

地すべり抑制を目的とした排水機能を有した小径杭の透水特性に関する模型実験

京都大学大学院 学生会員 ○灰藤 晋輔
学生会員 寺本俊太郎
正会員 木村 亮

1. はじめに

近年、集中豪雨が増加し各地に地すべり災害が報告されているが、この地すべりの抑制工のひとつに地盤内の地下水位を低下させる工法が挙げられる。例えば図1に示すような、ファインファイバと呼ばれる繊維化合成樹脂の接着剤によって碎石や珪砂などを円柱状に固結して作られる、排水性機能を有した小径の杭（以下、透水杭）を地すべりが懸念される地盤中に打設することで斜面表層部の排水を行い、地下水位を低下させる工法(図2)が提案されている。ファインファイバの特徴としては、碎石同士を点で接着し液だれなども起こさないため、出来上がった排水材は空隙が大きくなり、従来の碎石ドレーン等と比較して高い透水性を持ったまま強度を保持できる。

既往の研究において排水材の透水性を維持する方法として、伊藤ら¹⁾は碎石ドレーンに使用する排水材の短期的な目詰まり防止基準をパイピング比 (D_{F15}/D_{S85}) で定義し、 $D_{F15}/D_{S85} < 9.2$ とした。ここに、 D_{F15} は排水材の15%粒径、 D_{S85} は排水材周辺土粒子の85%粒径である。本研究では、透水杭素材の1次元の透水試験を実施し、地盤内の透水杭の透水特性を把握する。また、得られた結果を既往の研究の目詰まり防止基準を用いて比較検討をおこなう。

2. 1次元定水位飽和透水試験概要

本研究では透水杭の素材（以下、排水材）とその周辺地盤の構成によって排水材の長期的な透水性がどのように変化するかを調べるために、透水杭全体の透水機構のうち「地盤⇒透水杭⇒中空への排水」の過程を模擬した1次元定水位飽和透水試験を実施する。実験装置を図3に、実験ケースを表1に示す。

排水材は、図4に示す珪砂A3号、7号碎石、6号碎石をファインファイバで固結したものを用いる。地盤材料は能勢産真砂土と江戸崎砂の2種類を用い、締固め度90%で管理する。それらのパイピング比を表1に併記する。図5には土試料や碎石の粒度分布を示す。動水勾配は本実験装置で表現できる最小であり、現実を模擬した0.6とした。



図1 透水杭

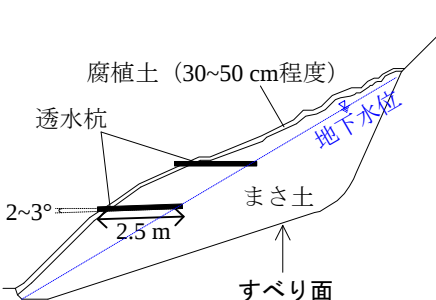


図2 施工例

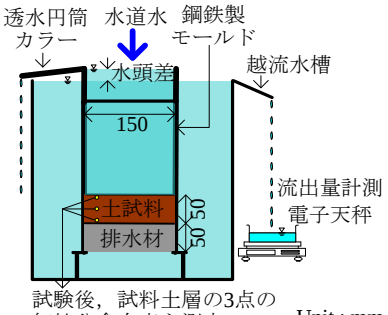


図3 実験装置

表1 ケース表

	土試料	排水材	透水量 [L]	パイピング比 D_{F15}/D_{S85}
Case-1	真砂土	珪砂 A3 号	540	0.275
Case-2	真砂土	7 号碎石	150	0.675
Case-3	真砂土	6 号碎石	540	1.3
Case-4	江戸崎砂	6 号碎石		10.83



図4 排水材（左から珪砂 A3 号、7 号碎石、6 号碎石）

キーワード 透水試験 ドレーン材 目詰まり 地盤改良

連絡先 〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂 C1-4-291 TEL 075-383-3136

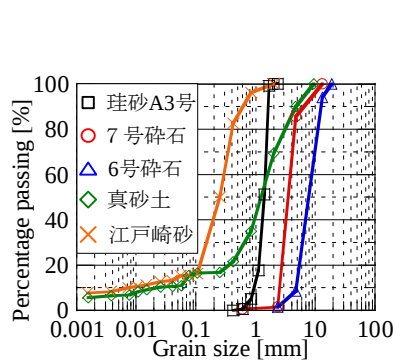


図5 粒度分布

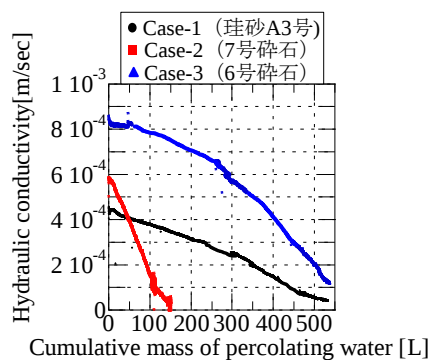


図6 透水量と透水係数の関係

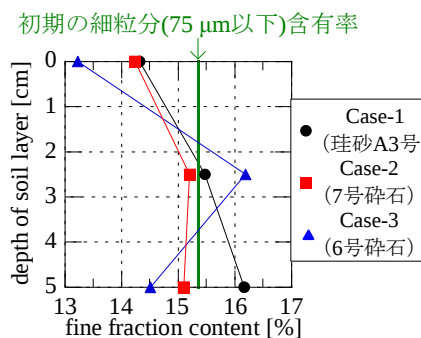


図7 試験後の土試料の細粒分含有率

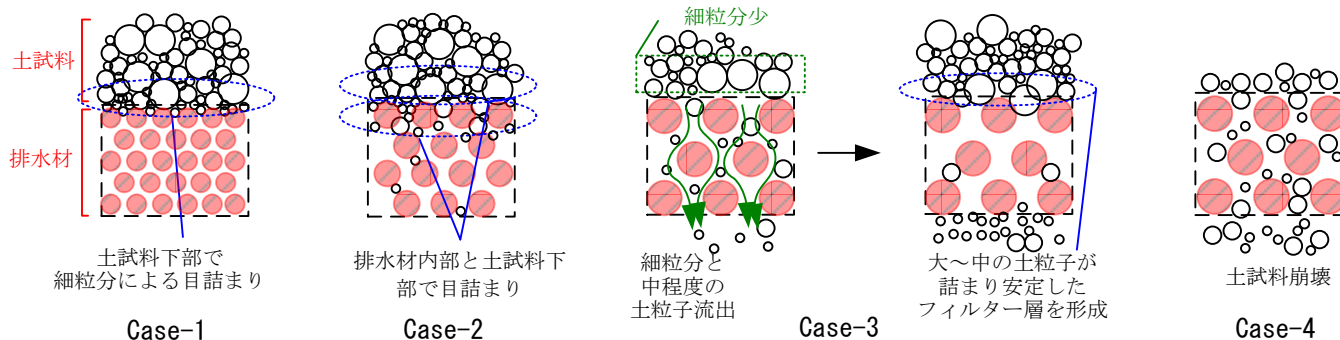


図8 目詰まりメカニズム予想図

3. 結果

Case-1,2,3 の透水量と透水係数関係を図6に、試験前後の土試料の細粒分含有率の変化を図7に示す。Case-1,2,3 は既往の研究の短期的な目詰まり防止基準を満たしているが、試料土層から排水材にかけての全体の透水性は長期的には大きく低下する結果となっている。図7の細粒分含有率の変化から考察すると、排水材の目詰まりだけを考慮するだけではなく、周辺地盤の粒度組成変化による地盤自体の透水性の低下も考慮する必要があると考えられる。

一方、排水材を最も粒径の大きい6号砕石、土試料を粒径の小さい江戸崎砂としたCase-4においては、試料土層の流出により試験が進行できなくなった。このケースにおいてはパイピング比 $D_{F15}/D_{S85} = 10.8$ となるが、これは目詰まりの防止基準 $D_{F15}/D_{S85} < 9.2$ を満たしていない。その防止基準の根拠として、「パイピング比 $D_{F15}/D_{S85} > 9.2$ の場合、土試料が排水材内で動き回り目詰まる」とあるが、Case-4においては透水過程で土試料が排水材内を動き回り、排水材の供試体長さが短い分、土試料が目詰まらず排水材外に流出したと考えられる。

次に、得られたデータから各ケースの目詰まりのメカニズムを予想すると、図8のようになる。Case-1では主に土試料内で細粒分による目詰まりが生じ、Case-2においては排水材内から土試料内にわたって広い幅を持った低透水性の層が発生し目詰まりが起こる。Case-3においてはある程度の細粒分が流れ出した後、残った大きな粒径の土粒子によって排水材の外側で安定したフィルター層が形成され、その上層から移動してきた細粒分によって目詰まりが生じる。これは、ジオテキスタイル²⁾の目詰まり現象であるブロッキング現象と同じであると考えられる。

4. まとめ

本実験によりファインファイバにより固結された排水材の長期的な透水性について以下の知見が得られた。

- 1) 既往の研究において定義された短期の目詰まり防止基準を満たす場合でも、本実験においては透水性の低下が確認された。それはこの基準が排水材の目詰まりのみを考慮しているためで、周辺地盤の粒度組成変化による地盤自体の透水性の低下も考慮する必要があると考えられる。
- 2) 目詰まり防止基準を満たしていない場合、土試料が排水材内を動き回り土壌流出が生じた。土壌流出の観点から目詰まり防止基準は重要であると考えられる。

参考文献 1)伊藤克彦ら：砕石ドレーンにおける目詰まり防止に関する研究，土木学会論文集 No.439,III-17, pp.53-62, 1991.

2)木幡行宏ら：種々の不織布による垂直方向透水性に関する諸要因の検討，ジオセンティックス論文集, 24, pp.43-48, 2009