

品川駅構内環状第4号線交差部新設他工事 ～3次元モデルによる詳細施工計画と超大型クレーンによる橋梁架設～

田代 浩之（鹿島建設株式会社 東京土木支店：文筆） 尾崎 友哉（鹿島建設株式会社 東京土木支店）



1 はじめに

筆者がまだ施工経験の浅い若輩技術者であった頃の、上司からの教えを思い起こす。

当時現場所長であった上司は、今の時代の同職に比べてはるかに現場叩き上げ感が強く、強力な指揮号令により工事を進めていた。思い切りの良い判断に驚かされることも多く、また傍から見ると自分の経験と感覚だけを頼りにものを言っていたように感じたものだ。ところが、そんな上司の口癖は「いいか、計画は臆病なほど慎重にな、そのうえで施工は大胆にやれ!」であった。少し意外な気もしたが、即断・快決の裏では相当なチェックと検討をしていたに違いない。

上司はその数年後に病に伏し、現役のままに亡くなられた。私が供に従事した晩年、当時は現場業務に2次元CADが普及し始めた頃で、慣れないソフトを何とか使って作成した詳細施工計画を、一度だけ褒めて頂いたことを覚えている。

施工計画の効率化や作業の自動化など、技術は当時では想像し得なかったほどに進歩しているが、前述の教えは今の時代にも活かしたい。

「計画は臆病に、施工は大胆に」

今回紹介する「品川駅構内環状第4号線交差部新設他」工事は、都心の高輪ゲートウェイ駅～品川駅間で行われる。交通の大動脈であるJR主要路線を数多く抱えるため、工事のトラブルが社会に及ぼす影響は計り知れないものがある。

些細なミスも許されない環境のため、当現場ではリスクを低減しトラブルを未然に防ぐことを目的に、緻密な工事計画を可能とする詳細な3次元モデルを構築することとした。

また施工では、JR主要路線に近接または直上で行う作業回数を減らすことでリスクを低減すべく、超大型クレーンによる橋脚・桁架設を計画している。

詳細モデルによる“臆病”緻密な計画立てと、クレーンの大型化による“大胆”な橋梁架設の実行に向けた取り組みについて紹介する。

2 工事概要

東京都が整備を進める環状第4号線は、都心を中心とした延長約29.9kmの都市計画道路である【図-1】。

このうち品川駅周辺は羽田空港に近接し、またリニア新幹線開業を見据えて更なる拠点性の強化が期待されることから、東京都が2014年に国道15号より海側へ

回)の架設回数減となり、課題に対する効果は甚だ大きいものとなる。

6 3次元モデルと超大型クレーンの融合

1,600tクレーン導入により得られるメリットは大きいですが、クレーンの大型化や架設する部材の大ブロック化に伴い、新たなリスクも生じることとなる。

現在は実際の架設に先立ち、3次元モデルを駆使して課題解決に向けて取り組んでいる。

揚重する桁の体積と重量がともに増す大ブロック架設は、より失敗と後戻りが許されないものとなる。事前のシミュレーションによる気付きと検討を繰り返し、現地再現精度を高める必要がある。

そこで、まず3次元モデルにより、架設する大ブロック桁の重心を確認する【図-7】。

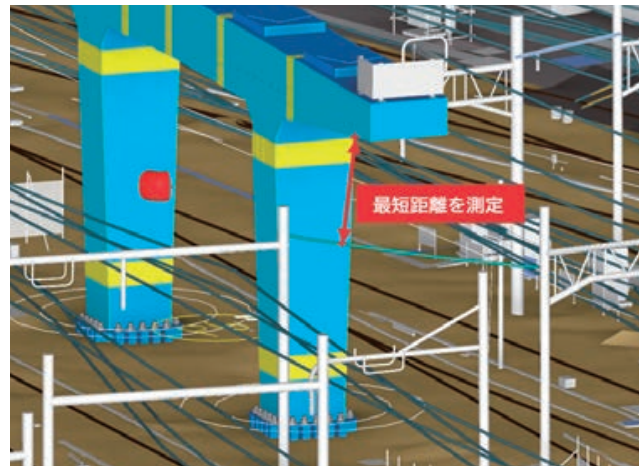


オブジェクトを選択:	
質量:	15.44392089
体積:	15.44392089
境界ボックス:	X: -8577.45063188 -- -8552.02172298 Y: -40821.43318081 -- -40809.55488920 Z: 14.36960317 -- 16.63669441
重心:	X: -8563.69433376 Y: -40815.21819731 Z: 15.69448376
慣性モーメント:	X: 2.57276044E+10 Y: 1.13260870E+09 Z: 2.63802035E+10
慣性乗積:	XY: -5.39806763E+09 YZ: 8992914.72036129 ZX: 7075893.33783202
回転半径:	X: 40815.22132584 Y: 8563.71193838 Z: 41703.94415308
重心についての主慣性モーメントおよび X-Y-Z 方向:	

【図-7】 3次元モデルによる吊荷重心位置の確認

求めた重心を2次元化して現地に再現し、最適となる吊天秤(吊り位置補正)治具を検討し準備している。

次に、架設時における大ブロックの橋脚及び桁と各設備との干渉の有無、架設後に設置する足場との離隔などを、繰り返し詳細に確認する【図-8】。



【図-8】 3次元モデルによる干渉・離隔確認

そして実際の揚重時におけるクレーンブームの巡回軌跡などに問題が無いかを確認する【図-9】。



【図-9】 P7~P8間 大ブロック桁架設

またクレーンの大型化に伴い、クレーンの支持形式も改めて検討し、H形鋼(H-414×405)を芯材とする場所打杭52本を支持杭とするクレーン構台を設計・新設した。架設当日はカメラによる構台の自動変位計測を実施し、3次元モデルでは検討できない部分を現場で補完する。

このほかヤード内での桁の試験吊りの実施などの事前確認も含め、3次元モデル検討と現場検証のバランスをとり、準備を万端として実施工に挑む。

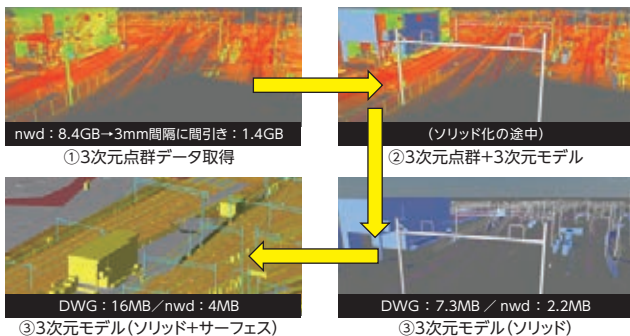
7 おわりに

当現場を含む一帯は東京都の都市再生特別地区に指定され、様々な大型プロジェクトが同時進行するエリアである。2019年より本格化した“品川開発プロジェクト”をはじめとする国内でも類を見ないこの大規模開発は、今後周辺工事を巻き込んで更に拡大していく。

数多くの大型重機が林立する中で、本工事の1,600tクレーンは、本年3月下旬より現地搬入予定である。

現況モデル 当工事の検討に必要な約9ヘクタールのエリアを点群測量によりデータ化した。しかしこの現況オリジナルデータ容量は約22.8GBと膨大であり、標準的なPCで取り扱うのは困難であった。そこで今回は【図-4】に示す手順のように、点群データを点から線や面にソリッド加工した。さらに地形や施工基面等をサーフェスモデルとして整理することにより、現況データ容量を4MBまで大幅に削減することが出来た。

測量オリジナルデータ容量 E57:22.8GB(範囲:9ha分)

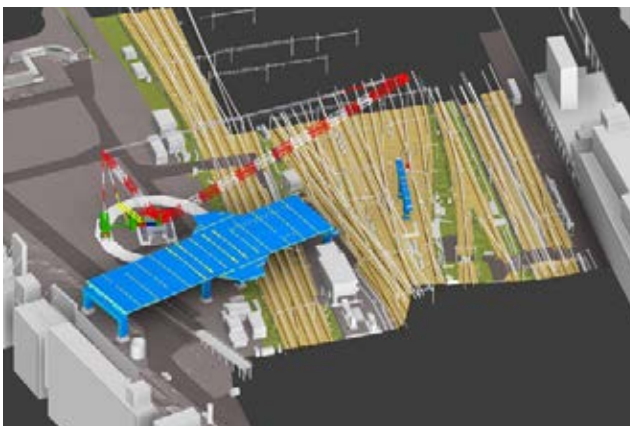


【図-4】点群データのモデル化

新設躯体モデル 今回架設する鋼製橋脚・桁を国土交通省ガイドラインに則り、中程度の詳細度300で3次元モデル化した。本作業は橋梁CIM制作の専門会社に委託した。

重機モデル 今回使用する重機の3次元モデルは社内データ庫及び市場品を購入することで取り揃えた。

これらの各モデルをビューワーソフトNavisworks (Autodesk社)により統合したのが【図-5】である。



【図-5】詳細3次元モデル

点群測量データを元としているので、全ての点が座標を有した高精度なものであると同時に、データの軽量化によりハンドリング良く検討作業を繰り返すことができる詳細3次元モデルとなった。また、必要な場面を3次元

から2次元へ変換することにより、更に汎用性を増すことが出来る。

これらの3次元、2次元モデルにより、抜けの無い緻密な施工時計画を可能とする素地を構築した。

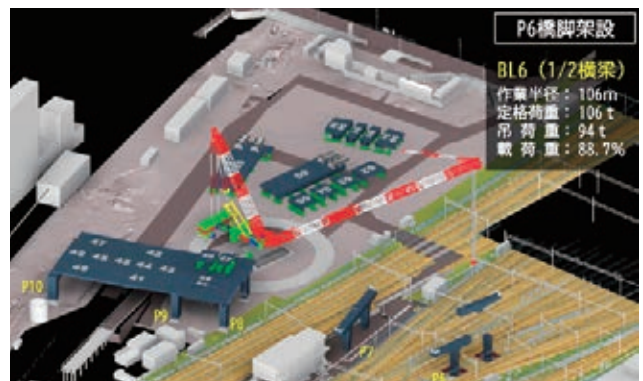
5 超大型クレーンの導入

本工事では、線路敷地内における橋脚の建方や線路直上での桁架設を行う。前述の課題③で挙げたように、狭隘かつ周囲に重要施設・設備が数多く存在する線路内に重機を配置する工事には多大なリスクを伴う。また課題④で挙げたように、線路敷地内及び線路直上で工事を行うこと自体が大きナリスクを伴うものであり、これらの工事の回数が増える毎にリスクは増していくこととなる。

そこで当現場では上記課題解決を図るため、使用するクレーンの大型化を検討した。線路敷地内及び線路直上での工事を減ずることを意図したものである。

検討の結果、1,600tクローラクレーンを採用することとした。クローラクレーンとしては国内最大クラスであり、制約条件の多い都市部の工事で使用されるケースは稀である。本体重量808t、カウエイトワゴン640t、ブーム長120mのスケール感である。

当工事の当初設計段階において、P6橋脚は線路敷地内に配置した100tクラスのクレーンで架設することが検討されていた。これを1,600tクレーンを導入することにより、P6橋脚を線路敷地外のヤードから線路越しに架設することを可能とした。作業半径106m、吊り重量94t、線路14線を跨ぐ橋脚架設となる【図-6】。



【図-6】P6橋脚架設状況

またP7～P8間は、線路直上に支間約44mの桁を架設する。1,600tクレーンの導入により1回に架設する桁の大ブロック化(事前にヤード内で地組する)が図られ、線路直上における工事の回数を大幅に削減することを可能とした。桁部と同様にP7橋脚の大ブロック化も含めると、前述の当初設計段階と比較して75%(61回→15

回)の架設回数減となり、課題に対する効果は甚だ大きいものとなる。

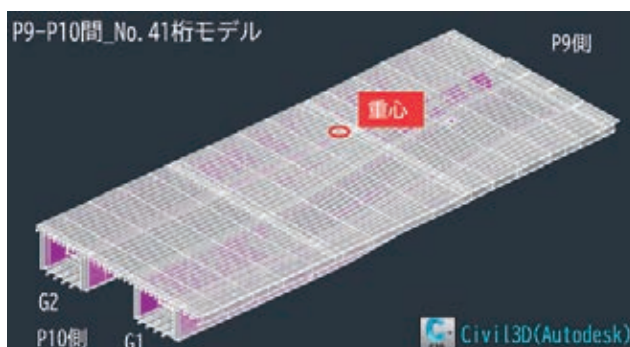
6 3次元モデルと超大型クレーンの融合

1,600tクレーン導入により得られるメリットは大きいですが、クレーンの大型化や架設する部材の大ブロック化に伴い、新たなリスクも生じることとなる。

現在は実際の架設に先立ち、3次元モデルを駆使して課題解決に向けて取り組んでいる。

揚重する桁の体積と重量がともに増す大ブロック架設は、より失敗と後戻りが許されないものとなる。事前のシミュレーションによる気付きと検討を繰り返し、現地再現精度を高める必要がある。

そこで、まず3次元モデルにより、架設する大ブロック桁の重心を確認する【図-7】。

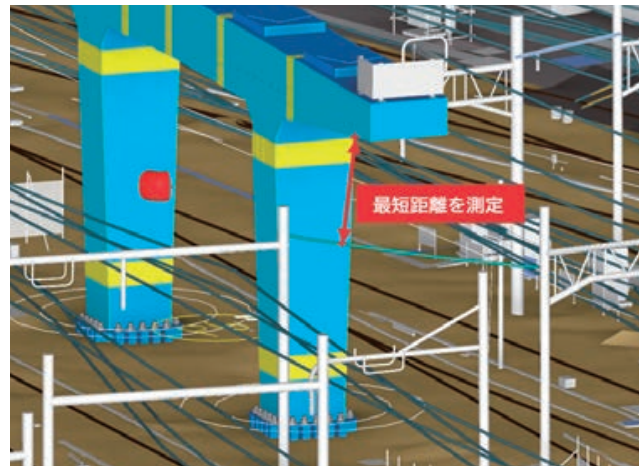


オブジェクトを選択:	
質量:	15.44392089
体積:	15.44392089
境界ボックス:	X: -8577.45063188 -- -8552.02172298 Y: -40821.43318081 -- -40809.55488920 Z: 14.36960317 -- 16.63669441
重心:	X: -8563.69433376 Y: -40815.21819731 Z: 15.69448376
慣性モーメント:	X: 2.57276044E+10 Y: 1.13260870E+09 Z: 2.63802035E+10
慣性乗積:	XY: -5.39806763E+09 YZ: 8992914.72036129 ZX: 7075893.33783202
回転半径:	X: 40815.22132584 Y: 8563.71193839 Z: 41703.94415308
重心についての主慣性モーメントおよび X-Y-Z 方向:	

【図-7】 3次元モデルによる吊荷重心位置の確認

求めた重心を2次元化して現地に再現し、最適となる吊天秤(吊り位置補正)治具を検討し準備している。

次に、架設時における大ブロックの橋脚及び桁と各設備との干渉の有無、架設後に設置する足場との離隔などを、繰り返し詳細に確認する【図-8】。



【図-8】 3次元モデルによる干渉・離隔確認

そして実際の揚重時におけるクレーンブームの巡回軌跡などに問題が無いかを確認する【図-9】。



【図-9】 P7~P8間 大ブロック桁架設

またクレーンの大型化に伴い、クレーンの支持形式も改めて検討し、H形鋼(H-414×405)を芯材とする場所打杭52本を支持杭とするクレーン構台を設計・新設した。架設当日はカメラによる構台の自動変位計測を実施し、3次元モデルでは検討できない部分を現場で補完する。

このほかヤード内での桁の試験吊りの実施などの事前確認も含め、3次元モデル検討と現場検証のバランスをとり、準備を万端として実施工に挑む。

7 おわりに

当現場を含む一帯は東京都の都市再生特別地区に指定され、様々な大型プロジェクトが同時進行するエリアである。2019年より本格化した“品川開発プロジェクト”をはじめとする国内でも類を見ないこの大規模開発は、今後周辺工事を巻き込んで更に拡大していく。

数多くの大型重機が林立する中で、本工事の1,600tクレーンは、本年3月下旬より現地搬入予定である。