

養生期間が異なるセメント処理土の劣化前後の強度変化

山口大学大学院 学生会員 ○弘中 稔基
山口大学大学院 正会員 原 弘行

1. はじめに

海水環境下において、固化処理土は海水中の Mg 塩によって Ca 成分の溶出が促進され、力学的に劣化することが明らかにされている。実際に、沿岸域の現場において固化処理土の軟弱化が確認されており、その長期的な安定性が懸念されている。実際の現場を想定すると、施工位置などによって海水の影響を受けるタイミングが異なると考えられる。しかしながら、海水と接触し始める材齢が、劣化した固化処理土の強度に与える影響について検討した事例はみられない。そこで、本研究では養生期間を変化させることで初期強度が異なる供試体を作製し、その劣化前後の強度特性や化学特性を調査した。

2. 実験概要

本研究では、試料土として有明粘土を用いた。表-1 に有明粘土の物性を示す。固化材には高炉セメント B 種を用い、試料土の含水比を液性限界の 1.5 倍に調整して使用した。固化材の添加量は 100kg/m^3 とし、試料土に固化材を添加・攪拌しプラスチックモールドに充填した。養生期間は 3, 7, 14, 28, 42, 70 日とした。そのうち、7, 28, 70 日の供試体を Mg 水溶液に浸漬させることで劣化させた。海水浸漬前および浸漬後の供試体をそれぞれ健全供試体、劣化供試体と呼称する。Mg 水溶液は、イオン交換水に塩化マグネシウム 6 水和物を溶解させて作製した。このとき、Mg 濃度を有明海水の 25 倍(23.45g/L)とすることで劣化に要する期間の短縮を図った。浸漬期間中は、浸漬水の Ca^{2+} 濃度をモニタリングし、その溶出量がほとんど変化しなくなったときに完全に劣化したと判断した。完成した健全・劣化供試体に対して各状態 3 本ずつ一軸圧縮試験を実施した。また、養生期間 7, 28, 70 日における健全・劣化供試体に対して、土壌分析を実施した。

表-1 試料土の物性

土粒子密度 (g/cm^3)	2.64
液性限界 (%)	138.0
塑性限界 (%)	42.2
粒度組成 (%)	
礫	0.0
砂	3.0
シルト	58.8
粘土	38.2

3. 実験結果と考察

図-1 に一軸圧縮試験結果の一例として養生期間 70 日における健全・劣化供試体の応力ひずみ関係を示す。健全供試体は、ひずみが小さい段階から急激に圧縮応力が発生している。圧縮応力がピーク値に達した後ひずみ軟化しており、脆性的な破壊挙動を示している。劣化供試体は健全供試体と比較すると、破壊ひずみが大きく圧縮応力が大幅に減少していることがわかる。圧縮応力がピーク値に達した後も健全供試体と比較して緩やかに減少する挙動がみられた。図-2 に土壌分析結果を示す。Ca 含有量に関して、健全供試体においては養生期間による差異は確認されなかった。これは、供試体に含まれる Ca 成分はセメント由来の酸化カルシウム(CaO)が支配的であり、養生期間によって変化しないためである。劣化供試体の Ca 含有量は健全供試体に比べて著しく減少していることが確認できる。また、養生期間が短い場合、若干濃度が高い傾向がある。Mg 含有量に関しては、健全供試体においては有明粘土の Mg 含有量とほぼ同じ値となった。これは、有明粘土が本来含有していたものと推察される。劣化供試体において

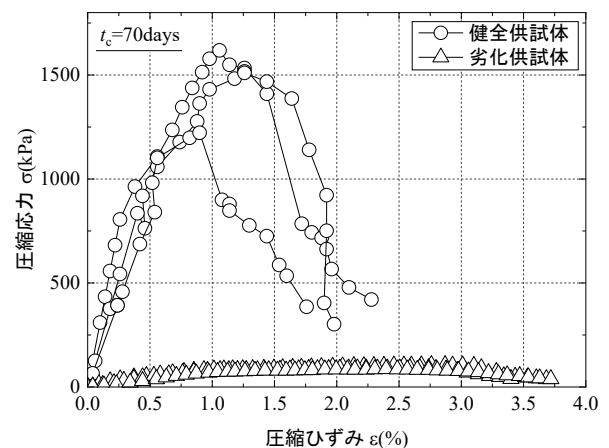


図-1 一軸圧縮試験結果の一例(養生期間 70 日)

キーワード 養生期間, 一軸圧縮強さ, 劣化, Ca, Mg, 強度低減率
連絡先 〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1 TEL 0836-85-9325

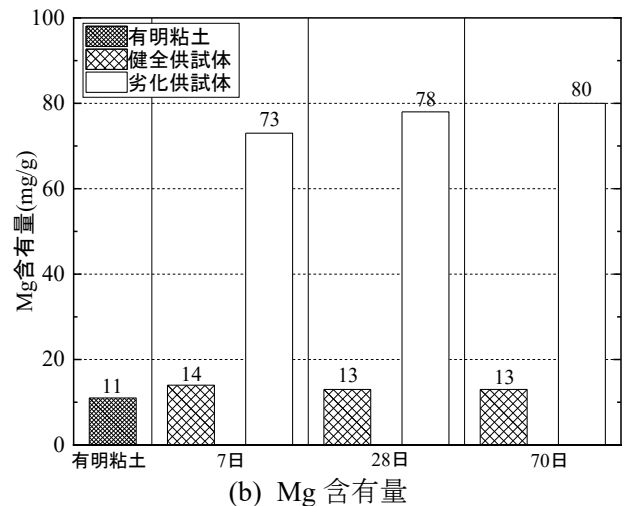
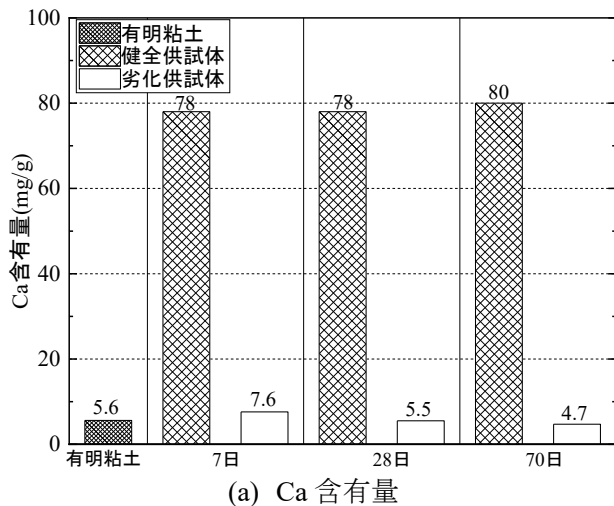


図-2 土壌分析結果

は、養生期間の増加に伴い少しずつ増加する傾向を示した。養生期間が異なるセメント処理土の劣化の進行を検討した研究報告¹⁾によると、養生期間が長い場合に劣化の進行が速いことが示されている。このことから、養生期間が短い場合、供試体中央付近において、劣化の化学反応が生じる余地がわずかに残されていたため Ca 含有量が大きく、Mg 含有量が低くなったものと考えられる。図-3 に健全・劣化両供試体の一軸圧縮強さの経時変化を示す。健全供試体は、養生開始から 28 日までの間において急激に強度が発現し、その後は緩やかに強度増加した。劣化供試体の一軸圧縮は、健全供試体に比べて著しく減少している。また、健全供試体のときと同様に養生期間の増加に伴う強度増加がみられた。ここで、劣化前後の一軸圧縮強さの低減率を R_{qu} と定義し、式(1)から求めた。

$$R_{qu} = \frac{(q_{us} - q_{ud})}{q_{us}} \times 100 \quad (1)$$

ここに、 q_{us} : 健全供試体の一軸圧縮強さ(kN/m²)、 q_{ud} : 劣化供試体の一軸圧縮強さ(kN/m²)を示す。図-4 に一軸圧縮強さの低減率を示す。いずれの場合も、 R_{qu} は 90%以上の値を示しており、著しく強度低下していることがわかる。 R_{qu} の値は養生期間によらずほぼ一定値であることから、セメント処理土の劣化後の強度は海水接触前の強度に依存することが示唆された。

4. まとめ

本研究では、海水と接触し始める材齢が劣化後の強度特性に及ぼす影響を検討するため、養生期間を変化させた劣化前後のセメント処理土に対して一軸圧縮試験と土壌分析を実施した。

- 1) 養生期間の増加に伴い、健全・劣化供試体共に強度が増加する傾向を示した。
- 2) Mg 水溶液に浸漬させたセメント処理土の一軸圧縮強さは、養生期間によらず健全なときと比較して 90%以上低下した。

【参考文献】1) 島戸宏明, 原弘行, 末次大輔, 林重徳: 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, 土木学会西部支部研究発表会, 2009.

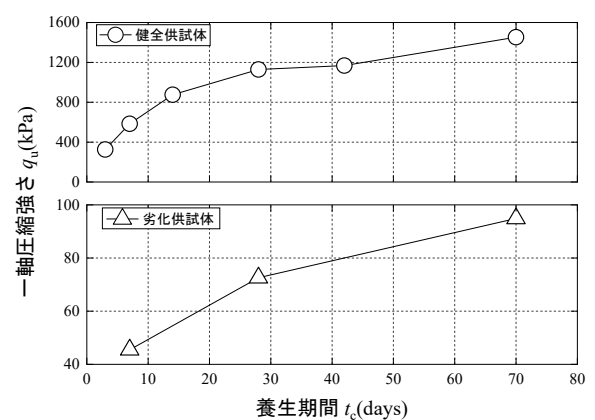


図-3 一軸圧縮強さの経時変化

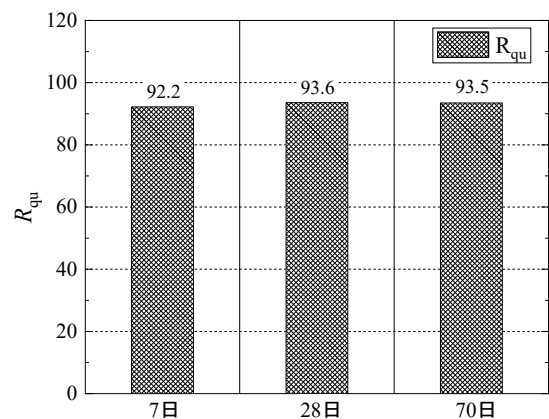


図-4 一軸圧縮強さの低減率