

堆積軟岩を母材としたベントナイト混合土の透水性への影響評価に関する一考察

大成建設 正会員 ○磯さち恵, 森川義人
早稲田大学 学生会員 石塚光
早稲田大学 正会員 小峯秀雄

1. はじめに

管理型最終処分場などの遮水工には 10^{-8} m/sec 以下の遮水性が要求されており¹⁾, 粘土層には購入砂を母材としたベントナイト混合土が適用される場合が多い. 一方で, 大量発生する掘削土の処理問題などの解決のためにも現地発生土を有効利用することが望ましい. しかし, 現地発生土の性質によってベントナイト混合土の特性は大きく異なる場合がある²⁾. 著者らは, ベントナイト混合土の母材が遮水性能や力学特性に及ぼす影響について実験により調査している³⁾. 本研究では堆積軟岩を母材としたベントナイト混合土の母材の特性に着目して実験的に検討した結果について報告する.

2. 使用した材料の基本物性

混合土の母材には新第三系鮮新統の向山層, 与那原層および稚内層の3種類の堆積軟岩(写真1参照), ベントナイトはNa型ベントナイト(クニゲル V1: クミニネ工業製)を使用した. 使用した材料の基本物性を表1に示す. 本試験では, ベントナイトの混合率を5, 10および15% (以下, Bt=5, 10, 15%) の3ケースとした.

また本試験に用いた堆積軟岩の特性として破碎率, 吸水膨張率およびメチレンブルー吸着量(以下, MBC)を調べた. それぞれ, 破碎率判定のための岩石の破碎率試験(JHS 109-2006)⁴⁾, 岩石の吸水膨張試験(JGS 2121-2009)⁵⁾, メチレンブルー吸着量試験(JBAS-107 - 91)⁶⁾に準拠した. 破碎率は向山層および与那原層が50%弱であり, 稚内層はそれよりも低い36.5%であった.

図1に吸水膨張率の経時変化を示す. 与那原層が最も高く2%を超えており, 次いで向山層が0.5%, 最も低い稚内層は0.19%であり与那原層の1割程度の吸水膨張率であった. MBC試験は, スメクタイトを含む膨潤性粘土鉱物の含有量を求めるために実施した⁷⁾. MBC試験の結果, 向山層が最も多く36mmol/100gであり, 与那原層および稚内層は23~26mmol/100gであった.

3. 母材の異なるベントナイト混合土と透水係数の関係

図2に母材の種類をパラメータとした透水係数とベントナイト混合率の関係を示しており, ベントナイト混合率が増えることにより透水係数が低下している. また母材の種類によって, 透水係数の低下度合いが異なっていることが確認できる. 稚内層は, Bt=5%で透水係数 10^{-8} m/sec オーダーであったが Bt=15%では 10^{-10} m/sec まで低下している. 与那原層は, Bt=5%で 10^{-10} m/sec オーダーから Bt=15%では 10^{-11} m/sec オーダーまで低下しており, 向山層についてはベントナイト混合率によらず透水係数 10^{-11} m/sec 付近となっている. これより, ベントナイト混合率と透水係数の関係が母材によって異なることが確認できた. 次に, 母材の特性と透水係数の関係について図3(a)~(c)に



写真1 使用した堆積軟岩の写真

表1 使用材料の基本物性

項目	向山層	与那原層	稚内層	Na 型 ベントナイト
含水比(%)	31.88	25.99	35.35	8.0
粒子密度(g/cm ³)	2.55* ¹	2.75* ¹	2.49* ¹	2.79
	1.39* ²	1.62* ²	1.37* ²	
破碎率(%)	49.3	47.1	36.5	—
吸水膨張率(%)	0.50	2.06	0.19	—
メチレンブルー吸着量 (mmol/100g)	36	23	26	81

*1 JIS A 1202 (土粒子の密度試験)

*2 JIS A 1225 (「土の湿潤密度試験」のパラフィン法)

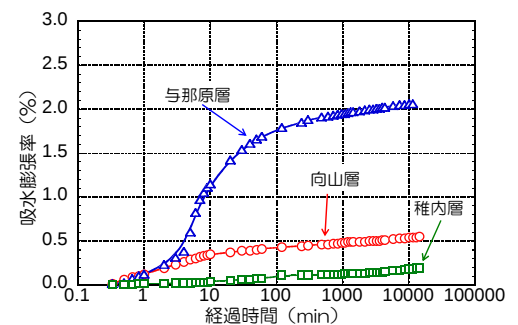


図1 吸水膨張率と経過時間の関係

キーワード ベントナイト混合土, 堆積軟岩, 透水係数, 破碎率, 吸水膨張率

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設 原子力本部 TEL: 03-5381-5315

示す。(a)は破碎率と透水係数の関係を示しており、母材の破碎率が高いほど透水係数が低くなる傾向を示している。(b)は吸水膨張率との関係を示しており、吸水膨張率が低い向山層、稚内層でも低透水性を有している。(c)はMBCとの関係を示しており、MBCが多くなると稚内層 Bt=5%を除いてやや透水係数が低くなっているが、相関性はあまり認められない。以上の結果より、母材の特性が透水係数に与える影響について推察した。図4に破碎率、吸水膨張率およびMBCそれぞれの最大値を基準とした比率を、図5に概念図を示す。向山層は、3種類の堆積軟岩の中で最も破碎率とMBCが高いことにより、ベントナイト混合率によらず透水係数が低く Bt=5%でも 10^{-11} m/sec オーダーを有したと考えられる。また与那原層は破碎率、吸水膨張率およびMBC

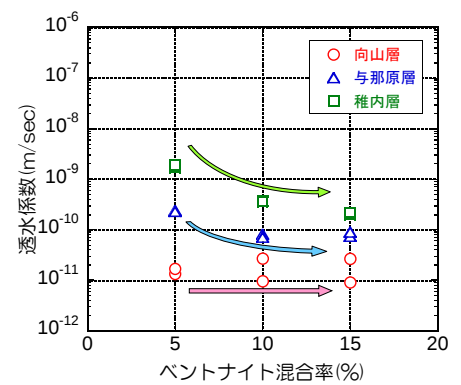


図2 透水係数とベントナイト混合率の関係

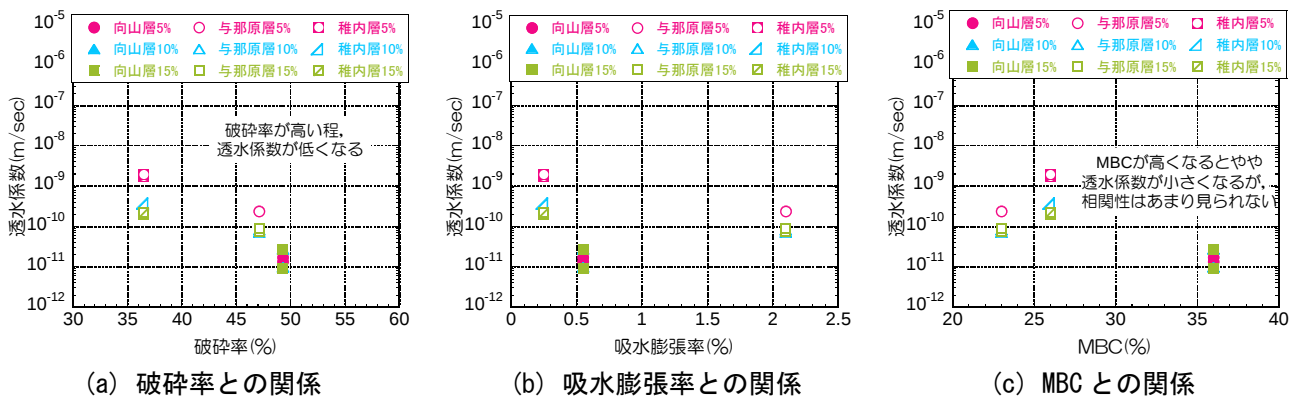


図3 堆積軟岩の各種特性と透水係数の関係

の特性を平均的に有しており、透水係数は Bt=5~15%で 1 オーダー内に収まっている。稚内層を母材とした場合の透水係数は、最もベントナイト混合率の影響を受けている。稚内層のMBCは与那原層より多いものの、破碎率が低くスメクタイトの能力が発揮されず、吸水膨張による間隙充填がなされないことが要因と推察される。以上より、母材の特性として破碎率とMBCの寄与が大きいと考えられ、一方で吸水膨張率が過大となると破碎率が高くても締固め性能に影響を与えるため、ベントナイト混合率が低い場合に透水係数への影響が現れると考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見と今後の展望について以下に示す。

- 1) 母材の種類によって、透水係数の低下度合いが異なっており、同配合のベントナイト混合率でも、母材により透水係数の差が最大 3 オーダー確認できた。
- 2) また母材の特性の中でも、特に破碎性とMBCが透水係数へ与える影響が大きいことが確認でき、低配合のベントナイト混合土でも低い透水係数が得られることが分かった。

今後は、母材の特性が遮水性に与える影響のメカニズムおよびこれら特性と締固め性状との関係について研究を進めていく予定である。

参考文献 1) 総理府・厚生省令：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分に係る技術上の基準を定める命令，環境省令第三号 2013. 2. 21. 2) 成島誠一，水野克巳，藤原照幸：廃棄物最終処分場におけるベントナイト混合土の材料選定に関わる研究，土木学会第 58 回年次学術講演会，平成 15 年 9 月。3) 遠藤さち恵，森川義人，木ノ村幸士，藤原斉都：破碎性堆積軟岩のベントナイト混合土への合理的適用法の研究，大成建設技術センター報，第 47 号，2014. 4) NEXCO：NEXCO 試験方法，pp38-41. 平成 27 年 7 月。5) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説—二分冊の 1—，pp.271-274. 2009. 6) 日本ベントナイト工業会：ベントナイト（粉状）のメチレンブルー吸着量測定方法，1977. 7) 粘土ハンドブック編集委員会：粘土ハンドブック，1967.

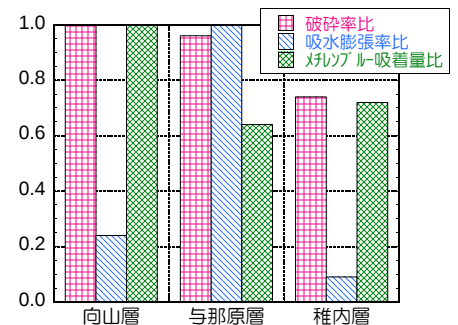


図4 各堆積軟岩の特性比率

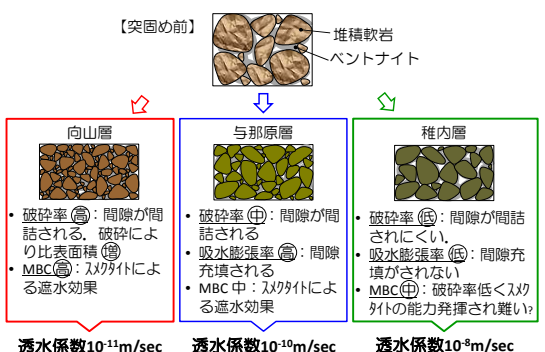


図5 堆積軟岩の特性による透水係数への影響に関する概念図