

VI-321

チューブ式割岩機の挿入・引抜き機械化

(株)フジタ 正 波田光敬 野間達也 仲沢武志

1. はじめに

筆者らは、高耐圧ゴムチューブを主要部材とした割岩機による岩盤・コンクリートの低公害型破碎工法（F A S E工法）に取り組んでおり、これまで転石処理・斜面掘削・トンネル下半掘削などに採用され良好な実績を得ている。F A S E工法は割岩機（アクアスプリッター）を $\phi 55\sim 65\text{mm}$ の割岩孔（ボアホール）に挿入して、主要部材のゴムチューブに液圧を加え、効率的に対象物を静かに破碎する工法であり、これまでは人力により割岩機を挿入していたが、遠隔操作による挿入・引抜きの機械化を行い、今回硬岩トンネルの全断面掘削に適用した。本報は、その試験施工結果について報告したものである。

2. 機械装置の概要

使用した割岩機は、写真-1に示すように長さ1m、直径60mm、重量約10kgfの本体に挿入・引抜き用のアダプターを装着し、全重量は約15kgfである。

挿入・引抜き装置の機能として、圧力を発生させる油圧ユニットとホースで連結した最大20本の割岩機を、切羽に穿孔されたそれぞれの割岩孔に迅速に挿入したり、引抜いたりできること、および、遠隔から操作できることなどが挙げられる。試作した装置は、図-1に示すように油圧により開閉して割岩機のアダプターを自在に把持できる機構をもった装置をトンネル用ジャンボの2つのブームにそれぞれ取り付けて、挿入・引抜きは作業用デッキから操作可能としている。また、油圧ユニットを後方に搭載しており、このジャンボで割岩の作業すべてが可能となっている（図-2）。



写真-1 割岩機（アクアスプリッター）

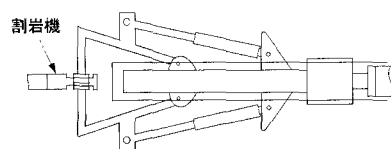


図-1 挿入・引抜き装置

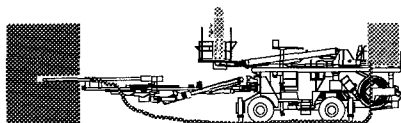


図-2 挿入・引抜き用試作ジャンボ

3. 施工概要

試験施工したトンネルは、圧縮強度 2000kgf/cm^2 を超える花崗岩盤が出現する掘削断面積 $66\sim 82\text{m}^2$ （仕上内径 $R=5.35\text{m}$ ）の道路トンネルにおけるB区間のうち、21切羽について行った。図-3は試験施工した切羽の自由面および割岩孔のパターンを示したものであり、外周スリットと水平3本および縦1本の補助スリットからなる巾102mm、深さ1.1m、総延長62mの自由面をSABロッドを組み込んだ単一孔連続削孔方式のFONドリル工法¹⁾により形成した切羽のうち、水平および縦ピッチをそれぞれ400~500mmとした直径65mm、深さ1.2mの割岩孔を穿孔した2つのブロックで実施した。なお、他のブロックは従来工法である油圧クサビにより割岩している。

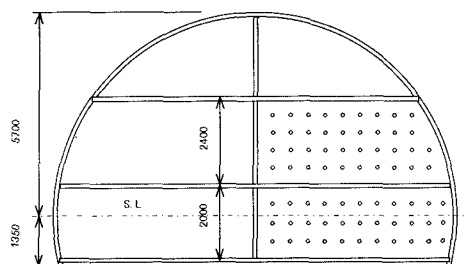


図-3 スリットおよび割岩孔パターン

施工手順は、図のように割岩孔および連続孔穿孔後、ジャンボを切羽の所定の位置に移動し、

1)最下段の割岩孔列に、写真－1に示した割岩機をそれぞれの割岩孔に人力で挿入し、油圧ユニットからの延長約20mのホースとそれぞれワンタッチジョイントで接続する。

2)ホースの接続完了後、作業員はジャンボの所定の配置に就き、油圧ユニットを操作して最下段の列に水平に亀裂を発生させ、最下段の割岩を終了する。なお、加圧・停止はユニットに組み込んだCPUが自動制御するシステムとなっており、取り扱い是非常に簡単である。

3)次に、ジャンボの作業デッキから2本のブームをそれぞれ操作して、挿入した割岩孔にブームのガイドセルを近づけ、挿入・引抜き装置を同じく作業デッキから操作して割岩機の後端部にあるアダプターを把持し、そのまま引抜き、ガイドセル上に載せる。

4)引抜き完了後、次の上段にある割岩孔に移動して、挿入する（写真－2）。

5)この3)および4)の操作を各列の割岩孔の数だけ繰り返し、次の上段にすべて割岩機を挿入し、油圧ユニットを操作して亀裂を発生させる（写真－3）。

6)以上3)～5)の操作を繰り返し、最上段まで割岩する。

7)割岩終了後、ブレーカにて二次破碎する。

図－4は、今回の試験施工による切羽1m³あたりの割岩所要時間を示したものであり、当初は作業の不慣れから時間を要していたが、十回目頃から、ほぼ従来工法と同程度の速度で施工可能となった。

以上の試験施工結果から、つぎのことが挙げられる。

(1)アクアスプリッターの割岩力は約500tと油圧クサビの半分程度と小さいが、多数のアクアスプリッターを1段同時に割岩することにより効果的であり、割岩力の小ささを補うことができる。

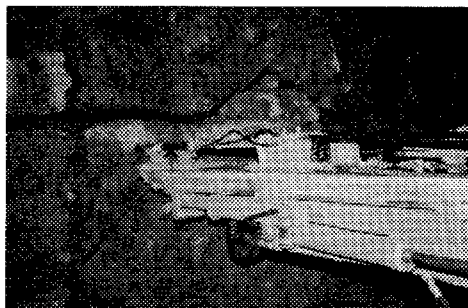
(2)各段2回以上加圧すると、発生させる亀裂巾を10mm程度まで広げられ、両端のスリットを結ぶ直線的に開口が大きく長大な亀裂を発生させる。

(3)挿入・引抜きの機械化により、作業員が切羽から安全な離隔距離を保って作業を行うことができ、さらに省力化も可能となった。

4. おわりに

今回の試験施工により、トンネル上半の割岩掘削にもF A S E工法が適用可能であることが明らかとなり、また、F O Nドリルによる自由面形成方法が実用化されたことにより、2車線以上の断面の大きな硬岩トンネルでの無発破掘削による急速施工への展望が開かれつつある。最後に、アクアスプリッターを共同開発している(株)ブリヂストンをはじめ、工事関係者の方々に感謝する次第である。

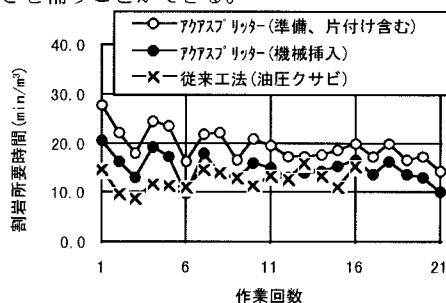
（参考文献）1)野間ほか「連続孔穿孔による新しい自由面形成工法－F O Nドリル工法－」、土木学会第51回年次学術講演会投稿中



写真－2 機械による挿入状況



写真－3 F A S E工法による割岩状況



図－4 割岩所要時間の推移