

技術紹介 21 橋梁維持管理におけるDXの推進について

高橋 大貴

TAKAHASHI Daiki

道路・橋梁事業部 構造第二部



国土交通省では、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。インフラ分野のDXでは、制約条件の多い社会資本整備・管理において、効果的な活用が可能である。本稿では、一般国道における既設道路橋の耐震補強工事のための設計業務において、効率化や高精度化を目指した取り組み事例を紹介する。

キーワード：DX, BIM/CIM, i-Construction, 無人航空機(UAV), 鋼連続鉄桁橋, 耐震補強設計, 維持管理, 施工計画

1.はじめに

国土交通省は、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革すると共に、業務そのものや、組織、プロセス、文化・風土、働き方を変革し、安全・安心で豊かな生活を実現すべく、インフラ分野のDXを推進している。

維持管理分野におけるDXでは、現地状況や施設を3次元空間に再現することで、様々な制約を受ける既設構造の維持管理において、特に効果的な活用が可能である。

本稿では、一般国道における既設道路橋の耐震補強工事のための設計業務において、効率化や高精度化を目指した取り組み事例を紹介する。

●**対象橋梁概要**：対象は、昭和61年に完成した、橋長543mの複数連で構成された「連続非合成鋼鉄桁橋（RC床版）」である。上下線は分離構造で、現時点で上り線のみ完成の暫定供用である。計画地周辺は、前後を台地に囲まれた低地部で、田園地帯に設置された一般国道であり、一級河川が高架橋の中間付近を横過している（図-1）。

耐震補強設計では、以下の対応が必要である。①現地状況、橋梁諸元を把握するための、現橋に近接による詳細な計測および周辺地形の測量、②支承部の補強では、橋座付近への補強デバイス設置において、複雑に存在する多数の支障物を考慮、③施工計画は、河川条件や桁下条件等の制約を考慮し、実現性や安全性を確保した計画、④関係者には、現地状況や計画の正確でわかりやすい伝達。

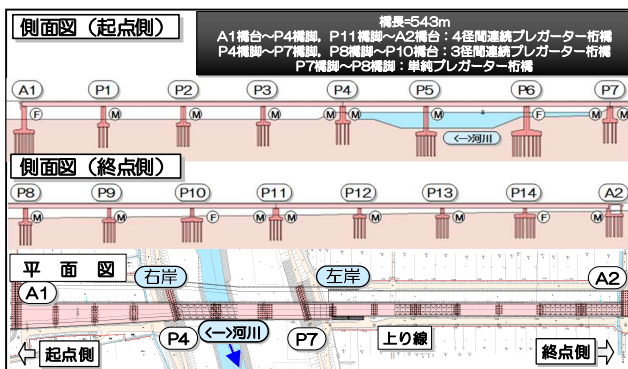


図-1 対象橋梁概要図

2.存在した課題

2-1.広域かつ近接しにくい現地の確認および計測

対象橋梁は橋脚基数が多いうえ、鋼桁で部材数が多い。また、完成図と現地寸法の不整合が確認され、広範囲に及ぶ寸法計測が必要であった。河川は流水部の幅が広く、調査時に作業用足場を要し、従来の人による計測では多大な時間を要することが想定された。そのため効率的かつ高精度の現地情報取得が課題であった。

2-2.狭隘かつ複雑な構造に対する補強計画

支承部は現行基準に対する性能不足で、補強が必要であり、橋座前面への補強材の設置が想定された。設置位置には添架管や地中引込みトラフ、排水管など寸法や位置関係の不明な支障物が多数存在する。施工段階に補強部材の干渉が発見されると、工事中止や関連協議回数の増加が考えられるため、位置関係の正確な把握による補強計画の立案が課題であった。

2-3.厳しい制約条件における施工実現性の確保

対象橋梁は、河川条件や現地の支障物に対する制約条件が多い（写真-1）。特に河川内は、渇水期施工による施工期間の制約の中で、流水の瀬替え、進入路設置、施工ヤードの確保など施工難易度が高い。したがって、施工実現性の高い施工計画の立案が課題であった。



写真-1 広域かつ複雑な現地状況

2-4.現地状況の正確な伝達と合意形成

合同現地踏査や打合せを含めた各種協議では、多数の関係者に対し、現地状況の正確な伝達、課題の把握および円滑な合意形成が必要である。したがって、広域かつ複雑な現場状況や補強計画、施工計画の説明に対し、わかりやすい情報提供の方法の提案と感染症対策を含めた、最小人数での実施が必要であった。

3.解決する技術

3-1.無人航空機による情報取得・設計への反映

現地地形、土地利用状況、橋梁等の既設構造物を効率的かつ正確に把握し、3次元モデルに反映するため、無人航空機(UAV)による橋梁周辺の上空より地形の点群取得、計測を実施した。小型無人航空機(UAV)は、障害物との衝突を回避(10cmまで近接)可能であり、狭隘な橋梁周辺、桁間の添架物や排水位置、形状を写真測量技術で取得した(図-2)。3次元モデル内での寸法計測が可能であり、現地での再計測が不要あるいは容易となる(図-3)。



図-2 使用した無人航空機および調査に要する時間

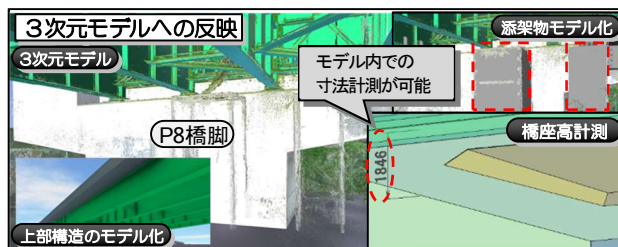


図-3 3次元モデルへの反映

3-2. 3次元データを利用したシミュレーション

補強材(鋼製ブラケット)の設置に際し、狭隘箇所を支障物との近接状況の把握や、設置時における部材の干渉チェックを実施した。干渉状態を視覚的かつ正確に把握し、設置位置を調整した結果、現場不一致による工事の遅れや中止を回避し、施工実現性を確保した(図-4)。

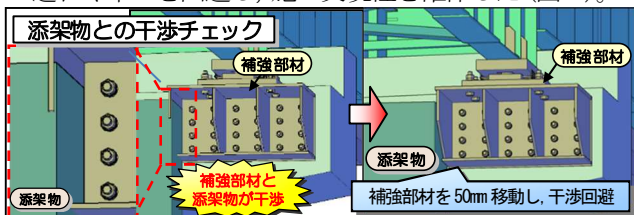


図-4 添架物との干渉チェック

3-3. BIM/CIM を活用した施工計画

工事の進入路、施工ヤード設置、重機配置、土留締切、補強工等の各段階でBIM/CIMを活用した「3D 施工ステップ図」を作成し、施工段階別に計画を検証した。河川内施工では、進入路や瀬替え、土留締切等の位置関係を最適化し、河川構造物や橋梁構造との干渉チェックと対策を行ったうえで複数工事の同時施工とすることで渇水期内施工を実現し、施工ヤードの確保など施工時安全性を確保した(図-5)。

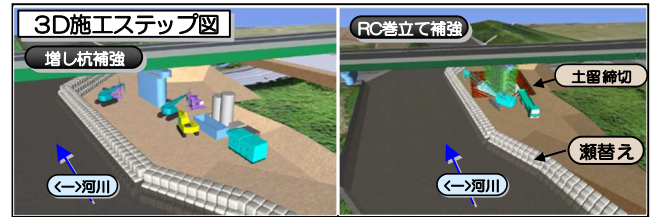


図-5 3D 施工ステップ図

3-4. BIM/CIM による可視化で実施円滑な協議の実現

① 遠隔臨場による合同現地踏査の実施

現地への多数の同行者を可能な限り削減したうえ、わかりやすい情報提供のため、遠隔臨場の手法を利用した合同現地踏査を実施した。管理事務所、現場(2箇所配置)、社内関係者の4人中継により、スマートフォン等を用いたリアルタイムでの現地確認を実現した(図-6)。

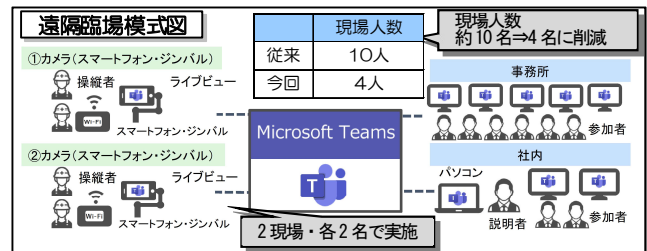


図-6 遠隔臨場モード図および現場人数

② VRゴーグルを用いた3D空間の把握と課題確認

構造物の近接目視確認を実施する場合は、足場の設置や橋梁点検車を手配するのが一般的である。今回は現地踏査時に取得した360°全天球カメラによる閲覧ビューワーを使用し、VRゴーグルを利用した3D空間での現場把握と確認を実施した(図-7)。これにより臨場感のある現場把握や共有が可能となり、わかりやすい情報提供による早期の合意形成および方針決定を実現した。



図-7 VRゴーグルを利用した空間把握

4.まとめ

厳しい制約を受ける耐震補強設計では、設計・施工の創意工夫とDXの取り組みにより、効率的かつ高精度な現地情報の取得、位置関係の正確な把握による補強計画、施工実現性および安全性の高い施工計画や円滑な合意形成に寄与することができた。また、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。今後も厳しい制約を受ける道路維持管理事業が増えていくことが想定されることから、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) 点検支援技術 性能カタログ 国土交通省 2021.10
- 2) BIM/CIM 活用ガイドライン(案) 国土交通省 2022.3