

地下水制御技術を利用したトレンチ処分の合理化研究(その2)

キャピラリーバリアの排水性能室内実験結果

日本国土開発(株) 正会員 永井 誠二 鈴木 正人 坂本 好文
(財)原子力環境整備センター 平田 征弥
埼玉大学大学院 正会員 渡辺 邦夫

1. はじめに

地下水制御型処分施設を実現するため、降雨の浸透を抑制するキャピラリーバリアの排水性能実験を行った。キャピラリーバリアについて、これまではその概念や珪砂や標準砂のように均等係数が小さな砂を用いた土槽実験の結果が報告されてきた。今回は、より現実的に、土木材料として一般に市販されている安価な材料を用いた土槽試験を行った。

本報告は、キャピラリーバリアの適切な砂材料を把握することを目的として、粒度分布の異なる砂材料を用いて様々な条件のもとで室内降雨実験を実施し、砂材料のキャピラリーバリア性能を検討したものである。

2. 実験概要

2.1 実験装置

実験装置を図-1に示す。実験土槽は、770×570×90mmの亚克力土槽と右上端に設置した給水装置から構成される。給水量は給水装置に設置した定量ポンプにより任意の給水量を供給することができ、土槽はジャッキにより勾配を可変できるようにした。土層構成は、覆土としての粘性土を除いてキャピラリーバリアの性能確認のため、上から砂層、礫層とし、最下部は廃棄物保護層である粘土層の3層とした。

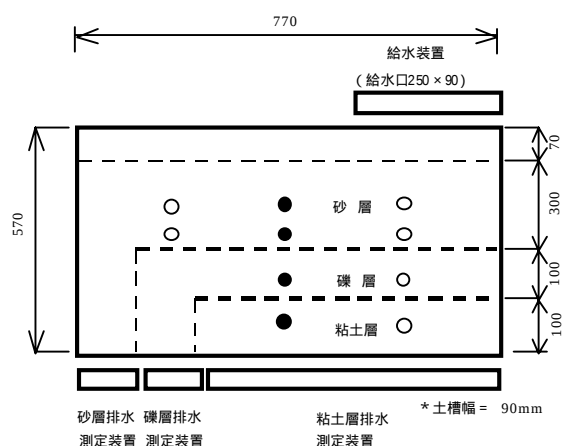


図-1 実験装置

表-1 実験ケース

砂材料	勾配 (%)		
	4	7	10
A砂	5, 10, 15 (l/hour/m)		
B砂	2.5, 5, 10 (〃)		
C砂	2.5, 3.75, 5 (〃)		

※) 表中の数字は流末での排水能力(l/hour/m)

2.2 実験項目

実験は、給水 24 時間、給水停止後 24 時間の計 48 時間を 1 サイクルとし、表-1 に示す実験ケース(27 ケース)についてそれぞれ実施した。土層に与えた給水量は、流末における単位時間、単位幅あたりの水量(l/hour/m)で換算している。計測項目は、各土質材料からの排水量と間隙水圧(設置位置: 図-1 ●, ○印)である。

砂層に使用した材料は、キャピラリーバリア性能確認のため、粒度分布の異なる 3 種類の砂を使用した。実験に使用した土質材料の粒径加積曲線を図-2 に示す。

3. 実験結果と考察

3.1 圧力水頭の挙動

土層内の水の挙動は、圧力水頭の分布をとらえることで確認した。図-3 に、給水開始前と排水量が定常状態に達したときの圧力水頭の深度分布を示す。図中の圧力水頭は、図-1 の ● で示した場所の値である。

給水前の圧力水頭は、土質によらず表層に近づくに

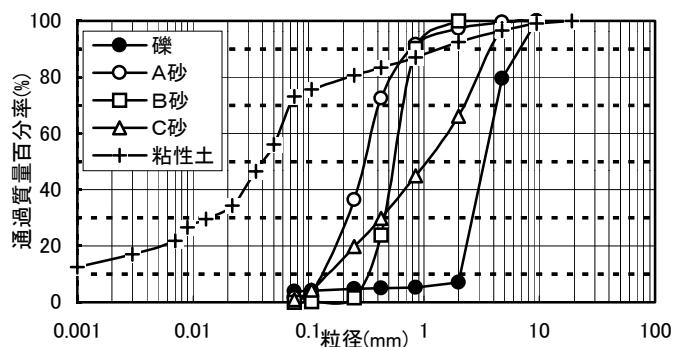


図-2 土質材料の粒径加積曲線

キーワード: キャピラリーバリア, 廃棄物処分, 地下水制御

連絡先: 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1, tel 046-285-3339, fax 046-286-1642

つれ一次関数的に低下し、圧力水頭勾配はほぼ 1 対 1 となっている。給水後砂層内の圧力分布は、砂層上部では土質材料により異なる圧力分布をしているが、礫層との境界付近ではいずれも圧力水頭が 0 に近づいており、この付近で側方流が多く流れていると考えられる。図-3 で示した実験では、B 砂と C 砂で砂層から礫層への浸透が発生した。そのため砂層と礫層の境界付近および礫層内の圧力水頭値は、礫層への浸透が発生しなかった A 砂に比べ 7 ~ 9 $\text{cm} \cdot \text{H}_2\text{O}$ 大きくなっている。粘土層は、給水による圧力水頭の変化は生じなかった。

3.2 排水量の挙動

キャピラリーバリアの性能評価のため、3 種類の砂について給水量の違いによる排水性能を検討した。その結果を図-4 に示す。

図-4 より、給水量が多いほど排水能力は低下し礫層に浸透することが確認できる。排水能力は、A 砂と B 砂が高いのに対し、C 砂は同一勾配で排水能力が他の砂に比べ著しく低く、給水量が 5 l/hour/m を越えると急に低下している。また、同じ種類の砂でも勾配が大きいほど砂の排水能力は高い。

3.3 考察

砂材料の排水能力を図-5 にまとめた。これは、砂層からの排水量が全体の 99% 以上のケースを優れた排水性能を示しているとして白抜き記号で表し、それ以下の排水量を排水性能が劣っているとして塗りつぶし記号で記したものである。

図-5 より、A 砂は他の砂に比べすべての勾配で給水量限界が高く、順に B 砂、C 砂となっている。この理由として、A 砂は水分保持能力に優れた細粒分を主体に構成されており、ここでは示していないが不飽和透水係数も他の材料に比べ大きいことから、大きな側方流が発生し他の砂に比べ効率よく浸透水を排出した。それに対し B、C 砂は、A 砂に比べ全体的に粒径が大きく水分保持能力は劣る。そのため毛管力による浸透流の制御能力が低下したと考えられる。

4. おわりに

今回の実験より以下のことが明らかになった。

- (1) 砂の排水能力は、勾配が大きいほど高い。
- (2) 砂層と礫層の境界付近は圧力水頭が 0 に近く、側方流が多く流れている。
- (3) 全体に粒径が小さく、均等係数の小さな A 砂（細砂）は、B、C 砂に比べ排水能力が高い。
- (4) 均等係数が大きく、礫分の多い C 砂は、ある給水量を超えると排水能力は急激に低下する。

今後は、さらに幅広い土質材料から同様の実験を行い、粒度との関係を求めていきたい。

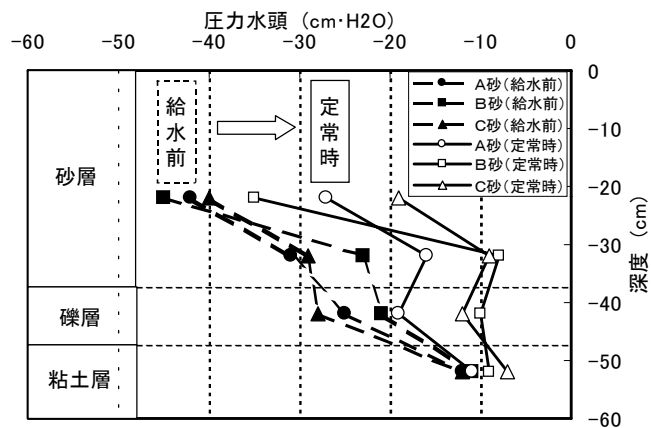


図-3 圧力水頭の深度分布

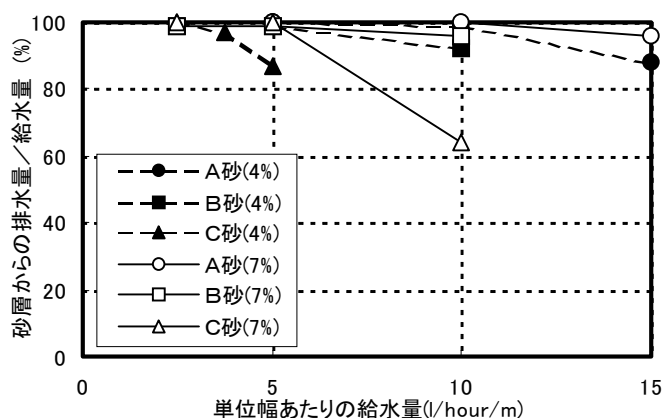


図-4 給水量による排水能力の違い

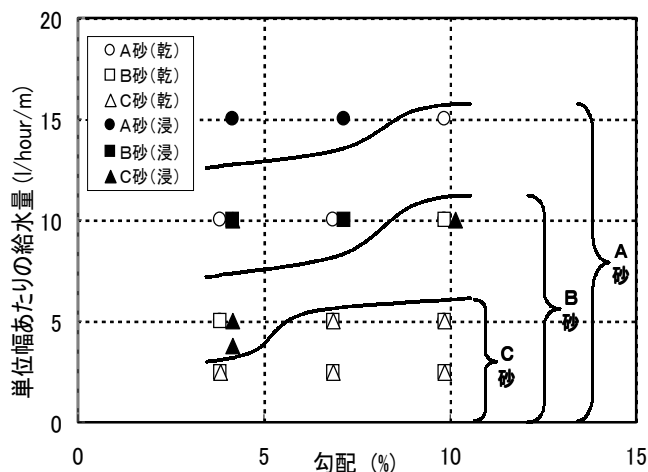


図-5 砂材料の排水能力