

河川改修(引堤)事業に伴う橋梁延伸計画と BIM/CIMの効果的活用

にしまり いぶきたけと にしおかしゅうすけ
西麻里¹・伊吹武人¹・西岡 秀 祐¹

¹三井共同建設コンサルタント(株)関西支社(〒552-0007 大阪府大阪市港区弁天1丁目2番1-900号大阪ベイトワオフィス9階)

近年、気候変動の影響により、全国的に大規模な集中豪雨による洪水氾濫が頻発化しており、甚大な浸水被害等の水害が増加している。これら甚大な被害を防止するため、国土強靱化の取り組みの加速化・深化が求められている。一方で、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、人口減少や少子高齢化による労働者の人材不足が加速している中での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)を推進している。本稿では、河川改修(引堤)事業に伴う橋梁延伸計画とBIM/CIMを効果的に活用した事例を紹介する。

Key Words : 橋梁延伸, DX, BIM/CIM, 3次元レーザー測量, 合意形成, 施工計画

1. はじめに

計画位置周辺の盆地では、3川が合流した直下流に溪谷による狭窄部がある地形特性から、常習的に洪水による浸水被害を受けており、流量調整機能の確保と周辺地域の治水対策を目的として遊水地事業が進められている。そのなかで、近年の激甚化・頻発化する自然災害を受けて、「防災・減災・国土強靱化のための5か年加速化対策」が策定され、事業対策効果の早期発現が求められていた。

一方、国土交通省では、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を推進しており、BIM/CIM (Building/ Construction Information Modeling, Management) の原則適用に向けて、段階的に取り組みが進められていた。BIM/CIMモデルは、仮想3次元空間に現地状況や様々な計画を再現でき、情報を管理・活用することで、設計・施工・維持管理までの一元化が可能となる。

2. 計画概要

計画位置には、現況河道に対して橋長198.5mの鋼単純鉸桁橋5連が架橋(1988年竣工)されている。遊水地事業における右岸引堤計画に伴い、橋長28.5mの鋼単純鉸桁橋により既設橋を延伸する計画である(図-1、図-2)。

本稿では、延伸計画での既設橋台の利用、沿道への影響軽減や交通量の多い国道かつ河川橋での多工

種に渡る施工等の様々な制約条件を受ける橋梁延伸計画において、BIM/CIMモデルの活用により設計精度の向上や円滑な合意形成を図った事例を紹介する。

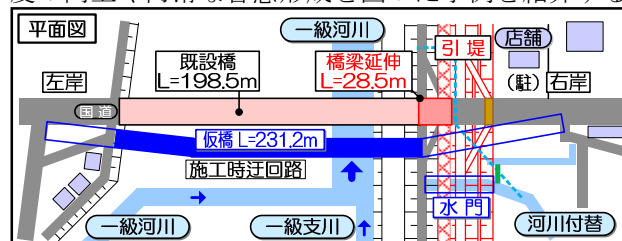


図-1 対象橋梁概要図

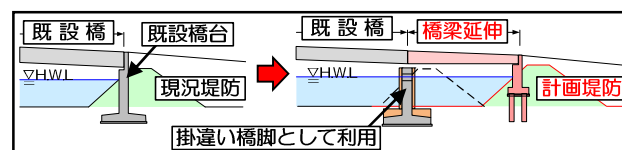


図-2 延伸計画概要図

3. 存在した課題

(1) 既設構造物の利用・補強による根入れの不足

既設橋梁の橋台(ピアアバット)は、延伸後、接続部の掛違い橋脚として利用する計画であり、設計基準の変遷により、補強対策が必要となる。

予備設計の静的照査による補強検討では、梁・柱補強に加えて、既設底版も上面の増厚が必要となり、河床からの根入れが不足するので、治水安全性の観点からも補強規模の抑制が必要であった(図-3)。

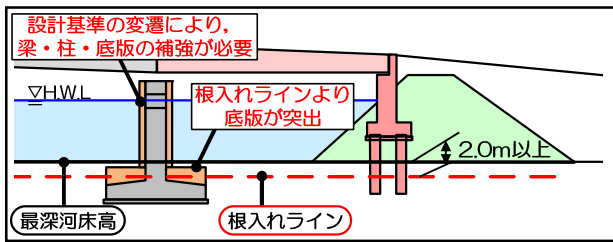


図-3 補強による根入れの不足

(2) 延伸に伴う沿道への影響回避

既設橋には多くのライフライン（通信・情報・電力・水道）が添架されており、添架管も延伸される計画である（図-4）。また、桁下高は計画高水位による制限を受けるので、延伸部の国道路面高に嵩上げが約80cm生じる（図-5）。

延伸部の沿道には、店舗が立地しており、嵩上げに伴う沿道への影響回避が必要であった。

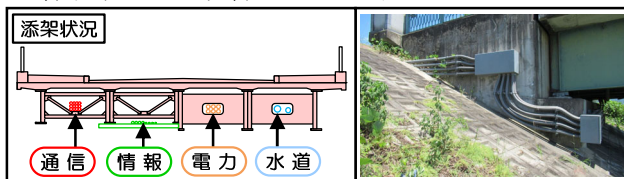


図-4 添架状況

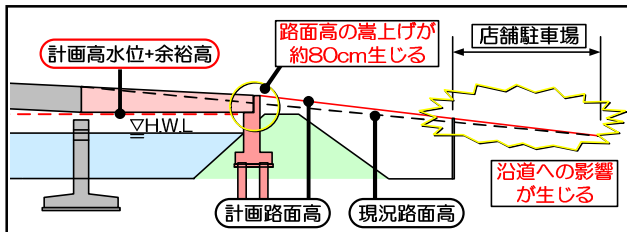


図-5 延伸に伴う沿道への影響

(3) 制約条件下での多工種に渡る全体事業の実現性

当該路線の日当り交通量は1万台超と多いので、施工時も現道交通の機能確保が求められていた。また、出水期による施工期間の制約を受けるなかで、「国土強靱化のための加速化対策」を受け、引堤効果の更なる早期発現が求められていた。

このような状況下において、橋梁延伸のみならず、引堤、道路・河川構造物など多くの施工工種が同時に進行するので、施工手順を明確にするとともに、施工計画の実現性検証が必要であった。

4. 技術的解決策

(1) 補強規模の抑制及び出来形の把握

a) 動的照査による補強規模の抑制

既設橋台の補強対策は、精度の高い現況性能評価ができる動的照査法を適用した。この結果、柱は、底版への補強主鉄筋の定着が不要となる「じん性補強」で対策可能となり、補強による柱の耐力上昇を最小限にすることで、底版の上面増厚が不要となった（図-6）。これにより、局所洗掘や長期的な河床変動に対する安全性を確保できた。

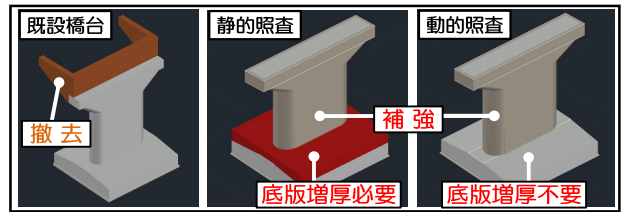


図-6 既設橋台の補強・改造計画

b) 点群データとBIM/CIMモデルによる出来形の把握

延伸部との接続箇所となる既設橋端部では、現況路面高、橋座高の測量とあわせて、3Dスキャナにより既設構造物の点群を取得した。この点群データと建設時の設計図面から復元したBIM/CIMモデルの重ね合わせを行うことで、出来形と設計図面との誤差を正確に把握したうえで、既設橋台の補強・改造計画に反映した（図-7）。これにより、次段階（施工時）の手戻り防止が可能となる。

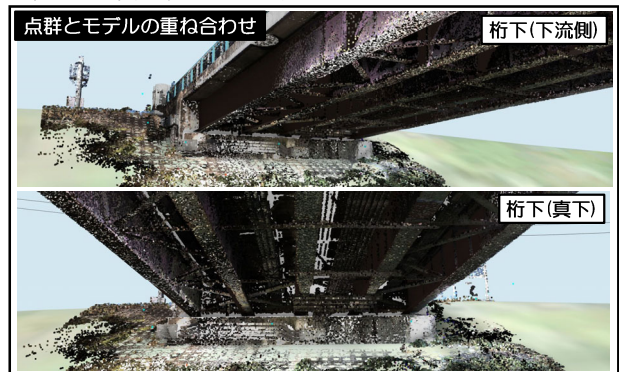


図-7 出来形把握

(2) 沿道への影響抑制手法と狭隘箇所の干渉チェック

a) 延伸に伴う沿道への影響抑制手法

延伸部の橋梁端部では、添架管が配置可能な最小限の桁高を確保する計画とし、嵩上げ量を抑制した。また、延伸部の取付道路部では、歩道形式を現況のマウントアップ形式からセミフラット形式に変更することで、沿道店舗の駐車場入口での最大嵩上げ量を約15cm抑制した（図-8）。

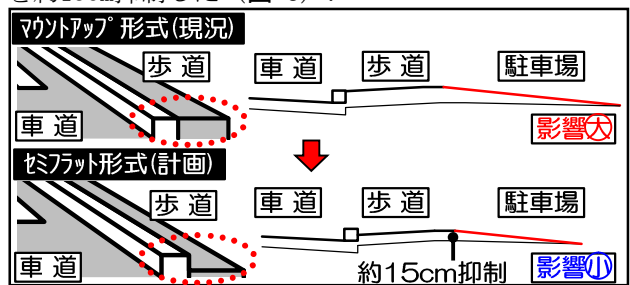


図-8 沿道への影響抑制手法

店舗（地権者、事業者、店舗オーナー）との協議においては、嵩上げ分の駐車場への擦付けや施工時の現地状況のイメージを容易とするため、BIM/CIMモデルを積極的に活用した。視覚的にもわかりやすい協議資料を作成することで、多面的な視点からの課題と解決方を早期に議論でき、円滑な合意形成が可能となった（図-9）。

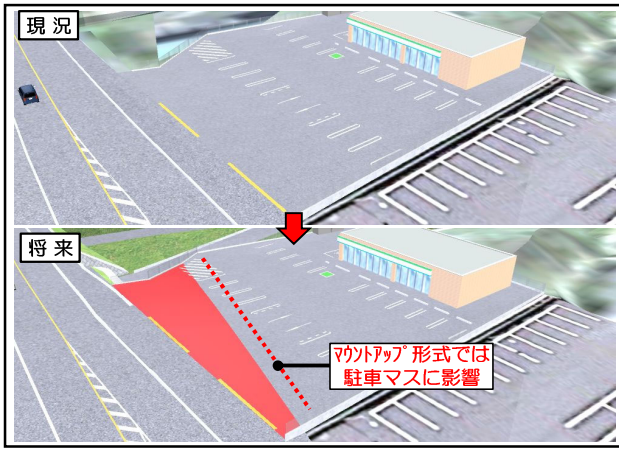


図-9 関係機関協議資料へのBIM/CIM活用

b) BIM/CIM活用による干渉チェック

沿道への影響最小化のため、橋梁端部の桁高を抑制したことにより、多くの添架管と延伸橋の橋梁主部材や付属物との干渉が生じやすいことから、BIM/CIMモデルを活用し、二次元図面では把握しづらい狭隘箇所での細部の取合いを可視化することで、配置計画の精度向上を図った（図-10）。

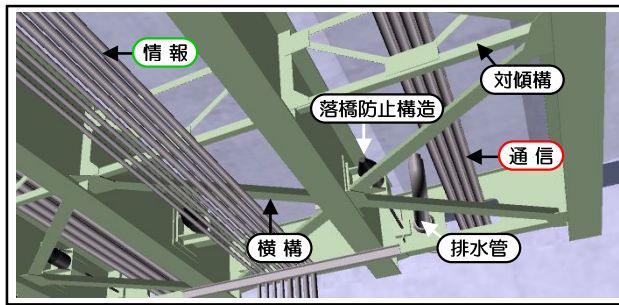


図-10 BIM/CIMモデルによる干渉チェック

(3) BIM/CIM活用による施工計画の実現性検証

今後7か年に及ぶ事業での多岐に渡る各種施工状況に対し、施工期間の制約を含む時間軸を加えた4D施工ステップ図を作成し、事業全体の施工計画の実現性を検証した（図-11）。上記に加えて、各施工段階の一般交通の運用形態、交通切替時の規制状況、仮橋の設置期間やライフラインの仮移設・復旧時期等も明確にしたうえで、全体事業工程、各年度の工事内容・予算を含む年次計画を立案した。

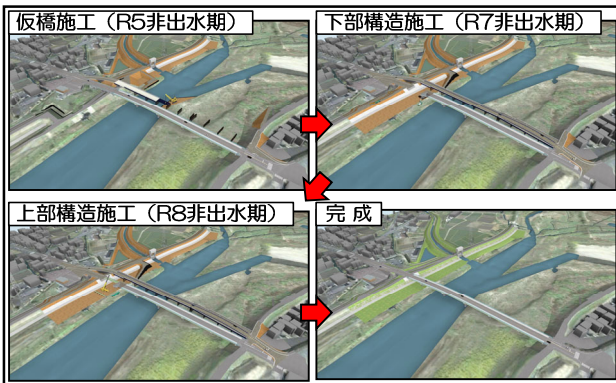


図-11 4D施工ステップ図

また、①現道（迂回路）交通の近接，②空頭に特別高圧送電線が通過する施工箇所において、BIM/CIMモデルで俯角範囲や安全隔離等の制約条件を可視化することで、①公衆の安全確保，②クレーン作業時の安全確保の確認にも活用した（図-12）。

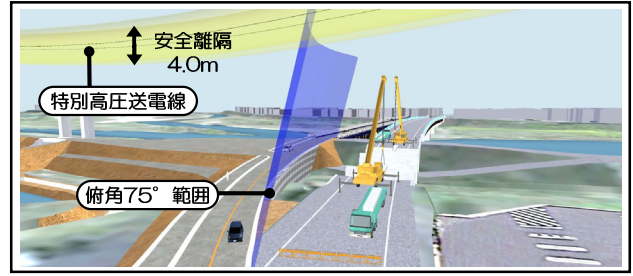


図-12 BIM/CIMモデルによる制約条件の確認

5. 技術的な成果

様々な制約条件を受ける橋梁延伸計画において、本事例の技術的な成果を下記に整理する。

- ①BIM/CIMモデルの設計・施工計画への活用による創意工夫により、設計精度の向上や円滑な合意形成を図ることが可能となった。
- ②BIM/CIMモデルの活用により、次段階の施工時や事業全体の効率的な進捗管理に寄与することが期待できる。

6. 今後の課題

今後、更なる技術革新が期待されるデジタル技術の有効活用により、建設業の文化・風土や働き方が変革し、より一層の生産性向上と省力化を実現するとともに、インフラへの国民の理解を促進することが容易となるので、DX推進のための環境整備や技術の研鑽に努めたい。

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。