

## (35) 3次元モデルを利用した 橋梁事業における維持管理情報の統合管理

谷口 寿俊<sup>1</sup>・青山 憲明<sup>2</sup>・重高 浩一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター情報基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:jyouhou@nilim.go.jp

<sup>2</sup>正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター情報基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:jyouhou@nilim.go.jp

公共事業における3次元データの利活用について、CIM (Construction Information Modeling) の導入が期待されており、建設業界全体で積極的な取り組みが行われている。国土交通省では、公共工事の調査、設計、施工、維持管理業務の各フェーズで発生する各種情報を標準化し流通させることで、全フェーズにおいて共通に活用できる仕組みの実現を目標として、3次元データの標準化技術や可視化技術の開発に取り組んでいる。本研究では、CIMの取り組みの一環として、橋梁の維持管理で必要となる材質、品質、出来形、点検記録や補修記録などの各種情報を設計段階で作成する3次元モデルによって空間的に統合し、可視化することで、トレーサビリティに優れた情報管理を実現するシステムを提案する。さらに、システムのプロトタイプを作成し、現場の業務担当者に対してヒアリングによる調査を実施し、その効果と課題を確認する。

**Key Words :** CIM, 3次元モデル, 橋梁, 維持管理

### 1. はじめに

公共事業における3次元データの利活用について、CIM (Construction Information Modeling) の導入が本格化しつつあり、建設業界全体で積極的な取り組みが行われている。国土交通省では、公共工事の調査、設計、施工、維持管理業務の各フェーズで発生する各種情報を標準化し流通させることで、全フェーズにおいて共通に活用できる仕組みの実現を目指して、3次元データの標準化技術や可視化技術の開発に取り組んでいる。

本研究では、公共事業における3次元データの円滑な流通と利活用基盤の構築を目的として、比較的3次元データの利活用が進んだ分野であり、その効果も高いと想定される橋梁事業を対象とし、設計、施工、維持管理における3次元データの流通と利活用に関する検討を行っている。

橋梁事業における3次元データ利活用の現状として、設計は基本的に2次元で行われているが、鋼橋の上部工を工場制作する段階では、動的構造解析、鋼橋の製作や仮組立検査等、一部において3次元データが利用されている。また、3次元の座標データや線形データの流通、

3次元モデルによるPC (Prestressed Concrete) 橋の過密鉄筋の干渉チェックや施工計画の作成等といった3次元モデルによる可視化・共有化に関する需要も存在する。

しかし、全体としては、3次元データの利活用は進んでおらず、特に、維持管理の段階では、設計や施工で作成した3次元データを維持管理へ受け渡しても、それらの図面とは別に、維持管理用の図面や橋梁台帳等を作成し、それぞれを別のファイルとして整備・管理する等、図面データの一貫性が確保されていない2次元図面による管理が行われている。

さらに、既設橋梁については、設計や施工の図書(構造計算書、設計図等)が一部欠落している、膨大な量の点検データが蓄積しているものの系統立てた保管や利用がなされていない等の問題が度々指摘されている。

これらの問題に対して、全体最適化の観点から、橋梁事業における業務横断的な3次元データの管理運用方法を実装し、現場試行を経て適用可能性を検証している先例も見当たらない。

このような現状において、膨大で煩雑な2次元の図面データや台帳、写真等を1つの3次元モデルに統合でき

れば、各種データの一元管理が可能になる。さらに、3次元モデル自体に施工情報等の維持管理に必要な情報を追加しておくことで、設計、施工および維持管理の各段階で作成された情報を横断的に活用でき、橋梁事業のライフサイクルにおける業務の効率性を大きく向上出来ると考える。

そこで、CIMにおいて重要な要素である3次元情報、属性情報、および一元管理の観点から、現状の課題に対する解決手段を検討し、維持管理業務における情報管理に役立つシステムのイメージを構築した。システムのイメージを図-1に示す。

本研究では、橋梁の維持管理で必要となる材質、品質、出来形、および外部の情報共有サービスに保存した点検記録や補修記録などの各種情報を設計段階で作成する3次元モデルによって空間的に統合し、可視化することで、検索性やトレーサビリティに優れた情報管理を実現するシステムを提案する。さらに、システムのプロトタイプを作成し、現場の業務担当者に対してヒアリングによる調査を実施し、その効果と課題を確認する。

## 2. 橋梁の維持管理における3次元モデルを用いた情報統合システム

### (1) 橋梁の維持管理における属性情報

維持管理で必要となる属性情報は、橋梁名や橋長、構造形式等の「工事完成時以降に変更の可能性がない情報」と、点検記録や補修記録等の「工事完成時以降に更新される情報」の2種類に分類できる。

工事完成時以降に更新される情報を3次元モデルに直接保存した場合、更新の都度3次元モデル自体を編集しなければならず、現場担当者は3次元モデルの取り扱いに習熟する必要がある。しかし、3次元モデルを取り扱いに習熟した担当者の育成には時間を要する。

そこで、本システムでは、前者を3次元モデルに属性として直接保存、後者を外部の情報共有サーバに既存のファイルのまま保存してハイパーリンクで3次元モデルに関連付けて管理するものとした。3次元モデルに直接保存する情報を表-1、外部から3次元モデルにハイパーリンクする情報を表-2に示す。

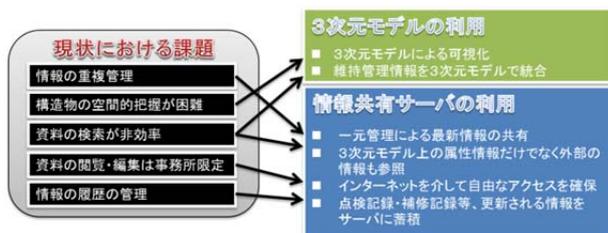


図-1 システムのイメージ

表-1 3次元モデルに直接保存する情報

項目	内容	理由
橋梁名	橋梁の名称	橋梁の最も基本的な情報
橋梁管理番号	ID番号	全国道路橋マネジメントシステムと連携を図る際のキー
工種	上部工、橋脚、橋台、支承部等	工種毎に分けて点検台帳に記入するため必要
構造形式	箱桁橋、トラス橋、アーチ橋等	橋梁の特徴を示す重要な要素
	独立柱、T型、Y型等	
部位・部材	主桁、横桁、縦桁、床版等	橋梁の特徴を示す重要な要素
	柱部、壁部、梁部、胸壁等	
材料	鋼、コンクリート等	点検時の「損傷の種類」が材料によって異なるため必要
要素番号	各要素のID番号	3Dモデルの要素と点検台帳の要素を関連付けに必要
竣工年月	竣工年及び月	橋歴板に記載される維持管理に必要な最低限の情報
管理者	管理者名	
施工者	施工業者名	
設計者	設計業者名	

表-2 外部から3次元モデルにハイパーリンクする情報

項目	内容	理由
図面	設計図面、竣工図面、補修図面等	設計・施工の最も基本的な情報
写真	現地写真、竣工写真、点検時写真等	現況把握の資料として重要であり、3次元モデルとの併用が効果的
協議記録	設計、施工および近隣協議記録等	報告書や図面に示されない協議の経緯や把握に必要
点検記録	点検調書、点検台帳	5年に一度の点検結果の時系列把握に必要
補修記録	補修台帳	後の点検・補修の際、従前の補修内容の把握に必要
施工(品質)記録	品質管理関係書類	維持管理の基礎的な情報であり、工事材料やその品質の把握に必要
設計図書	設計計算書、構造計算書等	報告書や設計計算書、構造計算書を維持管理段階で確認が必要
仮設残置物記録	仮設時に設置した矢板等の残置物	図面等に示されないが、点検や補修のために必要
添架物記録	ガス管、水道管等の占有情報	現場に行く前に確認できると非常に便利な情報であるため。

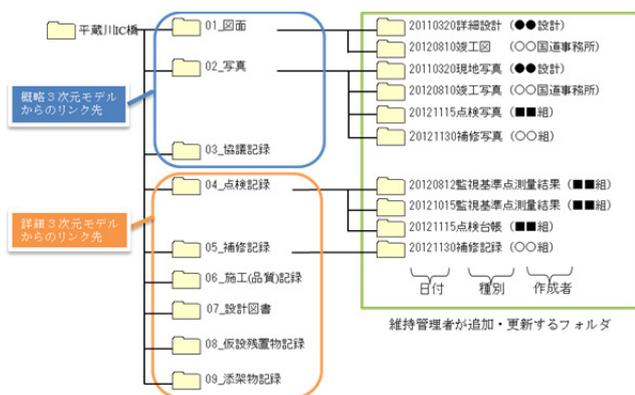


図2 トレーサビリティを実現するフォルダ管理

## (2) 情報のトレーサビリティを実現するフォルダ管理

維持管理段階において、点検記録、補修記録等は、点検や補修が行われるたびにデータが更新、変更されていく。現状では、点検台帳等で管理しているが、その更新履歴の管理は非常に手間がかかる。

そこで、本システムでは、情報共有サーバ内のフォルダ構成と命名規則を定義してデータ更新の順序を明確化することで、情報の履歴を容易かつ確実に管理し、高いトレーサビリティを実現する。トレーサビリティを実現するフォルダ管理イメージを図-2に示す。

本システムでは、メンテナンスの手間を考慮し、特別なソフトウェアを必要としない簡易な方法として、日付、種別、作成者をフォルダ名に付けて整理するものとした。

## (3) システムのプロトタイプ

本研究で提案するシステムは、設計段階で作成する3

次元モデルを統合プラットフォームとして、各段階で選定した維持管理に有用な情報を入力、および関連付けることで一元的に管理するものである。提案システムのプロトタイプを図-3に示す。

本システムは、地形や橋梁全体の形状を把握するための位置図かつ情報の索引的な役割をもつ概略3次元モデル、各部位・部材の詳細な情報を保持する詳細3次元モデル、および情報共有サーバから構成される。

## 3. ヒアリング調査

提案したシステムの効果や課題を確認するため、本システムのプロトタイプを作成し、橋梁の維持管理業務に従事する6事務所の現場担当者に対してシステムの説明とデモを実施した。また、「維持管理業務で役立つか」、「利用イメージについての課題」、「統合する情報の過不足」の3つの観点でヒアリングを実施し、その意見を収集した。ヒアリングの結果を表-3に示す。

ヒアリングの結果から、本研究で提案したシステムが橋梁の維持管理業務において一定の有効性を持つことが確認できた。また、橋梁の維持管理業務の現場では、業務計画の作成や現地の状況確認を3次元モデル上で実施できることへの期待が大きいことがわかった。

一方、本システムの導入にあたって、対象橋梁の3次元モデルを作り込む必要があるため、従来は維持管理段階で負担していた作業を設計業務に含めることによる設計業務の費用的かつ時間的な負担が増大することや業務の方法が変わることを懸念する意見もあった。

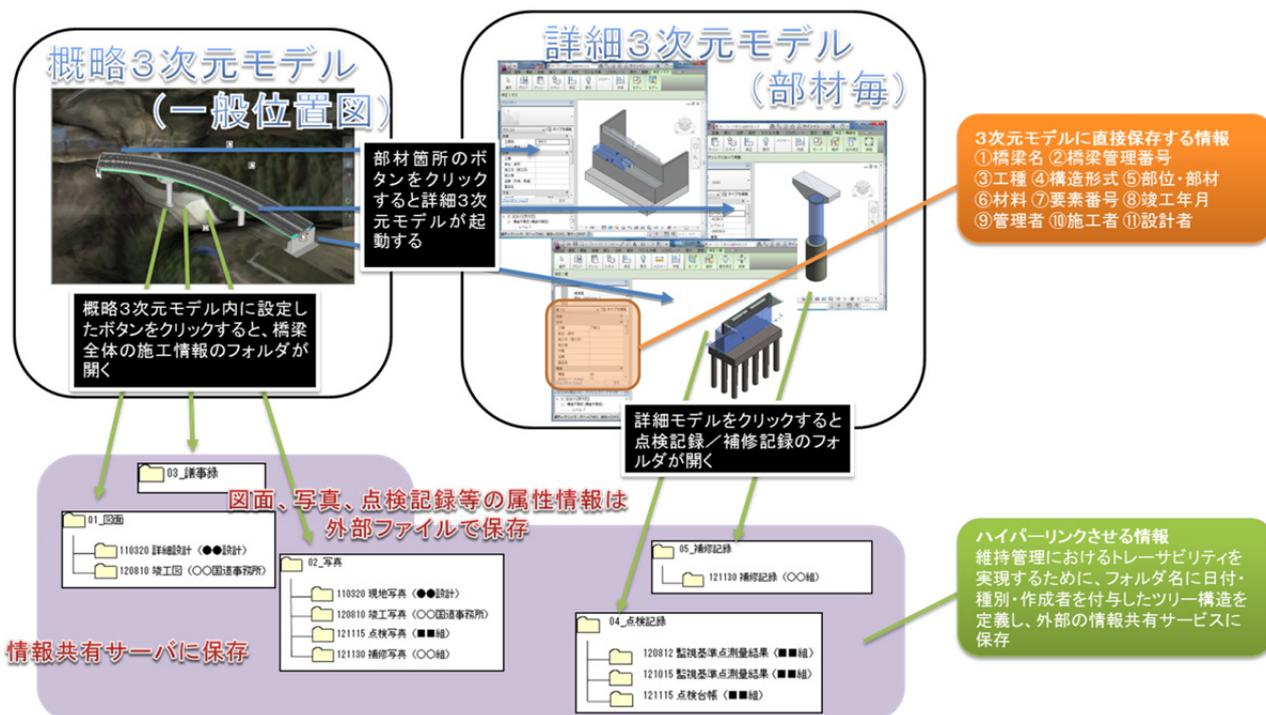


図3 橋梁の維持管理における3次元モデルを利用した情報管理システムのプロトタイプ

表-3 事務所へのヒアリング結果

観点	意見
維持管理業務で役立つか	維持管理業務において、3次元モデルをプラットフォームとしたプロトタイプシステムは概ね役立ちそうである。たとえば、前回点検時に損傷度Cランク以上の箇所を抽出し3次元モデル上でビジュアライズできれば、とても便利である。また、情報を一ヶ所に統合することや、点検結果と3次元モデルを双方向に関連付けて参照できるシステムを構築できれば、参照がし易く便利である。
利用イメージについての課題	情報の重複管理にならないよう、MICHYや全国道路橋マネジメントシステム等の既存のデータベースとプロトタイプシステムを関連付け、効率的に運用することが望ましい。また、既設橋梁のデータベース化については、2次元図面や写真をプラットフォームとする簡易なシステムを構築することが効果的と考える。
統合する情報の過不足	維持管理業務において、現地の状況を確認するための地形の詳細な3次元データや、多くの写真データが保存されていると便利である。また、施工時の仮設残置物や添架物、占有物件の情報が非常に有用であるため、事前に閲覧できるようあらかじめ入力しておく仕組みが必要である。

#### 4. 考察

本システムを導入することによって、従来、保管場所が決まっておらず担当者が個人で保管している等、様々な場所に散在していた資料を一元的に管理できることから、保管場所の省スペース化に繋がり、検索の効率も良くなると考えられる。何よりも、一元的に管理することは情報鮮度の確保にも繋がり、誰もが最新のデータをインターネット経由で共有、閲覧できることは大きな効果であると考えられる。

また、3次元モデル上の部位や空間的な位置に対して関連する資料をまとめて紐付けることが出来るため、災害発生時等の迅速な対応が必要な場面で必要な資料のみを効率的かつ即座に参照、収集可能であることから、災害対応業務の効率化も期待できる。

さらに、構造物と地形の3次元モデル、およびリンクされた写真等から空間的な位置関係と現場の状況を把握し易いため、事務所で詳細な業務計画を立てやすく、結果的に現場へ赴く回数の削減に繋がると考える。

本システムを導入するには、維持管理のための3次元モデル作成の費用を設計業務に含めて発注する必要があるが、一方で、フロントローディングによって維持管理段階での負担は減少し、全体最適化に繋がると考えられる。しかし、3次元技術に対応する設計技術者やオペレータが少ないことから、発注者および受注者ともに人材

の育成が急務と考える。また、CIMを基盤とした業務に対応した制度整備も必要になる。さらに、導入と普及にあたっては、3次元データ流通のメリットを十分に周知するために、本システムを用いた試行業務を実施していく必要があると考える。

#### 5. 結論

本研究では、各種データの一元管理および橋梁事業の効率化を目的としたCIMのプロトタイプとして、3次元モデルを用いた維持管理のための情報統合システムを構築し、その効果を確認、整理するとともに、維持管理段階におけるCIMの活用方策について検討した。

橋梁の維持管理における情報統合システム構築の重要なポイントとして、3次元モデルの用途拡充と既存データベースとの情報統合が挙げられる。橋梁の維持管理業務において、3次元モデルによる計画作成や高度なシミュレーションへの期待は大きい。3次元モデルや3次元データの実用的かつ導入の容易な用途は依然乏しく、更なる用途の拡充について、調査と検討を進める必要がある。また、既存資産の有効利用の観点から、MICHYや全国道路橋マネジメントシステム等の既存の維持管理システムと3次元モデルとの連携を念頭に置いて検討を進める必要がある。

既設橋梁については、詳細な3次元モデルを新たに作成して情報を関連付けるのが望ましいが、対象橋梁数が多く、費用的にも時間的にも実施は困難であることから、既存資産の2次元図面や写真をプラットフォームとした情報の統合、および既存資産からの簡易な3次元モデル及び3次元表現の自動作成等について検討が必要である。

今後は、これらの検討に加えて、BIMソフトにおける土木向け機能の拡充をソフトウェアメーカーへ働きかけ、橋梁事業へのCIMの本格導入に向けて研究を進める予定である。

謝辞：本研究を実施するにあたって、ご協力頂いた関係者各位に心から感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路維持修繕要綱，1978.
- 2) 海洋架橋・橋梁調査会：道路橋マネジメントの手引き，2004.
- 3) Lebegue, E., Gual, J., Art haud, G. and Liebich, T. IFC-Bridge V2 Data Model International. Edition R8-November 2007, 2010.
- 4) 国土交通省：土木工事の情報共有システム活用ガイドライン，2010.
- 5) 関東地方整備局：土木工事共通仕様書，2011.