k(1:1)

k(1:2)

k(1:3)

ジオメンブレンと土層間の透水量係数における土層の性質の影響

佐賀大学 理工学部 学生員 末松 玄気 柴 錦春

佐賀大学 理工学部 正会員

1.00E-08

1.00E-09

1.00E-10

ogk(m/s)

<u>1. まえがき</u>

廃棄物の最終処分場の遮水層としてジオメンブレン(GM)と粘土層からなる複合ライナーが幅広く適用されている。 GMの透水性は極めて小さく、汚染物質の地盤中への浸透を防ぐ上で効果は大きい。しかし、欧米の現場調査結果に より、施工中GMへのパンチと不良継目等の損傷は避けられない¹⁾。従って、設計上GMの損傷の影響を考慮する必要が ある。GMに損傷がある複合ライナーからの溶液浸出量は、GMと土層間の接触状況が大きく影響している。この接触 状況を定量的に評価するパラメーターは、透水量係数(θ)と呼ばれる。本研究では、有明粘土と砂の混合土を用い て、GMと土層間の通水試験を行い、θ値における土層の透水係数の影響を検討した。

e(1:1)

e(1:2)

e(1:3)

2. 試料

使用したジオメンブレンは、 厚さ1.5mmのメタロセン触媒 ポリエチレンシート (MCPE)で ある。土層については、有明 粘土と 2.0mm のふるいを通過 した川砂を乾燥重量比(粘土: 砂)1:1、1:2、1:3 で混合した 3 種類の混合土である(以下 1:1、1:2、1:3の試料と呼ぶ)。 粘土の液性・塑性限界はそれ

ぞれ 126.3%と 64.2%であった。

1.00E-11 0.50 10 1000 100 10 100 1000 1 logp'(kPa) E密圧力p(kN/m²) 図-1 e-logp'曲線 図-2 透水係数(k)とp'の関係 この3種類の土の間隙比(e)と圧密応力(p')の関係は図-1に示す。圧密試験結果から計算した透水係数(k)とp'

の関係は、図-2に示している。砂の含有量の増加に伴って、土の透水係数が増加する傾向がみられる。この3種類 の混合土を使って、ジオメンブレンと土層間の θ 値における土層の透水係数(k)の影響を検討した。

3. 試験方法

通水試験装置のイメージは図-3に示す。段階圧密試験装置の加圧システムを利用して上載圧力を 200kPa までか ける。試料の直径は150mmである。粘土層中の水平方向の浸透流量を最小限に抑えるために、土層の厚さは5mmに 設定した。GM と加圧板間に浸透流が発生しないように GM を加圧板に接着した。試験手順は以下に示す。

(1) 土層の作成: 試料をモールドに入れ、両面排水の条件で所定の圧力で圧密

1.50

1.40

1.30

1.20

1.10

1.00

0.80

0.70

0.60

课比e

罰 0.90

する。圧密終了後、一旦除荷する。

(2) GMの設置:直径150mmのGM 試料の中心に直径3.083mmの穴をあけて、そ れを加圧板に接着する。次に GM を接着した加圧板をセットし、試料を圧密し た同じ大きさか、それより小さい上載圧力をかける。

(3) 通水量の測定:初期水頭差を約1.3mに設定して、通水試験を始める。ガ ラス管中の水位の高さと経過時間を測定する。

4. 試験結果

測定した水位の変化により、以下の式で直接θ値を計算する²。

$$\theta = \frac{a \ln(R_2/R_1) \ln(h_0/h_1)}{2\pi t}$$
(1)



ただし、θ:透水量係数(m²/s)、R₁:損傷の半径(m)、R₂:モデルの半径(m)、a:ガラス管(図-3)の断面積(m²)、h₀:変化 前の水頭(m)、h₁:変化後の水頭(m)、t:時間間隔(s)。

図-4に1:1の試料の θ-経過時間(t)の関係を 示す。時間の経過に伴っ て、θ値が減少している ことがわかる。最初の経 過時間2-3日は浸流が安 定していなかった事は考 えられるが、その後の緩 やかな減少の原因が不明 である。通水の経路の部 分的なつまり等と推測し

ている。1:2と1:3の試料



図-4 θ値の経時変化

について、1:1の試料と同じ傾向を示した。経過時間3日後からの θ 値を平均して、相応 p'の θ 値として、 θ -p'の関係を図-5 に 示す。一般傾向として、 θ 値は上載圧力 p'の増加によって減少す ることが図-5 から分かる。特に p'は50kPa までの減少率が大きい。 1:1 と 1:2 の試料の場合、p'=50kPa の θ 値は p'=10kPa の約 1/3 になっている。これは p'の増加によって土層と GM 間の隙間が小さ くなったと考えられる。また、データのばらつきがあり、1:3 の試 料で p'=50kPa の試験値しかないが、砂含有量の増加により土層の 透水係数が増加し(図-2)、ジオメンブレンと土層間の θ 値も増加す ることを明らかにしている。試験した条件で、土層と GM 間の接触条 件は優(Excellent)に相当する。この場合 θ -kの関係は、以下の式 を提案された³。







図-6 θ とkの関係

$\log\theta = -0.321 + 1.036 \log(k_{\rm L}) + 0.018 (\log(k_{\rm L}))^2$ (2)

本研究の試験結果と式-(2)の計算値の比較は図-6 に示す。測定したθ値は式-(2)で予測したものよりずいぶん小さいことが分かる。主な原因として、式-(2)はGMと土層間の有効応力(p')がゼロに近い試験結果によるものなので、 P'の影響を考慮していないと考えている。

<u>5. まとめ</u>

GM と土層境界面の通水試験結果より、GM と土層間の θ 値を検討した。 θ 値は上載圧力(p')の増加に伴って減少した。その原因として GM と土層間の隙間が小さくなったからと考えられる。また、 θ 値における土層の透水係数(k)の影響も検討し、透水係数(k)の増加によって θ 値も増加したことが分かった。

参考文献 1)Rollin, A. Marcotle, J.M. and Caquel, F. (2002). Lessons learned from geo-electrical leaks surveys. Proc. of the International Conference on Geosynthetics, Nice, Vol. 2, pp. 527-530

2)Harpur, W.A., Wilson-Fahmy, R.F., and Koerner, R.M.(1993). Evaluation of the contact between geosynthetic clay liners and geomembranes in terms of transmissivity. In:Proc. GRI Seminar on Geosynthetic Liner Systemes, R.M. Koerner and R.F. Wilson-Fahmy eds., Geosynthetics Research Institute, Philadelphia, pp. 143-154.

3)Touze-Foltz, N. and Giroud, J. P.(2003). Empirical equations for calculating the rate of liquid flow through composite liners due to geomembrane defects. Geosynthetics International, 10, No. 6, 215-233.