

DX 技術を活用した山岳トンネルの計測管理と遠隔臨場による岩質判定の試行について

安藤ハザマ 正会員 ○天童 涼太

山根 丈

正会員 平方 宏朋

正会員 日向 哲朗

国土交通省 中部地方整備局 諸角 和也

1. はじめに

山岳トンネルでは、適切に観察や計測管理を行い、切羽の状況や既施工区間の支保部材、周辺地山および周辺構造物の安全性を確認するとともに調査、設計段階では把握できていなかった地山情報を取得していくことで、トンネル現場の実情に合った設計に修正してことが重要である。

しかしながら、従来の観察や計測管理において、計測データは計測断面毎に帳票が出力されており、切羽状態との関連性を直感的に捉えることが困難である。そのため、取得したデータの評価や分析は、担当技術者の知識や経験に依存する部分が多いのが実情である。また、近年は、移動時間の短縮やコロナ禍による受発注者の接触機会の低減を目的として遠隔臨場の普及が進んでおり、今後もそのニーズが高まると考えられる。

このような背景のもと、山岳トンネルの計測管理の効率化を目的として、坑内変位および切羽観察記録などのデータを仮想空間上で「見える化」するシステムを構築し、国土交通省中部地方整備局発注の令和3年度中部縦貫坊方トンネル工事に適用した。また、本システムを活用し、遠隔臨場による岩質判定を試行し実用性の検証を行った。本稿では、本システムの現場実証によって得られた効果について報告する。

2. 令和3年度中部縦貫坊方トンネル工事の概要

令和3年度中部縦貫坊方トンネル工事は、中部縦貫自動車道の一部を構成する高山清見道路のうち、岐阜県高山市丹生川町に位置するトンネル延長 L=1,422m（工事延長 L=1,600m）の工事である。

図-1 に本工事の概要を示す。本工事は、建設現場におけるイノベーションを推進するため、発注時に研究開発段階にある新技術の現場実証等を技術提案として求める新技術導入促進（II）型工事である。

本稿で報告する内容については、上記の制度を活用して取り組んだものである。

3. システム概要

3.1 仮想空間上での計測データの見える化

図-2 に示すように坑内変位やロックボルトの軸力などの計測データと切羽写真と併せて CIM に統合表示する。

坑内変位は、ベクトル表示され、変位量の大小に合わせてベクトルの大きさも変化し、管理レベルに応じて色分け表示される。また、ロックボルトの軸力についても、軸力の大きさに合わせて色分け表示される。

さらに、VR を活用することで、仮想空間上でこれらのデータを閲覧することができるシステムを構築した。

写真-1 に VR によるデータの閲覧状況を示す。



工事名：令和3年度 中部縦貫坊方トンネル工事
発注者：国土交通省 中部地方整備局
施工者：株式会社 安藤・間
工事場所：岐阜県高山市丹生川町町方～坊方
工期：令和4年1月31日～令和7年2月28日
工事延長：L=1,600m（トンネル延長L=1,422m）
掘削方式：機械掘削方式（NATM）

図-1 工事概要

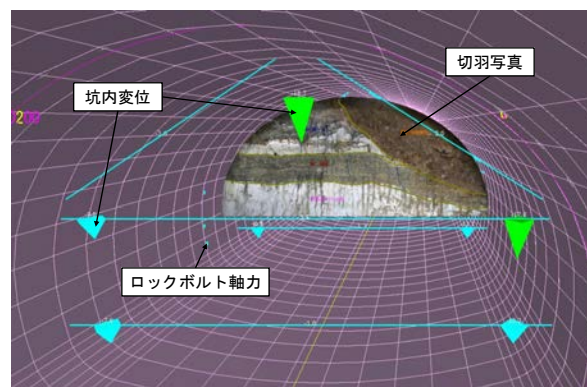


図-2 CIM に統合表示される計測データ

キーワード 山岳トンネル, DX, 計測管理, CIM, 遠隔臨場

連絡先

〒105-7360 東京都港区東新橋 1-9-1 (株)安藤・間 TEL090-1053-4831

VRゴーグルを着用し、手元のリモコンを操作することで、計測データの評価結果と切羽状態の関連性を視覚的に捉えることが可能となる。

3.2 仮想空間上を活用した遠隔臨場

トンネル坑内のカメラを用いて撮影した切羽映像を受発注者間で共有することで、遠隔臨場により岩質判定を実施する仕組みを構築した。

カメラは写真-2に示すように切羽全体を撮影するための固定カメラと割れ目間隔や風化度など地質を詳細に観察するためのウェアラブルカメラの2台を使用する。

また、遠隔臨場による岩質判定を実施する際は、カメラ映像に加えて、坑内変位やロックボルトの軸力や切羽写真が統合表示されたCIMを共有する。

4. 現場実証によって得られた効果

4.1 遠隔地における切羽状況の把握

トンネル坑内のカメラを用いて撮影した鮮明な切羽映像に加えて、仮想空間上に表示される坑内変位やロックボルトの軸力などの計測データを活用することで、遠隔臨場による岩質判定において切羽の状態と計測データの関連性を視覚的に捉えることが可能となり、正確で総合的な判断が可能となることが確認できた。

写真-3に遠隔臨場による岩質判定の状況を示す。

4.2 移動時間の短縮による生産性向上効果

本工事では、発注者事務所から、トンネル現場までの移動に往復1時間程度の時間を要しており、発注者にとって移動時間は大きな負担となっているのが実情である。

本システムを有効活用することで、移動時間の短縮による生産性向上効果が期待できる。

さらに、岩質判定の際に切羽付近に立ち入らず、切羽状態を評価することが可能となるため、肌落ちによる災害のリスクも低減され、安全性が大幅に向上する。

5. おわりに

本工事では、山岳トンネルの計測管理の効率化を目的として、坑内変位および切羽観察記録などのデータを仮想空間上で「見える化」するシステムを構築した。

また、構築したシステムを活用し、遠隔臨場による岩質判定を試行することで、移動時間の短縮による生産性向上効果や切羽付近への立ち入りをなくすことによる安全性向上効果も確認できた。

しかしながら、本システムの運用においては、仮想空間におけるモデル作成等に大きな手間と時間を要しているのが現状であり、今後、全国のトンネル現場に幅広く展開していくためには、これらの作業の効率化が課題となる。また、現時点では、VR機器等の導入にかかるコストは大きく、これらの費用負担については、受注者のみでの対応となると、大きな負担となる。今回の新技術導入促進（II）型工事の制度のように、官民一体となった取組みが、今後のさらなる新技術の開発、導入促進に繋がると考えられる。



写真-1 VRによるデータの閲覧状況



写真-2 切羽映像を撮影するカメラ
(右下：ウェアラブルカメラ)

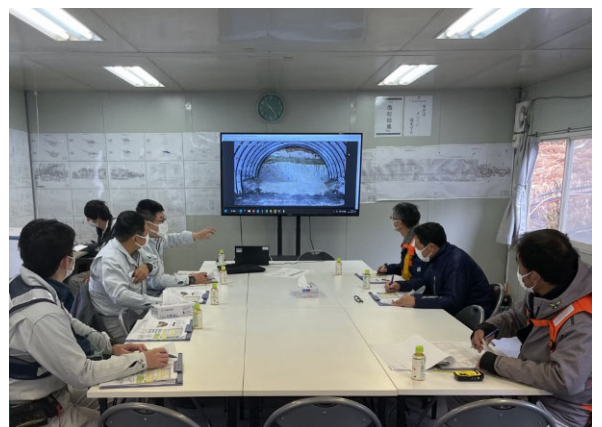


写真-3 遠隔臨場による岩質判定