

# 放射性廃棄物の埋設のためのベントナイト混合土の透水特性に関する研究

A study on Permeability properties of bentonite mixed soil for radioactive waste burial

大河原 正文<sup>1)</sup> 太田 征志<sup>2)</sup> 栗田 圭輔<sup>3)</sup> 飯倉 寛<sup>3)</sup> 齊藤 剛<sup>1)</sup>

木村 沙綺子<sup>1)</sup> 石黒 頌明<sup>1)</sup>

Masafumi OKAWARA Masashi OTA Keisuke KURITA Hiroshi IIKURA Tsuyoshi SAITO

Sakiko KIMURA Koumei ISHIGURO

<sup>1)</sup>岩手大学 <sup>2)</sup>日本原燃 <sup>3)</sup>原子力機構

## (概要)

砂・ベントナイト系粘土からなる混合土の透水挙動を明らかにするため、豊浦標準砂とベントナイト系粘土の透水状態の動画を撮影する。様々な条件下で土中の水の挙動を撮影し、透水の経路、時間的变化、状態（層流、乱流）などを明らかにする。これにより透水現象を視覚的かつ定量的指標である透水係数 $k$ の評価が可能となる。

**キーワード**：透水、砂、ベントナイト、放射性廃棄物

## 1. 目的

本研究では、砂・ベントナイト系粘土からなる混合土の透水挙動を明らかにするとともに、含水比に応じて透水係数 $k$ が変化することのメカニズム解明を目的とする。

## 2. 方法

所定の含水比に調整した砂およびベントナイト系粘土をアルミ製透水ユニット（幅 50 mm×高さ 50 mm×奥行 10 mm）に突固め法により入れ密閉する。TNRFのステージに透水ユニットを固定し、外部からチューブを介して水を注水する。このとき透水ユニットに向けて中性子ビームを照射し、透水時の水の挙動を撮影する。透水ユニットには、上、下、横に穴があり、そこから水を供給、もしくは空気を排気できる構造になっている。透水方法は、水位差を利用した自然流下による方法、液送ポンプによる流量を制御した方法を採用し、透水には軽水および重水を用いる。得られた動画データに対し Image-J を使って画像処理を行う。

## 3. 結果及び考察

透水方向の違いによる透水実験において、下部からの注水では、上に向かって放射状に水が浸透、拡散していく様子が撮影された。一方、上部からの注水では、予想に反して水は下に向かってすぐには拡大せず、水平方向に這うように流れて、上部が飽和した時点で下部に順次拡大していく様子が捉えられた。上部からの注水の場合、下の排気口からのみ排気されるため、空気が排気されない限り水は下方向に流ることができない。横方向からの注水では、積乱雲のように上昇する流れと水平方向の2方向の流れが発生した。上昇する水は毛管水現象によるものとみられる。

次に異なる含水比による透水実験において、10%未満の低含水比の状態では、下部からの注水において、放射状に上に拡散していく様子が確認された。一方、含水比 10%以上の土に湿り気がある場合は、上部に順次拡大する現象は認められず、瞬時にユニット全体に水が行き渡り、全体が等しい割合で水が増加していく現象が捉えられた。この現象は、水が下から上に流れるといった現象ではなく、まるで空間の湿度が均等に上昇していくような状態と似ている。中性子イメージングにより初めて捉えられた現象であり、巨視的な物理現象というだけでは解釈できず量子力学など別な観点からの検討が必要である。

## 4. 引用(参照)文献等

- James K. Mitchell and Kenichi Soga, 2004, FUNDAMENTALS SOIL BEHAVIOR, 3rd ed., Wiley, New York.
- 太田征志、大河原正文、平田昌史、岩田将英、石黒健、大塚悠大、広中良和、2023、ベントナイト混合土の遮水性発現メカニズムに関する検討～中性子イメージングによるベントナイト通水特性の可視化～、土木学会第78回年次学術講演会講演概要集（印刷中）