

海面廃棄物最終処分場用途のジオシンセティックス材料に関する摩擦特性評価

キーワード：ジオシンセティックス、海面廃棄物最終処分場、摩擦特性、一面せん断、水浸、表面状態

はじめに

ジオシンセティックス（Geosynthetics）とは、土を表す「geo」と合成物質を意味する「synthetics」との複合語であり、土木用途に用いられる繊維・高分子材料の総称です。例えば、廃棄物最終処分場（以下、「処分場」と略記します）に用いられる遮水シートや不織布保護マットも、主要なジオシンセティックス材料の一つです。

処分場の表面遮水工に遮水シートと不織布保護マットを組み合わせて用いる場合¹⁾、斜面部においては、両材料の境界面がすべり面となることが考えられます。したがって、安定かつ安全な処分場を建設するためには、両材料間の摩擦特性を把握する必要があります。さらに、海面処分場においては、両材料が水中に敷設されるため、水浸状態での摩擦特性の評価が求められます。

ここでは、ジオシンセティックスに関する摩擦試験の概要を述べるとともに、代表的な事例として、海面処分場における遮水シート - 不織布保護マット間の摩擦特性の評価について紹介します。

ジオシンセティックスの摩擦試験

ジオシンセティックスのすべりに対する安定性を評価するためには、代表的な設計定数となる摩擦係数を得ることが必要です。当所では、図1に示すジオシンセティックス摩擦特性評価装置を設置しており、これを用いて一面せん断による摩擦試験を行うことで、摩擦係数が求められます。

摩擦試験は、上下のせん断箱にそれぞれ試料を取り付け、鉛直応力を加えた状態で下箱を一定速度で水平移動させ、この際に上箱に作用するせん断摩擦応力を計測するものです。上箱にはエアバッグを設置しており、エア

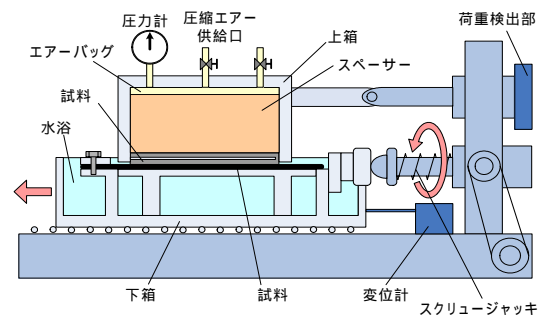


図1 ジオシンセティックス摩擦特性評価装置の概要

バッグ内に導入する空気圧とスペーサーの重量を調節することで、試料に所望の鉛直応力を与えることができます。また、下箱には水浴を備え付けており、水浸状態での試験を行うことが可能です。したがって、より海面処分場での適用時に近い状況で試験を行うことができます。

一般に、ジオシンセティックスの摩擦試験においては、せん断摩擦応力の最大値であるせん断摩擦強さ τ_{Smax} (kPa)、鉛直応力 σ_N (kPa)、摩擦係数 k (-) を用いた下式が適用できます²⁾。ただし、例えば粘着力などの摩擦力以外の静的抵抗力の影響が小さい場合は、下式右辺の定数項 C_S (kPa) は無視できます。よって、下式より、摩擦係数は、鉛直応力に対してせん断摩擦強さをプロットしたグラフの傾きとして求めることができます。

$$\tau_{Smax} = k \cdot \sigma_N (+ C_S)$$

遮水シート - 不織布保護マット間の摩擦特性評価

遮水シート - 不織布保護マット間の摩擦特性には、材料の種類や表面状態が影響します。また、気中と水浸状態との摩擦特性の違いも考えられます。そこで、3種類の一般的な遮

水シート（軟質塩化ビニル；PVC / オレフィン系エラストマー；TPO-PP / 直鎖低密度ポリエチレン；LLDPE）と、不織布保護マットとしてポリエステル製長繊維スパンボンド不織布とを用い、気中と水浸状態とでそれらの摩擦特性を評価しました。また、LLDPE の表面粗度を物理的に高めた LLDPE-F についても評価を行いました。

図 2 および図 3 に、遮水シートとして TPO-PP を用いた場合の水浸状態での摩擦試験の結果を例示します。図 2 は、3 つの鉛直応力を加えた際のせん断変位とせん断応力の関係を示したものです。また、図 3 は、図 2 における各鉛直応力と対応するせん断摩擦強さ（せん断摩擦応力の最大値）の関係を示したものです。図 3 より、鉛直応力とせん断摩擦強さの間に比例関係が認められ、このグラフの傾きから摩擦係数が求められます。

前述の 4 種の遮水シートを用い、気中あるいは水浸状態で摩擦試験を行ったところ、表 1 に示す摩擦係数が得られました。表 1 より、まず、遮水シートの種類によって摩擦係数が異なること、また、表面粗度を高めた LLDPE-F の方が LLDPE の摩擦係数より高い値を示すことがわかりました。以上のことから、遮水シートの種類や表面状態が摩擦特性に影響することが確認されました。また、気中と水浸状態とでは、得られた摩擦係数に大きな差はありませんでした。これは、十分な鉛直応力が働いている場合、両材料の密着性が高く、水の潤滑剂的な作用が小さくなるためであると推測され、水浸の影響が小さいことがわかりました。

処分場は重要構造物であり、安定性や安全性をより確実なものとするために、地震時などの様々な状況下での材料の挙動を把握することが求められています。図 2 に示したせん断変位とせん断応力の関係について、さらに検証を進めることで、例えば材料自身のせん断変形や伸びの影響なども明らかになります。材料自身の変形特性も含め、処分場におけるジオシンセティックス材料の摩擦特性に関し

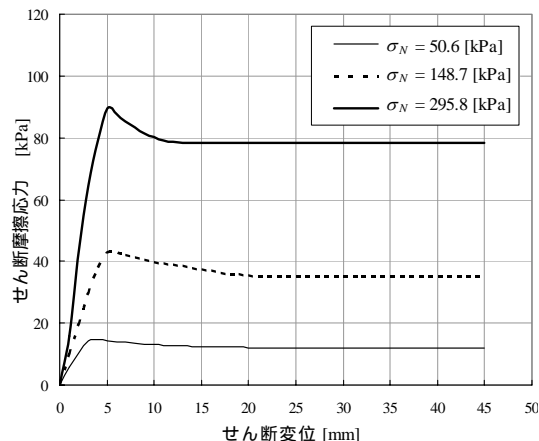


図 2 せん断変位とせん断応力の関係 (TPO-PP)

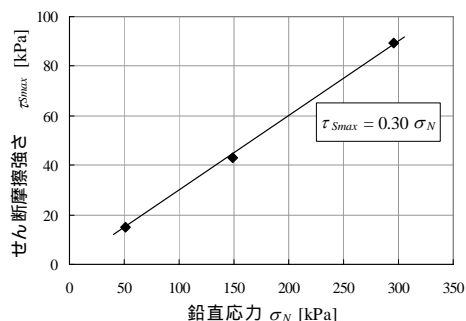


図 3 鉛直応力とせん断摩擦強さの関係 (TPO-PP)

表 1 遮水シートと不織布保護マットの摩擦係数

遮水シートの種類	気中	水浸
PVC	0.46	0.43
TPO-PP	0.28	0.30
LLDPE	0.23	0.23
LLDPE-F		0.52

て、さらなる知見を蓄積することが、今後ますます重要になると考えられます。

参考文献

- 1) 総理府令・厚生省令：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の一部を改正する命令（1998）
- 2) 木暮ら，新規制定の学会基準案「土とジオテキスタイルの摩擦特性試験方法について」，土と基礎，42，92（1994）