

| | |
|---|------------------------------------|
| 氏名 | 長江 健三 |
| 授与した学位 | 博士 |
| 専攻分野の名称 | 工学 |
| 学位授与番号 | 博甲第 7291 号 |
| 学位授与の日付 | 2025年 3月 25日 |
| 学位授与の要件 | 環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当) |
| 学位論文の題目 | 建設工程のDX化のための3次元データを活用した施工管理技術の研究 |
| 論文審査委員 | 准教授 木本 和志 准教授 吉田 圭介 教授 西山 哲 |
| 学位論文内容の要旨 | |
| <p>高齢化や若手人材不足が問題視されている。また、一品受注生産、人手依存作業の多さあるいはデジタル技術や自動化技術などの技術革新の遅れもあり、付加価値労働生産性は一般製造業と比べても生産性が低いと認識されている。このような状況を踏まえ、あらゆる建設生産工程において、ICT技術の導入によって抜本的に生産性を向上させる建設工程のDX化の推進が建設業における重要な施策の一つに掲げられている。これは調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新の各工程において、BIM/CIMを用いて、3次元データを連携させることで、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものである。しかしながらMC/MGに対応した設計データとなっていない、あるいはインフラのメンテナンス作業が、労力を要する近接目視と熟練技術者の経験に頼った健全性診断に依存しているなどの問題により、設計と施工あるいは施工と維持管理の各工程間が円滑に連携できていないのが実情であり、その結果建設工程全体の生産性の向上という目標が達成できていない課題がある。本論文は、このような背景を鑑み、3次元データを受け渡すことで調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新の生産性を改善する“i-Construction”の実現に向けた課題解決策を検討した成果をまとめたものである。具体的には、道路土工を対象にして、3次元設計データ交換標準LandXMLに基づいたデータ変換において施工側の対応が必要となる事例を実際の現場例と共に示した。例えば複数線形区間、交差点や構造物はMC/MGに対応するデータの作成が困難となること、あるいは垂直な面やオーバーハングが含まれている区間では変換作業自体が不可能であり、曲線区間や異なる線形方向が在る場合のデータ修正が必要となる事例、また設計データの中から中央帯や縁石などを削除して施工に必要なデータだけに加工する作業が要求される事例や曲線区間での補足断面の設定などを追加する事例、さらには切土から盛土または通常の盛土から擁壁に変化する箇所など構成点に変化する場合に変化断面において同一の測点で開始点側および終了点側の横断面を定義する必要があることを示す事例などの課題を整理し、それに対する施工側の対応策を考察し、設計と施工工程間での3次元データの受け渡しによる生産性の改善を実現させた。さらに施工と維持管理工程間において、移動体による3次元測量による複数回の測量結果を重ね合わせることで、高精度で変状を検知できることを実証した。あるいは高密度の3次元データから変状発生箇所を抽出するプロクルステス分析を基にしたアルゴリズムを考察し、実験により、本アルゴリズムにより点群の重ね合わせおよび変状箇所の検知が可能になることを実証し、またスクリーニングとして使用した後、変状発生箇所を切り出して断面を図化する一連の作業により、はらみ出しとしての変状を精度良く定量化できることを示した。このように本論文は、あらゆる建設生産工程でDX化のためのICT技術を導入し、さらに3次元データを活用することによる省力化や効率化を進める取り組みを実現させるための3次元データの受け渡しと各工程間での活用法の研究開発成果をとりまとめたものである。</p> | |

論文審査結果の要旨

本論文は、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新の各工程において、BIM/CIMを用いて、3次元データを連携させることで、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るため建設DXの実現を図る上での課題を整理し、その解決策の効果を実際の現場にて検証した結果をとりまとめたものである。具体的には、3次元設計データ交換標準であるLandXMLに基づいたデータ変換において、施工側の対応が必要となる事例を実際の現場例と共に示し、さらには維持管理工程における3次元データの活用を示し、そのための施工側から受け渡すデータ詳細度を現場の事例で検討することなどにより、あらゆる建設生産工程において、ICT技術の導入によって生産性を向上させる建設DXの推進を図るために必要となる3次元データの品質に関する考察を取りまとめたものである。論文の詳細は次の通りである。建設分野では工程のDX化が重要な施策の一つに掲げられている。しかしながらMC/MGに対応した設計データとなっていない、あるいはインフラのメンテナンス作業が、労力を要する近接目視と熟練技術者の経験に頼った健全性診断に依存しているなどの問題により、設計と施工あるいは施工と維持管理の各工程間が円滑に連携できていないのが実情であり、その結果建設工程全体の生産性の向上という目標が達成できていない。本論文は、このような背景を鑑み、3次元データを受け渡すことで建設プロセス全体の生産性を改善する“i-Construction”の実現に向けた課題解決策を検討する必要性を論じる。例えば、複数線形区間、交差点や構造物はMC/MGに対応するデータの作成が困難となること、あるいは垂直な面やオーバーハングが含まれている区間では変換作業自体が不可能であり、曲線区間や異なる線形方向が在る場合の設計データ修正が必要となる事例、また切土から盛土または通常の盛土から擁壁に変化する箇所など構成点に変化する場合は変化断面において同一の測点で開始点側および終了点側の横断面を定義する必要があることを示す事例などの課題を整理し、それに対する施工側の対応策を考察し、設計と施工工程間での3次元データの受け渡しによる生産性の改善を実現させた。さらに維持管理工程間において、3次元点群の中から変状発生箇所を抽出するプロクルステス分析を基にしたアルゴリズムを考察し、実験により、本アルゴリズムにより点群の重ね合わせおよび変状箇所の検知が可能になることを実証した。このように本論文は、あらゆる建設生産プロセスでICT技術を導入し、さらに3次元データを活用することによる省力化や効率化を進める取り組みを実現させるための3次元データの受け渡しと各工程間での活用法の研究開発成果をとりまとめたものである。このように本論文は、建設工程のDX化による生産性向上の実現に寄与する成果をとりまとめたもので、その内容は学術的および工学的に多大な貢献を有するものと評価でき、学位授与にふさわしいと認める。