

水の循環による焼却灰埋め立て地盤の早期安定化に関する基礎的実験

九州大学大学院 ○学 宇良 直子 九州大学大学院 F 落合 英俊
 九州大学大学院 正 安福 規之 九州大学大学院 正 大嶺 聖
 九州大学工学府 正 中島 通夫 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廃棄物層内が嫌氣的になりやすいため、埋め立て完了後も処分場を廃止し、跡地を利用するのに長い期間を要することが知られている。現在、廃棄物層の間隙水を強制的に移動させ、さらにそれを循環させることにより、海域で特に問題となる T-N や COD 値において低減効果があることがわかっている¹⁾。しかし、間隙水の循環による重金属の挙動は明らかにされていない。また廃棄物層全体を一樣に安定化させるため、あらゆる地点や深度でその安定化機構にどのような違いがあるのかについて明らかにする必要がある。これまでの研究では Pb は間隙水の循環により、場所や深さでその溶出の程度が異なることが明らかとなり、この原因は廃棄物層内の水の流れ方によるものと考えた²⁾。本報では廃棄物層内の水の流れや、Pb が洗い出される様子を数値解析により検討し、効果的な循環手法について考察した。

2. 解析概要

解析の対象となる土槽を図-1に示す。土槽内に浸透させる水は海水を用いた。また流入口と流出口には約 1m の水頭差を与えている。流入口、流出口以外の壁面は不透水層である。今回の実験では焼却灰模擬土を使用した。これは Pb の挙動をみるために焼却灰を単純化したものである。ここで Ca が Pb の挙動に影響しているものと考え、CaO を 10%、PbO₂ を 0.3%、残り 90% 程度がケイ砂となるように混合している。また粒度分布は焼却灰と等しくなるように調整した。この焼却灰模擬土を用いて、数値解析に必要なパラメータを求めた。これらの値を表-1に示す。透水係数については、実際の焼却灰は 10⁻²cm/s 程度の値であり、比較的透水性のよい土であるといえるが、今回作成した焼却灰模擬土の透水係数はそれよりもかなり低い値となった。この原因としては CaO の代わりに混合した Ca(OH)₂ が水分を吸収して膨張したためと考えられる。また、縦分散長については「 $\alpha_L = 0.3668 \times \text{平均粒径}$ 」によって求め、横分散長についてはその 1/10 とした³⁾。遅延係数 R は焼却灰模擬土の乾燥密度、有効間隙率、分配係数より求めた。これにより Pb の固相への吸着を考慮することができる。

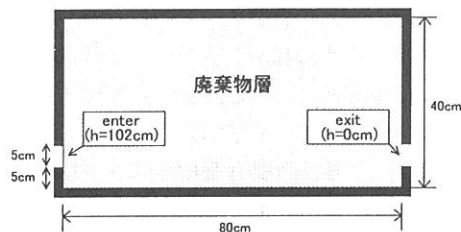


図-1 廃棄物土槽

表-1 解析に用いたパラメータ

浸透流解析		
透水係数	k (cm/s)	4.67×10^{-4}
有効間隙率	n_e (%)	40
移流分散解析		
水の拡散係数	D_m (cm ² /s)	1.0×10^{-5}
縦分散長 ³⁾	α_L (cm)	0.117
横分散長 ³⁾	α_T (cm)	0.0117
遅延係数	R	2.73
初期濃度	C (g/cm ³)	1.57×10^{-6}

4. 浸透流・移流分散解析の結果

数値解析はまず浸透流解析を行い、次にその結果を用いて移流分散解析を行った。

1) 浸透流解析

浸透流解析の結果を図-2に示す。矢印は流速ベクトルを、曲線は等水頭線をあらわしている。この図から水の流入口や流出口の上部ではほとんど水の流れがないことがわかる。また流入口、流出口付近では大きな流速をもち、その他の領域ではほぼ一様

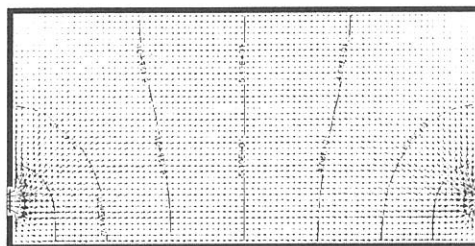


図-2 流速ベクトル図

〔 図中の数値は水頭値であり、単位は cm である。 〕

な水の流れがあることが確認できた。

2) 移流分散解析

今回は、間隙水の循環は考えず、循環させる前の段階、すなわち廃棄物層内が海水によって洗い出される状況を想定して数値解析を行った。ここで初期条件として $t=0$ のとき、Pb はすべて液相中に存在するものとし、海水の浸透とともに Pb は固相に吸着されながら洗い出されていくものとする。図-3、図-4、図-5はそれぞれ海水の浸透開始から6時間後、5日後、10日後の数値解析結果である。海水は非常にゆっくりとした速度で、廃棄物層の下層部のみを洗い出している様子がわかる。しかし、この条件では海水の流入による影響をまったく受けていない領域が、ある程度時間が経過しても広く残ってしまうと予測される。

また、5日後と10日後を比べると、10日後は海水の影響が及ぶ領域がやや縦方向に拡散しているものの、依然として土槽の下層部に流れが集中していることがわかる。

つぎに、流入口的位置を廃棄物層の上部に移し、その他の条件は等しくなるようにして数値解析を行ったところ、海水浸透10日後の濃度分布として図-6に示すような結果を得た。ここでは流入口的位置を変えることで、Pb は廃棄物層内でほぼ一様に洗い出されていることが確認できる。よって、流入口と流出口的位置を図-6のように設定することで、海水によって効果的に洗い出しを受け、また、浸出水を循環させた際も、循環による影響が廃棄物層内全体に及ぶことが予想される。

5. まとめと課題

今回、廃棄物層内の間隙水を循環させることによる Pb の挙動を明らかにするため、焼却灰を模擬した土を作成し、浸透流解析・移流分散解析を用いた検討を行った。

1) 廃棄物層の下部に流入口と流出口を設置した場合、それぞれの上層部では他の領域に比べ、間隙水の流れが緩慢となる。またそれらの領域では循環初期の洗い出し効果も期待できないため安定化の程度が場所によって異なることが予想される。しかし流入口を廃棄物層の上部に設置することで廃棄物層内はほぼ一様に洗い出しを受け、安定化もほぼ一様に進むものと考えられる。

2) 今後、間隙水の循環や他の物質の影響も考慮にいれた数値解析モデルを作成することで、より実際に近い挙動を把握する必要がある。また、数値解析に必要となるパラメータをより詳しく調べ、検討していく。なお、今回の解析には Processing Modflow を用いた。

6. 参考文献

- 1) 吉用ほか: 海面埋立地における内水循環による埋立廃棄物の安定化について、平成 12 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.B410-411, 2001
- 2) 宇良ほか: 水の循環を利用した都市ごみ焼却灰の早期安定化に関する研究、第 57 回年次学術講演会講演概要集、pp1569-1570, 2002
- 3) 中川ほか: 不均一多孔媒体中の流れと物質輸送特性について、地下水学会誌、40(1) pp.1-16, 1998

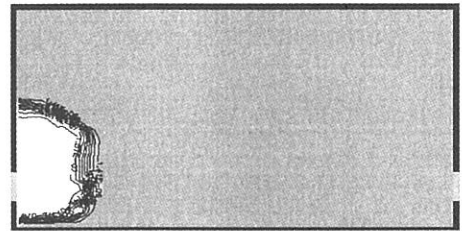


図-3 海水浸透6時間後の液相Pb濃度分布

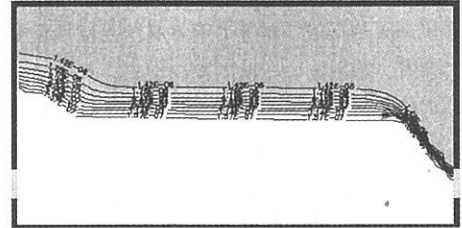


図-4 海水浸透5日後の液相Pb濃度分布

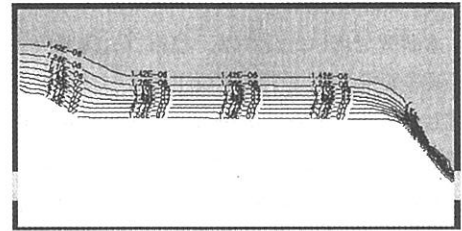


図-5 海水浸透10日後の液相Pb濃度分布

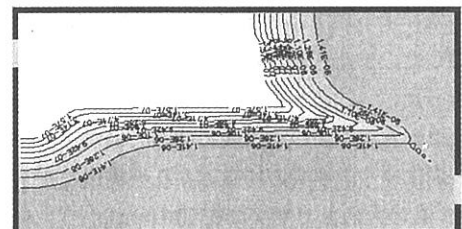


図-6 流入口を変えたときの海水浸透10日後の液相Pb濃度分布

図-3～6においていずれも図中の数値は Pb 濃度であり、単位は g/cm^3 である。