

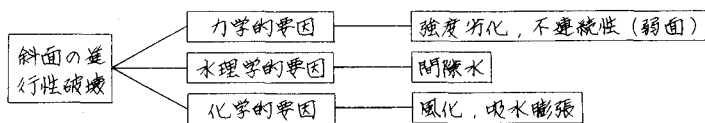
大成建設(株) 正会員 ○ 大津 宏 康
正会員 亀村 勝 美

1. はじめに

長大斜面の安定問題は、従来より重要な問題とされてきた。特に、過圧密比の比較的高い粘土地盤では切取後円弧すべり法では安全とみなされるにもかかわらず、斜面崩壊の生じに例が数多く報告されており、設計法の確立は急務である。過圧密粘土斜面の崩壊機構として、Bjerrum¹⁾その他は、斜面内部の自然せん断面の形成により破壊が深部へ進行していくという仮説を提唱している。しかし、斜面の進行性破壊(progressive failure)の機構は未だ明らかにされていない。解析手法は確立されていないのが現状である。しにがって、過圧密粘土により構成される斜面の安定解析に当たっては、進行性破壊を誘発すると想定される要因について多方面から検討することが必要である。

斜面の進行性破壊に対する影響因子を表-1に列挙する。著者らは、これらの要因のうち間隙水の影響に注目し、応力-浸透連成解析(Coupled Stress-Flow Analysis)を斜面安定解析に適用し、斜面安定問題に対する有効応力解析の有効性および、従来より設計に用いられてきた円弧すべり法の問題点を指摘した。²⁾

表-1 斜面の進行性破壊現象に対する影響因子



本論文では、引きつづき応力-浸透連成解析を用いて、Bjerrumの提唱する過圧密粘土斜面の進行性破壊の機構について考察する。

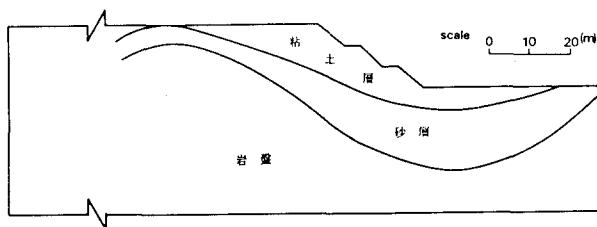


図-1 解析モデル図

表-1 物性値一覧表

	解性定数 (tf/m ²)	ポアソン比	透水係数 (m/day)	粘着力 (tf/m ²)	内部摩擦角 (°)
粘土層	1.500	0.33	2.50×10^{-4}	4.5	24
砂層	6.400	0.40	0.65	3.5	37
岩層	40.000	0.30	2.20×10^{-5}	120.0	20

2. 解析および考察

解析例として図-1に示す斜面掘削問題を取り挙げる。解析上、地盤は線形弾性体と仮定する。間隙水の条件としては、掘削にともなう自由水面の低下は考慮しないものと仮定し、排水過程で斜面表面の境界条件は、圧力水頭 $\psi=0$ とする。また、掘削過程は急速施工を想定し一段階掘削とする。解析に用いた各層の物性値を表-2に示す。

斜面掘削後の C' , ϕ 条件による安全率分布を図-3に示した。この図に示すように、安全率が1.0を切る領域は、ほぼ法尻付近から深部にわたって集中して発生する。この法尻付近の応力状態の推移は、前回の報告に示すように、平均有効主応力の減少にともない時間とともに危険側へと移行する。

法尻付近の安全率と地中部の水平変位増分(掘削後の増分)の関係を図-3に示す。水平変位増分は、下部では当初山側に変位しその後ほぼ一定値となるのに

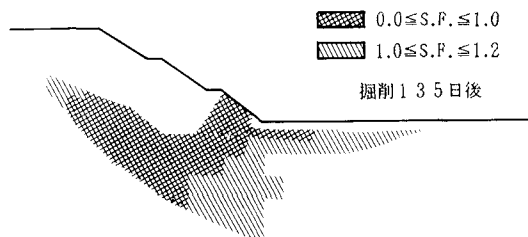


図-2 C' , ϕ 条件による安全率分布

対し、上部では掘削後10日ぐらいで山側から掘削側へと変位が逆転している。すなわち、この水平変位の深さ方向のずれが生じるとともに、法尻付近の安全率が低下していく傾向が認められる。

このような法尻付近の安全率の変化と変形との関連性は、掘削斜面の挙動計算を考えるに当って、充分考慮されねばならない。斜面掘削法面に設置した伸縮計の変化量を用いる方法が一般的であるが、解析結果において法面の表面変位に注目すると、法尻に近い程鉛直・水平方向の増分変位が掘削解放力に比例して大きくなっている。このために、表面変位は一律に伸びの傾向を示すのみで、安全率の低下と有意な関係は認められず、掘削斜面の挙動は正確に示し得ない。この領域のせん断ひずみ（正八面体ひずみ γ_{oct} ）に注目すると、図-4に示すように時間とともに増加し、最終的にはほぼ破壊ひずみとみなされる1%ひずみを越えている。このことから、水平変位の深さ方向のずれによりせん断ひずみが増加し、Bjerrumらの提唱する自然せん断面が形成されることが推定される。このために、法尻付近の安全率の低下が顕著になるものと考えられる。

以上のことから、進行性破壊の生じる可能性のある斜面の施工中の管理は法面の表面変位だけではなく、地盤内に設置した挿入式傾斜計による地中変位（水平変位）等により実施する必要があることが分かる。

図-5は、斜面法尻部のせん断ひずみ速度の経時変化を示しにものである。このように斜面から深部に到るにつれてピークの発生時期が遅れている。これは、水平変位の深さ方向のずれにより発生するせん断力が時間とともに深部へと進行していくことを示している。このこととBjerrumらの提唱するよう、自然せん断面の形成によるその部分の強度劣化を考慮すれば、すべり面の形成は一層助長されるものと予想される。

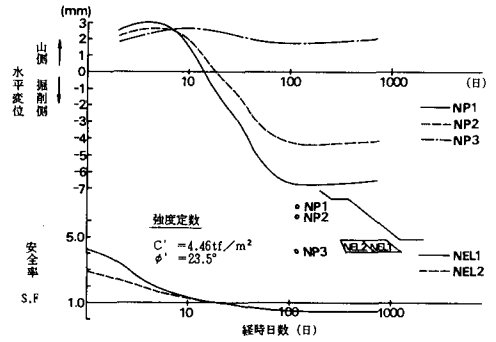


図-3 水平変位増分と安全率経時変化

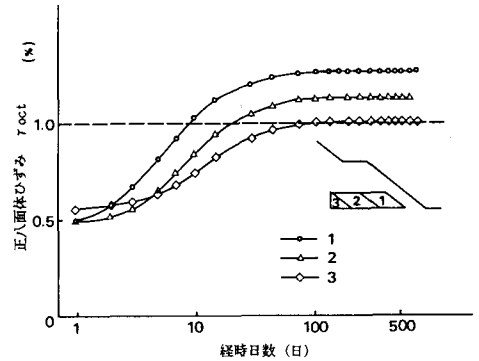


図-4 せん断ひずみの経時変化

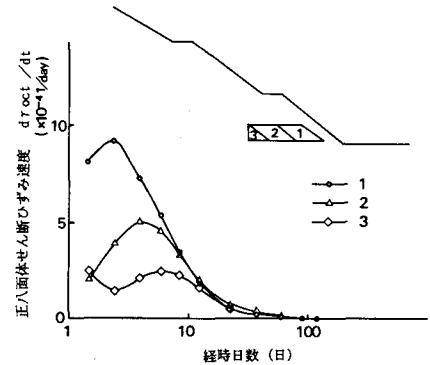


図-5 せん断ひずみ速度の経時変化

3. 結語

斜面安定に対する間隙水圧の影響を考慮した結果、次のような点が明らかとなった。

- (1) 過圧密粘土斜面の進行性破壊の機構は、間隙水圧変化の時間遅れとして説明される可能性がある。
 - (2) 斜面の進行性破壊現象をチェックするためには、挿入式傾斜計などにより地盤の変形を把握する必要がある。
- 今後、間隙水以外の表-1に示す各因子の影響を考慮しに斜面安定の検討を加えていきたいと考える。
(参考文献)

- 1) L. Bjerrum, "Progressive failure in slopes of overconsolidated plastic clay and clay shale," ASCE, SMS, pp3-49, 1967
- 2) 大津・亀村, "切取り粘土斜面の安定問題への応力-変形連成解析の適用," 第37回土木学会年次講演会, 1982