

逆流カラム試験による目詰まり評価法の提案

早稲田大学 学生会員 ○高橋 智也, 正会員 小峯 秀雄
早稲田大学 フェロー会員 後藤 茂, 正会員 王 海龍
(株)ミダック 非会員 鈴木 清彦, 杉本 和聡, 國弘 彩, 鎌田 将利

1. 背景

産業廃棄物埋立処分場において、廃棄物由来の遊離 Ca による配管等へのスケール生成が問題となっている。Ca は環境上の問題が小さく注目されにくいものの作業上の支障となっている。現状の配管の取り換え等のその都度行われるメンテナンスでは、コストの増加につながる。そこで、浸出水が処理設備に到達する前に対策を施す抜本的な解決方法を検討する必要がある。本研究では物質の吸着現象に着目し、図 1 に示すような埋立地内に Ca 吸着層を敷設することにより、施工段階で完了するメンテナンスフリーに近いスケール対策を提案する。

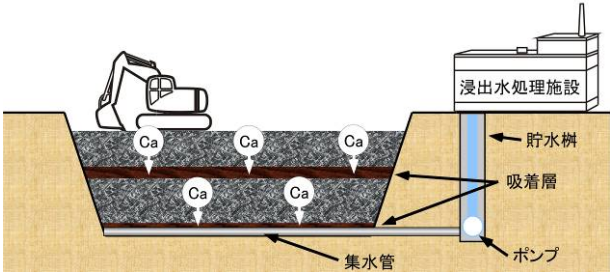


図 1 Ca 吸着層敷設の概念図

2. 目的

本研究では、カラム式通水試験において吸着だけではなく、目詰まりに起因して浸出水の Ca 濃度が減少すると仮定して実験を行う。目詰まりが生じる原理^{2,3)}として、Ca イオンが供試体内を浸透する過程で供試体由来の他の元素を伴って、コロイド状等の粒子態を形成することで、供試体に目詰まりが生じると推測される。そこで、カラム式通水試験による浸出水の Ca 減少量とその後の逆流カラム試験による浸出水の Ca 増加量を比較することで、目詰まり評価としての試験の妥当性および目詰まり量の定量化について論じる。

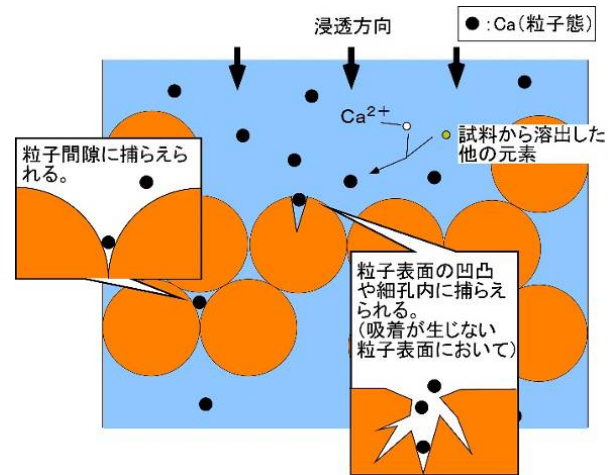


図 2 カラム試験における目詰まり発生の概念図

3. 試料および試験方法

使用した試料は、コーヒー抽出残渣であり、表 1 は基本的性質を示したものである。店舗でドリップした際にフィルターに残ったものである。また、使用する際には、腐敗の進行を抑制するため炉乾燥させて保管し、炉乾燥試料を用いて試験を行った。

表 1 試料の基本的性質

試料名	含水比 %	粒子密度 mg/cm ³
コーヒー抽出残渣	0.00 (*1)	1.40

*1: 炉乾燥試料を用いて実験を行った。

試験は、図 3 に示す上向きカラム試験を用いて行った。試験手順を以下に示す。アクリル製のカラムの中に、試料を充填し供試体を作製した。本試験では、高さ 30 mm、直径 75 mm のカラムを使用した。濃度 1000 mg/L で作製した CaCl₂ 水溶液を定量ポンプにより、通水速度 250 mL/h で上向きに通水させた。供試体の上下には、フィルターを設置することで、粒子の流出を防いだ。通水にはノーブレンチューブを用い、通水コックおよび上蓋に接続した。供試体を

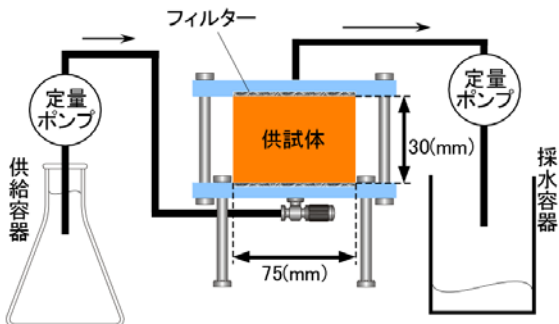


図 3 上向きカラム試験概要図

キーワード 廃棄物処分場, 浸出水, カルシウムスケール, 目詰まり, 吸着

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学術院 TEL 03-5286-2940

通過後、ポリプロピレン製容器に採水し、0.45 μm 孔径のメンブレンフィルターでろ過したのち、ICP-OES を用いて Ca 濃度を測定した。採水した検液は ICP-OES での測定に当たり、適宜任意の倍率で希釈を行った。1000 mg/L の塩化カルシウム水溶液の通水量/試料の充填量を液固比 (mL/g) と定め、液固比 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 5.0, 10.0 の頻度で採水した。なお液固比 0 は、排水開始時に採水したものと定義した。

逆流カラム試験は、上向きカラム試験後の供試体に通水方向を反転させて行った。主な変更点は 2 点あり、1 点目は通水溶液を CaCl₂ 水溶液から蒸留水に変更した。2 点目は通水方向を上向きに通水していたものを下向きに変更した。この 2 点を変更し、逆流カラム試験を行った。

4. 逆流カラム試験による目詰まりの評価方法

上向きカラム試験および逆流カラム試験より、図 4, 5 に示すような液固比と浸出水 Ca 濃度の関係が得られる。上向きカラム試験では、液固比の増加に伴い流入溶液の初期 Ca 濃度に破過する結果が認められる。一方、逆流カラム試験では、液固比の増加に伴い浸出水 Ca 濃度が 0 mg/L に漸近する。

それぞれの結果から浸出水の Ca 増加量および Ca 減少量を算出することができる。上向きカラム試験では、流入溶液の初期 Ca 濃度と試験で得られた曲線から斜線部の浸出水 Ca 減少量を求められる。一方、逆流カラム試験では、試験で得られた曲線から斜線部の浸出水 Ca 増加量、すなわち目詰まり量が求められる。

表 2 は、算出結果を示したものである。この差分が吸着に起因する浸出水 Ca 減少量であると推察される。以上の結果から上向きカラム試験における浸出水 Ca 濃度減少量の内、吸着割合が 71.3%、目詰まり割合が 28.7%と定量的に評価することができ、吸着による割合が目詰まりによる割合よりも大きいことが確認された。

しかし、図 2 に示す目詰まり発生を仮定した場合、供試体の骨格構造が影響を及ぼすことが推測される。そのため、供試体乾燥密度によって目詰まり量や目詰まり割合が変わり、目詰まり性能を具体的に評価することが可能となると推察される。

5. まとめ

以上の経緯より、上向きカラム試験と逆流カラム試験の結果を用いて、供試体が有する目詰まり性能および吸着性能を任意の液固比に対して試算できる。また、目詰まりが実際に生じると仮定した場合、供試体の粒子骨格構造が目詰まりに寄与していると推定できるため、乾燥密度毎の目詰まり量および目詰まり割合を把握することで、目詰まり性が発揮できる供試体条件の取得が可能となると推察される。

参考文献

1) 高橋智也, 多賀春生, 小峯秀雄, 後藤茂, 王海龍, 鈴木清彦, 杉本和聡, 國弘彩: 産業廃棄物処分場におけるカルシウムスケール抑制を目指した Ca 吸着層に用いる材料の Ca 吸着特性評価, 第 13 回環境地盤工学シンポジウム, 8-4, pp.271-274, 2019.

2) 杉本泰治: 汙過－メカニズムと汙材・汙過助剤, 地人書館, 1992, pp.13-16.

3) 金井豊: コロイド挙動のモデル化, 地質ニュース, Vol.61, pp.26-28, 2007.

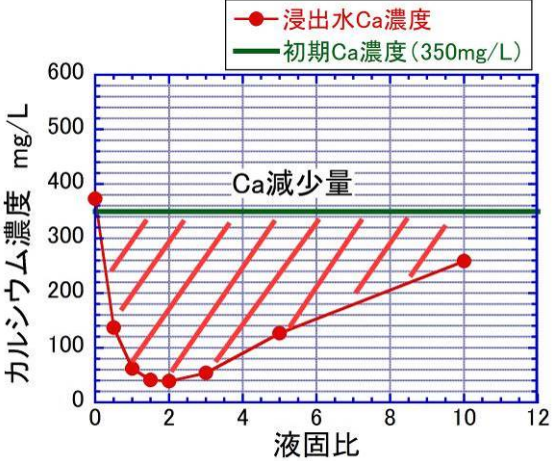


図 4 上向きカラム試験における液固比と浸出水 Ca 濃度の関係

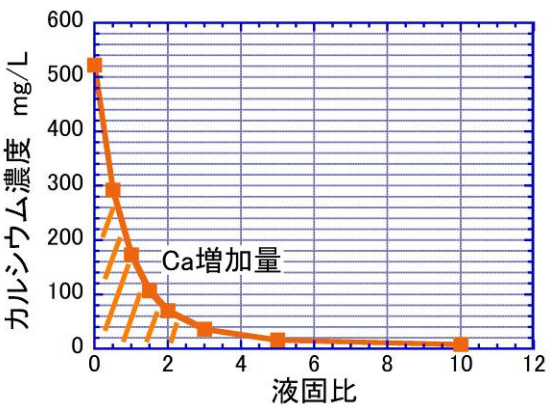


図 5 逆流カラム試験における液固比と浸出水 Ca 濃度の関係

表 2 Ca 減少量と Ca 増加量の算出結果

上向きカラム試験による Ca 減少量 mg	154.9
逆流カラム試験による Ca 増加量 (目詰まり量) mg	44.5
吸着量 (差分) mg	110.4
吸着割合 %	71.3
目詰まり割合 %	28.7