

新幹線大規模レール交換における機械化の取組み

東鉄工業株式会社 正会員 榎本 健一

1. 概要

東北新幹線は1982年の開業以来、大規模な設備更新を実施しておらず、大宮～郡山間（軌道延長：約360km）においてレールの累積通過トン数が2021年度にも交換基準に達する箇所が出てくる見込みとなっている。そこで、2017年度より10ヵ年計画にて当該区間のレール交換を実施することとなった。

計画を実施する上でレールの運搬、交換をできるだけ少ない人数で効率的に実施することが課題となり、新幹線レール更新システム

(REXS: Rail EXchange System)を導入し、作業の効率化を図ることとした。

(1) REXS 概要

REXS（写真-1）はレールの運搬・積卸・溶接・交換の一連の作業の大半を行う世界初の機械編成群である。編成はモーターカー(PCU)、レール固定車(CLW)、レール運搬車(TW:7台)、後部運搬車(EW)、レール積卸車(CHW)、フラッシュバット溶接車(FWC)の12両編成（総車両延長：230m）となる。



写真-1 REXS 全景

2. レール交換標準サイクル

レール交換サイクルは5日間を標準としている。レール交換延長は1日平均約750m、最大約1,200mとしており、標準サイクルは表-1による。

表-1 レール交換サイクル

	作業内容
1日目	レール仮受台設置・器材移動
2日目	新レール運搬・レール2次溶接
3日目	レール2次溶接
4日目	レール交換・レール3次溶接
5日目	発生レール運搬・レール仮受台撤去

3. 開発導入した器材等とその効果

本格施工を前に、レール更新作業を円滑行う為に器材類を開発した。代表的な機材は表-2による。

表-2 開発器材

	導入前	導入後
多機能運搬車『MAT-10』	・積込、取卸は人力にて実施 ・重量物は斜路からクレーン使用	・クレーンと垂直ゲート装備 ・運搬、積込、取卸が可能
器材横取装置『ワタレール』	・重量物搬入にクレーン等を使用	・事前に器材を仮置き可能 ・クレーン等を使わずに、重量物を搬入可能
多頭式ボルト緊解機『i-CUTE』	・1締結毎に施工 ・1スラブ約4分間で施工	・4締結同時施工可能 ・1スラブ約1分間で施工
レール持ち上げローラー『アゲレール』	・レール吊上げ後、低床ローラー挿入	・レールを吊上げずに挿入可能 ・交換前準備可能
2次溶接用レール受台『リフモ』	・MFBがスラブに干渉 ・レールの位置調整に時間が掛る	・単体でレール位置調整可能
スラブ用レール仮受台	・半スリ等にて構成 ・取卸当夜に設置	・事前設置が可能 ・取卸中の安定性が良好
レール軌間保持台車『N型』	・交換機使用時、タイプレイトに新レールが収まりにくい	・曲線区間でもレールがタイプレイトに収まる
ミスト冷却装置『Nebby』	・溶接後レール温度300℃まで下降するのに約25分	・レール温度300℃まで下降するのに約8分
線路移動装置『No-Le』	・現場で責任者は徒歩移動	・最高速度7km/hで移動可能

4. レール運搬

従来は1回の運搬で最大50mレール10本を左右片側一方しか運搬が出来なかったが、REXSは最大で150mレール20本を運搬可能であり、左右同時に取卸・積込が可能である。

5. レール2次溶接

従来は主にガス圧接(GP溶接)で行っており、器材の搬入出や仕上げを行うと一晩に3~4口程度の施工量だった。更新作業ではフラッシュバット溶接車(FWC)を使用したフラッシュバット溶接(FB)を採用し、一晩に6~10口施工可能となった。

6. レール交換機を使用した施工

(1) レール交換機載線方法の課題

レール交換機を本線上に載線する方法としては、クレーンを使う方法が一般的であったが、架線下でクレーンを使用するには、き電停止が必要となり時間的制約が発生する。また、保守用車による搬入では到着までの待ち時間が発生する可能性がある。故に、クレーンを使用せずに載線できる技術の開発が必要となった。

キーワード 新幹線レール更新システム, REXS, レール更新, 東北新幹線, レール交換, 保線

連絡先 〒321-0962 栃木県宇都宮市今泉 531-13 東鉄工業(株)埼玉支店宇都宮出張所 TEL 028-621-0242

そこで、仮置き箇所から専用レールと旋回式ジャッキを用いて線路に器材の載線を可能とする器材横取り装置（ワタレール）（写真-2）を開発した。これにより、き電停止を待たずに載線作業を行えるようになった。また、他器材の載線にも使用可能である。



写真-2 器材横取り装置：ワタレール

（2）設定替え作業時の課題

設定替えを伴う作業ではレールが伸縮するため、低ローラーをレール下部に挿入するが、レールを吊上げて挿入・撤去する為、時間短縮が課題であった。

そこで、この原理でレールを僅かに持ち上げてローラーを挿入した状態にするレール持上げローラー（アゲレール）（写真-3）を開発・導入した。これにより、レールを吊上げずにローラーの挿入・撤去が可能となり、人員・時間を大きく削減することができた。



写真-3 レール持上げローラー：アゲレール

（3）締結装置トルク管理の課題

従来はトルク測定器付のボルト緊解機で1締結毎にトルク管理を行っていたが、時間と人員を多く必要とし、作業効率化の大きな課題であった。

そこで、横一列4締結を同時締結可能な多頭式ボルト緊解機（i-CUTE）を開発・導入した（写真-4）。



写真-4 多頭式ボルト緊解機：i-CUTE

i-CUTE は、1 スラブあたり従来の約 1/4 の時間の 60 秒で施工可能であり、作業時間と人員の削減を可能とした。さらに、直結 8 型だけでなく、直結 4 型、弾性直結軌道、バラスト軌道など全ての新幹線軌道で作業可能である。

7. 3次溶接

3次溶接では GP 溶接を採用しているが、母材同士を溶接するため、交換延長以上にレール長が必要となる。そのため、溶接時にレールの重なりができないようにすることが課題となった。

そこで、溶接箇所から離れた地点でレールを大きく吊上げ、一時的にレール長を長くすることとした。当初は溶接 1 口につき、1 箇所吊上げる方式としていたが、最大で吊上げ高さが 950mm 程度になり、レールが小返る危険性が発生した。

そこで、吊上げ箇所を 1 箇所から 2 箇所に増やし、高さの低減（約 500mm）を図るとともに吊上げ箇所間を接地させることによって小返りのリスクを減少させた。

8. 最後に

本報告では、新幹線レール更新における機械化の取組について、省力化効果や施工性向上の観点から述べた。現在、20 本のレール取卸作業は 2 時間、約 750m レール交換作業を 3 時間半で行えるようになっている。

本工事は 10 ヶ年計画の 3 年目であり、今後も様々な課題が発生すると考えられる。とりわけ、弾性直結型軌道やバラスト軌道におけるレールの仮置き、バラスト軌道や直結 4 型スラブ軌道におけるレール交換作業の最適工法の開発、トンネル区間での最適溶接方法の開発など、現場の特情に応じた、機械の性能をフルに発揮させるための機器類の開発は必須である。さらに、現時点で想定されない課題に対しても、タイムリーに対応し、交換を計画通り実施できない状況を回避しなければならない。

今後とも、課題をひとつずつ解決し、安全かつ安定的に作業を行っていけるよう、継続的に努力していく所存である。