

向山泥岩の膨潤特性に及ぼすスメクタイト含有率と内部固結の影響の一考察

早稲田大学 学生会員 ○石塚 光

早稲田大学 国際会員 小峯 秀雄

大成建設株式会社 正会員 磯 さち恵

1. はじめに

放射性物質による汚染廃棄物の最終処分に向けた中間貯蔵施設の施工において、雨水や有害物質の漏出防止対策である遮水工には膨潤性を有するベントナイトの適用が有望である。中間貯蔵施設の建設予定地は広大であり、建設に伴う現地発生土は膨大な量になると予想されるため、コスト削減や現地発生土の再利用法として現地発生土を用いたベントナイト混合土への適用案が挙げられている¹⁾。現地発生土は大年寺層に位置し、スメクタイトを含む破砕性堆積軟岩と予想される。これまでに現地発生土・ベントナイト混合土による透水試験の結果、同配合の砂・ベントナイト混合土よりも低い透水係数が得られている。これには、現地発生土中のスメクタイトの膨潤や締固めによる粒子破砕に伴う間隙の充填が影響していると考えられる¹⁾。これまで著者らは向山泥岩を用いた一次元膨潤変形試験を実施し、その中で膨潤量に差が認められるケース(図1参照)が確認され、固結による膨潤変形の抑制の影響と考えられてきた²⁾。そこで本研究では、スメクタイト含有率と内部の固結による膨潤への影響を、向山泥岩を用いた簡易スレーキング試験の結果から考察したことについて報告する。

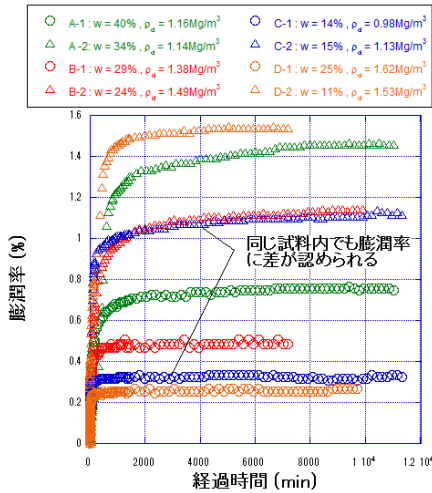


図1 向山泥岩(A,B,C)と島尻泥岩(D)を用いた一次元膨潤変形試験の結果²⁾

2. 使用した試料

本研究では、現地発生土である大年寺層の下層に位置する仙台層群向山層の向山泥岩を用いた。向山泥岩には変質作用や成因に起因すると考えられる色調の違いが認められたため、更に3種類(A, B, C)に分類した。表1に向山泥岩の基本物性を示す。表中のスメクタイト含有率は、メチレンブルー吸着量試験によって得られたメチレンブルー滴定量から純モンモリロナイト含有率を140mmol/100gとして算出したものである。また、図2にX線回折による結果を示す。図中の鉱物記号はSm:スメクタイト, Hal:ハロイサイト, K:カオリナイト, Ilt:イライト, Qz:石英, Pl:斜長石である。図2より、A, B, Cを構成する鉱物は同質のものであり、変質作用に伴う生成鉱物の生成量が異なると考えられる。

表1 向山泥岩の基本物性

堆積軟岩	A	B	C
地質時代	新第三世紀鮮新世		
土粒子密度(Mg/m ³)	2.610	2.546	2.622
スメクタイト含有率(%)	41	25	21

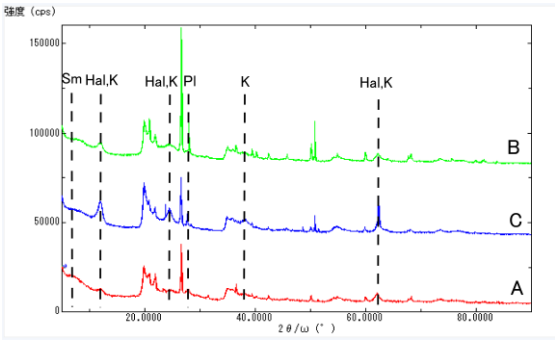


図2 向山泥岩のX線回折による含有鉱物の同定

3. 簡易スレーキング試験方法

自然条件化においてスレーキングは天候の変動によって長時間の中で生じるが、スレーキング試験ではこれを簡易かつ短期間に再現するため、炉乾燥等によって強制的に乾燥・湿潤条件下にすることが一般的である。スレーキング試験は目的に応じて乾燥・水侵の繰返しを伴わない方法と繰返を伴う方法があるが、向山泥岩は膨潤性粘土

キーワード スメクタイト, 破砕性堆積軟岩, 仙台層群向山層, スレーキング, 内部固結, 現地発生土
連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学術院 社会環境工学科 TEL 03-5286-2940

鉱物であるスメクタイトを含んでおり、容易にスレーキングすると考えられるため、試験の簡便さからも前者の方法に従って実施した。詳細な試験手順は次の通りである。すなわち、外見上明瞭な弱面や劣化部がない塊状岩石を供試体とし、必要に応じて端部を成型する。その後、急激な乾燥による割れを防ぐため、 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ で 48 時間炉乾燥し、炉乾燥後、デシケーター内で室温まで冷ます。その後、供試体上部が完全に水浸するように蒸留水を給水し、形状変化の観察を行う。スレーキングによる形状変化は図 3 に示した吉中ら³⁾によるスレーキング区分判定の基準⁴⁾によって決定する。スレーキング区分は供試体に見られる形状変化の程度を示しており、0 から 4 までの 5 つの区分で表され、数字が大きいほど形状変化の程度が大きいことを示している。

区分	0	1	2	3	4
A					
B					

A: 泥岩・凝灰岩(細粒)によくみられるタイプ

B: シルト岩・砂岩・凝灰岩(粗粒)によくみられるタイプ

図 3 スレーキング区分判定の基準⁴⁾

4. 向山泥岩のスレーキング特性

図 4～図 6 に A, B, C の給水前、給水直後、30 分後のスレーキングによる形状変化の様子を示す。A は給水直後に気泡を放出しながら急速にスレーキングし、30 分後には完全に泥状化した。(スレーキング区分 4) A は表 1 に示すように、スメクタイトを比較的多く含んでおり、吸水に伴う膨潤によって、スレーキングが促進されたと考えられる。一方で、B は給水直後に端部からひびが入り、徐々に岩片状に分離崩壊した。(スレーキング区分 3) C は給水直後から大きな形状変化はみられなかった(スレーキング区分 1)。C のスメクタイト含有率は B と同程度であるがスレーキング特性に大きな違いがみられ、膨潤変形試験でもみられた内部固結による影響と考えられる。図 7 にスレーキングによる形状変化の内部メカニズムを示す。すなわち、A は内部固結の影響が少なく、間隙中の空気圧が上昇したのに加え、スメクタイトの膨潤が進行しスレーキングを急速に起こしたと考えられる。一方、C は内部固結の影響が強くスメクタイトの膨潤や間隙中への供給水の流入が抑制されたため、スレーキングしにくかったと考えられる。

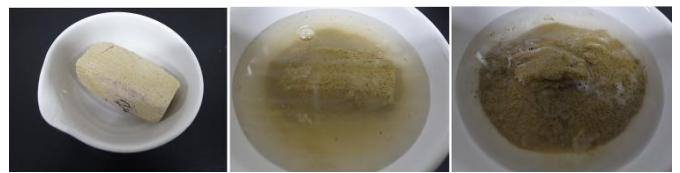


図 4 堆積軟岩 A のスレーキングによる形状変化



図 5 堆積軟岩 B のスレーキングによる形状変化



図 6 堆積軟岩 C のスレーキングによる形状変化

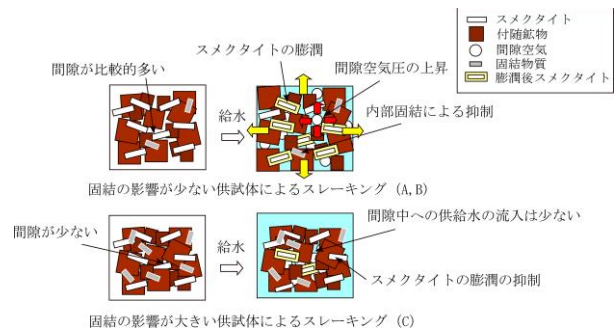


図 7 スレーキングの形状変化の内部メカニズム

5. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

(1) 向山泥岩はスメクタイト含有率が高いほどスレーキングは急速に進行し、細粒化する傾向が見られた。(2) 同一層内においても、変質作用に伴うスメクタイトの生成量や固結力の違いによってスレーキング特性は大きく異なることが確認された。本研究の結果より、膨潤変形試験の結果と同様に簡易スレーキング試験でも内部固結によるスメクタイトの膨潤の抑制が確認された。したがって、ベントナイト混合土の性能にはスメクタイト含有率に加えて固結度が大きく影響し、固結度の高い母材を用いた場合膨潤による影響は少ないと考えられる。

参考文献 (1) 遠藤さち恵, 森川義人, 木ノ村幸士, 藤原斉郁: 破砕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—堆積軟岩の破砕性を利用した締固め性状—, 大成建設技術センター報, 第 47 号, 2014. (2) 石塚光, 小峯秀雄, 磯さち恵: スメクタイト含有率に応じた膨潤変形特性の傾向, 第 51 回地盤工学研究発表会(投稿中) (3) 吉中龍之進・小島圭二・田中荘一: 簡易スレーキング試験方法の提案, 第 12 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp36~39, 1979. (4) 土木学会岩盤力学委員会: 軟岩の調査・試験の指針(案), 1991.