

道路災害におけるDXを用いたデジタル査定への対応

大福コンサルタント株式会社 有満 重徳

1 はじめに

2016年にi-Constructionが始まり、当初建設現場での運用が主であったICT機器の活用も、昨今では測量業界においてもICT機器を用いた測量の基準の整備が進み、鹿児島県でも高規格道路の測量設計におけるICT機器を用いた測量の発注などが見受けられるようになった。さらに、建設DXという上位概念が広まり「DX=働き方改善=生産性向上」の繋がりを明瞭に感じられるようになってきた。九州地方整備局が取り組むDXを用いたデジタル査定も働き方改革の一環であり、従来の災害査定省力化を図るものとなる。

今回は、当社が受注した災害対応業務におけるデジタル査定への取組事例を紹介する。

2 DXを用いたデジタル査定起用の経緯

九地整では、これまでも災害査定デジタル化を進めてきていたが、その内容は既存の資料を作ったうえでデジタル資料の提出となっており、むしろ手間が増えている状況にあったとのことである。そのため、九地整は、令和5年度は各県の官民へデジタル査定取組を紹介して回ったうえで、鹿児島県における災害査定にあたりデジタル災害査定を実施するよう打診された。これを受け、鹿児島県大島支庁瀬戸内事務

所では、花天(けてん)地区における災害をデジタル査定対象として抽出した。

3 デジタル査定への取組の検討

3.1 被災の概要

(1) 位置情報

被災地である一般県道曾津高崎線(県道627号線)は、大島郡瀬戸内町(奄美大島)の南部を東西に横断する道路である。被災地においては久慈(くじ)集落から花天集落へ至る海岸沿いの1車線の道路となるが、過去にも周辺斜面で多々災害が発生し、その度に通行止めを余儀なくされている。現道は日当り400台強と交通量が少ないものの、迂回路がなく、通行止めにより移動や経済活動、物流活動等が滞ることが懸念される重要な道路である。

(2) 被災の規模

当社の対応した花天1工区は、2つの工区に分かれている(図1)。1工区の被災延長は27m、被災高が20mであり、崩落土砂の影響で擁壁20mが倒壊している(図2)。2工区の被災延長は56mで被災高は62mとなる。崩壊勾配はいずれも1:0.8~1:1.0程度と比較的緩やかで、頂上付近まで被災している状況であった。



図1 被災位置図



図2 道路側に倒壊した擁壁

(3) 被災原因

被災原因は、令和5年6月20日からの梅雨前線に伴う豪雨であり、飽和状態となった地山の表層部が斜面下方に崩壊したものと考えられる。1工区の道路側に倒壊した擁壁については、崩壊した土砂が擁壁へとぶつかったものと考えられる(図2)。

3.2.現地状況の共有

資料収集を行う中で、県よりScanX(ローカスブルー社)のURLの提供を受けた。ScanXは三次元点群データをブラウザ上で扱えるポイントクラウドビューシステムで、TEC-FORCEが土砂撤去前の初動調査時に撮影したUAVによる写真を、三次元復元したものである(図3)。公共座標はもたないが相対形状が把握でき、周辺を含めた被災状況や断面形状が取得できる。また、クラウド経由であるが、容量の大きい点群データも軽快に扱うことができた。

これに地理院地図の写真地図やGoogleストリートビュー、基盤地図情報等を組み合わせることで、机上にて作業計画を円滑に進めることができた。

3.3 デジタル査定への対応

(1) デジタル査定の基盤システムの検討

デジタル査定の意向を受け、統合プラットフォームとして、360度バーチャルツアーソフト「VRTourMaker(EazyPano社)」(以下、VRツアー)を使用することとした。これは、令和5年度鹿児島県災害対応研修会にて九地整よりソフトウェアの紹介があったこと、また、弊社では現地踏査報告や経年変化比較等で使用しており馴染みがあったことが理由に挙げられる。

VRツアーの標準機能は、Google社のストリートビューをイメージするとわかりやすい。ストリートビューでは、路線上に配置された複数の球面パノラマ画像を「次の地点」へ移動しながら閲覧するか、全体図から任意のポイントを直接閲覧することができる。

今回使用するVRツアーも球面パノラマをベースとするが、注記の書き込みや、PDF・画像・動画を埋め込むことができる。三次元モデルや点群データの表示については直接はサポートされないが、外部サービスのリンクを埋め込むことで、一元管理が可能となった(図4)。

VRツアーはネット環境にも対応しており、URLを送付するだけで共有でき、発注機関のほか、県庁本課・学識経験者・施工業者・査定官らが、机上で現地の状況を共有することが可能となる。初見であった県の監督職員からも紙図面では難しい崩壊時の動画の掲載を要望され、活用案を積極的に提示できるような、取り入れやすい仕組みとなっている。

(2) 360度パノラマ画像の撮影

球面パノラマのメリットは、ユーザが見たい方向を自由に表示できることにある。通常の写真の「もう少し左側の状況を見たかった」「写真が近づきすぎていて位置関係がわからない」が無くなるのだ。撮影方向図は不要となり、動画にて連続性を把握していたシーンも、画像という小さい容量でのデータの共有に置き換わる。最近では、球面パノラマに文字や絵を書き込めるブラウザサービスもあり、汎用性が高まっている。(図5)

球面パノラマの撮影機材は、空中と地上で使い分けている。空中球面パノラマは、Matrice300RTK(DJI社)にH20カメラレンズを搭載し、自動撮影合

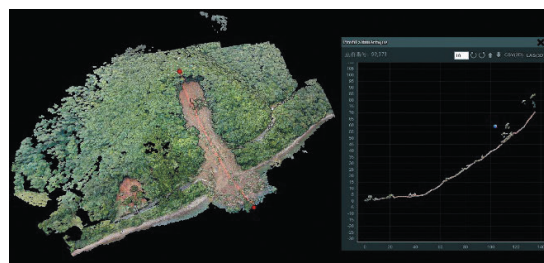


図3 TEC-FORCEが観測した初動調査時の点群モデル



図4 プラットフォームとなるVRツアー



図5 球面パノラマの効果

成機能を用いて撮影した。これは撮影ポイントに移動させた後、シャッターボタンを押すだけで、複数方向の写真を自動で撮影後に内部処理で合成したパノラマ画像が保存される機能となる。撮影からパノラマ作成までは2分ほどで完了するため、1回の飛行で複数ポイントを撮影可能である。崩壊地の高い位置でも全体の状況を把握することができる。

地上撮影は、UAVで自動撮影できない樹木下や構造物周りの撮影も想定されるため、ハンディタイプの360度撮影カメラ画像を使用した。これを最大延伸7m級の自撮り棒に取り付けることで、通常撮影に手間取るアングルも安全に撮影できる。(図6)

(3) UAVレーザ測量

崩落範囲内を非接触で安全に観測する手法として、TSノンプリ観測・地上レーザ測量・UAV三次元写真測量・UAVレーザ測量が候補として挙げられたが、今回の地形では、斜面に正対に近い角度でレーザを照射でき、裸地・樹木下の双方を短時間で観測できるUAVレーザ測量が最適と判断した。

UAVレーザ測量は、オーダーメイドのUAVとなるAirFP-6X(エア・フィールド社)に、LiDARシステムとしてYellowScanVx20-300(Yellowscan社)を搭載して観測した。飛行コースはTrend-One(福井コンピュータ社)の三次元計測計画機能を用いて行い、樹木下も取得できるように点密度が200点/m²以上になる観測計画を立案した。

UAVレーザ測量では、位置合わせのために調整点が必要となる。後続作業となる用地測量等を考慮すると、公共座標と整合が得られる測量成果が望ましい。そのため調整点の設置には、公共座標で観測が可能なネットワーク型GNSS観測(単点観測法)を用いたが、今回は、事前にScanXにより現場内の上空視界を確保できる箇所が把握できていたため、配点計画をス

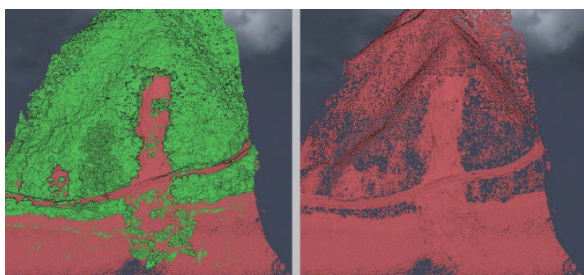


図7 UAVレーザ観測データ(右はグラウンド以外を除外)



図6 ハンディタイプの360度撮影カメラの撮影

ムーズに進めることができた。

(4) UAV写真計測

レーザは色を観測することができないため、通常はLiDARにカメラを組み込み、着色用の撮影を行う。しかし、通常の写真測量に比べると解像度が低下する等の不都合があるため、当社ではUAV写真計測を行って色付け用のオルソ画像を作成している。通常UAV写真計測では同時調整のために標定点が必要だが、撮影位置を後処理キネマティック方式で算出する精度ばち君(SkyLinkJapan社)を使用することで、標定点の設置を省略している。さらに、UAV写真計測を行うことで三次元モデルが副産物として生成されるが、モデルに写真ベースのテクスチャ画像が付与されるため、レーザによる点群では判読できないクラックや湧水部等が見つかる場合もある。

今回はZenmuseP1を搭載したMatrice300RTK(DJI社)を使用した。ここで、崩壊地の際部分を直下撮影すると樹木が被ってしまい写真に映らない可能性がある。そのため、オブリーク撮影機能という、カメラの向きを前後左右直下の5方向を巡回させながら撮影する機能を用いることで、極力死角を減らした三次元テクスチャモデルの作成を行った。

(5) クラウドビューワ

作成した三次元点群はウェブ経由で共有するため、Potree(オープンソース)を用いてブラウザ対応とした。三次元テクスチャモデルも同様にブラウザ対応とし、



図8 PPK×オブリーク撮影による三次元テクスチャモデル

パスワード制限を設けたうえでクラウドサーバ経由にてVRツアーから閲覧できるようにした。

(6) 点群データの補足

UAVレーザによる測量では、埋没物や水路の底高、またアスファルトの際などが把握できない。そのため補備測量を行い、点群データを補填する必要がある。今回は更に、倒壊した擁壁部などがUAVレーザで観測できないと判断し、トータルステーションにて補足を行った。

(7) 点群データによる微地形表現図の作成

地形起伏の判読は、3D点群や等高線図よりも、斜面方向に依存しない微地形表現図が有効である。今回は、QGIS（オープンソース）を用いてUAVレーザ点群よりDEM画像を生成し、ラスタ解析により傾斜陰影図と標高段彩図の重ね図を作成した。

ここで、UAV撮影にて崩壊頂部にクラクラしき地形を確認していたが、微地形表現図でも確認がとれたため、設計範囲を拡大して対応している。(図9)

(8) 崩壊土砂量の把握

被災地の測量は、施工業者による土砂撤去後に実施される。そのため、発生土砂量は実測時に把握できないことが多く、一般には崩壊前の想定地形や、国土地理院の5mメッシュデータ等を用いて推定している。

今回は、TEC-FORCEが初動調査時に作成したUAV写真計測データを入手していたため、当社の点群データと位置合わせを行ったうえで三次元差分計算を行い、崩壊土量を算出することができた。(図10)

4 今後の課題

デジタル査定に取り組む中で、以下の課題が抽出された。

- ・デジタル査定=三次元測量（三次元モデル）と取り違えているケースが散見され、「当社では対応が難しい」と辞退される事業者もあるようだ。三次元測量は必ずしも必要ではなく、VRツアーとハンディタイプの360度撮影カメラを準備するだけでも効果は大きいと考える。
- ・瀬戸内事務所のPCにてVRツアーと点群ビューワの動作が低速になる場面があった。今回は一時的なものであったが、PCスペックやビデオカードの性能、そのほか、無線LAN等の通信速度が問題になる場

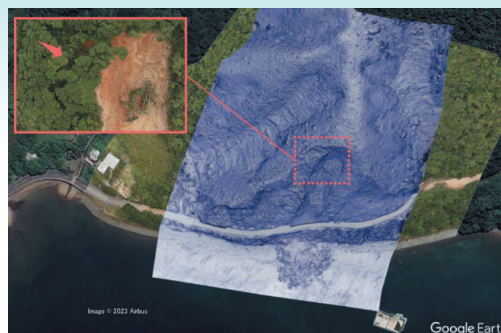


図9 UAVレーザの点群による傾斜陰影図

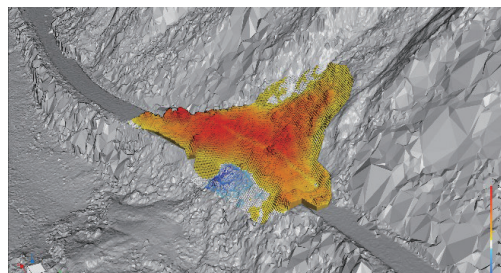


図10 初動調査時断面と測量時断面のメッシュ比較図

合がある。今後は、事前にサンプルデータを提供し、デジタル査定導入前にPCの動作確認を行っておくべきであろう。

- ・プラットフォームとしてのVRツアーも、複数案件に同時対応するためにはアカウントが複数必要となる。例えばPDFメーカーや点群ビューワを用いても、これに近いとりまとめは可能であると考え。被災の規模に合わせて使い分けが必要となる。

5 まとめ

本稿では、鹿児島県大島支庁瀬戸内事務所におけるデジタル査定への取組事例の紹介を行った。

プラットフォームをVRツアーとすることで、一元化管理ができ、かつ整備局に認められたことで自社所有の技術を満遍なく投入し、容易に、安全に、わかりやすい資料を作成することができた。

今後も整備局や県と共に、より良い使い方を見つけ、共有し、災害査定の最適化に寄与していきたい。

6 謝辞

本稿は『第5号道路災害復旧測量設計委託（花天1工区）』の成果の一部について整理したものであり、執筆に当たり鹿児島県大島支庁瀬戸内事務所様からご指導・ご協力をいただきました。ここに改めて御礼申し上げます。