

3D モデルを用いた橋梁維持管理手法の提案・試作・検証

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○高橋 康将
ジェイアール西日本コンサルタンツ(株)
アジア航測(株)

正会員 坂本 保彦
中山 忠雅
内田 修

正会員 御崎 哲一
正会員 清水 智弘
正会員 近藤 健一

1. はじめに

山陽新幹線の安全運行を確保するために、構造物について定期的に検査を行い、必要に応じて補修を行っている。橋梁構造物の維持管理を適切に行うためには、各種データを蓄積するとともに、これらを一元管理することが必要となる。これらに対して以下の課題がある。①模式図を展開図として使用することが多く、寸法に曖昧さが残るため、検査と工事で共通に使用していない場合が多い。②検査、工事は別会社が行っており、それぞれに対して展開図を作成しており、変状箇所に対して補修箇所が特定し難い場合がある。③工事の施工箇所の確認、数量の算定は変状リストにより人の手で行っており、労力を必要とする。また、共通に使用できる展開図の様式等が定まっていないため、現状では再度工事会社による変状調査を行っていることがある。そこで、3Dモデルから寸法を持った橋梁展開図を簡易に作成し、撮影写真から変状・補修数量を測定する手法の開発を行った。今回、本システムで現場試行し、検査→計画→工事という一連の維持管理サイクル(図1)に対して、有効性が確認されたので報告する。

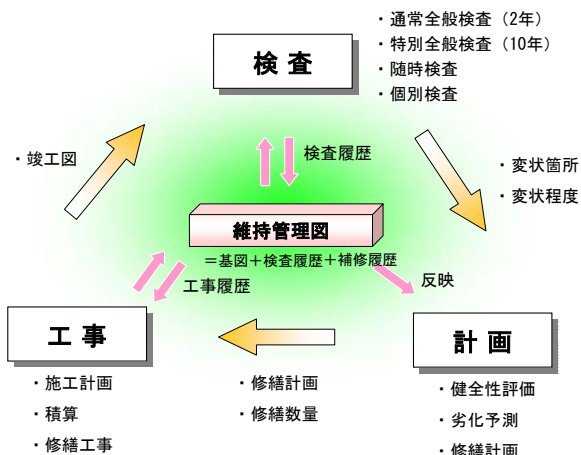


図1 維持管理サイクル

2. 橋梁展開図簡易作成システム¹⁾

本システムは、形式別の標準形橋梁 3D モデルを作成した後、既設設計図面、もしくは、部材寸法をターゲット不要で簡易かつ精度良く計測を行うことを目的に開発したステレオ撮影装置により計測した部材寸法を修正することにより、簡易に寸法を持った維持管理用の展開図を作成できるものである。作業フローを図2に示す。

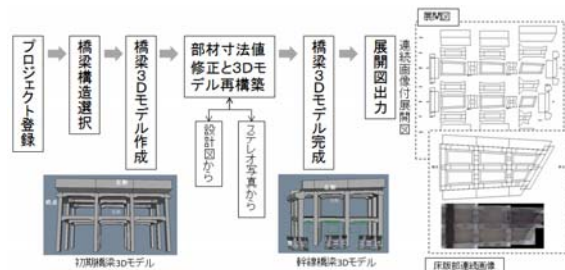


図2 橋梁展開図簡易作成手法の作業フロー

3. 変状・補修管理システム²⁾

橋梁展開図簡易作成システムで作成した 3D モデルと撮影写真を用い、部材端部など特徴的な点を指示する事で、撮影したカメラ情報をもとに撮影位置と方向を算出し、3D 空間上に配置する事ができる(図3①)。レンズひずみなどを除去することにより、3D モデルと撮影画像を一致させることができる(図3②)。これを利用することで、変状・補修箇所を単写真で撮影し、写真上の変状・補修箇所を図形でなぞることにより、変状や補修数量を算出できる(図3③)。

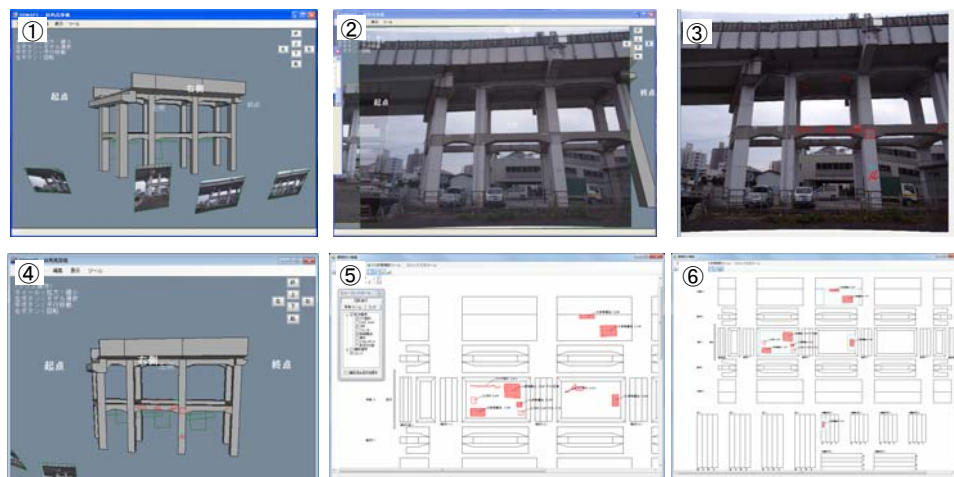


図3 変状・補修管理システム

なぞった変状・補修箇所は、業務別にレイヤ分けされた 3D モデルや展開図に正確に位置が反映される(図3④⑤)。個別の変状に対して ID を持たせることにより、経時的な変状の進行や補修時の変状解消も把握することができ、また、計画補助機能として変状図形範囲からはつり範囲の算出も行うことができる(図3⑥)。

キーワード 維持管理, 展開図, 時系列管理, ステレオ写真, コスト縮減, 3D モデル

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目4番24号 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部技術部 TEL 06-6376-8136

4. 作業時間と作業人数の検証

検査・計画（管理）・工事の一連のサイクルのうち、検査と工事の工程に対して、現地作業を試行し、本システムを用いた新作業方法で3径間ラーメン高架橋1セット当りの平均作業時間（図4）の評価を行った。なお、検証の中で各工程に要した作業内容と作業人数は次に述べる。

従来法の検査は、外業では写真撮影、変状箇所寸法計測、変状メモ作成等で3人/組、内業では白図展開図作成、写真整理、検査記録簿作成、変状展開図作成、変状数量算出等で3人/組である。従来法の補修工事は、外業では写真撮影（はつり・補修箇所）、はつり深さ・補修箇所寸法計測、補修メモ作成等で3人/組、内業では白図展開図作成、写真整理、はつり管理図作成、補修展開図作成、補修数量算出等で1人/組である。本システムは、検査・工事とも共通で、外業では写真撮影のみで2人/組、内業では準備（3Dモデル作成）、写真取込・変換、写真貼付、変状補修図形入力、展開図・数量出力で1人/組である。

本システムを用いた外業と内業に要する作業時間は、作業者のシステム熟練度や処理PC性能等と多少の違いはあるが、検査工程では約1/2程度、補修工事工程では約1/10程度の時間短縮と作業人数の削減が可能であることが分かった。

5. 測定精度検証

補修工事において、補修寸法は工事費に直結する。そこで、個別の補修箇所に関して、断面修復を抜粋し、①従来法面積（工事写真からの定規読取值）と②本システム面積の誤差（①－②）をもとめ、測定精度の評価（図5）を行った。

補修工事の測定精度は、本システム測定値の誤差がほんのわずかに大きい値（誤差平均値-0.004 m²）となる。これは従来法的面積算出方法が長方形、あるいは台形の2つの図形として簡易に面積を算出しているのに対して、本システムでは、正確な矩形の頂点座標より面積を算出しているためである。であるが、誤差の平均値が0中心にあること、誤差分布が正規分布に近い分布にあることから本システムの測定値自体信頼性の高い測定値であると考えられるため、現場作業に十分適用できると言える。

6. おわりに

本開発により、従来は困難であった展開図と写真、数量の関連付けが容易に出来るようになり、正確なトータルコスト管理、個別の変状・補修箇所に追従機能を持たせた完全な時系列管理が可能となる。また、作業時間や作業人数が削減できることから、業務速度の向上やコスト縮減も期待できる。今後、本システムを使用することにより、検査・計画・工事に必要な展開図、写真、数量を一つのシステムで一元管理できる新しい橋梁維持管理への活用が期待される。

【参考文献】

1) 近藤健一, 坂本保彦, 中山忠雅, 内田修: 橋りょう維持管理用展開図の簡易作成システムの開発, 土木学会第65回年次学術講演会, V-335, 2010.9
2) 近藤健一, 坂本保彦, 中山忠雅, 清水智弘, 内田修: 3Dモデルを用いた橋りょう維持管理用展開図作成・管理システムの開発, 土木学会第66回年次学術講演会, IV-219, 2011.9

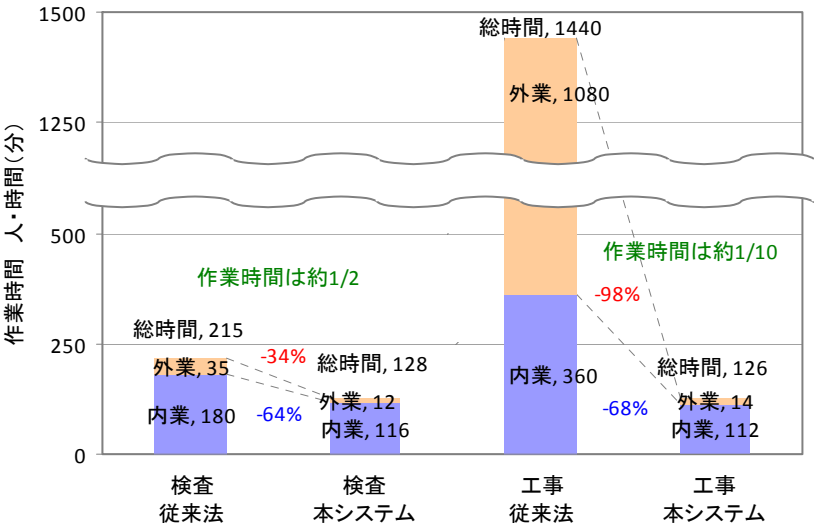


図4 従来法と本システムの作業時間

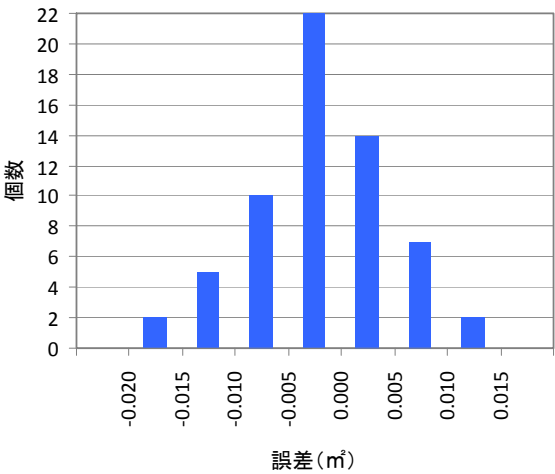


図5 誤差分布図