

微生物機能を用いた地盤性状制御技術に関する検討(その2)

～連続通水試験による有効性検証～

長野工業高等専門学校 正会員 ○ 畠 俊郎

長野工業高等専門学校 学生会員 木賀田 賢太

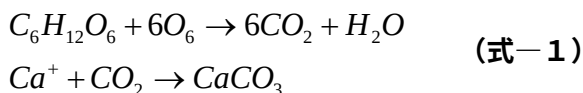
1. 研究の背景及び目的

有害化学物質に汚染された土壌・地下水問題に対し、微生物機能を用いて非掘削かつ低環境負荷で汚染物質の拡散を抑制する技術について検討を行っている。これまでの検討結果から、農業廃水にカルシウム源および炭素源を添加することで微生物活動を促進し、カルシウム系鉱物を析出させる効果を確認している。本文では、浸透液を循環させる条件での定水位透水試験を実施し、微生物活動により生成されるカルシウム系鉱物が地盤の透水性に与える影響について検討した結果を報告する。

2. 連続通水試験の概要

提案技術は微生物が炭素源を利用する際に発生する2酸化炭素とカルシウムイオンの結合によりカルシウム系鉱物を地盤内に析出させ、透水性を制御することを特徴としている。

本技術で着目した微生物機能を式-1に示す。



この場合、中間生成物として有機酸の生成が懸念される。そのため、微生物活動に適したpHを維持することを目的としたpHバッファー(トリスバッファー)を添加している。今回の実験では、炭酸カルシウムの生成が地盤の透水係数に与える影響の検討を目的とした連続通水試験を実施し、実地盤への有効性検証を目的としている。

連続通水試験装置の概要を図-1、浸透液の組成を表-1および分析項目を表-2にそれぞれ示す。

試験装置では、水頭差15.5cmを維持した定水位透水試験器をベースに、浸透液を一定時間ごとに浸透水タンクにポンプにて返送させることとした。

培養液の組成については、炭素源としての有効性が確認されているスクロースと、カルシウム源として一般的に利用されている塩化カルシウムを用いることとした。

3. 分析項目および分析数量

分析項目として透水係数、カルシウムイオン濃度、一般細菌数を選定し、2週間の実験期間中連続的に分析を行った。

あわせて、試験終了後に循環ポンプ脇に析出した物質のX線回折による結晶同定と、SEM(電子顕微鏡)による試験前後の砂粒子表面観察を実施した。

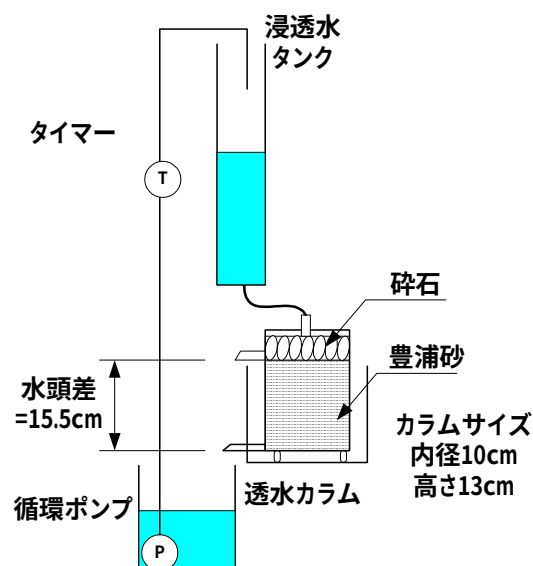


図-1 連続通水試験器概要

表-1 培養液組成

項目	内容	数量	単位	備考
採取箇所	ため池(農業廃水)			
浸透液量		9	L	
添加量	塩化カルシウム	0.1	mol/L	
	スクロース	0.005	mol/L	
	pH	8	-	塩酸で調整

表-2 試験数量一覧

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	HPLC(イオンクロマト)
一般細菌数	微生物活性評価	下水試験法(1974)
X線回折	結晶同定	Miniflex(理学)

キーワード 土壌・地下水汚染 透水試験 拡散防止

連絡先 〒381-8550 長野県長野市大字徳間716 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL026-295-7096

4. 結果および考察

透水試験期間中におけるカルシウムイオン濃度および透水係数の推移を図-2に、浸透液中における一般細菌数の推移を図-3に示す。以下、項目ごとに考察する。

透水係数については、試験日数の増加にあわせて低下する傾向が認められた。なお、10日目以降の透水係数がプロットされていないのは循環ポンプの故障により一時通水が停止して連続通水の条件を満たせなくなったためである。カルシウムイオン濃度については、試験開始1日後に濃度上昇が認められたものの、その後は透水係数の低下にあわせて順調に低下する傾向が確認された。以上のことは、浸透液中のカルシウムイオンがカルシウム系鉱物として析出していることをあらわしているといえと推察される。

一般細菌数の推移では浸透開始から5日目まではほぼ同数を維持するものの、その後は不検出となった。この原因としては、浸透液中に含まれる微生物が一般生菌用培地で計数不能であることが考えられる。より詳細な傾向を確認するため、浸透液中に含まれる微生物を対象としたPCR-DGGE法などの遺伝子工学的手法を用いた微生物群集構造解析を実施する計画である。

次に、試験終了後の析出物を対象としたX線回折結果を図-4に、試験前後の砂粒子表面をSEM(電子顕微鏡)により観察した結果を図-5にそれぞれ示す。X線回折の結果から、ポンプ周辺に析出した物質に炭酸カルシウムのピークが若干みられるものの、それ以外の成分が含まれている可能性が示唆された。より詳細な分析を通じ、析出物の結晶構造を決定する計画である。一方、電子顕微鏡による砂粒子表面の観察結果では、当初平坦であった砂粒子表面に膜のように結晶分が付着していることが明らかとなった。別途実施した溶出試験からカルシウム成分が検出されていることから、砂粒子表面を覆う形でカルシウム系鉱物が析出していると推察される。

5. まとめ

地盤内に生息する微生物機能を活用し、地盤内にカルシウム系鉱物を析出させて透水性能を制御する技術の有効性を連続通水試験により検証した。得られた主要な結果は以下の通りである。

- ① 微生物機能により地盤の透水性を制御できる。
- ② 透水性能の低下は砂粒子表面に析出した結晶物の影響が考えられる。

今後は、透水カラム内の微生物群集構造を遺伝子工学的手法により分析し、より詳細なメカニズムの解明を目指していきたい。

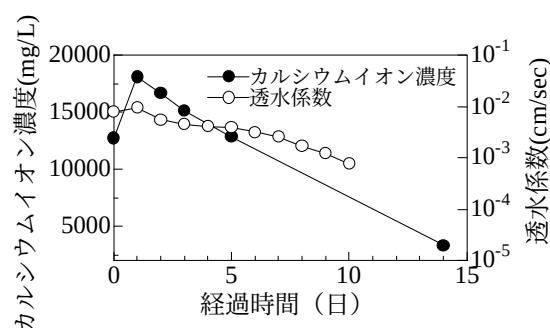


図-2 カルシウムイオン濃度および透水係数の推移

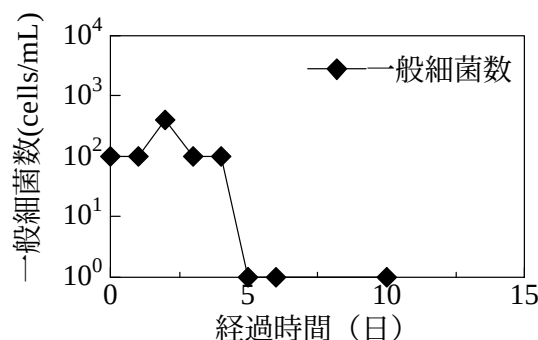


図-3 一般細菌数の推移

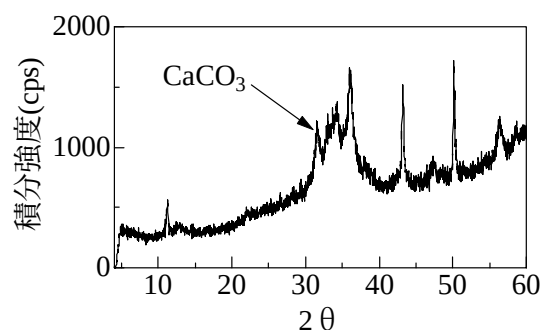


図-4 析出物のX線回折結果

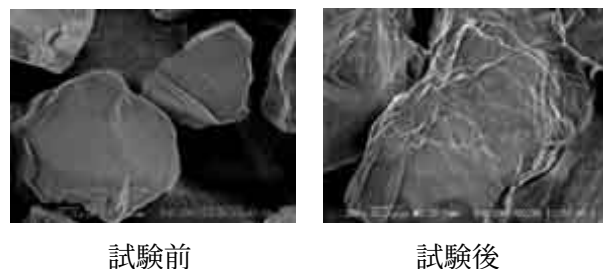


図-5 試験前後の砂粒子表面観察結果