

為当第1橋でのICT技術活用報告

Report on ICT Technology Utilization for Tameto Bridge No.1



飯野 元*¹
Hajime IINO



田村 茂*²
Shigeru TAMURA



矢部 泰彦*³
Yasuhiko YABE

要旨

鋼橋上部工では検査路等の付属物の製作・設置にあたっては鋼橋本体とは別の設計図面を用い、技術者によって干渉などのチェックを行っている。本工事では検査路干渉チェックの省力化を目的とし、画像処理（AI）等の技術を用いた照査システムの提案・検証を行った結果、画像処理技術の可能性と問題点およびモデル作成や調書作成時の生産性向上効果を確認した。

キーワード：干渉チェック，AI（画像処理），モデリング

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：令和2年度 23号蒲郡BP為当
第1橋鋼上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：愛知県豊川市為当町
- (4) 工期：令和2年9月30日～令和5年2月24日

本橋は、明豊道路の一部として計画される蒲郡バイパス範囲に位置する鋼7径間連続非合成少数钣桁橋である。本橋の点検導線として、上部工検査路は上下線各1本ずつ桁間に配置され、下部工検査路は橋脚高さが5m以上であることから橋脚毎に下部工検査路が配置されており、掛け違い橋脚となるP12橋脚とP19橋脚は調整池内となるため、橋面上から下部工検査路への昇降梯子が計画されている。近年、維持管理の観点から検査導線に配慮した検査路配置を行うなど計画段階から配慮されてきているが、その反面、主橋体との取合いや付属物同士の取合い構造が複雑になってくる傾向にある。本工事では鋼橋上部と検査路との取合いについて、製作段階で干渉等の不具合を防ぐことを目的とし3Dモデルでの設計照査を実施した。

本稿では、そのモデル作成から干渉チェックまでのシステムを画像処理（AI）等の技術を用いて省力化する手法について検証を行った内容を報告する。

2. 干渉チェックシステムの概要

鋼橋上部工では、検査路等の付属物の製作・設置にあたっては、鋼橋本体とは別の設計図面・モデルを用いて、

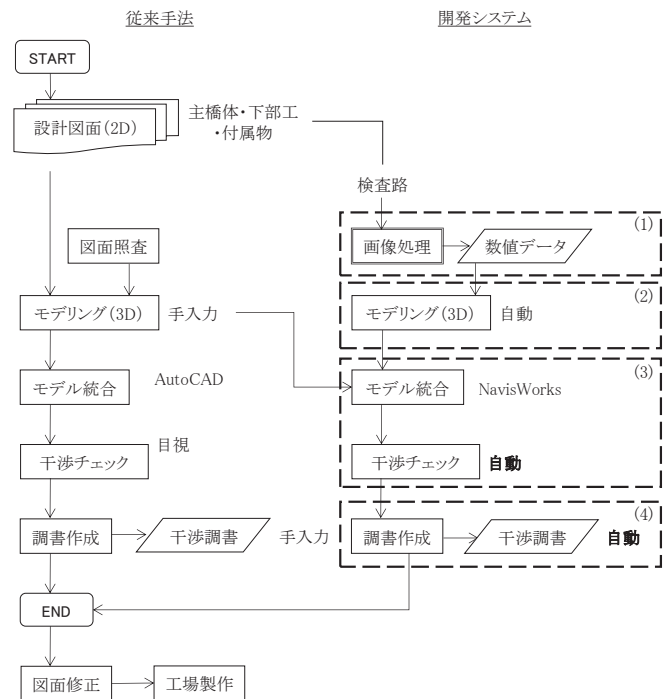


図-1 実施内容フローチャート

*¹ 技術・開発本部 設計・開発部 設計・開発第2グループ グループリーダー
*² 関西支社 工事・計画部 工事グループ 現場所長

*³ 千葉工場 生産計画部 生産計画グループ グループリーダー

かつベテラン技術者の経験値に頼って、構造全体の取り合い確保・調整（橋梁本体と付属物の干渉チェック等の作業）を行っており、更なる省人化・省力化が求められている。このような現状に対して、画像解析、モデリングなどICT等の情報処理技術を用いることにより効率化することで作業が省略されることを目的としてシステムを構築し、従来方法との比較を行うことでその実用性を検証することとし、**図-1**に示す手順により作業を行った。

3. 検査路干渉チェックの適用事例

(1) 画像解析

通常、検査路の3Dデータを作成するための入力作業は作業者が必要な数値を読み取って行っているが、今回は新たな技術として人工知能（AI）技術を用いた画像処理によって、検査路の2次元PDF図面を自動で読み取り、文字認識によって3Dデータ作成に必要な部材寸法を数値データとして取得し、3次元設計モデル作成のためのファイル（中間ファイル）として出力する（**図-2**）。

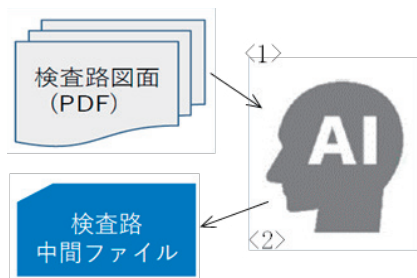


図-2 画像解析 (AI)

AIが必要な情報を得るための学習として、図面内の必要情報を指定して教示させる。分析精度を向上させるため、今回は本橋の上・下部工検査路に加えて、同発注者にて近隣で施工された工事の検査路図面を用いて2橋分の検査路図面を学習させた。AI分析の図面例を**図-3**に示す。検査路の各図面から入力に必要な情報を分析し、必要に応じて情報取得要領を図示する。その内容をエクセルに整理することでAI学習を行った。

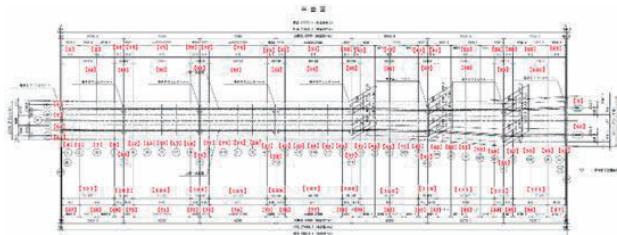


図-3 画像解析 (AI)

(2) モデリング

AIによる画像解析により得られた検査路中間ファイルから、検査路の3次元設計モデルを作成する（**図-4**）。3次元設計モデルの作成は、オフィスケイワン株式会社の橋梁CIMシステム（CIM-GIRDER）および自社開発の自動作成システムを使用した。

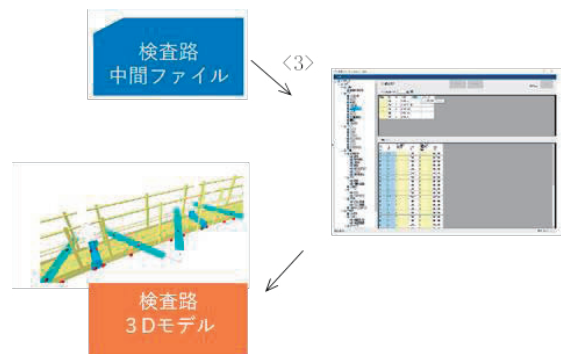


図-4 モデリング

(3) 干渉チェック

別途作成した鋼橋上部工本体・付属物（排水装置等）および下部工躯体の3次元設計モデルと、自動作成した検査路の3次元設計モデルをAutodesk社のNavisWorks上で統合・可視化し、部材の干渉チェックを行う（**図-5**）。干渉チェックはNavisWorksの基本機能であるClash Detective機能を用いて干渉および近接チェックを行った。

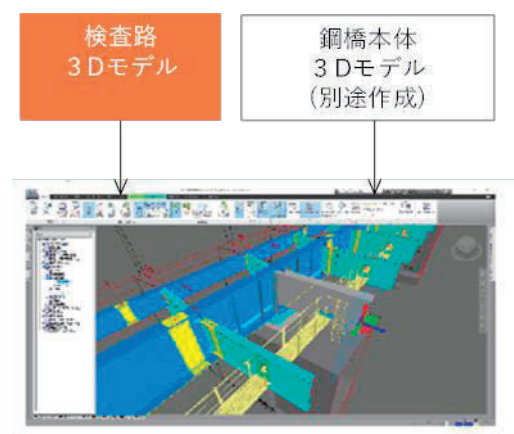


図-5 干渉チェック

干渉チェックの結果得られた干渉箇所の例を**図-6**に示す。下部工排水装置と下部工検査路が干渉していたため、検査路側の排水装置の切り欠き位置を排水中心位置にずらすことで事前に不具合を解消することができた。このように本来別の図面に作図されている付属物同士の干渉を比較的容易に確認することができる。

(4) 施工段階での後戻りの軽減などの生産性向上への貢献度

今回は、結果的に干渉箇所は1件（為当第一橋の下部工検査路）であり、後戻りの軽減に伴う生産性向上はわずかであった。しかしながら、作業工数の削減率は従来方法に対して約25%になっており、少子高齢化の時代、提案方法によりベテラン技術者に限らず、3次元モデルを用いた自動干渉チェックを実施することができれば、施工前の早い段階で若手技術者による干渉チェックを行うことができ、今後、技術者の技量に頼らない生産性向上への貢献度が高くなることが期待できる（表-1）。そのためには改善すべき内容に取り組み、このシステムを汎用性のあるものに開発を進めていく必要がある。

表-1 工数・金額比較

項目	作業内容	従来手法			開発システム			比率	
		工数	単価	直接費	工数	単価	直接費	工数	直接費
		A	B	C=A×B	D	E	F=D×E	D/A	F/C
①検査路モデルデータ作成	(1)データ作成	9.5	40,600	385,700	1	40,600	40,600	0.11	0.11
	(2)データチェック	0.5	40,600	20,300	0.5	40,600	20,300	1	1
②本体3Dモデル作成	(1)XMLファイル入力	25.5	40,600	1,035,300	25.5	40,600	1,035,300	1	1
	(2)データチェック	1	40,600	40,600	1	40,600	40,600	1	1
	(3)データ出力	0.5	40,600	20,300	0.5	40,600	20,300	1	1
③干渉チェック	(1)モデル統合	0.5	40,600	20,300	0.5	40,600	20,300	1	1
	(2)干渉チェック	1	55,300	55,300	0.5	40,600	20,300	0.5	0.37
	(3)調査作成	1	55,300	55,300	0	40,600	0	0	0
合計		40	41,344	1,633,100	30	40,600	1,197,700	0.75	0.73

注) システム開発費は含まない

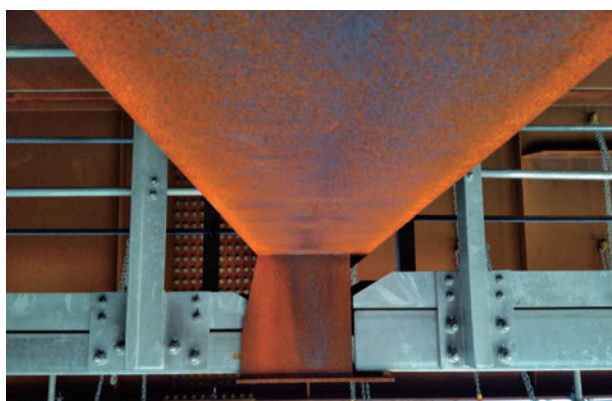


写真-1 現地の設置状況

5. おわりに

今回、設計照査の一環としての検査路干渉チェックに用いるモデル作成において画像解析・モデリングなど情報処理技術を用いて作業を効率化するシステムを構築し、システムの有用性を現地工事にて検証した。新規システムを使用して干渉チェックを行った上・下部工検査路は大きな問題無く現地にて設置を行うことができた（写真-1）。AIを用いた画像処理技術については一定の有用性を見いだせたが課題も見つかった。今後、データを積み重ねることで改善していける内容であるため、開発・検証を進めていき、作業の効率化を図っていく。最後に、本工事を施工するにあたり、ご指導とご協力頂きました関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

2023.11.30 受付