

海水環境下で短期間曝露したセメント改良砂の劣化特性

九州大学工学部 学 ○ 黒川諒一

九州大学大学院 正 石藏良平 正 安福規之 正 HazarikaHemanta

1. はじめに

セメント系固化材による固化処理工法は主要な軟弱地盤対策の一つとして利用されている。しかし、長期間海水環境下で曝されると固化材によっては劣化する事例が報告されている。¹⁾ そのため、高い耐海水性を有するセメントの開発が重要となる。埋立地や建築構造物基礎地盤は潮の干満等の影響も受けており、自然環境を再現した養生条件下で供試体を設置し、劣化特性を評価することが必要となる。

本研究では、砂質土を対象とし配合の異なる2種類のセメントを用いて改良砂を作製し、加圧条件の異なる海水環境下で養生を行った。所定期間養生した供試体に対して、針貫入試験を行い、劣化の状況や進行速度について考察を行った。

2. 実験概要

2-1. 供試体の作製・養生手順

実験に用いたセメントの性状および供試体の作製条件を表-1 表-2 に示す。セメントは普通ポルトランドセメント、高炉スラグ、無水石膏の配合割合を変えた2種類を選定した。表-2 に示す所定のセメントと水を混ぜ合わせ、スラリー状にしたセメントペーストを母材に加え、10分間攪拌機で練る。次に2種類の一面開放プラスチック容器(φ115×h114 mmおよびφ50×h100 mm)に充填した供試体を28日間気中養生する。28日養生した供試体を所定の加圧条件で短期間養生する。加圧条件としては、セメント配合の異なる各ケースに対して、室内海水養生および室内海水養生加圧の2つの条件で行う。室内海水養生については、25℃一定の室内で供試体を海水に水浸させ開放面を上向きにして設置した。室内海水養生加圧については、容器内に供試体を水浸させ、開放面を上向きに設置し、潮の干満を想定して、容器内に6時間周期で30 kPaの水圧を負荷し、載荷・除荷を繰り返した。養生水には海水を使用し28日ごとに養生水を交換した。28日(気中養生)・90日(気中養生28日・水中養生62日)の2パターンに対して実験を行う。各ケースの標準養生した供試体(φ50×h100 mm)に対して一軸圧縮試験を実施した。

2-2. 実験方法

供試体(φ115×h114 mm)を半割にし、供試体上端面からの深さ方向の強度変化を把握するため、半割面に対して水平方向に針を貫入する。供試体上端面から30 mmまで2.5 mmピッチ、それ以深は15 mmピッチごとに試験を行い、貫入勾配を求める。貫入勾配とは貫入量が10 mm時の貫入力、または貫入力100 N時の貫入量を読み取り、貫入量で貫入力を除した値を意味する。貫入勾配から供試体の一軸圧縮強度を予測できる。

3. 標準養生した供試体の一軸圧縮強度

図-2 に標準養生した各供試体(φ50×h100 mm)の一軸圧縮強度の平

表-1 セメントの性状

セメント種類	略記	普通ポルトランドセメント(%)	高炉スラグ(%)	無水石膏(%)
高炉スラグ高含有セメント	試作品	30	65	5
高炉セメントB種	BB	55~60	40~45	0

表-2 供試体の作製条件

CASE名	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
母材(質量比)	豊浦砂: ガイロメ粘土=9:1			
練り混ぜ水	精製水			
養生日数	28日・90日			
養生温度	25℃			
供試体寸法	φ115×h114 mm		φ50×h100 mm	
セメント種類	試作品	BB	試作品	BB
セメント添加量(kg/m ³)	70		265	
w/c (%)	100		80	

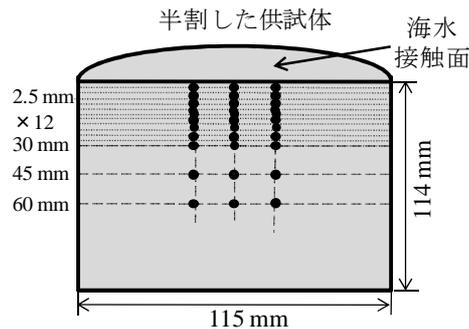


図-1 針貫入試験の調査方法(計測位置)

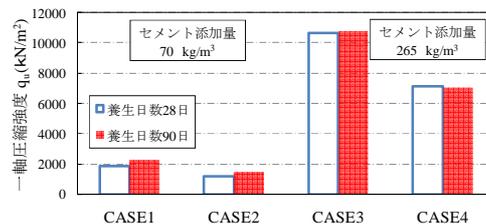


図-2 各材齢における一軸圧縮強度の比較

均値を示す。試作品のセメントを用いた供試体の一軸圧縮強度は、各セメント添加量において BB セメントを用いた供試体の一軸圧縮強度の 1.5 倍程度であった。²⁾ 試作品のセメントおよび BB セメントを用いた供試体の一軸圧縮強度の養生日数 28 日から養生日数 90 日までの強度増加は小さい。

4. 針貫入試験の結果

図-3 に 90 日養生した供試体の一軸圧縮強度の実験値と推定値(針貫入試験から予測された一軸圧縮強度の値)の比較を示す。推定値のほうがやや大きい、針貫入試験と一軸圧縮強度には相関がある。

図-4 および図-5 は海水中で短期養生した供試体の針貫入強度結果を示す。³⁾ 図-4 はセメント添加量 70 kg/m^3 、図-5 はセメント添加量 265 kg/m^3 の養生日数が 28 日と 90 日の強度を示す。針貫入強度比とは養生日数 28 日での各ケースの健全部(養生環境の影響を受けないと考えられる供試体の開放面からの深さ 30 mm および 45 mm の一軸圧縮強度の平均値)の強度で各供試体の深さ方向の強度を除した値を意味する。各条件の各深度において、28 日の供試体の強度比よりも小さくなっている部分を劣化範囲とする。材齢 28 日の深さ 10 mm 以下の強度比は、試作品のセメントおよび BB セメントで共に 1.0 未満程度となっている。この要因として、供試体作製時のブリーディング等の影響を受けたためと考え、劣化範囲とは考えない。

セメント添加量 70 kg/m^3 における劣化範囲は加圧条件によらず、試作品のセメントおよび BB セメントの材齢 90 日ではともに 10 mm 程度であった。短期間養生では、室内海水養生と室内海水養生加圧では顕著な相違は表れなかった。セメント添加量 265 kg/m^3 における劣化範囲は、セメントの種類によらず、各深度で針貫入強度比がほぼ 1 付近にあり、短期間養生での劣化は見られなかった。

5. まとめ

本研究では、配合の異なるセメントを用いたセメント改良砂を海水環境下で短期間養生させ一軸圧縮試験および針貫入試験を行った。

- 1) 試作品のセメントで作製した供試体のほうが BB セメントで作製した供試体よりも養生日数や添加量によらず大きくなる。
- 2) セメント添加量が小さな供試体においては、海水 90 日養生ではセメントの種類によらず 10 mm 程度の劣化がみられた。
- 3) 短期間養生(90 日)では加圧条件の異なる供試体の劣化範囲に大きな差は見られなかった。
- 4) セメント添加量が大きな供試体においては、海水 90 日養生ではセメントの種類によらずほとんど劣化が見られなかった。

今後は海水養生した供試体に対する継続した、試験を実施する。

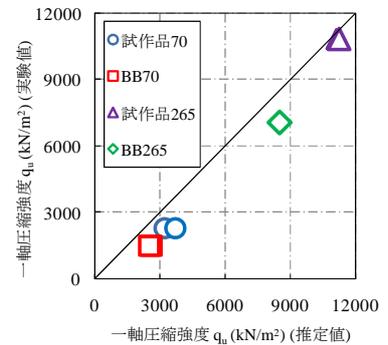


図-3 一軸圧縮強度の実験値と推定値の比較

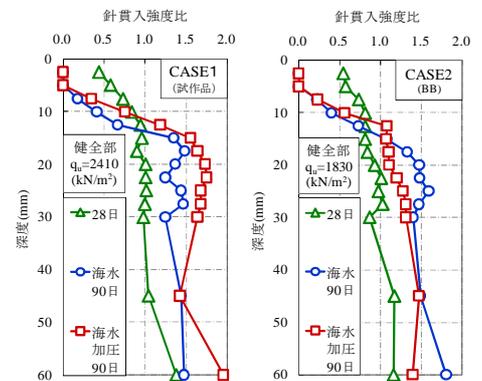


図-4 強度比分布

(セメント添加量 70 kg/m^3)

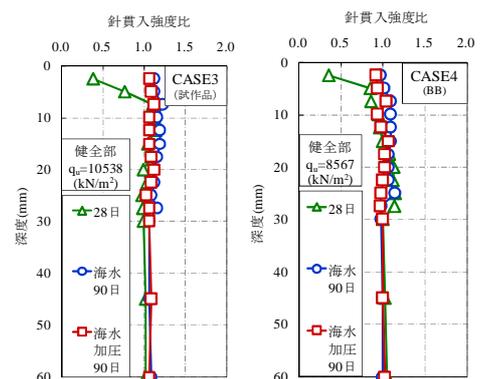


図-5 強度比分布

(セメント添加量 265 kg/m^3)

【参考文献】1)原弘行, 末次大輔, 林重徳:海水環境下における石灰処理土のカルシウム溶出機構, 材料 61(1), 11-14, 2012 公益社団法人日本材料学会 2)(株)竹中工務店 津川澄夫, 河野貴徳, 吉田智憲, 佐藤英二, 米澤 敏男 竹本油脂(株) 玉木 伸二, 木之下 光男 : 高炉スラグ高含有セメントを用いた地盤改良体の特性(その2), 第45回地盤工学研究発表会 pp. 567~568, 2010 3)(株)竹中工務店 宮本 勇貴, 河野 貴徳, 平井 芳雄, 青木 雅路, 米澤 敏男, 上田 昌弘: 高炉スラグ高含有セメントを用いた地盤改良体の特性(その7) 第47回地盤工学研究発表会 pp. 547~548, 2012