

1ZJ-02

土木施工現場デジタルツインを志向した 現場情報の定義と利活用について

田中 友悠† 山口 愛加‡ 窪田 諭†

関西大学 環境都市工学部† 関西大学大学院 理工学研究科‡

1. はじめに

建設事業においては、国土交通省がICTを導入することにより土木施工現場の生産性の向上を図る i-Construction の取り組みを推進している。土木施工分野では、現場の進捗や環境情報などの取得データを定義し施工空間を可視化することで、安全管理、品質管理、施工不良の原因究明などへの利用が可能となる。都市空間においては、現実空間とサイバー空間を連携するデジタルツイン構想が志向されているが、土木施工現場においてデジタルツインを実現するための方法論は明らかではない。先行研究^[1]では、インフラマネジメントへ4D BIM(Building Information Modeling)の概念を導入しているが、施工現場の日々の進捗、現場の状況を保存し管理する取り組みは少ない。本研究では、施工現場で取得可能なデータを考察し三次元空間化に用いるデータを定義して、施工中または施工後に作業進捗を確認できる三次元点群データを基盤とするデジタルツインを検討する。

2. 施工におけるデジタルツインの定義

本研究におけるデジタルツインは、図1のようにデータの変遷を蓄積していくデジタルスレッドの考えに基づき、施工現場において日々の進捗や工事の記録を収集し続けることで、そのデータを基にデジタル上に三次元の施工現場を構築するものである。現場へのフィードバックとして、日々の蓄積されたデータを表示し、施工計画などに活用することができるものとする。施工現場の特性を以下に示す。

- 基盤となる地形データが、工事により日々変化する。
- 重機と作業員が常に移動している。
- データ取得範囲が工事区域内に限定される。

Definition and Utilization of construction information for Digital Twin of Civil Engineering Site
 †Tomoharu Tanaka and Satoshi Kubota
 Faculty of Environment and Urban Engineering, Kansai University
 ‡Aika Yamaguchi
 Graduate School of Kansai University

本研究では状況が常に変化する現場特性から、自動運転でのダイナミックマップ LDM(Local Dynamic Mapping)をサイバー空間(仮想空間)に可視化し、現実空間(物理空間)と連携するデジタルツイン構想が志向されている。

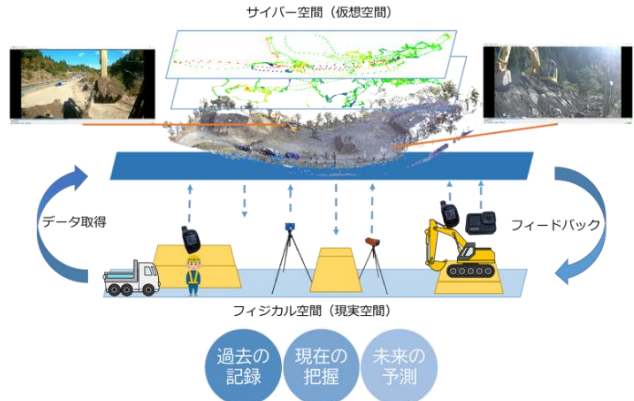


図1 土木施工現場デジタルツインのイメージ



図2 施工現場で収集されるデータのクラス図

ynamic Map)^[2]におけるデータ階層を参考に、そこで取得されるデータが常に最新となるよう、各項目に対して取得頻度を定義した。例えば、作業員位置情報などの自動的に収集されるセンシングデータは秒単位、現場の地形を可視化する三次元点群データなど人が取得するスキャンデータは日次単位などの取得とした。取得すべきデータについては国土交通省の要領を基に、図2に示すクラス図を作成した。ここで定義したデータは施工現場から取得し蓄積して、施工終了後に施工実態を調査するだけでなく施工中の現場への活用も期待されるものである。

3. 取得データの可視化と利活用

土木施工現場デジタルツインでは、三次元点群データを基盤として座標軸による重ね合わせによりデータを表示する。三次元点群データには絶対座標を付与し、他のデータを重畳できるようにする。デジタルツインにおける三次元点群データ、行動データ、映像など取得されるデータについてのユースケースを設定し、活用場面を考案した結果を例示する。

- 三次元点群データ：施工中の日々の記録として取得することにより、作業進捗の把握とトラブル発生時の原因特定を行う。
- 作業員の作業ログ：位置情報の重畳表示により、作業員の位置関係や心拍が上昇する作業の推察、作業量を可視化する。
- 映像データ：作業員の入退出の把握、動作分析、撮影時の状況、進捗を確認する。

4. 実現現場における施工情報の取得と処理

作成したデータ定義に沿って、デジタルツインに必要なデータを表示する際の課題を明らかにすることを目的とし、2021年11月1日~4日に岐阜県揖斐川町の仮想現場で盛り土造成工事を行い、実現現場と合わせてデータを取得した。仮想現場での土工を想定した盛り土の移動、および実現現場での道路改良工事中の二場面について、ビデオカメラと全天球カメラによる定点映像、作業員のヘルメットに装着したアクションカメラによる映像、スマートウォッチによる心拍と位置情報および造成前と後の2種類の三次元点群データを取得した(図3)。現場で取得したデータは相対座標を持つため、取得した点群データと作業員の位置情報に平面直角座標7系による座標変換を行い、点群データ編集ソフト CloudCompare上で可視化した(図4)。現場でのデータ取得より、日次を想定した高頻度取得は、スキャン位置の選定と三次元スキャンに時間を要すること

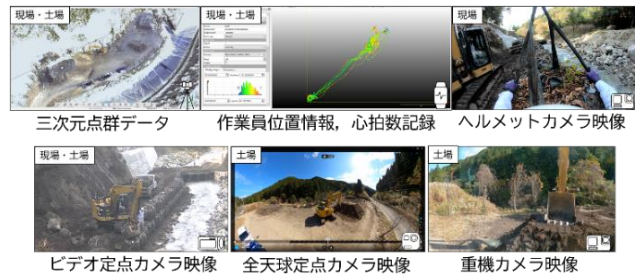


図3 取得したデータ一覧

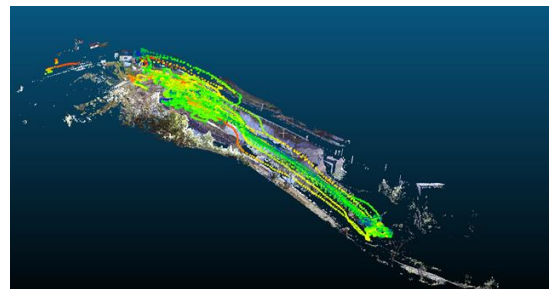


図4 三次元点群データに作業員の位置情報を重畳



図5 ヘルメットカメラ映像から作成した三次元点群データ

から、実現現場では困難である課題が判明した。これを解決する手段として、作業員に取り付けたヘルメットカメラ映像により SfM(Structure from Motion)を用いて三次元点群データを高頻度に作成する手法(図5)が有効である可能性が示唆された。

5. おわりに

本研究では、土木施工現場デジタルツインの実現を目的として施工現場で取得したデータのユースケースや利活用における課題を示した。

参考文献

- [1] Wang, H. J. et al, "4D dynamic management for construction planning and resource utilization", Automation in Construction, Volume. 13, Issue. 5, pp. 575-589(2004)
- [2] ETSI TR 102 863 V1. 1. 1: Intelligent Transport Systems(ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Local Dynamic Map(LDM); Rationale for and guidance on standardization