

日本道路公団試験研究所 ○松山裕幸・前野宏司・成瀬隆弘
ハソフィックコンサルタンツ(株) 平松晋也・植村昌一

1. はじめに

表層崩壊は、雨水の山腹斜面内部への浸透に伴う自重の増加、地下水帯の形成による間隙水圧の増加、飽和度の上昇による土質強度の低下等に起因して生じることになる。本報では、これらの内、飽和度の上昇による土質強度の低下に着目し、一面せん断試験を実施することによりこの現象の検証を行うとともに、この現象を表層崩壊の予知・予測問題へと適用することの必要性について検討することとした。

2. 一面せん断試験

2.1 試料採取

一面せん断試験用試料採取地点は、平成3年8月の台風12号時に表層崩壊の発生した中央自動車道沿線の小斜面である(図-1)。当該斜面の地質は中新世桂層郡の泥岩を挟む礫岩層より成り、植生はアカマツ林が多く分布し、崩壊地源頭部付近にはクヌギ・コナラ等の広葉樹が点在している。斜面勾配は $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ の急斜面を形成しており、崩壊発生地点付近の表土層厚は1m程度である。試料採取は対象斜面内の土層厚がそれぞれ100cm, 140cmを示す2地点(A, B地点)で行った。採取深度は、A地点では基岩付近の100cm深度部で、B地点では基岩と土層表面との中間の70cm深度部である。

2.2 一面せん断試験

A, B地点から得られた不攪乱試料に対し、それぞれ所定の飽和度(S_r)において一面せん断試験(UU試験)を実施し、土質強度(C, ϕ)を求めた。含水状態は気乾状態, 自然状態, 飽和状態, 自然状態と気乾状態の平均飽和度の4状態とした。

一面せん断試験結果から得られた飽和度(S_r)と粘着力(C)との関係を示した図-2より、飽和度(S_r)の増加とともに粘着力(C)は低下し、両者は直線関係にあることが確認された。つぎに、飽和度(S_r)と内部摩擦角(ϕ)との関係を示した図-3より、飽和度(S_r)の低い状態から飽和度75%付近までの湿潤化にともない、内部摩擦角(ϕ)の低下が見られるが、飽和度(S_r)のさらなる増加に対しては、内部摩擦角(ϕ)はほぼ一定となる傾向を示した。

一般に飽和度(S_r)と土質強度(C, ϕ)との関係について、飽和度(S_r)の増加とともに、粘着力(C)は低下するが、内部摩擦角(ϕ)については、概ね一定値をとるということが知られている。今回の試験結果において、粘着力(C)と飽和度(S_r)との関係は、従来の研究結果¹⁾と同様の傾向を示したものの、内部摩擦角(ϕ)

と飽和度(S_r)との関係については、若干異なるものであった。これは、今回の一面せん断試験は非圧密・

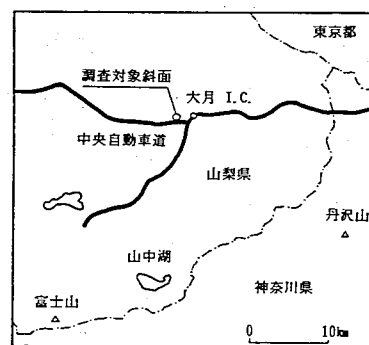


図-1 調査対象地点

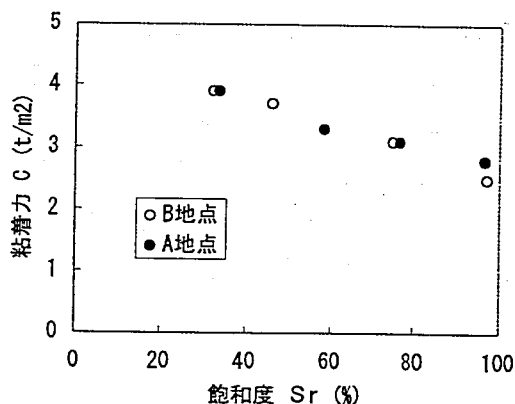


図-2 飽和度(S_r)-粘着力(C)

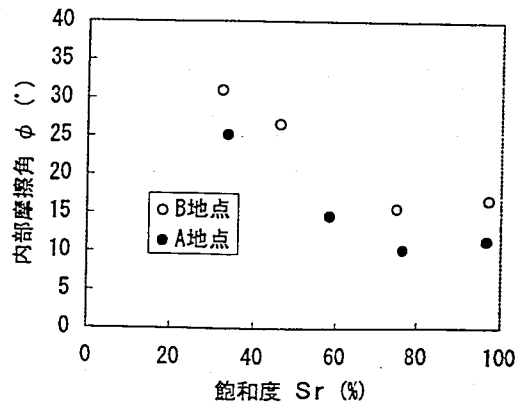
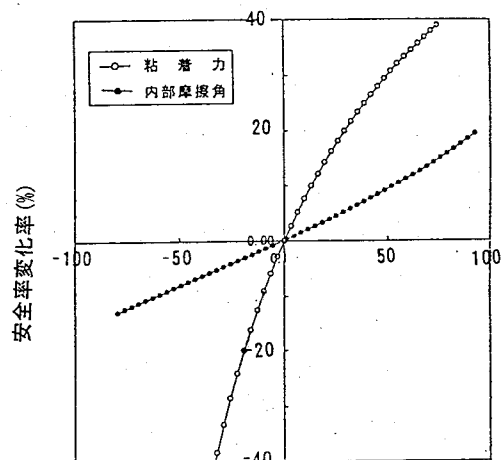


図-3 飽和度(S_r)-内部摩擦角(ϕ)

非排水条件下で実施したため、飽和度(S_r)の違いにより、せん断面に作用する間隙水圧に変化が生じることによるものと考えられる。

図-4は、粘着力(C)と内部摩擦角(ϕ)の斜面安定性に及ぼす影響度評価結果をとりまとめたものであり、図中、横軸は粘着力(C)と内部摩擦角(ϕ)の基準値からの変化割合を示し、縦軸は粘着力(C)及び内部摩擦角(ϕ)の変化割合に対する安全率(F)の基準値からの変化割合を示す。粘着力(C)及び内部摩擦角(ϕ)の基準値は、B地点140cm深度部より採取された自然含水状態下での不攪乱試料に対する試験結果であり、安全率(F)の基準値は、表-1に示した値を基に算出したものである。図-4より、粘着力(C)が安全率(F)に与える影響度は、内部摩擦角(ϕ)に比べ、2倍以上大きいことが分かる。また、B地点の試料に対する一面せん断試験において、飽和度(S_r)が自然状態(55.8%)から飽和状態(96.8%)に変化すると、粘着力(C)は、 $3.7(\text{t}/\text{m}^2)$ から $2.5(\text{t}/\text{m}^2)$ へと低下する結果であったが(図-2)、この粘着力(C)の低下は、安全率(F)の34%もの低下をもたらすことになる(図-4)。このように飽和度(S_r)の増加に対する粘着力(C)の低下は崩壊に大きな影響を及ぼすことが予想された。



粘着力変化率, 内部摩擦角変化率(%)

図-4 安全率変化率-粘着力, 内部摩擦角変化率

表-1 安全率基準値算定条件

粘着力 $C (\text{t}/\text{m}^2)$	内部摩擦角 $\phi (^{\circ})$	土層厚 (m)	湿潤密度 (t/m^3)	斜面勾配 ($^{\circ}$)
3.1	29.55	1.0	1.793	45

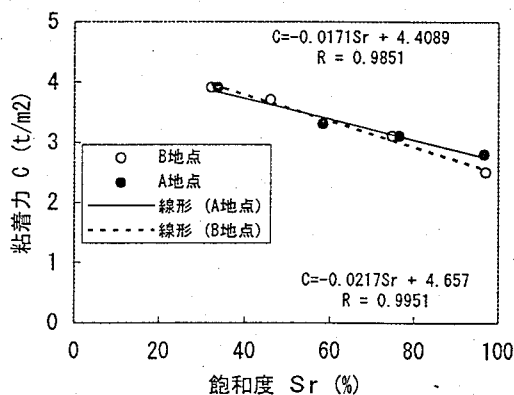


図-5 飽和度(S_r)-粘着力(C)関係
及び回帰式, 相関係数

3. 粘着力(C)-飽和度(S_r)関係式の特定

図-5にA, B両地点より採取された試料の飽和度(S_r)-粘着力(C)関係とその回帰直線, 相関係数を示す。同図より、飽和度(S_r)が4点と限られた範囲内での結果ではあるものの、両地点ともに相関係数は0.98以上と高く、回帰直線の適合性は高いことがわかる。なお、内部摩擦角(ϕ)については、先の解析において安全率に与える影響は小さいものと判断されたため、飽和度との関係式の特定は行わなかった。

4. おわりに

現地流域より不攪乱状態で採取した土壌に対して一面せん断試験を実施した結果、飽和度(S_r)の上昇とともに、粘着力(C)は低下する傾向が確認され、その傾向を直線回帰式により精度良く表現することができた。別途研究²⁾において、表層崩壊発生予測モデルの再現計算を行ったところ、計算開始直後に崩壊が発生する斜面がみられたが、この理由として、飽和度(S_r)の値如何にかかわらず、飽和状態時の粘着力(C)を用いて斜面安定解析を行っていることを指摘している。本研究では、飽和度(S_r)が自然状態のときは、飽和状態時よりも安全率(F)が34%も大きくなる結果となっており、ここで特定した飽和度(S_r)と粘着力(C)との関係を表層崩壊発生予測モデルに適用することにより、この問題が解消されることが予想される。

引用文献

- 1) 丸井英明: 自然斜面における表層崩壊の研究. 京都大学学位論文
- 2) 植村・平松・前野・成瀬・松山: 斜面管理システムの構築にむけて. 平成7年度砂防学会発表概要集 投稿中