

二次元土槽を用いた海面埋立処分場の鉛直透水孔設置による水分移動特性の検討

福岡大学

学生会員

杉山 詠一

宇野 翔平

福岡大学

正会員

佐藤 研一

藤川 拓朗

古賀 千佳嗣

(一財)日本環境衛生センター

正会員

永岡 修一

1. はじめに 筆者ら^{1),2)}は、閉鎖後の既存処分場における早期安定化促進工法の新手法として提案している、「鉛直透水孔工法」の工法の確立を目的とし、一次元円筒土層を用いた室内実験により検討²⁾を行なっている。その結果、模擬雨水が水槽底部の模擬保有水の水質改善に役立つことが示された。そこで本報告では、二次元水槽を用い同様な検討を行い、海面埋立処分場内の横断方向の鉛直透水孔設置による水分移動特性の検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 表-1 に実験に用いた試料を示す。実験では、実際の処分場における覆土層及び廃棄物層を模擬するために、東北硅砂 4 号、6 号、8 号を混合させた混合硅砂を使用し、フィルム層の模擬材として博多粘土を用いた。また鉛直透水孔の充填材として粗砂(0.85mm<d<2.0mm)を使用した。図-1 に混合硅砂及び粗砂の粒径加積曲線を示す。

2-2 実験装置 写真-1 に実験に使用した二次元水槽を示す。本装置は、幅 60cm、高さ 70cm、奥行き 10cm を有する水槽であり、この水槽内に実際の処分場の廃棄物層 [$k_c=1.0\times10^{-5}(m/s)$] 及び覆土層 [$k_c=1.0\times10^{-6}(m/s)$] と、同等程度の透水係数有する模擬層を作製し、さらに水槽端部から 10cm の位置に鉛直透水孔を孔付けした。模擬層は、東北硅砂 4 号、6 号及び 8 号を質量比 1:1:1 で混合させ含水比 $w=10\%$ としたものを、一辺 5cm、重量 1.0kg の底面が正方形のランマーを用いて、各層 3 層に分けて試料をまき出し、所定の乾燥密度となるように突き固めることで作製した。模擬層の乾燥密度及び設定透水係数は表-2 の通りである。また、水槽の下部に設置されているコックから電気伝導度(EC)を 19.0mS/cm に調整した塩水を供給し、土層下部から水位 10cm 相当の保有水を模擬した。

2-3 実験条件 表-3 に実験条件を、図-2 に実験概要図を示す。鉛直透水孔設置時の水分移動の検討を行うため、孔ナシと鉛直透水孔が模擬フィルム層を貫通した上で、孔長、孔径を変化させた 4 ケース実施した。各模擬層の層厚は模擬覆土層を 10cm、模擬廃棄物層を 50cm

として、模擬覆土層の表面より 7cm の位置に約 3cm の厚さの模擬フィルム層を設けた。実験は降雨装置として孔付けしたカラーを水槽上部に 4 ヶ所設置した後、3000ml の模擬雨水を散水し、鉛直透水孔設置時の水分移動の観測を行う。散水から 2 時間経過後直ちに装置の解体を行い、土層内の模擬層の含水比を深度方向及び水平方向に 5cm 毎に把握することで、土壌中の水分移動の状況の確認を行った。Case1 及び Case2 においては、散水開始から 2 時間

表-1 実験に用いた試料

用途	覆土層及び 廃棄物層の模擬	フィルム層の 模擬	鉛直透水孔の 充填材
試料	混合硅砂	博多粘土	粗砂
写真			
密度 ρ_s (g/cm ³)	2.61	2.76	2.63

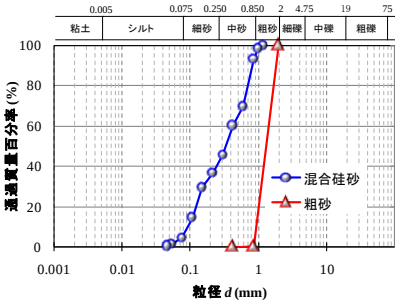


図-1 粒径加積曲線

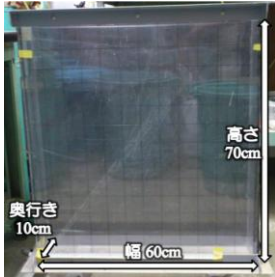


写真-1 二次元水槽

表-2 設定透水係数

層	材料	配合 (質量比)	設定 含水比 w_r (%)	乾燥 密度 ρ_{ds} (g/cm ³)	設定 透水係数 k_r (m/sec)
模擬 覆土層	東北 硅砂	4 号:6 号:8 号 =1:1:1	10.0	1.750	9.5×10^{-7}
模擬 廃棄物層	4 号, 6 号, 8 号			1.591	2.5×10^{-5}
模擬 フィルム層	博多 粘土	---	100	---	---

表-3 実験条件

試験 Case	鉛直透水孔				降雨条件	模擬 保有水
	透水 孔	長さ L, cm	孔径 φ, cm	材料	降雨量 (ml)	
1	無	---	---	---	3,000	有
2	有	40	2	粗 砂		
3		25	4.5			
4						

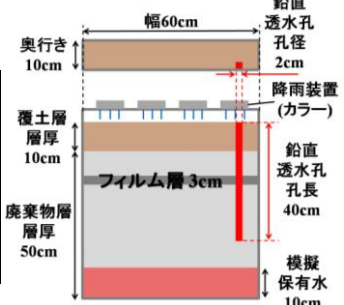


図-2 実験概要図(Case2)

経過後に水槽底部に設置されてあるコックから模擬保有水の採水を行い、EC の測定から浄化状況の確認を行った。

3. 実験結果及び考察 表-4 に、各条件における覆土層表層部に滞水した模擬雨水が層内に浸潤するのに要した時間を、また図-3(a)~(d)には、各条件の実験終了後(2時間経過後)の含水比コンター図を示す。Case1 においては、フィルム層の影響を

受け実験開始から2時間経過後も土層上部に1725mlの模擬雨水が滞水し、模擬降雨量の約58%が残る結果となった。一方透水孔が存在するCase2~Case4では、模擬雨水は全て層内に浸潤し、特に孔長が長いCase2が最も速く浸潤する結果となった。また、深度の増加とともに模擬フィルム層より下方の廃棄物層の含水比が増加していることから、水槽底部まで模擬雨水が到達している状況が伺える。このことから透水孔を設置することにより、覆土層及び廃棄物層の透水性が改善され雨水を廃棄物層内に早期に導入することができると考えられる。次に、図-4にCase1及びCase2における2時間経過後のECの経時変化を示す。ECはどちらの条件においてもほとんど変化しない結果となった。このことから雨水が保有水に到達しても水質の変化にはすぐには現れず、水質浄化を図るには積極的に保有水の集排水を促進させる必要がある

と考えられる。写真-2(a)及び(b)には散水から5分経過時及び2時間経過時におけるCase4の装置の状況を示す。孔長25cmで孔径が異なるCase3及びCase4の浸潤状況は、図-3(c), (d)及び写真-2から、透水孔を通過した後も経過時間とともに水平方向へと拡がりながら、水槽底部へと降下浸透していることがわかる。孔径の違いによる含水比の変化に明確な差異は確認されなかったが、孔径が大きくなるほど透水孔底部の表面積が広くなり、それに伴い孔内へ流入する雨量も増加することから、水平方向への水分移動も大きくなるものと考えられる。このことから、透水孔の孔長や孔径といった特性の違いは廃棄物層内の水分移動に影響を及ぼし、特に透水孔を短く設定することにより、広範囲に廃棄物層内に雨水を供給することが可能となることが示唆される。以上のことから、保有水の希釈のみを考えるならば、Case2のように透水孔の孔長を増大させ、浸潤速度を増加させることが好ましいと考えられるが、孔長が長いと、廃棄物層の不飽和帯において埋立廃棄物の安定化が遅延してしまう恐れがある。そのため、浸潤速度は遅くなるもののCase2やCase3のように孔長を短くし、廃棄物層不飽和帯全域の洗い出しを行い、保有水の全量浄化を図ることが望ましいと考えられる。

4. まとめ (1) フィルム層を貫通させるように透水孔を設置することで、雨水を早期に廃棄物層内に供給することが可能となり、特に孔長が長いほど速く浸潤し、保有水に雨水を浸潤させることが出来る。(2) 透水孔を通過した模擬雨水は、経過時間とともに水平方向へと拡がりながら水槽底部へと降下浸透していくため、透水孔を短く設定することにより、横方向にかつ広範囲に廃棄物層内に雨水を供給し、廃棄物層を洗い出し浄化させることが可能と成り得ることが示された。

【参考文献】1) 宇野ら：海面最終処分場における鉛直透水孔の充填材の粒径が保有水浄化に与える影響，平成24年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，論文掲載予定，2013。2) 永岡ら：閉鎖した海面最終処分場に適用可能な安定化促進工法への取り組み(その1)，第23回廃棄物資源循環学会研究発表会，pp.515-516，2012。

表-4 模擬雨水浸潤時間

試験 Case	浸潤に要した時間 (min)
Case1	1724.7ml 滞水
Case2	6.1
Case3	74.1
Case4	65.4

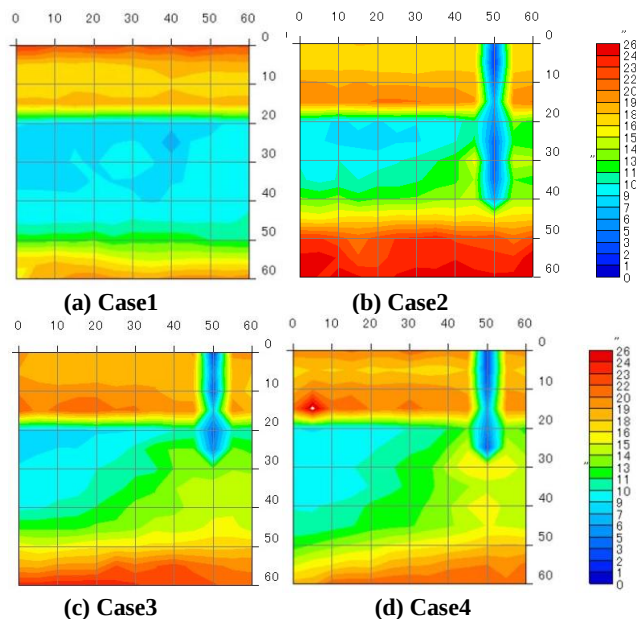


図-3 2時間経過後の含水比のコンター図

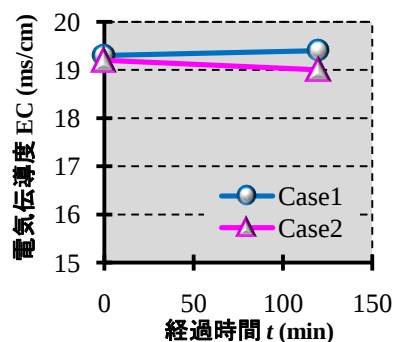


図-4 ECの経時変化

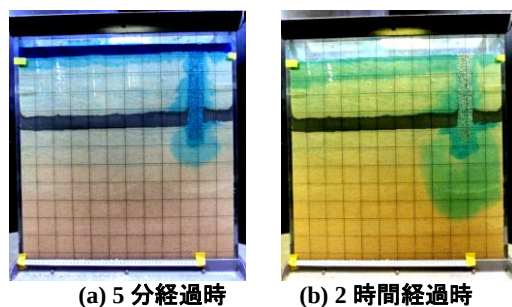


写真-2 装置の状況(Case4)