

橋梁詳細設計におけるBIM/CIMの効果的な活用

戸田 樹¹

¹国土交通省 関東地方整備局 川崎国道事務所 計画課 (〒213-8577 川崎市高津区梶ヶ谷2-3-3) .

様々な制約がある都市部における橋梁の設計・施工は、現地状況に応じた創意工夫や高度な技術が求められる。一方で、国土交通省が推進するBIM/CIMの活用は、様々な現地状況を仮想の3次元空間に再現可能であり、都市部の橋梁計画では、特に効果的な活用が可能である。本稿では、都市部の橋梁計画において、3次元レーザースキャナを活用し、BIM/CIMを効果的に活用した事例を紹介する。

キーワード BIM/CIM, i-Construction, 3次元レーザー測量, 施工計画

はじめに

都市部における橋梁の設計・施工は、現況交通や近接構造物等の様々な制約があり、狭隘な空間での施工や夜間作業等の制限を受けるため、都市部では特に、現地状況を詳細に把握し、架橋位置の特性に応じた創意工夫や高度な技術が求められる。

一方、国土交通省では、建設現場の生産性向上を図るi-Constructionの取組みにおいて、3次元データを活用した社会資本の整備・管理及びSociety 5.0における新たな社会資本整備を見据えた建設生産・管理システムの高度化及びインフラ分野のDX（デジタル・トランスフォーメーション）を実現するために、BIM/CIM（Building and Construction Information Modeling）の適用拡大を進めている。様々な現地状況を仮想の3次元空間に再現可能なBIM/CIMの活用は、都市部における社会資本の整備・管理に特に効果的な活用が可能と考えられる。

本稿では、交差物件や近接構造物から様々な制約を受ける国道357号（東京湾岸道路）における有明立体事業において、橋梁詳細設計にBIM/CIMを効果的に活用した事例を紹介する。

1. 事業概要

辰巳・東雲・有明立体事業は、東京湾岸エリアの開発に伴う交通量の増加に対応するため、国道357号の新木場立体～東京港トンネル間の4.5kmの間にある辰巳交差点、東雲交差点、有明二丁目交差点をそれぞれ高架構造で立体化する事業である（図-1）。東京湾岸道路

は2種道路（首都高速道路湾岸線）、3種道路（専用部）及び4種道路（一般部）から構成され、辰巳・東雲・有明立体事業により3種道路を立体化することで、交通渋滞を緩和するものである（図-2）。この辰巳・東雲・有明立体事業は、重交通の2種道路及び4種道路に挟まれた狭隘なスペースに高架橋を整備する必要がある。



図-1 位置図

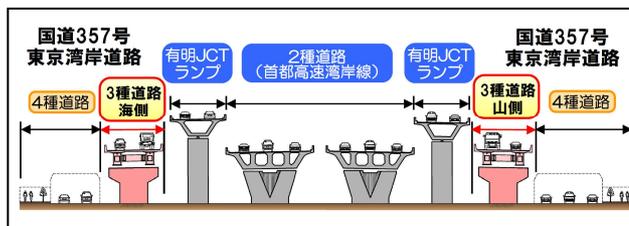


図-2 標準断面図

2. 計画概要

有明橋は、有明西運河を渡河し、2種道路と4種道路の既設橋と近接して有明JCTランプと立体交差する橋長238m・5径間の内陸側と海側に整備する連続高架橋である。運河上で供用中の2種道路と4種道路との間の狭隘なスペースでの施工となるので、供用交通の安全確保や既設構造物との近接施工等に配慮した設計・施工が求められた。

3. BIM/CIM活用の目的

交差物件や近接施工から様々な制約を受ける辰巳・東雲・有明立体事業において、対象橋梁だけでなく、2種道路と4種道路の既設橋に加え、地中構造物をモデル化することで、厳しい制約条件での施工計画の立案および事業遅延のリスク回避が期待されることから、橋梁詳細設計にBIM/CIMを活用することとした。

4. 存在した課題

(1) 橋梁計画の現地との整合性確認

対象橋梁は2種道路と4種道路との間の狭隘なスペースに整備するため、並走する道路の位置を詳細に把握する必要があった。

また、有明西運河と立体交差しているため、現況の海底面を把握する必要があった。

(2) 施工計画の妥当性確認

2種道路、有明西運河と立体交差し、狭隘なスペースで供用交通の安全を確保しながらの施工が求められていたため、安全な施工の実現性および確実性を検証する必要があった(図-3)。

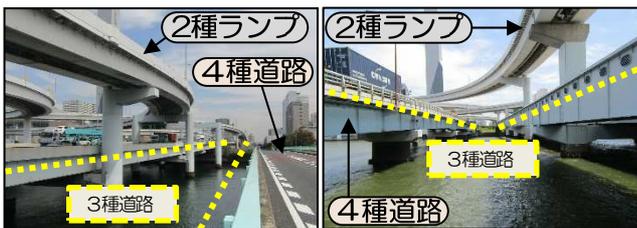


図-3 現地状況

(3) 維持管理での活用

BIM/CIMは専用のソフトが必要であり、設計・施工段階でのBIM/CIMモデルが維持管理で活用しづらい。建設生産プロセスにおいて、BIM/CIMモデルを一貫して活用し土工における抜本的な生産性の向上を図るため、維持管理においても活用しやすいBIM/CIMモデルの構築が必要であった。

5. 技術的解決策

(1) 点群データの活用

2種道路の既設橋や4種道路の詳細な位置を立体的に把握するために、点群データが取得可能な3次元レーザー計測を実施した。点群データの取得には、3次元レーザー計測機を搭載した車両を走行させるMMS(Mobile Mapping System)を使用した。しかし、高架下等の車両走行が困難な箇所は、MMSに加え、地上据付型のレーザー計測機及び作業員が手押し型の3次元レーザー計測機を徒歩で点群が取得可能な手押し型のMMSを併用した(図-4)。



図-4 3次元レーザー計測機

また、有明西運河の河床を把握するために計画地点の深浅測量を実施した。

取得した点群データ及び深浅測量成果をBIM/CIMモデル上に構築し、新設橋梁と既設の橋梁・護岸・共同溝等との安全な隔離や現況河床に対する橋脚基礎の根入れを検証した(図-5)。

さらに、過年度の測量結果と最新測量結果をモデル化することにより、河床変動を可視化する事が可能となり、13年間で河床が最大1.9m程度洗堀されていることが把握できた。

運河における鋼材の腐食速度は、海底土中が0.03mm/年¹⁾であるのに対して、海水中が0.1~0.2mm/年¹⁾と差が大きく、鋼管矢板基礎において、海水中の場合に必要な腐食しろ(100年で20mm)を確保するのが困難であった。

したがって、鋼管矢板基礎は、河床へ根入れし、海底土中の場合に必要な腐食しろ(100年で3mm)を確保した。また、将来の河床変動を踏まえ、河床の洗堀防止対策等の維持管理対策を検証した。

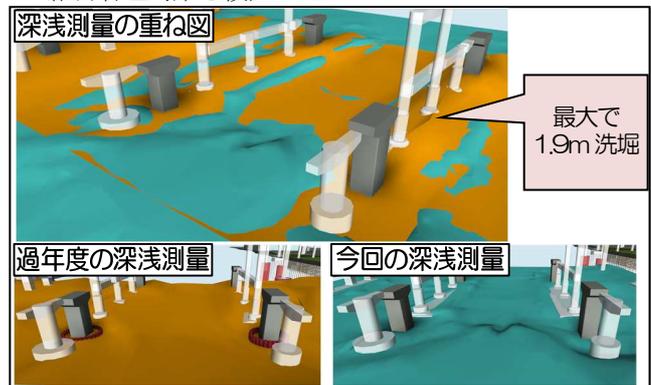


図-5 深浅測量のBIM/CIMモデル

(2) 重機モデルの活用

立体交差・狭隘な空間での施工を立体的に検証する手法として、BIM/CIMを活用し、実寸法の重機モデルを配置して施工の実現性・確実性を明確化した。

有明 JCT ランプと立体交差している区間の下部構造構築においては、立体交差しているランプだけでなく、近接している2種道路の本線及び4種道路に対する近接施工影響範囲を可視化し、コントロールポイントを明確にすることで、施工方法の選定や狭隘なスペースでの重機による旋回作業の実現性等を検証した(図-6)。



図-6 BIM/CIMモデル(下部構造施工時・地下埋設物)

(3) BIM/CIMモデル(PDF形式)の活用

維持管理段階で既存資料や構造物情報等の確認を容易にするため、調査・設計成果に加え、将来の点検調書等も一元管理可能なPDF形式のBIM/CIMモデルを作成した。

PDF形式で作成することで、誰でも容易に扱えるので、BIM/CIMの専用ソフトがなくても、維持管理段階で活用が期待される。

(4) その他の活用

点群データを取得し、BIM/CIMモデルで現況を詳細に表現したことで、事業計画の地元説明等に活用可能なBIM/CIMモデルによる広報用資料(動画)を作成した。

今回作成したBIM/CIMモデルを利用して、景観検討や近隣住民への説明会での資料作成に活用することができる。具体的なイメージ画像やシミュレーション動画を共有することで、近隣住民との迅速な合意形成を図ることが期待される。

7. BIM/CIM活用上の課題

本稿におけるBIM/CIM活用上の課題は、①BIM/CIM活用上の課題として現時点では2次元図面と3次元図面の両方を作成する必要があるため、作成期間が長くなること。②BIM/CIMソフトウェアの規定や統一性、互換性がないため、複数の受注者側で作成されたBIM/CIMデータの場合、統合が困難であること。③施工・維持管理等の後工程に引き継ぐために必要な属性情報は、ガイドラインの規定がないため、受注者独自の項目を作成している。したがって、維持管理段階でBIM/CIMを積極的に活用し、設計・施工へフィードバックが必要である。

8. 技術的な成果

交差物件や近接構造物から様々な制約を受ける立地条件では、BIM/CIMの活用により、現地との整合性や施工計画の妥当性の確認が可能であり、施工リスクを削減することで、事業遅延も回避出来る。また、BIM/CIMを維持管理段階でも活用するためには、誰もが容易に使える簡便なものが望ましく、PDF形式による既存資料とBIM/CIMの一元化は特に効果的に活用出来るものと考えられる。

今後は、地下埋設物等のGIS情報やBIM/CIMとAR・MRの融合により、更なる生産性の向上が図れるものと考えている。

新型コロナウイルス感染症対策を契機とした非接触・リモート型の働き方への転換と、生産性と安全性の向上を図るため、今後もBIM/CIMの効果的な活用を検討する。

9. 参考文献の引用とリスト

1) 港湾鋼構造物防食・補修マニュアル, p15, 2009.11