

液状化対策に用いる人工ドレーン材の透水試験（その2）

実物大透水試験によるドレーン鉛直方向の排水性能の把握

東急建設(株) 正会員 ○中田 康喜
 東急建設(株) 正会員 鈴木 一
 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

液状化対策工法の一つに間隙水圧消散工法がある。排水性能の高いドレーン材等を液状化の可能性のある地盤内に所定の間隔で打設することで地震時に発生する過剰間隙水をドレーン内に早期に流入させ、過剰間隙水圧の上昇を抑制する仕組みである。2011年東北地方太平洋沖地震や2018年北海道胆振東部地震による液状化被害状況は、湾岸域や震源地から遠く離れた広範な地域にまで及んだ。広範囲な対象となる液状化が発生しても機能不全に陥らない廉価な工法が望まれる。そこで、筆者らは、排水性能の高い人工ドレーン材を用いた廉価な液状化対策（間隙水圧消散工法）を開発した。液状化対策に用いるドレーン材の排水性能（ドレーン材鉛直方向の透水係数）を把握する目的で、ドレーン材を用いた実物大透水試験を行った。本稿は、その試験結果を報告するものである。

2. 使用材料

使用材料であるドレーンの構成を図1に、使用ドレーンを写真1に示す。本使用材料は、管中心部の排水経路を構成する有孔管と、その周囲にフィルター機能のための外周フィルター（不織布）からなる液状化対策に用いる間隙水圧消散工法である。試験で使用したドレーンの諸元を表1に示す。

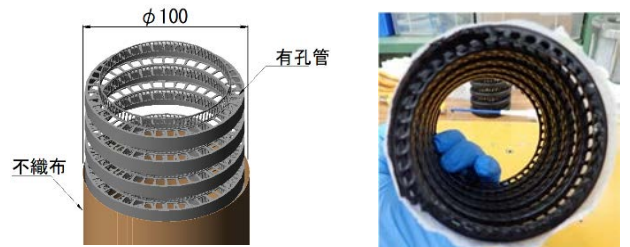


図1 ドレーン構成図 写真1 使用ドレーン

3. 試験方法

試験実施フローを図2に、試験水槽平面図及び断面図を図3と図4に示す。

- ① 事前に外周面を止水したドレーン材を流入・流出水槽とドレーン材を接続する。
- ② ドレーン材と流入・流出水槽の接続部の止水処理を行う。
- ③ 予め用意した水道水を水中ポンプにより各槽へ送水し、循環させる。（給水水槽→流入水槽→ドレーン材→循環水槽）
- ④ 流入水槽と流出水槽の水位が安定した状態になる事を確認した後、循環水槽から計測水槽へ流れを切替え、計測時間中（ $t=20, 40s$ ）の流量（ Q ）を計測する。
- ⑤ 流入水槽の水位（動水勾配 i ）を変更し、計測を繰り返す。なお、動水勾配 i は、 $0.1 \sim 0.5$ の 0.1 間隔の 5 ケースとし、各ケースを 5 回繰り返す。

試験水槽全景を写真2に、水槽内の流水状況を写真3に示す。

4. 試験結果

測定時の水温 $T^{\circ}C$ に用いる透水係数 kT (cm/s) の関係式を図-6に示す。

表1 ドレーン諸元

内部ドレーン材	外径 $\phi 100mm$
	内径 $\phi 80mm$
	長さ $L=1.65m$
外周ドレーン材	ポリエチレン材 不織布

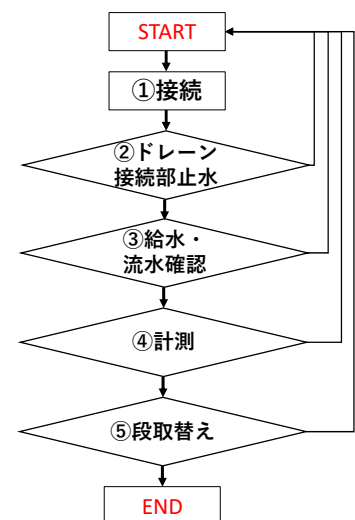


図2 透水試験フロー図

キーワード 液状化, 透水試験, 過剰間隙水圧, 間隙水圧消散工法, ドレーン

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設株式会社 土木事業本部 技術統括部 TEL 03-5466-5818

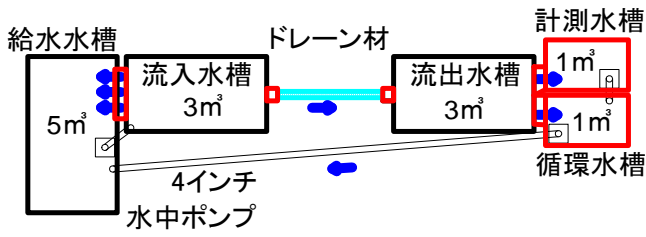


図3 透水試験水槽平面図

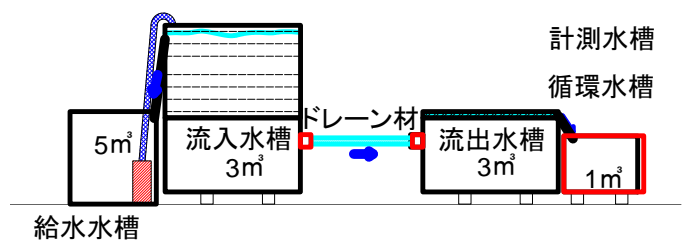


図4 透水試験水槽側面図

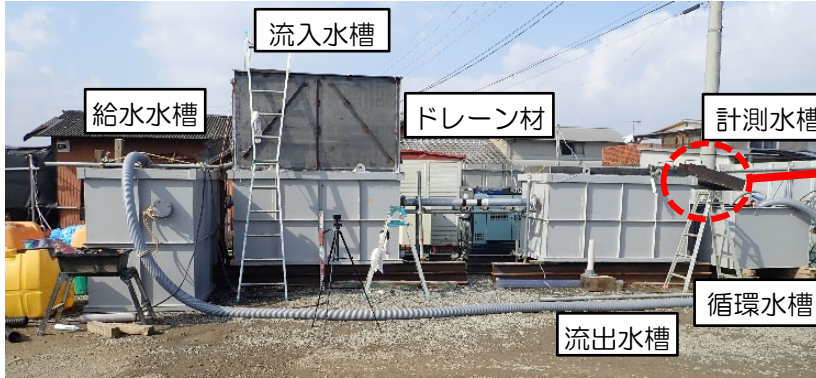


写真2 透水試験水槽全景



写真3 流水状況

また、温度 15°Cにおける透水係数 k_{15} (cm/s) を図5の式により求める。

$$k_T = \frac{Q}{i \cdot A \cdot (t_2 - t_1)}$$

$$i = \frac{h}{L}$$

$$k_{15} = k_T \frac{\eta_r}{\eta_{15}}$$

i	動水勾配
L	ドレーン長 (cm)
A	ドレーン断面積 (cm ²)
Q	流出水量 (cm ³)
h	水頭差 (cm)
(t ₂ -t ₁)	測定時間
k_{15}	温度15°Cにおける透水係数
η / η_{15}	温度15°Cにおける透水係数を求めるための補正係数

図5 透水係数関係式

表2 透水試験結果 (計測時間 20 秒, 40 秒)

No.	動水勾配 i	ドレーン (t=20)	
		流出量 Q(m ³)	透水係数 k_{15} (cm/sec)
1	0.648	0.3006	499.7
2	0.442	0.2418	533.0
3	0.324	0.2078	670.0
4	0.215	0.1637	747.3
5	0.106	0.1117	1,152.6

No.	動水勾配 i	ドレーン (t=40)	
		流出量 Q(m ³)	透水係数 k_{15} (cm/sec)
1	0.624	0.5980	498.7
2	0.442	0.4994	550.4
3	0.324	0.4278	686.9
4	0.215	0.3388	771.1
5	0.106	0.2305	1,183.7

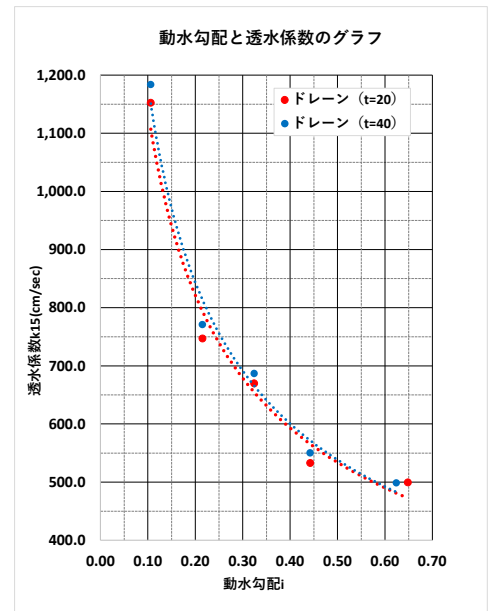


図6 動水勾配と透水係数のグラフ

透水試験結果を表2に、動水勾配と透水係数のグラフを図6に示す。ドレーン材の透水試験(管軸方向)結果より、ドレーン材の透水性能として以下を確認した。図6より、動水勾配0.100~0.600の範囲において、ドレーン材鉛直方向の透水係数は、400~1200cm/secであった。

5. おわりに

本試験により、当該ドレーン材の鉛直方向の透水性能(透水係数400~1200cm/sec)を把握し、地震時に発生する過剰間隙水圧を速やかに消散(上昇を抑制)する高い排水性能を有していることを確認した。今後、実工事や実工法への適用に向けた提案を行い、地震時の液状化対策に一助になれば幸いである。