都市部における橋梁の最適化と BIM/CIMの効果的な活用

出間壮一[1]・別所和希[1]・椎葉英敏[1]

[1]三井共同建設ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ株式会社（〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目11-1ｹﾞｰﾄｼﾃｨ大崎ｳｴｽﾄﾀﾜｰ15階）

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た道路線形の調整，合理化形式の採用，立体交差における施工の合理化及びBIM/CIMを効果的に活用した事例を紹介する．

Key Words ： *BIM/CIM，i-Construction，３次元レーザー測量，合理化橋梁，多軸式台車*

１．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ので，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を実現するために，BIM/CIM(Building and Construction Information Modeling/Management)を推進しており，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，都市部の橋梁計画において，特に効果的な活用が可能である．

本稿では，都市部における橋梁計画において，架橋位置の特性を踏まえた創意工夫による橋梁の最適化及びBIM/CIMを効果的に活用した事例を紹介する．

２．橋梁概要

対象橋梁は，一般国道（専用部）において，標準区間および交差点区間からなる橋長424m，３連からなる連続高架橋である（図-1）．軟弱地盤上で供用中の交差点及び高速道路ランプと立体交差し，併設する高速道路と一般部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．

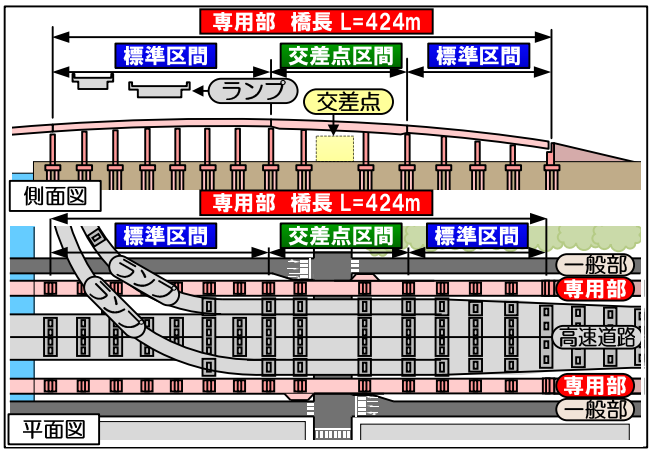


図-1　対象橋梁概要図

３．存在した課題

(1) 道路線形の調整

この橋梁は高速道路と一般部との間のスペースに整備するので，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，測量平面図より，高速道路ランプから張り出している照明柱の受台が対象橋梁と干渉していたので，道路線形を調整して高速道路との離隔を確保する必要があった（図-2）．

図-2　現地状況

(2) 立体交差への対応

a) 標準区間

この橋梁は狭隘なスペースでランプと立体交差するので，大型クレーンによる主桁架設は困難であった．しかし，軟弱地盤上であることから，クレーン架設が不要な固定支保工架設による現場打ちのＰＣ橋の場合には，①鋼橋に比べて重量が重く，橋台・橋脚の基礎規模が大きくなる，②固定支保工の不等沈下により，耐久性を低下させるコンクリートのひび割れ発生（初期欠陥）が懸念された．

したがって，上部構造の軽量化及び狭隘な空間での架設方法の工夫が求められた．

b) 交差点区間

2016年4月の新名神高速道路における橋桁落下事故のように，ベントの倒壊により橋桁が落下した場合には，交差交通への影響は甚大なものとなり，社会的影響も大きなものとなる．

したがって，交差点区間の上部構造（鋼細幅箱桁）に対して，ベント設置を回避可能な架設工法を立案する必要があった．

(3) 施工妥当性の確認

ランプ，交差点と立体交差し，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となるので，安全な施工の実現性及び確実性を検証する必要があった．

４．技術的解決策

(1) 点群データの活用による道路線形の設定

高速道路の既設橋や一般部等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次元レーザー測量を実施した．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による点群の取得が困難であるため，MMSに加え，地上据付型のレーザースキャンRTC360及び作業員が３次元レーザー計測機を背負い，徒歩で点群を取得可能なウェアラブル型のレーザースキャンBack Packを併用した（図-3）．

図-3　３次元レーザー計測機

基準点および水準測量（４級基準点）の精度管理基準値（較差）は20mm√S[1]（本事例では25mm）に対して，車載写真レーザー測量（地図情報レベル500）の数値図化用データと調整点との較差は水平0.15m（150mm）以内，標高0.2m（200mm）以内[2]と誤差が大きいため，精度を向上させる必要があった．そこで，点群データの調整点を通常の３倍程度を取得することで，路線測量と同等の精度（較差最大15mm＜25mm）を確保した．取得した点群データを基に道路線形計画におけるコントロールポイントの３次元座標を求め，近接する高速道路の既設橋との離隔を確保可能な道路線形を設定した（図-4）．

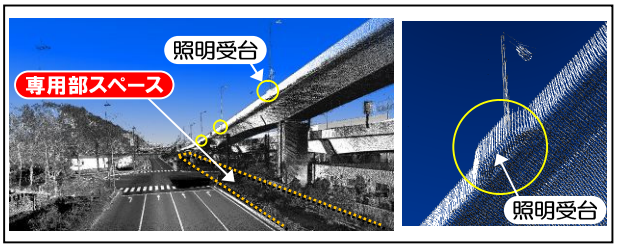


図-4　点群データ

(2) 立体交差に配慮した橋梁の最適化

a) 標準区間における橋梁計画

上部構造の軽量化とランプ桁下でのクレーン架設を可能とするために，標準区間の橋梁形式は，鋼橋の合理化形式である鋼連続合成鈑桁橋（パネルブリッジ）を提案した（図-5）．隣接する高速道路の既設橋と同じ支間長（25m程度）とすることで，上部構造の軽量化と低桁高を実現し，高架下の見通しと維持管理空間を確保した．また，主桁部材長を８m程度の短ブロックとすることで，立体交差するランプ桁下での小規模クレーンによる架設を実現した．従来のPC中空床版橋に比べて，重量を約３割軽減したことで橋脚規模のコンパクト化が図れ，コスト縮減と施工の省力化を実現した．

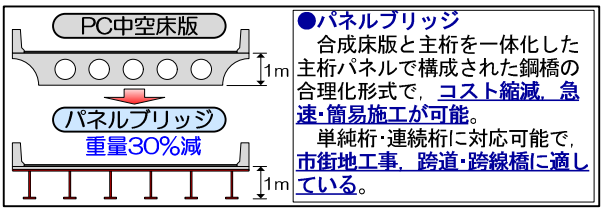
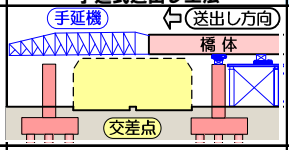
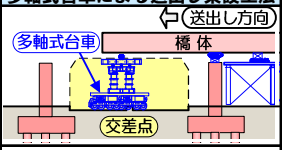


図-5　合成鈑桁橋(パネルブリッジ)

b) 交差点区間における架設工法

交差点区間へのベント設置を回避可能な工法のうち，多軸式台車による一括架設は，橋体輸送時に一般部の大型標識や信号の撤去をともなうので，送出し架設工法の採用を提案した．送出し方法は，規制時間を極力短縮するため，手延式に比べて送出し速度が速く，コスト縮減，施工期間の短縮が図れる多軸式台車による送出し工法を提案した（表-1）．

表-1　送出し架設工法の選定

	手延式送出し工法	多軸式台車による送出し架設工法
概要図		
経済性	約3.6億円：△	約3.4億円：○
施工期間	約16ヶ月：△	約13ヶ月：○
送出し速度	約0.7m/min：△	約2.0m/min：○
評　価	△	○

(3) BIM/CIMの効果的な活用

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．

交差点区間の送出し架設においては，信号・標識等の支障物件のみではなく，共同溝等の地中構造物及び地中構造物に対する近接施工影響範囲を可視化し，施工リスクを回避した（図-6）．

図-6　BIM/CIM施工モデル(交差点区間)

標準区間のランプ桁下でのクレーン架設においては，夜間架設における規制計画に加え，実寸法のクレーンを配置してランプの規制範囲内にクレーンのブームが入らないことを確認し，施工実現性を検証した（図-7）．

図-7　BIM/CIM施工モデル(標準区間)

その他，橋梁整備にともなう信号・標識の移設計画においては，一般部を走行する車両からの信号・標識の視認性をBIM/CIM統合モデルを活用したVRで検証し，橋梁整備後の完成モデルは，維持管理での活用に配慮し，現況を詳細に再現した（図-8）．

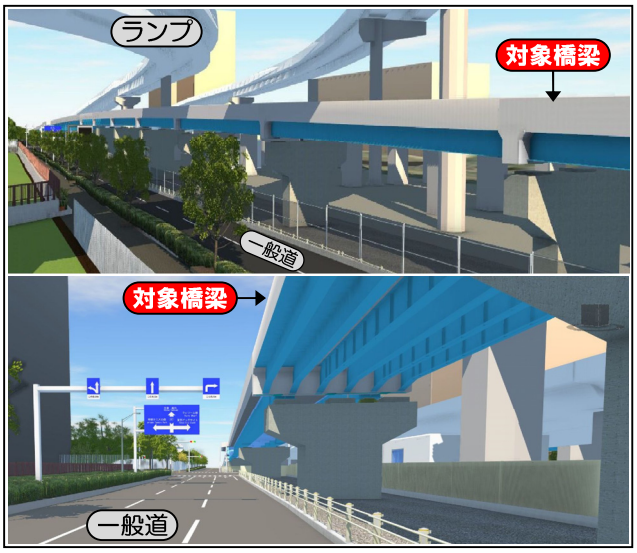


図-8　BIM/CIM統合モデル

5．技術的な成果

都市部における橋梁の設計・施工計画に取り組んだ本事例の技術的な成果を下記に整理する．

①空間情報を３次元で取得可能な点群データやBIM/CIMの活用は，都市部では特に効果的である．また，調整点の設置数の調整により，点群データの精度向上が図れることを実証した．

②制約の多い都市部では，コスト縮減や生産性向上のため，設計・施工の合理化や新技術・新工法の活用，施工方法の創意工夫が特に重要である．

③BIM/CIMの活用により，都市部における橋梁の最適化や施工リスクの回避に加え，将来の維持管理にも活用可能なBIM/CIMモデルを構築した．

6．今後の課題

国土交通省は2020年4月，新型コロナウイルス感染症の影響でデジタル化を加速させる必要があることから，直轄事業におけるBIM/CIMの原則化の目標を当初計画の2025年度から2023年度に改めた．

今後は，2023年度のBIM/CIM原則化に向け，BIM/CIMを積極的に活用し，建設プロセス全体の高度化を図る必要がある．

また，新技術・新工法を積極的に活用した更なる合理化や生産性向上，BIM/CIMの高度化を推進し，良質な社会資本整備に貢献していきたい．

謝辞：本稿の執筆に当たり，多大なるご協力をいただきました発注担当課の皆様，また，関係各位に深く感謝申し上げます．

参考文献

1) 公共測量 作業規程の準則，第35･第65条，2016.3
2) 公共測量 作業規程の準則，第187条，2016.3