

山岳トンネルのロックボルト打設自動化を実現

—新名神高速道路、宇治田原トンネル東工事に“ロボルト”を開発導入—

戸田建設(株)(社長:今井 雅則)とサンドビック(株)SMRTカンパニー(カンパニープレジデント:松本 啓志)は、日本の山岳トンネル施工に適したロックボルト自動打設機“ロボルト”を開発し、新名神高速道路宇治田原トンネル東工事に2台導入した。人手に頼る施工が多かったロックボルトの施工を自動化することにより山岳トンネルの施工を合理化し、機械による施工を実現するものです。

従来、鉱山等で使用されているロックボルト自動打設機はモルタル供給装置がなく、カプセルタイプの定着材を使用していました。開発したロボルトは、高速道路トンネルをはじめとする我が国の山岳トンネルでの仕様・規格、施工管理基準を満たし、効率的な施工を図るために、本体にモルタル供給装置を搭載し一体化したことにより、合理的なロックボルト自動打設を行うことができます。今般、当社施工の「新名神高速道路、宇治田原トンネル東工事(発注者:西日本高速道路株式会社)」において本システムを適用し、その効果を確認しました。



写真1 宇治田原トンネル東工事におけるロボルト施工状況

1. 開発の背景

山岳トンネル工事では、他の工種、例えばシールド工事に比べて自動化が遅れているのが実情です。山岳トンネルの施工は、地質が変化することにより臨機応変な施工が求められるため、人手に依存する作業が多く、自動化の推進が遅れていました。

近年、作業員の高齢化や熟練作業員不足のため、自動化の推進が強く求められています。建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組である i-Construction の推進が図られています。従来のロックボルトの打設では、モルタル注入、ロックボルト挿入などの作業が人手に依存しており、切羽下での作業や、重量物を扱う作業から解放のため、自動化を図ることが期待されていました。

2. 本システムの特長

本システムは、モルタル供給によるロックボルト設置を迅速かつ良好な作業環境で可能としたところに特長があります。本システムの特長は以下の通りです。

- ① 練り混ぜ用ミキサーと圧送ポンプを一体化した定着モルタル供給装置を本体に搭載し（写真 3、4）、材料供給部は可動式にして材料の投入供給を容易にできます。
- ② オペレーター1人でロックボルトの施工が可能であり、またフルキャビン方式により快適な作業環境を実現しました。キャビンは落下物保護構造(FOPS)対応であり安全性が高いものとなっています。
- ③ ロックボルト打設位置をマシンガイダンスにより誘導できます（写真5）
- ④ 削孔位置、長さ、本数、モルタル流量、注入圧力など施工時のデータを記録・保存し、コンピュータジャンボの削孔時のデータとともに、CIMモデルに統合することができます。
- ⑤ 高周波打撃で削孔することで孔荒れを防止し、モルタルの充填およびロックボルトの挿入をスムーズに行うことができます。

本システムを導入することにより、作業員は切羽下での作業や、重量物を扱う作業から解放されるとともに、作業員を削減し省力化を図れることが確認されました。



写真2 ロボット全景



写真3 モルタル供給装置



写真4 モルタル注入ホース



写真5 打設位置マシンガイダンス表示

3. 今後の展開

当社は、ロックボルト自動打設機の導入を進め、山岳トンネル施工自動化に寄与し、合理的な山岳トンネル施工を推進していきます。宇治田原トンネル東工事では、これに加え AI による切羽評価、トンネル坑内のデータ転送の無線化など ICT を活用したトンネル掘削を進めており、CIMモデルへの統合を図ることで、更なるトンネル施工の高度化を実現します。