

(Ⅲ-9) ジオテキスタイルによる斜面の補強効果の算定法

群馬大学 学 小林謙一
群馬大学 正 鶴飼恵三

1. まえがき

著者の一人がすでに提案している弾塑性FEMによる斜面の安定計算法¹⁾(せん断強度低減法)をジオテキスタイルによる補強斜面に適用した結果を報告する。本計算法の手順は次のようである。

まず、土のせん断強度を

$$\tau = c' / F + \sigma' \tan \phi' / F \quad (1)$$

と仮定する。ここでFの初期値は斜面の初期状態が弾性状態になるように小さくとる。次にFを少しずつ増加させ、最終的に破壊に至った時のFの値を斜面の安全率とする。本方法の利点と特徴は次のようである(1)変形条件を考慮したり、複雑な地形・土質条件・間隙水圧分布を有する斜面の最小安全率を求めることができる。(2)斜面の全体安全率を求めることができるため、従来の極限平衡法にもとづく概念と矛盾しない。

2. ジオテキスタイルで補強された斜面への適用

図-1に示す勾配1:2の斜面内のAB線上(水平)にジオテキスタイルが引張補強材として敷設されているケースを考え、本手法の適用性を検討する。説明を簡単にするために、地盤は均質な粘性土からなると仮定し、土質定数として、ヤング係数 $E=6000 \text{ kN/m}^2$ 、ポアソン比 $\nu=0.495$ 、粘着力 $c'=30 \text{ kN/m}^2$ 、摩擦角 $\phi'=0^\circ$ 、単位体積重量 $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$ を用いた。図-2はジオテキスタイルが無い場合の結果であり、破壊直前の状態での最大せん断歪速度 $\dot{\gamma}_m$ の分布図(相対値を示した)である。安全率は0.94(小数点以下2ケタまで求めた)となった。Jambuの図表によれば同じく安全率は0.94になり、円弧すべり仮定による安全率と一致する。なお破壊性状は底部破壊を示している。図-2の状態におけるAB線上の水平方向の全歪 ϵ_x の大きさを図-3に示す。 ϵ_x の引張歪の最大値は図-2に示されるすべり領域内に存在し、その大きさは1.15%である。いま、もしAB線上にジオテキスタイルが敷設されているとして、これが地盤と同一の歪を生じると仮定すると、ジオテキスタイル内の引張力の最大値は $Eg \cdot t \times 0.0115$ となる。ここでEgとtはジオテキスタイルのヤング係数と厚さである。 $t=1\text{cm}$ 、 $Eg=1200000 \text{ kN/m}^2$ とすれば、ジオテキスタイルの引張力の最大値は138 kNとなる。一方、斜面内のすべり面上に作用しているせん断力の水平方向成分は、大略(ABの長さ $\times c' \div 0.94$) $=1085 \text{ kN}$ であるから、このジオテキスタイルの存在は斜面の安全率をかなり向上させることが期待される。一方、 $Eg=120000 \text{ kN/m}^2$ とすると、ジオテキスタイルの引張力の最大値は13.8kN

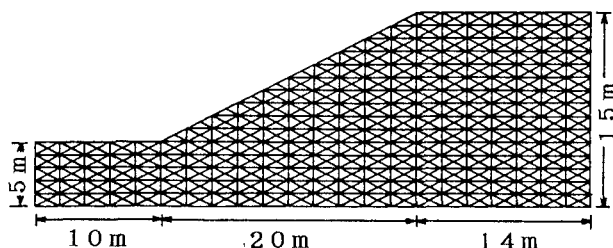


図-1 1:2の勾配を有する斜面

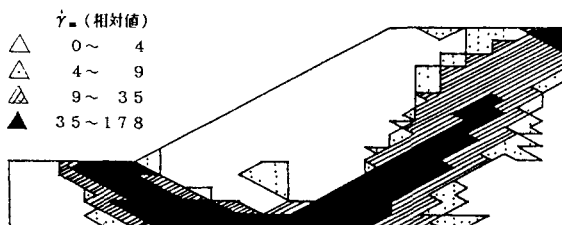


図-2 均質な粘性土斜面における崩壊直前の $\dot{\gamma}_m$ の分布図

となり、安全率の大きな増加は見込めそうもない。以上の議論はジオテキスタイルと地盤との相互作用を無視した場合の話である。実際にAB線上に厚さ1 cmのジオテキスタイルを敷設した場合を想定し、本方法を適用した。ジオテキスタイルの要素分割の方法を図-4に示す。また図-5には $Eg = 1200000 \text{ kN/m}^2$ のときの破壊直前の状態での最大せん断歪速度 $\dot{\gamma}_m$ の分布図を示す。安全率は約35%増加し、1.26になった。このときのジオテキスタイル内の引張力の分布図を図-3に破線で示す。引張力の最大値は440 kNであり、前述の単純な予想値の約3倍である。図-5よりわかるように、ジオテキスタイル上面に沿ったすべりが発生し、最終的な破壊へと至ることがわかる。本ケースでジオテキスタイルの引張強度を 30000 kN/m^2 とした場合には図-5の状態に至る前にジオテキスタイル内に破断が生じ、安全率として1.11を得た。これを従来の簡易Bishop法で解くと安全率は1.14となった。また Eg を1/10にして 120000 kN/m^2 として計算した場合には安全率は0.95となり、予想どおり安全率はほとんど増加しなかった。

3. あとがき

ジオテキスタイルによる盛土の補強効果を弾塑性FEMを応用したせん断強度低減法により簡単に見積ることができることを示した。土質条件が複雑でない場合には従来の分割法による結果ともよく一致する。

今後は大変形が生じる場合にも適用できるように本方法を拡張してゆく予定である²⁾。また実験も実施中であり、機会をとらえて報告したい。

◎参考文献

- 1) 鶴飼恵三 : 弾塑性FEMによる斜面の全体安全率の計算、第2回計算力学シンポジウム報文集、pp. 225~230、1988
- 2) R. K. Rowe : Reinforced Embankments : Analysis and Design、ASCE GT. 2、1984

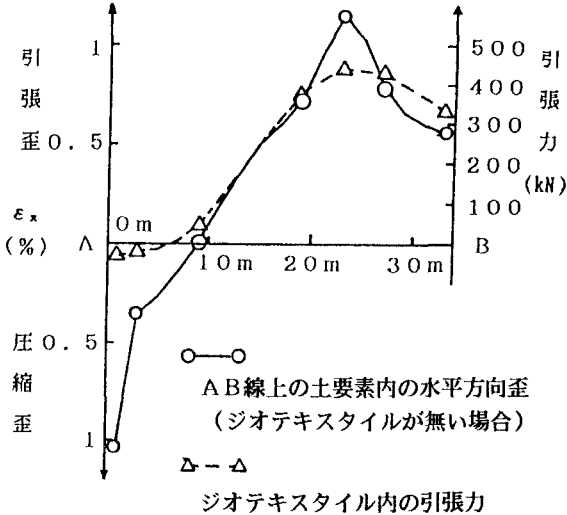


図-3 AB線上の土要素内の水平方向歪とジオテキスタイル内の引張力（崩壊直前の状態）

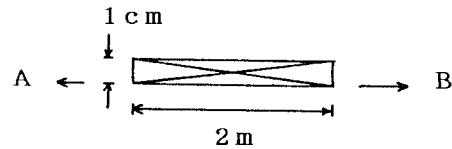


図-4 ジオテキスタイルの要素分割の方法

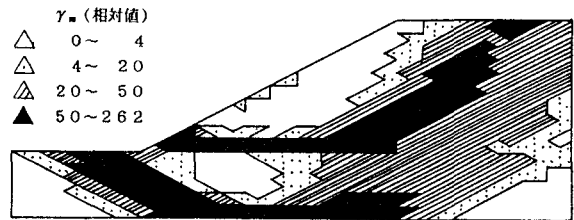


図-5 図.1のAB線上にジオテキスタイルを敷設したケースにおける崩壊直前の $\dot{\gamma}_m$ の分布図