

III-822

速度場法安定解析式の補強土構造物への適用

熊本大学工学部 正 ○楊 俊傑 九州大学工学部 正 落合英俊
 熊本大学工学部 正 鈴木敦巳 熊本大学工学部 正 北園芳人

1. まえがき

補強材を用いた補強土構造物の安定解析は基本的には無補強の問題と同等であり、速度場法の適用が可能である¹⁾。補強土の安定問題は、代表的なものとして、地盤の支持力問題、擁壁の土圧問題、盛土の安定問題があると考えられる。速度場法を用いた場合、無補強の場合²⁾と同様、それらの安定問題を同一に取り扱うことができると考えている。本研究は、急勾配補強盛土の二直線すべり破壊メカニズムに、速度場法を適用し、その安定解析を行う。その時、得られる解析式を用いて、急勾配補強盛土の内的及び外的な安定検討に必要な土圧、補強土擁壁の土圧、補強基礎地盤の支持力等の解析式を求めることを試みるものである。

2. 急勾配補強盛土の破壊メカニズムと可容速度場の設定

図-1に示すような、ジオテキスタイル補強材を水平に多層敷設した補強盛土に、天端に q_1 、法面に q_2 の载荷を受ける場合の安定問題を考える。盛土は勾配 β 、高さ H 、盛土材は強度定数 c と ϕ 、単位体積重量 γ とする。

2.1 破壊メカニズム 対象とする補強盛土を急勾配とした場合、その破壊メカニズムは図-2に示すような二直線すべりに設定することができる。すなわち、 b 点からの鉛直となす角度 θ_1 の直線 $\overline{be}$ と、 c 点からの水平となす角度 θ_2 を持つ直線 $\overline{cg}$ との交点を f とし $\overline{af}$ を結んで、 $\overline{af}$ 、 $\overline{bf}$ 、 $\overline{fc}$ をすべり面とし、 $\triangle abf$ は主働領域を、 $\triangle afc$ は受働領域を形成するメカニズムである。 θ_1 と θ_2 はパラメータとして変

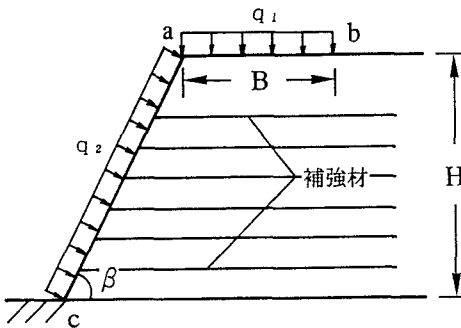


図-1 解析に用いる条件

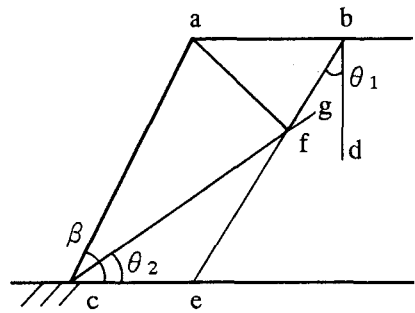


図-2 解析に用いる破壊メカニズム

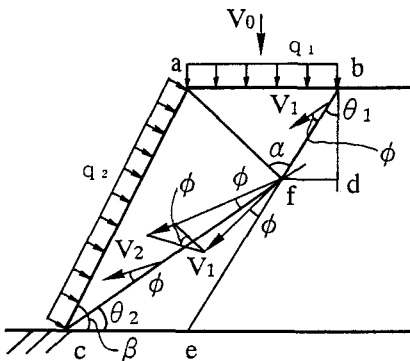


図-3 可容速度場

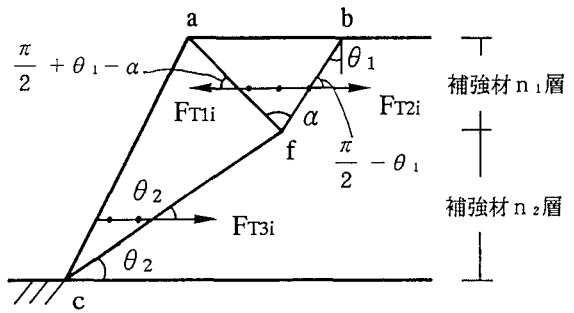


図-4 すべり面に平行する補強材力の成分

化する。

2.2 可容速度場 図-2に示すような破壊メカニズムが可容速度場であるためには、次のように考える。図-3に示すように q_1 によって基礎が鉛直下方に運動する速度を V_0 とすると、すべり面 $\overline{b f}$ と $\overline{f c}$ に対して、それぞれ角度 ϕ をもつ速度 V_1 と V_2 が生じる。 V_0 と V_1 の関係を式(1)に、 V_2 およびすべり面 $\overline{a f}$ に沿う速度の不連続値 V_{af} と V_1 の関係を、図-3に示すホトグラフより得られた式(2)と(3)に示す。

$$V_0 = V_1 \cos(\theta_1 + \phi) \cdots \cdots (1) \quad V_2 = V_1 \sin(\alpha + 2\phi) / \cos((\alpha + 2\phi) - (\theta_1 + \theta_2)) \cdots \cdots (2)$$

$$V_{af} = V_1 \cos(\theta_1 + \theta_2) / \cos((\alpha + 2\phi) - (\theta_1 + \theta_2)) \cdots \cdots (3)$$

ここに、 $\alpha = \angle a f b = \tan^{-1}(H/B - (1 + H/B \tan \beta - H/B \tan \theta_1) / (\tan \theta_2 - \tan \theta_1))^{-1} = f(H/B, \beta, \theta_1, \theta_2)$ 。

3. 安定解析式

図-3に示す可容速度場に基づいて、補強材と土だけによる内部消散、外力と土自重による外力仕事を計算して、両者を等置とすれば外力を求めることができる。ここで、まず、各線分を次式のように求める。

$$\overline{b d} = H - (B + H / \tan \beta - H \tan \theta_1) / (\tan \theta_2 - \tan \theta_1) \cdots \cdots (4) \quad \overline{a f} = \overline{b d} / \cos(\alpha - \theta_1) \cdots \cdots (5)$$

$$\overline{b f} = \overline{b d} / \cos \theta_1 \cdots \cdots (6) \quad \overline{f c} = (B + H / \tan \beta - H \tan \theta_1) \cos \theta_1 / \cos(\theta_1 + \theta_2) \cdots \cdots (7)$$

図-4に示すように f 点を境にして上層と下層の補強材層数はそれぞれ n_1 と n_2 とする。すべり面 $\overline{a f}$ 、 $\overline{b f}$ 、 $\overline{f c}$ に働く補強材力 $(\sum_1^{n_1} F_{T1i}, \sum_1^{n_1} F_{T2i}, \sum_1^{n_2} F_{T3i})$ による見かけの粘着力はそれぞれ

$$C_{Taf} = \sum_1^{n_1} F_{T1i} \cdot \cos(\pi/2 + \theta_1 - \alpha) / \overline{a f} \cdots \cdots (8) \quad C_{Tbf} = \sum_1^{n_1} F_{T2i} \cdot \cos(\pi/2 - \theta_1) / \overline{b f} \cdots \cdots (9)$$

$$C_{Tfc} = \sum_1^{n_2} F_{T3i} \cdot \cos \theta_2 / \overline{f c} \cdots \cdots (10)$$

と求める。

全内部消散を式(11)に、全外力仕事を式(12)に示す。

$$(C + C_{Taf}) V_{af} \cos \phi \overline{a f} + (C + C_{Tbf}) V_1 \cos \phi \overline{b f} + (C + C_{Tfc}) V_2 \cos \phi \overline{f c} \cdots \cdots (11)$$

$$q_1 B V_0 - q_2 H / \sin \beta V_2 \cos(\pi/2 - (\beta - \theta_2 + \phi)) + B \overline{b d} \gamma V_0 / 2 + H / \sin \beta \overline{f c} \gamma V_2 \sin(\theta_2 - \phi) / 2 \cdots \cdots (12)$$

(11)=(12)として、式(1)、(2)、(3)を代入し、整理すると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} & q_1 B \cos(\theta_1 + \phi) - q_2 H / \sin \beta \sin(\beta + \phi - \theta_2) \sin(\alpha + 2\phi) / \cos(\alpha + 2\phi - \theta_1 - \theta_2) + \gamma B \overline{b d} \cos(\theta_1 + \phi) / 2 \\ & + \gamma H / \sin \beta \overline{f c} \sin(\theta_2 - \phi) \sin(\beta - \theta_2) \sin(\alpha + 2\phi) / \cos(\alpha + 2\phi - \theta_1 - \theta_2) / 2 \\ & = (C + C_{Taf}) \overline{a f} \cos(\theta_1 + \theta_2) \cos \phi / \cos(\alpha + 2\phi - \theta_1 - \theta_2) + (C + C_{Tbf}) \overline{b f} \cos \phi \\ & + (C + C_{Tfc}) \overline{f c} \sin(\alpha + 2\phi) \cos \phi / \cos(\alpha + 2\phi - \theta_1 - \theta_2) \cdots \cdots (13) \end{aligned}$$

式(13)を載荷重 q_1 について整理してから、載荷重 q_1 が最小となるようにパラメータ θ_1 と θ_2 を決定し、これらの θ_1 と θ_2 を再び q_1 式に代入すれば、基礎(q_1)に関する支持力式が得られる。同様に、式(13)を q_2 について整理すれば、法面土圧(q_2)に対応する式が導かれる。勾配 β が $\pi/2$ の場合に、鉛直擁壁の土圧式となる。この q_2 式において、 q_2 が最大となる時の θ_1 と θ_2 を求め、それらに対応する q_2 が正解値に近い土圧である。さらに、 $q_1 = q_2 = 0$ とし、 B をパラメータとすれば、緩勾配補強盛土のすべりに対する安全率の式が求められる。この式に対してパラメータ B 、 θ_1 、 θ_2 で微分して、最小の安全率を求めれば良い。

4. おわりに

速度場法で補強基礎地盤の支持力、補強土擁壁と急勾配補強盛土の土圧、緩勾配補強盛土の安全率に関する同一な表現ができるが、今後、各々の対象構造物について、従来の計算結果や実験結果と比較するとともに、破壊メカニズムの更新や設計法を考えていきたい。

参考文献 1) 楊・落合・林・鈴木：速度場法を用いた補強土構造物の安定解析，第29回土質工学研究発表会講演概要集，1994.6. 2) 木村・日下部：土の強さと地盤の破壊入門，土質工学会，pp.273～312, 1987.7.