

原位置微生物を用いたセメント改良土の劣化抑制技術の検討

富山県立大学 学生会員 ○三原 一輝
 同上 正会員 畠 俊郎

1. 目的

近年、軟弱地盤対策として、セメント改良土が盛んに利用されている。しかし、セメント改良土は海水環境下に曝露されると固化成分である Ca が溶出し Mg が吸収されることで劣化が進行することが明らかとなっている。そのため、海水環境下においてセメント改良土の劣化抑制を図る補助技術が必要である。そこで、本研究では微生物由来の尿素的加水分解酵素に着目し、尿素的加水分解に伴い発生する炭酸イオンとセメント中から溶出する Ca イオンを結合させることで炭酸カルシウムとしてセメント改良土中に再固定する新しい劣化抑制技術の有効性について検討した。また、提案技術の実用化にあたっては、現地生態系への影響から外来微生物の使用は困難である。そこで、本研究では原位置微生物の活用に着目し、劣化抑制効果が明らかとなっている既知の単離微生物と比較を行い、原位置微生物を用いた劣化抑制技術の有効性について検討した。

2. 研究方法

本研究では、砂質土を対象とした。表-1 にサンプルの詳細を、表-2 に使用する微生物種をそれぞれ示す。使用する微生物については、既に劣化抑制効果が明らかとなっている陸域由来の微生物 *Bacillus pasteurii* (ケース B) と海域由来の微生物 *Sporosarcina aquimarina* (ケース C) を標準微生物として用いた。また、陸域由来の原位置微生物として、富山県射水市内の土壌中から単離し、炭酸カルシウムの析出効果が明らかとなっている微生物 (ケース D)、海域由来の原位置微生物として日本海底泥から単離しウレアーゼ活性を持つ微生物 (ケース E) も併せて用いた。表-1 に示した配合で供試体を作成し、図-1 に示す実験フローに従い試験を行った。20℃で28日間の気中養生を行った後、供試体を図-2 のように密閉面と曝露面が出来るように側面と底面を密閉し人工海水による曝露試験を行った。また、温度条件については、先行研究を参考に 30℃として曝露試験を行っ

表-1 サンプルの詳細

	A	B	C	D	E
純水 (%)	21.05			14.43	
セメント BB (%)	6.58			6.56	
粘土 (%)	6.58			6.56	
珪砂 (%)	65.79			65.57	
尿素 (%)	0			0.33	
菌体培養液 (%)	0			6.56	

表-2 使用する微生物種

	微生物種	単離源
B	<i>B.pasteurii</i>	陸域
C	<i>S.aquimarina</i>	海域
D	原位置微生物	陸域 (富山県射水市)
E	原位置微生物	海域 (日本海底泥)

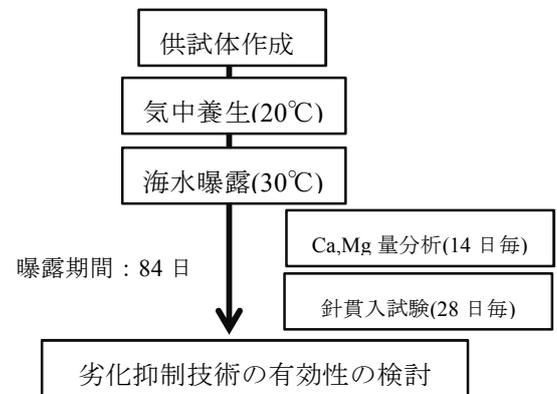


図-1. 実験フロー

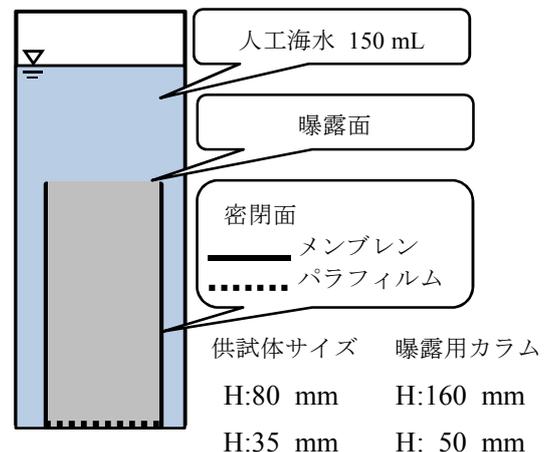


図-2. 曝露の様子

た. 人工海水については 14 日毎に採水, 28 日毎に人工海水の交換を行い, 原子吸光度計を用いて Ca イオンと Mg イオンの量を分析し, 供試体中から溶出する Ca 量及び供試体中に吸収される Mg 量を算出した. また, 28 日毎に針貫入試験を行い, 劣化促進量を算出して微生物種による劣化抑制効果について検討した.

3. Ca, Mg 収支に基づく劣化抑制効果の検討

84 日間の曝露を終えたケース A~E の Ca 吸収量及び Mg 吸収量を図-3, 4 に示す. 図より, 曝露期間が長くなるにつれてカルシウムが溶出し, マグネシウムが吸収されることから, 供試体の劣化が進行していると考えられる. また, 微生物を添加したケース B~E に関してはケース A よりもカルシウムとマグネシウムの収支が抑制されていることから, セメント改良土に微生物機能を併用することによって劣化の抑制が期待できることが明らかとなった. また, 標準微生物であるケース B, C と原位置微生物であるケース D, E の Ca 溶出量を比較すると, 原位置微生物における劣化抑制効果は標準微生物より 0.03~0.06 g 程度少ない結果となったことから劣化の抑制効果が期待される.

3. 劣化促進量による劣化抑制効果の検討

供試体の劣化促進量の評価を目的とし, 針貫入試験を行った. 曝露面からの貫入量と密閉面からの貫入量を比較し, 劣化促進量として評価した. 結果を図-5 に示す. 図より, ケース A と微生物機能を付加したケース B~E を比較すると劣化促進量が減少している事が明らかとなった. また, ケース B では, 劣化がほとんど認められなかった. 原位置微生物 (陸域) を添加したケース D は標準微生物のケース C と同程度劣化促進量が減少した.

6. まとめ及び今後の予定

本研究では, セメント改良土の海水環境下での微生物機能を用いた劣化抑制技術について, Ca 溶出量及び Mg 吸収量, 劣化促進量から標準微生物と原位置微生物の劣化抑制効果の有効性の検討を行った. その結果から, 原位置微生物を用いた場合においても既知の単離微生物と同様にセメント改良土の劣化抑制効果が期待でき, 特にケース D においては *S.aquimarina* と同程度まで劣化抑制効果が期待できることが明らかとなった. 今後は, 微生物機能を用いた劣化抑制技術が様々な土質に対応できる技術であるかの検討を行っていく予定である.

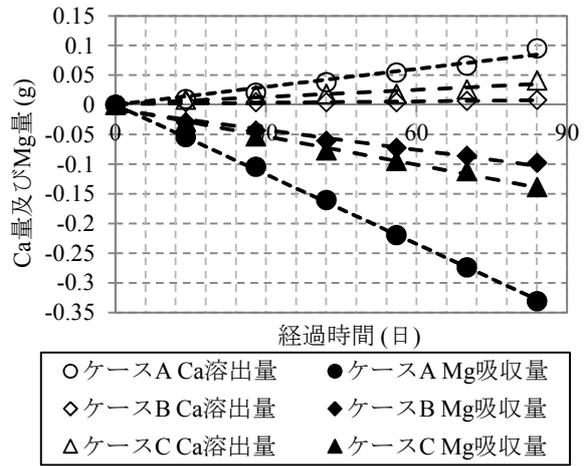


図-3 ケース A,B,C の Ca 溶出量及び Mg 吸収量

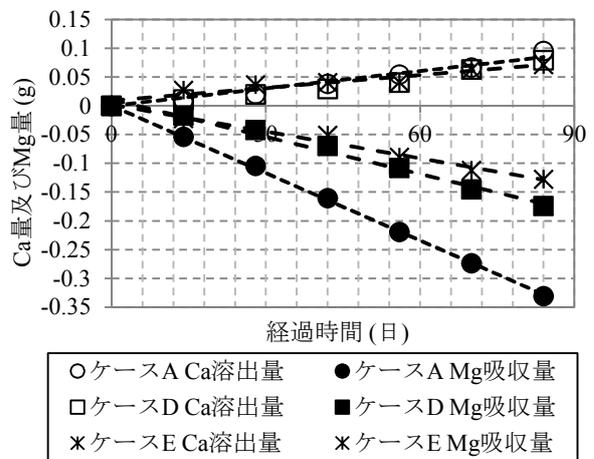


図-4 ケース A,D,E の Ca 溶出量及び Mg 吸収量

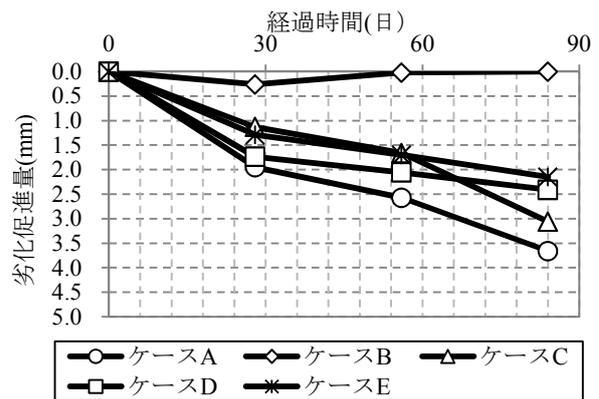


図-5 ケース A~E における劣化促進量