

III-177 ひずみを適合した極限つり合い法による簡易設計法

大阪大学 正会員 松井 保
 大阪大学 正会員 ○辛 嘉靖
 大阪大学 学生員 髙谷 亮太

1. まえがき

地山補強土工法に対する実用設計法として、ハイブリッド斜面安定設計法¹⁾をすでに提案している。この工法は、設計施工の簡便性に最大の特長があり、本報告はこの点に重点を置き、より簡便に設計ができるような簡易設計法を提案する。

2. 簡易設計方法

提案する設計法は、従来の極限つり合い法による斜面安定解析法を発展、拡張したものであり、補強材の効果をすべり面と各補強材との交角および地山のせん断ひずみにより評価し、安定計算を行なうものである。本設計法は、(1)すべり面の推定、(2)補強材の軸ひずみの計算、(3)挿入角度、本数、長さの決定よりなり、図-1にその流れ図を、以下にその詳細を示す。なお補強斜面の設計安全率は1.2とする。

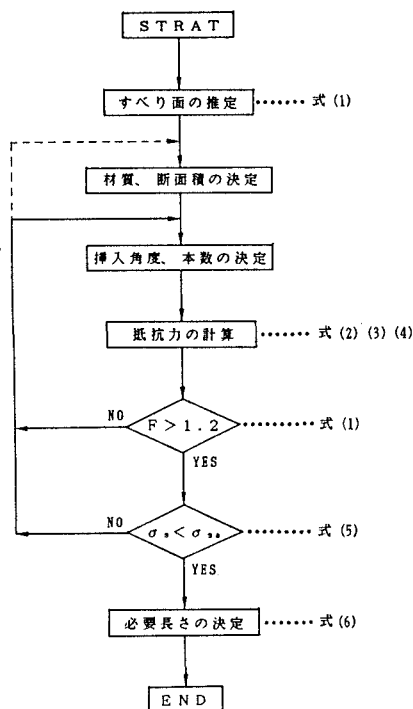
補強斜面においては補強材の抵抗力 ΣP を考え、これをフェレニウス法の分子に加えた式(1)により安全率を求める。設計に用いるすべり面は、式(1)より求めた最大抵抗力を与えるものを用いる。

すべり面と各補強材の交角および地山のせん断ひずみにより補強材の軸ひずみを評価する。ここで地山のせん断ひずみは補強材にそのまま受け継がれこの間のすべりはなく、補強材の付着長さは十分あると仮定すると、図-2を参考に地山-補強材間のひずみ関係は式(2)で示される。ここに、 ϵ は補強材の軸ひずみ、 γ は地山のせん断ひずみ、 θ は補強材とすべり面の垂線との角度、 ψ はダイレイタンス角であり、 $\psi = \phi$ とする。図-3に $\psi = 20^\circ$ の場合の $\theta - \epsilon - \gamma$ の関係を示す。この図より $\theta < -\psi$ となると補強材は逆効果となることがわかる。

補強材の軸ひずみより、補強材軸力 T 、抵抗力 P は式(3)、(4)で求められる。ここに、 A_s は補強材断面積、 E はヤング係数、 β は補強材とすべり面との角度である。式(4)の P を式(1)に代入して得た安全率により、補強材の挿入角度、本数を検討する。

補強材の許容引張り応力 σ_{sa} に対する検討を式(5)により行う。ここに、 σ_s は補強材に生じる引張り応力度、 T_{MAX} は最大軸力である。

図-2に示すすべり面を境界とし、付着領域にある補強材が引抜きに抵抗しそれ以外の部分は抵抗しないと仮定すると、補強材の必要付着長さ L_{ro} は式(6)より求まる。ここに、 D は削孔径、 τ は周面摩擦力、 F_{sp} は補強材と地山の付着に対する安全率である。また、補強材の必要長さ L はこの必要付着長さ L_{ro} にすべり土塊中の長さ L_s を加えたものとなる。



$$F = \frac{\Sigma (W \cos \alpha \tan \phi + c l) + \Sigma P}{\Sigma W \sin \alpha} \quad (1)$$

$$\epsilon = \left[\frac{\cos(\theta + \psi) \sin \theta}{\cos \psi} + \tan \psi \right] \gamma \quad (2)$$

$$T = \epsilon A_s E \quad (3)$$

$$P = T (\sin \beta \tan \phi + \cos \beta) \quad (4)$$

$$\sigma_s = \frac{T_{MAX}}{A_s} < \sigma_{sa} \quad (5)$$

$$L_{ro} = \frac{T_{MAX}}{\pi D \tau} F_{sp} \quad (6)$$

図-1 流れ図

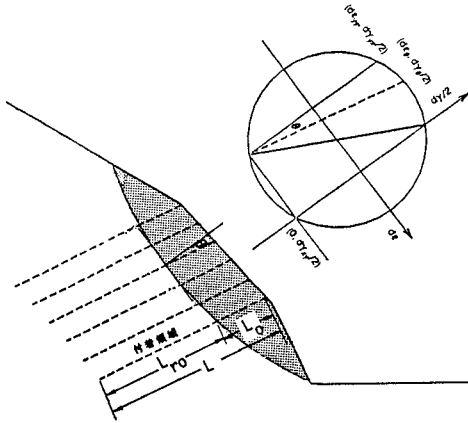


図-2 地山-補強材間のひずみ関係

3. 設計計算例

図-4に示すような斜面高さ10m、勾配75°の均一斜面に対する設計計算例を示す。この図には同時に、式(1)により推定したすべり面と補強材挿入位置が示してある。無補強状態での安全率は0.909である。地山のせん断ひずみ γ を0.1%と仮定し、式(2)→式(3)→式(4)→式(1)の順に計算を進め、安全率を求めた結果を図-5に示す。ここで、補強材の挿入位置は一本の場合、図-4の①の位置に、以下順に②から⑥へ本数を増加させていく。前述したように、補強材は挿入角度によっては逆効果となる場合があるが、図中の点線部はその逆効果となる補強材を含む部分を示しており、この部分での挿入は避けなければならない。また、補強材軸力、補強材とすべり面との交点位置および挿入角度の関係を図-6に示す。図中の点線は式(5)より求めた最大軸力の上限である。以上の結果、図-5より本数5本、挿入角度30°（ $F=1.203$ ）を採用すると、図-6より最大軸力4.8tf（ $\sigma_s < \sigma_{sa}$ ）を得、式(6)より必要付着長さは3.2m（ $F_{sp}=3.0$ ）となる。

4. あとがき

先に提案されたハイブリッド斜面安定解析法との比較、また実験斜面²⁾での考察は、今後報告する予定である。

参考文献

- 1) 松井保他：ハイブリッド斜面安定解析法と補強切り土斜面への適用，第34回土質工学会シンポジウム論文集，土質工学会，pp57-62，1989
- 2) 松井保他：切土補強土におけるハイブリッド斜面安定設計法の適用，第26回土質工学会研究発表会，1990

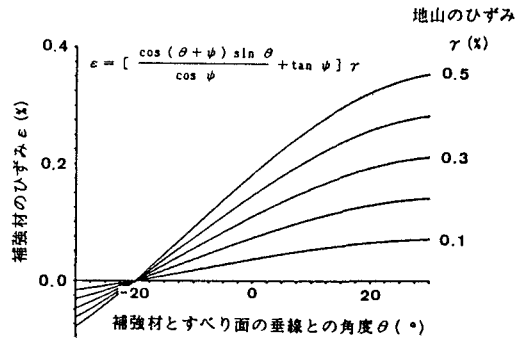


図-3 $\theta - \epsilon - \gamma$ の関係

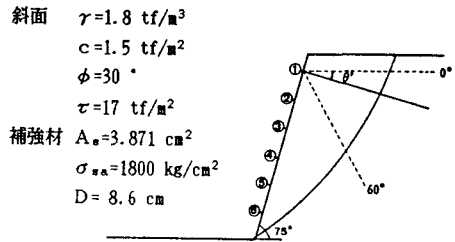


図-4 計算斜面

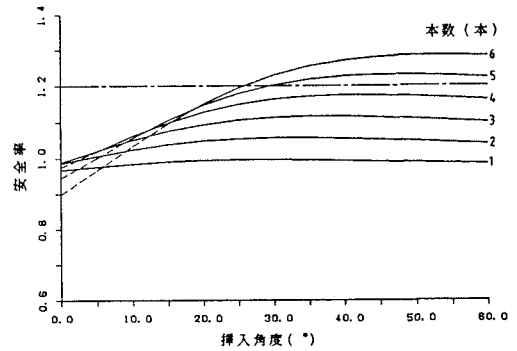


図-5 安全率の変化

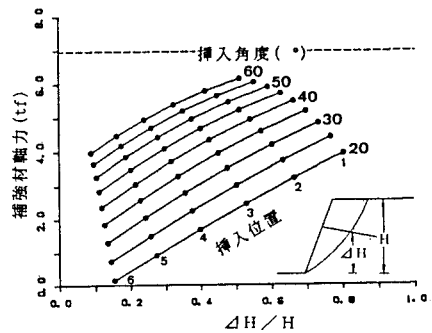


図-6 補強材軸力