

# 地下水制御技術を利用したトレンチ処分の合理化研究（その１）

## トレンチ処分施設概念と長期性能評価について

（財）原子力環境整備センター 正会員 大西 利満 平田 征弥

日本国土開発（株） 正会員 鈴木 正人 瀬尾 有一

埼玉大学 正会員 町田 篤彦

### 1. はじめに

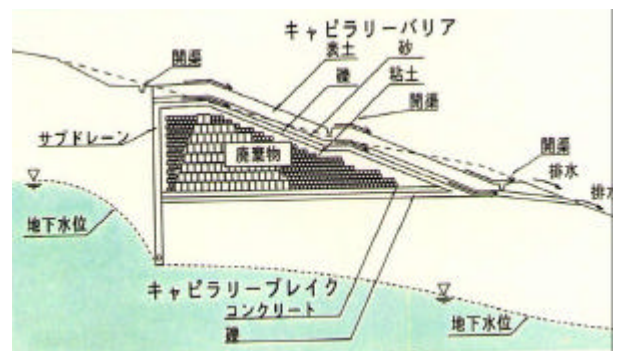
平成５年２月に「核燃料物質等によって汚染された物の廃棄物埋設の事業に関する規則」の改正が行われ、原子力発電施設の解体等に伴って発生する放射性コンクリート廃棄物のうち、放射性物質の濃度が極めて低く、定められた放射性核種の濃度上限値以下のものについては、コンクリートピット等の人工構築物を設置せずに素掘りトレンチ等に直接処分できることとなった。しかしながら、地下水が高い等の我が国の地下水位・地質環境条件を考慮した場合、素掘りトレンチには、制度化された濃度上限値より、極めて低い濃度の廃棄物しか処分できない可能性も考えられる。

本報告は、合理的なトレンチ処分を実現する目的で実施した、地下水制御型処分施設の設計要件と長期性能評価の検討のうち、長期性能に関するナチュラルアナログ調査結果を報告するものである。

### 2. 研究概要

#### 2.1 地下水制御型処分施設概念

「地下水制御技術を利用したトレンチ処分の合理化研究」（以下、本研究という）では、地下水制御型処分施設概念を構築し、既に報告<sup>1)</sup>している。本研究でいう地下水制御型処分施設とは、図－１の例のように、通気層を人工的に創り出し、かつ降雨の浸透量を抑制することで、廃棄物の接触水量を低減し、放射性物質の放出率及び地下水移行を抑制する機能を有する施設である。



図－１ 地下水制御型処分施設概念  
（緩やかな斜面）

本研究では、天然材料を用いて、帯水層を通気層に変える技術として透水壁を、地下水の吸上げを防止するために毛管力遮断層（以下、キャピラリーブレイクという）を、降雨浸透抑制する方法として良好な結果が報告<sup>2)</sup>されている毛管力を利用し側方へ排水を行う方法（以下、キャピラリーバリアという）を選定した。引続き、施設設計を行う際の要件と工学的課題を明らかにするため、排水性能試験、解析的設計手法及び長期性能評価の検討を実施した。このうち、排水性能試験及び解析的設計手法の検討については別途報告し、本報告では、長期性能評価の検討について述べる。

#### 2.2 地下水制御工法の長期性能評価

表－１に１例を示すように、地下水制御工法は、長期的にはその性能を低下もしくは喪失させる要因を有している。表中の劣化要因のうち、透水壁、キャピラリーブレイク、キャピラリーバリアのいずれにも該当し、重要であると考えられるパイピング（目詰まり）について、ナチュラルアナログ調査を実施した。調査は、六ヶ所村段丘堆積砂層と上部の火山灰層、武蔵野台地の段丘堆積層の礫層と上部の砂層を対象として実施した。

表－１ 表層地盤の劣化要因

| 項目        | 劣化要因             | 劣化現象             |
|-----------|------------------|------------------|
| 形状保存      | 表面侵食             | 層状侵食、リル侵食、ガリ侵食   |
|           | 地震               | 液状化による目詰まりや斜面の崩壊 |
|           | すべり              | クラックの発生          |
| 構造保存      | 盛土の崩壊            | せん断変形            |
|           | 構造運動             | 流砂、目詰まり          |
|           | パイピング            | 乾燥による収縮          |
| 土性保存      | 風化・変質            | クラックの発生          |
|           | 生物活動             | 透水性、地盤強度の変化      |
|           | 動物による穿孔、植物根の侵入など | 動物による穿孔、植物根の侵入など |
| 外的環境変化の影響 | 微生物などによる土壌の生成    | 微生物などによる土壌の生成    |
|           | 気象の変化            | 降雨量の増加           |
| 地下水の変化    | 地下水位の変化          | 排水能力、流末等の機能喪失    |
|           |                  |                  |

キーワード：低レベル放射性廃棄物，トレンチ処分，地下水制御，長期性能評価，パイピング則粒径比

連絡先：〒105-0001 東京都港区虎ノ門2丁目8番10号，tel 03-3504-1081，fax 03-3504-1297

### 3. 結果と考察

#### 3.1 地下水制御工法の長期性能評価

目詰まりに関する調査・試験等は、比較的多数行われている。その結果、目詰まりの発生を防止するため、日本大ダム会議等でフィルター材に関する粒度基準が、「パイピング則」として具体的に示されている（式 - 1）。

六ヶ所村段丘堆積砂の上部の火山灰層は、いずれも更新世（一万年以前）に堆積している。また、3本のボーリングコアの粒度分布を調査した結果、いずれの場合にも火山灰層と段丘堆積砂のパイピング則粒径比は約1となり、パイピングを発生させない条件である5以下を満足していた。1例として、図 - 2 に柱状図、図 - 3 に粒度分布を示す。このボーリングコアでは、想定される火山灰と砂の混合層は約0.4m、他の2本でも0.6m、0.5mという結果となった。混合層が形成されるケースとして、火山灰堆積当初の攪乱、降雨浸透による土粒子の移動、が考えられるが、原因の特定はできなかった。粒度試験結果から推定される透水係数を表 - 2 に示す。混合層と考えられるA - 2とその他の位置の違いはほとんど無いことがわかった。

武蔵野台地の段丘堆積層は、上部から関東ローム層、ローム質粘土層、砂層、礫層の順に堆積している。これらの砂層、礫層は形成されてから5万年程度経過しており、その間上部から降雨の浸透によっても、目詰まり等の影響がみられず、それぞれ別の層として維持してきたということがわかった。

#### 3.2 考察

六ヶ所村段丘堆積層の調査は、パイピング則粒径比が1という特に目詰まりが生じにくい火山灰と砂の組合せであったが、一万年以上経過しても混合層の厚さは数10cmであり、透水性を大きく変化させることもなく、地下水制御工法の排水性に影響を与えるような混合ではなかった。また、武蔵野台地段丘堆積層の砂、礫層も5万年の間、各層が維持されていることがわかった。

以上の結果から、施工時の層境界での混じりを除き、接する各材料毎にパイピング則を満足しておれば、長期的にも目詰まりは無いものとして計画できるものと考えられる。

### 4. おわりに

地下水制御型の施設を計画するにあたり、地下水制御機能の低下原因となる目詰まりの影響が、パイピング則粒径比で排除できる可能性が示された。

今後は、パイピング則粒径比が5に近い材料の組合せでも、混合層が小さく、透水性に影響を与えないことが確認できれば、さらに信頼性が増すものと考えられる。

なお、本研究は、(財)原子力環境整備センターの自主研究として平成10,11年度に実施したものである。

参考文献：1) Y.Hirata et.al : THE CONCEPT OF VLLW TRENCH DISPOSAL FACILITY CONSIDERED JAPANESE TOPOGRAPHY AND UNDERGROUND WATER, #123, ICEM'99, 1999.9

2) Stephen F.Dwyer : ALTERNATIVE LANDFILL COVERS PASS THE TEST, CIVIL ENGINEERING, p50 ~ 52, 1998.9

{ フィルタ材料の15%粒径 ( $D_{f15}$ ) }

< 5

{ フィルタで保護される材料の85%粒径 ( $D_{s85}$ ) }

式 - 1 パイピング則

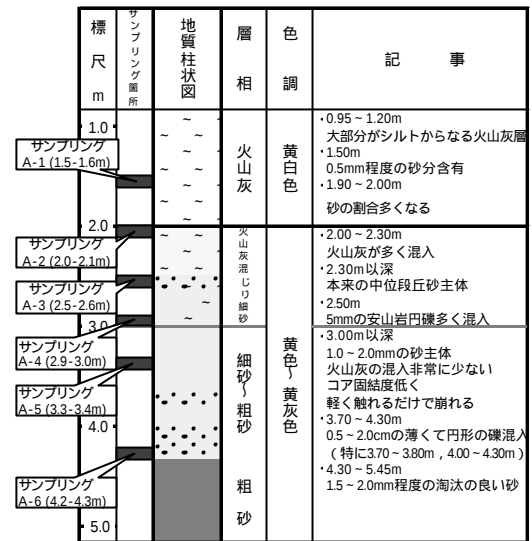


図 - 2 柱状図 (A地点)

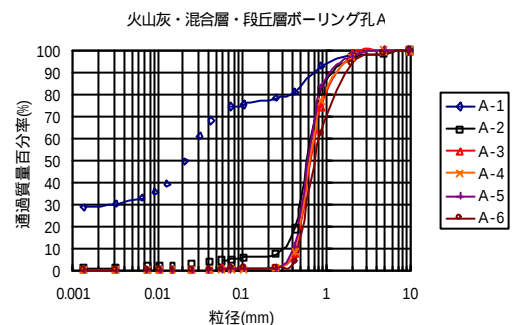


図 - 3 粒度分布 (A地点)

表 - 2  $D_{20}$  から算定した透水係数  
(Creagerによる)

| 位置    | $D_{20}$ (20%粒径)<br>(mm) | 透水係数<br>(cm/s) |
|-------|--------------------------|----------------|
| A - 1 | —                        | —              |
| A - 2 | 0.432                    | 5.3E-02        |
| A - 3 | 0.498                    | 7.4E-02        |
| A - 4 | 0.492                    | 7.2E-02        |
| A - 5 | 0.471                    | 6.5E-02        |
| A - 6 | 0.534                    | 8.6E-02        |