

ICT技術を活用した道路予備設計業務

ならさきしげる なかのひろたか おかべゆうき につたなるみ むかいやすひろ
檜崎 茂 ・ 中野寛隆 ・ 岡部雄基 ・ 新田成美 ・ 向井康裕

復建調査設計（株）（〒732-0052 広島市東区光町2-10-11）

中国地方整備局管内で初となる発注者指定型のCIM活用業務（対象工種：道路土工）道路予備設計(B)に対し、従来の主要スタイルである紙ベースによる設計協議等を極力廃し、ICT技術を全面的に活用するなど、新たな取組みにより業務を実施した。

本業務においては、3次元地形データを基にした高精度の3次元道路設計を実施し、BIM/CIMモデルの作成から効率的な活用手法の検証までを対象としたものである。また、平成30年当時示されていた7つのリクワイヤメント全てを履行したことに加え、ICT活用による生産性の向上など、今後のBIM/CIM活用業務における先行事例となる取組みについて紹介する。

Key Words：3次元道路設計，BIM/CIM活用，土工形状モデル，統合モデル，リクワイヤメント，AR（現実拡張）技術，生産性向上

1. はじめに

依然として厳しい財政事情、災害リスクの高まりや社会インフラの老朽化に加え、建設業における生産性の低迷、就業者数の減少・高齢化など業界を取り巻く社会的環境は厳しさを増している状況にある。一方で、ICT技術の向上などにより、各要素を構成する個々の技術としては高度化・専門化している状況にあり、それらを統合・複合化することで新たな市場が形成される見込みがある。

そのような中、国土交通省では、建設現場の生産性向上を図るべく、i-Constructionの取組みとしてBIM/CIMを導入している。BIM/CIMとは、計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図る事を目的としている。

本稿においては、BIM/CIMに関する基準・要領等が整備^{1)~4)}されつつある状況の下で、全国的にも前例がほぼ無い「発注者指定型のCIM活用業務（道路土工モデル）」を実施するにあたり、工夫・模索した内容について具体的な事例を含め紹介するものである。また、BIM/CIMのみならず、ICT技術の積極的な活用による従来手法と異なる業務の進め方や、設計業務全体の生産性を向上させた内容についても併せて示すものとした。

2. 道路予備設計(B)に求められる精度を確保した3次元設計

(1) 提供された電子データ

当該路線においては、測量業務で作成した従来型の2次元の平面地形データに加え、3次元地形データ（点群データ：LASデータ）が納品されていた。

また、前段階である道路予備設計(A)で作成した道路線形データ（LandXMLデータ）が納品されているなど、業務着手時点で、作業効率化も含め、3次元設計・BIM/CIMモデル作成のための環境条件が整っており、従来とは異なった取組みが見られた。

(2) 3次元道路設計に関する精度・作業効率の向上

道路予備設計(B)における主な成果である幅杭設計を行うためには、精度の高い3次元設計が求められる。これに対しては、提供された高精度の3次元地形データ（地図情報レベル500）から地形モデルを作成し、道路設計ソフトの機能向上に伴うワイヤーフレーム間隔の細分化（@1m）によって、細部までの法面展開が可能となった。

また、平面、縦・横断計画を一つの設計システムで管理するため、各図面間の不整合がなく、かつ、複数線形を有する当該路線において、本線とは方向角が異なるランプや側道等に対するスキュー断面への対応も正確に図化できた。

設計の3次元化に伴う作業効率化の観点からは、

細部の調整や構造物区間との取合い、および交差計画等で手作業が生じたものの、土工等の自動数量算出も含め、全体として一定の成果が見られたものとする。

3. BIM/CIMモデルの作成・活用

(1) 道路設計において作成するモデルの種類

a) 土工形状モデル²⁾

ICT建機への入力を主目的としていることから、詳細設計・施工段階で作成するのが一般的である。

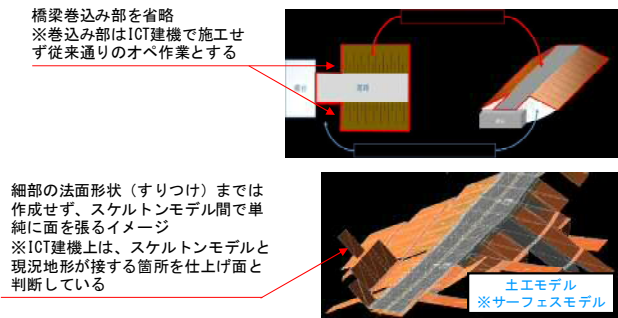


図-1 土工形状モデルの例

b) 統合モデル¹⁾

完成イメージを関係者に理解してもらうことを主目的としていることから、橋梁やボックス等の構造物やその取合い部に加え、交差点など道路形状全体について細部まで表現する必要がある。合意形成等のために用いるため、予備設計段階で作成するのが一般的で、本業務では詳細度300により作成した。



図-2 本業務で作成した統合モデル

(2) 設計協議へのBIM/CIMモデルの活用事例

従来の紙ベースによる設計協議を極力廃し、ICT技術を駆使した協議スタイルとなるよう留意した。

a) 短焦点プロジェクター

スクリーンがなくても机の上に画面が表示されるため、その場にいる全員が同じ画像を共有できるというメリットがある。また、タッチパネル式になっているため、拡大・縮小・回転等の操作が直感的で、かつ見たいところをピンポイントで確認できる。

b) 動画

統合モデルを作成すれば、簡単に動画の作成ができる。鳥瞰的な視点で全体的な完成形状を伝える他、

実際に本線・ランプ、側道を走らせる走行イメージ動画を見せることで理解を深めてもらった。

c) 模型（3Dプリンターからのアウトプット）

ミニチュア版の道路模型は立体的に視覚化でき、かつ実際に手に触れることができるため、道路構造に対する分かり易さという点において、従来の図面による説明とは格段の差があることが分かった。

上記に記載した複数の取組みは、目新しさもあつてか、協議相手から積極的に議論に加わってくれるシーンが多くみられるなど活発な協議を行うことができたと言える。



図-3 模型の活用事例

(3) リクワイヤメントへの対応

本業務では発注者指定型のCIM活用業務ということを受け、平成30年当時に示されていた7つのリクワイヤメント³⁾（①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、③属性情報の付与、④CIMモデルによる数量・工費・工期の算出、⑤CIMモデルによる効率的な照査、⑥施工段階でのCIMモデルの効果的な活用、⑦その他）全てを実施することとした。特徴的な項目について記載する。

a) 関係者間での情報連携

設計段階でほとんど活用されていない情報共有システムを試行した結果、データ容量が膨大なBIM/CIMモデルや動画等についてもほぼ遅延なく画面に表示されたため、双方が同じ画面を見ながらリアルタイムに意見交換ができた。同システムにおいては、ブラウザで3次元モデルを閲覧する機能を具備しているため、専用のソフトウェアがなくても閲覧することが可能で、スマートフォンからでも確認できた。

また、お互いの意見・回答等が時系列でツリー状に表示されるため、途中からプロジェクトに参加された方でも内容が理解できることや、ネット掲示板の感覚で気軽に投稿できることから、積極的に意見投稿する状況が確認できた。



図-4 情報共有システム

b) 施工段階でのCIMモデルの効果的な活用

BIM/CIMモデルの本来の目的である生産性向上の実現に向け、設計段階で作成した土工形状モデルが施工段階で活用可能となるよう検討を行った。

具体的には、生産性向上施工WGへ参加し、「ICT土工用3次元設計データのフロントローディング～3次元設計データの利活用促進について～」の執筆協力を行った。加えて、施工業者や発注者支援業者と連携し、ICT建機へ入力するために必要となるデータ等についてのヒアリングや、異なるソフト間でのLandXML1.2データ⁴⁾の互換性検証等を行った。

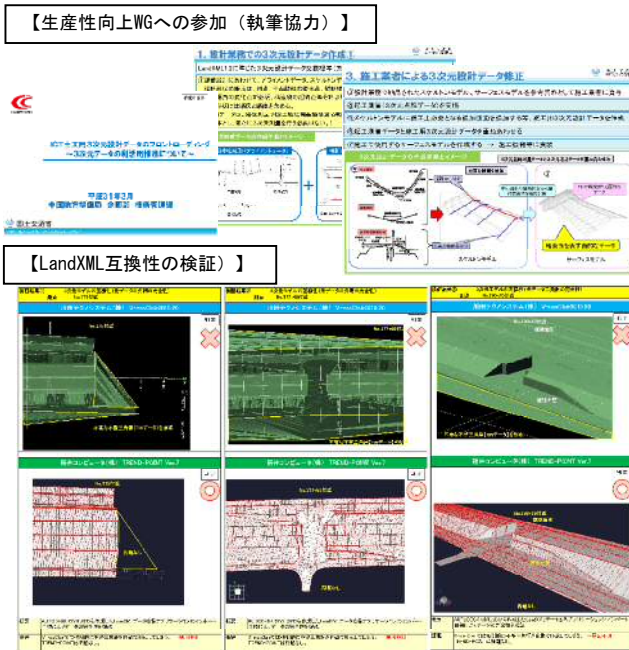


図-5 施工段階での効果的活用を見据えた取組み

c) その他：AR技術（拡張現実）を活用したデモンストレーション

土木分野では全国的にもほとんど事例がないAR技術（現実拡張）を活用した現地説明会を、地元自治体および地元住民向けに実施した。従来から用いられているVR技術は見えるもの全てが仮想空間であるのに対し、AR技術は仮想と現実空間を重ねたものになる。

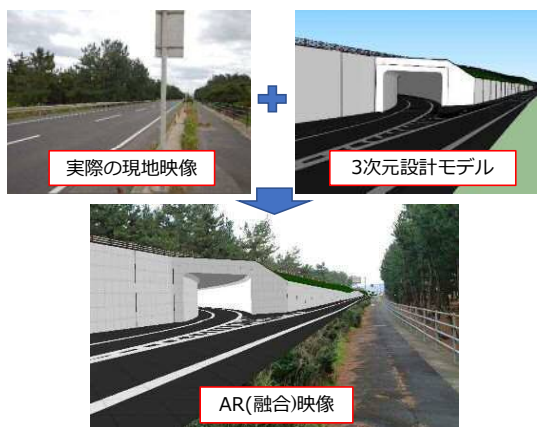


図-6 AR技術のイメージ

当日のデモンストレーションには2種類のソフトを使用しているが、それぞれに特徴を有しているため、使用目的に応じた使い分けが効果的となる。

1つ目はトリンプル社のSiteVisionである。同ソフトはGNSS電波を受信する機能を有しており、現地への復元精度は非常に高い反面、表示できるデバイスが専用のスマートフォンのみと限られるため、複数の参加者が同じ画面を確認することは困難であった。本業務で作成した計画3次元モデルには位置情報が付与されているため、現場において実物大の計画モデルがその場でスマートフォンの画面上に表示される。計画モデルと現況地物がGNSSを介して連動し続けているため、モニター自らが徒歩等により移動した場合においても、その現実空間に合わせた状態（近づくとき大きく、離れるとき小さく見える）をリアルタイムに確認することができた。



図-7 SiteVisionの活用状況

2つ目はインフォーマティクス社のGyroEye Holoである。同ソフトについては、現況地物（確認ポイント）を基に現地への復元は可能であるものの、GNSS受信機能は有していないため、確認ポイントから離れていくと誤差が大きくなった。ただし、トンネル内や室内などのようにGNSS電波を受信できないところでも対応可能で場所を選ばない。一方で、表示できるデバイスは豊富で、複数のタブレット端末のほかにスマートグラス（HMD：ヘッドマウントディスプレイ）が使用できる。今回のように多数の参加が見込まれる際には、スタッフ側も複数パーティーで対応できるため、効果的であった。



図-8 GyroEye Holoの活用状況

AR技術の活用について、発注者はもちろんの事、地元自治体や地元住民からも非常にわかりやすいとの高評価を得るとともに、建設業界3紙ならびに地元紙（日本海新聞）に掲載された。

なお、SiteVisionは通信機能を有しており、現地で確認している画面を別の場所のPC等のデバイスに送信することができる。これについて、鳥取県⇄広島県間で試行してみたところ、通信環境の問題により、通信画像が何度も切断されるなどの障害が見られた。現時点では有効な手段とは言えないものの、今後の通信技術の発展に期待するところである。

4. 生産性向上に向けた各種取組み

(1) 現地写真位置図作成支援システム

当システムはデジタルカメラの位置情報を基に、地形図上に写真位置や方向および写真番号を自動プロットさせる自社開発のソフトウェアである。現場後の移動時間等を活用し、タブレット端末からサムネイル画像を選択するだけで、写真位置図ができるため、帰社までには現場段階で概ねの作業が完了するなど大幅な業務効率化が図れることになる。



図-9 システムの概要

(2) 発注者向け勉強会の開催

当時、BIM/CIMについて発注者側で理解されている方は限られていたため、円滑な業務推進を見据え、BIM/CIMについて理解してもらうための勉強会を2回開催した。講義内容は以下のとおりである。

①BIM/CIM、②ガイドライン、③事例紹介、④本業務での活用、⑤その他



図-10 勉強会の状況

(3) TV会議システム

本業務においては、他部署や社外協力者等と連携する組織体制を構築していたが、前例がほぼないCIM活用業務（道路土工）ということもあって、遠方の所属する関係者間で頻りに連絡を取り合う必要が生じた。そのため、移動時間の短縮を目的にTV会議システムを活用することとした。図面に関する意見交換については意図が伝わりにくいケースも見られたが、方針確認やBIM/CIM関連に関する意見交換等、概ねの項目については問題なく対応できた。

(4) 大型液晶モニター

大型液晶モニターにより社内会議等において出席者全員が同じ内容を共有できるため、関係者間での合意形成が容易となった。また、タッチパネル方式を採用していることから、注記やメモ書きなどを附すことができ、活発な意見交換を行うことが可能となった。

5. おわりに

平成30年当時、全国的にも前例がほとんどない中で業務に着手しており、中国地方整備局企画部および国総研社会資本マネジメント研究センターとの意見交換など貴重な経験を得ることができた。その結果、様々な成果を残すことができるなど、BIM/CIM活用を先導する実績を残せたものと考えている。また、本業務で実施したBIM/CIM活用方策については、今後の類似業務においても、都度、現場に合わせて対応できるなど汎用性の高いものであると言える。

一方で、本来、BIM/CIMとは、建設現場の生産性向上を図ることを目的としており、裾野を広げて拡大させていく必要があるが、以下に示す課題を有しているのが現状であり、今後、ベンダーも含め、業界全体として解決していく必要がある。

- ・モデル作成に要する人材育成、費用および労力
- ・LandXML1.2も含めたソフト間連携・整合
 - ※予備設計⇒詳細設計⇒施工⇒維持管理の各工程において使用するソフトが異なった場合においても、最低限の連携・整合性の確保が必要
- ・一律的ではなく対象構造物に応じた仕様の規定
- ・BIM/CIMに関する発注者側の一層の理解・促進
- ・別ソフトを介さない自動数量・工期の算出機能等
- ・排水設計に関する流向照査など3次元設計（BIM/CIM）ソフトならではの付加価値化の付与

参考文献

- 1) 国土交通省：CIM導入ガイドライン(案)（平成30年.3）
- 2) 国土交通省：LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)Ver.1.2（平成30年.3）
- 3) 国土交通省：ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針（平成30年.4）
<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimecim/kyujissihousin/001230307.pdf>
- 4) 国土交通省：LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)Ver.1.2（平成30年.3）