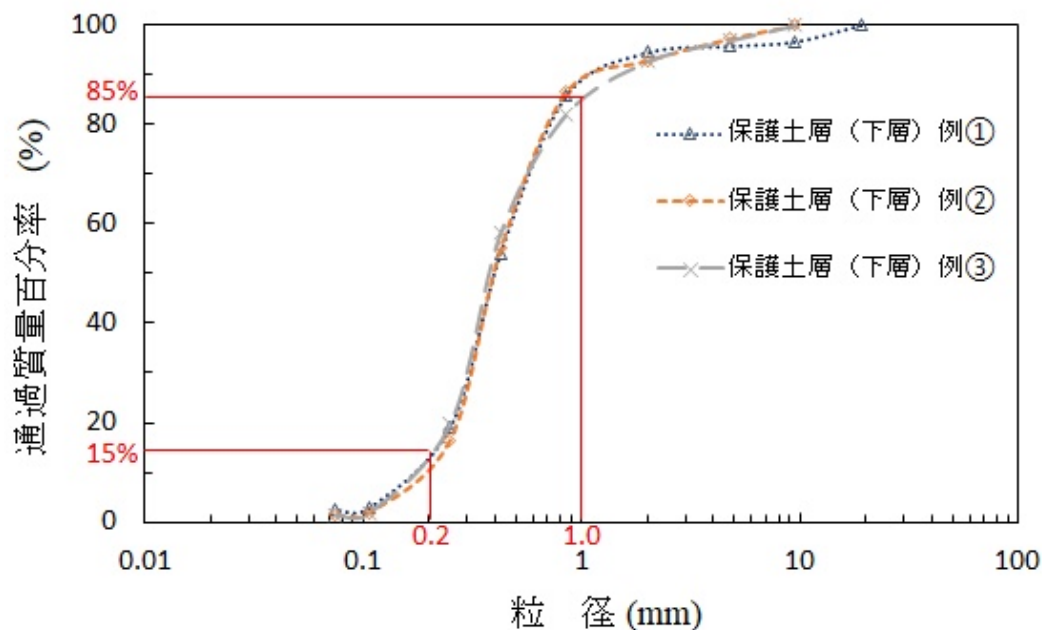
- $D_{15}(\text{フィルター})$: 乾燥重量で15%だけがふるいを通過するフィルタ層の粒径(通過質量百分率15%における粒径)
- $D_{85}(\text{表土層})$: 乾燥重量で85%だけがふるいを通過する保護土層(下層)の粒径(通過質量百分率85%における粒径)
- $D_{15}(\text{表土層})$: 乾燥重量で15%だけがふるいを通過する保護土層(下層)の粒径(通過質量百分率15%における粒径)

✓ フィルタ層については、保護土層(下層)の「 $D_{85}(\text{表土層})$ 」及び「 $D_{15}(\text{表土層})$ 」を踏まえて、上記の基準を満たす粒径の材料を選定する。

✓ フィルタ層の粒径の検討例を、参考第7図及び参考第8図に示す。

※ Robert M. Koerner and David E. Daniel(2004): 廃棄物処分場の最終カバー, 技報堂出版

② フィルタ層の粒径の検討例

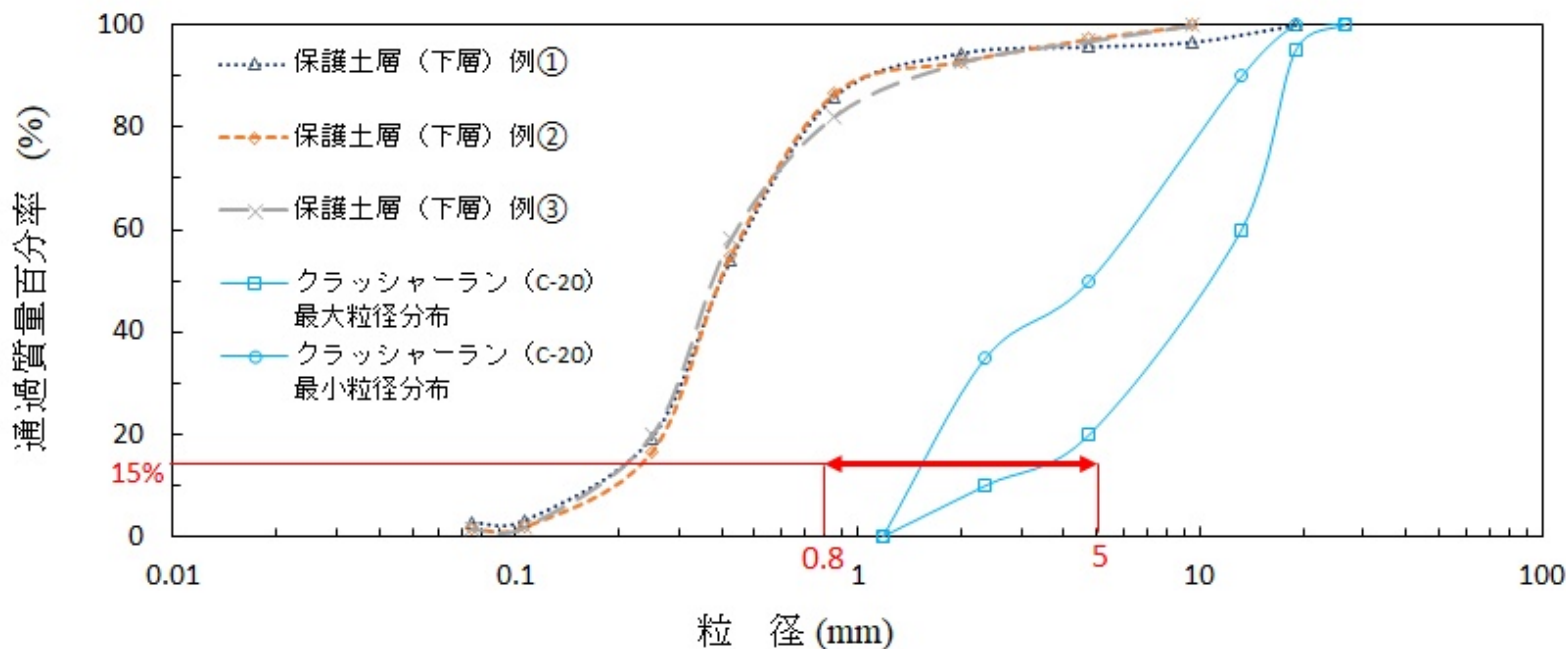


参考第7図 保護土層(下層)の粒度分布例

- ✓ パイピング予防のための D_{15} (フィルター)について
 $D_{15}(\text{フィルター}) / D_{85}(\text{表層土}) < 4 \sim 5$
 参考第7図より, $D_{85}(\text{表層土}) = 1.0 \text{ mm}$ とすると,
 $D_{15}(\text{フィルター}) < 4 \sim 5 \times 1.0 \text{ mm} = 4.0 \text{ mm} \sim 5.0 \text{ mm}$
- ✓ 透水性維持のための D_{15} (フィルター)について
 $D_{15}(\text{フィルター}) / D_{15}(\text{表層土}) > 4 \sim 5$
 参考第7図より, $D_{15}(\text{表層土}) = 0.2 \text{ mm}$ とすると,
 $D_{15}(\text{フィルター}) > 4 \sim 5 \times 0.2 \text{ mm} = 0.8 \text{ mm} \sim 1.0 \text{ mm}$
- ✓ 以上より, フィルタ層の「 D_{15} (フィルター)」は,
 $0.8 \text{ mm} \sim 5 \text{ mm}$ 程度となる。

参考資料：パイピングを防止する措置(3/3)

- ✓ フィルタ層の粒度分布の例を参考第8図に示す。
- ✓ 「 D_{15} (フィルター)」における粒径が0.8 mm～5 mm程度となる材料(クラッシャーラン(C-20)等)を選定する。
- ✓ 実際のフィルタ層の材料選定にあたっては、保護土層(下層)のサンプリングを十分に行い粒度分布を確認した上で、その結果に基づき決定する。
- ✓ 排水層についても、フィルタ層と同様の方針で材料を選定する。



参考第8図 フィルタ層の粒度分布の例