

急峻な谷部および急傾斜部における高盛土の安定管理

前田建設工業株式会社 正会員 ○中上 竜吾
前田建設工業株式会社 正会員 天本 克也
前田建設工業株式会社 正会員 亀田 剛志

1. はじめに

本工事は鹿児島県の奄美大島における敷地造成工事に伴う高さ 65m の高盛土(補強盛土)を施工する工事である。奄美大島は温暖多雨の気候条件を有する地域であることから、降雨が盛土に影響を及ぼすことが懸念される。本論文は、高盛土における品質、計測管理を計画・実施し、盛土挙動の安定管理について検討したものである。

2. 盛土計測管理システムの構築

本工事における高盛土部の挙動監視を常時実施するためリアルタイム計測システムの構築を計画した。リアルタイム計測システムは変位計測器(GNSS), 層別沈下計, 孔内傾斜計, 水位計および間隙水圧計によって構築される。機器配置平面図を図-1, 機器設置状況を写真-1 に示す。

3. 盛土品質管理計画

今回盛土工事では盛土材に現場発生土を使用する条件となっており、土砂・軟岩・中硬岩の3種類であったことから、盛土施工における締固め度の管理をより高い精度で行うための品質管理計画を以下のように策定した。施工時の管理として(1)材料ごとの室内土質試験, 試験盛土の実施(2)盛土施工面積が広大であり、盛土材は礫質混じりの粗粒材が主体となることから、短時間で多点数の測定が可能で、粗粒材にも対応可能な自動走査式 RI 密度水分計(SRID)による締固め度の管理(写真-2)を実施した。また、SRID による密度管理の測定点数は補強盛土の層毎に面積が異なるため、表-1 に示すように各層の面積毎に測定点数を計画した。

4. FEM 解析を用いた盛土挙動の管理

4. 1. FEM 解析の概要

盛土の挙動予測として事前に FEM 解析を実施し、盛土の変位, 層別沈下量について解析を行った。盛土の解析モデルは施工の流れを考慮し、基盤・路体(基盤)盛土・1 次路体盛土・2 次路体盛土・補強盛土で構成した。解析断面は、盛土規模が大きくかつ深い断面となる箇所を対象とした。本解析の構成則には Duncan-Chang モデルを用い、モデルのパラメータについては解きほぐされた供試体と締め固めた供試体の2種類を三軸試験の結果に基づいて設定した。解析モデル概要図を図-2 に示す。解析ステップは現場施工順序に合わせて設定し、基盤構築, 路体(基盤)盛土, 1 次路体盛土, 2 次路体盛土・補強盛土のステップで解析を行った。

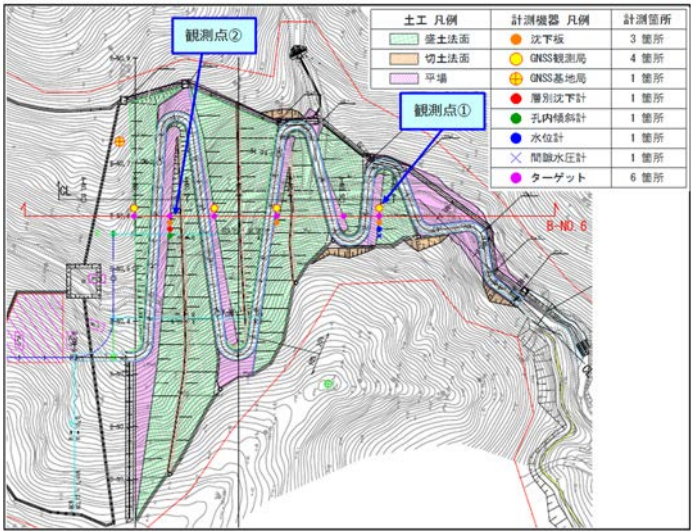


図-1 機器配置平面図



写真-1 機器設置状況



写真-2 SRID による計測状況

表-1 SRID による密度管理計画

盛土1層あたりの面積	測定点数
1,000m ² 以下	10点
1,000~2,000m ²	15点
2,000~4,000m ²	30点
4,000~6,000m ²	45点
6,000~8,000m ²	60点
8,000~10,000m ²	75点
10,000~12,000m ²	90点
12,000m ² 以上	105点

キーワード：変位計測器(GNSS), 盛土品質管理, 自動走査式 RI 密度水分計, FEM 解析, 高盛土の安定管理
連絡先：福岡県福岡市博多区博多駅東 2-14-1 前田建設工業(株)九州支店 TEL 092-451-1541

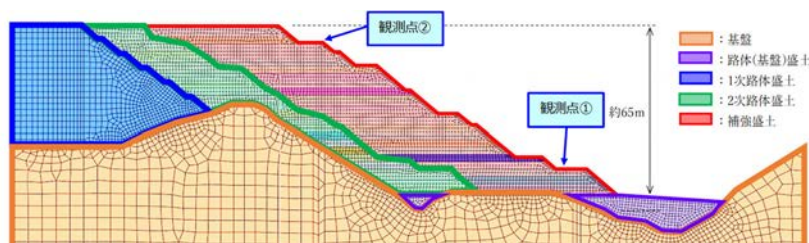


図-2 解析モデル概要図

4. 2. FEM 解析の結果

FEM 解析より得られた局所安全率コンターの結果を図-3に示す。図中のピンク色の曲線は安全率が小さい要素を結び、すべり線を仮定したものである。平均安全率はそれぞれ解きほぐされた供試体で 1.14，締め固めた供試体で 1.51 であった。平均安全率と締め固め度の関係を図-4に示す。

今回施工時のすべり安全許容率を 1.2 と設定した。解析結果を現場管理に活用するため、図-4 からすべり安全許容率が 1.2 となる締め固め度を読み取り、その締め固め度のパラメータを用い再度解析を行った。これより、水平変位および層別沈下量についてすべり安全許容率が 1.2 となる境界線の予測値を得て変位量や締め固め度の管理値として活用した。

4. 3. 現場測定値と FEM 解析結果の比較と考察

観測点①における水平変位の現場測定値および解析結果、観測点②における沈下量(層別沈下計 6 点計測のうち最下段部)の現場測定値および解析結果を図-5に示す。なお、図-5 中の解析値および計測値はいずれも計測器設置～1/31 までの期間(2 次路体盛土・補強盛土施工)で抽出したものである。水平変位の計測値は、ばらつきがあるものの実測値の近似線は 0mm 付近を遷移しており、盛土の安定施工ができていることを示している。また、沈下量の計測値は盛土施工後初期段階では境界線近傍を推移しているが、それ以降安全側に遷移しており、盛土の圧密沈下が収束していることが確認できる。いずれの現場測定値についても計測値が安定していることから、土砂・軟岩・中硬岩の 3 種類で行った室内土質試験・試験施工より決定した施工方法と SRID による締め固め度管理は適切であると考えられる。

以上より、水平変位および沈下量の計測値はいずれもばらつきや初期段階の変位の増大が見られるものの解析値の安全側に遷移しており、盛土が安定施工となっていることを確認した。

5. おわりに

本論文では、(1)変位計測値(GNSS)、層別沈下計により盛土の挙動をリアルタイムに観測し、FEM 解析により得られた予測値と比較することで盛土の安定管理が可能であること、(2)材料ごとに室内土質試験、試験盛土を実施し、SRID による締め固め度の管理を行うことで、盛土施工面積が広大で、複数の材料を使用した盛土であっても高い精度で安定管理できることを明らかにした。

本工事は令和3年3月現在施工中であるため、引き続き GNSS 等によるリアルタイム観測を続けていくことが重要である。また、経年劣化による変状や集中豪雨等の自然災害による崩壊の恐れも懸念される。そのため、施工後も GNSS による観測システムを引継ぐことで、恒久的に盛土の安定管理を継続することが期待される。

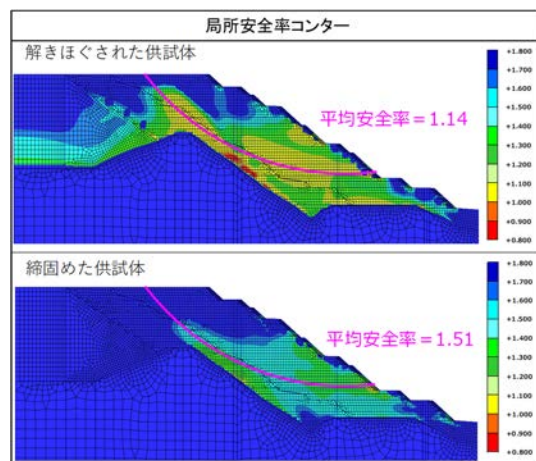


図-3 局所安全率コンター解析結果

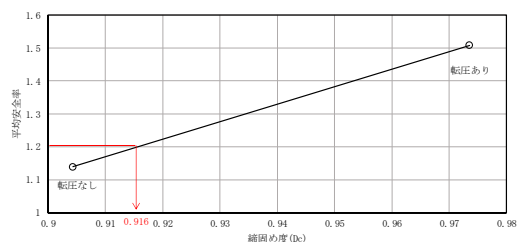


図-4 平均安全率と締め固め度の関係

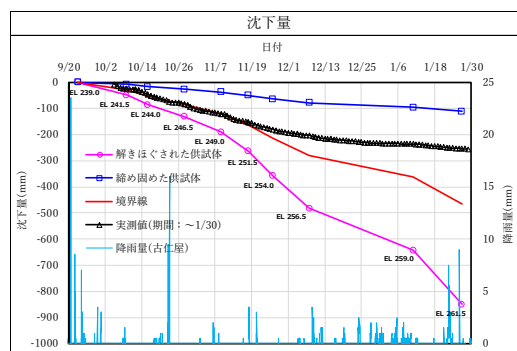
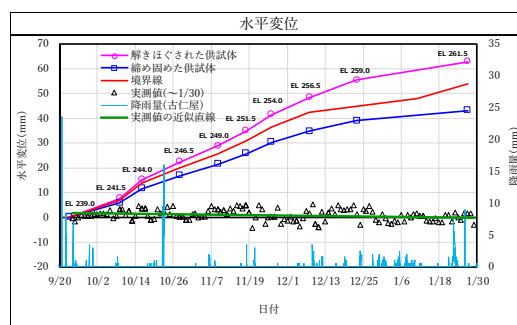


図-5 解析結果と計測結果
(上: 観測点①水平変位(GNSS),
下: 観測点②層別沈下計最下段沈下量)