

## 液状化対策に用いる人工ドレーン材の透水試験（その1）

### 室内透水試験によるドレーン水平方向の集水性能の把握

東急建設(株) 正会員 ○鈴木 一  
東急建設(株) 正会員 中田 康喜  
チカミミルテック(株) 飯塚 浩延  
(株)複合技術研究所 伊藤 企陽司

#### 1. はじめに

東北地方太平洋沖地震から11年が経過したが、この間も平成28年の熊本地震や平成30年の北海道胆振東部地震等の大規模地震が頻発し、湾岸域にとどまらず、内陸部の広範囲で社会インフラや戸建て住宅等の液状化被害が発生している。今後発生が予想される南海トラフ巨大地震や首都直下地震においても甚大な液状化被害が想定<sup>1), 2)</sup>されており、大規模地震に対する液状化対策の必要性は高くなっていると考えられる。

このような背景を踏まえ、筆者らは、集水および排水性能の高い、複合ジオシンセティックスドレーンを地中に打設し、地震時に発生する過剰間隙水圧を速やかに消散する安価な液状化対策工法を開発した。ドレーン材の配置間隔の設計にあつて、液状化層の過剰間隙水の集水および排水性能を把握する必要がある。

そこで、ドレーン材の集水性能（ドレーン材水平方向の透水性能）を把握する目的で、実物大のドレーン材を用いた室内透水試験を行った。本稿は、室内透水試験について報告するものである。

#### 2. ドレーン材の概要

本工法で使用するドレーン材の概要図を図1に示す。ドレーン材は、中心部に配置される高排水機能を有する有孔管と、その周囲にフィルター機能を有する外周フィルター（不織布）で構成される標準タイプ（図1-左）。また、有孔管と外周フィルターの間に高剛性排水材を巻き付けた積層構造で構成される拡張タイプ（図1-右）がある。

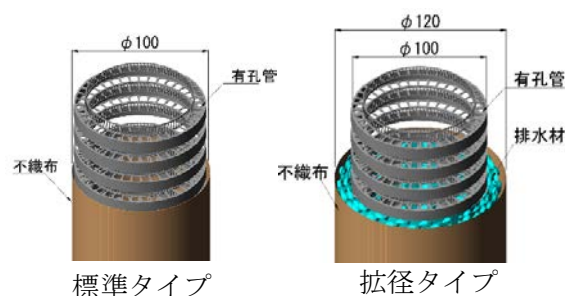


図1 ドレーン材の概要図

#### 3. 試験概要

透水試験に使用するドレーン材の諸元を表1に、試験用ドレーン材を写真1に示す。また、円筒形ドレーン材用の試験水槽を写真2に示す。円筒形ドレーン材の透水性能を把握するために、日本工業規格（JIS A 1218:2009:土の透水試験方法）の定水位透水試験法<sup>3)</sup>を参考に円筒形ドレーン材の簡易透水試験を行える試験水槽を製作した（写真2）。

透水試験の概要図を図2示す。水道水を①室に流入し、1枚目の仕切り板上部からオーバーフローさせ、②室に流入、2枚目の仕切り板下部から③室に流入、水が上昇とともに、パンチングメタル状の仕切り板から流入室④に流入させることで、流入水を静水状態に保つ。その後、ドレーン材側面を通水してドレーン内部⑤へ流入、ドレーン下部から流出室⑥へ流入し、流出口より、流出させる。流入室④と流出室⑥とで水位差Hを変化させ、定水位透水試験により、時間あたりのドレーン材を通水する流出量（透水量Q）を測定し、ドレーン材水平方向の透水性能を評価する。



写真1 試験用ドレーン材

表1 ドレーン材の諸元

構成材	仕様
有孔管	材質：ポリエチレン 外径φ100mm、内径φ80mm、L=10cm
排水材 (拡張タイプ用)	材質：硬質塩化ビニル t=10mm(1重巻き)
外周フィルター	ポリエステル系不織布 t=0.25mm

キーワード 液状化, 間隙水圧消散, 過剰間隙水圧, ドレーン, 透水試験

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設(株) 土木事業本部 技術統括部 TEL03-5466-5162

#### 4. 試験結果

透水試験で測定した水位差  $H$  とドレーン材からの流出量 (透水量  $Q$ ) より, 動水勾配毎に透水係数を定常軸対象浸透流の理論式(1式)により算定する.

$$Q_0 = 2\pi k D \frac{H - h_0}{\ln \frac{R}{r_0}} \quad \dots(1)$$

$Q_0$  : 流出量( $\text{cm}^3/\text{s}$ )  
 $D$  : ドレーン材有効高さ(cm)  
 $k$  : ドレーン材透水係数( $\text{cm/s}$ )  
 $H$  : 流入側水位(cm)  
 $h_0$  : 流出側水位(cm)  
 $R$  : 外半径(cm)  
 $r_0$  : 内半径(cm)



写真2 透水試験水槽(透水試験状況)

透水試験結果を表2, 表3に, 動水勾配と透水係数の関係図を図3に示す. 図3より, 液状化被害を抑制するために設定する許容過剰間隙水圧比<sup>4)</sup> (動水勾配が0.5~0.6以下)の範囲において, ドレーン材水平方向の透水係数は,  $1.5 \times 10^0 \sim 2.2 \times 10^0$  ( $\text{cm/sec}$ ) となり, 液状化対象層となる砂質土層の透水係数 ( $1.0 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$  程度) の1,000~2,000倍程度の透水性能を有していることを確認した.

表2 透水試験結果(標準タイプ)

動水勾配 <i>i</i>	透水係数 <i>k</i>	
	(m/sec)	(cm/sec)
0.568	0.0163	1.63
0.795	0.0146	1.46
1.250	0.0123	1.23
1.705	0.0116	1.16
3.068	0.0099	0.99

※ドレーン径φ100mm

表3 透水試験結果(拡径タイプ)

動水勾配 <i>i</i>	透水係数 <i>k</i>	
	(m/sec)	(cm/sec)
0.280	0.0217	2.17
0.393	0.0176	1.76
0.674	0.0158	1.58
1.124	0.0146	1.46
1.798	0.0111	1.11
2.416	0.0104	1.04
2.697	0.0100	1.00

※ドレーン径φ120mm

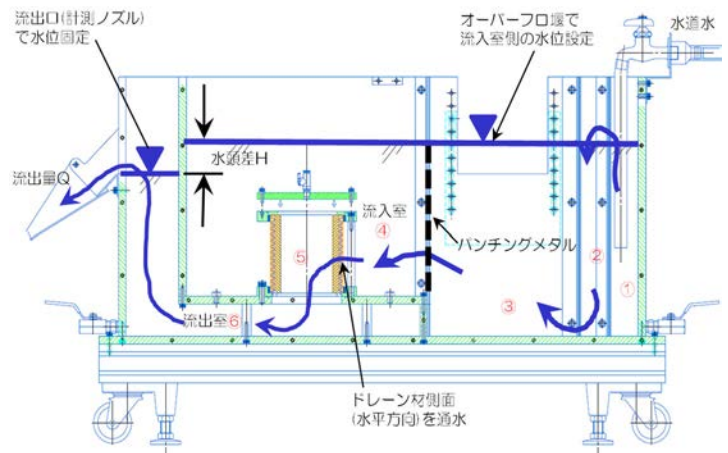


図2 ドレーン材透水試験の概要図

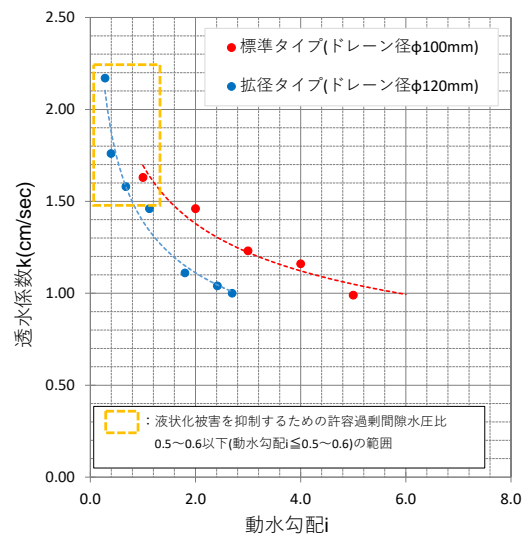


図3 動水勾配と透水係数の関係図

#### 5. おわりに

本試験により, 当該ドレーン材は, 水平方向の高い透水性能(集水性能)を有していることを確認した. また, ドレーン径をφ100~120mmと拡径することで, 打設ピッチを拡大でき, 効率的な配置計画ができるとともに, 地震時に発生する過剰間隙水圧を速やかに消散することが可能となると考えられる. 今後, 実工事への適用に向けた提案を積極的に行う所存である. 本工法が, 地震時の液状化被害防止の一助になれば幸甚である.

#### 参考文献

- 1) 首都直下地震の被害想定と対策について(最終報告) 平成25年12月 中央防災会議
- 2) 南海トラフ巨大地震対策について(最終報告) 平成25年5月 中央防災会議
- 3) 地盤材料試験の方法と解説 土の透水試験方法 p449~p451 社団法人地盤工学会
- 4) 地盤材料試験の方法と解説 図4 繰返し非排水三軸試験の記録例 p734 社団法人地盤工学会