

今治道路橋梁建設現場での建設DX（インフラDX）の取り組みについて

松山河川国道事務所 工務第二課 高田 知世
 松山河川国道事務所 建設監督官 宮川 智行
 松山河川国道事務所 工務第一係 係長 梶原 一慶

近年、建設業界において、担い手不足への対応として、「働き方改革」や「生産性向上」の推進が喫緊の課題となっている。現場においてもより安全で快適な労働環境の整備や施工の効率化が必要不可欠になっておりDX技術を活用する流れが加速している。こうした状況の中、松山河川国道事務所では「令和4年度 今治道路五十嵐高架橋下部 P47-P49 工事」において全国初となる最新技術を活用したインフラDXモデル工事を行った。今回はこの取り組みについて報告する。

キーワード インフラDX、生産性、安全性、配筋検査、出来形管理、VR

1. DXモデル工事の概要

(1) DXモデル工事の目的と概要

四国地方は少子高齢化が他地域と比べ10年早いと言われており、建設業の担い手の中長期的な育成・確保は喫緊の課題である。その建設業就業者の高齢化や減少に対応するためには、新技術の導入による建設産業の生産性向上と若手技術者の確保や育成が必要であり、将来を担う子供達やその親御さんにも建設業界が変化し安全にも十分配慮した業界であることを認識頂く必要がある。このため、地域の建設業者の方が「使ってみたい」と思う最新技術を活用し、現場の効率化に繋げるとともに、将来の担い手となる子供達やその親御さんに、建設業界の変化や安全性をアピールする最新技術を取り入れたモデル工事を試行するものである。

試行にあたっては、日本建設業連合会が作成した「建設DX事例集」（2022年3月）91技術のうち、技術提供が可能な技術（約40技術）に絞り、対象工事に適した8技術で発注した。その中から受注者が「使ってみたい」技術として、5技術を選定し、その技術について、実際の工事でDX技術を活用し、効果体感・検証等を行った。

工事発注等の全体の流れを図1、今回工事で選定

した5技術を表1に示す。

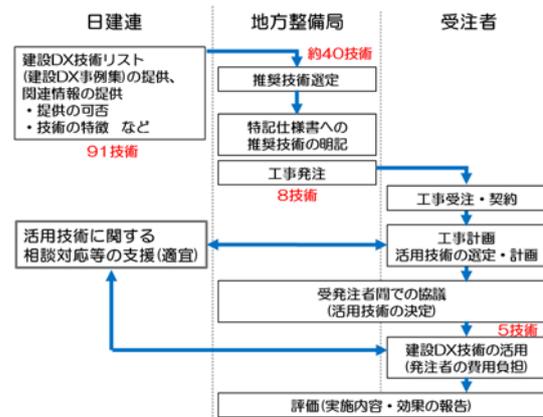


図1 DXモデル工事の発注等の流れ

表1 今回工事で活用した建設DX技術

| 建設DX事例集番号 | 会社名 | 技術名 |
|-----------|-----------|-----------------------------|
| 29 | 鹿島建設(株) | AI配筋検査システム |
| 42 | 清水建設(株) | リアルタイム自動配筋検査システム |
| 74 | 三井住友建設(株) | リアルタイム鉄筋出来形自動検測システム「ラクカメラ®」 |
| 71 | (株)不動テトラ | 点群データを活用した構造物の施工管理 |
| 82 | (株)浅沼組 | VRによる安全教育訓練 |

以下、N0.29、N0.42、N0.74の技術について2章で、N0.71の技術について3章で、N0.82の技術について4章で述べる。

2. 配筋検査システムの活用効果

(1) 技術概要

配筋検査では、従来の配筋間隔等の計測に用いられているスケール等による実測方法に代わり、所定の性能を有するデジタルカメラ等を用いて、写真を撮影することで配筋間隔測定～帳票作成をすることができる技術（以下、「配筋検査システム」と記す）による配筋検査を実施した。

配筋検査システムによる施工フローを図2に示し、図3、図4、図5に各実施状況を示す。

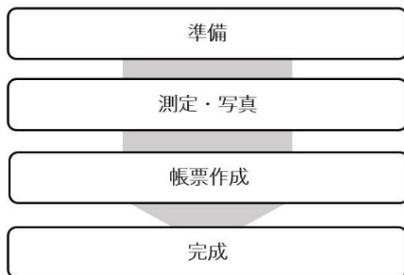


図2 配筋検査システム施工フロー



図3 従来の配筋計測の状況写真



図4 配筋検査システムによる実施状況

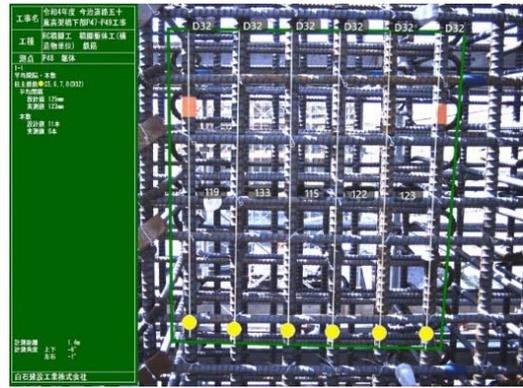


図5 配筋検査結果画面（A技術）

(2) 実施状況

配筋検査システムで、現場に必要なものは配筋検査システム機器のみで、従来検査で必要であったスケールやロッドの設置、黒板の記入、設置の必要がないため、大幅な時間短縮が実現する。また、これらが鉄筋内へ落下する危険性が無くなるとともに、設置する際に必要であった鉄筋上の移動が無くなるので、転倒や結束線等による怪我の危険性が低下した。

(3) 評価

本施工では、配筋検査システムの検査精度と導入効果の確認のため、従来の検査も併用して行い、精度、所要時間・人数の比較を行った。

a) 精度

精度確認に用いた検査箇所データをまとめ、検査精度を算出したものを表2に示す。「デジタルデータを活用した鉄筋出来形計測の試行要領（案）」（令和4年6月 国土交通省 大臣官房技術調査課）においては、配筋検査システムの測定精度は、±30%に収まっていることとされており、表2の⑤の結果から、3社ともに精度に問題がないことが確認できた。

表2 検査精度

| | ① 検査箇所 (鉄筋径) | ② システム 平均間隔 | ③ 実測 平均間隔 | ④ 測定差 | ⑤ 測定精度 |
|-----|--------------------|-------------------|-----------------|----------|-----------|
| A技術 | 主筋 (D32) | 123 | 126 | 3 | 9% |
| | 配力筋 (D22) | 150 | 150 | 0 | 0% |
| B技術 | 主筋 (D32) | 125 | 126 | 1 | 3% |
| | 配力筋 (D22) | 148 | 150 | 2 | 9% |
| C技術 | 主筋 (D32) | 128 | 126 | -2 | -6% |
| | 配力筋 (D22) | 156 | 150 | -6 | -27% |

④測定差=③実測平均間隔-②システム平均間隔
⑤測定差÷①鉄筋径φ×100=⑤測定精度 ≤ ±30%

また、システムによっては、日照条件や撮影角度、副鉄筋の有無により、精度に影響があることも見受けられた。

b) 所要時間・人数、生産性向上

従来の配筋検査にかかる時間と各 3 社の配筋検査システムによる配筋検査にかかる時間と検査の手順毎にかかる時間についてまとめたものを図 6 に示す。従来の検査方法では 1 箇所計測でも延べ 310 分の作業時間がかかっていたものが、各技術とも 70~85 分の作業時間となり、73~77%の作業時間の削減ができ、作業の効率化が確認された。技術 A~C を比較すると準備若しくは測定・撮影に時間を掛ける技術の違いが見える。

また人員について、従来では 2 人必要であったのに対し、配筋検査システムでは 1 人でできるため、省人化の効果も確認できた。

今回工事の高さ 10m の壁式橋脚の例では、計 3 箇所の配筋計測が必要であり、1 橋脚あたり 11~12 時間・人の削減効果が図れることが確認できた。

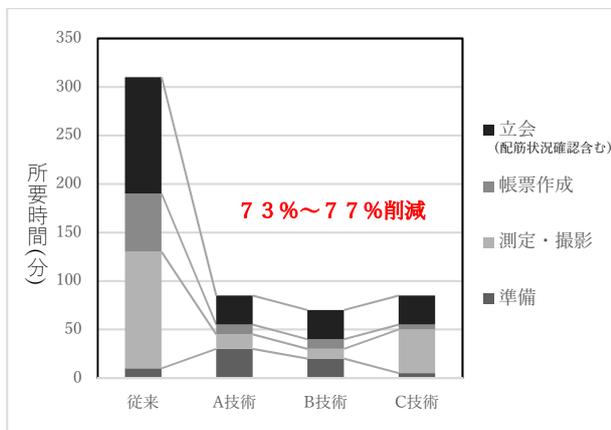


図 6 各技術の所要時間 (1 箇所あたり)

3. 3次元計測を用いた出来形管理技術

(1) 技術概要

橋脚 1 基を対象に、従来のスケール等を用いる出来形計測に代わり、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」(令和 4 年 3 月版 国土交通省) の第 13 編 構造物工 (橋脚・橋台) 編に基づき、3次元計測を用いた出来形管理を行った。3次元データによる出来形管理状況を図 7 に示す。

(2) 評価

今回は、3次元設計データを作成していない中の 3次元点群を用いた出来形管理への活用であり、出来映えのヒートマップは作成できないが、出来形管理の寸法計測については、3次元点群データを活用し、計測することは十分可能であると確認できた。

3次元点群データの取得ができれば、いつでもデータの確認ができるので、広範囲での確実な出来形計測ができ、品質向上にもつながる。また、竣工後に 3次元データとして残るので、維持・管理段階においての活用にも期待できる。

なお、障害物の無い状態での点群取得が必要であり、足場撤去後でしか計測ができないなど、工程上は従来方法より日数を要する。

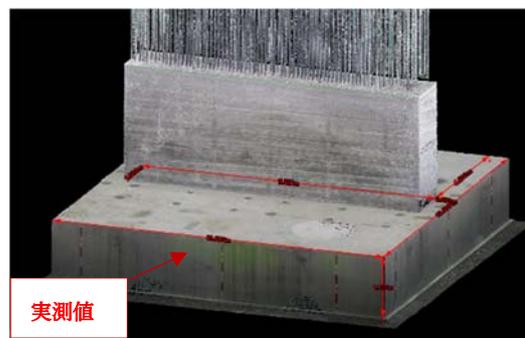


図 7 3次元点群を用いた出来形管理状況

4. VRによる安全教育訓練

(1) 技術概要

本技術は、安全教育訓練において、現場の危険箇所の説明や、今後の施工において気を付ける作業の説明などに、現場の 3次元モデルと VR ゴーグルを活用するものである。今まで 2次元の図面等で行われていたものに比べ、詳細な説明、確認ができ、安全意識の向上が期待される。また事前に現場を体験することで新たな気づきや手戻り作業の防止も期待できる。

(2) 実施状況

本工事では月に 1 度行っている安全教育訓練において、VR を活用し、現場従業員への安全についての注意と作業手順の確認を行った。実施状況について図 8 に示す。本工事で用いた現場の 3次元モデルは提供会社の過年度橋梁下部工事において作成した 3次元モデルを使用させて頂いている。

実施方法は、安全教育訓練の際、下請の作業員にVRのヘッドマウントディスプレイを装着してもらい、3次元モデルを見てもらいながら、安全教育を行った。

(3) 評価

施工前に類似工事の3次元モデルを用いて安全教育を行うことで、作業員の業務内容に合った説明を行いながら、事前に危険箇所の発見や対策について打合せができ、ヒヤリハットにも寄与した。また、施工のイメージを深めることで施工効率の上昇や手戻り作業防止にもなった。

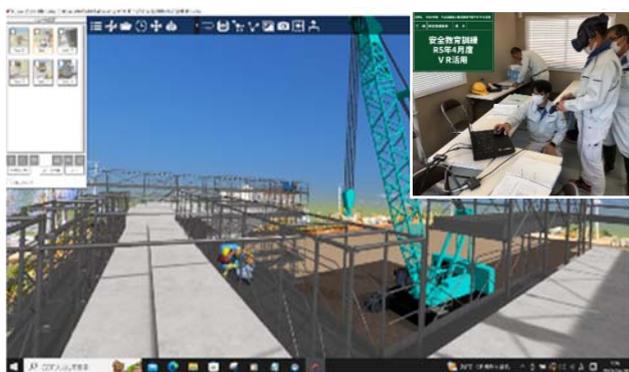


図 8 VR 安全教育実施状況

5. 建設DX参観日の開催

DXモデル工事では、令和5年3月に新しい技術の活用効果を四国の建設会社にも知っていただき普及を図ることを目的として、四国内の建設会社約100名(34社)を招いて新しい技術を体験頂く「現場見学会」と、最新技術の活用で次世代の担い手確保につながることを目的として、小学生とその保護者約50名参加のもと、デジタル技術で変化する建設業を体験頂く「建設DX参観日」を開催した。建設DX参観日の集合写真を図9に示す。

現場見学会では、「配筋検査システムが社内に1~2台あれば、省力化が図れ、水路などの小規模工事にも利用してみたい」、「VRによる安全教育も導入してみたい」等の声があり、関心の高さを感じることができた。

一方、建設DX参観日では「子供の就職先の選択肢になった」、「普段見ることができない機械などを見たり、体験できて、少し建設業に興味を持つこと

ができました」などの声を頂き、何より当日親子で楽しむ姿や児童の体験する様子をスマホカメラで撮影する保護者の姿を見ていると、新4Kを目指した建設業への興味・関心を持って頂けたと感じることができた。



図 9 建設DX参観日での集合写真

6. まとめ

建設業界では、働き方改革や生産性向上の推進にむけてi-Constructionが提唱され、様々な新技術が導入されているが、技術面や知識面の不足、導入後の取り扱いへの不安などから、まだまだ新技術の導入に至っていない企業が多い状況が分かった。その中で今回のように、実際に活用されている技術を、提供会社のサポートを受けながら導入できるのは、新技術の活用促進の点で大きな意義がある。今回の工事で実際に建設DX技術を活用した受注者からも、「配筋検査システムなど今まで知っていても効果や導入後の取り扱いへの不安があったが、サポートを受けながら導入ができるので、活用への一歩を踏み出すことができ、実際に効果が確認できた」、「社内の他の工事現場でも導入を検討する」という声が上がっている。

発注者として、今後もインフラDXモデル工事のような取り組みを通じ、新技術の活用促進、生産性向上、担い手確保を進めていきたい。

謝辞：白石建設工業株式会社及び日本建設業連合会の皆様には、本稿の執筆にあたり多大なるご理解とご協力をいただきました。ここに、感謝の意を表します。