

廃棄物最終処分場の水分移動に及ぼす覆土の影響について

九州大学大学院 学生会員○ 堀 直子 九州大学大学院 正会員 島岡 隆行  
九州大学大学院 正会員 宮脇健太郎 九州大学大学院 正会員 崎田 省吾

1. はじめに 現在、廃棄物処分場では、廃棄物の飛散防止、臭気及び衛生害虫の発生抑制などを目的として埋立廃棄物層の表面を覆土で被覆している。セル工法で施工されている最終処分場では、日々の作業終了時に施工される即日覆土が斜面を成し、廃棄物層と覆土層の互層構造を形成している。また、中間覆土、最終覆土、及び即日覆土は層厚等の施工条件が異なっており、最終処分場の雨水浸透は水平方向均一にならず、安定化が遅延される領域ができると考えられる。これまでに、覆土層と廃棄物層を模擬した大型模型実験を行い、水分移動について検討を行ってきた<sup>1)</sup>。本研究では、覆土が存在する処分場内の水分移動を不飽和浸透モデルにより解析し、覆土の施工方法が雨水浸透の偏りに与える影響について実験との比較を行った。

2. 人工降雨実験 覆土が存在する廃棄物処分場内の水分移動を検討した実験<sup>2)</sup>について概要及び結果の一部を示す。実験には、覆土なしのA槽、厚さ20cmの土壌を斜め(セル工法を模擬)に施したB槽(図1参照)を用いた。また、廃棄物には焼却残渣75%、破碎ごみ15%、都市ごみコンポスト10%を混合した調整ごみを、覆土には真砂土を使用した。模型槽上部から降雨強度20mm/h、降雨時間3時間で散水を行った。図2に人工降雨実験における埋立槽下部からの流出傾向を示す。実験において、雨水が廃棄物層へ浸透した後、覆土に沿った水分の流れが生じており、覆土法尻付近(集水管B-3、B-5)からの流出量が、法肩(集水管B-1)と比較して多くなるという傾向が示された。

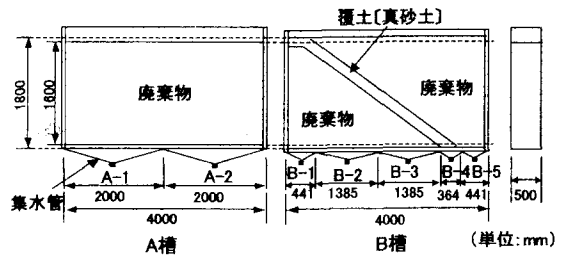


図1 埋立模型槽

3. 不飽和浸透モデルによる数値解析

3.1 モデルの概要 本モデルでは、廃棄物及び覆土層内の不飽和水分移動特性を示す際に、一般的に土壌の不飽和浸透計算に用いられるRichard式、及びvan Genuchtenモデルを用いた。表1には計算に用いた廃棄物(調整ごみ)、及び覆土(真砂土)の水分特性の物性値を示す。不飽和透水係数には、実験値より算出した指数関数式( $K(\theta) = A \exp(B\theta) \dots (1)$ )を用いた。ただし、A,Bは土質によって変化する物性値である。

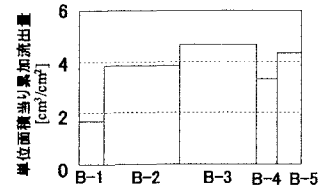


図2 単位面積当り累加流出量 (人工降雨実験 216時間)

3.2 パラメータの検討 本モデルを用いて人工降雨実験の流出傾向を再現し、調整ごみ、及び真砂土の不飽和透水係数式(1)中のパラメータA、Bを推定した。まず、図1に示す覆土がなく調整ごみのみを充填したA槽の条件で計算を行った。流出開始時間から流出速度の増加部分(ピーク地点)までフィッティングを行い、調整ごみのパラメータを決定した。次に、真砂土のパラメータを決定するためにB槽(覆土20cm)の条件で計算を行った。図3にB槽の条件での計算結果の一部

表1 水分特性を示す物性値<sup>2),3)</sup>

各種パラメータ	$\theta_r$	$\theta_s$	$\alpha$	n	m
単位	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
調整ごみ	0.30	0.47	0.045	1.71	0.42
真砂土	0.24	0.39	0.049	3.01	0.67

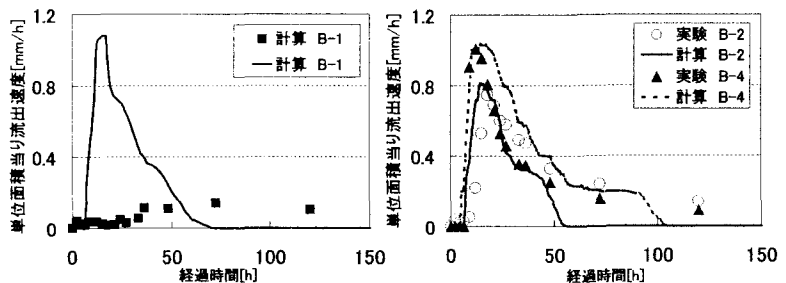


図3 単位面積当り流出速度

(集水管 B-1、B-2、B-4) を示す。集水管 B-2、B-4 についての計算結果は、流出速度の増加、減少のどちらも実験値に近い流出傾向であった。しかし、覆土法肩下部にあたる B-1 からの流出傾向は、

表 2 不飽和透水係数式

$K(\theta) = A \exp(B\theta)$		
	A	B
調整ごみ	$25.5 \times 10^{-7}$	10.5
真砂土	$4.0 \times 10^{-12}$	40.9

人工降雨実験と大きく異なっていた。この原因として、一部の雨水が模型槽上部表面の覆土法肩部にわずかに溜まり、覆土層の部分からあまり浸透せず、右に接していた廃棄物層へ流入した可能性が考えられる。

表 2 に決定した調整ごみ、真砂土の不飽和透水係数式のパラメータを示す。図 4 には、今回求めた調整ごみ、真砂土、また、過去の報告から焼却灰<sup>2)</sup>及び一般的な土壌<sup>4)</sup>の不飽和透水係数と体積含水率の関係を示す。本研究では、実験を行わず不飽和透水係数式を計算から推定したが、実験に用いた土壌は、真砂土と砂壤土の中間に位置していた。また、焼却灰にコンポスト等が混合された調整ごみについては、焼却灰単体と比べて透水性が低くなるが、推定結果と同様の傾向が得られた。

**3.3 覆土の厚さによる影響** 表 2 のパラメータを用いて、覆土厚が浸透傾向に及ぼす影響について検討した。覆土厚が 20cm、5cm の場合について計算を行った。図 5 に降雨開始から 24 時間の単位面積当り累加流出量を示す。覆土厚 20cm の場合、多くの雨水が覆土に沿って廃棄物層内を浸透しており、槽全体の流出量平均値 ( $1.89\text{cm}^3/\text{cm}^2$ ) の約 5 倍の浸透水が法尻 (B-5) から流出していた。一方、覆土厚 5cm では浸透水の法尻からの流出は、槽全体の流出量平均値 ( $3.68\text{cm}^3/\text{cm}^2$ ) の約 2 倍であり、覆土厚 20cm の場合と比較して覆土法肩からの流出が多かった。これは、覆土が 5cm と薄く、覆土に沿って流れていた浸透水の一部が覆土層を通過したためと考えられる。

図 6 に降雨開始から 24 時間の覆土厚 20cm、5cm における浸透水の流線を示す。覆土厚 20cm、5cm 共に覆土に沿った流れが生じていた。覆土厚 5cm の場合、覆土に沿って浸透していた雨水が、法尻付近で覆土層を通過していたことが確認できた。

**4. まとめ** 本研究では、不飽和浸透モデルを用いて人工降雨実験を再現するために、調整ごみ及び真砂土の不飽和透水係数式のパラメータを決定した。また、覆土厚が廃棄物層内の水分移動に及ぼす影響として、覆土が薄くなるに従い、覆土層を通過する浸透水が増加するため、雨水浸透の水平方向での偏りが緩和されることが分かった。

【参考文献】

- 1) 堀直子ら：覆土膜構造を有する埋立地の水分移動現象について (その 2)、平成 13 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 第 VII 部・83, pp.B-524-525, 2002
- 2) 李南勲：埋立廃棄物層における汚濁物質の挙動予測に関する基礎的研究, 九州大学学位論文, 1993
- 3) 島岡隆行：循環式準好気性埋立に関する研究, 九州大学学位論文, 1989
- 4) 中野政詩：土の物質移動学, 東京大学出版会, 1991

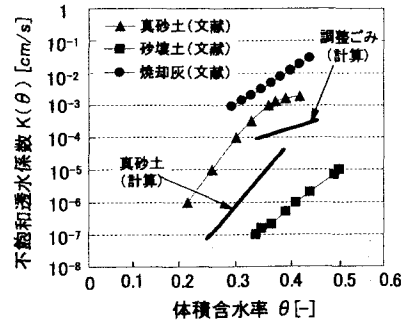


図 4 不飽和透水係数

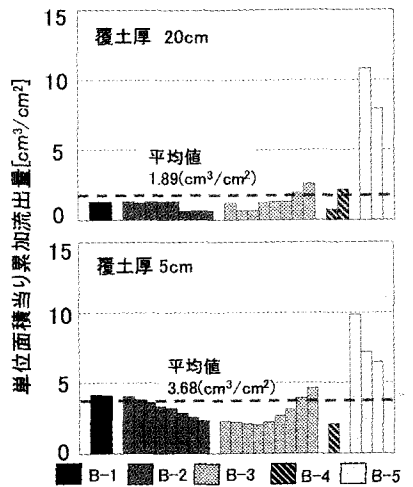


図 5 単位面積当りの累加流出量 (24 時間)

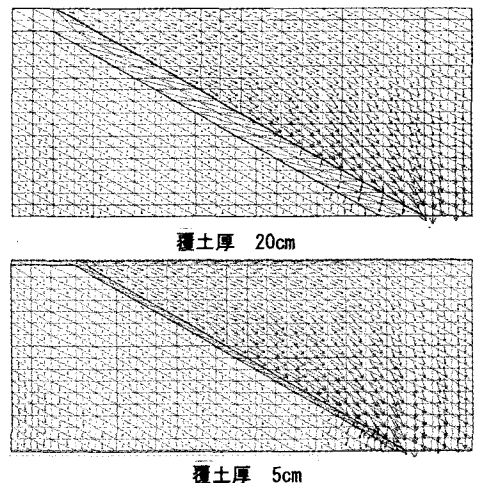


図 6 各覆土厚における浸透水流線