

海面埋立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

福岡大学
福岡大学
(一財)日本環境衛生センター

学生会員 宇野 翔平 杉山 詠一
正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣
正会員 永岡 修一

1.はじめに 海面埋立廃棄物最終処分場は、埋立が完了し、閉鎖された後は都市部における貴重な空間であり、地域の活性化に貢献できる場所になると期待されている。また、運営管理上の観点からも廃止までに要する期間を短縮することが強く望まれている。しかしながら、処分場内の廃棄物層が水に没して、多量の保有水を有している。したがって、廃棄物層内が長期にわたり嫌氣的状態で維持されることに加え、廃棄物層内上部に形成される透水性の非常に低いフィルム状固化帯(フィルム層)が形成されることにより廃棄物層内へ雨水が浸透しにくくなることが知られている¹⁾。このことから廃止する水質管理基準に達するまで長い時間を要し、維持管理期間の長期化が懸念されている。そこで本研究では、保有水の水質を早期浄化させる方法として、「降雨による廃棄物層汚濁成分を含む保有水の洗い出し効果」に着目し、閉鎖後の既存処分場における安定化促進工法の新技術として、**図-1** 示す「鉛直透水孔工法」を立案した²⁾。本工法は、廃棄物上面のフィルム状固化帯(フィルム層)を破り、雨水を鉛直透水孔内を通して廃棄物層内へ浸透しやすくし、廃棄物層内に水の循環を作り出すことにより管理期間の短縮化を目的としている。本報告では、一次元円筒水槽を用い鉛直透水孔の充填材の粒径の違いが保有水の浄化に及ぼす影響について報告する。

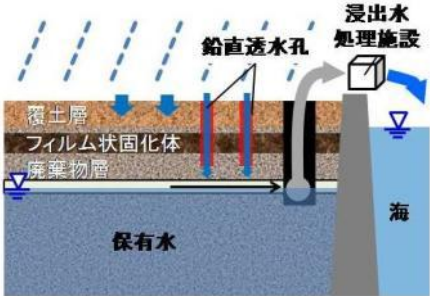


図-1 鉛直透水孔工法の概要図

2.実験概要

2-1.実験試料 **表-1** に充填材として使用した 3 種類の試料を示す。今回充填材の粒径の違いによる影響を検討するため、充填材としてほぼ単一粒径材である細礫、粗砂、細砂を使用した。**図-2** に各試料の粒径加積曲線を示す。また、処分場の覆土層及び廃棄物層の模擬材として東北珪砂 4 号、6 号及び 8 号を混合させた混合珪砂を使用し、フィルム状固化帯(フィルム層)の模擬材として博多粘土を使用した。

表-1 透水孔の充填材			
用途	透水孔の充填材		
試料	細礫	粗砂	細砂
写真			
密度 ρ_s (g/cm ³)	2.61	2.76	2.59

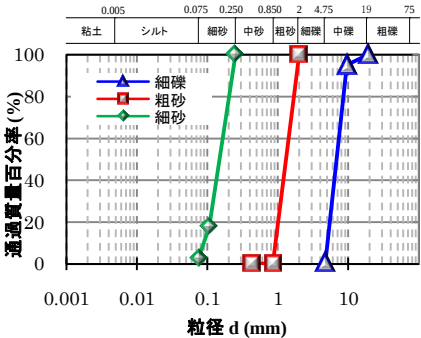


図-2 粒径加積曲線

2-2.実験装置 **図-3** に実験装置の概要図を示す。本装置は、直径 18cm、高さ 25cm のアクリル円筒水槽を 3 段積み重ねたものである。**表-2** は各模擬層の条件を示している。この

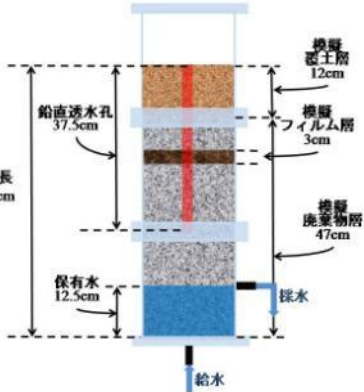


図-3 実験装置の概要図

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_d (g/cm ³)	設定透水係数 k_r (m/sec)
模擬覆土層	東北珪砂	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	---	---

の水槽内に実際の処分場を模擬するために、処分場の各層が持つ透水係数に近い値となるように、別途行った定水位透水試験の結果から得られた透水係数を目標に、**表-2** に示す乾燥密度となるよう締固めを行い、覆土層、廃棄物層及びフィルム層の模擬層を作製した。各模擬層の層厚は、実際の処分場を参考に廃棄物層に比べて覆土層を薄くし、模擬フィルム層は廃棄物層上部に作製した。また、鉛直透水孔は、孔の寸法は孔長 37.5cm、孔径 3.2cm となるように水槽中央部に設置している。また、**図-3** に示す水槽の底部に設置しているコックから電気

伝導度 $EC=19.0\text{mS/cm}$ に調節した塩水を供給し、処分場内の保有水を模擬するものとし、1,500ml の供給を行った。

2-3.実験条件及び方法 表-3 に実験条件を示す。鉛直透水孔の充填材の粒径の違いによる影響を検討するめ孔ナシと、孔内に粒径の異なる試料を充填した孔アリの計 4 ケース行った。模擬雨水は 30mm/h 相当の雨水を 2 時間毎に散水し、散水から 1 時間後に浸潤しきれなかった模擬雨水をポンプで排水を行い、散水量から差し引くことで浸潤量の算出を行った。また、図-3 に示すように、1 段目のアクリル円筒水槽の側部に設置してあるコックから 1 時間おきに採水を行い、円筒水槽内の保有水の浄化状況の確認を EC (電気伝導度)の計測によって行った。また、採水後同じコックから 30ml 模擬保有水を浸出水として排出することで模擬保有水の循環を図った。

表-3 実験条件

試験 Case	鉛直透水孔			充填材の粒径 D, mm	透水係数 $k, (\text{m/s})$
	透水孔	孔長 L, cm	孔径 ϕ, cm		
1	無	---	---		
2	有	37.5	3.2	$2 < D < 4.75$	1.0×10^{-1}
3				$0.85 < D < 2$	2.9×10^{-2}
4				$0.075 < D < 0.25$	9.2×10^{-4}

3.実験結果及び考察 図-4 に Case2～Case4 における EC の経時変化を示す。鉛直透水孔を設置していない Case1 においては、実験終了時である 12 時間後においても側部から浸出水は採水されなかった。これは、散水した雨水が模擬フィルム層によって浸潤を阻害された為であると考えられる。一方、鉛直透水孔を設置した Case2～Case4 においては経過時間とともに EC が低下していることがわかる。これは表-3 にもあるように Case2 は透水孔内部の透水性が Case3 や Case4 と比較しても高いため、より早期に模擬雨水が模擬保有水へと到達したためであると考えられる。ここで、図-5(a)及び(b)に Case2、Case4 における実験終了時の土槽内含水比の状態をコンター図によって示す。Case2 では、模擬フィルム層より下層の鉛直透水孔周辺部分の含水比は、装置作製時における含水比($w=10\%$)とさほど変化していないに関わらず、Case4 では、20%以上と高い値を示していることがわかる。これは、鉛直透水孔内部に局所的に模擬雨水が流入して行き、鉛直方向に卓越して模擬雨水の浸潤が進んだのに対して、Case4 鉛直透水孔内部に浸潤した模擬雨水は充填材に保持され、徐々に廃棄物層全域へ浸潤していったためであると考えられる。このことから、鉛直透水孔周辺部の水分移動特性は、粒径の違いにより大きく異なると考えられる。また、図-4 の 8 時間経過後に着目すると、Case3 及び Case4 においては、 EC の低下幅はほぼ一定となっているのに対し、Case2 では、徐々に緩やかとなっていることが見て取れる。ここで、図-6 に各散水時の模擬雨水の浸潤量を示す。結果を見ると 2 回目以降の散水において Case2 の浸潤量は、Case3 や Case4 と比較して少ないことがわかる。これは、Case2 では充填材の土粒子間の間隙が大きい為、降雨の影響を受けた鉛直透水孔周辺の珪砂や粘土が間隙に侵入し、鉛直透水孔の透水性が低下した可能性が示唆される。

4.まとめ 1) 鉛直透水孔の充填材に粒径の大きなものを使用することは、雨水を廃棄物層内へ早期流入させることが出来るため、保有水の早期浄化が見込まれる。2) 鉛直透水孔の充填材の粒径の違いによって鉛直透水孔周辺の水分移動特性は異なると考えられる。3) 長期的な観点で見た場合、鉛直透水孔の充填材として粒径の大きなものを使用すると、間隙内に鉛直透水孔周辺の土粒子が侵入し、鉛直透水孔の機能が低下する可能性が示唆された。今後、さらに長期的な実験を行い、鉛直透水孔の透水性の変化、鉛直透水孔の充填材の粒径の違いによる雨水の鉛直透水孔周辺部の水分移動特性の違いについて検討する予定である。

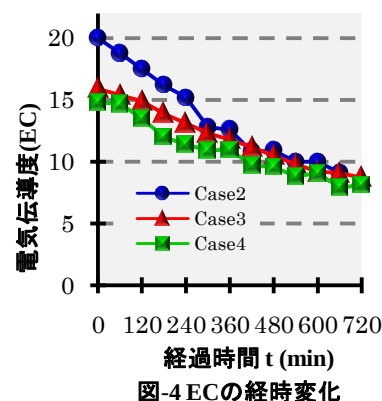


図-4 ECの経時変化

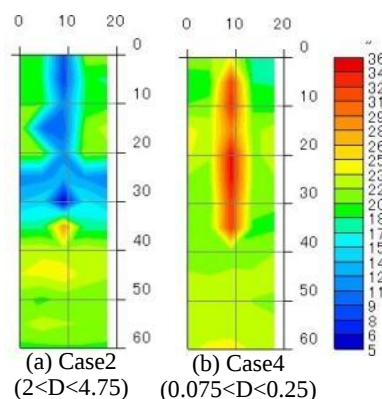


図-5 実験終了時の含水比のコンター図

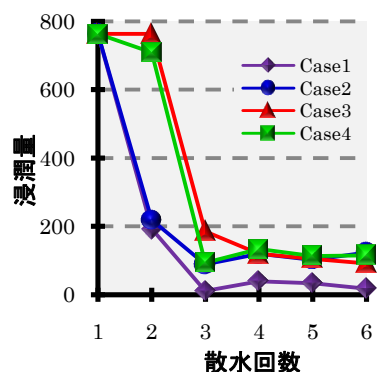


図-6 散水回数と浸潤量の関係

【参考文献】1) 宇良ら:RP 工法(埋立廃棄物静的圧縮減容化工法)による埋立廃棄物安定化促進実験(第 2 報), 第 17 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.980-982, 2006. 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, 第 23 回廃棄物資源循環学会研究発表会, pp.515-516, 2012.