

ジオテキスタイルにより補強された高盛土の築堤時安定管理手法の提案

前田建設工業(株) 正会員 ○薛 天樂, フェロー会員 石黒 健
 同上 正会員 亀田 剛志, 山之口 寛, 林 佑治

1. はじめに

本工事は、鹿児島県奄美大島における敷地造成に伴う高さ 60m の高盛土（ジオテキスタイル補強盛土）を施工する工事である。盛土が大規模かつ奄美大島は温暖多雨の気候条件を有する地域である事から、集中豪雨等の自然災害による盛土の変状や崩壊が懸念される。そのため、安全に施工するための盛土安定管理が非常に重要である。現在、高盛土施工時の安定管理基準値は高速道路調査会¹⁾により定められた指標を用いる事が一般的である。ただし、この管理手法は経験的な手法であり、施工中の盛土の精緻な予測は難しく、特に補強盛土においては実測挙動を捉えた事例も少ない。

筆者らは、上記の指標と併用して、非線形逐次盛立て FEM 解析を用いて事前に盛土の変形挙動を予測し、施工時における盛土の安定管理をリアルタイムで行う事を試みた。本稿では安定管理手法の提案と現場適用実績について報告する。

2. 築堤時安定管理手法の概要と管理基準値の策定

本解析の詳細は参考文献²⁾を参照されたい。盛土の解析断面及び計測器の設置位置を図 1 に示す。能登空港高盛土の既往事例³⁾では、ジオテキスタイル（補強・排水併用）有り、無しとの 2 つの FEM 解析結果を用いて斜面変位杭の変位ベクトルの管理基準値（範囲）を策定して盛土築堤時の安定管理を実施した。一方、本現場のジオテキスタイルは排水効果よりも補強効果を主体としているため、今回は盛土材料の締固め度を変えた試解析を実施した。既往事例³⁾の手法を参照し、斜面安定時、目標安全率確保時及び斜面不安定時の 3 つの解析結果を用いて本盛土の管理基準値を策定した。

Duncan-Chang モデルの物性値は大型三軸試験で得られた

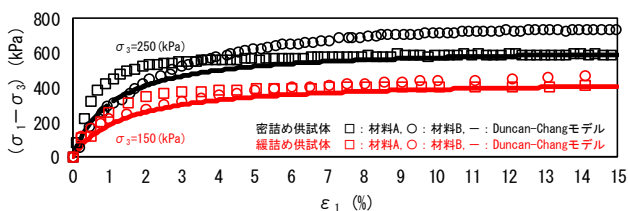


図 2 盛土材の三軸試験結果（DC モデルによるフィッティング結果を併記）

表 1 解析ケース

CASE	想定条件	物性値設定に用いた三軸供試体
CASE1	現場盛土を再現	現場転圧密度相当供試体
CASE2	無転圧盛土を想定	緩詰め供試体
CASE3	目標安全率確保時	Fs=1.2 相当の締固め度を想定

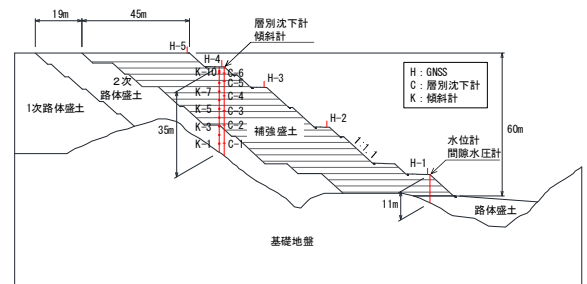


図 1 盛土の標準断面と計器配置

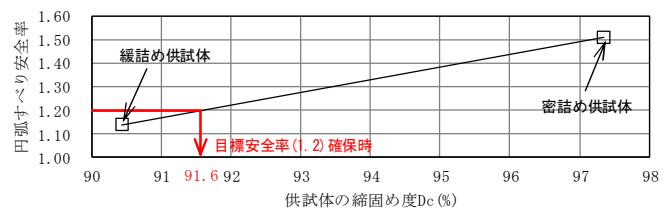


図 3 すべり線安全率と締固め度の関係

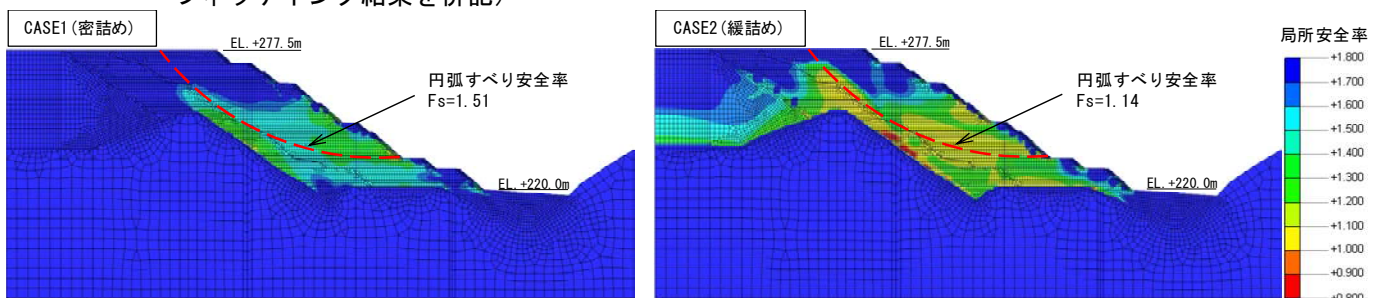


図 4 築堤完了時の盛土局所安全率コンター（想定すべり線を併記）

キーワード ジオテキスタイル, 補強盛土, 非線形 FEM 解析, 施工時安定管理

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業(株) TEL 03-5276-5166

実測応力-ひずみ関係を用いて決定したが、参考文献²⁾では現場転圧試験時相当の密な供試体の試験結果を用いてパラメータを決定した。管理基準値策定のために、別途、締固め無しを想定した緩詰め供試体の実験を追加実施し、物性値を求めた。この2つの物性値を用いてFEM解析を行い、斜面内に想定したすべり線上のFEM要素の応力算定値を用いた円弧すべり解析を別途実施して、斜面のすべり安全率を算定した。この結果を図3のように供試体の締固め度に対してプロットし、斜面の目標安全率($F_s=1.2$)確保時の締固め度を91.6%と内挿的に求めた。次に、この締固め度に相当するDuncan-Changモデルの物性値を再び内挿的に求めて、解析を実施し、これを目標安全率確保時の解析結果とした(表1)。

3. 解析結果および現場安定管理の実施結果

盛土の局所安全率コンター(図4)に示すように、CASE1では円弧すべり安全率は1.51で、十分に安定している。一方、CASE2の無転圧条件では安全率は許容値1.2を下回り、かつ局所安全率が不足する箇所が連続して、斜面が全体的な変状や崩壊に至る危険性が危惧される。

CASE1~CASE3の解析結果を用いて、傾斜計、層別沈下計、GNSS変位計の管理基準範囲を策定した。CASE1以内を安定領域、CASE3以内を目標安全率確保領域、その外側を不安定領域と定め、実測値が目標安全率領域内にある事を確認しながら施工を実施する事とした。図5~図7には、この安定管理領域と実測値の関係を示す。参考文献²⁾で述べたように、実測変形挙動を見るとジオテキスタイルの変位抑制効果が発揮され、全データが目標安全率確保領域にとどまっている。これより、施工時の全期間において、盛土は十分な安全性を確保していた事が判る。また、参考文献⁴⁾では、補強盛土が静的な応力下のみならず、強震時においても水平変位の抑制効果と高い安定性を発揮する事が動的遠心载荷実験により確認されており、今後、本高盛土が地震に見舞われた際にも高い耐震性が確保されるものと想定している。

4. おわりに

本論文では、ジオテキスタイルで補強された高盛土の非線形FEM解析結果を利用して施工時の安定管理基準を策定した事例を報告した。本高盛土は、策定した管理基準に従って施工が行われ、2020年度の台風による集中豪雨を受けながらも、昨年無事盛立てを完了した。

参考文献

- 1)財高速道路調査会：地すべり危険地における動態観測施工に関する研究(その3)報告書, 1988.
- 2)薛ら：ジオテキスタイルにより補強された高盛土の築堤時変形挙動(その1), 2022.
- 3)長原ら：人工水平排水材を用いた空港盛土の挙動解析, ジオシンセティクス論文集, 第15巻, 2000.
- 4)石黒ら：ジオテキスタイルにより補強された高盛土の築堤時変形挙動(その2), 2022.

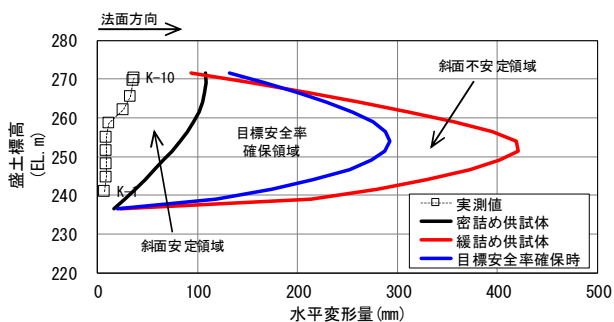


図5 傾斜計の実測値と解析値の比較

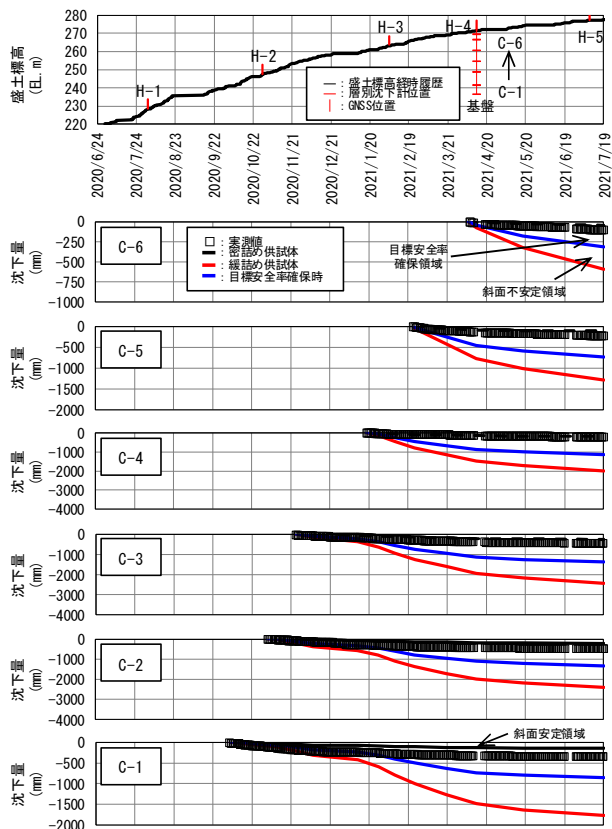


図6 層別沈下計の実測値と解析値の比較

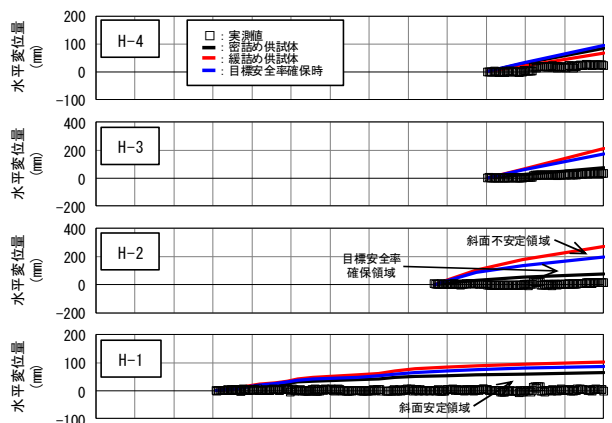


図7 GNSS水平変位量の実測値と解析値の比較