



# 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に係る 最終覆土及び保護工の設計等並びに 覆土の侵食量評価の対応方針について

---

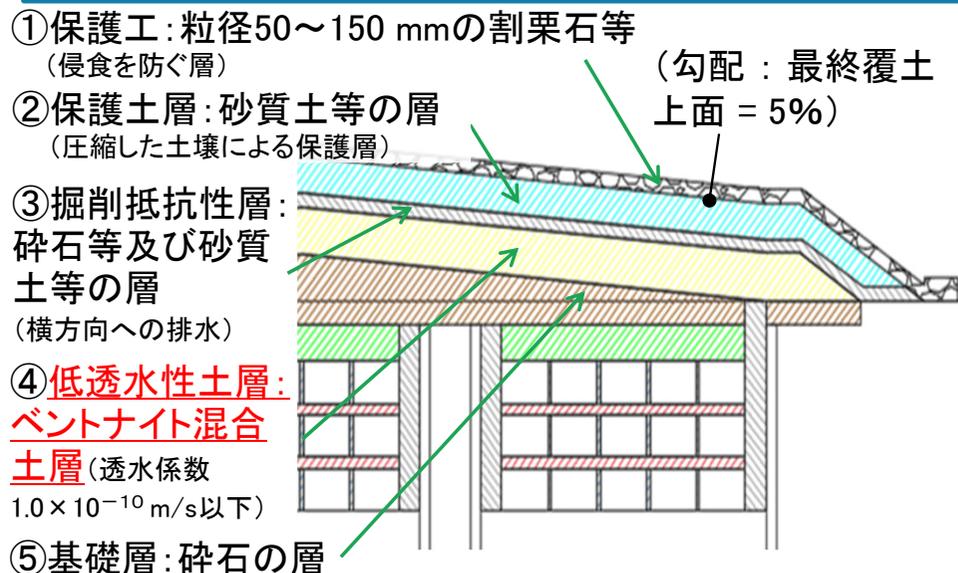
2023年 3月14日

日本原子力発電株式会社

# 1. 最終覆土及び保護工の設計等

## [最終覆土及び保護工の設計等]

- ✓ 廃棄物埋設地の**安全機能**は、廃棄物埋設地を構成する覆土のうち、中間覆土、側部低透水性覆土(ベントナイト混合土)及び最終覆土のうち**低透水性土層(ベントナイト混合土)**により確保する設計としている。
- ✓ 低透水性土層(ベントナイト混合土)を保護するために、その上部に**砕石等及び砂質土等で構成された厚さ30 cm以上の掘削抵抗性層**、並びに**砂質土等で構成された厚さ約75 cm程度の保護土層**で覆う設計としている。
- ✓ また、低透水性土層上面の勾配により、**浸透した雨水等が横方向に排水するように表面の勾配は5%**に施工する計画である。
- ✓ 最終覆土の最上段である保護土層の表面は5%と比較的緩い勾配であるが、砂質土等で構成するため、**雨滴の衝撃力による侵食及び地表水流による侵食**が生じる可能性がある。
- ✓ このため、表面流水による土砂流出の抑制に効果的で、かつ雨滴の衝撃力及び風による影響抑制にも有効な、**粒径50~150 mmの割栗石等を主材料としたじゃかご等の保護工**を保護土層の上部に設置する。



第1図 廃棄物埋設地断面図

第1表 最終覆土の各層及び保護工の主な役割

| 最終覆土等   | 主な役割   |
|---------|--|
| ①保護工    | 保護土層表面の侵食抑制  |
| ②保護土層   | 低透水性土層(ベントナイト混合土)の乾燥を軽減するとともに侵食を防護                   |
| ③掘削抵抗性層 | 下層の低透水性土層(ベントナイト混合土)上面の勾配により、浸透した雨水を横方向へ排水させる層       |
| ④低透水性土層 | 埋設トレンチ内への雨水等の浸透水量を最小限に低減することにより、放射性物質の廃棄物埋設地外への漏出を低減 |
| ⑤基礎層    | 低透水性土層の施工時の反力確保(施工上設置するもの)                           |

## 2. 覆土構成の類似例との比較

第2表 覆土構成の類似例との比較表

|           |          | クライブ埋設施設(アメリカ)  | 東海低レベル放射性廃棄物埋設施設   |
|-----------|----------|---|--|
| 受入<br>廃棄物 | 種類       | L3相当(Class A)の金属, コンクリート, 使用済樹脂, 鉛, 液体廃棄物, 廃化学物質, 水銀, ウラン廃棄物等   | L3相当の金属, コンクリートガラ, コンクリートブロック  |
|           | 発生<br>場所 | 原子力発電所, 病院・研究施設, ウラン製錬施設, 軍事施設等   | 東海発電所  |
| 覆土構成      |          | <p>(勾配: 最終覆土上面 = 4%)</p> <p>① 粒径32 mm以上の小石<br/>(侵食を防ぐ層: 厚さ46 cm)</p> <p>② 砂と砂利の層<br/>(上部フィルター: 厚さ15 cm)</p> <p>③ 土層(圧縮した土壌による保護層: 厚さ31 cm)</p> <p>④ 砂と砂利の層<br/>(下部フィルター: 透水係数<math>3.5 \times 10^{-2}</math> m/s以上, 厚さ15 cm)</p> <p>⑤ 粘土層(上部ラドンバリア層: 透水係数<math>5.0 \times 10^{-10}</math> m/s, 厚さ31 cm)</p> <p>⑥ 粘土層(下部ラドンバリア層: 透水係数<math>1.0 \times 10^{-8}</math> m/s, 厚さ31 cm)</p> | <p>(勾配: 最終覆土上面 = 5%)</p> <p>① 保護工: 粒径50~150 mmの割栗石等<br/>(侵食を防ぐ層: 厚さ30 cm)</p> <p>② 保護土層: 砂質土等の層<br/>(圧縮した土壌による保護層: 厚さ約75 cm程度)</p> <p>③ 掘削抵抗性層: 碎石等及び砂質土等の層<br/>(横方向への排水: 厚さ30 cm)</p> <p>④ <b>低透水性土層: ベントナイト混合土層</b>(透水係数<math>1.0 \times 10^{-10}</math> m/s以下, 厚さ100 cm)</p> <p>⑤ 基礎層: 碎石の層</p> |

(出典)Energy Solutions社HP(2021.6.24閲覧), “北米地域のウラン廃棄物処分に関する調査” JAEA, “Licensing and Operation of the Clive, Utah Low level Containerized Radioactive Waste Disposal Facility - A Continuation of Excellence” を参考に作成



### 3. 米国EPA, Solid Waste Disposal Facility Criteria(Technical Manual)との比較

■ EPA, Solid Waste Disposal Facility Criteria(Technical Manual)の位置付け:

- ✓ 1993年11月に、40 CFR Part 258として1991年10月9日に公布された一般廃棄物最終処分基準 (MSWLF基準) の添付として発行されたもの。
- ✓ 本マニュアルは規制文書ではなく、強制的な技術指針を提供するものではない。
- ✓ 一般廃棄物最終処分基準の技術的側面を遵守するための支援を提供するもの。

■ 埋設施設の受入対象廃棄物

- ✓ 一般廃棄物 / 汚泥 / 焼却灰

第3表 覆土構成のEPA Technical Manualとの比較表

| EPA Technical Manual |              |   | 東海低レベル放射性廃棄物埋設施設 |              |  |
|----------------------|--------------|---|------------------|--------------|--|
| 層名称                  | 厚さ           | 仕様・役割等  | 層名称              | 厚さ           | 仕様・役割等   |
| 侵食層<br>(植生層)         | 15 cm<br>以上  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>覆土の侵食抑制, 表面排水を促進</u></li> <li>・植生その他, 礫・石片が多い土壌, アスファルト, コンクリート, 砕石も可</li> </ul>                           | 保護工<br>(じゃかご等)   | 30 cm        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>保護土層表面の侵食抑制</u></li> <li>・粒径50~150 mmの割栗石等</li> </ul>   |
| 浸透層                  | 46 cm<br>以上  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>侵食を最小限に抑制</u></li> <li>・表面勾配3~5%</li> </ul>  | 保護土層             | 約75 cm<br>程度 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>低透水性土層の乾燥軽減及び侵食防護</u></li> <li>・表面勾配5%, 透水係数: <math>1 \times 10^{-4}</math> m/s</li> </ul>  |
| フィルター層               | 30 cm        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・細粒子流出による<u>排水層の目詰まりを低減</u></li> <li>・透水係数: <math>1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-5}</math> m/s</li> </ul> | 掘削抵抗性層           | 30 cm<br>以上  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・人為事象における掘削に対して認知性の観点から抵抗性を有する。</li> <li>・<u>砕石又は石及び砂又は砂質土で構成し, 透水係数は<math>1 \times 10^{-3}</math> m/s程度を確保する。</u></li> <li>・<u>低透水性土層上面の勾配により, 浸透した雨水を横方向へ排水させる。</u></li> <li>・樹木の根による低透水性土層の損傷防止</li> </ul> |
| 生物バリア層               | 30 cm        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・根や動物による低透水性土層の損傷防止</li> </ul>   |                  |              |  |
| 排水層                  | 30 cm<br>以上  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>低透水性土層に接している水を排水し, 浸出水生成の可能性を低減</u></li> </ul>   | —                | —            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>左記条件に該当しないこと, 及び長期健全性の維持を考慮し設置しない</u></li> </ul>  |
| 遮水シート                | 1.5 mm<br>以上 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>埋設地底部に遮水シート設置又は<math>1 \times 10^{-8}</math> m/s以下の低透水性土壌の場合に設置</u></li> </ul>                             |                  |              |  |
| 低透水性土層               | 60 cm<br>以上  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>雨水の浸透量を最小限に低減</u></li> <li>・透水係数: <math>1 \times 10^{-7}</math> m/s以下</li> </ul>                           | 低透水性土層           | 100 cm<br>以上 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>雨水等の浸透量を最小限に低減</u></li> <li>・透水係数: <math>1 \times 10^{-10}</math> m/s以下</li> </ul>  |

## 4. 侵食影響評価

### [侵食影響評価方針]

✓ 「地質環境等の状態設定」で考慮する自然現象について、以下の方針で低透水性土層に影響を及ぼさないことを評価する。

- ① 風化及び風(台風)による保護工(じゃかご等)への影響を踏まえた低透水性土層への影響評価
- ② 侵食による保護土層(砂質土等)への影響を踏まえた低透水性土層への影響評価

### ①風化及び風(台風)による保護工(じゃかご等)への影響評価

- ✓ 廃棄物埋設地の覆土最上部に設置する保護工(じゃかご等)への風化及び風(台風)による影響の有無を確認する。
- ✓ じゃかごはポリエステル等の化学繊維又は金属製の線材を網状に組んだものの中に、中詰材として割栗石(粒径50~150 mm)を充填するものであるが、線材については長期に亘る健全性を評価するのは困難であるため、線材は存在しないものとする。
- ✓ 国内の文献等を参考に、割栗石への風化の影響を評価し、割栗石が風(台風)により飛散・流出しないことを評価する。

### ②侵食による保護土層(砂質土等)への影響評価

- ✓ EPAのSolid Waste Disposal Facility Criteria(Technical Manual)では、地表水流による土壌流亡量の予想は、USDA(米国農務省)のUSLE(Universal Soil Loss Equation)を使用して近似することができるとされている。方程式は以下のとおり。

$$X = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad \dots(1式)$$

ここで、X = 単位面積当たりの年間土壌流亡量

R = 降雨侵食係数 : 降雨の運動エネルギー及び降雨強度の2つの特性の関数として与えられる降雨の侵食性を表す係数。

K = 土壌侵食係数 : 単位降雨当たりの流亡土量を与える係数で、その地域の土壌の受食性を示す指標。

L・S = 傾斜長及び勾配係数 : 傾斜地における勾配と斜面長が侵食に及ぼす影響を表す係数。

C = 被覆管理係数 : 作物被覆と営農管理の影響を表す係数で、裸地区に対する流亡土量の比。

P = 保全管理係数 : 畝立て、台地での耕作、傾斜栽培など、耕作手法の影響による流亡土量の比。

- ✓ USLEの被覆管理係数(C)の設定において、地表面の被覆として岩が挙げられているため、本評価方法が適用可能と考えている。
- ✓ 上記1式を使用して、評価期間中の保護土層の土壌流亡量を算出し、低透水性土層(ベントナイト混合土)に影響を与えないことを評価する。各パラメータについては、USDAのAgriculture Handbook No.703(RUSLE)及びRUSLE2のユーザーズガイド2008に基づいて検討すると共に、国内の文献値等を参考に設定する。

## 5. 今後の対応方針について(まとめ)

＜核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合(第465回:2022年12月22日)の指摘事項＞  
「吸出し防止材を根拠として線的侵食(リル侵食・ガリ侵食)を除外しているが、吸出し防止材の機能及び評価期間中における健全性などについて説明すること。」



### ＜課題・問題点＞

- ✓ 埋設地の状態設定におけるバリア機能に期待する期間が明確ではない。
- ✓ 侵食影響によるバリア機能への影響の程度が明確ではない。

### ＜今後の対応方針＞

- 「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」第十三条における適合性について、廃止措置の開始後の評価における人工バリアのバリア機能の状態設定の期間見直しの検討を行う。(第472回:2023年2月14日審査会合にて説明)
- 侵食の影響評価について、人工バリアのバリア機能(低透水性土層)に影響を及ぼさないことを、風化及び風(台風)による保護工(じゃかご等)への影響、侵食による保護土層(砂質土等)への影響を踏まえて評価を行う。(今回説明)



## 6. 今後のスケジュール(案)

|      | 2022年度  |   |   |    |   |   | 2023年度 |    |   |                     |   |   |    |   |               |  |
|------|---|---|---|----|---|---|--------|----|---|---------------------|---|---|----|---|---------------|--|
|      | 2月  |   |   | 3月 |   |   | 4月     |    |   | 5月                  |   |   | 6月 |   |               |  |
|      | 上   | 中 | 下 | 上  | 中 | 下 | 上      | 中  | 下 | 上                   | 中 | 下 | 上  | 中 | 下             |  |
| 施設設計 | ベントナイト混合土施工成立性検討 等  |   |   |    |   |   | ▽資料提出  | 審査 |   |                     |   |   |    |   |               |  |
| 安全評価 | バリア機能の状態設定の期間見直し<br>・廃止措置の開始後の被ばく線量評価<br>・主要な放射性物質の選定評価 他<br>侵食の影響評価の検討 |   |   |    |   |   | ▽資料提出  | 審査 |   |                     |   |   |    |   |               |  |
| その他  |   |   |   |    |   |   |        |    |   | 三条, 五条, 十七条, 指摘事項回答 |   |   |    |   | その他条項, 指摘事項回答 |  |