

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（その5） ～ 中性子イメージングによる締固め～透水性の可視化 ～

前田建設工業株式会社

正会員

○平田 昌史

正会員

岩田 将英

フェロー会員

石黒 健

正会員

大塚 悠大

岩手大学大学院

正会員

大河原 正文

正会員

太田 征志

原子力環境整備促進・資金管理センター

正会員

広中 良和

1. はじめに

著者らは、これまでベントナイト混合土を締め固めることによって発揮される遮水性の発生メカニズムに焦点をあてた研究を進めており、締固め時の含水比や飽和度の違いが締固め後の飽和透水係数に及ぼす影響や土粒子や水の挙動の可視化等について検討している¹⁾²⁾。先の報告³⁾では、中性子イメージングによるベントナイト混合土特有の透水性について可視化を試みているが、ここでは締固め時の含水比（飽和度）や乾燥密度がベントナイト混合土の通水性に与える影響について可視化を試みるとともに、締固めの進行により供試体内部の間隙水分分布の変化について可視化を試みた。本報告では、これら中性子イメージングによる可視化結果について述べる。

2. 締固め時の含水比と乾燥密度による影響の可視化

図-1 および図-2 は、供試体作成時の初期含水比を 4, 7, 13, 16% に変えた中性子イメージング結果である。なお、ベントナイト混合量が増えると重水通水が困難となることから、ここでは珪砂 2 号にベントナイトを重量比で 2% および 3% 混合し、乾燥密度を 1.25g/cm^3 としている。①軽水飽和画像と②重水通水画像から得た③差分画像および④ヒストグラムを比較すると、含水比が高くなるにつれて輝度差分が減少し、重水通水量が減少していることがわかる。また、図-5 に示した締固め時の含水比と輝度差分平均値の関係を見ると、含水比（もしくは飽和度）の増加に伴い輝度平均が減少しており、締固め～透水試験⁴⁾から得られた透水係数の飽和度への依存傾向（ ε_k 傾向）と定性的に一致していることがわかる。図-3 は、飽和度を一定として乾燥密度を変えた中性子イメージング結果（ベントナイト 2% 混合）であるが、図-5 に示したように、乾燥密度が大きくなる（間隙比が小さくなる）と輝度差分量は減少し、重水の通水量（通水性）が低下するごく当然の結果が得られている。

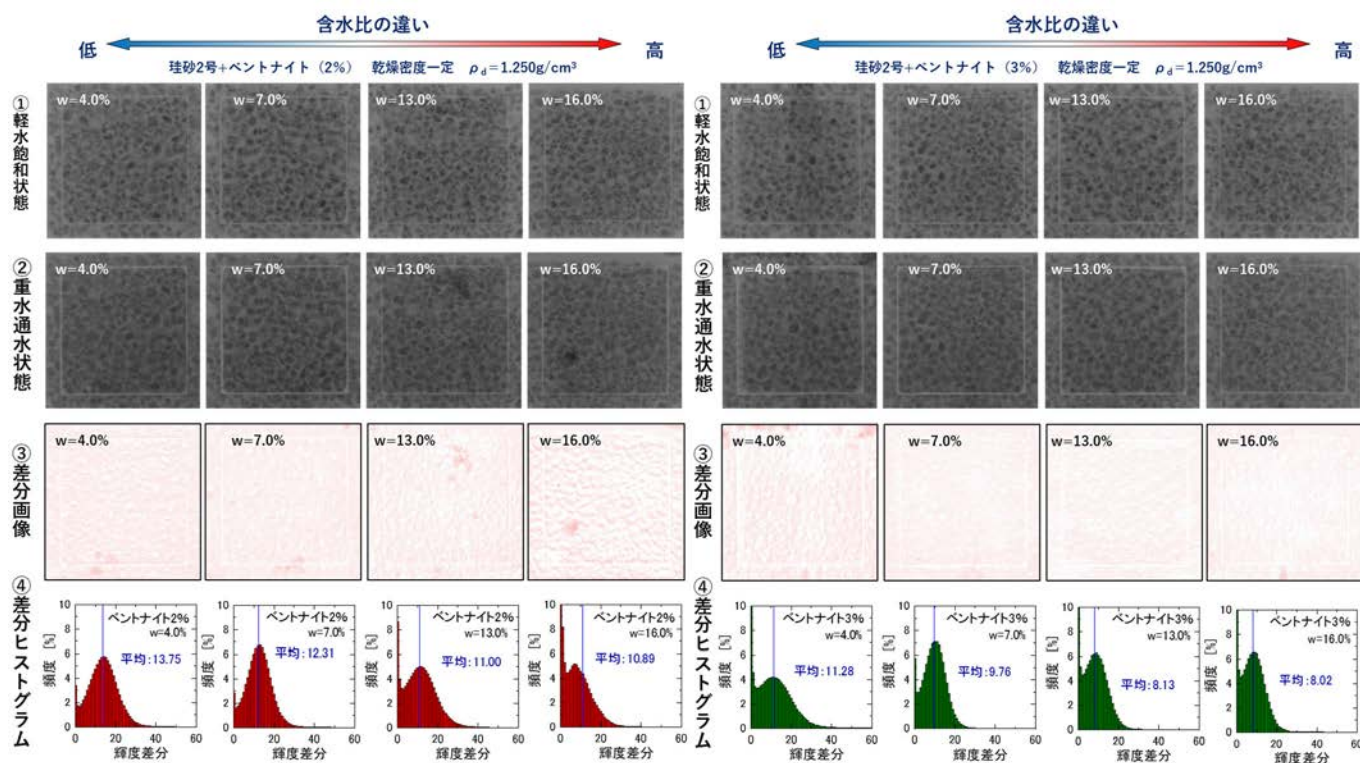


図-1 初期含水比の比較（ベントナイト混合量 2%）

図-2 初期含水比の比較（ベントナイト混合量 3%）

キーワード：中性子イメージング、透水性、締固め、可視化

〒302-0021 茨城県取手市寺田 5270 前田建設工業(株) ICI 総合センター TEL 0297-85-6171 FAX 0297-85-6173

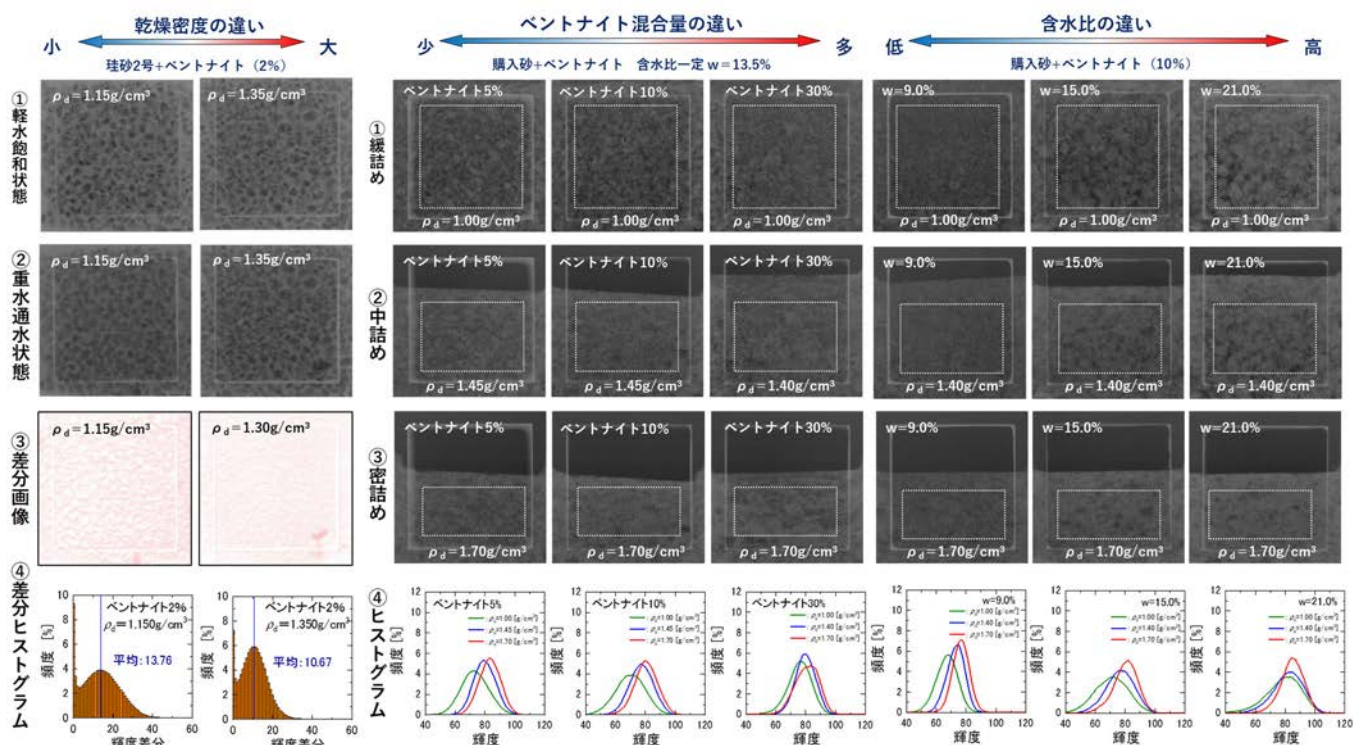


図-3 乾燥密度の比較

図-4 不飽和状態の中性子イメージング結果画像

3. 締固め進行状態の可視化

締固めの進行に伴う供試体内部の間隙水分の変化について、中性子イメージングで可視化を試みた。図-4 は、含水比 13.5% でベントナイト混合量を変えたケースと、ベントナイト混合量 10% で含水比を 9, 15, 21% に変えたケースの結果である。

① 緩詰め状態では、含水比が高いほど膨潤（ジェル化）したベントナイトにより形成される白いダマ⁵⁾が見られ、② 中詰め、③ 密詰めと締固めの進行に伴いこのダマが押しつぶされて空隙を埋めていく様子が見て取れる。④ ヒストグラムでは、締固めにより空隙である輝度の小さい（暗い）部分が減少し、グラフが右側に移動する。図-6 は④ ヒストグラムの輝度平均と乾燥密度の関係を示したグラフであるが、乾燥密度の増加に伴い輝度平均も増加する傾向が見て取れる。

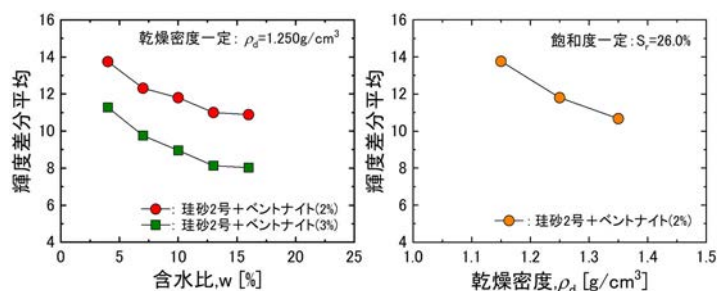


図-5 輝度差分平均と含水比・乾燥密度の関係

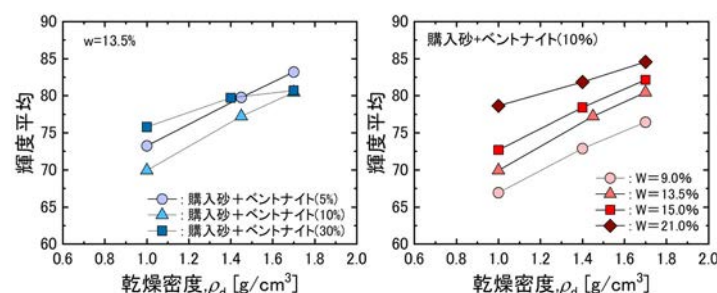


図-6 締固めによる輝度平均変化（混合量，含水比の違い）

4. おわりに

本報告では、締固め時の含水比・乾燥密度がベントナイト混合土の透水性に与える影響と締固めによる供試体内部の間隙変化について、中性子イメージングを用いて可視化を試みた。この結果、締固め～透水試験で得られた透水係数の飽和度への依存傾向や、締固め時によって形成される間隙構造について可視化し、定量的に評価可能であることを確認できた。なお、本報告は経済産業省資源エネルギー庁からの委託による「令和4年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（JPJ010897）（地下空洞型処分調査技術高度化開発）」の成果の一部である。

【参考文献】

- 1) 石黒ら：ベントナイト混合土の締固め後粒子間隙構造の可視化に関する検討，土木学会第76回年次学術講演会，2021.
- 2) 石黒ら：締固めたベントナイト混合の遮水性発現メカニズムに関する検討，土木学会第77回年次学術講演会，2022.
- 3) 太田ら：ベントナイト混合土の締固め時透水挙動の検討（その4），土木学会第78回年次学術講演会，2023.(投稿中)
- 4) 石黒ら：ベントナイト混合土の締固め時透水挙動の検討（その1），土木学会第78回年次学術講演会，2023.(投稿中)
- 5) 大塚ら：ベントナイト混合土の締固め時透水挙動の検討（その3），土木学会第78回年次学術講演会，2023.(投稿中)