

覆土膜構造を有する埋立地の水分移動現象について

福岡大学工学部 正 員○島岡 隆行 宮脇健太郎

正 員 黒木 健実 花嶋 正孝

福岡市環境局廃棄物試験研究センター 樋口 徹 稲吉 勝文

1. はじめに 最終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土砂などの覆土材で被覆しなければならない。近年においては、重金属やダイオキシン類を比較的高濃度に含有する飛灰の飛散防止の観点から覆土施工の徹底が求められている。また、覆土は、日々の作業終了後に施工される即日覆土、廃棄物層が3m 嵩上げされるごとに施工される中間覆土、さらに埋立が終了したときに施工される最終覆土に分類される。しかし、最終処分場用地の確保が困難になっている中、これらの覆土施工により総埋立容量の20~30%が覆土で消費されるといわれている。筆者らは、埋立地の延命化がはかれる古紙を有効利用した覆土代替材の有効性を明らかにするため、セル工法を模擬した二次元大型埋立模型槽(高さ2m×幅4m×奥行0.5m)を用い、覆土の施工状態が異なる場合の浸透水の挙動、浸出水の流出特性を把握するための実験を継続的に行ってきた<sup>1)</sup>。本報では、土壌や古紙覆土代替材からなる覆土膜構造を有する埋立地の水分移動現象について、若干の知見が得られたので報告する。

2. 実験条件及び方法

実験には図1に示す埋立模型槽を3槽(A, B, C槽)用いた。表1には各槽の覆土施工状況、廃棄物の性状及び充填条件を示す。焼却残渣を主体とした調整ごみを各槽に同一条件で充填した。A槽

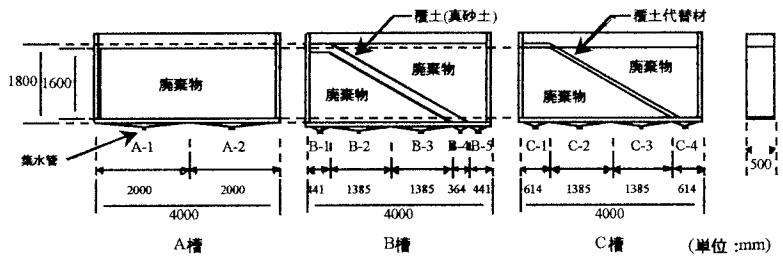


図1 埋立模型槽

は覆土材が施工されていない埋立地を再現し、B槽には厚さ20cmの土壌(真砂土)を斜めに施し、セル工法における覆土を模擬した。C槽には厚さ約1cmの古紙代替材(スラリー状古紙を散布)を土壌の代わりに被覆した。各埋立模型槽は、準好気性埋立地における表層部を再現することとし、底部の浸出水集水管にS字形トラップを採用し、管を水封することにより槽底部を嫌気性状態にすることとした。浸出水の流出特性を把握するために各埋立模型槽の底部は2~5つに区分されており、各区分に浸出水集水管を設置し、集水管ごとの浸出水量を定期的に測定した。なお、降水量は埋立模型槽の近くに設置されている雨量計による実測値を用いた。

3. 廃棄物層の透水性に及ぼす覆土材の影響 図2は実験期間(852日間)にわたる各槽の累加浸出水量(各集水管からの総浸出水量)の経時変化を示す。累加浸出水量は覆土施工の有無や覆土材の種類によらず似かよった増加傾向を示したが、覆土材として土壌を用いたB槽が他槽よりも少ない傾向にあった。852日目における降水雨量に対する浸出水量の割合は、A槽、B槽、C槽の順に、43%、41%、47%であった。覆土材への保水量は土壌を用い

表1 充填条件

埋立槽の名称	A	B	C
覆土の状況	なし	真砂土	古紙覆土代替材
廃棄物組成 [%]			焼却残渣 ...75 調整ごみ ...15 都市ごみポスト ...10
充填体積 [m <sup>3</sup> ]	3.20	3.25	3.20
充填総重量 [t]	3.52	3.57	3.52
充填乾燥重量 [t]	2.67	2.68	2.68

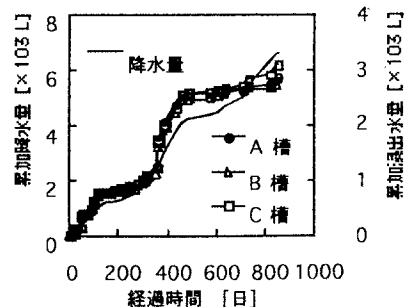


図2 累加降水量及び浸出水量

た B 槽が最も多いと考えられることから、他槽よりも蒸発量が大きくなったものと推察される。図3には実験期間にわたる各集水管からの単位面積あたりの浸出水量を示す。A 槽では覆土が施工されておらず、集水管 A-1 と A-2 はほぼ同じ水量を示した。B 槽は各集水管によって水量は異なっていた。覆土層法尻にあたる集水管 B-5 が最も大きくなる傾向を示した。次に、覆土層法尻の下部にあたる B-4 の水量が多く、B-2、B-1 の順に法尻の方向にかけて水量が少なくなる傾向を示した。これらのことから、埋立廃棄物の表面に降った雨水は覆土層より上部の廃棄物層においては覆土層に沿って流下し、また覆土層に侵入した雨水は覆土内部を流下し、雨水が法尻に達するまでに廃棄物層下部の廃棄物層に侵入することが考えられる。古紙覆土代替材を施工している C 槽は、法尻 (C-4) から法尻 (C-1) 方向にかけて浸出水量が小さくなる傾向が見受けられた。しかし、B 槽ほどには集水管間の浸出水量に差が見られなかった。これらのことから、古紙覆土代替材の施工は埋立地に侵入した雨水を埋立廃棄物に水平方向一様に浸透させ、廃棄物からの汚濁成分の洗い出しを一様にするものと考えられる。

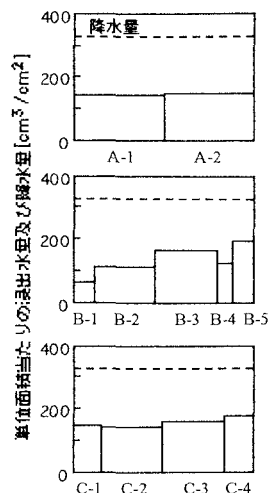


図3 単位面積当たりの浸出水量 (852日間)

4. 覆土膜構造下における水分移動 粗孔隙を有する埋立廃棄物層内の水分移動は、Preferential Flow を示すことが知られている。ここでは、覆土の施工 (有無) や覆土層厚が浸出水量に及ぼす影響を計算で求めた。埋立廃棄物層の水分移動モデルとして、水分の存在領域を水分が流れている流動域と水分が淀んでいる非流動域に2つの領域に分けて考える二成分モデルを用いた<sup>2)</sup>。計算は有限要素法により行った。降雨継続時間、覆土の層厚を変化させ、埋立模型槽底部の各集水管からの浸出水量を算出した。降雨強度は20mm/hとした。

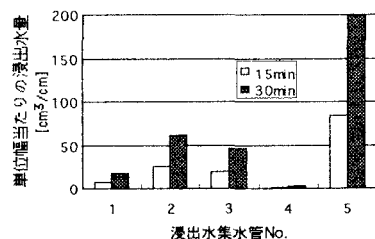


図4 各集水管からの浸出水量

図4は B 槽における降雨継続時間が15分と30分の各集水管からの浸出水量を示す。降雨継続時間に依らず覆土法尻 (集水管 No.5) からの流出水量が多い。覆土 (No.4) からの流出量は極めて少ない。また、覆土層下部の廃棄物層においては、覆土法尻 (No.1) からの流出量が最も少なく、実験から得られた結果と同じ流出傾向を示した (図3参照)。図5には降雨継続時間30分のときの、廃棄物層内における浸透水の流線を示す。覆土が施工されていない場合 (A 槽) は下方方向に一様に流れている。それに対して、覆土が対角線上に施工された場合 (B 槽) は、覆土層上部の廃棄物層においては覆土に沿った流れが生じ、覆土層に流入した浸透水は覆土層内を流下するとともに、覆土層下部の廃棄物層内に侵入している。覆土層厚が20cm から5cm と薄くなると、覆土層上部においては覆土層に沿った流れは弱まり、また覆土層に流入した雨水が流下する様子はあまり見られず、廃棄物層内に侵入する傾向が顕著となっている。

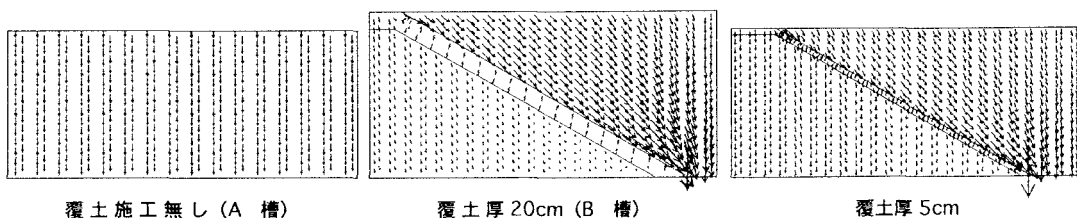


図5 各覆土施工における浸透水の流線

謝辞: 本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの委託研究において得られた成果の一部である。ここに記して、感謝の意を表します。

【参考文献】1) 例えば、島岡ほか: 埋立廃棄物の安定化に及ぼす古紙を利用した覆土代替材の影響, 第20回全国都市清掃研究会講演論文集, pp.278-280, 1999 2) 島岡ほか: 廃棄物層における水分および溶質の移動に関する研究, 衛生工学研究論文集, Vol.24, pp.167-175, 1988