

映像を利用した3D再構築モデルの活用

Utilization of 3D reconstruction model using photo images

(株)環境風土テクノ
(株)堀口組
立命館大学
(株)環境風土テクノ
立命館大学

○正員 本田陽一 (Yoichi Honda)
正員 西川充(Mitsuru Nishikawa)
正員 横山隆明 (Takaaki Yokoyama)
正員 須田清隆 (Kiyotaka Suda)
フェロー 建山和由 (Kazuyoshi Tateyama)

1. はじめに

一度に大量の3次元座標を取得することができる点群データは、CIMやICT土工などにおける3次元モデルの必要性の高まりもあり、土木分野においても様々な場面で活用されてきている。

本工事においては土工の施工確認を主な目的として、写真画像を利用した3D再構築による点群データの取得を行った。その結果、大きな負担なく比較的詳細な3D情報を得ることができた。

なお、本報告は国土交通省「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的術の導入・活用に関するプロジェクト対象技術I」において試行されている「映像による仮想臨場を活用した効率化工法(visual-construction)」の一部として実施した結果を報告するものである。

2. 工事概要

本工事は、平成24年4月に発生した一般国道239号苫前郡苫前町古丹別市街より約20km東寄りに位置する苫前郡苫前町字霧立(KP=144.2付近)で、上り車線側斜面からの地すべりに伴う対策工事の一連の工事である。

本地域の地質条件は、わずかな応力開放によりスレーキングを起こしやすい泥岩と挟み層として存在する凝灰岩質粘土層があり、崩壊を起こしやすい特徴がある。

写真画像による3D再構築は、本工事のうちトンネル坑口掘削部を対象とした。

3. 3D再構築の方法

点群データの取得にはレーザースキャナーを用いるアクティブな方法とUAV等により撮影したパッシブな写真画像から生成する方法などがある。前者は高精度が期待できるが、一般的に費用および計測時間がかかることから高頻度を利用することは難しい。一方、後者の写真画像による方法は比較的容易にデータが取得できるが、測定精度はレーザースキャナーに比べ低い。

本工事では積雪期に入るまでの短期間で施工を終了する必要があることから、写真画像を利用した手法を用いた。また、計測の対象とした掘削部はおよそ50m×30mの領域であり地上から対象域全体を視認できることから、UAVは用いずに地上から汎用のカメラによる撮影とした。

写真画像から点群を作成する方法は多くの研究があり、オープンソースとして公開されているソフトウェアも多い。ここでは3Dデローニメッシュを作成できるMeshroom¹⁾により再構築を行い、可視化には

CloudCompare および ParaView を用いた。

写真撮影は掘削施工中、1～3週間毎に行った。撮影には汎用のミラーレス一眼カメラ(12M)およびアクションムービーカメラ(12M)を用いた。撮影地点は対象域の外周とし、できるだけ等間隔の地点から対象域内を撮影した。アクションムービーカメラは超広角レンズを用いているため、1地点1枚の画像としたが、ミラーレス一眼カメラでは対象地域全体をカバーできるように1地点で3～4枚撮影した。1回の撮影枚数は150枚から600枚となった(写真1参照)。1回の撮影に要した時間はおよそ30分、3D再構築の計算時間はおよそ1日であった(i7-7700K、GeForce GTX 1050)。



写真1 施工ヤード前景（左）、掘削のり面（右）

4. 3Dモデルの活用

1) 地形形状の再現

図1および図2に再構築された3Dメッシュデータを示す。図1はミラーレス一眼カメラによるもの、図2はアクションムービーカメラによるものであるが、いずれも掘削形状をよく再現している。また、メッシュにテクスチャがレンダリングされており、形状だけでなく土質の違いの認識も可能である。なお、掘削作業中に撮影を行っているため、稼働中の重機のアーム等は再現されていない。



図1 3D再構築結果（2018年10月23日）



図2 3D再構築結果 (2018年11月14日)

2) 形状差分

図3は図1および図2のモデルの差分をとり、3週間の施工における地形変化をカラーコンターで示したものである。作業中の撮影であったために重機部の抜けがあるが、重機を移動した後に撮影することにより土量の管理も可能となる。

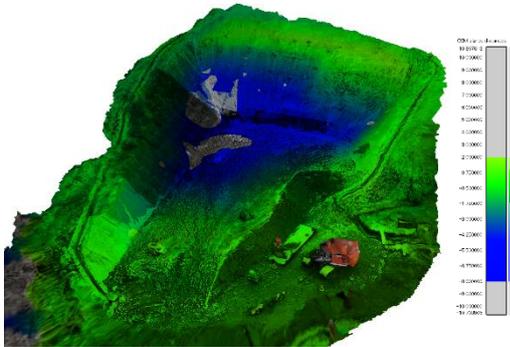


図3 10月23日と11月14日の差分

3) CADデータとの比較

図4はCADデータから作成した3Dモデルの標高分布表示である。3D再構築ではCADデータに比べ詳細な形状再現が可能であることがわかる。

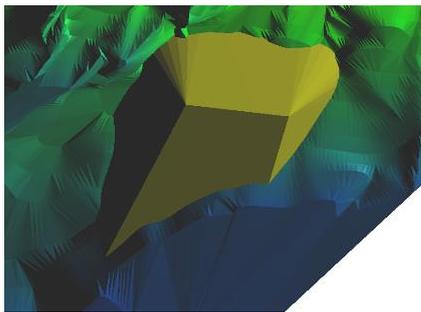


図4 CADデータから構築した3Dモデル

4) 地質の評価

以上のように精細な3D再構築モデルにより細部形状まで確認することができることから、掘削面の地質評価にも利用できる可能性がある。図5は掘削法肩部(図1の右上部)を拡大表示したものであり、図6はさらに地形勾配をカラーコンターで示したものである。この法面の一部はこの撮影の後、夜間にゆっくりとした崩落を起こした。この崩落の様子は24時間連続撮影している定点カメラによりとらえられている。図5内にその時の崩

落部を示す。3D再構築モデルからも互層に弱層部が存在することが確認できる。これにより3D情報として地層情報を記録することが可能であり、今後の施工および維持管理において有用な情報となることが期待できる。

図7はこの法面形状の平面性を評価したものである。a.、b.、c.は法面を水平面に投影したときの高さ、勾配、曲率である。面の形状からも弱層部をある程度判別することができる。d.は形状評価に影響するメッシュサイズをみたものであり、法尻付近の一部を除き十分に精細なメッシュが形成されていることが確認できる。

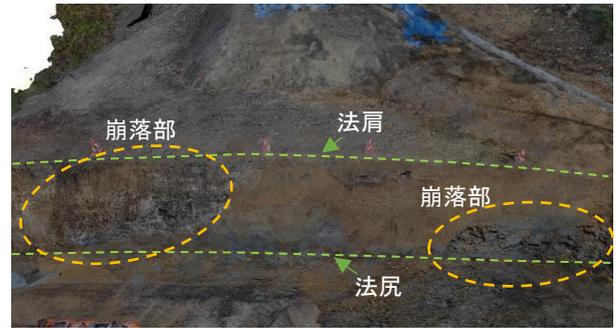


図5 法面部拡大 (2018年10月23日)

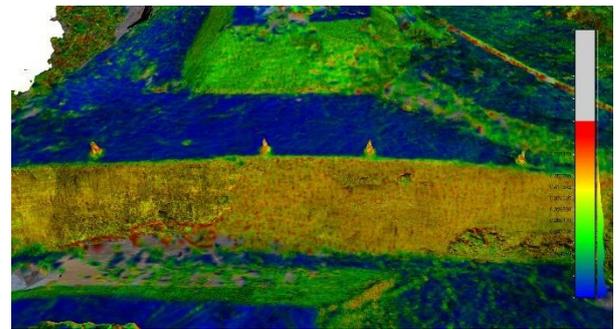


図6 法面の勾配表示

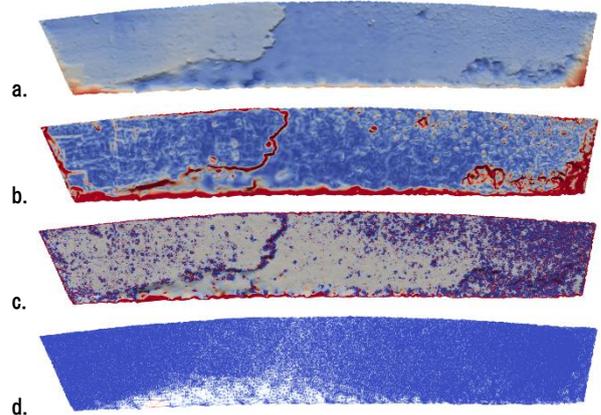


図7 法面部の評価

a.基準面からの高さ、b.基準面に対する勾配、c.曲率、d.メッシュサイズ

5. まとめ

地上から撮影した写真画像を用いた3D再構築モデルを、土工の形状・進捗確認、法面の土質評価・記録などに活用した。今後は、効率的な撮影の手順や形状の数値的評価(面の荒さ等)を検討していく必要がある。

参考

1) <https://alicevision.github.io/>