

海水浸漬により軟化した石灰処理土の圧密特性

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 ○原 弘行
 同上 正会員 末次 大輔
 同上 F 会員 林 重徳

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軟化現象およびメカニズムを、主に室内試験から明らかにしてきた^{1, 2)}。しかし、強度特性や圧密特性については、ほとんど明らかにされていない。本研究では、固化材に生石灰を使用した固化処理土の、海水の影響による圧密特性の変化を調べるために、人工海水に浸漬させた固化処理土供試体に対して、圧密試験、元素分析を行った。

2. 実験概要

本研究では、試料土に佐賀県小城市芦刈町より採取した有明粘土を用いた。使用した固化材は粉末状の生石灰である。試料土の物性を表-1に示す。石灰処理土作製時には、試料土の含水比を液性限界 w_L の 1.5 倍 (256.8%) となるように調整した。固化材の添加量は 35kg/m^3 とした。含水比調整後の試料土に固化材を添加し、十分に混合したものを $\phi=100\text{mm}$, $h=200\text{mm}$ のプラスチックモールドに詰めて、気中で 28 日間養生した。養生終了後、モールドから脱型した供試体を $h=30\text{mm}$ となるように整形し、NaCl 濃度を 20g/L に調整した人工海水に浸漬させた。このとき、供試体側面にはゴムスリーブを被せており、人工海水との接触面は供試体の上下面のみとなるようにしている。海水への浸漬条件は人工海水 8L に対して、供試体 ($V=236\text{cm}^3$) 1 つであり、ひと月に 1 度、海水の交換を実施した。一定期間海水に浸漬した供試体に対して、軟化を確認するためにコーン貫入試験を実施した。コーン貫入試験の結果から、全層にわたって軟化していることを確認した後、カッターリングを用いて供試体を $\phi=60\text{mm}$, $h=20\text{mm}$ に整形して圧密試験を実施した。また、比較対象として固化材を添加していない未処理の有明粘土に対しても圧密試験を実施した。未処理の供試体は、圧密試験が実施できるように、円筒型のカラムに詰めて 50kPa の圧力で十分に圧密したものを整形して作製した。圧密試験を実施する供試体に対して Ca 濃度の分析を実施した。人工海水に浸漬させた供試体は、濃度分布が生じている可能性を考慮して、深さ方向 6mm 毎に 5 箇所分析を行った。元素分析には、蛍光 X 線分析装置(SHIMADZU Rayny EDX-800HS)を使用した。本実験の条件をまとめて表-2に示す。

3. 実験結果と考察

浸漬前と NaCl 濃度 20g/L の人工海水に 120 日間浸漬させた石灰処理土供試体の貫入抵抗 F と貫入深さ d の関係を図-1に示す。浸漬前の供試体は、コーンを貫入した直後に、貫入抵抗が急激に増加し始め、貫入深さ 10mm 程度で一定となるのに対して、NaCl 濃度 20g/L の人工海水に 120 日間浸漬させた供試体は貫入深さ 20mm

表-1 試料土の物性

自然含水比 (%)	239.4
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.63
液性限界 (%)	171.2
塑性限界 (%)	58.7
粒度組成 (%)	
礫	0.0
砂	0.4
シルト	29.6
粘土	70.0

表-2 実験条件

試料土	有明粘土
固化材	生石灰
調整後の含水比 (%)	256.8
固化材添加量 (kg/m^3)	35
供試体寸法 (mm)	$\phi=100, h=30$
養生時間 (days)	28
海水濃度 (NaCl: g/L)	20
供試体と人工海水の体積比	$\approx 1: 34$

キーワード 土質安定処理, 海水, 生石灰, 圧密

連絡先 〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町一番地 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター

に達しても貫入抵抗の増加はほとんどみられない。このことから、人工海水に120日間浸漬させた供試体は全層にわたって軟化していると判断した。

軟化前後の石灰処理土および有明粘土（未処理）の圧縮曲線を図-2示す。石灰やセメントなどの固化材を添加した処理土は、間隙中に多種の水和物を含んでいる³⁾。一般に、間隙は土中の水および空気が占める部分を指すが、本報告における固化処理土の間隙比 e は水和物を含む土粒子以外の体積と土粒子体積の比として算出している。人工海水に浸漬させる前の石灰処理土の圧密降伏応力は 320kN/m^2 であったが、人工海水に120日間浸漬させた処理土は、明瞭な圧密降伏応力は得られなかった。圧縮指数は浸漬前、有明粘土（未処理）でそれぞれ3.10, 1.10であった。人工海水に120日間浸漬させた処理土の圧縮指数は1.33であり、有明粘土（未処理）よりも高い値を示した。

Ca濃度の分析結果を図-3に示す。浸漬前の石灰処理土、有明粘土（未処理）のCa濃度はそれぞれ2.6, 21.1wt%であった。120日間浸漬させた石灰処理土供試体中のCa濃度は4~6wt%程度の値を示しており、深さ方向に分布はみられない。120日間浸漬させた供試体は浸漬前に比べてCa濃度が著しく低下しているが、未処理の有明粘土に比べると3wt%前後高い値を示した。

4. まとめ

本研究では、海水の影響によって軟化した固化処理土の圧密特性について検討した。得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 人工海水に浸漬させた固化処理土は軟化して圧密降伏応力が著しく低下する。
- 2) 人工海水に浸漬させた固化処理土の圧縮指数は未処理の有明粘土よりも大きい。
- 3) 人工海水に浸漬させた固化処理土のCa濃度は未処理の有明粘土よりも高い。

参考文献

- 1) 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, 土木学会論文集 C, Vol.66, No.1, pp.21-30, 2010.
- 2) 原弘行, 末次大輔, 林重徳: 石灰処理土のカルシウム溶出特性に及ぼす海水中の塩分の影響, 第44回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.623-624, 2009.
- 3) 石灰協会土質安定処理工法委員会編: 石灰による土質安定処理工法, 1970.

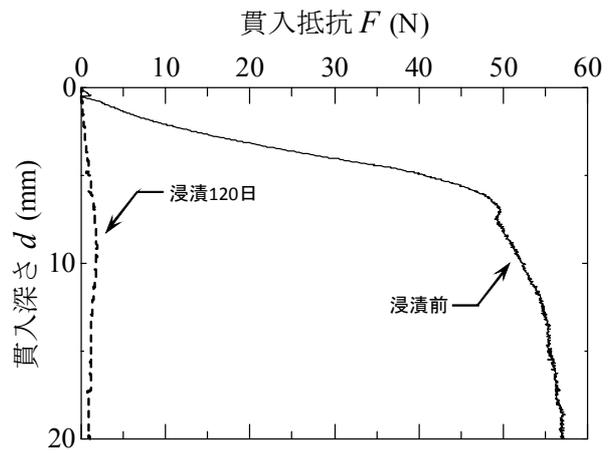


図-1 貫入抵抗 F と貫入深さ d の関係

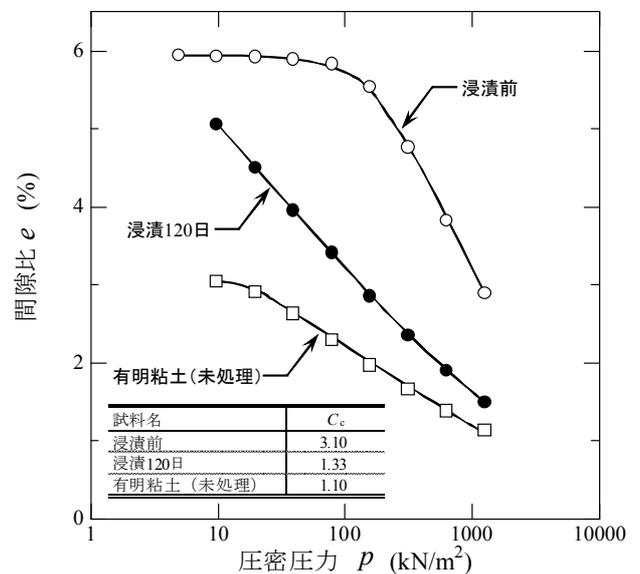


図-2 軟化前後の石灰処理土および有明粘土の圧縮曲線および圧縮指数 C_c

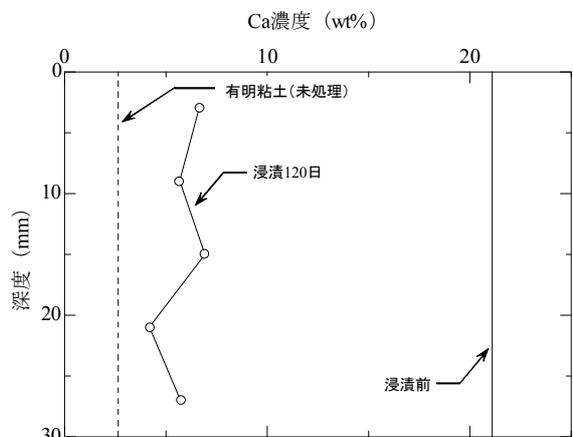


図-3 Ca濃度の分析結果