

III-33 帯状鋼製材補強土壁のすべり破壊検討における一考察

ヒロセ株式会社 正会員 ○ 熊田 哲規
 同 上 正会員 渡辺 恵二
 同 上 平山 浩靖

1. はじめに

補強土（テールアルメ）壁工法設計・施工マニュアル第3回改訂版¹⁾が平成15年11月に発刊され、「円弧すべり面法によるすべり破壊の検討は、補強効果を補強材の敷設される領域内に見かけの粘着力が存在すると考えて検討する。このとき、補強材端部の0.5mから1.0m程度の範囲は見かけの粘着力が存在しないとして検討することで安全性が確保できる。」ことが新たに記載された。そこで、設計における見かけの粘着力を考慮しない領域の大きさをどの程度にすればよいかを試算したので、その報告をする。

2. 補強効果の考え方

補強効果の考え方²⁾には、補強効果を補強材の拘束力により、粘着力が増加すると考える方法とせん断抵抗角が増加すると考える方法がある。上述の見かけの粘着力とは、この増加粘着力の考え方を採用している。増加粘着力 c_r' の考え方は、補強材の拘束力を補強材の引張強さ（鋼材の場合は降伏点強度）まで有効と考える方法で、式(1)により与えられる。すべり破壊の検討において、すべり面が補強材端部を通る場合を想定

$$c_r' = \frac{R_t}{\Delta H \times \Delta B} \times \frac{\sqrt{k_p}}{2} \quad \dots\dots\dots (1) \quad \text{すると、補強材が引抜けるという状態を考慮できないため安全率を過大に評価する可能性がある。}$$

ここに c_r' ：補強土領域の増加粘着力 (N/m²)

R_t ：補強材の引張強さ 一般的に鋼材の降伏点強度まで有効と考える

$R_t = \sigma_y \times A_g$ σ_y ：補強材の降伏点強度 (N/m²) , A_g ：補強材の断面積 (m²)

$\Delta H, \Delta B$ ：補強材の鉛直間隔、水平間隔 (m)

k_p ：受働土圧係数 $k_p = \tan^2(45 + \frac{\phi'}{2})$, ϕ' ：盛土材料のせん断抵抗角 (°)

これに対して、増加せん断抵抗角 ϕ_r' の考え方は、土と補強材の間に働く摩擦力により土を拘束すると考える方法で、土塊を拘束する力 σ_r' は、摩擦に関する係数をFとすると式(2)により与えられ、増加せん断抵抗角 ϕ_r は式(3)により与えられる。

$$\sigma_r' = F \times \sigma_1' \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\sin \phi_r' = \frac{k_a - F - 1}{F - k_a - 1} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに σ_1' ：土塊に作用する鉛直応力 (N/m²)

k_a ：主働土圧係数 , $k_a = \tan^2(45 - \frac{\phi'}{2})$

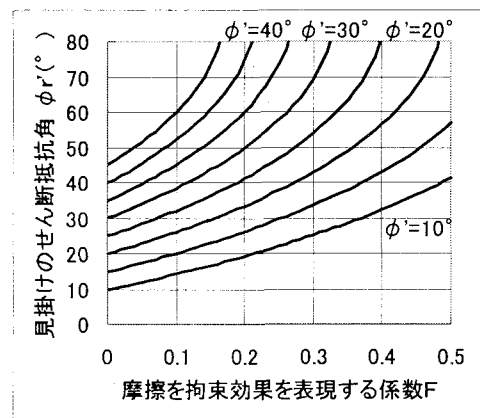


図-1 増加せん断抵抗角

盛土材料のせん断抵抗角 ϕ' ごとの、摩擦に関する係数Fと増加せん断抵抗角 ϕ_r' の関係を図-1に示す。

また、摩擦による拘束力は、補強材の引抜き抵抗力に等しいと考えると、式(2)より摩擦に関する係数Fは、式(4)と表現することができる。

$$F = \frac{2 \times \tan \delta \times b \times L}{\Delta B \times \Delta H} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここに $\tan \delta$ ：土と補強材の摩擦係数 , b ：補強材の幅 (m) , L ：補強材の長さ (m)

3. 円弧すべり検討

分割法によるすべり破壊において、図-2に示すように補強材の端部を右端とする分割片を考える。分割片の幅を $2L$ とすると補強材の引抜き抵抗長さは L となる。増加粘着力 c_r' を考慮したすべりに抵抗する力 R_{cr} は、式(5)で表すことができる。このとき、増加粘着力 c_r' を考慮しない領域の幅を ΔL とする。

$$R_{cr} = c_r' \cdot \frac{2 \cdot L - \Delta L}{\cos \alpha} + W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi' \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここに α : すべり面と水平面のなす角度 (°)

W : 分割片の重量 (kN) $W = 2 \cdot L \times z \times \gamma$

z : 分割片の高さ (m), γ : 盛土材料の単位体積重量 (N/m³)

図-2 分割片の模式図

また、増加せん断抵抗角 ϕ_r' を考慮したすべりに抵抗する力 $R_{\phi r}$ は、式(6)で表すことができる。

$$R_{\phi r} = W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi_r' \quad \dots\dots\dots (6)$$

いま、 ΔL を変化させて、 $R_{\phi r}$ より R_{cr} の大きさが小さくなるときの ΔL を求めれば、この ΔL が設計における見かけの粘着力を考慮しない領域の大きさと考えることができる。

4. 見かけの粘着力を考慮しない領域の試算

見かけの粘着力を考慮しない領域の算出に当たっては、種々の断面条件に対して検討する必要があるが、ここでは、表-1に示す諸条件においてすべり面と水平面のなす角度 α を 30° と 45° とした計算結果を示す。図-3 および4に分割片の幅とすべり抵抗力の大きさの関係を示す。増加せん断抵抗角 ϕ_r' の場合の曲線と増加粘着力 c_r' を考慮しない領域の幅を $\Delta L=0m$ した場合の曲線の交点は、補強材の引抜き抵抗力がちょうど補強材の引張強度に達した状態を表している。

表-1 試算の諸条件

分割片の高さ z (m)	8.25
補強材取付けの鉛直間隔 ΔH (m)	0.75
" 水平間隔 ΔB (m)	0.75
盛土材料の単位体積重量 γ (kN/m ³)	19
補強材の材質	SM490A(JIS G3106)
補強材の降伏点強度 σ_y (kN/m ²)	325
断面形状 幅×厚さ-腐食代 (mm)	60×4.0-1.0
土と補強材の摩擦係数 $\tan \delta$	0.726

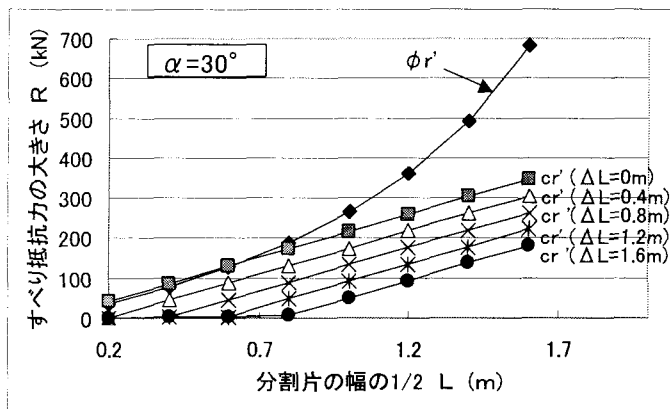


図-3 すべり抵抗力の大きさ ($\alpha=30^\circ$)

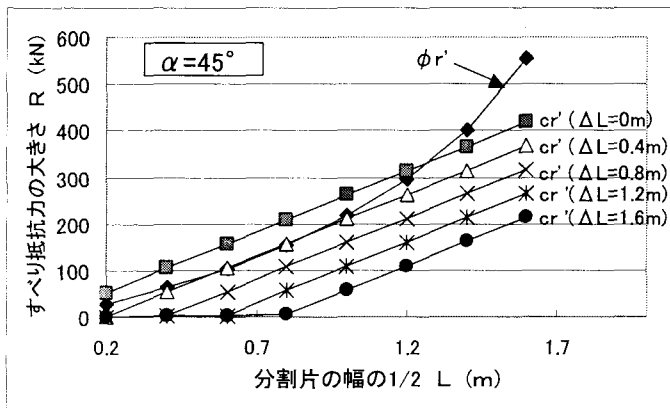


図-4 すべり抵抗力の大きさ ($\alpha=45^\circ$)

5. まとめ

すべり面と水平面のなす角度が大きくなるほど、見かけの粘着力を考慮しない領域を大きくする必要がある。また、設計においては、一般的な円弧すべり解析プログラムを利用できる見かけの粘着力を用いる方法により、見かけの粘着力を考慮しない領域の大きさは、0.5m程度とすればよいことが分かった。

<参考文献>

- 1) 補強土(テールアルメ) 壁工法設計・施工マニュアル第3回改定版:(財)土木研究センター, pp.104-106,平成15年11月
- 2) T.S.Ingold:Reinforced Earth,pp14-19,1982