

宇都宮大学	正会員	今泉 繁良
宇都宮大学		飯村 和義
関西大学	正会員	西形 達明

1. はじめに

近年、米国を中心として廃棄物処分場の遮水シートに用いられている^{1,2)} 高密度ポリエチレン (High Density Poly-Ethylene) は、紫外線や薬品に対する抵抗性あるいは接合部における発現強度の点で他のジオメンブレンより優れているといわれている。ところで、ジオメンブレンを用いた処理場の設計においては、ジオメンブレンとの間の摩擦特性を知る必要があり、砂との層間摩擦角は 19-27度と報告³⁾ されているが、この値が試験時の試料の大きさや直応力の影響をどの程度受けるか未だ評価が定まっていない⁴⁾。

本報告は、接触面積の異なる試験装置で高密度ポリエチレン (HDPE) と粒状土質材料との直接層間摩擦試験を行い、せん断長さとの関係について検討したものである。

2. 試料

粒状土として豊浦標準砂 (土粒子密度 2.64 gf/cm^3 、最大粒径 0.84 mm) を用いた。高密度ポリエチレンの厚さは 1 mm 、破断強度は $180 \sim 200 \text{ kgf/cm}^2$ 、引裂き力は $63 \sim 66 \text{ kgf/cm}$ である。

3. 試験方法

使用した試験装置は、供試体の大きさが①直径 6 cm の円形 (小型)、② $15 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ の矩形 (中型)、③ $31 \text{ cm} \times 31 \text{ cm}$ の正方形 (大型) のもので、①と②は上部可動③は下部可動の固定せん断型⁴⁾ である。小型試験装置は在来型一面せん断試験機の下せん断箱を真鍮盤にしたもの、中型試験機は試作したもので、上箱内に土質試料を詰めこの上にコンクリートブロックと重垂載荷によって直圧をかけたままモータで水平に牽引し、層間せん断を行う。大型試験装置は従来ジオテキスタイルに用いていた⁵⁾ ものである。

試験は、水平に固定した下盤上面にHDPEを強力両面テープで接着した後、上箱内に $\gamma_s = 1.57 \text{ gf/cm}^3$ となるように砂を詰め、 $0.1 \sim 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ (中型では $0.1 \sim 0.3 \text{ kgf/cm}^2$) の直応力をかける。次に、 1 mm/min の速さで上箱 (大型では下箱) を移動させ、移動量と牽引力を計測する。摩擦係数の値は $\mu_D = (\text{ピーク牽引力} / \text{接面積}) / \text{直応力}$ 、 $\mu_R = (\text{残留牽引力} / \text{接面積}) / \text{直応力}$ で計算した。

4. 試験結果及び考察

図-1に小型試験装置による「せん断変位-層間せん断応力」関係を示した。直応力が增大するにつれてピークせん断応力を発揮する変位量 δ が大きくなること、直応力が 0.5 kgf/cm^2 以上では軟化現象を伴うことがわかる。図-2は、大型試験装置による試験結果である。この場合も、前述の特徴は明白である。しかしながら、せん断応力のピーク値は、例えば、 $\sigma_n = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ のとき、小型試験で 0.48 kgf/cm^2 であるのに対して、大型の場合は 0.32 kgf/cm^2 と

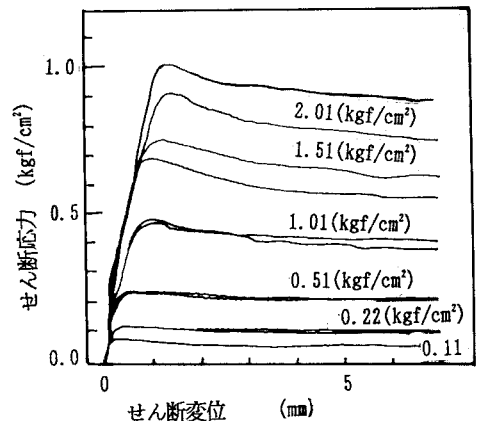


図-1 小型試験装置の結果

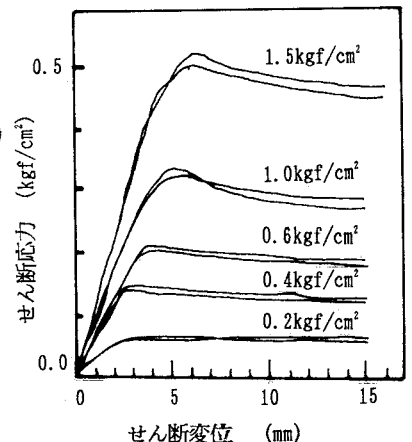


図-2 大型試験装置の結果

小さい。また、ピークに至る変位量は小型で1 mmであるのに対して、大型では5 mm程度と大きい。

図-3に、摩擦係数 μ と直応力 σ_n との関係を示した。小型試験装置の結果は $\sigma_n < 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ において σ_n の増加に伴う摩擦係数の著しい低下が見られ、それより大きい σ_n に対してはほぼ一定値となっている。これに対して、大型試験では全ての直応力に関してほぼ一定な値である。また、全ての直応力範囲において小型試験装置による方が大型試験装置から得た値よりかなり大きい。

試験体のせん断長さ L と摩擦係数の関係を示したのが図-4である。図では、煩雑さを避けるために直応力が0.2と1.0 kgf/cm^2 の場合のみを示している。せん断長さの増大に伴う摩擦係数の減少は、直応力が大きいほど、また、ピーク時より残留時の方が、その程度が小さいことがわかる。ところで、今回、残留牽引力として、小型試験では7 mm変位量での値を採っているが、図-1からも分かるように、 σ_n が大きいとき変位量をこれより大きくすれば牽引力はさらに低下し、残留摩擦係数は図-3、4に示した値よりさらに小さくなる。

図-5は、 δ/L とせん断長さとの関係である。仮に、層間せん断応力がせん断方向に沿って均一に発揮されているならば、等しい σ_n に対して δ の値はせん断長さに関わらず一定となり、 δ/L は L の増加とともに減少するはずである。ところが、図-5からはそのような傾向は見られず、せん断変位の分布が均一でない、すなわち、進行的現象を生じていると解釈できる。したがって、層間接触面積全体での平均的せん断応力は、進行的度合の高い状況、すなわち、せん断長さの大きい大型試験ほど平均的摩擦係数は小さくなり、その極限値は残留状態での値に近づくと考えられる。

以上のことから、直応力とせん断長さを増大させたときの摩擦係数の漸近値は残留値となるであろうことが推測される。

5. まとめ

HDPE ジオメンブレンと粒状土との摩擦特性について、直接層間せん断試験を実施した。その結果、相対密度80%では小型試験装置の直応力が低い範囲では応力の増大に伴い摩擦係数も減少すること、試験供試体が大きい程摩擦係数が小さく、これは砂層の進行的破壊に起因すること、等を明らかにした。これらは、いずれもTakasumi等の報告と異なっていた。なお、本研究は文部省科学研究費補助金一般研究(c) No.04650430(代表今泉繁良)を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 嘉門雅史(1991): 廃棄物の締固め、土と基礎、Vol.39, No.4, pp.61-68,
- 2) 正井敬人(1992): 米国における遮水シートの現状、廃棄物、No.211, pp.138-143,
- 3) A.Rollin and J.M.Rigo (1991): Geomembranes Identification and Performance Testing, Chapman and Hall,
- 4) D.L.Takasumi, K.R.Green and R.D.Holtz (1991): Soil-Geosynthetics Interface Strength Characteristics, Proc. of Geosynthetics'91 Conference, pp.87-100,
- 5) 山岡一三、西形達明(1989): 土とジオファブリック間の摩擦特性、土木学会論文集、No.406, pp.27-34

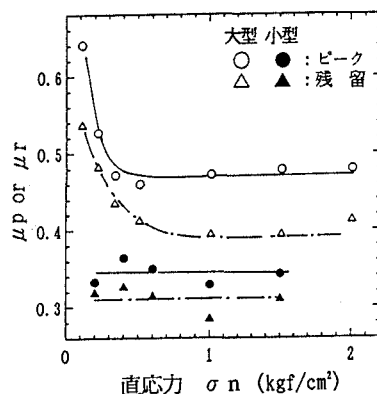


図-3 σ_n と μ の関係

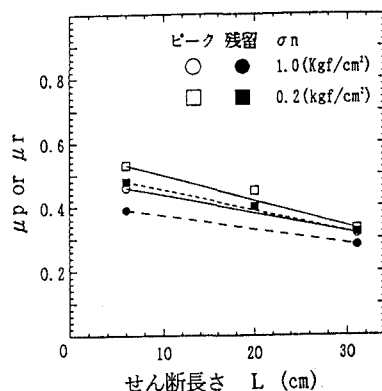


図-4 L と μ の関係

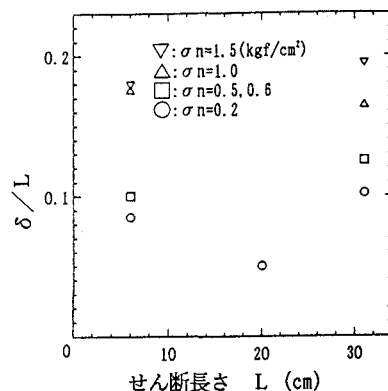


図-5 L と δ/L の関係