

レーザートラッカーを用いた掘削余掘り量・吹付厚の測定

大成建設（株） 正会員 ○桂 佑樹
三谷 一貴 川野 雄毅

1. はじめに

トンネル掘削における余掘り量低減は経済面はもちろん環境面からも大きな課題の1つである。発破掘削における余掘り量低減には正確な発破穿孔が必要で、近年ではコンピュータジャンボの普及により余掘り量の低減を図る試みが数多くなされている。余掘り量を評価する上で、掘削後の断面計測が必要となるが、その計測にはトータルステーション（以下 TS）や、3D レーザースキャナ（以下 3DLS）が用いられている。TS での測定は断面計測により行われ、短時間での計測が可能なものの点での計測結果からは掘削形状の凹凸を正確に表現できない課題があり、3DLS では面での計測を可能とする一方、計測に時間がかかり、計測データ量の多さから迅速な結果評価という観点からも課題があった。

そこで本稿では、TS と 3DLS 双方の機能を持ち合わせた計測機器「レーザートラッカー」をトンネルに適用し、掘削の余掘り及び吹付厚の評価を行った。以下、その内容について報告する。

2. レーザートラッカーによる計測

レーザートラッカー（以下 LT）は、3DLS のように点群データを広範囲かつ高速に取得することができる。主に工場での精密測定で利用され、最小で 0.5mm 間隔メッシュでの測定が可能で、±0.3mm の計測精度を有している（図-2）。本機器は防水・防塵（IP54）であり、TS のように視準点を移動（首振り）させながら計測を行うため、あらかじめ測定範囲を限定する事でその計測時間を短縮することが可能である。本稿では測定対象を掘削余掘りと吹付厚に限定することで、計測時間を短縮し、掘削サイクルに影響なく計測ができることを期待して検証を行った。

トンネルでの計測方法は TS 同様に三脚を使用する（図-3）。TS のように水平を確保する必要はないが、姿勢計測には 3 点以上の反射板（リフレクター）測定が必要となる。トンネルでの実測では測定範囲を切羽から延長 5m、測定点間隔を 75～100mm に設定した。これにより計 18,000 点の計測となったが、計測時間は 1 分 40 秒程度であった。また、LT の据え付けと同時に、壁面に反射板を設置し、LT 計測中に TS で測定し座標を与えた。対象を計測する時間は短かったものの、姿勢計測は 3DLS の基準球設置手法と相違がないため、いわゆるセットアップ時間の短縮が課題だと感じた。

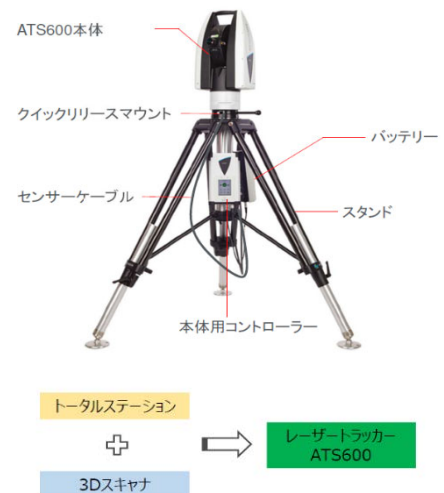


図-1 レーザートラッカー
(Leica ATS600)

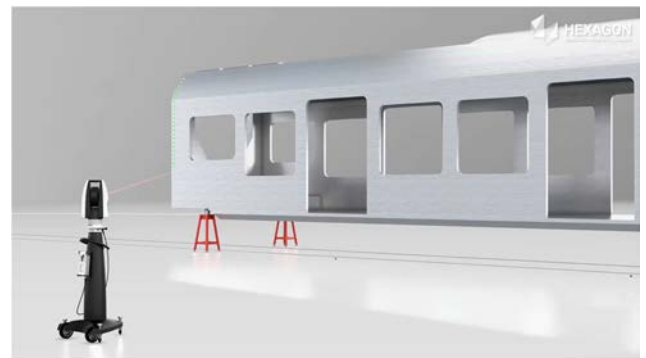


図-2 レーザートラッカーの使用例



図-3 現場での計測状況

キーワード トンネル レーザートラッカー 余掘り測定 吹付厚測定

連絡先 〒163-6008 東京都新宿区西新宿 6-8-1 大成建設(株)東京支店 TEL 03-3348-1111

3. 測定結果の表示方法

測定結果は設計断面との定量的対比がなされ、かつ分かりやすく可視化されなければならない。そこでトンネル線形、断面との比較を可能とする専用のカラーマップ結果表示ソフトを新たに開発した。線形を含んだ設計断面モデルを作成し、そこに3D計測データを重ねることで、設計断面との差をカラーマップ化することができる(図-4)。全体を表示する3D表示のほか、側面矢視・平面図も合わせて表示できるようにし、作業員でも直感的に掘削断面を評価できるように工夫した。なお、解析の時間については今回の測定条件下で約1分という短時間でPCの画面に結果表示することが出来る。余掘り量の結果を図-5に、吹付前と吹付後の差分を表示した吹付厚の結果を図-6に示す。

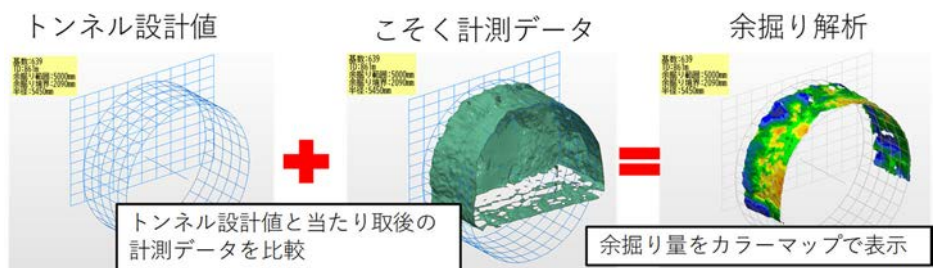


図-4 レーザートラッカーによる余掘り量の解析方法

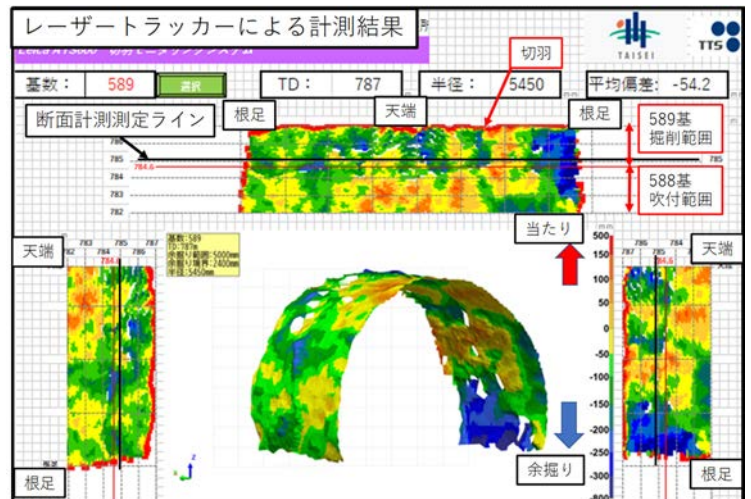


図-5 レーザートラッカーによる余掘り量測定結果

4. レーザートラッカーのトンネル現場測定適用結果

LTをトンネル現場に適用した結果、以下の知見を得ることができた。

- (1) 発破毎の掘削全体の余掘り量の評価が可視化でき、トンネル環境下でも問題なく使用できる。
- (2) 切羽面・アーチ方向ともに測定可能であることで、掘削完了後と吹付完了後の比を行えば、吹付厚の取得が可能であり、平均吹付厚が分かることで、吹付ボリュームが算出され、吹付総数量で除する事でリバウンド量を定量的に算出することができる。
- (3) 計測結果表示までの時間が1分と非常に短いことから、掘削後のアタリ取り作業にも有効に使うことができる。

5. まとめと課題

LTを用いて余掘り量・吹付厚の測定を行った結果、同手法による測定は十分に有効であることを確認した。掘削断面形状の表示と余掘り量の定量化は、削孔パターンの見直し(とりわけコンピュータジャンボにおけるドリプラン)に用いることができ、アタリ取り作業の定量的根拠となることで、掘り残しによる手戻り防止につながる。また、吹付厚さの表示は面的な出来形根拠となるとともに、鏡吹付厚さの不足による肌落ち災害の防止にも寄与することで、受発注者、および作業員にとって品質・安全性確保の効果を発揮できる。

測定時間、評価表示についてはメリットがある一方で、セットアップ時間の短縮には課題が残ることも事実である。次稿にて、LT据え付けからその姿勢計測手法における課題解決に向けた取り組みについて説明する。

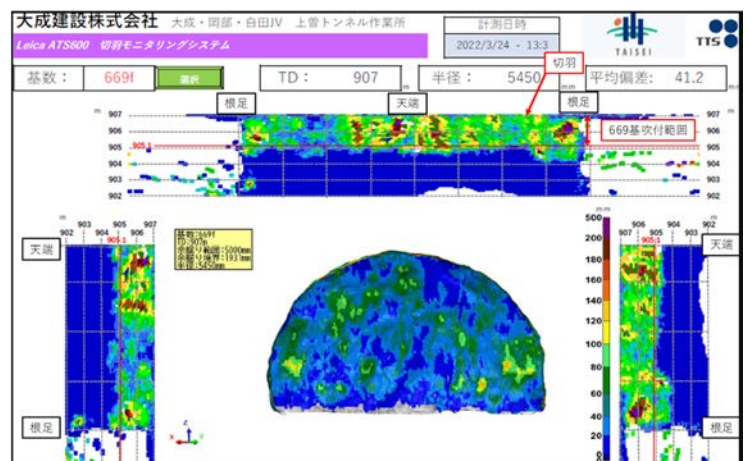


図-6 レーザートラッカーによる吹付厚測定結果