

橋梁設計における CIM モデル活用事例

Examples of seismic reinforcement of existing substructures

交通事業本部 交通第2部 佐々木 和輝
交通事業本部 交通第2部 塩原 龍法

橋梁の設計・施工・維持管理では、現地状況により様々な制約があり、架橋位置の特性に応じた計画が求められる。国土交通省が推進する BIM/CIM は、様々な現地状況を仮想の 3 次元空間に再現可能であり、制約条件の厳しい橋梁計画では、特に効果的な活用が可能である。本稿では、複雑な交差条件下の橋梁計画において、BIM/CIM を効果的に活用した事例を紹介する。

1 はじめに

橋梁の設計・施工は、狭隘な空間での施工や夜間作業等、現況交通や現地状況から様々な制約を受けるため、現地状況を詳細に把握し、架橋位置の特性に応じた計画が求められる。

国土交通省では、建設現場の生産性向上を図る i-Construction の取組みとして、調査・測量、設計段階の建設生産プロセスから 3 次元データを活用した社会資本の整備・管理及び Society 5.0 における新たな社会資本整備を見据えた建設生産・管理システムの高度化及びインフラ分野の DX（デジタル・トランスフォーメーション）実現のため BIM/CIM（Building and Construction Information Modeling）の適用拡大を進めている。

橋梁設計においては、従来より 2 次元図面を活用し、設計・計画が行われているが、様々な現地状況を仮想の 3 次元空間に再現可能な BIM/CIM の活用は、制約条件の厳しい橋梁計画では、特に

効果的な活用が可能である。本稿では、交差物件から様々な制約を受ける架橋特性を有する橋梁詳細設計における、CIM の活用事例を紹介する。

2 対象橋梁の計画及び設計

2.1 橋梁諸元

橋梁の基本諸元・条件を下表に示す。

道路規格	第1種第3級
橋長	L=281.0m
支間長	l=69.0m+60.0m+55.0m+54.0m+41.0m=279.0m
幅員構成	W=12.270m
上部工形式	5 径間連続鋼合成少数板桁 (3 主桁)
下部・基礎工形式	A1 橋台: 逆 T 式橋台 (直接基礎) A2 橋台: 逆 T 式橋台 (場所打杭基礎) P1-P4 橋脚: 梁式橋脚 (直接基礎)
交差物件	国道交差点 普通河川 市街地通路

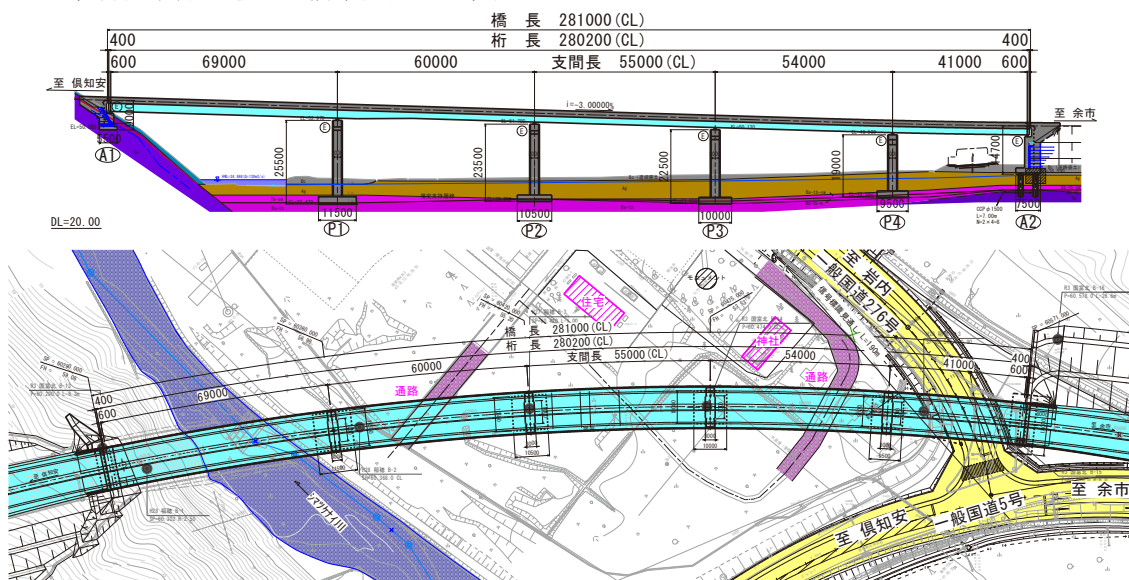


図 1 橋梁概要図

2.2 橋梁計画概要

(1) 路線概要

対象の倶知安余市道路は、後志自動車道のうち倶知安町から余市町を結ぶ延長 39.1km の一般国道の自動車専用道路である。北海道横断自動車道(余市～小樽)と一体となり、後志地域と新千歳空港や苫小牧港などを結び、後志地域における世界水準の観光地形成や多種多様な食の生産空間の維持・発展を支援するものである。

(2) 景観概要

対象路線は日本百名山である後方羊蹄山・ニセコ連邦をパノラマで視認する走行環境を有し、地域の自然や営みの景観を感じさせる道として、景観の保全に留意することが求められている。

景観保全については、架橋箇所の地域特性、景観特性、視認性に応じ景観整備対策が必要であり、対象橋梁は、国道交差点や市街地を通過する区間のため、景観に配慮した設計を行う必要がある。

(3) 橋梁設計概要

本橋は、同路線のうち急峻斜面裾野部の市街地に位置し、国道交差点と立体交差する架橋特性を有する橋長 281.0m の 5 径間連続鋼合成少数鉸桁橋であり、国道交差点、普通河川および市街地通路を跨ぐ架橋特性を有する。

(4) 施工計画概要

P1～P4 橋脚については市街地や河川近傍への造成となり、地下水位が高いことから、「切梁式鋼矢板締切工」による施工とし、上部工架設については、「トラッククレーンベント工法」による計画としている。

なお、第 5 径間が国道交差点と交差し、A2 橋台は現況交差点内に造成するため、橋梁架設と交差点改良を同時施工にて計画している。また、施工時は A2 橋台背面側に迂回路を造成し、交通切回しによる施工時交通確保を行う計画とした。

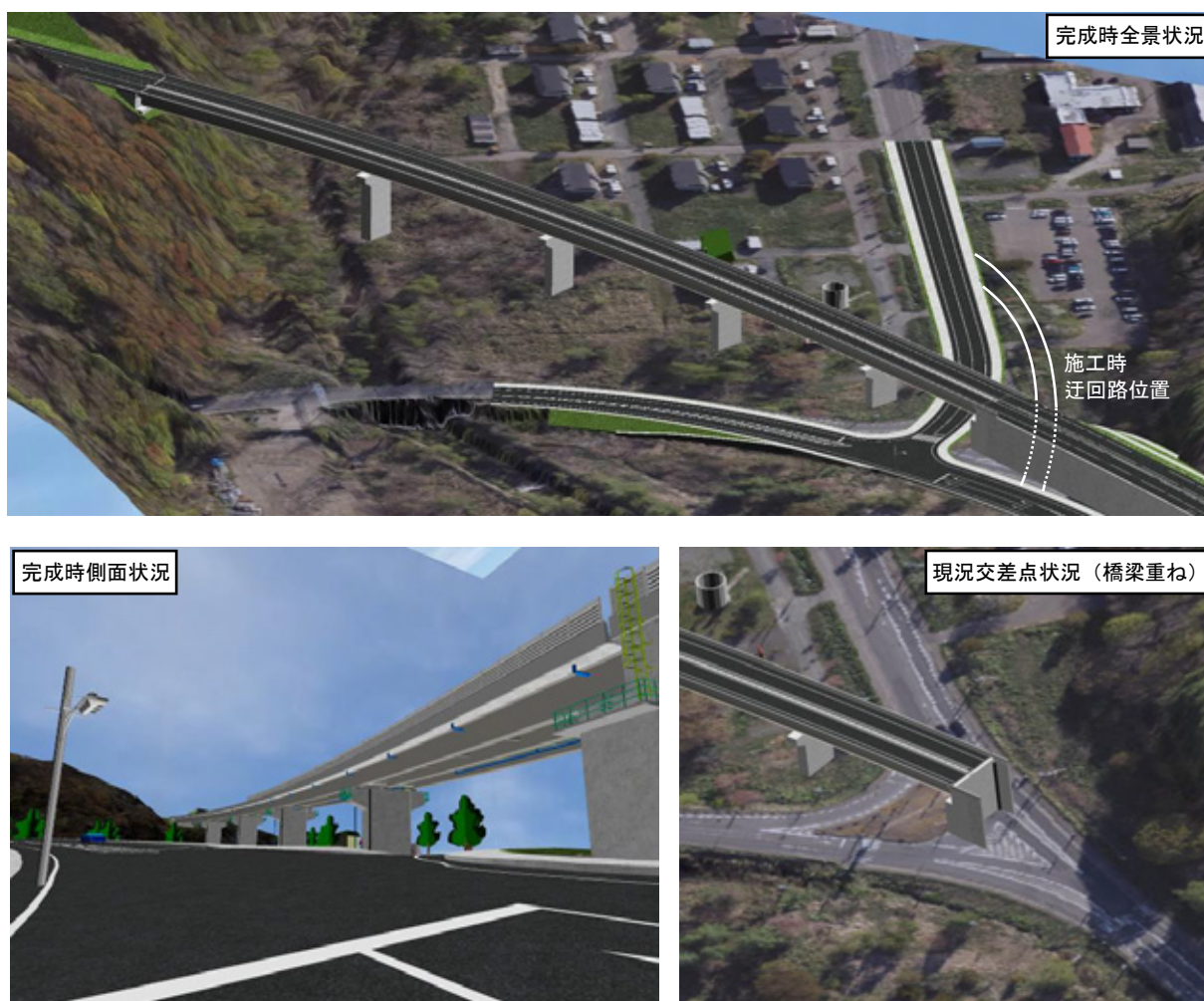


図 2 CIM モデル架橋状況

3 CIM 活用事例

3.1 信号見通し確認

第5 径間は国道交差点部への架橋となり、施工時は仮道による交通切り回しが必要となる。現道交通への影響から、交差点部の施工期間短縮による国道交差点の早期開通が求められた。国道に近接する P4 橋脚を交差点への最接近位置とし、将来維持補修時に交差点信号見通し確保可能となる橋脚配置に計画することで、側径間長を極力短縮し、仮道利用期間の短縮を図った。

従来の信号見通し検討は、平面図上にて視点位置より対象物の視距ラインが阻害されないかの検討となり、具体的な視認性確認が困難である。

本業務では車両走行 CIM モデルを作成し、走行車両からの信号見通しの可視化確認を実施することで、視認性確保および供用時の交通車両の安全性向上に繋がった。

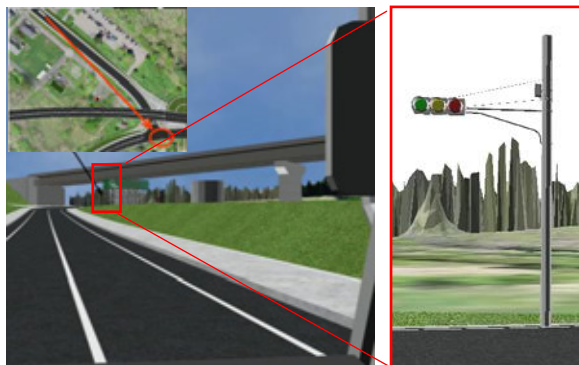


図 3 信号見通し検証モデル

3.2 維持管理動線検証

従来の点検経路検討は、平面・側面図上で点検経路に該当部の着色や、矢印、コメントを記載する方法が多く用いられる。しかし、この方法では概略的なルート理解はできるが、桁下の検査路空間や移動時の不具合等について詳細な把握が困難である。

これらの問題を解決するため、本業務では CIM モデルから点検時のシミュレーションを行い、計画した点検経路の確認を実施した。特に下部工杵座部周辺は桁や支承に加え、下部工付検査路や流末処理排水管設置により、狭小な空間となることから、CIM モデル活用を行うことで、点検経路確保について、より具体的な確認が可能となった。

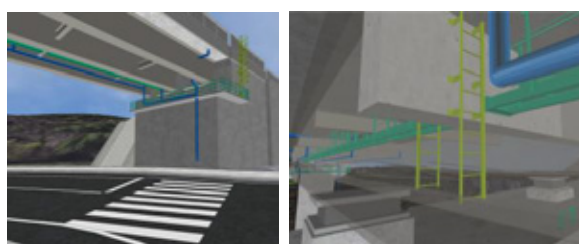


図 4 維持管理動線確認モデル

3.3 景観性の検証

本路線は羊蹄山・ニセコ連邦を眺望する走行環境にあり、景観保全を目的とした景観整備が必要とされている。対象橋梁は、交通量の多い国道交差点と立体交差し、市街地より広角に視認されるため、周辺景観に配慮した桁塗色の採用が必要である。

桁塗色検討については、現地でパネルを使用した実物色の検討方法があるが、この方法では、架橋時の具体的なイメージ把握が困難である。

本業務では CIM モデルを用いて具体的な架橋イメージを作成し、周辺景観に配慮した桁塗色の検討を実施した。検討の結果、周辺風景との調和に優れ、明るい桁色により、存在感・圧迫感が軽減される桁塗色「オフグレー」採用の妥当性を確認した。

表 1 桁色検討表

桁色 確認 状況		候補色 オフグレー 【SV7/0.5】 25-70A
	風景との 調和	彩度0.5 ○
	存在感・ 圧迫感	明るい桁が、軽快な印象 ○
桁色 確認 状況		候補色 ダークグレー 【SV7/0.5】 25-70A
	風景との 調和	彩度0.5 ○
	存在感・ 圧迫感	暗い桁が、重たい印象 ×
桁色 確認 状況		候補色 美苔グリーン 【SV7/0.5】 25-70A
	風景との 調和	彩度1.0 ○
	存在感・ 圧迫感	軽快な印象ではない △

※風景との調和は、周辺の新緑や紅葉（彩度7.0程度）より目立つことがないか確認。
⇒ いずれも彩度0.5～1.0 で問題ないことを確認。

3.4 日照障害

架橋に伴い一部近接家屋への日照障害が生じる。日照障害は、午前 9 時～午後 3 時のうち、日陰となる時間が 3 時間以上となる場合に対象となる『公共用地の取得に伴う損失補償基準要綱の施行について（昭和37年6月29日閣議了解）第三』に規定されているため、本橋架橋箇所における日照障害時間の検証を実施した。

近接家屋への日照障害検証として、3D モデルを用いた時間毎の日陰位置の確認を行った。検証の結果、近接家屋に対する日照障害時間は、約 2 時間（AM9:00～AM11:00）であることが確認され、日照障害に該当しないことを確認した。

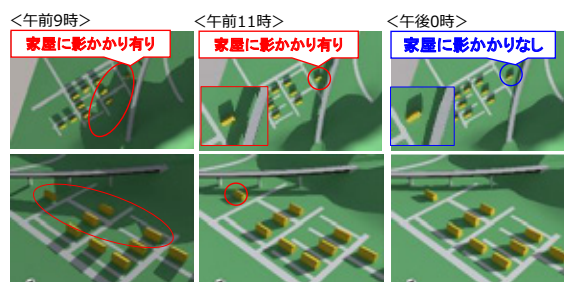


図 5 日照障害検討モデル

3.5 施工ステップ

本橋は第5径間が国道交差点と交差し、A2橋台は現況交差点内に造成するため、橋梁架設と交差点改良を同時施工にて計画している。また、施工時はA2橋台背面側に迂回路を造成し、交通切回しによる施工時交通確保を行う計画とした。

本橋施工計画において、交差点部における橋梁架設は、交差点改変を伴う制約条件下での施工のため、施工ステップおよび、施工箇所と近接する仮道交通の施工時安全性確保が課題である。

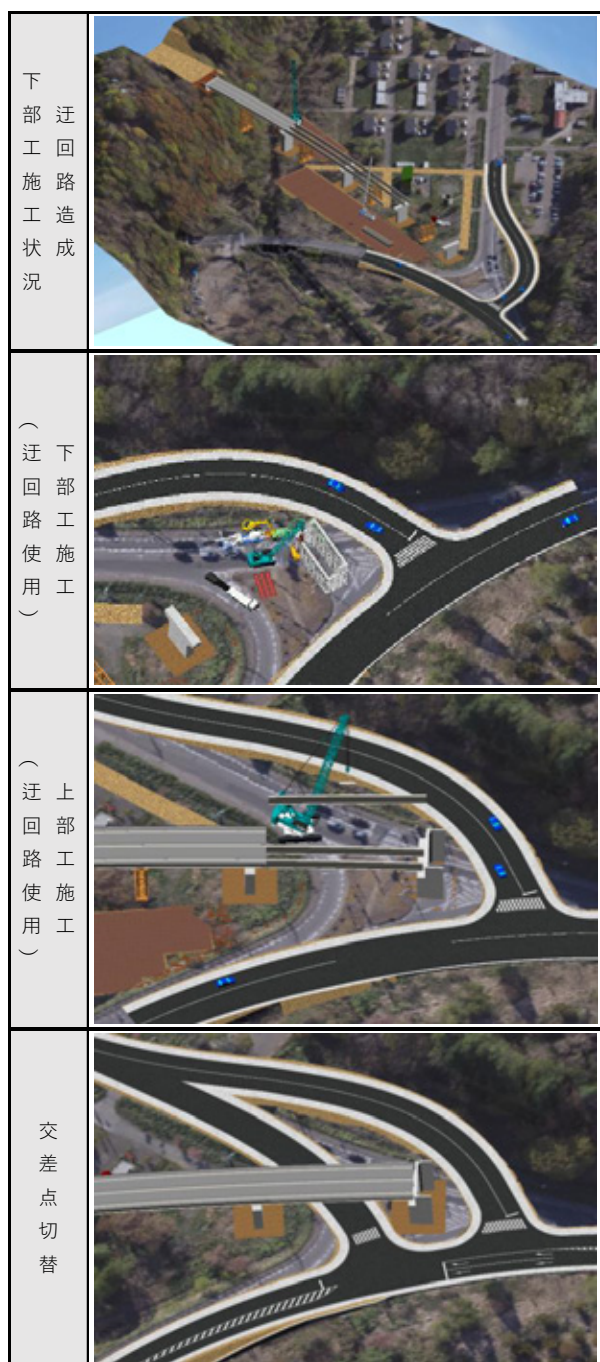


図 6 施工ステップモデル

2次元図面による、施工ステップ図の作成では、近接支障物への干渉や、重機、仮設材設置時の施工時注意点等の見落としが懸念される。

本業務では橋梁および交差点の CIM 統合モデルを作成し、ヤード配置や仮設材、施工重機等のモデル化により、仮道の近接状況を表現することで、施工状況の可視化確認が可能となり、施工ステップ計画の妥当性、施工時仮道近接状況の可視化確認による走行車両安全性の確認を行った。

3.6 工種と概算工事費のリンク

対象橋梁は橋長 L=281m の長大橋であり、橋梁と交差点改良の施工工程が輻輳する現場特性を踏まえ、工区割り時に視覚的・直感的に分り易いよう、下部工構造モデル(LOD300)に概算単価等のコスト情報の紐付けを実施した。

作成 CIM モデル活用により、工区割り毎の下部工概算工事費の速やかな把握が可能となり、後工程における、工区割り検討の効率化が期待される。



図 7 概算工事費紐付けモデル

4 まとめ

本稿では、橋梁設計におけるCIM活用の一例を示した。

交差物件や近接構造物等から様々な制約を受ける橋梁計画では、CIMモデルの活用により、現地との整合性や、計画の妥当性について可視化確認が可能であり、従来の2次元図面のみの設計・計画と比べ、精度向上、見落とし防止に有効である。

ただし、現状、2次元図面と3次元モデルを各々作成するため、作成期間・作業量増加が生じることから、各ソフトウェア間の互換性向上が課題である。

本検討が今後の橋梁設計・計画において参考になれば幸いである。