

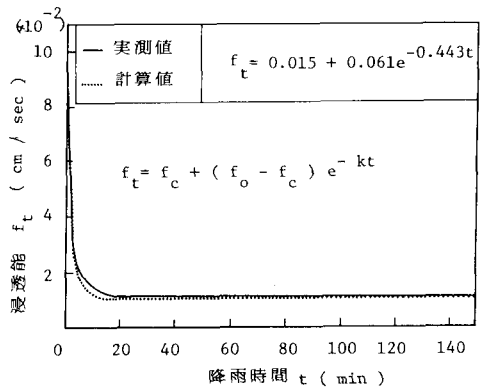
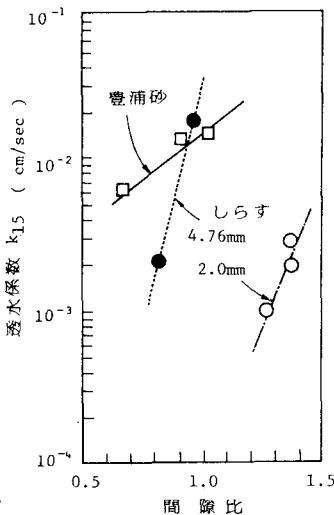
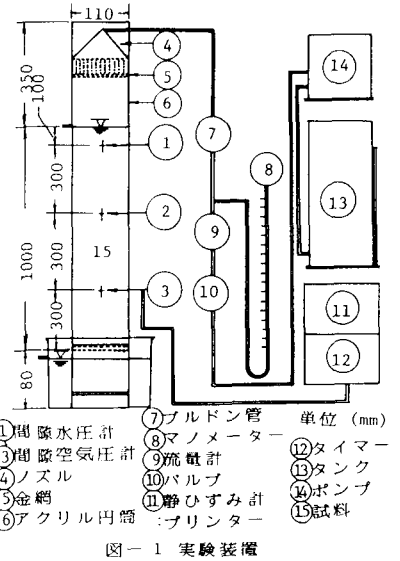
鹿児島高専 正員 村田 秀一
鹿児島高専 正員 岡林 巧

1. まえがき 降雨下における斜面の安定性を論ずる上で重要な有効降雨は、斜面の浸透能に関連した流出過程の違いにより地下水流出、中間流出および表面流出の成分に分離される。雨水からの浸透流のある斜面崩壊に関しては、従来より多くの研究がなされているが、その機構が複雑である故に現地の防災に適用されるまでに致っていない。降雨下における斜面崩壊の主要因としては、間隙空気圧や間隙水圧の増加、サクションの低下および斜面の貯留水に起因する力学定数の低減などが考えられる。本研究は、降雨下におけるしらすの不飽和鉛直浸透機構を人工降雨実験を実施し、主として降雨下でのしらすの浸透能について考察したものである。

2. 実験方法と試料の性質 実験装置は図-1のような内径110mm、長さ1430mmのアクリル円筒を用いた。降雨強度は40~1000mm/hの範囲で任意に設定できる。降雨の状態はノズルと金網により2~2.0mmφの混合雨となるように工夫してある。また、雨水の浸透にともなう間隙空気圧、間隙水圧は、それぞれゲッチンゲン式差圧計およびひずみゲージ式間隙水圧計により計測した。さらに表面流出水量および浸透流出水量は、オーバーフロー式容器を用いた。降雨実験条件は降雨強度819mm/h、試料長100.2cmとした。降雨強度のレベルは、予備実験により降雨開始後短時間で表面流出水が発生する降雨強度とした。試料は冷房しらす(4.76mm以下)で、指数的性質は、初期湿潤単位体積重量10.27kN/m³、土粒子の比重2.40および初期間隙比1.27である。

3. 実験結果および考察 透水試料長10cmの定水位透水試験から得られた透水係数と間隙比の関係を示したものが図-2である。図中の粒径値は試料の最大粒径を示す。いずれの試料においても間隙比が増大すれば透水係数は増加するが、同一の透水係数での最大粒径の違いによる間隙比は、最大粒径の大きいものほど小さい傾向にある。HORTON, R.E⁴⁾は地盤中に水が浸入する速度を浸透能 f_t として次式のように表わした。 $f_t = f_c + (f_o - f_c)e^{-kt}$ (f_o : 初期浸透能, f_c : 最終浸透能, k : 定数)

図-3は上記のHORTONの理論に基づいたしらすの浸透能曲線である。図より明らかなように降雨開始後およそ10分で最終浸透能の約95%まで達しており、降雨強度が非常に大きい場合のしらすの特徴を表わしているといえる。図-4は、前述のHORTONの浸透能方程式中の定数 k を定めるべく、有効浸透能($f_t - f_c$)と降雨時間の関係を示したものである。図より判るように有効浸透能は降雨時間の経過にともない急減している。数回のサイリオン



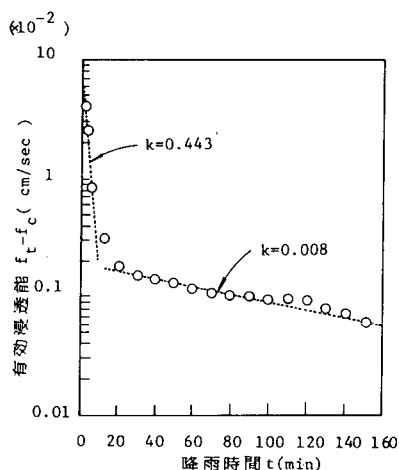


図-4 浸透能特性

の結果図-3に示した実測値に計算値が収束するた
めには、降雨初期の定数を重視して用いる方が現実的とい
える。表面流出強度と降雨時間の関係を示したものが、図
-5である。ここで、表面流出強度は、(表面流出強度) =
(降雨強度) - (浸透能) - (地表面貯留強度) として
算定した。図より判るように実測表面流出強度は、HORTON
式によるそれに降雨時間の経過とともに漸近する傾向にあ
る。ただ実測値の表面流出強度はHORTON式によった場合
に比べて小さくなっているのは、降雨初期での表面流出強
度の計測精度とHORTON式の適用範囲の問題に加えて、地
表面貯留強度の算定をいかにするかが今後の問題となろう。

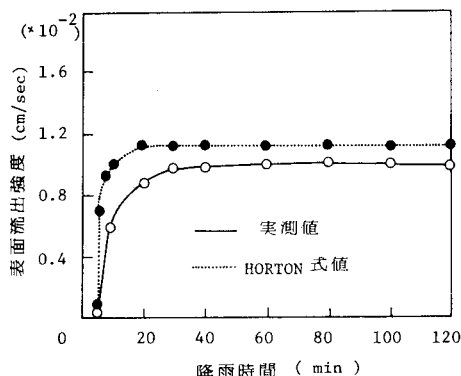


図-5 表面流出強度特性

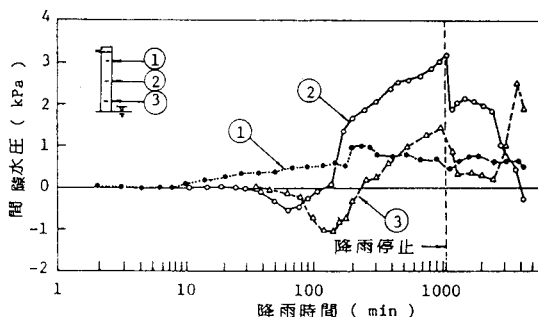


図-6 間隙水圧と降雨時間の関係

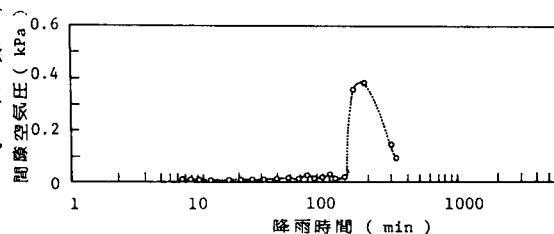


図-7 間隙空気圧と降雨時間の関係

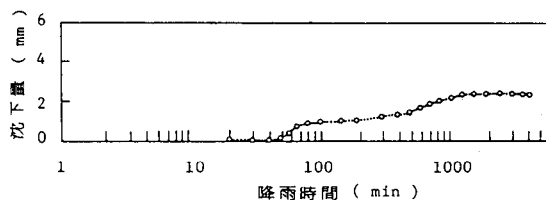


図-8 沈下量と降雨時間の関係

間隙水圧と降雨時間の関係を示したものが図-6である。
試料上部の間隙水圧の降雨にともなう挙動は浸潤前線の到
達とともに正圧を受け、通過にしたがって低減する傾向に
ある。一方試料下部のそれは、浸潤前線の通過にしたがっ
て負圧を呈し、浸潤終了後漸次正圧を示している。これら
の各深度ごとの間隙水圧の挙動は雨水の試料中の不飽和流
動に起因しているものと考えられる。図-7は深度70cmで
の間隙空気圧の挙動を示したものである。間隙空気圧は浸
潤前線の到達前まで約0~0.02 kPaの幅で振動し、浸潤
前線が到達時に急増し、通過にしたがって急減する傾向を示す。この降雨初期での間隙空気圧の挙動は、雨水の
流動にともなった間隙空気と水の交換時に発生する間隙空気圧の増減によるものと考えられる。沈下特性を示し
たものが図-8である。降雨初期における沈下はほとんどなく、浸潤終了時に最終沈下量の約60%程度沈下が進
行し、以後降雨時間の経過とともに漸次定常値化する傾向にあり、しらすの特徴といえる。

謝辞：本研究を進めるにあたり懇切な御指導をいただいた九州大学工学部山内豊聡教授に深甚の謝意を表す。
なお、本研究は文部省科学研究費の補助を受けたことを付記する。

- 参考文献：1) 八木剛男他：雨水浸透による余面崩壊について、第15回工管工学研究会発表会，PP.1093~1096。(1980)
2) 田中茂：土壌間隙空気圧を考慮した鉛直浸透，第13回水理環境学講演会，PP.64~66。(1969)
3) 村田芳樹他：降雨下における火山灰の浸透能特性，第17回工管工学研究会発表会。(1981)。

- 4) HORTON, R.E(1933): The rate of infiltration in the hydrologic cycle. Trans. Amer. Geophys. Union, New York.