

III-485

乱さないまき土の水分保持曲線と 土構造との関係について

和歌山工業高等専門学校 正員 佐々木清一
関西大学 工学部 正員 西田一彦

1.はじめに

まき土斜面の安定や崩壊予知に関する研究が多くの研究者によって取り組まれている結果、一段と実験、解析手法の向上が伺われる。しかし、崩壊防止設計や安定計算の検討には、現場の乱さない状態での試料採取が困難であるために、乱した試料を用いて行なわれたケースが多い。そこで、本研究では風化度の異なる乱さない試料を採取し水分保持曲線を測定することにより間隙構造を推定し崩壊機構との関係について述べたものである。

Table-1. Physical properties of samples

Physical properties Sample	Ignition loss	Apparent specific gravity	Void ratio
No.1	4.1 67	2.4 0 7	0.96 1
No.2	5.4 87	2.3 7 7	1.16 1

2.試料と実験法

実験に用いた乱さない試料は、大阪府交野市の交野山に於いて傾斜のゆるやかなまき土斜面を選び釘打ち法を用いて採取した。これらの試料の物理的性質は、Table-1.に示すとおりである。試料の風化度の尺度として強熱減量、見かけ比重、間隙比の値を採用した。これらの値からNo.2.の試料はNo.1.よりも風化度が大きいことが明かである。

試料の水分保持曲線を決定するための装置は、Fig-1.に示すとおりである。この装置は、加圧板法と称される方法を導入したものであるが、特に、従来の手法に対し改良した点は、乱さない試料を対象とするため、大形の試料（直径140 mm×高さ100 mm）としたこと、また含水率の決定には中性子線（ ^{252}Cf 50 μCi ）を用いたことである。この手法による計測は、試料を乱すことなく瞬時にしかも計時的変化にも対応できるために効果的である。実験に際し試料を飽和状態とし自動空圧調整装置（ $\pm 1 \text{ mmHg}$ ）を用いて加圧および減圧を行なった。そして、各設定圧に対する体積含水率を式-(1) からもとめた。

$$(0.233 + 0.312 \gamma_d + \ln R_w)$$

$$\theta = - \frac{1.532}{\gamma_d + \ln R_w} \quad (1)$$

ここに、 θ ：体積含水率（ cm^3/cm^3 ）， γ_d ：乾燥単位体積重量（ gf/cm^3 ）， R_w ：計数率比

試料の水分保持曲線は、Fig.2.～ 3. のとおりである。この図に於いて風化度の大きい試料ほど水分保持曲線の脱水と吸水過程における差、すなわちヒステリシス現象が顕著である。このようなヒステリシス現象は、土粒子内空隙や土粒子間隙に水分子が強く吸着したり貯留することを裏付けるものである。

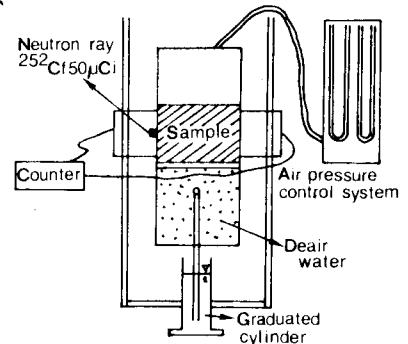


Fig.-1. Layout of experimental apparatus

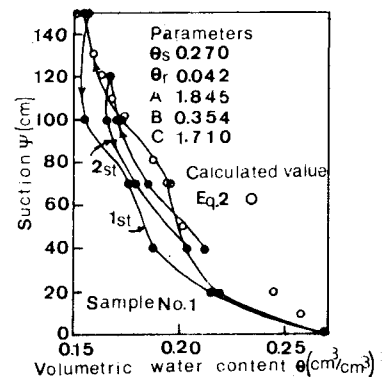


Fig.-2. Soil moisture characteristics curves of samples

次に、同図の中に、途中から加減圧した場合の水分保持曲線が描かれている。この図から2回目の水分保持曲線に於いてもやはり風化度の差は明確である。土の浸透現象を解析するには、上記の水分保持曲線もなんらかの形で数式化された形で評価されることが望ましい。水分保持曲線の脱水過程の形状を表す実験式について式(2)のように提案されている。¹⁾

$$pF = A + B \ln [(Sr)^C - 1] \quad \text{----- (2)}$$

ここに、A, B, C : 実験定数, Sr: 飽和度

そこで、式(2)に於いて浸透に直接関与しない拘束水分の存在を重視すると、Srの代わりに式(3)で定義したSeにより置き換えた式を用いる。

$$Se = (\theta - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r) \quad \text{----- (3)}$$

ここに、Se: 有効飽和度, θ : 体積含水率(cm^3/cm^3), θ_s : 飽和体積含水率(cm^3/cm^3), θ_r : 残留体積含水率(cm^3/cm^3)

式(3)のパラメータの中で、 θ_r はpF3.3以上の含水率であると考えられるが、今回は測定されていないため強熱減量の値を用いた。Fig.2.~3.の中に式(2), (3)で計算した値(白丸)を記入したがかなり実験値と対応している。つまり、式(2)は一般に乱した試料に関して多くの事例があり良好な結果を得ているが、乱さない試料に適用した場合には、まだサクシオン70 cm以下の低圧領域にばらつきが見られる。

Fig.-4.は、試料の間隙径分布曲線を示したものである。この曲線は、サクシオン値から間隙半径を求めこのサクシオン値に対する体積含水率を間隙量とみなしてプロットしたものである。この図において、風化度の大きい試料No.2.は $d\theta/dr$ の変化が小さい。つまり各種の間隙径が均等に分布していることを示唆している。一方、風化度の小さい試料No.1.では、 $d\theta/dr$ の変化が大きい。このことはある特定の間隙径がたよって分布していると考えられる。

3. まとめ

水分保持曲線のヒステリシスの大きい試料では、土構造がゆるみ不安定となり、このような特性を示す土層に崩壊が集中することが考えられる。本研究は文部省科学研究費(63550367)で行った。

参考文献 1) 松川進、他(1983)土壌水分特性曲線(脱水曲線)を表す新たな実験式、農業土木学会論文集、第104号、pp.31-38.

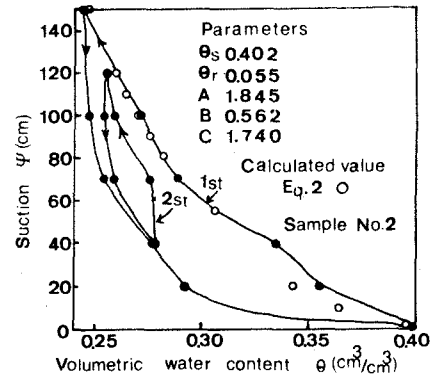


Fig.-3. Soil moisture characteristics curves of samples

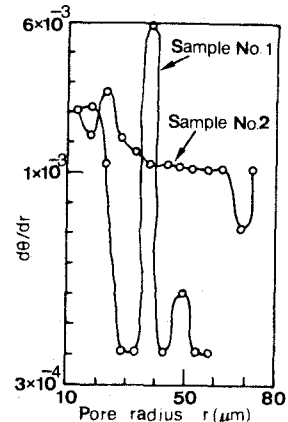


Fig.-4. Pore size distribution curves of samples