

写真測量技術を活用したトンネル掘削管理の効率化

— 写真だけで出来形が分かるお手軽管理！ —

2019年4月3日

株式会社福田組（社長：荒明正紀）は、日本電気株式会社（社長：新野隆）、NEC ソリューションイノベータ株式会社（社長：杉山清）、株式会社演算工房（社長：林稔）と共同で、山岳トンネルにおける施工管理の効率化を目的とし、SfM (Structure from Motion) 技術を活用した写真測量によりトンネル掘削時の仕上がり状況を可視化しガイダンスする「Te-S (ティーエス) アシスタント」を開発しました。このシステムは、切羽およびインバートの掘削箇所を撮影した画像を用いて点群データを生成し、掘削形状と設計図面とを比較表示できるため、作業員はリアルタイムかつ面的に掘削の過不足を把握でき、無駄の少ない効率的な作業を行うことができます。

開発背景

山岳トンネル工事における掘削作業では、設計断面を確保するために適正な形状で掘削がなされているかを確認する必要があります。通常は、作業員の目視により過不足を確認しているため、掘削が足りていない場合は、トンネル断面が確保できない恐れが発生し、逆に掘削しすぎた場合は、作業手間のロスや、吹付けおよび覆工コンクリート等のロスにつながります。特に、切羽での目視確認は切羽に接近して行うため、切羽崩落災害に巻き込まれるリスクも付きまといまいます。このようなガイダンス目的に 3D スキャナを導入する取組みも行われていますが、3D スキャナはまだ高価であるうえ取扱いにも難があります。

このため、効率的かつ手軽に掘削形状を確認する手法が求められていました。

技術概要

新開発のシステムでは、安価なシステムでのガイダンスを目的として、画像から点群データを生成する SfM 技術を活用しました。当該システムは、掘削箇所を撮影するカメラ、タブレットパソコン、および画像から点群データを生成するとともに計測値と設計図面との比較結果を色分け表示する解析ソフトウェアから構成されます。

掘削に先立って GCP (Ground Control Point) と呼ばれる既知座標のマーカーを設置します。GCP を含むように掘削箇所を撮影すると、画像は無線 LAN 環境のもとでタブレットパソコンに自動転送され、解析ソフトにより、GCP の自動認識、点群データの生成、掘削箇所の形状データと設計断面との比較、および掘削の過不足表示を自動的に行います。

期待される効果

現在、新潟県で施工中の竹ヶ鼻トンネルにおいてインバート掘削の管理に一部区間で適用し、システムの有効性を確認しました。この結果、10 枚前後の画像を用いた場合で、精度±10～15mm 程度の面的管理を実現でき、処理時間は汎用のタブレットパソコンを用いて、演算に 1.5 分程度、描画に 20 秒程度でした。

従来、インバート掘削の出来形確認では、目視でおおまかな確認をしたうえで、掘削作業を中断して基準線からの下がりスタッフや定規様の測定具を用いて確認していました。このため、測定できる箇所数が限られてしまう点的な管理とならざるを得ませんでした。また、15 分程度の作業中断と数人の作業員も必要でした。

今後の展開

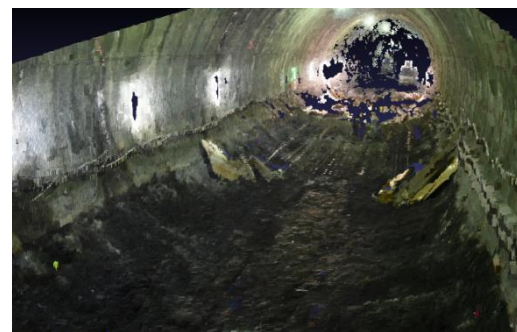
当該システムは、インバートの掘削管理だけでなく、切羽での掘削管理、覆工およびインバートコンクリートのボリューム管理等にも適用可能と考えております。また、全国のトンネル現場に展開することを計画しております。なお、4社は互いの知見による共創により新たな価値創造を継続し、更なる生産性および安全性の向上に努めていきます。



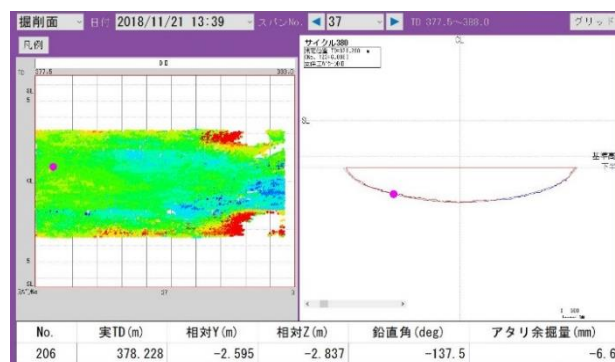
システム概要



画像撮影状況



生成した点群データの例



掘削出来型の評価結果の例