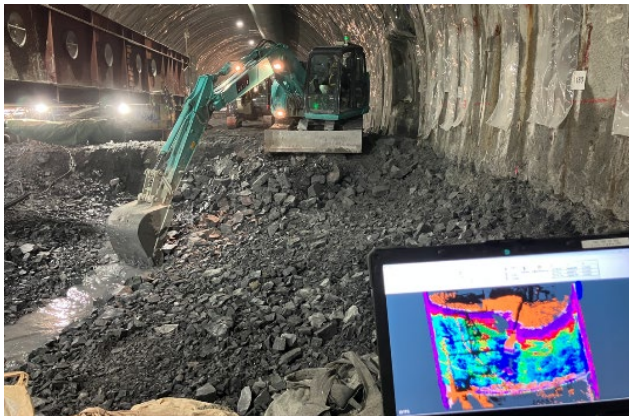


トンネルのインバート施工をリアルタイムに数値評価して可視化 ～掘削からコンクリート打設まで生産性と安全性を向上させた管理が可能～

鹿島(社長:桐生雅文)は、株式会社演算工房(社長:林稔、京都市上京区)と共同で、「インバートリアルタイム管理システム」を開発し、中日本高速道路株式会社発注の「東海環状自動車道 養老トンネル南工事」(三重県いなべ市)に初導入しました。

インバートリアルタイム管理システム(以下、本システム)は、測量に LiDAR を用いることで、高精度かつリアルタイムな数値評価を可能にしました。これにより、従来は掘削時に技能者が掘削範囲内に立ち入って測量していた作業が不要となります。さらに、掘削形状を可視化した画像を重機の運転席でオペレータが確認しながら施工を進めることができるため、余掘を最小限に抑えた高精度な施工が可能です。また、コンクリート打設においては出来形管理や過不足を定量的に把握でき、無駄のない確実な施工を行うことができます。

本システムの開発により、インバート施工の生産性と安全性の向上に大きく貢献するとともに、省人化も実現しました。



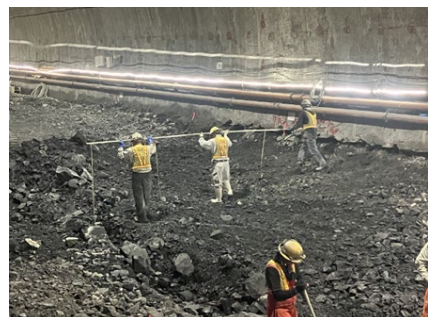
掘削状況とタブレットのリアルタイム計測結果画面



運転席モニター確認状況

【開発の背景】

従来のインバート施工における出来形測量は技能者の手作業に依存しており、いくつかの課題がありました。重機による掘削作業中は測量が行うことができないため、出来形の過不足をリアルタイムに把握することが難しく、また掘削範囲内への立ち入りは安全上のリスクも伴います。さらに、コンクリート打設中についても同様にリアルタイムでの数量把握ができず、その結果、材料や時間のロスが生じやすい点が課題となっていました。



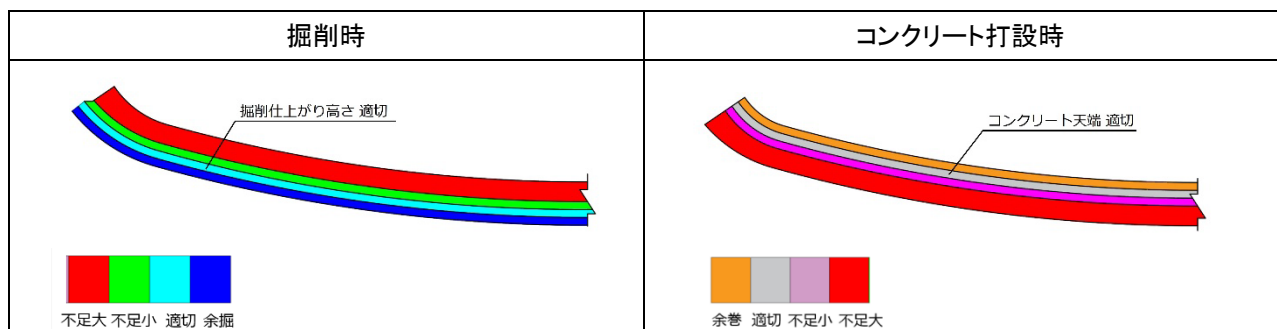
従来の掘削面出来形測量状況

これらの課題に対し、掘削・打設状況をリアルタイムに把握し、出来形の見える化により迅速かつ正確な判断、さらに ICT データ活用による定量的な数値判断を可能とする「インバートリアルタイム管理システム」の開発に着手しました。

【インバートリアルタイム管理システムの概要】

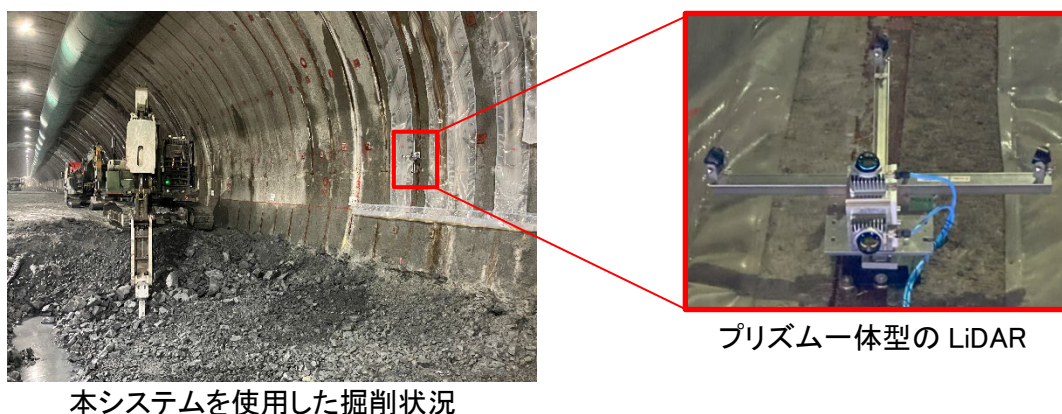
本システムは、LiDAR、計測解析用 PC、座標計測用プリズム、トータルステーション(TS)で構成しており、現場の状況に合わせて、インバート栈橋※1 に設置するタイプと、トンネル壁面に設置するふたつのタイプがあります。両タイプともにインバートの施工面全体を高精度に測量し、掘削からコンクリート打設まで同一のコンター(測量結果を色分けして表示)による可視化画像を生成するため、リアルタイムに仕上がり状況を管理できます。

※1 インバート作業箇所をまたぐ仮設の栈橋

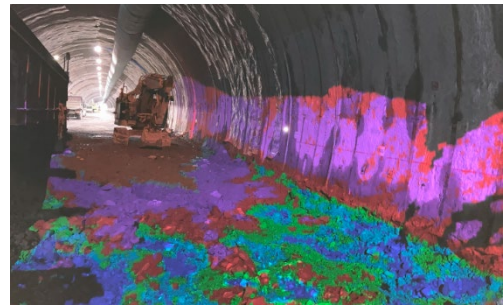


(1) 掘削管理

本システムでは、トンネル壁面に取り付けたプリズム一体型の LiDAR により掘削状況を計測し、その結果をバックハウやブレーカの運転席に設置したタブレットやスマートフォンへリアルタイムに反映します。これにより、オペレータは施工状況を一目で把握でき、技能者による掘削範囲内での測量作業が不要となります。



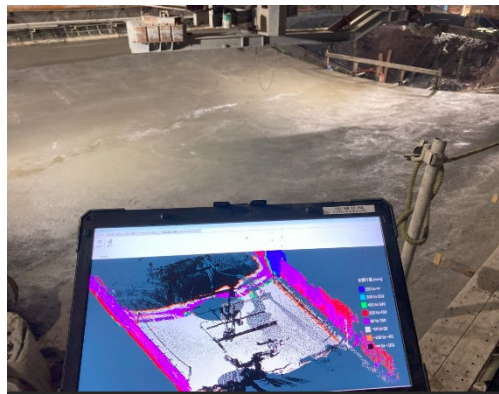
また、プロジェクターを併用することで、オペレータが掘削面やコンクリート打設面に投影された画像を見て作業することも可能です。



プロジェクターによる掘削面への投影状況

(2) コンクリート打設管理

打設中は現場内の PC やタブレット、スマートフォンにより、打設管理の社員他がリアルタイムで測量結果を確認できます。これにより出来形や作業進捗の確認、コンクリート打設残量の数値が一目で把握でき、無駄のない施工が可能です。



本システムによるリアルタイム計測画面

【効果】

従来は技能者による掘削面出来形測量作業に約 60 分要したうえ、安全面での課題もありましたが、本システムでは±20mm の高精度な測量とリアルタイムな計測により、掘削時の余掘りとコンクリート打設時の材料ロスを低減し、施工時間の大幅な短縮とコストの縮減、安全な施工を実現します。

【今後の展開】

鹿島は、本システムを水平展開し、現場で運用しながら改良を進め、さらに効率的なインバート施工の実現を目指します。

【工事概要】

工 事 名 称:東海環状自動車道 養老トンネル南工事

工 事 場 所:三重県いなべ市北勢町二之瀬

発 注 者:中日本高速道路株式会社 名古屋支社

施 工 者:鹿島建設株式会社

工 事 諸 元:本坑掘削、支保工 2,062m、避難坑掘削、支保工 2,048m、
本坑インバート 514m

(参考)

動画でみる鹿島の土木技術「山岳トンネル」

https://www.kajima.co.jp/tech/c_movies/index.html#anc_mountain_tunnel