

材料試験における試料の再利用が各種地盤材料特性に及ぼす影響

中部土質試験協同組合 ○竹内 啓介
清水 亮太
石原 聖子
池田 謙信
法安 章二

1. はじめに

現場にて採取された試料が、実施予定の試験項目に対して必要量に足りない場合がある。予備試料を用いても不足した量を補えない場合、一度試験に用いた試料を試験実施前の含水状態に戻して再利用することもあるが、土質性状によっては元の状態に戻らず、試料が本来有するものとは全く異なる材料特性を示すこともある。

本研究では、典型的な砂と粘土の混合土を用いて、締固め試験を同一試料に対して繰り返し実施した。また、繰り返し回数ごとに各種地盤材料試験を実施することで、試料を再利用する過程で生じる物理特性および材料特性の変化について調べた。

2. 試験試料および試験方法

試料は珪砂 6 号および青粘土を乾燥重量比 1:1 で混合したものを使用した。この試料を試料 A とする。

本研究で行った試験の流れを図-1 に示す。試料の再利用を再現するために、同一試料に対して締固め試験を計 3 回実施した。また、締固め試験を繰り返す過程で地盤材料特性がどのように変化するかを調べるため、締固め試験を実施する度に試験後の試料に対し、土粒子の密度試験、土の粒度試験、土の透水試験をそれぞれ実施した。

なお、各種試験方法の詳細は、文献¹⁾を参照されたい。

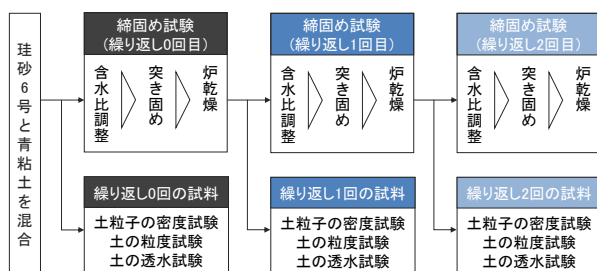


図-1 試験の流れ

3. 試料 A の各種試験結果

試料 A の土粒子の密度試験および土の粒度試験結果を図-2 に示す。図-2 を見ると、土粒子の密度および粒度分布は繰り返し回数によって大きな変化が見られないことが分かる。このことから、試料 A は突き固めによって粒子破碎を生じるような試料ではないと推察される。

次に、試料 A の締固め試験結果を表-1 および図-3 に示す。最大乾燥密度に着目すると、締固め試験を繰り返す度に徐々に大きくなり、繰り返し 0 回と比べて繰り返し

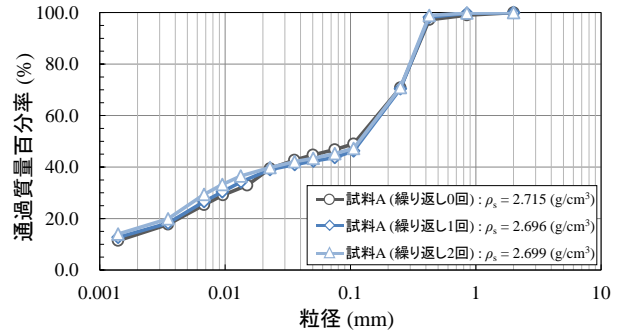


図-2 試料 A の粒径加積曲線

表-1 試料 A の最大乾燥密度および最適含水比

	繰り返し0回	繰り返し1回	繰り返し2回
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.877	1.924	1.958
最適含水比 w_{opt} (%)	13.1	11.9	10.9

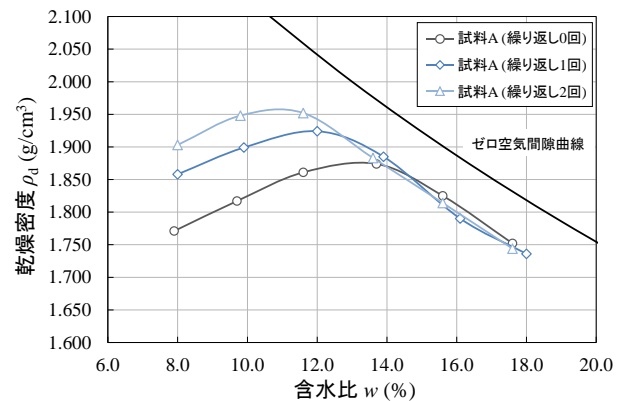


図-3 試料 A の締固め試験結果

2 回では約 4.3%(0.081g/cm³)大きくなっていることが分かる。また、最適含水比に着目すると、締固め試験を繰り返す度に徐々に小さくなり、繰り返し 0 回と比べて繰り返し 2 回では 2.2%小さくなっていることが分かる。

このように、締固め試験を繰り返し実施することで、試料の締固め特性が変化することが分かった。一般に、土の締固め特性が粒度分布と関係が深いことは広く知られているが、図-2 に示した通り、粒度分布に大きな変化が見られないことから、本研究で得られた締固め特性の変化の原因が粒度分布の変化に依るとは考え難い。

そこで、締固め試験の含水比計測の際に行う試料の乾燥処理と土中の細粒分との関係性を調べるため、珪砂 6 号および青粘土を乾燥重量比 3:1 で混合したもの(試料 B)を用意し、試料 A と同様の試験を行った。なお、試料 B の細粒分含有率は 22.3%であり、試料 A の細粒分含有率 45.7%のおよそ 0.5 倍程度となっている。

4. 試料 B の各種試験結果

試料 B の土粒子の密度試験および土の粒度試験結果を図-4 に示す。図-4 を見ると、試料 A と同様で土粒子の密度および粒度分布は繰り返し回数によって大きな変化は見られないことが分かる。

次に、試料 B の締固め試験結果を表-2 および図-5 に示す。最大乾燥密度に着目すると、締固め試験を繰り返す度に徐々に大きくなる傾向は試料 A と同様であるが、繰り返し 2 回の結果は繰り返し 0 回より約 2.4%(0.043g/cm³) 大きくなっており、試料 A と比べて影響が小さくなっていることが分かる。一方、最適含水比については、繰り返し 0 回と比べて繰り返し 2 回では 2.2% 小さくなっているため、試料 A とほとんど同じ傾向を示した。

土の保水性は土中の細粒分と密接に関係しており、既往の研究²⁾によれば、土は乾燥することで土粒子表面の水に対する結合の仕方に非可逆的な変化を生じるという報告や、乾燥する過程で土粒子が互いに結合して粒子塊を形成し、保水性を低下させるという報告がある。そのため、細粒分の多い試料 A の方が締固め試験を繰り返し実施する過程で行う乾燥処理の影響をより大きく受けたと考えられる。

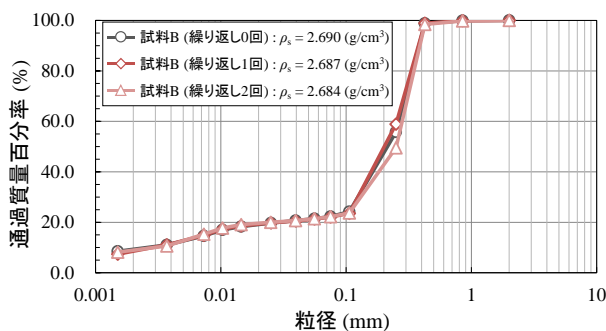


図-4 試料 B の粒径加積曲線

表-2 試料 B の最大乾燥密度および最適含水比

	繰り返し0回	繰り返し1回	繰り返し2回
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.830	1.843	1.873
最適含水比 w_{opt} (%)	13.2	12.2	11.0

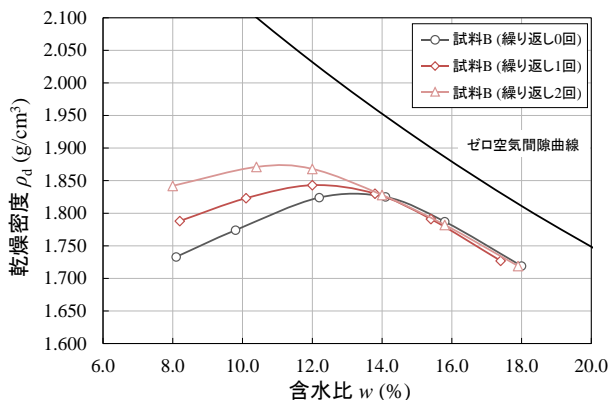


図-5 試料 B の締固め試験結果

5. 試料 A および試料 B の透水試験結果

透水試験の供試体作製条件について試料 A、試料 B ともに繰り返し回数 0 回の締固め試験結果から乾燥密度を締固め度 95%、含水比を最適含水比に合わせて作製した。

透水係数と繰り返し回数の関係を図-6 に示す。繰り返し回数 0 回と繰り返し回数 1 回の透水係数を比較すると、両試料とも一度の繰り返して透水係数の値が 0.1 倍程度になっていることが分かる。一般に、乱した試料の透水試験の供試体作製条件は、締固め試験結果を基に決定することが多い。しかし、図-3 や図-5 を見て分かる通り、一度締固め試験を実施した試料は本来有する締固め特性を大きく変えている。そのため、供試体作製条件を締固め試験結果から決定した場合、締固め度は設定した条件よりも小さく、含水比は本来の最適含水比よりも湿潤側に見積もることとなる。

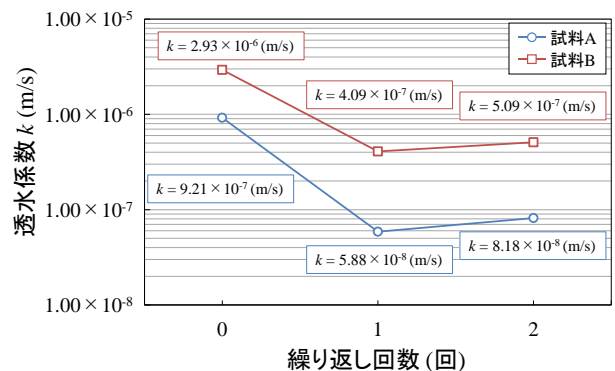


図-6 繰り返し回数ごとの透水係数

6. まとめ

本研究では、典型的な砂と粘土の混合土を用いて、締固め試験を同一試料に対して繰り返し実施するとともに、締固め試験を繰り返す過程で生じる地盤材料特性の変化について調べた。その結果、土粒子の密度や粒度分布に大きな変化は見られなかったが、締固め試験では繰り返す度に最大乾燥密度は大きくなり、最適含水比は小さくなる傾向が見られた。また、透水試験では、一度の繰り返して透水係数の値が 0.1 倍程度になっていることが分かった。今回行った試験では、細粒分が少ない試料ほど繰り返しによる最大乾燥密度や透水係数の変化は小さくなったが、これが乾燥処理による粒子界面や保水形態の変化に起因するものであるかは今後も検討していく必要がある。いずれにしても、細粒分が多く含まれる試料を再利用する場合には、試験結果への影響について十分留意する必要がある。

《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説 -第一回改訂版-, pp.114-119, 132-157, 393-404, 467-480, 2020.
- 2) 伊藤 実: 土壌の乾燥による水分保持能力の変化について, 生物環境調節 7(1), pp.17-20, 1969-08.