

山岳トンネル工事における CIM ガイドライン（案）に準拠したシステム開発と現場適用

株式会社奥村組 正会員 ○宮田 岩往, 徳永 満善
 国土交通省 東北地方整備局 非会員 吉田 光潤
 株式会社パスコ 正会員 五十嵐 善一, 宮辻 和宏

1. 背景・目的

国土交通省では、平成28年度より CIM 導入ガイドライン(案)を整備し、年度ごとに改定を実施している。(株)奥村組(以下、奥村組)と(株)パスコでは、この CIM 導入ガイドライン(案)に準拠したシステムを開発し、山岳トンネルの施工現場に適用してシステムの改良を行ってきた。本稿では、山岳トンネル工事の掘削段階から覆工コンクリート打設までの施工工程を CIM データで統合化し、現場適用した内容について報告を行う。

2. 適用現場の概要

適用現場は、東北地方整備局発注の国道106号片巢地区道路工事(以下、片巢トンネル工事)である。片巢トンネル工事は、宮古盛岡横断道路 宮古箱石道路(宮古～箱石)のうちの一工事であり、施工場所は岩手県宮古市川井～箱石地内、工期は平成29年12月14日～令和2年3月19日である。片巢トンネル工事のうち、全長559mのトンネル区間を対象に CIM を適用した。

3. システムの概要

(1) CIM ベースモデルの作成

CIM 適用を行うにあたり、最初に周辺環境を含めた設計モデルを3次元 CAD で作成した。当システムでは、3次元 CAD データを取り込み、施工時に一元管理できるベースモデル(図-1)を作成する。

(2) トンネル掘削段階での CIM 適用

当システムでは、施工管理に使用している測量・計測システムなどのデータを取り込み、見える化を実現している。当現場では、「地質調査ボーリング」、「切羽」、「支保工」、「削孔検層」、「先進ボーリング」の5つのデータをシステム連携した(図-2)。

トンネルの坑内変位計測データ「A計測データ」を利用し、変位収束状況を3次元モデルに時間軸を加えた4次元化を行った。切羽の位置情報と連動させることで、切羽の進行とトンネルの変位収束の関係を見える化できる機能の開発も行った(図-3)。

(3) 掘削後から覆工コンクリート打設段階での CIM 適用

当現場では、掘削時の吹付けコンクリート施工後と覆工コンクリート打設後に MMS を用いた3次元レーザ計測を行い、以下の項目について施工の効率化と高度化を実現した。なお、MMS によるトンネル坑内計測の精度確認¹⁾も実施している。



図-1 CIM ベースモデル

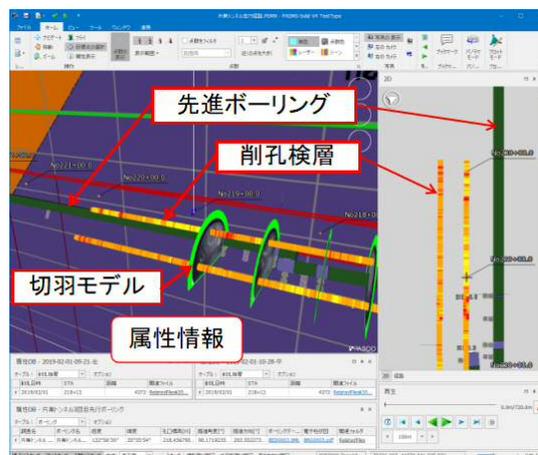


図-2 CIM データの統合管理

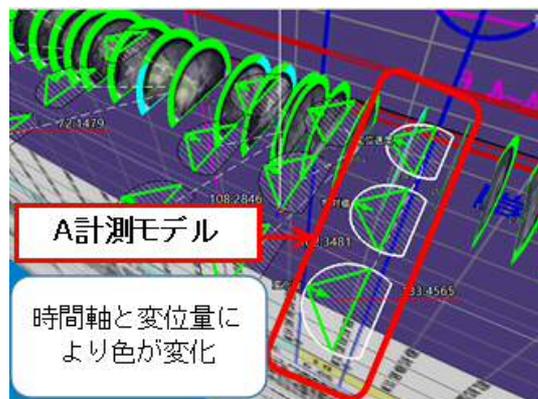


図-3 A計測データの4次元 CIM

キーワード 山岳トンネル, CIM, MMS, 3次元レーザ計測, 3次元点群データ

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝5-6-1 (株)奥村組 ICT統括センター イノベーション部 TEL 03-6631-4865

① 掘削時の設計断面確保（当たりチェック）

設計支保パターン標準断面図の覆工コンクリート断面とMMSで計測した3次元点群データから差分解析を行うことで、掘削断面の当たりチェックをトンネル全線で実施した。これまで断面評価だったものが任意の箇所でも評価できるようになり、施工品質の向上につながった（図-4）。

② 覆工コンクリート打設量の算定

当たりチェックの実施後に、吹付けコンクリート面の3次元点群データと覆工コンクリート打設面の設計モデルとを断面比較することで、覆工コンクリートの打設面積を計算した。セントル割付図の情報に合わせて打設面積を集計することで、1スパンあたりの打設に必要なコンクリート量の計算が容易に行え、現場担当者に好評であった（図-5）。

③ 支保工・ロックボルトの出来形確認

吹付けコンクリート面の3次元計測点群データを反射強度（Intensity）で表示することで支保工やロックボルトの配置および漏水位置などを確認できる（図-6）。これにより施工時の実績位置や数量確認が可能になるとともに、漏水位置情報など維持管理用データとして利用できると思われる。

④ 覆工コンクリート厚の確認

吹付けコンクリート面と覆工コンクリート面の2時期の3次元点群データから差分解析を行うことで、覆工コンクリート厚の計算を行った。解析結果によりヒートマップ評価（面的評価）を行い、トンネル全線に対して覆工厚が確保されていることを確認した。

当現場では、(1)から(3)の手順でCIM対応を行い、トンネル掘削段階から覆工コンクリート打設までの施工工程でCIMを有効に活用できた。

4. システムの特徴

本稿で報告したCIM適用を実現するために開発したシステムでは、以下の特徴を有している。

- ①CIM導入ガイドライン(案)に準拠した機能開発、②3次元CADのような高度な知識やノウハウが不要、③他の測量・計測システムデータの利用による2重入力の削減、④電子納品データとして利用できる

5. まとめ

奥村組では、開発したシステムを利用し、これまでに6つの山岳トンネル現場でCIM適用を行ってきた。これまでの適用実績により、山岳トンネル工事において3次元計測モデルや3次元点群データの活用できる場面が明確になってきた。今後は、コストパフォーマンスを上げていく方法を検討するとともに、トンネル内の3次元レーザ計測において、覆工コンクリートの内空断面の計測に合わせてコンクリートのひび割れ計測も可能にしていきたいと考える。

参考文献

- ・1)井関禎之, 其阿彌大祐, 五十嵐善一 他 MMSによるトンネル出来形管理への適用検証, 日本写真測量学会平成29年度秋期学術講演会発表論文集, pp. 93-96

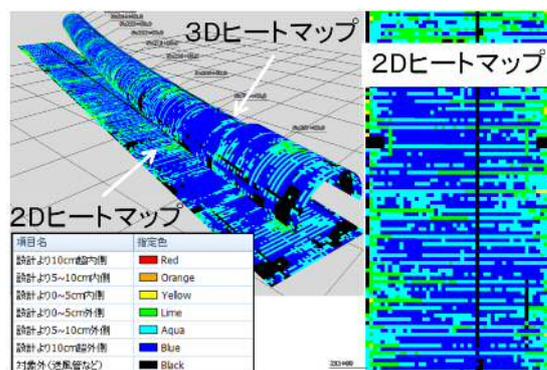


図-4 点群を利用したトンネル出来形評価

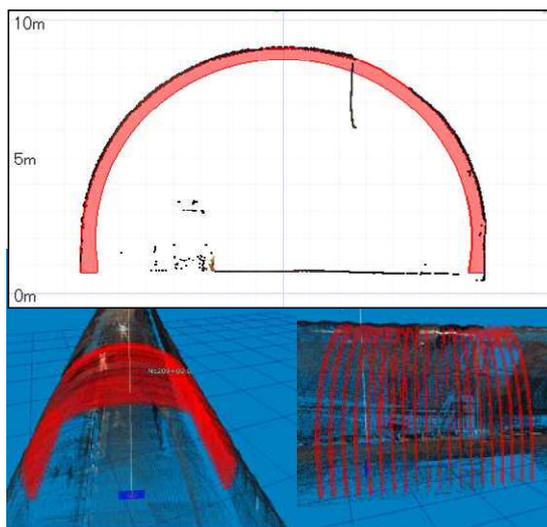


図-5 点群を利用したコンクリート打設量の算出



図-6 支保工、ロックボルトの位置確認