

海水浸漬下におけるセメント処理土の性質変化に及ぼす養生時間の影響

佐賀大学理工学部 学 ○島戸 宏明, 学 原弘行
佐賀大学低平地研究センター 正 末次 大輔, F 林重徳

1. はじめに 当研究グループでは、石灰処理土は海水の影響により劣化することを明らかにした¹⁾。化学的安定処理の現場では生石灰と並んでセメント系固化材も多く使用されている。今後、海水環境下に置かれるセメント処理土を50年以上の長期に亘って供用していくためには、セメント系処理土の耐久性についても検討する必要がある。本研究では、海水に浸漬したセメント処理土の性質変化に及ぼす養生時間の影響を調べるために、海水に浸漬させた養生時間の異なる2種類のセメント処理土供試体について、コーン貫入試験と元素分析を行なった。

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。試料土の物性を表-1に示す。固化材には高炉セメントB種を用いた。セメント処理土作製時には、試料土の含水比を液性限界の1.5倍($w=270.5\%$)となるように調整した。試料土に固化材 70kg/m^3 を添加し、十分に混合したものを $\phi=50\text{mm}$, $h=100\text{mm}$ のプラスチックモールドに空気が入らないように詰めて気中で養生した。養生による強度発現途中および強度発現がほぼ終了したセメント処理土の性質変化を調べるため、養生時間を7日と28日とした。脱枠した供試体にゴムスリーブを被せた後、NaCl濃度0, 5, 10, 20, 40g/Lに調整した人工海水に浸漬させた。海水への浸漬条件は、人工海水2Lに対して、供試体($V=196.3\text{cm}^3$)を2本とした。ゴムスリーブの下部は密閉し、海水との接触は供試体上面のみとなるようにした。海水に浸漬させる時間は、0, 14, 28, 56, 112, 168, 224日とした。所定の期間海水に浸漬させた供試体に対してコーン貫入試験と元素分析を実施した。試験の手順は以下のとおりである。まず、浸漬後の供試体からゴムスリーブを外し、マイターボックス(内径: 50mm)を取り付ける。次に、本試験用に製作した、小型のコーン(径: 6mm, 先端角度: 60°)を、人工海水との接触面から3mm/minの貫入速度で50mm程度貫入した。貫入試験実施後、供試体を5mm毎にスライスカットして元素分析を実施した。元素分析には、蛍光X線分析装置(SHIMADZU Rayny EDX-800HS)を使用した。

表-1 試料土の物性

自然含水比 (%)	217.3
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.69
液性限界 (%)	180.3
塑性限界 (%)	51.4
粒度組成 (%)	
礫	0.0
砂	0.3
シルト	25.7
粘土	74.0

3. 実験結果と考察 7日および28日養生後に人工海水に浸漬させた供試体の貫入抵抗 F と貫入深さ d の関係をそれぞれ図-1, 図-2に示す。NaCl濃度0g/Lのときには、7日養生供試体の場合、顕著な貫入抵抗の低下はみられず、浸漬時間が長いときほど貫入抵抗が大きくなる。28日養生供試体でも、貫入抵抗の低下はみられないが、7日養生供試体のような浸漬による貫入抵抗の増加はみられない。NaCl濃度20, 40g/Lのときは、浸漬時間が長いものほど貫入抵抗が発現し始める貫入深さが深くなる。同じ浸漬時間の供試体では、養生時間にかかわらず、浸漬水のNaCl濃度が高いものほど、貫入抵抗が発現し始める貫入深さが深くなる。

図-1, 図-2に示したように、人工海水に浸漬させた供試体では、貫入抵抗がほとんど発現しない範囲と急激に貫入抵抗が発現し始める範囲が確認できる。これら2つの範囲をそれぞれ直線で近似し、2直線の交点の深さを劣化深度 d_n と定義する¹⁾。添え字の n は浸漬時間を意味する。7, 28日養生した供試体の、浸漬時間と劣化深度の関係を図-3に示す。NaCl濃度0g/Lの場合、浸漬時間が168日以前のものは、劣化深度は非常に小さい。人工海水に浸漬させた場合、浸漬時間が長いものほど劣化深度が大きくなる傾向がある。また、同じ浸漬時間では、NaCl濃度が高いものほど劣化深度が大きい。7日養生させた供試体を、NaCl濃度0, 5, 10, 20, 40g/Lの人工海水に224日浸漬させたときの劣化深度はそれぞれ $d_{224}=2.1, 2.9, 12.8, 19.2, 27.6\text{mm}$ であった。28日養生させた供試体の場合、 $d_{224}=2.8, 8.4, 16.6, 26.9, 34.6\text{mm}$ であった。同じ浸漬時間で7日養生供試体と

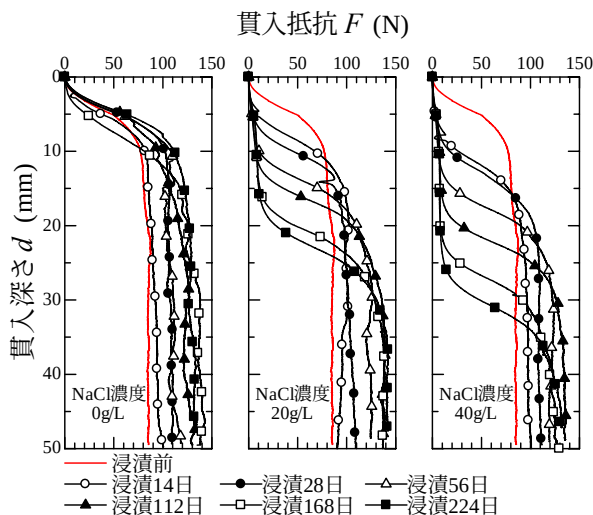


図-1 貫入抵抗の深度分布(7日養生供試体)

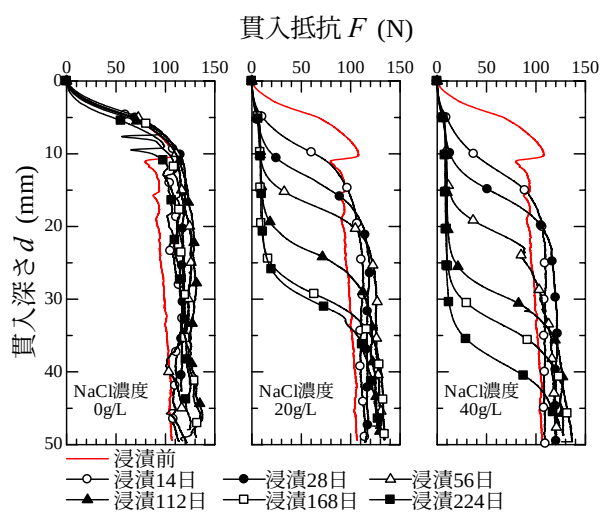


図-2 貫入抵抗の深度分布(28日養生供試体)

28日養生供試体の劣化深度を比較すると、後者の方が大きいことがわかる。

224日浸漬させた7, 28日養生供試体のCa濃度, Mg濃度の深度分布を図-4に示す。NaCl濃度0g/Lの場合, 7, 28日養生両供試体のCa濃度は, 表層において若干低い値を示すが, 深さ方向に大きな濃度変化はみられない。NaCl濃度40g/Lの場合, 海水との接触面に近い箇所ほどCa濃度は低い。特に20mm以浅では10wt%となり, 著しく濃度が低下している。7日養生供試体よりも28日養生供試体の方が, 深くまでCa濃度が低下している。Mgについては, NaCl濃度0g/Lの場合, 7, 28日養生両供試体においても深さ方向に大きな変化はみられない。NaCl濃度40g/Lの場合, 海水との接触面に近い箇所ほどMg濃度は高い。Mg濃度の増加がみられる範囲とCa濃度の低下がみられる範囲は, ほぼ一致している。

4. まとめ 本研究で得られた知見をまとめると以下のようなになる。

- 1) 海水に浸漬させたセメント処理土は, 浸漬時間が長いものほど, また海水濃度が高いものほど劣化深度が大きくなる。
- 2) 海水に浸漬させた供試体の劣化深度は, 7日養生供試体よりも28日養生供試体の方が大きい。
- 3) 海水との接触面に近い箇所ほどセメント処理土中のCa濃度の低下ならびにMg濃度の増加する範囲がみられ, その範囲は28日養生供試体の方が7日養生供試体よりも深くなる。
- 4) 有明海の一般的なNaCl濃度:20g/Lにおいても, わずか7ヶ月余りで劣化深度は19~24mmに達しており, 劣化速度は非常に速い。

【参考文献】 1) 原ら: 海水浸漬下における石灰処理土の性質変化に関する実験的検討, 地盤改良シンポジウム, Vol.8, pp. 65-70, 2008.

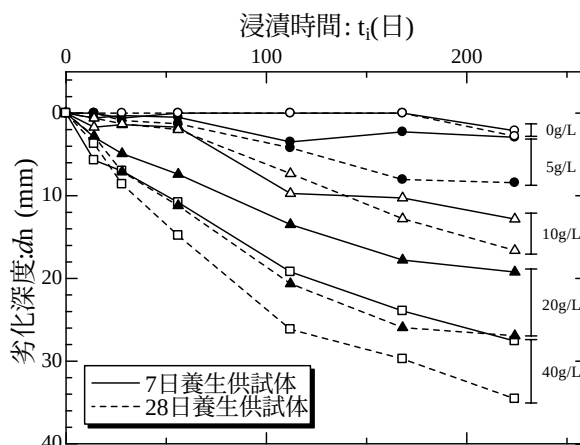


図-3 浸漬時間と劣化深度の関係

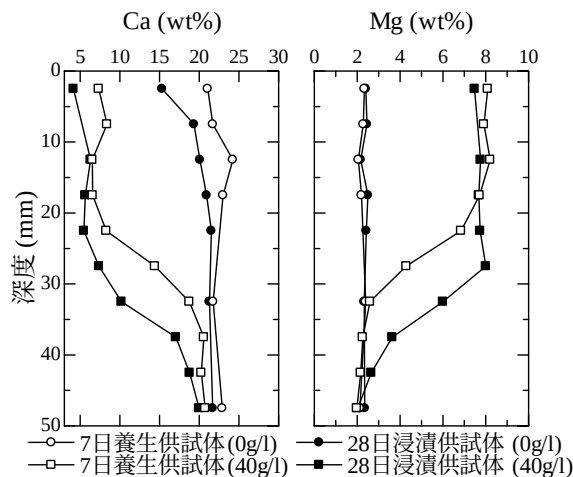


図-4 Ca濃度, Mg濃度の深度分布(224日浸漬)