

GM と粘性土間のせん断強度および影響要因について

佐賀大学 学○納所 大成 非 齋藤 昭則 正 柴 錦春

1. はじめに

廃棄物最終処分場では、廃棄物からの浸出水が処分場施設外に漏れ出し、周辺環境を汚染することがないように遮水ライナーの敷設が義務付けられている¹⁾。遮水ライナーのひとつであるジオメンブレン(GM)は世界中で幅広く使われている。GMの透水性は非常に低いが、現場でパネル間の継目等欠損箇所が出る可能性がある。普通、GMの下に透水性の低い粘性土層を設けて複合ライナーとすることが多くなっている²⁾。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、複合ライナー層間は弱い面となり、滑り破壊が生じることが問題視されている。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、GMと粘性土間の境界面せん断試験を行い、せん断強度に及ぼすGMの材質・粘性土の湿潤状態(含水比)の影響を検討した。

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

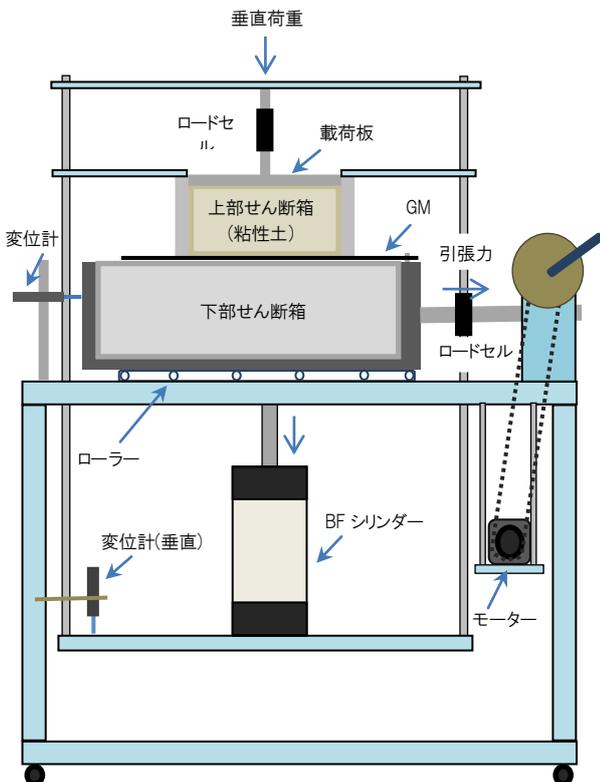


図-1 境界面せん断試験装置

である。

下部せん断箱にGMを固定し、上部せん断箱をセットする。その中に粘性土を3層に分け静的に締め固めを行い、所定の上載圧力 σ_n (50, 75, 100 kPa)で圧密を行う。圧密終了後、せん断速度2 mm/minで上載圧力一定の条件のもと、せん断変位が33 mm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。

試験に用いた粘性土は、含水比約130%の有明粘土に425 μ mのふるいを通したまさ土を乾燥質量比(粘土:まさ土=3:10)で混合し、含水比(w)を28% (不飽和)、60% (飽和)に調整したものを用いた。w=60%に調整し試験を行う場合、せん断試験の前に所定の拘束圧(σ)で圧密を行う。 $\sigma=100$ kPa, 75kPaと50kPaで圧密終了後の試料のw値は36~39%となった。GMは、軟質PVC製(GM-1)と、硬いPE製(GM-2)のものであり、厚さはともに1.0mmである。試験したCaseと条件を表-1に示す。

表-1 試験したCaseと条件

Case No.	GMの種類	粘性土の含水比 w (%)
1	GM-1	28
2	GM-1	36~39
3	GM-2	28
4	GM-2	36~39

3. 試験結果と考察

図-2にせん断試験で測定したせん断応力—せん断変位の関係の例を示す。Case-1ではせん断変位が約9 mmでピーク強度が発現し、Case-2では約2 mmで発現していることが分かる。硬いGM-2の場合、ピーク強度の発現が早い、強度が低かった。

境界面せん断試験より求めたせん断強さを基に、境界面摩擦角(ϕ)および付着力(c_u)で結果をまとめ、GMの材質、粘性土の含水比の影響を検討した。

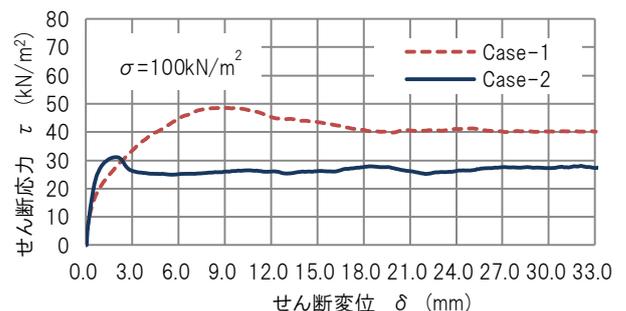


図-2 せん断応力—せん断変位の関係

3.1 粘性土の含水比の影響

GM-1 と粘性土間の試験結果を図-3 にまとめている。この結果より、粘性土の含水比の増加により、 ϕ 値は低下し、 $w=36\sim39\%$ (飽和)では c_a 値はほぼゼロとなった。粘性土の含水比は GM と粘性土の境界面せん断強度に大きく影響を与えているといえる。

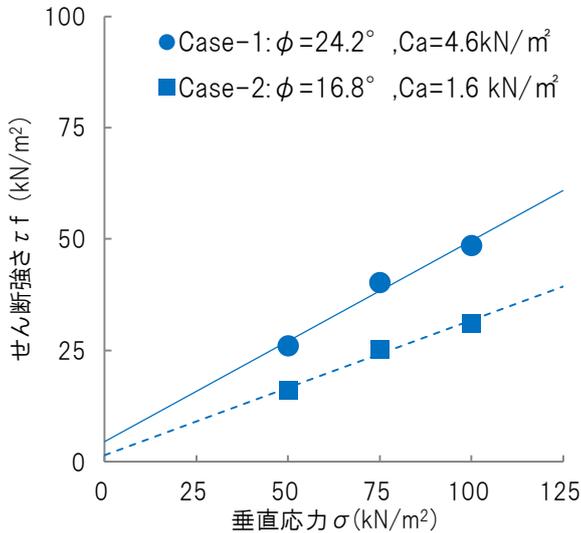


図-3 GM-1/粘性土間せん断強度における含水比の影響

3.2 GM の材質の影響

粘性土の含水比が 28% で、2 種類の GM 間のせん断試験結果を図-4 に比較している。図-4 より GM の硬さの違いによる c_a 値への影響は大きいといえる。硬い方の GM-2 は軟らかい GM-1 に比べ c_a 値は約 4 kN/m² 低下している。拘束圧により粘性土の土粒子が GM-1 の軟らかい表面に食い込むことにより、境界面に小さな凹凸を生じさせ c_a 値が増加したものと考えられる。

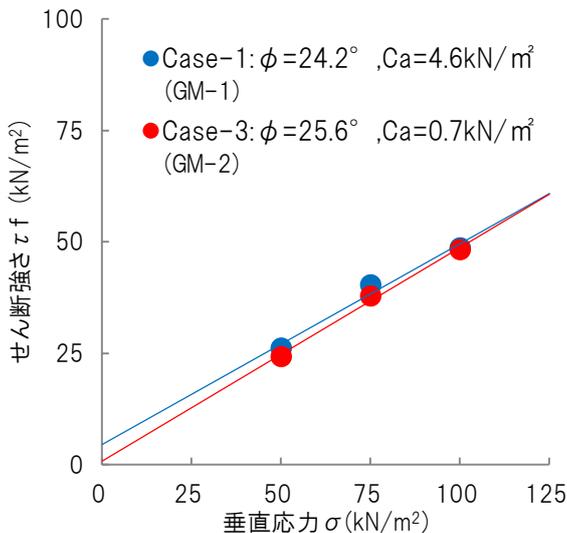


図-4 GM/粘性土間せん断強度における GM の材質の影響($w=28\%$)

3.3 境界面せん断強度と粘性土のせん断強度の比

今回試験を行った各 Case の載荷圧ごとに求めた境界面せん断強度 (τ_f) と、対応した粘性土のせん断強度 (τ_{fs}) の比率 (τ_f/τ_{fs}) を図-5 に示す。粘性土の τ_{fs} 値は改良型一面せん断試験機を用いて求めた。

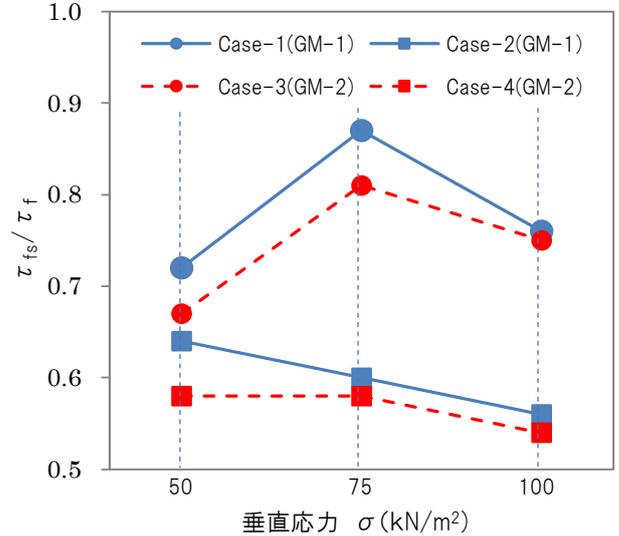


図-5 各 Case の強度比の比較

図-5 より、粘性土が飽和状態 (Case2 と 4) の場合、 τ_f/τ_{fs} 値は約 0.58~0.65、 $w=28\%$ (不飽和) の場合、 τ_f/τ_{fs} は約 0.67~0.87 である。また、硬い GM-2 (PE 製) の τ_f/τ_{fs} 値は軟らかい GM-1 (軟質 PVC 製) のものより小さい (多くのケースでその差は約 0.05)。

4. まとめ

GM/粘性土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) GM/粘性土間では、粘性土の含水比 (w) の増加により境界面摩擦角 (ϕ)・付着力 (c_a) は低下し、 $w=40\%$ (飽和) で c_a はほぼゼロとなった。
- 2) GM/粘性土間では、GM の硬さは付着力 (c_a) への影響が大きく、硬いほど付着力 (c_a) が小さくなる。
- 3) 粘性土が飽和状態の場合 GM/粘性土間のせん断強度は、粘性土のせん断強度の約 0.6 であり、複合ライナーの弱い面になる。

謝辞 本研究で使用したジオメンブレンを提供して頂いたシーアイ化成株式会社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る技術に係わる技術上の基礎，1998。
- 2) 嘉門雅史・大嶺聖・勝見武：地盤環境工学，共立出版，pp.51-84，2010