

撥水材を用いた安定処理土の強度特性に影響を及ぼす諸要因

鹿島建設(株) 正会員 ○三上大道
 鹿島建設(株) 正会員 岡本道孝
 鹿島建設(株) 正会員 照井秀幸

1. はじめに

我が国において、固結工法による地盤安定処理を行う場合、一般にセメント、石灰等の固化材が用いられる。一方、海外では強度増加に加え地盤に撥水性を付与する新たな添加材(シリコン系撥水材)が開発されている。シリコン系撥水材は、地盤材料と混合した後に分子が互いに架橋し、この架橋構造が土粒子同士を固結すると同時に撥水性を発揮し、雨水等の浸透を軽減する(図-1)。

筆者らはシリコン系撥水材の表層安定処理への適用について検討している。前報¹⁾では、クラッシャーランを母材とする撥水材による安定処理土の強度特性について検討した結果を報告した。本報では、細粒土を母材とする撥水材による安定処理土の強度特性に及ぼす供試体の作製時の含水比の影響について検討した結果を報告する。

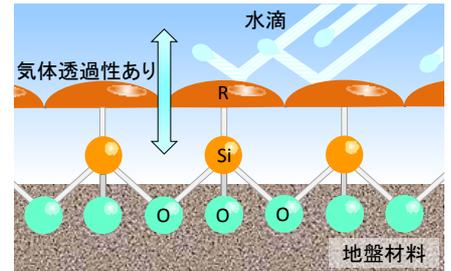


図-1 改質原理

2. 試験方法・試験条件

撥水材による安定処理土(以下撥水処理土と称する)は、所定量の撥水材と水の混合液を自然含水比状態の母材に添加・攪拌することで作製した。なお、本検討では、撥水材と水(添加水および母材中の水)の重量の和を乾燥土の重量で除した値を含水比としている。

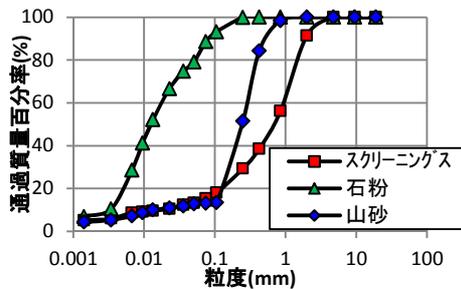


図-2 粒径加積曲線

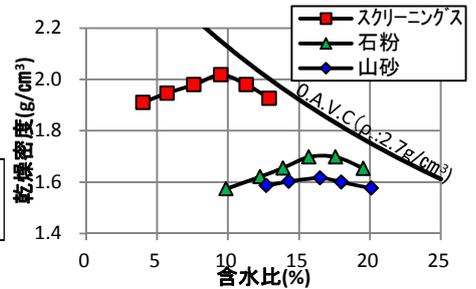


図-3 締固め曲線

目標締固め度を 95%とし、突固めによって供試体(直径 50 mm、高さ 100 mm)を作製した。供試体作製後に 20℃環境下で 7 日間の気中養生を行った後、JIS A 1216 に準拠して一軸圧縮試験を実施した。なお、今回使用した撥水材は十分に乾燥させることで性能を発揮するが、今回実施した試験では、すべての供試体において、7 日間の気中養生中に含水比の低下が概ね収束し(スクリーニングス : 0.5%以下、石粉 : 0.5%以下、山砂 : 1%程度)、十分に乾燥したことを確認している。

本検討ではスクリーニングス、石粉、山砂を母材として用いた。図-2、図-3、表-1 にそれぞれ粒度分布、締固め曲線、物理・締固め特性を示す。

表-2 に供試体の作製条件を示す。今回は、供試体作製時の含水比と撥水材添加量をパラメータとして、これらが強度特性に及ぼす影響を検討した。また、山砂に撥水材を 20L/m³ 添加するケースのみ、含水比を 1.6%まで曝気乾燥した母材を用いた試験も実施した。

表-1 母材の物理・締固め特性

	スクリーニングス	石粉	山砂
平均粒径 (mm)	0.703	0.012	0.245
細粒分含有率 (%)	15.4	88.7	13.1
土粒子密度 (g/cm ³)	2.702	2.725	2.679
自然含水比 (%)	0.7	0.1	10.5
最適含水比 (%)	9.5	15.7	16.5
最大乾燥密度 (g/cm ³)	2.018	1.698	1.616

表-2 供試体の作製条件

母材	含水比 (%)	撥水材添加量 (L/m ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	間隙比
スクリーニングス	3.5	5、10、20、40	1.917	0.409
	4.5	5、10、20、40		
	6.5	5、10、20、40		
	9.5	5、10、20、40		
	12.5	5、10、20、40		
石粉	6.7	5、10、20、40	1.613	0.689
	9.7	5、10、20、40		
	12.7	5、10、20、40		
	15.7	5、10、20、40		
山砂	13.5	5、10、20	1.535	0.745
	16.5	5、10、20		
	19.5	5、10、20		
	22.5	5、10、20		

キーワード 撥水材, 地盤安定処理, 一軸圧縮強さ
 連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL042-485-1111

3. 試験結果

一軸圧縮強さと含水比の関係を図-4に示す。供試体の作製後の乾燥により、試験時の含水比は概ね同程度であったが、その一軸圧縮強さは供試体の作製時の含水比に依存するとともに、それがピークを示す作製時の含水比が存在することがわかる。

作製時の含水比が過度に小さい場合、撥水材の混合が不均一となり、反応生成物の少ない弱部から破壊が生じ、相対的に一軸圧縮強さが低下すると考えられる。一方、作製時の含水比が過度に大きい場合、混合は均一化するものの、土粒子接点のみならず強度増加に寄与しない土粒子表面等で反応が生じたり、間隙内で土粒子と反応できなかった撥水材が存在したことにより強度が低下した可能性がある。また、凝集固結した細かな粒子の塊が加水によって解塊したことも強度が低下した一因である可能性がある。

また、スクリーニングスと石粉に関しては一軸圧縮強さのピークとなる含水比が最適含水比よりも乾燥側に位置しており、山砂のみ湿潤側となる結果が得られた。図-5は山砂の初期含水比が撥水处理土の一軸圧縮強さに及ぼす影響を検討した結果である。乾燥させた山砂に関しては、スクリーニングスや石粉と同様に、一軸圧縮強さがピークとなる含水比が最適含水比よりも乾燥側に位置している。図-5の結果を、一軸圧縮強さと加水量の関係に直したのが図-6である。若干のばらつきはあるが、母材の含水比状態によらず加水量が同程度の場合、一軸圧縮強さも概ね同程度となった。このように、撥水处理土の強度は、添加する水量に依存するものとなった。この結果は、加水によって、自然含水状態で凝集固結していた粒子の塊の解塊が進むことに関連している可能性を示唆している。

なお、図-4に示したようにスクリーニングスと石粉は撥水材が多いほど一軸圧縮強さは増加したが、山砂に関しては、一軸圧縮強さは撥水材添加量によらず概ね同程度であった。前述したように、スクリーニングスや石粉よりも自然含水比が高く、加水量が小さいことによる影響などが考えられるが、得られる改良効果が母材によって異なる点は、撥水安定処理を行う上で十分に注意する必要がある。

4. おわりに

今回実施した一連の試験から、撥水处理土の一軸圧縮強さは、撥水材とともに添加する水量、すなわち加水量に依存することを示唆する結果が得られた。撥水处理土の実用化に向けて更なる検討を継続する予定である。

謝辞

本検討を行うにあたり撥水材の提供および貴重なご意見をいただいた旭化成ワッカーシリコン株式会社の方々には謝意を表します。

参考文献

1)三上ら：撥水材を用いた安定処理土の強度特性，第70回土木学会年次学術講演会，2015。

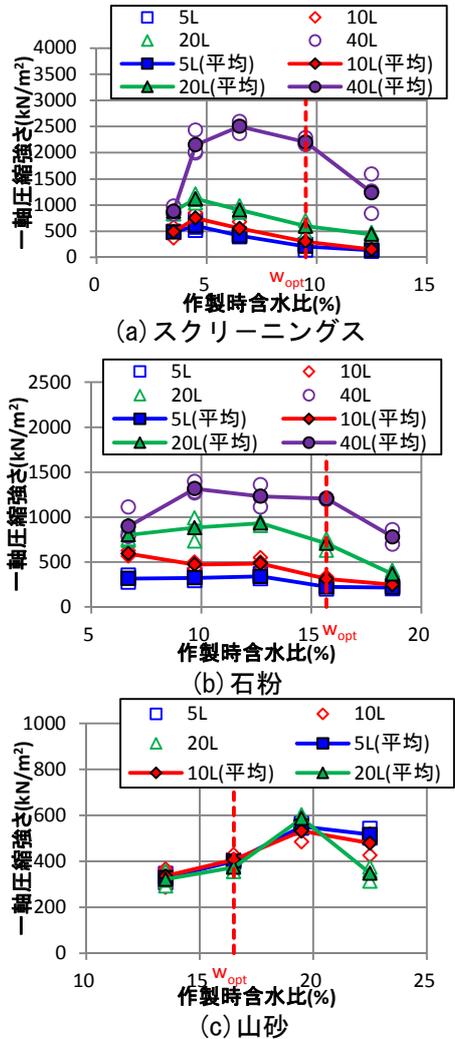


図-4 一軸圧縮強さと供試体の作製時の含水比の関係

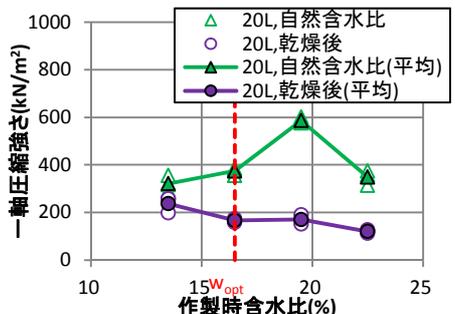


図-5 一軸圧縮強さと供試体の作製時の含水比の関係 (母材含水比の異なる山砂)

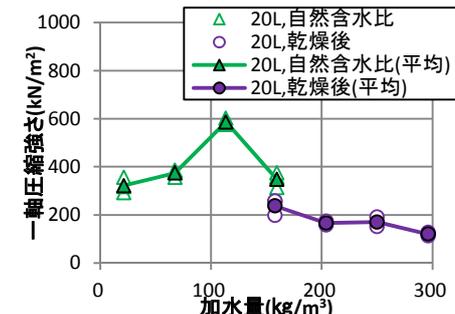


図-6 一軸圧縮強さと加水量の関係 (母材含水比の異なる山砂)