

ジオシンセティッククレイライナーと粘性土層およびジオメンブレン間のせん断強度特性

佐賀大学 学○大石将司 非 齋藤昭則 正 柴錦春
佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正 日野剛徳

1. はじめに

廃棄物最終処分場では、人間・自然環境に対する汚染物質の可能な限りの隔離のため、遮水ライナーの敷設が義務付けられ¹⁾、最も重要な構造部材となっている。ジオシンセティッククレイライナー（以後 GCL と呼ぶ）はベントナイト複合構造であり、万一シートに穴が開いた場合でもベントナイトによる膨潤・遮水効果が期待されていて、従来の遮水ライナーに比べ施工実績を伸ばしてきている²⁾。GCL は、耐久性、長期安定性にも優れ、ジオメンブレン（以後 GM と呼ぶ）などの合成高分子やゴム等の遮水シートと併用されることも少なくない³⁾。この反面、処分場埋立地の斜面部分において滑り破壊が生じることが問題視されている。GCL・GM・粘性土層の複合ライナーの設計では、その境界面せん断強度を考慮しなければならないことを示唆するものである。本研究では、自然条件、水浸条件および GM との併用条件を想定した境界面せん断試験を行い、GCL と粘性土層および GM 間のせん断強度に及ぼす GCL 内ベントナイト含水比の影響について検討した。

2. 試料の条件

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、補強繊維によって上下を縫い合わせたニードルパンチタイプのもの（300 mm × 450 mm）である。図-1 に示すように、GCL 内のベントナイトの含水比調整（w=60、

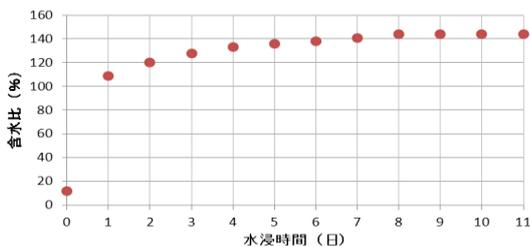
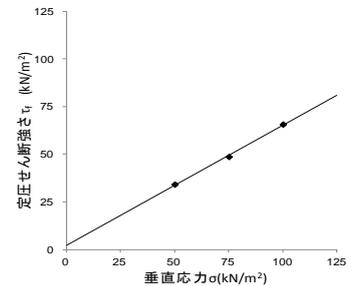


図-1 GCL 内ベントナイト含水比と水浸時間の関係
100 および 140%) は、GCL を水浸させ、日単位で湿潤質量を測定して調整を行った。GM については、上部せん断箱と同寸かつ厚さ 1.5mm のメタロセン触媒ポリエチレン製のものを用いた。

上部せん断箱には、粘性土層として 425 μ m のふるいを通じたまさ土に対し、含水比約 130% の有明粘土を乾燥質量比で 30% 混合し、塑性指数 (PI) =10 に調整したもの（含水比 w=28%）を用いた。有明粘土の液性限界 w_L は約 120%、塑性限界 w_p は約 50% である。

図-2 に示すように、比較のために行った混合試料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°, 粘着力 c は約 2.3kN/m² であった。



3. 試験方法

GCL と混合

試料および GM 間の境界面摩擦力を測定するために、境界面せん断試験を行った。装置を図-3 に示す。

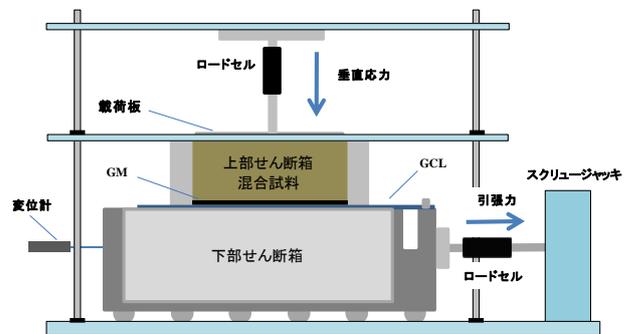


図-3 境界面せん断試験装置

上部せん断箱のサイズは 200mm × 200mm × 50mm、下部せん断箱は 220mm × 450mm である。試験の手順は次のとおりである。

下部せん断箱に織布側を混合試料と接するように GCL を固定し、上部せん断箱に混合試料をセットする。GCL と GM 間の試験の場合、上部せん断箱底部に GM を敷き均す。その後所定の上載圧力を载荷して混合試料を圧密する。圧密終了後、せん断速度 0.2mm/min で上載圧力 (σ_n) 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、せん断変位およびせん断応力である。考慮した σ_n は 50、75 および 100kPa である。

4. 試験結果と考察

GCL 内のベントナイト含水比ごとに最大せん断強度

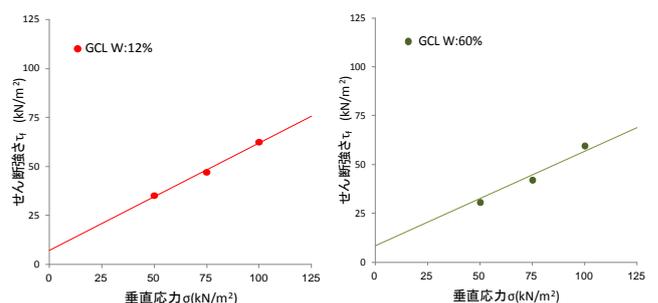


図-4 一面せん断試験結果 (w=12%, 60%)

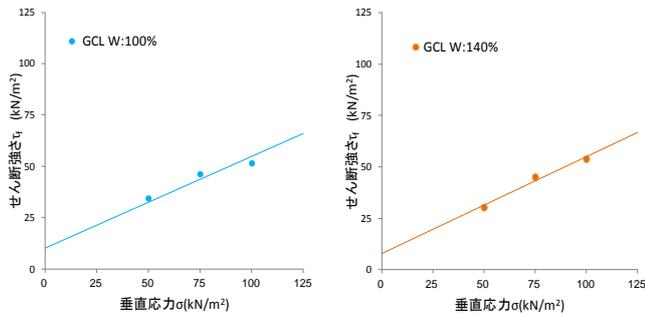


図-5 一面せん断試験結果(w=100%, 140%)

を用い、境界面摩擦角と付着力で試験結果をまとめ、含水比の影響を検討した。これらの結果を図-4, 5に示す。

また、自然条件における GCL と GM 間のせん断試験結果は図-6 のようであった。この試験ではすべり破壊のピークが顕著に表れ、低いせん断強度が得られた。

以上の結果を踏まえ、図-7に示すように GCL (w=12%, 140%) と混合試料および GCL と GM 間のせん断強度を比較すると、GCL と GM 間のせん断強度はべ

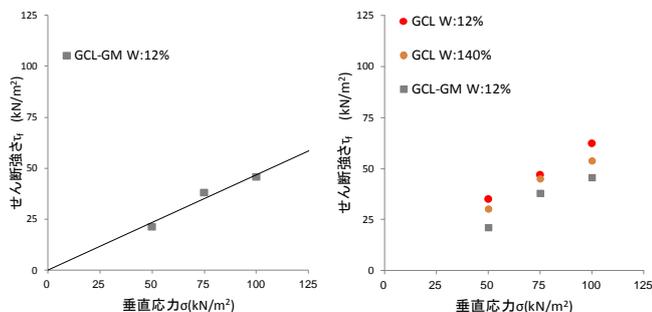


図-6 一面せん断試験結果(GCL/GM) 図-7 結果比較

ントナイトを含水比調整した全てのケースのせん断強度よりも小さいことがわかった。

(1) 境界面摩擦角

GCL 内ベントナイト含水比と境界面摩擦角の関係を図-8に示す。GCL 内ベントナイト含水比の増加とともに境界面摩擦角は低下していく傾向にある。GCL と GM 間の境界面摩擦角は 25.1°であった。

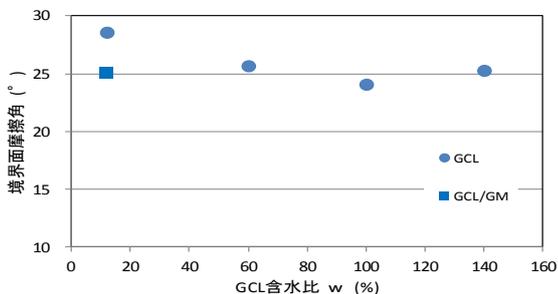


図-8 境界面摩擦角と GCL 含水比の関係

(2) 付着力

図-9は、GCL 内ベントナイト含水比と付着力の関係を示したものである。付着力はデータのばらつきこそあれ、GCL 内ベントナイト含水比の増加とともに増加する傾向のようである。GCL と GM 間の付着力は 0kN/m²であった。

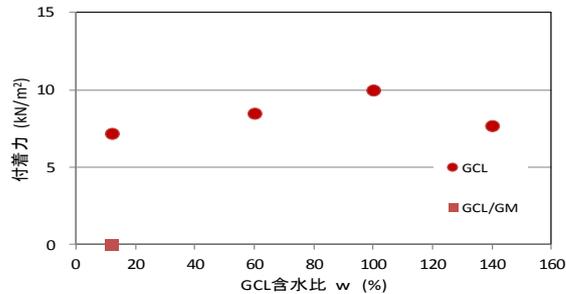


図-9 境界面粘着力と GCL 含水比の関係

(3) 最大せん断強度

図-10に載荷圧ごとの GCL 内ベントナイト含水比と最大せん断境界面強度/混合試料せん断強度の関係を示す。GCL と GM 間の場合も同図に示している。

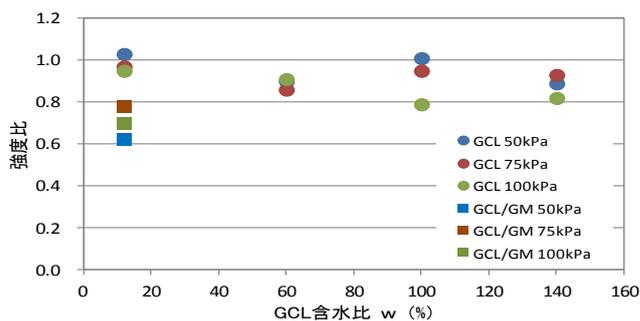


図-10 境界面強度/混合試料せん断強度と GCL 含水比の関係

GCL 内ベントナイト含水比の増加とともに強度比は低下しているように見える。混合試料の最大せん断強度と比較すると含水比 60%で 0.86~0.91, 含水比 140%では 0.82~0.93, GCL と GM 間では 0.62~0.78 である。

5. まとめ

境界面せん断試験を行い、結果の比較・検討より次のことがわかった。

- 1) GCL と粘性土層間の最大せん断強度は GCL 内ベントナイト含水比の増加に伴い低下する傾向がある。
- 2) 含水比の増加でせん断強度が低下する理由として、ベントナイトがジオテキスタイルから染み出たこと、ジオテキスタイル自体の湿潤が関係していることが考えられる。
- 3) GCL と GM 間の境界面は、GCL と粘性土層間の境界面に比べ、付着力が小さくなり、せん断強度が小さくなる弱い境界面といえる。

謝辞 本研究の実施に際し、ホーゲン株式会社からは GCL をご提供いただいた。記して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)熊本県：公共関与による産業廃棄物管理型最終処分場建設に関する基本構想，pp.19-22，2005。3)勝見武・Craig H. Benson・Gary J. Foote・嘉門雅史：廃棄物処分場遮水ライナーの性能評価について，廃棄物学会誌，vol.10, No1, pp75-85，1999。