

2023 年 3 月 28 日

株式会社 竹中土木
株式会社 演算工房
日鉄ソリューションズ株式会社
株式会社 リコー
国土交通省 東北地方整備局

トンネル工事現場にローカル 5G 活用 バーチャル空間での 360 度ライブストリーミングにより 遠隔地からリアルタイムで施工状況の確認を実現

株式会社 竹中土木（本社：東京都江東区、取締役社長：竹中 祥悟、以下「竹中土木」）、株式会社 演算工房（本社：京都府京都市、代表取締役：林 稔、以下「演算工房」）、日鉄ソリューションズ株式会社（本社：東京都港区、代表取締役社長：森田 宏之、以下「NSSOL」）、株式会社リコー（本社：東京都大田区、社長執行役員：山下 良則、以下「リコー」）の 4 社は、国土交通省が目指すデジタルツインの実現に向け、トンネル工事としては初めてローカル 5G とバーチャル空間での 360 度ライブストリーミングを活用し、遠隔地からリアルタイムで施工状況を自由視点で確認できるシステムを構築しました。福島県下郷町にある国土交通省東北地方整備局発注の「国道 121 号湯野上 2 号トンネル工事」にて 1 月より開始した実証実験にて活用し、このたび国土交通省の実証確認を得ましたのでお知らせします。



- 写真左：発注者が郡山国道事務所にて VR ヘッドセットを装着し現場状況を確認する様子
- 写真中：受注者が下郷町の現場事務所にて VR ヘッドセットを装着し現場状況を説明する様子
- 写真右：サポート役が横浜市の自宅からテレワークにて施工状況確認を支援する様子



- 写真左：トンネル内に設置されたローカル 5G 基地局
(重機での誤破損防止のため、蛍光対策が施されている)
- 写真右：同上拡大写真

今回の土木工事現場である「湯野上 2 号トンネル」は、会津縦貫南道路湯野上バイパスの中で最も長い約 2.5kmのトンネルです。今回の湯野上バイパス整備は観光期の混雑緩和、落石崩壊や線形不良といった交通支障箇所の整備、南会津地方の住民の救急医療へのアクセス性の向上を目的としています。



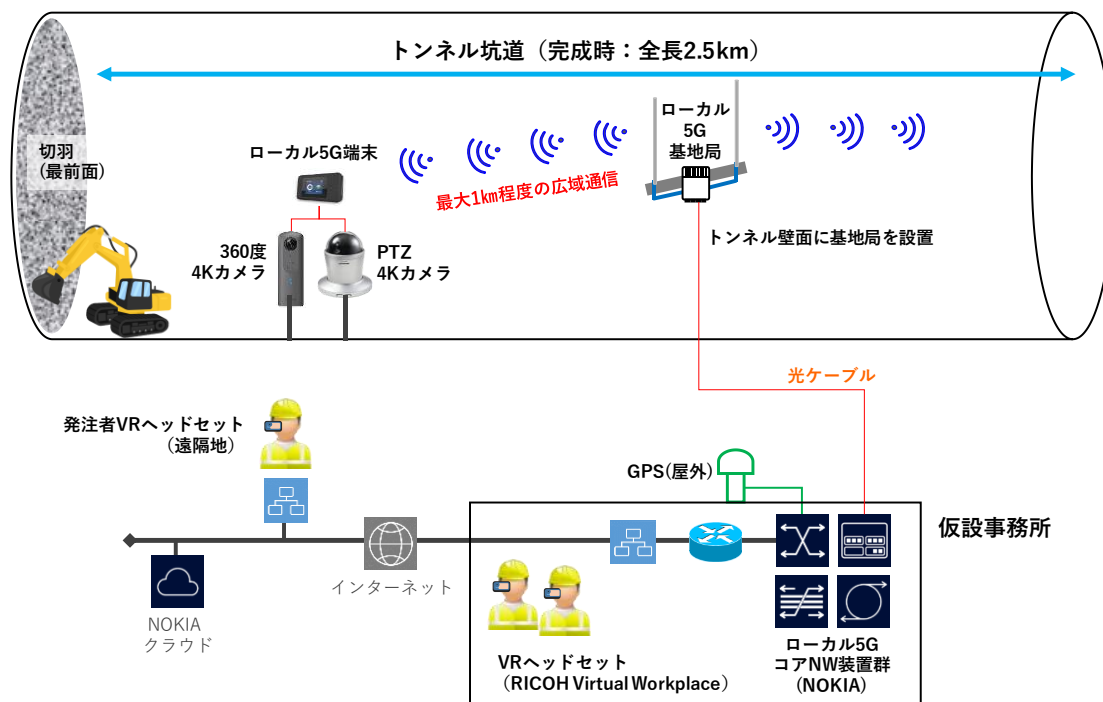
- 写真左：トンネル工事の切羽（きりは）での掘削状況
- 写真右：トンネル工事現場内部

トンネル坑内の環境は携帯電波が入らず通信手段が限られているため、内部の状況を詳細に確認するのは現地での目視確認以外には方法がありません。また、トンネル工事の施工においては、掘削における支保構造（地山を支える H 型の鋼材・コンクリート・ロックボルト）の仕様を決めるため、地層の変化ポイントごとに地盤の状態を確認する「岩判定」を行う必要があります。岩判定は、発注者や現場監督など関係者全員が「切羽（きりは）」と呼ばれるトンネル工事の掘削現場まで移動し行うため、岩判定のたびに多数の人員の移動負荷や物理的な手間が生じていました。

こうした課題を解決するため、今回 4 社協働のもと、4K 対応 360 度カメラと VR ヘッドセット、広域・大容量・低遅延のローカル 5G 無線通信システムを活用して、遠隔地からリアルタイムでトンネル工事現場の施工状況を自由視点で確認できるシステムを国内で初めて導入しました。

具体的なシステム構成イメージは次の通りです。

【システム構成イメージ】



切羽付近に設置された 4K 対応 360 度カメラの映像をトンネル内のローカル 5G 無線を通じて現場の仮設事務所に伝送することにより、その場からリアルタイムで施工状況を自由な視点にて確認することが可能になります。

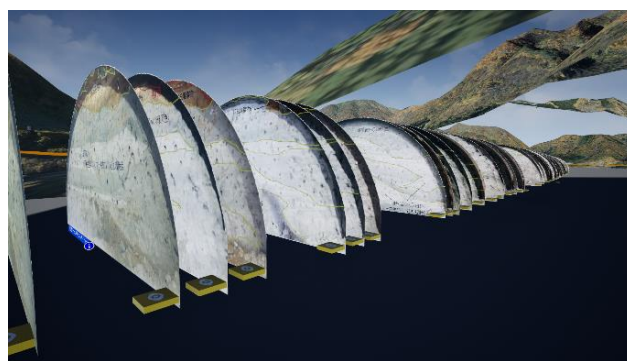
またインターネットを通じて遠隔地にいる発注者も同様の確認が可能となります。



- 写真左 RICOH Virtual Workplace の投影画面
- 写真右 360 度ライブストリーミング内でのコミュニケーション
（現場にて岩片をハンマーで叩いている様子を確認している状況）

株式会社リコーが提供する任意の空間を VR 上で再現するソリューション「RICOH Virtual Workplace(※1)」を活用し、バーチャル空間上で様々なデータを組み合わせることにより、遠隔地から

の施工状況確認を実現しました。施工確認として2つの用途で RICOH Virtual Workplace を活用しており、1つ目は360度カメラ「RICOH THETA」と「RICOH Live Streaming API(※2)」を活用し、4K映像の360度ライブをバーチャル空間上で再現。現場映像の自由視点、リアルタイム確認を実現しました。また、音声の配信も可能なため、岩片をハンマーで叩いた時の打撃音による岩の差異の判別も行うことが可能です。



- 写真左 資料と3Dモデルを組合せた状況確認
- 写真右 連続した切羽の断面

2つ目の用途では地形やトンネルの3Dモデルを取り込み、資料や属性情報と組合せ、工事進捗や切羽の状況を連続・立体的に確認することを可能としました。複数人が参加した場合、物理的に離れた場所にいる人もアバターとして同じバーチャル空間に入り込み、自然で自由なコミュニケーションを行うことができます。なお、3Dモデルへの各属性情報の付与に関しては、株式会社演算工房が提供する「CyberNATM(※3)」上で作成された各情報を3Dモデルへ自動的に付与することで施工管理の効率化も図ります。

【3次元統合モデル】

事前データ(設計)

トンネル線形・断面形状

地形データ

地質データ(Dxf)

トンネルデータ

断面形状データ

計画線データ

サイクル別支保
パターンデータ

支保区間長データ

トンネル進捗情報データ

計測・出来形データ

A計測データ

断面測定データ

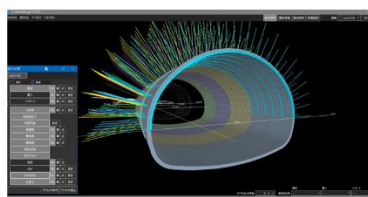
切羽画像データ

施工管理データ

坑内調査結果

ボーリングデータ

設計三次元モデル



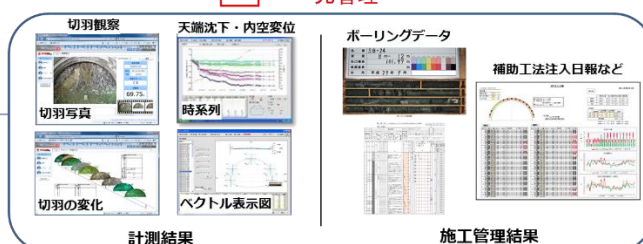
属性情報を自動付与

CyberNATM

計測管理
切羽管理
スキャナー出来形管理



一元管理



計測結果

施工管理結果

また、トンネル坑道は最終的に約 2.5 kmの総延長となるため、広域の範囲で電波照射ができるよう、国内で許容されている最大出力の 63W でローカル免許を取得しております。



- 写真左 : 切羽付近でカメラを設置している様子
- 写真中央 : 360 度 4K カメラ（遠隔地からの自由視点確認用）
- 写真右 : PTZ 対応 4K カメラ（切羽断面のズーム確認用：高精細カメラ）

【本システムのイメージ動画】

株式会社リコーの公式 youtube チャンネルに遷移します。

<https://youtu.be/DA1WmbjrgLo>

各社の役割分担は以下の通りです

企業	おもな役割
竹中土木	元請として、トンネル工事の施工と現場管理を実施。また、本システムの導入を企画し、導入後のシステム運用を担当するとともにローカル 5G 免許人として免許取得（※4）。
演算工房	トンネル工事における様々な測量技術、ICT 活用の専門家として、本システムの設計導入、導入後の運用支援を担当。
NSSOL	ローカル 5G の導入実績を多数有するシステムインテグレータとして、NOKIA 製のローカル 5G 無線通信システム（※5）の設計導入、導入後のシステム保守を担当。
リコー	任意の空間を VR 上で再現し、各自が VR ヘッドセットを使ってその空間に一堂に会することが可能なソリューション「RICOH Virtual Workplace」を提供と運用支援を担当。

また今回の現場導入に先駆けては、映像機器とローカル 5G の接続性を確認するため、4 社は NSSOL の提供する「0→1 Design Lab（※6）」で検証を実施し、技術課題を事前に検証しています。

今回のシステムの導入を皮切りに、今後作業員の安全見守りの強化や重機の遠隔運転など、土木工事現場における DX の実現を目指して様々な取り組みを行ってまいります。

以 上

<各社会社概要>



株式会社 竹中土木

- ・ 本社：東京都江東区
- ・ 取締役社長：竹中 祥悟



株式会社 演算工房

- ・ 本社：京都府京都市
- ・ 代表取締役：林 稔



日鉄ソリューションズ株式会社

- ・ 本社：東京都港区
- ・ 代表取締役社長：森田 宏之



株式会社 リコー

- ・ 本社：東京都大田区
- ・ 社長執行役員：山下 良則

<発注機関>



国土交通省 東北地方整備局

- ※ 1 VR 空間を利用した新たな現場遠隔管理を実現する RICOH Virtual Workplace 公式ページ
<https://accelerator.ricoh/rvwp>
- ※ 2 RICOH Live Streaming API 公式ページ
<https://livestreaming.ricoh/>
- ※ 3 山岳トンネル(NATM)工事の測量・計測データの収集・管理を行い、施工管理の一元化を担うシステム
<https://www.enzan-k.com/service/cybern timer.html>
- ※ 4 竹中土木は 2022 年 10 月 4 日に総務省 東北総合通信局よりローカル 5G 免許を取得
(免許種別：一般業務用、周波数：4.8GHz 帯、空中線電力：63W)
- ※ 5 NSSOL のローカル 5G 無線システム 紹介ページ
<https://www.nssol.nipponsteel.com/ss/5g/>
- ※ 6 顧客とのイノベーション共創を実現する「0→1Design Lab/ゼロイチデザインラボ」
https://www.nssol.nipponsteel.com/press/2022/20220428_110000.html

【本件に関するお問い合わせ先】

株式会社竹中土木

技術・生産本部 技術部 技術グループ

E-mail : mori-k@takenaka-doboku.co.jp

株式会社演算工房

営業部

E-mail : customer-service@enzan-k.com

株式会社リコー

TRIBUS お問い合わせ先

URL: <https://webform.ricoh.com/form/pub/e00126/contact01>

日鉄ソリューションズ株式会社

テレコムソリューション事業部 エンタープライズ 5G 事業推進部

E-mail : tes-5gcenter-market@jp.nssol.nipponsteel.com

【報道関係お問い合わせ先】

株式会社竹中土木

管理本部 総務部

電話 : 03-6810-6224 E-mail : sakurai-a@takenaka-doboku.co.jp

株式会社演算工房

管理部

電話 : 075-417-0100 E-mail : nozo-mochi@enzan-k.com

株式会社リコー 広報室

TEL : 050-3814-2806 (直通) E-mail : koho@ricoh.co.jp

日鉄ソリューションズ株式会社

管理本部 サステナビリティ推進部 広報・IR 室

E-mail : press@jp.nssol.nipponsteel.com