

微生物機能を用いた地盤性状制御技術に関する検討

長野工業高等専門学校 学生会員 木賀田 賢太
 長野工業高等専門学校 正会員 畠 俊郎

1. はじめに

近年、農業用地における施肥や工業用地における有害化学物質の漏洩等による土壌・地下水汚染が顕著化・深刻化している。汚染された土壌・地下水を浄化・修復させるためには、多大な浄化費用および時間が必要となる。そのため、汚染が確認された際には、まず汚染範囲の拡大を最小限に止めることが重要であるといえる。

本研究では自然界に生息する微生物の代謝機能を利用し、地盤内にカルシウム系鉱物を析出させ、透水性を低下させる技術について検討している。本文では、汚染された地下水の地盤内における移流・拡散を低コスト・低環境負荷で抑止する技術の有効性を連続透水試験の結果から検証した結果を報告する。

2. 試験概要

既往の研究より、0.1mol/Lの濃度でカルシウム源、有機栄養源、pH調整バッファーを添加し、ドライイーストの働き（呼吸によるCO₂発生）を活性化させることでカルシウム系鉱物を析出する効果を確認している。本研究では、連続透水条件下でのカルシウム系鉱物析出の有無と、薬剤の添加濃度が析出速度に与える影響の解明を目的とした連続透水試験を実施した。具体的には、豊浦砂を対象に3種類の試験水を用い(表-1)、それぞれについて2週間の連続透水試験を行い透水係数その他の推移をモニタリングした。透水試験装置の概要を図-1に示す。なお、供試体は相対密度が約50%となるよう、あらかじめ落下高さを求め、空中落下法により作製した。

試験ケースは農業用水が流入するため池水を使用したCase1、同じため池水を用い組成溶液を作製・使用したCase2、Case2に対し、組成溶液の有機栄養源およびカルシウム源の添加濃度を低下させた組成溶液を使用したCase3の3ケースを実施した。組成溶液の詳細を表-2に示す。なお、2週間に渡る長期試験を実施するため、試験水タンクおよび循環ポンプを設置し、試験水を循環使用した。

3. 分析項目

分析項目として、透水係数、一般細菌数、カルシウムイオン濃度ならびに、試験後の豊浦砂を対象とした砂粒子表面観察を実施した。各項目における目的および分析方法(分析装置)を表-3に示す。

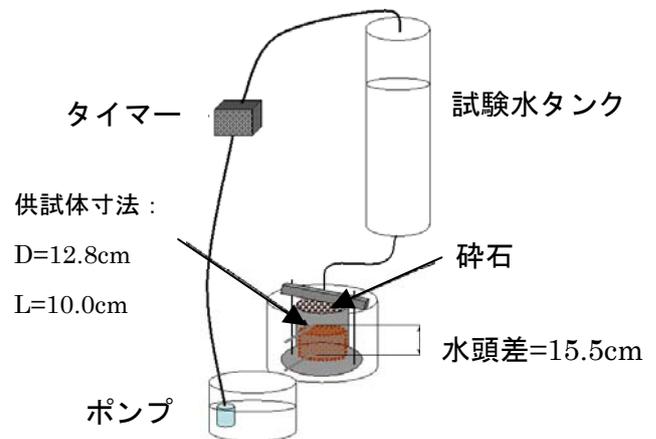


図-1 透水試験装置概要

表-1 試験ケース一覧

Case	試験水	使用水量(L)
1	ため池水	11
2	組成溶液-1	11
3	組成溶液-2	11

表-2 薬剤添加濃度 (mol/L)

試薬	Case2	Case3
スクロース	0.1	0.01
塩化カルシウム	0.1	0.01
トリス	0.1	0.1

表-3 分析項目一覧

分析項目	目的	方法(試験装置)
透水係数	地盤性状評価	JGS0311(2000)
一般細菌数	微生物活性化評価	下水試験法(1974)
カルシウムイオン濃度	結晶化評価	HPLC(イオンクロマト)・原子吸光光度計(Z2000シリーズ)
土粒子表面観察	析出物確認	SEM(VE-7800)

4. 試験結果・考察

透水試験の結果を図—2に示す。Case1のため池水のみを循環させた場合は透水係数の変化は見られない。しかしながら、組成溶液を使用したCase2および、Case3においては透水係数がそれぞれ 10^{-4} (cm/sec), 10^{-3} (cm/sec)までの顕著な低下が確認された。加えて、有機栄養源およびカルシウム源の添加濃度を低下させることにより、ある透水係数に達するまでの経過日数に関し遅延がみられることが明らかとなった。

一般細菌数の推移を図—3に示す。すべての試験ケースについて試験日数の経過に伴い減少傾向を示すことが確認された。しかしながら、Case2, Case3における透水係数は低下していることから微生物代謝は活性化しているものと推察される。この原因に関しては、析出したカルシウム系鉱物の影響により、微生物が供試体内にトラップされているものと考えられる。

カルシウムイオン残存率の推移を図—4に示す。Case2に関しては試験期間を通じ減少傾向を示しており、カルシウム系鉱物が生成されたことを表しているものと推察される。また、Case3に関しては一度低下するが、その後再び増加し、緩やかに低下していく。これは一度砂粒子にカルシウムイオンが吸着され、その後日数の経過に伴いカルシウムイオンが再び溶解したものと推察される。

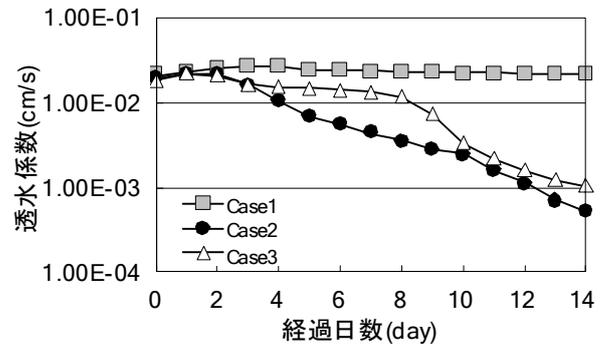
Case1およびCase2について、試験後の供試体の一部を採取し、その砂粒子表面をSEM(走査型電子顕微鏡)により撮影した。画像を図—5に示す。なお、撮影条件は倍率200倍、加速電圧を2kVとした。Case1においては、砂粒子表面に析出物等の付着は確認されず砂粒子は個々に分離している。一方、透水係数の低下が確認されたCase2においては、砂粒子表面に析出物が付着しておりその付着物の効果によりそれぞれの砂粒子が結合され、空隙が充填されている様子が確認される。この析出物がカルシウム系鉱物であると推察される。

5. まとめ

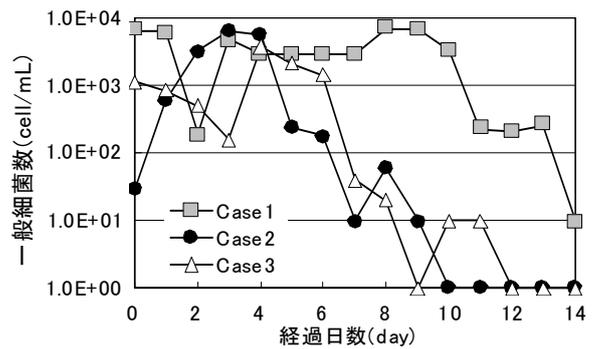
本研究により得られた知見は以下の通りである。

- ①連続透水条件においても微生物機能によりカルシウム系鉱物を析出させることができる。
- ②SEMによる観察の結果から、透水係数の低下は砂粒子表面に付着した析出物が原因と推察される。
- ③薬剤の添加濃度をコントロールすることで一定の透水係数に達するまでの時間を制御できる。

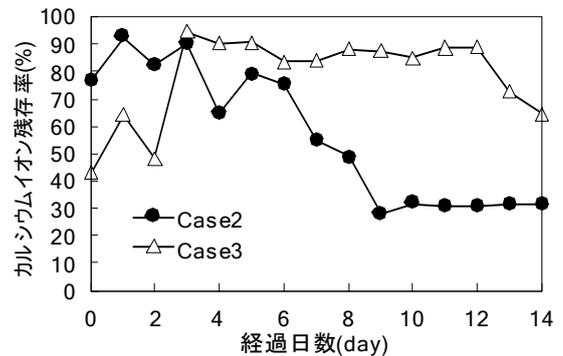
(参考文献) 坂本朝子:カルシウム系鉱物析出促進に適した糖類の選択に関する検討, 長野高専卒業論文, 2007



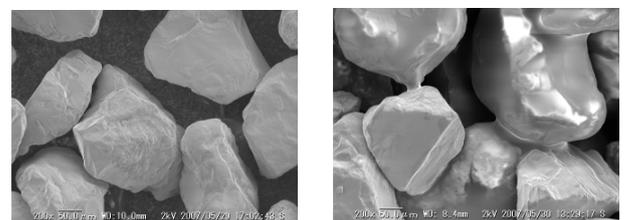
図—2 透水試験装置概要



図—3 一般細菌数の推移



図—4 カルシウムイオン残存率の推移



Case1

Case2

図—5 豊浦砂粒子表面観察結果