

パノラマウォークスルーを用いた 簡易3次元モデル化による既設橋梁の維持管理

青山憲明・谷口寿俊・山岡大亮・重高浩一

1. はじめに

国土交通省では、インフラの安全安心と建設生産性の向上を図るために、3次元データを活用した建設生産システムを構築し、公共調達の品質向上、コスト縮減、維持管理の高度化を達成することを目標として、Construction Information Modeling（以下「CIM」という）の導入普及に取り組んでいる¹⁾。

CIMは、設計の段階から3次元モデルに加え、部材の規格や点検結果のような属性情報を作成し、施工・維持管理へと流通・活用することで、建設生産プロセス全体の効率化、高度化を図るものである。平成24年度より、国土交通省では実際の設計や工事でCIMの試行を実施し、効果を確認している。また、設計や施工だけではなく、社会資本の老朽化に伴い業務量が増加する維持管理についても、CIM活用の検討を開始している。

しかし、既設の橋梁は対象数も多く、維持管理での活用のみを目的として3次元モデルを作成することは、費用的にも時間的にも実施は困難である。維持管理におけるCIMの導入普及のためには、維持管理での活用用途に即した3次元モデルを低コストかつ手間をかけずに生成できる手法を検討する必要がある。

そこで、著者らは、自動的にまたは簡易に3次元モデルを生成できる国内外の技術を調査するとともに、既設橋梁の3次元モデル化に適用可能な技術を調査した。また、これらの調査を元に、低コストで3次元空間を構築する方法としてパノラマウォークスルーを提案した。パノラマウォークスルーとは、複数のパノラマ写真の撮影ポイントを連結し、撮影ポイントをスムーズに移動しながらパノラマ写真を閲覧する技術である。代表的なものにGoogleマップのストリートビュー機能がある。

本報では、パノラマウォークスルーの具体的な活用方法として、3次元空間上に維持管理の情報を統合して、検索閲覧する仕組みを構築し、適用性を検討した。

表-1 橋梁の維持管理におけるCIMの活用場面例

活用場面	
活用場面1	地下埋設物に関する諸課題への対応（地下構造の見えない部分の可視化）
活用場面2	桁端部、支承部に関する諸課題への対応（輻輳箇所、作業スペース、経路や検査路の確認）
活用場面3	点検結果の視覚化による維持管理の効率化（損傷の種類、程度、判定区分等の可視化）
活用場面4	地元説明、協議の円滑化（説明資料として3次元可視化モデルの利用）
活用場面5	資料検索の効率化（3次元可視化モデルをプラットフォームとした情報の集約、統合）
活用場面6	装置や部品等の交換（取替えが必要な装置や部品とその関連情報の把握）

2. 維持管理での3次元モデルの活用場面

橋梁の維持管理における3次元モデルの有効な活用場面を抽出・整理することを目的に、管理者や、点検・補修業者にヒアリング調査を実施した。結果を表-1に示す²⁾。

これらの活用場面を満たすためには、全体の構造や部材の位置関係が把握できるような3次元モデルがあれば十分であり、寸法形状の精緻な3次元モデルは必要ない。また、活用場面5についても、構造や部材に関する情報を3次元空間上に紐付けてデータを管理できれば良く、精緻な寸法・形状は必要ないことから、簡易な3次元モデルでも十分に機能を満たせる。既設橋梁については、360°パノラマ写真のように空間的な位置関係を見た目上で表現できれば、日常的な維持管理業務で必要となる各部材箇所や周辺状況の確認には十分である。また、360°パノラマ空間上にデータを直接紐付けていくことで、直感的な情報の取り扱いが可能となる。

3. 既設橋梁のパノラマウォークスルーのプロトタイプシステム構築

既設の橋梁を自動的に、もしくは簡易に3次元モデル化する手法として、レーザースキャナーや写真測

A Study on Integrated Data Management of the Existing Bridge with a Panoramic Walk-Through

量で取得生成した3次元点群データに面を発生させて3次元モデルを作成する手法がある。この手法では、現況に即した精緻な3次元モデルを作成することはできるが、撮影機器や後処理に必要なソフトウェアが高価であり、コスト等の観点から導入は容易ではない。そこで、本検討では、現況を簡易に3次元化できる技術として、パノラマ写真より3次元仮想空間を構築するパノラマウォークスルーに着目した。

橋梁のパノラマウォークスルーでは、維持管理における5つの活用場面を設定した(表-2)。いずれも、維持管理担当者が現場に赴かなくとも事務所の端末上で位置や構造、形状を確認できることを想定している。また、パノラマ写真に外部ファイルを紐付けることで、その位置の部材等に関する情報まで直感的に辿り着ける。

これらの活用場面を踏まえて、橋梁のパノラマウォークスルーが具備すべき機能を以下に示す。

- ①機能1：360°パノラマ写真を表示できること
- ②機能2：複数のパノラマ写真を平面上に配置できること
- ③機能3：360°パノラマ写真から属性情報を参照できること

これらの機能を満足できるパノラマ作成ソフトウェアを選定するとともに、属性情報の参照など市販ソフトウェアが具備していない機能を追加し、プロトタイプシステムを構築した。パノラマウォークスルーを用いた維持管理システムの全体構成を図-1に示す。それぞれの機能は以下のとおりである。

- ・全体位置図から対象橋梁を選択すると、当該橋梁の平面図が表示される。
- ・平面図には、パノラマ写真撮影位置が表示されており、写真位置をクリックすると360°パノラマ写真が表示される。

表-2 パノラマウォークスルーの活用場面

活用場面	内容
活用場面1： 点検箇所を構造を確認する	維持管理担当者が点検要領に記載される点検項目(箇所)の構造を確認する
活用場面2： 損傷状況を確認する	維持管理担当者が点検要領に記載される点検項目(箇所)の損傷状況を確認する
活用場面3： 検査路ルートを確認する	維持管理担当者が現地にて点検する際の検査路ルートを確認する
活用場面4： 現場への進入ルートを確認する	維持管理担当者が現場の橋梁に赴く際の進入ルートを確認する
活用場面5： 外部参照ファイルや属性情報を参照する	参照情報の目印となるボタンをクリックし、点検台帳や写真等を参照する



図-1 パノラマウォークスルーを用いた維持管理システムの全体構成

・パノラマ写真には、属性情報を参照するためのボタンを設置しておき、ボタンをクリックすると属性情報が表示される。

なお、パノラマ写真の撮影機器については、市販のデジタルカメラを利用した機材が各社から販売されている。本検討では、その中から比較的 low コストで導入可能な以下の2つを選定した。

① パノラマ写真が撮影できる市販の小型全天球カメラを利用した技術。解像度が低く(370万画素) 損傷状況までは確認できないが、軽量かつコンパクトであり、カメラが安価(カメラ価格5万円程度)なので、現地で気軽に撮影可能である(写真-1)。



写真-1 小型全天球カメラ

② 市販の全天候型ウェアラブルカメラを6台用いた球体パノラマ写真生成技術。解像度が高く(1カメラで1000万画素)、損傷状況が確認できるほど細部まできれいなパノラマ写真が得られる(写真-2)。



写真-2 全天候型ウェアラブルカメラ

4. パノラマウォークスルーを用いた維持管理システムの作成方法

パノラマウォークスルーを用いた維持管理システムの作成手順を図-2に示す。

パノラマウォークスルーの作成には、市販のソフトウェア(パノラマ写真の編集や、地図、図面、画像にパノラマ写真を連結する機能を持つソフトウェア)を用いた。このような市販ソフトは、一般的なストリートビューを作成するために活用されるが、橋梁維持管理に適したパノラマウォークスルーを作成するに当たって、いくつかノウハウがあることがわかった。以下に、本検討で明らかになったノウハウを示す。

4.1 撮影位置

対象橋梁全体を必ずどれか一つのパノラマ画像に写るように撮影するため、パノラマ画像撮影場所の間隔は、桁下15m程度では20メートル程度を基本とする(図-3)。特に、点検対象となる部材を漏れなく撮影するために、「橋梁定期点検要領」(国

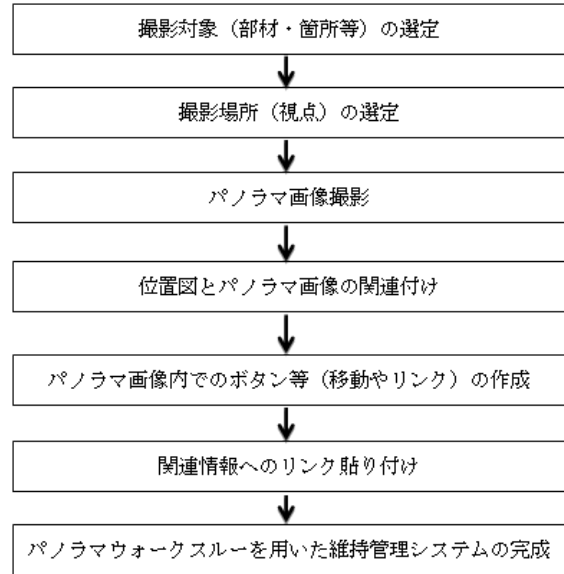


図-2 パノラマウォークスルーを用いた維持管理システムの作成手順

土交通省道路局国道・防災課、平成26年6月)で定められている点検項目については、すべてパノラマウォークスルーに収めることとして留意する必要がある。

さらに、橋梁にアプローチする進入ルートや、検査通路でパノラマ写真を撮影すると、進入ルートや検査通路での点検作業の確認にも活用できる。

4.2 損傷状況を確認する写真

低解像度カメラを利用する場合や、高解像度カメラであっても支承周りなど死角となる場合には、パノラマ写真で損傷状況が把握できない場合がある。別途接写した詳細写真を外部参照(ハイパーリンク)により確認できるようにする。

4.3 水量が多い場合の撮影

主桁の側面等については、桁下で撮影可能な場所があれば撮影する。水量が多く桁下に撮影場所が確保できない場合、治具を使用して橋面からカメラを吊り下げて撮影する。

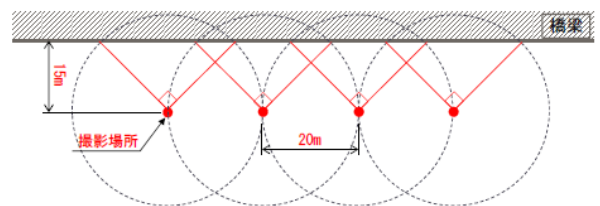


図-3 桁下の撮影間隔

4.4 360°パノラマ写真と平面図との関連付け

撮影したパノラマ写真は、画面の中でウォークスルーできるように矢印ボタンを設置し、クリックすると隣のパノラマ写真に遷移するように連携させる。また、パノラマウォークスルーは桁下、橋面、検査路、進入ルートなどそれぞれで作成し、適宜切り替えられるようにしておく。

4.5 属性情報とパノラマ写真との関連付け

パノラマ写真から属性情報が参照できるようにするために、橋梁の維持管理に必要な各種情報を共有サーバに保存しておく。また、パノラマ写真から各種属性情報を参照するために、パノラマ写真とサーバに保存された属性情報との紐付けを行う。さらに、パノラマ写真にボタンを設置し、ボタンにサーバのフォルダのアドレスを記述することで外部参照できるように設定しておく。

5. 検証

本検討では、宇都宮国道事務所管内の既設橋梁を対象としてプロトタイプを作成し、事務所の現場担当者によるレビューを実施した。パノラマウォークスルーを活用した現場の声として、「図面が残されていない既設橋梁が多数存在し、写真から3次元モデルを作成する技術は大いに役立つ／点検業者等関係者への説明が容易になる／実際の橋梁の状況を視覚的に確認したい場合に有効／職員の教育に活用できる／点検計画や事務所内ミーティングにて有効活用できそう／事務所にいながら関係者と橋梁の構造確事前協議が可能となる」等の回答が得られた。以上の結果から、関係者間での情報共有において、

パノラマウォークスルーの有効性を確認できた。

一方、360°パノラマ写真の更新やパノラマ写真と属性情報の紐付けの作業は、ICTを専門としない一般職員には技術的難易度も高く、ソフトウェアの機能改善が必要であることが分かった。

6. おわりに

本研究では、CIMを維持管理で活用して、点検、補修業務を効率化、高度化するために、既設橋梁の3次元モデル化について検討を行ってきた。低コストで簡易に3次元モデル化する技術としてパノラマウォークスルーに着目し、既存技術を用いて橋梁のパノラマウォークスルーを実際に作成して、作成する上でのノウハウを獲得するとともに事務所管理者に対するヒアリングを実施し、有効性を明らかにした。

本研究から、パノラマウォークスルーはCIMにおいて3次元モデル作成の有効な技術と成り得ることが判明した。今後は、本成果をもとに、橋梁維持管理へのCIMの適用に対する議論を活性化させて、国土交通省におけるCIMの導入の加速につなげていきたいと考える。

参考文献

- 1) (財) 経済調査会：CIM技術検討会平成24年度報告書、2013
- 2) 国土技術政策総合研究所：3次元モデルを利用した橋梁の維持管理ガイドブック、2014
http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/pdf/guidebook_bridge_cim.pdf

青山憲明



国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報基盤研究室 主任研究官
Noriaki AOYAMA

谷口寿俊



青山学院大学 助手、情報博士 (元国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報基盤研究室 研究官)
Dr. Hisatoshi TANIGUCHI

山岡大亮



国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報基盤研究室 交流研究員
Daisuke Yamaoka

重高浩一



国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報基盤研究室長
Koichi SHIGETAKA