

# 25 その他

## ICT を活用した桁架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

現場担当

山 本 昂 平○

監理技術者

武 田 弘 嗣

現場代理人

吉 野 佑 紀

### 1. はじめに

本工事は、愛媛県の松山環状道路上に位置する余戸南第5高架橋（図-1）の架設工事である。余戸南第5高架橋は、橋長119mの3径間連続開断面箱桁橋梁である。本工事では、ICTの活用積極的に取り組み、生産性の向上や業務の効率化を図った。

本報では本工事で実施したICTの活用事例について紹介する。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：R3-R5年度外環空港線余戸南第5高架橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省四国地方整備局松山河川国道事務所
- (3) 工事場所：愛媛県松山市余戸南
- (4) 工 期：R4年2月5日～  
R5年5月31日



図-1 余戸南第5高架橋 全景

### 2. 現場における問題点

#### 2-1 架設時の形状管理について

本工事は箱桁の断面形状が開断面（図-2）という特徴がある。通常の箱桁の閉断面とは異なり、逆台形の開断面であるため形状維持が課題となった。本橋は、箱断面がL字分割されていることから地組1ブロックあたりの部材数が多く、また曲率を有することから線形が複雑なため、地組立て時は鈑桁や箱桁と比較して形状維持が困難であった。また、交差点上に架設する落とし込み桁は、架設後の出来形調整ができないことから、先行架設桁との接合面の不一致により夜間作業内で連結できず、落とし込み架設が完了できない懸念があった。

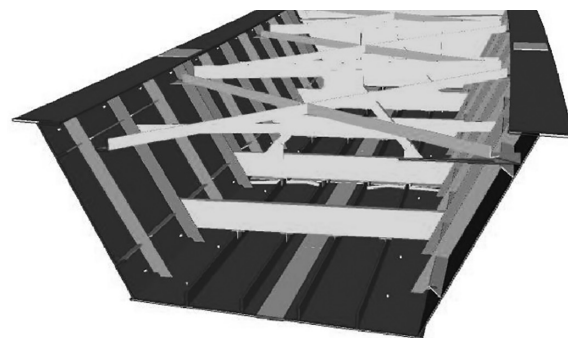


図-2 断面形状

#### 2-2 第三者への安全に配慮した架設について

本工事の架設場所は、松山外環状道路空港線の側道に挟まれた中央分離帯及び交差点上であり、交通量の多い道路に近接した工事である。また、

架設場所の近くに松山空港が位置し、本工事区間の上空は松山空港の航空機進入表面エリアとなっており、クレーンのブーム制限高を遵守して施工を行う必要があった。以上より、第三者への安全に配慮した架設が課題となった。なお、交差点上空は夜間通行止め規制を行い、落とし込み架設を実施した。

### 2-3 床版コンクリートの品質管理について

本橋は側道に挟まれた中央分離帯上に位置する高架橋であり、周囲には建物が無いため、床版コンクリート表面は風や直射日光の影響を受けやすいことに加え、横断勾配（最大5%）が大きく、コンクリート上の水が勾配の低い側に流れやすい特徴がある。このため、勾配の高い側の湿潤状態が維持しにくく、水和反応が十分に進展せず、コンクリート表面から乾燥収縮ひび割れが発生する懸念があった。

## 3. 工夫・改善点と適用結果

### 3-1 架設の形状管理対策について

#### (1) 3次元測定機の使用について

地組ブロックの出来形を「ワイドエリア三次元測定機（（株）キーエンス）」により計測した。計測方法は、ワイヤレスのプロープの先端を格点に順次移動させ、カメラで自動追尾させることで、三次元座標データを取得した。そのデータから、桁高、桁幅及び対角線の寸法を算出した。図-3に計測状況を示す。計測精度は1/10mm程度の誤差であり、高精度の計測が可能である。架設前に全ての地組桁を計測した。-表-は計測結果の一例を示す。桁高（H1、H2）、桁幅（UW、LW）及び対角線（L1、L2）の寸法は全て規格値以内におさまる結果となった。桁の断面のように測定範囲が広い場合、測定誤差が出やすいが、3次元測定機を使用することで誤差が小さくなり、より正確に計測することが可能となった。また、一人で計測することが可能なため、計測人員削減に繋がり、職員の少ない現場では効果的であると考えられる。



図-3 3次元測定機による計測状況

-表- 3次元測定機による実測結果

| 測定項目     |    | 桁高、腹板間隔、対角間隔 |             |    |                               |
|----------|----|--------------|-------------|----|-------------------------------|
| 測定箇所     |    | 設計値<br>(mm)  | 社内計測        |    | 規格値                           |
|          |    |              | 測定値<br>(mm) | 誤差 |                               |
| J15(若番側) | UW | 5500         | 5501        | +1 | H: ±4<br>UW: ±5.5<br>LW: ±5.5 |
|          | LW | 3300         | 3302        | +2 |                               |
|          | H1 | 2493         | 2495        | +2 |                               |
|          | H2 | 2250         | 2249        | -1 |                               |
|          | L1 | 4936         | 4936        | +0 |                               |
|          | L2 | 4818         | 4817        | -1 |                               |

#### (2) 3Dブリッジ使用について

本工事の交差点上の架設は夜間に行い、落とし込み架設を実施した。落とし込みブロックは、先行架設桁間に長尺の3ブロックを架設した。大ブロックを確実に連結するために、先行架設桁を架設ステップ毎に累積誤差を生ずることなく架設する必要があった。そのため、先行桁架設時において、「橋梁桁変位自動計測システム（3Dブリッジ）（NETIS登録番号：KT-130050-VE）」を使用した。

先行桁架設時は、架設ステップ毎に3Dブリッジによる後続桁の形状予測シミュレーションを行った。形状予測シミュレーションでは、架設済み桁の3次元座標と後続桁の仮組立3次元座標とをマッチングさせ、通り・その誤差が最小となる後続桁の調整量を自動算出した。

計測は架設ステップ順に、計11ブロックの全地組桁を対象に行った。計測のタイミングは地組桁架設後とした。図-4に示すように、計測はトー

タルステーションによって、主桁の格点に設置したプリズムの3次元座標データを計測する。トータルステーションはプリズムを自動追尾し、計測した3次元座標値と後続桁の仮組立3次元座標とをマッチングさせ、調整量の自動計算を行う。

架設ステップ毎に、架設済み桁の3次元座標と後続桁の仮組立3次元座標から誤差が最小となる調整量をその都度シミュレーションし、架設に反映するため、繰り返される後続桁の架設誤差累積を防止ができ、桁架設完了後の出来形精度向上に繋がった。また、後続桁の調整量を自動算出可能となるため、測量時間の短縮にも繋がった。



図-4 3Dブリッジによる計測状況

### 3-2 第三者への安全に配慮した架設方法について (1) 3Dデータ活用による架設計画

本工事は、架設計画の段階で、3Dモデルを作成し、交差点上に桁を架設後、信号機の視認性に影響がないかの確認を行った。図-5に示すように、3Dモデルは橋梁本体モデルと地形の点群データを統合して、作成した。また、3Dモデルを利用して、図-6に示すように、架設ステップごとのアニメーションを作成し、架設手順及び安全順守事項、交差点内架設作業におけるクレーン位置などを作業前に作業員に周知し、第三者及び作業員の安全に配慮した架設を実施した。効果としては、架設の流れが視覚的に理解可能となり、作業の理解度向上や現場職員と作業員間のコミュニケーションの活性化に繋がった。また、現場職員

と作業員間のコミュニケーションには留まらず、発注者への説明資料としても効果的であり、発注者とのコミュニケーションの活性化にも繋がった。

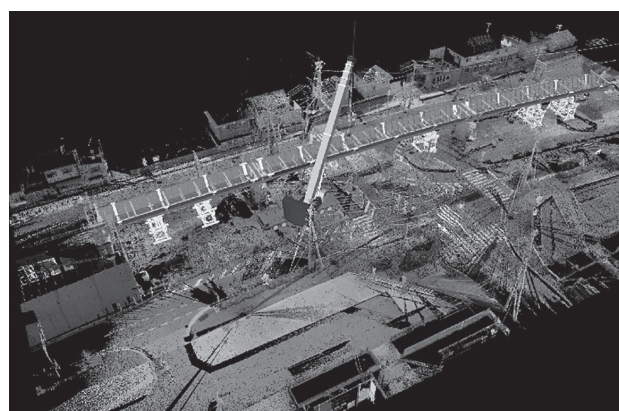


図-5 点群データを統合した3Dモデル



図-6 CIMアニメーションを用いた新規入場者教育実施状況

### (2) スカイジャスターを用いた底鋼板パネル架設

本工事は、合成床版の底鋼板パネル架設に「スカイジャスター（NETIS登録番号：KT-130050-VE）」（図-7）を使用した。スカイジャスターは吊り荷の上に接続し、吊り荷の回転制御を行い、吊り荷の荷振れ防止が可能となる。底鋼板パネルのような風の影響を受けやすい物を運ぶ際には吊り荷が安定し、効果的である。また、介錯ロープを使用せずに、リモコン操作で遠隔操作も可能となるため、作業員の墜落リスク低減と作業効率向上に繋がった。また、作業員一人で吊り荷の制御が可能となり、作業人員削減にも繋がった。



図-7 スカイジャスターを使用した鋼板パネル架設状況

### 3-3 床版コンクリートの品質管理について

本工事では、コンクリートの湿潤状態を温度管理システム「おんどロイド」(NETIS登録番号：KT-230101-A)を使用して確認した。おんどロイドは専用の小型センサーで計測する温度や湿度データを無線で定期的に収集し、専用のクラウドサーバーに送信するため、パソコンやスマートフォン等で、離れた場所から計測データ等いつでも確認することが可能である。

養生期間中はおんどロイドをコンクリートが最も乾燥しやすい縦横断勾配の高い側に設置した。図-8に温度ロイドの設置状況を示す。小型センサーが球体部分であり、小型センサーを養生マットで覆い、その上からカラーコーンを設置し、職員や作業員が認識しやすいようにした。床版コンクリートは5回に分けて打設したため、1打設箇所1箇所の計5箇所に「おんどロイド」を設置し、湿度を確認した。湿度が80%未満になった場合には、現場職員のパソコン及びスマートフォンにメールを自動送信し、速やかに散水を行った。小型センサーから送信されるメールで管理するだけでなく、「おんどロイド」が計測するデータは、クラウド上でグラフを閲覧可能であり、湿度の変化についても視覚的に把握することが可能であるため、グラフを見て、湿度が低下している傾向が見られる場合はメールが送付される前にあらかじめ散水を行った。

「おんどロイド」を使用して、コンクリートの品質管理を行うことで床版コンクリート上には目立った乾燥収縮ひび割れが見られず、ひび割れの抑制に繋がった。「おんどロイド」は遠隔で管理できる点以外にも、クラウド上の生データをcsvファイルに出力が可能のため、エクセルでグラフ等の資料を作成することが容易であり、業務効率化にも繋がった。



図-8 おんどロイド設置状況

## 4. おわりに

本工事は、ICTを活用することで課題解決及び生産性の向上や業務効率化に繋がりと、また第三者への安全性も向上し、無事故無災害で工事を終えることができた。ICTの活用にあたり、当初は適用に時間を要し、色々と苦労したが、その利便性を実感することができた。また、愛媛大学の学生を対象とした現場見学会を開催したが、3Dのアニメーションを使った説明は工事の流れを理解しやすいと学生から好評であった。

最後に、本工事の施工にあたりご指導頂いた四国地方整備局松山河川国道事務所の方々、並びに、ご協力頂いた工事関係者の方々に厚くお礼申し上げます。