

熊野道路における設計業務でのBIM/CIM設計の取組について（第1報）

谷尻薫、佐々木康介

紀勢国道事務所 工務課（〒515-0005 三重県松阪市鎌田町144-6）

平成26年度に新規事業化した国道42号熊野道路事業では、平成30年度より、道路、橋梁、トンネルの各詳細設計においてBIM/CIMを活用した業務を進めている。本事業でのBIM/CIM活用は、詳細設計段階であるこれからの取組であり、その目的と現状を紹介する。今年度は、将来の維持管理に向けたBIM/CIMの活用方法検討と基礎となるモデル作成を実施するとともに、CIMソフトや情報共有システムの開発状況を踏まえ、現状の課題の顕在化や解決策の検討を進めている。

キーワード：BIM/CIM、維持管理、熊野道路

1. はじめに

平成26年度に新規事業化した国道42号熊野道路事業は、熊野大泊IC～熊野市久生屋町に至る延長6.7kmの一般国道の自動車専用道路であり、現在、設計を進めている。

平成30年度より、道路、橋梁、トンネルの各詳細設計においてBIM/CIMを活用した業務を進めているところであり、現在、熊野道路における将来の維持管理段階でのBIM/CIM運用を図ることができるよう設計段階において検討を行っている。

本稿では、道路の維持管理段階への適用を最終目標としたBIM/CIMの運用方法について、現行のBIM/CIM基準類をもとに、最新のソフトウェア等のツールを用いた属性情報を有する3次元データの作成や、情報共有システム等の活用を踏まえた紀勢国道事務所における取組を述べる。

2. 熊野道路の設計におけるBIM/CIM活用の対象

熊野道路におけるBIM/CIM活用業務として、現在、以下の設計業務を対象としている。

- ・熊野宮川橋（鋼多径間連続桁橋）：大泊IC
- ・国道311号跨道橋（鋼単純桁橋）：熊野IC
- ・熊野北部トンネル：大泊IC～熊野IC間
- ・熊野道路本線土工部、熊野IC土工部

3. 現行のBIM/CIMに関する概要

(1) BIM/CIM導入の目的^{1),2)}

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、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としている。

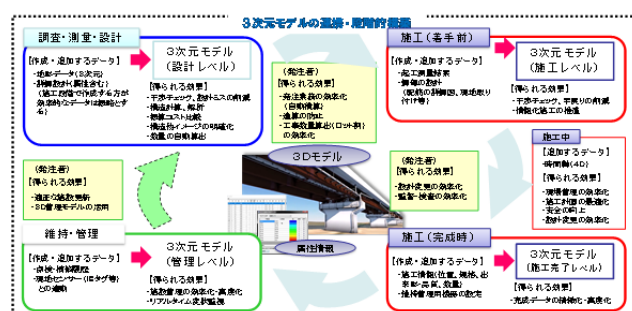


図-1 CIMの概念と3次元モデルの連携

(2) BIM/CIM導入による効果¹⁾

BIM/CIMの導入により、以下に示す効果が期待される。

- ①情報の利活用(設計の可視化)
- ②設計の最適化(整合性の確保)
- ③施工の高度化(情報化施工)、判断の迅速化
- ④維持管理の効率化、高度化

- ⑤構造物情報の一元化、統合化
- ⑥環境性能評価、構造解析等

(3) 設計段階におけるBIM/CIMの効果的な活用方法¹⁾

これまでの全国での試行業務を通じて、BIM/CIMを用いることで特に効果が認められた活用例は以下のとおりとなっている。

表-1 CIMの活用項目

主な活用項目	主な検証内容
設計打合せ(協議)	可視化による条件誤認等の削減、データモデルの共有による効率化等
地質モデルの活用	地質モデル活用による設計判断の迅速化等
設計比較検討	可視化による合意形成の迅速化等
関係機関協議	可視化による関係者協議の効率化、合意形成の迅速化等
景観設計・検討	可視化による景観検討の効率化等
現地踏査	現地の可視化による踏査作業の効率化等
3D-CADによる数量算出	数量算出作業の効率化
設計照査	可視化による照査作業の効率化
仮設・施工計画検討	施工ステップ可視化等による合意形成の迅速化

a) 可視化による関係者協議の迅速化、合意形成の迅速化

地元説明会等において、3次元モデルで説明することで理解促進が得られ、合意形成の迅速化が図られる。



3Dモデルを提示(PC画面のスクリーン投影)しながら、計画変更箇所を説明

図-2 地元説明会における3次元モデルの利用例

b) 数量算出の効率化

地形情報の3次元化により切土・盛土の土量を自動的に算出することができる。また、構造物の3次元モデルを作成し、構成部材毎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、部材や材料毎の数量を自動的に算出することができる。

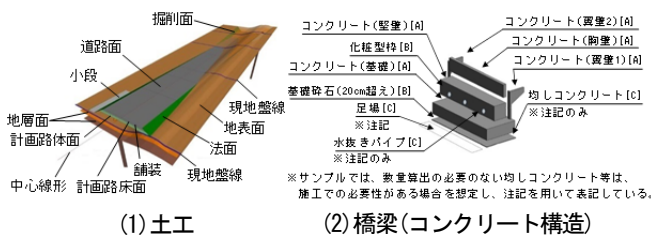


図-3 3次元イメージ

c) 可視化による照査作業の効率化

2次元図面を3次元モデル化することで、図面では気づきにくい不整合箇所を瞬時に確認でき、照査作業の効率化が図ることができる。

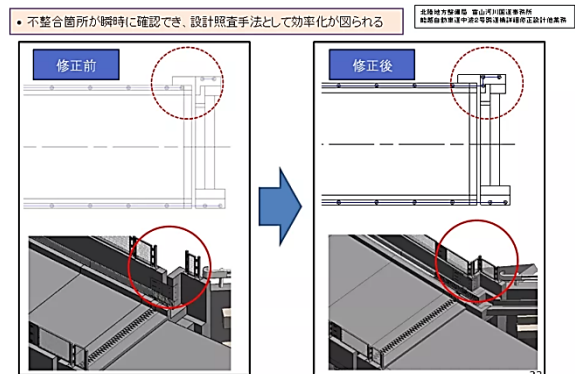


図-4 可視化による照査事例
(橋梁上下部工の接続位置)

d) 将来の点検・補修作業を想定した検査路の動線検討

橋梁の桁端部では、端横桁や支承で囲まれる狭隘な空間となることや制振ダンパー等の橋梁付属物が設置されることを踏まえ、将来の維持管理における点検作業や点検動線を可視化し、補修作業のイメージ等を設計段階において検討することで、維持管理時に非効率となることを未然に防止できる。

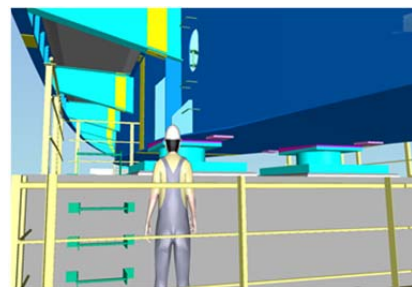


図-4 橋梁検査路の設置検証の例
(上部エマンホールへの動線確認)

4. BIM/CIM実施内容¹⁾

国土交通省が提唱するi-Constructionの取組において、ICTの全面的な活用を図るため、熊野道路における設計業務では、以下の項目の実施、検討を行っている。

- 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及びオンライン電子納品の試行
 - ③属性情報の付与
 - ④CIMモデルによる数量、工事費、工期の算出
 - ⑤CIMモデルによる効率的な照査の実施
 - ⑥施工段階でのCIMモデルの効果的な活用
 - ⑦その他：維持管理での活用を想定したモデル作成
- 前頁①～⑥に示した内容は、CIM実施計画書における

リクワイヤメントの全てを網羅した項目となるが、現状におけるCIMソフトや情報共有システムの開発状況を踏まえ、課題の顕在化や解決策の検討もあわせて実施する予定としている。

また、熊野道路における将来の維持管理段階でのBIM/CIM活用を想定し運用を図ることができるよう、維持管理を想定した設計段階での基本事項の作成についても検討・実施する。

5. 維持管理での活用を想定したモデル作成

(1) BIM/CIMの維持管理への導入イメージ

設計から施工を経て、維持管理へと引き継がれるCIMのデータは、3次元モデルと、それに付随した属性情報によって構成される。施工成果を反映し、維持管理段階に入ってから点検や補修履歴などの情報を積み増しながら成長していく。

ここで、将来の維持管理段階においては、GIS等を情報基盤として、調査、設計、施工の各段階で作成された各種データ（3次元モデル、属性情報）を一括管理し、関係者間のデータ共有・活用を図るようなイメージを想定する。

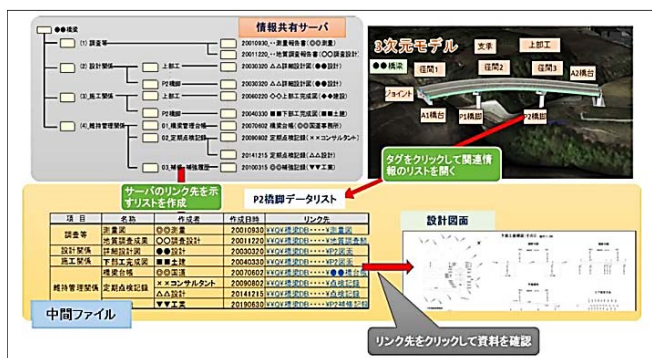


図-5 維持管理時における各種データの一括管理^③

(2) 維持管理時におけるBIM/CIMモデルの活用方法

a) 災害時・変状時に設計・施工時の情報を検索するためのモデル

CIMモデル内に設計・施工時の情報を付与しておくことで、開通後、構造物等に異状が発生した際に3次元モデル上での確認することができる。例えば、トンネルの施工時における切羽写真や、計測結果などを情報として記録しておけば、供用時に変状がおきた際に、原因究明に役立つものと考えられる。ただし、現状の維持管理手法では効果が小さく、部材毎に属性を入れる手間やデータ容量が大きくなることから現実的ではないため、維持管理方法の変更や情報を部材単位ではなく工事単位で管

理する等の検討が必要となる。

b) 点検結果の情報を付与するためのモデル

従来の橋梁やトンネルの点検調査から対象構造物の損傷位置等を把握することに手間が掛かっていたものを、点検に関する属性情報をCIMモデルに付与し、例えば変状の種類や健全度毎に色分けする等の機能により、変状のつながりの確認、補修範囲、および工法の検討を行うことで維持管理の高度化・効率化を図ることができる。

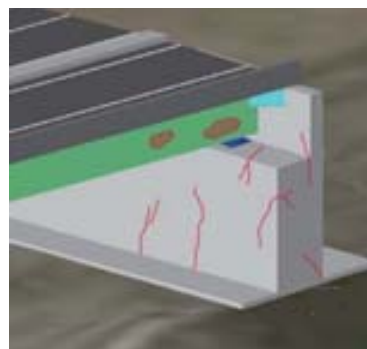


図-6 3次元モデルによる橋台の変状（ひび割れ状況）^④

(3) 維持管理時に向けたBIM/CIMモデル化の留意点

維持管理を目的とした属性情報の付加については、現時点において整備されていない状態ではあるが、点検要領で示される点検要素単位で属性を付与し、点検データを管理するとともに、点検要素モデルで可視化できるようにする必要がある。

表-2 維持管理に向けたモデル作成の要求事項^⑤

①	CIMモデルが適切な要素単位に分割されていること。
②	損傷程度等の属性情報をCIMモデル上で可視化できること
③	関連資料について、ハイパーリンク等を介してCIMモデルから外部参照できること。

以上のことから、CIMモデルとしては維持管理段階での活用を考慮し、点検要領に基づいた点検要素単位でモデルが分割されているのが望ましい。

しかし、設計・施工段階で作成されるCIMモデルは、住民説明用の可視化利用を想定した要素分割のないモデルや、施工手順のシミュレーションを目的とした単位で分割したモデルが主である。

また、契約図書化に向けた3次元モデル作成や数量算出、および詳細部の干渉チェックなどを行うような詳細度の高いモデルの場合、維持管理への属性情報として引き継ぐことはデータ容量の面からも現実的ではない。

つまり、維持管理に必要なデータを即座に取り出せるよう、必要なデータを維持管理に適した構造を持つデー

データベースに格納されることが必要となる。

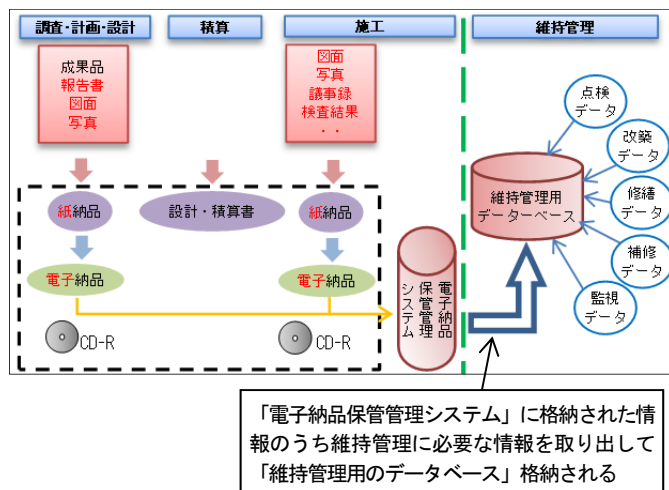


図-7 施工から維持管理への移行イメージ⁶⁾

(4) 現段階での維持管理時にむけた対応と配慮事項

維持管理で活用されるCIMデータは、最終的に位置や出来形・品質等の施工情報が加味されたモデルとなるため、設計段階においては施工者が活用しやすいようにモデル化を行うことにする。

また、将来の維持管理時において、点検要領等に基づいた点検要素単位でモデル分割や属性を付与する際に編集加工が容易となるモデルを設計段階で作成する。

例えば、鋼橋の場合、補剛材や吊り金具、ボルト接合部までモデル化された詳細度400レベル(契約図書化レベル)のモデルよりも板厚表現や部材分割を表現していない詳細度200レベル(住民説明用3次元イメージ)とすることで維持管理時におけるモデル作成が容易となる。

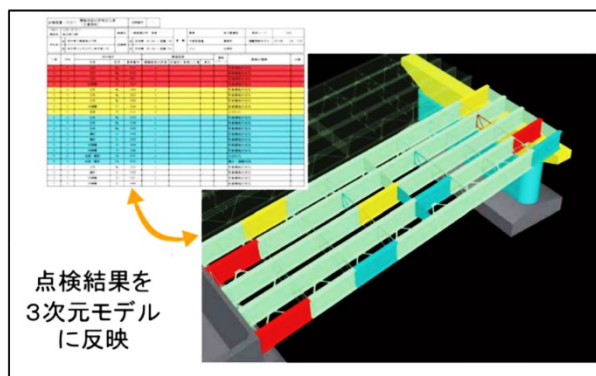


図-8 維持管理時における橋梁モデルの例⁵⁾

また、トンネルの場合、点検はセントル毎に結果を整理することになるが、このセントルのブロック割は施工時に施工者が決めるため、設計段階では支保パターン毎に区分し、施工段階でモデルを分割しやすいソリッドモデルで作成する。

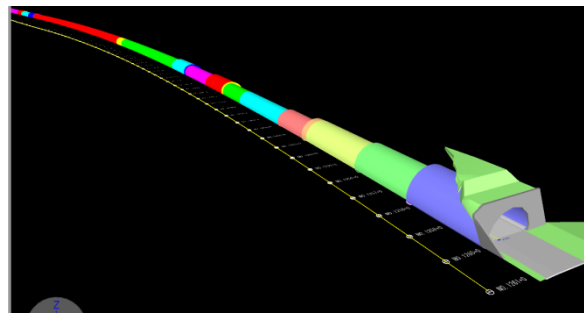


図-9 維持管理時におけるトンネルモデルの例

3次元モデルに付与する属性情報は、開通後の活用として、維持点検結果、設備更新等の結果を随時追加できるモデルとする必要がある。

ここで、属性情報は、3次元モデル作成ツールに直接保存する方法と、3次元モデルを統合して可視化できるソフトウェア（3次元モデル統合ソフト）のリンク機能を利用して付与する方法がある。

ただし、維持管理時においては、特定の3次元モデル作成ツールを利用してモデルの修正、変更等を行うことが少なく、また IFC のような3次元モデルの標準が定まらない現状では、維持管理時に修正が生じた際、3次元モデル作成ツールを複数用意することになるため現実的ではない。

また、3次元モデルの属性情報を将来にわたって更新させるとデータ容量が膨大になるため、属性情報は外部ファイルとして関連情報を保管することでデータ容量を最小限に抑えられる。

以上のことから、3次元モデル統合ソフトを利用することを前提としたCIMモデルを作成することとし、リンク機能を用いてCSV 形式等で任意に属性情報を付与する。

6. 結び

将来の維持管理に向けたBIM/CIMの活用を踏まえ、設計段階において必要となる検討を行ううえでの現時点での課題は以下の通りである。

- (1)BIM/CIMは将来的には設計施工モデルと維持管理モデルが共通の一つの1つのモデルで運用することが望ましいが、現段階では実現困難な状況である。まずはガイドラインに示される各段階の活用例を具現化できるモデルを使い分け、維持管理に適用できるCIMモデルを念頭に置いた効率的な作成を設計段階において行う必要がある。
- (2)現状では、工事発注や施工検討に向けたCIMモデル作成と、維持管理のモデルをそれぞれ作成する必要がある。限られた予算のなかで、対象事業において必要となるCIMモデルの作成を行う必要がある。
- (3)設計情報、施工情報、維持管理情報を一つの3次元ブ

ラットフォームで一元管理できるシステムの構築が必要となる。また、維持管理時において専用の3次元ソフトを利用しなくても閲覧できるような情報共有システムの活用をできるようにする必要がある。

今回は当事務所の取組状況の報告を行ったが、BIM/CIMが普及するには、全国的に積極的に活用していかなければ進まない。今回の事例報告が、他事務所を含めた中部のBIM/CIM活用につながることを期待したい。

参考文献

- 1) CIM導入ガイドライン(案)2018.3 国土交通省
- 2) CIM事業における成果品作成の手引き(案)2018.3 国土交通省
大臣官房技術調査課
- 3) CIMモデル作成仕様 【検討案】＜橋梁編＞2015.4 国土交通省 国土技術政策総合研究所
- 4) 3次元モデルを利用した橋梁の維持管理 2014.3 国土交通省
国土技術政策総合研究所
- 5) 維持管理での活用を目的とした橋梁のCIMモデル作成コスト
の検証 2016 土木学会論文集F3(土木情報学)Vol.72,No2
- 6) 維持管理とCIM JACIC news 2016 年9月号