

14. 重機搭載レーザー計測システム トンネル版（重機LS）の開発

(株)フジタ

(株)フジタ

ライカジオシステムズ株式会社

○石井 翔太

浅沼 廉樹

浮田 真樹

1. はじめに

本システムは重機搭載レーザー計測システム（NETIS ; KT-200138-A）をベースに一般土工の明かり現場に限らず、トンネル工事の現場でも活用できるように開発を進めた。

2. 開発の経緯

トンネル工事では、GNSS（全球測位衛星システム）を使えない、狭隘な作業環境であること。上記の理由から日常の施工管理は専門員による測量が主流となっている。しかし、測量作業は作業エリア内に重機と人が混在するため、接触事故の発生リスクが高く事故防止に十分配慮する必要がある。また施工機械を止めて計測作業を行う必要があり、施工効率の向上を妨げていた。近年では、3Dレーザースキャナを用いた計測が普及し行われているが、精密機器かつ操作に専門的な知識が必要なことや、盛り替えに時間を要するという難点があった。そのため、簡易に自己位置を計測でき、移動しながら測量できる技術の開発が望まれていた。

3. 機械概要と仕様

重機LS トンネル版は、トンネル内で使用する油圧ショベル等の重機に計測ユニットを搭載して、移動しながらトンネル内の任意の位置で、面的な出来形座標を取得することを可能にしたシステムである。トンネル内で運用可能なマシンガイダンス、重機LS-TS、自動追尾TSで構成され、インバート部施工の際に掘削作業と並行しながらの計測を行う。計測イメージを図-1、システム構成を図-2に示す。

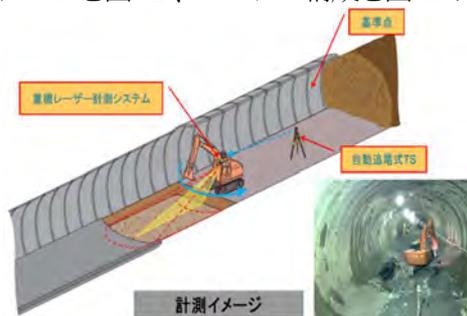


図-1 重機LS計測作業イメージ



図-2 重機LSシステム構成

— システムの特徴 —

- ・GNSSが利用できないトンネル空間においても、明かり工事と同様にICT施工が適用できる。
- ・計測器に屋外用の安価な2Dのレーザースキャナを使い、重機を旋回させて計測することで容易に3Dデータを取得できる。
- ・重機に後付で搭載が可能
- ・計測結果は、重機運転席内に設置した重機LSモニターで閲覧が即時に可能。
- ・重機が旋回スキャンする事で取得したインバート施工面の現状データを、3D設計データと重ね合わせ、差分を色分けしたヒートマップをモニターに表示すると同時に、バックホウの爪先位置が重機LSモニター上に表示され、計測後に掘削箇所のガイダンスができる。
- ・計測から解析までを短時間でを行い、測量作業が大幅に省力化され、生産性向上が可能となる。

— サイクルタイムの短縮を実現 —

計測で取得した3次元点群データは、トンネルの3次元設計データと重ね合わせ、ヒートマップで表示される。重機オペレータは、画面上のバックホウの爪先位置を確認しながら、設計面まで達していない箇所を確認し、ガイダンス機能により掘削する。また爪先位置は、設計面からの高さに合わせて色が変化するため、数値よりも瞬間的に認識しやすい表示となっている。トンネル断面方向に張った水糸から掘削面までの下がり計測する従来の確認方法から、重機オペレータが自ら作業しながら出来形の良否を確認できるようになり、インバート掘削工全体のサイクルタイムが約20%短縮された。

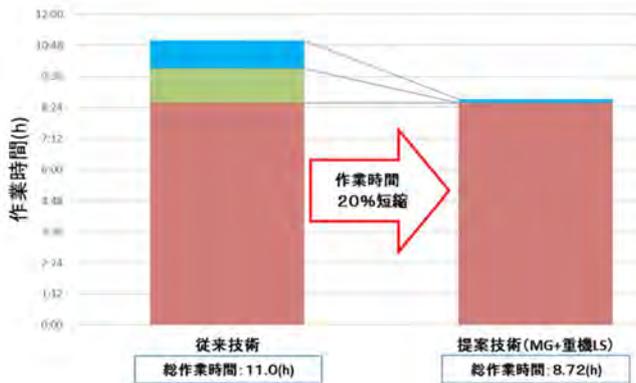


図-3 インバート掘削工(1 サイクル) の作業時間比較

施工数量：床付け計測 22 スパン(115m²/スパン)で比較した。測量精度±50mm 以内 (「地上移動体搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案) 要求精度を満たす。)

—出来形計測における人工の低減—

従来のインバート掘削では、掘削時の床付け確認として出来形計測時に専門の測量員が作業ヤードに入り計測作業を行っていた。(図-4) 重機オペレータは、この計測結果を専門の計測員から確認し再掘削等の判断を行っていた。重機LSでは、重機オペレータが自ら作業しながらキャビン内に設置した専用モニタで出来形の良否を判定できる(図-5)ため、床付け確認の専門の測量員が不要となった

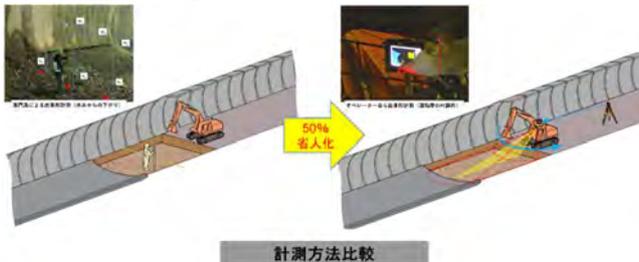


図-4 計測方法の比較 (左；計測員による計測、右；重機LS)

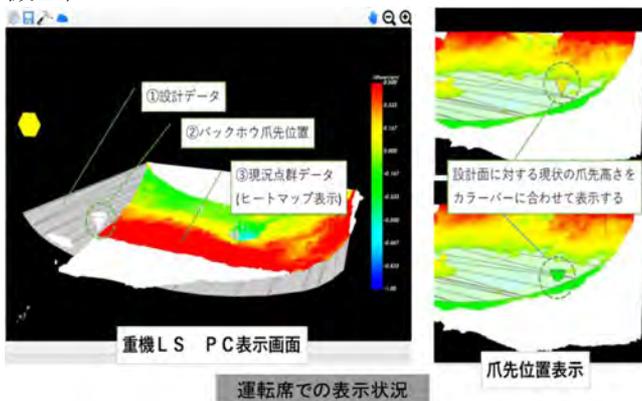


図-5 重機LS PC モニタ表示画面

— 安全性の向上 —

従来のインバート掘削での掘削や床付け確認の計測作業に対して

- ・重機オペレータが掘削毎に確認の為に重機運転席への昇降動作が不要となり、転倒によるケガの危険性がなくなりオペレータの安全性が確保される
- ・インバート掘削面確認時に専門の測定者が重機近傍まで近づく為、作業エリア内に重機と人が混在することになり、重機と人の接触事故防止に十分配慮する必要があったが、本システムでは測定時に専門の測定者が不要となった

4. おわりに

重機LSによるインバート掘削工の出来形計測を実現することで、従来の人力作業と比較して省人化と生産性向上が図れたことを確認した。安全面において、重機旋回範囲内に計測の専門員が立入ることがなくなったため、重機と人が接触する危険要因が排除された。また床付け確認作業で、オペレータが運転席から頻繁に乗り降りする必要が無くなった。

今後は、坑内に常設するトータルステーションとの連携など、さらなる応用に向け、システム改良を進めていく予定。

—導入実績—

国道17号 新三国トンネル工のインバート掘削工他