

## 一般・産業廃棄物処分場におけるカルシウム・スケール生成抑制のための中間覆土の可能性調査

早稲田大学 正会員 ○小峯 秀雄

早稲田大学（現・東京地下鉄株式会社） 学生会員 高橋 浩市朗  
（株）ミダック 非会員 鈴木 清彦，非会員 杉本 和聡，非会員 國弘 彩

### 1. 目的

一般・産業廃棄物処分場運営において，浸出水処理は重要な工程である．その際，廃棄物由来の遊離カルシウムの溶出により，浸出水処理工程の各部位に，カルシウム・スケールの生成が発生する．図1に，実際の処分場における浸出水処理工程におけるカルシウム・スケールの生成状況の一事例を示す．これは環境上，特に問題とはならないものの，廃棄物処理において不具合を起こすこともあり，定期的に除去する必要がある．そこで本研究では，廃棄物由来の遊離カルシウムの浸出過程において，中間覆土で吸着・固定する方法に関する予察的な検討をする．また，別途，廃棄物に対し事前に遊離カルシウムの固定化を促進する等，浸出水処理施設に到達する以前に，固定化し，定期的な除去の回数を減らす方法も考案しており，その効果については別途の研究<sup>1)</sup>で予察的に検討している．

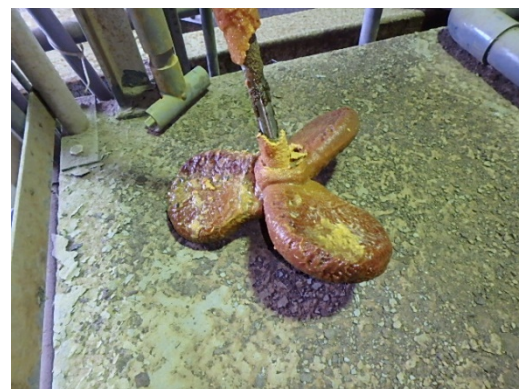


図1 一般・産業廃棄物の浸出水処理工程におけるカルシウム・スケールの生成の一事例

### 2. 中間覆土による廃棄物由来の遊離カルシウムの吸着・固定化の基本構想と本研究で調査する対象材料

図2に，カルシウム・スケール生成抑制機能付き中間覆土の概念を示す．本図に示すように，中間覆土において，廃棄物由来の遊離カルシウムを吸着・固定化することができれば，浸出水処理施設において，カルシウム・スケールの起点となる遊離カルシウムの浸出を抑制でき，結果として，図1に示すようなカルシウム・スケールの生成が抑えられると考えられる．ここで，カルシウム・スケール生成抑制機能付きの中間覆土に用いる有効な材料として，活性炭やハロイサイトなど，カルシウム吸着に優れた材料が考えられるが，十分な吸着効果を得るためには大量の覆土材を用いる必要があることから，第3著者の事業者が管理する6種類の廃棄物の中にカルシウム吸着効果を有する材料の有無の確認を事前に行った．その結果から，可能性のある煤塵A（木質バイオマスボイラー煤塵）を本研究では用いた．表1に，その基本的性質を示す．

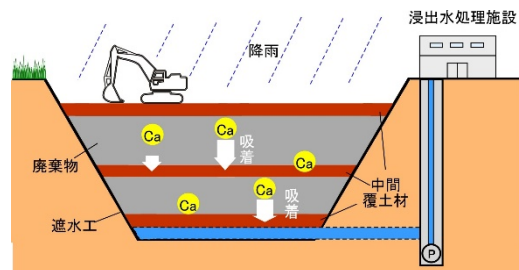


図2 カルシウム・スケール生成抑制機能付き中間覆土の概念

表1 使用した材料の基本的性質

|                             | 煤塵 A |
|-----------------------------|------|
| 含水比 (%)                     | 5.56 |
| 土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.66 |
| 強熱減量 (%)                    | 4.05 |
| カルシウム含有量 (mass%)            | 10.1 |
| カルシウム溶出濃度 (mg/L)            | 116  |

### 3. 廃棄物由来の遊離カルシウムの吸着・固定化の予察的実験

本研究では，図3に示すカラム試験装置を用いて，煤塵Aを直径75 mm～150 mm，高さ30 mm～300 mm，乾燥密度0.65 g/cm<sup>3</sup>～0.67 g/cm<sup>3</sup>の範囲で作製した供試体に，濃度1000 mg/Lの塩化カルシウム水溶液を通水速度250 mL/hで，供試体下端から上向き流により通水させた．通水した塩化カルシウム水溶液の濃度は，実際の廃棄物処分場の浸出水におけるカルシウム濃度の測定値を参考に設

キーワード 廃棄物処分場，浸出水処理，カルシウム・スケール，吸着，固定化

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 社会環境工学科 TEL 03-5286-2940

定した。通水速度は、煤塵 A の透水係数に基づき、水压破碎しない程度の通水速度とした。供試体を通過した水溶液は、図 3 右に示すポリプロピレン製の通過水採取容器にて、通過水量と供試体質量の比（通過水量/供試体質量比）が、0.5、1.0、2.0、5.0 および 10.0 (mL/g) 毎に検液として採水した。その後、検液は 0.45  $\mu\text{m}$  孔径のメンブレンフィルターを用いてろ過し、ポリプロピレン製の容器にて密閉保管・冷温保管するとともに、できる限り迅速に ICP 発光分光分析装置（アジレント・テクノロジー株式会社製 Agilent 5100）により、検液のカルシウム濃度を測定した。

図 4 に、供試体高さ 50 mm とし供試体直径を変化させた場合のカラム試験結果を示す。この図より、供試体質量の 4 ～5 倍程度の通過水量までは、通水した塩化カルシウム水溶液の理論カルシウム濃度である 361 mg/L よりも、低いカルシウム濃度を示しており、供試体中において、カルシウムの吸着が発生していることが確認できた。その後、供試体のカルシウム吸着効果は低下し、通過水のカルシウム濃度は、通水している水溶液の理論カルシウム濃度とほぼ同じ値を呈した。また、供試体直径によらず、通過水のカルシウム濃度の変化は、通過水量/供試体質量比にほぼ一意な関係にあることから、本カラム試験によれば、吸着材のカルシウム吸着特性とその吸着効果が持続する通過水量/供試体質量比の最大値を要素実験的に定量評価することができる。

以上を踏まえて、図 5 では、供試体直径を 75 mm として、供試体高さを変化させた場合のカラム試験結果を示す。通過水量/供試体質量比が 0～2 の範囲に注目すると、供試体高さが大きいものほど、通過水のカルシウム濃度が低い値を示している。その傾向はおおよそ、供試体質量の 4～5 倍程度の通過水量まで持続すると考えられる。通過水量/供試体質量比 = 0.5 においては、供試体高さ H=300 mm の場合、H=30 mm の条件と比べて、通過水のカルシウム濃度は 1/20 程度である。また、供試体が高くなるに伴い、通過水量/供試体質量比が大きくなっても、カルシウム吸着効果が持続しやすいことが認められる。

以上の考察より、通過水中の吸着すべきカルシウム総量の観点から、図 5 のようなカラム試験結果を使用する材料と高さ毎に取得し、それを活用して、カルシウム吸着効果を保有できる中間覆土の層厚を廃棄物層厚に応じた設計できると考えられる。今後は、カラム試験結果を活用したカルシウム吸着中間覆土の層厚設計法の詳細な検討を進める。

## 参考文献

- 1) 江原佳奈, 小峯秀雄, 高橋浩市朗, 鈴木清彦, 杉本和聡, 國弘彩: 炭酸水浸漬によるカルシウムスケール事前生成とそれによる溶出抑制効果に関する実験的考察, 土木学会第 73 回年次学術講演会 (北海道), 2018 (投稿中)

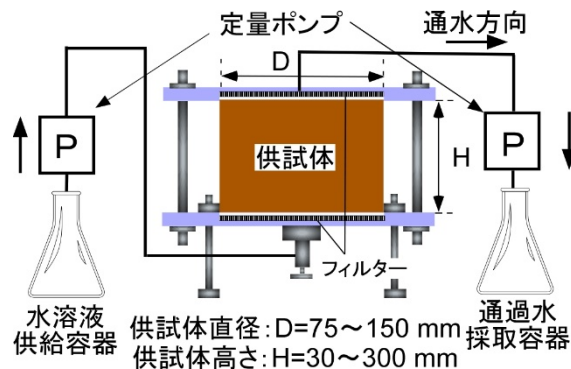


図 3 カラム試験装置の模式図

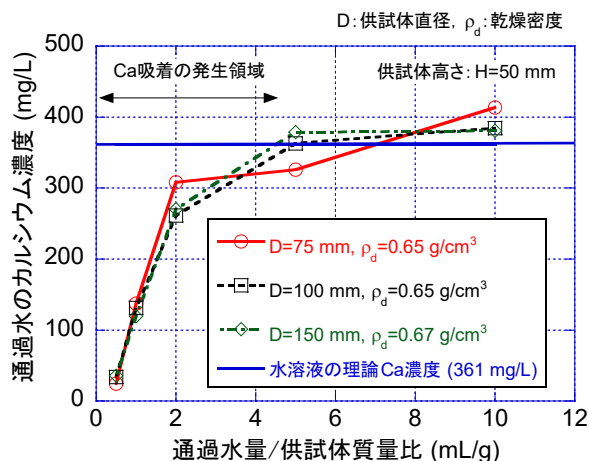


図 4 煤塵 A のカラム試験結果 (直径変化)

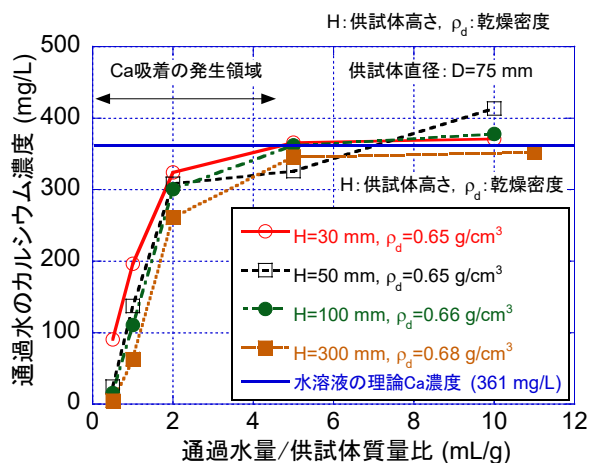


図 5 煤塵 A のカラム試験結果 (高さ変化)