1ZG-01

3次元点群データを基盤とする建設施工情報システムの実践

山口　愛加†　　安室　喜弘‡　　窪田　諭‡

関西大学大学院　理工学研究科†　　関西大学　環境都市工学部‡

1. はじめに

国土交通省は，建設施工現場への ICT の導入と 3 次元データの活用を目指しているが，中小規模工事での導入コストの投資に見合わないことから，都道府県・政令市の ICT 活用工事の実施状況は全体の約 3 割に留まっている．また，建設現場は多種多様であり，現場状況を把握する 3 次元データや点群データの取得に統一的な手法を用いることは困難である．現場の ICT 技術の活用に関する研究は多いが，データは個々の現場内で収集・活用され，社会基盤施設の調査・計画，設計，施工，維持管理の各事業段階は異なる業者が行うため，各事業段階を超えたデータの活用方法は確立されていない．

本研究では，建設施工現場において 3 次元データを流通し利用することを目的に，建設施工情報システムを提案し，3 次元点群データを用いる工程管理，品質管理と安全管理のユースケースにおいて施工情報の計測・処理・管理・活用を実践する．

2. 施工情報に関する現状と課題

建設事業において 3 次元点群データの取得や 3 次元データの活用が増えている．神﨑 [1]は，建設現場における 3 次元モデルの作成手法を選択した経緯を明らかにし，計画・施工・維持管理段階における有効な活用方法と導入効果を示したが，計画から施工，施工から維持管理におけるデータの受け渡しやその効果については述べられていない．藤田ら [2]は，点群データへの属性付与方法を提案し，設計・施工・維持管理の各段階に適用しているが，データの運用を考慮した点群データのデータ容量，形式などの検討を行っていない．そのため，施工から維持管理へのデータの受け渡しや段階間のデータの活用方法を示す必要がある．

Practice of construction information system based on three-dimensional data
†Aika Yamaguchi
Kansai University Graduate School
‡Yoshihiro Yasumuro and Satoshi Kubota
Faculty of Environment and Urban Engineering, Kansai University

3. 建設施工情報システムの考察

本研究で実践する 3 次元点群データを基盤とする建設施工情報システムを図 1 に示す．建設現場で構造物の形状の変化や建機と作業者の行動のデータを取得し，3 次元データとして蓄積する．取得したデータの変化の速さに応じて動的情報と静的情報とに分類し，それらのデータ構造を定義 [3]した．取得したデータは，二時期のデータの差分による進捗状況，建機や作業者の移動の可視化，および，施工作業の見直しに活用される．

建設施工情報システムを情報システムの定義に基づいて考察する．建設施工段階において，建設現場の計測による情報の収集，収集したデータの処理，データの管理による伝達，業務での活用というプロセスが実施される．施工・維持管理が行われるごとにこのサイクルが繰り返され，情報が蓄積される．施工前，施工中・施工後，維持管理の各工程が終了し次の段階に進む際に，必要なデータを受け渡す．

4. 建設施工情報システムの実践

本研究では，3 次元点群データ，バイタルデータや映像などの取得されるデータを用いて施工現場の状況を把握することに重点を置き，工程管理，品質管理と安全管理のユースケースを考案し，建設施工情報システムを実践した．

データの計測では，様々な機器を用いてデータを取得した．地上型レーザスキャナを用いて

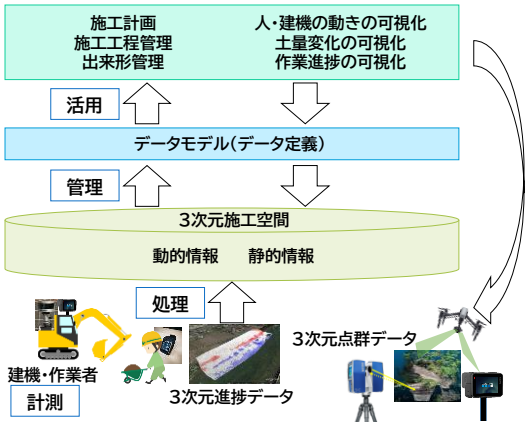

図1　建設施工情報システムの構想

Copyright ©2023 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

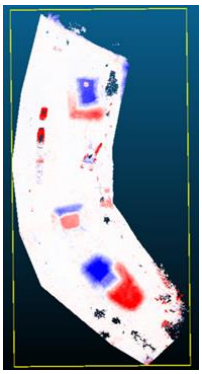

図 2　施工進捗の可視化

図 3　取得した映像の表示

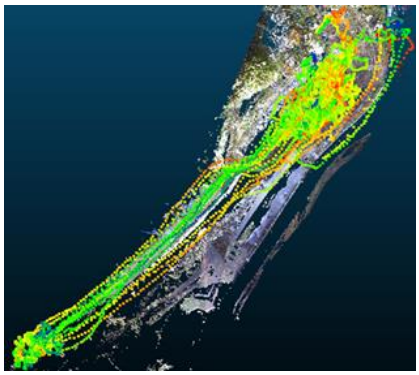

図 4　作業員の位置情報を重畳

施工現場の地形の 3 次元点群データを，UAV（Unmanned Aerial Vehicle）を用いて施工前後の形状の映像を計測した．作業員が装着したスマートウォッチから作業員の位置と心拍数を計測した．作業状況の記録や施工中の重機の稼働状況，作業員の移動状況を把握するために，ビデオカメラと全天球カメラによる定点映像，および重機と作業員のヘルメットに取り付けたアクションカメラによる映像を撮影した．

データの処理では，取得したデータから施工現場の 3 次元点群データを構築した．複数箇所から計測した地上レーザスキャナによる 3 次元点群データは結合し，UAV で撮影した映像から SfM/MVS（Structure from Motion/Multi-View Stereo）処理によって 3 次元点群データを構築した．

データの管理では，データ特性と取得頻度の分類に基づき，施工現場で取得したデータのクラス図を UML（Unified Modeling Language）の表記に則り作成した．

データの活用では，ユースケースを実践し，その実現可能性を検証した．工程管理では，二時期の 3 次元点群データから作業進捗の可視化を検証した．絶対座標を付与した 3 次元点群データを基準として，施工前後に取得したデータを点群データ編集ソフト CloudCompare 上で重畳した．施工前後の点間距離を計算して，図 2 に示すカラー表示によって土量変化を可視化し，現場状況の変化を視覚的に把握できる．

品質管理では，施工不良や不備が発生した際に，取得したデータを基に当時の状況を再構築し，施工ミスが発生した原因を特定する．データ取得時の現場状況を再構築するために，3 次元可視化ソフトウェア TerraExplorer 上で，取得した映像を 3 次元点群データ上に撮影位置と撮影向きを基に配置し再生した（図 3）．複数視点の映像を同時に再生し，単一のカメラでは確認できない場所を他の映像で補え，施工手順の詳細な記録として用いられる可能性がある．

安全管理では，作業員の体調の把握のため，作業員の位置と心拍数を可視化した．CloudCompare 上で作業員の位置情報を座標値とし，心拍数の値に応じて RGB を変更して 3 次元点群データとした．これと施工現場の 3 次元点群データとの重畳結果を図 4 に示す．これにより，作業員の移動軌跡と同時刻の心拍の傾向を 3 次元空間上で把握できる．また，作業現場全体からみたその地点の心拍数の変化傾向から，作業員に負担がかかる作業を大まかに把握できる．

3 次元点群データを基盤として施工現場で取得した形式の異なるデータを一元管理することにより，施工現場で発生する膨大な量のデータを管理できると考える．

5. おわりに

本研究では，3 次元データを流通し利用することを目的に，建設施工情報システムを提案し，工程管理と品質管理，安全管理のユースケースにおいて実践した．今後は，複数の現場での実践を行い，建設施工情報システムの有用性を評価する．

参考文献

1）神﨑恵三：建設生産システムへの 3 次元モデルの活用計画・施工・維持管理への活用事例，土木学会論文集 F4（建設マネジメント），Vol.73，No.4，pp.I_55-I_63，2017.
2）藤田陽一他：属性を付与した道路点群データの建設ライフサイクルでの利用，土木学会論文集 F3（土木情報学），Vol.70，No.2，pp.I_144-I_151，2014.
3）山口愛加他：3 次元点群データを基盤とする施工現場デジタルツインの検討，土木情報学シンポジウム講演集，土木学会，Vol.47，pp.277-280，2022.

Copyright ©2023 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.