

海水中養生した母材の粒度組成が異なるセメント改良土の短期劣化特性

九州大学 ○学 梅本 尚仁
 九州大学大学院 正 石藏 良平 F 安福 規之
 日鉄高炉セメント 正 藤澤 拓馬
 九州大学大学院 学 渡邊 洋人

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、セメント改良技術は、軟弱地盤対策として用いられている。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⁾。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いる。また、セメント改良体の劣化メカニズムについては研究段階であり、その劣化進行予測についても一般的な手法は確立されていない。既往の研究では、主に粘性土を固化した改良土を対象として、セメントの種類、添加量、気中養生期間を変えた実験を行っている。しかし、母材の違いに着目したセメント改良土の耐海水性については、研究があまり行われていない。本研究では、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るため、豊浦砂とカオリン粘土の質量比を変化させて混合した試料に対して、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った。本文では、(1)細粒分含有率の違いが劣化に与える影響の把握、(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把握の2つの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、高炉スラグ高含有セメントを265kg/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濃度が高いことがわかっている。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。母材の粒度加積曲線を図-1に示す。また、供試体の作製条件を表-1に示す。豊浦砂の細粒分含有率は0%、カオリン粘土が100%である。セメントはBBセメントを用いた。含水比については、「豊浦砂50%、カオリン粘土50%、セメント添加量150kg/m³」の場合と、「カオリン粘土100%、セメント添加量150kg/m³」の場合が含水比50%で供試体を作製してお

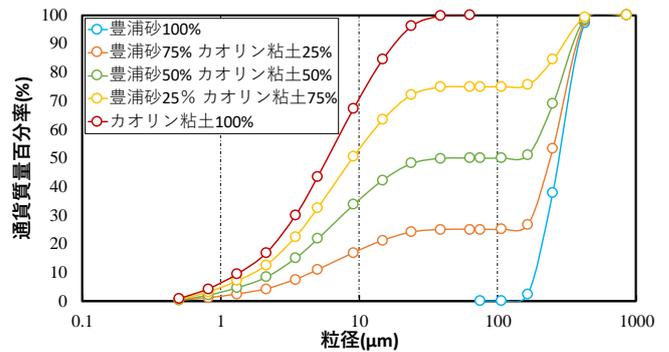


図-1 母材の粒度加積曲線

表-1 供試体の作製条件

母材 (質量比)	豊浦砂100%,カオリン粘土0%
	豊浦砂75%,カオリン粘土25%
	豊浦砂50%,カオリン粘土50%
	豊浦砂25%,カオリン粘土75%
	豊浦砂0%,カオリン粘土100%
セメント添加量	70kg/m ³ ,150kg/m ³
人工海水養生期間	1ヶ月,3ヶ月,6ヶ月,12ヶ月
気中養生期間	1日
水セメント比	80%
含水比	18%,50%
固化材	BBセメント

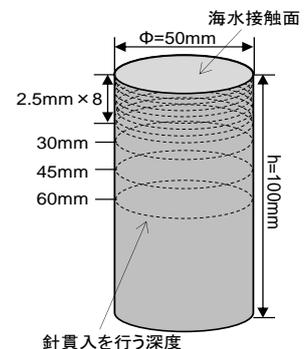


図-2 針貫入試験の計測点

り、その他の場合は全て含水比 18%とした。養生水は人工海水であり、供試体上面のみを人工海水と接触させて所定期間養生した。

3-2.強度試験・Ca 濃度測定

所定期間養生した供試体に、針貫入試験を行い各深度ごとの劣化の様子を測定した。計測点を、図-2 に示す。この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ほど強度が大きい。また、定期的に養生水の Ca 濃度を測定し、改良体からの Ca 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、深さごと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の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。セメント添加量が 70kg/m³ の供試体（3ヶ月養生）の針貫入勾配と針貫入勾配比の深度分布の比較を示したものである。図-3 はセメント添加量が 150kg/m³ の供試体（3ヶ月養生）の針貫入勾配と針貫入強度比を示したものである。セメント添加量 70kg/m³ で豊浦砂 100%の場合を除いては、細粒分含有率が大きい供試体ほど劣化が進行していることがわかる。また、セメント添加量 70kg/m³ において、豊浦砂 75%でカオリン粘土 25% の供試体に大きな強度が顕著に現れた。

養生水の Ca 濃度の経時変化を図-5、図-6 に示す。細粒分含有率が大きいほど Ca の溶脱量が多い結果になった。また、同一の母材で比較すると、養生期間が 100 日程度ではセメント添加量による大きな違いは見られなかった。

5.おわりに

- (1) 養生 3ヶ月までの供試体で比較すると、セメント添加量 70kg/m³ で豊浦砂 100%の場合を除いては、細粒分含有率が大きい供試体ほど劣化が進行していることが確認された。
 - (2) 細粒分含有率が大きいほど供試体からの Ca の溶出量が多い。
- 今後は、引き続き養生した供試体に対する試験を実施するとともに、他の母材を用いた供試体においても細粒分含有率に着目して、本実験と同様の結果を得られるか検討する予定である。

【謝辞】本研究の一部は、「一般社団法人 環境地盤工学研究所 平成 30 年度若手研究者研究助成」の支援を得て実施した。

【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.

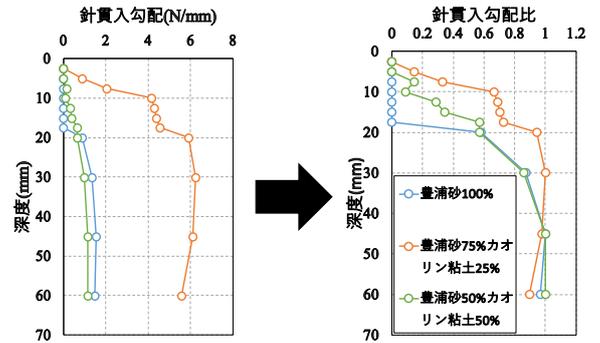


図-3 針貫入勾配および針貫入勾配比の深度分布 (セメント添加量 70kg/m³)

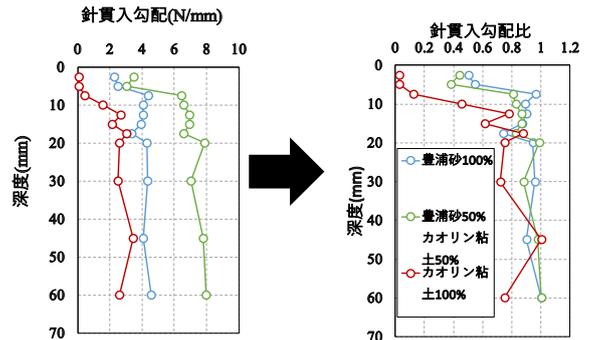


図-4 針貫入勾配および針貫入勾配比の深度分布 (セメント添加量 150 kg/m³)

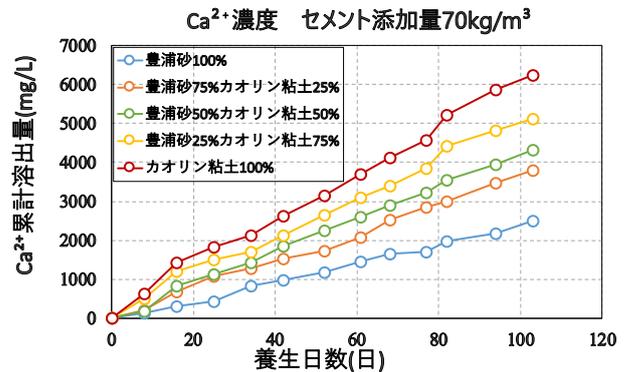


図-5 Ca 溶出量 (セメント添加量 70kg/m³)

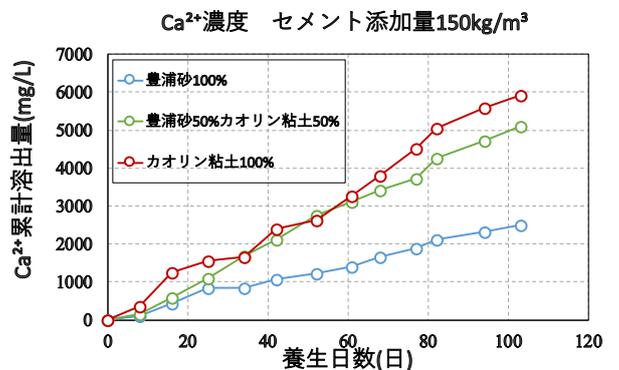


図-6 Ca 溶出量 (セメント添加量 150kg/m³)