

ジオテキスタイルを用いた補強土における粘着力の影響

熊本大学工学部 学生員 ○一ノ瀬 辰也

熊本大学工学部 正 員 鈴木 敦己

熊本大学工学部 正 員 北園 芳人

熊本大学大学院 正 員 岩田 博文

1. まえがき

従来、ジオテキスタイル補強盛土は、盛土内部の想定滑り面と交差するように補強材を敷設することで土の土質定数(c, ϕ)を変化させることなく、補強材の引張り力により盛土に滑り抵抗力を付加することで斜面の安定を図るため、盛土材として内部摩擦角が期待できる砂あるいは砂質土が一般的に使用されている。しかし、最近では粘性土を中心とする建設発生土が大量に発生しており、それを有効利用するための対策が望まれているが、現行の設計における土質定数は内部摩擦角 ϕ を重視したものになっており、粘着力 c を過小評価する傾向にある。粘性土を中心とする現場発生土を盛土材として流用することの多い実際の工事を考えると、より粘性の影響を考慮した設計手法の研究が必要と思われる。建設省土木研究所の設計手法は引抜き抵抗力の計算式において粘性を考慮したものといえるが、粘性土では試験で求めた c に0.5の補正係数を乗じて引き抜き抵抗力を算出することになっており、粘着力は $c \leq 1(\text{t/cm}^2)$ としている。

そこで本研究では灰土を用いた盛土を想定し、粘性の影響を考慮した建設省土木研究所の引抜き抵抗力の式を検証するためにシミュレーションを行い、今後の課題を示す。

2. 建設省土木研究所の設計手法

1) 極限釣合い方について

極限釣合い法(円弧滑り面)による補強斜面の安定計算式について説明する。図-1のように、斜面下端を通る円弧滑り面を想定する。

高さ H 、斜面傾斜角 α 、背面勾配 i の斜面において、 O 点を中心として半径 R の円弧滑り面を考える。法肩から滑り面までの水平距離を L とする。

滑り中心 O の位置と O 点と斜面を結ぶ線分の水平面からの角度 $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3$ は、 H, L, R, α, i によって一義的に決定される。ここでは斜面形状と盛土の土質定数(γ, c, ϕ)を既知として任意の円弧滑り面における滑動力 M_D と滑動抵抗力 M_R を求め、その比を斜面の安全率 F とする。任意の滑り面における安全率の最小値 $F_{\min}$ がその斜面の安全率になる。

$$F = \frac{M_R + M_T}{M_D} = \frac{T_R R + T_T R}{T_D R} = \frac{T_R + T_T}{T_D}$$

ここで、 M_D と M_R は点 O を中心とする滑り面での滑動モーメントと抵抗モーメント、 M_T は補強材による抵抗モーメント、 T_D と T_R, T_T は滑り面での滑動力、土の抵抗力及び補強材による抵抗力を示す。

従って、補強材に作用する引張力を F_{TN} とすれば任意の円弧滑り面における斜面の安全率は以下になる。

① 潜在的な滑り面を考慮した場合

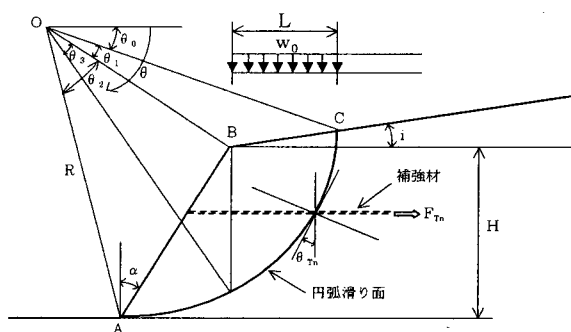


図-1 極限釣合い法(円弧滑り面)の考え方

$$F = \frac{T_R + T_T}{T_D} = \frac{c_s R(\theta_1 + \theta_2) + r_i R^2 \tan \phi (N_{R1} + N_{R2}) + W_0 R \tan \phi N_{Rw} + \sum F_{Tn} (\sin \theta_{Tn} + \cos \theta_{Tn} \tan \phi)}{r_i R^2 (N_{D1} + N_{D2}) + W_0 R N_{Dw}}$$

② 明瞭な滑り面発生後を想定した場合

$$F = \frac{T_R + T_T}{T_D} = \frac{c_s R(\theta_1 + \theta_2) + r_i R^2 \tan \phi (N_{R1} + N_{R2}) + W_0 R \tan \phi N_{Rw} + \sum F_{Tn}}{r_i R^2 (N_{D1} + N_{D2}) + W_0 R N_{Dw}}$$

2) 補強材の引張り抵抗力について

補強材の引張り抵抗力は、引張り強さ T_A と引抜き抵抗力 T_P のうち小さな値を用いるようになっている。
ジオテキスタイルの引抜き抵抗力 T_P は次のようになる。

$$T_P = \frac{2(\alpha_1 c + \alpha_2 \sigma_v \tan \phi) L_e}{F}$$

ここに、 L_e ：定着長 F ：安全率(通常 $F=2.0$) σ_v ：補強材の敷設位置での鉛直応力

α_1, α_2 ：補正係数(粘性土では $\alpha_1=0.5, \alpha_2=1$) c, ϕ ：土質試験より求めた c と ϕ

今回は、補正係数を乗じた式 T_P の検証を行う。土質定数を求めるために三軸圧縮試験 (UU 試験) を行ったので、その結果を表-1 に示す。

表-1 三軸試験結果

粘着力 c_u (t/m^2)	内部摩擦角 ϕ_u (度)
3.8	29.0

この結果を参考にして、単位体積重量 $\gamma=1.6(g/cm^3)$ とし、内部摩擦角 $\phi=28^\circ$ に対してそれぞれ $c=1.0, 2.0, 3.0(t/m^2)$ の粘着力を与え、図-1 において $W_0=20(t/m^2)$, $\alpha=30^\circ$, $i=0^\circ$, $H=5.2(m)$ また補強材長さ 8.0m, 補強材高さ 2.6m とし、安全率(F)と法肩長/斜面高(L/H)の関係を図-2 に示す。また補正係数に着目し、 $\phi=28^\circ$ の時 $\alpha_1=0.5$ と 1.0 のそれぞれについて最小安全率と粘着力の関係を図-3 に示す。

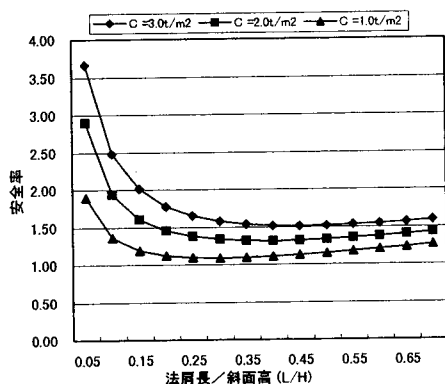


図-2 極限釣合い法(円弧滑り法)の解析結果

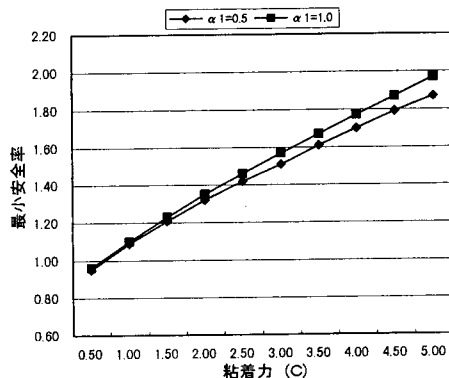


図-3 最小安全率と粘着力の関係

3. まとめ

まえがきでも述べたように粘性土の場合、 c に 0.5 の補正係数を乗じ $c \leq 1(t/cm^2)$ としており、それらについて検討を行う。図-2 から c の違いによって、傾向は同じようなものとなっているが、安全率が最小値をあらわす時の法肩長/斜面高の値がそれぞれ異なっている。図 3 より c が大きくなるにつれて最小安全率は大きくなっていき、二つのグラフの差も大きくなっている。一般的に、引抜き抵抗力を検証する場合、引抜き試験が実施されている。今回は、全体的な自重重力の分布が実物と相似になり、現場盛土の条件をより正確に反映させることのできる遠心力模型実験装置を用いて、引抜き抵抗力の式を検証していく。

【参考文献】1) 建設省土木研究所：土木研究所資料第 3117 号，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，平成 4 年 3 月