

廃棄物最終処分場のキャピラリーバリア型覆土による浸入水の制御に関する研究

岡山大学大学院 正会員 西垣 誠  
 同 正会員 ○小松 満  
 JFE 商事(株) 非会員 鈴木 紳也

1. はじめに

廃棄物処分場の早期安定化，浸出水による地下水汚染に対する安全性と，管理コストの削減は重要な課題である。安全性とコストにはどちらも廃棄物層からの浸出水が関係しており，廃棄物層内への降雨の侵入を防ぐことが必要となる。そこで本研究では，キャピラリーバリア型覆土による浸入水の制御技術に着目し，設計法の確立を目的とした。これまでの研究で性能評価に用いる浸透流解析の再現性に課題があった<sup>1)</sup>ことから，今回，大型土槽実験を行ない解析結果との整合性の検討を行なった。さらに，豪雨時の機能低下を防ぐとともに，設置後の廃棄物層への水分供給を制御できる技術開発として，下部礫層に空気を注入することで浸入量の制御が可能な技術<sup>2)</sup>について同様の大型土槽実験によりその有用性を確認した。

2. 室内大型土槽実験

図-1 に示す長さ 300cm，奥行 20cm の大型土槽モデルを用いて室内実験を行ない，礫層及び砂層の排水量を検討した。試料は上部砂層に千葉県鶴岡産の山砂を水洗いし，細粒分を取り除いたもの (Fine Washed Sand 以下 FWS と表す)，下部礫層には礫 (碎石 7号) を用いた。FWS 及び礫の基礎物性を表-1 に，不飽和浸透特性を図-2 に示す。砂層の厚さは 30cm，礫層の厚さは 20cm に設定し，すべての雨水を砂層へと浸透させ，表面流水のない状態での計測を行なうことを目的に上流部一点のみからの降雨供給を行った。実験は定流量ポンプを用いて設定した降雨量を一定時間供給し，段階的に供給量を大きくした。

3. 浸透流解析による検証

設計時における予測精度を検証するために浸透流解析プログラム UNSAF2D<sup>3)</sup>を用いて，2次元非定常浸透流解析を行い，実験結果との整合性について検証した。入力パラメータは，実験に使用した試料の物

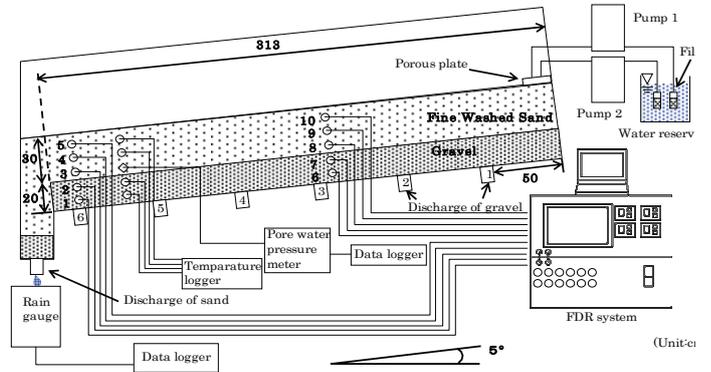


図-1 大型土槽実験装置図

表-1 試料の基礎物性

	FWS	碎石
間隙率	0.40	0.37
土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.66	2.67
飽和透水係数 $k_s$ (cm/s)	1.13	0.53
均等係数	2.41	1.45
曲率係数	1.13	0.53

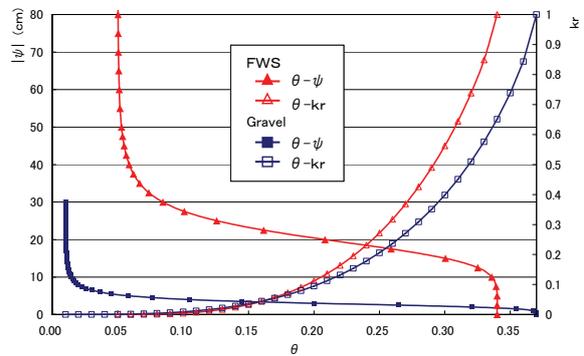


図-2 試料の不飽和浸透特性

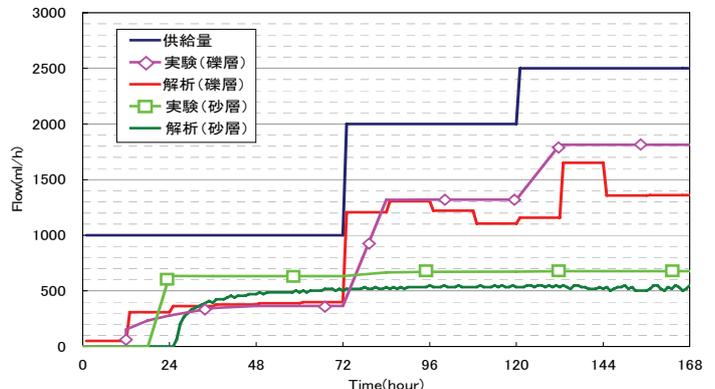


図-3 実験と解析の砂層及び礫層からの排水量の比較

キーワード：キャピラリーバリア，浸透流解析，限界毛管高，空気圧制御  
 連絡先：〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1 Tel:086-251-8160, Fax:086-251-8167

性値を用い大型土槽実験と同様の条件(降雨, 浸出面, 勾配, 高さ, 幅)でのモデルを作成した。解析モデルの有限要素メッシュを1cm×1cmに分割し, さらに砂層と礫層の境界を1cm×0.1cmに分割することで, 収束条件を良くした。節点総数 21884, 要素総数 21450 のモデルであり, 解析領域の各試料は均質な地盤の状態であると仮定し, 砂層-21.7cm ( $\theta=0.19$ ), 礫層-27.0cm ( $\theta=0.01$ )の圧力水頭に統一した。降雨浸透面は砂層最上部に10cm, 浸入面は礫層からの排水が6点, 砂層からは1点に設定した。結果を実験値と併せて図-3に砂層と礫層のそれぞれ全体からの排水量の経時変化として示す。排水の開始時間ならびに排水量で両者はほぼ一致し, 既存の飽和・不飽和浸透流解析で精度良く再現できることが判明した。

#### 4. 空気圧付加による浸入量制御技術の提案

次に, キャピラリーバリアの礫層に空気圧を付加することで砂層の保水力を向上させ, 砂層に新たに水分を保持させることで廃棄物層への浸透量を制御する技術について大型土槽を用いて検討した。図-2と同様の装置を用い, 広範囲への降雨を供給した。空気圧は装置下部の5点より注入パイプを礫層の中心高になるように挿入してコンプレッサーを用いて加圧した。概略図を図-4に示す。実際にキャピラリーバリア型覆土を施工する場合, さらに上部に遮水土を設け, その遮水土が一般に降雨の浸透を8割程度防ぐことから, 豪雨50mm/hを想定した降雨10mm/hを供給した。結果を図-5に示す。空気圧は20cmおよび40cmの水頭に相当する値とした。加圧後すぐに砂層からの排水が増加するとともに, 礫層からの排水量が低下した。これらの結果から, 礫層への浸入の制御が可能であり, 豪雨時の対策技術として有効であることを示すことができた。

#### 5. まとめ

本研究では, キャピラリーバリア型覆土による浸入水制御技術の設計法の確立を目的に, 主に室内大型土槽試験を用いて検討した。得られた知見を列挙する。

- (1) 実験と飽和・不飽和浸透流解析の結果は, ほぼ同様の結果を示したため, キャピラリーバリア型覆土の設計に際して浸透流解析により廃棄物層への浸透量を適切に把握することが可能である。
- (2) 礫層へ空気を加圧することで豪雨でも礫層内への浸入を防ぐとともに廃棄物層への供給量を制御する技術について, その有効性を確認した。

**謝辞:** 本研究の一部は, 科学技術振興調整費: 重要課題解決型研究「廃棄物処分場の有害物質の安全・安心保障」(代表: 小野芳朗, 岡山大学大学院)の支援を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。

#### 【参考文献】

- 1) 西垣誠・小松満・春名充明: 廃棄物最終処分場のキャピラリーバリア型覆土の設計法に関する研究, 土木学会中国支部第58回研究発表会発表概要集, III-50, pp.283-284, 2006.
- 2) 西垣誠・小松満・春名充明: 空気圧制御によるキャピラリーバリア型覆土の浸透量制御に関する研究, 第41回地盤工学研究発表会, pp.1237-1234, 2006.
- 3) 赤井浩一・大西有三・西垣誠: 有限要素法による飽和不飽和浸透流解析, 土木学会論文報告集, 第264号, pp.87-96, 1977.

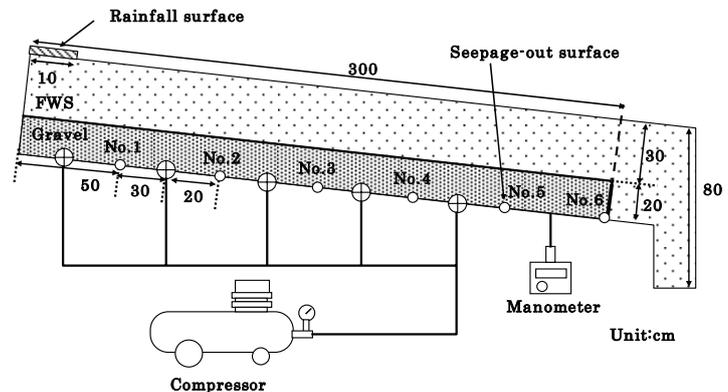


図-4 浸入量制御実験概略図

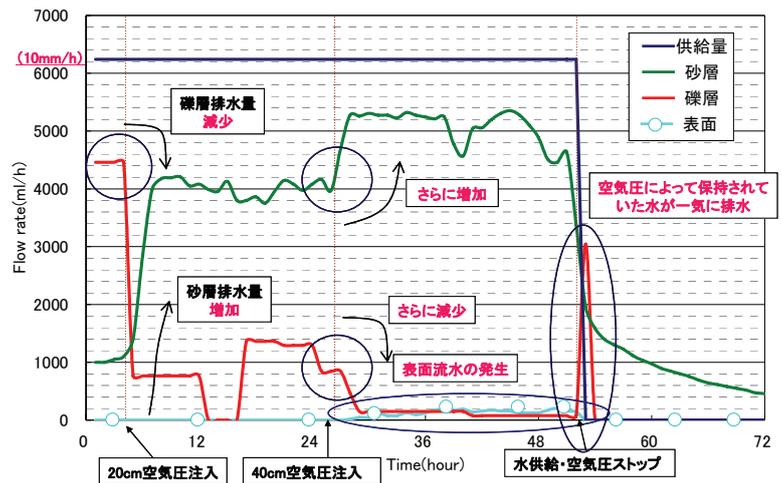


図-5 空気注入による排水量の変化