



Title	センシングデータを用いた4D施工管理システムの高度化に関する研究
Author(s)	高尾, 篤志
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/103089
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 高 尾 篤 志 ）

論文題名 センシングデータを用いた4D施工管理システムの高度化に関する研究

論文内容の要旨

本論文は、建設工事におけるセンシングデータを用いた4D施工管理システムの高度化に関するもので、IoT（Internet of Things）センサにより取得したセンシングデータを活用し、施工進捗に伴うセンサの計測値の変動を誤認せずに可視化できる4Dモデル・センサ施工管理（4DSCM：4D model Sensor Construction Management）システムおよび自動的に盛土工事のトレーサビリティデータを作成可能な土砂トレーサビリティ管理システムを提案するものである。本論文は、以下に示す6章から構成される。

第1章では、研究の背景として、国内建設業の労働者不足に対する国土交通省の方策を挙げ、ICT（Information and Communication Technology）やIoTセンサの導入により、生産性向上の効果が見られる一方、活用の際には、センシングデータ以外の施工管理上のデータとの関連付けが必要である点、盛土工事におけるトレーサビリティを確保するにあたって、IoTセンサなどによる自動的なデータの取得が必要である点、取得したデータに検索性を持たせ可視化する必要がある点を挙げた。また、研究の目的を、IoTセンサやICT機器から取得されるデータと4D BIM/CIMモデルを統合した4D施工管理システムにより、建設現場における進捗管理、品質管理および安全監視の精度向上と効率化を行う手法を提案し、実現場における検証を通じて建設現場の生産性向上に寄与することであることを述べた。

第2章では、IoTセンサのデータとBIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）の統合、建設分野のトレーサビリティ、土工事の管理に関する既往の研究をまとめ、4D BIM/CIMモデル上におけるセンサの移設などを含む施工段階のセンシングデータの可視化による計測管理業務の高度化と、IoTセンサにより取得したセンシングデータを用いた盛土工事のトレーサビリティ管理によるトレーサビリティデータの検索性の向上および施工進捗を含む可視化の観点において、本論文の新規性を示した。

第3章では、4DSCMシステムの構成を説明し、工事進捗により施工場所の状況が変化の中で、センシングデータを工事進捗と合わせて一元管理し、センサの移設が発生する施工状況の中でも円滑な情報共有を可能とする手法として、4D BIM/CIMモデルと工程データ、センシングデータを関連付ける方法論をまとめた。また、提案した4DSCMシステムを鉄道近接工事における函体構築工事に適用し、効果を検証した。4D BIM/CIMモデルと連動してセンシングデータを管理することで、センシングデータの変動要因を円滑に確認できることを示した。

第4章では、4DSCMシステムに蓄積した複数の種類、複数の位置のセンサのセンシングデータの統計分析を行った。センサを計測項目、設置位置により分類し、センシングデータ間の相関関係を示した。分析結果をもとに、センシングデータの変動発生時に実施されていた作業状況との関連性を調査し、施工現場における設置済みセンサのセンシングデータを基にした将来的なセンシングデータの変動の予測の可能性を示した。

第5章では、土砂トレーサビリティ管理システムの構成について説明し、ダンプトラックのセンシングデータとICT土工において取得される転圧施工履歴データを使用してボクセルモデルによる盛土工事のトレーサビリティデータを作成する方法論をまとめた。また、土砂トレーサビリティ管理システムを工業団地の造成工事において適用し、効果を検証した。土砂運搬のダンプトラックにセンサを取り付け、トレーサビリティデータが自動的に作成できることを確認し、従来の盛土工事のトレーサビリティ管理と比較して、管理作業に必要な労力が削減可能なこと、検索性のあるトレーサビリティデータによる管理の高度化を示した。

第6章では、本論文の結論をまとめた。本論文で提案した4DSCMシステムは、4D BIM/CIMモデル上における工事進捗とセンシングデータの一元管理を実現でき、施工管理におけるIoTセンサのセンシングデータの活用を容易なものとした。また、土砂トレーサビリティ管理システムは、センシングデータにより盛土工事のトレーサビリティデータを自動作成でき、盛土工事の品質管理として求められるトレーサビリティの確保の効率化が可能であることを示した。今後の課題として、センシングデータの4D BIM/CIMモデルへの反映のリアルタイム性の向上、ダンプトラックのセンシングにおける検知精度の向上およびセンサの設置労力の削減を進めるとともに、センシングデータを活用した施工管理システムの適用可能な工種の拡大による生産性向上を挙げた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (高 尾 篤 志)			
論文審査担当者	(職) 氏 名		
	主 査	教授	矢吹 信喜
	副 査	教授	紀伊 雅敦
	副 査	准教授	福田 知弘

論文審査の結果の要旨

本論文は、建設工事におけるセンシングデータを用いた 4D 施工管理システムの高度化に関するもので、IoT(Internet of things) センサにより取得したセンシングデータを活用し、施工進捗に伴うセンサの計測値の変動を誤認せずに可視化できる 4D モデル・センサ施工管理 (4DSCM: 4D model Sensor Construction Management) システムおよび自動的に盛土工事のトレーサビリティデータを作成可能な土砂トレーサビリティ管理システムを提案するものである。本論文は、以下に示す 6 章から構成される。

第 1 章では、研究の背景として、国内建設業の労働者不足に対する国土交通省の方策を挙げ、ICT (Information and Communication Technology) や IoT センサの導入により、生産性向上の効果が見られる一方、ICT 機器や IoT センサのより取得される膨大なデータ処理に労力を要する点、センシングデータ以外の施工管理上のデータとの関連付けが必要である点、盛土工事におけるトレーサビリティを確保するにあたって、IoT センサなどによる自動的なデータの取得が必要である点を挙げている。また、研究の目的を、IoT センサや ICT 機器から取得されるデータと 4D BIM/CIM モデルを統合した 4D 施工管理システムにより、建設現場における進捗管理、品質管理および安全監視の精度向上と効率化を行う手法を提案し、実現場における検証を通じて建設現場の生産性向上に寄与することであることを述べている。

第 2 章では、IoT センサのデータと BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) の統合、建設分野のトレーサビリティ、土工事の管理に関する既往の研究をまとめ、4D BIM/CIM モデル上においてセンシングデータの可視化による計測管理業務の高度化と、IoT センサによるダンプトラックのセンシングによる盛土工事のトレーサビリティ管理による効率化の観点において、本論文の新規性を示している。

第 3 章では、4DSCM システムの構成を説明し、工事進捗により施工場所の状況が変化する中で、センシングデータを工事進捗と合わせて一元管理し、センサの移設が発生する施工状況の中でも円滑な情報共有を可能とする手法として、4D BIM/CIM モデルと工程データ、センシングデータを関連付ける方法論をまとめている。また、提案した 4DSCM システムを鉄道近接工事における函体構築工事に適用し、効果を検証している。4D BIM/CIM モデルと連動してセンシングデータ管理することで、センシングデータの変動要因を円滑に確認できることを示している。

第 4 章では、4DSCM システムに複数の種類、複数の位置のセンサのセンシングデータの統計分析を行っている。センサを計測項目、設置位置により分類し、センシングデータ間の相関関係を示している。分析結果をもとに、センシングデータの変動発生時に実施されていた作業状況との関連性を調査し、施工現場における設置済みセンシングデータを基にした将来的なセンシングデータの変動の予測の可能性を示している。

第 5 章では、土砂トレーサビリティ管理システムの構成について説明し、ダンプトラックのセンシングデータと ICT 土工において取得される転圧施工履歴データを使用して盛土工事のトレーサビリティデータを作成する方法論をまとめている。また、土砂トレーサビリティ管理システムを工業団地の造成工事において適用し、効果を検証している。土

砂運搬のダンプトラックにセンサを取り付け、トレーサビリティデータが自動的に作成できることを確認している。従来の盛土工事のトレーサビリティ管理と比較して、管理作業に必要な労力が削減可能なことを示している。

第6章では、本論文の結論をまとめている。本論文で提案した4DSCMシステムは、4D BIM/CIMモデル上における工事進捗とセンシングデータの一元管理を実現でき、施工管理におけるIoTセンサのセンシングデータの活用を容易なものとしている。また、同じく土砂トレーサビリティ管理システムは、センシングデータにより盛土工事のトレーサビリティデータの自動作成を実現でき、盛土工事の品質管理として求められるトレーサビリティの確保の効率化が可能であることを示している。今後の課題として、センシングデータの4D BIM/CIMモデルへの反映のリアルタイム性の向上、ダンプトラックのセンシングにおいて検知精度の向上を進めるとともに、センシングデータを活用した施工管理システムの適用可能な工種の拡大による生産性向上を挙げている。

以上のように、本論文は環境エネルギー工学の発展に寄与すること大である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。