

# キャピラリーバリアを利用した斜面減災に関する技術検討 Alternative Procedure for Soil Slope Stability Using Capillary Barrier of Soil

○森井俊広\*・上原るり香\*・神田美沙\*・井上光弘\*\*

Toshihiro Morii, Rurika Uehara, Misa Kanda and Mitsuhiro Inoue

## 1. はじめに

土のキャピラリーバリア機能を利用することにより、地盤に浸透した降雨水を表層部で効果的に捕捉し、地盤深部への雨水浸潤を抑制できる<sup>1)</sup>。本研究は、このようなキャピラリーバリアがもつ雨水浸透抑制効果に着目し、自然地山やため池堤防の斜面すべりを対象とした減災技術の開発を目的とする。本文では、圃場斜面に砂層と礫層の2層構造の地盤を造成し、キャピラリーバリアのもつ雨水浸透に対する抑制効果を調べた。

## 2. 原位置観測試験

砂地圃場の斜面で、砂層とその下に礫層を敷設したキャピラリーバリア地盤を造成し、約4ヶ月にわたって、地盤層内の水分動態をモニターした。図1に示すように、原地盤の斜面天端近傍から斜面長約220cmに沿って、深さ30cm、幅50cm程度のトレンチを掘削し、周辺をベニヤ板で土留めしたのち、礫材を締め固め、次いで、その上に掘削した砂を埋め戻した。キャピラリーバリア地盤の大きさは、水平距離200cm、幅約48cm、傾斜角約20度で、砂層の厚さ約20cm、その下部の礫層の厚さ約10cmとした。礫材には購入の乾燥珪砂1号(粒径4~7mm)を用いた。定容積採土により得られた上部の砂層の乾燥密度は $1.38\text{t/m}^3$ 、透水係数は $8.2 \times 10^{-5}\text{m/s}$ であった。投入質量と仕上がり層の容積から算出した礫層の密度は $1.713\text{t/m}^3$ であった。

水分動態のモニターには土壌水分センサーECH<sub>2</sub>O誘電率計モデルEC-5 (Decagon Devices社製)を用いた。寸法は、長さ8.9cm、幅1.8cm、厚さ0.7cm(本体部0.2cm)とコンパクトで、土中へスムーズに埋設できる利点を持つ。キャピラリーバリア地盤を造成したのち、斜面天端位置から、水平距離で50cm、100cm、150cmの断

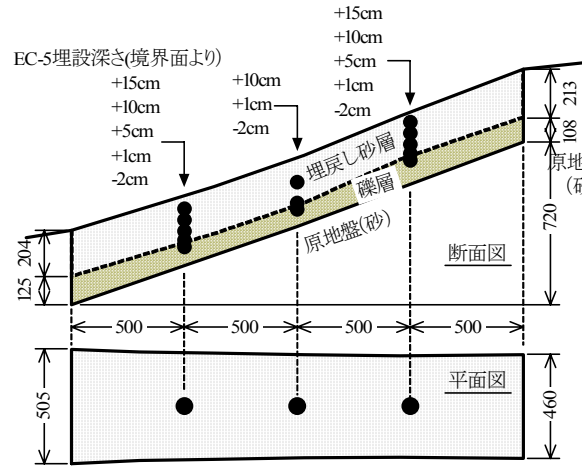


図1 圃場斜面に造成したキャピラリーバリア地盤

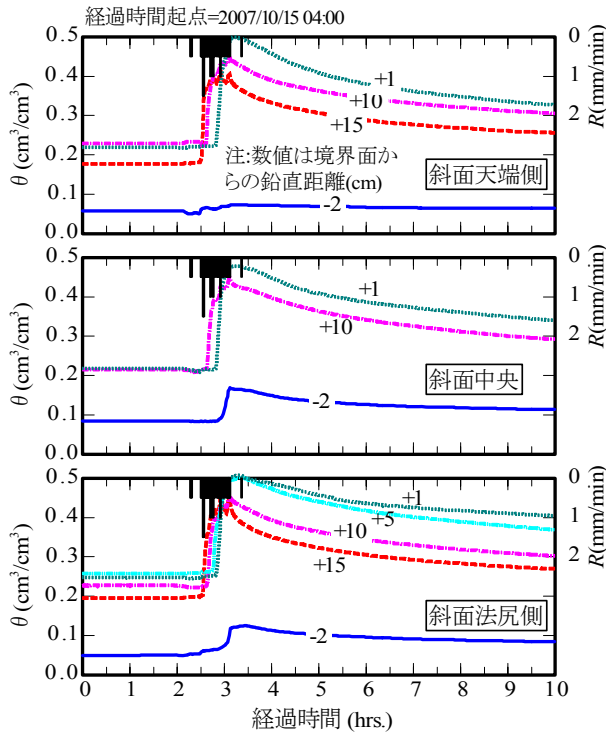
面で礫層に達する小孔を掘削し、EC-5を埋設した。砂層内には、境界面から上に鉛直距離1, 5, 10および15cmの位置に2個ないし4個を、礫層内には境界面直下の-2cmの位置に1個を埋設した。降雨量は、斜面の天端付近と法尻付近に設置した2個の雨量計ECRN-50(精度1mm)で測定した。

## 3. 結果と考察

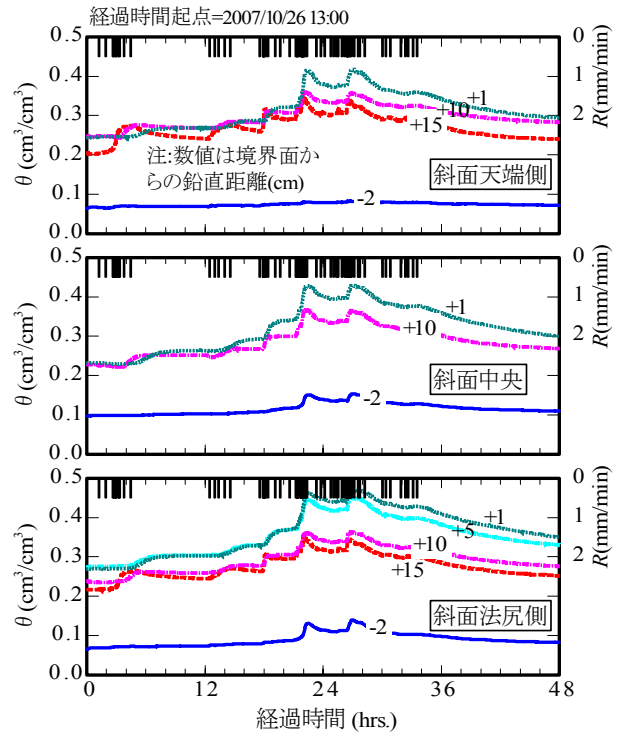
キャピラリーバリア地盤内の水分動態のモニターを、2007年10月12日に開始し、約4ヶ月間継続した。この間に大小規模の降雨が発生した。このうち、短時間(約1時間)に大規模な降雨が発生したケース、ならびに比較的長期(約1日)にわたって大きな降雨が継続したケースについて、キャピラリーバリア地盤内の水分量の変化を、図2にまとめる。

図2(a)は、短時間(約1時間)に大規模な降雨が発生したケースについて、降雨強度 $R$ とキャピラリーバリア地盤内の体積含水率 $\theta$ の時間変化をまとめたものである。斜面の天端近く、中央部および法尻近傍のいずれの位置においても、砂層内の水分量が、降雨浸潤に応じて、地

\*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University, \*\*鳥取大学乾燥地研究センター Arid Land Research center, Tottori University; キーワード: キャピラリーバリア, 斜面安定, 降雨浸潤



(a) 短時間に大規模な降雨が発生したケース



(b) 長時間に渡って大規模な降雨が発生したケース

図2 代表的な降雨ケースにおけるキャピラリーバリア地盤内の体積含水率の変化

表面付近から順次（図1では、境界面からの鉛直位置+15cm, +10cm, +5cm, +1cmの順で）上昇しているのに対し、礫層内の-2cm位置では、水分量の上昇変化はほとんど生じていないことが分かる。図2(b)は、比較的長時間（約1日）にわたって大きな降雨が継続したケースでの $\theta$ の時間変化である。上記のケースと同じ抑制効果が発揮されているのが確認できる。降雨開始時を起点にして地盤内の体積含水率の変化量 $\Delta\theta$ をまとめると、図3のようになる。3つの図の下側の陰影部は、礫層に対応する領域である。いずれも、境界面の直上で水分量が増えているが、礫層への下方浸透は、2日間にわたって、ほぼ完全に抑制されていることが確認できる。

#### 4. まとめ

圃場で造成した砂層と礫層の層構造地盤における土中水分動態のモニターにより、雨水浸透に対するキャピラリーバリアの抑制効果を確認できた。今後、長期間にわたる機能の持続性について、計測により確認していく必要がある。上部層の砂層は降雨により浸食を受けやすいため、植生被覆が必要となる。植生被覆により降

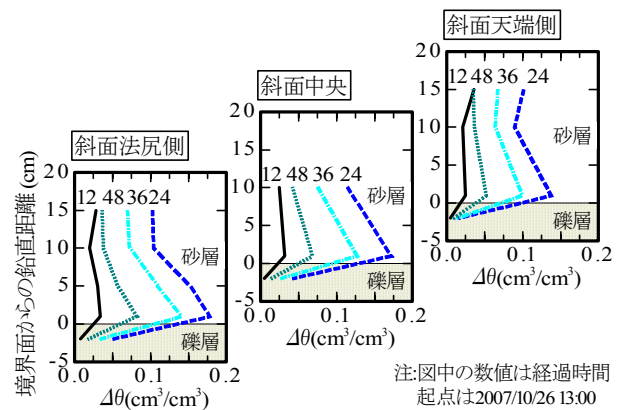


図3 降雨発生後のキャピラリーバリア地盤内の水分量の変動

雨の斜面浸透が効果的に抑制される<sup>2)</sup>ことから、キャピラリーバリアとの相乗効果を定量化していくことも重要な課題である。これにより斜面減災技術の実務性は格段に増すと期待される。

#### 参考文献

- 1) 森井俊広・堀江昭仁・菊地将太・竹下裕二・井上光弘：砂礫層地盤におけるキャピラリーバリア効果の予測と管理，第40回地盤工学研究発表会平成17年度発表講演集，pp. 1325-1326, 2005.
- 2) 森井俊広・竹下裕二・井上光弘・細山麻衣：降雨時における斜面の土中水分動態と植生の影響，第42回地盤工学研究発表会発表講演集，pp. 1019-1020, 2007.