

レール移動作業の自動化による生産性・安全性の向上

戸田建設株式会社 正会員 ○佐藤翼^{※1}

戸田建設株式会社 正会員 三宅拓也^{※1}

戸田建設株式会社 正会員 佐佐木秀行^{※1}

戸田建設株式会社 正会員 中林雅昭^{※2}

福島県会津若松建設事務所 非会員 片寄友康^{※3}

1. はじめに

山岳トンネル工事では、防水作業用の台車や覆工コンクリート用セントル(型枠)を 30m 程度の仮設レール上を走行させて、適宜場所を変えながら作業を行うため、工事の進捗に応じてレールを繰り返し移動する必要がある。従来、レールの移動・設置作業は、バックホウ等の建設機械と複数の作業員との混合作業であり、重機接触災害や挟まれ災害等のリスクを伴うものであった。また、レール同士を作業員が接続させる作業は、トンネル中央部を通過する通行車両の死角となり、接触災害や積み荷の落下災害等のリスクもあった。さらに、煩雑な作業のためにレールの移動・設置には多くの作業員と時間を要していた。

これらの課題を解決するために、レールの移動・設置から作業台車等の移動までの一連の作業を、作業員のボタン操作のみで自動化できるシステム『急曲線対応型自動レール移動システム: Rail Walker System』を採用した。

2. 急曲線対応型全自動レール移動システム

(1) システムの概要

本システムは6つの特殊装置により構成されている。これらの特殊装置を一人の作業員が順次コントローラーにより操作することで、トンネルの曲線形状に合わせながらレールを前方に進めていくことができ、作業台車等はこのレール

ル上を電動車輪により移動させることで適切な位置に設置できる。(図-1)

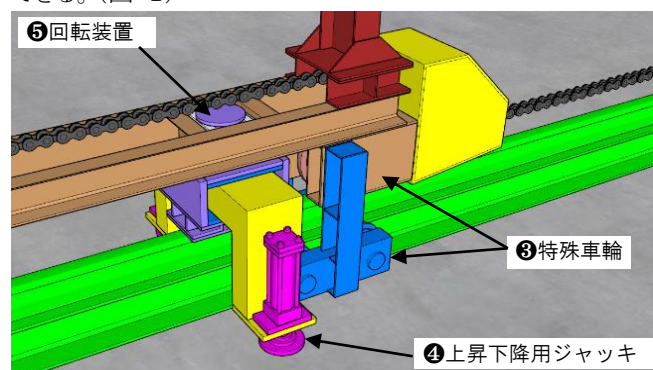
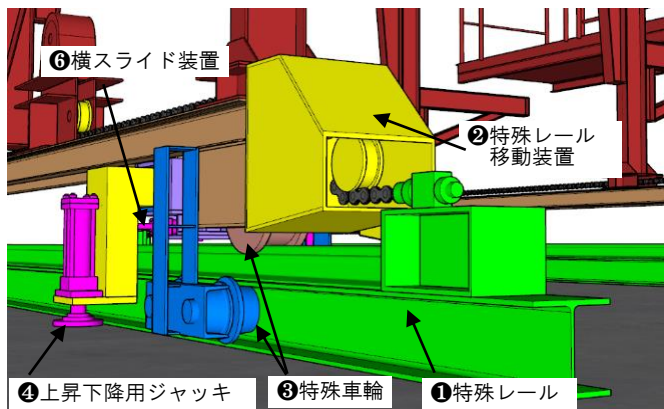


図-1 6つの特殊装置詳細図

(2) 特殊レールと作業台車等の移動・回転方法

本システムはトンネルの曲線が R=300m程度の急曲線であっても、レールと作業台車等を回転させることで曲線に沿って移動することに特長がある。曲線区間におけるレール移動・回転等のステップを以下に示す。ステップ数は11ステップと多いが、殆ど全ての動作をボタン操作のみで実施できる。

- ① 開始(移動前)
- ② 特殊レールに作業台車等が乗っている状態で、特殊アウトリガー4台を回転装置により回転
- ③ 特殊アウトリガーの上昇下降用ジャッキにより、特殊レールと作業台車等を上昇
- ④ 特殊アウトリガーの横スライド装置により、特殊レールと作業台車等を同時に回転
- ⑤ 上昇下降用ジャッキにより、特殊レールと作業台車等を下降
- ⑥ 特殊アウトリガーの回転と横スライド装置を初期状態に戻す
- ⑦ 上昇下降用ジャッキで、特殊レールと作業台車等を上昇



キーワード トンネル、覆工用セントル、レール移動、自動化、曲線対応、生産性向上

連絡先※1〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町 3-3-6 星和仙台ビル 戸田建設(株)東北支店 TEL022-222-1368

※2〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設(株)本社 TEL03-3535-1607

※3〒965-8501 福島県会津若松市追手町 7 番 5 号(新館 3 階) TEL0242-29-5440

- ⑧ 特殊レール移動装置により、特殊レールのみを前方に送り出し
- ⑨ 上昇下降用ジャッキで、特殊レールと作業台車等を下降
- ⑩ 作業台車等を所定の位置へ前進(作業台車等に標準で設置されている電動車輪により移動)
- ⑪ 完了(台車前送り)

3. 現場実証結果

現在施工中の福島県内の山岳トンネルにおいて、作業台車に本システムを採用し、生産性向上と安全性向上の効果を検証した。現場での適用状況を写真－1に示す。なお、当該トンネルは、道路トンネルとしては比較的曲率半径の小さい曲率R=350mの区間を含んでいるトンネルである。



写真－1 Rail Walker System の使用状況

(1) 生産性向上効果

従来型レール移動方式では、作業台車移動時間が測量 2 分、レール取り外し 3 分、レール前送り移動 18 分、位置調整・レール接続 8 分、台車移動に 1 分で合計 32 分を要する。Rail Walker System での作業台車移動時間は、測量 2 分、レール前送り移動 2 分、台車移動に 1 分と合計 5 分で可能となり、従来の方法に比べ約 27 分短縮(約 84%短縮)できた。作業体制についても、本システムはリモコン操

作者 1 名での作業が可能であり、従来必要であったバックホウ等の建設機械や 4～5 名の作業員を省力化できた。また、レールと作業台車等の前進作業は、トンネル掘削等の通行車両により中断されることなく実施できるため、お互いの作業を止める時間が無くなり、円滑に作業できることが実証できた。(表－1、表－2)

以上より、生産性向上に大きな効果があると確認できた。

表－1 従来のやり方による移動時間

主な作業内容	所要時間 (分)
1 測量	2.0
2 レール取り外し	3.0
3 レール前送り移動	18.0
4 位置調整・レール接続	8.0
5 台車移動	1.0
計	32.0

表－2 Rail Walker System による移動時間

主な操作内容	所要時間 (分)
1 測量	2.0
2 レール前送り移動	2.0
3 台車移動	1.0
計	5.0

(2) 安全性向上効果

安全面においても本システムを採用することで、バックホウ等と作業員との複合作業がなく、重機による接触災害の防止やレール接続時の挟まれ災害防止に有効である。また、本システムはリモコンでの単独作業となるため、通行車両の死角で屈んで行わなければならないレール接続作業を無くすことができ、通行車両との接触災害低減にも有効である。

以上のことから、安全性向上に非常に大きな効果があると確認できた。

4. 残された課題

今回「Rail Walker System」を防水シート張り台車に適用し、生産性の向上や安全性の向上に対し、効果が確認できた。しかし、将来覆工コンクリート作業の自動化を目指すためには、覆工コンクリート用スライドセントルへの適用が不可欠である。荷重が重く、さらに天端部の空間制限があるスライドセントルへの適用には、さらなる改良や工夫が必要と考える。

また、レール移動時の測量では、従来通り位置だし測量を行う必要があるため、トータルステーション(測量機器)との連動により、セントルやシート張り台車が自らの位置を確認し、レール送り方向等を自動で行える様、システム面の開発も重要であると考えます。