

供試体作製時の含水比が透水係数と密度の分布に及ぼす影響

中部土質試験協同組合 竹内 啓介
 坪田 邦治
 岩田 暁
 清水 亮太
 石原 聖子

1. はじめに

当組合で実施された透水試験の中で興味深い現象が観察された。供試体作製時の条件として乾燥密度を一定にし、含水比のみを変化させた供試体を用いて試験を実施したところ、試験モールド内の土粒子の量が一定であるにもかかわらず、透水係数が大きく異なるという結果を得た。

そこで、本報では典型的な砂と粘土を混合した試料に対して透水試験を実施し、透水性に大きく影響を及ぼしている要因を検討した。

2. 試験試料および締固め試験

試験試料は三河珪砂 6 号および青粘土(藤森粘土の代替品)を、湿潤重量比 1 : 1 で混合したものを使用した。

混合試料の粒度分布を図-1 に示す。粒径加積曲線はなだらかな傾きをもっており、粒径幅の比較的広い試料であることが分かる。

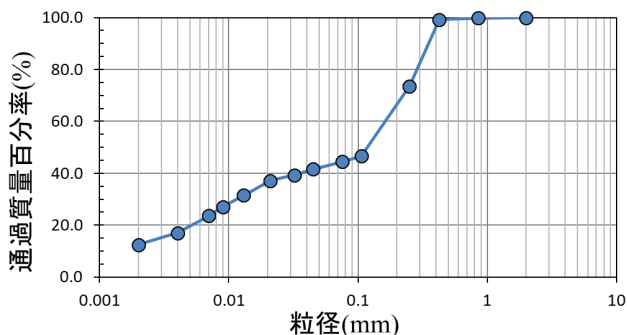


図-1 珪砂 6 号と青粘土混合試料の粒度分布

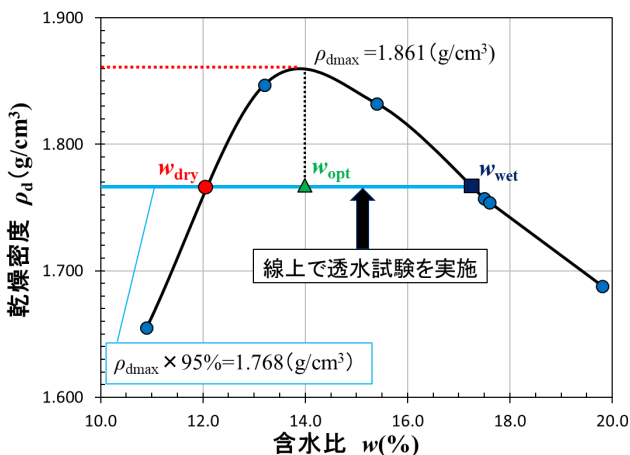


図-2 締固め曲線および供試体作製条件

試験を行うにあたり、事前準備として突固めによる土の締固め試験(A-c 法)¹⁾を実施した。この結果から得られた締固め曲線を図-2 に示す。

今回の試験では、締固め度 95% ($\rho_d=1.768 \text{ g/cm}^3$)の線と締固め曲線とが交わる 2 点の内、乾燥側の点を $w_{dry}(w=12.0\%)$ 、湿潤側の点を $w_{wet}(w=17.2\%)$ とし、最適含水比の点を $w_{opt}(w=14.0\%)$ とした。

3. 供試体作製方法および透水試験の概要

供試体寸法は直径 100mm、高さ 128 mm とし、湿潤重量比で試料を三層に分けて作製した。供試体の含水比は $w_{dry} \sim w_{wet}$ 間で作製し、乾燥密度は締固め度 95% で一定とした。

混合試料の含水比を調整し、含水状態ごとの所定の量を一層とした。締め固める際は、油圧ポンプを用いて静的に締固めを行った。その後、供試体を飽和させるため、真空ポンプを用いた水浸脱気法によって十分に飽和度を高めてから試験を実施した。なお、今回実施した透水試験は地盤工学会が定める変水位透水試験法²⁾に基づいて行った。

4. 透水試験結果

作製した供試体の透水係数および作製時の含水比、乾燥密度を表-1 に示す。今回の試験では、基準とした三点とその間の含水比を目標として調整している。また、表-1 にまとめた透水係数と含水比の値をグラフにしたものを図-3 として示す。

図-3 を見ると、これまで実施されてきた結果と同様に乾燥密度がほぼ一定であるにもかかわらず、含水比が高くなるにつれて透水係数が低くなっていることが分かる。また、その差は最大で 2 オーダー程度となっている。

これらの結果から、乾燥密度が一定であっても、供試体作製時の含水比によって透水係数が大きく変化することが確認できた。

表-1 試験パターンと計測結果

	含水比 (%)	透水係数 (m/s)	乾燥密度 (g/cm^3)
w_{dry1}	12.4	2.30×10^{-7}	1.766
w_{dry2}	13.5	1.80×10^{-7}	1.774
w_{opt1}	14.1	8.18×10^{-8}	1.760
w_{wet1}	15.1	5.82×10^{-8}	1.746
w_{wet2}	17.1	9.25×10^{-9}	1.766

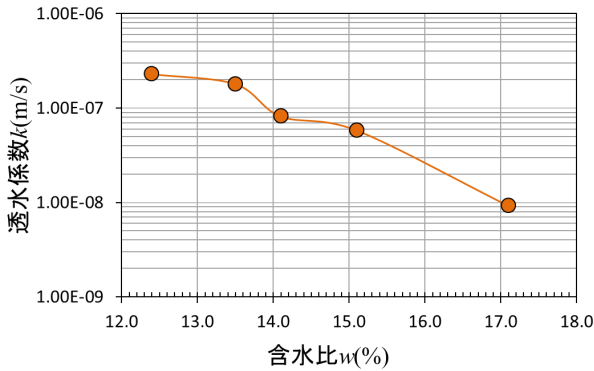


図-3 透水係数と含水比の関係

5. 透水性に影響を与える要因の検討

(1) 要因検討のための試験方法

次に、透水係数の値に影響を及ぼす要因の一つである密度に注目し、供試体内部の密度を計測した。

計測の手順を模式的に表したものを図-4 に示す。

透水試験で用いたものと同様の寸法と方法で供試体作製を行った。作製した後に油圧ジャッキを用いて慎重にモールドから抜き出し、供試体全体の湿潤密度を計測した。その後、供試体を水平に5等分し、各部位の湿潤密度と含水比の計測を行い、乾燥密度を算出した。5等分したそれぞれのピースを上部から h_1 , h_2 , h_3 , h_4 , h_5 とし、計測は w_{dry} , w_{opt} , w_{wet} の3種類の含水比で実施した。

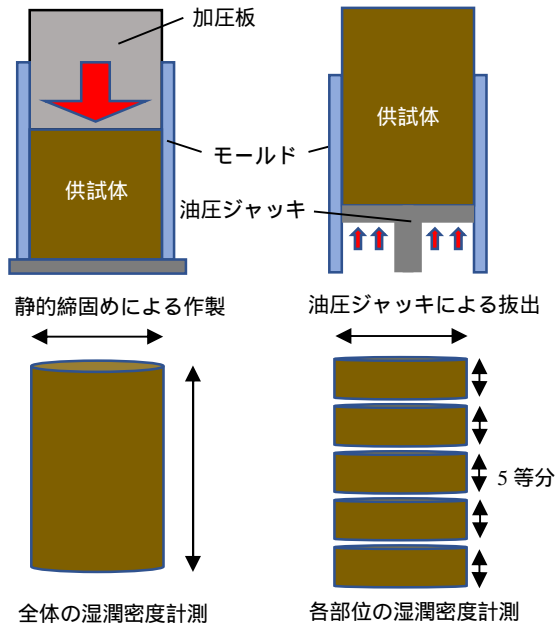


図-4 密度計測の手順

(2) 乾燥密度の計測結果

部位ごとの乾燥密度の値を表-2 にまとめる。また、これらの値をグラフにまとめたものを図-5 として示す。なお、図-5 のグラフ内に切り分ける前の状態の乾燥密度を点線で示しており、その値は凡例内に表示している。

それぞれの計測結果から3パターンの全てで切り分

ける前の乾燥密度を試料上部は下回り、下部は上回る傾向が見られる。また、 w_{dry} および w_{opt} では乾燥密度が下部に行くにつれて徐々に大きくなっていることが判る。一方、 w_{wet} の計測結果では $h_1 \sim h_4$ の間は乾燥密度の変動が他の二点に比べて小さいが、最下層にあたる h_5 は他の部位よりも乾燥密度が非常に大きくなっている。

以上より、含水比の状態によって供試体作製時の乾燥密度の分布が変化することが確認できた。特に、作製時の含水比が高い場合は下層において密度が非常に大きくなっていることも判った。

室内透水試験では、供試体の断面に対して垂直に水が流れるため、供試体内部の密度に差がある場合、その差によって透水係数は左右される。したがって、 w_{wet} のパターンにおける透水係数の低さは、下層での密度の大きさによる影響であると考えられる。供試体作製時の含水比が高くなるほど、その影響は大きくなると推察される。

表-2 部位ごとの乾燥密度 (g/cm^3)

	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5
w_{dry}	1.718	1.742	1.753	1.764	1.772
w_{opt}	1.723	1.721	1.765	1.773	1.793
w_{wet}	1.716	1.703	1.716	1.728	1.905

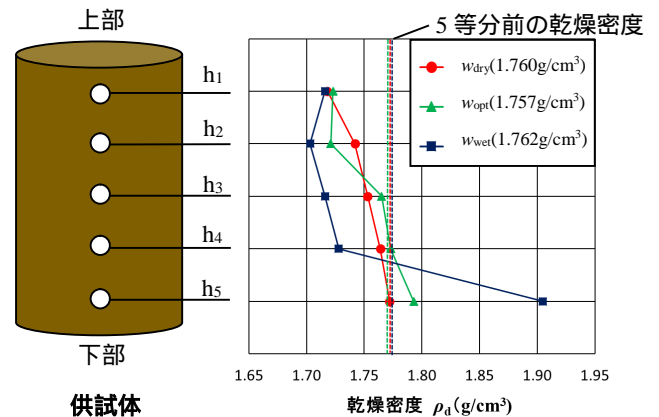


図-5 供試体内の乾燥密度の分布

6. まとめ

本報では、供試体作製時の含水比の違いが透水性に及ぼす影響について、透水試験および乾燥密度の計測を行い検討した。その結果、含水比が高い試料の下部は密度が非常に大きくなっていることが確認され、その影響が透水係数に発現していると考えられる。

今後は、透水性のみならず、強度等に対する作製時の含水比の影響を検討することも計画している。

《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会:土質試験の方法と解説-第1回改訂版-, pp252-259, 2000
- 2) 地盤工学会:土質試験の方法と解説-第1回改訂版-, pp334-339, 341-342, 2000