

【CO93】

ドローンおよびフォトグラメトリを活用した落石調査の事例

株式会社キタック ○田中 悦司, 遠藤 雄治, 池田 真彦, 戸貝 直樹, 田中 文男

1. はじめに

本調査地は、一般国道402号に面する最大斜度約80度、最大高さ約50mの崖で、既往の道路安定度調査において、要対策と判定されていた斜面である。落石対策工検討に必要な設計対象落石径や安定度を決定するために落石調査を実施した。



写真-1 調査対象斜面

これまでの急崖における落石調査では、ロープアクセスにより斜面を近接目視し、落石の分布、サイズ、安定度を把握していたが、急崖においては見通しが効かず、実際に近接するまで落石が分布するか等不明なことが多かった。そのため、落石の有無に関わらず隅々までロープアクセスにより近接する必要があるため、作業の効率化を図ることが課題であった。

近年、各分野においてドローンによる空撮が多く用いられるようになった。また、写真から3Dモデルを作成するフォトグラメトリという技術も確立された。そのため、落石調査の効率化を目的として、ドローンおよびフォトグラメトリを活用し、落石調査を提案・実施した。

2. 調査地の地質

調査地周辺には新第三期中新世の安山岩溶岩・火成岩が広く分布している。また、調査地の露岩表面部は破碎され、径5cm~20cmの礫を含有する礫岩状を示す(写真-2)。本層は海水中において火山活動の際に流れた溶岩が水と接触、急冷され破碎・角礫化した岩石(ハイアロクラスタイト)である。



写真-2 調査地の露岩状況

3. ドローンによる空撮、フォトグラメトリ

フォトグラメトリとは、様々な角度から撮影した対象物の写真を合成し、3Dモデルを作成する技術である。本調査の対象は高さ50mにおよぶ斜面で、様々な角度から写真を撮るには空撮する必要があったため、撮影にはドローンを用いた。撮影に用いた機体はDJI社製のPhantom4で、一般的に普及している機体である。空撮では、2秒毎に1枚自動で撮影するモードを用い、合計1300枚の写真を撮影した。撮影時間は1時間弱であった。

フォトグラメトリにより作成した3Dモデルを図-1に示す。フォトグラメトリでは、Bentley Systems社製のContext Captureというソフトウェアを用いた。1300枚の写真を合成するため処理時間は3日程かかったが、システム操作は15分程度である。

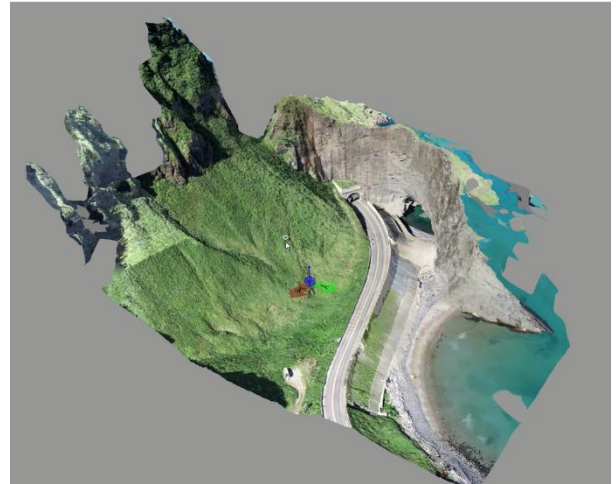


図-1 生成された3Dモデル

4. 3Dモデルの活用と効果

図-1に示した3Dモデルを用い、調査対象斜面を任意の視点で観察することができるようになったことで、現地調査前に、近接して調査すべきポイントと近接する必要のないポイントが事前に把握可能となった。結果として近接目視のための適切なロープアクセスの位置を選定でき、現地調査の効率化につながった。

また、調査対象斜面を真正面から捉えた3Dモデルのキャプチャ画像を作成し、現地調査の野帳として用いた(図-2)。従来であれば平面図を用い、現地の地形と図面上の位置を見比べながら落石の位置を特定し図面に描き込んでいく。しかし、自らの位置を平面図から読み取るためには読図力が必要となり、位置特定にも時間を要する。3D化した画像を野帳に用いることで、現地での位置特定が容易となり、作業効率化につながった。



図-2 野帳として用いたキャプチャ画像(抜粋)

調査結果の取りまとめでは、現地で確認した落石の位置を3Dモデル上に描画した(図-3)。これにより平面図上での説明よりも、視覚的に危険性や現地状況を伝える事が可能となった。

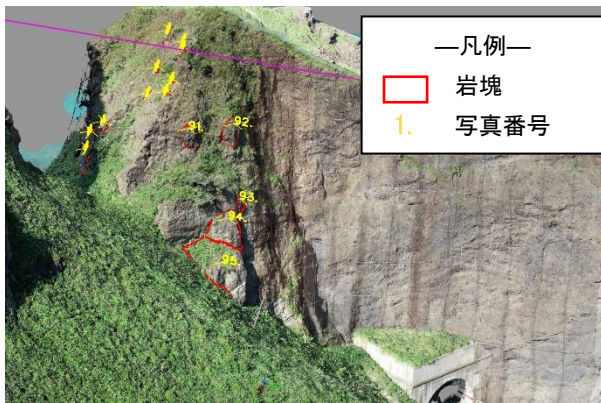


図-3 3Dモデル上に描画した落石位置(抜粋)

設計を行う上で平面図に落石位置を投影する必要があるが、3Dモデル上に描画したオブジェクトは、平面図に貼り付けることができ、落石の位置を従来に比べ高精度で表すことが可能となった(図-4)。

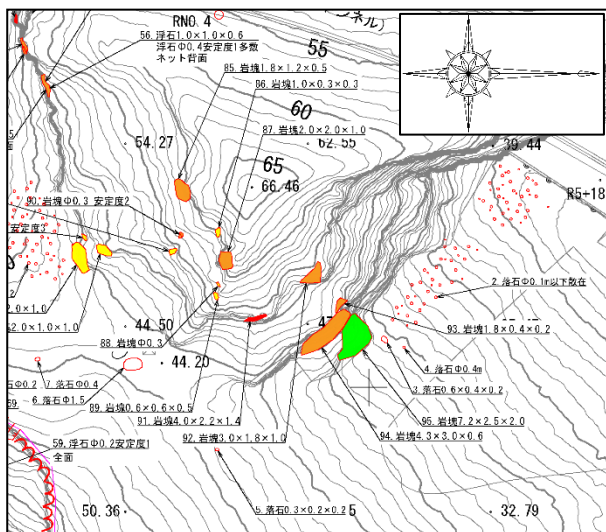


図-4 3Dモデル上に描画した落石位置(抜粋)

ただし、3Dモデル上のオブジェクトを平面図に貼り付けるためには、3Dモデルから点群データおよび等高線を作成し(Context Capture)、その等高線に3Dモデル上で描画したオブジェクトを貼り付け(Civi13D)、その図面から測量平面図に再度オブジェクトを貼り付ける(汎用CAD)、という手順を踏む必要があり、少々時間を要した。

5. まとめと課題

ドローンによる空撮写真およびフォトグラメトリにより生成された3Dモデルを用いる事により、現地調査前に斜面全体の状況および落石の分布を把握することができ、①現地での的確なロープアクセス実施が可能となった。また、キャプチャ画像を野帳として用いることで②現地での位置把握が容易となり、精度共に作業時間の短縮に繋がった。3Dモデル上に結果を描画することで、③発注者への報告が分かりやすくなり、④平面図上での落石位置の精度も向上した。

今後の課題としては以下4つが考えられる。1つ目は、3Dモデル上での落石サイズの計測である。3Dモデル上ではサイズ計測が可能となっており、実寸のサイズと3Dモデル上でのサイズに誤差が生じるのかを検証する必要がある。2つ目に面積に応じた撮影枚数の把握である。今回撮影した枚数が1300枚であり、データの容量が大きく、ストレージの圧迫につながるため、面積に応じた撮影枚数を把握する必要がある。3つ目に、3Dモデル上で示した結果を平面図へ貼り付ける方法の簡略化である。先述の通り、浮石等を3Dモデル上から平面図に投影するには手間と時間を要する。よって簡略化する方法を見つけることで作業効率化に繋がると考えられる。4つ目に樹木で覆われた斜面の撮影方法を確立することである。3Dモデルは写真をもとに作成されるため、樹木などの影響で対象斜面が隠れてしまう事がある。

以上4点の課題を解決することで、落石調査のさらなる精度向上と効率化が可能となる。

ドローンによる空撮技術、フォトグラメトリ技術、3D CADの技術は、日々目まぐるしく進歩している。今後も最新の情報を入手し、活用できそうな技術は実践していき、効率化および生産性の向上に努めていきたい。