

浸出水 pH と焼却灰の透水性低下に及ぼす循環水 pH の影響

茨城大学大学院 学生会員 ○金子 卓寛

茨城大学大学院 正会員 小林 薫

茨城大学 学生会員 米山 俊一

1. はじめに

廃棄物最終処分場は、河川等への排水する場合の水質基準（ $\text{pH}=5.8\sim 8.6$ ）等が廃止基準¹⁾に適合し、埋め立てた廃棄物が維持管理の必要ない程度まで安定化したこと²⁾が確認されるまで維持管理を行う施設である。当該処分場では、降雨浸透による洗い出しを行っているが、埋め立て終了 30 年経過後の現在も、浸出水の pH が 10 程度を示し水質基準に適合していない。継続して維持管理を行うため、長期間維持管理費が必要になる。当該処分場以外にも、浸出水の高 pH 値の問題を抱えている処分場は、全国に散見されている³⁾。

金子ら⁴⁾は、水と空気をそれぞれ焼却灰に注入し浸出水の pH 低下量を比較した。浸出水 pH の水質基準適合には、水を用いた方が効果的であった。また、研究成果を基に試算した浸出水 pH の水質基準適合までに要する期間は、降雨浸透による洗い出しの場合、当該処分場水処理施設の耐用年数を超えた。このことから、浸出水の pH の低下に効果的・効率的かつ経済的な方法を見出すことが求められる。そこで、廃棄物最終処分場において、浸出水に中和剤を注入し再度廃棄物層へ循環させる方法を提案する。この浸出水の循環により、廃棄物層の洗い出しに加え、中和剤によるアルカリ土類金属の不溶化による効果的な浸出水の pH の低下を図る。

本研究は、廃棄物最終処分場における浸出水の pH を早期に水質基準に適合することによる維持管理費削減を目的とする。焼却灰へ循環する水の pH を 3～7 まで変化させ、浸出水の pH を 8.6 まで低下させる。循環する水の pH と浸出水の pH が 8.6 まで低下する循環水量や時間の関係を整理し、効果的な循環水の pH を明らかにする。本報告では、循環水による浸出水の pH 低下速度に関する比較実験の概要と結果の一部について報告する。

2. 循環水による浸出水の pH 低下速度に関する比較実験

2.1 実験概要

焼却灰へ循環する水の pH を 3～7 まで変化させ、浸出水の pH を水質基準（ $\text{pH}=8.6$ ）まで低下させる。循環する水の pH と pH が 8.6 まで低下する時間や循環水量の関係を整理し、効果的な循環水の pH を明らかにする。

2.2 実験器具・実験方法

表-1 に実験条件を、図-1 に実験器具概要を示す。以下に実験方法を示す。1. 焼却灰より浸出水を採取する。2. 焼却灰を乾燥密度 0.7 g/cm^3 、高さ 20 mm になるよう締固める。3. 実験器具上部より浸出水を注入する。実験器具下部に空の集水用フリーコンテナを設置、浸出水を集水する。4. 浸出水の集水後、中和剤を用いて浸出水の pH 調整を行う。5. 3. ～ 4. を繰り返し、 pH 調整を行った浸出水を循環させる。また、 pH 計測は浸出水 20 l 通水毎に行う。

2.3 実験ケース

表-2 に実験ケースを示す。実験ケースは、焼却灰へ循環する水の pH を変化させる。中和剤には硫酸を用いた。

表-1 実験条件

乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	0.7
焼却灰面積 (mm^2)	4418
焼却灰高さ (mm)	20

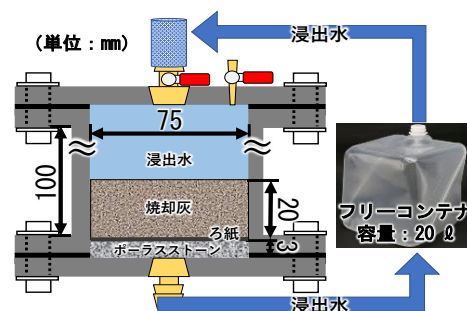


図-1 実験器具概要

表-2 実験ケース

CASE	1	2	3	4	5
焼却灰へ循環する水の pH	7	6	5	4	3

キーワード pH 、焼却灰、浸出水、透水係数、最終処分場

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4 丁目 12-1 茨城大学工学部キャンパス理工学研究科 E-mail : 20nm807r@vc.ibaraki.ac.jp

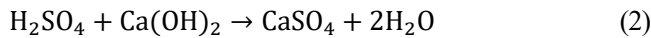
2.4 実験結果・考察

図-2 に浸出水 pH と時間の変化, 図-3 に浸出水の pH 低下速度と時間の変化, 表-3 に循環する水の pH ごとの焼却灰の換算透水係数と回折強度, 図-4 に焼却灰の換算透水係数の比較図を示す. 図-5 に実験後焼却灰の X 線回折結果を示す. 換算透水係数は式(1)より求めた.

$$k_m = \frac{0.02}{44.18 \times 10^{-4} \times t} \quad (1)$$

ここで, k_m : 換算透水係数(m/s), 0.02: 通水流量(m^3), 44.18×10^{-4} : 焼却灰の通水断面積(m^2), t : 通水流量を収集した時間(s)である.

焼却灰へ循環する水の pH が小さいほど pH 低下速度が増加したが, 焼却灰の透水性が低下傾向にあった. 透水性の低下傾向と回折強度は, 本実験では明確な相関は見られなかった. 式(2)に硫酸カルシウムの生成に関する反応式を示す.



本実験では, 焼却灰へ循環する水の pH の調整に, 硫酸(0.5 mol/l)を用いた. 焼却灰へ循環した際に, 水酸化カルシウムと反応し硫酸カルシウムが発生したと考えられる. 実験後焼却灰の X 線回折の結果が硫酸カルシウムのピーク角度と類似しているが, 他のピーク角度で強度の発現がないため, 硫酸カルシウムを特定したと一概には言えない.

表-3 循環する水の pH ごとの焼却灰の換算透水係数と回折強度

CASE	1	2	3	4	5
焼却灰へ循環する水の pH	7	6	5	4	3
初回通水後の透水係数 $k (\times 10^{-4} \text{ m/s})$	12.2	11.6	9.09	7.39	6.29
浸出水の pH が 8.6 以下に低下した直後の透水係数 $k (\times 10^{-4} \text{ m/s})$	6.44	6.08	4.84	4.36	4.12
ピーク角度の回折強度 (cps)	1300	5717	3066	3016	4167

3. まとめ

本実験の結果より以下の知見を得た.

焼却灰へ循環する水の pH が小さいほど, 浸出水の pH 低下に効果的であったが, 焼却灰の透水性が早く低下する傾向を示した. したがって, 循環する水の pH が小さい方が浸出水の pH 低下に効果的であると, 言い切れないことから更なる検討が必要である.

4. 今後の展望

浸出水の pH を早期に低下させるための循環水の適切な pH については, 今後更なる実験を行なった上で, 循環水の pH を調整するための中和剤や経済性なども考慮して明らかにしていく所存である.

【謝辞】本研究は, 令和 3 年度茨城大学地域研究・地域連携プロジェクトの援助を頂いた. ここに記して謝意を表す.

参考文献

- 1) 総理府・厚生省令: 一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令, <http://www.env.go.jp/hourei/11/000018.html> (2021 年 4 月 15 日閲覧).
- 2) 環境省: 最終処分場跡地地形質変更に係る施行ガイドライン, http://www.env.go.jp/recycle/misc/guide_wds/ (2021 年 4 月 15 日閲覧).
- 3) 宮脇健太郎, 坂本篤, 木村志照, 小林薫, 金子卓寛, 肴倉宏史, 田中裕一, 平山涼一, 松岡巨恒: 一般廃棄物最終処分場の高 pH 浸出水アンケート調査, 第 43 回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, pp.241-243, 2022.
- 4) 安部加奈子: 廃棄物最終処分場廃止措置時の降雨浸透能の把握と浸出水の pH 低下に関する研究, 茨城大学卒業論文, 2019.
- 5) 金子卓寛: 廃棄物最終処分場における浸出水の pH 低下促進に関する基礎的研究, 茨城大学卒業論文, 2020.

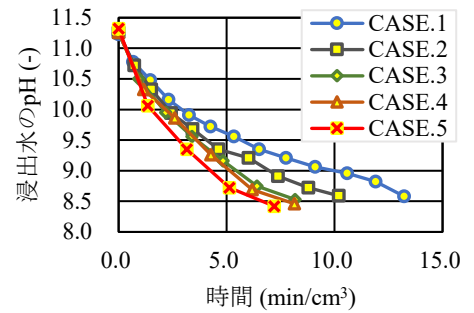


図-2 浸出水の pH の経時変化

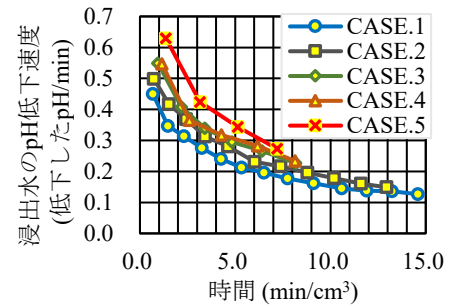


図-3 浸出水の pH 低下速度の経時変化

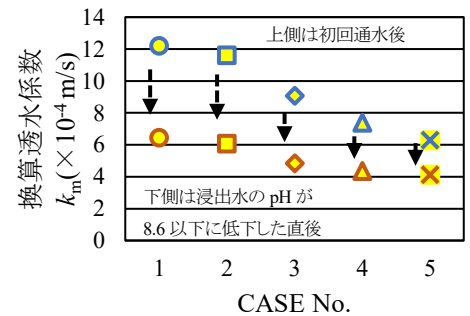


図-4 焼却灰の換算透水係数の低下傾向の比較

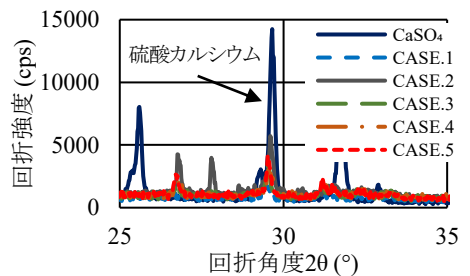


図-5 実験後焼却灰の X 線回折の結果