水の循環による焼却灰埋め立て地盤の液相中重金属挙動に関する検討

九州大学大学院 学 宇良 直子 F 落合 英俊 九州大学大学院 正 安福 規之 正 大嶺 聖 鹿児島大学農学部 正 中川 啓

1.はじめに 海面埋め立て処分場では陸上の埋め立て処分場に比べ、廃棄物層内が嫌気的になりやすいうえ、 処分場から排出される余水は廃棄物と接触する期間が長い。よって処理性の悪い水質が継続し、埋め立て完 了後、跡地を利用するためには長い期間を要する。現在、海域で特に問題となる T-N や COD 値を低減させ るためには、浸出水の循環が有効であるとされている。しかし、浸出水の循環による重金属の挙動は十分に 調べられていない。本研究では海水面(余水)の少ない埋め立て終末期を想定し、二次元埋め立て模型槽を 用いて都市ごみ焼却灰堆積層からの浸出水を循環させる実験を行った。また、浸出水の循環による液相中の 重金属の濃度変化を移流分散解析により予測し、水溶性鉛の挙動について検討した。

2.実験概要 本研究で用いた実験装置の概要を図 - 1 に示す。埋め立 て模型槽は下端部に水の流入口・流出口、側面および底面に計 12 ヶ所 の抽出口が設けられている。今回の実験では流入口と流出口の水頭差 を 5kPa とし、流量 4.5L/h で連続循環させた。本実験に用いた試料は A 市の焼却処理施設より採取した都市ごみ焼却灰で、粒径が 20mm 以下 のものを使用した。試料は水中落下により堆積させ、堆積 1 日後に水 の循環を開始した。また循環させる水と焼却灰の固相部分との比が 1:1 となるようにした。廃棄物層内の間隙水について 12 ヶ所の抽出 口より、循環前及び循環後に採取し、pH 及び Pb 濃度を測定した。



図 - 1 埋め立て模型槽の概要

3.間隙水の経時的変化

図 - 2、図 - 3に浸出 水循環による間隙水の pH および Pb 濃度の経 時変化を採水点ごとに 示す。pH は測定期間中、 どの採水点においても 非常に高い値で推移し ている。また同実験中、 流出ロ付近の浸出水に おいてアルカリ度を測 定したが、これも減少 傾これは今回の実験が埋 め立て終末期を想定し





図-3 浸出水の循環による鉛濃度の経時変化 (実測値)

て行なっており、液固比を小さくして実験しているためであると考えられる。浸出水が焼却灰のアルカリ成分を洗い出し、pH が低下するためにはより多くの水量または時間が必要であることが示唆された。鉛についてはどの採水点においても pH の著しい減少はみられなかったにもかかわらず、特に循環初期において高濃

キーワード 海面埋立処分場 浸出水 鉛 数値解析 連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎6 10 1 九州大学大学院工学府 地盤工学研究室(水工) 度で溶出していた地点(6、11)において鉛の溶出量は減少しており、今後全体的に一様な濃度になることが 予測される。鉛の溶出量が減少した理由としては CaCO₃ との共沈等が考えられる。

4.移流分散解析の概要 本研究では廃棄物層内は完全な飽和状態であると仮定し、液相中の鉛濃度 C に関する基礎方程式として次式を用いて数値計算を行なった。

 $\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i} (v_i C) - \frac{\partial}{\partial x_i} \left(D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) = S \qquad C:液相中の鉛の濃度[ML⁻³]$ $t:時間[T]、 D_{ij}:水力学的分散係数[L²T⁻¹]$

右辺の S は化学反応項である。これは次式のように、液相中の鉛の濃度 C に応じて、水酸化物形成や、共沈、金属酸化物や有機物、粘土鉱物への吸 着により、液相中から一定の割合で減少していくと仮定した。

 $S = \lambda C$ $\lambda:$ 減衰係数[T⁻¹] (カラムを用いた浸出水循環実験により求めた) 図 - 4に解析領域と境界条件を示す。また表 - 1に解析に 表

用いたパラメータを示す。5.移流分散解析の結果

各採水点における鉛

濃度の経時変化を図 -5 に示す。浸出水の循 環により初期に高濃度 で溶出していた地点(6、 11)においても 200 時 間程度水を循環させる ことで他の地点とほぼ 同棄物層全体が一様に 安定化するといえる。 ここでこの数値計算結 編果(図 - 3)と比較 すると、数値計算結果



表 - 1





図 - 6 浸出水の循環による鉛濃度の経時変化 (解析値・λ=1.8×10⁻⁵(1/s))

では初期に高濃度で溶出していた地点における挙動は比較的よく表しているものの、全体として実測値より も低い値となっている。また実験結果をみると、鉛の溶出濃度が廃棄物層内で一様となるには数値計算で得 られる結果より多くの時間が必要であることが示唆された。この理由としては、二次元模型実験装置は減衰 係数の同定に用いたカラム実験装置に比べ、密閉度が高く、カラム実験による浸出水は大気中の CO₂により 安定化がより早く進んだためと予測される。ここで減衰係数λを 1.8 × 10⁻⁵(1/s)として同様に数値計算を行ない、 比較した。その結果を図 - 6に示す。鉛濃度の減少傾向としては先に行なった数値計算とほぼ同様であると いえる。しかし廃棄物層内全体が一様な鉛濃度を示すまでに要する期間が長くなり、またその時の鉛濃度は やや高い値となることがわかる。

6.おわりに 浸出水の循環により液相中の鉛濃度が減少し、廃棄物層内で一様に安定化する動きがみられた。 これは pH の影響ではなく、カルシウム分との共沈等が原因として考えられる。また減衰係数λによって液相 中の鉛の減少を評価し、移流分散解析を行なった。ここではカラムを用いた浸出水循環実験により求めたパ ラメータでは、液相中の鉛の減少量を過大に評価してしまう可能性があることが明らかとなった。

参考文献 宇良ら:水の循環による焼却灰埋め立て地盤の液相中重金属挙動に関する研究,第5回環境地盤工学シンポ ジウム発表論文集(投稿中)



移流分散解析

解析に用いたパラメータ