鋼橋上部工事（国道302号庄内川橋）におけるＤＸ活用について
～生産性・安全性向上に向けた取り組み～

若宮　開士[1]

[1]中部地方整備局 愛知国道事務所 工務課　（〒464-0066　愛知県名古屋市千種区池下町2-62）

国道302号庄内川橋は，一級河川庄内川を渡河する3径間連続鋼床版箱桁橋で，既に供用されている名二環を考慮し，施工する必要がある．施工にあたっては，DX（3D統合モデル／MR技術）を活用し，近接構造物への架設時影響や地下埋設物等の可視化といった先進的な取り組みを行っており，その取り組み事例について紹介する．

キーワード　3D統合モデル、MR技術、近接施工、可視化

1.はじめに　背景と経緯

国土交通省では2016年から「i-Construction」に力を入れ，2025年までにICTを活用することで建設現場の生産性を2割向上することを目指す方針を示している．今後の方針は「i-Construction」から「i-Construction2.0」へと取組みを深化させ2040年までに建設現場のオートメーション化の実現を目指している（図-1）．その中でも人口減少に対する省人化，安全確保，働き方改革・新3Kの3つの軸の目標を掲げることで，少人数で，安全に，快適な環境で働き，生産性が高い施工を行うことができる，これらを心がけ，実現することで，建設現場で働く人１人当たりの生産性や付加価値を向上し国民生活や経済活動の基盤となるインフラを守り続けること可能としている．

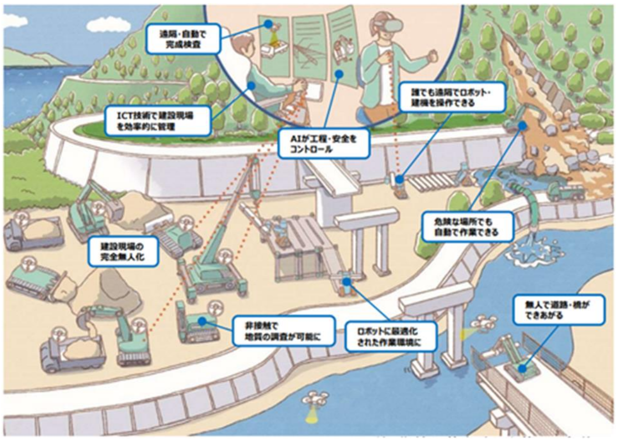

図-1 i-Construction2.0で実現を目指す社会(イメージ)
※ i-Construction 2.0のパワーポイントより抜粋

愛知国道事務所（以下、本事務所とする）は都心部に近く，近接構造物や埋設構造物が多いことからBIM/CIMを活用することで実際の施工のシミュレーションや目に見えない範囲の可視化を多く行い事業の円滑化を図っている．

本事務所が発注を行った「令和3年度　302号庄内川橋鋼上部工事（以下，本工事とする）」は一級河川の庄内川を渡河する3径間連続鋼床版箱桁橋の工事である．本稿では，本工事が取り組んだ課題と対策を紹介する．（図-2）

図-2　庄内川大橋

2.本工事の課題

（１）既設橋梁に対する近接施工

本工事は，既設橋梁である名二環と近接する上部工を架設する工事であり，設計上の離隔は約100mmとしているが，既設橋梁等の施工誤差がどの程度あるのかは不明である．

（２）通常の架設方法が使用不可

通常，橋梁の架設をする際には最低100mm必要と

しており，離隔が100mmを切っている場合は通常の架設工法を行うことができない．本工事の場合，設計上の離隔が約100mm（図-3）であるため，設計上でも離隔の確保に余裕がない．そのため，通常通りの架設工法が行えるか実際の離隔を確認する必要がある．

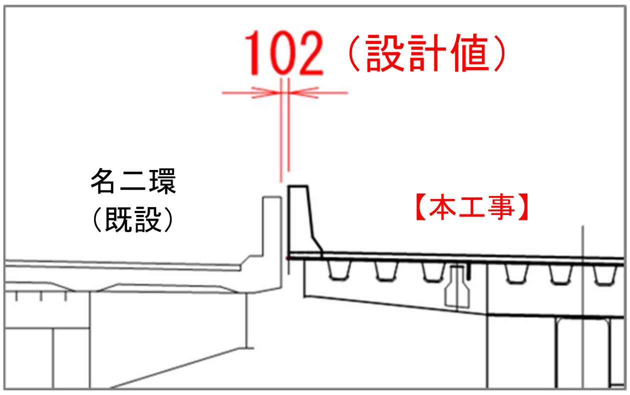

図-3　名二環と庄内川橋の設計上の離隔

3. 課題に対する解決策

（１）近接橋梁に対する実離隔の確認

先の課題であげたように本工事は既設橋梁（名二環）との近接施工である．既設橋梁に対して最新の注意を払って施工を進める必要があることから，3Dモデルと点群データを活用した離隔や干渉のチェックを行う．ドローンを用いて既設橋梁や下部工の点群データを取得し，点群データとBIM/CIMにて作成した3Dモデルを組み合わせることで3D統合モデルを作成した．これにより，実寸大での離隔や干渉の確認ができる．また，3D統合モデルを用いることで立体での確認をすることができる．測量のみでは点での確認しかできなかったが，面での確認を行うことができるため効率的に確認することが可能となった．3D統合モデルを用いて確認を行った後，実際の離隔を詳細な測量で約50mm（図-4，図-5）であることを確認し，事前に架設方法を変更した．当初は，移動式クレーンにより所定の位置に桁架設することで計画していたが，必要な離隔が確保できないことから，所定より約50mm離れた位置に架設後，横移動する架設工法に変更した（図-6）．これにより，離隔100mm以上を確保することができるため施工することが可能となった．

従来の2次元図面を用いた架設計画では，2次元の図面を頭の中組み立てて3次元の架設を想像していたため，経験を積んでいない人が確認した際に架設や埋設物などのイメージがしづらく，他の人への共有も困難であった．しかし，3D統合モデルであれば，経験が少ない技術者でも確認が容易であり，同じ立体のモデルを見ることができるため，技術者間のイメージの共有を容易に行うことができる．これにより，DXを使わない場合と比べ施工に関わる技術者の理解を深め，より安全に施工を行うことが可能となった．

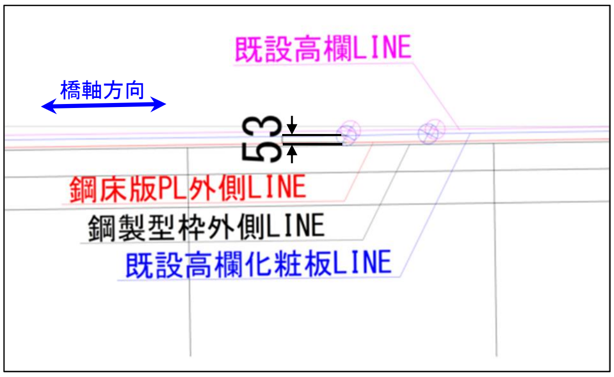

図-4　詳細測量で分かった離隔

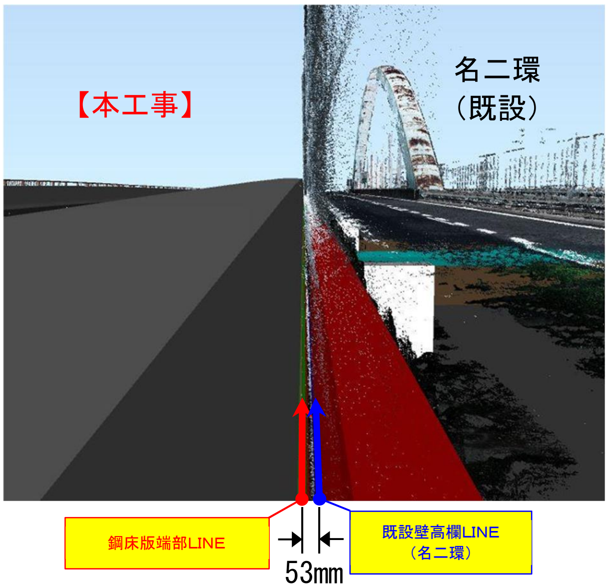

図-5　3D統合モデルによる離隔確認

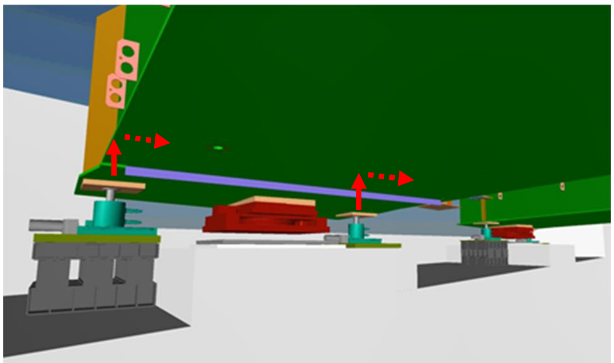

図-6　横移動する桁の3Dモデル

（２）３Ｄモデルによるによる架設方法の検討

3D統合モデルに架設手順を組み合わせることで3Dモデルアニメーションを作成し，架設時の離隔や干渉のチェックを確認することができた．また，本工事では3Dモデルアニメーション（図-7）にMR技術を組み合わせる取り組みを行った．MR技術とは「Mixed Reality」の略称で，MRゴーグル等を用いて現実空間の中に仮想物を表示できる技術である．この技術を用いて現地で実物大での確認を行うことができる．そのため，架設時の問題の抽出や現場の問題の洗い出しがしやすく架設方法の検討を通常の図面と比べ容易に行うことができる．また，実施工

を行う下請け業者を含め施工イメージをつかむことができるため工事をより安全かつ効率的に進めることができる．効率的に情報共有をすることで従来の方法と比較して時間を2割削減することができた．

協議時においても発注者と架設検討や3Dモデルアニメーションを使用することで発注者と受注者間の円滑な情報共有を行うことができ，協議の円滑化を行うことができた．3D統合モデル同様，同じ立体のモデルを確認することができるため，意見の相違などによる手戻りや食い違い防止を図ることにつながった．

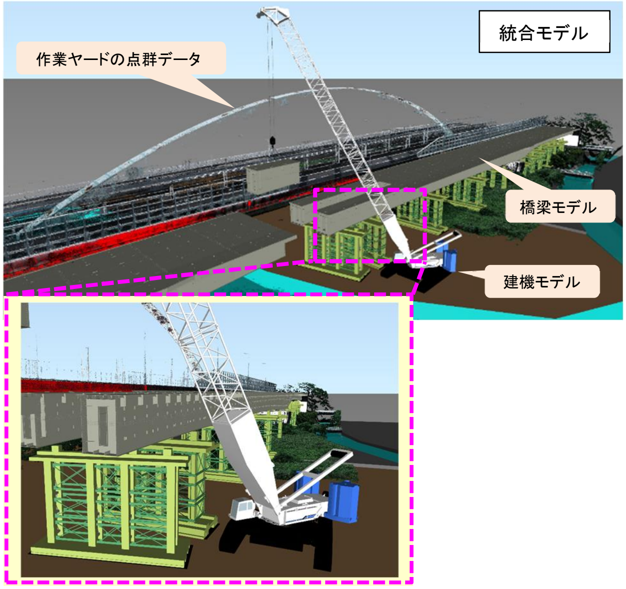

図-7　3Dモデルアニメーションによる架設検討

以上の取り組みにより，既設構造物に対する離隔が約50mmでの施工が支障なく実施することができた．

4. その他の活用事例

4.1　BIM/CIMモデルを活用した効率的な照査等

（１）　対象事例

本工事における，工場製作前の照査で使用した干渉チェックの事例について紹介する．

（２）実際の検討方法と成果

部材同士の取り合いや干渉確認について，3次元原寸処理ソフトを用いてモデルを作成し設計段階での干渉の自動チェック（図-8）を行った．

主桁図や梯子など異なる図面で指示された構造はそれぞれの関係性が分かりづらく，干渉がおきてしまうことが多くある．また，橋梁については部材が多く，照査にかかる負担が大きく，照査漏れのリスクも生じる．そこで施工性を考慮した条件の下で実行した自動干渉チェックにより，干渉に対して構造変更を検討することができる．3Dモデルを用いて変更・協議を行うことで干渉チェック漏れを防止するとともに，迅速な情報共有が可能となった．加えて，照査を自動で行うことで照査ミスによる架設時の手戻りを無くし，時間的，経済的なロスを削減した．

専門的な知識や経験が少ない技術者でも理解がしやすいため，効率的な照査を行うことができた．従来の方法と比較し、時間を3割削減することができた．

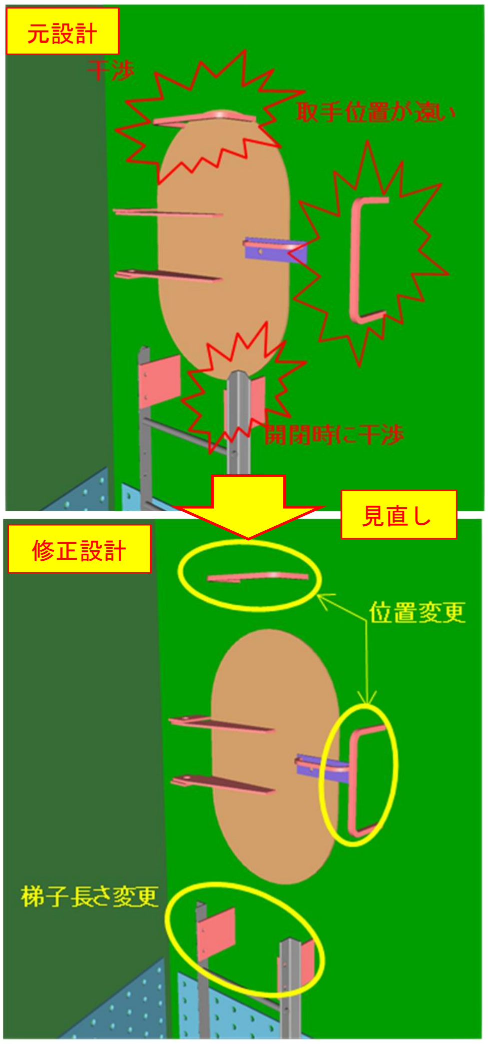

図-8　3Dモデルを使用した干渉チェック

4.2　新技術を活用した地下埋設物の可視化や付属物の取り合いの確認

（１）対象事例

本工事における，埋設物の確認や既設橋台の鉄筋位置の確認の事例について紹介する．

（２）実際の検討方法と成果

MR技術と3Dモデルを組み合わせることで埋設物や既設構造物の鉄筋の可視化（図-9，図-10）を行った．

従来の2次元図面を用いた架設計画では埋設物の位置関係がイメージしにくいが，MR技術により現地空間にBIM/CIMモデルを投影することで容易に埋設物の位置を確認することができ，架設時の妥当性や安全性を目視確認でき，工事関係者間の円滑な情報共有と工事理解度の向上に繋がった．既設構造物である橋台に支承アンカーを削孔する際も計測した既設橋台の鉄筋位置を可視化することにより不可視部を視覚的に確認することが可能となり，現場施工時の手戻り防止および品質向上に繋がった．

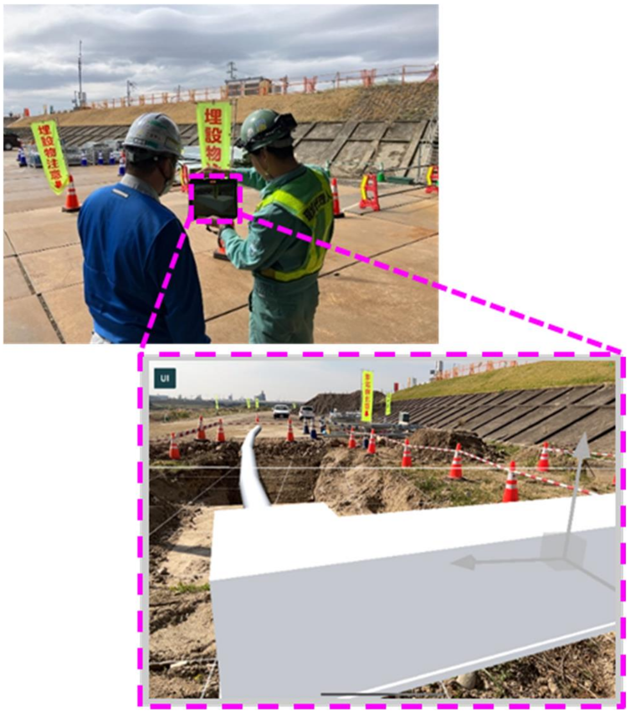

図-9　MR技術を用いた埋設物の確認

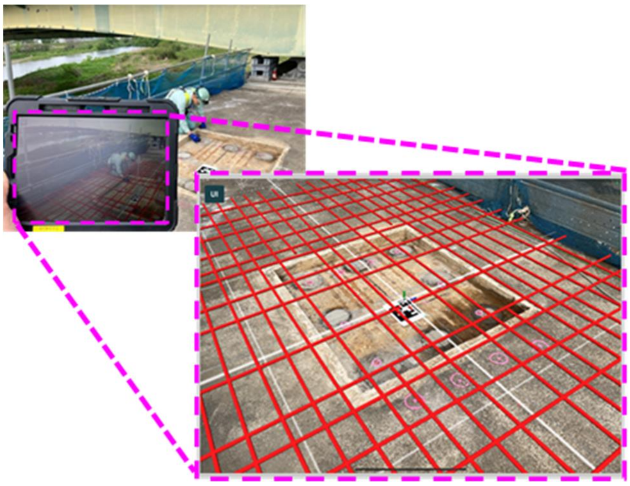

図-10　MR技術を用いた既設橋台の鉄筋位置の確認

4.3　ボルト孔間隔・縁端距離の自動照査

（１）　対象事例

本工事における，ボルト孔間隔・縁端距離の自動照査の事例について紹介する．

（２）　実際の検討方法と成果

ボルト孔間隔・縁端距離についてボルトの最大最小縁端距離および最大ボルト間隔を自動で抽出し，道路橋示方書の規定との照合確認を自動干渉チェック機能により行った（図-11）．

ボルト孔間隔・ボルト縁端距離の自動チェック機能により，照査の際の手戻りを無くすことに加え，照査時間の短縮を行うことができるため照査時の省人化や効率化を行うことができた．従来の方法と比較して時間を3割削減することができた．

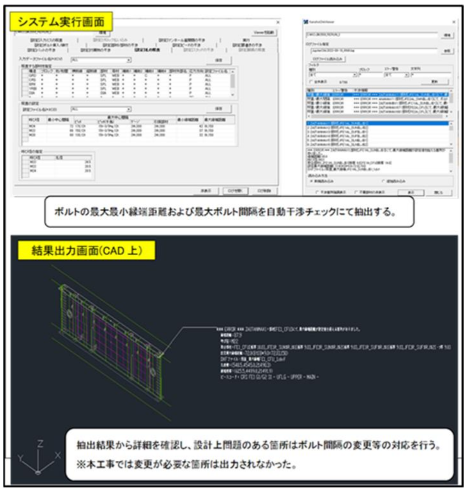

図-11　ボルトの自動照査の結果

5. 最後に

今回，令和3年度　302号庄内川橋鋼上部工事に関するDX活用について紹介した．

既設の名二環に対する近接施工に関しては，細心の注意を行うとともに3D統合モデルやMR技術といった先進的な技術を活用することで，工事への理解を深めることができた．これにより工事の安全性の向上や協議を円滑に進めることで効率的な施工を行うことができた．

図面の照査に自動干渉チェックを使用することで手戻りを防止するともに効率的な照査を可能にした．

新技術を活用して，埋設物や鉄筋位置の可視化を行うことで，安全性の確保，品質の向上及び施工の手戻り防止などができた．

本事務所管内では，現道での施工がほとんどであり，既設構造物が近接する中での施工や地下埋設物がある箇所での施工が多く存在する．そのため，既設構造物との取り合いや埋設物の箇所を効率的に把握し，効果的でかつ安全な事業執行が求められる．そのためDXを活用した施工方法の確認や，不可視の部分の可視化が必要となってくる．また，昨今の日本全体の傾向として人口の減少があげられ，就業人口としても減少している．それに伴う労働力減少，熟練工減少に対応すべくDXを用いた効率的な作業は必要不可欠である．また，DXに関する取り組みの動向などに注視し，最新の効果的・効率的な技術について積極的に事業や工事に取り入れる必要がある．先進的な取り組みを国の事業で取り入れることで地域の建設業界へのDXの普及に努めていくとともに安全かつ効率的な事業進行に努めていく．

謝辞：本論文の作成にあたり，協力をいただいた（株）横河ブリッジをはじめ，各種助言をいただきました関係者の皆様に心からの感謝の意を表し本報告を終わります．

参考文献

1)　「i-Construction 2.0」を策定しました
https://www1.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_001085.html