

実降雨量の特性と埋立段階に応じた最終処分場の浸出水発生モデルの検討について

神奈川県 環境農政局 ○遠藤清亮
 神奈川県 県土整備局 田口雅丈
 (株)建設技術研究所 古田秀雄、江副拓良

1. はじめに

F最終処分場において、計画規模を上回る集中豪雨の影響や、今後の埋立面積の増大による埋立段階に応じて発生した浸出水の水理特性を検証することが求められている。そこで、著者らは最終処分場の設計降雨量と実降雨量の差異を整理し、今後の設定降雨量の見直しを検討した。また、埋立状況に即した浸出水の水文特性の把握と、水処理能力および調整容量に関する設計と実態の差異の検証を実施した。さらに、経時的に変化する浸出水量および調整容量は、浸出水量実測値に基づいて合理式、タンクモデル、時間遅れを考慮した水収支モデルにより、比較検証を行い、現場に即した浸出水発生モデルの再現を試みた。

2. 浸出水発生に関する降雨量の検証について

F最終処分場は、周辺を急斜面に囲まれた谷戸地形に沿って、区画ごとに埋立を実施している。

埋立地内と周辺部の雨水、地下水および浸出水は図-1の排水経路図に示すとおり、集排水と水処理を実施している。浸出水を適正に処理するために、計画規模を上回る集中豪雨が多発する状況を想定し、設計降雨量の見直しを検討した。

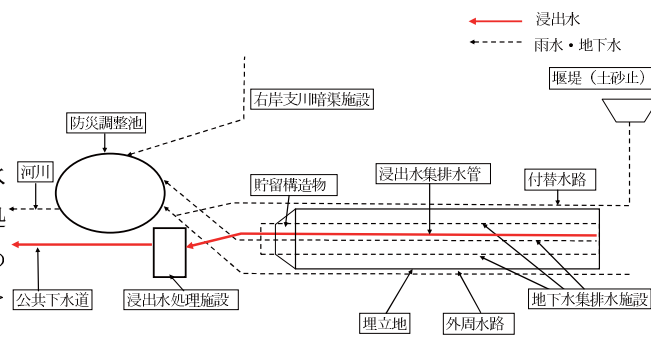


図-1 最終処分場の排水経路図

2.1 設計降雨量と実降雨量の差異について

浸出水量に関する設計降雨量は、長期間に渡って定期的に気象観測が行われていたB地方気象台の過去30年間(1966年～1995年)の降雨データを整理して用いていた。しかし、設計降雨量と実効雨量(F最終処分場)の特性に差異が生じていることから、F最終処分場に対するA測候所、B気象台、C測候所の実降雨量の相関性を把握するため、重回帰分析を行った。実効雨量に関する影響度が最も高いのは、C測候所であることが認識できる(図-2)。また、F最終処分場とC測候所の実効降雨量の関係において、決定係数 R^2 は0.92を示しており、相関性の高いことが認識できる(図-3)。

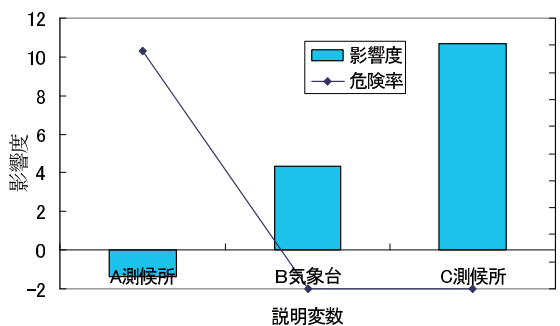


図-2 影響度と危険率の関係

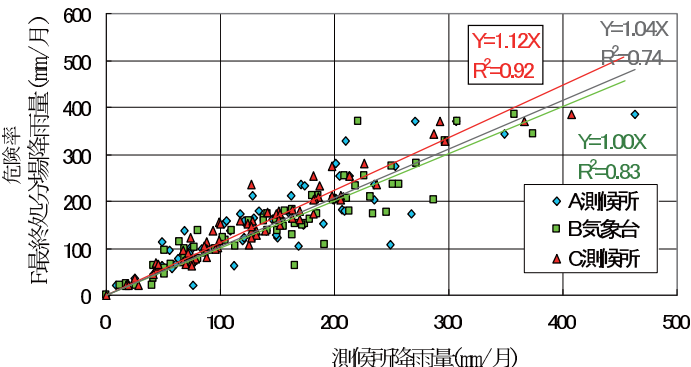


図-3 各測候所(X)とF最終処分場(Y)の降雨の関係

2.2 設計降雨量の見直しの検討について

設計降雨量の見直しは、設計降雨量と実降雨量の相違を考慮して、過去15年間(1997年～2011年)の降雨データから最大年間降雨量と最大月間降雨量について整理した。1997年～2006年はC測候所の降雨

データ、2007年～2011年はF最終処分場の雨量計による観測データを使用した(図-4)。また、設計降雨量の見直しについては、C測候所とF最終処分場の降雨データとの回帰式が、 $Y=1.12X$ となるため、年間降雨量と最大月降雨量(1997年～2006年)の算出に使用するものとした。

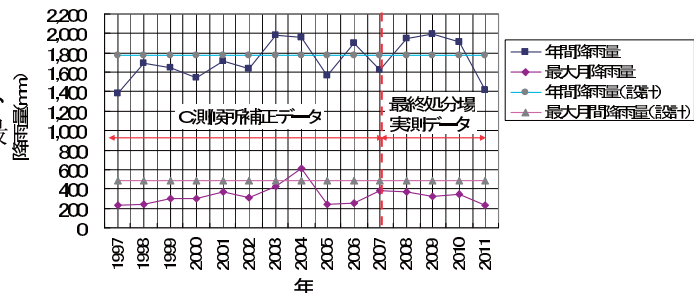


図-4 年間降雨量と最大月間降雨量の関係

3. 浸出水の浸出係数と水文特性について

F最終処分場の水文データは、雨量計による日降雨量、集排水管からピットに流下した日浸出水量(流量計により計測)、浸出水貯留量、浸出処理量等に関して日々計測を実施している。この計測データを用いて、浸出係数と水文特性を検証することにした。

3.1 浸出係数の実態把握について

埋立全7区画のうち2区画目の埋立を実施している(2012年)。浸出係数を算出するうえで、1区画埋立および1+2区画の埋立状況に区分して経過的に求め、月別に平均化したものを図-5に示す。浸出係数について、1区画埋立時は、1+2区画埋立時と比較すると浸出係数およびその変動幅も大きいことが認識できる。また、設計時の浸出係数に対して高い傾向にある。

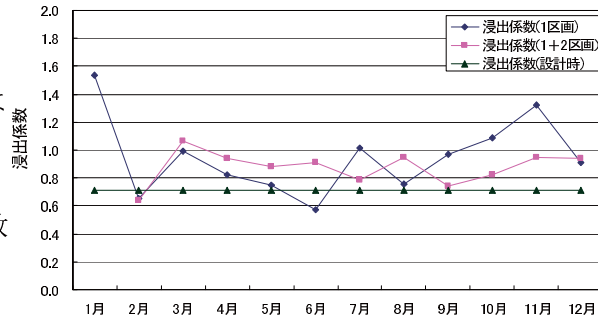


図-5 月降雨量に関する平均浸出水係数

3.2 実態の浸出水量の水文特性について

日降雨量に対する日浸出量相関と月降雨量に対する月浸出水量相関を表-1に示す。浸出水は、降雨に対して時間遅れを伴って発生するため、日相関より月相関の方が高い相関となっている。回帰直線の切片を基底水量と推測し、月相関を日換算した最大値(著しく相関の低い2008年は除く)は、1区画の埋立時で 4m^3 程度、1+2区画の埋立時で 20m^3 程度となっていることが把握できる。また、回帰直線の傾きから、日相関では降雨に対する浸出状況の鋭敏さ、月相関では浸出率が推測できる。1,2区画とも降雨に対しての鋭敏な浸出特性や埋立の進捗に伴う比較的平滑化された保水特性も確認できる。

表-1 日降雨量(X)に対する日浸出量(Y)と月降雨量(X)に対する月浸出量(Y)の関係

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
日降雨量に対する日浸出水量	$Y=7.04X+23.1$	$Y=8.32X+4.81$	$Y=2.43X+61.5$	$Y=5.61X+29.7$	$Y=11.4X+31.8$	$Y=10.7X+27.1$
月降雨量に対する月浸出水量	$Y=11.7X+1.02$	$Y=11.2X-2.44 \times 10^2$	$Y=3.10X+1.76 \times 10^2$	$Y=10.1X+1.11 \times 10^2$	$Y=14.2X+5.62 \times 10^2$	$Y=18.9X-2.42 \times 10^2$
埋立範囲	1区画	1区画	1区画	1区画	1+2区画	1+2区画

4. 浸出水発生モデルの検討について

F最終処分場やC測候所における、実降雨量による見直し降雨量等の水文データ、浸出水発生量(水処理施設流入水量、浸出水調整槽調整量等)の実測値および埋立実績を整理して、F最終処分場の浸出水発生量を精度よく再現できる浸出水発生モデルを構築した。なお、モデル構築には、合理式、タンクモデル、時間遅れを考慮した水収支モデルを用いた解析により、埋立形態に即した浸出水発生モデルを比較検証することにした。

4.1 合理式による検討

合理式による算出は、以下の式を用いるものとし、浸出係数を月別の浸出水量と降雨量の実測値から設定するものとした。

$$Q = \frac{1}{1000} \cdot I \cdot C_1 A_1$$

ただし、 Q_j : 日浸出水量($\text{m}^3/\text{日}$)、 I : 日降雨量($\text{mm}/\text{日}$)、 A_1 : 埋立区画の集水面積(m^2)、 C_1 : 月別実測浸出係数

合理式モデルについては、貯留過程がないため、無降雨時には浸出水の発生がない状況になっている。浸出係数の設定から、月間あるいは年間単位の浸出水量の算出精度

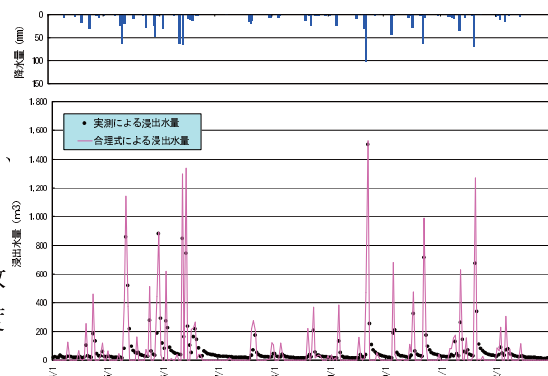


図-6 合理式による浸出水量(2011年)

は高いが、一連の連続雨量に対する浸出水の減衰特性が再現できないことが認められる（図-6）。

4.2 タンクモデルによる検討

タンクモデルは、F最終処分場の流域面積、埋立規模、埋立地の浸出水集排水施設と遮水工を敷設した構造から3段の直列貯留型タンク¹⁾による検討方法とした。

タンクモデルの解析結果として、浸出水量はピーク流量から減衰し2次、3次流出の安定流量に収束すること、埋立作業に伴い経時的に変動することから、ある程度の一連の浸出水流出特性を再現したものといえる（図-7）。また、定数の物理的な意味が不明確な点と設定定数が多数あることから、定数の設定は、試行錯誤が求められる。

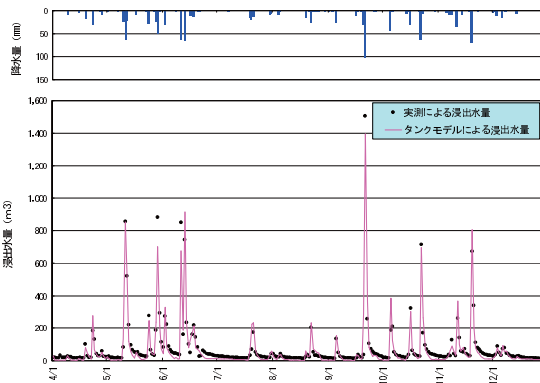


図-7 タンクモデルによる浸出水量(2011年)

4.3 時間遅れを考慮した水収支モデルによる検討

時間遅れを考慮した水収支モデル(以下水収支モデル)は、以下の式²⁾を用いて検討するものとした。

$$Q_i = Q_{j-1} \times e^{-1 \times R} + \frac{A}{1000} \{ I'_j - (I'_{j-1}) \times R \times (1 - e^{-1/R}) - I'_{j-1} \times e^{-1/R} \}$$

ただし、 Q_i :日浸出水量(m^3 /日)、 A :埋立区画の面積(m^2)、 I_j :j日目の降雨量(mm)、 I'_j :j日目の浸透水量(mm) $h_j > h_s$ の時)、 h_j :j日目の表層保水量(mm) $h_j = h_{j-1} + I_j + E_{vj}$ 、 h_s :表層保水能(mm)、 I_j :J日目の浸出水量(mm)、 $I_j = K_s$ ($I_j > K_s$ の時) I_j :j日目の降雨量(mm)、 K_s :地表面浸入能(mm/日)、 E_{vj} :j日目の可能蒸発散量(mm) $E_{vj} = E_j \times (h_{j-1}/h_s)$ 、 E_j :j日目の可能蒸発散量(mm)、 R :流出抵抗(日)

水収支モデルの解析結果は、ピーク流量の再現、2次3次流出の再現は困難であった。その要因として、埋立区画の浸透能 K_s が ∞ mm/日で、保水能 h_s が浸出水量に左右することや、埋立方法等が一定(覆土の透水性、施工厚等)のときには、保水能 h_s も一定値となることから、経時的に変動する浸出水量の再現の鋭敏さに欠けることが認められる(図-8)。

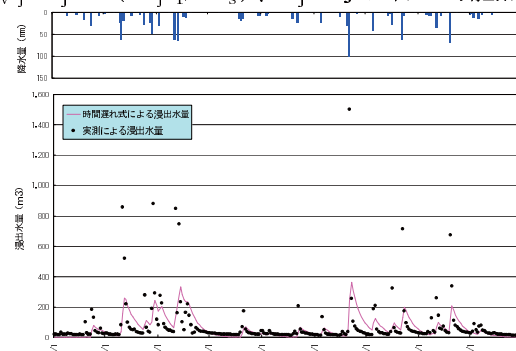


図-8 時間遅れを考慮した水収支モデルによる浸出水量(2011年)

4.4 比較および検証

F最終処分場において、現状の浸出水発生モデルの適用性は、3つの検討手法のうち、タンクモデルが最も適しており、次いで、時間遅れを考慮した水収支モデル、合理式の順であった。ただし、タンクモデルは、現状再現に即しているため、浸出水発生量が変化する今後の埋立区画の面積増加に伴った予測モデルに対して、適用することは不可能といえる。時間遅れを考慮した水収支モデルについては、再現性の面では推定水量がタンクモデルよりやや劣るが、埋立状況に応じて個別にパラメータの設定が再現できるため、埋立全体範囲の浸出水発生予測モデルとしては適用が可能といえる。

5. おわりに

現状の浸出水発生モデルの再現として、2006年から2011年までの降雨、浸出水量の観測値に対して3つの水収支モデルを用いて比較、検証をした。今後は、浸出水の2次、3次流出の再現と経時的な変化および将来の埋立状況に応じた浸出水量の把握に関する精度をさらに向上させるため、キャッピング施工時(区画ごと)の浸出水発生量のデータも蓄積し、雨水浸透防止効果を含めたタンクモデルと時間遅れを考慮した水収支モデルによる解析を検討していく必要がある。

【参考文献】

- 1) 中島重旗・古田秀雄・吉田すみか・平畑肇：廃棄物最終処分場における浸出水量及び調整設備容量計算に関する研究 廃棄物学会論文誌 VOL.2 N04 (1991)
- 2) (社)全国都市清掃会議：廃棄物最終処分場の計画・設計・管理要領2010改訂版(2010)