

海水浸漬によって劣化したセメント処理土の強度定数について

佐賀大学理工学部

学生会員○森田 麻友

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター

正会員 末次 大輔

山口大学大学院理工学研究科

正会員 原 弘行

佐賀大学理工学部

学生会員 山田 卓

1. はじめに

当研究グループでは、海水環境下における固化処理土の劣化現象について、主に室内実験により様々な検討を行っている^{1) 2)}。現在までの研究成果から、固化処理土は海水によって徐々に劣化が進行することが明らかになっている³⁾。今後、地球規模の気候変動による海面上昇によって沿岸部で使用される固化処理土が塩分の高い地下水に曝される可能性が高くなるため、固化処理土の耐久性について検討する必要がある。本研究では、セメント添加量の異なるセメント処理土を人工海水で浸漬劣化させて、定体積一面せん断試験を実施した。本文では、セメント添加量が劣化後の処理土の強度定数に及ぼす影響について検討する。

2. 実験方法

本研究では、試料土に有明粘土を用いた。また固化材には普通ポルトランドセメント（以下よりセメントと表示）を用いた。試料土の物性を表 - 1 に示す。実験で使用するセメント処理土は、試料土の含水比を液性限界の 1.5 倍に（237.2%）に調整し、セメントを 50, 70kg/m³ 添加したものである。これを $\Phi=100\text{mm}$, $H=200\text{mm}$ のプラスチックモールドに詰めて 28 日間養生した。その後プラスチックモールドから取り出して、 $\Phi=100\text{mm}$, $H=30\text{mm}$ に成形し、NaCl 濃度を 20g/L に調整した人工海水に約 630 日間浸漬した。このとき、供試体

表 - 1 試料土の物性

土粒子密度 (g/cm ³)	2.65
液性限界 (%)	158.1
塑性限界 (%)	51.4
粒度組成 (%)	
礫	0
砂	0
シルト	21.9
粘土	78.1

にはゴムスリーブを被せ、容器底面にはドレーン材を敷き、供試体の上部と下部の両面を海水と接触させるようにした。海水の交換頻度は 1 回/週とした。実験条件を表 - 2 にまとめて示す。比較のために、自然含水比状態で十分に攪拌し 50kN/m² で圧密した有明粘土も試験に供した。せん断試験は圧密定体積（CU）一面せん断試験である。供試体寸法は $\Phi=60\text{mm}$, $H=20\text{mm}$ である。圧密圧力は 50, 100, 150, 200kN/m² とし、圧密の打ち切り時間は海水浸漬させたセメント処理土と未処理の有明粘土については 3t 法によって決定した。海水浸漬前のセメント処理土については圧密が落ち着いたことを確認して打ち切った。せん断変位速度は約 0.2mm/min とした。

表 - 2 実験条件

調整後の含水比 (%)	237.2
固化材の種類	普通ポルトランドセメント
固化材添加量 (kg/m ³)	50, 70
供試体寸法 (mm)	$\Phi=50, H=100$
養生時間 (day)	28
海水濃度 (NaCl : g/L)	20
供試体と海水の体積比	$\approx 1:5$
浸漬時間 (day)	約630

3. 結果と考察

圧密圧力 $\sigma=100\text{ kN/m}^2$ 時におけるセメント添加量 50, 70kg/m³ の海水浸漬前後の供試体のせん断応力 τ とせん断変位 δ の関係を図 - 1, 2 にそれぞれ示す。浸漬前後で $\tau - \delta$ 関係を比較すると、浸漬前は τ にピークがあらわれているが、浸漬後は母材である有明粘土と同様に明瞭なピークがあらわれていない。また、セメント添加量が多いほどせん断強さが著しく低下している。セメント添加量 50, 70kg/m³ の供試体の海水浸

漬前後の有効応力表示によるせん断応力 τ と有効応力 σ' の関係を図 - 3, 4 に示す. 両図には再構成した有明粘土の $\tau - \sigma'$ 関係も併記している. いずれの添加量においても $\tau - \sigma'$ 関係を直線で近似できる. また, 浸漬後の $\tau - \sigma'$ 関係は, どちらの添加量の場合でも有明粘土のそれに近づくことがわかる. 粘着力 c' , せん断抵抗角 ϕ' とセメント添加量の関係を図 - 5 に示す. 浸漬後は粘着力が低下し, せん断抵抗角は大きくなり, 有明粘土の c' , ϕ' に近づくことがわかる. c' は有明粘土のそれ ($c' = 0$) に近づいているが, セメント添加量 50kg/m^3 では $c' = 4\text{kN/m}^2$, 70kg/m^3 では $c' = 14\text{kN/m}^2$ となり, セメント添加量が多いときほど浸漬後の粘着力が大きくなっている.

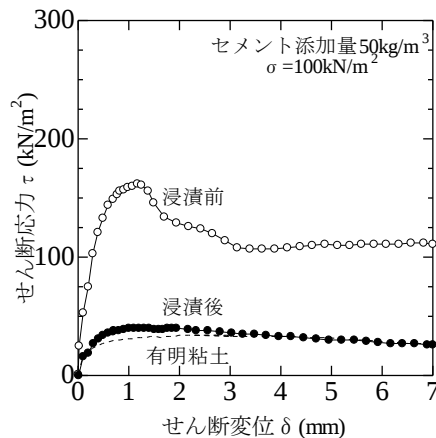


図 - 1 セン断応力 τ と
せん断変位 δ の関係

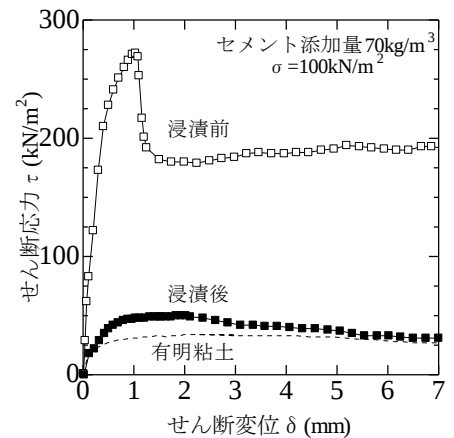


図 - 2 セン断応力 τ と
せん断変位 δ の関係

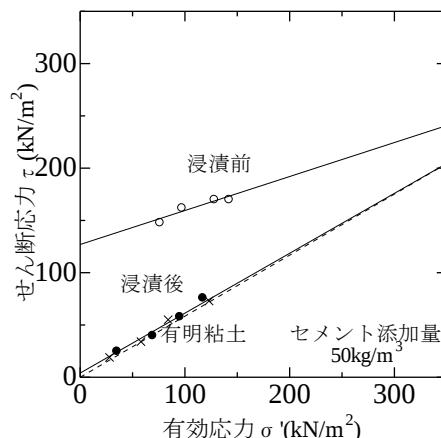


図 - 3 セン断応力 τ と
有効応力 σ' の関係

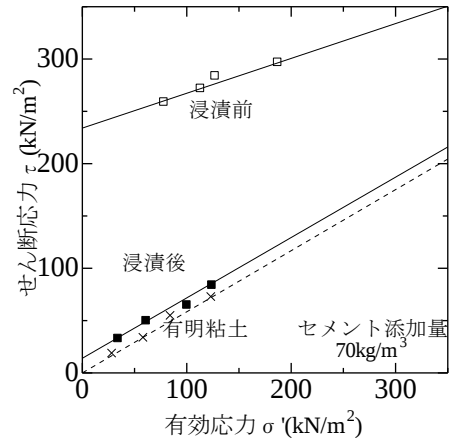


図 - 4 セン断応力 τ と
有効応力 σ' の関係

4. まとめ

本研究では, 人工海水に浸漬劣化させたセメント添加量の異なる 2 種類のセメント処理土に対して圧密定体積一面せん断試験を実施した. 得られた知見をまとめると以下ようになる.

- 1) 海水に浸漬して劣化したセメント処理土のせん断強さは低下する.
- 2) 海水に浸漬して劣化したセメント処理土の粘着力は低下し, せん断抵抗角は増加する.
- 3) 劣化したセメント処理土の強度定数は母材の有明粘土のそれに近い.

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, Vol. 61, No. 1, pp.11-14, (2011)
- 2) 原 弘行, 末次 大輔, 林 重徳: 地下水の塩水が石灰処理土の間隙径分布に及ぼす影響, 環境地盤工学シンポジウム, Vol. 9, pp.227-230, (2011)
- 3) 原 弘行, 林 重徳, 末次 大輔, 水城 正博: 海水環境下における石灰処理土の性状変化に関する基礎的検討, 土木学会論文 1. 66, No. 1, pp.21-30, (2010)

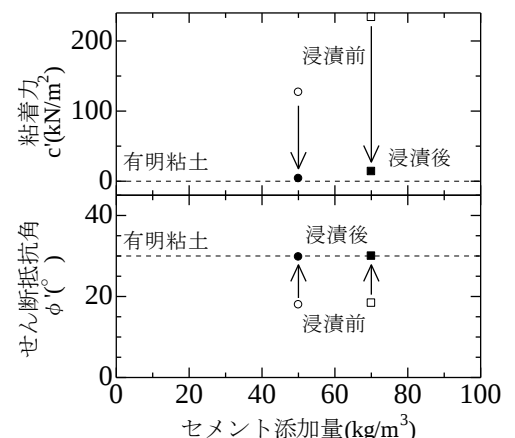


図 - 5 粘着力 c' , せん断抵抗角 ϕ' と
セメント添加量の関係