

山岳トンネル施工における BIM/CIM への展開を踏まえた統一的数据ベースの構築

戸田建設(株) 正会員○若竹 亮 正会員 関根一郎
 " 正会員 三上英明 正会員 生島直輝

1. はじめに

山岳トンネルの施工において、施工機械の進展に伴い様々な施工時データが入手可能となっており、施工時データを CIM モデルに格納することによる業務効率化が進められている^{1) 2)}。本研究では発破時の切羽穿孔やロックボルト打設時、および前方探査時の削孔データに対して、共通フォーマットを整備することで統一化を図るとともに、クラウドサービスを用いてデータベースを構築した。また削孔データを活用して、CIM モデルへの統合を視野に入れた地山の穿孔エネルギー3D 分布図を作成する手順を検討した。

2. 開発の背景

近年土木分野における機械の発達により、マシンガイダンスやマシンコントロールの開発が進んでいる。それに伴い、施工時の詳細なデータ計測、および収集が行われている。山岳トンネルにおいてもロックボルト自動打設機(図-1)による施工時データやコンピュータジャンボ(図-2)による発破時の削孔データの収集は、地山の状態を分析する新たな手段となっている。これらのデータは機械メーカーによりフォーマットが異なっており、分析を行う際は各メーカー独自のソフトを使用する必要がある。このことは多数の現場の施工時データの比較検討を困難にしている。

そのため多量の施工時データを取り扱うため、各メーカーの出力ファイルの共通フォーマットへの統一が有効であるといえる。さらにデータベース化することで、データ管理が容易になり、また容量の削減を図ることができる。

コンピュータジャンボの掘削データの活用事例として、穿孔エネルギーを算出して地山の強度を推定し、3Dモデルを作成する手法が開発されている³⁾。本研究では汎用の3DCADソフトを用いて3Dモデルを作成するとともに、施工時データの一元管理の必要性からCIMモデルへの統合を検討した。

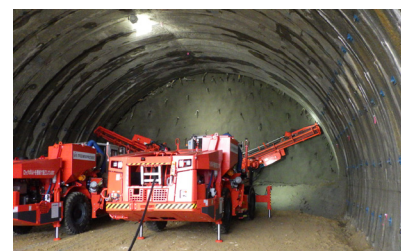


図-1 ロックボルト自動打設機



図-2 コンピュータジャンボ

3. コンピュータジャンボ、および穿孔探査システムによる削孔データの収集

近年山岳トンネルにおいて情報化施工としてコンピュータジャンボの導入が進められており、当社ではサンドビック社製セミオートコンピュータジャンボを導入している。コンピュータジャンボは、切羽装薬時やロックボルト打設時の削孔データ(削孔位置、打撃圧、削孔速度等)を記録する機能がある。この機能をより効果的なものとするため、削孔データの共有化の試行を進めている。データ共有化の手法として、図-3に

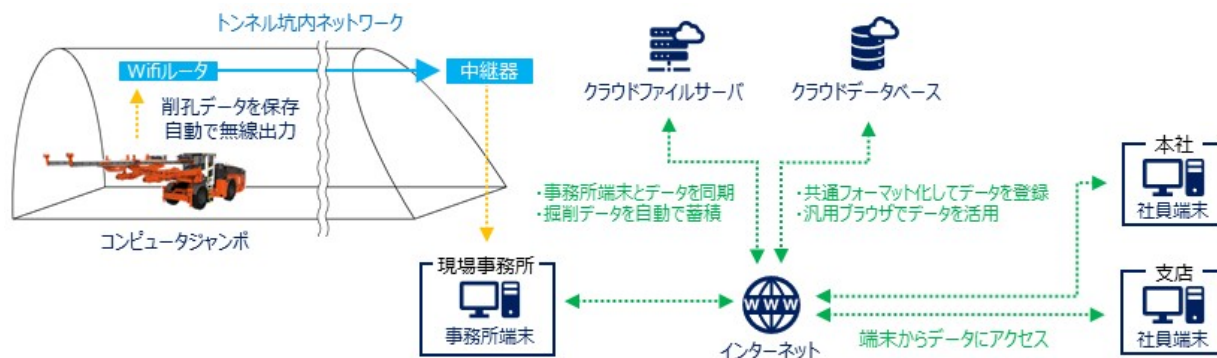


図-3 施工時データ活用ネットワーク

キーワード データベース化, BIM/CIM, 共通フォーマット, 共有化, コンピュータジャンボ

連絡先 〒104-0031 東京都中央区京橋 1-18-1 戸田建設(株) 技術開発センター TEL 03-3535-2641

示すように削孔データを自動で無線出力するシステムを構築した。手順は以下の通りである。(1) コンピュータジャンボで記録した削孔データを構内にある wifi ルータに自動で無線出力する。(2) 出力されたデータは坑内に構築したネットワークを通り、中継器を通して現場事務所の端末に記録される。(3) 現場事務所端末のディレクトリとネットワーク上のクラウドサーバを同期させることで、ネットワークを通してどこからでも穿孔データにアクセス可能とする。

4. 共通フォーマット化、及びデータベース化

コンピュータジャンボの出力ファイルは各メーカーで統一化しておらず、データを分析するためにはそれぞれのメーカーが作成した専用のプログラムを使用するのが一般的な方法となっている。異なるコンピュータジャンボを使用している複数の現場の削孔データを比較検討する際は、個別にデータを処理する必要がある。

本研究ではサンドビック㈱、および古河ロックドリル㈱の削孔データに対して共通のフォーマットを用意し、データの統一化を図った(図-4)。またこれらのデータは大容量となるため、データベースを構築して管理する手法を検討した。メンテナンスや安全性を考慮し、クラウド上にデータベースを構築する「Google Cloud Database(Cloud SQL)」を利用した。これはブラウザ上でデータを登録・管理することができ、操作も比較的容易であるため、多人数による運用に有効と考えられる。

5. 穿孔エネルギー3D 分布図の作成

コンピュータジャンボの削孔データの活用事例として、穿孔エネルギー3D 分布図を作成する手法を検討した。既存の方法では専用のソフトの使用が一般的だが、本研究では fortran にて穿孔エネルギーを算出し、3D 分布データを作成するプログラムを作成した。このプログラムは ACIS のソリッドモデルの形式のファイル(.sat)を出力する。ACIS ファイルは Autodesk Civil3D をはじめとした汎用 3DCAD ソフトに対応しているため、専用ソフトを用意する必要はない。これは今後必須となることが予想される施工時データの CIM モデルへの一元化への有効なツールになりえると考えられる。穿孔エネルギー3D 分布図の作成フローを(図-5)に示す。

5. まとめ

本研究における施工時データの統一化、および活用の試行は現段階では限定的なものであり、今後はその対象範囲の拡大を考えている。コンピュータジャンボの削孔データの利用については穿孔エネルギー分布の他に、AI を利用した切羽判定や発破設計等が考えられる。施工時データの 3D モデル化については他のデータもソリッドモデル化により CIM モデルへの統合が可能といえる。

施工時データの統一化、およびデータベース化は CIM において想定される 3D モデルによる一元管理の際に有効な手段となる。今後試行を重ねることで、より効率的なデータ管理手法を検討していきたいと考える。

参考文献

- 1) 国土交通省 BIM/CIM ポータルサイト : BIM/CIM 事例集 ver. 1, 2019. 11
- 2) 国土交通省 技術調査課 : CIM 導入ガイドライン 第6編トンネル編, 2020. 3
- 3) 山下雅之, 山本悟, 三井善孝 : ドリルジャンボ削孔データを使用した 3 次元地山評価システム(DRISS-3D)の開発, 西松建設技報 vol. 41, 2018



図-4 削孔データ
共通フォーマット



図-5 穿孔エネルギー
3D 分布図作成フロー