

福島県白沢地すべり地から採取した泥軟岩の膨潤に伴う排水せん断強さの変化

日本大学工学部 学生会員 ○滝田 武司・阿部 文義
正会員 梅村 順

1. はじめに

第三紀泥軟岩の多くは、応力解放およびその後の水浸作用による含有粘土鉱物の膨潤を生じる性質を持っており、特に乾湿の繰返し作用によりその強度が低下することが知られている。この膨潤現象についてこれまで定性的な試験方法が多く提案され一部実用化されているが、この現象に伴う力学的性質の変化に着目した定量的な試験方法については課題が残されている。本研究では福島県内の白沢地すべり地から採取した膨潤性粘土鉱物を含む第三紀泥軟岩試料を対象に乾湿繰返しに伴う排水せん断強さについて実験的に検討した。

2. 本研究での膨潤現象の考え方

膨潤性粘土鉱物を含む泥軟岩は、応力解放され、そこに水浸を受けるとサクシヨンの消失に伴って膨張し、間隙が広がることで膨潤性粘土鉱物が水に接触し易くなり、それが膨潤して間隙がさらに大きくなって、結果として著しいスレーキング現象を引き起こすと考えられる。そして、乾湿を繰返すと、初めは間隙が少なく、水に接触する膨潤性粘土鉱物も少ないが、繰返し回数と共に間隙が増加し、水に接触する膨潤性粘土鉱物も増え、結果として間隙がサクシヨンの発生・消失に反応するものだけに変化、泥軟岩は粘土に変化すると考えている。それを模式的に示したのが図-3である。長谷川ら¹⁾は、CU試験で、このような膨潤に伴うスレーキングの結果、泥軟岩の岩石的性質が失われて、土のような摩擦性材料に変化することを示した。そこで本文ではCD試験で、排水強さの変化を調べることにした。

3. 試料と実験方法

試料には、福島県大沼郡金山町白沢地すべり地から採取した乱さない泥軟岩試料を用いた。試料の物理的性質を図-2に示した。

実験は、図-1に示すような2つのシリーズを行った。

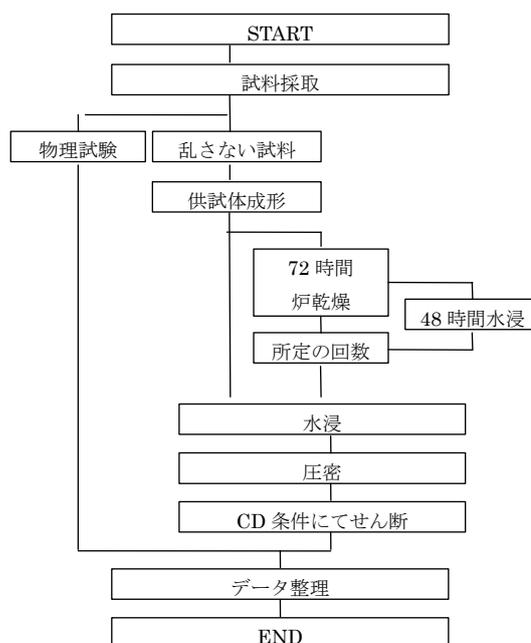


図-1 実験の進め方フローチャート

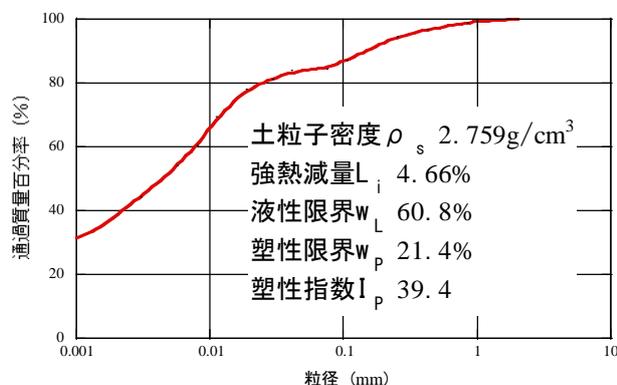


図-2 粒径加積曲線

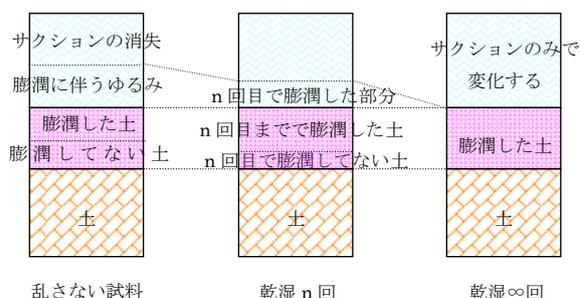


図-3 膨潤に伴うスレーキングの模式図

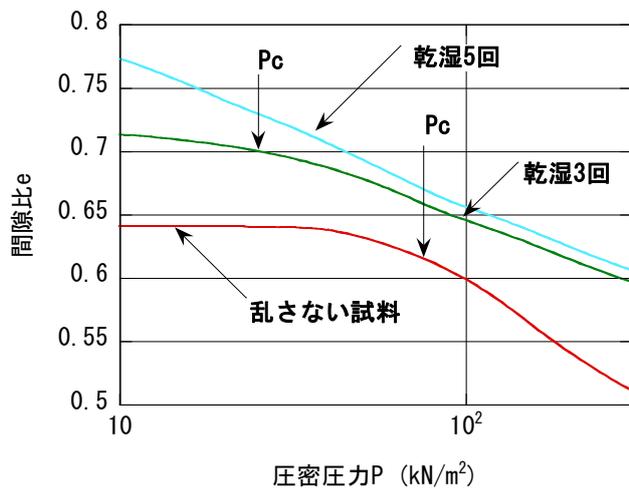


図-4 圧密過程での e-log p 曲線

まず、乱さない試料を直径 6cm 高さ 2cm のカッターリングに丁寧に成形して収めて供試体とし、そのままの状態装置にセットして実験を行った。次いで、カッターリングに収めた乱さない供試体に所定の乾湿繰返し作用を与え、それらを装置にセットして実験を行った。ここで、炉乾燥は、粘土鉱物の変質を考慮して 60°C の炉で行い、乾燥完了は質量の変化に基づいて、72 時間を目安に行った。また、水浸は 48 時間を目安に、供試体下部から濾紙を介して静かに行った。

一面せん断試験は、装置に供試体をセットした後水浸し、変形が落ち着いてから所定の上載圧まで圧縮試験を行った。そして、CD 条件で、せん断箱間隔 0.2mm、せん断変位速度 0.01mm/min でせん断した。

4. 実験結果・考察

図-4 は、圧密過程の結果から得た e-logp 曲線である。乾湿を与えない状態では変曲点が現れて圧密降伏応力を有する状態であったが、乾湿の繰返し回数と共に空隙比が増大し、また、変曲点が消失して正規圧密状態様に変化した。また、図-5 は、せん断過程の結果の一例である。このような結果から、破壊規準を求めたのが図-6 である。乾湿の繰返しに伴い、 ϕ が低下したが、その低下量は僅かであった。図-7 は、せん断に及ぼすダイレイタンスの影響を見るために、最大せん断応力時の体積変化量を垂直応力との関係で示したものである。乱さない試料では、垂直圧が大きいほど正のダイレイタンスを呈しているが、乾湿繰返し回数と共にその量が小さくなり、乾湿 3 回目以降は、ほぼ同じ体積変化性状を示すようになった。以上のことから排水強さでは、図-6 に示すように、乾湿の繰返しに伴う破壊規準の変化には明瞭な傾向は認められなかったが、ダイレイタンス性状には差が認められた。このことは、図-6 のように、破壊規準や強度定数では変化が表せないが、排水せん断抵抗力を構成するせん断のみの成分とダイレイタンスに伴う成分の配分比が変化していると解され、乾湿の繰返しは、このような変化を引き起こすと考えられた。

参考文献 1) 長谷川隆之・渡邊恵一(2008)：福島県金山町での崩壊土砂の力学的性質の変化に関する検討、日本大学工学部卒業研究論文

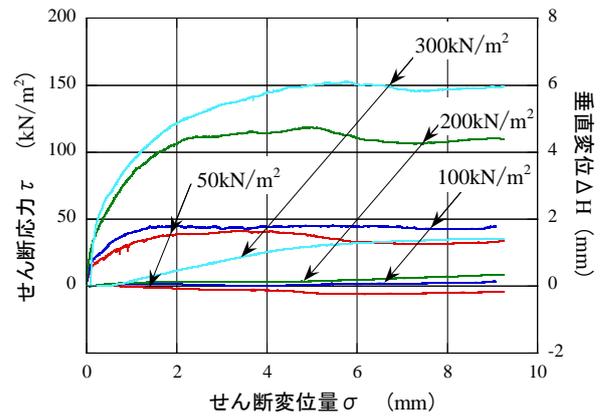


図-5 せん断応力-せん断変位関係の一例

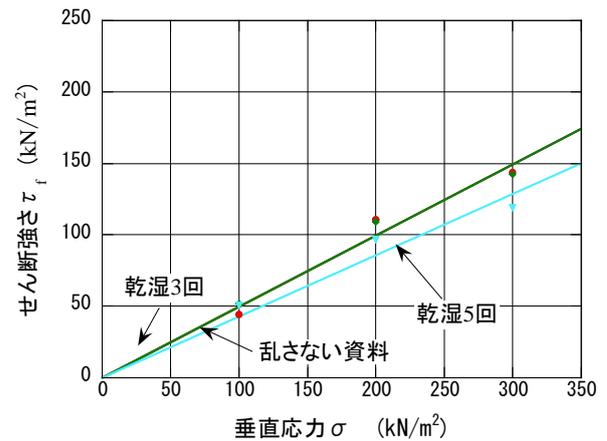


図-6 乾湿繰返しに伴う破壊基準線の変化

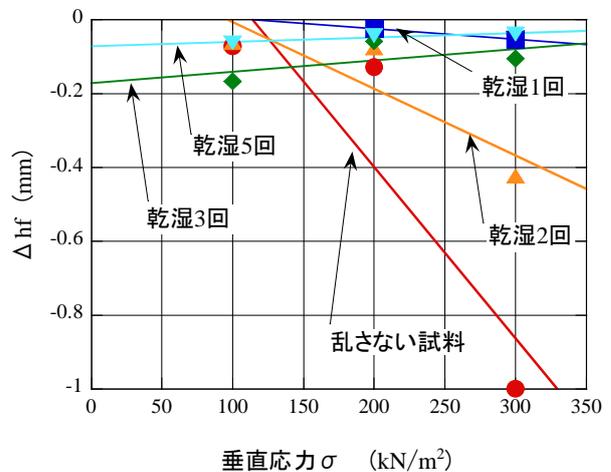


図-7 乾湿繰返しに伴う垂直変位の変化