

浸透作用が締固め土の透水性および力学特性に及ぼす影響

防衛大学校 学 〇岡山卓司 正 宮本慎太郎

防衛大学校 正 宮田喜壽

1. はじめに

社会基盤を支えている道路網、その大部分を構成する土構造物の老朽化への対応が課題になっている。土構造物の性能劣化要因の一つとして、降雨などの浸透作用による細粒分流出とそれによる物性変化が挙げられる¹⁾。土構造物の維持管理を考える上で、浸透作用が土の物性や力学特性へ及ぼす影響を明らかにすることは重要である。本研究では、締固め土を対象として、浸透作用の影響を調べる。広範な動水勾配条件を与えることが可能な透水試験装置を用い、浸透作用が土の物性や透水性および力学特性に及ぼす影響を明らかにする。

2. 実験方法の概要

実験試料として、土粒子密度 $\rho_s = 2.631 \text{ g/cm}^3$ 、平均粒径 $D_{50} = 0.083 \text{ mm}$ のまさ土を使用した。試料の締固め特性を図-1に示す。最大乾燥密度 1.887 g/cm^3 、最適含水比 11.5% であった。まさ土を締固め度 $D_c = 70, 90\%$ で作製した供試体に浸透作用を与え、透水性および粒度組成への影響を調べる。なお、予備実験として、浸透作用が試料の力学特性に及ぼす影響を一面せん断試験により調べた。まさ土($D_c = 90\%$)に浸透履歴が作用し、粒径 0.25 mm 以下の粒子が流出した状況を想定して試験を行った。結果を図-2に示す。浸透作用によってせん断抵抗および正のダイレイタンスが減少し、物性変化が力学特性に与える影響が大きいことが分かる。

浸透作用を与えるために使用した透水試験装置を図-3に示す。供試体寸法は直径 100 、高さ 120 mm であり、定水位条件で浸透作用を与える。浸透条件は動水勾配 $i = 3, 10$ 程度を想定し、給水側円筒は高さ $200, 1100 \text{ mm}$ の2種類とした。試験時には、供試体下の水槽を越流する流量を計測して透水性を評価した。試験終了時に供試体を取り出して粒度試験を行い、粒度組成の変化を評価した。なお、試験時の水温は $18 \pm 2^\circ \text{C}$ 程度であった。

3. 実験結果と考察

浸透作用による透水性への影響として、流速の時間変化を評価した結果を図-4に示す。動水勾配が小さい $i = 2.7$ の条件では、時間によって流速はあまり変化しない。しかし、動水勾配が大きい $i = 10.5$ の条件では、浸透初期に流速が減少し始める。さらに浸透を作用させると徐々に流速が上昇し、一定値に収束する。浸透初期に対して、最終的に $1.5 \sim 2.0$ 倍程度の流速の上昇がみられた。締固め度によらずほぼ同様の傾向を示すが、締固め度が小さい条件ほど流速変化の振幅が大きくなる。浸透作用時の粒子の流出を確認すると、流速が上昇し始めるタイミングで流出量が大きくなるようであった。浸透作用によって、細粒分が移動し、浸透初期には目詰まりのような状態になることで流速が減少し、さらに浸透を作用させると細粒分が完全に流出して流速が上昇すると考えられた。試験終了後に粒度試験を行った結果を表-1に示す。動水勾配が小さい条件では、浸透作用のない試料と比べて、粒度組成にほとんど変化はない。動水勾配が大きい条件では、通過質量百分率 10% 以下の細粒分の減少がみられ、図-5に示すように均等係数が大きく変化する傾向を示した。

4. まとめ

(1) 動水勾配が大きい条件で浸透作用を与えると、浸透初期に流速が減少する。さらに浸透を作用させると流速は上昇し、最終的に $1.5 \sim 2.0$ 倍程度の流速を示した。(2) 浸透作用によって、粒径の大きな粒子の流出はほとんどなく、通過質量百分率 10% 以下の細粒分に相当する粒子が顕著に減少することを明らかにした。

謝辞: 本研究はJSPS 科研費(基盤研究(B): 20H02247)の助成を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献: 1) 宮田喜壽: 講座「道路土工構造物の点検と防災」7. 擁壁および補強土壁の点検に関する国内外の動向, 地盤工学会誌, Vol.68, No.9, pp.42-48, 2020.

キーワード 浸透作用, 透水性, 力学特性

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL. 046-841-3810 E-mail : miyamoto@nda.ac.jp

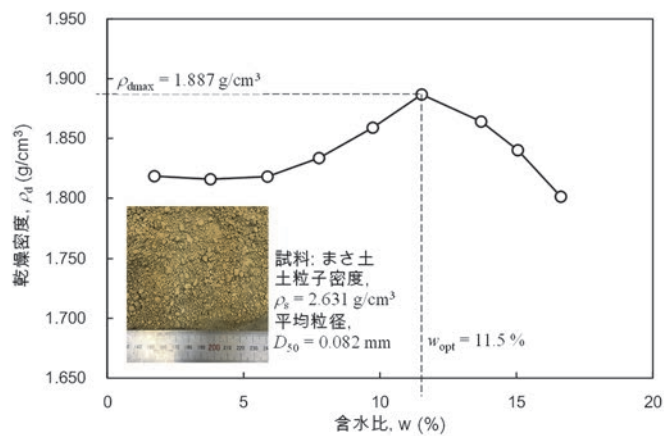


図-1 試料の締固め特性

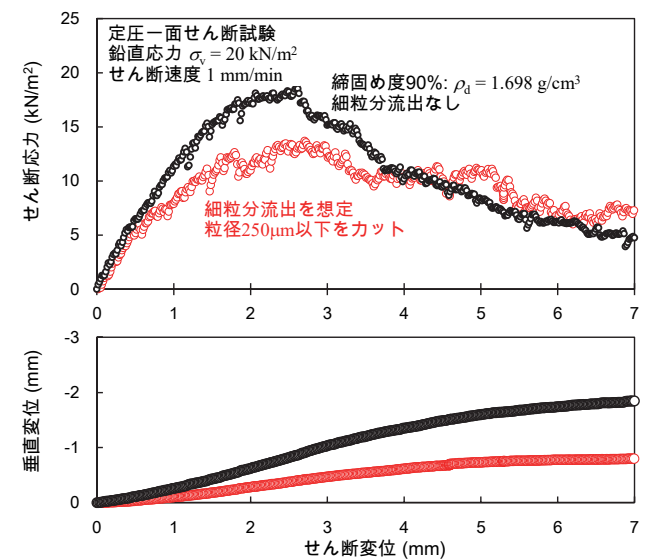


図-2 浸透作用がせん断特性に与える影響

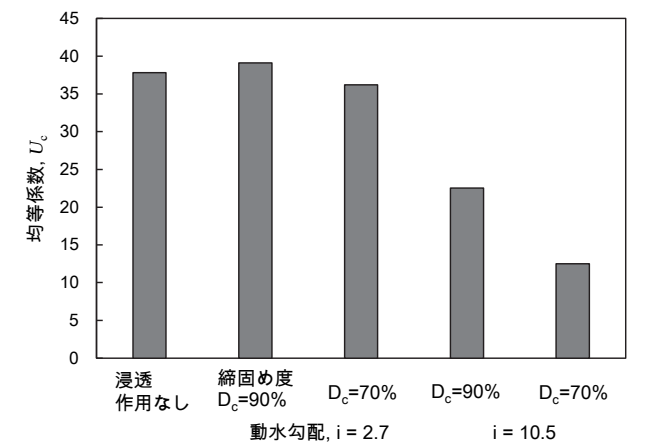


図-5 浸透作用が粒度組成に与える影響

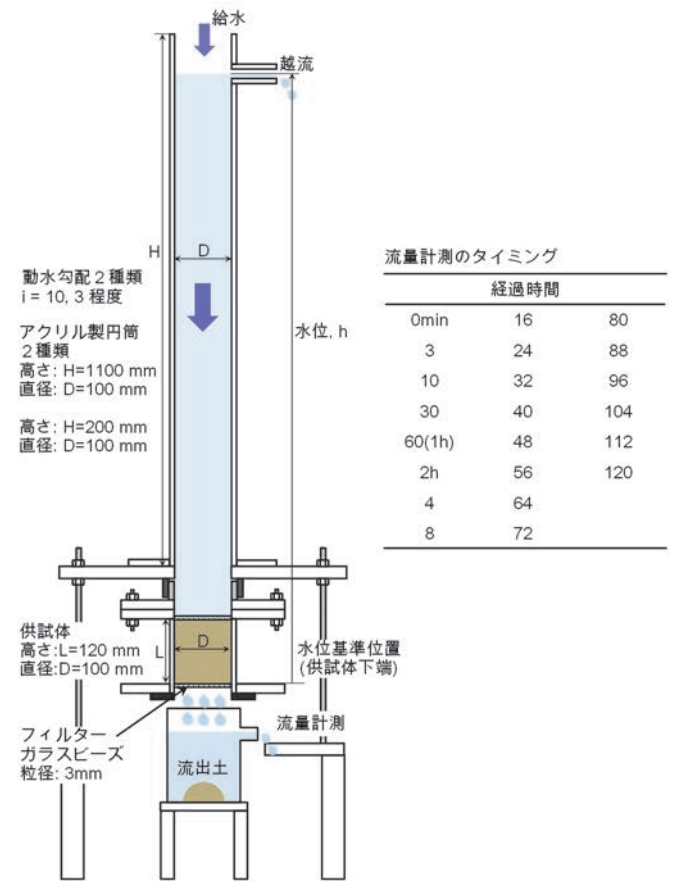


図-3 浸透作用を与える透水試験装置の概要

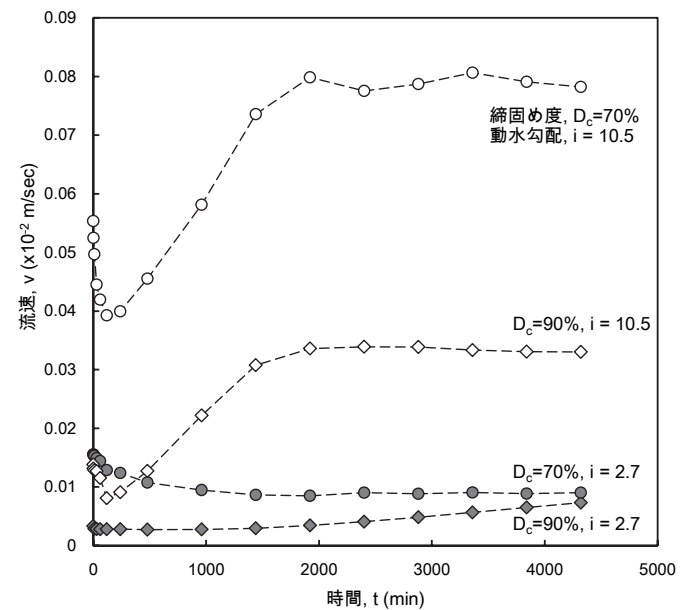


図-4 浸透作用による流速の時間変化

表-1 浸透作用後の試料の粒度組成

物性	浸透作用なし 原試料	粒子250 μm 以下の 流出を想定した試料 (一面せん断試験)	動水勾配, $i = 2.7$		$i = 10.5$	
			締固め度, $D_c = 90\%$	$D_c = 70\%$	$D_c = 90\%$	$D_c = 70\%$
10%粒径, D_{10} (mm)	0.034	0.370	0.033	0.035	0.057	0.103
30%粒径, D_{30} (mm)	0.350	0.710	0.335	0.354	0.364	0.440
60%粒径, D_{60} (mm)	1.286	1.570	1.290	1.267	1.285	1.287