

持続的なインフラ維持管理向けの三次元点検シミュレーションの役割と今後の展望

A perspective and role of 3-D simulation for sustainable infrastructure maintenance management

郭 栄珠¹・青山 憲明¹・池田 裕二¹

¹正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭 1）
E-mail:kwak-y92rw@mlit.go.jp aoyama-n92qr@mlit.go.jp ikeda-y87uw@mlit.go.jp

本研究では、インフラ維持管理に必要な情報を設計段階で事前に BIM/CIM 上で検討し、設計ミス等を未然に防ぎ、建設事業の品質を向上しつつ工程の手戻り等を減らす先進的な取り組みの事例を報告する。橋梁の三次元設計データを活用して適確な維持管理及び設計計画の安全・可視化作業を再現する三次元点検シミュレーションツールである「点検 3Dシミュレータ」の実用化研究を検討した。特に、「点検 3Dシミュレータ」に必要な機能について、維持管理への配慮事項、検査路計画、点検方法に分けて、各主要機能のデモンストレーションを行い、点検業務の可視化や部材との干渉など有効性を分析した。今後、設計段階で三次元空間上の点検計画が可能になる点検 3Dシミュレータのプロトタイプを開発しつつ橋梁建設現場への試行を予定している。

Key Words: infrastructure maintenance, bridge inspection, Inspection 3D-Simulator

1. はじめに

日本政府は、新たな未来社会の戦略として、情報社会に続く新技術革新を活用し、国民生活を豊かにするためには、超スマート社会「Society 5.0」の実現（Society 5.0 社会実装）を求められている¹⁾。その一環として、国土交通省では、ICT（Information and Communication Technology：情報通信技術）や三次元データ等の活用により、生産性の向上および魅力ある建設現場の実現を目指す「i-Construction」を推進している²⁾。2012 年以降、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図る取り組みである BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）を導入・普及し、計画・設計から維持管理に至る全体の建設生産プロセスにおいて、三次元モデルを基軸とする ICT 基盤の建設生産・管理システムに取り組んでいる³⁾。

(1) 本研究の目的

今後 20 年間で、道路構造物等のインフラは、一斉に老朽化の時期を迎え、補修等を含む維持管理対策及び課題が表面化してきている。例えば、高度経済成長期建設後 50 年以上経過した橋梁は 2033 年には約 63%まで増加することが予測されている⁴⁾。このため、本研究では、BIM/CIM 上で橋梁維持管理に適用可能な三次元モデルの

活用事例を検討し、設計時点でプロセス横断的な維持管理が事前に可能な取り組みとなる。三次元点検シミュレーションの実用化に向けたプロトタイプ「点検 3Dシミュレータ⁵⁾」の開発事例を報告する。橋梁を対象に整理した主要点検機能の確認に対してデモンストレーションを行い、点検業務の安全・可視化や部材との干渉などその有効性を分析することを目的とした。

(2) 新たなインフラ維持管理フレームワーク（案）

建設生産プロセスの各段階、特にインフラ維持管理に必要な建設情報を設計段階の時点から事前に検討可能な BIM/CIM システムを導入することにより、社会インフラの維持管理の最適化・高度化と同時に防災力（レジリエンス）・安全性の向上を図る。

インフラの維持管理に関する基準の策定・改定が行われているが、従来の事後対応や維持管理方式等の部分的な改善ではなく、建設現場の生産性革命に取り組む新たなインフラ超寿命化国策に適する、全面的なインフラ維持管理フレームワーク開発が必要不可欠である。

2. 維持管理シミュレーションの役割

設計時点で三次元設計データを活用して維持管理及び設計計画の効率化・可視化を再現する手段として、三次

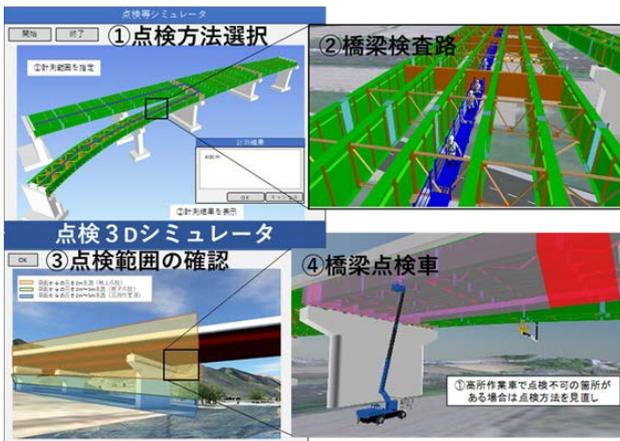


図-1 橋梁の点検 3Dシミュレータのデモンストレーションの事例

元維持管理シミュレーションが重要な役割を果たすことになる。橋梁の定期点検要領をもとにした、維持管理段階における三次元点検シミュレーションは、点検者が近接目視で確認できる範囲や点検車両の点検方法等の動的可視化シミュレーションであり、設計計画及び点検作業計画立案及び安全・品質向上のために有効な意思決定支援ツールである。三次元点検シミュレーションの導入・開発の取り組みは、以下の手順①～④に従って活用事例を検討した。

- ① 「三次元点検シミュレーション」の利用場面
- ② 「点検 3Dシミュレータ」を用いて確認すべき項目の整理
- ③ 「点検 3Dシミュレータ」の機能要件
- ④ 実務レベルのヒアリング実施

(1) 橋梁「点検 3Dシミュレータ」の機能要件の整理

道路管理者、橋梁設計者、橋梁点検作業者に対する橋梁定期点検要領に従って、設計業務時から点検業務時まで確認すべき点検項目（検査路及び点検車の位置・アプローチ・点検範囲等）をもとに「点検 3Dシミュレータ」の主要な機能要件（リクワイヤメント）を調査・整理した。一連の橋梁点検作業のプロセスが可視化できる「点検 3Dシミュレータ」は、機能の働き、ユーザインターフェースでの表示内容等を考慮して維持管理への配慮事項、検査路計画、点検方法に分けて主要機能要件の利用イメージ、シナリオ設計を行った。

3. 点検 3Dシミュレータのプロトタイプ開発

橋梁の設計段階で確実な近接目視の点検不可、アクセス可否の判定ができる三次元点検シミュレーションのツールである「点検 3Dシミュレータ」のプロトタイプを

開発した。図-2は、橋梁施設点検の機能別デモンストレーションの事例である。

橋梁点検機能の働きは、図-1 ①のユーザインターフェースを表示している点検方法（地上、梯子、高所作業車、橋梁点検車、ロープアクセス）の選択機能があり、橋梁検査路を選択した場合、図-1 ②に示した橋梁検査路の機能は、橋梁上の検査路配置計画により移動経路のアプローチを青色付けして強調表示し（青ルート）、人のモデルで検査路上を移動させながら近接目視が可能な箇所を色分けして表示できる。検査路の設置位置、検査路による導線確認等、上下部工の接続や干渉物等がある場合等、アプローチ方法や移動状況等に問題がないか移動経路の要注意箇所を色付けと内容をアラートで表示できる機能である。図-1 ③に示した点検範囲の確認機能は、画面上で基面からの高さ（2m、5m、15m未満等）を区分して仮象面を色分け、高さによって異なる点検方法（地上、梯子、高所作業車、橋梁点検車、ロープアクセス）を選択し、近接目視点検が可能かを判断する機能である。図-1 ④に示したように基面からの高さが 5m以上 15m未満程度の場合、高所作業車による近接目視可能範囲（ピンク色面、バケットから床版下面までの高さ）と総面積を計算）や支障物がないかチェック（赤色の点検不可箇所）等を事前に点検項目が確認できる機能である。

以上のような機能は、橋梁の設計業務の照査及び点検業務の計画段階で事前に確認できる有効なツールであることを実務レベルのヒアリングで明らかになった。

4. 今後の展望

ICT 活用等による建設生産・管理システムの取り組みとして、三次元サイバー空間と現実世界の間で共存する空間上での点検計画が可能になる点検 3Dシミュレータのプロトタイプを開発を行った。インフラ超寿命化計画に適する四次元点検技術（橋梁損傷の経年変化 4D-ageing change Tech）及び五次元予兆検知技術（人工知能による橋梁診断 5D-AI damage diagnosis）が再現できる一連の維持管理プロセスを開発し、より安全な点検作業・記録作業の省力化・効率化・品質確保に資する標準プロセスが必要と考えられる。

更に、BIM/CIM システム上でインフラ点検管理（登録、参照、検索等）が可能標準方法や時空間データの検索にも利用可能な共有アーカイブ構築等の中長期的な取り組みに推進していく必要もある。中長期的な計画の取組に基づき、国が管理するインフラ施設のみならず、地方公共団体や自治体等の革新的なインフラ維持管理は地域社会の課題や行政サービス向上にも貢献できると考えられる。

参考文献

- 1) 内閣府：未来未来投資戦略 2018 「Society 5.0」 「データ駆動型社会」 への変革 P.157, 2018.6 (入手 2019.3.1)
- 2) 国土交通省：CIM 導入ガイドライン (案) 第 1 編 共通編, 2019. (入手 2019.5.1)
- 3) 寺口敏生, 関谷浩孝, 青山憲明, 点検等シミュレータを用いた設計の高度化：国総研レポート P.147, 2018. (入手 2019.3.25)
- 4) 国土交通省：社会資本ストックの戦略的維持管理, 2017. 政策レビュー結果 (入手 2019.7.31)
- 5) 郭 栄珠, 青山憲明, 関谷浩孝, BIM/CIM の高度化に向けたインフラ点検 3D シミュレーションの効果, 第 33 回日本道路会議発表論文, pp.1-2, 2019. (2019. 10. 4 受付)

A perspective and role of 3-D simulation for sustainable infrastructure maintenance management

Young-Joo KWAK, Noriaki AOYAMA and Yuji IKEDA

To improve the quality of infrastructure maintenance work and to prevent design errors on the BIM/CIM at the design stage, we developed the prototype of the 'bridge Inspection 3D-Simulator' as a visual 3D simulation tool in a practical research application. In particular, the major functions required for the 'bridge Inspection 3D-Simulator' were considered for inspection planning and methods and were performed by a demonstration to analyze the effectiveness of inspection work such as a visualization and interference.