

キャッピング構造による廃棄物層への雨水浸透制御に関する研究

九州大学大学院 学生会員 田中 純一 九州大学大学院 正会員 島岡 隆行  
 前田建設工業㈱ 林 克彦 九州大学工学部 学生会員 石橋 俊将

1. はじめに

現在、廃棄物埋立地では、廃棄物の飛散・流出防止、悪臭の防止、景観の向上等を目的として、埋立完了時に最終覆土が施工されている。また、埋立地への雨水浸透を抑制することを目的として、系外へ排水する機能を持つキャッピングの施工法<sup>1)2)</sup>が検討され始めている。キャッピングは、浸出水量を大幅に削減でき、浸出水の処理費用を低減することに貢献する。しかしながら、埋立地内への雨水浸透量が少なすぎると、埋立廃棄物中の汚濁物質が十分に洗い出されず、廃棄物の分解が阻害される可能性がある。したがって、浸出水量、廃棄物の分解等を考慮したキャッピングの合理的な設計および施工法を確立しなければならない。本研究では、新たなキャッピング構造を提案し、キャッピング内での水分挙動を把握するため、その構造を模擬した人工散水実験を行った。さらに、不飽和浸透モデルを用いた浸透流解析を行い、実験結果との検証を行った。

2. 人工散水実験

2.1 実験方法

図1に実験装置断面を示す。実験装置は散水集水装置部分と土槽に分かれている。散水はスプレーを用いて行った。散水集水装置において、同装置に設置した散水スプレーから散水範囲外に散水される余分な水量を集水した。土槽は幅 100cm、奥行き 100cm、高さ 110cmである。透水層の側面に透水層内での側方への排水のために排水口を設けた。また、油圧ジャッキを用いて、勾配をつけた。土槽内にはキャッピングおよび廃棄物層を模擬し、各材料の充填を行った。表1に使用材料および各材料の物性値を示す。透水層およびガス排除層には砂を用いた。弱透水層には透水層およびガス排除層よりも若干透水性が低いベントナイト混合土を用いた。廃棄物層にはF市の焼却灰を用いた。測定項目は、透水層表面を水平方向に流れる「表面流出量」、透水層内部で水平方向に流れる「側方排水量」、廃棄物層に浸透する「底部流出量」とした。なお、「底部流出量」はNo.1～6の6区間において集水を行った。底部流出口の幅はNo.1およびNo.6は10cm、No.2およびNo.5は15cm、No.3およびNo.4は25cmである。散水強度は 15～39mm/hの間で変化させた。各測定量は散水開始から20分ごとに測定し、定常量になるまで散水を行った。

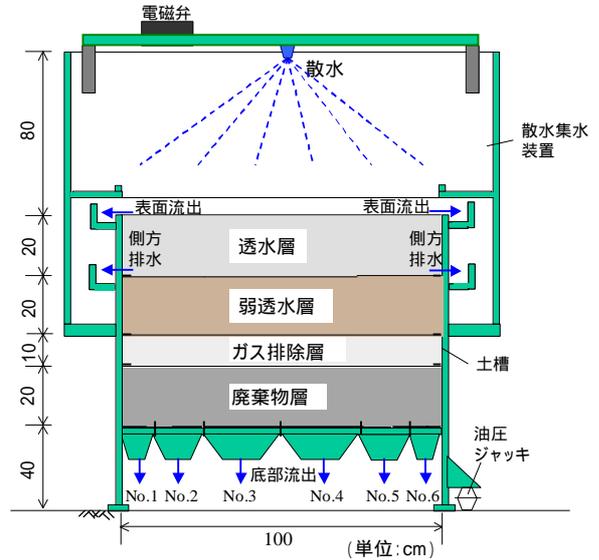


図1 実験装置断面

表1 使用材料および物性値

層名	用いた材料	充填密度 (g/cm <sup>3</sup> )	初期含水比 (%)	透水係数 (cm/sec)
透水層	砂	1.41	7.5	3.2 × 10 <sup>-2</sup>
弱透水層	ベントナイト混合土	1.72	14.1	3.3 × 10 <sup>-3</sup>
ガス排除層	砂	1.71	0.1	2.4 × 10 <sup>-2</sup>
廃棄物層	焼却灰	1.28	33.0	7.5 × 10 <sup>-3</sup>

2.2 実験結果および考察

散水強度 39mm/h、勾配0%における各測定量の経時変化を図2に示す。表面流出量および側方排水量はなことが分かる。底部流出口No.1～3の流出はいずれも100分後から発生し、160分後には流出量は定常量になった。底部流出量は流出口No.1からNo.3の順に多くなっている。これは、No.3の測定幅が25cmと最も大きく、No.1が10cmと小さくなっているためである。弱透水層は透水層に比べ透水性が低いため、透水層と弱透水層の境界付近で水平方向への水分移動が生じ、側方排水が生じることが予想された。しかし、重力方向への水分移動が卓越したため、透水層と弱透水層の境界からは側方排水されず、底部流出が生じてしまった。図3に定常量になった場合での各底部流出口の単位面積あたりの流出量の結果を示す。散水強度に対して、流出量は偏ってしまった。特にNo.1およびNo.6の流出量は散水強度

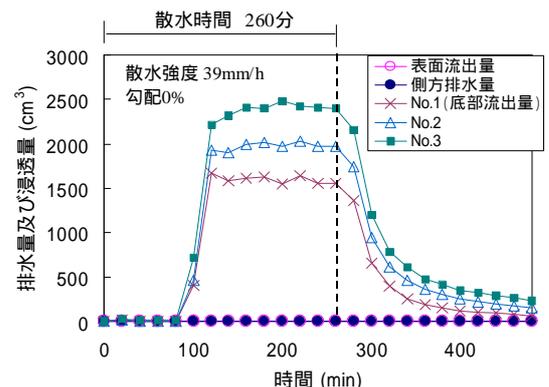


図2 排水量および浸透量の経時変化

と比べて大きくなっている。土槽の両端であり、壁面の影響を大きく受けてしまい、流出量が大きくなったと考えられる。中央である No.3 および No.4 の流出量は散水強度と比べて小さくなった。図4に勾配3%、散水強度39mm/hにおける各集水量の経時変化を示す。表面流出は発生しなかったが、側方排水が100分を超えたあたりで一時的に発生した。側方排水口では、保水された水分が浸透している様子が目視で確認できた。しかし、200分を超えると、側方排水は認められず、目視でもその様子は確認できなかった。弱透水層の透水係数が $3.0 \times 10^{-3}$ cm/sec程度では勾配を設けた場合でも、水平方向への側方排水よりも重力による鉛直方向への浸透が卓越することが考えられる。

3. 浸透流解析

浸透流解析では、一般に土壌の不飽和浸透に用いられるRichards式、水分特性パラメータとしてvan Genuchtenモデルを用いた。図5に散水強度39mm/h、勾配0%における解析結果を示す。表面流出は全くなかった。側方排水量は散水量の0.5%程度となった。底部流出は140分後に始まり、160分後には流出量が定常量になっていることが分かる。実測値に比べ、底部流出開始時間は遅いが、No.3の底部流出量が大きく、No.1の底部流出量が小さいという傾向は同じであった。図6に定常時の各底部流出口での解析値および実測値を比較したものを示す。No.1およびNo.6の流出量は解析値、実測値ともに大きくなる傾向は類似した。しかし、No.2～5における流出量は解析値はほぼ同じ値となった。解析では、使用材料の締固め、透水性といった性質が一樣であるためこのような結果になった。しかし、実験では材料の締固めや透水性が場所によって若干異なることから、偏りが生じた。

4. おわりに

本研究で、人工散水実験による浸透挙動の把握および浸透流解析を行い、その結果以下のような知見を得た。

(1) キャッピング構造を模擬した人工散水実験を行い、浸透挙動を調べた。その結果、透水層・弱透水層境界では、水平方向への水分移動よりも重力による鉛直方向への水分移動が卓越していた。

(2) 人工散水実験と同様のキャッピング構造の浸透流解析を行った。実験での浸透挙動と同様の傾向を再現することができた。

今後、弱透水層の透水性を変化させた場合の排水量および浸透量の測定を行い、キャッピング構造内の浸透挙動を把握する予定である。

【謝辞】 前田建設工業(株) 飯島 健氏のご協力があり、今回の人工散水実験を行うことが出来ました。この場を借りて御礼を申し上げます。

【参考文献】 1) 最終処分場技術システム研究協会：不適正処分場の再生・閉鎖における構造物の改修法 平成13年度施工研究グループ報告書, 2) 国際ジオシンセティックス学会日本支部ジオメンブレン技術委員会：ごみ埋立地の設計施工ハンドブック

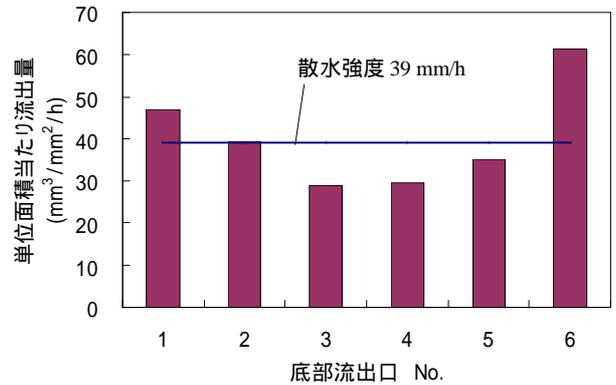


図3 各底部流出口における流出量

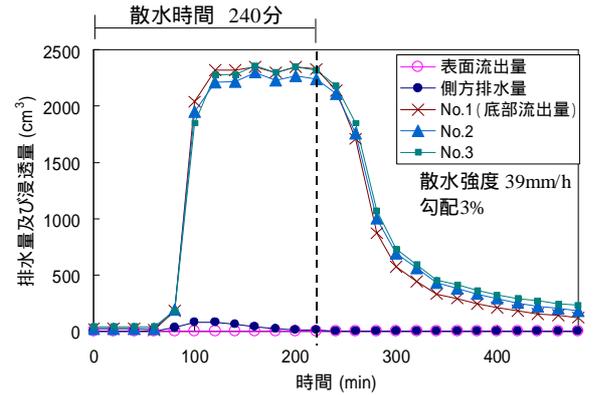


図4 各集水量の経時変化

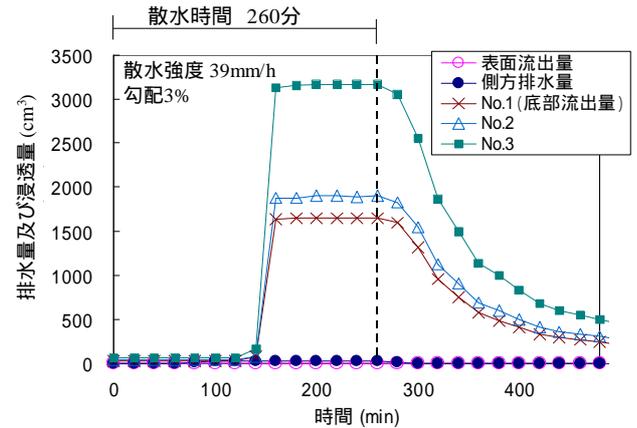


図5 浸透流解析結果 (経時変化)

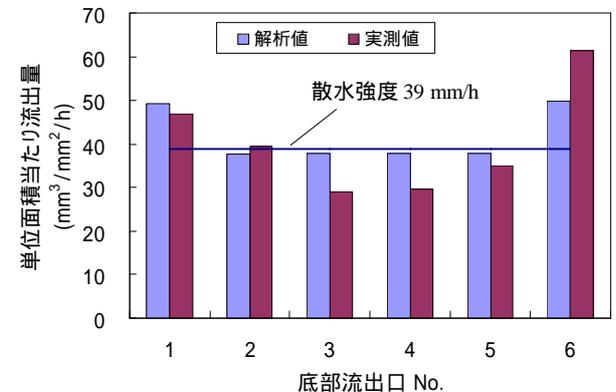


図6 解析結果と実験結果の比較