

3次元データを利用した 建設現場でのICT活用 NATM工法の事例紹介

茨城県 土木部 検査指導課

ICT技術の発展により建設機械の自動化が進んでいる中、茨城県内の山岳トンネル工事（写真－1）において、発破掘削における爆薬装薬孔の削孔作業を自動化したフルオートドリルジャンボを導入した事例について紹介する。

1. 掘削断面の評価と余掘り量低減

本トンネルが貫く大部分の地質は、花崗岩類か

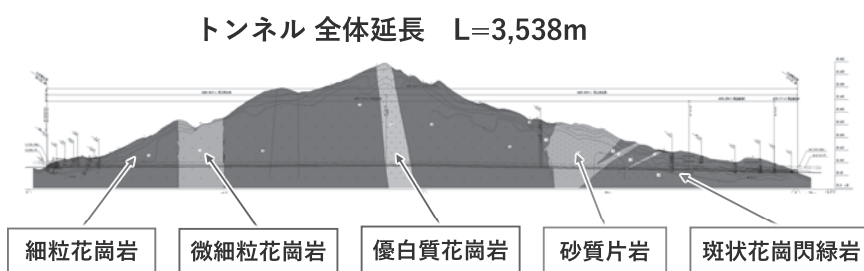


写真－1 茨城県内の山岳トンネル工事の状況

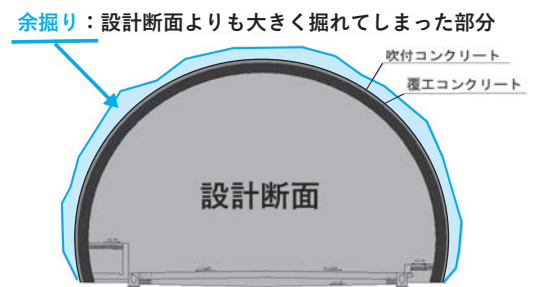
ら成り、風化のない極めて堅硬な地山（図－1）となる。発破掘削方式によるトンネル掘削では、設計段階で予め余掘り（図－2）を見込んでおり、断面不足にならないよう、設計断面よりも少し大きく掘り上がるように施工している。しかし、余掘り量が多いほど、発破後に生じる岩塊の搬出量の増加や、その後に施工するコンクリート使用量の増加につながるため、余掘り量を極力抑えた掘削をすることが経済的な施工につながる。

余掘り量を低減した理想の発破掘削を行うためには、覆工コンクリート打設後には見えなくなってしまう掘削断面を記録し、削孔位置と掘削断面の出来形との関係性を評価する必要がある（図－3）。

しかし、発破掘削のサイクルタイムにおいて発破前後に従来の測量を毎回行うには、時間のロスが大きく、課題となっている。



図－1 本トンネルの地質縦断面図



図－2 余掘りの概略図

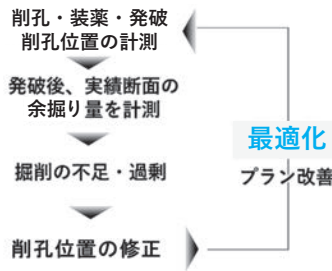


図-3 発破掘削の最適化フロー図

2. フルオートドリルジャンボの導入

当現場では発破掘削の最適化に向けて、フルオートドリルジャンボ（写真-2）を導入した。ドリルジャンボのブームは3本あり、通常は複数の作業員が手動でそれぞれのブームの操作を行い削孔するが、フルオートドリルジャンボは、予めCADデータ上で作成されたドリルプランに従って、切羽の削孔位置、削孔長、進入角度等を自動で正確に削孔し、その削孔位置についてはCADデータ上で記録が残るため、削孔位置の測量計測が不要となる（写真-3）。



写真-2 フルオートドリルジャンボ



写真-3 自動化による削孔状況

3. 3次元測量を取り入れた掘削断面の評価（見える化）について

トンネル内は地下空間であるため、GNSSからの測位信号を受信できない空間であり、座標計測はトラバース（多角）測量を前提として進める必要があるが、測量対象物である切羽面は日々進行し、発破による衝撃を考慮すると、測量機器を常時安定して固定しておける場所がなく、発破の度に機器の設置・計測・撤去をスムーズに短時間で行う必要がある。

そこで当現場では、掘削断面の3Dスキャンを最速で計測するためレーザートラッカー（LT）を使用し、計測準備時間短縮のため測量機器を三脚に据えるという概念を切り捨て「車載型」とした。レーザートラッカーの絶対位置を把握する作業は、搭載車両の移動の都度必要となるが、搭載車両にプリズムを設置することで、LTとプリズムの位置関係を固定値として、トータルステーションによる計測を行った（図-4）。

この結果、従来手法では18分程度見込まれていた測量を4分で可能とし、1サイクルあたり14分短縮した（図-5）。

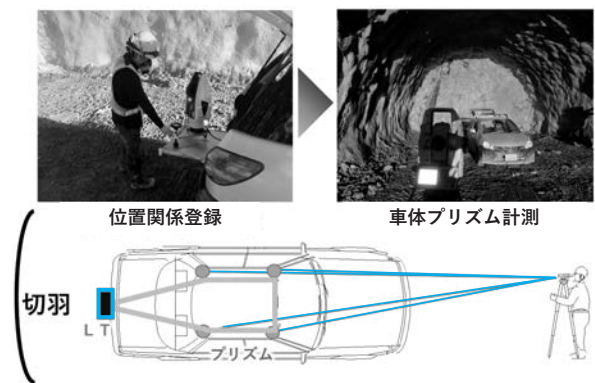


図-4 3DスキャンするためのICT測量機器設置の工夫

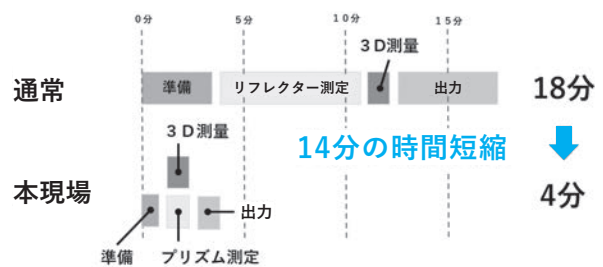


図-5 時間短縮効果（1サイクルあたり）

4. 発破後の掘削断面の3次元データ

このように測量時間を短縮することで、掘削工程を遅らせることなく3次元データを毎回計測することを可能とした。3次元データをヒートマップ化し、掘削断面を可視化した3次元データを図-6に示す。

5. 山岳トンネル工事のICT活用について

ICT活用による掘削断面の3次元化は、山岳

部のトンネル施工を行う上で、不可視部分を効率的に可視化することができ、施工段階におけるCIMモデルの導入方法を検討する上で有効な事例となる。またデータが蓄積されれば、単に予め設定されたプログラムに従うだけでなくAIが自己学習を重ねながら効率的な掘進を進めることも可能となる(図-7)。

マシンコントロール建設機械ともいえるフルオートドリルジャンボ導入はICT技術の良好な活用事例であり、山岳トンネルでの建設現場の生産性向上につながるものと考えられる。

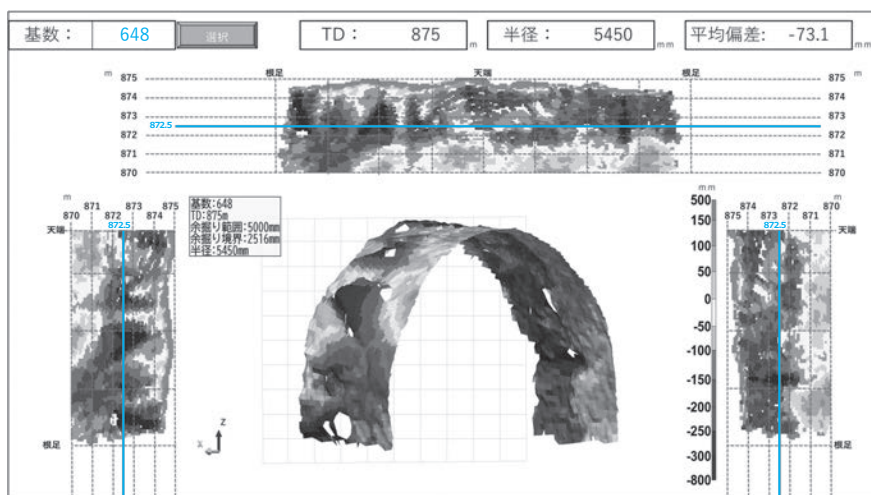


図-6 掘削断面の3D画像

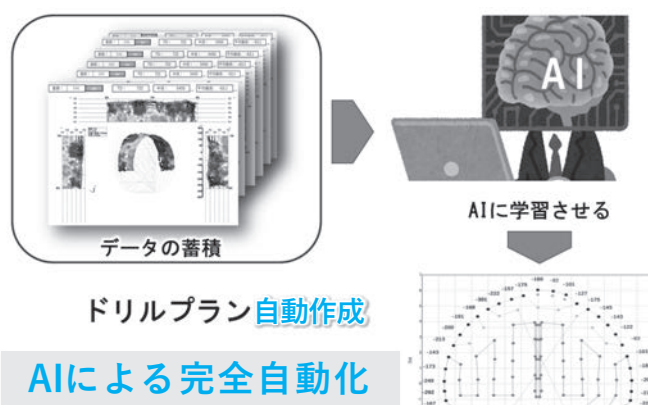


図-7 発破掘削システムのAI活用による効率化のイメージ