

一体型簡易 3D スキャナと余掘り評価ソフトの開発

鹿島建設(株) 正会員 ○犬塚隆明 手塚康成 岩野圭太 浜本研一
(株)演算工房 正会員 白坂紀彦

1. はじめに

昨今、トンネルの発破掘削では、発破パターンどおりの削孔を可能にする誘導システムやコンピュータジャンボの導入によって余掘り低減の取組みがなされている。このような取組みにおいては、その結果(余掘り状況)を定量的に把握し、次発破へのフィードバックを継続的に実施することが重要である。そのため、日々のサイクルの中で運用可能な余掘りの計測および評価ツールが求められている。

今回開発した一体型簡易 3D スキャナは、計測機がコンパクト化、簡素化されているため、短時間での余掘り計測が可能である。併せて、計測データから余掘りを評価するソフト CyberScan (鹿島建設と演算工房の共同開発)を開発し、トンネル現場へ適用を進めている。

また、本計測機は、余掘り計測と同時にレーザの反射強度を測定できるようになっており、切羽の性状によって反射強度が異なることを運用中に確認した。本稿では、本計測機の概要および評価ソフトの適用例、切羽性状と反射強度の関係性に関する一考察について報告する。

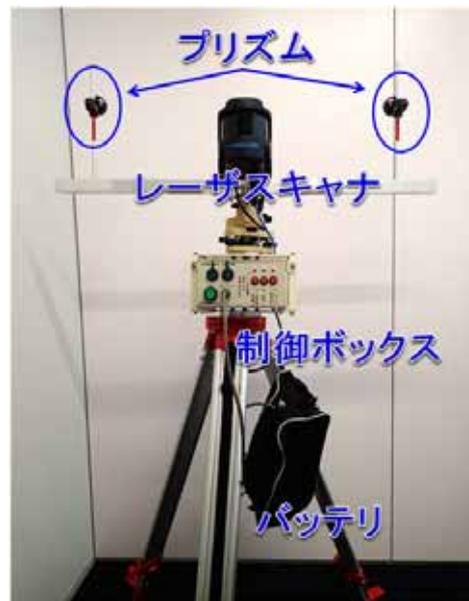


写真-1 一体型簡易 3D スキャナ

2. 一体型簡易 3D スキャナの概要

本計測機は、システム制御システムの集約化、計測手順の簡素化を図っており(写真-1)、現場における計測作業時間の短縮を実現している。そのため、本計測機の設置から計測完了まで5分以内であり、施工サイクルへの影響を最小限として、現場での運用を可能にしている。また、



写真-2 スキャナ部拡大

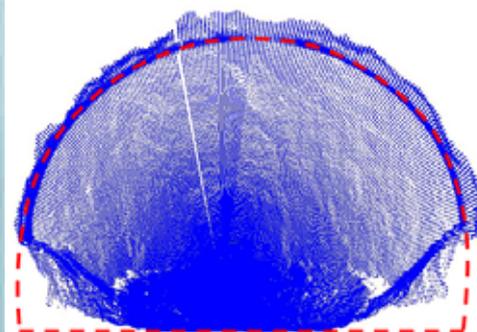


図-1 切羽の3次元計測

計測データは、2次元レーザスキャナと測定架台の回転(写真-2)によって3次元計測され、プリズムの座標を加えることで、3次元絶対座標で取得される(図-1)。

3. 余掘り評価ソフト CyberScan の現場適用例

余掘り評価ソフト CyberScan を適用することで、計測した3次元データをもとに、設計の掘削線に対するアタリや余掘りの評価が可能である。図-2に示す余掘りのプロット図は、トンネル切羽側壁の点群データを余掘り量に応じて着色し、展開したものであり、全体の余掘りの傾向を視覚的に把握することができる。さらに本ソフトは、全体の3次元計測に実削孔軌跡データを取り込み、任意の位置における2次元断面

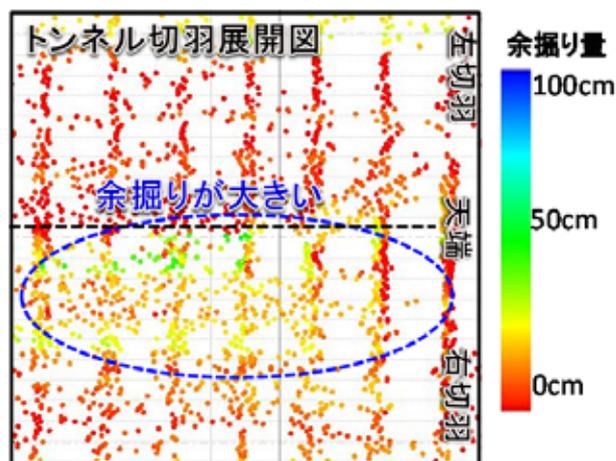


図-2 側壁の余掘り量のプロット図

キーワード レーザスキャナ, 3次元計測, 余掘り低減, 余掘り評価, 反射強度

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6646

表示が可能である。図-3に現場に適用した例を示す。本計測機を適用したトンネル現場では、実削孔軌跡と余掘りを断面上で比較し、発破パターンの良否を判断しながら、次発破へのフィードバックをおこなった。また、断面上では、設計掘削線に対する余掘り量を余掘り深さや余掘り面積といった数値として把握でき、これまで提示できなかった余掘り状況を数値で示すことで、作業員の余掘りへの意識も向上され、現場一体となった余掘り低減の取組みがなされた。詳細については、別報¹⁾を参照されたい。

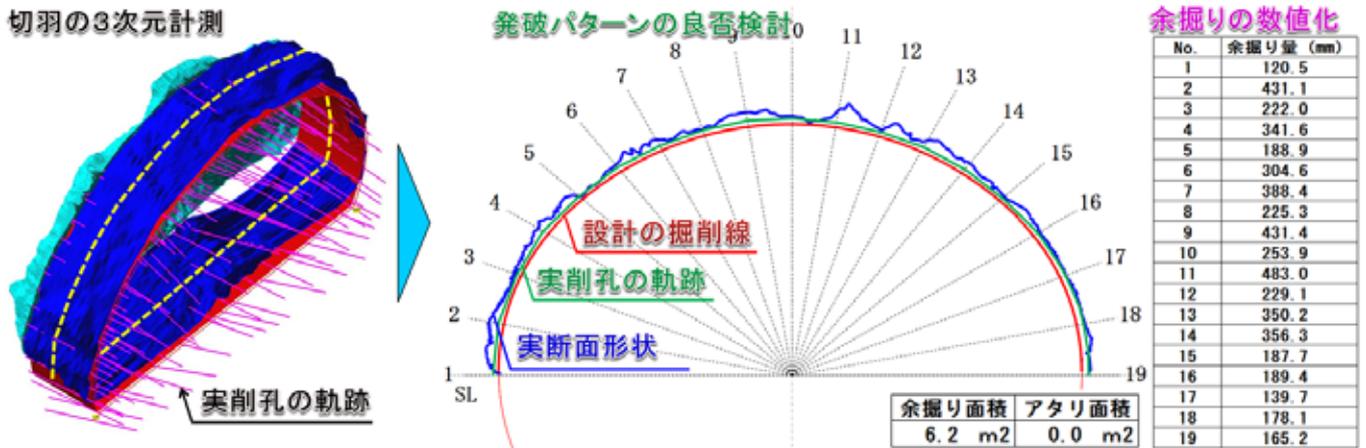


図-3 実削孔軌跡の取込みと任意の断面での余掘りの数値化

4. レーザ反射強度と切羽の性状の比較

図-4にレーザの反射強度の測定結果の一例を示す。このように切羽の黒色部と白色部において、反射強度が明確に異なることが分かった。また、切羽の凹凸状況と反射強度を見比べると、白色部より上盤の比較的亀裂が発達して千枚状に破断している箇所と、下盤のトンネル軸方向の片理構造が顕著な箇所とは、反射強度の粗密に差が表れているように見受けられた。以上のように、反射強度によって切羽の性状を定量的に捉えられる可能性を確認できた。

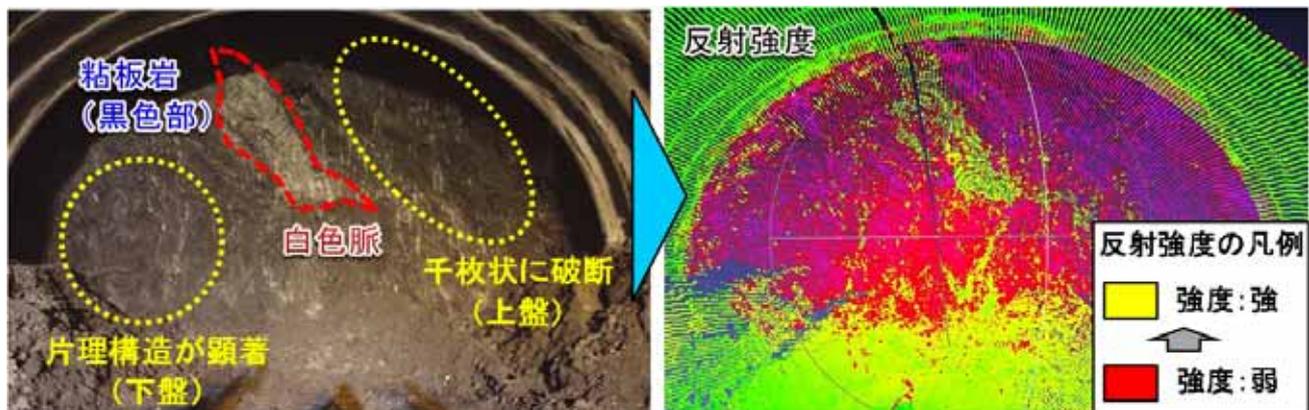


図-4 反射強度による切羽の定量評価の可能性

5. まとめ

今回開発した一体型簡易 3D スキャナを現場適用し、通常のサイクルの中で継続的な余掘り計測を実現している。評価ソフトにおいては、実削孔の軌跡と余掘りを断面上で比較することができ、次発破へのフィードバックに役立てることができた。さらに、余掘りを可視化、数値化することによって、作業員と情報共有でき、余掘りの低減に現場一体となって取り組むことができた。また、反射強度については、切羽の性状を定量的に捉えられる可能性があることを確認できたため、引き続きデータを蓄積していくこととした。以上、今回の適用により、これらのツールの余掘り低減に対する有効性が確認できており、今後、多数のトンネル現場への展開を図る予定である。

参考文献

1) 井上ほか: 発破後の切羽の形状測定に基づく穿孔プランの改善, 土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, 2017, 9.