

3Dモデルの活用による橋梁維持管理の高度化

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○中澤 明寛 正会員 瀧浪 秀元 正会員 御崎 哲一
 ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 中山 忠雅 正会員 清水 智弘
 アジア航測(株) 内田 修 正会員 高橋 康将

1. はじめに

橋梁構造物が供用期間を通じてその要求性能を満たすためには、定期的な検査を行い、必要に応じて修繕措置を講じていかなければならない。これまで橋梁構造物の維持管理では、損傷が発生してから修繕などの対処をする事後的管理によるメンテナンスが行われてきた。一方、国内の鉄道橋梁構造物の平均経年数は約60年を迎え¹⁾、今後、高齢化したストックが増大していくため、重大な損傷が発生する可能性が高まってくると考えられる。加えて、少子高齢化によって、作業員の若年化が進む一方で鉄道の維持管理を支えてきた熟練技術者不足が顕在化しつつある。したがって、大きな損傷に至る前に監視や補修・補強などの適切な処理を施す予防保全的管理への転換を図り、補修や更新の時期を分散するとともに少ないリソースで効率的に質の高いメンテナンスを行う体制の構築を目指していくことが重要である。

このような状況を踏まえ、JR西日本では、検査や補修の記録作業の効率化を図るべく、橋梁の3Dモデルを活用した管理システムの開発を進めてきた²⁾。本稿では、システムの開発着手から実運用に向けた改良に至る経緯を整理したうえで、従来の管理手法との比較を通して、予防保全的管理への転換を支援する観点から本システムを活用した管理の有効性を述べる。

2. 3Dモデルを用いた橋梁維持管理システム

現行の管理では、立体構造物である橋梁を部材ごとに平面に表した展開図に変状や補修箇所を記録した維持管理基図を利用してきた。しかしながら、展開図作成や集計作業は手作業で行われてきたため、多大な労力を要していた。さらに管理品質の面では、変状や補修の位置と形状は現場スケッチをもとに概略的に記録されていることにくわえ、展開図は検査と工事で異なる様式で作成され相互利用されていないケースがあり、検査～計画～工事の一連のサイクルにおける正確な時系列管理を阻害している状況があった。これらの原因は、手書きによる実寸法を持たない展開図による管理方法に集約されると考えられた。これを踏まえ、寸法を持った基図を簡易に作成・共有し、そのうえで変状や補修の形状と位置を特定するとともに、履歴を時系列で蓄積することを必要な機能として定めた。これを実現するため、空間情報技術を活用して橋梁構造物の3Dモデルを作成し、これを基図として、変状・補修の位置および形状の記録・蓄積、必要に応じて展開図への自動変換を行う発想に至った。

本システムは、3Dモデルと外観写真を対応付けることにより、写真上で変状や補修箇所の図形をなぞると、それを3Dモデルに反映することができる。変状や補修のデータは、時点ごとにレイヤ情報としてデータベースに登録される。これにより、①変状や補修の正確な位置や大きさの把握と集計作業の自動化、②計画・検査・工事での情報共有と履歴管理、が可能となる(図-1、図-2)。

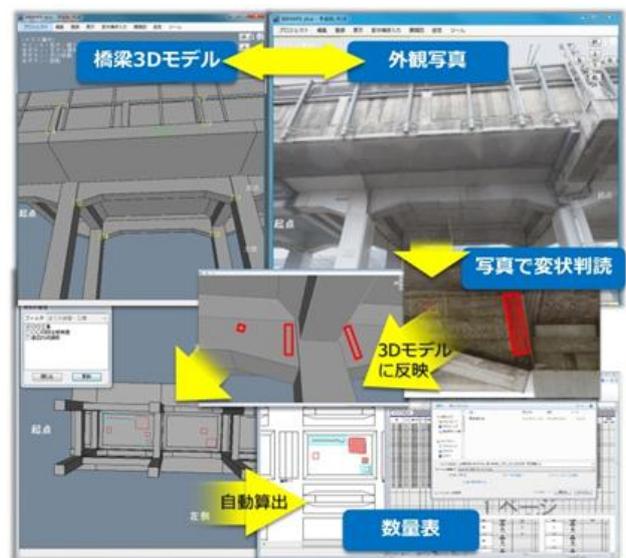


図-1 システムの基本機能

キーワード 橋梁維持管理, 3Dモデル, 変状・補修, メンテナンスサイクル, 予防保全的管理

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田二丁目4-24 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部技術開発部 TEL06-6376-8136

システムの基本機能を構築したのち、利便性の向上や適用範囲の拡大に向けた改良を加えてきた。3Dモデルの作成に関して、標準的な構造種別については、竣功図などから読み取った寸法を入力することでモデルを自動作成する機能を開発した。また、汎用的な3DCADソフトで作成した3Dモデルを取り込む機能を追加し、特殊な構造についても漏れなく対応できるように改良した。利便性に関しては、システムを現場で携帯可能なタブレット端末に移植し、撮影装置（デジタルカメラ）と通信し、写真の撮影・取り込み、3Dモデルとの簡易な対応

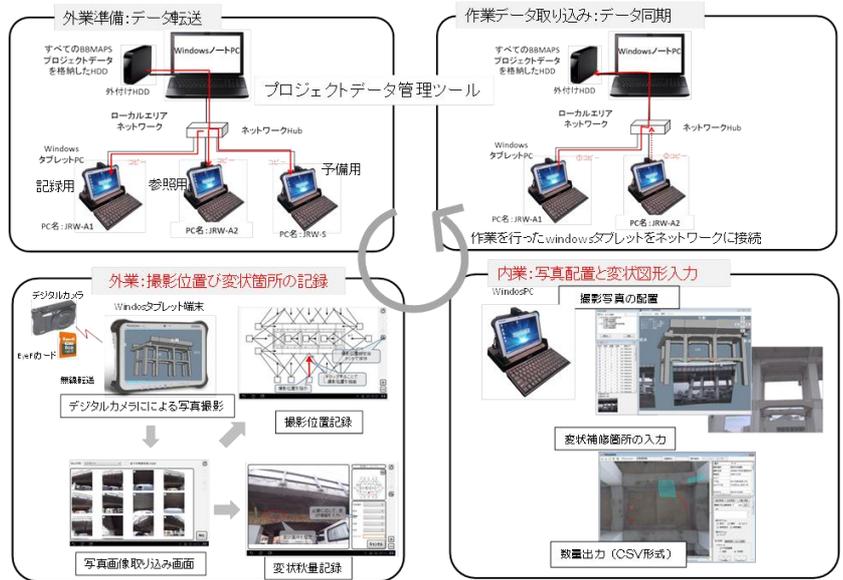


図-2 本システムによる橋梁検査作業の全体図

付け、概略的な変状・補修図形の記録までを現場作業の一連の流れで完了できるように改良を施した。加えて、実運用に備えた改良として、JR西日本で活用されている橋梁諸元や検査・補修の計画の支援ツールである橋梁保守管理システム（BRAMS: Bridge Analysis and Maintenance System）から諸元や計画情報を取得し、本システムで集計した結果を再びBRAMSに集約する機能を設け、相互に連携を図ることで現状の管理体系に組み込める環境を整えた。

3. システムの有効性

将来に向けて、技術者の減少や熟練度の低下に対してシステムがサポートする内容を明確にするとともに、予防保全的管理に対しては、検査～計画～工事のメンテナンスサイクルを持続的に運用し、変状の推移を見極め、ライフサイクルコストを考慮した効率的な補修計画を立てることが重要である。これを見据えた3Dモデルと本システムの有効性を以下に述べる。

- 本システムを現場で活用することで、過去の変状位置や現況位置を拡張現実として視覚的・直感的に把握できるようになり、変状の進行性を現場において判断しやすくなる（図-3）。
- 3Dモデルは、検査と工事で共通の基図として活用でき、変状と補修の正確な履歴を一元的に蓄積できる。
- 位置情報に基づいて、正しい位置に変状・工事の箇所を記録でき、個々の変状に対して、発生→補修による解消→再発生といった変化を追跡できるようになり、再変状箇所の特定や原因の推定が可能となる。
- 検査や工事の数量集計や図面作成が自動化されるため、事務所内での整理にかかる時間が大幅に短縮され、将来的な技術者の減少への対応が可能となる。

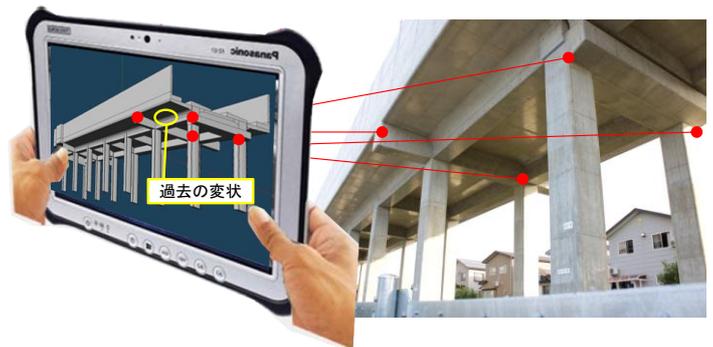


図-3 現場での3Dモデルの活用

4. おわりに

本システムは、2015年3月に開業した北陸新幹線の検査業務において試行的に導入し、実際の検査を通してシステムの機能評価と必要な改良を施していく。本システムによる検査・工事箇所の正確な位置関係や寸法の経年的な管理は、予防保全管理に向けて必要なものであり、今後、実運用に向けた有効性の検証を継続していきたい。

参考文献

- 1) 舘山勝：鉄道構造物の経年劣化克服に向けたリニューアル技術，第26回鉄道総研講演会，pp.51-58, 2013.
- 2) 清水智弘，吉川眞，瀧浪秀元，御崎哲一，高橋康将，中山忠雅，内田修，近藤健一：3Dモデルを用いた橋梁維持管理システムの開発，土木学会論文集F3（土木情報学），Vol.69, No.2, I_45-I-53, 2013.