

データ利活用によるトンネル施工支援システムの開発

～（仮称）上曽トンネル本体工事（桜川工区）における適用事例～

大成建設(株)技術センター生産技術開発部 正会員 ○片山 三郎, 石井 喬之
大成建設(株)東京支店上曽トンネル作業所 正会員 三谷 一貴, 川野 雄毅
株式会社インフォキューブ LAFLA 非会員 田中 大輔

1. はじめに

当社は、DXにより生産システムの変革と働き方改革を実現することを重点課題とし、国土交通省が推進するBIM/CIM, i-Construction, インフラ分野のDX推進関連技術を基盤に、遠隔化・自動化・データ連携等の技術開発を進めている。T-iDigital Fieldはデータ利活用型の現場管理システムで（図-1参照）、土木DX施策の一環として開発した。このシステムはCPSの概念に基づくシステム開発手法を用いて、現場に点在するヒト・モノ・コトのあらゆる情報をデジタル技術により取得・分析・連携させるプラットフォームでデジタルツインを形成している。そして建設に関する様々な問題を予見し、これら諸問題を解決あるいは回避するための支援を施すことでミス・ロス・無駄を防ぎ、生産性や安全性を向上させることを目的としている。そして2020年度までに開発・現場検証を完了し、当社土木の全現場への実装を目標に拡張開発を継続している。また2020年度まではダム現場を中心に開発を進めてきたが、2021年度よりダム以外の工種にも展開を進めている。

そこで本論では、NATM工法で施工している（仮称）上曽トンネル本体工事（桜川工区）（以下、上曽トンネルと称す）においてT-iDigital Field上に集積したデータを分析し、トンネル工事における現場状況を可視化することで施工支援した適用事例について報告する。



図-1 T-iDigital Field 概要

2. トンネル用施工支援アプリケーションの概要

上曽トンネルにある全ての機械（43台）と人（55人）の位置・稼働データを当社開発のAI/IoTを活用したデータ取得エンジンにより取得した。これらの位置・稼働データは、T-iDigital Fieldのクラウド基盤上に集積し分析することにより、施工支援アプリケーションとして現場状況をリアルタイムに可視化することを可能にしている。今回、可視化した現場状況は、NATM工法で従来よりアナログ管理されている「人と機械のリアルタイム位置マッピング」「切羽サイクルタイムと機械の稼働時間」「人の入坑管理」の3つである。

(1) リアルタイム位置マッピングアプリケーション

アプリケーションは取得した機械と人の位置情報をマップ上にリアルタイムに表示することができ（図-2参照）、トンネル坑内と坑外においてもシームレスに位置情報を取得することが可能である。また表示する情報は機械の場合、稼働データから機械が停車しているか稼働中であるかを色分け表示でわかるようになっており、現場内に点在する機械の位置やダンプの接近等の把握が可能となり、機械を探す時間の削減や安全性向上にもつながる。さらに人（工事関係者）がどこにいるかもリアルタイムに把握でき、必要な人に必要な連絡・調整を迅速に行うことができる。



図-2 リアルタイム位置マッピング画面

キーワード CPS, DX, トンネル施工支援, トンネルサイクルタイム, 生産性向上
連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター生産技術開発部 TEL090-4914-5082

(2) 進捗管理モニタリングアプリケーション

NATM 工法では切羽での各作業工程にかかる所要時間（サイクルタイム）を常に確認し、どの作業工程に時間を要しているかを把握することは、生産性を向上させる上で重要な管理項目の一つである。従来は紙で記録するのが一般的であるが、全てのサイクルタイムを正確に記録するのは困難であった。本アプリケーションは切羽の主要機械の位置と稼働データから切羽での作業を読み取り、サイクルタイムを自動取得するアルゴリズムを実装した（図-3 参照）。また、取得情報として切羽サイクルタイム以外に、ずり出しダンプの詳細な運搬回数や発破を検知するセンサからの発破時刻データも併せて取得した。このアプリケーションによりリアルタイムな作業状況の把握と共に、日々のサイクルタイムの状況やどの作業で遅れが生じているか等が見える化されるので、即座に対策を検討したり、指示・是正等を迅速に行うことが可能になり、生産性を向上させることができる。



図-3 進捗管理モニタリング画面

(3) 入坑管理アプリケーション

従来、トンネルの坑口に入坑札を設置し、工事作業員の入坑状況を管理するのが一般的である。これに対し本アプリケーションは、T-iDigital Field 上に集積させた人の位置データを活用することで、人が坑内にいるか坑外にいるかを読み取り、その入坑状況を可視化した。このアプリケーションは web で閲覧可能となっており、どこにいても入坑状況を把握することが可能である。また有事の際の退避状況をどこからでも工事関係者全員で確認できるので、安全性の向上につながる。

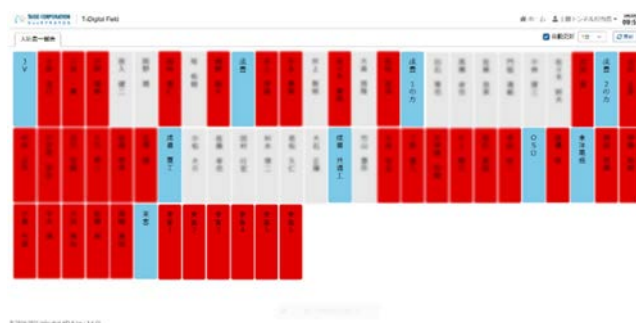


図-4 入坑管理画面

3. アプリケーション導入効果

今回、上曾トンネルにおいて T-iDigital Field のプラットフォーム上にデータを集積し3つのアプリケーションを現場適用した。その結果、従来、アナログで管理していたトンネル工事特有の管理項目をデジタル技術で代替できることを確認した。これにより web 上でデジタルツインを介して現場状況を常に可視化することが可能となり、実際に現場に行かなくても現場管理の一部を賄うことが可能となり、移動時間の削減に繋がった。また、サイクルタイムの可視化では、工事現場全体の大まかな進捗時間だけでなく、ブレーカによる浮石除去作業や装薬時間など細部に渡る部分まで状況が可視化できたことから、きめ細やかな改善・対策を講じることが可能となり、生産性向上に繋がるものと期待できる。

4. まとめ

T-iDigital Field の導入により、従来からの現場管理事項をデジタルデータとして蓄積・活用してアプリケーションを構築することで、現場状況の可視化に有効であることがわかった。また今回のトンネル工事での適用事例により、当初ダム工事で開発したシステムをトンネル工事にも適用でき、汎用性が高いシステムであることが確認できた。よって建設現場のあらゆるモノがデジタルデータとして取り扱われることで CPS は好循環を生み、データドリブンな施工管理に発展していくものと期待できる。今後とも改良・拡張をおこないながら、本アプリケーションによる施工支援システムを更なる他工種の現場に適用を増やしていく予定である。