

# 38 i-Construction 等

## 3Dレーザースキャナを用いた架設検討の省力化と高度化

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 横河ブリッジ

工事担当

吉岡 大樹<sup>○</sup>

工事担当

立山 広行

計画担当

吉田 謙一郎

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：葛島第1高架橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省四国地方整備局  
土佐国道事務所
- (3) 工事場所：高知県高知市高須地先
- (4) 工期：平成30年2月8日～  
令和2年2月28日

本工事は高知南国道路の一部で高知ICと高知南ICの間に位置する4径間連続鋼開断面箱桁橋の上部工事である。交差する国道32号は主要幹線道として交通量が多いため、架設期間中の交通規制をできる限り短くし、地域の交通、産業への影響を最小限にとどめる必要があった。

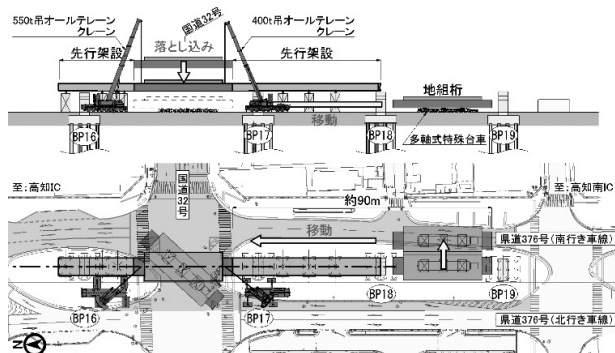


図-1 架設要領図

工事発注時点では、国道32号上を含むBP16～BP18間が送出し架設工法で計画されていた。

しかし、送出し架設工法では、送出し作業のほか、桁の降下、高力ボルト本締めや添接部の塗装などが必要であり、これらの作業量の多さから国道32号を最低でも7日程度通行止めにする必要があった。そこで本工事では、事前に常設ヤード内で国道32号交差点上の主桁ブロックと合成床版パネル（合計約100トン）の地組立を行い、1夜間で多軸台車にて架設地点まで約90mの移動と、2台のクレーンによる相吊り・落とし込み架設を行い、先行架設済みの桁と連結する計画とした。図-1に架設要領図を、図-2に架設地点の状況を示す。



図-2 架設地点

### 2. 現場における問題点

国道32号上を跨ぐBP16-BP17間を、当初計画案の送出し架設工法から、1夜間通行止めによる一括架設に変更するにあたり、地組立ヤードから架設地点への桁の運搬と一連の架設作業における問題点を事前に把握し解決する必要があった。

運搬経路は非常に狭小で障害物が多く、架設地点においては架線が多いことから、架設計画段階で以下の3点が課題として挙げられた。

- ①多軸台車にて地組立ヤードから架設地点に移動する経路において、歩車部縁石、標識や信号などの障害物がないか確認する。(図-3)
- ②クレーンにて桁を吊り上げた際に、クレーンブームや吊ワイヤロープが架線や信号などと干渉しないか確認する。(図-4)
- ③桁架設地点の架線の位置を把握し、移設計画を行う。(図-5)



図-3 多軸台車にて移動する経路上の障害物

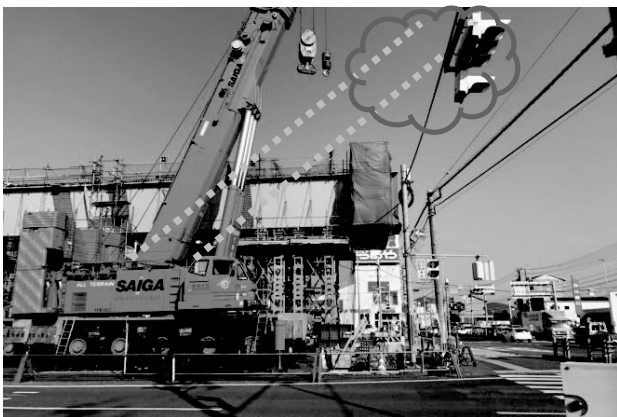


図-4 クレーンブームと架線の干渉



図-5 UAV写真測量計測イメージ

### 3. 計測手法の検討

従来の架設検討を目的とした現地計測には、一般にノンプリズムレーザー式トータルステーション（以下、ノンプリ）が使用されていた。ノンプリは測量対象物へレーザーを照射し、対象物からの散乱光を受光することで距離と位置を計測するシステムである。そのため受光面積が小さく十分な散乱光を取得できない架線等を計測対象とする場合には、再現精度に問題があった。そこで本工事では、近年建設現場などで使用されている3Dレーザースキャナに着目し、採用の検討を行った。ここで、それぞれの特徴を示す。

#### 【ノンプリ】

- ・機材費用が3Dレーザースキャナに比べ安価
- ・点（座標値）でしかデータを収集できない
- ・レーザーの拡散による測量精度の低下

#### 【3Dレーザースキャナ】

- ・一度に360°全方向、広範囲の計測が可能
- ・架設地点全域の構造物を点群座標データとして取得でき、あらゆる角度からデータ確認が可能
- ・データ処理・合成時間が短い

今回の計測地点は架線や標識などの障害物が複数存在し、対象が地組立ヤードから架設地点まで広範囲に及ぶ。それぞれの特徴と以上の条件から、計測作業の効率化を考慮し3Dレーザースキャナを採用することとした。本工事におけるノンプリと3Dレーザースキャナの計測時間とデータ処理時間を試算した結果、作業日数は3Dレーザースキャナを用いた場合、1/3に削減可能なことが判明した。以下に試算概要と3Dレーザースキャナ仕様を示す。

#### 【ノンプリ】

計測時間・・・3日間（2人）  
 データ処理時間・・・3日間（1人） } 計9人工

【3Dレーザースキャナ】

計測時間・・・1日間（1人）  
 データ処理時間・・・2日間（1人） } 計3人工  
 （試算条件）  
 計測地点・・・30か所  
 計測時間・・・15分（1か所あたり）

表-1 3Dレーザースキャナ仕様

製品名	FOCUS <sup>S</sup> SERIES S350
製造会社	FARO社
レーザークラス	Laser class 1
測距距離	最大350m
最大測定誤差	10m：2mm/25m：3.5mm

4. 計測データと3次元モデルの統合

架設検討を行う上で必要なデータの統合について、図-6に示す。今回は3Dレーザースキャナにて取得した現地の「点群データ」と、鋼桁の工場製作時に作成した「3次元プロダクトモデル」、多軸台車・クレーンベントなど「架設設備のモデル」の3つのデータの座標を合わせて統合モデルとすることにより、架設現場状況を3次元モデルとして再現した。また、架設開始から完了までの鋼桁ブロック全架設工程をステップ毎にモデル化する4Dシミュレーションを実施、各ステップでの問題点を抽出した。地組立ヤードから交差点までの多軸台車による移動は、搭載する鋼桁と台車の軌跡経路を3次元モデル内で立体的に再現することにより、干渉物確認の高度化を図った。

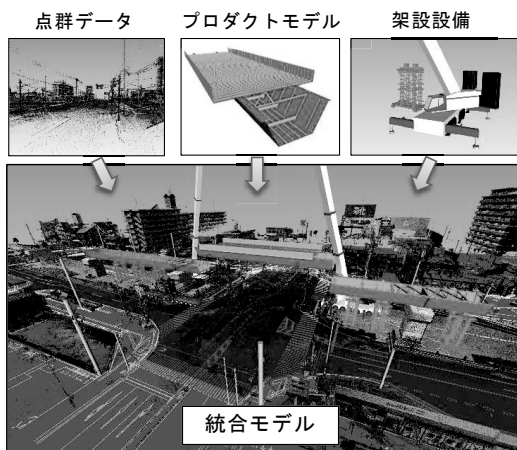


図-6 再現イメージ図

5. 架設計画・検討への適用

統合モデルを用いて抽出した問題点について示す。まず、図-7は地組立ヤードから架設地点まで多軸台車で地組立ブロックを運搬する際に道路標識と干渉している状況である。レーザースキャナにて標識の高さ・位置を把握し、地組立ブロックのプロダクトモデルと統合することで事前に道路標識との干渉が確認されたため、地組立ヤードから架設地点までの運搬経路の変更を行った。

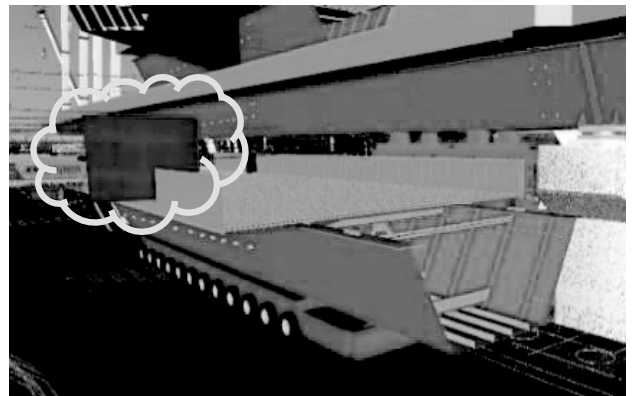


図-7 多軸台車にて移動時の桁と標識板の干渉

図-8には吊り上げ時のクレーンと地組立ブロックの位置関係を示す。クレーンと吊り上げ地点での地組立ブロックを合成することでクレーンの稼働範囲に架線や標識柱などの干渉物がないか確認を行い、クレーン配置や吊り上げ地点の検討に活用することができた。



図-8 クレーン稼働範囲内における干渉物確認

図-9は架設完了時点での桁の位置と周囲の架線状況を示している。計画段階で架線と桁が干渉していることを確認し、架設前に協議し架線を桁下空間の適切な位置に移設することができた。



図-9 桁と架線の干渉

## 6. 結論

本工事にて得られた成果は下記の通りである。

- ① 3Dレーザースキャナで計測した点群データ上に、多軸台車での運搬経路を表示させることで桁運搬時の干渉を回避することができた。
- ② 点群データをもとにクレーンと架線の位置関係を確認し、クレーンの配置計画に活用することができた。
- ③ 点群データと鋼桁プロダクトモデルを統合することで、架設地点で鋼桁と干渉する架線を事前に把握し、移設することができた。

従来の架設計画では2次元図面上に測量データなど異なる成果物を重ね合わせ、架設手順等の検討が行われてきた。本工事のように架設計画で考慮しなければならない対象が広範囲に及ぶ場合には、従来の方法では計測したポイントだけの座標取得であるため、現場全体の把握ができず干渉物を見落とす可能性があった。今回3Dレーザースキャナ計測を活用することで、取得した点群データ内に鋼桁や架設機材のモデルを取り込み、架設現場全域を可視化した。これにより3次元モデル内で現場状況の把握が可能になり、干渉等の不適

合を未然に回避することができた。また、計測対象が広範囲で架線が輻輳するなどの厳しい架設条件のもとでは、従来の計測手法に比べ3Dレーザースキャナ計測は、作業人員の削減やデータ処理時間の短縮が可能で、省人化施工への有効性を実証できた。



図-10 夜間一括架設状況（国道32号上）

## 7. おわりに

本工事で採用した3Dレーザースキャナの技術は生産性革命のエンジンとして期待されるBIM/CIMやi-Constructionの推進において大きな役割を果たすものである。今後は3Dレーザースキャナによる計測技術を他のデバイスと組み合わせることにより使用範囲を広げ、計画から架設に至るまでの全工程に活用し省人化を図っていきたい。

最後に、本工事の施工にあたり、四国地方整備局土佐国道事務所の皆様に多大なご協力をいただきましたことを、深く感謝申し上げます。