

レーザースキャナを用いたアタリ判定

佐藤工業 正会員 ○須佐見 朱加
佐藤工業 正会員 京免 継彦

1. はじめに

山岳トンネルは、発破掘削が主流である。その断面には大小様々な凹凸が存在し、掘削断面が設計断面よりも内側に存在する（アタリ箇所）場合、ブレーカで除去する必要がある。従来、この確認作業は目視やトランシット（以下、TS）を用いて行っていたが、アタリ箇所の見落としや必要以上に地山を除去する可能性があり、作業効率の低下や材料ロスが懸念される。

著者らは、レーザースキャナ（以下、LS）で計測したトンネル壁面データをもとに覆工コンクリートの厚さを可視化するシステム（出来形マイスター）を開発した¹⁾。本稿では、このシステムを新幹線トンネルの現場へ導入し、アタリ判定を実施した結果について報告する。

2. 実施工を対象としたLSによるアタリ判定

(1) 概要

アタリ判定は、吹付けコンクリート施工後のトンネル壁面をLSで計測し、その計測データに基準断面を重ね合わせることで、アタリ箇所がないか確認を行う（図-1）。

計測は、とある新幹線トンネルで実施した。この現場では、吹付けコンクリート後、FILM工法（平面平滑型トンネルライニング工法）による防水シートを施工するため、FILM型枠を基準断面とした。

(2) 計測方法

計測に用いたLSは、GLS-2000（TOPCON社製）である。この計測器は、1秒間に約12万点の点群を取得し、器械点を中心に鉛直270°、水平360°の範囲を計測することができる。

図-2は、計測状況を示したものである。まず、LSをトンネルの中心に設置する。その後、坑内基準点（プリズム）に設置したプリズムを視準し、後方交会により器械設置位置を算出する。そして、トンネル壁面の形状

を計測密度 6.3mm@10m で計測し、次の計測位置へ移動する。この一連の作業を吹付けコンクリート施工後に実施する。

(3) 処理方法

計測データは、LSの機械中心を原点とする座標であるため、LS専用のソフトウェア（ScanMaster）を用いて現場座標に変換する。その後、出来形マイスター¹⁾にデータを読み込み、アタリ判定に必要なトンネル壁面だけの点群を抽出する。グリッドメッシュを作成することで3次元のモデルが完成する。このモデルを基準断面とトンネルの中心線形から作成したモデルと比較することで、基準断面からの距離（余掘り）を算出する。その値は、30cm四方のブロック毎に色分けしたヒートマップを表示することで、一目でアタリ判定が可能となる。

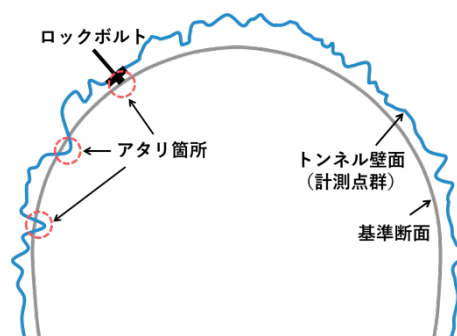


図-1 アタリ判定の概要

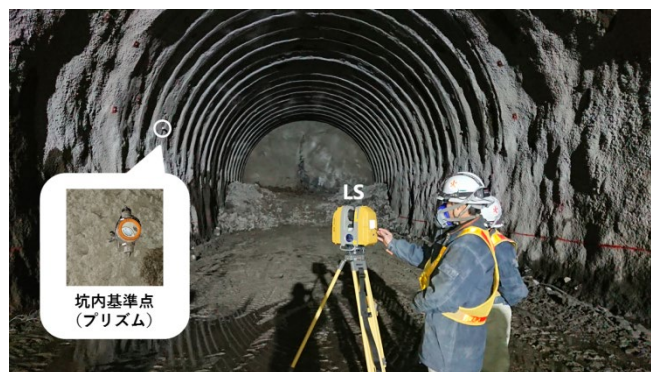


図-2 計測状況

キーワード トンネル, レーザースキャナ, アタリ判定, 余掘り, CIM

連絡先 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 佐藤工業株式会社 ICT推進部 TEL : 03-3661-2932

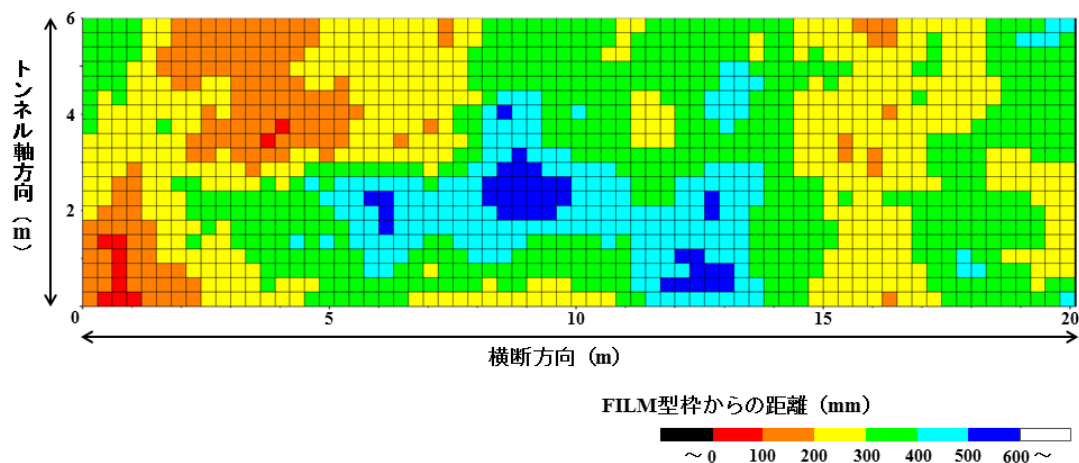


図-3 処理結果の一例 (FILM 型枠設置区間=6m)

3. 処理結果と考察

図-3 は、FILM 型枠設置区間 (=6m) を処理した結果の一例である。アタリ箇所は黒色、余掘り部は余掘り量が小さいと暖色 (赤・橙色) に、大きいと寒色 (青・水色) で表示される。従来の「点」での計測とは異なり、型枠設置箇所全体を一目で面的に把握することができ、さらに、ヒートマップのブロック毎の値を積算することで体積の算出も可能となる。FILM 工法では、吹付けコンクリート壁面と防水シートの空隙を充填するモルタル量を推定することができ、打設計画を立てる際に役立つ。

余掘りに着目してみると、巻厚不足を回避するためより安全側に掘削する (余掘り量が大きくなる) 傾向があり、特に天端付近が顕著である。この傾向は他の区間においても同様であることから、掘削時のクセ (機械の操作性や目視による凹凸の判断) であると推測される。この傾向を次の掘削に生かすことができれば、余掘り低減につながると考えられる。このように、FILM 型枠設置前にアタリ箇所がないか把握することは、これ以降の工程をスムーズに進める上で重要である。

図-4 は、従来の TS で内空断面を計測した結果と LS の処理結果を比較したものである。その結果、LS は TS の結果に比べ余掘り量が小さい値を示し、その差は最大 30mm 程度であった。この差異が生じた要因として、① 吹付けコンクリート面の凹凸の影響、② TS および LS の計測位置、③ LS のメッシュ作成に伴う点群データの平均化、が考えられる。

4. まとめ

今回、新幹線トンネル工事において LS を用いたア

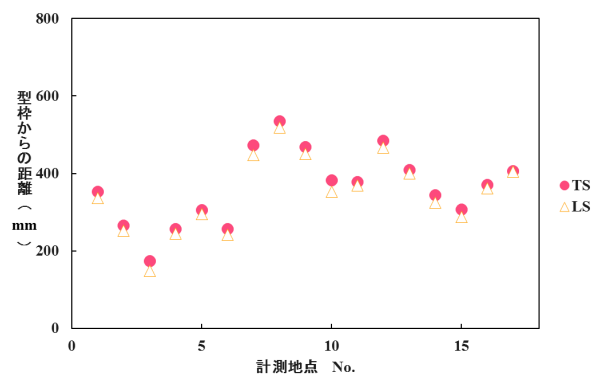


図-4 TS と LS 計測結果の比較

タリ判定を実施したところ、以下の知見を得ることができた。

- (1) LS を用いたアタリ判定は、従来の TS による点での評価とは異なり、施工箇所全体をヒートマップで面的に表示し、視覚的に把握できる点が有効である。
- (2) 今回の新幹線トンネル工事のように、FILM 型枠設置前に吹付けコンクリートの凹凸やロックボルトの頭といった突起物が設計断面内の内側にあるかどうか事前に把握できることは、次工程をスムーズに進める上で重要である。
- (3) 今後、FILM 工法において、LS によるアタリ判定結果を施工に生かすことで、余掘り量を低減できる可能性があり、高度な施工管理につながることを示唆された。

参考文献

- 1) 須佐見朱加, 京免継彦, 石井誠, 辻本剛士: レーザースキャナーを用いたトンネル出来形管理による生産性向上の効果, 土木学会第 73 回年次学術講演会, VI-053, 2018.