

宮崎県日南市の斜面における2次元不飽和浸透解析

鹿児島大学大学院 学生会員 ○島田龍郎，酒匂一成
 鹿児島大学工学部 正会員 北村良介
 （独）土木研究所 正会員 恒岡伸幸，加藤俊二

1. はじめに

北村らは降雨に伴う斜面崩壊を予知するためのシステムの確立を目指した研究を行っている^{1), 2), 3)}。

本報告では宮崎県日南市大字伊比井の国道220号沿い斜面における北村らが提案している斜面崩壊予知システムの確立を目指した試みを紹介する。

2. 間隙モデルの検討⁴⁾

宮崎県日南市大字伊比井の国道220号沿い斜面のテンシオメータ設置場所の深度0.2m, 0.4mから採取した試料を用いて保水性試験（吸引法，遠心法）と飽和透水試験を行った。図-1から図-4に得られた水分特性曲線，飽和透水係数をプロットにて示している。採取試料の土粒子密度試験，粒度試験，密度試験から間隙モデルを用いた数値シミュレーションを行うために必要な入力パラメータが得られ，その具体値を表-1，表-2に示す。図-1，図-3に間隙モデルを用いた水分特性曲線の計算曲線を示している。計算値と実測値を比較すると，同じ飽和度では計算値の方が大きなサクションとなっている。図-2，図-4に間隙モデルを用いた不飽和・飽和透水係数～飽和度関係を示している。実測値が飽和透水試験から得られた一つのプロットしかないため，比較が困難であるが，不飽和領域での透水係数の計算値は実測時より数オーダー大きな値となっていることが推測される。次節で述べる数値解析では図-2，図-4の点線で示すように計算値を頭打ちにし，透水係数の計算値が実測値を上回ることをないようにしている。

3. 2次元不飽和浸透解析

図-5に斜面の地形・地質断面図を示す。図-5の斜線部分が2次元不飽和浸透解析の解析領域であり，その拡大図を図-6に示す。解析領域は底面が7.0m，高さ5.33m，傾斜角は下から40°，35°，15°，55°となっている。解析領域では現地計測が行われおり，テンシオメータを用いて地表面から20, 40, 60cmの深さにおけるサクションの計測，転倒ます式雨量計を用いて30分間隔で雨量の計測が行われている。図-7に2002年9月26日～28日の3日間の現地計測で計測した各深さのサクションのモニタリング結果と2次元浸透モデルから得られたサクションの数値計算結果を示す。図-7よ

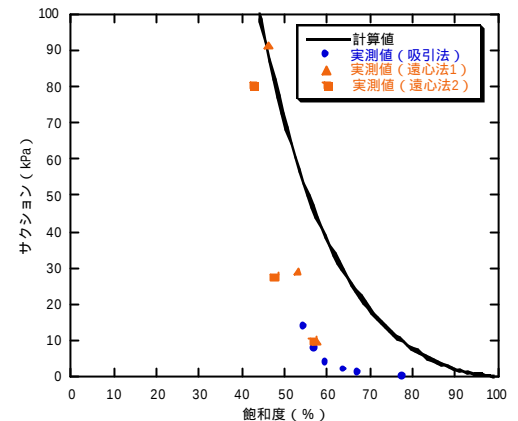


図-1 0.2m部分の水分特性曲線

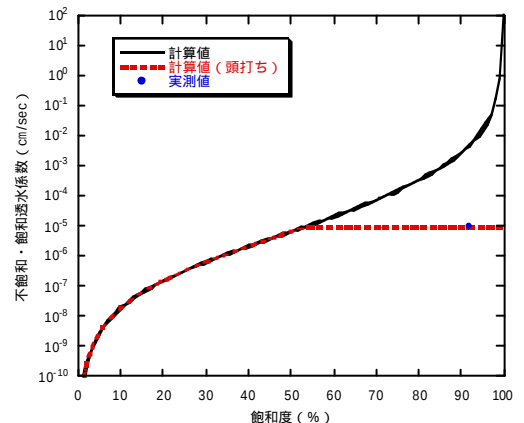


図-2 0.2m部分の飽和度～不飽和・飽和透水係数

表-1 0.2m部分 入力パラメータ

試料	日南(0.2m)
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.585
水の表面張力 (N/m) (水温15 時)	73.48*10 ⁻³
水の粘性係数 (Pa・s) (水温15 時)	1.138*10 ⁻³
分割数	180
円管の傾きθのpdfの最高高さc	0.159
間隙比	1.398
80%通過粒径 D ₈₀ (mm)	0.0525
40%通過粒径 D ₄₀ (mm)	0.0065

表-2 0.4m部分 入力パラメータ

試料	日南(0.4m)
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.653
水の表面張力 (N/m) (水温15 時)	73.48*10 ⁻³
水の粘性係数 (Pa・s) (水温15 時)	1.138*10 ⁻³
分割数	180
円管の傾きθのpdfの最高高さc	0.159
間隙比	1.350
80%通過粒径 D ₈₀ (mm)	0.046
40%通過粒径 D ₄₀ (mm)	0.0048

キーワード：斜面、サクション、不飽和浸透解析

連絡先：鹿児島県鹿児島市郡元一丁目 21-40 工学部海洋土木工学科 099-285-8473 FAX099-258-1738

り実測値は 26 日後半から 27 日にかけての降雨ではすべての深さにおいてサクシオンは低下せず、27 日後半から 28 日にかけての無降雨状態で 60cm のサクシオンが徐々に低下していることが確認できる。計測地点は図-5、図-6 に示すように 1m 前後の厚さを有する崩土の下は不透水層（砂岩）となっており、また、計測地点上部は 55° の急傾斜斜面とその上の緩傾斜斜面となっている。計測地点は 2-3m の笹などが生い茂っているのに対し、緩い傾斜の斜面は雑草のみである。したがって、雨水は計測地点では浸透しにくく、上部の雑草のみの緩傾斜斜面で浸透した雨水が不透水層に沿って地中を流下したため、深さ 60cm のテンシオメータが降雨終了後に反応したためではないかと考えられる。一方、数値解析においては地表面の境界条件が雨水が全て浸透するようになっており、植生の状態を考慮していない。このようなことから、実測値と計算値に差異が生じたものと推測している。このことについては、今後の現地の精査によって確認したいと考えている。

4. おわりに

2 次元不飽和浸透解析の数値計算結果は水分特性曲線、飽和度～不飽和・飽和透水係数関係に影響が大きいことが分かる。今後の課題として、入力パラメータの再確認、間隙モデルの改良、計測地点の再調査、テンシオメータのチェック、2 次元浸透解析における境界条件の検討等を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 松尾和昌，酒匂一成，北村良介：斜面崩壊予知戦略 南九州シラス地帯を例として，自然災害科学，pp.25-33，2002.
- 2) 北村良介，川井田実，阿部廣史，城本一義，寺地卓也：砂質土地盤でのサクシオンの現地計測システムの開発，土木学会論文集，No.652/III-51，pp.287-292，2000.
- 3) 酒匂一成，島田龍郎，北村良介：鹿児島県国分市入戸のシラス斜面における二次元不飽和浸透解析，第 57 回土木学会年次学術講演会（共通セッション），pp.271-272，2002.
- 4) R. Kitamura, S. Fukuhara, K. Uemura, J. Kisanuki and M. Seyama: A numerical model for seepage through unsaturated soil, Soils and Foundations, Vol.38, No.4, pp.261-265, 1998.

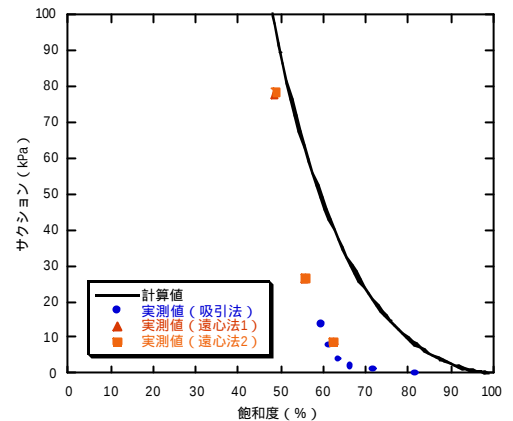


図-3 0.4m 部分の水分特性曲線

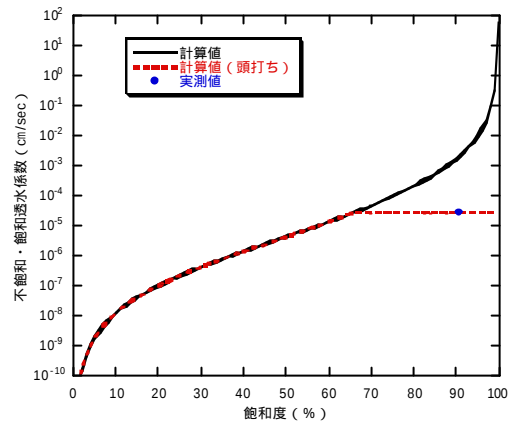


図-4 0.4m 部分の飽和度～不飽和・飽和透水係数

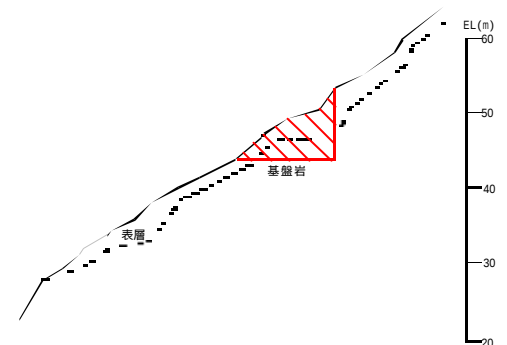


図-5 地形・地質断面図

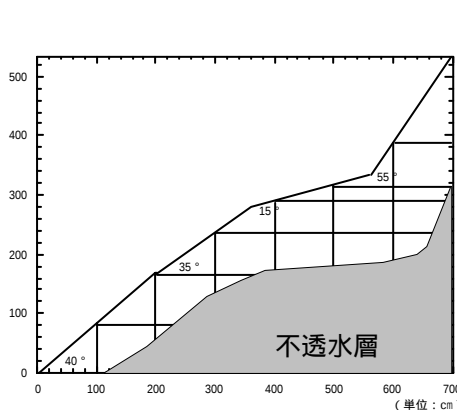


図-6 解析領域拡大図

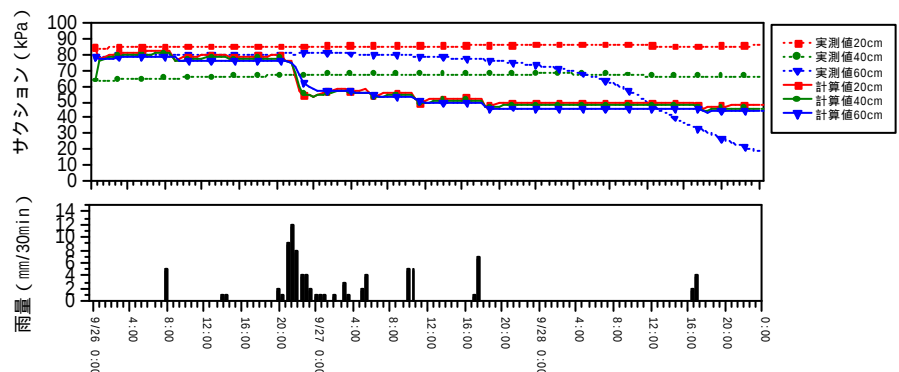


図-7 30 分雨量とサクシオンの変化（2002 年 9 月 26～28 日）