

全方位カメラ映像による建設現場での3次元点群モデル作成と適用性の検討

Creation of 3D point cloud models at construction sites using omnidirectional camera images and investigation of their applicability

白石慶至¹, 羽柴秀樹², 園部雅史²Keiji Shiraishi¹, Hideki Hashiba², Masashi Sonobe²

Abstract : In this study, a method for creating a 3D point cloud model using omnidirectional camera images was examined. A model was created using GoProMax and Agisoft Metashape for a high-speed filtration pond construction project in Tsuchiura City, Ibaraki Prefecture. The depictability of the 3D model in the direction of travel and in the vertical direction of the shooting was examined, and a certain degree of good depictability was confirmed for various ground surface conditions. However, issues for improvement, such as distortion of the model due to the shooting range, were also identified. In the future, optimization of shooting methods and routes, improvement of the accuracy of the omnidirectional camera, and applicability to social infrastructure structures will be considered.

1. はじめに

ICT 施工の普及により、建設現場における効率化が求められている中、3次元点群モデルは重要なツールである。特に地上撮影の写真画像から3次元点群モデルの構築するフォトグラムメトリ手法は有効な手段の一つであり、その効果についてこれまでに種々報告されている。また、写真撮影を簡易型の全方位360度カメラで連続的に動画撮影し、その画像データから3次元点群モデルを作成する手法がこれまでに提案され、建物の描写、再現性について検討が加えられている。しかしながら、その精度評価手法については、改善の余地があると同時に、インフラを中心とする社会基盤構造物や自然災害時の被災地の状況の迅速な調査への適用性などについて十分な検討はなされていない。

本研究は、実際の社会インフラ施設の施工現場において、杭基礎の設置工が完了している初期の状況に対して、全方位カメラ撮影情報によって生成される3次元モデルでの杭位置の描写性、位置測定精度の把握を検証し、実際の建設現場における本手法の適用性や有効性を評価することを目的としている。本報告では事前調査における現地状況の3次元モデルの描写性について初期的な検証を行い、考察した。

2. 研究方法

2.1 対象構造物

茨城県土浦市大岩田に位置する高速砂ろ過池築造工事を対象領域として選定した。令和5年12月に着工し、令和6年9月現在、基礎工事が行われ、工事敷地内に247本の杭が打設されている。今回の撮影時は被覆土で一時的に埋め直しが施されている状態である。そし

て、9月から10月にかけて杭を地表に再露出させ、その上に躯体施工の工事を行い、11月から躯体工の施工期間に入る予定である。工事の進行に伴い、杭の打設位置の精度評価を実施することが必要事項であり、杭配置の3次元モデル描写や杭位置の精度評価への本手法の適用性を検証することも今後の目的とし、その予備調査を今回実施した。本研究では、撮影方法の事前検証を行い、現場でのデータ収集特徴の把握と、3次元モデル生成の予備的な検証を実施した。



Figure 1. Satellite photographs of the area of interest

2.2 使用機材・アプリケーション

360度カメラは、GoPro社のGoProMaxを使用した。3次元点群モデルの作成には、デジタル画像の写真測量処理と3D空間データ生成が可能であるAgisoft Metashapeを利用した。

2.3 360度カメラでの撮影方法

360度カメラは、180度撮影が可能な2つのカメラを搭載し、その映像を合成することで360度撮影を可能にしている。撮影方法は、対象領域を30mほど通常の歩行速度で直進し、カメラを約1.5mの高さに手持ちして撮影を行った。撮影動画からフレームアウトしたここでの画像数は46枚で、約0.6mに1枚の間隔でフレームを取得している。



Figure 2. Framed 360 photos

2. 4 360度カメラ情報からの点群処理方法

撮影した動画映像の各フレームのシークエンスを画像に出力した。その後、シークエンスを3次元的に推定するアライメント処理、描写性を向上させる処理高密度クラウド処理を行った。最終的に、点群モデルをメッシュに変換して3次元点群モデルを作成した。

3. 3次元点群モデルの描写性の評価

描写性について1. 進行方向, 2. 横断方向, 3. 地物, 4. 改善点について考察した。

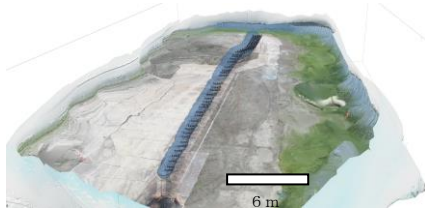


Figure 3. Created 3D model

3. 1 進行方向の描写性

Figure4においてa)が現地の写真, b)がモデルであるが, 白線及びわだち掘れがモデル内で確認でき, 直線の描写性に加え, 深さ3cm程度の立体的な深さが確認された。

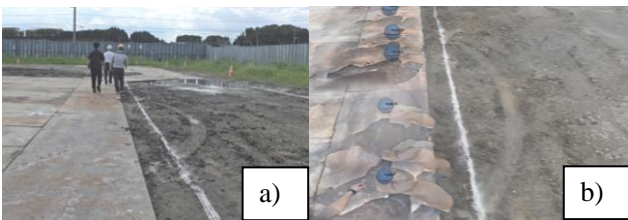


Figure 4. Depiction of white lines and ruts

3. 2 横断方向の描写性

Figure5は鉄板が現地地盤上に敷き詰められており, 鉄板1つの寸法は縦約1.5m, 横約6mである。このことから, 青い球体が撮影した場所を示しているが, 進行方向の横断方向に関して3~6mの幅内では鉄板の形状等がおおむね描写がされている。鉄板の中心には鉄板移動のための仮設穴がついており, その形状が黒点で撮影されており, 鉄板ごとのその並びもほぼ直線状に描写されている。しかしながら, 撮影の中心線から横断方向に6mを超えると3次元モデルに歪みが生じ, テクスチャが歪んでいることが確認できる。

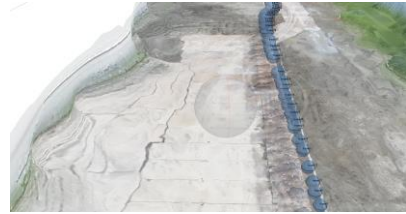


Figure 5. Texture distortion

3. 3 地物の描写性

Figure6左のa)は進行方向からみて横断方向に3次元モデルを表示しており, 右のb)では, 進行方向と同じ方向から3次元モデルを描写した結果である。比較すると, コーンの形状が視線方向によって歪みがあり, 横断方向視線の3次元モデル描写がこのような微小地物の再現には歪が少なく描写できる傾向が認められた。

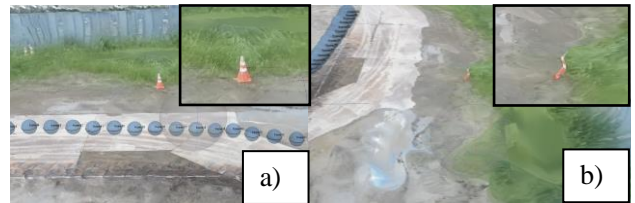


Figure 6. Color cone distortion

3. 4 改善点

今回は直進方向に撮影したため, 左右の歪みが顕著に表れた。撮影方法の改善として, 撮影者が映らないようにさらに高い位置で撮影されることが望まれる。さらに, フレーム間隔にばらつきがあることから, 歩くスピードや映像の手振れ等の抑える必要がある。

4. おわりに

全方位カメラ映像を用いて土木施設対象領域の3次元点群モデルを作成する手法を検討した。高速砂ろ過池築造工事を対象に, GoProMaxとAgisoft Metashapeを使用してモデルを作成した。直進方向に撮影することで, 3次元点群モデルの描写性について考察された。今回の考察を基に, 対象領域の撮影方法やルートを検討を行う必要があり, 全方位カメラの精度向上と社会基盤構造物への適用性の検討が望まれる。

5. 参考文献

- [1] 皆川ら：全方位カメラ映像による構造物の3次元点群モデルの作成手法の検討と精度検証, 令和5年度第67回日本大学理工学部学術講演会
- [2] 国土交通省：ICT施工の取組状況, <https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/content/001631853.pdf> (最終閲覧日: 2024.9.17)
- [3] 株式会社 PASCO: MMS(モービルマッピングシステム)で道路周辺の3次元測量, <https://www.pasco.co.jp/products/mms> (最終閲覧日: 2024.9.17)