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

西日本旅客鉄道㈱　正会員　○近藤　健一
西日本旅客鉄道㈱　正会員　坂本　保彦
ジェイアール西日本コンサルタンツ㈱　中山　忠雅
ジェイアール西日本コンサルタンツ㈱　清水　智弘
アジア航測㈱　内田　修

１．はじめに

山陽新幹線（新大阪～博多間）は、1972年に新大阪～岡山間（158km）、1975年に岡山～博多間（402km）が開業した。山陽新幹線の橋梁（高架橋を含む）の延長は、全延長（約560km）のうち4割弱（211km）を占めている。（図１）これらの構造物が供用期間を通じてその要求性能を満足するよう、定期的に検査を行い、必要に応じて措置を講じている。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、これらを最新のデータに随時更新、編集することが必要となる。これらに対して橋梁諸元、検査データ、補修履歴等のデータベース化を行い、処理の容易化、迅速化を図るとともに、検査計画、補修計画を支援する橋梁保守管理システム（BRAMS）[1)]を平成14年度に構築した。しかし、構築後、様々な課題・改善要望が挙げられている。その一つとして、変状展開図の使用性の向上がある。現状の展開図は、模式図であり、検査・補修履歴は記録されているが、寸法が無いために、検査と工事で共通の展開図を使用できないなどの課題があった。維持管理を合理的に行うためには、検査、措置等の記録は、それらが参照しやすい形で保存することが望ましい。そこで、展開図による個別変状・補修箇所の数量管理（現状と効果の把握）、時系列管理を行うことを目的に、3Dモデルから寸法を持った橋梁展開図を簡易に作成する手法、作成した3Dモデルを用いて撮影写真から変状数量を測定する手法の開発を行ったので報告する。

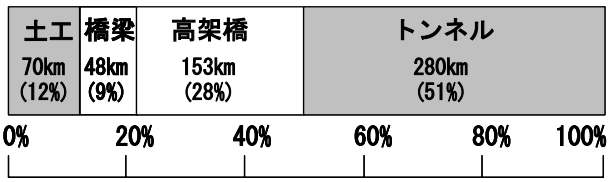

図１　山陽新幹線の構造物延長

２．橋梁展開図簡易作成システム[2)]

本システムは、構造別の標準形橋梁 3D モデルを作成した後、既設設計図面、もしくは、後述するステレオ撮影装置により、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。

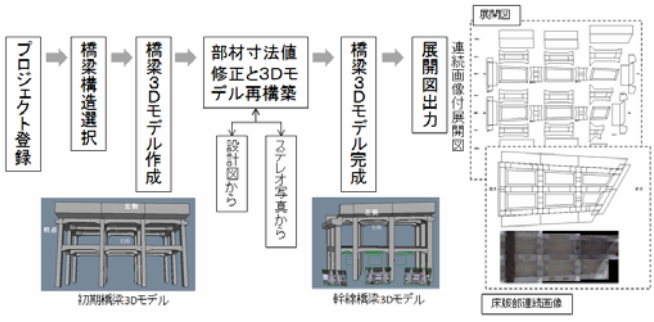

図２　橋梁展開図簡易作成手法の作業フロー

３．ステレオ撮影装置

コンクリート橋梁の柱や梁などの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、ステレオ計測を活用した撮影装置（図３）の開発を行った。

図３　試作ステレオ撮影装置

本装置は、現場での携帯性、操作性と、測定精度を確保するという相反する条件を満足させるため、基線長(B)、撮影距離(L)、撮影角度（θ）、及び測定部材寸法（Lo）をパラメータとして、寸法測定の測定誤差に関してシミュレーションを実施し、カメラ性能、基線長などを決定した。本装置の測定精度は、mm 単位の高精度ではなく、部材寸法の 5%以内という測定精度を目標とし、装置の携帯性を重視した。

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㈱　鉄道本部技術部　ＴＥＬ06-6376-6154

本装置を用いて、精度検証を行った結果を図 4、図 5 に示す。図 5 のプロットは測定寸法 L／実寸法 L0 の値を示している。測定結果より、標準偏差は 2.1%であり、目標精度 5%を確保できる事を確認した。

ここで、撮影距離 25m 以内であること、また斜めから撮影する場合は±30 度以内、ということを精度確保の条件とする。また、デジタルカメラ内部機構に起因する誤差要因の対策としてキャリブレーション（較正）を購入時、修理時に行うことを基本とする。

本装置の特徴は、固定基線方式を採用しているため、測定対象物に一切のターゲット貼付が必要ではなく、現地での作業は撮影のみである。また、装置全体の重量は 1.5ｋｇ以下であるため、作業者の撮影作業の負担も小さい。

図 4　部材寸法測定時のシステム画面

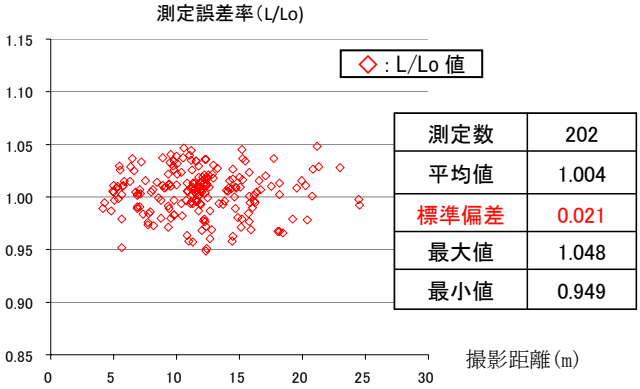

図 5　ステレオ撮影装置の測定結果

4．変状管理システム

本システムの概要を以下に述べる。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 6①）。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 6②）。これを利用することで、変状や補修箇所を単写真で撮影し、写真上の変状などを図形でなぞることにより、変状数量を算出できる（図 6③）。なぞった変状などは、3D モデルや展開図に正確に位置が反映される（図 6④⑤）。

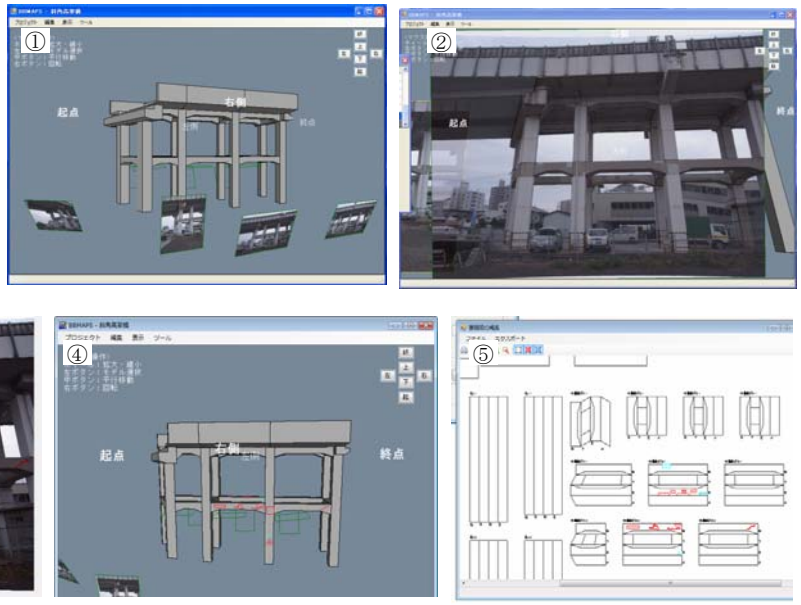

図 6　変状管理システム

5．おわりに

本開発により、3D モデルと展開図、撮影写真、変状・補修位置数量の関連付けが容易に出来るようになる。部位ごとの個別変状・補修箇所の現状と効果の把握、トータルコスト管理への活用が期待される。

【参考文献】

1）鈴木秀門、木村元哉、御崎哲一、中山忠雅：ＲＣ高架橋のコンクリート劣化に対応した橋梁保守管理システムの構築、土木学会第58回年次学術講演会、Ⅳ-087、2003.9

2）近藤健一、坂本保彦、中山忠雅、内田修：橋梁維持管理用展開図の簡易作成システムの開発、日本鉄道サイバネティクス協議会　サイバネティクス、2011 Vol.16 No.2