

山岳トンネル施工における削孔データフォーマットの共通化、及び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

近年情報技術の発達により大容量のデータを取扱うことができるようになったことで、施工時に取得できるデータを活用した高度な施工が可能になった。山岳トンネルにおいても施工機械の進展によりデータを活用した効率的な施工法の開発が進められている。本研究では発破時の切羽穿孔やロックボルト打設時、及び前方探査時の削孔データを効率的に活用するために共通フォーマットを整備するとともに、クラウドサービスを利用した統一的数据ベースを構築した。また、削孔データの活用としていくつかの試行を行った。

2. 開発の背景

建設分野では人手不足の解消や労働環境の改善の必要性から ICT 技術の導入促進が進められている。また昨今の社会情勢の急激な変化によりインフラ分野における DX の推進が急務となっている。山岳トンネルにおいてもコンピュータジャンボ（図-1）やロックボルト自動打設機（図-2）の開発により、削孔時のデータが取得できるようになったことで、地山強度情報を利用した高度な施工が可能になりつつある。

この収集される削孔データは大容量であり、また施工機械のメーカーによってデータの形式が異なるため、データへのアクセスや複数の現場のデータの比較が困難であるという問題がある。一方、国土交通省の直轄工事において 2023 年までに BIM/CIM の原則化が進められている¹⁾²⁾。今後 BIM/CIM モデルへの施工データの一元化は必須になることが予想される。

本研究では、削孔データに対して独自のフォーマットの整備、及びデータベース化の検討を行った。また収集した削孔データの活用として、穿孔エネルギーの 3D 分布図を作成し、BIM/CIM モデルに統合する手法、及び AI 切羽判定への応用について検討した。

3. 削孔データフォーマットの共通化

当社の山岳トンネルの現場では、複数のメーカーのコンピュータジャンボ、及びロックボルト自動打設機を導入している。これらの施工機械は削孔データ（MWD データ）を取得することができるが、この削孔データはメーカーごとにデータ形式が異なっている。

削孔データを分析する際は、各メーカーが用意している管理ソフトを用いる方法が一般的であるが、複数の現場やメーカーの削孔データを比較検討する場合は、データ変換等の前処理を行う必要があった。そこで、複数の形式の削孔データを一元的に扱うことができる独自の共通フォーマットを整備した（図-3）。

4. データ共有・データベース化

施工機械から日々出力される削孔データは膨大な量であり、これを整理するのは多大な労力がかかる。省力化を図るために自動でデータ収集



図-1 コンピュータジャンボ

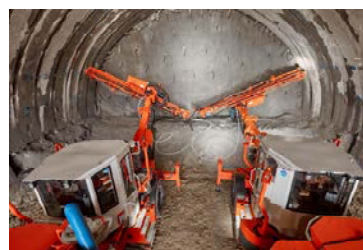


図-2 ロックボルト自動打設機

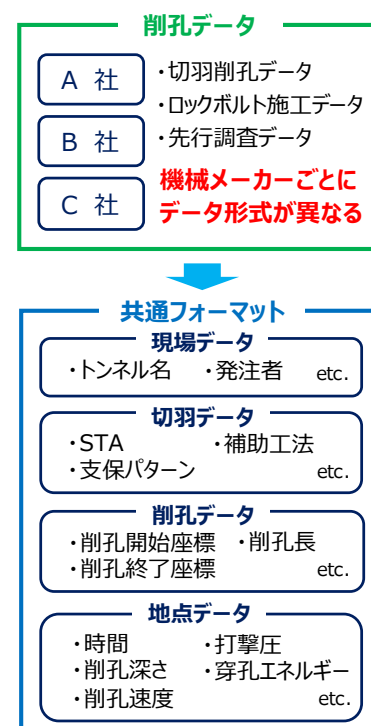


図-3 削孔データ共通フォーマット

キーワード データベース, BIM/CIM, 共通フォーマット, 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

を行う仕組み作りが重要だといえる．そこで坑内無線ネットワークを利用し、コンピュータジャンボ，及びロックボルト自動打設機により収集されたデータをクラウド上に自動送信するシステムを整備した．

また蓄積された削孔データを対象としたデータベース構築を試行した．プラットフォームとしてクラウド上にデータベースを構築する「Google Cloud Database」を利用する．これはブラウザ上でデータの登録・管理が可能であるため，多人数でのデータ管理に対応したシステムの構築が可能である．データベースの構造は，互いに関連付けられた複数の表で構成されるリレーショナルデータベースとした（図-4）．

5. 削孔データの活用

コンピュータジャンボ等の施工機械で収集した打撃圧・削孔速度等の掘削データから穿孔エネルギーを算出することで地盤強度を推定する手法が知られている³⁾．この地盤強度の情報を活用して以下の試行を行った．

1) BIM/CIM モデルへの地盤情報の統合

通常削孔データの可視化の際は各メーカーの専用ソフトを用いるのが一般的である．BIM/CIM モデルに施工データを統合することを想定し，削孔データから算出した穿孔エネルギー3D 分布図を汎用 CAD ソフト上で作成する手法を検討した（図-5）．手順は以下のとおりである．

- ① 削孔地点の穿孔エネルギーを算出
- ② 各地点の穿孔エネルギーを重み付け平均して 3D 分布を算出
- ③ 対象地盤を 3D メッシュで分割してソリッドモデルを作成
- ④ ACIS フォーマットの中間ファイル（.sat）を出力
- ⑤ 汎用 CAD に中間ファイルをインポート

2) AI 切羽判定への活用

現在 AI 技術を利用して切羽写真から評価点を予測する手法の開発が進められている．この手法は切羽写真から評価可能な項目（風化変質，割目間隔，割目状態）に対しては有効だが，画像から読み取ることが困難な地盤強度の判定には不向きといえる．そこで従来の AI 切羽判定システムに，判定対象の切羽の穿孔エネルギーから地盤強度を予測する機能を追加した．今後学習データとなる削孔データを蓄積し，試行を重ねることで地盤強度を高精度で判定できるシステムとなることが期待できる．

6. まとめ

本研究では，コンピュータジャンボやロックボルト自動打設機から出力される削孔データの一元化，及びデータベース化の試行を行った．削孔データの共通フォーマットについては，今後さまざまな形でデータを活用することを想定し，複数のメーカーの削孔データの項目を網羅する形式とした．データベースについては，現段階では対象となる施工データが限定的なものであるため，今後その範囲を拡大させていく予定である．

今後現場にて取得されるデータを集積し，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ている．

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

Local

Global

No	時間	削孔長	削孔No	...
1	2020/04/01/00:00:00	1.02	1	
2	2020/04/01/00:00:01	1.04	1	
3	2020/04/01/00:00:02	1.06	1	

No	削孔ID	切羽No	...
1	1-001	1	
2	1-002	1	
3	2-001	2	
4	2-002	2	

No	STA.1	STA.2	現場No	...
1	200	10	1	
2	200	11	1	
3	400	20	2	
4	400	21	2	

No	現場名	...
1	〇〇〇トンネル	
2	×××トンネル	
3	△△△トンネル	

図-4 データベース構造

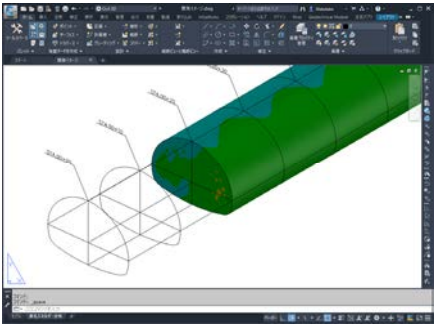


図-5 穿孔エネルギー3D 分布図