

廃棄物処分場の遮水工への利用を想定した開放状態における
堆積軟岩のスレーキング現象の透水係数への影響

早稲田大学 学生会員 ○陸 續
早稲田大学 学生会員 石塚 光
早稲田大学 正会員 小峯 秀雄
大成建設株式会社 正会員 磯 さち恵

1. はじめに

一般・管理型廃棄物処分場では、現地発生土の再利用やコストの低減の観点から現地発生土を遮水材として利用することが望まれる。スメクタイトを含む堆積軟岩は吸水膨張およびそれに起因するスレーキングによって細粒化

し、空隙充填が生じ、それに起因する透水係数が低くなることが考えられる。一方、吸水膨張とスレーキングの影響によって細粒化が発生し、新たな空隙が生じ、それに起因して透水性係数が高くなることも考えられる。そこで本研究では、遮水工を想定した堆積軟岩の吸水膨張とスレーキング作用が透水係数に与える影響を評価するために、初期含水比を調整した試料を用いて、定水位透水試験を行った。

2. 供試体の作製概要と定水位透水試験の手法

本研究ではメチレンブルー吸着量が43.3 mmol/100gの新第三系鮮新統仙台層群の向山層（以下、向山層泥岩と記す）を用いた。試料の基本的性質を表1に示す。既往の研究で実施した拘束状態のスレーキング試験の結果を図1に示す¹⁾。図1において、黒色で表示した曲線は炉乾燥試料を、赤色で表示した曲線は湿潤試料を表している。また、点線と実線はそれぞれ開放状態と拘束状態の試料の試験結果を示す。この結果から、拘束状態によらず炉乾燥した試料は自然含水比の試料より急激なスレーキングが生じることが分かった。また、拘束状態の試料はある程度スレーキングは生じるが、開放状態に比べてスレーキングが顕著に抑制される。以上より、向山層泥岩で作製した供試体は初期含水比の調整により、供試体のスレーキングの発生度合いを制御することが可能である。この特性を利用し、初期含水比を調整して、スレーキングの発生度合いの異なる2種類の供試体を作製し、定水位透水試験を行った。

本研究においては、定水位透水試験 (JIS A 1218 : 2009)に準じて試験を実施した。ただし、今回の試験ではスレーキングの透水係数変化への影響評価のため、試料の含水比調整は一般の透水試験と異なる方法で行った。すなわち、今回の試料は事前に 9.5 mm~4.75 mm まで破碎して、自然含水比の試料を直接使用することとした。直径 10 cm の透水円筒を用いて、突固め方法は A 法に従い供試体を作製した。表2に供試体の作製概要を示す、供試体の種類は供試体 A と乾燥した供試体 B である。次に、図2に示すように作製した供試体 B を 110℃

キーワード：スレーキング，透水係数

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

表 1 向山層泥岩の基本的性質

土粒子密度(g/cm ³)	24 時間スレーキング区分	含水比(%)	MBC(mmol/100g)	粒径(mm)
2.55	3	31~35	43.3	4.75~9.50

表 2 供試体の作製概要

	含水比 (%)	長さ (cm)	供試体質量 (g)	湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	間隙比	飽和度 (%)
供試体 A	34.72	11.27	1261.88	1.426	1.058	1.410	62.81
供試体 B	31.99	11.03	1251.37	1.444	1.094	1.330	61.33
乾燥した B	5.51	11.03	1000.31	1.155	1.094	1.330	10.56

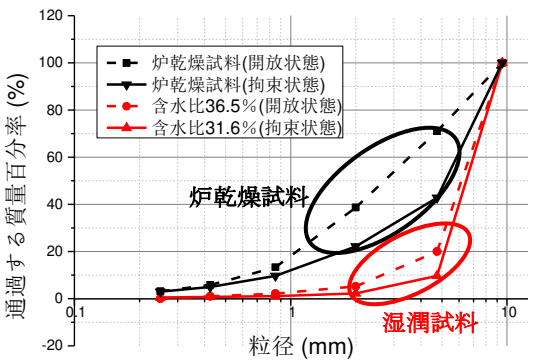


図 1 開放状態と拘束状態のスレーキング試験の結果

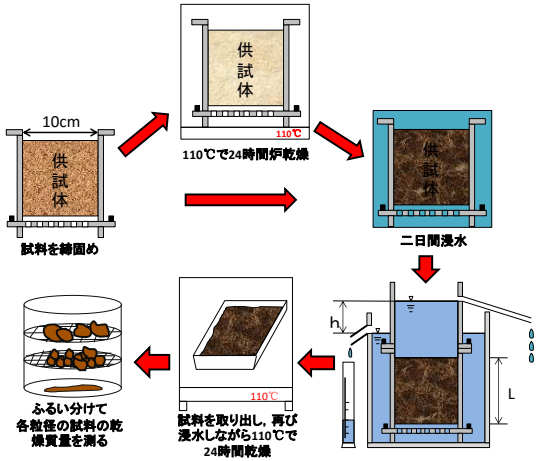


図 2 定水位透水試験の試験手順

の乾燥炉に入れて、24 時間炉乾燥を行った後、初期含水比をできる限り減少させた。シリカゲルを入れたデシケーターの中で室温まで冷却した供試体 B と供試体 A を水で飽和するために、水槽中二日間浸水した後、図 2 に示した定水位透水試験装置を組み立て、試験を実施した。供試体のスレーキングを確認するために、試験終了直後供試体を取り出し、再び浸水させて、そのまま 110℃ で炉乾燥して、ふるい分けを行った。なお、今回の定水位透水試験で使用した水は水道水である。

3. 開放状態におけるスレーキングの透水係数への影響

図 3 に各供試体のふるい分けの粒径加積曲線、図 4 に定水位透水試験の結果を示す。図 4 の内、黒色で表示した点は自然含水比供試体を、赤色で表示した点は炉乾燥した試料を表している。データを表 3 に示す。まず図 3 から、炉乾燥した供試体のスレーキングが確認できた。次に図 4 と表 3 の結果により、自然含水比の供試体の透水係数は 5.31×10^{-6} m/s、炉乾燥した供試体の透水係数は 3.27×10^{-5} m/s である。以上の結果から、スレーキングが発生した供試体では、透水性能が顕著に高くなることが分かった。

図 1 と図 3 より開放状態の密に締固められた供試体において、拘束された供試体と同じスレーキングを抑制する効果が生じた。既往の研究において、拘束状態の向山層泥岩では、拘束圧を受けた部分(土粒子同士の接点)は、その影響によりスメクタイトの膨潤とスレーキングが抑制されたと考えられる。拘束圧を受けなかった部分ではスメクタイトの膨潤により細粒化現象が発生した¹⁾。その観点から今回の定水位透水試験において生じるメカニズムの概念図を図 5 に示す。図 5 の赤色の丸印の部分は供試体内部の水みちであり、前述の拘束圧を受けない部分と考えられる。図 5 の下図に示したように、開放状態である炉乾燥した供試体では、スレーキングの影響により、土粒子の細粒化が生じ、空隙の拡大が発生したことが推察される。それに起因する水みちの拡大や新たな水みちが発生することが考えられる。従って、スレーキングした供試体は透水係数がより高くなる結果が得られた。

4. まとめ

本研究で行った定水位透水試験から、向山層泥岩のスレーキングの発生は透水係数を大きくすることが分かった。すなわち、堆積軟岩を遮水工に利用する場合、その細粒化現象が、新たな空隙を発生させ、それに起因して透水係数が高くなることも考えられる。ただし、今回の試験は試料のスレーキングは透水性に与える影響を評価するために行ったので、試料の含水比調整は一般の透水試験と異なった。また、試料の粒径はスレーキングを精度よく調査するために選定したので、より高い透水係数が得られる可能性がある。それで今後は、拘束状態における堆積軟岩とベントナイト混合土の透水係数の差異を変水位透水試験で調査する。

〔参考文献〕(1) 陸續, 小峯秀雄, 石塚光, 磯さち恵: 廃棄物処分場の遮水工への利用を想定した拘束状態における堆積軟岩のスレーキング特性, 第 53 回地盤工学研究発表会, 2018 (投稿中)

表 3 定水位透水試験の結果

通過する質量百分率の 20%, 40%, 50% 粒径			
	D ₅₀ (mm)	D ₄₀ (mm)	D ₂₀ (mm)
A	3.80	2.70	1.20
B	3.20	2.30	0.820
各供試体の透水係数(m/s)			
A	5.31×10^{-6}		
B	3.27×10^{-5}		

注) A: 自然含水比供試体(含水比 34.72%) B: 炉乾燥した供試体

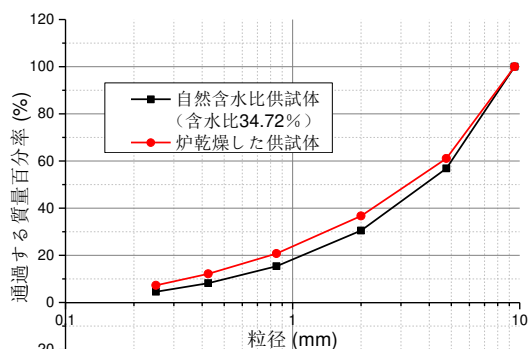


図 3 ふるい分けの結果

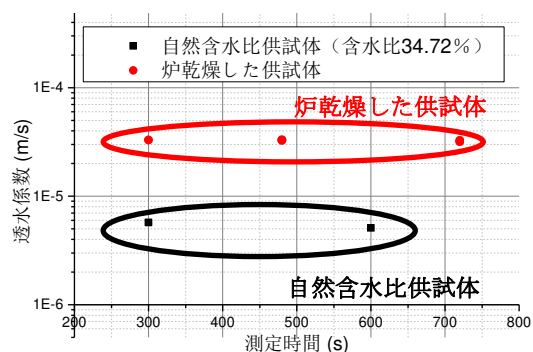


図 4 各供試体の透水係数

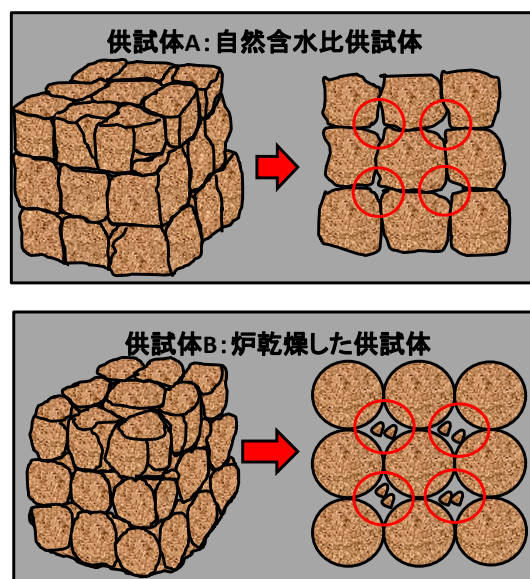


図 5 供試体中水みち拡大や増加の概念図