

種々の不織布による垂直方向透水性能に関する諸要因の検討

木幡行宏¹・神 智子²・弘中淳市³・平井貴雄³

不織布（ジオテキスタイル）をフィルター材として土中に敷設した場合、土粒子の侵入・捕捉に伴った目詰まりによる透水性能の低下が予想される。本研究では、不織布の垂直方向透水性能に及ぼす諸要因を検討することを目的として、製造方法や厚さが異なる種々のジオテキスタイルを試料土層（千葉ローム）と礫層の間に挟んだ供試体に、動水勾配 $i=1$ 及び 4 として、定水位透水試験を実施し、種々の不織布の垂直方向透水性能について検討した。実験結果に基づいて、経過時間に対する透水量から算出した透水係数、単位体積目詰まり量、および垂直方向透水性能に及ぼす動水勾配や温度(水温)の影響に着目して考察を加えた。最終的に、本研究において対象とした千葉ロームに対して、目詰まりが生じにくい不織布を評価した。

キーワード：ジオテキスタイルフィルター、垂直方向透水性能、目詰まり特性

1. まえがき

ジオテキスタイルの水理特性に関する機能を列挙すると、盛土や地盤内の余剰水を集水し、排水させる「排水」、性状の異なる土層を分離させ土粒子の相互混入を防止する「分離」、土中水の移動による土粒子の流出を抑制し、水のみを通過させる「ろ過」、水や浸出水などの液体が流出・浸入するのを防ぐ「遮水」、降雨や河川の水流による土砂や種子の流出による侵食を防止する「侵食防止」が挙げられる^{1), 2)}。このうち、透水性については、「排水」と「ろ過」が対象となり、主に、が面内方向通水性能、が垂直方向透水性能として分けられる。両者とも、土粒子の侵入・捕捉に伴うジオテキスタイルの目詰まりや盛土荷重によって作用する拘束圧の要因等によって、通水性能や透水性能が低下することが知られている^{3)~7)}。

一般に、グラウンドやゴルフ場の表面水の排水を目的として、有孔管が地中に埋設され、その際、有孔管周辺には砂礫を設置し、その外側にジオテキスタイルを敷設するケースが多い。このような用途は、ジオテキスタイルの「分離」、「ろ過」機能を適用したものであるが、水理特性としては、上記に述べた垂直方向透水性能の検討が必要となる。この場合、透水性能の低下要因の一つとして、目詰まりの現象が考えられる。目詰まりの現象には、図-1(a)のようにジオテキスタイル直上部にジオテキ

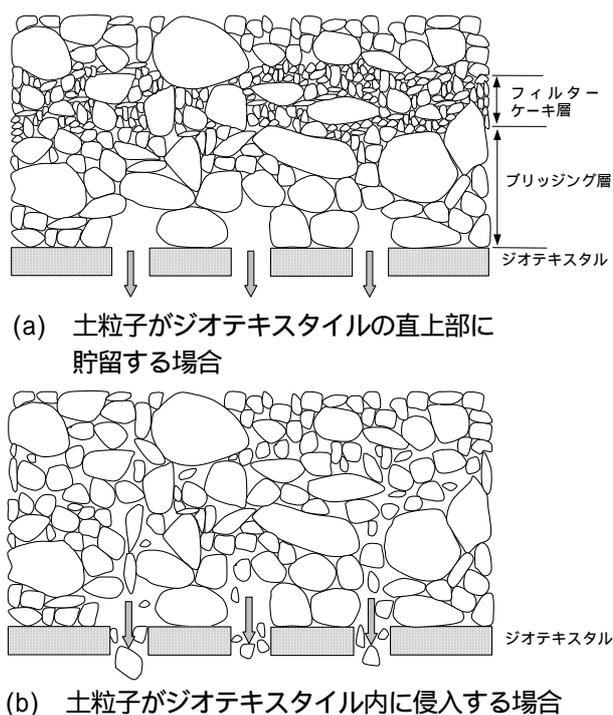


図-1 目詰まり現象の概念図

スタイル表面の開孔径より大きい土粒子が貯留されて発生する場合⁸⁾と、図-1(b)のようにジオテキスタイルの繊維構造内にジオテキスタイル表面の開孔径より小さい粒径の土粒子が侵入して発生する場合がある⁹⁾。図に示

¹ 正会員，室蘭工業大学大学院，工学研究科，くらし環境系領域，准教授（〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1）

² 株式会社建設技術研究所，中部支社（元 室蘭工業大学大学院生）（〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 1-3-18 エターナル北山ビル）

³ 正会員，三井化学産資株，事業本部（〒113-0034 東京都文京区湯島 3 丁目 39-10）

表-1 試料の物理的性質

試料	千葉ローム	甲州産安山岩砕石
土粒子密度: ρ_s (g/cm ³)	2.59	-
液性限界: w_L (%)	158.1	-
塑性限界: w_P (%)	112.61	-
塑性指数: I_P	45.49	-
最適含水比: w_{opt} (%)	54.4	-
最大乾燥密度: ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.08	1.54
Gradation	D_{50} (mm)	0.12
	U_c	19.73
細粒分 (%) ($< 75 \mu\text{m}$)	41.88	0
本実験の供試体密度 d (g/cm ³)	-	1.487

すように、前者では、ジオテキスタイルの直上部の細粒分が流出し、比較的、粗い粒子によりブリッジ層が形成され、その上部に細粒分土粒子が貯留してフィルターケーキ層が形成される。このフィルターケーキ層が透水性の低下をもたらし、目詰まりを生じさせるという現象で、blocking (ブロッキング)と呼ばれている。一方、後者は、ジオテキスタイル内に土粒子が侵入することによって発生する目詰まりであり、clogging(クロッキング)と呼ばれている。

著者らはこれまで、後者の現象に着目して、ジオテキスタイルの垂直方向透水性能に及ぼす土質種類の影響を検討するために、3種類の細粒な土とジオテキスタイルを用いた一連の定水位透水試験を行ってきた。その結果、ジオテキスタイルの垂直方向透水性能は、ジオテキスタイルにおける単位体積目詰まり量と見掛けの開孔径以下の粒径の通過質量百分率に依存すること、ジオテキスタイルの厚さが薄いほど目詰まりが生じやすくなることなどが明らかになった⁹⁾。しかし、ジオテキスタイルの垂直方向透水性能に及ぼす様々な要因については、明らかにされていない部分が多く、ジオテキスタイルをろ過・分離材として使用する上で、ジオテキスタイルの垂直方向透水性能を長期的に維持するためには、目詰まり現象のメカニズムを解明し、適切な対処方法を提示する必要がある。

そこで、本研究では、種々のジオテキスタイルを試験土層内に設置して、一連の定水位透水試験を行い、経過時間に対するジオテキスタイルを含む試験土層全体の透水係数、試験後のジオテキスタイルの単位体積目詰まり量⁹⁾、動水勾配、土中の水温に着目して、ジオテキスタイルの垂直方向透水性能に及ぼす種々の諸要因について検討する。

2. 試験に用いた試料及びジオテキスタイル

(1) 試料

本研究に使用した試料は、原位置から採取した千葉ローム、および市販の甲州産安山岩砕石である。これらの物理的性質を表-1に、各々の粒径加積曲線を図-2に示す。

表-2 ジオテキスタイルの物性値

ジオテキスタイルの種類	スパンボンド供試体		ニードルパンチ供試体		
	GTXS-30	GTXS-40	GTXN-27	GTXN-37	GTXN-50E
目付 (g/m ²)	300	400	270	370	500
厚さ (mm)	3	4	3	4	10
垂直方向の透水係数 (cm/sec)	1×10^{-1}	1×10^{-1}	2×10^{-1}	2×10^{-1}	1×10^{-1}
見かけの開孔径 (mm)	0.22	0.19	-	-	-

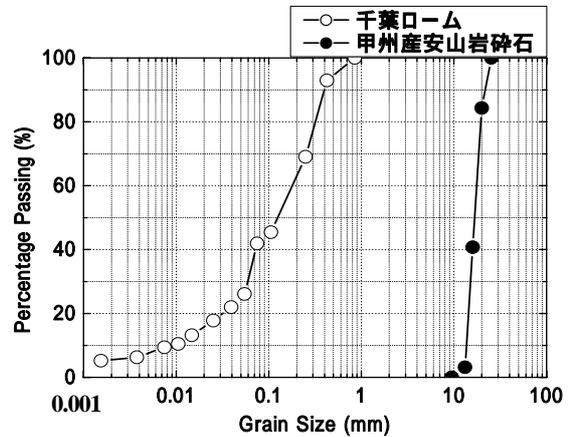


図-2 粒径加積曲線

(2) ジオテキスタイル

本研究に使用したジオテキスタイルは、ポリプロピレン樹脂およびポリエチレン樹脂を原料とし、スパンボンド法により製造された連続長繊維不織布とニードルパンチ法で製造された短繊維不織布である。使用したジオテキスタイル供試体の物性値を表-2に示す。内部の空隙率が大きいため、高い透水性を持っている。表に示すように、本研究では、GTXS-30, GTXS-40, GTXN-27, GTXN-37, GTXN-50Eの5種類のジオテキスタイルを使用した。表中、GTXSはスパンボンド法、GTXNはニードルパンチ法によるジオテキスタイルを示している。スパンボンド法は、ノズルから溶出したエンドレスの長繊維で、ウェブを形成、熱ロールで統合する方法で作られており、水分を吸収せず、汚れにくいという特徴がある。一方、ニードルパンチ法は、特殊針がウェブを高速往復、針の微妙な突起で、繊維同士を絡ませて統合する方法で作られており、短繊維からなり頑丈という特徴がある。また、ジオテキスタイルの種類名における30, 40, 27, 37, 50の数字は、目付に基づいたものである。さらに、数字のみの供試体はポリプロピレン製、Eはポリエチレン製を示している。

3. 試験装置及び試験方法

(1) 試験装置

本研究で用いた試験装置は定水位透水試験装置であり、概略図を図-3に示す。定水位透水試験装置は、上盤・下盤及びアクリル製の上部モールド(高さ150mm)・

下部モールド(高さ 100 mm)から成る。本装置では下盤から上盤方向へと透水を行い、下盤は1つの給水口からポーラスメタルを通して直径全体に流れが広がり、上盤のポーラスメタルを通して、1つの排水口から流れ出る仕組みとなっている。

(2) 供試体作製方法

試験装置の上部モールドに甲州産安山岩砕石(以下、礫と呼ぶ)層を、下部モールドに試料土層を作製し、その間にジオテキスタイルを挟めた。

下部モールドの試料土層は、以下のように作製した。まず、定水位透水試験装置の底盤のポーラスメタル上に濾紙を載せる。その際、濾紙を水で濡らすとともに、ポーラスメタルの間隙を水で満たして、空気を追い出す。次に、締固め試験(B-a 法)結果に基づいて、2.5 kg のランマーで1層の締固め回数を55回として、3層の締固めを行った。この時、最適含水比 $w_{opt} = 54.4\%$ 、最大乾燥密度 $d_{max} = 1.08 \text{ g/cm}^3$ を目標に、締固めを行い、下部モールドの試料土層を作製した。

一方、上部モールドの礫層は、以下のように作製した。下部モールドの試料土層を作製後、下部モールド上に外径 175 mm にカットしたジオテキスタイルを置き、その上に上部モールドを設置する。その際、上部・下部モールドとジオテキスタイルはリングガイドで固定し、漏水を防止するようになっている。また、ジオテキスタイル供試体の通水に偏りが無いように、あらかじめジオテキスタイルを水浸し(24 hr 以上)、湿潤状態で使用した。ジオテキスタイル設置後、礫が密になるように、供試体作製条件である $d = 1.487 \text{ g/cm}^3$ を目標としてハンマーで上部モールドに振動を与えながら礫を充填させることにより、上部モールドの礫層を作製した。

(3) 試験方法

定水位透水試験は、脱気水を透水試験装置の下端から給水し供試体に通水させ、上端から排水する方法で行った。現場で想定される動水勾配の値は $i = 0.1 \sim 1.0$ であるが、本研究では、試験結果に及ぼす動水勾配の影響を検討するため、試験に要する時間短縮を考慮して、筆者らのこれまでの研究^{9),10)}で用いてきた $i = 4$ と、現場で想定される値に近く、かつ使用する試料が透水性の低いロームであることを考慮して、 $i = 1$ の2種類の動水勾配を設定した。流量は、試験開始後に、それぞれ所定の経過時間ごとに計測した。

定水位透水試験終了後、試験装置からジオテキスタイルを取り出し、水を張った容器の中で片側3回ずつ軽く濯ぎ、表面に付いた砂や土を取り除く。ジオテキスタイルを自然乾燥させた後、ジオテキスタイルの質量を計測し、『目詰まり量』を求める。

ここで、本研究では、『目詰まり量』を以下のように定義した。

『目詰まり量』 = 『試験後のジオテキスタイルの質量』
- 『試験前のジオテキスタイルの質量』 - 『試験後取り

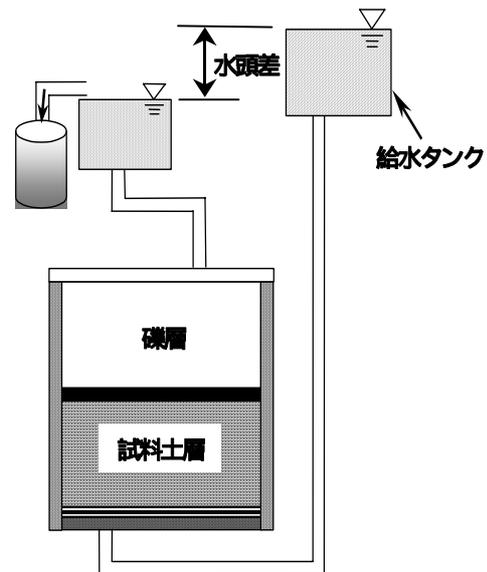


図-3 定水位透水試験装置

除いたグリースの質量』 (1)

ここで、グリースは上部・下部モールド間の接合部に設置するリングガイドに使用した。

4. 試験結果及び考察

(1) 透水係数

定水位透水試験から得られた透水係数と経過時間の関係を、図-4(a)~(c)に示す。図-4(a)はスパンボンド法によるジオテキスタイル供試体の、 $i=1$ と $i=4$ の場合の透水係数を示しており、図-4(b)はニードルパンチ法によるジオテキスタイル供試体の、 $i=1$ の場合の透水係数を示している。経過時間はそれぞれ168時間である、また図-4(c)はスパンボンド法によるジオテキスタイル供試体の、 $i=1$ の場合の透水係数を示しており、経過時間は720時間である。

図-4(a)において、 $i=1$ と $i=4$ の場合を比較すると、 $i=1$ の場合は減少傾向を示している。一方 $i=4$ の場合は、GTXS-40 が110時間まで減少傾向を示しているが、その後はほぼ一定傾向を示しており、GTXS-30 は試験開始から終了まで、ほぼ一定傾向を示している。これは、動水勾配が小さい場合($i=1$)には、土粒子がジオテキスタイル内に貯留するのに対して、大きな動水勾配($i=4$)では、浸透圧によりジオテキスタイル内を通過したためと考えられる。また GTXS-30 と GTXS-40 を比較すると、GTXS-40 の方が高い透水係数を示している。図-4(b)において、GTXN-27、GTXN-37 は減少傾向を、GTXN-50E は増加傾向を示している。また、GTXN-50E、GTXN-37、GTXN-27 の順に、高い透水係数を示している。図-4(c)において、GTXS-30、GTXS-40 とともに、減少傾向を示している。また、GTXS-40 の方が高い透水係数を示している。

以上より、厚いジオテキスタイルのほうが高い透水係数を示していることがわかる。これは、薄いジオテキスタイルでは繊維に土粒子が捕捉されるのに対して、厚いジオテキスタイルでは開孔径が小さいことから、ジオテキスタイルに土粒子が入り込まず、水のみが通過したためであると推察される。また、GTXN-50Eのみ増加傾向を示したのは、土粒子の移動による状態変化などによる影響、さらには、試験中に土供試体内に水みちが生じたことなどに起因すると考えられる。

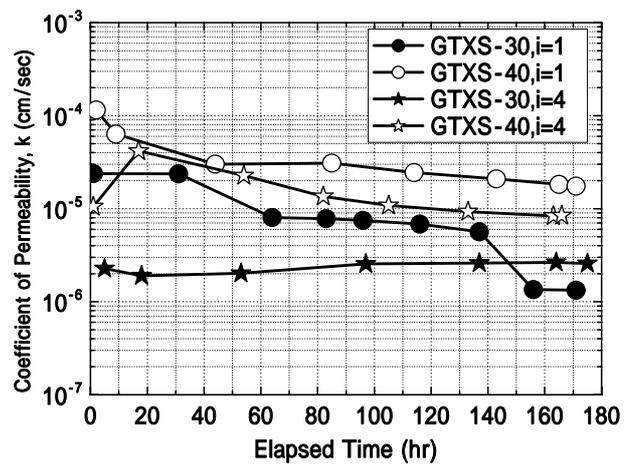
一般に、細粒土層から流出した土粒子がジオテキスタイル内に流入して捕捉されることで透水係数は低下すると考えられており、結果的に種々の要因が重なって透水係数の減少傾向が見られたと考えられる。

(2) 目詰まり量

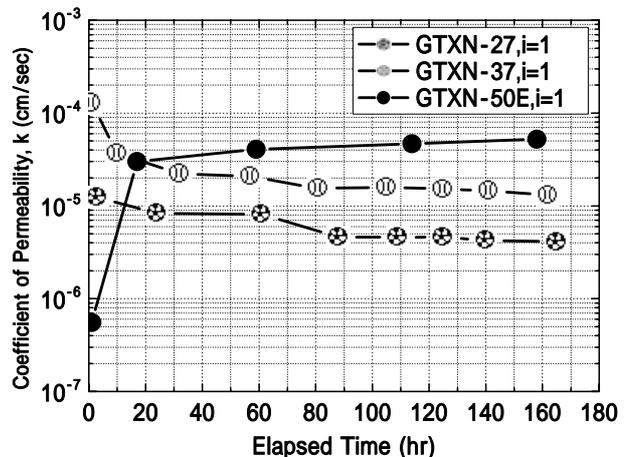
図-4(a)~(c)より、試験結果に目詰まり現象が影響していると判断した。そこで、試験後のジオテキスタイルを取り出した後、自然乾燥させたジオテキスタイルを計測して目詰まり量を算出し、著者らが提案する単位体積目詰まり量によって考察する。単位体積目詰まり量とは、ジオテキスタイルの圧縮量がわずかであると仮定して無視することにより、ジオテキスタイルの製品仕様を示される厚さを用いて、目詰まり量をジオテキスタイルの体積で割って求めたものである。

各ジオテキスタイル供試体の目詰まり量及び単位体積目詰まり量を表-3(a)~(c)に示す。表-3(a)は、スパンボンド法によるジオテキスタイル供試体の、 $i=1$ と $i=4$ の場合の目詰まり量及び単位体積目詰まり量を示しており、表-3(b)は、ニードルパンチ法によるジオテキスタイル供試体の、 $i=1$ の場合の目詰まり量及び単位体積目詰まり量を示している。経過時間はそれぞれ168時間である。また、表-3(c)は、スパンボンド法によるジオテキスタイル供試体の、 $i=1$ の場合の目詰まり量及び単位体積目詰まり量を示しており、経過時間は720時間である。

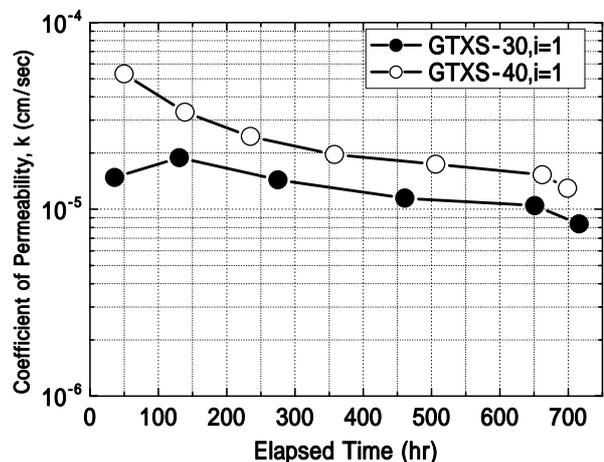
表-3(a)において、 $i=1$ と $i=4$ の場合を比較すると、 $i=4$ よりも $i=1$ の方が単位体積目詰まり量が多いことがわかる。このことから、動水勾配が大きい場合には浸透圧により、土粒子がジオテキスタイル内に貯留せず、通過したと考えられる。また、 $i=1$ と $i=4$ のどちらの場合においても、GTXS-40よりもGTXS-30の方が単位体積目詰まり量が多い値を示している。表-4(b)においては、GTXN-27、GTXN-37、GTXN-50Eの順に、単位体積目詰まり量が多い。表-3(c)においても、GTXS-40よりもGTXS-30の方が単位体積目詰まり量が多い。これらより、すべてのジオテキスタイルにおいて、厚さが薄い方が、単位体積目詰まり量が多いということがわかる。このことは、4.(1)で述べたように、薄いジオテキスタイルでは、繊維に土粒子が捕捉され、目詰まり現象が生じているのに対して、厚いジオテキスタイルでは、開孔径が小さいため、ジオテキスタイルに土粒子が入り込まず、水のみが通過したという考



(a) スパンボンド供試体 (168 時間)



(b) ニードルパンチ供試体 (168 時間)



(c) スパンボンド供試体 (720 時間)

図-4 透水係数と経過時間の関係

察に合致するものである。

また、 $i=1$ において、経過時間168時間と720時間を比較すると、720時間よりも168時間の方が、単位体積目詰まり量が多いが、これは、図-4(a),(c)における168時間付近の透水係数を比較すると、図-4(a)に示すジオテキスタイル供試体の透水係数の値が図-4(c)に示すジオテキスタイル供試体の透水係数の値より小さい

表-3 目詰まり量及び単位体積目詰まり量

(a) スパンボンド供試体 (168 時間)

動水勾配	i=1		i=4	
ジオテキスタイル	GTXS-30	GTXS-40	GTXS-30	GTXS-40
目詰まり量 (g)	2.35	2.28	1.36	1.50
単位体積目詰まり量 (g/cm ³)	3.26×10^{-2}	2.37×10^{-2}	1.89×10^{-2}	1.56×10^{-2}

(b) ニードルパンチ供試体 (168 時間)

動水勾配	i=1		
ジオテキスタイル	GTXN-27	GTXN-37	GTXN-50E
目詰まり量 (g)	3.93	1.51	0.64
単位体積目詰まり量 (g/cm ³)	5.45×10^{-2}	1.51×10^{-2}	0.266×10^{-2}

(c) スパンボンド供試体 (720 時間)

i=1	
GTXS-30	GTXS-40
2.06	2.00
2.86×10^{-2}	2.08×10^{-2}

ことから、試験中に発生した目詰まり量が異なっていたことに起因すると考えられる。

透水係数と目詰まり量の関係を照らし合わせると、すべての供試体において、低い透水係数を示した薄いジオテキスタイルが、単位体積目詰まり量が大きいということがわかる。一般に、ジオテキスタイルの目詰まりは、ある程度の土粒子がジオテキスタイルを通過することで土粒子がジオテキスタイル内に捕捉され発生する。本試験では、GTXS-30 及び GTXN-27 は、土粒子がジオテキスタイル内に捕捉され、目詰まりが発生し、低い透水係数を示したのだと推察される。また、GTXS-40 及び GTXN-37 は、GTXS-30 及び GTXN-27 ほどではないが、目詰まり現象は起きていると考えられる。GTXN-50E に関しては、透水係数が増加傾向を示し、目詰まり量も少ないことから、この地盤材料に適していると考えられるが、GTXN-50E のみ材質が違うことや、厚さが他のジオテキスタイルよりも非常に厚いことなど、他のジオテキスタイルに比べると物性値が異なることを考慮する必要があると思われる。

以上より、本研究の範囲内では、千葉ロームに対して目詰まりが生じにくく、最も適したジオテキスタイルは、GTXS-40 及び GTXN-37 であると考えられる。

(3) 動水勾配

図-5は図-4(c)の透水係数と経過時間の関係のデータを、詳細にプロットしたものである。i=1 において長期の試験を行った場合、給水タンクへの給水による動水勾配の変化により、透水係数に及ぼす影響が顕著に現れた。給水タンクが満水になった場合には、透水係数は大きく、給水タンクの水が減少するにつれて、透水係数も小さくなる。著者らのこれまでの研究^{9), 10)}で用いてきた i=4 では、動水勾配の値が大きいため、給水による水頭差変化が動水勾配に及ぼす影響が少なく、給水による透水係数の変化がほとんど生じなかった。また、短期の試験を行った場合、給水タンクへの給水の回数が少ないため、透水係数の変化が生じにくかった。

このことから、i=1 以下となる小さい動水勾配で試験を行う場合には、給水時に生じる水頭差変化が、極力、生じないような試験装置の工夫が必要である。

(4) 温度

ジオテキスタイルの垂直方向透水性能に及ぼす土層内

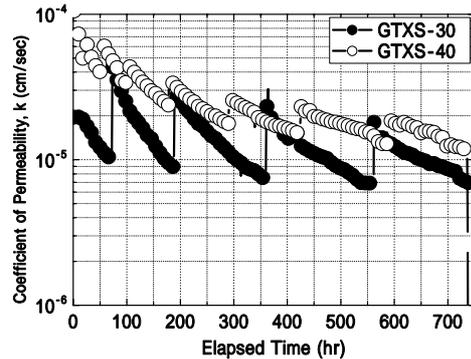


図-5 透水係数と経過時間の関係
スパンボンド供試体 (720 時間)

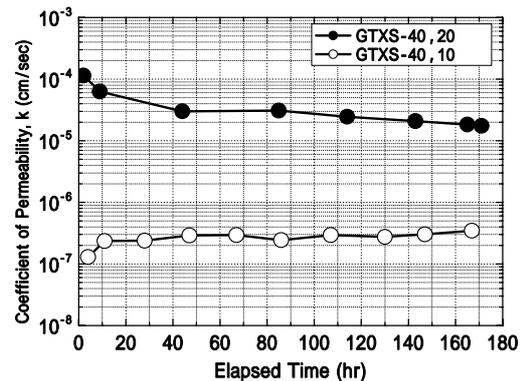


図-6 透水係数と経過時間の関係
(GTXS-40 (168 時間))

の水温の影響について検討するために、給水タンク内の水の温度に着目して検討した。

図-6は、GTXS-40 供試体に対する経過時間 168 時間における平均水温約 20 と約 10 の場合の透水係数と経過時間の関係である。平均水温約 20 の場合のほうが、平均水温約 10 の場合に比べ、かなり高い透水係数を示している。また、平均水温約 20 の場合は、透水係数が減少傾向を示しているのに対して、平均水温約 10 の場合は、時間経過に対する透水係数はほぼ一定傾向を示している。水の粘性係数は、15 付近では水温が 5 ~ 10 変化するだけで大きく差が出てしまうが、透水係数を算出する際に水温による粘性係数の違いに対する補正を行っているため、この透水係数の違いは下部モールドに作製した千葉ローム層の飽和度の違いに起因するものと思われる。すなわち、実験中は、室温制御を行っていないため、実験に用いた脱気水の水温と実験室内の室温

は連動していると考えられることから、平均水温約 10 の場合は、下部モールドの千葉ロームの平均温度も平均水温約 20 の場合の千葉ロームの平均温度に比べて低くなっていると考えられる。実験の際には、土層を飽和するために十分な時間をかけて通水してはいるが、低温時では、常温時に比べて、千葉ローム層の飽和度が異なったため、透水係数が大きく異なると推察される。

5. まとめ

本研究では、試料土層と礫層の間に種々のジオテキスタイルを挟めて一連の定水位透水試験を行った。経過時間に対する透水量から算出される透水係数の変化、単位体積目詰まり量、動水勾配、温度に着目して、ジオテキスタイルの垂直方向透水性能を検討した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 動水勾配 $i=1$ の場合は、GTXN-50E を除き、透水係数が減少する傾向が見られた。
- (2) 厚さが薄いジオテキスタイルが低い透水係数を示し、単位体積目詰まり量が大きくなる傾向が見られた。
- (3) 本研究の範囲内では、千葉ロームに対して目詰まりが生じにくいジオテキスタイルは、GTXS-40 及び GTXN-37 であると考えられる。
- (4) $i=1$ において長期の試験を行った場合、給水タンクへの給水による動水勾配の変化が顕著に見られたことから、小さい動水勾配で試験を行う場合には、給水時に生じる水頭差変化が、極力、生じないような試験装置の工夫が必要である。
- (5) ジオテキスタイルの垂直方向透水性能に及ぼす土層内の水温の影響について検討した結果、常温(約 20)と低温(約 10)では、低温のほうが透水係数が低くなる傾向にあることが分かった。

参考文献

- 1) ISO 10318, Geosynthetics Terms and Definitions, p.11, 2005.
- 2) 国際ジオシンセティックス学会日本支部編:ジオシンセティックス入門, pp.6~8, 2001.
- 3) 宮田喜壽, 木暮敬二, 谷澤芳郎, 落合英俊:目詰まり不織布の透水性能に関する実験的考察, 土木学会論文集, No.596 / -43, pp.123-130, 1988.6.
- 4) 林英雄, 森麟:盛土中に敷設するジオテキスタイル排水材の目詰まりによる透水性低下の予測に関する研究, 土木学会論文集, No.510 / -26, pp.57-67, 1995.3.
- 5) 林英雄, 森麟:地山から流出する土粒子による不織布排水材の目詰まり量と排水性に関する実験的研究, 第 28 回土質工学研究発表会, pp.2437-2440, 1993.6.
- 6) 山田貴史, 伊藤秀行, 片岡昌裕, 浅田貢:不織布の面内方向透水性能の低減に関する実験, 第 32 回地盤工学研究発表会, pp.2027-2028, 1997.7.
- 7) J.P.Giroud: Granular Filters and Geotextile Filter, Proc. of Geofilters'96, pp.565-680, 1996.
- 8) 西形達明, 岩崎高明, 須長誠, 新井克彦:「ジオテキスタイルの水利特性試験方法」について, ジオテキスタイル試験方法に関するシンポジウム発表論文集, pp.9-16, 1994.6.
- 9) 木幡行宏・佐藤織絵・島谷文卓・弘中淳市・平井貴雄:種々の土質を用いた透水試験によるジオテキスタイルフィルターの目詰まり特性, 国際ジオシンセティックス学会日本支部, ジオシンセティックス論文集, 第 21 巻, pp. 327-332, 2006.
- 10) 木幡行宏, 島谷文卓, 弘中淳市, 平井貴雄:ジオテキスタイルの垂直方向透水性能に及ぼす見掛けの開孔径の影響についての検討, ジオシンセティックス論文集, 第 22 巻, pp.147-152, 2007.

INVESTIGATION OF SOME FACTORS ON CROSS-PLANE FLOW PERFORMANCE OF VARIOUS GEOTEXTILES

Yukihiro KOHATA, Tomoko JIN, Junichi HIRONAKA and Takao HIRAI

Key Words : geotextile filter, cross-plane flow performance, clogging property

The objective in this study is to consider a suitable geotextile filter to be hard to arise a clogging Chiba loam obtained from a field site and in-situ hydraulic gradient. This study was performed to focusing attention on a change of coefficient of permeability normal to plane on a kind of geotextile filter and ground condition. A series of constant head permeability test was performed to investigate a cross-plane flow performance of geotextile filter and clogging characteristic. Based on test results, it was found that the suitable geotextile filters to be hard to arise a clogging for Chiba loam are the GTXS-40 and GTXN-37.