

ジオシンセティックス補強粘性土盛土の補強効果と安定性に関する解析的評価

長崎大学大学院 学生会員○河東 立 長崎大学工学部 フェロー 棚橋由彦
 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静

1. 研究の背景と目的

近年、都市開発の活発化や地下利用の増大等に伴って、建設現場から発生する土砂の増加が問題になっており、特に土工や浚渫工事などの建設現場から発生する低品質な軟弱土や粘性土は増加の一途をたどっている。このような建設発生土は処分適地を確保することが困難な状況にあり、処分費用も急騰しているため、社会的要請として発生土の有効利用促進が強く求められている。一方、ジオテキスタイルなどの補強材を用いて盛土や地盤を補強・強化する補強土工法が急速に発達しており、より低コストで耐久性のある盛土を構築するために有力な工法として考えられ、また実績も多くなってきている。

ジオシンセティックスを用いた補強盛土工法は、盛土形状や使用する盛土材の性質により土のみでは安定を保ち得ない場合や、必要とする安全率を満足できない場合の対策工法のひとつである。本研究では、低品質土とりわけ火山灰質粘性土である関東ロームを対象とし、排水補強盛土の挙動予測を行い、実盛土設計への提案を行うことを目的とする。

2. 本研究の概要

2.1 解析手法・解析モデル・解析条件

既往研究¹⁾での盛土ケースを想定し、有限差分法解析コードFLAC3Dを用いて、Mohr-Coulomb 塑性モデルにて補強材敷設層数、盛土高、勾配、圧密期間の違いによる撒き出し厚毎の強度定数変化を考慮した解析を行い、実盛土の挙動を予測し、補強粘性土盛土の設計への提案を試みる。

解析ケースは表 - 1 のように決定し、無補強盛土の安定性を解析により把握し、各排水補強盛土との比較を行う。補強材には排水・補強両機能を有するジオコンポジット(以下GC(品名TRF-31))を選択した。まず、盛土を換算圧密時間¹⁾で各層を構築し、盛土を盛り立てる。次に、盛土天端幅全体にフーチング荷重を 10kPa毎に載荷させ、盛土の変形挙動を把握した。盛土材と補強材のパラメータを表 - 2 に示す。盛土材は含水比 98%の木更津産関東ロームを対象とした。ジオグリッド要素には、曲げに対する抵抗を持たない膜要素(メンブレン要素)を選択した。また、供用時におけるクリープの影響を考慮し、引張強度を 0.4 倍²⁾として解析物性値に用いた。解析モデルを図-1 に示す。また、解析パラメータ(1)と(2)については換算圧密時間を用いて算出した。

2.2 盛土圧密時間の換算

盛土内の圧密の状態を層毎に異なるものとして取り扱うため、換算圧密時間を導入し、90cm/層毎に異なる圧密係数及び圧密時間を設定し、関東ロームの内部摩擦角とインターフェイス内部摩擦角を決定した。はじめから①層に②③

表-1 解析ケース

盛土撒き出し厚 30cm (90cm を同圧密度)	
補強状態	無補強・排水補強両機能
補強材敷設間隔(cm)	45, 90
盛土高さ(m)	8, 12, 16
勾配	0.6
施工期間(hr)	240, 480, 720, 960

表-2 解析用物性値の設定

盛土材(関東ローム)物性値	
項目	値
体積弾性係数 K (kPa)	500
粘着力 c (kPa)	19.6
質量密度 ρ (g/cm^3)	1.363
内部摩擦角 ϕ_{cu} ($^\circ$)	式(1)
ダイレタンシー角 ψ ($^\circ$)	0
せん断弾性係数 G	136.3
引張限度 σ' (kPa)	1.96
ジオコンポジット物性値	
インターフェイス粘着力(kPa)	4.41
インターフェイス内部摩擦角 ϕ_{cus} ($^\circ$)	式(2)
接線弾性係数(kPa)	2.8e4

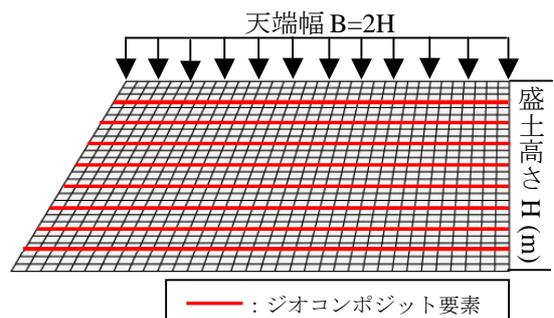


図-1 解析モデル

④・・・層を盛り立てたと仮定して実際の圧密時間を算出している。これをそれぞれの層について換算し、各層を異なった圧密時間として解析に用いている。盛土材の内部摩擦角 ϕ_{cu} とインターフェイス内部摩擦角 ϕ_{cus} を以下に示す。

$$\phi_{cu}(t_c) = 20.1923 - \frac{1}{\exp(-3.0051 + 0.9413\sqrt{t_c})} \quad (1)$$

ただし、
 $\phi_{cu}(t_c)$: 圧密時間 t_c における土の内部摩擦角(°)
 $\phi_{cus}(t_c)$: 圧密時間 t_c における土と複合不織布の内部摩擦角(°)

$$\phi_{cus}(t_c) = 21.9665 - \frac{1}{\exp(-3.0895 + 0.9442\sqrt{t_c})} \quad (2)$$

3. 解析結果と考察

図-2 に盛土高 8m, 勾配 1:0.6, 施工期間 720hour での各ケース (無補強(以下 N), ジオコンポジット敷設間隔 90cm(以下 GC90cm), 敷設間隔 45cm(以下 GC45cm)) の法面変形図を示す。荷重強度 10kPa 時には各ケースとも大きな法面の变形は確認されないが、ケース N では、荷重強度 50kPa 時に法面中央部~下部にかけて大きな变形が起こっていることがわかる。ケース GC90cm, 45cm では法面水平変位を無補強比で約 50~65%に抑制されている。また、法面上端部沈下量もケース N に比べ 50~65%に抑制されている。また、ケース N のように盛土中低部にかけての大きな变形がみられず、盛土全体として安定していることが解析結果より推測される。

図-3 に各ケース(施工期間 240, 720hour)の荷重強度-沈下量曲線を示す。ケース N では、施工期間を長くすることで沈下量の抑制効果がみられ盛土の圧密による強度増加が確認できる。ケース GC90cm, 45cm では施工期間による明確な差は出しておらず、急速施工においても排水・補強効果が発揮されることが推測される。また、敷設間隔による顕著な差は見られなかったことから敷設間隔を密にしても沈下量の軽減効果には限界があることを示唆している。

図-4 にケース GC90cm, 施工期間 720hour, 60kPa 載荷時の補強材に働く引張応力の法面からの距離に対するグラフを示す。凡例は盛土底部からの距離とする。図より、各 GC とも法面から 5~6m 付近で最も応力が集中していることがわかり、滑り面がこの付近に潜在していることを示唆している。また、各部とも応力曲線が滑らかであり荷重分散効果が有効に機能していることが伺える。特に盛土底部より 270~540cm 付近に大きな引張応力が作用しており、敷設位置を考慮することで経済的な補強効果が得られることを示唆している。

4. 結論及び今後の予定

本研究よりジオコンポジット補強粘性土盛土の变形挙動及び補強材に働く引張応力等を予測することが出来た。今後は実現場での施工事例との比較を行い、解析結果との信頼性を検証していきたい。また、講演時には残りの解析ケースと共に報告を行う予定である。

参考文献:

- 1) 棚橋由彦・永嶋洋政: ジオコンポジット補強盛土の設計法試案, 土木学会論文集, No.701, III-58, pp145-153, 2002
- 2) 北本 幸義・阿部 裕: 盛り立て材に起因した補強盛土の变形と施工上の対策, ジオシンセティックス論文集, 第 14 巻, pp.142-147, 1999

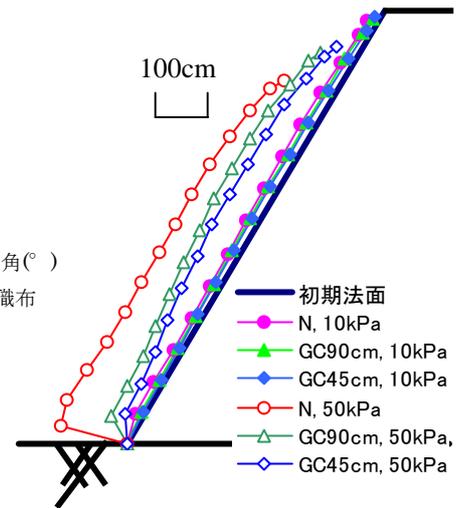


図-2 法面変形図(施工期間 720hour)

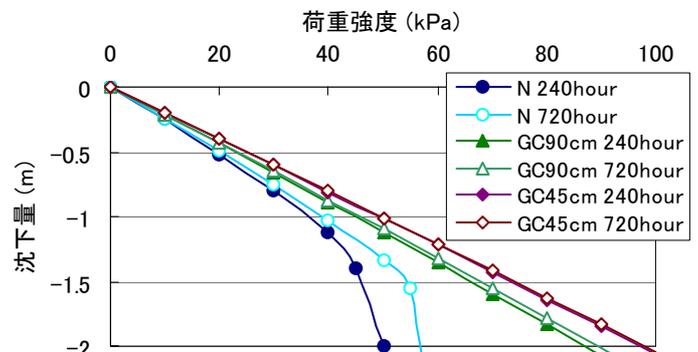


図-3 荷重強度-沈下量曲線

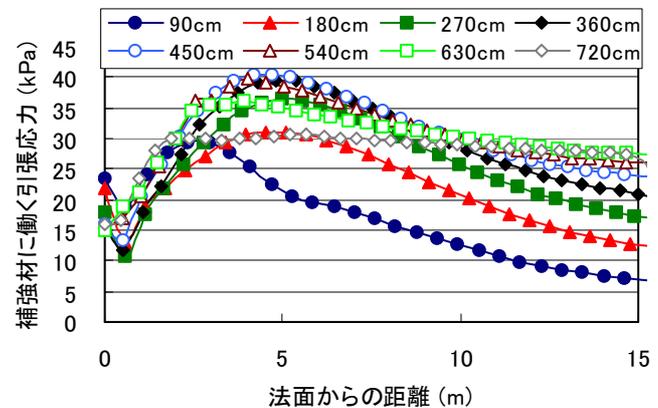


図-4 補強材に働く動員引張力 (敷設間隔 90cm, 施工期間 720hour (60kPa 載荷時))