

最終処分場における最終被覆「キャピラリーバリア」の実験

○ 西松建設(株) 正会員 平岡博明

西松建設(株) 正会員 宮崎啓一

1. はじめに

最終処分場における最終被覆において、キャピラリーバリアを構成した被覆工法がある。キャピラリーバリアは、(1)廃棄物層へ多少の水を浸透させて廃棄物の安定化を促進する。(2)廃棄物層内の浸出水が抑制されるため水処理設備の負担が軽減できる。(3)材料は砂と礫を利用するため、経済的、かつ耐久性に優れている。などの利点がある。本実験は、キャピラリーバリアとして有効な材料の特性について報告するものである。

2. キャピラリーバリアの仕組み

土層内に浸入した水は毛管力の大きい方へと移動する性質がある。キャピラリーバリアは、毛管力の大きい細粒土層を上側に、毛管力の小さい粗粒土層を下側に配置した二層で構成されたもので、上から浸透する雨水は、毛管力の大きい細粒土層に広がり、粗粒土層へは粗粒土層の毛管力が小さいため、水は浸透しにくく、傾斜をつけた細粒土層に浸透した水は細粒土層の下流側へと移動し排水され、下側の廃棄物層への浸透が抑制される。

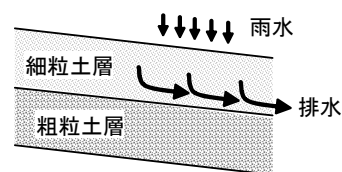


図1 キャピラリーバリア

3. 実験内容

数種類の土質材料を用いて物理特性試験（粒度特性、水分特性等）、および、土槽実験（排水性能試験）を行い、各物理特性とキャピラリーバリアにおける排水性の関係を調べた。水分特性は土柱法による保水性試験より求め、土槽実験では、図2に示す土槽を用い、図示した給水位置より所定の給水量を段階的に増加させて細粒土層および粗粒土層から排水される排水量を調べ、また、一部の土槽実験においては、土層内にTDR式土壌水分計を設置し、土層の含水率の変化を調べた。

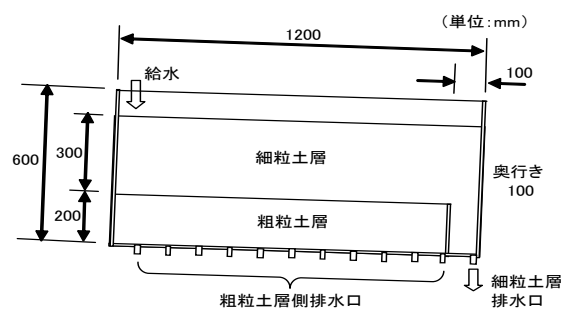


図2 実験土槽

4. 土槽実験の条件

全ての土槽実験において、土槽の傾斜を3%勾配とし、粗粒土層には7号碎石を使用し、粗粒土層および細粒土層の締め固めは一定のエネルギーで締め固め、細粒土層と粗粒土層の境界には不織布（厚さ0.05mm）を敷き、細粒土材が粗粒土材の間隙に入り込まないようにした。細粒土層に使用した土質材料の粒度分布を図3に示す（以下、図4～図9に示す土質材料と記号は全て統一）。土質材料は、珪砂および一般の砂などを用い、単体材料、それらを混合したものなど、多種の粒度分布に調整したものである。

実験は給水200ml/hから開始し、一定の排水量になるまでの期間その給水量を維持し、段階的に給水量を増加（200ml/h→400ml/h→600ml/h→800ml/h→1,000ml/h→1,200ml/h→1,500ml/h→2,000ml/h）させた。ただし、実験に際しては、給水装置の関係上、前記の給水量は目標値とし、各給水段階においてそれに近い給水量に設定し、それぞれの実験において同一ではない。

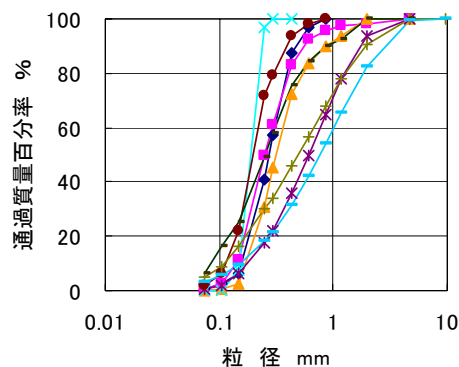


図3 粒度分布

キーワード：キャピラリーバリア、毛管力、被覆、覆土、最終処分場、廃棄物、安定化

連絡先：〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4、TEL 046-275-0242、FAX 046-275-6796

5. 実験結果

本実験に使用した土質材料の水分特性曲線を図4に示す。図中最もポテンシャルの小さい曲線は粗粒土層に使用した7号砕石でありそれ以外は細粒土層に使用した材料である。飽和毛管高さ（平均粒径(D50)）と平均粒径(D50)の関係を図5に示す。平均粒径(D50)が小さくなるほど飽和毛管高さが大きい。

土槽実験における給水量と砂層から排水される排水量の関係を図6に示す。図6はX軸にほぼ平行している直線が上にある材料ほど排水能力（砂層からの排水）があることを示し、給水量と排水量の比率が同じ直線（勾配 1:1）との交点はその材料の排水可能な排水量である。

粒度分布の範囲（傾き）を示す D_{85}/D_{15} の値がほぼ同じ材料で比較した、平均粒径(D50)と排水量の関係を示したものを図7に示す。平均粒径が $0.26\text{mm} \sim 0.27\text{mm}$ 付近の粒度構成をした材料が最も排水量が多い。また、平均粒径がほぼ同じ材料で比較した D_{85}/D_{15} と排水量の関係を図8に示す。 D_{85}/D_{15} の値が小さいほど粒度分布の幅が狭いことを示し、粒度分布の幅が狭いほど排水量が多いことがわかる。

土槽実験において土層内の含水率を測定した材料のうち排水能力が大きかった材料の給水量と含水率の関係を図9に示す。含水率は、礫層から排水が生じた部位の直上で、細粒土層と礫層の境界から5cm上側に位置するところの細粒土層の測定値をプロットしたものである。図中の点線は、礫層から排水が始まった給水量の位置を示した。礫層からの排水が始まる前の給水量において、給水量の増加に伴って細粒土層内の含水率も増加し、含水率が約40%付近において給水量を増加しても含水率はほぼ一定の値を示している。この細粒土層における40%の含水率は、飽和度 S_r では95%（その他の実験ケースでは同様の状況で $S_r=94\% \sim 97\%$ の範囲）であり、ほぼ飽和状態に近い値である。それは、これ以上の含水量を保持することができないために、礫層からの排水が生じたものと考えられる。また、給水量が少ない段階において、礫層からの排水は生じないものの礫層に水が浸透する現象が見える。これは水が浸透した細粒土層のポテンシャルに対して、乾燥状態にある粗粒土層のポテンシャルが大きいために粗粒土層へ水が浸透するもので、その後、湿潤した粗粒土層のポテンシャルは細粒土層のポテンシャルより小さくなり、排水が生じるまでに至らないと考えられる。

6. まとめ

キャピラリーバリアに適する材料は、平均粒径が $0.26\text{mm} \sim 0.27\text{mm}$ で、 D_{85}/D_{15} の値が小さい単粒度の限られた粒度構成のものであることがわかった。

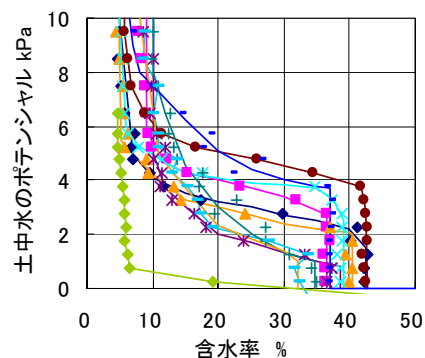


図4 水分特性曲線

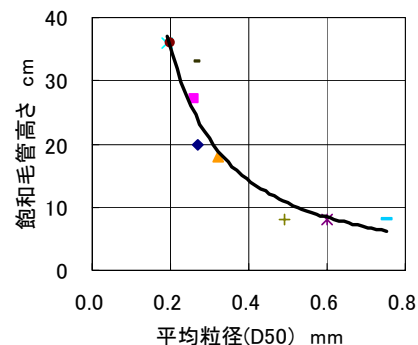


図5 平均粒径と飽和毛管高さ

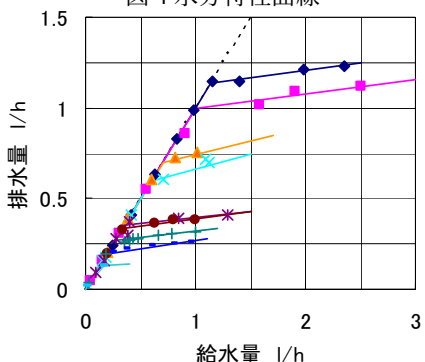


図6 給水量と排水量

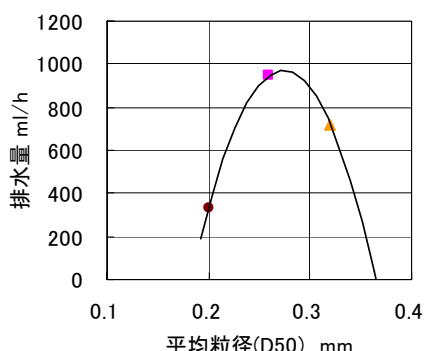


図7 平均粒径と排水能力

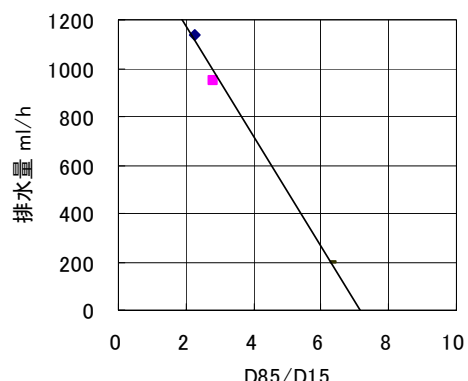


図8 D_{85}/D_{15} と排水能力

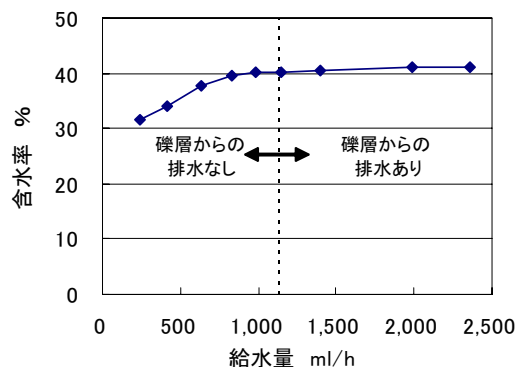


図9 給水量に対する含水率の変化