

技術紹介 9 厳しい制約を受ける橋梁設計の創意工夫と DX の効果的活用

稲津 直毅

INAZU Naoki

道路・橋梁事業部 橋梁第一部



国土交通省は、インフラ分野のDX（デジタル・トランスフォーメーション）を強力に推進している。

この取り組みは、厳しい制約を受ける都市部の社会資本整備・管理において、特に効果的な活用が可能である。

本稿では、供用交通や既設構造物から厳しい制約を受ける一般国道の橋梁詳細設計において、設計・施工の創意工夫とDXを効果的に活用した事例を紹介する。

キーワード DX, BIM/CIM, i-Construction, 3次元レーザ測量, 鋼少数板桁橋, 鋼管矢板基礎, 維持管理, 施工計画

1. はじめに

国土交通省は、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抜本的な生産性や安全性向上を図るため、インフラ分野のDX（デジタル・トランスフォーメーション）を強力に推進しており、2023年度までに小規模なものを除く全ての公共工事について、BIM/CIM（Building and Construction Information Modeling/Management）への転換を実現するための取り組みを進めている。

このインフラ分野のDX推進の取り組みは、様々な現地状況や施設を仮定の3次元空間に再現可能であり、種々の制約条件や関連情報を一元管理することが可能なので、厳しい制約を受ける都市部の社会資本整備・管理において、特に効果的な活用が可能である。

本稿では、供用交通や既設構造物から厳しい制約を受ける一般国道の橋梁詳細設計において、設計・施工の創意工夫とDXを効果的に活用した事例を紹介する。

●**橋梁概要**：対象橋梁は、供用中の自動車専用道路・一般道と併設して自動車専用道路のランプと立体交差し、運河を渡河する橋長238mの連続高架橋（内陸側・海側の2橋）である。上部構造は鋼5径間連続少数板桁橋（2主桁）、運河内の橋脚はRC柱・鋼管矢板基礎である（図-1）。

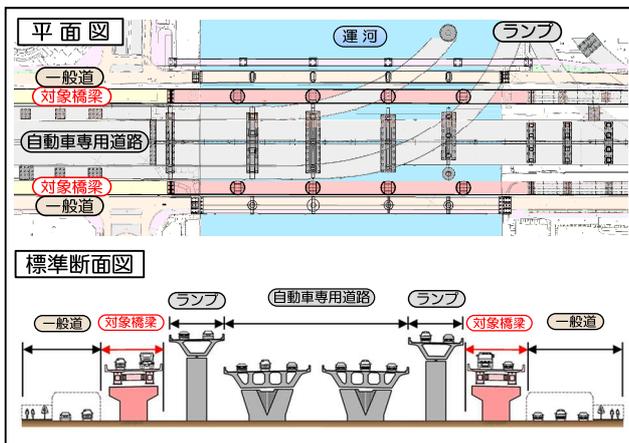


図-1 対象橋梁概要図

2. 存在した課題

2-1. 既設構造物及び河床変動の把握

この橋梁は、自動車専用道路及び一般道の既設橋に挟まれた空間でランプ橋と立体交差し、橋台設置箇所周辺には控え式護岸のタイロッド・控え杭や共同溝が埋設されていることから、既設構造物の位置や形状を詳細に把握する必要があった（図-2）。

また、運河部の深浅測量を実施した結果、10年前の測量に比べて河床が最大1.5m程度低く、既往設計の基礎の根入れでは、鋼管矢板の天端が海水中に突出するので、設計供用期間100年で20mmの腐食減厚（海水中の鋼材の腐食速度0.2mm/年¹⁾）が生じることが判明した。したがって、鋼管矢板の腐食を軽減可能な基礎の根入れを設定するために、河床変動を詳細に把握する必要があった。

2-2. 厳しい制約条件における施工実現性の確認

供用中の既設橋が隣接する狭隘な空間で、立体交差するランプの空頭制限を受ける厳しい制約条件での施工となるので、既設構造物との離隔や供用交通の安全を確保しながらの施工実現性を確認する必要があった。

2-3. 維持管理への配慮

この橋梁は2主桁橋であるが、自動車専用道路及び一般道に挟まれた運河上の橋梁なので、維持管理段階の点検・補修は容易ではなく、床版の更新・修繕の際に、桁下からの復旧作業（クレーンによる仮設縦桁の設置等）が困難である。

したがって、道路橋示方書²⁾の思想を反映し、確実に容易な維持管理が可能な構造を立案する必要があった。

また、複雑な立地条件であることから、DXを活用した確実に容易な維持管理のための方策が求められた。



図-2 架橋位置の現況

3. 解決する技術

3-1. 点群データ及びBIM/CIMを活用した橋梁計画

隣接する自動車専用道路・一般道の既設橋梁や立体交差するランプ橋の3次元座標を把握するために、点群データを取得し、既設構造物との離隔や建築限界を確認した。点群データの取得には、3次元レーザ計測機を搭載した車両を走行させるMMS（Mobile Mapping System）及び据付式の3次元レーザ計測機を利用した（図-3）。

護岸や共同溝は竣工図を基に3次元モデルを作成し、離隔の確認や埋設物の部分撤去計画に活用した（図-4）。



図-3 3次元レーザ測量

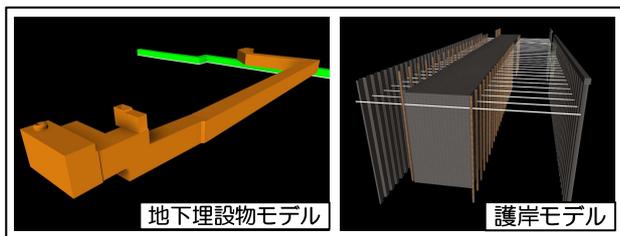


図-4 埋設物のBIM/CIMモデル

また、現況河床を詳細に把握するために、深浅測量の等深線図から河床のサーフェスモデルを作成し、BIM/CIMモデルを用いて河床への基礎の根入れを設定した。この結果、海底土中の腐食速度0.03mm/年¹⁾(100年で3mm)を適用することができた。また、将来の河床変動を踏まえ、河床の洗掘防止対策等の維持管理対策を検証した（図-5）。

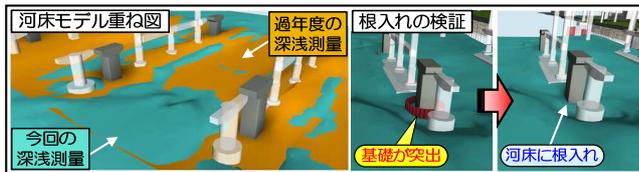


図-5 橋脚の根入れ検討モデル

3-2. BIM/CIMを活用した施工計画

狭隘スペースと空頭制限の制約から三点式杭打機による杭施工が困難なので、基礎の施工は短尺ハンマによる杭打設が可能なフライングハンマ工法を選定した。

既設構造物との離隔や供用交通の安全を確保するために、BIM/CIMモデルに離隔条件や俯角範囲を明示し、可動式クレーンモデルを用いてクレーン規模、配置及びブーム長を検討して施工実現性を確認・検証した。

また、BIM/CIMで検証した施工状況を関係機関との協議資料に活用し、協議の円滑化を図った（図-6）。

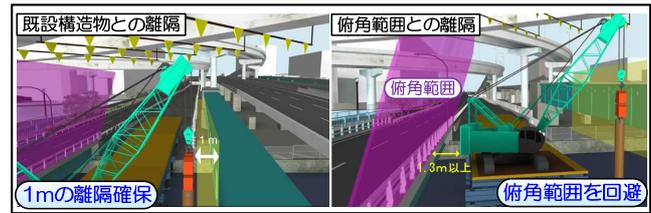


図-6 重機作業における離隔確認

3-3. 維持管理に配慮した構造・維持管理ツールの構築

確実で容易な維持管理を実現するため、合計4条（桁間2条、張出し部各1条）の上部構造検査路を設置した。

床版の更新・修繕時に桁下からのクレーンによる仮設縦桁の設置が困難なので、新設時から仮設縦桁を設置する構造を考案し、床版の維持管理に対応した（図-7）。

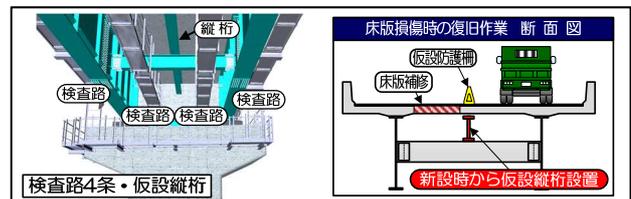


図-7 仮設縦桁の設置

また、調査、設計・施工を含めた維持管理情報の一元管理による省力化、生産性向上を図り、誰もが容易に閲覧できるようにするために、CIM-PDFで①属性、②調査・設計成果、③施工及び④点検写真・調査等の維持管理情報を蓄積可能なツールを構築した。

PDF形式なので、フリーソフトによる閲覧が可能であり、DX推進のツールとして有効である（図-8）。

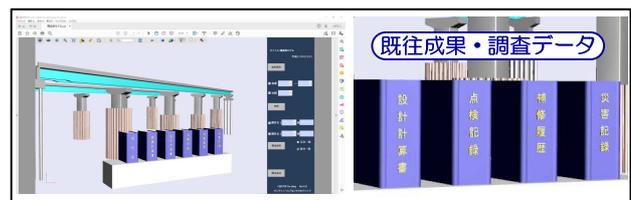


図-8 CIM-PDF

4. まとめ

供用交通や既設構造物から厳しい制約を受ける橋梁設計では、設計・施工の創意工夫とDXの取り組みにより、設計の品質確保のみではなく、施工・維持管理段階の生産性向上や省力化を図ることが可能である。

今後は、5G等基幹テクノロジーを活用することで、非接触・リモート方式でのBIM/CIMの共有や連携が容易となり、更なる生産性向上と省力化が期待されるので、DX推進のための環境整備や技術の研鑽に努めたい。

参考文献

- 1) 港湾鋼構造物防食・補修マニュアル, p15, 2009.11
- 2) 道路橋示方書・同解説 I 共通編, p9, 2017.11