

## Mg 水溶液に浸漬したセメント改良砂の透水性

山口大学大学院 学生会員 ○池田 賢史  
山口大学大学院 正会員 原 弘行

## 1. はじめに

固化処理土は海水中のマグネシウム (Mg) の影響でその性質が劣化することが明らかにされている<sup>1)</sup>。すでに、沿岸域において海水の影響と考えられる固化処理土の劣化が発覚した現場もあり、長期的な耐久性が懸念される。固化処理土は生成されるセメント水和物が間隙を充填するため、未処理時に比べて著しく透水性が低下し、不透水として扱われることも多い。しかし、上記の劣化現象によって透水性が変化する場合、ソイルセメント遮水壁などの用途で用いられた改良土が要求性能を満たさなくなる可能性がある。著者らはセメント改良砂に Mg 水溶液を通水したときの透水性の変化を調べた<sup>2)</sup>。その結果、劣化が十分に進行せずセメント水和物が残ったまま、 $Mg(OH)_2$  が改良土内に析出することで、より密に間隙が充填され透水性が著しく低下することが示された。しかし、十分に劣化の化学反応が進行したセメント改良砂の透水性については検討されていない。そこで、本研究では Ca 濃度が平衡状態に至るまで高濃度 Mg 水溶液に浸漬させたセメント改良砂の透水性について検討した。

## 2. 実験概要

試料土は豊浦砂、固化材は普通ポルトランドセメント (OPC) を用いた。固化材添加量は 50, 100kg/m<sup>3</sup> (以後 OPC50, OPC100 と表記) とした。供試体は以下の手順で作製した。砂に固化材を添加・混合後、直径 100mm のプラスチックモールドに詰め、26 日間養生した。養生後、モールドから試料を取り出し、高さ 30mm に整形した後、供試体の飽和度を高めるため 2 日間水浸減圧脱気を行い、合計で 28 日間養生させた。また、作製したセメント改良砂供試体を海水の代用として高濃度 Mg 水溶液(濃度 23.45g/L)に浸漬させた。図-1 に累積 Ca 溶出量の経時変化を示す。定期的に採水した浸漬水の水質分析を行ったところ 112 日目でカルシウム(Ca)の溶出量の増加が落ち着いていた。図-2 に Ca 含有率を示す。健全供試体の Ca 含有率は固化材添加量の増加に伴い、増加している。これは、固化材の主成分は酸化カルシウム(CaO)であり、固化材添加量が多いほど Ca 量も多いためである。劣化供試体の Ca 含有率は添加量によらず健全供試体に比べて著しく低下しており、豊浦砂と同程度の値を示した。図-3 に Mg 含有率を示す。健全供試体では、母材である豊浦砂と同等の濃度を示した。劣化供試体では固化材

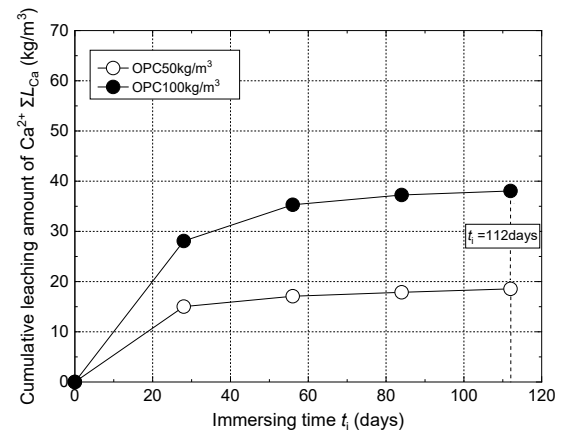


図-1 累積 Ca 溶出量の経時変化

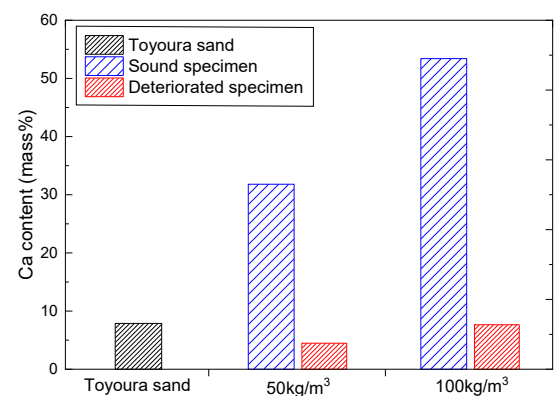


図-2 Ca 含有率

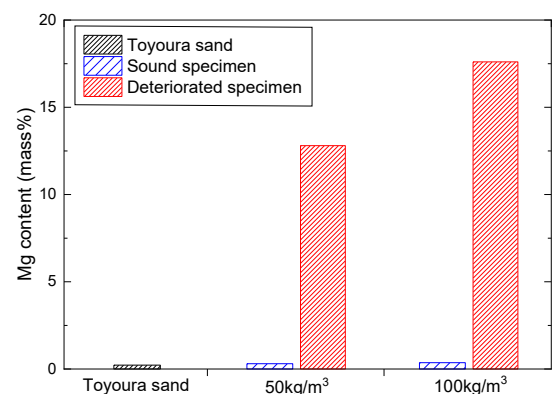


図-3 Mg 含有率

キーワード 劣化, 透水, Ca, Mg

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 TEL0836-85-9325

添加量が多いときほど、高い Mg 含有率を示す傾向がみられる。これは、改良土内の  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  が  $\text{MgCl}_2$  と反応して不溶性の  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  が生成されたためである。このことから、Mg 水溶液に浸漬した供試体は添加した固化材に含まれる Ca がほとんど溶出し、平衡状態に至ったと判定した。以降では、28 日間養生した供試体を健全供試体、Mg 水溶液に浸漬した供試体を劣化供試体と称する。透水試験は柔壁型カラム試験機を用いて実施した。また、健全・劣化供試体からブロック状の試料を採取し、真空凍結乾燥を行った後、水銀圧入式ポロシメーターを実施した。

### 3. 実験結果と考察

図-4 に一例として OPC100 の流量と動水勾配の関係を示す。健全供試体の透水係数は  $1.29 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  であった。豊浦砂の透水係数は  $1.0 \times 10^{-3}$  オーダーであることが示されている<sup>3)</sup>。よって、固化材添加によって遮水性能が発揮されることがわかる。また、動水勾配の増加に伴い流量が線形に増加する傾向があり、実験を行った動水勾配の範囲ではダルシーの法則が成り立つと考えられる。

図-5 に健全供試体と劣化供試体の透水係数を示す。添加量によって劣化による透水性の変化に若干違いがみられるが、いずれも透水係数は  $10^{-6}$  オーダーであり、両者の透水性に大きな差異は無いことが確認された。

図-6 に一例として OPC100 の間隙径分布を示す。劣化供試体では健全供試体に比べて数 mm 以下の空隙が消失しているが、大きな空隙構造の変化はみられない。したがって、健全供試体内にあるセメント水和物と代替するように劣化後の Mg 化合物が充填されることで、空隙構造に大きな変化がなく透水性に大きな差異がなかったと考えられる。

### 5. まとめ

本研究では、Ca 濃度が平衡状態に至るまで高濃度 Mg 水溶液に浸漬させたセメント改良砂の透水性について検討した。得られた主要な知見は以下に示す通りである。

- 1) Mg 水溶液に浸漬したセメント改良砂の Ca 含有率はセメント添加前の母材と同程度まで著しく低下する。それに対して Mg 含有率は浸漬前に比べて大きく増加する。
- 2) 健全供試体と劣化供試体の間に著しい透水性の変化はみられなかった。
- 3) 健全供試体と劣化供試体の空隙構造は、固化材添加量にかかわらず大きな変化は確認されなかった。

#### 【参考文献】

- 1) 原弘行, 末次大輔, 林重徳, 松田博: 海水に曝露したセメント処理土の劣化機構に関する基礎的研究, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.64, No.4, pp.469-479, 2013.
- 2) 原弘行, 藤江佑大, 末次大輔: Mg 水溶液を通水したセメント改良砂の透水性変化, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.78, No.2, I\_571-I\_576, 2022.
- 3) 福島伸二, 望月美登志, 香川和夫: 三軸セルを用いた深い地盤の透水性調査法, 土木学会論文集, No.445/III-18, pp.127-133, 1992.

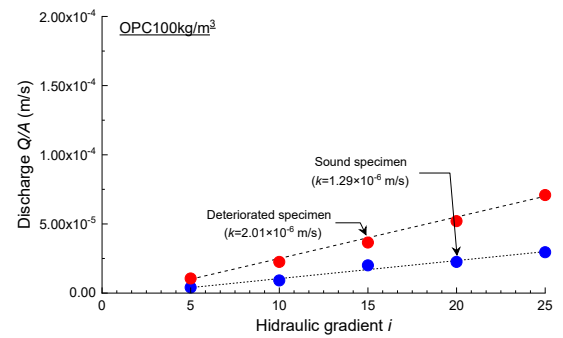


図-4 流量と動水勾配の関係 (OPC100)

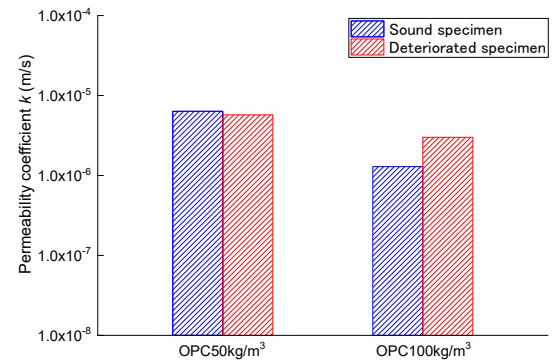


図-5 健全供試体と劣化供試体の透水係数

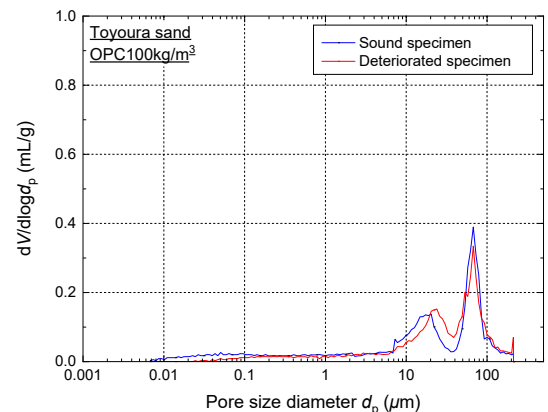


図-6 間隙径分布 (OPC100)