

海水に浸漬させた石灰処理土の物理的・化学的性質の変化

佐賀大学大学院 学生会員 ○原 弘行
 佐賀大学低平地研究センター F会員 林 重徳
 同上 正会員 末次 大輔
 同上 正会員 杜 延軍
 佐賀大学理工学部 学生会員 水城 正博

1. はじめに

石灰を使用した化学的安定処理土は建設発生土の盛土材料としての有効利用など、幅広い分野で用いられている。石灰処理土は水和物(C-S-H, C-A-H)¹⁾の生成により長期的に安定であると考えられている。しかし、塩分を含む水と接触すると、石灰処理土の固化成分である Ca^{2+} の溶出が促進される²⁾。それに伴い、盛土基礎部の材料などに用いられた石灰処理土は強度が低下し、構造物の安定性等に大きく影響を及ぼすことが予想される。そこで本研究では、濃度の異なる海水に浸漬した石灰処理土に対し、コーン貫入試験および深度毎の化学分析を実施した。石灰処理土のコーン貫入抵抗と土中の化学成分の変化から海水が処理土の物理的・化学的性質の変化に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

本研究では、試料土に佐賀県芦刈町より採取した有明粘土を用い、固化材には生石灰を用いた。試料土の物性を表-1に示す。実験で使用する石灰処理土は、含水比を液性限界の1.5倍に調整した粘土に対して石灰を 35kg/m^3 添加したものである。これを、 $\phi=50\text{mm}$, $h=100\text{mm}$ のモールドに詰めて7日間養生した。その後、試料をモールドから取り出し、NaCl濃度を0(蒸留水), 5, 10, 20, 40g/lに調整した人工海水中に浸漬させた。浸漬期間は28, 42日である。なお、浸漬中は、供試体にゴムスリーブを被せ、海水との接触を供試体上面のみにした。浸漬後の試料を用いて、貫入試験および各種分析を実施した。試験の手順は以下の通りである。まず供試体にマイターボックスを取り付け、直径6mmのコーンを貫入し、深度毎に貫入抵抗を測定する。貫入速度は 3mm/min とした。その後、供試体上面から5mm毎にCa, Na, Mgを測定した。Ca, Na, Mgは蛍光X線分析装置を用いて分析した。

表-1 試料土の物性

土粒子の密度 (g/cm ³)	2.54
液性限界 (%)	164.1
塑性限界 (%)	46.1
粒度組成 (%)	
砂	0.1
シルト	28.9
粘土	71.0
pH	7.25

3. 結果と考察

供試体の貫入抵抗と深度の関係を図-1に示す。0g/lのものは浸漬時間を変化させても貫入抵抗の差はあまりみられない。しかし、40g/lのものは浸漬時間が長くなると、海水との接触面に近い箇所では貫入抵抗値が大きく低下している。図-2に深度10cmにおける各海水濃度の浸漬時間と貫入抵抗の関係を示す。0, 5g/lでは浸漬時間28日以降に貫入抵抗は増加している。しかし、10g/l以上では浸漬時間が長いものほど貫入抵抗が低下している。また、海水濃度が高いものほど貫入抵抗の低下量が大きい。図-3に浸漬時間28日供試体の劣化深度³⁾と分析結果を示す。各海水濃度の供試体において、貫入抵抗値が小さく、強度が低下しているとみられる箇所ではCa濃度が低い傾向がある。劣化が進行していない20mm以深では、Ca濃度はほぼ一定の値を示している。Caは固化材である生石灰の主成分であり、溶出することで強度が低下することが予想される。また、浸漬水中のNaCl濃度が高いものは、化学成分が拡散により移動し、供試体の深いところにおいてもNa, Mg濃度が高い。また、海水に浸漬させた供試体の劣化深度より深いところの貫入抵抗は、蒸留水のものよりも大きい。これは、供試体深部まで移動したNaが水和反応を促進させたものと考えられる⁴⁾。海水が引き起こす石灰処理土中のCaの溶出は海水中の Na^+ や Mg^{2+} とのイオン交換が影響していることが予想されるが、この溶出メカニズムについてはさらなる詳細な検討が必要である。

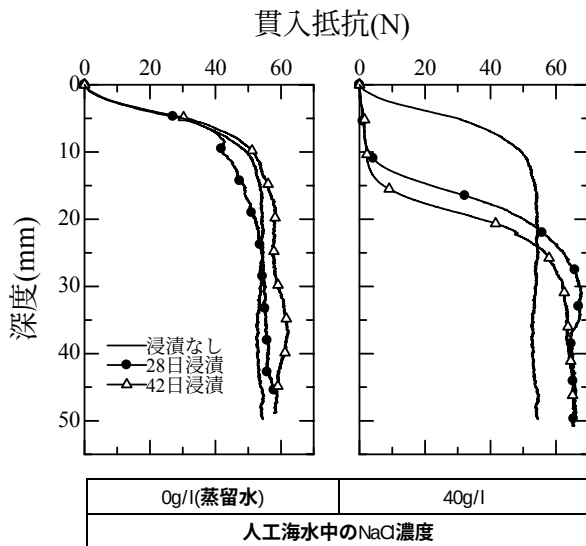


図-1 貫入抵抗と深度の関係(0, 40g/l)

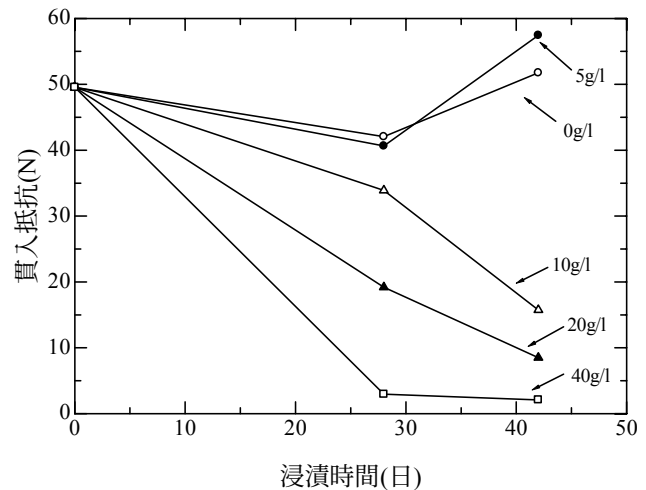


図-2 深度 10mm における浸漬時間と貫入抵抗の関係

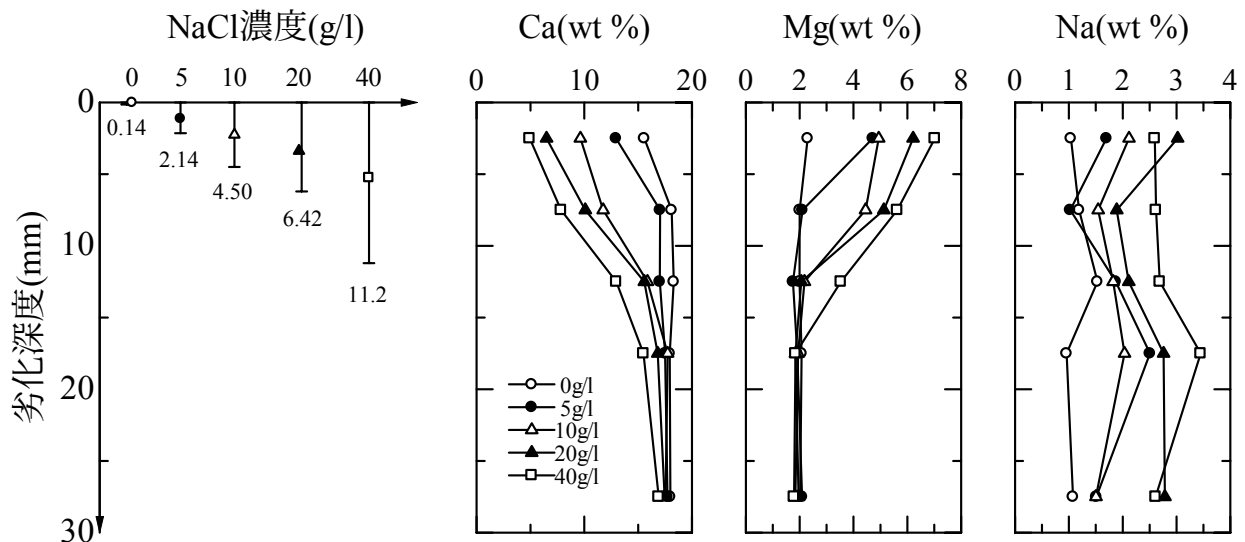


図-3 劣化深度と分析結果の関係

4. まとめ

本研究では、コーン貫入試験および蛍光 X 線による化学分析を行い、海水に浸漬させた石灰処理土の貫入抵抗と処理土中の Ca, Mg, Na 濃度の変化を検討した。得られた知見は以下の通りである。

- 1) 石灰処理土に浸漬させる海水の濃度が高いものほど劣化深度が深くなる。
- 2) 石灰処理土は海水へ浸漬させた時間が長いものほど劣化深度が深くなる。
- 3) 貫入抵抗が低い箇所において Ca の溶脱が進行している。
- 4) 海水を浸漬させた供試体は劣化箇所所以深では蒸留水のものより貫入抵抗が大きくなる。

【参考文献】

- 1) 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。
- 2) 原ら：石灰処理した有明粘土のカルシウムの溶脱特性に及ぼす浸透水の影響，第 42 回地盤工学研究発表会，pp.617-618，2007。
- 3) 水城ら：コーン貫入試験による石灰処理土の劣化深度の評価法，平成 19 年度土木学会西部支部(投稿中)
- 4) 宋ら：海水含有イオンの石灰安定処理土に及ぼす影響(第 2 報)，第 33 回年次学術講演会，pp.276-277，1978。