

東海大学大学院○学生員 廖 紅建
 (株)オオバ 正会員 山田 道男
 東海大学 正会員 赤石 勝

1. まえがき

一般に切取り斜面の安定性の評価は、地盤構成の複雑さ、せん断強度推定の困難さ、そして切取り工事に伴う応力解放や風化等によるせん断強度低下の予測の難しさなどから、設計では、地山の土質に応じて設定された標準のり面勾配を採用することが多い。しかし、切取り斜面の構成が明かで、安定計算に必要なせん断強度がかなりの精度で推定しうる場合など、安定計算の実施が可能な地盤もある。このような場合には、できるだけ理論的検討を行っておくことが望ましい。

本報告は、切土工事約2年後、降雨によって崩壊した事例を用いて、切取り斜面に対する安定計算の適用性を検討するとともに、切土によって除荷され過圧密状態にある粘性土の地下水位の上昇による有効応力の低下を想定したせん断試験によって、切取り斜面の安定計算に用いる強度定数に関する実験を行なった結果を報告するものである。

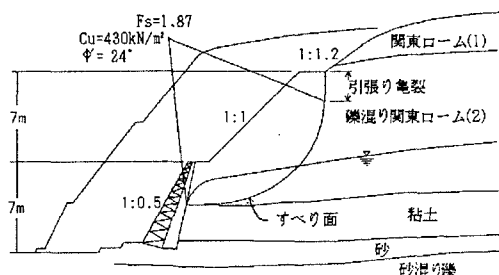


図-1

表-1

全応力解析			有効応力解析		
Cu kN/m ²	φu °	崩壊前のCu, φuを用いる	C' kN/m ²	φ' °	崩壊後のC', φ'を用いる
830	9.5	Fs=2.8	430	24	Fs=1.87

2. 切取り斜面の崩壊事例

図-1に示した崩壊断面を用いて切取り斜面の安定計算を実施した表-1の結果によれば、全応力法による安全率が大きいばかりでなく有効応力法による安全率も1.87とかなり過大な値である。その主たる要因は、強度定数c'の低下であると考えた。c'の低下のメカニズムは、切土工事に伴うヒビ割れの発生と吸水膨張によるσ_v-σ_hの拡大によるもので長期間後c'は、ゼロに近づくものと考えられる。表-1に示した有効応力法の安定結果で、図-2に示した過圧密領域のφ'を正規圧密領域のそれに等しく38度とし、c'はゼロとすれば、安全率は0.97になる。c'の適切な評価が可能であれば、切取り斜面の安定解析に有効応力法は、十分な妥当性をもって使用しうることを示すものと思われる。

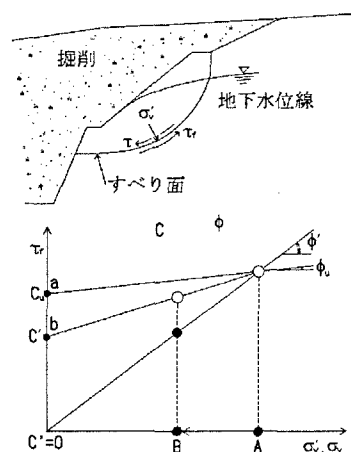


図-2

3. 室内土質実験と結果

実験に用いた試料は、関東ロームでありその物理的性質は、表-2に示す通りである。この試料を中型の三軸室を用いて所定の圧力で圧密し、その塊から直径5cm、高さ11cmの円柱供試体を作成した。試験は、三軸圧縮試験のUU、CU、CDの各条件について行った。

表-2

試料名	土粒子の密度Gs	自然含水比Wn(%)	液性限界WL(%)	塑性限界WP(%)	粒度組成(%)		
					粘土	シルト	砂
ローム	2.841	120	123	81	24	17	59

図-3は、 $\sigma' = 4 \text{ kgf/cm}^2$ で圧密した供試体の三軸圧縮UU試験結果における圧密圧力と偏差応力の関係を示したものである。図-3によれば、水浸供試体の強度低下は、非水浸供試体の強度の1/2前後である。また、図-4に示した三軸UU試験結果から強度定数を求めると、水浸によって低下するのは粘着成分 C_u であり、せん断抵抗角 ϕ_u の低下は、極めて小さいことがわかる。また、三軸CU試験結果図-5によれば、過圧密領域における強度線は、正規圧密試料の強度線とほとんど差がないようである。なお、過圧密試料は、等方圧密圧力 $\sigma' = 4 \text{ kgf/cm}^2$ で圧密後除荷したものである。図-6は、すべり破壊を生じる切り取り斜面の有効応力の変化を示したものである。切土工事によって、有効応力の変化は、AとBに変化し、地下水位の上昇によってBからCに変化して破壊するものと考えられる。切土工事後の斜面内部の有効応力を想定した過圧密状態にある三軸供試体の偏差応力 q を一定に保ち、平均有効応力を減少させ、実際地盤における地下水位上昇を再現する有効応力変化を与えた供試体の三軸圧縮CD試験結果を図-7に示す。実験では、非排水状態で平均応力 p を減少し、その後排水状態にし、吸水膨張終了後も破壊しなかった場合、再び p を減少した。非排水状態では、いずれの供試体も破壊しなかった。排水状態での破壊はかなり急速に生じるため、排水条件は満足されないと考えられる。破壊時の平均有効応力は、図-7中の○印(非排水、非破壊)と●印(排水状態、破壊)との間にあると考えられる。また、図-7から破壊時の有効応力は、三軸圧縮CU試験の限界状態線CSLのごく近いところにあることが観察される。過圧密領域における限界状態線が正規圧密領域の線に一致するという図-7の結果を三軸CD試験で確認したのが図-8である。等方圧密圧力 4 kgf/cm^2 で圧密後 $1, 0.5, 0.2 \text{ kgf/cm}^2$ あるいは0まで圧密圧力を減少し吸水膨張後三軸CD試験を実施した。過圧密比OCRは、4以上である。いずれの三軸CD試験の有効応力経路もCSLをわずかに越えているところで破壊しているのが図-8より明らかである。圧密圧力がゼロの場合は、最初の 0.2 kgf/cm^2 の軸方向応力の載荷で破壊した。

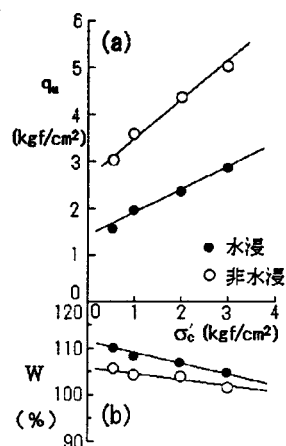


図-3

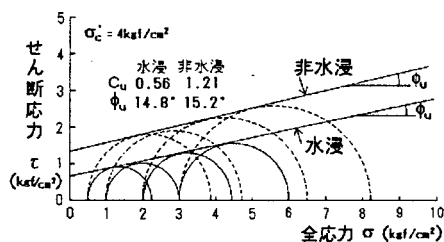


図-4

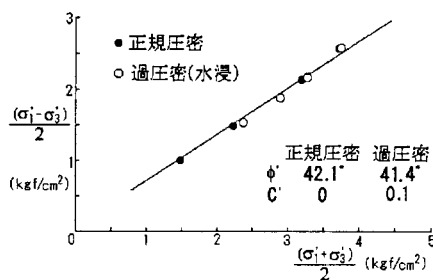


図-5

4. あとがき

実験に用いた関東ロームの試料からなる切り取り斜面の場合、有効応力法による安定解析には、過圧密領域の強度定数は、不要であり正規圧密領域のみの強度定数 C' 、 ϕ' を用いれば良いことになる。この結果は、実用的にきわめて便利なことといえよう。

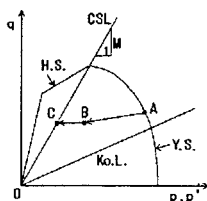


図-6

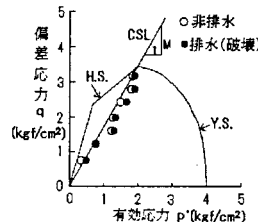


図-7

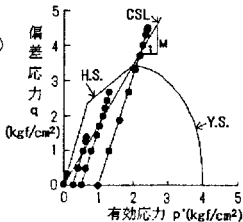


図-8