

関西大学工学部 正員 ○西田一孝
 関西大学工学部 正員 青山千彰

1. まえがき

自然斜面の崩壊の約6割が表土または崩積土などの斜面の表層部に存在する土層の滑落によるものとされている。表土(regolith or surface soil)と崩積土(colluvial soil)とは厳密に区別しにくい、前者は地表面近くで、植物の生育の母体となる土層であり、後者は、重力で土砂が崩落堆積した土層という意味に用いられている。これらの特徴は、一般にルーズであって、透水性が大きく、強度が小さいことであり、それが斜面崩壊の要因となっているものと考えられる。自然斜面の崩壊機構も定量的に説明する場合、これらの土層の物理、力学的特性を把握する必要があるが、従来、乱さない試料の採取や試験が不可能に近かったため、このような図る情報は極端に少ない。また、従来の数少ない研究結果に共通することは、①一般に表土とかまき土とかの名称で呼ばれているが母岩の風化土か、それが移動堆積した崩積土かの区別が明確でないこと、②土層は一般に均一で連続性をもっているとして、三次元的な性質の変化も見逃していること、③崩積土は、礫土とも、また、母岩の風化土とも異なる特性を示す可能性はあるが、それに焦点を当てた研究は少ない、などである¹⁾²⁾

そこで、本報告は、乱さないまき土に対して開発されたサンプリングと試験法を、また土地帯の崩積土に適用して、その特性のいくつかを明らかにした結果について述べるものである。

2. 調査・研究方法

試料は大阪府金剛山系の花崗閃緑岩地帯の崩壊斜面から採取したものである。この斜面崩壊は、斜面長30m、幅15mにわたり、崩壊層厚は約50cmであった。また、すべり面は、風化土(基盤花崗岩の風化産物)とその上部の崩積土の間に存在している。この崩壊斜面のいくつかの地点から乱さない試料を多数採取し、粒度試験、不飽和浸透試験、一面せん断試験、三軸圧縮試験を行った。サンプリングと試験法の詳細は別途報告しているのでここでは省略する³⁾⁴⁾

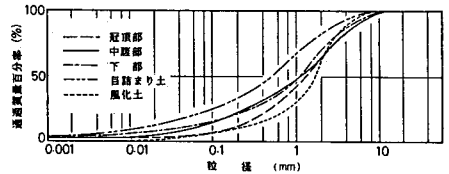


図1 崩積土と風化土の粒度分布

表-1 不飽和透水試験試料の物理的性質

	Gs	ρ_d g/cm ³	lg.loss %	θ_n	ψ_n cmH ₂ O	ks cm/s
崩積土	2.680	1.285	4.84	0.100	-110	3.09×10^{-3}
風化土	2.705	1.760	2.69	0.227	-95	8.85×10^{-3}

3. 結果と考察

試料の粒度は図-1に示したように、最大粒径10mmからシルト、粘土にまで広く分布する。風化土(基盤花崗岩の風化産物)は、崩積土より粗粒である。崩積土は、冠頂部、中部、下部へと後のものほど細粒となる。図中の目詰り土は、斜面の中部の基盤からの水の供給で、細粒分が沈積したもので、粒径は小さい。

このように、一見、均質のように見える崩積土でも、実際はかなり不均質であり、これが、斜面崩壊と重要な関係があるものと考えられる。

つぎに不飽和浸透特性について述べる。試料は風化土と崩積土の二種類で、それらの物理的性質は表-1に示したとおりである。ここで、 θ_n は自然状態の体積含水率、 ψ_n は自然状態のサクション水頭を示し、ksは飽和透水係数である。

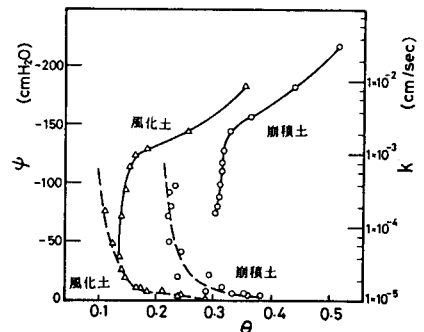


図-2 体積含水率とサクション、不飽和透水係数

不能材の透水性係数の測定はR.Iを用いた特殊な装置によった³⁾。その結果を体積含水率(θ)とサクション(ψ)、 θ と透水性係数(k)との関係で示したのが図-2である。これによると、崩積土、風化土ともに θ の減少とともに ψ は増大するが、とくに自然含水率 θ 付近で変化が急激になる。一方、透水性係数は、崩積土、風化土ともに θ の減少とともに小さくなる傾向を示すが、締固めの土のようにスムーズな曲線とはならず、ある θ の値のところで急曲した曲線となる。このことは、透水性係数に及ぼす飽和度の影響が締固めの土のように連続的に変化するのではなく、ある飽和度以下になると、水分はあっても浸透に参与しなくなるものと考えられる。風化土と崩積土では、この急曲点の含水率が異なることになる。

つぎに、せん断強度特性について述べる。図-3は、崩積土の一面せん断試験機を用いた圧密定体積試験の結果である。この図より、せん断中のベクトルカーブは、せん断ひずみの小さい領域では正規圧密土の挙動ととり、ひずみの進行とともに過圧密土の挙動に近づく性質を示す。そして、ベクトルカーブはしだいに上向きになり急傾斜の破壊包絡線に近づく傾向を示す。また、浸水させると垂直応力がせん断中に減少することは風化土と同様である。

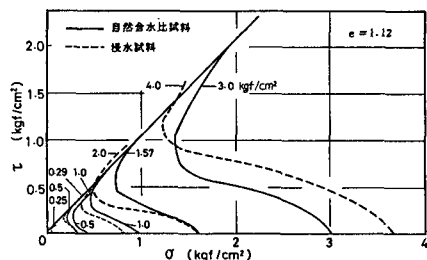


図-3 崩積土の定体積一面せん断試験結果

図-4は三軸圧縮試験機による浸水試料の圧密排水試験の結果を示している。この場合、軸差応力は軸ひずみとともに徐々に増大する、いわゆるひずみ硬化特性を示す。とくに注目すべき点は、曲線が途中で明確な「くびれ」を示すことである。この「くびれ」の位置は拘束圧 σ_3 の小さいものがほど小さくひずみで現われる。一方、せん断中、供試片は図-5のように大きな圧縮性を示す。しかし、 σ_3 が 1.0 kgf/cm^2 以下

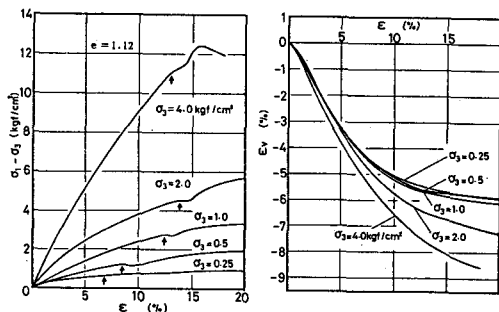


図-4 崩積土の三軸試験、図-5 体積変化
細粒分のコーティング

では、曲線は類似している。このことから、崩積土はゆるい状態にあるが堆積後、外力にある程度抵抗しうるような土構造が形成され、それが破壊される場合、応力-ひずみ曲線の「くびれ」となって表現されるものと推定される。そこで、その後の体積収縮によって該料は新しい構造に移行し、徐々に強度を増大させるものと考えられる。このことは図-3の定体積試験における正規圧密土から過圧密土への移行のプロセスに対応する。

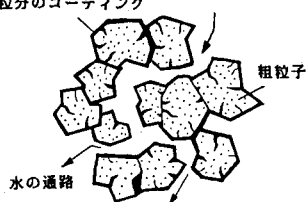


図-6 崩積土の土構造モデル

このような崩積土の挙動を理解するための土構造モデルを示すと図-6の通りである。すなわち、内部に空隙を有する粗粒子は細粒分でコーティングされており、粗粒子の接点には細粒分で強く結合されている。浸透水は主に粗大粒子間の大きな空隙と通過するが、粗粒子内部や細粒子の間に存在する水は流動しにくいものとする。空隙の大きさと不連続性が、 σ_3 と θ の急曲した曲線として現われるものと考えられる。また、粗粒子間の結合の切断が、せん断における応力-ひずみ曲線の「くびれ」として現われるものと考えられる。このようなことから、崩積土の透水性やせん断強度特性は、締固めの土や風化土とも異なる土構造に起因しているもので、透水性や破壊条件の検討を行う上で土構造の把握は重要と考える。

4. 参考文献

- 1) 丸井英明; 自然斜面における表層崩壊の研究, 1982年, 2) E.W. Brand; Analysis and Design in Residual Soils Proc. Conf. Engineering and Construction in Tropical and Residual Soils, A.S.C.E. 11-15, pp. 29-143, 1982.
- 3) 西田孝典, 丸井英明; 不攪乱土試料の不能材浸透実験について, 第19回土質工学研究発表講演集, Vol. 1, pp. 1263-1266, 1984
- 4) 西田孝典, 丸井英明; Physical Properties and Shear Strength of Decomposed Granite Soil, Ist. Int. Conf. Geomech. in Tropical Lateritic and Saprolitic Soils, Vol. 1, pp. 391-392, 1985.