

ジオテキスタイルを敷設した軟弱地盤の 補強効果の判定解析

長崎大学工学部 学○四位 和久 長崎大学工学部 正 棚橋 由彦
同 上 学 小澤 元彦 西日本工業大学 正 平尾 和年
茨城大学 正 安原 一哉

1. まえがき

昨年度までの成果として、地盤、ジオテキスタイルおよびそれらの相互間のインタラクションのモデルとして、現時点では、最良と思われるモデルを組合わせた有限要素解析手法を提案し、ジオテキスタイルを一層敷設した軟弱地盤の模型実験や渡ら¹⁾の覆土工法フィールドテストの実測値と計算値の比較から、その支持力評価の有用性が確認できた。本報告では、合理的設計法確立を最終目的として、粘土層厚・載荷幅比D/B、端部拘束条件などを変化させ、現場を想定したシミュレーション計算を行い、ジオテキスタイルの補強効果の判定解析を行った。

2. 構成モデルの概要

(1)地盤モデル ……地盤材料は、塑性流動、側方隆起を伴う大変形に十分追従できると考えられる関口・太田の弾粘塑性モデル²⁾を採用した。

(2)ジオテキスタイルモデル ……ジオテキスタイルは、軸力のみが作用する平面トラス要素と、それに曲げ剛性を表現できるビーム要素の2通りでモデル化し、ジオテキスタイルの応力-ひずみ曲線の非線形性を取入れた。

(3)インタラクションモデル ……ジオテキスタイルと土との間の接触面の力の伝達や剥離、すべりといった不連続面をjoint要素で表現する。またjoint要素は、林ら³⁾の土中におけるジオテキスタイルの引き抜き抵抗機構をモデル化した手法を採用した。

3. 数値シミュレーション

(1)解析条件

数値実験は、載荷幅 $B = 3\text{m}$ とし、粘土層厚をそれぞれ 2, 4, 8, 12, 16m ($D/B = 0.67, 1.33, 2.67, 4.00, 5.33$) の5ケースの解析を行い、ジオテキスタイルにはジオグリッド(SS2)を用いた。解析モデルは、要素数98、節点数120の要素に分割し作成した(図-1)。補強材端部は、拘束、非拘束の2通りをそれぞれに行った。所要パラメータ値を一括して表-1に示す。載荷方法は、 1.6tf/m^2 を6ステップに分け1ステップ1日として載荷した。変位境界条件は、底面を完全拘束、側面は水平変位のみ拘束している。水理境界条件は地表面、底面を排水、側方を非排水としている。なお、解析に際しては、平面ひずみ条件を仮定した。

(2)シミュレーション結果とその考察

(i)変形

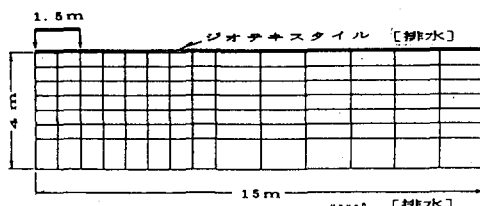


図-1 解析モデル (D/B=1.33の場合)

表-1 解析に用いたパラメーター

項目	単位	数値
D : ダイレイタンス係数		0.021 ~ 0.17
A : 非可逆比		0.334
M : 摩擦応力比		0.33 ~ 2.34
ν : 有効応力に基づくポアソン比		0.438
k_{xx}/γ : x方向の透水係数 (a/day)		4.2×10^{-4}
k_{yy}/γ : y方向の透水係数 (a/day)		4.2×10^{-4}
σ_{xx} : 鉛直先行圧力 (tf/m ²)		4.30 ~ 12.55
τ : 先行時の静止土圧係数		0.717
σ_{yy} : 鉛直有効上載圧 (tf/m ²)		0.375 ~ 10.98
τ_{cr} : 原位置での静止土圧係数		0.343 ~ 1.541
α : 二次圧縮係数		1.14×10^{-4}
γ : 初期体積ひずみ速度		1.55×10^{-4}
λ : 圧縮指数		1.10
σ_c : 先行時の間隙比		2.225
ジオテキスタイル		
(ダンパー SS2)		$C_1 = 600, C_2 = 8000, C_3 = 40000$

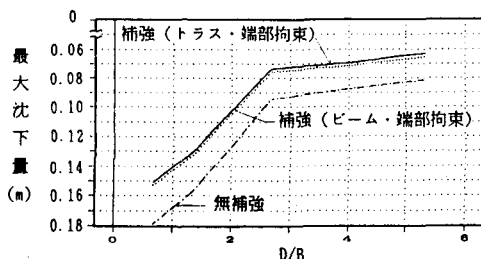


図-2 最大沈下量とD/Bの関係

図-2にD/Bと最大沈下量、 S_{max} の関係を示す。この図から最大沈下量は、D/Bが大きくなるほど小さくなり、特にD/Bが2.5以下のとき変形が顕著になるのが認められる。このことは、最大隆起量についてもいえる。(図省略)

(ii) 支持力

極限支持力 q_u は、D/Bにほとんど依存しないのが認められ⁴⁾、このことは、覆土工法模型実験においても確認されている。山内、後藤⁵⁾は、Terzaghiの支持力式に基づき補強軟弱地盤の極限支持力式(1)を提案している。

$$q_u = \alpha c N_c + T \left(\frac{2 \sin \theta}{B} + \frac{N_q}{r} \right) + \gamma D_f N_q \quad (1)$$

ここに、 c 、 γ は粘土の粘着力と単位体積重量、 N_c 、 N_q はTerzaghiの支持力係数、 T は補強材の引張力である。 r 、 θ は、式(1)で表現されるジオテキスタイルで補強された軟弱地盤模式図(図-3)中に示されるパラメーターである。

荷重強度 p と仮想半径 r 、傾斜角 θ の関係をそれぞれ図-4、5に示す。両図から、パラメーター r は、D/Bの増加にしたがって大きくなり、荷重強度 p の増加とともに小さくなる。パラメーター θ は、D/Bの減少にしたがって増加し、この傾向は、荷重の増加にともなって顕著になることが認められる。また、D/Bと引張力 T の関係を図-6に示す。この図より張力 T は、荷重の増加にともなって大きくなり、D/Bが2.5を過ぎるとほとんど一定の値をとるようになることが認められた。

4. まとめ

今回の解析では、補強材の端部拘束の有無にかかわらずほとんど差が表れなかった。その理由として補強材の摩擦抵抗が大きすぎたことなどがいえ、これについてはjoint要素のパラメーターの影響が大きいと考えられる。したがって今後、補強材の摩擦特性の実験把握により、新たに未知パラメーター r 、 θ 、 T 、 D_f (S_{max})のD/Bと p の相関を明らかにでき、式(1)による、より合理的な設計法の確立につながるのではないと思われる。

参考文献

- 1) Watari, Y, Higuchi, Y, Aboshi, H (1986): 3rd International Confence on Geotextiles, Vienna Austria, pp. 187-191.
- 2) Sekiguchi, H and Ohta, H (1977) Proc. 9th ICSMFE, Speciality Session NO9, Tokyo, pp. 163-175
- 3) 林・山内・落合・孫(1985): 土と基礎, vol. 33 No5, pp. 21-26.
- 4) 棚橋・平尾・安原・高岡・西村(1992): 第7回ジオテキスタイルシンポジウム論文集, pp. 10-20
- 5) 山内・後藤(1979): 九大工学集報、第52巻, 第3号, pp. 201-207.

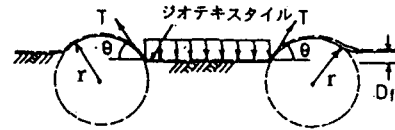


図-3 ジオテキスタイルで補強された軟弱地盤の模式図

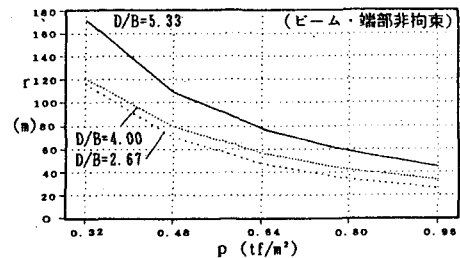


図-4 仮想半径 r と荷重強度 p の関係

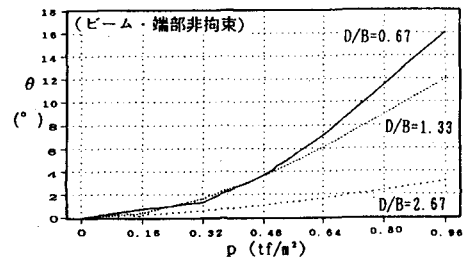


図-5 傾斜角 θ と荷重強度 p の関係

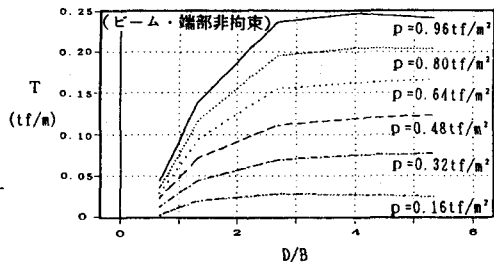


図-6 張力 T とD/Bの関係