

山陽新幹線における軌道スラブ交換工事について

西日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○柳谷 勝

正会員 高山 宜久

正会員 辻 崇

1. はじめに

新関門トンネルは、山陽新幹線・新下関～小倉間に位置し、関門海峡直下を通過する海底トンネルである。このトンネルの海底部区間においては、高温多湿な条件に加え、塩水成分を含んだ漏水により、鉄系軌道材料を中心に激しい腐食が発生している。軌道スラブについても、先述した環境下において、内部鉄筋の腐食や錆膨張に伴う軌道スラブの損傷が著しく進行しており、軌道保守上の重要な課題となっている。これまでは、損傷箇所をはつり落して再充填するといった”はつり手法”により、軌道スラブの補修を行ってきた。しかし、この補修施工は簡易に一時的に施工する方法であること、および、補修対象部位が増大すると交換と比較しても高価なものとなること、平成2年以降交換した軌道スラブでは損傷が発生していないことなどから、抜本的な対策である軌道スラブ交換を本格的に実施することとなった。

今回は、大量交換を目指した施工方法の確立に向け、検討した事項とその結果について報告する。

2. 現状の問題点

2. 1 施工条件

現場における作業時間は、確認車ダイヤを最大限に工夫して 305～320 分である。これに、トンネル斜坑から現場までの移動時間等を考慮に入れると 280 分程度での施工が求められる。また、軌道スラブ交換工事による徐行措置や列車運休措置は行わない前提で考えており、高い精度での当日の仕上がり確保が要求される。

作業空間については、トンネル内であるため、ユニック式クレーン等の汎用大型機械の使用は施工条件を満足しない。よって、当該施工区間専用の軌道スラブ交換システムを考案する必要があった。

2. 2 海底部区間における特性

海底部区間はすべて直線区間で、締結装置が埋込栓方式の直結4形となっている。この埋込栓は、30 年来の錆等で穴詰まりを生じており、再緊締を行う都度、高い割合で締結不良を引き起こしている。このため、軌道スラブ交換の際に締結装置緩延を長くとることは、軌面整正に時間を要すると共に、締結不良箇所が過剰発生すれば想定時間内で施工を終了できないおそれがある。

また、既設てん充層には、損傷の補修及び軌道スラブの扛上の際に、ポリウレタン樹脂を使用した経緯があり、樹脂の持つ性質のために軌道スラブと路盤との縁切りや端部のはつりが困難な状況となっている。

3. 施工方法の検討

3. 1 軌道スラブ交換の概要

軌道スラブ交換の工程は、①締結装置緩延、レール割出し、②旧スラブの撤去、③既設てん充層のはつり作業、④新スラブの据付、⑤新てん充層の注入、⑥レール復帰と締結装置緊締、以上の6つが大きな内容である。

軌道スラブ交換工程を短縮し、早期の工事完遂と1枚あたりの施工単価を削減するためには、機械化は必須な要件であった。このため、②④⑤について機械化することにより、従来の人力施工で一夜に2枚が限度であったものを、最大5枚まで連続交換可能とすることを目標とし、その施工方法について検討を行った。

3. 2 レール一時撤去方法の検討

以前は、軌道スラブ2枚を交換するために約100Mの締結装置を緩延し、レールを割出す方法をとっていた。しかし、この方法では先述の理由により、締結装置の復旧時間が読めなくなるおそれもあることから、試験施工段階ではレール切断、溶接復旧による方法（破線方法）を検討した。その結果、溶接時間が工程上不利であることがわかったため、連続交換施工では従来のレール割出し方法を採用することとした。なお、埋込栓の穴詰まりについては、あらかじめ埋込栓周りの清掃と穴詰まりの補修を行い、交換時における締結不良の過剰発生を予防することとした。



写真1 レール割出し作業

3. 3 スラブ交換機の開発

従来工法は、当該線に大門形クレーン（写真2）を設置する「縦取り工法」であったが、走行レールの仮

キーワード 軌道スラブ交換、スラブ交換機、プラント、ロングチューブ、レール割出し

連絡先 〒802-0002 北九州市小倉北区京町4-7 JR西日本 福岡工務所 小倉保線センター TEL093-541-6915

設が必要であるうえ、撤去・復旧時に多大な労力や時間を要するといった問題があった。このため、トンネル内での作業空間を考慮したクレーンを有し、かつ運搬台車としての機能も有するスラブ交換機（写真3）を開発・導入した。

このスラブ交換機は、2両1編成で一方を撤去専用、もう一方を敷設専用として使用する。また、搭載した大型ジブクレーンは旋回式で、作業時は上下線を跨ぐ大型の山越器のような施工（写真4）となる。これにより、走行レールが不要となり、準備作業、後作業の大幅な軽減が図られた。また、反対線からオンレールの大型ジブクレーン用いた「横取り工法」が可能となったことにより、交換当該線の作業空間が確保されるとともに、機械化による労力の削減と時間短縮が図られた。

3. 4 既設てん充層のはつり、縁切り

既設てん充層のはつり作業は、従来と同じエアピックを使用して破砕する方法を採用した。また、既設てん充層にポリウレタン樹脂による補修部位が残っている場合には、軌道スラブ撤去時に大いに支障するため、事前にポリウレタン部分を切断することとした。しかし、ポリウレタンの切断は容易ではなく、メーカーにもそのノウハウがなかったことから、種々検討を行った結果、根切り用チェーンソーにより切断することとした。

3. 5 CAモルタル注入工程の短縮（ロングチューブの採用）

CAモルタルの型枠設置を省略して注入工程を短縮するために、鉄道運輸機構が開発したロングチューブを採用し、てん充層の設置範囲をレール付近の幅80cm間のみとすることとした（図1）。これにより、CAモルタルの練り混ぜ工程の装置化とも関連でき、注入工程の短縮とてん充材料の縮減によるコスト低減が図られた。なお、支承範囲が変更となったため、軌道スラブについても新規に設計を行った。

また、てん充層使用材料についても、今後の補修時の施工性やコスト縮減を考慮して、過去に使用実績のある早急性、耐塩害性のあるCAモルタルを使用することとした。

3. 6 CAモルタル注入工程の短縮（注入プラントのオンレール化）

従来工法では、手練り、バケツリレー方式で注入を行ったが、大量施工に適した方法とは言えないため、ミキサーを導入しプラントを組むこととした。導入にあたっては、本件のCAモルタルの硬化特性を考慮し、ミキサー部とアジテータ部の2層構造から成るミキサーを採用した。また、トラブル時に完全に使用できなくなるリスクを避けるため、同ミキサーを2機搭載し、15Tトロに載せてオンレール化することとした（写真5）。

4. 軌道スラブ交換の実施

上記の検討結果より、H17.1月～3月で軌道スラブ交換を実施した。今回は、スラブ検査結果を元に軌道スラブ交換優先順位を決定し、優先順位の比較的高い32枚を図2の保守用車編成により交換した。なお、今回の施工は試験施工の位置付けで行い、12回の本作業で交換を完了している。

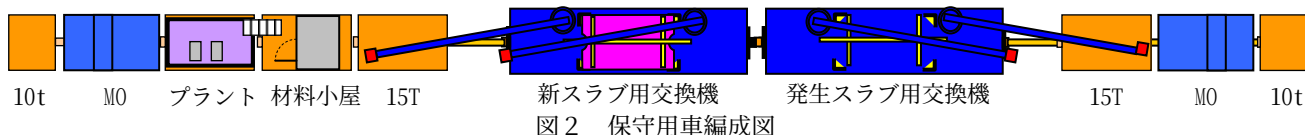


図2 保守用車編成図

5. おわりに

新関門トンネル海底部における軌道スラブ交換工事の施工方法について、機械化を推進したことにより施工性が格段に向上した結果、平成17年2月には、人力施工時の2倍となる一夜4枚連続施工を確立するに至っている。今後とも、既設てん充層のはつり方法や5枚連続交換を見据えた場合の治具改良など、施工結果より得られた課題の検討を行い、より効率的な施工方法の確立を目指していきたいと考える。

参考文献

田淵、金岡、越野、「新関門トンネル軌道スラブ交換工事に向けた材料選定の取り組み」、土木学会第59回年次学術講演会 2004.9



写真2 大形クレーンによる吊上げ



写真3 スラブ交換機（回送時）



写真4 スラブ交換機（作業時）

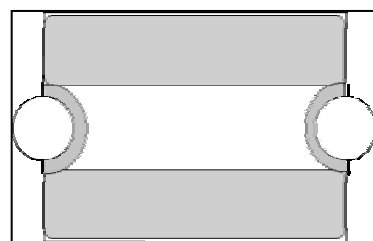


図1 ロングチューブのイメージ

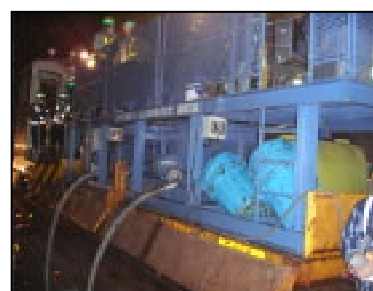


写真5 プラント（15Tトロ積載時）