

大成建設 正会員 ○大津 宏 康
正会員 亀村 勝 美

1. はじめに

斜面の安定問題は、従来より工学上の重要な問題として取り扱われ、様々なアプローチがなされてきている。このうち、現在設計に用いられている安定解析の方法としては、円弧すべり法が一般的である。しかし、この円弧すべり法を切取り斜面の安定問題に適用するに当たっては、次のような問題点がある。

- (1) 円弧すべり法では、すべり形状および安全率は斜面の形状によって一意に定められ、掘削前の地盤の形状や初期応力状態等のすべり形態への影響について考慮できない。
- (2) 円弧すべり法は仮定されるすべり面上の自重とすべり抵抗との極限つり合い状態での平均的な安全率を与えるものであり、破壊の要因となる部分的な安全率の低下等を評価できない。
- (3) 円弧すべり法は極限平衡理論に基づいており、実際の施工段階で計測される変形や間隙水圧の変化と照らし合わせて評価することができない。

したがって、変形や応力を評価しつつ切取り斜面の安定解析を行なうためには、掘削解放力と地盤の変形特性を正しく評価することが必要である。特に、粘土斜面では、土中水の存在が地盤変形に大きな影響を及ぼすため土中水の運動と地盤の変形および有効応力の変化を同時にとらえることが肝要である。ここでは、応力-浸透連成解析 (Coupled Stress-Flow Analysis) の切取り粘土斜面の安定解析の適用性について述べることにする。

2. 切取り粘土斜面の数値解析

解析例として図-1に示す斜面掘削問題を取り挙げる。ここで、応力-浸透連成解析を適用する上で次のような仮定を設ける。

(仮定)

- ・地盤は線形弾性体とする。
- ・掘削過程は一段階で行う瞬時掘削とする。
- ・土中水の影響を最大限に評価するために、地盤は完全飽和であるとする。

また、解析領域で地盤は均一であるとし、比較的透水性の悪い粘土地盤を想定した。解析に用いた物性値を図-1に併せて示した。

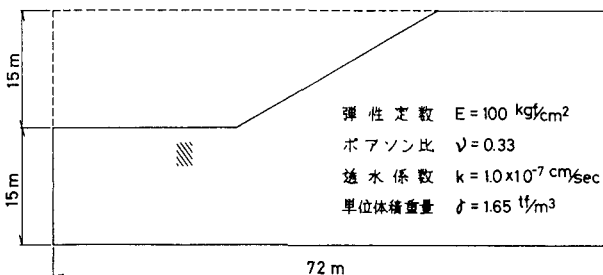


図-1 解析モデル図および物性値

初期状態として、鉛直方向の有効応力は有効土被り圧に等しいものとし、水平方向の有効応力は側圧係数 K_0 を用い、鉛直有効応力の K_0 倍とする。ここで、側圧係数 K_0 について $K_0 = 1$ (case 1), $K_0 = 0.5$ (case 2) の2ケースを想定した。これは、 K_0 と過圧密比 O.C.R. の関係より case 1 は過圧密領域の粘土を、一方 case 2 は正規圧密領域の粘土を想定したものである。

図-1に示した法尻部分の応力状態の推移を、図-2、図-3に示す。これらの Mohr の応力円の変化は次のように説明できる。有効応力表示した場合には、平均応力 σ は減少しかつせん断応力 τ が増加するので Mohr の応力円は危険側に移動していく。一方、全応力表示にすれば、掘削後の有効応力の減少量より間隙水圧の増加量の方が大きくなり平均応力 σ は増加する。このため、せん断応力 τ が増加するにもかかわらず、Mohr の応力円

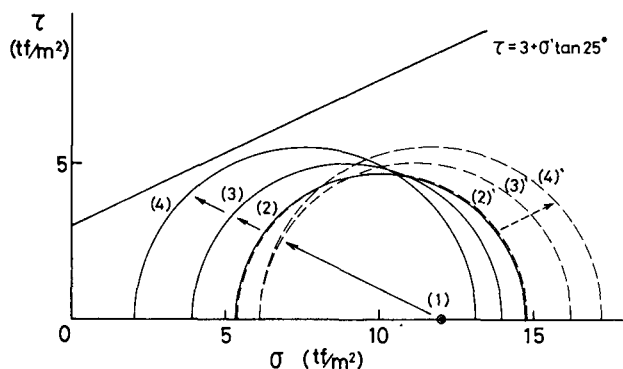


図-2 応力状態の推移 (case 1)

は安全側へと移動していく

この結果より、切り取り斜面問題に対して全応力表示による強度定数を用いる場合には危険な評価を与える可能性があり、長期安定性を考える上では有効応力表示による強度定数を用いるべきであると考えられる。

図-4にcase 1, case 2の掘削2年後において安全率が1.2を下回る領域を示した。この図より、case 1の $K_0=1$ の場合には法尻付近に安全率が1を切る領域が発生するのに対して、case 2の $K_0=0.5$ の場合には地中の深い領域において安全率の顕著な低下傾向が認められる。これは次のような理由によるものと考えられる。つまり、 $K_0=1$ の場合には法尻付近の応力状態が一軸状態に近くなり安全率が低下し、かぶりの大きい部分では等圧的応力状態になり安全率はあまり低下しないのに対して、 $K_0=0.5$ の場合には法尻付近の応力の値自体が小さくなるので安全率はあまり低下せずかぶりの深い領域では掘削により水平方向の応力が減少し鉛直応力が卓越することで一軸状態に近づき安全率が低下している。

このように、地盤の初期側圧係数 K_0 の値によって斜面の破壊形態は異なり、 K_0 が大きい場合には斜面先破壊の形態を、また K_0 が小さい場合には軟弱地盤での盛土のすべりのような底部破壊の形態を示すものと予想される。

3. 結 語

切り取り粘土斜面の安定問題へ応力-浸透連成解析を適用し次のような点を明らかにした。

① 長期の斜面安定を考える上では有効応力表示による強度定数を用いることが必要である。

② 同じ断面形状の斜面であっても、初期側圧係数 K_0 によって部分的な安全率の低下領域および斜面の破壊形状は異なる。

今後、実験値との数値シミュレーションなどにより解析手法の妥当性および適用性について検討していきたいと考える。

(参考文献)

① 大西・村上：有限要素法による地盤の応力・変形を考慮した浸透流解析，土木学会論文報告集，No.298, 1980

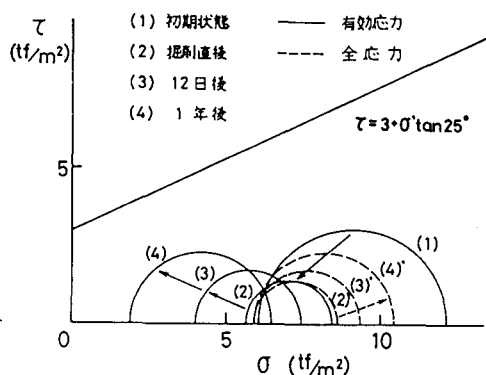


図-3 応力状態の推移 (case 2)

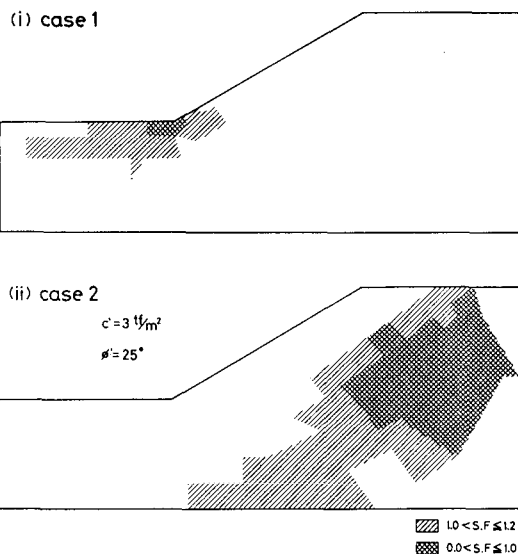


図-4 安全率分布図 (2年後)