

III-98

弾塑性有限要素法を用いた補強斜面の解析

東急建設(株) 技術研究所 正会員 南 哲久
同 上 正会員 大河内 保彦

1. はじめに

一般に、補強斜面の解析は、円弧すべりのような極限釣合法を用いることが多い。しかし、補強材力が発生するためには、土に変形が生じることが必要であり、変形を含めた数値シミュレーションが次の段階として不可欠である。今回は、弾塑性有限要素法を用いて切土斜面の解析を行い、補強材の影響をシミュレートする可能性について検討した。

2. 解析方法

解析は二次元弾塑性プログラムを用いた。地盤の物性は、弾完全塑性体と仮定し、降伏関数はMohr-Coulomb規準、塑性ポテンシャルとしてはDrucker-Prager規準を用いた^{1), 2)}。切土斜面は、図-1に示すような高さ6m、勾配1:1のものである。解析物性値を決定するために、同じ斜面について、円弧すべり（修正簡便法）解析を行った。その結果、図-2に示す安全率 $F_s=1$ のラインが得られた。このライン上から、図中に示した3点の物性を選び、解析物性値とした。解析入力物性値をまとめて表-1に示す。

補強材については、弾性体とし、2m間隔で斜面内に3層挿入するものとし、長さは1.5、3、4.5、6mの4種類とした。

解析は、図-1のような拘束条件で初期応力を計算した後、図中斜線部分を15段階に分けて掘削解析した。

3. 解析結果

図-3に解析結果を示す。無補強時の掘削解析結果の塑性域分布と円弧と比較すると、ケース1、2では、無補強時の塑性域分布と円弧すべり解析でのすべり線がほぼ一致した。しかし、ケース3では4m(11段)掘削時に、斜面内に広く塑性域が分布し、円弧すべり線との対応は明確でない。また無補強と長さ3mの補強材を3層入れた斜面の塑性域分布を比較すると、各ケースとも塑性域が斜面奥に移行していることが分かる。このことは、すべり面が補強領域の奥に生じるという現象を、有限要素法でシミュレートできていると考えることができる。

図-4に、図-3ののり面位置Aにおける水平変位を、無補強時と4種類の補強時について示す。

ケース1、2では、4.5m程度掘削するまでは、補

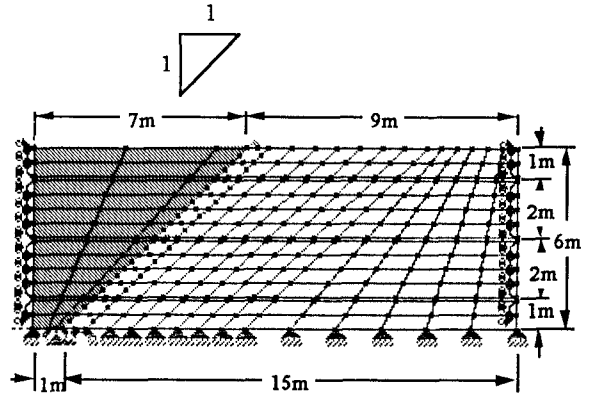


図-1 解析モデル

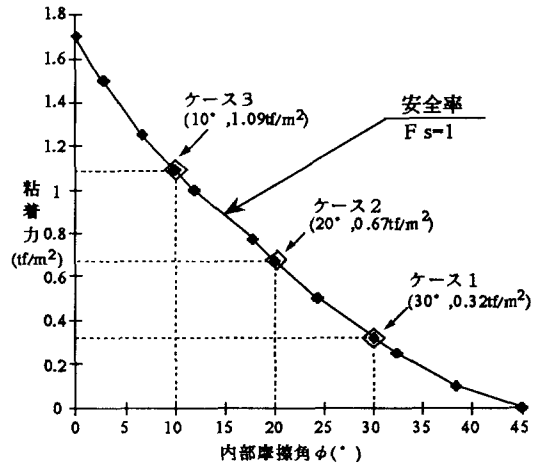


図-2 円弧すべり解析による安全率 $F_s=1$ のライン

表-1 解析入力物性値

	ヤング係数 $E(\text{tf/m}^2)$	ポアソン 比 ν	粘着力 $c(\text{tf/m}^2)$	内部摩擦角 $\phi(^{\circ})$	単体重量 $\gamma(\text{tf/m}^3)$
盛土(ケース1)	500	0.3	0.32	30	1.5
材(ケース2)			0.67	20	
材(ケース3)			1.09	10	
補強材	62500	0.01			1.0

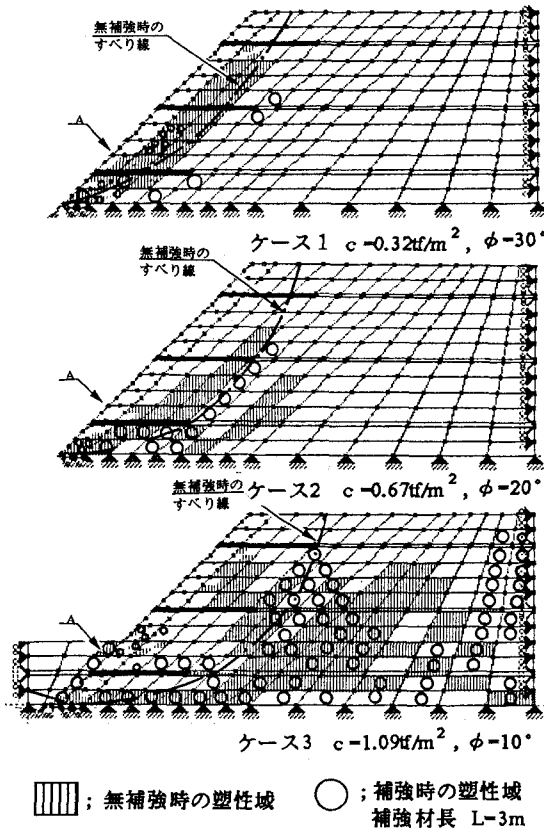


図-3 無補強時と補強時の塑性域の分布

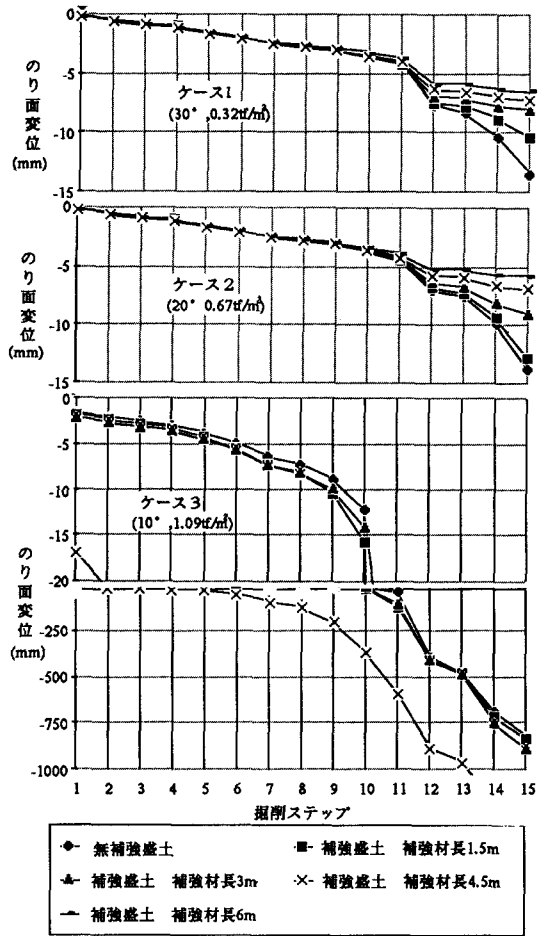


図-4 掘削ステップとりのり面水平変位の関係

強材の効果は顕著ではない。それ以上掘削すると、補強材の長さに応じて変形の抑制効果が表われている。一方、ケース3の場合は、補強材(長さ1.5, 3m)によるのり面の拘束効果は見られず、逆に補強材のある場合の方が無補強時に比べ僅かにのり面変位が大きい結果となった。また、4m(10ステップ)以上掘削すると変位が急増し、斜面が破壊するような傾向が見られた。ケース3では、無補強時の塑性域が斜面全域に分布することから、補強材がそれほど有効でないと考えることができる。

5. まとめ

今回、高さ6m、勾配1:1の斜面に対して補強材を挿入して弾塑性有限要素解析を行った結果、次のことが分かった。

- ① 補強材を挿入することによって、塑性域が補強された領域の外に移行することから、補強材の外にすべり面が発生するという現象が有限要素法によってよくシミュレートできることが分かった。
- ② 地盤強度定数を変えた解析では、 ϕ の大きい斜面に対しては、補強材の挿入長に対応して斜面の変形抑制効果がみられた。しかし、 ϕ が小さい場合には、補強材の効果は、解析上見られなかった。

<参考文献>

- 1) 大河内保彦, 田中忠治: 模型実験土槽による支持力実験の弾塑性有限要素法による解析, 第43回土木学会年次学術講演会, 1988.
- 2) 田中忠治: 土質力学における数値解析, わかりやすい土質力学原論, 土質工学会, pp203~243, 1978.