

新大宮上尾道路における BIM/CIM活用について

長井 上¹

¹大宮国道事務所 計画課 (〒331-9649 埼玉県さいたま市北区吉野町1-435)

現在、i-Constructionのトップランナー施策として「ICTの全面的な活用」が推進されている。今回、国道17号新大宮上尾道路の橋梁予備設計及び道路詳細設計において、全面的にBIM/CIMモデルを活用し設計業務を実施したことから、実際に活用した具体例、BIM/CIM活用の有効性、課題などを紹介するものである。

キーワード i-Construction, BIM/CIMモデル, 橋梁計画, 施工計画

1. 事業の概要

新大宮上尾道路は、埼玉県の中央部を南北に縦断し、東京外かく環状道路と首都圏中央連絡自動車道をネットワークでつなぐ、延長25.1kmの自動車専用道路である。
(図-1.1, 1.2)

本事業は、1日あたり約7万台の交通量がある6車線道路の現道上に高架橋を整備する必要があるため、施工ヤードの確保や車線規制等に大きな制限を受けることとなる。また、国道16号およびJR川越線と交差する宮前ICでは、既設ランプ等の道路構造物が錯綜していることから、交差条件および施工条件が非常に厳しい中で、橋梁設計及び施工計画の立案を実施する必要がある。

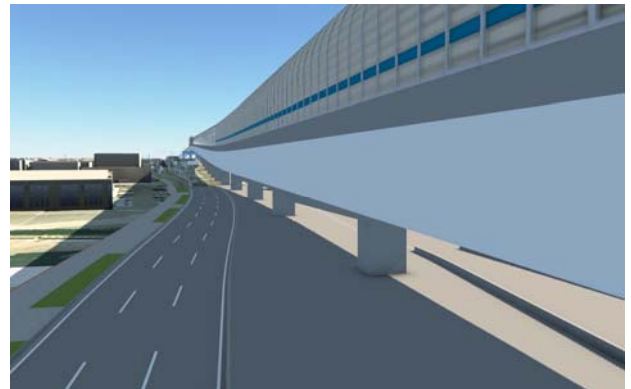


図-1.2 完成形イメージ
(新大宮バイパス区間)



図-1.1 位置図

2. CIM 活用の背景と目的

2025年までに建設現場の生産性の向上を目指すとした、生産性革命に向けた施策の一つが「i-Construction」であり、その中で3次元データ利活用の取り組みの一つと位置付けられるのが「BIM/CIM」である。「BIM/CIM」(Building and Construction Information Modeling / Management)は調査設計段階から3次元モデルを導入し、施工・維持管理の各段階での3次元モデルに連携・発展させた一連の建設生産システムである。BIM/CIMを設計業務に導入することで合意形成の迅速化、業務効率化、品質の向上、ひいては生産性の向上等の効果が期待されている。

本事業における設計では、現況および完成形の道路に加え、施工中の道路の利用状況を可視化することで、厳しい条件下での設計及び施工計画立案に活用し、精度向上を図ることや、完成形イメージ等の活用により、今後の関係機関協議や地元説明等での合意形成の迅速化が期待されることから、CIMモデルを導入することとした。

3. 設計段階での CIM モデルの活用

(1) CIM を導入した設計

本事業では橋梁予備設計および道路詳細設計においてCIMを導入した。設計段階からCIMを導入することはフロントローディングと呼ばれており、工事を見据えた作業の前倒しである。これはCIMモデルを作成することで可視化、シミュレーション化による検証が可能となり、品質の最適化を図ることができるためである。

(2) 3次元測量の実施

a) 3Dモデルへの活用

本事業ではCIMの本格導入の先駆けとして、測量段階においてMMS(移動計測車両)による3次元測量を全線で実施している。MMSによる測量では交通規制が必要

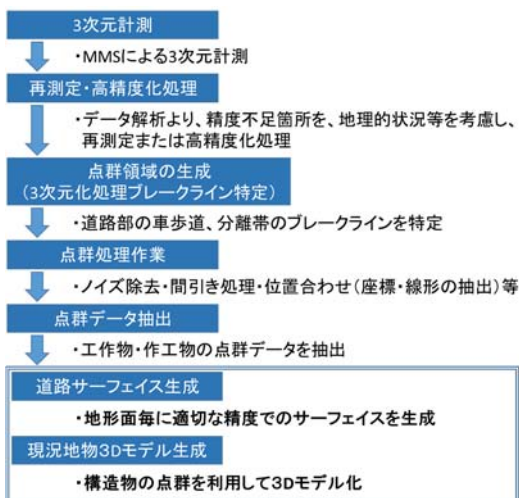


図-3.1 点群の取得から3Dモデルの作成までの流れ

ないため、現道交通に大きな影響を与えることなく3次元測量が可能であった。しかし、MMSによる測量だけでは点群密度が低くなる箇所や、遮蔽物等の影響で点群データの取得が不可能となる箇所が発生する。そのため、本事例では3Dレーザースキャナ測量およびUAV測量により補足測量を実施し、現況地形および現況地物の把握に必要な点群データの取得を実施した。

取得した点群データを図-3.1の工程を踏むことでCIMモデルとして道路サーフェスおよび現況地物モデルを作成し、設計に活用していくことができる。

b) 点群データの活用

橋梁予備設計を基に、橋梁CIMモデルを合成し、完成形イメージを作成した(図-3.2)。点群データ上にCIMモデルを重ねることで完成イメージがより具体化するだけでなく、関係機関協議や受発注者間の協議において、完成形のイメージの共有化を図ることができた。特にJR川越線を跨ぐ橋梁計画ではCIMモデルを提示することで、実際の架橋位置の確認や基線近傍の擁壁からの離隔を確認することができ、早期の合意形成を図ることができた。

(3) 橋梁予備設計での活用

a) 橋脚配置検討での活用

本路線は、国道16号と国道17号が交差しており複雑な交差条件を有した宮前ICを跨いでいる(図-3.3)。竣工図及び測量結果より既設構造物の3次元モデルを作成し、その上に計画橋梁を配置することで、立体的に橋脚配置の検討を実施し、既設構造物との離隔確認ができたことから最適な支間割検討を実施することができた。

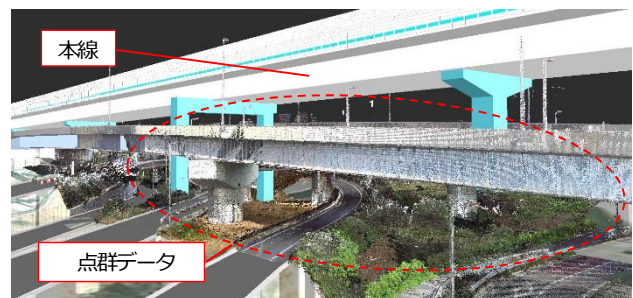


図-3.2 点群データの活用



図-3.3 宮前IC(現況)

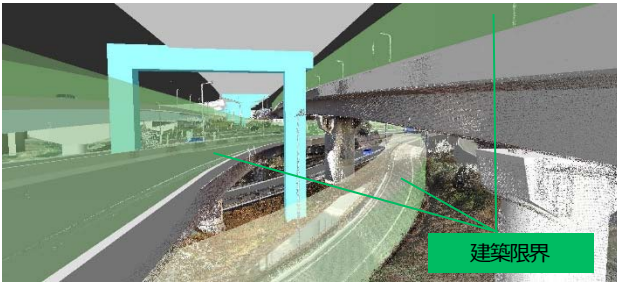


図-3.4 CIMモデルによる分離の確認

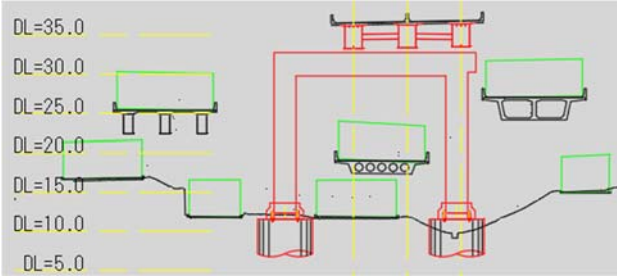


図-3.5 任意断面でのクリアランスの確認

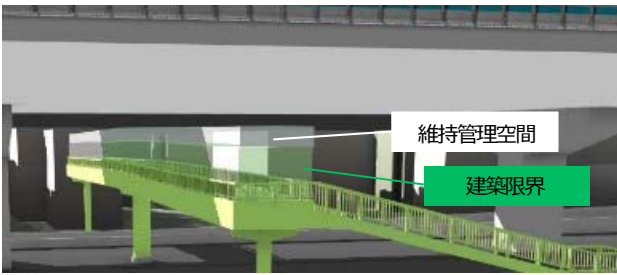


図-3.6 CIMモデルによる分離の確認

b) 既設構造物との取合いの確認

実際に計画した上・下部工と既設構造物のコントロールポイント（建築限界）の3次元モデルを作成することで既設橋梁と計画橋脚の取合いの確認を実施した（図-3.4）。作成した CIM モデルから任意の横断面を抽出（図-3.5）することで、任意の位置で分離幅を数値的に確認することができた。

また、歩道橋に対しては建築限界2.5m+桁下の維持管理空間0.8m以上のクリアランスが必要となる（図-3.6）。各歩道橋および各歩道橋の建築限界、維持管理空間を3次元モデル化し、道路中心線に対する断面を抽出することで、必要となる必要計画高さをもれなく確認することができた。こういった確認により縦断線形の精査をすることが出来た（図-3.7）。

c) 施工計画の妥当性の確認

宮前 IC 跨道部は交差条件および施工条件が非常に厳しく、上部工架設時および下部工施工時ともに2次元上での検討だけでは計画の妥当性の判断は困難であった。そのため、橋梁計画と同じモデル上に施工機材を配置することで、各施工ステップの計画の妥当性を確認し、立体的に施工計画の精査を実施した。

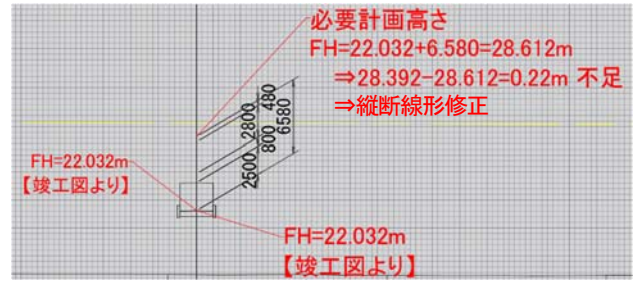


図-3.7 歩道橋とのクリアランスの確認



図-3.8 下部工施工計画



図-3.9 架設計画モデル

基礎はケーソン基礎が検討されており、必要となるクレーン等の施工機材を配置することでアームの回転の可否や施工ヤードが確保できているか等、その妥当性を確認することができた（図-3.8）。

また、上部工架設では一般的なトラッククレーンベント架設は難しいため、隣接する区間からの送出し架設を検討した。送出し架設の可否のため、隣接する区間にトラッククレーン、およびベントの設置を3次元上で実施し、施工ヤードの確保が可能である等、妥当性を確認することができた。（図-3.9）。

このように構造物が輻輳する箇所 CIM モデルを活用することで、施工計画を立体的に立案することが出来た。

(4) 道路詳細設計での活用

a) 現道移設平面計画

現道移設平面計画にあたり、コントロールとなる下部工施工ヤードおよび上部工架設時の俯角影響範囲の確認に CIM モデルを活用した（図-3.10）。地形の起伏（現道の縦断線形）と専用部架設時の俯角影響ラインを3次元化することでコントロールポイントを正確に抽出し、手戻りの発生を未然に防ぐことが可能になる。さらに地形、計画道路 CIM モデルと点群を合成することで、電柱やガードレール等の支障物件をもれなく抽出できた。

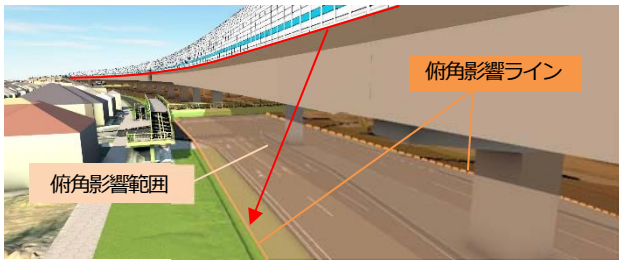


図-3.10 俯角影響範囲の検討

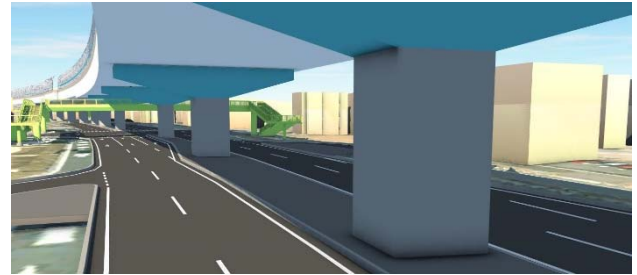


図-3.11 完成形イメージ（上尾道路区間）

b) 設計精度の向上と照査の充実

橋梁施工における各ステップに対し、現道移設の道路詳細設計に基づいた CIM モデルを構築した。正確なモデルを構築することで、瞬時に任意の箇所における断面図を抽出可能となることから、民地との高低差や法面の切盛境等の確認が可能となり、2次元設計と比較して精度の上げることができた。また、建築限界のクリアランス確認や、将来の重要物流道路指定時における路線としての確認も同時に実施し、設計照査だけでなく、条件変更時の要対策箇所の抽出にも活用できた。

c) シミュレーションの実施

完成形モデルを利用することで、交差点の見通し確認や走行シミュレーションを実施した（図-3.11）。橋梁下部工施工の現道移設では、中央分離帯に防護柵を設置することになり、また透光パネル等の対応が必要になる場合が考えられるが、実際の走行シミュレーションを CIM モデル空間上で実施することで、利用者への配慮を考慮した設計計画を立案でき、非常に有効であった。

4. CIM 導入への課題

本事例における CIM 活用上の課題として、①MMS は路面に対しては有効な手段であるが、橋梁計画への活用を見据えた測量を実施しなければ、多くの補足測量が必要となる。②測量結果の膨大なデータ量の更新・処理作業に多くの時間とコストを必要とする。③受注者側が複数の場合、データ形式が異なることがあるため、工区を統合した CIM モデルの作成等の調整は難航する。④現状の設計成果は 2次元図面と 3次元図面の両方を作成する必要があり、作業量が多くなる。また、納品形式の明確な基準がない。⑤受発注者間のデータの共有化を図る環境が未整備である。⑥詳細度（LOD）の向上に対するデータ容量の増大など、課題が多い。今後、試行錯誤の上、これから課題の解決が望まれる。

5. 今後の活用方法について

(1) CIM モデルからの数量の算出

地形情報および構造物を 3次元化しておくことで、施工予定区間内の土工数量の算出を自動化することができる。また、構造物の 3次元モデルを作成し、構成部材ごとに材料に関する情報を属性情報として付与しておくこ

とで、部材や材料ごとの数量を自動的に算出することができる。詳細設計時での数量算出に際し、CIM モデルを用いることで自動化させ、省力化を図る事が出来る。

(2) 景観検討や設計説明会等での活用

点群データから作成した地形サーフェイス上にモデルを重ねることでより具体的なイメージ画像やシミュレーション動画を作成し、景観検討や設計説明会での資料作成に活用することができる。具体的なイメージ画像やシミュレーション動画を共有することで、地元との迅速な合意形成を図ることが期待される。

(3) 施工・管理への活用

CIM を活用し 3次元での設計を行うことにより、施工時の出来形管理等を 3次元で行うことが可能になる。完成後の竣工図と設計図を重ねることで、ズレ等を視覚的にもわかりやすく瞬時に確認することができる。また、将来管理を行う際にも、MMS を利用し、台帳を更新することで、コンクリート構造物のひび割れや路面の損傷等を迅速に確認することができる。

6. まとめ

計画段階での BIM/CIM の導入はフロントローディングと呼ばれており、事業における品質の最適化および工期の短縮を図り、理想的な設計プロセスを組むことができるものであるが、本事例のように、計画段階から全長 8.0 km に渡って 3D レーザースキャナ測量を実施し、取得した点群データをサーフェイス化した橋梁予備設計は稀有と考えられる。このような取り組みが一般化しない原因は、膨大な点群データだけではサーフェイス化に多大な労力、コストを必要とするためであると考えられる。

本事例で得られた利点としては、コントロールポイントや既設構造物との離隔、3次元的な施工ヤードの確認、完成形モデルを使ったシミュレーションによる確認等、計画の妥当性の検証が挙げられる。今後、景観検討や設計説明会での完成形イメージの活用や、任意の箇所における民地との高低差確認などの個別対応の円滑化、任意の区間での数量算出による発注ロット調整など、今後の事業実施における設計の手戻り防止や省力化が期待できる。さらに、構造物の一連のプロセスにおいて適切なデータ管理がなされれば、設計趣意の伝達や物性値の管理、施工段階での活用、維持管理情報の集約等、CIM モデルを構築するメリットは大きくなっていくと考えられる。