

鉄道高架化工事におけるBIM/CIMの活用

鹿島建設(株) 正会員 佐野敏之 竹本久高 小河亮介 ○森口智聡 山下和夫 三村 享

1. はじめに

当工事範囲の周辺は住宅、商業施設が密集する市街地で、工事ヤードは限られており、営業中の鉄道線路に近接した狭隘なスペースの中で、全ての作業を行う必要がある。そのため、鉄道施設、周辺の建物、道路施設、電柱、架線、埋設物等の現場状況を十分に考慮した設計、施工が求められる。しかし、施工に影響する既存の構造物は多岐にわたるうえ、正確な図面が存在しない場合もあるため、測量等により現況を把握し図面に反映するプロセスは煩雑で、精度を担保するのは困難である。一方、この段階で見落としがあった場合には、施工中に重大な不具合が生じ、工程、コスト、安全上の損失を生じるリスクがある。

2. BIM/CIMの活用

上述の課題に対する対策として、事前に3Dスキャナ計測により現場周辺の状況を一括して3Dデータ化して、施工検討に活用することに取り組んだ。現況を3D化したデータ（点群データ）に、新設構造物の3Dモデルを重ねることにより、設計、施工上の問題点を抽出することを試みた。

現場周辺の3D化にあたり、詳細な施工検討に活用するためには数mm程度の精度が必要と判断し、表-1に示す据付型スキャナによる計測を行った。

計測したデータは、統合ソフト（Autodesk Navisworks）に読み込み、新設する構造物の3Dモデルを重ねて、既存の構造物や、鉄道施設との干渉を確認した。さらに、構造物モデルを活用して各種検討を実施した。

以下に、BIM/CIMを活用した各手法について詳述する。

3. BIM/CIM活用の内容

(1) クレーン作業計画

施工スペースが限られる鉄道工事では、クレーン配置や車両動線を随時確認、調整することは、施工管理の中で、最も重要なタスクの一つとして位置づけられる。クレーンの配置、旋回方向などを周辺の状況に応じて最適化するためには、3次元的な取り合いの検討が不可欠だが、2次元図面で検討する場合には、平面図と複数の断面図との組み合わせを施工ステップに応じていくつも作成する必要がある。今回は、現況と計画を統合した3Dモデル上で、事前に施工手順に応じた仮設、クレーンの配置を検討しておくことにより、日々の細かい工程変更や作業調整に応じた検討作業および関係者との情報共有を効率よく行うことができた。例えば、クレーンの配置を変更する場合、従来の方法であれば、現地の確認と検討図面の修正に半日以上を要する検討作業が、1時間程度で完了する。



図-1 現場周辺状況と構造物の3Dモデル



写真-3 3D スキャナによる現況計測状況

表-1 3D スキャナ仕様

機種名	Faro Focus3D X330
測定範囲	0.6m～330m
精度	±2mm
レーザー	レーザークラス 1
その他	GPS 受信機

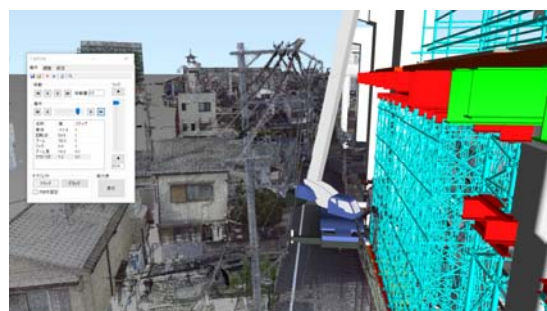


図-2 クレーン配置計画例

キーワード：3D、BIM、CIM、ICT、スキャナ計測、鉄道、高架橋

連絡先 〒533-0021 大阪市淀川区下新庄5丁目6番44号

鹿島建設・戸田建設特定建設工事共同企業体 阪急淡路JV工事事務所 TEL06-6323-3250

さらに、検討結果の3Dデータを共有することにより、タイムリーかつ正確に、その内容を関係者に伝達できる。その結果、事前の打合せに要する時間は、2D図面を使う場合の半分以下になった。支障物の見落としが皆無となって計画の精度が向上したため、従来はしばしば発生していた、臨時の工程や作業計画の再調整が不要となった。

(2) トラス桁架設デジタル作業手順書

JR 線交差部では、トラス桁の張り出し架設を実施する。当該部分についても、仮設配置や施工手順のシミュレーションを行う等、施工検討において、3Dデータを活用しているが、さらに、検討に用いたデータを使って、デジタル作業手順書を作成した。PCやタブレット端末の画面で、作業手順と、品質、安全上の留意点の記述に合わせて3Dデータが表示される仕組みとなっている。難易度の高い作業を実施するうえで、複雑な手順や多岐にわたる注意事項、留意点を網羅して、それぞれの意味、関連性を直感的に理解させるツールとして作成した。作業実施に先立って、関係者に対する作業手順書の周知徹底が必要となるが、デジタル作業手順書が効果を発揮した。

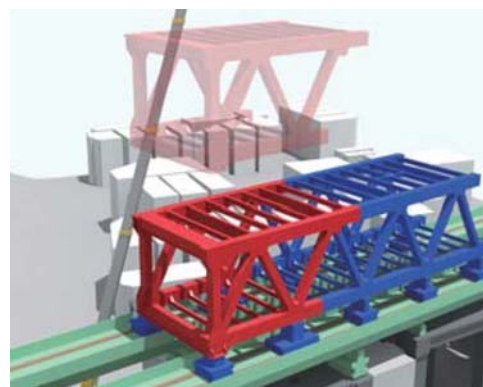


図-3 デジタル作業手順書の表示例



図-4 コンクリート打設手順の動画表示例

(3) コンクリート打設計画ステップ動画

また、コンクリート打設に際して、コールドジョイントの発生防止等を考慮した詳細な計画を作成するためには、打設予定ブロックの数量を部材ごと、打設箇所ごとに把握し、数量に応じた打設所要時間を算定する必要がある。3Dデータを使ってこれらの作業を行うと、複雑な形状の箇所でも容易に数量を算出することができるうえ、計画の妥当性を3次元空間で視覚的に確認できる。さらに、打設検討に使った3Dデータを時間軸に沿って動画化したものを作成して、作業前の周知に活用した。これにより、関係者全員の打設計画に対する理解度が高まり、計画に沿って円滑に作業を進めることができた。

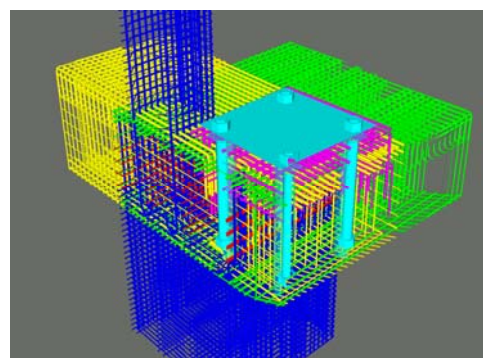


図-5 配筋検討例

(4) 過密配筋部の詳細検討

本事業区間で築造する構造物は、複数の構造形式が混在した設計となっており、構造の複雑さに起因する過密配筋問題が生じる箇所がある。例えば、RC構造の躯体と鋼製トラス桁の接続部分では、RCの柱梁交差部の上部にトラス桁の支承金物が位置している。このような箇所では、支承金物を固定するアンカーを、高密度な配筋部分に設置する必要があり、多くの部材干渉が生じるうえに、組立作業も困難になる。そこで、鉄筋、アンカー金物を3Dデータ化し、モデル上で配筋シミュレーションを実施して、フック形状や組立順序を事前に検討し、干渉を回避して、施工ができた。

4. まとめ

点群データと3Dモデルを組み合わせる施工検討や施工管理に活用する手法は、狭隘なスペースで工事を行う必要のある鉄道工事や、都市土木全般において有効であることが、本工事での適用により明らかになった。特にプロジェクトの初期段階において、現場周辺の状況と、築造する構造物をすべて3Dデータ化し、フロントローディングによる計画の最適化を行ったことが、それに続く施工の詳細検討、施工管理における様々な場面で、BIM/CIMの手法を広く活用する発想を生み出し、効果をあげる結果につながったといえる。

本稿が、同種工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 金川ら：鉄道高架化工事における3Dデータの活用、土木施工 2019年1月号