

金沢大学大学院 学生会員 ○山岸 克彰
 金沢大学 正会員 太田 秀樹
 前田工織（株） 正会員 笠原 清麿
 真柄建設（株） 正会員 筒井 弘之
 金沢大学大学院 学生会員 サミー ゴレン

1. はじめに

平成5年10月に金沢市夕日寺地内でジオテキスタイルで補強された盛土の現場実験を行った。この現場実験は盛土内の補強材と土の相互関係を知るため斜面をオーバーハングさせた盛土を用い、実験では盛土は破壊まで至らず、ジオテキスタイルによって補強された盛土が予想以上に強いことが分かった。そこで、今回行った現場実験に対する安定解析を行った。

2. 現場条件

今回行った実験盛土の概略図を図1に示す。施工及び挙動の詳細については、参考文献を参照されたい。実験に使用された盛土材料は大桑砂で、その強度定数は等体積一面せん断試験等の室内試験、および現場において密度試験（砂置換法）等の原位置試験から求められた。それぞれの材料定数を表1に示す。

表1 各種材料の材料定数

単位体積重量	γ (tf/m ³)	1.748
有効内部摩擦角	ϕ' (°)	41.243
有効粘着力	c'	0.0
ジオテキスタイルの 最大引張り力	(tf/m)	10.0

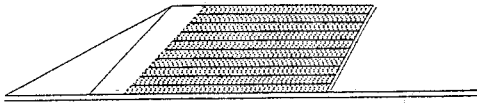


図1 盛土の概略図（側面図）

3. 解析に用いたモデル

解析を行うに当たり、図2に示す2つのモデルを考えた。(a)は計算の簡易化のためにすべり線を直線で仮定したモデルであり、(b)は安定計算でよく用いられている円弧すべり法（簡易Bishop法）である。

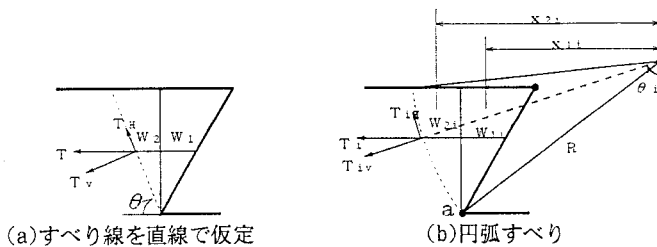


図2 解析に用いたモデル

しかし、従来の円弧すべり法では本実験のように盛土斜面の勾配が90°を超えるような場合（オーバーハング斜面）を想定していない。そこで、90°を超えた部分を荷重（中心点回りのモーメント）としてのみ作用すると考え、以下の式を用いて安全率を求めた（ただし、以下の式は参考文献2）を参照した）

・すべり線が直線の場合

$$F_s = \frac{(W_2 \cos \theta + T_v) \tan \phi + T_H}{(W_1 + W_2) \sin \theta} \quad (a)$$

ただし、

W_1 : 90°を超えた部分の重量 W_2 : 破壊線と90°の線で囲まれた部分の重量

ϕ : 盛土材料の摩擦角 θ : すべり線の角度

T_v : ジオテキスタイルのすべり線に垂直な方向の引張り強度

T_H : ジオテキスタイルのすべり線方向の引張り強度

・すべり線が円弧の場合

$$F_s = \frac{R \sum \{ c' l_i + (W_{2i} \cos \theta_i + T_{vi}) \tan \phi' + T_{Hi} \}}{\sum x_{2i} W_{2i} + \sum x_{1i} W_{1i}} \quad (b)$$

（ジオテキスタイルの引張り強度をすべり線方向とすべり線に垂直な方向に分けた方法）

$$F_s = \frac{R \sum \{ c' l_i + W_{2i} \cos \theta_i \tan \phi' + T_{Hi} \}}{\sum x_{2i} W_{2i} + \sum x_{1i} W_{1i}} \quad (c)$$

（ジオテキスタイルの引張り強度を設置方向のみ考えた方法）

ただし、

W_{1i} : 90° を超えた部分の各スライス重量 W_{2i} : すべり線と 90° の線で囲まれた部分の各スライス重量
 X_{1i}, X_{2i} : 円弧中心から各スライス片重心までの距離
 ϕ' : 盛土材料の有効内部摩擦角 c' : 盛土材料の有効粘着力
 R : すべり円弧の半径 T_i : ジオテキスタイルの引張り強度
 T_{ih} : ジオテキスタイルのすべり線に垂直な方向の引張り強度
 T_{iv} : ジオテキスタイルのすべり線方向の引張り強度

4. 解析結果

表1に示す材料定数を用いた解析結果を表2に示す。(a), (b), (c)式のどれを使用しても最小安全率が4.0以上とかなり高い値となる。

表2 解析結果

使用した式	(a)	(b)	(c)
最小安全率	6.0	5.7	4.7

次に、もしジオテキスタイルの条件を変化させた場合、どのような条件で破壊するのかを知るため、解析条件を変化させた解析を行った。以下にそれぞれの解析条件を示す。

- (1) ジオテキスタイルの引張り強度を変化させた解析
- (2) ジオテキスタイルを下から順に切断した解析
- (3) ジオテキスタイルの設置間隔（設置枚数）を変化させた解析（円弧すべりのみ）

図3(A)に(1)に示した解析の結果を、図3(B)に(2)に示した解析結果を、また図3(C)に(3)に示した解析結果をそれぞれ示す。

(1)の解析では、ジオテキスタイルの引張り強度が $1.5(\text{tf/m})$ のときに最小安全率がほぼ1.0となり盛土が破壊する恐れがあることが分かる。また、(a), (b), (c)式とも似たような傾向を示しており、安全率の値にも大きな差は見られない。

(2)の解析では、ジオテキスタイルを下から8枚まで切断したときに最小安全率がほぼ1.0となりそれ以降は安全率が1.0を下回るのが分かる。

(3)の解析では、設置枚数が三枚のとき安全率がほぼ1.0となり、それ以降は安全率が1.0を下回り危険側となることが分かる。

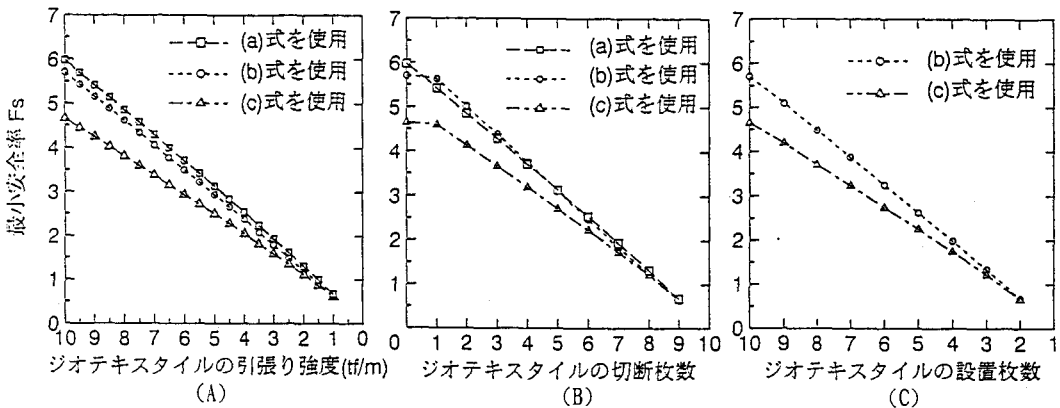


図3 解析結果

5. おわりに

ジオテキスタイルの補強効果を知りたいのであるから、盛土の破壊するところまで実験をしたかった。しかし、現場における実物大実験であったため、施工時や観測時の人員等の安全性の確保が最重要であった。結果として、ジオテキスタイルで補強された盛土は破壊に至らず、短期的に十分に安定した構造物となった。今回の安定解析でも、この点については斉合のとれた結果となっている。感覚的には、予想以上にジオテキスタイルによる補強効果が大きいことが分かった。

参考文献

- 1) S. Goren, H. Ohta, T. Yamakami, A. Morikage and Y. Yokota: Performance of Test Embankment Reinforced by Geosynthetics, 第29回土質工学研究発表会発表講演集, 1994
- 2) 建設省土木研究所: ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル, 土木研究所資料, 第3117号, 1992