

愛媛大学 工学部 矢田部 龍一
愛媛大学 工学部 八木 則男
川鉄工事(株) 神田 正人

1. まえがき

降雨時におけるまき土自然斜面の安定解析に用いる強度定数を求めるため行った不かく乱まき土の三軸圧縮試験結果は既に報告した^{1),2)}ところで、自然斜面の崩壊は表層で発生することが多い。この表層崩壊を対象にする場合、非常に低拘束圧下での強度試験を行う必要があらう。小さい平均主応力下で三軸試験を行うことは精度上問題があり、また、斜面のすべり面は単純せん断変形に近いと思われる。そこで、応力の制御が自由にできる単純せん断試験機を試作し、低拘束圧下での不かく乱まき土の単純せん断試験を行った。

まき土は比較的一様に架部まで風化していることが多くが数多くの節理面、粘土層のような弱面を含んでいる。この弱面の存在はせん断強度に影響を与え、斜面崩壊の一要因となるであらう。そこで、粘土化した不かく乱まき土の単純せん断試験を行ない考察を加えた。

2. 低拘束圧下での単純せん断試験

試験機は試作した単純せん断試験機を使用した³⁾。供試体の直径は5cm、高さは2.5cmである。試料の ρ_d は1.7程度である。試験条件は等方圧密の圧密排水試験であり、自然含水比状態と飽和状態でを行った。せん断速度は 2.08×10^{-2} mm/min である。

自然含水比状態でのせん断応力(τ_h)、体積変化量($\Delta V/V$)それにせん断ひずみ(f)の関係を図-1に示す。また、単純せん断における破壊面上の応力ではないが、破壊時の水平面上の垂直応力 σ_{vf} とせん断応力 τ_{hf} の関係を図-2に示す。図-2には飽和状態、自然含水比状態の結果を併記してある。水平面上の σ_{vf} と τ_{hf} の関係をみると若干ばらつきがみられる。これは平均主応力 σ_m が小さいので試料のばらつきが反映されていると思われる。単純せん断状態では平均主応力 σ_m の増減はなく一定であると仮定すれば、破壊時の破壊面上の内部摩擦角は $\varphi' = \sin^{-1}(\frac{\tau_{hf}}{\sigma_{vf}})$ で示される。これから、 $\varphi_d = 37^\circ$ であり、粘着力は自然含水比状態で $0.2 \sim 0.3$ kgf/cm²、飽和状態で $0 \sim 0.1$ kgf/cm²程度である。水浸による φ_d の変化はあまりみられないうが、粘着力はかなり低下している。この粘着力の低下は降雨浸透時の斜面の表層崩壊の主要因となるであらう。

単純せん断試験機によるものと三軸試験機による結果とを比較するため、同一試料を用いて別に圧密排水三軸試験を行った。 $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ と $(\sigma_1 + \sigma_3)/2$ の関係を図-3に示す。これによると φ_d は単純せん断試験機によるものの方が若干小さい。これは試験装置の影響であると思われるが詳しくはわからない。いずれにしろ、安定解析に用いる φ_d は三軸試験によるものを用いてもあまり

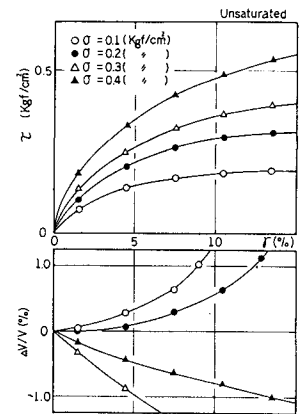


図-1 せん断応力、体積変化量とせん断ひずみの関係

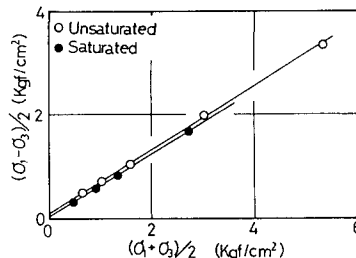


図-3 三軸試験による破壊

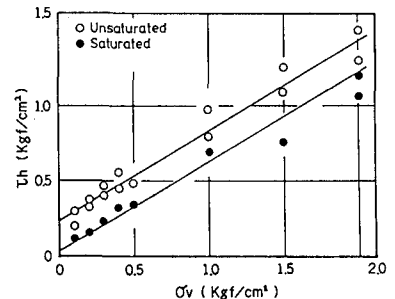


図-2 破壊時の σ_{vf} と τ_{hf} の関係

大差はないと思われる。粘着力 C は両図を見る限りではあまり差は認められない。しかし、側圧一定の圧密排水三軸試験結果からごくわずかの粘着力を精度よく求めるのは困難であろう。ところで、表層崩壊を対象とする場合、斜面安定を左右するのはこのわずかに存在する粘着力である。したがって、粘着力は三軸試験によるよりも低圧下での単純せん断試験を行って求めた方がよいと思われる。

3. 粘土化した不かく乱まき土の単純せん断試験

今までは弱面の存在しない不かく乱まき土を議論の対象としてきた。しかし、不かく乱まき土の中には多くの節理面や薄層粘土が存在している。したがって、安定解析に用いる強度定数はこれらの弱面の影響を加味したものをを用いる必要がある。あらかじめ切断面を入れた供試体を用いた三軸試験結果は既に報告した。今回は切し斜面で採取した粘土化した薄層の不かく乱まき土の単純せん断試験結果について述べる。

供試体は図-4に示すように、薄層粘土の片面は不かく乱まき土でもう片面は石こうで固められている。不かく乱まき土と薄層粘土は一体のまま乱さないように採取した。薄層粘土の厚さは4~6mm程度である。薄層粘土のせん断試験とともに、その粘土を練り返し再圧密した正規圧密供試体を用いた圧密排水単純せん断試験を行った。また、薄層粘土に接する不かく乱まき土は前記した試料と同一のものである。薄層粘土の単純せん断試験は飽和状態で行い、載荷速度は1mm/minと急速せん断で行った。急速載荷で行ったのは非排水状態での強度を得るためである。薄層粘土中の間隙水圧の測定は行っていない。薄層粘土のせん断試験時の変形状態は若干不かく乱まき土のせん断変形も見られるが、大部分粘土層でのせん断変形であった。

図-5に薄層粘土のせん断応力 τ と変位 δ の関係を示す。また、破壊時の水平面上の σ_{hf} と τ_{hf} の関係を図-6に示す。破線は正規圧密試料の破壊線である。かなりばらつきはあるが、粘土層を有する不かく乱まき土のせん断強度は、飽和状態での不かく乱まき土の破壊線と練り返し再圧密した正規圧密試料の破壊線の中間の値を示すようである。正規圧密試料に比べて不かく乱粘土試料の方がかなり強度が大きいが、飽和度の問題や載荷速度の影響も含まれていると考えられる。いずれにしても、粘土化したまき土のせん断強度は、飽和状態での不かく乱まき土のせん断強度より小さいので、斜面安定解析に用いる強度定数の決定には注意が必要である。

4. あとがき

まき土斜面の崩壊という問題を力学的に扱ううえで特徴的な項目としてまき土の低拘束圧下の挙動と、節理や薄層粘土のある場合の挙動を調べてみた。これらの目的のためには単純せん断試験を行うことが適当である。

参考文献

- 1) 八木, 矢田部, 中岡: 不かく乱まき土の力学特性, 土木学会第38回年次講演会概要集, 1993.
- 2) 八木, 矢田部, 加藤: 不かく乱まき土の供試体作成ヒカ学特性, 第18回土質工学研究発表会講演集, 1993.
- 3) 八木, 矢田部, 石原: 試作試験機による土の単純せん断特性について, 第16回土質工学研究発表会講演集, 1981.

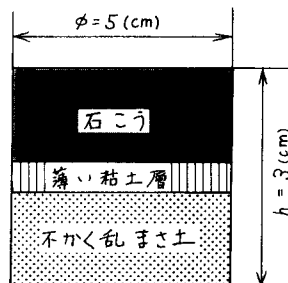


図-4 粘土化したまき土供試体の模式図

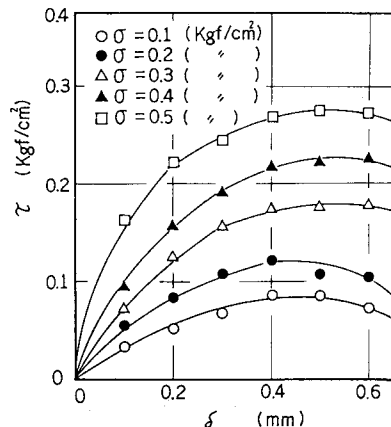


図-5 せん断応力と変位の関係

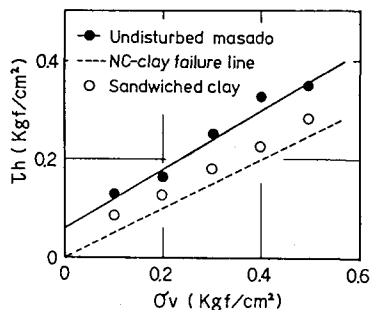


図-6 破壊時の水平面上の σ_{hf} と τ_{hf} の関係