

河川管理施設における点群データおよびメタバース利活用に関する一考察

(株) 建設技術研究所 正 会 員 ○平松 佑一

(株) 建設技術研究所 正 会 員 田頭 直樹

(株) 建設技術研究所 正 会 員 山脇 正嗣

1. はじめに

「河川定期縦横断測量業務実施要領・同解説」¹⁾が平成 30 年に改訂されるなど、近年では公共測量として航空レーザ測量による 3 次元点群データ取得が一般的になりつつある。それにより、測量作業の効率化や高密度の点群情報が取得可能などのメリットがあるが、点群データの活用用途は現状限定的である。また、近年ではプロジェクト PLATEAU でオープンデータ化された 3D 都市モデルなどを活用し、ビジネスやコミュニケーションが可能なメタバース空間の構築が実現しつつある。国土交通省九州地方整備局は「ゲームエンジンを用いた川づくりツールの操作マニュアル(案)」²⁾を策定し、多自然川づくりの基本計画段階において、より現実に近い完成イメージを作成・共有できるメタバースツールの構築方法を示すなど、建設分野においてもメタバースを利用するシーンが急増している。

本稿では、高密度な点群データの有効な利活用を目的として、河川管理施設の維持管理分野に展開した事例を報告する。さらに点群データから地形モデルを構築し、構造物モデルを配置する設計分野への活用といった BIM/CIM の推進に寄与する利活用方法を提案する。

2. 点群データの活用

(1) データの取得方法

1) レーザ測量

3 次元点群データの取得方法は大きく分けて、レーザ測量、フォトグラメトリがある。「河川定期縦横断測量業務実施要領・同解説」に規定されている河川の縦横断測量はレーザ測量である。ALB とよばれる陸域用の近赤外線レーザと水域用のグリーンレーザを用いた航空レーザ測深が採用されている。また、レーザ測量による地形把握は ALB の他に、車両に据付据付けて移動しながらデータを取得する MMS、地上に据付けて計測する方法などがある。静岡県では、ALB や MMS 等によって広範囲、高密度に取得した 3 次元点群データの蓄積を目的として「VIRTUAL SHIZUOKA」構想を掲げ、デ

ータを公開するなど、オープンデータ化の動きも進んでいる。

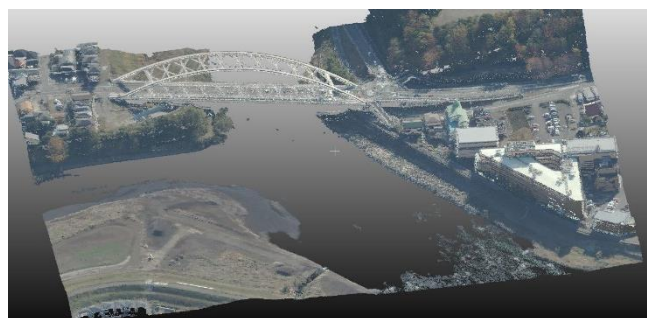


図-1 VIRTUAL SHIZUOKA の 3 次元点群データ描画例

2) フォトグラメトリ

フォトグラメトリは写真測量ともよばれ、画像から 3 次元モデルを再構成する三角測量の技術である。対象物を撮影した複数の画像からカメラの位置や姿勢と対象物上の対応点を算出し、3 次元点群を生成する。レーザ測量とは異なり直接位置座標を取得していないため、精度はレーザ測量に劣るが、写真撮影のみで点群生成が可能なためコスト面で優れている。景観検討や概略の地形把握など、使用用途によってはフォトグラメトリの活用が有効である。

(3) 点群データの新たな活用方法：異常検出

現状、直轄河川の河川管理施設の状態把握は、徒歩による目視で人が変状を発見・記録している。膨大な延長があるため、見落としや評価の誤りなどが課題であり、それに加えて地形の凹凸は目視発見が困難なことが多い。そこで本稿では、点群データを活用し変状を検出する方法を提案する。具体的には、点群の配置から平面を検知し、そこから逸脱する箇所を発見することで、地形の凹凸箇所である河川堤防の陥没や不陸、はらみだし、寺勾配、沈下などの変状検出を可能とした。

外れ値に影響されないモデル推定法である RANSAC を活用し、以下の手順で異常箇所を検知した。

- ・RANSAC により点群の配置から平面を検出
- ・検知平面から一定以上逸脱した点群を抽出

キーワード 点群データ、メタバース、堤防点検、異常検知、BIM/CIM

連絡先 103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町 2 丁目 14-5 KDX 浜町中ノ橋ビル 株式会社建設技術研究所 TEL.03-3668-4084

図-2 に点群データのうち、異常なしである平面上の点群を赤く、異常個所である平面を逸脱する点群を青くそれぞれ着色した。図中右側法肩付近で青色が円状に分布しており、モグラ塚のような凸部が確認できた。

今回提案した異常検出を既存の目視点検と組み合わせることによってより点検精度向上が期待できる。

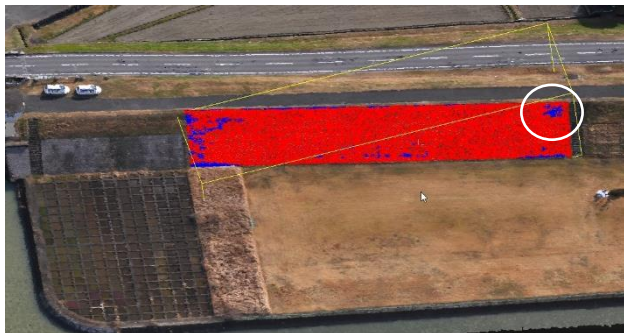


図-2 RANSAC による異常検出例

3. メタバースへの展開

点群データ同士を結合することによってサーフェスデータに変換可能である。現地地形が正確に3次元空間に再現されたサーフェスデータは、メタバースモデルとしてアバター同士でコミュニケーションが可能となる。合意形成ツール、設計業務への活用方法を以降に示す。

(1) 地形モデルの構築方法

1) 点群の間引き処理

膨大な点群データの効率的な処理は困難である。過密データを軽量化する方法として、最も簡便な方法は等間隔に間引くことである。ただし、断面変化点やエッジの情報が損なわれ、物体の外形が正確にモデル化できないことがある。他には、点群の配置から曲率を検出し、一定の曲率以上の点群は間引く対象から除外するなどの方法がある。しかし、膨大な点群の場合は曲率計算時の計算負荷などの考慮も必要であり、モデル化範囲を限定するなどの工夫が必須である。

2) TIN サーフェスの作成

点群データを三角形の格子状に結合した TIN データを構築し、点群から面データへと変換する。

3) ゲームエンジン・メタバースツールの利用

車や橋梁などの面データをオブジェクトに変換する作業や、面データとして作成した地形上をアバターが歩行可能にする作業は、ゲームエンジンで実行できる。代表的なゲームエンジンとして、Unity, UnrealEngine がある。また、ゲームエンジンで作成したモデルをメタバースツールにアップロードして、アバター同士がコミ

ュニケーション可能となる。代表的なメタバースプラットフォームとして VRChat, Cluster などがある。

(2) 想定される活用事例

1) メタバース現地踏査

設計業務や維持管理業務等で受発注者間の状況確認作業が実際に現地に行くことなくメタバース空間で実現できる。効率化につながるだけでなく、現地状況と紐づけたメモの追加や断面の切り出し、構造物の配置など、デジタル空間の特性を生かした活用も可能である。

2) 設計・施工支援 (3D 構造物図面の配置)

河川構造物設計では、3次元設計が推進されているが、地形横断などから地形を把握する場合、実際現地地形との不整合が懸念される。3次元の地形情報を正確にモデル化し、構造物の3次元設計図を配置することで上記を解消可能である。レーザ測量による地形把握は正確であるが、フォトグラメトリによる地形モデル化はドローンなどによる写真撮影のみで3次元モデルが構築できるため、概略設計においては2次元図面より高精度な土量の把握や擦り付け、端部処理設計が期待できる。図-3 は、フォトグラメトリから構築した地形モデルに3次元樋門モデルを設置した事例である。



図-3 構造物モデル（樋門）の設置例

4. おわりに

点群データの活用方法として、堤防点検の補助を目的に、RANSAC を活用して地形の凹凸から変状を検出する方法を提案した。また、3次元図面だけでなく、簡易に概略の地形把握が可能なフォトグラメトリによる3次元地形のモデル化事例を示した。今後の展開として、点群セグメンテーション技術を活用した物体の分類、自動オブジェクト化を検討する。

参考文献

- 1) 河川定期縦横断測量業務実施要領・同解説, 国土交通省水管理・国土保全局河川環境か河川保全企画, H30.4
- 2) ゲームエンジンを用いた川づくりツールの操作マニュアル (案), 九州地方整備局, R4.10