

1. はじめに

従来は捨土されたような高含水比粘性土を盛土工に利用しようとする気運の高まりの中で、ジオテキスタイルを用いた補強盛土工法の有効性が報告されているが、設計法は十分に整備されていない。この工法を様々な用途の盛土に適用することを考えれば、複数のレベルを有する設計法を確立することが実際のであろう。本文では、一次レベルの設計計算法について検討する。なお、これ以降、補強効果を有する排水材を単に補強材と記述する。詳細な内容は文献1)2)を参照していただきたい。

2. 基本的な考え方

一次設計に適用する設計法は、十分強固な地盤上に盛土するケースのみを対象として、図-1に示す流れで、排水材と補強材の配置計画を行うものであることが実際のと考える。

3. 排水補強の必要性

図-2(a)に示すメカニズムについて誘導した安定解より、次式を満足する時、排水補強が必要と判断する。

$$N_\gamma \leq \frac{4 \cdot \sin \beta_0}{1 - \cos \beta_0} \quad (1)$$

4. 敷設長の算定法

排水補強が必要と判断された場合、まず盛土を安定化するのに必要な安定化領域の広さ、すなわち敷設長 L_d を、

補強盛土で考慮すべき重要な極限状態である 1)補強材の引抜けと 2)補強領域の滑動に関する検討より評価する。上記 1)の極限状態から算定される敷設長を L_p 、2)の極限状態から算定される敷設長を L_s とすると、 L_d は $L_d = \max(L_p, L_s)$ である。ここでは、全層同じ長さの排水材、補強材を敷設すると仮定し、 L_p 、 L_s の算定法を考える。

(1) L_p の算定法

ジオグリッド研究会³⁾に基づき、 L_p を次式で算定する。

$$L_p = \frac{H}{\sin \beta_0} \quad (2)$$

上式は、2 直線滑り法より評価される L_p より、常に安全側を評価することが明らかにされている。

(2) L_s の算定法

補強領域が一体となって挙動すると仮定し、図-2(b)に示すメカニズムより誘導される安定解に基づき、 L_s を次式で算定する。

$$L_s = \left(\frac{N_\gamma}{2} - \frac{2 \cdot \sin \beta_0}{1 - \cos \beta_0} \right) \cdot H \quad (3)$$

5. 必要強度増加係数 K/γ

この工法が期待する排水効果と補強効果は、いずれも盛土材の自重応力によるものであることから、補強された粘性土の平均的な非排水強度の分布を盛土天端からの深さ z に比例すると考えた。図-2(a)に示すメカニズムと同(c)図に示す強度分布より得られる安定解をもとに、補強領域が一体化するために必要な強度増加係数 K/γ を、次式で評価する。

$$\frac{K}{\gamma} = \frac{1 - \cos \beta_0}{4 \cdot \sin \beta_0} - \frac{1}{N_\gamma} \quad (4)$$

すなわち、排水効果による強度増加を Δc_1 、補強土効果によるものを Δc_2 とすれば、 K/γ は次式で表される。

$$K/\gamma = f(\Delta c_1) + g(\Delta c_2) \quad (5)$$

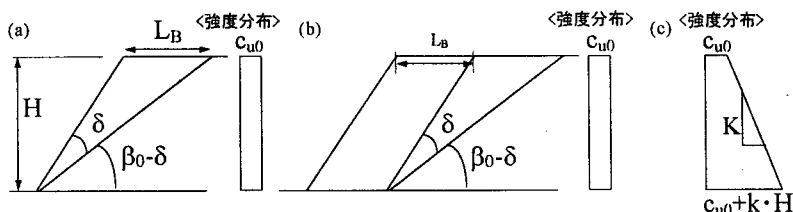


図-2 想定する複数のメカニズム

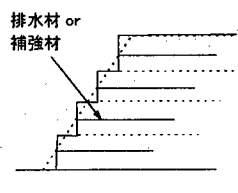


図-3 盛土の層分割

6. 排水効果による Δc_1 の評価法

排水効果による Δc_1 は、次の流れで評価する。まず図一3に示すように、排水層の敷設位置を考慮して、盛土断面を複数の層に分割する。そして各層毎に、 h_d と施工期間 t_e を仮定し、盛立て終了時における Δc_1 を算定する。 Δc_1 の評価法を以下に考える。

(1)粘性土の強度増加モデル

最も簡易なモデルとして次式を仮定する。

$$c_u = c_{u0} + (c_u/p') \cdot U_e \cdot \Delta p \quad (6)$$

(2)盛立て終了時における圧密度の評価

著者の誘導した解析解を基に、さらに次の内容を仮定し、盛立て終了時における排水材敷設領域の圧密度 U_e を式(7)で評価する。(a)排水層末端領域に分布する間隙水圧の平均消散度を、排水層配置領域の圧密度とする。(b)漸増荷重条件はTerzaghiの仮定で考慮できる。(c)排水層は無限の透水性を有する。

$$U_e = 1 - \frac{\bar{u}}{u_0} = 1 - \frac{32}{\pi^3} \cdot \exp(-A_{11} \cdot T_{hd}') \quad (7)$$

ここで、 $A_{11} = \frac{\pi^2}{4} \left(4 + \frac{1}{\beta_d^2} \right)$ 、 $T_{hd}' = c_v \frac{t_e}{2 \cdot h_d^2}$

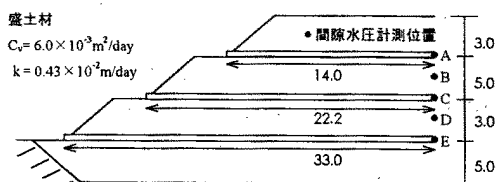
β_d : L_d と h_d の比、 c_v : 圧密係数、 t_e : 施工期間

図一4に示す実盛土の計測データ⁴⁾と著者の誘導した解析解による計算結果を比較して、上式の有効性を検討する。結果を表一1に示す。同表より、盛土の上層部においては実測値より計算値が大きいものの、全体的な精度は、一次設計レベルで用いる解析法として十分満足できる程度と判断される。

(3) Δc_1 の評価式

以上より、 Δc_1 を次式で評価する。

$$\Delta c_1 = (c_u/p') \cdot U_e \cdot \Delta p \quad (8)$$



図一4 解析対象盛土(菅原ら⁴⁾)

表一1 実測値と計算値の比較

測定点	排水層の θ (m^2/day)	t_e^* (day)	実測値 (tf/m^2)	計算値 (tf/m^2)
A	19.00	10	0.0	1.9
B	19.00	30	4.2	6.0
C	4.32	60	4.4	4.9
D	4.32	75	11.3	10.9
E	2.16	90	10.3	11.0

* t_e : 着目点の高さから盛立て終了までに要した時間

7. 補強効果による Δc_2 の評価法

式(5)より、補強効果が分担する $g(\Delta c_2)$ は次式で表される。

$$g(\Delta c_2) = K/\gamma - (c_u/p') \cdot U_e \quad (9)$$

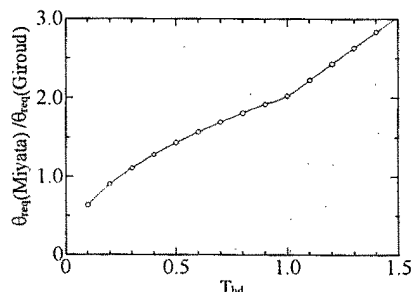
補強効果を巨視的な強度定数で評価する方法が確立されている⁵⁾。それらの評価法に基づく $g(\Delta c_2)$ の評価は今後の課題としたい。

8. 排水材、補強材に必要なとされる通水性能 θ_{req}

著者は、次に示す無次元パラメータ DR_d が $DR_d < 10^{-1}$ の条件を満足する場合、ドレーンレジスタンスの影響を無視できることを示している⁶⁾。以上の知見より、 θ_{req} は、排水材、補強材の L_d 、 L_h 、土の透水係数 k_s が既知の場合、次式で与えられる。

$$\theta_{req} = \frac{160}{\pi^2} \left(\frac{L_d}{h_d} \right)^2 k_s h_d \quad (10)$$

従来用いられてきたGiroud式⁷⁾との比較を図一5に示す。提案式は従来式より高い通水性能を要求する。



図一5 θ_{req} に関する従来の評価式と本研究の提案式

9. まとめ

幾何学的に簡易なメカニズムを仮定して、設計の基本的なアルゴリズムを検討した。より実際のメカニズムを仮定しても、基本的にはここに示した流れで対応できると考える。補強効果の評価に基づく Δc_2 の評価を今後の課題としたい。

参考文献: 1)宮田ら: 第11回ソノシックス・シンポジウム発表論文集, pp.91~99, 1996、2)宮田ら: 第24回関東支部技術研究発表会(投稿中)、3)ジオグリッド研究会: 「ジオグリッド工法」ガイドライン, 1990、4)菅原ら: 第3回ソノシックス・シンポジウム発表論文集, pp.116~121, 1996、5)地盤工学会: 土質基礎工学ライブラリー・29、補強土工法、6)宮田ら: 第24回関東支部技術研究発表会, pp.494~495, 1996、7)土木研究センター: ソノシックスを用いた補強土の設計・施工マニュアル, 1993