

トンネル掘削レーザーガイダンスシステム

Shimizu Tunnel Excavation Laser guidance System



山岳トンネル工事の切羽観察・出来形確認を効率化

本システムは、(株)演算工房、ニシオティーアンドエム(株)との共同開発技術です。

概要

本システムは、3Dスキャナと高感度・広角カメラをコンクリート吹付け機に搭載して効率よく切羽観察・掘削出来形計測を行う、遠隔施工管理システムです。

開発の背景

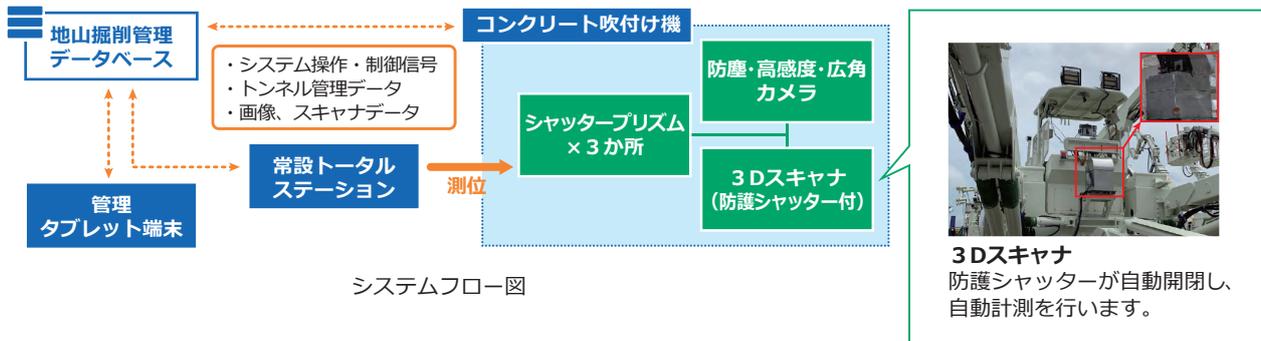
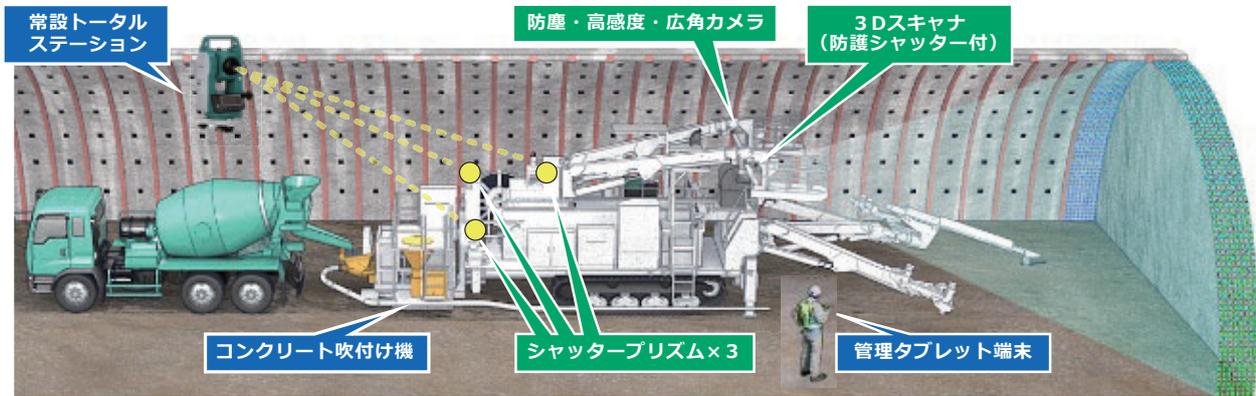
山岳トンネル工事の施工管理業務では、切羽へのコンクリート吹付け作業前に、切羽観察と掘削出来形の計測を精度よく行う必要があります。その際、掘削ずり出し作業完了までの待機時間と切羽直下での計測機器の準備時間を省略したいというニーズがありました。そこで、3Dスキャナと高感度・広角カメラをコンクリート吹付け機に搭載して計測・撮影することで、安全かつ効率的な遠隔施工管理を可能にする「トンネル掘削レーザーガイダンスシステム」を開発しました。

システムのしくみ

本システムは、防護シャッター付きケースに収納された3Dレーザースキャナ、防塵・高感度・広角の可視画像カメラ、コンクリート吹付け機の3ヶ所に設置したシャッタープリズム、管理タブレット端末、坑内常設トータルステーションシステムで構成されます。3Dレーザースキャナと高感度・広角カメラは、コンクリート吹付け機の運転席付近に設置され、いわばコンクリート吹付け機が「計測装置化」された状態となっています。

コンクリート吹付け機を切羽近傍に配置後、タブレット端末から作業開始を指示します。トンネル坑内に常設されているトータルステーションとシャッタープリズムによってコンクリート吹付け機の位置が特定され、3Dレーザースキャナと高感度・広角カメラで取得したデジタルデータの位置情報が変換されます。

取得したデジタルデータは、坑外のデータベースに転送保存され、さまざまな活用が可能となります。

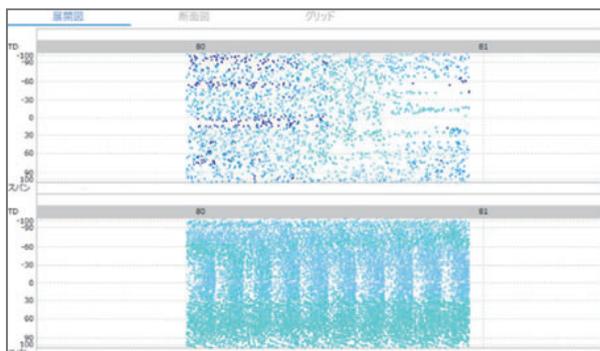


システムの効果

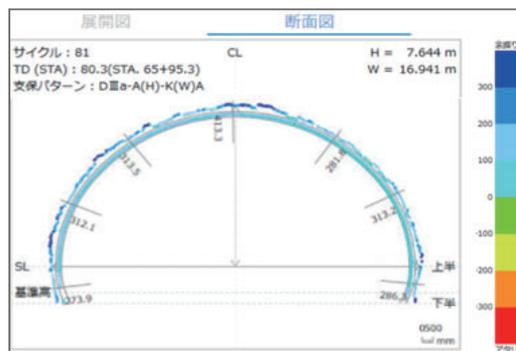
○出来形確認のリアルタイム化

3Dレーザースキャナ計測のタイミングは、吹付け前と吹付け後の2回です。

吹付け前に取得したデータと掘削設計ラインとの比較により余掘り（アタリ）がわかります。吹付け後に取得したデータと吹付け設計ラインを比較することで、吹付け面出来形（＝覆工厚さを確保しているか）がわかります。吹付け前後で取得したデータの差分計算では、吹付け厚さがわかります。これらがタブレットに瞬時に可視化されるため、作業工程の中で修正することができるとともに、出来形管理帳票（内空出来形管理および吹付け厚さ管理）への出力も自動化されます。



3D点群解析結果 点群展開図



3D点群解析結果 点群断面図

○切羽近傍での安全性の向上

切羽直下への立ち入り作業（切羽写真撮影、設置型3Dスキャナ計測作業）が不要となるとともに、タブレット端末を開いて遠隔から操作指示や情報取得を行うことができます。これにより、安全性が飛躍的に向上します。



切羽画像を自動取得

○他システムとの連携による業務の効率化

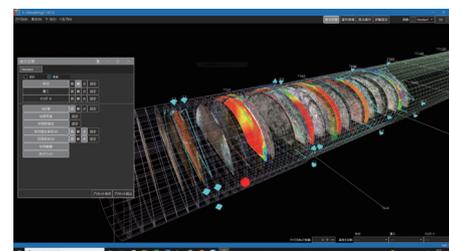
3Dレーザースキャナと高感度・広角カメラで取得した計測・撮影データは、自動的に施工管理データとして保存され、活用できます。

・切羽（地山）評価

高感度・広角カメラで撮影した静止画像を切羽（地山）評価システムに読み込むことで、切羽観察簿の作成支援を行うことができます。また、AIを使った地山評価にも展開が可能です。

・BIM/CIM情報統合基盤へのデータ統合

受発注者間BIM/CIM情報基盤（統合管理システム）にデータを統合することができます。施工情報の迅速な共有と将来の維持管理業務の高度化に寄与します。



BIM/CIM情報へデータを統合

現場実証

新名神高速道路樫原トンネル工事に本システムを導入し、計測管理の作業時間を比較した結果、大幅な時間短縮が可能であることを確認しました。

○切羽観察・待機時間を含めた作業時間を、60分から20分に短縮

吹付け機に撮影機材を搭載したことで、待機・準備時間や切羽下に立ち入る写真撮影時間がなくなり、作業時間が大幅に短縮されました。

○出来形情報取得・調書作成の作業時間を、115分から15分に短縮

吹付けコンクリートの出来形がリアルタイムで可視化でき、タブレット端末で確認できることから、出来形確認と施工指示の時間を大幅に短縮できました（事前測定時間などを含む）。また、出来形調書の作成をシステム化したことで、従来の手作業が短縮されました。