

土粒子間隙構造に基づいた乱さない まさ土の浸透特性

和歌山工業高等専門学校 正員 佐々木清一

1. まえがき

水の浸透現象は、土塊の間隙構造に著しく支配される。特にまさ土のような風化度に対応して複雑な間隙形態を示す土では、砂質土や沖積土に於ける水の流れとは、かけ離れた挙動を示すことがしばしば存在する。例えば、自然斜面の豪雨時の浸透を解析し間隙水圧を推定する場合、浸透パラメータの偏った非線形的関係や非可逆的性質のために、的確な入力データの指針が確立されにくい。¹⁾このような自然地盤を対象とした研究は、増加の傾向にあるが、現位置での観測データが乏しいために、室内実験や解析等においても正しい物性値の評価が困難である。そこで、水の浸透現象を解明するため風化度に対応した乱さない試料を採取し、浸透実験を試み、間隙構造に立脚して浸透特性を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に於いて緩やかなまさ土斜面から採取したものである。乱さない試料の採取法は、種々開発されているが、本実験の場合は、斜面に於いて大型試料(断面130 mm²,長さ300mm)をサンプリングする必要があるため、作業効率の良い釘打ち法を採用した。試料は図-1に示される浸透実験装置に固定した。実験中のサクシヨンの変化は、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、これらの位置での含水率の変化は中性子線(²⁵²Cf50 μ Ci)の手法で排水状態にて計測した。特に、サクシヨンと含水率の経時変化は、排水開始から数時間の間に著しく変化するため、これに追従できるように30分間隔の測定

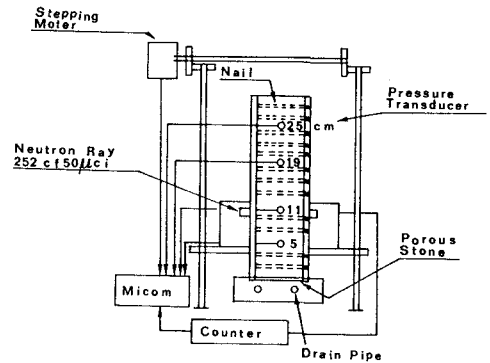


図-1. 浸透実験装置

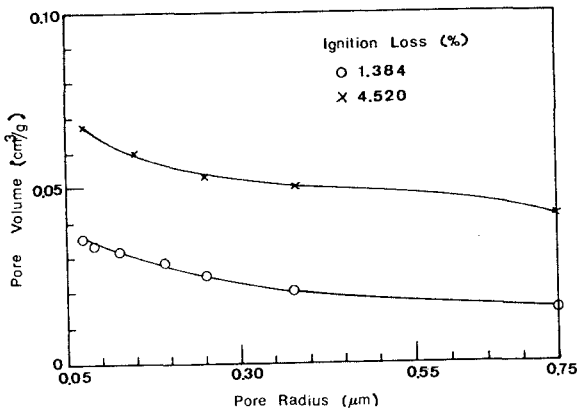


図-3. シロポ7 (1~10 μ m) 分布

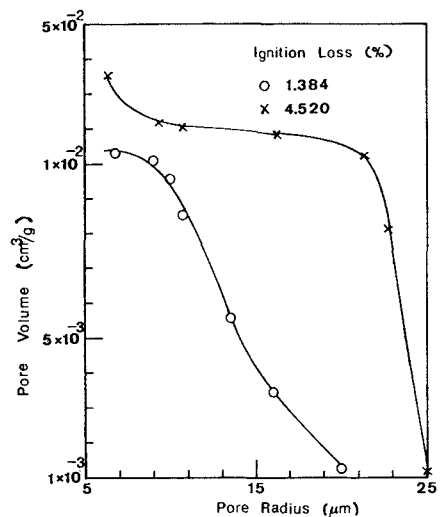


図-2. マコポ7 (>10 μ m) 分布

とし、マイコン制御による自動計測を行った。また、これら試料の風化度は強熱減量の値を基準に用いた。

3. 結果と考察

土塊の間隙構造を分析するために、凍結乾燥法により試料の水分を除去し水銀圧入法により測定した。図-2は、マクロポアの分布を示したものである。この場合の試料は、直径60mm長さ50mmの円筒形のものをを用いて測定したため、土粒子間に存在するマクロポアを精度よく評価しているものと判断できる。一方、図-3は直径8mm、長さ20mmの円筒形の試料について測定し、ミクロポアについて示したものである。これらのデータから、風化度の大きい試料ほどマクロ、ミクロポアの量が増加している。特に、マクロポアの急激な増加の傾向が図-2から見られる。このようなポアは、降雨浸透に伴う水みちの役割をはたし、自然地盤の水移動の特徴や貯留機能を支配することになる。図-4、5は、浸透パラメータに及ぼす間隙の影響を示したものである。これらの図で、上記で述べたマクロポアとミクロポアの影響を図中の破線を境界として区別することができる。つまり、Flow model-1は、マクロポアを通して流れる水であり、サクシジョンの影響をあまり受けない状態で水が動くことになる。従って、比透水係数 K_r が著しく低下する。また、Flow model-2は、ミクロポアの中を動く水分を意味しており、この状態ではサクシジョンが強く働くために、比透水係数 K_r が緩やかに低下する傾向を示している。特に、図-5から明かなように風化度の大きい試料ほどマクロ、ミクロポアの効果が強くと現われるものと考えられる。更に、マクロポアによる水の移動を図-6のモデルに立脚して次のように説明される。風化度の大きい土層表面に降雨などで湛水ができると、水は主にマクロポアを通過して地中深く浸透する。マクロポアの中の水の流れは、飽和状態とはならず所々に空気を封入して、壁面に沿った薄膜の流れを生じることもある。このようなマクロポアの中の流れは、図に示すようにその壁面を通して、土のマトリックスに水を浸潤させる。風化度の大きい試料は小さい試料に比較して空隙内壁に沿って、ミクロポアが発達しているため、高サクシジョン状態を生み出している。従って、このポアに閉じ込められた水分は極めて動きにくい拘束水分となり、貯留量も多くなる。又、マクロポアが土中のある位置で閉塞しているときは、深部における水分の増加が表面に先行して見られる。特に、風化度の大きい土層では、発達したマクロポアが水を土層内部まで浸透させ、その結果間隙水圧を増加させるため、斜面の不安定化が助長されるものと考えられる。

4. おわりに

まさ土の風化度と浸透パラメータとの関係は、マクロ、ミクロポアの影響が著しく、この種の地盤の浸透解析にはマクロ、ミクロポアに基づく検討が重要となる。

5. 参考文献 1) 例えば佐々木清一：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.

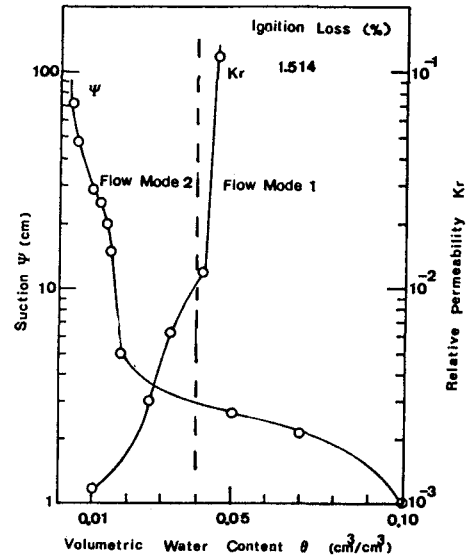


図-4. 風化度の小さい試料の浸透パラメータ

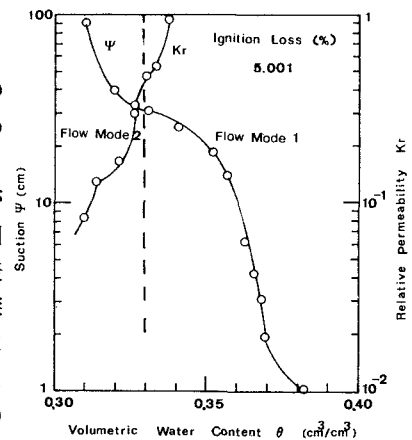


図-5. 風化度の大きい試料の浸透パラメータ

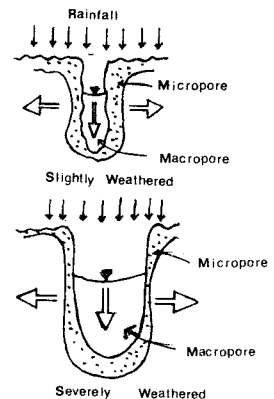


図-6. 空隙モデル