

CIM導入ガイドライン（案）に準じた実効性の高いCIMモデル作成方法に関する一考察

藤田 玲¹・杉浦 伸哉²

¹正会員 株式会社建設技術研究所 技術本部新技術推進部（〒103-8430東京都中央区日本橋浜町3-21-1）
E-mail:r-fujita@ctie.co.jp

²正会員 株式会社大林組 土木本部本部長室（〒108-8502 東京都港区港南2-15-2）
E-mail:sugiura.shinya@obayashi.co.jp

平成24年度から開始したCIM試行業務・試行工事での知見を元に平成29年3月にCIM導入ガイドライン（案）¹（以下、「ガイドライン」とする）が策定された。CIMを試行ではなく活用段階として取り組んでいくべき今後の段階において、ガイドラインはその羅針盤となる。

本研究は、山岳トンネルを対象にガイドラインに準じて、施工段階で活用するためのCIMモデルを設計者が実際に作成することを通じて、ガイドラインの趣旨を踏まえたモデル化手法について検討を行う。これを、施工者がそのモデルを受領した際に、施工現場でどのように活用するか、必要な属性情報やその保持方法はどうすべきかについて、実務レベルの視点で検証する。

これらを通じて実践的なCIMモデルの作成方法について提案を行うものである。

Key Words : *Construction Information Modeling/Management, CIM implementation guideline, Mountain Tunneling*

1. はじめに

国土交通省が推進するCIMでは、2次元図面から3次元モデルへの移行による業務変革やフロントローディングによって、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。

CIMの試行期間においては各フェーズでの検証は進んだものの、フェーズ間で実際にモデルを流通させ、活用する上で必要なモデルや属性情報の持ち方について十分な議論はなされていない。

CIMは各フェーズを跨いで必要な情報を理解できる形で伝達することによって、効果を発揮することが期待される。次フェーズにおける具体的な活用方法が分かれば、作成すべきモデルや必要となる属性情報およびその付与方法が明確になり、CIMによる効率化に繋がるものと考えられる。

本研究では、ガイドラインに準じたCIMモデルを設計者が作成し、これを施工者の目線で活用できるCIMモデルとなっているかを確認するとともに、施工段階での活用方法について検討する。更に、維持管理段階での活用を考慮した場合に必要な属性情報、モデルの付与方法について述べる。

これら、今回の取り組みを通じて得た課題や知見を元に、ガイドラインに示すべき項目や今後検討すべき事項を提示したい。

2. 設計段階で作成すべきCIMモデル

山岳トンネルを対象とした設計段階でCIMを活用する目的は、関係者協議や、坑門工の形式検討・位置検討による設計品質の確保などが考えられる。ただし、これらはその用途にあった詳細度でモデル化を行うため、施工段階での活用には不十分であることや、設計成果の最終形と異なる可能性がある。そのため、これら検討で用いたモデル全てを施工工程に引き継ぐことは必ずしも効率化に繋がらないものと考えられる。ここでは、設計成果に合致しており、施工段階・維持管理段階で活用することを主目的として、ガイドラインに基づいたCIMモデルの作成方法について検討することを目的とする。

(1) CIMモデル作成ツール

今回のCIMモデル作成には、表-1に示すツールを用いた。

表-1 CIMモデル作成ツール

| ツール名 | 開発元 | バージョン | 対象 |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| Civil3D | Auto desk | 2017 | 道路線形,地形,構造物のモデル |
| Auto CAD | | | 坑口部,箱抜き等モデル |
| Navis Works | | | 統合モデル |
| トンネル設計補助システム | MTC | Ver.5.23 | トンネル断面の作成, 属性作成 |
| GEORAMA | CTC | 2017 | 地質モデル |
| Navis+ | | | 統合モデルへの属性付与 |

(2) 3次元モデルの作成方針

線形モデル：線形モデルは統合モデルで対象位置を把握するため、測点記号・番号と共に表示した。また、トンネル内で確認するために縦断を併せた道路中心に配置したものと、地形やトンネル外形等全体で確認するために縦断を無視してトンネルモデルの下に配置した2つの線形モデルを併用した（図-1参照）。

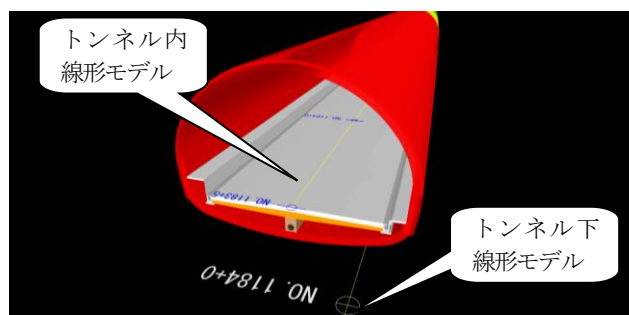


図-1 2つの線形モデル

地形モデル：一般部は国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）5mを用いた。ただし、坑門工周辺については実測地形平面図のデータを3次元モデル化するものとした。

地質モデル：トンネル設計では地質縦断図を作成し支保パターンの区分の根拠として示している。本モデルではこれを道路中心の縦断曲面に貼り合わせたモデルを作成した。

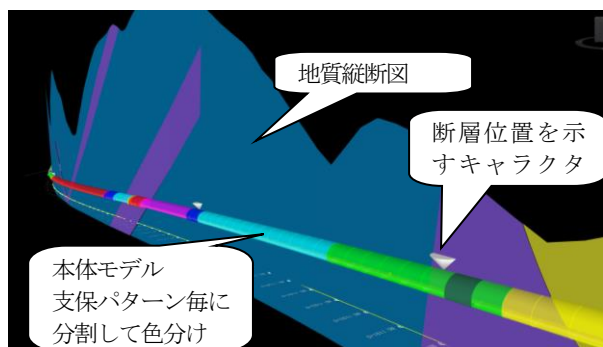


図-2 地質縦断モデルおよび本体モデル

また、設計段階から施工段階に引き渡すべき情報として断層位置が挙げられる。この表現として、トンネル頂点部にキャラクタを配置した。これにより視覚的に対象位置が把握できると共に、関連する属性情報を付与することが可能となる。また、設計段階の想定地層縦断図と現場状況を比較することで設計変更の要否判断に活用することが可能と考えられる（図-2参照）。

本体モデル：本体工のモデル化にはトンネル設計補助システム V5.23（エムティシー社）を用いた。トンネル設計で一般的に用いているツールであり、ソリッドモデルにて正確なトンネル断面形状を保持した3次元モデルの作成が可能である。本ツールは CIM モデル作成の省力化とともに IFC および DWG に出力できる。なお、支保パターン区分毎にモデルを分割し着色を分けた。

施設箱抜きモデル：施設の箱抜きについては設備配置が施工段階で変更になることが多いため、省力化のためにトンネル本体モデルの躯体内ではなく、対象位置の前面に配置した。なお、モデル化は箱抜き形状をソリッドで作成する（図-3参照）。

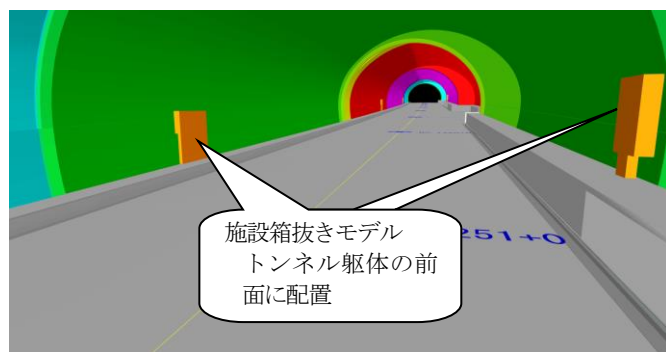


図-3 施設箱抜きモデル

(3) 属性情報について

施工段階においては、現場でCIMモデルを活用する際に統合モデルを活用すると想定されるため、今回は統合モデルをNavisWorks（Autodesk社）で作成し、Navis+（CTC社）を用いて属性情報を付与した。

ガイドラインでは属性情報の付与方法は「3次元モデルから外部参照する」方法を原則としている。また、トンネル編の設計段階の属性情報は支保パターン、ロックボルト、補助工法などを付与するものとしている。これらはトンネル設計補助システムでCSV形式で出力することが可能である。このCSVファイルの情報をNavis+を用いて、統合モデル上から属性情報を確認可能とした。

ただし、支保パターンや補助工法は数値で表示されても施工者が理解することが難しいため、トンネル内空断面を示す標準断面図とロックボルトや補助工法等を示す支保パターン図のURLを付与した（図-4参照）。

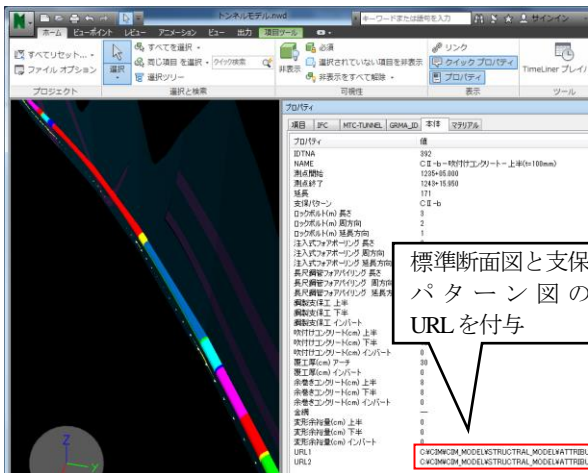


図4 トンネル本体の属性情報

3. 施工段階からのCIMモデルに対する要望

施工段階でのCIM活用はCIM試行工事のアンケート²⁾からも評価されているとおり、発注者のみならず施工関係者間の合意形成や、事前打ち合わせなどによる手戻り防止での効果が確認されている。

しかし、これらの効果についてはCIMの定義である「3次元形状」+「属性」のうち、「3次元形状」を利用した効果がほとんどであり、「属性」を効果的に利用したものは少ない。

一般的に利用される属性である「工程」については、今回の対象としたトンネルでは効果があまりなく、「コスト」についても施工段階で使うことのメリットがあまりない。

NATMトンネルにおいては、地山の変状管理が重要であり、通常管理としてA計測を実施している。今回このA計測の計測データを「管理属性」として利用することにより、従来の地山の挙動を管理測点のグラフによる管理から、3次元形状に計測状況を表示し施工管理に役立てる方法に変更した(図-5参照)。

ここで重要なポイントは、管理する単位が設計段階と異なる要素単位を用いるという点である。施工管理では、

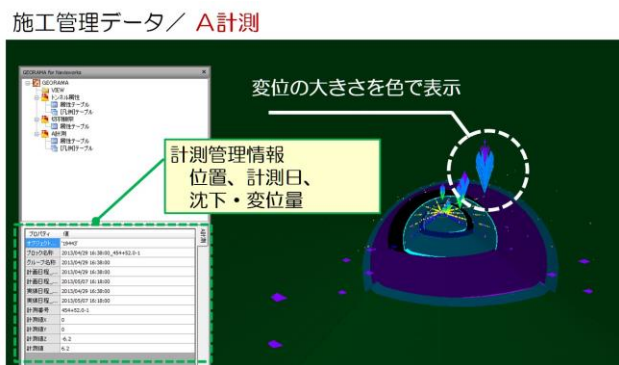


図5 計測情報を属性情報として利用

支保工毎に計測管理や切羽観察管理を行うが、設計段階では支保パターン毎に分割している。今回、設計段階で与えられた属性情報の「支保パターン」、「ロックボルト」、「補助工法等」についても支保パターン毎の属性として出力されているため、そのまま施工段階の属性として利用することはできない。

そのため、設計段階で付与した属性はあくまでも地山の性質を把握する参考情報として利用し、実際の施工段階においては地山の状況を判断する変位や切羽などを確認しながら、支保毎に判断していくことがトンネルでは重要である。(図-6参照)。

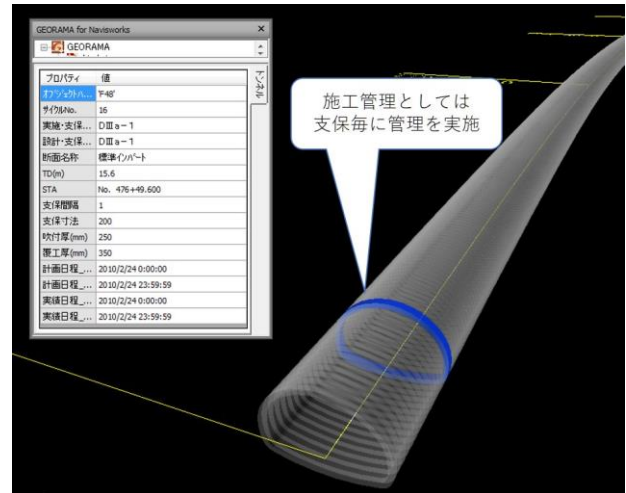


図6 支保単位の情報を表示

なお、ここで言う「施工段階」とはトンネル本体構造物の構築とともに、電気設備や舗装といったトンネル供用までの工事も含まれる。建設会社がトンネル本体構造物を竣工引き渡しした後で電気設備や舗装工事が行われるが、設計段階で計画されている電気設備工事を行う場所等は、施工段階で覆工コンクリート打設割の状況に応じて変更が余儀なくされることが多い。

そこで、電気設備などの情報を施工段階から引き渡すものとして次の様なものを考えた(図-7参照)。

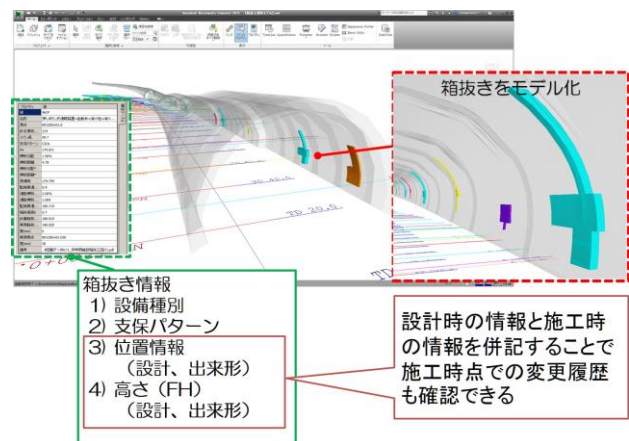


図7 電気設備情報を属性として表示

このような取り組みが次の工事のために引き継ぐ際に重要だと考えるが、施工会社も電気設備会社が工事段階で必要な情報が不明であることが多いため、今後ガイドラインの内容を拡充させるために重要である。

現在この取り組みを拡充させるために、実現場で実施中である。

4. 維持管理段階からのCIMモデルに対する要望

建設コンサルタントは点検や補修・補強設計、長寿命化計画策定など、多くの面で維持管理に携わっている。この立場での知見をもとに維持管理段階で活用するためのCIMモデルに対する要望を検討した。

山岳トンネルは断層位置や湧水の多い個所など地質状況が変状に大きく影響するため、維持管理段階でも大変有益な情報である。施工段階で修正・作成した地質縦断面図をトンネル中心に沿って配置し、断層や湧水位置を明示することが望ましい。

トンネル本体は、補助工法の種類と対象範囲や、不可視部分のコンクリート打ち継ぎ目位置が必要となる。インバートや道路空間内の内装版が配置されているところなど点検時に確認できない個所の精度の向上につながる。

これらの情報の3次元可視化によって点検時に留意すべき個所の把握や、変状に対する補修・補強設計時に原因を踏まえた適切な対策工法や補修範囲の設定につながるものと期待される。

5. ガイドラインに対する提案

(1) 明確な活用場面の揭示

今回の取り組みでは、施工者の視点および維持管理の視点から、CIMを活用する上で必要となるモデルおよび属性情報について検討を行った。具体的な活用方法を意識することで具体的なCIMモデルへの要望が明確になることから、ガイドラインにおいても効果が見込める活用

方法を具体的に明示することで、必要なモデル化や属性情報およびその付与方法が明確化すると考えられる。

また、他の工種においても今回活用したトンネル設計補助システムのようなツールの開発が望まれる。活用方法を具体的に明示することは、このようなモデル化ツールの開発にも繋がるものと考えられる。

(2) 活用方法を踏まえたファイル形式

現状のガイドラインではデータ交換のために、IFCとともにオリジナルファイル（今回であればDWG）の提出を求めている。現時点ではIFCにおけるデータ交換において、実際のトンネルモデルを施工で活用するための要件をみたしておらず、オリジナルファイルでの交換となった。今後のことを考えるとIFCによる形状と属性も交換するファイル形式を現時点で採用し進めて行くのが筋であろうが、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、効率化を優先すべきと考える。

6. おわりに

今回は、設計者、施工者、点検等維持管理業務の従事者という各立場において、ガイドラインに準じて作成したCIMモデルを「活用する」という視点の元に机上での検証を行った。その中でも様々なことに気づき、ガイドラインに対する要望事項があると感じた。実事業で検証できれば更に様々なことが判明すると想定される。これらの知見を的確にガイドラインに反映させる仕組みの構築が望まれる。

参考文献

- 1) 国土交通省, CIMのHP
<<http://www.mlit.go.jp/tec/it/>>
- 2) 第3回CIM導入推進委員会 資料-1, p5
<<http://www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/shiryoku3.pdf>>

CONSIDERATION ON CIM MODEL CREATION METHOD WITH HIGH EXECUTABILITY ACCORDING TO CIM IMPLEMENTATION GUIDELINES

Rei Fujita, Shinya Sugiura

CIM introduction guidelines were formulated in March, 2017 based on knowledge of CIM pilot work started from 2012. The guideline will be its compass at the future stage where CIM should be used as a utilization stage.

In this research, we will examine the creation method of CIM model conforming to CIM introduction guideline for mountain tunnel. We examine whether the constructor can utilize this CIM model on site. Through these, we propose a practical CIM model creation method.