

3層キャピラリーバリア地盤の限界長の検討

飛鳥建設 技術研究所 正会員○松元 和伸
 茨城大学 工学部 正会員 小林 薫
 新潟大学 農学部 正会員 森井 俊広

1. はじめに

キャピラリーバリア（以下 CB）は、砂層とその下部に礫層を重ねた土層で構成されており、浸出水を抑制するための降雨浸透制御技術の一つとして利用されている。筆者らは、室内大型土槽を用いて散水強度や層境界面（土槽）の勾配を変えた限界長測定実験を行い、Stennhuis ら¹⁾により提案されている2層CB地盤の限界長推定式と良く一致することを示している²⁾。しかし、実構造物へ適用する場合には、下部より礫層、砂層を構築した上に、少なくとも覆土（保護層）を設けるのが一般的であり、実施工を想定し、覆土を加えた3層構造の限界長について把握しておくことが必要である。

本報では、3層CB地盤の大型土槽実験を行い、限界長推定式を適用するにあたって必要と考えられる覆土層厚について明らかにするとともに、限界長推定式の適用方法について検討する。

2. 実験概要

実験に用いた大型土槽の大きさは、高さ110cm、幅300cm、奥行き50cmである。下部土層の礫層として珪砂6-8mm（層厚7.5cm）、中部土層の細砂層として珪砂6号（層厚50cm）、覆土に相当する上部土層の微細砂層として層厚を5cmから50cmに変化させた珪砂8号を用いた。図-1の実験装置に示すように、土槽底面部には高さ3cmの仕切板を10cm間隔に設け、限界長を10cm単位で把握することとした。加えて、各仕切板下流部には流出口を設け、砂層を流下し礫層中に浸潤した流出水量を測定できる。散水は、大型土槽上部に設置した散水装置（高さ70cm、幅300cm、奥行き20cmの貯水タンクとタンク下面に縦横5cm間隔で配置した工業用注射針から構成）を用いて砂層表面に与えた。なお、散水強度は、散水装置と連結している予備タンクの水位を制御することで一定に保っている。

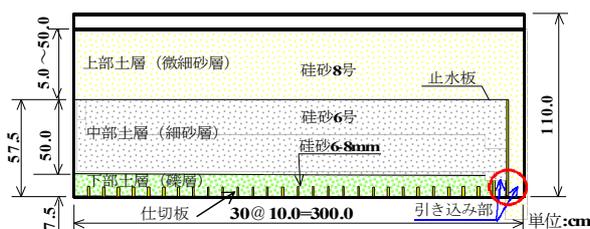


図-1 3層CB地盤の実験装置（土槽のみ表示）

表-1 実験ケース

中部土層（細砂）層厚 (cm)	上部土層（微細砂）層厚 (cm)	層境界面傾斜角度 (%)	設定散水強度 (mm/h)	
50	50	2.5	5	
	30		5	
	20	5.0	10	
	15		5	
	10		10.0	10
	5			20

実験ケースは、表-1に示すように、覆土に相当する上部土層の試料（微細砂材）の層厚を5cmから50cmに変化させるとともに、層厚毎に層境界面（土槽）傾斜角度（2.5, 5.0および10.0%）と散水強度（5.0, 10.0および20.0 mm/h）を適宜組み合わせさせた全36ケースを実施した。各実験ケースにおける底面部からの流出水量の測定は、総流出水量が総供給水量（総散水量）と同量になったこと（定常）を確認した後に実施した。流出口からの各流出水量を1ℓビーカーで受け、10分間の流出水量として3回繰り返し測定した。流出水量の測定を完了後、各流出口からの流出水の状況を目視観察した上で、上流端部から最も近い場所でブレークスルーが発生し、流出口より流出水が確認できた位置までの斜距離を測定し実験を終了した。なお、実験条件毎の定常時の流出水量については、時間をずらして3回測定したが、ほぼ同等の流出水量および、その分布が得られたことから、3回の平均値を図示している。

キーワード：キャピラリーバリア，多層地盤，限界長

連絡先：〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬5472 飛鳥建設技術研究所 TEL 04-7198-7572, FAX 04-7198-7586

3. 実験結果

図-2 に定常時における流出水量とその分布の一例を示す. 上部土層(微細砂層)と中部土層(細砂層)間のCB機能は小さいため, 多くの浸潤水が中部土層内に浸透・流下し, 下部土層(礫層)へ浸透しなかったものが, 最下端(290-300)より1つ手前の流出口(280-290)よりの流出水である. 上部土層(微細砂層)より中部土層(細砂層)に浸透しなかった流量が最下端部(290-300)の引き込み部での流出流量となり, 散水量からこの値を引いた値が, 中部土層(細砂層)への浸透フラックス(q)と見なすことができる. この浸透率(層厚50cmと30cm)を示したものが図-3であり, 平均0.82が下部浸透量であった. 覆土である上部土層に微細砂を用いた場合, $q \ll Ks$ (上部土層の透水係数)という条件¹⁾を満足すれば, 上部土層と中部土層, 中部土層と下部土層でCBが機能するので, 各層の不飽和特性値と各層毎の浸透フラックスを考慮した限界推定式を適用した結果を以下に示す.

図-4は, 上部土層層厚が50cmの時の限界長の値(推定値と測定値)を比較した結果であるが, 測定値と推定値には非常に良い一致傾向が見られ, 限界長推定式を適用できる条件にあると考えられる. 上部土層層厚が薄くなるにつれて実験データ(測定値)に差異が発生しており, 珪砂8号の場合は30cm程度以上の層厚があれば安定した限界長が得られており, 限界長推定式が適用できていると判断できる³⁾.

4. まとめ

本報で得られた主な結果は, 以下のとおりである.

- 1) 珪砂8号を上部土層として3層CB地盤に対してSteenhuis式を適用する場合, 上部土層層厚として30~50cm程度が必要である.
- 2) 3層CB地盤の中部土層と下部土層のCBへのSteenhuis式の適用には, 中部土層への浸透フラックスを用いる必要があり, 上部土層(微細砂層)と中部土層(細砂層)の場合, その割合は散水強度のおおよそ80%の値を採用できる.

参考文献

- 1) Steenhuis T. S., Parlange J. -Y. and Kung K -J., "Comment on 'The diversion capacity of capillary barriers' by Benjamin Ross", Water Resources Research, Vol. 27, No. 8, pp. 2155-2156, 1991.
- 2) 小林 薫, 松元和伸, 森井俊広, 中房 悟: ホタテ貝の地盤工学的有効利用による環境調和型キャピラリーバリアの開発, 第10回環境地盤工学シンポジウム, pp.39-46, 2013.
- 3) 松元和伸, 小林 薫, 森井俊広, 中房 悟: 上部層厚の影響を考慮した3層キャピラリーバリア地盤の限界長の評価方法, 地盤工学ジャーナル, Vol.11, No.4, pp.305-313, 2016.

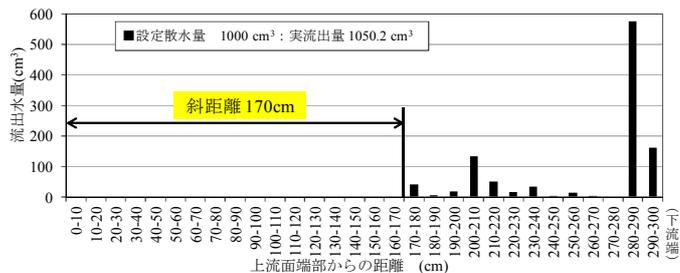


図-2 定常時における流出水量とその分布 (傾斜角度 10%, 設定散水強度 10 mm/h, 層厚 50cm)

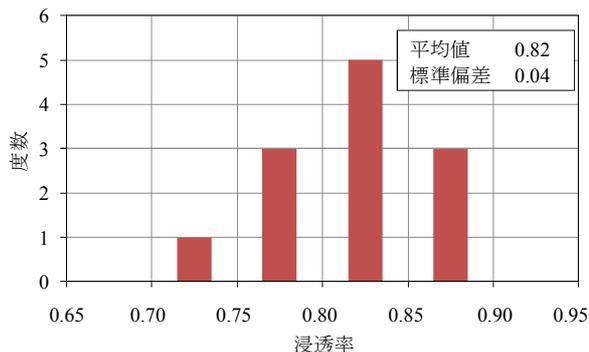


図-3 中部土層(細砂層)への浸透率分布

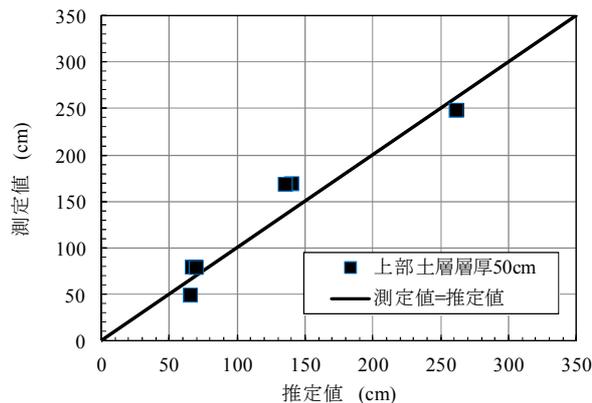


図-4 限界長比較(上部土層層厚 50cm)