

廃棄物模擬埋立実験(テストセル)について

- 設置コンセプトと初期データ -

廃棄物管理担当 渡辺洋一

1 廃棄物最終処分場の実態

我が国の廃棄物最終処分場は、安定型最終処分場、管理型最終処分場、遮断型最終処分場に分類されている。安定型最終処分場は、分解性の有機物をほとんど含まないがれき類、ガラスくず及び陶磁器くず、ゴムくず、廃プラスチック類及び金属くずのみを埋め立てるため、有害物質や有機汚濁物質が溶出しないとされている。管理型最終処分場とは、その他の廃棄物で有害物質が基準値以上溶出しない廃棄物を埋め立てる処分場である。一般に分解性の有機物を含んでいるため、有機物を含む汚濁水が浸出し、メタン等のガスも発生するため、遮水工、ガス抜き管、浸出水の集水、水処理施設の設置が義務づけられている。遮断型は、有害物質が溶出するため、周辺環境と遮断して保管する処分場である。

最終処分場の跡地を利用する際には、汚濁浸出水、ガスの発生、地盤沈下等が問題となる。最終処分場内部で汚濁物質が雨水等によって洗い出されたり、有機物が分解される過程で水溶性汚濁物質が生成したり、ガス状物質が発生したりして、長期間にわたって周辺環境に排出される。また、廃棄物が分解し、溶解して流出するため地盤沈下が起こる。そのため、跡地を安全に有効利用するためには、最終処分場内部が安定化している必要があり、その正確な判定が必要である。しかし、広大な最終処分場内部の廃棄物の分解状況を把握することは困難であり、そのモニタリング方法及びデータの評価方法の確立が求められている。

また、最近の最終処分場埋立廃棄物の特徴として、リサイクルの推進に伴い、焼却残渣、破碎選別残渣が主な埋立物となりつつあることが挙げられる。そのため、埋立地内部には有機物が少なく、高塩濃度でアルカリ性の保有水が存在し、微生物が活動する環境としては劣悪であり、安定化を遅らせる一因となっている。

2 模擬埋立実験の目的と必要性

最終処分場内部の安定化の状況を把握するため、一般的に浸出水、ガス抜き管からの発生ガスの分析が行われ、浸出水処理施設管理や埋立地内部の安定化の判定に用いられている。しかし、実際の最終処分場では、廃棄物層は不均一であり、雨水の浸透も均一ではないため、浸出水の水質が内部の廃棄物全般の分解状況を正確に反映していない場合がある。また、ガスはガス抜き管を通らずに地表面からも排出される。埋立地内部の調査や地表面から排出されるガスの測定は、いずれも一般に普及してはいない。

廃棄物から水中に溶出する物質を簡易に把握する手法として、廃棄物を水と混合して振とうし、ろ過する方法(溶出試験)が用いられる。この方法で水に溶出した物質は、埋め立てた廃棄物が雨水等により洗われて浸出すると判断される。しかし、実際の最終処分場内部では、廃棄物が水やガスと接触したり、微生物により分解されたりして変化していくため、埋め立ててからの時間経過とともに浸出水の水質は変化していく。埋立地内部の浸出に近い方法として、円筒状のカラムに廃棄物を充填し、上部から水を供給して浸出してくる水を分析する方法も研究されているが、一般に規模が小さいために、実際の最終処分場内部の挙動を全て再現するのは難しい。

そこで、実際の最終処分場に比較的近い規模の模擬埋立実験槽(テストセル)を建設し、建設段階で埋立層内部に各種センサー、試料採取用器具を設置した。センサーにより埋立地内部の水、ガスの分布や流れ、微生物反応の指標となる温度分布の測定を行い、内部の保有水及びガスを採取し

分析することにより、有害物質等の生成、排出過程の解明や有機物分解による安定化の解明を行うことを目的とする。また、本テストセルでは、浸透性反応壁(PRB: Permeable reactive barrier)を中間覆土として利用したり、空気を埋立層内に圧入して微生物による好気性分解を促進するなどの新しい試みを行っている。PRBとは、地下に透水性の資材で壁(主に鉛直方向に設置される)を作り、汚染物質だけを捕捉あるいは分解して、浄化した水だけを通過させる方法であり、土壌・地下水汚染の分野で注目されている技術である^{1),2)}。本テストセルでは、地域土壌(埼玉県の土壌)の持つ浄化能力を向上させることにより、安価で安全なPRB資材を開発し、実験している。

テストセルによる実験の内容は次のとおりである。

廃棄物の質管理(pH, 透水性, 透気性)

埋立地内部の環境改善による埋立廃棄物の早期安定化の効果を調査する。

- ・透水性、透気性を考慮した埋立物の配合及び圧密を建設段階で行う。
- ・近年、埋立廃棄物の無機化により浸出水がアルカリ性になっているため、有機物源としてコンポストを添加して中性化を図る。

内部保有水の制御(PRB層)

埋立層内部で廃棄物から浸出した汚水を浄化する(固相浄化)。

- ・PRB資材を中間覆土層として、セル底部と中間に水平に設置する。

安定化促進技術開発(大気注入)

廃棄物に含まれる有機物の微生物分解を促進して早期安定化を図る。

- ・好気性微生物による分解速度が速いため、大気を注入して埋立層内部に酸素を供給する。

ガス・水の内部移動の解析

- ・セル内各部に設置した採取用器具からガス、水を採取し、その量及び成分を分析する。
- ・センサーにより水分、ガスの連続モニタリングを行う。

3 埼玉テストセルの建設

3.1 テストセルの構造

テストセルは、図1のような構造であり、本体は直径 5m、高さ 7.5m の円筒形である。側面は鉄製ライナープレート、底部は鉄筋コンクリートで構成され、底部中央に浸出水を集めるための柵を設置している。集水柵に集められた水は、テストセルに隣接して設置した直径 60cm の観測井戸に流出する。

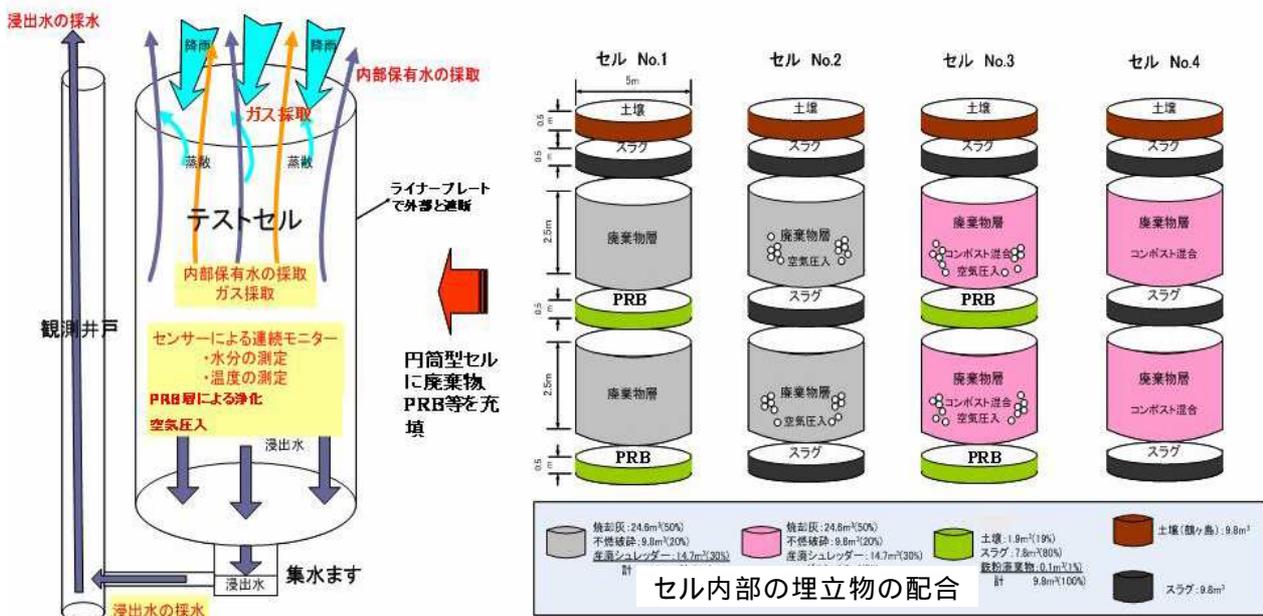


図1 埼玉テストセルの構造と機能

内部には、PRB 資材(対照として溶融スラグ)及び廃棄物を層状に埋設し、各層に温度センサー、水分センサー、内部保有水採取用器具(2種)、内部ガス採取用器具などを設置しており、温度、水分分布の連続モニターが可能であり、上部からセル内各部の水(内部保有水)、ガスの採取が可能である。

3.2 テストセル建設方法

埼玉テストセルは、寄居町の県営最終処分場内に設置されており、セルの周囲にはセル内部と類似した廃棄物が埋め立てられている。このことにより、セル内外の温度がほぼ同じになると考えられ、実際の処分場内と同様の微生物活動環境が得られ、埋立層内温度を詳細にモニターできる。

物質収支をとるために、投入する廃棄物及び資材の量をすべて測定するとともに、処理方法等の違いを厳密に評価するために、廃棄物や PRB については十分な混合を行い、さらに、4基のセルの投入量、密度が同じになるように制御した。

テストセルの主な建設工程は、廃棄物層の掘削、整地、集水柵の設置及びライナープレートの基礎工事、ライナープレート組立、ライナープレート周辺の廃棄物埋立、廃棄物や PRB を 28 回に分けて投入、敷き均し、センサー類を 6 層に設置し、配線、配管の立ち上げ、空気圧入配管を廃棄物層 2 層に設置などであり、平成 17 年 7 月に着工し、同年 12 月に竣工している。



写真1 ライナープレート建設(第1期)



写真2 センサー設置作業

3.3 実験用廃棄物試料

テストセルに用いた廃棄物試料は、一般廃棄物の焼却灰、一般廃棄物の不燃ごみ破砕物、産業廃棄物のシュレッターダストであり、テストセルを設置した最終処分場の主な埋立物である。それぞれの投入量は図1に示した。各廃棄物の熱しゃく減量値及び溶出試験結果は表1のとおりである。

表1 テストセルに投入した廃棄物の性状

	含有量	溶出試験(純水、6時間振とう、L/S=10)				
	熱しゃく減量(%)	pH	EC(mS/m)	COD	TOC	T-N
焼却灰1	5.4	12.4	230	16	28	4.6
焼却灰2	9.8	13.1	730	260	410	61
不燃ごみ破砕物	4.5	8.2	11	3.8	13	<0.5
産廃シュレッターダスト	50	8.4	23	360	410	18

注) 単位は 熱しゃく減量: %、pH: なし、EC: mS/m、COD, TOC, T-N: mg/L

焼却灰は2か所の一般廃棄物焼却施設のものを等量混合したが、有機物残量の少ないものと比較的多いものを選択して用いた。不燃ごみ破砕物は1か所の一般廃棄物破砕施設のものをを用いた。不燃ごみ破砕物は他の廃棄物に比べて透水性が良いため、廃棄物層の透水性向上の効果がある。そのため、特に透水性の良いガラス・陶磁器くずの多い試料を用いた。産廃シュレッターダストは、廃プラスチック主体の破砕残渣である。一般的な形状(固化処理等を施していない)のものを選択した。

これらの廃棄物の配合比の決定に際しては、実際に県営最終処分場に搬入されている配合比をベースに、透水係数を測定して、概ね 10^{-3} cm/sec 程度になるように決定した。

4 初期の実験結果

実験開始後間もないことから、採取した試料の分析及びデータ解析を行っているところである。また、

テストセルの完成時期が冬期の降雨の少ない時期であったため、内部保有水が採取できない層については欠測データとなった。ここでは、建設途中(下の層の廃棄物埋込から)からの全有機炭素量(TOC)の測定結果を示す(図2)。

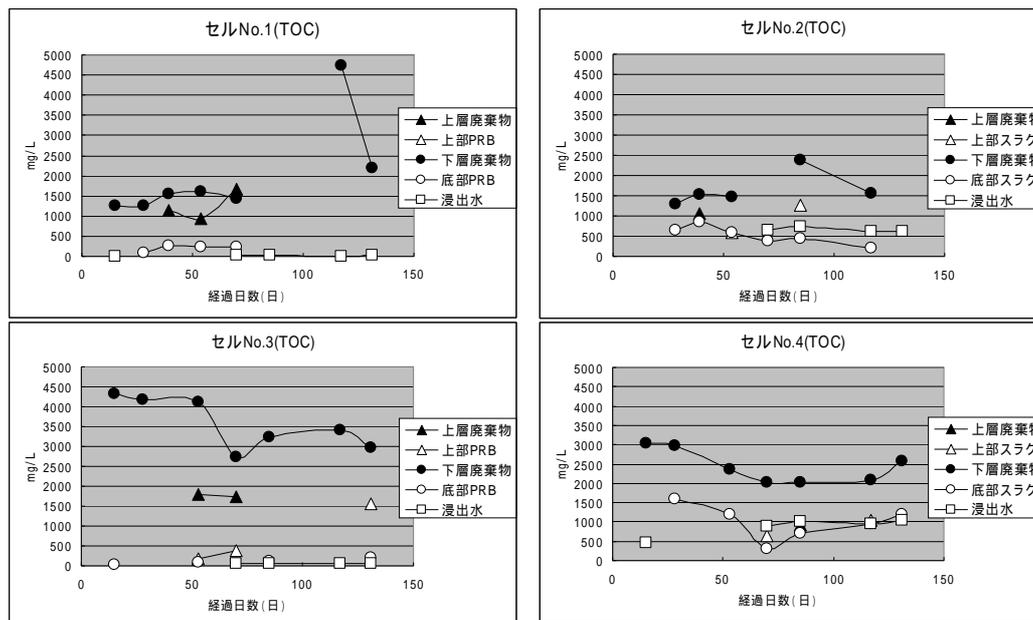
廃棄物層から採取した水は非常にTOC濃度が高く、3.3で述べた投入廃棄物の溶出試験結果よりも高濃度であった。しかし、PRB層を設置したセルNo.1及びセルNo.3では、浸出水のTOC濃度は低

テストセル浸出水
12月9日採取
(117日目)



テストセル浸出水
1月24日採取
(131日目)

写真3 テストセル浸出水



注: グラフの経過日数は廃棄物層の1層目を埋めた日を0日目としている。

図2 テストセル浸出水及び内部保有水のTOC濃度

く、PRBの代わりにスラグを敷設したセルNo.2及びセルNo.4の1/10以下であった。

このことから、埋立初期においては、廃棄物層から非常に高濃度の有機物質が溶出することが明らかとなった。また、PRB層を設置することにより、埋立地内部で有機汚濁物質の浄化が可能であることが確認された。現在、他の分析項目についても分析及びデータ解析を行っているところであり、今後、モニタリングを継続することにより、PRBの浄化効果の持続性について確認するとともに、有機汚濁指標項目以外の物質についても浄化効果の確認を行う予定である。また、廃棄物層への空気の圧入については、今後運転を開始する予定である。

謝辞

本研究は科学技術振興調整費、重要課題解決型研究「廃棄物処分場の有害物質の安全・安心保障」の支援を受けて行われた。ここに記して謝意を表する。

文献

- 1) U.S.EPA agency(Work assignment manager, R.W.Puls): Permeable reactive barrier technologies for contaminant remediation, EPA/600/R-98/125(1998)
- 2) U.S.EPA agency(National network of environment studies fellow; Kate Bronstein): Permeable reactive barrier for inorganic and radionuclide contamination, August 2005,
<http://clu-in.org/download/studentpapers/bronsteinprpaper.pdf>