

全断面追尾式穿孔誘導システム「ドリル NAVI」の適用と効果

(株)鴻池組 ○正会員 福井正規 (株)鴻池組 正会員 富澤直樹
 (株)鴻池組 正会員 若林宏彰 (株)鴻池組 正会員 森山祐三
 古河ロックドリル(株) 宮越征一

1. 概要

山岳トンネル工事の多くで採用される発破工法では、余掘りが課題となっている。この余掘りは材料や施工サイクルのロスになるほか、トンネル周辺地山を痛め、施工時の安全性や完成したトンネルの品質が低下する原因となる可能性がある。また、山岳トンネルは地下深部にある線状構造物であり、事前に地表から十分な地質調査を行えないのが一般的であり、トンネルを安全に施工し、品質を確保するためには、施工中に切羽前方の地質を確認しながら掘進することが重要である。

全断面追尾式穿孔誘導システム「ドリル NAVI」(以下、ドリル NAVI と称す)は山岳トンネルで標準的に使用するドリルジヤンボを高度化することで、これら二つの課題の解決を目指したものである。

本稿では、ドリル NAVI を新長崎トンネル(東)工事(表-1)で適用した結果を報告する。

2. ドリル NAVI の特徴

ドリル NAVI は、主に穿孔誘導技術と地山診断技術の2つから構成されている(図-1、図-2)。

2.1 穿孔誘導技術

- ①穿孔誘導機能:自動追尾式トータルステーションと位置検知用センサーにより穿孔位置を正確に把握する。予め計画した穿孔位置と実穿孔位置をガイダンス用モニター(図-3)に表示して削岩機を誘導することで、全発破孔を高精度に穿孔できる。
- ②オートリターン機能:穿孔ビットが計画位置に到達すると、自動的に穿孔を終了しロッドが後退する(図-4)。

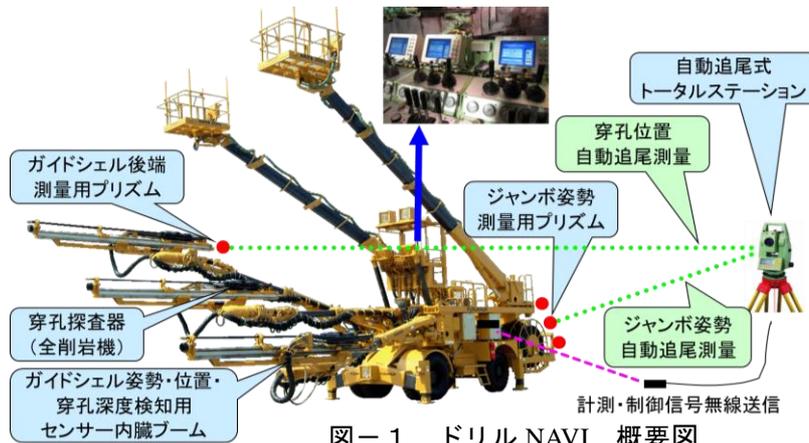


図-1 ドリル NAVI 概要図

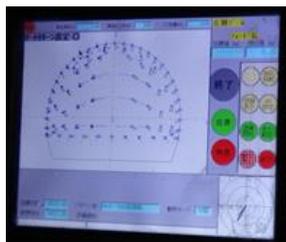


図-3 ガイダンス用モニター

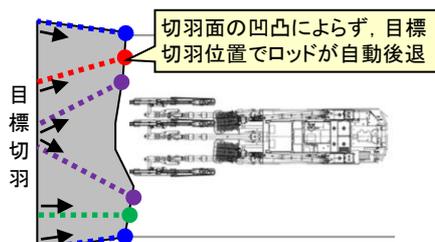


図-4 オートリターン機能

表-1 新長崎トンネル(東)工事の概要

工事名称	九州新幹線(西九州)、新長崎トンネル(東)他
発注者	(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
施工者	鴻池組・日本国土開発・西武建設・竹下建設工業JV
工事場所	長崎県長崎市現川町地内
工事概要	工事延長 L=3,900m、トンネル延長 L=3,870m NATM、補助ベンチ付全断面発破掘削、 内空断面積66.8m ²

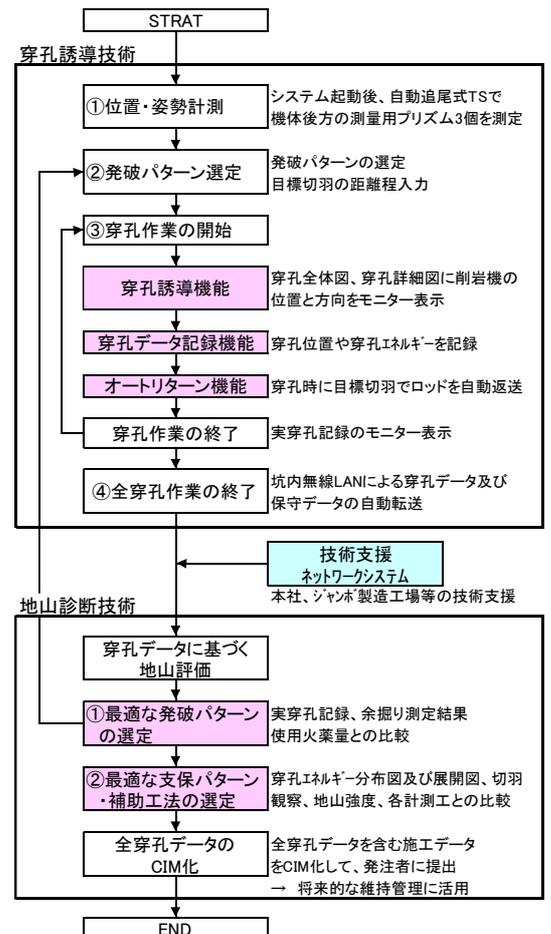


図-2 ドリル NAVI システムフロー図

キーワード 山岳トンネル, 発破掘削, 余掘り低減, 穿孔誘導, 地山診断, ドリル NAVI

連絡先 〒136-8880 東京都江東区南砂 2-7-5 (株)鴻池組 土木事業本部 技術部 TEL03-5617-7790

2.2 地山診断技術

全削岩機に穿孔時の油圧データを取得できる穿孔探査器を搭載し、得られたデータから地山状況の指標となる穿孔エネルギーを算出する。本機能と穿孔位置データとを組み合わせ、本機で行う定期的な切羽前方探査で得られる長尺の穿孔データと、日常の発破孔、ロックボルトや補助工法等の穿孔作業で得られる短尺かつ複数の穿孔データを利用することで、切羽前方、切羽全面、トンネル周辺を含むトンネル全長について詳細かつリアルタイムに地山診断を行う。

3. ドリル NAVI の効果

新長崎トンネル(東)工事におけるドリル NAVI の導入効果を以下に示す。

3.1 穿孔誘導技術の効果

鋼製支保工を設置しないⅡN 区間において、誘導システムを導入しない場合の平均余掘り量は 20.5cm、平均サイクルタイムは 5.2 時間、誘導システムを導入した場合の平均余掘り量は 10.3cm、平均サイクルタイムは 4.4 時間となり、余掘り量を約 50% 低減し、サイクルタイムを約 15% 短縮できた(図-5, 図-6)。このうち、穿孔時間の短縮は、穿孔誘導機能とオートリターン機能による施工効率向上によるものと考えられる。また、ずり出しや吹付け時間の短縮は、穿孔誘導機能による余掘り低減効果によるものと考えられる。

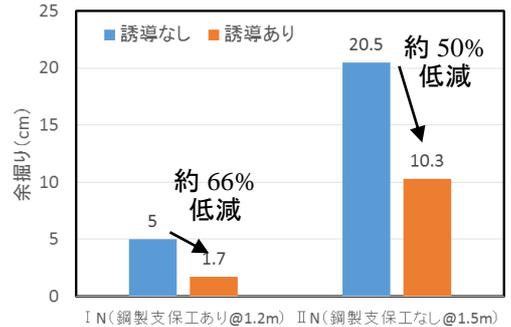


図-5 余掘り低減効果

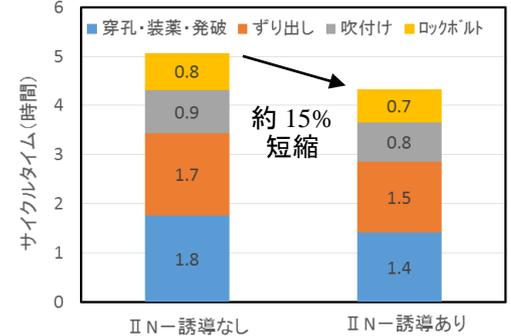


図-6 施工効率の向上効果

3.2 地山診断技術の効果

図-7に穿孔エネルギー分布図による地山評価の例を示す。切羽観察時の崩壊箇所と穿孔エネルギーの低い箇所が一致していることがわかる。このように定期的な切羽前方探査と日常の穿孔作業において、リアルタイムに穿孔範囲の地山診断を行い、得られた穿孔エネルギーを様々な方法で図化することで、切羽全面及びトンネル周辺の地山状況を定量的に把握できた。これらの地山診断結果は、支保パターンの変更、補助工法の検討、発破パターンの修正に活用できた。

4. まとめ

ドリル NAVI の現場適用結果を以下にまとめる。

- ①発破掘削時の余掘りを約 50%低減できた。
- ②トンネル掘削作業のサイクルタイムを約 15%短縮し、施工効率を向上できた。
- ③穿孔探査機能により、切羽全面及びトンネル周辺の地山状況を定量的に把握できた。

今後は、穿孔データを蓄積し、計測データや岩盤強度と

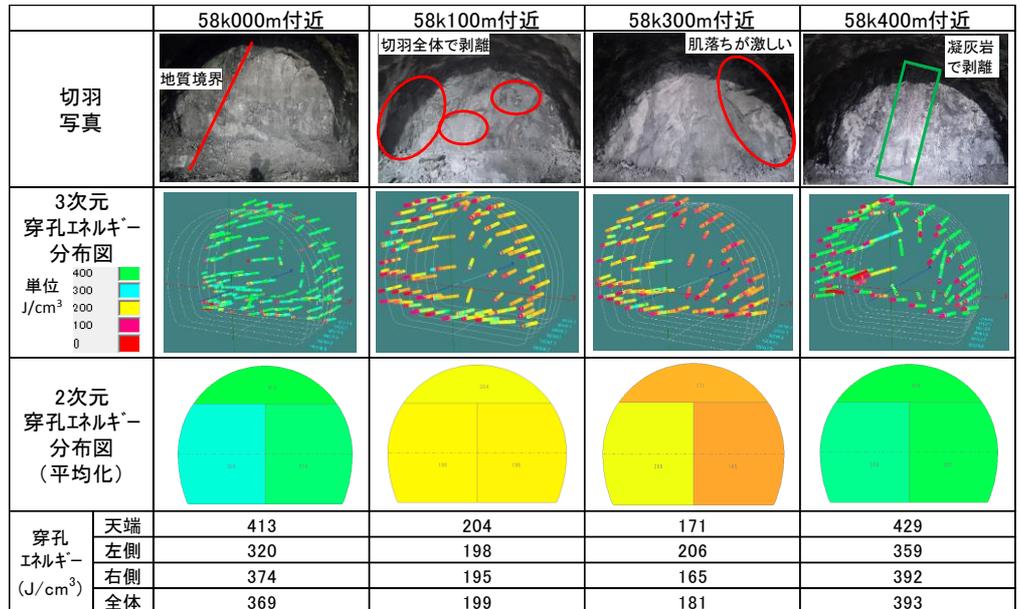


図-7 穿孔エネルギー分布図による地山評価

の相関性を把握することで、

前方探査精度の向上を図りたい。また、三次元穿孔データを切羽観察記録や計測記録などとともに CIM へと展開し、発注者に引き継ぐことで、維持管理への活用を目指したい。

最後に、本技術の現場適用をご承認頂いた(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構、並びに、共同開発者である古河ロックドリル(株)、マック(株)、カヤク・ジャパン(株)の関係各位に心より感謝の意を表します。