

九州新幹線（西九州）における狭隘部のレール搬入

三軌建設株式会社 正会員 堂上 敦司

はじめに

九州新幹線（西九州）において軌道新設工事で敷設されるレールは、25mの素材レールをポールトレーラーで陸送し、基地で溶接してロングレール化する。土木工事の進捗状況、地上ヤード面積、ポールトレーラーの走行経路を考慮した結果、明かりとトンネル内の2箇所に基地を設置し、工区を二分させて円滑な工事の進捗を図った。今回紹介する工区では、延長約5kmのトンネル内に溶接基地が設けられており、斜坑を通して直角に交差する本坑へレールを搬入することが必要となったが、斜坑から本線への狭隘区間での施工事例について報告する。

1. 工事概要

本工事は、九州新幹線武雄温泉起点、40k552m から 53k063m 間の軌道を敷設する工事である。当該施工区間では明かり基地に 800 本、トンネル基地に 1400 本のレールを搬入行い、トンネル基地には先に述べた通り溶接基地が設けられており、斜坑を通して直角に交差する本坑へレールを搬入する工事を行った。

2. レール搬入に向けた課題

陸送された素材レールは、一旦明かり作業ヤードで取り卸され、トンネル内基地まで別の手段で搬入することとなる。斜坑内（延長 170m）はフォークリフト 2 台で運搬することとしたが、斜坑トンネル（幅 10m）と本線トンネル（幅 8.8m）が直角に交差する開口部は幅 5mしかなく、狭隘な開口部で 25m のレールを通過させながら 90 度回転させて本坑へ搬入しなければならない。このような条件のもとでの搬入は例がなく、また次工程の溶接作業に支障をきたさないよう 30 本/日（計 1,400 本）の安定した材料供給ができる作業手順を整備することが課題であった。

3. 搬入前の仮設計画

レール搬入に先立ち、斜坑より本線へ運搬車両が乗入できるよう、トンネル内段差等を解消するための路面覆工を行い、後行程での材料運搬作業も考慮し、幅 8.8m、延長 95mの覆工構造とした。（図-1）



図-1-1 路面仮覆工の施工前



図-1-2 路面仮覆工の施工後

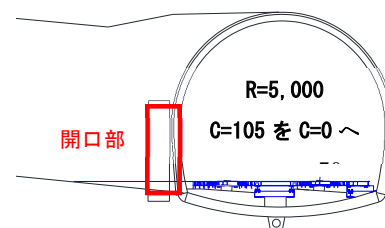


図-2-1 路面覆工断面図

4. CADによるレール搬入の検討

レールを開口部から本坑へどのように搬入するか、CADを用いた軌跡図によりレールの動きを検討した。

・案① レールを曲げて搬入

軌跡図線上に鋼矢板又は鋼管パイプ等で搬入経路を仮設し、レールを湾曲させながら搬入する方法を表す。CADの軌跡図-1 から割り出した曲線半径は 15mとなり、レールの永久変形や破断が生じないか、計算により応力を確かめる。

【計算値】

レール鋼の降伏点: 480N/mm² 60kg レール底部側面の曲げ応力
 曲線半径 15mの場合: 1,014N/mm² 480N/mm² < 1,014N/mm² ∴ NG
 レールが変形し品質を維持できないため、この方法は**不採用とした**。

【参考値】曲線半径 32mの曲げ応力: 475N/mm² < 480N/mm² ∴ OK

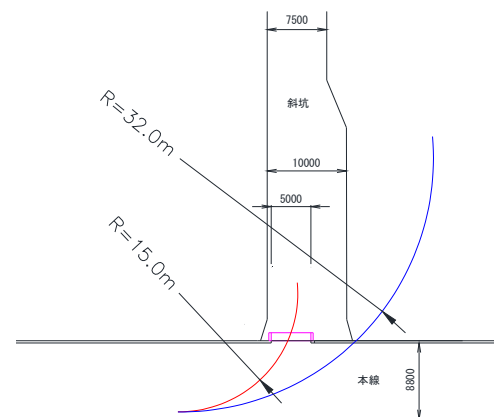


図-3 軌跡図-1（案①）

キーワード レール搬入, 狭隘, 九州新幹線

連絡先 〒812-0896 福岡県福岡市博多区東光寺町 1-13-5 TEL092-441-5421

・案② レールの回転軸を固定して搬入

開口部にターンテーブル等で回転軸を仮設し搬入する方法を表す。回転動作がシンプルかつ導線も一定で安定した作業が見込まれる。

ターンテーブルの形状や強度、地盤面との固定方法等の検討が必要である。開口部は車両の出入も兼ねているため、簡単に設置撤去できる設備にする事も検討する必要もあったが、搬入方法として採用とした。

・案③ レールの回転軸を移動して搬入

5mの開口空間内で回転軸を移動させながら搬入する方法を表す。このような複雑な軌跡では低ローラーの使用が困難なため、レール重量 1.5t/本に耐えうる構造と縦横に動く車輪付き台車、又はフォークリフトを使用した搬入方法とする。レールの動きが複雑であるためレール転倒など安全面検討が必要となるが、搬入方法として採用とした。

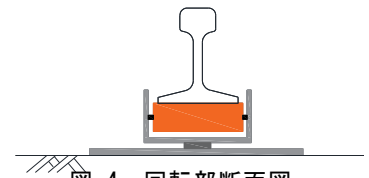


図-4 回転部断面図
(ターンテーブル イメージ図)

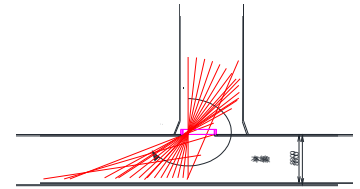


図-5 軌跡図-2 (案③)

5. 試験施工

前項の結果をもとに、案②、案③について作業ヤードにて、斜路と本坑が交差する開口部をカラーコーン等を使って再現し、本物のレールにより検証した。

・案② 回転軸を固定して搬入 (機械: ターンテーブルを見立てた山越器と台車を使用)

【検証結果】搬入動作の中でレール両先端が側壁に接触しないよう力を加えた際反力が発生し、レール端が跳ねてレールが複雑に動くため作業員の対応が難しい。反力を開放させるために、回転軸を 0~500mm の範囲で移動させる必要がある。



図-6 試験施工状況



図-7 フォークリフト運搬

- ・レール後方台車が軸部を通過する時、レール吊具又は台車段取り替えの手間が発生する。

・案③-1 回転軸を移動して搬入 (機械: フォークリフト 2 台使用) (図-7)

【検証結果】フォークリフト 2 台の連携動作が難しく、レールを均一に吊れない。

- ・開口部に接触する。(カラーコーンは開口壁)



図-8 実際に使用した「6輪台車 (耐荷重 1 t)」



図-9 レールの曲がりを規制する防護壁の設置

・案③-2 回転軸を移動して搬入 (機械: 台車 2 台使用: 実際の施工にて採用) (図-8)

【検証結果】台車の安定も良く、構造物に接触する事なく一連の動作が良好である。

- ・平坦部では問題ないが、斜坑の勾配(10%)では台車の動きが懸念されたため、図-9 のような防護壁を設置し、これにレールを当てながら旋回することで解消した。

6. まとめ

本工事では狭隘な箇所でのレール搬入の方法について検討を行い、CAD及び実物大試験で前例のない方法の検討を重ねてきた。レールを防護壁に当てながら旋回させて移動するなど、これまでにない柔軟な発想で施工した結果、次工程を支障させることなくレール搬入を完了することができた。前例にとらわれず、あらゆる角度から検討することの重要性を学ぶことができたのは大きな成果であった。最後に、ご指導いただいた鉄道・運輸機構九州新幹線建設局諫早軌道建設所をはじめとする関係者の皆様に謝意を表します。

表-1 検証比較と評価

試験施工	機械	搬入可能	施工性 (段取り替え等)	安全性 (転倒・逸走)	地盤整正 (斜坑部)	改良工夫	評価
②レールの回転軸を固定して搬入	山越器・台車	○	△	△	舗装・敷鉄板	ターンテーブル	△
③レールの回転軸を移動して搬入	フォークリフト	×	×	×	不要	-	×
	台車	○	◎	◎	舗装・敷鉄板	台車耐力	◎
	ローラー台車	○	○	○	舗装・敷鉄板	-	○