

UAVを用いた現地地形測量と3Dによる施工計画作業の効率化

松本 祐樹* 大神 正喜*
 Yuki Matsumoto Masaki Ogami
 矢根 健二* 田添 慎吾**
 Kenji Yane Shingo Tazoe

1. はじめに

本工事、九州新幹線（西九州）、第1本明トンネル外1箇所他工事では付帯工事として道路・水路付替工（総延長約760m）を施工した。付帯工事の施工計画にあたり、道路線形に対する施工計画図作成のために現地地形測量が必要となった。また、施工箇所は長崎県の急傾斜地崩壊危険区域に指定されており、施工上の安全性の確保が必要であった。現場における安全性の確保と測量・設計業務の省力化を図り生産性の向上を目指すことを目的として、UAV（ドローン）を用いた写真測量と3D-CADを用いた施工計画を行った。その成果について報告する。

2. 現地状況

現地状況を写真-1に示す。道路・水路付替工事の施工にあたり、当初設計図面と現況地形の確認のために、平面図を基に道路横断図を作成し測量を実施した結果、現況地盤とで最大2m以上の高低差があることが判明した。そのため改めて現地盤測量が必要となったが、施工箇所は急傾斜地危険区域のため、従来測量では安全面での懸念があった。また現場での作業時間も長く、測量デ



写真-1 現地状況（枠内が付帯工事エリア）

ータ取得後のデータ整理の作業時間も長くなる可能性があった。

3. 測量・施工計画上の課題と工夫

本工事の測量・施工計画上の課題として、1) 現地測量の効率化、2) 取得データからの図面作成の効率化の2点が挙げられ、その対応を検討した。

(1) UAVを用いた現地測量の効率化

現地測量の効率化のため、UAV 空中写真測量を導入した。デジタルカメラを搭載した UAV にて空中写真測量を行い、そのデータを処理解析して地形データを取得した。

UAV 測量の方法には様々あるが、その中でも作業が効率的な「エブリデイドローン」（写真-2、コマツカスタマーサポート社）を採用した。表-1に通常の UAV 空中写真測量とエブリデイドローン測量の作業内容および所要時間の比較を示す。各作業段階の効率化により従来の横断測量による方法では測量から結果が得られるまで約7日かかるところを、3時間でデータ取得が可能であった。

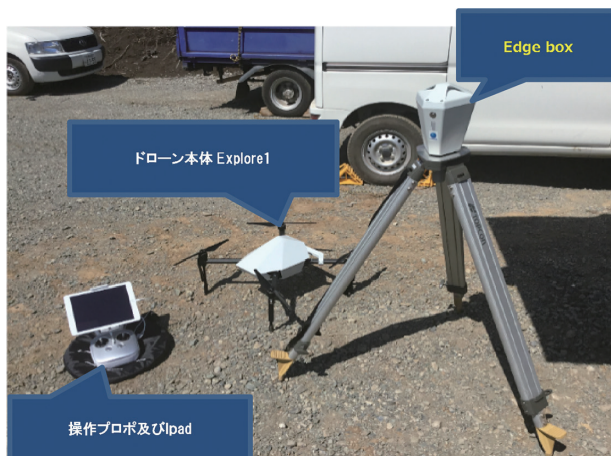


写真-2 エブリデイドローン機器

表-1 通常 UAV 測量とエブリデイドローン測量の比較

作業 STEP	通常の UAV 測量	エブリデイドローン測量
STEP 1 標定点	GCP（標定点）の設置・測量（通常 10 箇所）を行う	GCP の設置は不要
STEP 2 フライト	専任パイロットが操作飛行し写真測量	現場人員でワンタッチ自動飛行
STEP 3 データ処理	専任者が解析用 PC ソフトでデータ解析	Edge Box でデータ自動処理
STEP 4 点群データ	点群データ完成	点群データ完成
所要時間 (測量～点群データ完成まで)	専任者を必要として数日かかる	現場にて 3 時間程度でデータ取得

* 九州（支）新幹線諫早（出）

** 九州（支）土木技術部技術課

(2) 計画図面作成の効率化

本工事における計画図面作成の効率化のため、以下の手順でUAV測量で取得した点群データを用いて3D-CAD (Civil 3D) にて図面を作成し、施工計画に活用した。

- ① 測量結果 (点群データと航空写真) のダウンロード
- ② 測量データの読み込み
- ③ 設計時計画の3次元化 (計画と現況地形の重合せ)
- ④ 修正計画の3次元化 (3D ポリライン化)
- ⑤ ビューアソフト (Navisworks) へのデータ出力

設計図の3次元化にあたっては、本線線形に沿ったピッチ 10 m の横断図があったためまず準三次元モデルを作成し、それを基に付帯工事の構造物の法肩法尻や道路路肩位置等を線で結んで3D ポリラインを作成し、複数の3D ポリラインから設計計画の面データを作成した。それを現況地形とかさね合わせ現況地形と合致しない箇所を確認し、合致する位置に3D ポリラインを修正して、修正計画の面データを作成した (図-2)。



図-1 航空写真 (オルソ画像)

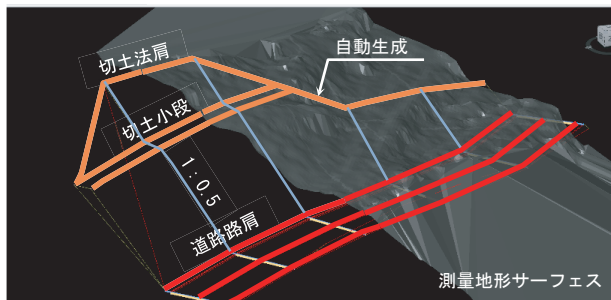


図-2 道路線形と法面の3Dポリライン

4. 検討結果

UAV 測量の点群データを用いて作成した3Dデータの確認は閲覧・確認しやすい Navisworks を用いて行い、現況地盤と設計図面を比較して、設計図の照査を行った。その結果、以下の計画修正が必要なことが確認された。

- 1) 切土補強土壁部では、当初設計は測点 10 m 毎の断面設計であり、測点間の状況は詳細に把握できなかったが、3次元化により測点間の起伏も正確に捉えることができた。その結果、現況地盤が設計擁壁高より約 2 m 高い箇所があり、擁壁高の変更が必要であることがわかった (図-3)。
- 2) 道路終点部回転場では、当初設計の断面図が無く、現況地表面が正確には分からなかったが、3次元化により多方向からの視点で構造を確認することができた。回転場の切土補強土壁部において、現況地盤が設計擁壁高より約 1.5 m 低く擁壁高の変更が必要であることが分かった。
- 3) 道路終点部回転場の妻部において、当初設計では擁壁の計画はなかったが、現況地盤の高さが最大で約 5.6 m あり、擁壁の追加設置が必要であることが分かった (図-4)。



図-3 切土補強土壁の現況地盤との不整合

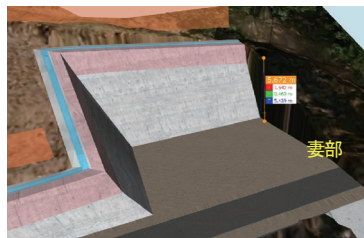


図-4 終点部妻部での不整合

発注者・コンサルタントとの協議においてこれらについて Navisworks を用いて説明した。その結果、現況と対策のイメージの共有が容易にでき、協議をスムーズに行うことができた。表-2 に従来の2次元計画と今回実施した3次元計画の場合の検討作業の比較を示す。

表-2 擁壁検討および協議資料作成作業の比較

		従来(2次元による計画)	今回(3次元を用いた計画)
作業内容	①現況地形作成	現況図面から現況地形断面図を作成(5断面程度)	不要
	②擁壁計画検討	平面計画⇔断面計画の取り合いを見ながら擁壁計画を検討。何度も調整修正が必要	擁壁底高と勾配を指定すれば、自動で擁壁法肩位置を生成される
	③図面作成	平面図・横断図・展開図を整理	必要な位置の断面図を自動作成
	④協議資料作成	協議資料用に着色等を実施	ビューアデータに変換。即時に作成
概算作業日数		3日	1日