

AI 活用による山岳トンネル工事の生産性と収益向上を 実現するデータ基盤「DataPit」の構築

大関 正博*¹・谷 卓也*¹

Keywords : mountain tunneling, big data, machine learning, data-driven construction, T-iDigital Field, digital transformation

山岳トンネル, ビッグデータ, 機械学習, データ駆動型施工, T-iDigital Field, デジタルトランスフォーメーション

1. はじめに

山岳トンネル工事は、従来から情報化施工・設計の考え方に基づいて進められており、特に地山性状の不確実性が高いことから、各種の観測・計測データをリアルタイムに取得し、これを施工設計に反映する仕組みが整備されてきた。たとえば、国土交通省の示す「情報化施工推進要綱」(2020 年)では、ICT の導入による施工管理の高度化、ならびに設計照査のフィードバック型運用が推奨されている。こうした情報化施工は、特に山岳トンネルにおいて、事前地質調査だけで

は把握しきれない地山の不確実性を補いながら、安全かつ効率的な施工を可能にしてきた。

具体的には、掘削に伴って得られる切羽観察、坑内変位、削孔検層などのデータをもとに地山評価を行い、それに基づいて支保設計の見直しや施工ステップの再評価を行う手順が確立されている。また、従来は設計者がこれらのデータをもとに施工パターンを推奨した上で、再度施工から得られたデータを解析・比較検証するというループを繰り返すことで、精度の高い設計・施工を実現してきた。

山岳トンネル工事においては、施工過程で地山性状

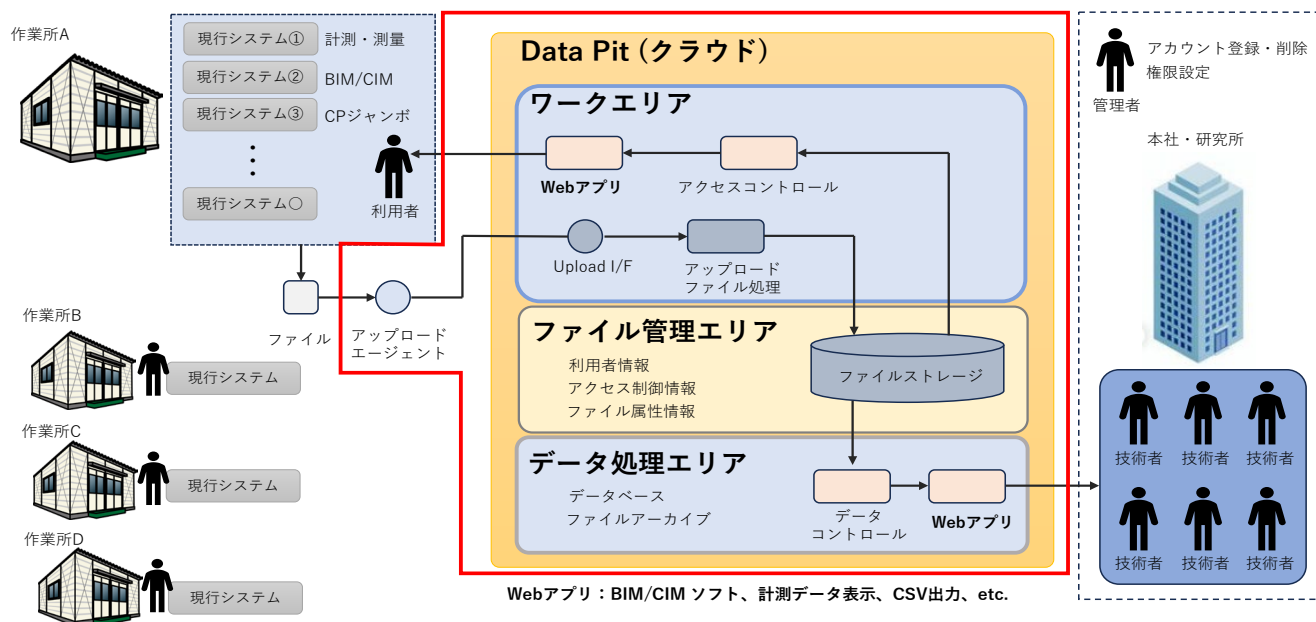


図-1 データ基盤「DataPit」の概略構造

Fig. 1 Schematic structure of the data platform "DataPit"

* 1 技術センター 生産技術開発部 地下空間技術開発室

の把握が困難であることから、切羽周辺の観察や計測を通じて地山評価を逐次行い、設計・施工へ反映させるサイクルが一般的である。しかし、これらの計測・観察データは竣工後に現場毎で散逸しやすく、全社的な活用が難しいという課題があった。また、AI や機械学習などの先進的手法を用いた分析においても、横断的なデータ蓄積がなされていないことがボトルネックとなっていた。

こうした背景のもと、当社では、山岳トンネルにおける膨大かつ多様なデータを一元管理・利活用可能とし、将来的なデータ駆動型（data-driven）施工への転換を目的としたデータ基盤「DataPit」の構築を進めてきた。本基盤は、現場負荷を抑えた形でデータを自動収集し、設計・施工の高度化、将来的には AI による施工判断支援に寄与するものである（図-1 参照）。

2. DataPit の構成

山岳トンネル用のデータ基盤「DataPit」の構成について述べる¹⁾。DataPit は、各作業所から得られる観察記録や計測データなどを、自動的にクラウド上にアップロード・蓄積するシステムである。現場側の業務負荷を抑えることを前提に設計されており、以下の 2 つの主要な構成要素からなる。

2.1 アップローダー

アップローダーは、現場で使用されている計測・観察システムと連携し、生成されるファイルを自動的に収集する仕組みである。DataPit では、トンネル計測システムやフルオートコンピュータージャンボなどの既存システムと API 連携を図り、フォルダ監視型のエージェントを通じて日々の差分データをクラウドに自動転送する。作業所のネットワーク環境に応じたスケジューリング機能により、通信帯域に影響を与えることなく夜間等に自動実行される設定も可能である。

既存システムでのデータ収集においては手動操作やリモートアクセスの限界が指摘されており、自動アップロード機構の導入により業務効率化とデータ品質の均質化が期待されている²⁾。また、ファイル種別（CSV、JPEG、PDF、TXT 等）のフィルタリング機能も備えており、不要なログや一時ファイルの排除にも対応している。

2.2 クラウドサーバー

クラウドサーバーは Microsoft Azure 上に構築され、ファイルストレージとメタデータ付きのデータベースにより構成される。アップロードされたファイルは、

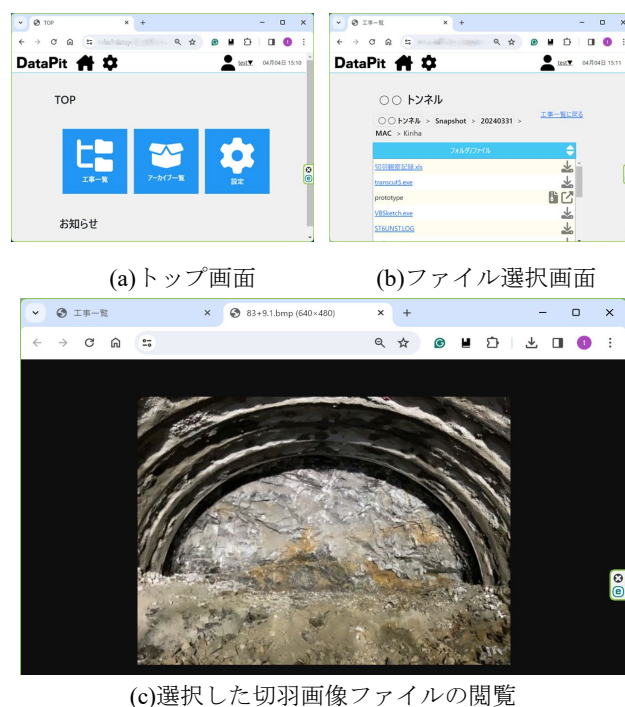


図-2 DataPit による各種データへのアクセス

Fig.2 Status of access to various types of data by DataPit

属性情報（取得日、トンネル名、計測種別など）とともにリポジトリに格納され、Web ベースの GUI からアクセス・閲覧・検索が可能となっている（図-2 参照）。

アクセス権はロールベースで設定されており、現場担当者は自身の担当現場のみにアクセスできる一方、設計部門や研究部門の技術者は横断的なデータ参照が可能である。ファイルは時系列や切羽番号などに基づきフィルタリングでき、クラウド上での可視化アプリ（BIM/CIM ビューア、長巻作成補助機能）との連携も図られている。なお、Azure 基盤の選定にあたっては、セキュリティと拡張性、API 連携性が評価されており、クラウド基盤を用いたデータマネジメント基盤の有効性を報告している。

3. データの活用

3.1 T-iDigital® Field との相違点

T-iDigital Field (TiDF) は、施工機械の稼働状況をもとに施工進捗を可視化し、作業の最適化を図るものである³⁾。たとえば、掘削サイクルを構成する作業内容（削孔、装薬、ずり出し、吹付け等）を判定し、換気設備やベルトコンベアーの最適制御に用いられている。

一方、DataPit は、地山評価を中心に構築された情報基盤であり、測定・観察・分析・評価という地質工学のサイクルをデジタル化することで、将来的に技術者

判断の高度化・自動化を支援する。

3.2 対象データ

DataPit に取り込まれるデータは、以下に分類される。

- ・ 施工前：地質踏査結果，ボーリングログ，物理探査結果等
- ・ A 計測：坑内変位（多点伸縮計，収縮計）
- ・ 地質観察：切羽写真，観察簿（NATM 観察）
- ・ 削孔検層：装薬孔，ロックボルト孔の貫通データ，削孔抵抗値
- ・ B 計測：支保材応力，空気圧，温度・湿度センサーデータ等

3.3 DataPit に附随するアプリ

DataPit は、今後多くの分析ツール，データ可視化ツールの搭載を予定しているが，ここでは現在開発が完了もしくは試運用が開始されている 2 つの機能（アプリ）について述べる。

3.3.1 長巻作成機能

長巻とは，巻物のように施工延長の地質データや既施工区間の計測結果をひとまとまりに見れるようにした資料である。特に，設計変更時には必要とされる資料であり，これらの資料を定期的に自動更新していくアプリである。これらの資料は，切羽観察時のスケッチ図や切羽写真から判定される地質境界情報をベースに，地質平面図を作成する機能も有しており，各データについても容易に確認できるようになっている（図-3 参照）。

3.3.2 BIM/CIM 連携機能

当社には先行開発し現場で使用されている T-CIM/Tunnel があるが，現在 DataPit をベースとした BIM/CIM に移行中である。TiDF との連携により，地質構造や計測結果を 3 次元モデルに統合表示する（図-4 参照）。クラウド上の地山分析 Web アプリにより，専門家がリアルタイムに状況確認・評価が可能となる。

4. DataPit の展開

DataPit は，今後以下のような高度活用を視野に入れている。なお，DataPit は単独の独立基盤としてだけでなく，現場で運用されている TiDF のアプリ群の一機能としても活用が進められている。TiDF は従来，施工機械の稼働や掘削サイクルの可視化を中心とした施工管理ツールであったが，DataPit の機能を統合することで，地山評価を含むより広範な施工支援が可能となった。

例えば，TiDF のトップ画面から DataPit の Web アプリにシームレスに遷移でき，現場で取得された切羽画

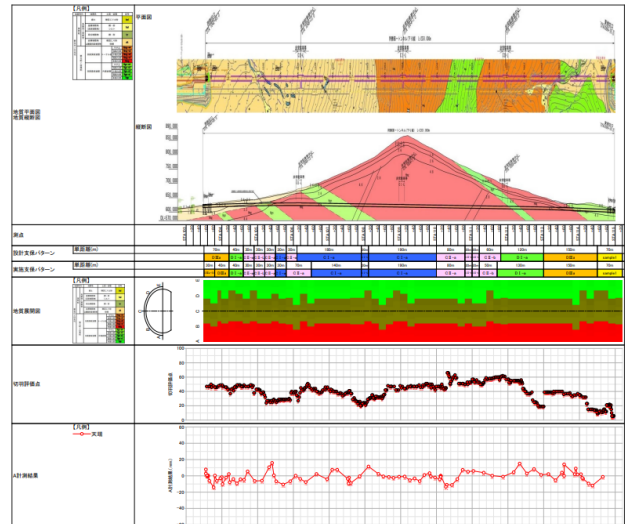


図-3 長巻資料の例

Fig.3 Example of a document that summarizes geological conditions and data at the time of construction on the horizontal axis of distance.

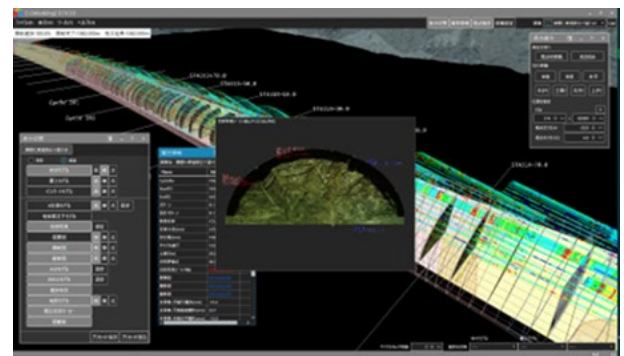


図-4 BIM/CIM 機能の例

Fig.4 Examples of data visualization with BIM/CIM apps.

像や計測データをそのままクラウド上で参照・分析できる。これにより，現場技術者は TiDF という一つの統合環境の中で，施工進捗管理から地質情報の評価までを一貫して行えるようになっている。

また，DataPit の本来の設計目的は，将来的な AI による施工判断の自動化や，地山評価結果に基づいたリアルタイムな施工指示の実現にある。すなわち，単なる情報閲覧の枠を超え，「データを基に施工を制御する」プラットフォームとしての活用が目指されている。これにより，施工の合理化だけでなく，設計変更や対策工の迅速化，さらには労働時間短縮と現場収益性の向上が期待されている。

4.1 AI による地質リスクの予測と判断支援

DataPit に蓄積された横断的な計測・観察データをもとに，AI や機械学習を用いて切羽前方の地質変化兆候

を抽出する研究が進められている。例えば、A 計測と切羽写真を組み合わせることで、地山のゆるみ長を自動推定し、支保パターンの最適提案が可能となる。

4.2 異常検知と早期警告

センサーデータや観察記録から異常パターンを自動で抽出し、施工遅延や災害リスクを事前に警告するシステムの構築も検討中である。

4.3 知見の共有と応札戦略への活用

施工履歴データを分類・タグ付けし、社内ナレッジベースとして蓄積することで、今後のリニューアル工事や 2 期線工事の応札時における説得力ある技術提案資料としても活用可能である。

5. まとめ

本稿では、山岳トンネル工事における地山評価の高度化と生産性向上を目的に開発されたデータ基盤「DataPit」について、背景、構成、活用事例、将来的

展望を述べた。DataPit は、属人的・断片的に管理されてきた地山情報を一元管理し、データ駆動型施工への転換を図る鍵となるものである。

今後は、BIM/CIM とのさらなる融合や AI アルゴリズムの導入により、「判断するシステム」としての進化を遂げるとともに、土木技術者の省力化・高度化・継承に資するインフラ DX の中核的基盤となることが期待される。

参考文献

- 1) 谷卓也，大関正博，坂井一雄，宮本真吾，大塚勇：山岳トンネル工事における地山評価用データ基盤の構築，第 79 回土木学会年次学術講演会，VI-1019，2024.
- 2) 阿子島学：現場計測データの収集・管理・可視化・分析が可能なデータマネジメント基盤の構築と山岳トンネル工事への適用，第 78 回土木学会年次学術講演会，VI-93，2023.
- 3) 片山三郎，石井喬之，三谷一貴，宮本真吾，千葉勇也：現場管理システム「T-iDigital® Field」の開発，大成建設技術センター報，第 56 号，p46-1-5，2023.