

1. はじめに

廃棄物最終処分場では、汚染物質の地盤中の侵入を防ぐため、遮水ライナーの敷設が義務付けられている¹⁾。遮水層として粘性土層、ジオメンブレン(以後 GM)とジオシンセティッククレイライナー(以後 GCL)がある。近年、遮水ライナーの遮水性能を高めるためにいくつかの遮水層の組み合わせによる複合ライナーの施工実績を伸ばしてきている。複合ライナーで一般的に使われるものは、GCL・GM・粘性土層によるものである。廃棄物最終処分場の斜面部分にも遮水ライナーを敷設しなければならない。その場合、複合ライナー層間及びライナーと斜面部地盤間において滑り破壊が生じることが問題視されており、複合ライナーの設計では、その境界面せん断強度を考慮することは必要不可欠である。本研究では、GCL/GM 間、GCL/粘性土層間のせん断強度における GCL の水和状態、水和溶液の性質(水道水、1%塩水)の影響を室内せん断試験によって検討した。

2. 境界面せん断試験

試験装置を図-1に示す。上部せん断箱のサイズは200mm×200mm×50mm、せん断変位によるせん断面積が減少しないように下部せん断箱は220mm×450mmで、上部せん断箱より大きくしている。試験手順は次の通りである。

GCL/粘性土層間のせん断試験の場合、下部せん断箱に GCL を固定し、上部せん断箱に粘性土試料をセットする。GCL と GM 間の試験の場合、上部せん断箱に GM を固定する(図-1)。所定の上載圧力による圧密終了後、せん断速度 2mm/min で上載圧力($\sigma_n=50, 75, 100\text{kPa}$)一定の条件のもと、せん断変位が 33mm に達するまでせん断を行う。測定項目は垂直変位、せん断変位及びせん断応力である。

試験に用いた GCL については、粒状のベントナイトを織布と不織布のジオテキスタイルで挟み込み、上下ジ

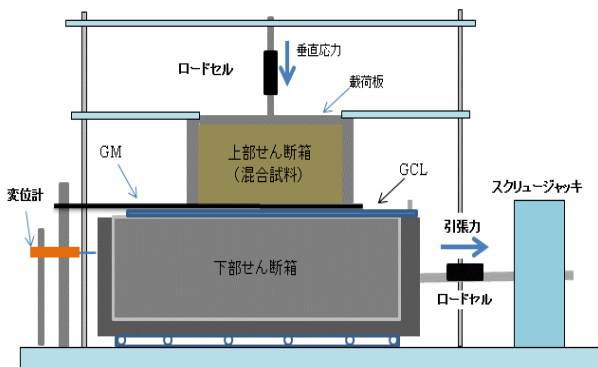


図-1 境界面せん断試験装置

オテキスタイル間をニードルパンチによって固定するものである。試料の大きさは300mm×450mmであった。GCL の水浸時間によって、その中のベントナイトの含水比を調整した。図-2 に典型的なベントナイトの含水比と水浸時間の関係を示す。

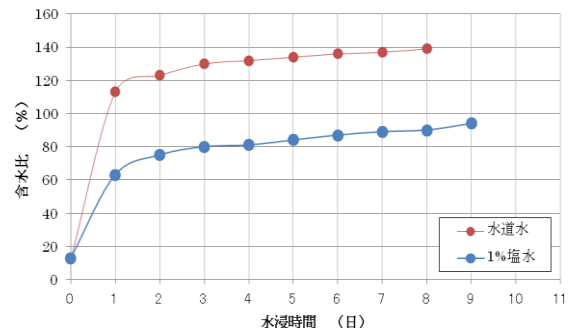


図-2 GCL 内ベントナイト含水比と水浸時間の関係

GM についてはメタロセン触媒ポリエチレン製厚さ 1.5mm のものを用いた。試料の大きさは 220mm×410mm である。粘性土層として締め固め出来るように含水比約 130%の有明粘土に 425 μm のふるいを通過したまき土を乾燥重量比(粘土:まき土=3:10)で混合し、塑性指数(IP)約 10 に調整した粘性土(含水比 $W=28\%$)を用いた。有明粘土の液性限界は約 120%、塑性限界は約 50% である。粘性土の改良型一面せん断試験結果より、内部摩擦角(ϕ)は約 32.2° 、付着力(C_a)は約 2.3kN/m^2 であった。²⁾

3. 試験結果と考察

最大せん断抵抗を用い、境界面摩擦角(ϕ)と付着力(C_a)で試験結果をまとめ、GCL 内ベントナイトの含水比及び水和溶液の影響を検討した。

3.1 ベントナイト含水比の影響

1%塩水で GCL 内ベントナイトの含水比を約 90%、100%(1ヶ月水浸)に調整し、粘性土層間との境界面せん断試験を行った。その結果を図-3に示す。付着力(C_a)にはあまり変化は見られないが境界面摩擦角(ϕ)は約 4° 低下した。本研究で、粘性土層の含水比は変化しなかったが、既存の試験結果³⁾により、粘性土層の含水比の増加によって境界面のせん断強度が著しく低下することがわかっている。

3.2 水和溶液の影響(GCL/粘性土)

GCL を水道水および 1%塩水に水浸し含水比 $W \approx 100\%$ に調整したものと粘性土試料間の境界面せん断試験を行った。その結果を図-4に示す。比較のために GCL を水浸しない試験結果も図中に含まれている。

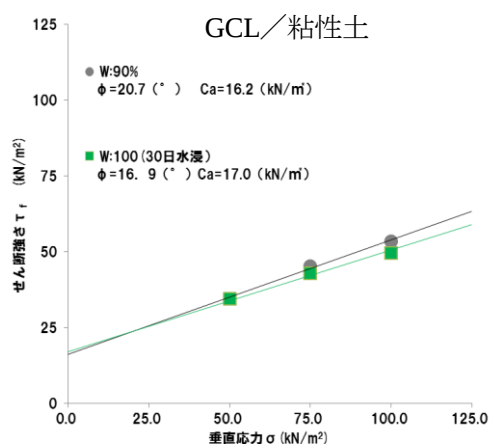


図-3 GCL/粘性土せん断強度におけるベントナイト含水比の影響

境界面摩擦角(ϕ)について、水和溶液の影響が見られないが、付着力(C_a)について水道水の場合は約 3kN/m^2 大きくなっている。その原因について不明なところが多いが、1%塩水の場合、100%の含水比になるため約1ヶ月間水浸させたが、水道水の場合は約1日であった。つまり、水道水の場合、GCL内ベントナイトの自由膨張が $W \approx 100\%$ で終わっていなかったため粒子間の電気的な引力が相対的に大きい可能性が考えられる。水浸しないGCLの結果と比較すると、水浸によって境界面摩擦角(ϕ)が大きく下がった。一方、見かけ上の付着力(C_a)が増えた。その原因について、ジオテキスタイル表面に付着した水分、水和したベントナイトがジオテキスタイルの間より絞り出され、粘性土間の摩擦抵抗が低下し、逆に見かけ上の付着力(C_a)が増えたと考えられる。

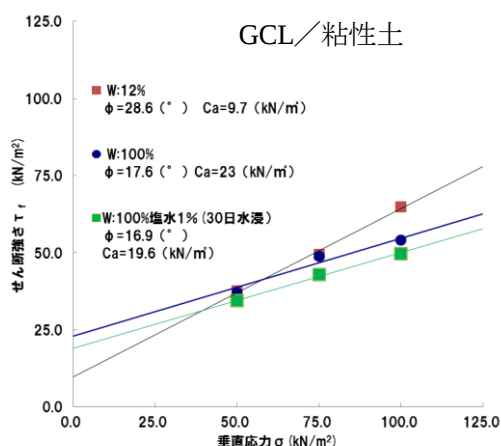


図-4 GCL/粘性土せん断試験強度における水和溶液の影響

3.3 水和溶液の影響 (GCL/GM)

GCL内ベントナイトの含水比を約90%に調整したものとGM間で境界面のせん断試験結果を図-5に示す。GCLを水浸しないGCL/GMの試験結果も図中に含まれている。この場合、せん断強度に水和溶液の影響はほとんど見られなかった。

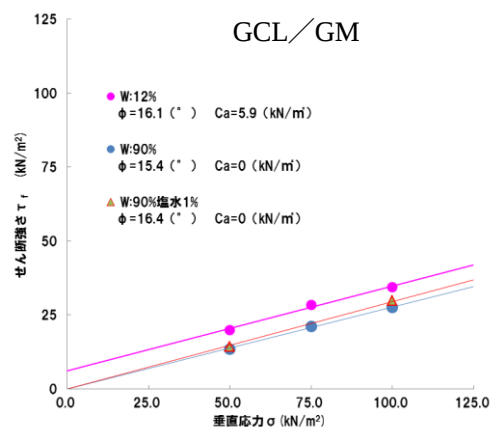


図-5 GCL/GMせん断強度における水和溶液の影響

GCLの含水比が約12%から90%に増加すると、GCL/GM境界面摩擦角(ϕ)にはあまり影響がなかったが、付着力(C_a)が減少しほぼゼロになっている。GCLのジオテキスタイルとGM間に本当の付着力(C_a)はない。GCLを水浸しない場合の見かけ上の付着力(C_a)が水浸によって低下し、GCL/GM間のせん断強度が低下したと考えられる。

4. まとめ

GCL/粘性土, GCL/GM間境界面せん断試験を行い、せん断強度の比較・検討より次のことがわかった。

- 1) GCL/粘性土層間では、GCL内ベントナイトの含水比の増加により、付着力(C_a)は少し増えたが境界面摩擦角(ϕ)は低下した。
- 2) GCL/粘性土層間のせん断強度における水和溶液の影響としては、水道水と1%塩水の境界面摩擦角(ϕ)はほぼ同じであったが、1%塩水の場合の見かけ上の付着力(C_a)が減少した。
- 3) GCL/GM間では水和溶液およびベントナイト含水比の大小に関係なく、境界面摩擦角(ϕ)はほぼ同じ値(約 16°)となったが、ベントナイトの含水比の増加によって付着力(C_a)が低下した。

謝辞 本研究で使用したGCLを提供して頂いた(株)オージュン・水野正之氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1)厚生省：一般廃棄物および産業廃棄物の最終処分場に係わる技術に係わる技術上の基礎，1998。
- 2)大石将司：ジオンセティックレイヤーと粘性土層およびジオメンブレンのせん断強度特性，平成23年度土木学会西部支部概要集 pp.593-594
- 3)山田聡：ジオメンブレンと粘性土層間とのせん断強度特性，平成22年度土木学会西部支部概要集 pp.469-470