

覆土工法のジオグリッドによる補強効果の解析

長崎大学工学部 学〇禰和英 長崎大 正 棚橋由彦
三井石化産資(株) 正 高岡恭三 西工大 正 平尾和年
三井石油化学工業(株) 正 西村淳

1. まえがき

補強材を用いた覆土工法の設計案はTerzaghiの支持方式に基づくものとケーブル理論、版理論、膜理論など弾性論に基づくものが提案されている。一方、有限要素法を用いた解析では、地盤モデルが線形または非線形弾性モデルに限られている。弾性モデルでは、覆土工法のような超軟弱地盤の側方隆起、周辺地盤の隆起を伴うクリティカルな変形が表現できず、ジオテキスタイルの補強効果を定量的に把握することができないのは明白である。本報告では地盤・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せ、覆土工法模型実験の解析を試み、解析値・実測値の比較から、ジオテキスタイルの補強効果判定のための解析法の有用性を検討する。

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¹⁾を採用した。

(2)ジオテキスタイル及び土との相互作用モデル……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してモデル化し、山岡ら²⁾にならいジオグリッドの非線形性を表現する。ジオテキスタイルと土とのインタラクションは不連続面を表現するためにジョイント要素を用いた。ジョイント要素は、林ら³⁾の土中におけるジオテキスタイルの引抜き機構をモデル化した手法を採用した。

3. 実験の概要及び解析条件

(1)実験の概要

試料は福岡県京都郡苅田町の苅田港より採取した苅田粘土で、ジオテキスタイルは、二軸延伸グリッド(テンサーSS2)を用いた。苅田粘土の物理的性質は、 $G_0=0.2619$ 、 $W_L=107\%$ 、 $W_p=41\%$ 、 $I_p=66$ である。試験方法・結果は文献(4)に詳しいので省略する。なお、載荷幅Bは10cm、粘土層厚Hは、80cm、40cmの2種類行った。

(2)解析条件

今回の解析では、 $H/B=8.4$ の2通りの解析を行った。 $H/B=8$ のモデルを図-1に示す。また、解析に必要なパラメータの同定は苅田粘土のモデルパラメータ同定に必要な試験を実施していないため、太田・飯塚らが提案した塑性指数PIのみによる決定法⁵⁾に従った。苅田粘土の本解析に所要パラメータ値を一括して表-1に示す。載荷方法は実験と対応させ $0.016\sim 0.0949\text{kgf/cm}^2$ を9ステップに分け1ステップ15分とし載荷した。なお、解析に際しては平面ひずみ条件を仮定した。

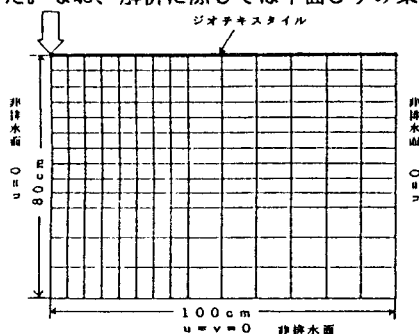


図-1 解析モデル

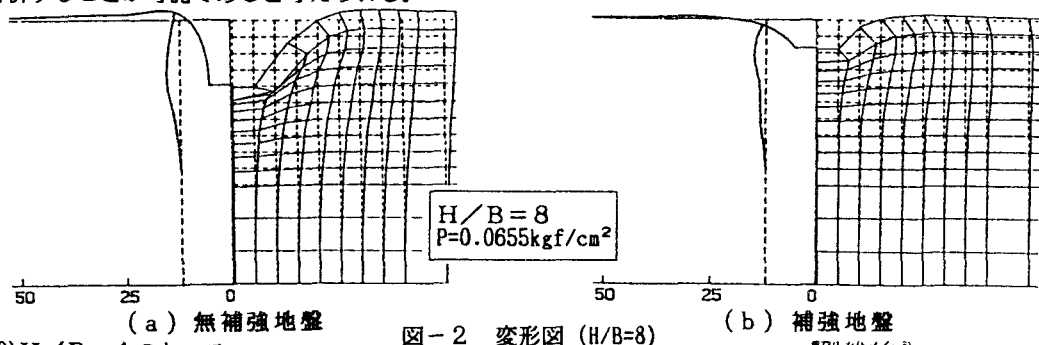
表-1 解析に用いたパラメータ

地 盤 材 料		ジオテキスタイル	
D : ダイレクシオン係数	0.0477	C ₁	960
Λ : Irreversibility ratio = $\lambda \cdot \mu / \lambda$	0.506	C ₂	-8800
M : クリティカルステートでの応力比	0.888	C ₃	10000
ν : 有効応力に基づくポアソン比	0.4176		
k_x : x方向の透水係数	$0.354 \sim 7.51 \times 10^{-6} \text{cm/min}$		
k_y : y方向の透水係数	$0.354 \sim 7.51 \times 10^{-6} \text{cm/min}$		
σ_0 : 飽和先行圧力	0.005kgf/cm ²		
K ₀ : 先行時の静止土圧係数	0.717		
σ_{11} : 飽和有効土圧	$0.0014 \sim 0.0431 \text{kgf/cm}^2$		
K ₁ : 無収縮での静止土圧係数	0.718 ~ 0.630		
σ_1 : 二次圧縮係数	7.51×10^{-6}		
ν_0 : 初期体積ひずみ速度	$2.44 \times 10^{-4} \sim 2.50 \times 10^{-4}$		
λ : 圧縮係数	0.317		
σ_0 : 先行時の間隙比	2.80		

4. 解析結果と考察

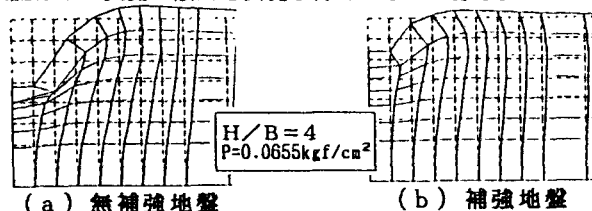
(1) $H/B=8$ のケース

無補強・補強地盤の実測結果、解析結果の変形図をそれぞれ図-2(a)、(b)に示す。解析結果は、ジオテキスタイルを敷設した効果により鉛直変位、水平変位ともかなり抑制されており実測の傾向を定量的にほぼ満足できるまでに表現し得ている。図-3に荷重中心における荷重-沈下量曲線を示す。図中、実線が解析値、破線が実測値である。補強地盤の荷重初期と終期に両者の差異が少しみられる以外、対比は概ね良好である。従って、ジオテキスタイルを敷設した変形挙動を上述のようなモデルに置き換えることにより解析することが可能であると考えられる。



(2) $H/B=4$ のケース

無補強・補強の解析結果の変形図をそれぞれ図-4(a)、(b)に示す。テンサーSS2を敷設した実験結果がなく実測値との比較はできないが、 $H/B=8$ と同様ジオテキスタイル敷設による変形拘束効果が表現されている。 $H/B=4$ は層厚が $H/B=8$ の半分のため、側方変位量、周辺地盤の隆起量ともに補強、無補強地盤にかかわらず $H/B=8$ より卓越している。図-5に $H/B=4$ の荷重-沈下量曲線を示す。無補強における解析値、実測値については多少の差異はあるがまずまずの対応を示している。図-3と図-5の比較から、 $H/B=8 \cdot 4$ ともに荷重-沈下量曲線に大差はなく実測の傾向を表現し得ているのが分る。



5. まとめ

以上の実測値と解析値との比較から、このモデルが覆土工法のジオグリッドによる補強効果解析には有用であることが確認された。今後は織布、不織布、グリッドなどのジオテキスタイルが土との複合材料として用いられる以上複合ジオテキスタイルのインタラクションモデルの作成を急ぎたい。

参考文献 1) H. Sekiguchi and H. Ohta (1977): Proc. 9th Int. on SMPE, Soecialty Session No. 9. 2) 山岡・西形・坪井 (1986): 土質工学会第30回シンポジウム, 27-32. 3) 林・山内・落合・孫 (1985): 土と基礎, Vol. 33, No. 5, 21-26. 4) 安原・平尾 (1990): ジオテキスタイルによる埋立て地盤の支持力改良に関する研究, (未発表)。

