ECI における BIM/CIM 活用の効果と展望について

～国道 2 号大樋橋西高架橋～

国土交通省 中国地方整備局 岡山国道事務所 工務課長 庄司（しょうじ） 彰（あきら）

1. はじめに

(1) 事業の概要

岡山市街地の国道 2 号の交通量は，1 日約 10 万台であり，大樋橋西詰交差点を起点として朝ピーク時に国道 2 号東向きに約 3.6 km，西向きに約 10 km の慢性的な交通渋滞が発生している。これに伴い，大樋橋西詰交差点に接続する岡山西バイパスにおいても，朝ピーク時に大樋橋西詰交差点を起点に南向きに約 0.4 km の渋滞が発生している。

本事業は，整備を進めている国道 180 号岡山環状南道路が国道 2 号に接続する大樋橋西詰交差点における慢性的な交通渋滞を解消するために，大樋橋西高架橋工事（工事延長 L＝約 670 m）において，国道 2 号の立体化を図るものである（図－ 1）。

図－ 1 国道 2 号大樋橋西詰交差点の渋滞

(2) ECI 方式を採用した理由

国道 2 号の立体化において，国道 2 号の現況交通（約 10 万台 / 日）への影響を最小限にとどめるには，現況 6 車線を確保しながら工事を行うことが求められるため，技術的難易度が高く，通常工法では施工条件を達成し得ないリスクが大きいことから，施工者独自の高度で専門的な知識等を活用することが必要な工事である。安全で円滑に国道 2 号の立体化工事を進めていく観点から，施工者の技術力とノウハウを設計段階から投入することにより工期短縮だけでなく工事の品質向上に寄与できる ECI 方式（技術協力・施工タイプ）を採用した。

(3) 本事業で BIM/CIM を活用する目的

大樋橋西高架橋の計画設計においては，道路占用物件（上下水道，電力，ガス，情報施設管等）の移設，交差点内の建築限界確保，既設水路及び架空送電線との離隔確保，施工ヤードの用地制約などの設計与条件が多く複雑なため，問題点を漏れなく抽出・整理して施工段階での設計手戻りをなくすことが重要である。本事業では，下記を目的に BIM/CIM を活用した。

- 発注者，設計者，施工者の三者において，設計与条件を CIM モデルで可視化し，イメージ・認識の共有を図りながら課題を抽出・整理することで，施工時の手戻りを防止する。
- 関係機関協議先は，橋梁等の構造物の専門家で

ない場合も多いため，橋梁構造と支障物件との近接程度などを CIM モデルで可視化し，問題点を明確に提示することで，円滑かつ早期に関係機関との合意形成を図る。

・発注者，設計者，施工者の三者において，施工方法・順序を CIM モデルで可視化し，イメージ・認識の共有を図りながら，施工計画の妥当性を確認・検証する。

・3 次元モデルを将来的に契約図書とするために必要な要件や課題について，発注者，設計者，施工者の三者で検討する。

2. BIM/CIM 要求事項の検討と効果確認

国土交通省の平成 30 年度 BIM/CIM 活用業務実施要領に示す要求事項（リクワイアメント）について，次の(1)～(5)の項目について検討を行った。

(1) 契約図書化に向けた CIM モデルの構築（図－2）

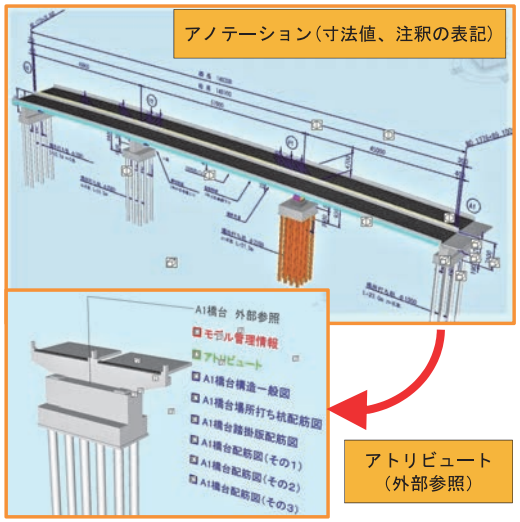
AutoCAD2018，NavisworksManage2018，Civil3D2018，AdobeAcrobat を利用し，現状の契約図書と同様に表記した 3D Annotated Model をオリジナル形式と 3D PDF 形式で作成した。

活用効果として次の事項を確認した。

・3 次元モデルから 3DA 平面図（断面図）を生成することにより，2 次元図面と 3 次元モデルの整合性確認が不要になる。

・3 次元モデルの流通により，誤認排除とともに生産性向上につながる。

・最終アウトプットを 3D PDF にすることで，無償ビューワ（AcrobatReader 等）により 3 次元データを活用しやすくなる。



図－2　契約図書化に向けた CIM モデルの構築

(2) 関係者間での情報連携（図－3）

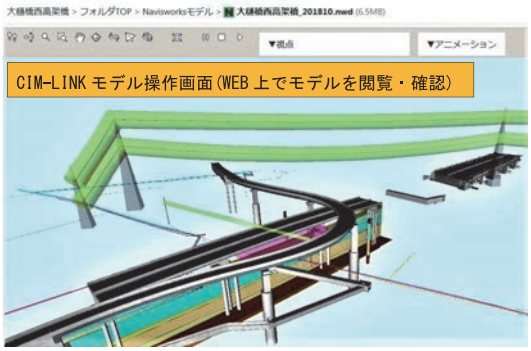
Web 情報共有システム（CIM-LINK）を利用し，CIM 統合モデル，詳細設計 2 次元図面，協議記録簿，報告書などを関係者間で共有した。

活用効果として次の事項を確認した。

・データ管理が一元化され，関係者が各々で管理する作業を排除し，効率的に協調作業ができた。

・Web 情報共有システムの利用により，PC 性能に依存せずに 3 次元モデル閲覧ができた。

・業務完了時の電子成果品データも共有を行い，オンライン電子納品の技術的実現性を確認した。



図－3　Web 情報共有システム（CIM-LINK）の利用

(3) CIM モデルにおける属性情報の付与

AutoCAD2018，NavisworksManage2018，Civil3D2018，AdobeAcrobat，Microsoft Excel を利用し，「CIM 導入ガイドライン（案）」に沿って属性情報を外部参照により付与した。

活用効果として次の事項を確認した。

・今回は Excel データの外部参照による属性情報付与としているが，設計～工事～維持管理段階で，一つの属性情報シートにより引き継ぎ，連携を図ることができる。

・設計段階で発生する後工程に引き継ぐ必要のある属性情報を，効率的に整理することができる。

・設計段階において後工程で必要となる属性情報

項目を予め用意することができるため，施工段階では発生する属性情報項目を容易に入力することが可能となる。

(4) CIM モデルによる数量，工事費，工期の算出

V-nasClair を利用し，作成した CIM モデルから部材別数量集計表の Excel に出力し，単価を入力することで工事費を算出した。工期算出は，数量と連動して自動算出できるソフトウェアがないため，現時点では手動で工期を算出する対応となり，今後の課題としている。

活用効果として次の事項を確認した。

・CIM モデル内の数量集計表は，モデル形状の変更と連動するため，設計変更時の数量修正の手間の削減と，修正ミスの防止が期待できる（数量計算の省力化）。

・施工現場での，施工業者によるロット別コンクリート発注量などを把握するには，十分な精度を得ることができる。

・施工段階で施工手順等の変更が生じた際は，CIM モデルを変更することで数量集計が行われ，数量計算書再作成作業の効率化が図られる。

(5) 施工を見据えた CIM モデルの構築（図－4）

NavisworksManage2018，Navisworks Freedom2018 を利用し，施工ステップモデルを一連で確認できる動画データを作成した。

活用効果として次の事項を確認した。

・優先交渉権者の意見を取り入れた施工計画により，手戻りなく施工段階での活用が可能である。

・CIM モデルは，上部工のブロック割も考慮して作成したモデルとなっており，施工段階での活用が容易である。

・施工シミュレーションにより，施工手順が明確に表現されるため，これまで気づかなかった動きによる矛盾，安全性の観点からも確認を行うことができる。

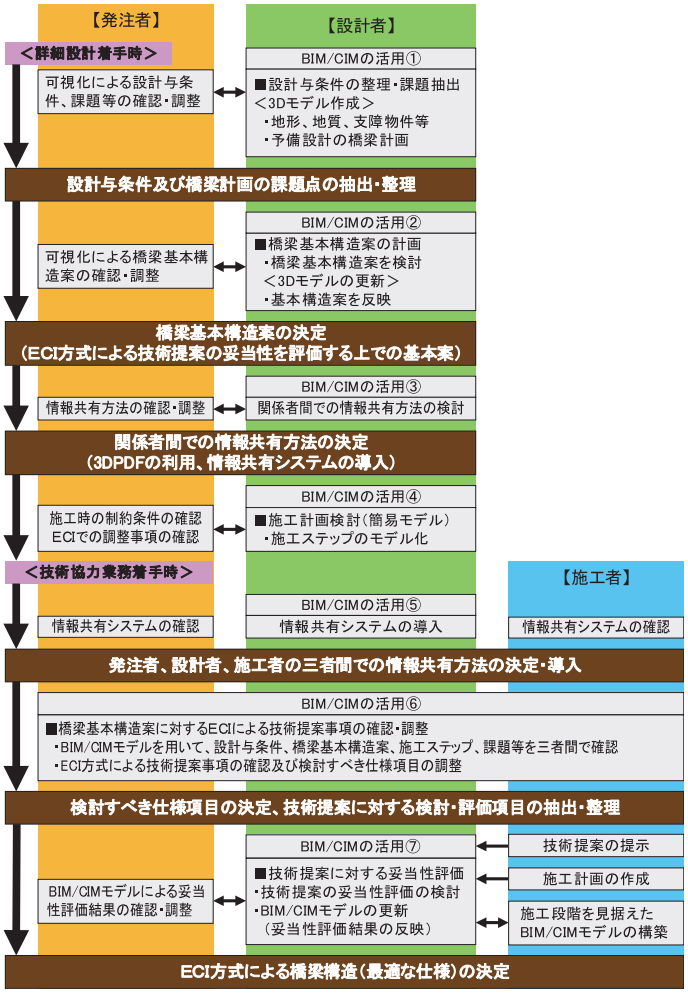
・施工段階での施工計画，施工関係者による合意形成，安全管理上の認識共有などのプロセスにおいて効率化が図られる。

図－4　施工を見据えた CIM モデルの構築

3. ECI 方式による BIM/CIM の活用効果

(1) ECI 方式での BIM/CIM 活用の流れ

本事業において，ECI 方式による BIM/CIM 活用の流れは，図－5 に示す手順で実施した。



図－5　ECI 方式による BIM/CIM 活用の流れ

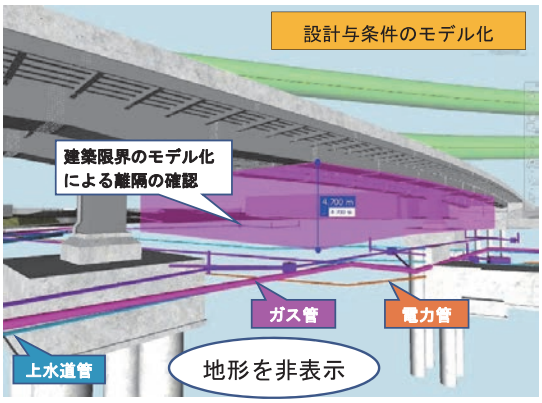
(2) 施工者の意見を反映した，施工段階で活用できる CIM モデルの作成

CIM モデルを施工段階で活用する場合，ある程度モデルが分割されている方が利用しやすい。そのため，鋼上部工では，架設や輸送を考慮したブロックごとの分割が好ましい。付属物に関しては，特に干渉が問題となることが多い排水装置，検査路について，モデルの詳細度とは別に干渉確認ということでモデル化を行った。

(3) ECI 方式による BIM/CIM 活用効果

上記を実施した結果，以下の活用効果を確認した。

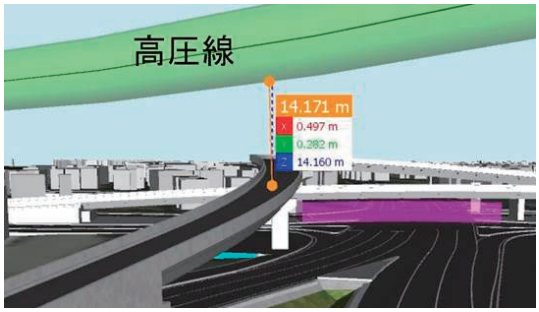
① 詳細設計着手時における，設計与条件や問題点の抽出・整理を目的とした CIM モデル（詳細度 200 程度）の作成・活用は，受発注者間の共通認識のもとで構造計画の検討項目や問題点等の確認・調整が図れ，設計手戻りも防止できたことから，フロントローディングとしての活用効果が大きい（図－6）。



図－6 CIM モデルによる設計与条件の抽出

② ECI 着手時における，CIM モデル（詳細度 200 程度）による橋梁基本構造案や施工ステップの内容の確認は，共通認識のもとで決定すべき設計仕様の項目の確認・整理ができるとともに，無駄な検討作業の削減が図れるため，フロントローディングとしての活用効果が大きい。ただし，優先交渉権者（施工者）が施工計画の作成に CIM モデルを有効活用するためには，詳細度は 200 程度で十分であるが，上部工のブロック割，柱・底版・基礎等の部位分割及び付属物（検査路，排水装置等）の外形表示（本体部材との干渉チェック用）等を CIM モデルに反映・作成して施工者へ引き継ぐ必要がある。

③ 関係機関協議先は，橋梁等の構造物の専門家でない場合も多いため，支障物件の移設協議等に可視化した CIM モデルを活用することで，構造物との近接程度をイメージしやすいとともに，問題点を明確に示すことができるため，関係機関との合意形成が図りやすい（図－7）。



図－7 高圧送電線との近接程度の確認

④ 情報共有システム（CIM-LINK）の導入により，最新 3 次元モデルを発注者・設計者・優先交渉権者の三者間が同時に情報共有・確認でき，タイムリーに共通認識が図れた。今回は，技術協力業務の契約後に情報共有システムを導入（設計者が契約）したが，詳細設計着手時から，発注者の契約のもとで情報共有システムを導入する方が，情報共有システムの契約手続きの簡素化が図れるため，設計→工事→維持管理へ情報共有システム（BIM/CIM データ）の引き継ぎが容易である。

4. BIM/CIM 活用の課題

国土交通省の平成 30 年度 BIM/CIM 活用業務実施要領に示す要求事項の課題は，以下のとおりである。

(1) 契約図書化に向けた CIM モデルの構築

・「3 次元表記標準（案）」の 3DA モデルデータ仕様に対応したソフトウェアが整備されていな

い。
・寸法線は見やすさを考えた調整が必要なため，表記標準として一律のルールが必要である。
・3D PDF に変換する際に，航空写真等のテクスチャーデータや寸法数値が変換されない。
・3 次元データの照査方法等について検討する必要がある。

(2) 関係者間での情報連携

・活用する共通認識として，データ登録のルールやタイミングなどの運用ルールが必要である。
・情報共有システムの契約や利用者管理に関する運用ルールが必要である。
・現状の情報共有システムでは，3 次元モデルの閲覧及び測定等を行う操作性が低い。

(3) CIM モデルにおける属性情報の付与

・外部参照による属性情報付与の場合，単一の部材の情報を引き出すためには Excel データ内により検索等の作業手間が生じる。
・「CIM 導入ガイドライン（案）」に，属性付与手順を含めた登録ルールを定める必要がある。

(4) CIM モデルによる数量，工事費，工期の算出

・CIM モデルから現状と同レベルの区分・精度で数量，工事費，工期を算出するシステムはなく，手作業での対応は現実的でない。工事発注に係る数量，工事費，工期の算出プロセスに CIM モデルを適用すべきか十分な検討が必要である。

(5) 施工を見据えた CIM モデルの構築

・リアルなイメージを伝える施工計画のモデルの作成は作業量が格段に増えるため，利用目的を明確にして，設計段階での要求レベルを施工関係者と議論を行っていく必要がある。
・施工シミュレーション用モデルに付与する時間属性の最小単位をどこまで細かく表現する必要があるか，今後の課題である。

5. 今後の BIM/CIM 活用計画(案)

(1) 工事での BIM/CIM 活用内容

現地の切り回し工事が完了した段階で，3D レーザースキャナーによる周辺地形及び既設構造物を 3 次元点群データとして取り込み，施工計画で利用した CIM モデルへの反映を行う予定である。点群データを統合したモデルを使い，下記活用を計画している。

・詳細な施工検討（地形や構造物を反映した具体的検討）
・現場ミーティングで使用し，意思疎通，計画の理解度向上
・安全管理として，危険個所を可視化し，必要設備，機材及び人員配置の検討
・交通管理として，車両目線での視認性確認，誘導方法の検証
・合意形成として，施工方法のウォークスルー動画，3D 模型，VR での確認

(2) 維持管理での BIM/CIM 活用方針

維持管理段階が対象とする施設や期間は，設計から施工までの段階と大きく異なる。管理者が組織的・継続的に BIM/CIM を活用するため，対象とする事業工程に沿って，作業環境，契約制度，運用スキル等の取り組みを計画して実施することが望ましいと考える。

6. おわりに

本事業の実施にあたり，BIM/CIM の効果と課題を具体的に検討・確認することができた。今後は，設計段階で作成した CIM モデルの活用効果についてフォローアップを行う。岡山国道事務所は「i-Construction モデル事務所」として，「3 次元情報活用モデル事業」を着実に実施し，BIM/CIM 活用で効率化となる項目を抽出し，その他事業におけるフロントローディングに向けた整理を行い，生産性向上を図るための事業を推進したい。