

令和2年度

沖洲高架橋工事における BIM/CIM の取組報告

徳島河川国道事務所 工務第二課 中野大翼
徳島河川国道事務所 建設専門官 二川英夫

国土交通省では、建設産業全体の生産性向上を図るため i-Construction を推進している。四国横断自動車道（津田 IC(仮称)～徳島東 IC(仮称)）の鋼橋上部工事（鋼4径間連続非合成少数鈑桁橋）の沖洲高架橋(P2-P6)及び沖洲高架橋(P10-P14)では、受注者希望型により BIM/CIM を活用した「設計照査」「施工時の活用」「維持管理」「VR への流用」の4フェーズに取り組んだ。その活用内容や効果、今後への展望や課題について報告する。

キーワード：BIM/CIM、VR、鋼橋、生産性向上

1. はじめに

国土交通省は、平成28年（2016年）を「生産性革命元年」とし、労働人口減少下においても持続的な経済成長を実現するため「国土交通省生産性革命プロジェクト」を掲げた。その中で、i-Construction の取り組みによりインフラ整備から運用に至るまで、新技術や BIM/CIM などのデータ活用を強力に推進して生産性向上を図っている。

四国横断自動車道（津田 IC(仮称)～徳島東 IC(仮称)）の沖洲高架橋(P2-P6)工事と沖洲高架橋(P10-P14)工事では、鋼橋上部工製作及び架設作業において BIM/CIM を各フェーズで活用し施工の効率化に取り組んだ(図-1、図-2)。

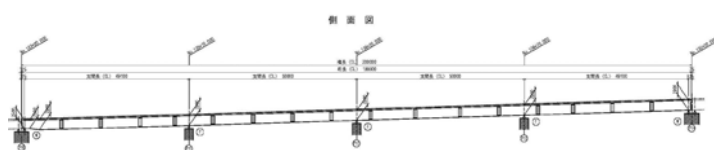


図-1 側面図 沖洲高架橋(P10-P14)

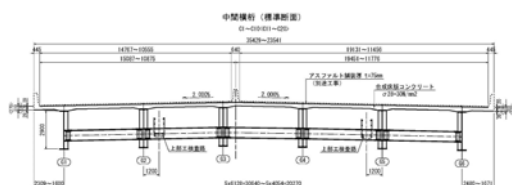


図-2 断面図 沖洲高架橋(P10-P14)

2. BIM/CIM の活用内容

本工事では、受注者希望型により発注者と事前協議の上、設計照査、施工への活用、維持管理について BIM/CIM を

取り組むこととし、さらに VR への流用も実施した。

2.1 設計照査

2.1.1 干渉チェックへの活用

BIM/CIM モデルは、設計段階での干渉チェックにおいて最も多く活用されている。また、実物で同じ位置にある主構造と付属物は、2D 図面で別々の図面に表現されているため干渉を発見しにくい。各々3D モデル化して統合して相互の空間的な位置関係をモデル上で実物同様に把握することで、容易に設計図書と現場の不一致が確認可能となる。

本工事では、主構造と合成床版の干渉確認を重点的に行った。具体的には、合成床版パネルに橋軸直角方向のリブが約600mmピッチで配置され鉄筋も格子状に配列されており、上フランジ上面も連続合成桁としての床版ずれ止め用のスタッドが密に配置され、かつ架設用の吊金具などの突起物も多数設置されている。さらに沖洲高架橋(P10-P14)は、多径間で桁長も長く広幅員で桁数も多いことから、主構造と合成床版パネル相互の干渉部材が広範囲に存在する。よって、工程遵守のためには、現場工程への影響が大きい主構造と合成床版の干渉を回避することが重要であった(図-3)。

そこで、従来の2D図面での干渉確認では、様々な情報を別々の図面から読み取る必要があるが、すべての情報を一つの3Dモデル上に表現して可視化し、干渉箇所を事前に発見して対処することとした。その結果、現場において大きな手戻りがなくなり、計画通りの工程を遂行できた。

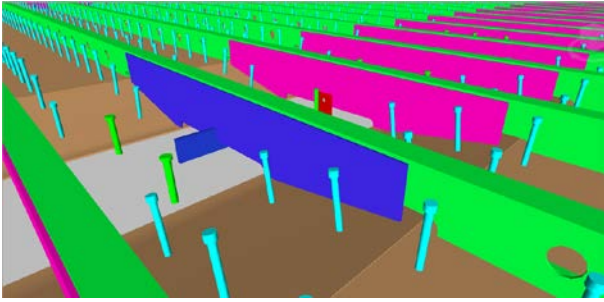


図-3 主構造と合成床版の干渉チェック

2.1.2 協議打合せへの活用

BIM/CIM モデルは、各ステップの協議・打合せにおいて合意形成の円滑化に活用できる。例えば、説明を受ける側は、設計協議の際に 図-4 のような設計図面における複雑な構造変更案を提示された場合、複数の 2D 図面を相互に並べ比較しながら頭の中で立体図を組み立てねばならず、理解するのが非常に困難である。

しかし、本工事では、BIM/CIM モデルを活用し一つの 3D モデルで表現するだけで複雑な構造であってもほぼ実物が目の前にあるようにその構造を把握することが可能であった。その結果、お互いの認識が共有でき合意形成の効率化を図ることができた。さらに、施工時期の異なる他工事や設計業務において設計された成果なども、協議の段階で統合モデルを作成すればより効果を発揮すると考える。

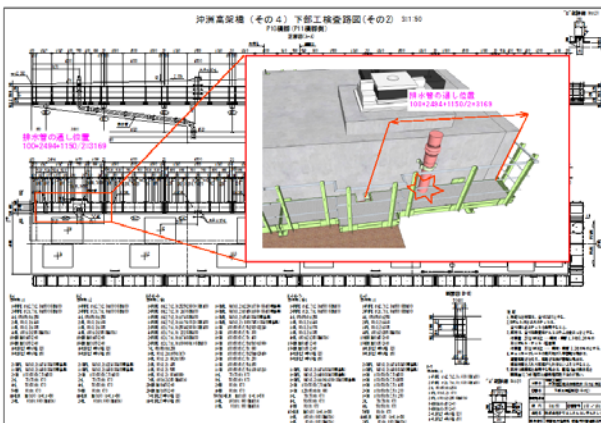


図-4 設計協議資料

2.1.3 橋梁点検への活用

橋梁点検では、5 年毎に近接目視により定期点検を実施しており、本橋においても近接目視の対象箇所に必要な設備が設置されているかを空間的に把握するため、BIM/CIM モデルで確認を行った。

また、本橋には、支点部に狭隘部となる巻き立てコンクリートがあり、点検箇所へのアクセスが円滑に行えるか点検動線の確認を行った。さらに、これらの情報を竣工時にも記録しておくことで、点検員が点検計画する際の補助資料にも活用出来るようにとりまとめた (図-5)。



図-5 巻きコン付近の点検動線確認

2.2 施工時の活用

従来の架設現場では、作業員への工事内容の説明において 2D 図面を使った作業要領書や作業指示書で行っていたが、BIM/CIM モデルで表現することにより明確に示すことができた。また、作業内容の認識違いによる手戻りをなくし、作業の注意喚起も作業員がイメージしやすくなることでより安全な現場作りに努めることができた (図-6)。

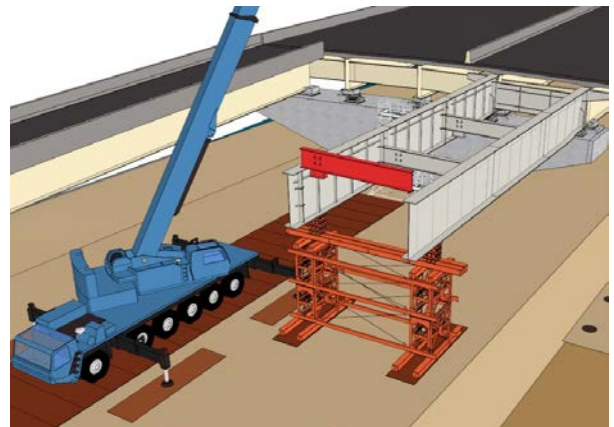


図-6 架設ステップ

一方、本工事は、隣接工区が同時期に工事を行っていたため、クレーンの設置場所や資材の搬入経路、地組立ヤードの確保など、現場全体の状況把握および工程調整が一層必要であった。例えば、隣接工区で杭打ちの作業を予定していたが、杭打ち機と本工事の足場が近接していたため、干渉する可能性があった。これらを 3D モデル化すること

で、干渉確認や詳細なヤード計画が可能となり、各工事間への周知や認識の共有が図れ、合意形成のための各協議時間が大幅に短縮された（図-7）。

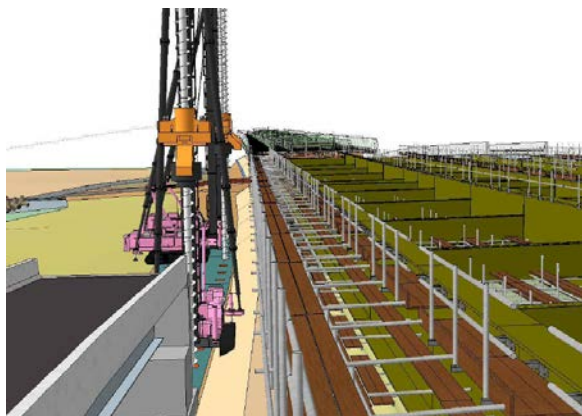


図-7 杭打ち作業の3Dモデル

さらに、施工計画では、3D 架設ステップに時間軸（工程表）をプラスした4Dシミュレーションを作成することで、工事全体のスケジュールを視覚的に把握しながら架設検討を行い、工種毎に計画したスケジュールとの関連性を相互にチェックすることでより確実に施工した（図-8）。

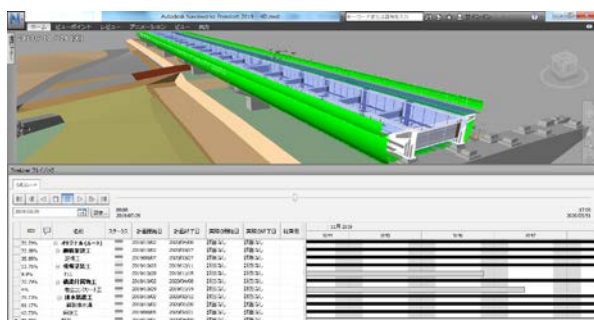


図-8 4D 施工計画のシミュレーション

2.3 維持管理

橋梁の桁端部は、経年劣化に伴い損傷が激しい個所である。特に本工事は、沿岸部に位置しているため飛来塩分の影響も大きく厳しい環境にさらされている。よって、本工事の特記仕様書には、桁端部塗膜の3年経過後の健全度を保証する長期保証が謳われており、その記録作業にBIM/CIMを活用した。

具体的には、BIM/CIMモデルに完成時の塗膜厚などの初期状態や経年の塗膜状況のパノラマ写真を属性として記録できるシステムを導入した。また、床版や壁高欄の初期ひび割れの記録もBIM/CIMモデルに紐づけた（図-9）。

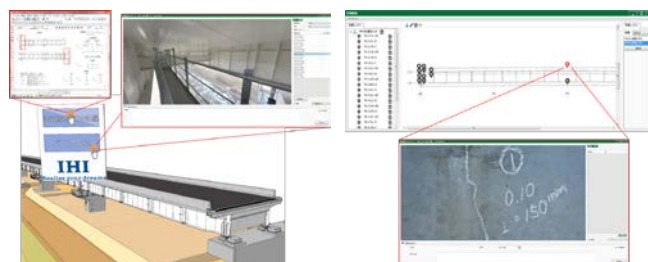


図-9 BIM/CIMモデルへの属性付与イメージ

一方、桁端部の写真撮影は、広角カメラを6台組み合わせ1回の撮影で影なく360°全周が捉えられる魚眼の歪みを最小限に抑えたパノラマ写真で行った。また、周辺構造の空間的関連性が明確に表現できるように強力なストロボも搭載して、箱桁内の光の届かない空間でも鮮明に撮影出来るようにした（図-10）。さらに、写真の閲覧には、アプリケーションのインストールが必要ない「exeファイル」で起動する専用のビューワーを使用してフォルダー一式をコピーすれば、どの端末でも軽い動作で閲覧可能とした。このビューワーは、

- ① 塗膜の剥がれやひび割れ等の留意したい箇所があれば、パノラマ写真上に空間タグを配置してタグに損傷データベースや関連ファイル、写真データを紐づけることで点検データの管理ができる。
- ② 空間タグの種類や損傷データベースは、その維持管理手法に合わせてユーザー側で自由に設計できる。
- ③ 撮影位置は、システムに登録した図面に撮影位置を指定することで管理可能である。
- ④ 損傷データベースから情報を絞り込みExcelなどに出し、報告書への流用も効率的に行うことができる。

などの機能を有している。よって、膨大なデータであっても、情報共有や引き継ぎが容易になり道路関係者や維持管理業者で更新しながら活用できる仕様となっている（図-11、図-12）。



名称	構造物点検用パノラマカメラ
製造	株式会社アプリコアMSIS
重量	1.5kg
サイズ	直径200mm 高さ110mm
仕様	1200万画素小型カメラ6台搭載 25W LEDライト6基搭載
NETIS登録番号	CBK-170001-A

図-10 パノラマカメラ

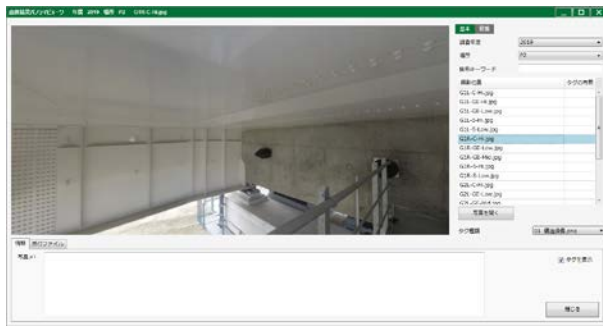


図-11 パノラマ写真およびパノラマビューワー

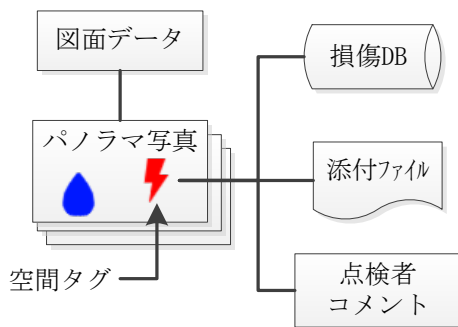


図-12 データ連携の概念図

以上の取り組みにより、今まで煩雑だった点検・調査のための経年情報などが一元管理でき、道路管理者として保全業務の効率化を図ることができる。なお、本工事では、試行的に長期保証期間の3年間毎年1回パノラマ撮影を行い、BIM/CIM モデルに紐づけて経年変化を記録することとしている。

2.4 VR への流用

本工事では、統合モデルを活用し施工現場を再現したVR 体験を小中学生向けに行った。その結果、現場関係者しか見ることのできない架設の様子についてVR を通して見学者に共有することができた。また、工事完成イメージを持ってもらうだけでなく、土木を身近なものとして感じてもらい土木工事とVR 技術の融合による現場の臨場感を驚きや将来の新技术の可能性も体感してもらった(写真-1)。

今後は、見学会だけでなく安全教育等への活用など施工現場への積極的な活用も重要である。



写真-1 VR 体験の様子

3. 今後への展望と課題

BIM/CIM モデルの活用は、施工の効率化や安全性の向上、各種協議の円滑化など多くの効果が得られることが分かった。しかし、前章での取り組みは、各フェーズでの断片的な活用であるため、今後、BIM/CIM の本来の目的である調査から維持管理までの全てのフェーズに通ずる一元管理の構築を行い、更なる生産性向上に繋げる必要がある。

一方、一元管理においては、「データの互換性」「属性情報の不明瞭さ」「セキュリティ」への課題がある。例えば、BIM/CIM モデルのデータ形式が多様にある中で、IFC と LandXML を標準フォーマットとしているが、属性の内容が不明瞭なものも多いため各々独自の考えで属性を付与することになり、有効活用し切れない状態になっている。さらに、BIM/CIM モデルデータの有効活用では、クラウドを活用する場合のセキュリティ確保などの大きな枠組みでの環境整備が必要である。

4. おわりに

本稿では、沖洲高架橋上部工事における照査や施工段階、維持管理段階、さらにVR への流用についてBIM/CIM モデルの活用事例を紹介したが、多くの効果が見られる一方、課題も残されている。

したがって、BIM/CIM 活用への持続可能性では、建設産業全体で一層利活用して効果検証を実施する一方、各段階での利活用だけでなく後段階で必要なデータの検討による連携が重要である。

参考文献

- 1) CIM 導入ガイドライン(案)第5編橋梁編,令和2年3月