

京都大学防災研究所	フェロー	嘉門雅史
立命館大学理工学部	正会員	勝見 武
地域 地盤 環境 研究所	正会員	金山政民
京都大学工学部	学生員	○森本哲夫

1. はじめに

廃棄物処分場では、廃棄物浸出水の漏水防止のため底部遮水工が設置される。遮水工には遮水シートや粘土ライナーが適用されるが、我が国では廃棄物処分場は山間部に設けられることが多く、また多雨気候で地下水位が高いことから、粘土ライナーが含水比上昇によって強度低下をきたし、構造安定性が低下する可能性がある¹⁾。本研究では、基盤からの地下水が粘土ライナーの含水比変化に及ぼす影響を水分移動実験により把握し、その結果を踏まえて粘土ライナーと基盤の接触面におけるせん断強さを実験的に検討した。

2. 実験方法

実験には、ライナー材料を想定して(1) 深草粘土に乾燥質量比で15%のベントナイトを混合したベントナイト混合土(以下、粘土ベントナイト)、(2) 豊浦砂に15%のベントナイトを混合した混合土(以下、砂ベントナイト)を用いた。粘土ベントナイトは $\rho_s=2.718 \text{ g/cm}^3$, $w_L=65.9\%$, $w_P=36.6\%$, $w_{opt}=30.5\%$, $\rho_{dmax}=1.44 \text{ g/cm}^3$, $k_{sat}=6.0 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$, 砂ベントナイトは $\rho_s=2.579 \text{ g/cm}^3$, $w_L=66.4\%$, $w_P=24.0\%$, $w_{opt}=17.0\%$, $\rho_{dmax}=1.70 \text{ g/cm}^3$, $k_{sat}=1.6 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$ であった。

水分移動実験は、モールド内(内径5 cm, 高さ10 cm)の上層部に最適含水比で締め固めた粘土ライナー、下層部に基盤を想定して締め固めた豊浦砂とした2層構造の供試体を用いた。下層基盤の含水比は10, 15, 20%, および底部から水分を供給して飽和し続けた条件とした。保護砂層厚を想定した3.1 kPaの上載圧を載荷し、飽和条件以外は上下面ともに乾燥を防ぐためラップをした。所定日数養生後に供試体を高さ1 cmずつに切り出して含水比分布を測定した。

一面せん断試験は、締め固め直後(最適含水比)と水分移動後(含水比上昇)の供試体(内径6 cm, 高さ1 cm)に対し、粘土ライナー内、および粘土ライナーと基盤との接触面についてせん断試験を実施した。鉛直荷重100, 200, 400, 500 kPaによる一次圧密の終了を確認後、せん断速度0.05 mm/minを与えた。接触面せん断試験では、基盤としてポーラスストーン(平滑面)を用いた。含水比上昇させた供試体を用いる場合は、基盤の飽和状態を想定してポーラスストーンを水浸させた。

3. 結果と考察

水分移動実験の結果を図1~4に示す。図1は、基盤の含水比を変化させた場合の、粘土ベントナイトの21日養生後の含水比分布である。これより、基盤の含水比に関係なく粘土ライナーの接触面付近の含水比は著しく上昇していることがわかった。図2は、基盤を飽和条件として、養生日数の違いを比較したものである。養生日数3日以降は、接触

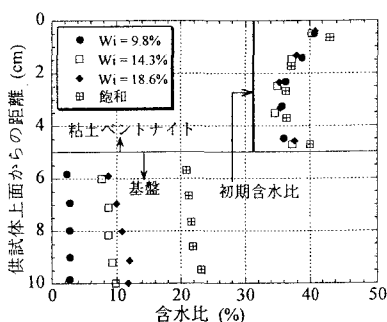


図1 水分移動実験の結果
(粘土ベントナイト; 21日)

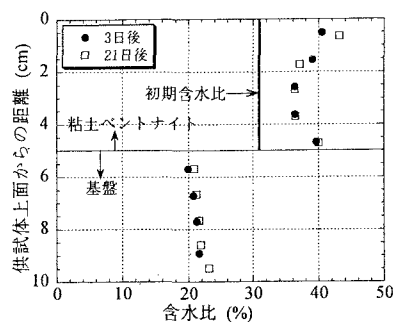


図2 水分移動実験の結果
(粘土ベントナイト; 飽和条件)

面の含水比はほとんど変化しなかった。これらより、本研究の実験条件の範囲では粘土ベントナイトの水分移動は3日間で含水比38～40%に収束すると考えられる。図3、4は、砂ベントナイトで同様の比較を行ったものである。図3より、基盤の含水比が高くなるにつれて、接触面付近における粘土ライナーの含水比上昇の程度が大きくなること

がわかる。接触面付近の含水比は、基盤の含水比が10～20%のときは約24%，飽和条件のときは約30%まで上昇している。これは、基盤の地下水位高さの変動によって砂ベントナイトの含水比が変化する可能性を示唆している。図4より、基盤が飽和条件の場合、接触面付近の粘土ライナーの含水比は3日後で約24%，21日後で約30%であった。すなわち、砂ベントナイトを含水比の高い基盤に接触させた場合、3日間程度では水分移動が収束しないことがわかった。飽和条件のとき粘土ベントナイトよりも水分移動の収束に時間がかかったのは、水分移動量が多く透水係数が低いためと考えられる。

粘土ベントナイトの一面せん断試験結果を図5に示す。これより、接触面のせん断強さは粘土ライナー内に比べて粘着力が著しく低下している。また、両ケースとも締固め直後に比べて、水分移動による含水比上昇後の強度低下がみられ、ここでも粘着力の低下が顕著であった。砂ベントナイトの場合（図6）も、粘着力が大きく低下しており、接触面のせん断強さは粘土ライナー内強さに比べて低い。接触面せん断強さがライナー内強さよりも低い理由としては、接触面試験では一方のせん断面（基盤）が粘着力をほとんどもたないが、ライナー内試験ではせん断面の双方が粘着力を多く有するベントナイト粒子を含む材料で構成されていたことが考えられる。また、砂ベントナイトが粘土ベントナイトとは異なり接触面のせん断強度が締固め直後のときでも低くなっている。これは、砂には粘着力がないために、ベントナイトを15%程度混合しても粘着力がほとんど上昇しなかったためと考えられる。

4. 結論

- (1) 水分移動実験の結果、基盤から締固め粘土ライナーへの水分移動が確認された。特に、接触面付近の含水比は基盤の含水比に関係なく上昇した。
- (2) 粘土ライナー内せん断試験およびライナーと基盤の接触面せん断試験を行った結果、締固め含水比でのせん断強さに比べて、水分移動による含水比上昇後の強さは低下することが明らかとなった。

以上のように、廃棄物処分場の底部遮水工としての粘土ライナーは、基盤からの水分移動によって含水比が上昇することでせん断強さの低下をきたす可能性が示唆された。

参考文献 1) 嘉門雅史・勝見 武・金山政民・森本哲夫(2000): 粘土ライナーのせん断強度と廃棄物処分場の構造安定性, 第35回地盤工学研究発表会(投稿中)。

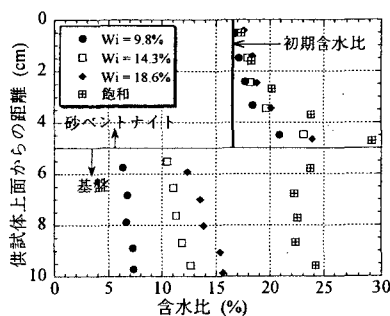


図3 水分移動実験の結果
(砂ベントナイト; 21日)

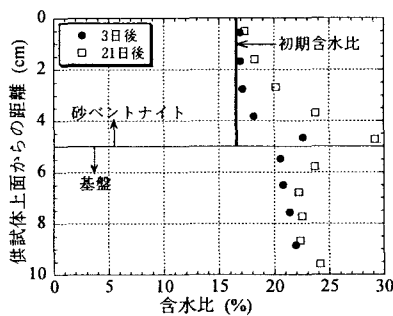


図4 水分移動実験の結果
(砂ベントナイト; 飽和条件)

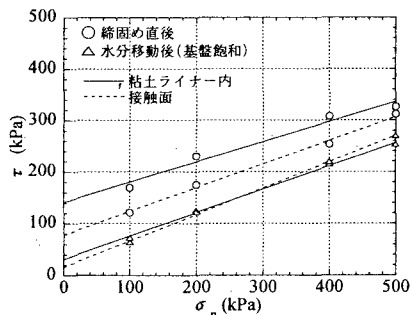


図5 一面せん断試験結果(粘土ベントナイト)

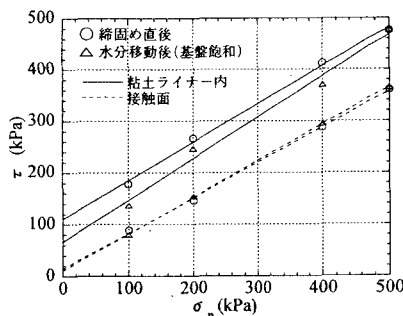


図6 一面せん断試験結果(砂ベントナイト)