

地盤における微生物機能を用いた任意の透水性制御法に関する検討

長野工業高等専門学校 学生会員 ○細尾 誠
同 正会員 畠 俊郎

1. はじめに

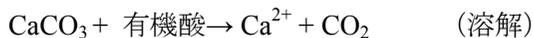
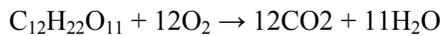
近年の環境問題解決の糸口として、地球上の地圏、水圏、気圏の至る所に分布する微生物の機能に着目した技術が脚光を浴びている。土壌・地下水汚染における有害化学汚染物質の拡散防止についても微生物機能を用いた地盤の透水性の制御に関する技術が提案されている。

本研究では、微生物機能を用いて非掘削かつ任意に透水性を制御する技術について検討を行っている。

本文では、特に透水性の復元に注目し、原因と考えられる微生物の代謝による過剰な有機酸の蓄積を抑制することで、連続定水位透水試験中における低下した透水性の維持を試みた試験の結果について述べる。

2. 試験の概要

本研究で着目した微生物機能によるカルシウム系鉱物生成・溶解のメカニズムを式—1に示す。

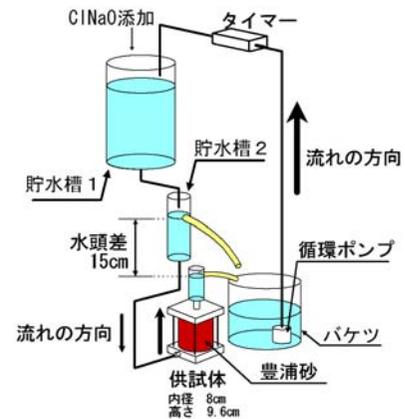


既往の研究により以下の知見が得られている。

- ・連続透水条件におけるカルシウム系鉱物の析出による透水性の低下¹⁾
- ・透水係数低下後における過剰な有機酸の蓄積が起因と考えられる析出鉱物の溶解による地盤の透水性の復元²⁾

連続透水試験装置の概要を図—1に示す。供試体は豊浦砂を用いて相対密度 50%を目標に水中落下法で作製した。試験は水頭差 15cm の定水位に設定し、20℃恒温室にて培養液をポンプにより一定間隔で揚水し、循環使用しながら 9 日間連続的に行った。その間、透水係数の測定と培養液のサンプリングを毎日行い、後日分析した。

本実験で用いた培養液の組成を表—1に示す。カルシウム系鉱物析出が検証されている培養液にイースト菌を添加する事で過剰な有機酸の生成を想定した。微生物活動の抑制には、殺菌剤として家庭や医療機関で広く用いられている次亜塩素酸ナトリウム (ClNaO<純正化学薬品(株)製, 食品添加物, 原液濃度 4%>) を使用した。濃度は、食器類の除菌などに用いられる濃度 (原液濃度 12%100ppm) から 150ppm と設定し、添加は、文献 2) で一般細菌数が 2 日目までは著しく増加傾向を示し、3 日目以降は維持されていることから、有機酸の蓄積が始まらず、微生物が十分に増加していると考えられる試験開始 2 日目の透水係数測定後とした。分析項目の一覧、目的および方法は表—2に示す。



図—1 試験装置概要

表—1 培養液組成

項目	種類	濃度・容量
試験水	農業廃水	11L
添加菌	ドライイースト	0.001%
カルシウム源	CaCl ₂ ・2H ₂ O	0.1 mol/L
炭素源	スクロース	0.1 mol/L
pH緩衝溶液	トリス	0.1 mol/L
pH調整	塩酸	pH8
殺菌剤	ClNaO	150ppm

表—2 分析項目一覧

分析項目	目的	方法 (試験装置)
透水試験	地盤性状評価	JGS0311(2000)
カルシウムイオン濃度	結晶化評価	原子吸光 (Z2000 Hitachi)
一般細菌	微生物活性評価	下水試験法 (1974)
pH	培養液pH評価	twin pH (HORIBA)

キーワード 微生物機能, 有機酸, 透水性

連絡先 〒381-8550 長野県長野市徳間 716 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL 026-295-7096

3. 分析結果および考察

文献2)の実験を case1, 本実験を case2 としてそれぞれの結果を比較する.

3-1 透水係数の推移

透水係数の推移を図-2に示す. 期間全体として case2 の透水係数が若干低い, 傾向としては case1 において顕著な回復が見られる6~9日目において, case2 では透水係数が 10^{-4} cm/sec 程度に維持される. これより, case2 の2日目で添加した次亜塩素酸ナトリウムの透水性維持に対する有効性を確認することが出来た.

3-2 カルシウム濃度の推移

カルシウムイオン濃度を図-3に示す. case 2 は試験開始3日目に case 1 において炭酸カルシウムが溶解し透水係数が回復したことが確認される濃度まで上昇している. しかし, 透水係数については若干の変化が認められるのみで透水性の復元は起きていない. 次亜塩素酸ナトリウムの添加により析出へ関与していた微生物群集構造に変化が起きたと考えられるが, より長期の試験を行う等して詳細を明らかにしていきたい.

3-3 pH および一般細菌数の推移

pH および一般細菌数の推移を図-4に示す. 一般細菌数については, 試験開始時はほぼ同数を示しているが, case2 において次亜塩素酸ナトリウム添加後の3日目より増加傾向が穏やかになり, 試験開始6日目より減少傾向になることを確認した. 次亜塩素酸ナトリウムの添加による殺菌効果が得られたと考えられるが, 菌体が減少するとどまったことから耐性を持つ一般細菌の存在が推察される. pH については, case2 において次亜塩素酸ナトリウム添加後の3日目からは7程度で維持される. このことから, 次亜塩素酸ナトリウムによる殺菌が pH 低下の抑制に有効であることが明らかになった.

4. まとめと展望

微生物活動の抑制は, 有機酸の蓄積による pH 低下を防ぎ透水性を任意に制御できる可能性を示している.

しかしながら, 次亜塩素酸ナトリウムに耐性のある微生物の存在が推察されるため, その濃度や添加時期, 添加する殺菌剤についてはより効果的なものを検証していく必要性が確認された. 今後は水頭差を変化させるなどして地下水の流速が与える影響についても検討していきたい.

参考文献:

- 1)木賀田賢太: 微生物機能を用いた地盤性状制御技術に関する検討, 土木学会中部支部講演概要集, III-1, 2008
- 2)北原亘: 連続透水試験による微生物機能を用いた地盤性状の制御に関する検討, 土木学会中部支部講演概要集, VII-35, 2008

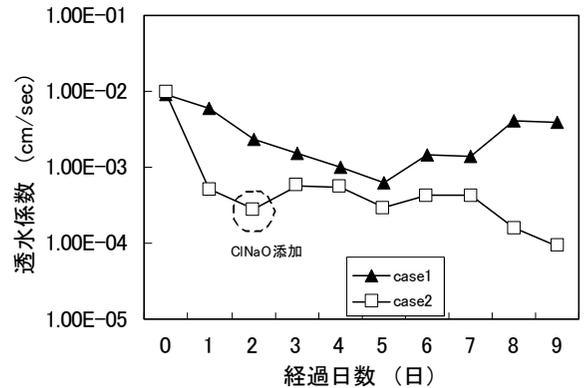


図-2 透水係数の推移

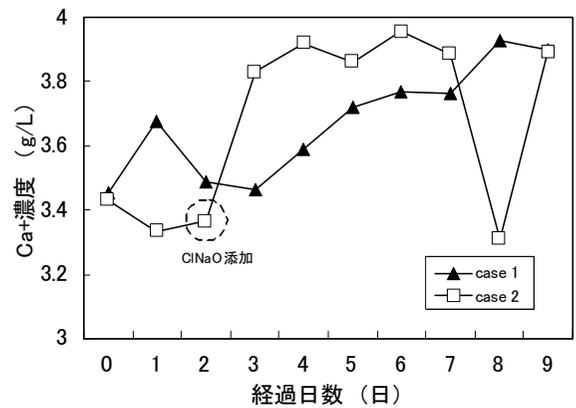


図-3 カルシウムイオン濃度の推移

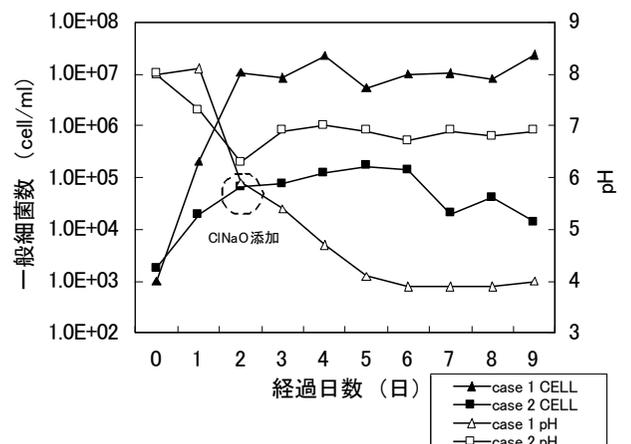


図-4 pHおよび一般細菌数の推移