

予備設計段階におけるBIM/CIMの活用

地村 直隆

近畿地方整備局 京都国道事務所 計画課

(〒600-8234京都府京都市下京区西洞院通塩小路下る南不動堂町808)

京都府南部地域で事業を進めている城陽井手木津川バイパスの都市計画原案作成のため、道路予備設計（A）の段階において、BIM/CIMの基準に基づき3次元モデルを活用した設計を行った。その結果、設計作業の効率化や土量算出の効率化等の多数のメリットが確認できたとともに、課題等も見えてくるようになった。

本論文では、城陽井手木津川バイパスで実施した道路設計の最上流である道路予備設計段階でのBIM/CIMの導入において、メリット・デメリット等を整理するとともに、改善策を提示することで今後のBIM/CIMの活用の参考とするものである。

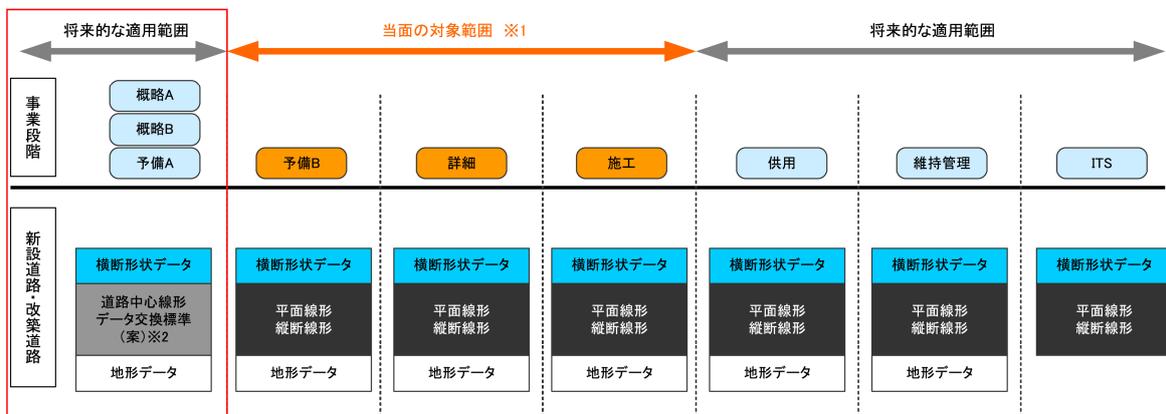
キーワード i-Construction, 生産性向上, 新技術

1. はじめに

BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling Management）は計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても、情報を充実させながら、あわせて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、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・高度化を図るものである。

城陽井手木津川バイパスでは、国土技術政策総合研究

所監修の道路事業におけるBIM/CIMの利用イメージ（図-1）に示されているもののうち、将来的な適用範囲とされている道路予備設計（A）の段階で、先行してBIM/CIMを活用した。活用にあたっては、以後実施される道路予備設計（B）、道路詳細設計、施工、供用、維持管理、ITS等の各事業フェーズで活用することを念頭に、道路計画（道路中心線形・横断面・法面等）及び地形状況（航測図）の3次元モデルの構築を行った。



※1 当面の対象範囲を予備B～施工のみとしている。しかし、これはその他事業段階での利用を妨げるものではない。
 ※2 当面、概略・予備Aは適用範囲としないため本標準に則ったデータは流通しないが、設計情報は従来の形で流通する。

図-1 道路事業におけるBIM/CIMの利用イメージ

2. 城陽井手木津川バイパスの概要

城陽井手木津川バイパスは、京都府南部の木津川右岸地域における一般国道24号の交通混雑の緩和及び交通安全の確保、また、災害時の道路ネットワークの強化を図るとともに、地域振興プロジェクトを支援する延長約11.2kmの一般国道24号のバイパスである。

本路線の都市計画原案作成に必要な道路予備設計（A）の段階でBIM/CIMを導入した。対象路線の位置図を図-2に示す。

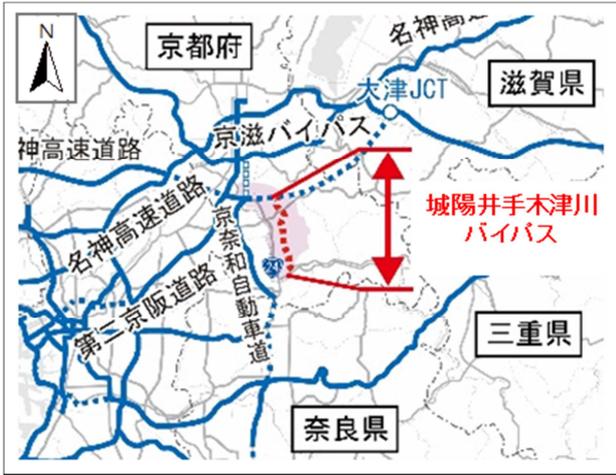


図-2 BIM/CIM活用対象路線位置図

3. 基準指針類

3次元設計データは、国土技術政策総合研究所監修の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に基づいてデータを作成する。その他に適用する基準指針類は表-1に示すものを使用する。

表-1 基準指針類一覧

NO	名称	発行年月
基準指針類		
1	LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準（案）Ver.1.2	2018.3
2	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	2018.3
3	CIM導入ガイドライン(案)	2017.3
4	CIM事業における成果品作成の手引き	2017.3
5	道路中心線形データ交換標準(案)基本道路中心線形編Ver1.1	2013.1
6	道路中心線形データ交換標準に係わる電子納品運用ガイドライン(案)	2016.3

4. 対象モデル

道路予備設計（A）では道路の中心線形を決定することを目的としており、個別に地形情報データ、道路中心線形データ、横断形状データを3次元化し、それにより統合モデルを作成する必要がある。

(1) 道路中心線形データ

本データは、道路の平面線形に、計画高となる縦断計画を加えた3次元の線形モデルである。

a) 平面線形

中心線形を構成する平面線形は、幾何要素（直線、クロソイド、円曲線）の並びで表現し、隣り合う幾何要素の終了点と開始点を統合するものとする。なお、幾何要素ごとの接続点は、幾何要素の開始点、終了点で定義される。幾何要素の記述の例として、平面線形の概念図を図-3に示す。

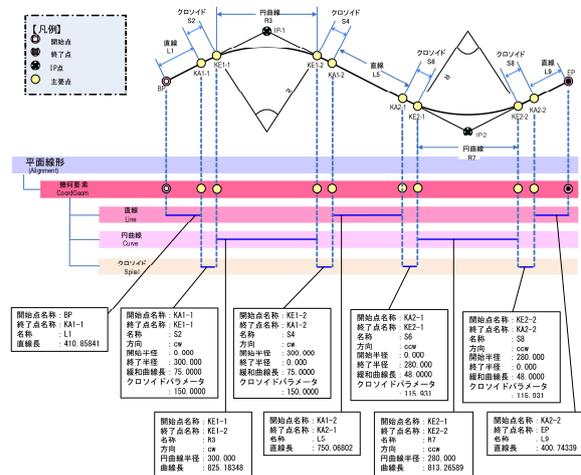


図-3 平面線形幾何要素の記述（例）

b) 縦断線形

縦断線形は、平面線形の開始点から相対的な位置を表す累加距離標と標高で平面線形との関係を保持する。縦断地盤線は、縦断地盤構成点から構成され、標高が変化する測点ごとに、道路地盤高を入力する。平面線形と縦断線形の概念図を図-4に示す。

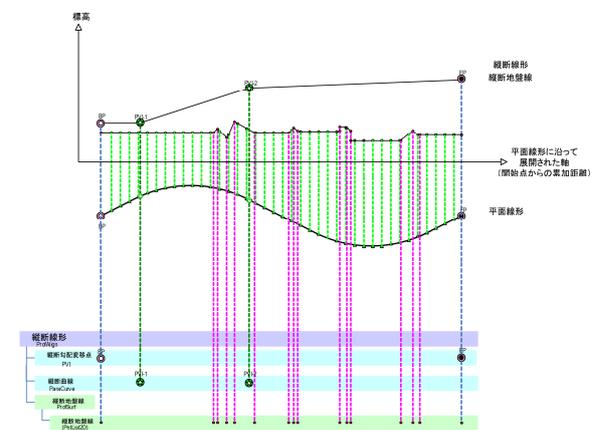


図-4 平面線形と縦断線形の対応

(2) 横断形状データ

設計図面の横断図のように、横断面ごとに道路横断形状の構成点を表現するモデルである。

a) 横断形状

横断形状は、道路中心から外側に向かって連続して記述した構成点の並びにより表現する。横断形状の構成点は、中心線形からの水平離れと鉛直方向離れ、または中心線形からの水平離れと標高で位置を表現する。横断形状の表現の例を図-5に示す。

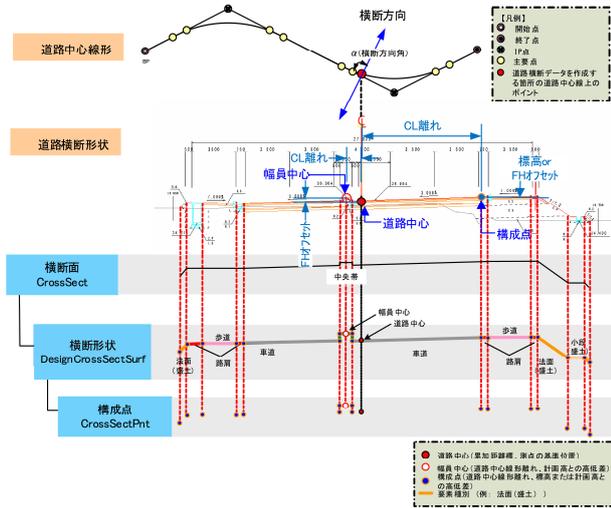


図-5 横断形状の表現 (例)

b) 地形線

横断地形線は、地形の変化点ごとに中心線形の左側から右側に向かって連続して記述した構成点の並びにより表現する。地形線の構成点は、中心線形からの水平離れと標高で位置を表現する。地形線の表現の例について図-6に示す。

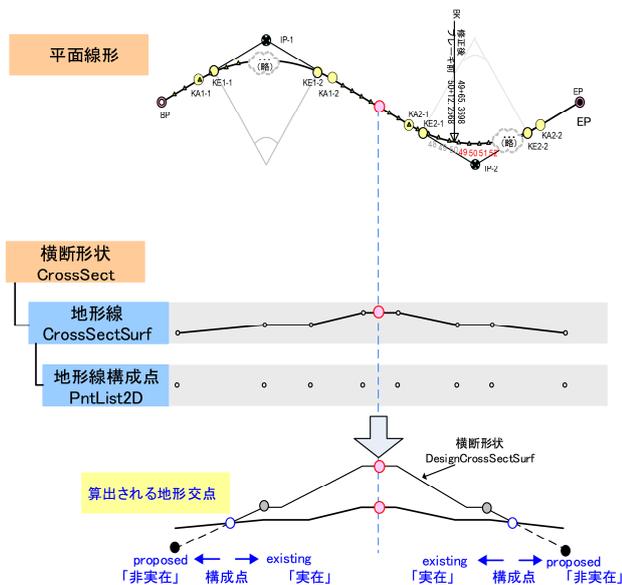


図-6 地形線の表現 (例)

(3) 地形情報

横断面における地形線情報、及び地形の表面を表現するモデルである。本論文では、空中写真測量 (DMデータ) を活用して周辺地形のモデル化を行う。

a) 表面データ

表面データは、LandXML1.2のサーフェスの仕様に合わせて、TIN (Triangulated Irregular Network) を表現する点と面の要素で計画土木を表現する。サーフェス表現イメージの例について図-7に示す。

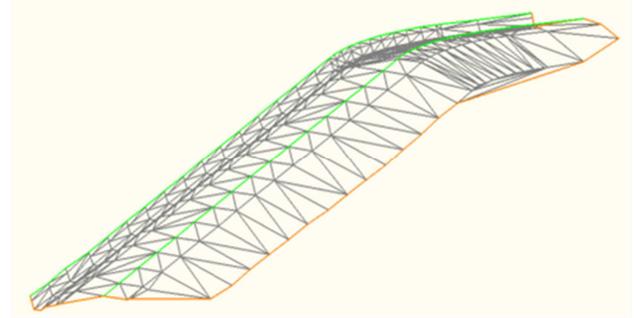


図-7 サーフェス表現イメージ (例)

5. 統合モデル

これまでに作成した平面計画モデル (道路中心線形データ)、横断計画モデル (横断形状データ)、地形モデルを合成して、統合モデルを作成した。

作成した統合モデルでは平面・縦断・地形などの条件を変更すれば、統合モデルに自動的に反映されるとともに、横断図及び土工数量を自動的に算出することができる。また、図-8に示すように、計画路線や盛土・切土等の構造、周辺の地形などが視覚的に認識できるようになる。

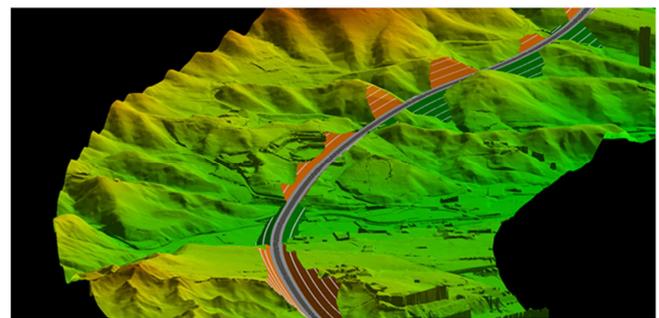


図-8 完成後のイメージ

6. BIM/CIMを活用したことによるメリット、今後の活用について

(1) 検討期間の短縮 (線形調整, ルート比較)

路線の線形調整を3次元設計で行うことにより、コントロールポイントを避けながら複数の平面・縦断線形案を検討でき、容易に線形のトライアルが可能となる。そ

のため、非常に短い期間で複数のルート比較を行い、線形を検討することができる。一般的に本路線程度の延長では、従来の手法で線形を検討する場合と比べると、BIM/CIMを活用することにより、約半分程度の期間で中心線形が決定できた。

(2) 土量バランスの最適化

複数のルート比較をするなかで、路線の線形調整のトライアルとともに変化する横断構成に対しても、土工数量が自動的に算出されるため容易に土量算出が可能となる。そのため、土工主体の道路構造である本路線の盛土と切土の土量バランスの最適化を図ることができた。結果的には盛土量と切土量がほぼ同じになり、コスト縮減にも寄与することができた。

(3) 景観検討

地域の主要な視点場である展望台等からの計画路線の見え方を検討するにあたり、一般的にはパースを作成することが多いが、3次元設計を行うことにより、図-9のように容易に地形が再現でき、パース作成の手間を省略することができる。

(4) 今後の円滑な対外協議（CG作成）

今後の事業の進捗にあわせて関係機関協議および地域の住民への説明を行い合意形成を図る必要が生じる。その際は、計画を理解してもらうため、わかりやすい説明資料・ツールが必要である。

そこで、視覚的にわかりやすく直感で理解できるように、既存の航空写真と3Dマップデータを組み合わせた地形再現データに3次元の道路計画図を重ね合わせることで、道路整備後の変化が理解しやすい資料を作成することができる。これにより、全ての視点から整備による変化が確認できるため、円滑な住民との合意形成に寄与すると考えられる。

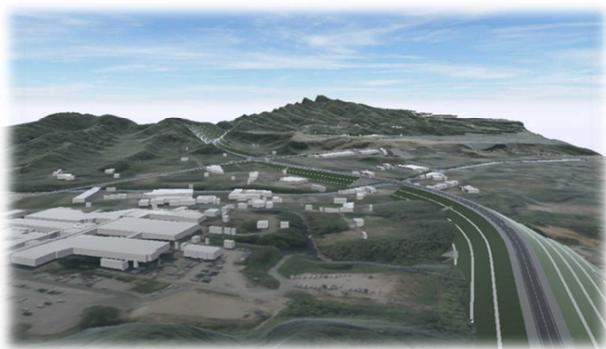


図-9 地形再現データのイメージ

7. 今後の改善策

今後、道路の中心線形を決定する道路予備設計（A）の段階においてBIM/CIMを活用するにあたっての改善策を示す。

(1) 構造物周辺の設計

橋台付近・ボックスカルバートの法面処理については、現在のところ3次元設計の基準や指針の整備がなされていないため、2次元設計で対応した。本路線は比較的構造物が少ないが、構造物が多い場合の路線ではこの作業が多くなり手間になることが考えられる。2次元設計で対応した構造物周辺の設計に対しても3次元設計ができる基準・指針の整備やソフトへの対応がなされれば、道路の中心線形を路線一体で検討することができ、設計作業の効率化が更に図られると考える。

8. おわりに

道路予備設計（A）の段階で3次元モデルを構築することにより、道路の中心線形の比較検討を効率的に行えることが確認できた。これにより、関係者間の迅速な計画調整、都市計画素案の合意を図ることができた。また、関係機関との協議及び地域の住民への説明の際には視覚的にわかりやすい資料を作成することができ、スムーズに都市計画手続きを進めることができる。

本路線は大部分が土工主体の構造であるため、3次元設計を活用することにより、ルート比較検討や土量算出の効率化など多数のメリットを見いだすことができた。しかし、構造物周辺の設計は3次元設計では対応できないため、個別の作業で対応する必要があるなどの課題についても確認できた。今後これらの課題が改善できれば、BIM/CIMの活用による更なる業務効率化が期待できる。

謝辞：本論文を作成するにあたり、多大なるご協力をいただきました関係者の方々に深くお礼申し上げます。