

TBM 搭載型吹付けロボットの開発と適用

清水建設(株)	正会員	藤井 攻
清水建設(株)	正会員	茅野 浩一
古河機械金属		佐伯 宏実

1. はじめに

トンネル NATM における吹付けコンクリート工法は型枠を用いることなく短時間で高強度が得られることからトンネルの支保技術として多くの現場で適用され、実績も上がっている。

TBM での吹付けについては円周面への吹付けが要求されたが、全周を吹付けする為の足場の確保、作業スペースの問題などから NATM 工法での吹付けロボットでは吹付け面の品質にバラツキが生じ、作業効率も低下する、という問題が発生した。そこで、本報では TBM 掘削断面内周を均一に吹付けができ、人力補助を低減し、定量的で均一な品質の吹付けコンクリートによる支保を実施することが可能な吹付けロボットを開発、適用したので紹介する。

2. 工事概要

本工事は群馬県に建設予定のハッ場ダム建設に伴い、JR 吾妻線が約 6 km の区間で水没するため、その路線付け替え工事の一部として発注された TBM 掘削による全断面の鉄道トンネル建設工事である。

工事名称	: 吾妻線岩島・長野原間付替ハッ場 T 新設工事
発注者	: 東日本旅客鉄道株式会社
工事場所	: 群馬県吾妻郡吾妻町・長野原町
工期	: 平成 11 年 11 月 30 日 ~ 平成 18 年 1 月 18 日
トンネル延長	: 4160m (TBM 掘削)
掘削外形	: 6820mm
掘削方式	: TBM による全断面機械掘削
ずりだし方式	: 延伸ベルコンによる連続ずりだし方式



図 1 工事概要

3. 吹付けロボットの概要

今回、開発した吹付けロボットは TBM メインビーム上の作業床に走行用レールを設置し、吹付け位置まで移動した後、本体を 90 度回転させて吹付けノズルをガイドリングに沿って移動させ、トンネル内全周を吹付けするものである。

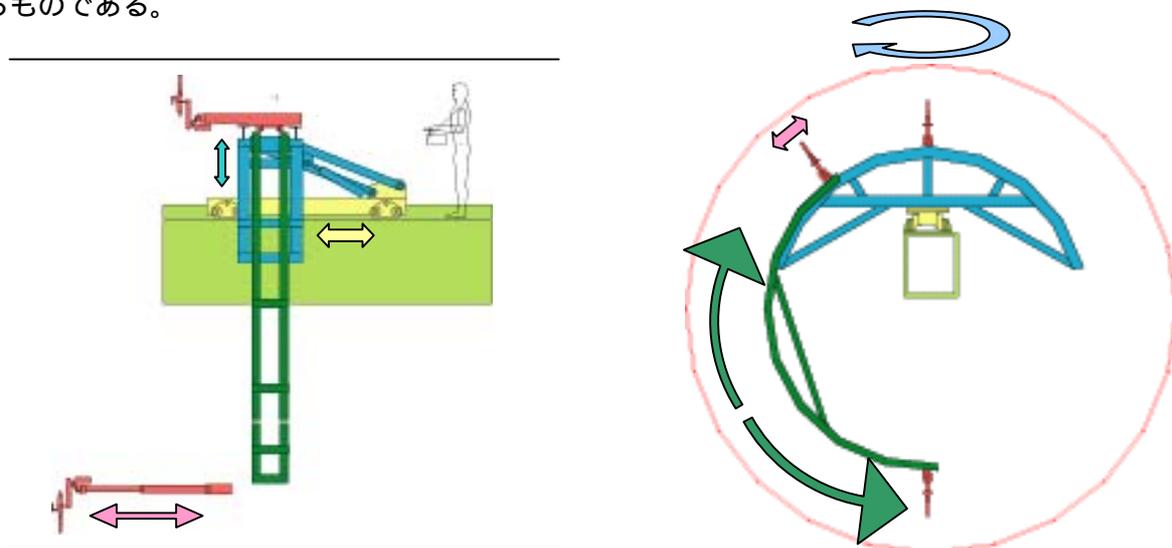


図 2 吹付けロボット概要図

4. 特徴

吹付けロボットの特徴を以下に示す。

1. TBM 掘削断面内周面（360°）への吹付けが可能である。
2. 特別な足場を用意する必要もなく、ガイドリングの巡回中心と掘削断面の中心を一致させることで、吹付け面とノズルの距離を一定に保ち定量的で均一な品質の吹付けコンクリートによる支保を実施することが可能となる。
3. 吹付けロボットを使うことで人力補助の低減が可能となる。
4. 支保作業をしていないときにはガイドリングを架台よりも上方に収納した状態にしておくことから、吹付け作業を行わない収納時には、その他覆工作業のための作業スペースの確保、見通しの確保が可能となる。

5. 施工状況



写真 1 吹付け場所へ移動



写真 2 ロボット巡回

吹付けロボットを使用した吹付け状況を示す。吹付け面の仕上がりはノズルを手で持ちながらの作業と比べても遜色なく、作業環境の改善・人力低減とともに、均一な吹付けコンクリートによる施工が出来た。

また、吹付け時間についても吹付け厚 3 cm、幅 1.5 m、両側各 90 度吹付けた場合、吹付け姿勢へのロボットの配置、配管洗浄時間を含めても 40 分～50 分で終了している。



写真 3 吹き付け状況

6. おわりに

今回の吹付けロボットで TBM 断面での吹付け作業が行えることが実証できた。今後はロボット自体が掘削機と同調して移動するような制御装置を付加するなど考え、掘削と同時に吹付けコンクリートの施工が出来るようにし、施工サイクルの短縮を図っていきたい。

キーワード TBM, 鉄道トンネル、吹付けロボット

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーパンス館 清水建設(株)土木事業本部機械技術部 TEL03-5441-0556