

二層地盤モデルを用いたまさ土斜面の 浸透機構の検討

和歌山工業高等専門学校 正員 佐々木清一

1. まえがき

豪雨時に生じる斜面崩壊は、山岳地域を多く抱える我国において早急に対処すべき重要な防災問題の一つであるが、各種のセンサーや情報手段の発達した今日でも困難な研究分野に位置付けされている。その要因を分析してみると、自然斜面であるがゆえに観測データがほとんどなく、更に室内実験や解析等に至っても正しい土質物性値の評価がされていない等が指摘できる。そこで、このような状況に対処するため降雨浸透により崩壊しやすいまさ土地盤に注目し、各段階の風化度に対応した乱さない試料を採取し飽和・不飽和浸透実験を行ない浸透パラメータを決定した。¹⁾ 本研究は、これらの基礎的研究を更に発展させる目的で降雨中の間隙圧の経時変化と風化度との関係そして、二層地盤モデルに立脚した自然斜面への適用の可能性について検討したものである。

2. 試料と実験

実験に用いた試料は、大阪府交野市の交野山系の緩やかなまさ土斜面から採取したものである。各段階の風化度に対応した試料を採取する必要があるため、予備調査を行ない強熱減量の値を基準として風化度を判定した。一方、乱さない試料は作業効率の良い釘打ち法を採用し大型試料（断面130×130mm、長さ300mm）を採取した。浸透実験は、図-1に示されるように、スプリンクラーにより降雨強度30mm/hr一定の下で行った。この時発生した間隙圧の変化は、5、11、19、25cmの位置にてセラミックチップを着けたトランスジューサーにより計測した。

3. 結果と考察

間隙圧の経時変化は、図-2、3で示される。これらのデータにおいて、計算値は解析条件として降雨強度30mm/hrの一定値を与え、物理定数として風化度の小さい試料では、飽和透水係数 $k_s=4.59 \times 10^{-2}$ cm/s, 飽和体積含水率 $\theta_s=0.096$ (cm^3/cm^3), 最小体積含水率 $\theta_r=0.04$ (cm^3/cm^3), 比貯留係数 $S_s=0.125$, 風化度の大きい試料では、 $k_s=1.11 \times 10^{-3}$ (cm/s), $\theta_s=0.38$, $\theta_r=0.25$, $S_s=0.197$ を用いた。そして、初期サクションは、図-2、3の時間がゼロに示された間隙圧の測定値をそれぞれ採用した。又、解析は有限要素法による飽和・不飽和浸透流解析UNSAFにより試みた。²⁾ 実験結果から得られた値と比較してみると、まず、全般的に間隙圧は雨水の浸透に伴い時間の経過により減少していく、そして解析値とは深さ19cmの値ではそれぞれかなりの接近を呈しているが、他の深さでは著しいばらつきを示していることが伺える。このような現象は、

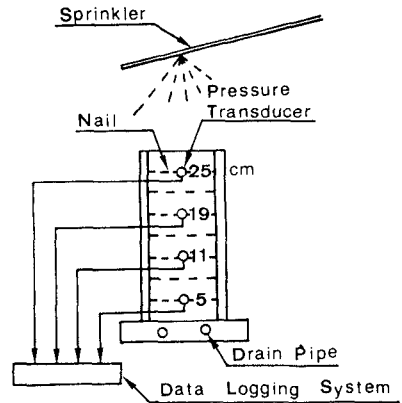


図-1. 降雨浸透実験装置
Ignition Loss (%)

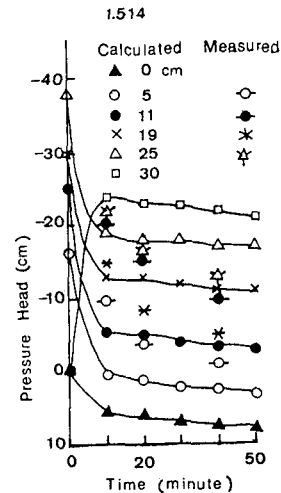


図-2. 風化度の小さい試料の
間隙圧の経時変化

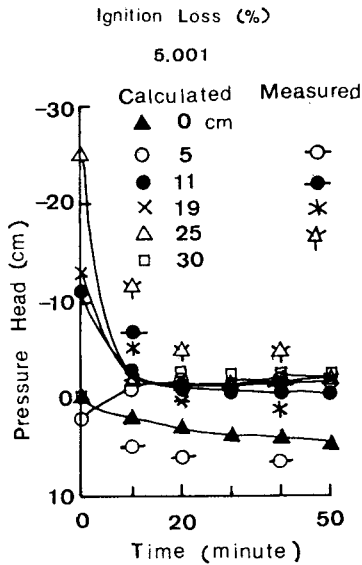


図-3. 風化度の大きい試料の間隙圧の経時変化

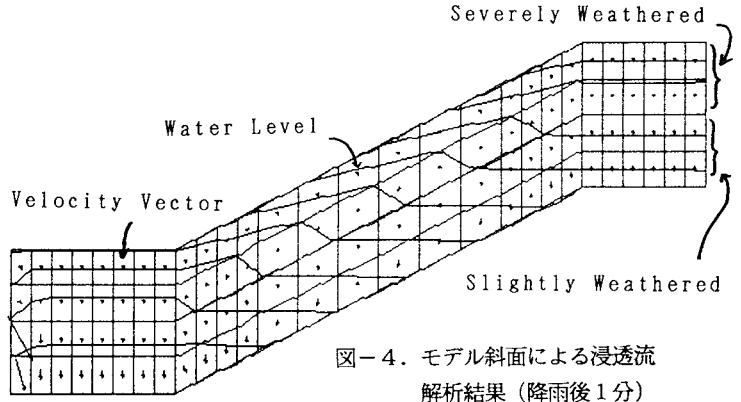


図-4. モデル斜面による浸透流解析結果（降雨後1分）

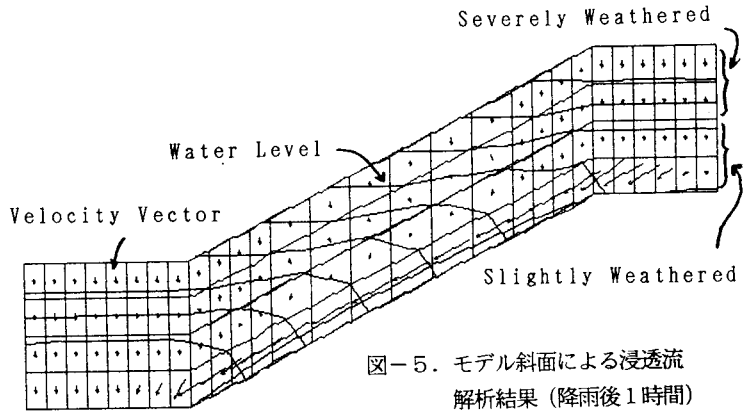


図-5. モデル斜面による浸透流解析結果（降雨後1時間）

水の浸透に対して、水みちの役割をはたすマクロポアとミクロポアの影響を示唆するものである。つまり乱さない試料でしかも風化度の大きい試料ほどマクロポアの量が多く、水は急激に排水されていく。このためにサクシオンは、降雨後約10分位で減少しその後一定の値を示すものと考えられる。一方、ミクロポアも風化度が大きくなるほど増大し高サクシオンの状態を作りこの中に閉込められた水分は極めて動きにくい拘束水分となり、貯留量も増えるため高い含水状態を維持し続ける結果、例えばサクシオン値が同じでも、風化度の小さい試料より高い試料の方が水分が多い状態となる。

降雨浸透に伴う自然斜面の浸透流解析を試みたり、崩壊予知法への確立を進めるために自然斜面をモデル化して解析した結果が、図-4、5である。解析対象としたモデル斜面は、図に示されるように現地調査の結果から風化度の小さい地盤上に風化度の大きい地盤が堆積した場合を考えている。これらの解析結果から風化度の大きい地盤内の水位は、小さい地盤よりも低下が遅いことが明らかである。そして、降雨時間が1分から1時間へと経過すると流速ベクトルが風化度の小さい土層にそった方向に流れている。

4. おわりに

自然地盤への水の浸透は、マクロ、およびミクロポアに支配され、斜面崩壊への予知には二層地盤モデルに基づく検討が有効であることを示唆した。

5. 参考文献

- 1) 佐々木清一：降雨浸透に伴う風化残積土斜面の崩壊機構の解明と予知に関する研究、科学研究報告書 pp.1～34, 1991.
- 2) 西垣誠、他：浸透問題の数値解析法、土質工学会中国支部、pp.1～82, 1987.