

III-497

人工多層地盤を用いた降雨浸透制御に関する実験的研究 （一次元土槽を用いた降雨浸透試験）

日本国土開発(株) 正会員 梅田美彦
日本国土開発(株) 正会員 ○ 佐藤 泰
(財)原子力環境整備センター 藤原 愛

1. はじめに

産業廃棄物等を浅層に処分する場合、処分場の上部から降雨水が浸透し、有害物質を地下水中に拡散する事が考えられるため、降雨の浸透を地表付近で抑制する必要がある。降雨浸透を抑制する方法として、廃棄物処分場の上部にキャピラリーバリアを考慮した人工多層地盤を設置し、土の毛管力により降雨浸透水を抑制する方法が有効であると考えられる。本報告では、キャピラリーバリアによる水分移動の抑制効果を確認するために実施した一次元の降雨浸透試験の結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 実験材料

実験に用いた土質材料の物理試験結果を表-1に示す。今回は、これらの材料の内、粘土の浸透水量の抑制と貯溜効果に着目して実験を行なった。

2.2 実験方法

一次元土槽（直径20cm）に、粘土、砂、礫材料を各々長さ50cmに詰め、土質材料単体及びこれら土質材料を組み合わせた複合地盤について、降雨浸透による水分移行実験を行った（図-1参照）。

実験手順は、土質材料を土槽に詰め、水位を土槽下端に固定して定常状態にした後、試料表面から5、20、80mm/hの降雨を与えて、土中の水圧変化、排水量の変化を測定した。なお、粘土および粘土層を含んだ地盤ではオーバーフローしたため、5mm/hのみを実施した。

3. 実験結果と考察

3.1 土質構成と排水量

土槽底部から排水される水量（排水量）と降雨量の関係を図-2に示す。図にみられるように、礫、砂の場合には排水強度は降雨強度と一致し、粘土および粘土層を含んだ地盤では、0.2～0.3mm/h程度しか排水されていない。これは、粘土の飽和透水係数と一致する。そのため、降雨は試料表面に溜りし、オーバーフローした。

3.2 降雨開始後の排水

各土質材料について、降雨開始から一定の排水量になるまでの排水強度の経時変化を最大排水強度で無次元化して、図-3に示す。降雨開始後、土槽底面から排水の開始される時間は、砂、粘土、礫、粘土+砂、粘土+礫の順に遅くなった。粘土は供試体全体が毛管飽和帯内にあるが、即時に排水しないのは完全飽和状態にならないためであると考えられる。この内では特に、粘土と礫の組み合わせの場合、他のケー

表-1 土質材料の物理試験結果

土 質 材 料 の 種 類		礫 (珪砂3号)	砂 (珪砂7号)	粘土 (珪石粉)
粒 度 特 性	礫分(2.0mm以上) (%)	2.8	0.0	0.0
	砂分(0.074~2.0mm) (%)	96.8	90.6	0.4
	シルト分(0.005~0.074mm) (%)			75.6
	粘土分(0.005mm以下) (%)	0.4	9.4	24.0
土 粒 子 の 比 重 G _s		2.646	2.639	2.642
透 水 係 数 k (cm/sec)		3.5~3.6 ×10 ⁻¹	3.0~4.0 ×10 ⁻²	3.0~4.0 ×10 ⁻²
水 分 特 性	限界毛管水頭 ϕ_{cr} (cm)	3	30	320
	飽和体積含水率 θ_{sat} (%)	36.49	43.15	44.87
	最小含水量 θ_{cr} (%)	1.26	5.32	18.66

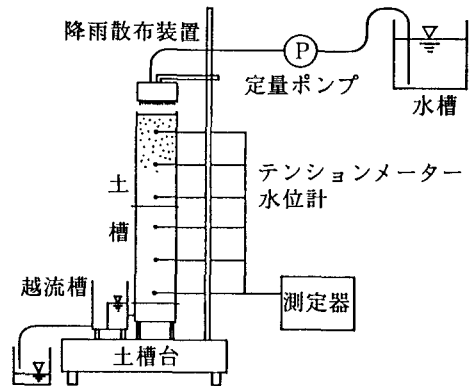


図-1 降雨浸透試験装置

スに比べて大幅に排水開始時間が遅れている。この結果から、粘土と礫の複合層を用いることが排水の遅延に有効であることが分かる。このような結果となったのは、粘土内部への貯溜効果と浸透流量の低減によって礫層内の流下速度が遅くなっているためと考えられる。

3.3 キャピラリーバリアについて

キャピラリーバリアとは、不飽和土内の浸透流を毛管現象により制御しようとするものである。すなわち、上層が細粒土、下層が粗粒土の場合、上層から降雨水が鉛直方向に浸透すると、2層の境界部において、下層の粗粒土の圧力が大きいため、下部への浸透が抑制され、上層の細粒土内に水が貯溜される。そして、細粒土の境界の圧力が下部粗粒土の圧力と等しくなった時点で下部への浸透が始まるわけである。

図-4に上層粘土、下層礫の地盤の場合の深さ方向の圧力分布を示す。2層の境界部より5cm上の上層部の圧力に注目すると、降雨水の浸透に伴い圧力が上昇し、下層の上部の圧力に近づいており、その間、上層部に浸透水が貯溜されていると考えられる。

また、図-5に飽和・不飽和浸透流解析による解析結果を示す。この図より解析によってもキャピラリーバリアの状態をよく表しているといえる。

4. まとめ

今回の実験および解析の結果をまとめると以下になる。

- (1) 地下への降雨浸透量を減少させ、かつ浸透水に降下速度を遅延させるには、上層を粘土、下層を礫とした複合地盤が有効である。
- (2) 層境界における水の一時貯溜効果（キャピラリーバリア）が実験および解析から確認できた。

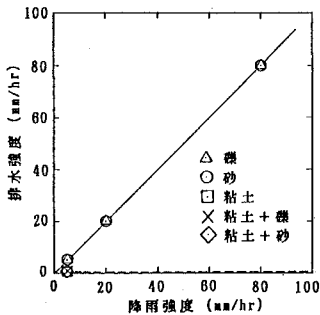


図-2 土質構成と排水強度

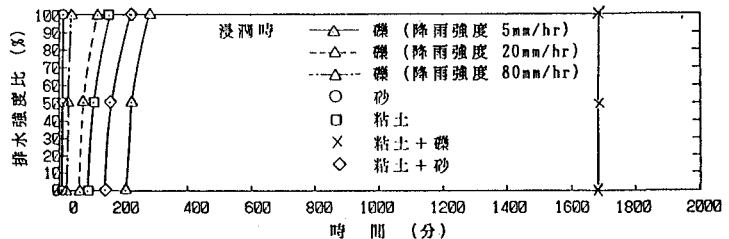


図-3 湿潤時の排水強度

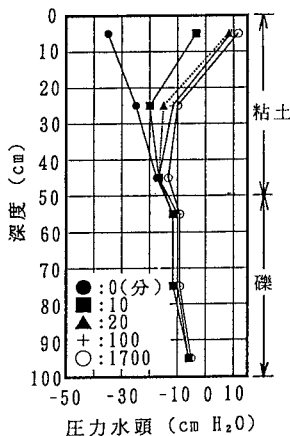


図-4 圧力分布（粘土+礫：実験値）

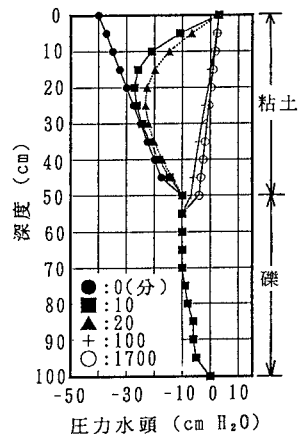


図-5 圧力分布（粘土+礫：解析値）