

海水中養生した砂質・粘土質の土を母材としたセメント改良土の短期劣化特性

九州大学 ○学 橋本 航太
九州大学大学院 正 石藏 良平 F 安福 規之
九州大学大学院 学 梅本 尚仁

1. はじめに

日本の沿岸地域では軟弱地盤が広く形成されており、軟弱地盤対策としてセメント改良技術が用いられている。しかし近年では、長期間海水環境下で曝されるとセメント改良体が劣化することが報告されている¹⁾。さらに今後、気候変動による海面上昇等の影響でセメント改良土が海水に曝される場面が増加すると考えられる。このため、高い耐久性、耐海水性を有するセメント系固化材開発の必要性が指摘されており、セメント系固化材開発に向けたセメント改良土の劣化特性の解明が求められている。既往の研究では、主に人工砂を固化した改良土を対象として、セメントの種類、添加量、気中養生期間を変化させた条件での実験を行っている。しかし、実際にセメント改良土の母材として使用されている母材における耐海水性についての比較検討は、研究があまり行われていない。本研究では、実際にセメント改良技術が適用される母材としてまさ土及び有明粘土を選定し、セメント改良土の耐海水性に与える細粒分含有率の影響を調べた。母材にセメントを添加した改良土を作製し、海水環境下での劣化特性の比較を行なった。本文では特に、(1)母材の細粒分含有率の違いが劣化に与える影響、(2)セメント改良体からの Ca 溶脱量が劣化に与える影響の 2 項目について報告する。

2. 既往の研究

筆者らのグループによる既往の研究²⁾では、セメント系固化材(高炉セメント B 種)を 70kg/m³ 混合したセメント改良体を現場海水中で 2 年養生させた結果を得ている。その結果によると、強度が小さくなっている部分では試験体中の Ca 濃度が小さくなり Mg 濃度が大きくなることが分かっている。このことから、セメント改良体の Ca イオンと海水に含まれる Mg イオンが交換されることがセメント改良体の劣化の主因であると考えている。

3. 実験概要

3-1. 供試体の作製・養生条件

供試体の作製に当たり、母材の粒度分布を測定した。母材の粒径加積曲線を図-1 に示す。また、供試体の作製条件を表-1 に示す。まさ土の細粒分含有率は 5.9%、有明粘土は 100%である。セメントは高炉セメント B 種を用いた。含水比については、まさ土の場合が 18%で有明粘土の場合が 264%(有明粘土の液性限界 W_L の 1.5 倍)で供試体を作製した。養生水は人工海水であり、供試体の上面のみを人工海水と接触させて所定期間養生した。

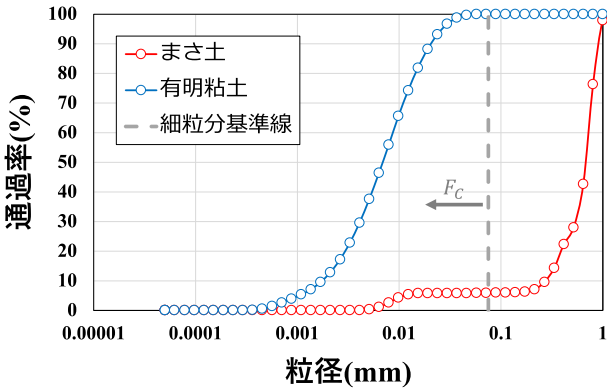


図-1 母材の粒径加積曲線
表-1 供試体の作製条件

母材	まさ土,有明粘土
セメント添加量(kg/m ³)	70,150
人工海水養生期間(ヵ月)	1,3,5
気中養生期間(日)	1
水セメント比 W/C(%)	80
含水比 w(%)	18,264
固化材	高炉セメントB種

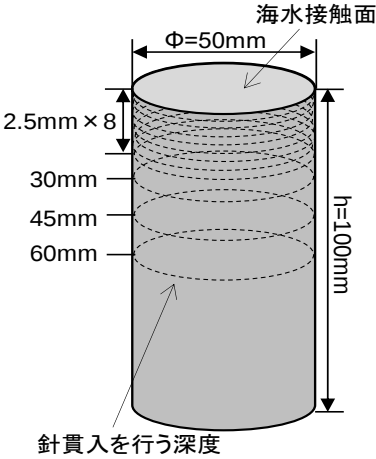


図-2 針貫入試験の計測点

3-2. 強度試験・Ca イオン濃度測定

所定期間養生した供試体に、針貫入試験を行い深度ごとの劣化の様子を測定した。針貫入試験における計測点を図-2 に示す。本試験で計測する針貫入勾配(貫入力[N]/貫入量[mm])は強度を表し、針貫入勾配が大きい程、強度が大きい。また、継続的に養生水の Ca 濃度を測定し、供試体からの Ca イオンの溶出傾向を把握した。

4. 実験結果と考察

針貫入試験の結果について、針貫入勾配を測定した後、深さ毎の劣化の様子を把握するために、各深さの針貫入勾配を同じ供試体の最大針貫入勾配で除した値を針貫入勾配比としてグラフにまとめた。図-3 に1ヶ月間人工海水で養生した供試体の針貫入勾配と針貫入勾配比を、図-4 に3ヶ月間人工海水で養生した供試体の針貫入勾配と針貫入勾配比を示した。細粒分含有率の大きい有明粘土の方が供試体の強度は低く、母材の種類によらず、セメント添加量が多い供試体の方が強度は大きくなった。また、養生期間1ヶ月と3ヶ月のまさ土の針貫入勾配比を比較すると、セメント添加量が多い供試体の方が針貫入勾配比の低下が小さい。本結果より、セメント添加量が多く、強度が最も大きい供試体が針貫入勾配比の低下が最も小さくなっている。

養生水の Ca イオン濃度の経時変化を図-5 に示す。まさ土はセメント添加量によって Ca イオンの溶出量に大きな差がある一方、有明粘土はわずかな差に留まっている。本結果から、まさ土と有明粘土を比較すると、まさ土の方がセメント添加量の増加に伴って Ca の溶出抑制効果が大きくなっている。

5. 結論

(1)養生期間3ヶ月までの供試体で比較すると、細粒分含有率が大きい有明粘土の方が強度は低くなった。

また、母材の種類によらず、セメント添加量が多い供試体の方が強度は大きくなった。

(2) 養生期間3ヶ月までのまさ土の供試体で比較すると、セメント添加量が多い供試体の針貫入勾配比の低下は、セメント添加量が少ない供試体と比較して小さい。

(3)まさ土と有明粘土を比較すると、まさ土の方がセメント添加量の増加による Ca 溶出抑制効果が大きい。

【参考文献】

- 1) 中村健, 北詰昌樹: セメント安定処理土の耐久性に関する室内試験, 港湾空港技術研究所資料, No.1128, June, 2006.
- 2) 藤澤拓馬: 海水環境におけるセメント改良砂の劣化特性の評価と劣化進行予測への展開, 九州大学工学部修士論文, 2017

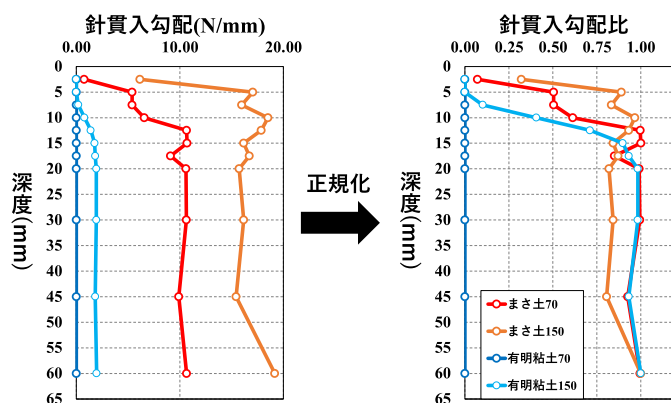


図-3 針貫入勾配及び針貫入勾配比の深度分布(1 ヶ月)

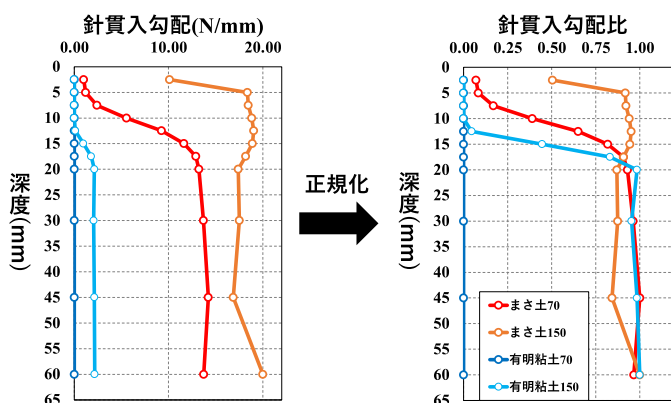


図-4 針貫入勾配及び針貫入勾配比の深度分布(3 ヶ月)

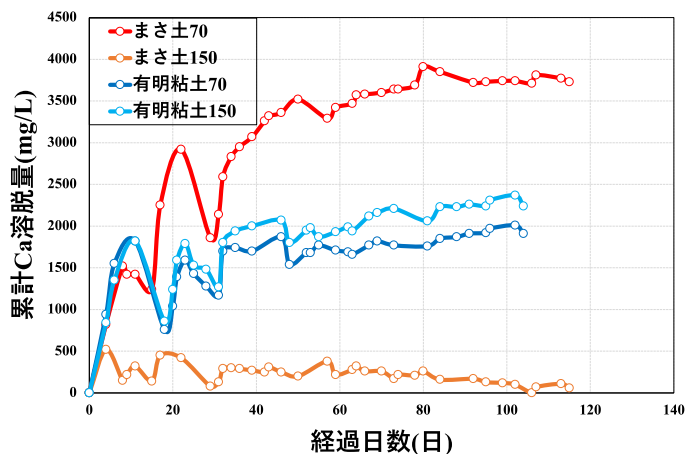


図-5 Ca イオンの累計溶出量の経時変化