

トンネル発破の装薬孔内清掃器具の開発

一切羽から離れた清掃作業で安全性を向上

大成建設(株) 技術センター 生産技術開発部 正会員 ○鈴木 雅浩

大成建設(株) 土木本部 土木技術部 正会員 宮本 真吾

1. はじめに

山岳トンネルの掘削工事は掘削サイクルを繰り返すことでトンネルを進行させていく。この掘削サイクルの中には、労働者が切羽近傍に立入らざるを得ない作業がいくつか含まれており、そのために切羽からの岩盤等の崩落等に巻き込まれる肌落ち災害が発生してきた。肌落ち災害は発生すれば非常に重篤度が高くなる山岳トンネル特有の災害である。これを防ぐため、切羽を吹付コンクリートで保護したり監視員を配置したりするなどの対策を講じてきたが、肌落ち災害を防ぎきれていないのが現状である。そして厚生労働省は平成30年に「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン」を改正し、労働者の切羽への立入を原則禁止として、切羽での作業は可能な限り機械化するよう求めている。こうした背景から、近年ではトンネル掘削工事で切羽に立入らないための機械化や無人化施工技術の開発が進められている。今回の報告は、発破掘削サイクルの中で最も切羽に近接する時間が長くなる装薬作業に付随する装薬孔内清掃器具の開発についてである。削岩機により切羽に穿孔された発破孔は地山状況により、その内部に欠け落ちた岩屑や小石が残置されることがしばしば発生する。これは発破孔に爆薬を装填する際に支障するため、孔内から除去する清掃作業が必要となる。本清掃器具は肌落ち災害に対する安全性向上を目指して開発したものである。

2. 装薬孔清掃器具の特徴

(1) シンプルな構成

清掃器具はスクリーと延長シャフト、それを回転させるエアードリルのみで構成され、全重量は3.0kg程度（スクリーと延長シャフトの合計長が2.0mの場合）と軽量なため取扱いが容易である。スクリーと延長シャフトの合計長を設定することで、この器具を持って清掃作業を行う労働者が切羽から1.0m程度の距離をとることができる。装薬孔清掃器具の概要図を図-1に示す。

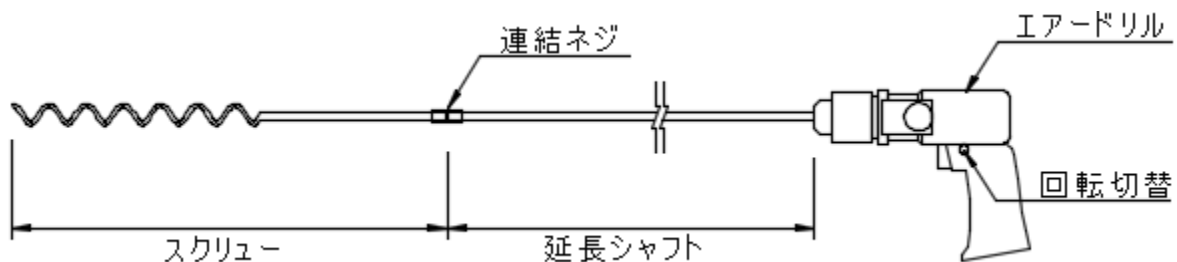


図-1 概要図

(2) 螺旋形状のスクリーを用いて石を絡めとる

装薬孔よりやや小さい径の螺旋形状に加工した鋼製スクリーを先端に設置し、回転させながら装薬孔に挿入することで石を絡めとるように捕獲するため、一度に多数の小石を除去することが可能である。

(3) 延長シャフト長の自由に設定できる

地山状況に応じて穿孔長が変更された場合、延長シャフトをそれに対応した長さに交換するだけで容易に切羽からの距離を確保することができる。

キーワード トンネル発破, 装薬孔, 清掃, 除去

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7252

(4) 電気および静電気への安全性

トンネル発破では、起爆に電気雷管を用いることが多く、その場合は電気の漏洩に注意しなければならない。装薬孔清掃作業を行う時は、電気雷管は作業場に持ちこまれているため、エアー駆動を採用することで電気に対しての安全を担保した。更にスクリーや延長シャフトは鋼製なので静電気の発生も防止できる。

3. 従来作業方法から安全性を向上

従来の装薬孔清掃作業は先端をカギ状に整形したキューレン棒と呼ばれる専用除去棒を用いて、労働者が切羽に近接して装薬孔を直接覗き込みながら石を掻き出していた。この方法は1つの装薬孔に何度もキューレン棒を出し入れするため、切羽直下での肌落ちの危険に晒される時間が長くなっていた。

本清掃器具は、切羽から離れて作業が可能、および1度の挿入で多数の石を除去する時間短縮の2つの効果で安全性を向上させた。写真-1に作業状況比較を示す。



写真-1 作業状況比較

4. 室内実証試験

本清掃器具を下向きに設置した長さ1.0m（φ45mm）の亚克力パイプの模擬孔を用いて室内実証試験を実施した。模擬孔内には小石10個程度（15mm～40mm）を詰め、キューレン棒と本清掃器具を用いて、除去時間を比較した。試験の結果、キューレン棒での除去時間が60秒に対し、本清掃器具では30秒と約50%の時間短縮を確認した。写真-2に清掃器具試験状況を示す。



写真-2 清掃器具試験状況

5. まとめ

本清掃器具は人が取り扱うものであり機械化までは至っていないが、装薬作業の一部である清掃作業について安全性を向上させることができた。今後本清掃器具を現場導入し、改良を重ねることで、本器具は更なる切羽作業の安全に向けた装薬完全機械化、無人化に繋げる要素技術となる。