

クローズドシステム処分場の安定化促進のための散水方法の検討

○ (賛) 大塚義一*、(正) 石井一英*、(正) 古市 徹*、(正) 花嶋正孝*
 *クローズドシステム処分場開発研究会

1. はじめに

クローズドシステム処分場（以下“CS処分場”と記す）の具体的な散水設計手法を確立することを研究目的として、埋立廃棄物の対象を焼却灰に限定して、散水方法の違いによる溶出挙動についてラボスケールでの実験的研究を行ってきた。この際の散水方法として、散水強度・散水時間・散水頻度という3つの散水条件を設定するとともに、安定化に及ぼすその他の影響因子を抽出し、最適な散水条件の評価方法として散水設備に必要な設備費用を評価指標とした安定化モデルの研究についても併せて研究してきた¹⁾。しかし、実際の設計に適用可能な具体的な散水手法を構築するためには、安定化モデル精度のさらなる向上や焼却灰以外への適用性拡大を検討する必要がある。安定化モデルとは、①洗い出しモデルと、②最適化モデルの二つの数式モデルを合わせたモデルである。洗い出しモデルでは、CS処分場に埋め立てた廃棄物への散水による水分供給によって、廃棄物中の有機成分や塩分などがどのように溶出するのかを定量的に模擬することができる。最適化モデルでは、洗い出しモデルで模擬した結果として得られた、時系列での有機成分と塩分の溶出挙動より、浸出水処理設備に関する費用を最小化する（最適な）散水方法を決定することができる。

本報では、安定化モデル精度の向上を実現するための研究として行った、洗い出しモデルにおける埋立廃棄物の深さの違いによる溶出挙動の影響と、カラム実験よりも大きな規模で行った他の研究グループでの実験結果との溶出特性の相関、および全国のオープン型処分場における浸出水データの溶出物質の傾向などについて述べる。

2. 洗い出しモデルにおける精度向上の研究

1) これまでの研究成果

洗い出しモデルでは、廃棄物の溶出特性を模擬するために次の3つの係数を適用している。廃棄物粒子（固相）から廃棄物粒子に付着している流動しない水分（不動水相）への移動特性を示す係数 k_s [1/h] と、不動水相から廃棄物間隙を流動する水分（流動相）への移動特性を示す係数 k_l [1/h]、および固相から不動水相間への物質移動時の変換ファクター f [g/m³] である。これらの係数 k_s 、 k_l 、 f はカラム試験結果から同定する。カラム試験時の埋立深さは 15[cm] で、この際の3つの係数は散水条件（散水強度や散水頻度など）の違いによって変化することを確認した（図-1と図-2参照）。また、埋立深さが 1.7[m] の実規模レベルにおける実験結果から同定した k_l の値 (0.01~0.02[1/h]) は、カラム試験で同定した k_l 値より 10 倍程度大きくなることも確認した。この現象は、埋立深さが変化することによって、溶出特性に違いが生じることを定性的に示している。また、散水強度が大きな場合には、浸出水の濃度が下がる結果となり、あたかも洗い出しの効果があったように見えるが、実際には含有量が下がっていないという、見かけの溶出濃度低下現象も確認できた。これは、固相から不動水相への溶出速度が、不動水相から流動相の溶出速度よりも 10 倍程度遅いことから、散水強度の増加ともなう流動相と不動水相との接触面積が増えたときに固相からの溶出が間に合わないために生じる現象であると考えられる。したがって、より効果的な散水強度

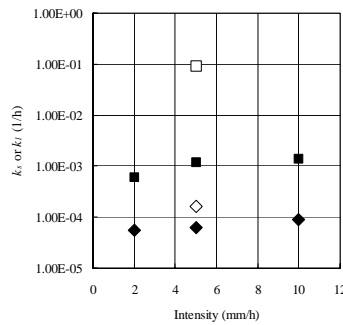


図-1 散水強度と k_s 及び k_l との関係

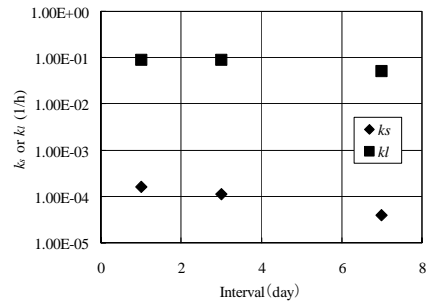


図-2 散水頻度と k_s 及び k_l との関係

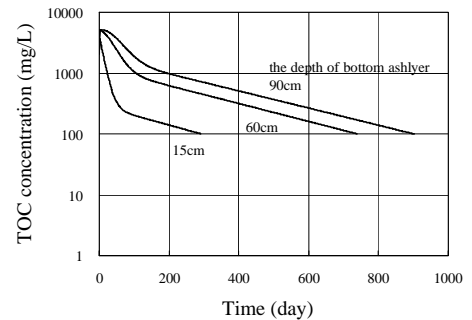


図-3 主灰における TOC 成分溶出濃度の埋立深さによる影響

【連絡先】 〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 株式会社 奥村組 技術本部 環境プロジェクト部

大塚義一 Tel:03-5427-8475 FAX:03-5427-8104 e-mail:yoshikazu.otsuka@okumuragumi.jp

【キーワード】 クローズドシステム処分場、安定化モデル、精度向上、データ分析

は固相からの溶出特性 (k_s) に依存しているともいえる。

2) 埋立深さの違いによる洗い出しモデルのシミュレーション結果

上記の研究結果のなかで、埋立深さによって溶出特性が異なる現象を洗い出しモデルで検証した結果を図-3に示す。同図のシミュレーション結果は、散水強度 5[mm/h]、散水時間 0.8[h]、散水頻度は毎日という散水条件で、カラム実験の場合の 15[cm]、その 4 倍の 60[cm] と 6 倍の 90[cm] に埋立深さを設定して、TOC 濃度が目標濃度 (100[mg/L]) に到達するまで解析を実行したものである。

解析の結果、埋立深さが大きくなるにしたがって、目標濃度には到達するまでの時間が長くなることが確認できた。したがって、洗い出しモデルを用いて実際の CS 処分場の溶出挙動を模擬する場合には、埋立深さは大きな要素であるとともに、目標濃度には到達させる時間を短くするためには、薄層埋め立て (例えば層厚 15[cm] の埋め立て) をしながら散水を行うということも有効と考えられる。

3. 最適化モデルにおける精度向上の研究

1) 最適化モデルの課題

最適化モデルは、浸出水処理設備のコストに限定した評価 (目的) 関数から最適な散水方法を決定することから、「最適な散水方法=最小コストの散水方法」と定義できる。そうした意味で、最適化モデルの精度向上を考えるうえで最も重要なのは、コストに直結する水処理設備の仕様と維持管理期間に関連する部分である。具体的には、埋立完了時点から浸出水中の塩分濃度を所定のレベルに低下するまでの期間 T_B (脱塩処理を行う期間) と、脱塩処理完了後から廃止基準を満足するまでの期間 T_C (脱塩処理を除いた処理を行う期間) をどのような決定プロセスで設定するかということが重要な課題である。今回は、室内カラム実験よりも大きな規模で実施した実験結果データを分析し T_B の特性を考察した。

2) データ分析

データ分析では、我々の実施したカラム実験以外での各種関連データを抽出して検討した。

ここで述べる抽出データは、実際の CS 処分場内で実施した実験時の浸出水データの事例であり、すべて閉鎖空間で実施した結果である (表-1 参照)。データ分析をする際の仮定として、「塩分の溶出挙動は時間依存性が支配的である」という想定で、簡易的な線形現象 (時間の一次関数) で任意時間での浸出水の塩素イオン濃度を算出した。具体的には、(式 1) のように、任意時刻における浸出水の塩素イオン濃度が散水期間に比例して減少する関係式を、(式 2) のように変形し、表-2 の各データを代入 (ここでは、各ケースの $C(t)$ と t には各々の到達 Cl 濃度と経過日数を代入) して A_C を算出する。この A_C を (式 3) に代入して T_B を求めた。ここで、 $C(t)$: 任意時間での浸出水の塩素イオン濃度 [mg/L]、 A_C : 埋立廃棄物中の時間依存型塩分溶出係数 [mg・日/L]、 t : 間欠期間も含めた散水期間 [日]、 C_0 : 初期塩素イオン濃度 [mg/L]、 T_B : 脱塩処理期間 [日]、 C_E : 脱塩処理完了時の塩素イオン濃度 = 200 [mg/L] である。

その結果、各実験での T_B は、表-1 に示すように、100~1195 [日] の範囲となった。また、 A_C は、8.9~145.8 [mg・日/L] となり、この A_C が散水条件により変化すると考え、今後のその他データ分析に繋がりたいと考える。例えば、No. 1~No. 4 の実験に限定すれば、図-4 に示すように、散水量と A_C にはある程度の相関性が伺えた。

今後は、塩素イオン濃度の溶出特性式 (式 1) をいくつかのパターン (非線形性も考慮) で算出することも検討したいと考える。

表-1 分析対象データ

No.	1	2	3	4
実験名称	カラム実験	小型実験槽 ボックス BB	大型実験槽 ボックス BB	大型実験槽 枅形山
埋立廃棄物	焼却灰	破碎ごみ 20+ 焼却灰 80	焼却残渣 30+ 破碎残渣 20+ 家庭廃棄灰 10	焼却残渣
埋立廃棄物重量	3.6kg	70kg	1,200kg	1,385kg
充填廃棄物寸法	φ15cm× H15cm	70Lポリバケツ	□1.0×H1.2m	
散水量 (mm/日)	4	3	3	5
初期 Cl 濃度 (mg/L)	約 10,000	17,406	35,166	95,765
到達 Cl 濃度 (mg/L)	約 200	1,990	15,892	2,283
経過日数	約 100 日	1072 日	446 日	641 日
溶出係数: A_C	98	14.4	43.2	145.8
脱塩処理期間: T_B (日)	100	1195	809	655
出展元	H16年度 CS 研報告書 図 2.1-4.18	H16年度 CS 研報告書 表 2.2-5.29	H16年度 CS 研報告書 表 2.2-5.33	

$$C(t) = -A_C \times t + C_0 \quad (\text{式 1})$$

$$A_C = \frac{C_0 - C(t)}{t} \quad (\text{式 2})$$

$$T_B = \frac{C_0 - C_E}{A_C} \quad (\text{式 3})$$

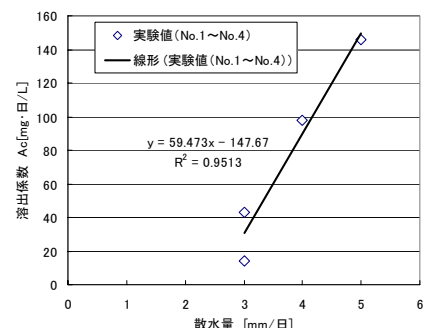


図-4 散水量と溶出係数との相関

4. 実際の処分場における浸出水データの傾向

1) データの抽出

先述したように、最適化モデルの精度向上には T_B と T_C の信頼性を高める必要がある。しかし、クローズド型の処分場においては、CS処分場自体の稼動期間がまだ短いこと、または安定化を目的とした散水を長期間実施している現場が現時点では存在していないことなどにより、浸出水中に含まれる塩分濃度や有機成分濃度などの経時変化を定量的に把握できていない。そこで、**図-5**に示すように、オープン型の処分場のなかで比較的長期間の浸出水質データがある全国（5都市）の処分場を5箇所ピックアップして、塩分および有機成分の溶出傾向を把握した。

2) 塩分の溶出挙動

図-5 (b)・(d) より、先述した実験結果のデータ分で用いた考え方で A_c を求めると、(b)・(d) 処分場の A_c は、それぞれ近似的に140と160程度と求められた。この A_c の結果は、**表-1**のNo. 4（大型実験槽：枅形山）の結果から推定した値（145.8）

と同等である。しかし、(b)・(d)の平均年間降雨量を日平均に換算すると、それぞれ3.1と4.0（mm/日）程度となり、No. 4の実験での散水量（5.0mm/日）とは異なる傾向となり、実際のオープン型処分場では、**図-4**の相関性は適用困難と考えられる。

3) 有機成分の溶出挙動

図-5 (a)～(e)における有機成分の溶出挙動に関しては、いくつかの近似方法によって近似線を求めてみたが、全てに共通性が見られず、何等かの特性式を導出することができなかった。これは、複数の影響因子が複雑に作用した結果と考えられるとともに、有機成分の溶出以外に微生物による分解やそれ以外の分解作用の影響によって、各現場で大きく異なるためと考えられる。

5. おわりに

安定化モデルの精度向上に関する各種の研究について報告した。今後は、既存CS処分場を対象としたデータ解析を行い、モデルとの整合性を詳細に比較検討するとともに、最適化モデルにおけるケーススタディを行う予定である。加えて、これまで焼却灰を対象に散水方法を提案してきたが、それ以外の破碎不燃物などについても対象廃棄物として、その散水方法を研究したいと考えている。

【参考文献】

- 1) 大塚義一他：「クローズドシステム処分場における埋立物の安定化のための基礎的研究」第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集Ⅱ、P1118.-1120（2005）

