

## 海水浸漬したセメント処理土の劣化の進行予測に関する検討

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

著者らは、海水環境に曝された固化処理土の劣化に関する研究を行っている。現在までの研究から、固化処理土は海水との接触面から Ca が溶出し、徐々に劣化が進行することを明らかにしてきた<sup>1)</sup>。固化処理土は劣化するとその強度が著しく低下するため、今後、沿岸域ならびに河川感潮域において造成された固化処理地盤の海水に対する耐久性を検討する必要があると考える。本研究では、固化材添加量の異なるセメント処理土に対して海水浸漬劣化実験を実施し、浸漬条件が劣化に及ぼす影響と劣化の進行に関する検討を行った。

## 2. 実験概要

本研究では、試料土に有明粘土を用いた。固化材は普通ポルトランドセメント（以下セメント）である。試料土の物性を表-1 に示す。実験で使用する供試体は、含水比を試料土の液性限界の1.5 倍 ( $w=237.2\%$ ) に調整した試料土に対し、固化材を50, 70, 100kg/m<sup>3</sup> 添加・混合して作製したセメント処理土である。これを  $\phi=50\text{mm}$ ,  $H=100\text{mm}$  のプラスチックモールドに詰めて28 日間養生する。その後、プラスチックモールドから供試体を取り出し、NaCl 濃度を20g/L に調整した人工海水に浸漬した。このとき、供試体にはゴムスリーブを被せ、下部を密閉して海水との接触面を供試体上面のみにするようにした。

現在までの研究成果から、固化処理土を海水に浸漬すると劣化の原因物質である浸漬水中のMg イオン濃度が減少することわかっている<sup>2)</sup>。そこで、本実験では、海水交換を実施する場合としない場合の両条件で浸漬を行った。浸漬時間は28, 56, 84, 168 日である。なお、海水の交換頻度は1 回/週とした。所定の期間浸漬後の供試体に対して小型のコーン（径:6mm, 先端角度:60 度）を使用した貫入試験を実施した。

## 3. 実験結果と考察

## 3.1 浸漬条件が劣化に及ぼす影響

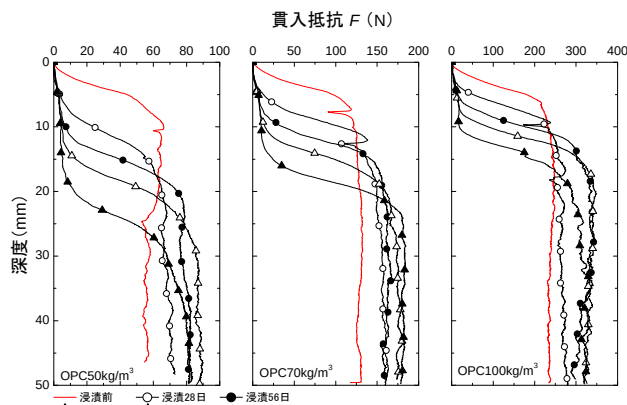
人工海水に浸漬させた固化材添加量50, 70, 100kg/m<sup>3</sup>の供試体の貫入抵抗 $F$ の深度分布を図-1に示す。浸漬前の供試体は固化材添加量にかかわらず貫入の初期段階で貫入抵抗が急激に発現し始め、深度10mm前後で一定の値を示し始める。それに対して、海水に浸漬した供試体は表層付近において貫入抵抗の発現はほとんどみられない。さらに、浸漬時間に伴って貫入抵抗の発現がみられない範囲が広がっていることがわかる。貫入抵抗の発現がみられず、著しく軟化している範囲を劣化深度と定義し、以下に記す方法で定量した。まず、海水に浸漬した供試体には、貫入抵抗がほとんど発現しない範囲と著しく増加する範囲の2つが確認できる。これら2つの範囲をそれぞれ直線で近似し、その2直線の交点を劣化深度 $d_0$ とする。劣化深度の経時変化を図-2に示す。劣化深度は浸漬時間が長く、セメント添加量が少ないものほど深い傾向がある。同じ固化材添加量の供試体と比較すると海水の交換を実施したケースの方が劣化深度が深い。さらに、海水交換の有無による劣化深度の差は浸漬時間とともに次第に大きくなることがわかる。これは、海水交換を実施しないケースでは、浸漬時間とともに浸漬水中のMgイオン濃度が減少したことが原因と考えられる。

表-1 試料土の物性

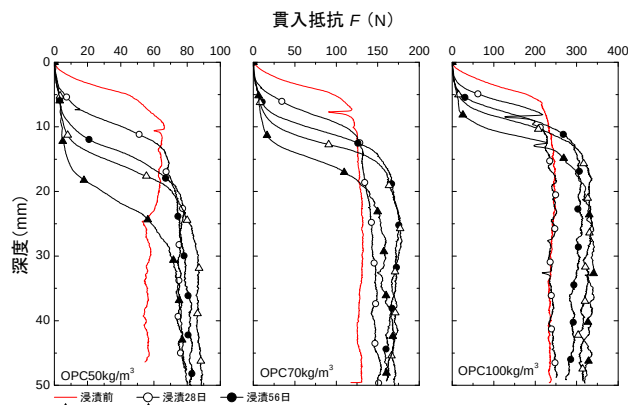
|       |                      |       |
|-------|----------------------|-------|
| 土粒子密度 | (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.65  |
| 液性限界  | (%)                  | 158.1 |
| 塑性限界  | (%)                  | 51.4  |
| 粒度組成  | (%)                  |       |
| 礫     |                      | 0.0   |
| 砂     |                      | 0.0   |
| シルト   |                      | 21.9  |
| 粘土    |                      | 78.1  |

キーワード セメント安定処理, 海水, 劣化

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



(a) 海水交換実施



(b) 海水交換未実施

図-1 貫入抵抗の深度分布

### 3.2 劣化の進行予測に関する検討

セメント処理土の劣化が、浸漬水中のMgイオンの拡散によって生じると考え、大気中の炭酸ガスの拡散によるコンクリートの中性化進行予測モデル<sup>3)</sup>を参考に、海水交換を実施したケースにおいて、実験で得られた劣化深度に対して式(1)で近似化を試みた。

$$d_n = A\sqrt{t} \quad (1)$$

近似曲線を図-3に示す。いずれの固化材添加量についても近似曲線と実験値の間に大きな乖離はみられず、非常に良い近似となる。このことから、セメント処理土の劣化は海水への浸漬(接触)時間の平方根に比例して進行すると考えられる。式(1)における係数Aは、固化材添加量や海水の濃度など多くの内的小および外的要因によって定まる関数であると考えられる。係数Aに関する検討は今後の課題としたい。

### 4. まとめ

本研究では、海水に浸漬したセメント処理土、浸漬条件の影響ならびに劣化の進行に関する検討を行い以下のような知見が得られた。

- 1) セメント処理土の劣化深度は浸漬時間が長く、固化材添加量が少ないものほど大きい。
- 2) 海水の交換を実施したケースに比べて海水の交換を実施していないケースの劣化深度は小さい。
- 3) セメント処理土の劣化は海水との接触時間の平方根に比例して進行する。

**謝辞:** 本研究は科学研究費補助金(基盤研究(B), 研究代表者: 林重徳, 平成21~23年度, 課題番号21360228)の補助を受けて実施されたものである。ここに記して謝意を表す。

**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: 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, 2012. 3) 佐伯竜彦, 大賀宏行, 長瀧重義: コンクリートの中性化の機構解明と進行予測, 土木学会論文集, Vol.414, pp.99-108, 1990.

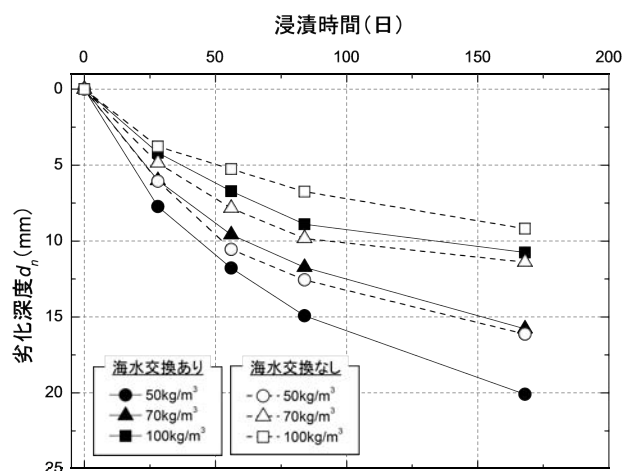


図-2 劣化深度の経時変化

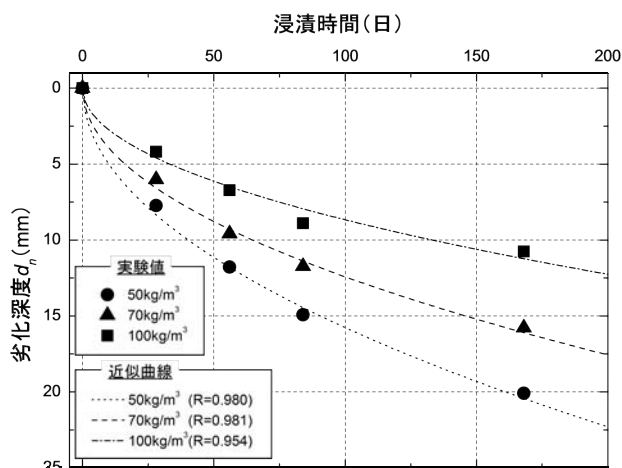


図-3 劣化深度の近似曲線