

フルオートコンピュータジャンボを用いた発破パターン最適化手法について

大成建設（株） 東京支店 正会員 ○三谷 一貴
 同上 川野 雄毅
 同上 樋野 剛大

1. 概要

（仮称）上曽トンネル工事（桜川工区）の施工計画にあたり、地山が非常に堅硬であるとの調査結果から、支保工の無い支保パターンであるB・C Iパターンが全体の78%以上を占めており、余掘りの低減が求められていた。施工管理において従来の手動削孔では、オペレータにより削孔位置、深さ、角度などのばらつきが発生し、発破の成果を定量的に測定し評価する事は困難であった。また、地質の硬軟にも影響されるため管理が困難でオペレータの技量に任せている部分が大きかった。そこで、余掘りの低減を目的とした定量的な削孔作業の実現のため、サンドビック社製のフルオートコンピュータジャンボを導入した（写真-1）。本稿では発破パターンの評価・修正を効率化すべく当現場で実施した3次元測量データを基にドリルプランを修正する一連の作業を自動化する手法を紹介する。

2. フルオートコンピュータジャンボによる削孔

フルオートコンピュータジャンボは自機の位置をプリズム測距する事で把握できるため、「常に」「誰が削孔しても」ソフトで作成したドリルプラン通りに削孔が可能である（写真-2, 3）。

フルオートコンピュータジャンボは自動削孔をする性質上、削孔を開始する切羽の位置を事前に設定しなければならない（仮想切羽）。この位置は切羽面の凹凸によって左右されてしまうため今回は平均的な切羽位置から約300mm坑口側に移動した箇所に仮想切羽を設定し、サブドリリング長200mmを含めた削孔長2mで設定した。フルオートコンピュータジャンボのドリフターと吹付コンクリート壁面が干渉しない角度で削孔して最大の余掘りは67mmとなる計画とした（図-1）。この余掘りの計画値と前稿1）で示した3次元測量結果から、地山の硬軟を分析し、ドリルプランを修正することで余掘り量が少ない発破パターンの最適化を実現できると考えた。

3. 測定結果と発破パターン最適化

レーザートラッカーによる三次元測定結果の一例を図-2に示す。1149基目の測定結果より、天端部については赤色で示され余掘りが小さく掘り足りない事が分かる（Ave：設計値 -140mm）。逆に右側の踏前部においては青色で示され余掘りが大きく設計に対して掘り過ぎていることが分かる（Ave：設計値 +194mm）。



写真-1 フルオートコンピュータジャンボによる削孔



写真-2 無人での自動削孔状況（操縦席より）

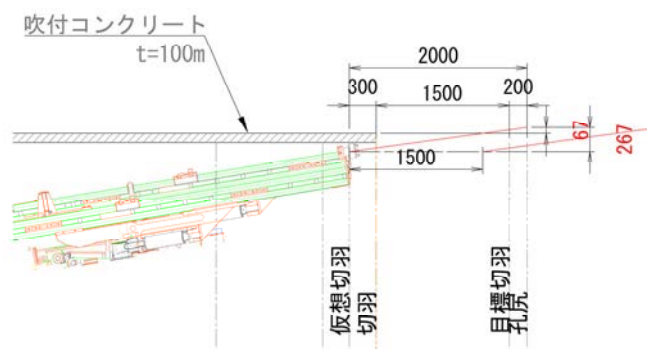


図-1 削孔計画図

着色された余堀り量表示だけでは、ドリルプランとの位置関係の把握が難しいため、余堀り量の数値データをドリルプランに落とし込み、外周孔に関しては余堀りの値を数字で表示するシステムを開発した（図-2 中図）。同画面において外周孔の削孔終端位置を余堀りの数字を見て修正できるようにした。天端部は削孔終端を少し外側へ向けて断面を広げる方向に、右踏前部については内側にすることで掘削を狭める方向に修正する（図-2 下図）。この修正された発破パターンを事務所PCよりフルオートコンピュータジャンボの制御PCに直接転送し、1150基の発破を実施した。

1150基の測定結果を図-3に示す。天端部については1149基に比べ赤色箇所が減少し、当たり量が減少していることが分かる（Ave：設計値 -34 mm 1149基より 106 mm改善）。また右踏前部については青色から緑色に変わり余堀り量が減少していることが分かる（Ave：設計値 +109 mm 1149基より 85 mm改善）。このように削孔終端の位置を三次元測量結果に基づいて修正する事で余堀り量を減らし、当たり量を少なくする事が可能となった。

4. まとめ

本手法の運用により、日々最適なドリルプランで削孔することが可能となった。今回は払い周りのドリルプランのみの修正であったが、実際にこの分析を続けると払い助孔との位置間隔により抵抗線の関係から発破しきれない部分が発生したこともあり、ドリルプランの修正・確認には払い孔だけではなく、全体を含めた修正・検討作業が必要であることも事実であった。

人の手に依らない「真の意味でのフルオート」の実現にはまだ課題はあるものの、余堀り量について払い孔の角度に注目し、余堀り量とドリルプランとの関係を定量的に分かりやすいシステムにて表現しながら、発破パターンの修正作業を効率化できたことは今後の自動化に寄与できたものと考ええる。次稿では、発破パターン最適化を実施した施工結果について報告する。

参考文献

1) 樋野、三谷ら、上曽トンネルにおける余堀り量測定におけるサイクルロスの改善, R5 第78回年次学術講演会, (投稿中)

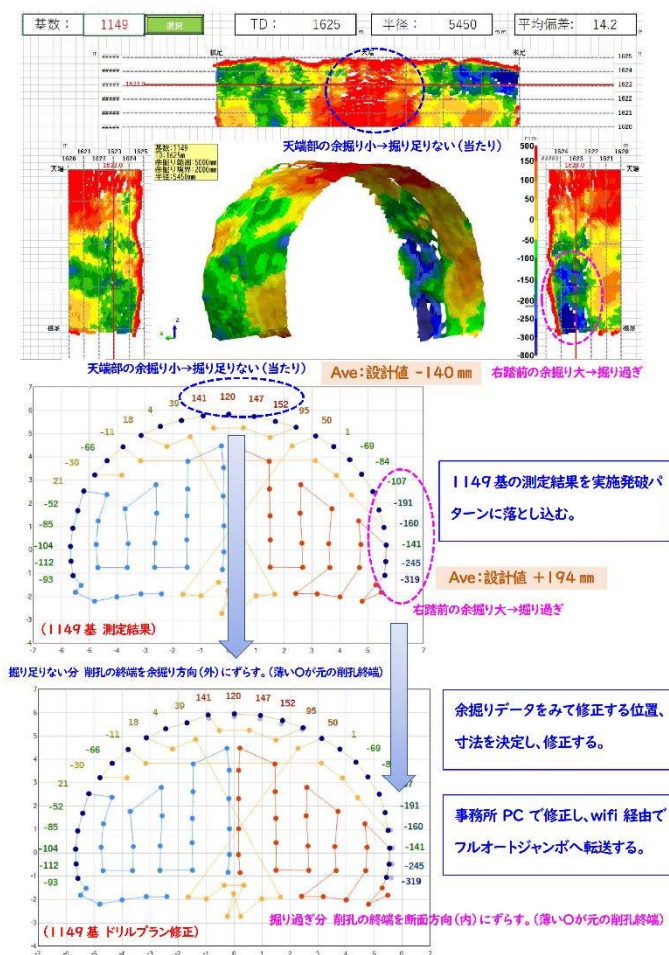


図-2 レーザートラッカーによる測定結果と発破パターン最適化手法

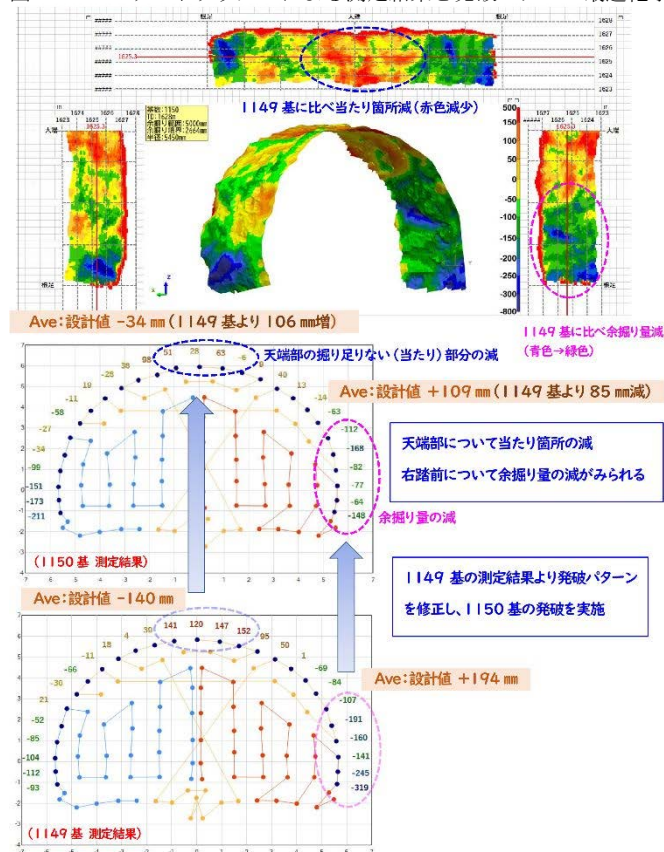


図-3 発破パターン最適化による余堀り減・当たり減