

平成29年度

忍路防災関連工事におけるCIM活用事例について — 輻輳工事におけるCIM導入の効果と課題 —

小樽道路事務所 忍路防災関連工事安全連絡協議会 ○長屋 弘司
小樽開発建設部 小樽道路事務所 第1工務課 熊谷 信男
高久 博司

CIM (Construction Information Modeling/Management) とは、社会資本の計画・調査・設計段階から施工、維持管理までの各段階において3次元モデル (3Dモデル) を活用し、事業全体にわたる情報を関係者間で共有することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものである。本報告は、一般国道5号防災事業の一環として新設された忍路トンネルの舗装工事において、改良工事、電気工事、防災設備工事が工事区間内で混在する中、施工業者間の工程調整や地下埋設物の干渉チェック、標識・銘板等の設置位置の検討、現道接続部の施工ステップの検討にCIMを活用した事例を紹介し、その効果と課題を報告するものである。

キーワード：CIM

1. 忍路防災事業の概要

一般国道5号忍路防災は、小樽市忍路から小樽市桃内を結ぶ路線の落石崩壊等による危険箇所の解消を図り、道路の安全な通行の確保を目的とした延長約3.5kmの防災対策事業である。(図-1)

本事業は、平成20年度に着手し、平成29年度完成予定となっており、平成29年度は、忍路トンネルの舗装工事、電気工事、防災設備工事、明かり部の改良工事、舗装工事など15件の工事が実施されている。



図-1 忍路防災事業 位置図

2. CIM導入の経緯

本事業区間には、舗装工事、改良工事、電気工事、防災設備工事など複数の工事が混在している。土木工事と電気・通信・防災設備工事等において専門用語や設計図

面の表記に相違があると現場イメージの不一致が懸念される。工期や工事区域が重なる複数工事が混在する中、各施工業者が共通の現場イメージを持ち、打合せ等の迅速化を図り効率よく施工を行うため、CIMによる取り組みを行うこととした。

3. CIM活用事例

(1) 関連工事全体の工程管理に活用

事業を円滑に進捗させるため、各関連工事全体の工程調整が不可欠であった。そのため、忍路防災関連工事安全連絡協議会において関連する各工事の設計図を3Dモデル化して一つに集約し、輻輳する工事における施工順序の検討や、受発注者間及び施工業者間の打合せに活用した。3Dモデルを活用することにより、他工事の工程との関連や不可視部分の把握が明確になり、効率よい工程管理ができた。(図-2.1～図-2.3) (写真-1)

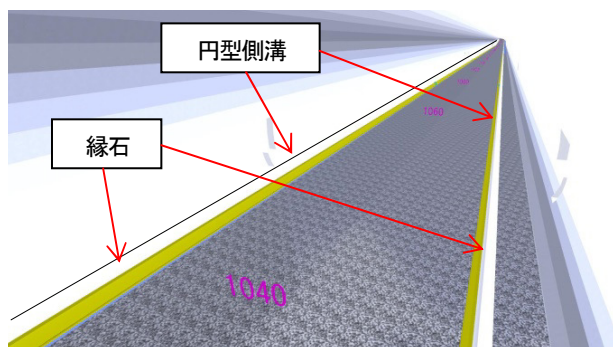


図-2.1 施工順序 (路盤工段階)

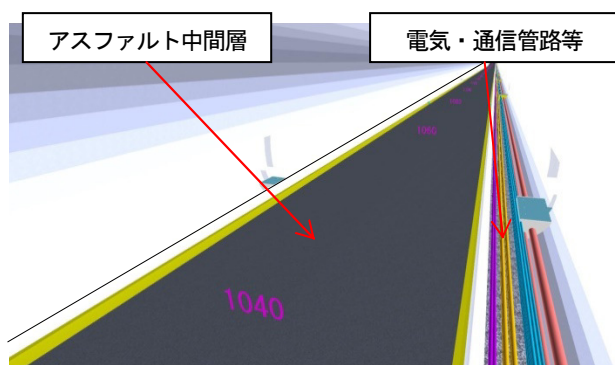


図-2.2 施工順序（AS中間層段階）

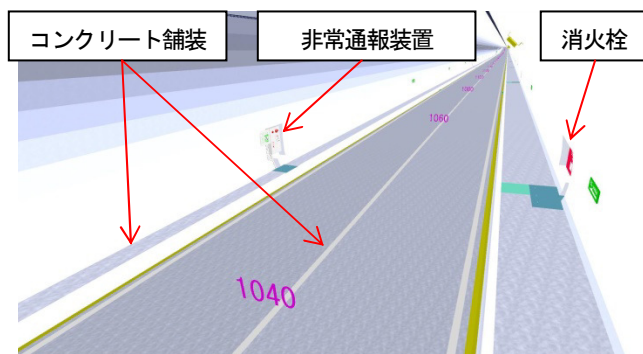


図-2.3 施工順序（Co舗装段階）



写真-1 忍路防災関連工事安全連絡協議会

(2) 情報化施工の設計データに活用

本工事の路盤工では、モーターグレーダによるマシンコントロール(MC)技術を採用した。そこで、3Dモデルから地理情報システム(GIS)で利用するためのTIN(Triangulated Irregular Network: 不整三角網)データを作成し、MCグレーダによる情報化施工の設計データとして利用した。(図-3)

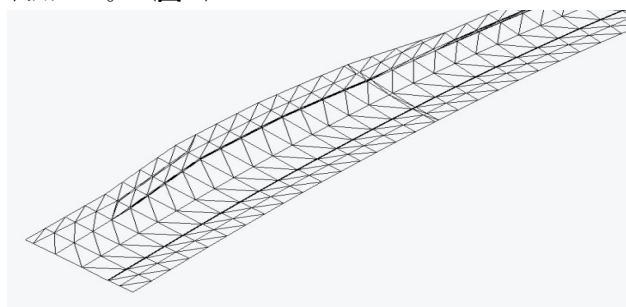


図-3 設計TINデータ

(3) 地下埋設物の干渉チェック

忍路トンネルの起点坑口付近は、排水管、電気・通信管路、防災用埋設管、消火栓本管・戻り管などの地下埋設物が複雑に配置されている。

施工前に地下埋設物を 3D モデル化して干渉の有無を確認したところ、SP=657.00 の R 側において道路横断する電気・通信管路（FEP 管 20 条）が防災用埋設管、消火栓管、排水管と、L 側においても排水管とそれぞれ交差していることが分かった。そこで、電気・通信管路を干渉している防災用埋設管や排水管等を避けて施工した。

(図-4.1)

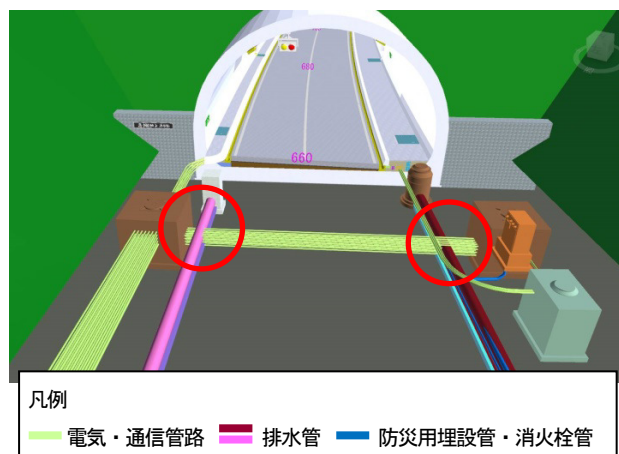


図-4.1 SP=657.00地点での干渉

SP=555.58 (L) においても、設置を予定していたトンネル警報表示板の基礎コンクリートが既設の横断排水管（フレキシブルパイプ φ300）と、同位置で電気・通信管路（FEP 管 28 条）が既設集水桝と干渉していることが分かったため、トンネル警報表示板の位置を変更して対応した。(図-4.2)

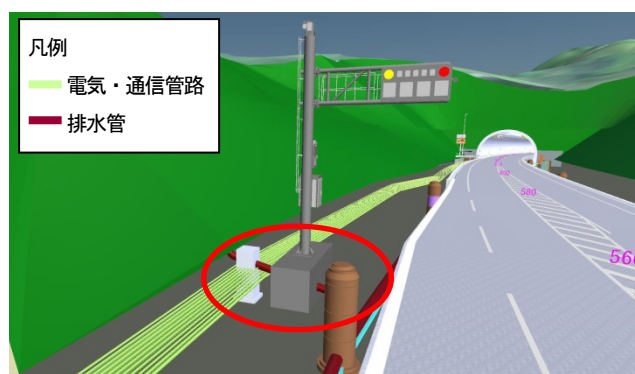


図-4.2 SP=555.58 (L) 地点での干渉

(4) 標識・銘板等の設置位置の検討

トンネル起点坑口手前に予告標識板を設置することとなっているが、効果的な設置位置を決定するため、事前に3箇所を想定して一般車両のドライバー目線での標識の見え方をシミュレーションした。その結果、ケース3の位置に設置することが最適であるとの結論を得た。

(図-5.1)

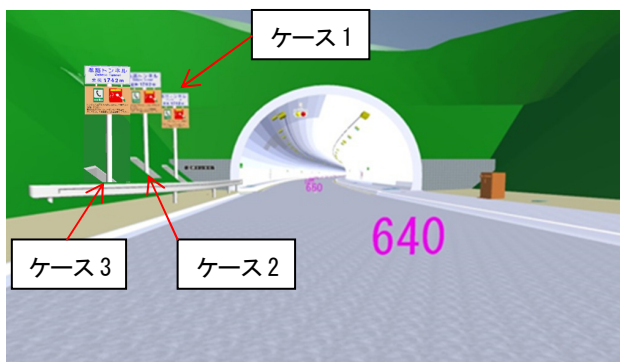


図-5.1 標識の設置位置の検討

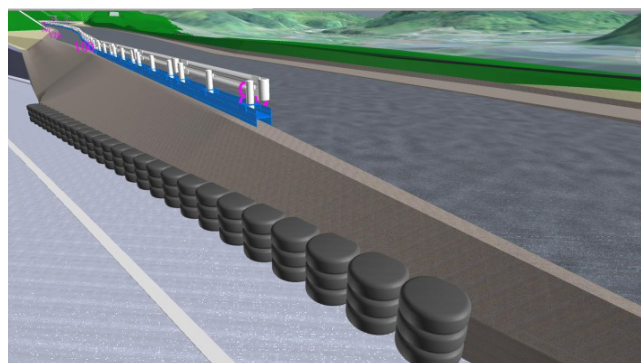


図-6.2 盛土処理 (SP=80.00)

同様にトンネル坑口に設置する銘板の大きさを「300×2000」と「300×1500」の二種類を想定し、同じくドライバーの目線で設置位置を検討した。その結果、銘板の大きさ「300×2000」を採用し、図示の位置に設置することとした。(図-5.2)

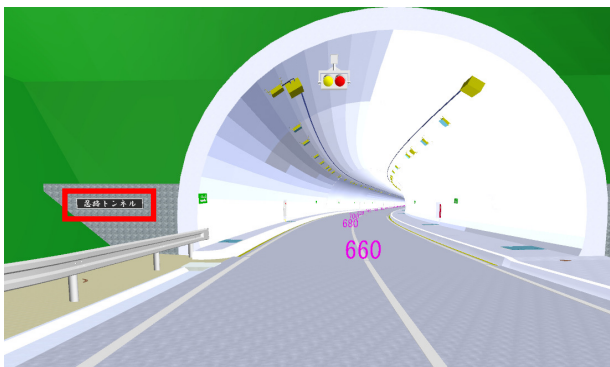


図-5.2 銘板の設置位置の検討

(5) 現道接続部の施工ステップの検討

新道と現道との接続部において、SP=80.00付近で段差が約110cm、SP=60.00付近では約50cmに及ぶため、適切な摺り付け方法が求められる。そこで、摺り付け部の3Dモデルで施工手順を検討した。SP=80.00付近の端部は盛土で土留処理を行い、現道部は2回に分けてレベリング舗装を行うよう計画した。3Dモデルを活用することにより、複雑な施工ステップや現場イメージを容易に理解することができた。

(図-6.1～図-6.5)

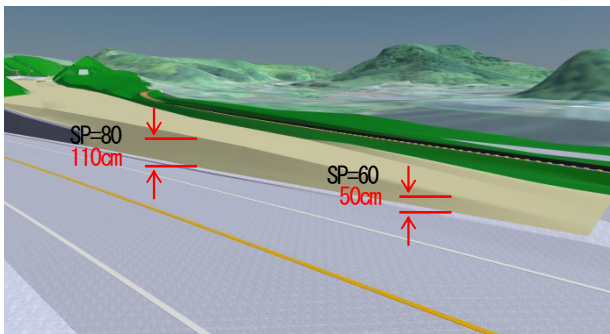


図-6.1 現道接続部の段差

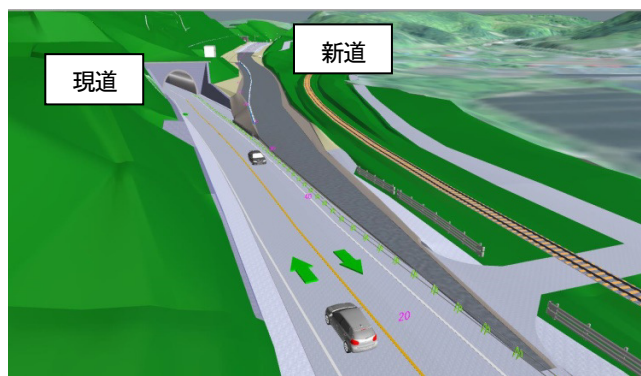


図-6.3 1次施工

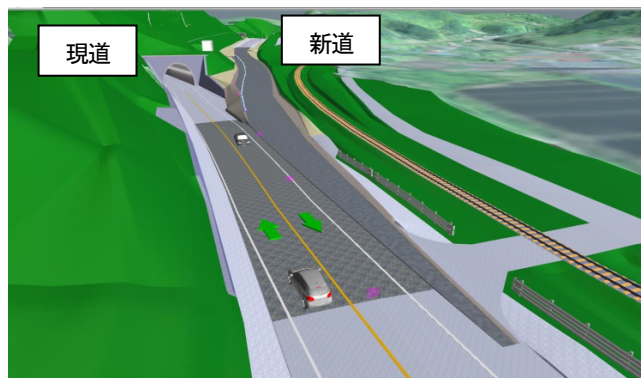


図-6.4 2次施工

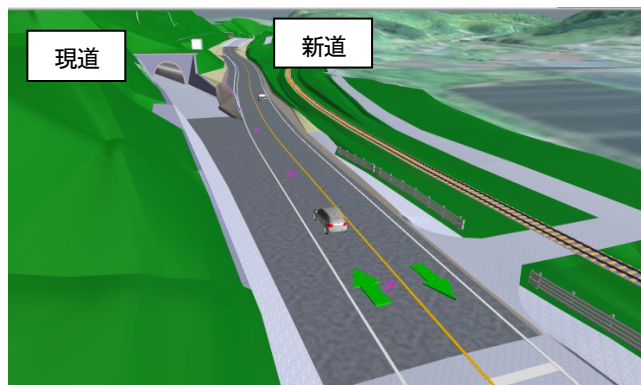


図-6.5 完成

4. CIM活用の効果

(1) 現場イメージの共有

今回のような工期や施工箇所が重なる複数工事が輻輳する場合、関連工事受注者間ではもとより発注者、関係官庁、地域住民との間においても共通の現場イメージを持つことが重要である。工事関係者が共通の3Dモデルを活用することにより相互理解を深め、工程調整や施工順序の検討など効率よい打合せを行うことができる。

(2) 施工計画段階での事前チェック

舗装工事や改良工事、電気工事、防災設備工事によってそれぞれ地下埋設管路を施工することから、相互の干渉に留意する必要がある。施工前に不可視部分の干渉チェックを行うことで、施工時に管路の損傷や手戻りなどの施工ロスを防止することができる。また、施工計画段階で、標識、銘板等の道路付属物の設置位置をドライバー目線で検討できる効果もある。（フロントローディング効果）

(3) 施工ステップの明確化

現道から新道への切り替えに伴い、起点部と現道接続部には、平面図では表現しきれない段差が生じるため、現道摺り付け部の施工手順の検討が必要であった。3Dモデルを活用することにより、完成形を立体的にイメージしながら施工ステップを作成することができ、あらかじめ施工前に問題点を抽出することが可能となるため効率よい施工が行える。

(4) 数量算出の簡素化

3Dモデルには、現況の地形情報に加え、計画の平面図や、縦横断面図、構造物の情報がすべて取りこまれている。あらゆる3次元の要素が相互に関連しているので、面積や体積などの算出が容易である。当初の計画に変更が生じた場合においても、変更に伴う数量の算出が容易に行える利点がある。

5. CIM活用の課題

(1) 費用負担

建設生産システムにおける業務効率化や高度化を図るため、積極的にCIMの活用を推進していかなければならない。しかしながら、高性能PCや3次元作成ソフトの購入など高額な初期費用が必要である。また、工事ごとに3Dモデルの作成、修正などに掛かる費用も発生することから、CIM活用の効果とそれに掛かる費用を的確に見

定めなければならない。CIMの導入に際しては、関係者間で費用負担についての意思決定が必要である。

(2) 技術者の不足

現時点において3Dモデルの作成には非常に時間を要するため、工事発注後に取り掛かると施工計画の立案までに間に合わないおそれがある。そこには、3Dモデルの作成技術者が不足している現状がある。技術者の養成が急務であるが、かなりの時間がかかると思われる。

(3) データの管理

CIMのデータは容量が大きいと、データのやり取りや保存、管理方法を事前に検討しておく必要がある。また、データを送信する側も受け取る側もソフトのインストールが必要となることから、PCへのソフト導入に制限のある場合には情報を共有することができないため、別のタブレットPC等を用意しなければならない。

(4) 運用の規模

受発注者間や施工業者間において、CIMを活用することで現場イメージを共有し、現場の見える化が図られて適切な打合せが行える。しかし、今回のように多数の施工業者が同時期に共通の3Dモデルを利用する場合においては、それぞれの工事内容や施工方法、技術レベルが異なるため、CIMの効果を全員が同じように実感できるとは限らない。

6. まとめ

本報告は、忍路防災関連工事安全連絡協議会の関連工事受注者間においてCIMを活用した事例である。今回のように複数工事の受注者間においても、共通の3Dモデルを使用することにより土木構造物を立体的に捉えることができ、各担当者が共通イメージを持って深く現場を理解できるようになると思われるが、新たな課題も含んでいる。

今回、3Dモデルに時間軸を加えた4Dモデルによる工程管理にも挑戦した。しかし、施工計画の段階で各関連工事の工程を3Dモデル上に作成することは可能であったが、気象条件などによる工程の遅延や各関連工事の工程変更を同じ3Dモデル上にリアルタイムに反映させることは非常に困難であった。

この体験をもとにさらに検討を重ねて、今後もあらゆる機会においてCIMの活用に取り組んでいきたいと考えている。