

# 橋梁詳細設計のBIM/CIM活用による 効率化と品質向上

○小澤拓也<sup>1</sup>・山本高由<sup>1</sup>・樋口雅友<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中日本建設コンサルタント株式会社(〒460-0003 名古屋市中区錦1-8-6)

BIM/CIMは、建設生産管理システムで一貫した3次元データの利活用を図ることにより、設計ミスや手戻りの減少、単純作業の軽減、工程短縮等の施工現場の安全性向上、事業効率及び経済効果が期待できる。

本業務では、国道1号藤枝バイパスの橋梁詳細設計において、BIM/CIMを活用することにより、支持地盤サーフェスモデルによる杭の根入れ照査、点検時の視線確認、下部工の3D配筋モデルによる鉄筋干渉チェック、4Dモデルを用いた施工計画を実施することにより、設計の効率化及び品質向上に寄与した。

**Key Words** : BIM/CIM, 支持地盤サーフェスモデル, 鉄筋干渉チェック, 維持管理, 施工計画

## 1. はじめに

国土交通省は、i-Constructionのトップランナー施策である「ICTの全面的な活用」について、BIM/CIMを用いることにより、一連の建設生産システムにおける受発注者双方の業務効率化、高度化を図るため、平成28年6月17日に「CIM導入推進委員会(現在は「BIM/CIM推進委員会」に改称)を設置し、BIM/CIM導入に必要な制度、基準の整備及び生産性向上について検討している。

一方、実設計業務・工事においては、平成24年度から橋梁、ダム等を対象にBIM/CIMを導入し、平成30年度末時点で設計業務が291件、工事が339件、合計630件について、BIM/CIMが試行されている<sup>1)</sup>。

本報告では、国道1号藤枝バイパスの橋梁詳細設計において、設計の効率化及び品質向上を目的としたBIM/CIMの活用内容、また、設計に対するBIM/CIMの活用に関する今後の展望を報告する。

## 2. 橋梁概要

### (1) 橋梁諸元

本橋の諸元は下記に示すとおりである。

道路規格 : 第1種第3級  
設計速度 : V=80km/h  
幅員構成 : 全幅員9.996m~18.546m  
平面線形 : R=9995m~A=350~R=1000m~A=350  
縦断線形 : 0.650%~3.000%  
横断勾配 : 2.000%~3.000%~2.000%(片勾配)  
上部工形式 : 鋼7径間連続非合成少数主桁橋  
橋台形式 : 逆T式橋台 A1場所打ち杭φ2000  
                  A2深礎杭φ2500  
                  張出式橋脚 回転杭φ1200  
橋長 : 303m  
支間長 : 34.6m+5@44.5m+44.1m  
活荷重 : B活荷重  
重要度区分 : B種  
地盤種別 : II種・III種地盤混合  
適用示方書 : 平成29年11月

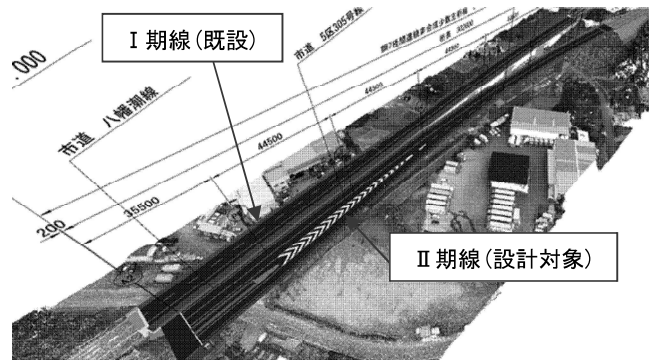


図-1. 橋梁完成予想図

### (2) 本業務における課題

設計の効率化、品質向上を図ることに着目した、本業務における課題を抽出し、課題に対するBIM/CIMを活用した対応策を下記に示す。また、統括モデルによる完成予想図を図-1に示す。

- 課題① : 当該箇所は、山の侵食谷であることから、支持地盤が3次元的に変化している。このため、杭の根入れ長を確認するために支持層を面的に把握する必要がある。  
対応① : 地質推定縦横断図を基に支持地盤のサーフェスモデルを作成し、面的に支持地盤を把握し、杭の根入れ長を照査する。
- 課題② : 維持管理計画において、配置計画した検査路で各部材に対して近接目視が可能であることを確認する必要がある。  
対応② : 3次元モデルにより、点検者の視線を再現し、各部材が近接目視可能か確認する。
- 課題③ : 下部工に高密度配筋箇所が生じるため、視覚的に配筋状況を確認する必要がある。  
対応③ : 下部工の自動配筋用ソフトを活用して、3次元モデルを作成し、杭頭補強鉄筋箇所や支承箱抜き部の鉄筋の配筋が煩雑になる箇所について干渉チェックを行う。

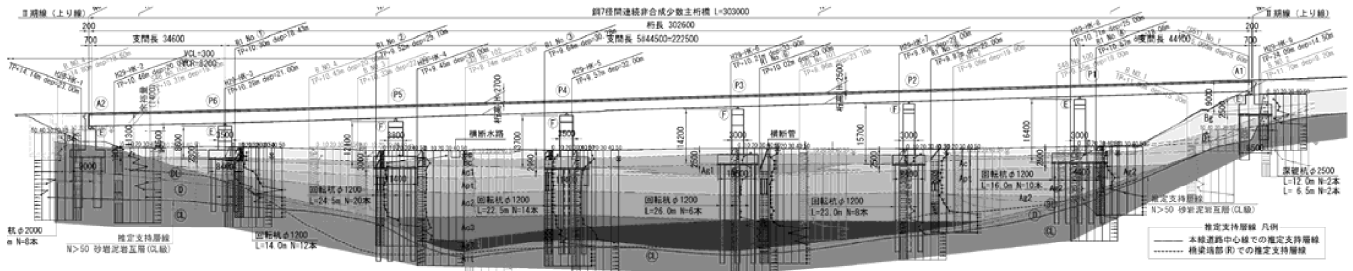


図-3. 本架橋位置の地層状況

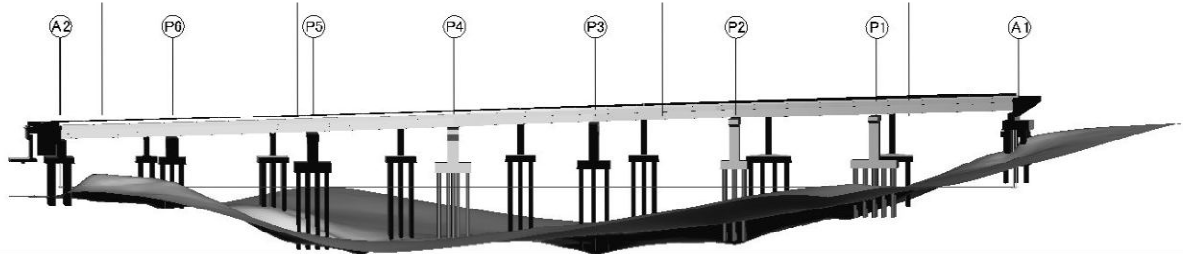
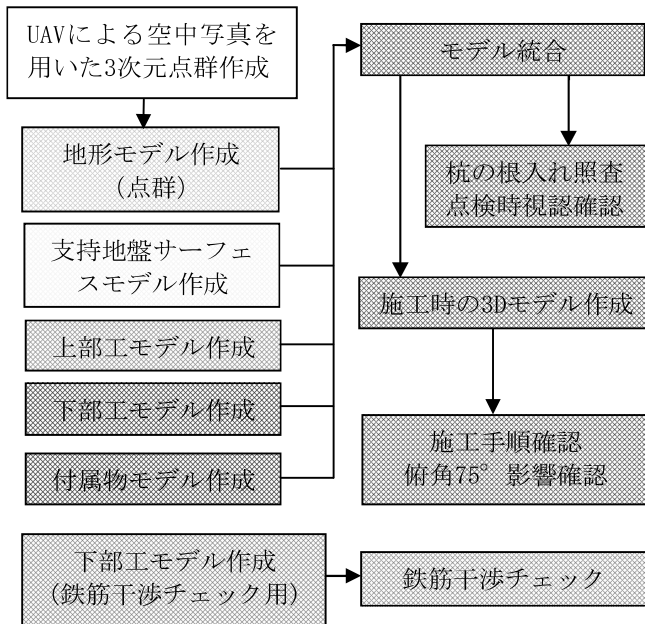


図-4. 本架橋位置の支持地盤サーフェスモデル

課題④：本橋は、I期線と民家に挟まれた狭隘部に位置するため、3次元的に重機配置や施工手順を確認する必要があります。

対応④：各施工段階の3次元モデルを作成し、施工手順や俯角75°の影響を確認する。

上記の複数の課題に対する対応策について、作業手順を示したフローを図-2に示す。



※フローの着色は、下記の使用ソフトを示す。

- 青色：APOLLO(榊横河技術情報)
- 赤色：CiviL3D (AUTODESK)
- 黄色：Geo-Graphia (榊地層科学研究所)
- 橙色：ReCAP (AUTODESK)
- 緑色：3D配筋CAD (榊FORUMS)
- 紫色：NavisWorks (AUTODESK)

図-2. 作業フロー

### 3. 支持層サーフェスモデルによる杭の根入れ照査

本架橋位置の地層は、図-3に示すように、砂岩泥岩互層からなる山の侵食谷に海水が侵入し、完新世の堆積物によって埋設・形成された軟弱地盤であることから、支持層が橋軸及び橋軸直角方向に傾斜している。このような地層状況の場合、杭の根入れ長が確保できていないことが懸念されることから、地層推定縦横断面図を基に、図-4に示す支持層サーフェスモデルを作成し、面的に支持面を把握した。

また、杭の根入れの照査方法については図-5に示すソフトの計測機能を活用することにより、設計の効率化、品質向上を図った。

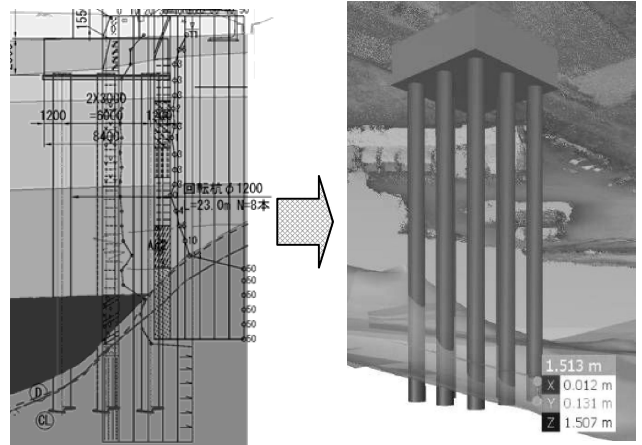


図-5. 支持層サーフェスモデルを用いた照査 (P2橋脚を代表)

### 4. 点検時の視線確認

維持管理については、平成29年道路橋示方書より、維持管理ができることの確実性について配慮すべきことが明確にされている。<sup>2)</sup>

本業務では、維持管理ができることの確実性について、図-6、図-7に示す3次元モデルを用いること

により，設計の効率化，品質向上を図った。

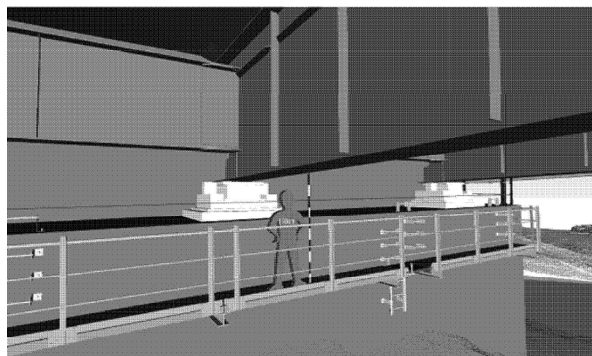


図-6. 支承部点検時 (A2橋台部)

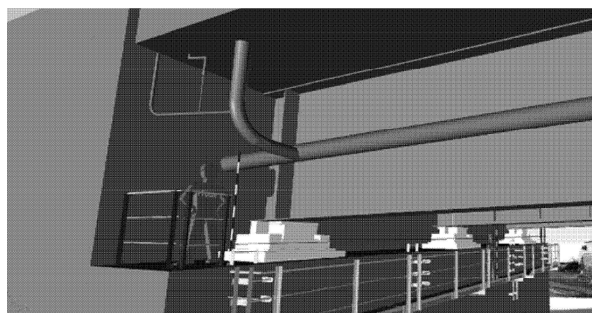


図-7. 上部工排水管点検時 (A2橋台部)

### 5. 下部工鉄筋の干渉チェック

下部工において，鉄筋の高密度配筋化が懸念され，施工時に鉄筋が組めない等の可能性があることから，設計時点で確実に照査しておく必要がある。

よって，本業務では，図-8に示すように，鉄筋を含めた下部工の3次元モデルを作成し，図-9及び図-10に示す，杭頭補強鉄筋部及び支承箱抜き部における干渉チェックを行い，設計の効率化及び品質向上を図った。なお，本業務で使用したソフトは，設計計算データを基に，自動的に下部工の3次元モデルを作成することが可能なソフトであるため，3次元モデル化に対する作業量を減らせることが出来る。

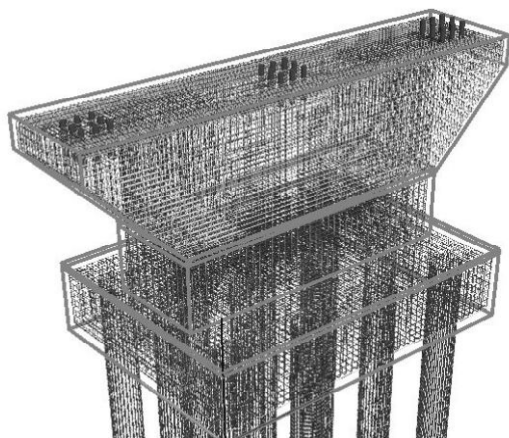


図-8. 下部工の3次元モデル (鉄筋含む)  
(P6橋脚を代表)

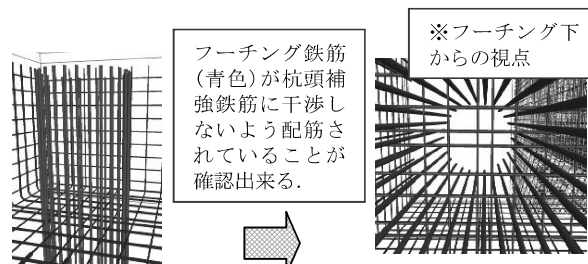


図-9. 杭頭補強鉄筋の干渉チェック

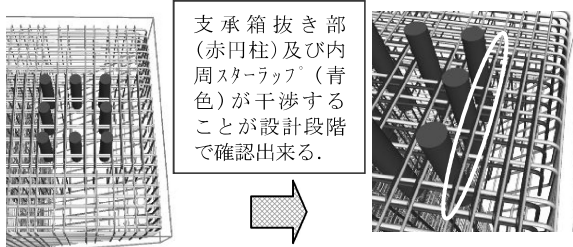


図-10. 支承箱抜きの干渉チェック

### 6. 3次元モデルを活用した施工計画

本橋は，I期線と民家に挟まれた狭隘部であるため，近接影響の検証を行い，施工計画に反映した。

#### (1) 下部工の施工計画

図-11及び図-12に示すI期線に最も近接する，A2橋台の3次元モデルより，下記に示す施工に関する妥当性及び留意事項を整理し，設計の効率化及び品質向上を図った。

- ①杭打設時のクレーンが俯角75°に干渉するため，杭の分割を設計に反映した。(図-11)
- ②杭打設時の近接影響範囲がI期線橋台に干渉するため，I期線橋台の定期的な変位計測やケーシングの慎重な引抜きが必要であることが明確になった。(図-11)
- ③掘削範囲を確認し，用地境界には影響しないが，I期線橋台に若干影響することから，慎重に掘削を行う等，留意点を明確にした。(図-12)

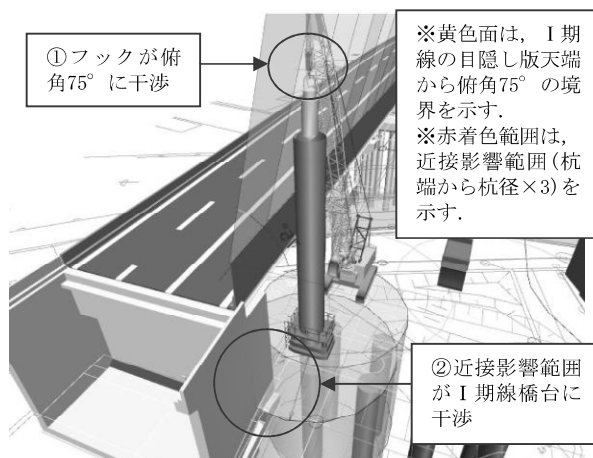


図-11. 杭打設時の3次元モデル

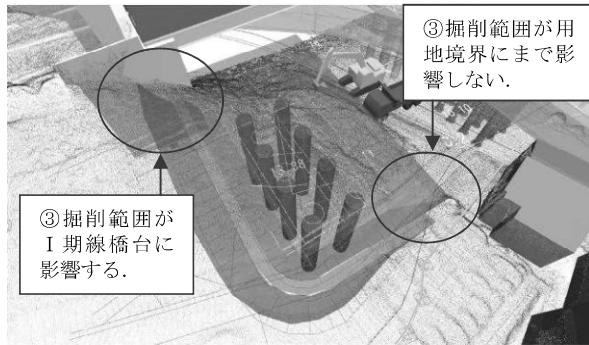


図-12. 掘削時の3次元モデル

(2) 上部工の架設計画

図-13~16に示す3次元モデルより、下記に示す施工に関する妥当性及び留意事項を整理し、設計の効率化及び品質向上を図った。

- ①合成床版架設時にブームと架設済の主桁が干渉しない重機配置となっていることが確認できた。(図-13)
- ②I期線に最も近接するA2-P6間の架設について、フックが俯角75°に干渉しない重機配置となっていることが確認できた。(図-14)
- ③I期線走行時に架設時の主桁ブロックが視認されることが確認できた。(図-15)
- ④最も狭隘となるA1-P1区間について、2次元図面では判断できなかった床版及びブームとの干渉が確認することができ、クレーン配置の見直しを行うことで干渉を回避することができた。(図-16)

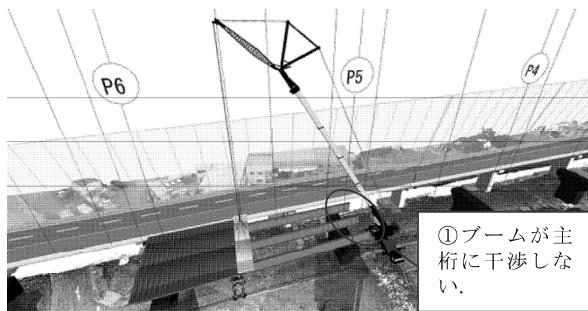


図-13. 合成床版架設時の3次元モデル

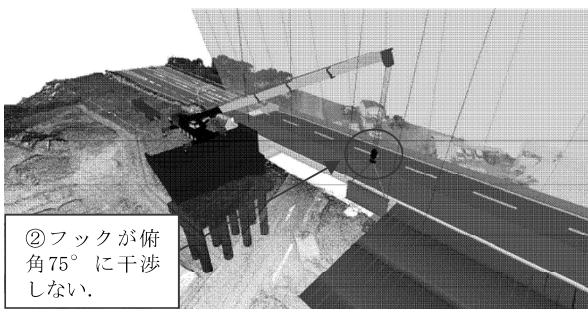


図-14. A2-P6間主桁架設時の3次元モデル

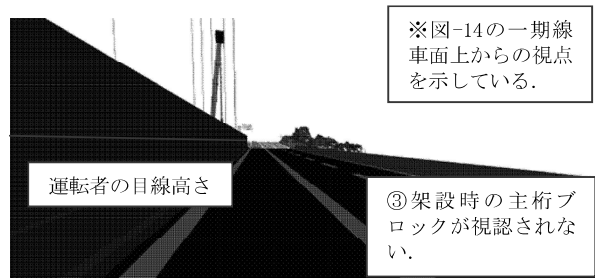


図-15. I期線からの視認状況

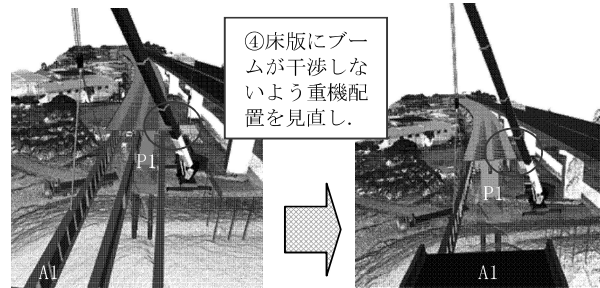


図-16. A1-P1間主桁架設時の3次元モデル

7. まとめ

- ①複雑な支持層形状に対する杭の根入れ状況をサーフェスモデルで照査することにより、設計の効率化及び品質向上が図れた。
- ②下部工配筋状況を3次元化することにより、照査時間の短縮及び品質向上が図れた。
- ③点検時の視点を3次元モデルで確認することにより、維持管理性の妥当性が図れた。
- ④施工計画を3次元の4Dモデルで行うことにより、重機配置の妥当性や施工時の留意事項が抽出でき、設計の効率化及び品質向上が図れた。
- ⑤本業務では、A2橋台、P6橋脚の施工者が決定していたことから、フロントローディングにより、施工者の意見を設計に反映することができた。

8. 今後の展望

これまで示した活用事例の他に、後工程でも使用できるような維持管理に配慮した属性情報の付与、概算数量及び工事費の自動算出に取り組んだが、改善の余地は残っており、ソフトウェアの開発によって、更なる設計の効率化及び品質向上が図れる。

また、国土交通省では2023年までに全直轄事業で原則CIM化を目指しているが、活用効果は、設計者のBIM/CIMに関する知識や経験に大きく依存することから、3次元モデルの作成方法や活用方法に関する事例集、基準等を整備することで更なるBIM/CIMを活用した橋梁設計に効果が期待される。

参考文献

- 1) 国土交通省：第3回BIM/CIM推進委員会資料，2020。
- 2) 日本道路橋協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編，2019。