

新城戸橋上部工 ICT活用報告

Report on the Utilization of ICT Technology in the Construction of the Shin-Kido Bridge Superstructure



長尾 知佳^{*1}
Chika NAGAO



吉元 大介^{*2}
Daisuke YOSHIMOTO



田辺 好司^{*3}
Kohji TANABE



竹内 颯^{*4}
Soh TAKEUCHI

要 旨

近年、少子高齢化に伴い土木・建築分野においても少人化や省力化が強く求められている。そこで、鋼橋工事における労働環境改善の一環として、福岡201号新城戸橋上部工工事における下部工付属物の取り付けのための下部工へのアンカー施工において、AIによる画像解析やMRデバイス等の新技術を用いた新しい取り組みを実施した。本稿では、その試行内容および検証結果等について報告する。

キーワード：ICT，画像解析（AI），3次元モデル，MR，自動帳票

1. はじめに

本工事は、福岡県粕屋郡篠栗町篠栗を起点とし、飯塚市弁分に至る八木山バイパスの4車線化に伴う、鋼4径間連続非合成鉸桁橋の製作および架設工事である。架設位置は篠栗町内住の谷部に位置しており、中間橋脚高さが20mを超える高所に架かる橋梁であるため、点検通路として上部工検査路と下部工検査路が計画されている。また、R=500mの曲線橋であり、地震時に回転できる条件に該当しているため、横変位拘束構造の設置が計画されている。橋脚および橋台はコンクリート構造であり、下部工への付属物の取り付けはあと施工アンカーを用いて行うこととなっており、下部工検査路支持ブラケットのアンカーボルトや横変位拘束構造のアンカー筋の設置時に下部工への削孔が必要となる。

近年の新設工事では本工事のように点検用に下部工検査路を設置することが多いほか、耐震設計上の観点から落橋防止システムの設置が必須となることも多く、コンクリート製の下部工へのあと施工アンカーの設置作業が必要となっている。この作業のため、作業者はアンカー位置を図面から読み取り下部工へ罫書きを行うことや、フィルム型を作成して現地で位置合わせを行うなど、時間と労力を要している。本稿では、この作業の省力化を

目的に、新技術である画像処理（AI）による設計図面情報の読み取りやMRデバイスを用いて罫書き作業を無くすなど、ICT（Information and Communication Technology）を駆使した省力化の試みを実施したため、その試行内容および検証結果、今後の展望について報告する。

2. 試行概要

(1) 工事概要と対象構造物

試行の対象である福岡201号新城戸橋上部工工事の施工範囲は主構造の他、上部工検査路、下部工検査路、横変位拘束構造の製作および架設、排水装置支持金具の製作であり、床版および壁高欄は対象外となっている。試行の対象は、A1橋台部に設置する下部工検査路支持ブラケットのアンカーボルトおよび横変位拘束構造コンクリート壁のアンカー筋とした（図-1）。

^{*1} 技術・開発本部 設計・開発第2グループ 副主任

^{*2} 技術・開発本部 本部長

^{*3} 工事本部 橋梁工事事務部 橋梁工事グループ 現場所長

^{*4} 技術・開発本部 研究開発部 研究開発グループ 副主任

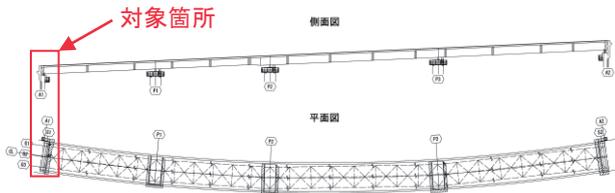


図-1 構造一般図

(2) 試行手順とシステム概要

試行手順としては、省力化につながっているか確認を行うため、従来手順と新技術を用いた手順の2パターンで作業を実施することとした(図-2)。

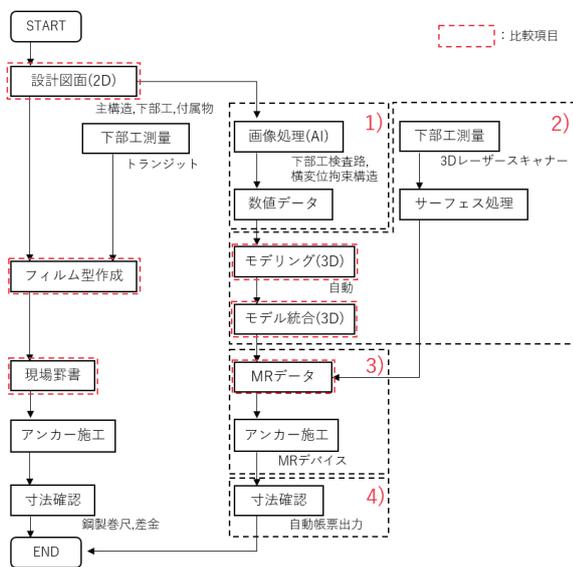


図-2 フローチャート

1) 画像解析

アンカーボルトやアンカー筋の間隔については、通常、技術者が図面から必要な情報を読み取っているが、今回は人工知能(AI)技術を用いて画像解析を行い、数値を取得することとした(図-3)。下部工検査路および横変位拘束構造図面の2次元PDFデータを使用し、文字認識によって必要な寸法を数値データとして取得、3次元モデル作成のための情報をXML形式の中間ファイルとして出力する。

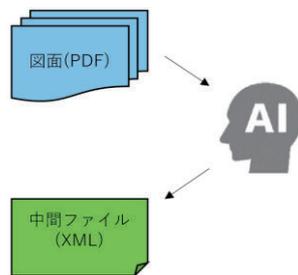


図-3 AI画像解析

2) 3次元モデリング

次に、中間ファイルを自社開発した自動モデリングシ

ステムに読み込み、下部工検査路および横変位拘束構造のCIMモデルを作成する(図-4)。また、現場にて3Dレーザースキャナー(GLS-2200)を使用して

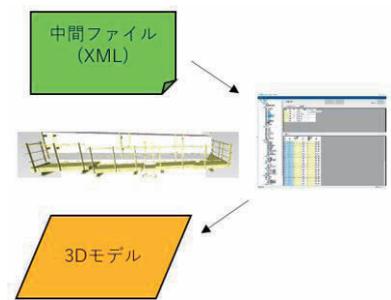


図-4 モデリング

現地形状の点群データを取得し、手動で作成した3次元モデルもデータを重ね合わせるにより、将来の維持管理に活用できるモデルを作成する。モデルの統合にはNavisworks Manageを使用する。また、得られた点群データから橋台のサーフェスを作成し、このモデルを次項で述べるMR投影システムに活用する。この際、点群データの抽出にはGeomagic Design Xを使用し、サーフェスモデルはAutoCADデータとして出力する。

3) MR投影システム

現場作業による図面の読み取りや罫書き作業を省略するため、点群データから作成したサーフェスにAutoCAD上でアンカー位置を反映し、インフォマティクス社のGyroEyeコンバータによりMRデータに変換を行う。MRデバイスはMicrosoft社のHoloLens2とし、MRデータはGyroEye Holoのシステムを通してビューワソフトにより現場で閲覧することとした。今回はMRシステムの誤差や問題点の確認を行うため、現場でのアンカーボルトの打設手順としては従来通りに罫書きを行っておき、その後MRデバイスを装着し表示されるアンカー位置と実際の罫書き位置を見比べることで、どれくらいの誤差があるか確認を行う。また、GyroEye Holoを使用することで作業者の視点をリアルタイムでパソコンに表示して閲覧を行う。

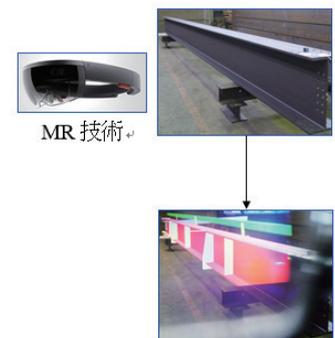


図-5 MR投影システム

4) 調査作成

現場において下部工検査路ブラケットのアンカーボルトや横変位拘束構造のアンカー筋に対して帳票を作成することはしないものの、維持管理用の資料として使用する

ことや別構造への適用を考慮し、自動で帳票を出力するシステムを開発した。まず、3次元モデルからアンカーの座標をxlsx形式で出力する。次に、現地の部材取り付け位置をトータルステーション（DX-105）で計測し、座標をcsv形式で出力する。出力されたxlsxデータおよびcsvデータ、そして帳票のひな形を自社開発の自動帳票作成システムに読み込むと、設計値座標と近似位置の現地座標のアンカーを自動でマッチングし、帳票ひな形の該当欄に数値を入力して出力することが可能である（図-6）。

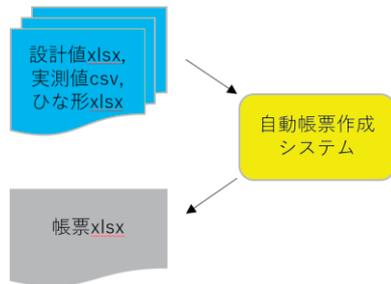


図-6 自動帳票作成システム

3. 試行結果

(1) 画像解析

画像解析による数値の読み取りについて実施したところ、数値が読み取れた箇所は全体の8割程度であった。

図-8のうち白抜き部が文字認識箇所であり、文字と認識されなかった箇所はグレー着色のままとなっている。数値として認識されなかった原因としては、引き出し線と数値が近いことから、数値が図の一部として誤認識されたことが考えられる。また、数値の読み取りはできたものの、隣接する寸法値に近い箇所は連続

	正解値	引き当て	取得値
名符	B1	ⓐ	B1
H綱_H	175	ⓑ	17
H綱_B	175	Ⓒ	175
H綱_T1	7.5	Ⓓ	7.5
H綱_T2	11	Ⓔ	11
H綱_L	1468	ⓓ	1468
ベース_H	435	ⓔ	435
ベース_T	22	ⓕ	22
ベース_W	420	ⓖ	420
ベース_S	180	ⓗ	180
ウェブ_W	300	ⓓ	300
ウェブ_T	12	ⓓ	12
X1	90	ⓓ	認識不可
X2	120	ⓓ	120
X3	120	ⓓ	120
X4	120	ⓓ	120
X5			
Y1	90	ⓓ	認識不可
Y2	80	ⓓ	認識不可
Y3	195	ⓓ	195
Y4	100	ⓓ	30100 誤認識

図-7 数値出力

した一つの数値として認識され、正しい数値として出力されなかった箇所も生

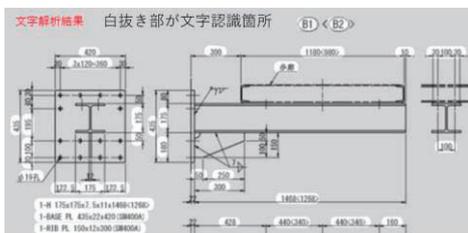


図-8 画像解析結果

じた。解決方法としては、作図段階で寸法線と寸法値の間隔をあけておくことや、PDFではなくCADデータから読み取れるシステムに改善することが挙げられる。

(2) 3次元モデリング

中間データから、自社開発した自動モデリングシステムによりCIMモデルの作成を行った（図-9）。数値からのモデリングは問題なく完了し、表示されている寸法からも設計図面と相違ないことが確認された。点群および主構造との統合モデルは図-10のとおり現場地形が明確に把握できるようにしており、維持管理時の現況把握に活用可能と考えられる。

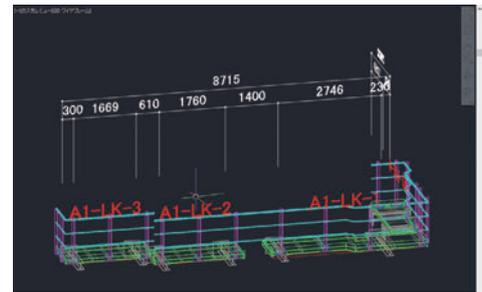


図-9 下部工検査路CIMモデル



図-10 統合モデル

(3) MR投影システム

点群データを基に実形状に合わせて作成した下部工MRデータを用意し、現場にてMRデバイスを装着し罫書き位置の確認を行った。MR

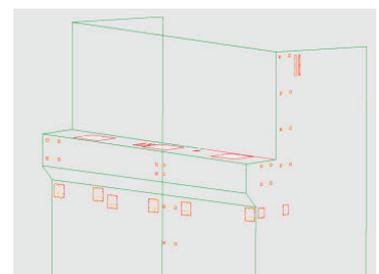


図-11 MRデータ

データと現地地形の位置合わせを行った直後は誤差がほとんど生じていなかったものの、移動や作業時間が経過すると、数cm程度の誤差が確認された。これは、コンクリート製の橋台のように一様に特徴の少ない構造物であった場合、移動した際にズレを修復できる基準がないことや、日射条件によりコンクリートが白色や灰色に見える方が変わることにより下部工のどの面を見ているのかシステムが判定できなくなり、誤差が大きくなったと考えられる。

