

分岐まくらぎに内蔵したレール転換装置の性能確認と連続転換試験

鉄道総合技術研究所 正会員 ○安田 新太郎

鉄道総合技術研究所 正会員 玉川 新悟

鉄道総合技術研究所 正会員 清水 紗希

鉄道総合技術研究所 正会員 堀 雅彦

鉄道総合技術研究所 正会員 細見 章人

1. はじめに

分岐器のトングレールの転換には電気転てつ機が一般的に用いられている（図 1）. しかし、国内で広く使用されている NS 形や TS 形の電気転てつ機¹⁾は、転てつ棒と控え棒が保線作業に支障するため、ポイント部のバラストつき固めが不十分となり軌道の弱点箇所になっている. また、鉄道事業者は分岐器の検査や調整、トングレールの転換不能に伴う修復等の線路内作業に多大な労力を要しており、将来的な労働力不足が見込まれるなかで、分岐器保守における省力化・省人化が望まれている. そこで、2018 年より、当該の諸課題を解決するため、既存の電気転てつ機と置き換え可能であり、トングレールを制御、モニタリング可能な分岐まくらぎに内蔵したレール転換装置（以下、「転換装置」）の検討^{2,3)}を実施している. 本稿では、これまでの検討で明らかになった課題を解決するため、2022 年度に試作した転換装置の性能確認と連続転換試験の結果を報告する.

2. 試作した転換装置の概要

図 2 に転換装置の構造を示す. また、表 1 に転換装置の仕様を示す. 転換装置は、凹型まくらぎに設置した転換ユニットと屋内に設置した制御盤で構成し、転換ユニットに設けた油圧シリンダの推力によりトングレールを転換する構造である. 転換ユニットは屋外で使用することを想定しており、動力源機器を収納する転換ユニット下部の機器箱をはじめとし、高い防水構造としている. また、転換後のトングレールを鎖錠するために、油圧シリンダの内部に油圧式保持機構（以下、「主鎖錠」と油圧シリンダ近傍に油圧式保持装置（以下、「副鎖錠」）の 2 系統のトングレール保持機能を有しており、それぞれ軌間外側から軌間内側に向かって作用する 15kN⁴⁾の横圧を保持可能としている. 電気転てつ機が有している転てつ棒と控え棒を排除し、まくらぎ内に収まる構造とすることで、ポイント部のバラストつき固め作業を可能としている. また、転換ユニットの動作圧力とトングレールの変位をモニタリングするために、油圧シリンダと左右のトングレールには変位センサを設置しており、油圧シリンダ及び主鎖錠、副鎖錠には圧力センサを設け、各センサの出力値から転換動作状況や異物介入や軌間拡大等の異常状態を検知可能な制御ロジックを備えている.

3. 性能確認

3.1 転換力とトングレール保持力

図 3 に転換力の確認状況を示す. 転換力はトングレール転換時の油圧シリンダの推力であり、動作中の油圧シリンダロッドをロードセルに押し付けて測定した. その結果、転換力は 8.9kN であった. 図 4 にトングレール保持力の確認状況を示す. トングレールを保持するための主鎖錠と副鎖錠のロッドに対して、油圧ジャッキを用いて保持力の目標値である 15kN の力を作用させ、ロッドの変位量をダイヤルゲージで測定した. 結果として、ロッドの変位量は 0.01mm 以下の微小な値であった. 以上の結果より、転換力とトングレール保



図 1 分岐ポイントと電気転てつ機

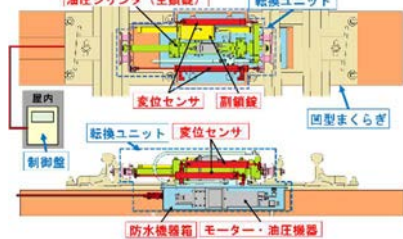


図 2 転換装置の構造

表 1 転換装置の仕様

項目	詳細
動力源	電動油圧式
電源	AC105V
本体サイズ(mm)	縦320×横800×高さ380
本体重量(kg)	110
転換方式	油圧シリンダ
鎖錠系統	主鎖錠/副鎖錠
転換力(kN)	6
トングレール保持力(kN)	15
防水性能	副鎖錠：IP54
	副鎖錠以外構造物：IPX7

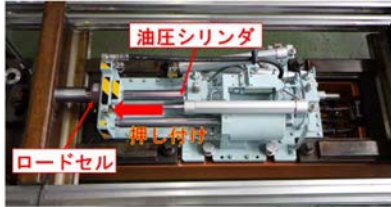


図 3 転換力の確認



図 4 トングレール保持力の確認

キーワード 転換装置、電気転てつ機、分岐器、分岐まくらぎ

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 （公財）鉄道総合技術研究所 TEL. 042-573-7275

持力は表 1 の仕様を満足していることを確認した。

3.2 防水性能

転換ユニットの防水性能を確認するため、転換ユニットを対象に JISE3017「鉄道信号用保安部品－防水試験方法」⁵⁾に準拠した散水試験と、滞水の可能性が高い凹型まぐらぎの溝部に位置する転換ユニットの機器箱と高い防水性能を有している油圧シリンダと変位センサを対象に、同 JIS 規格に準拠した浸水試験を実施した。散水試験は図 5 に示すように、1 方向 10mm/min の水量の散水を、転換ユニットに向かって 4 方向から実施した。浸水試験は図 6 に示す試験槽を用い、転換ユニットの最下部が水面下 1m より深い位置となるようにし、30 分間水中に放置した。散水試験、浸水試験ともに試験後に機能検査と転換ユニットの機器箱の開放検査を実施した。その結果、動作と各センサの出力値は良好であり、機器箱内部への浸水は認められず、表 1 の仕様の防水性能を満足することを確認した。

3.3 温度性能

急激な温度変化の繰り返しや、使用環境下における高温・低温時の挙動を確認するため、温度サイクル試験⁶⁾と高温及び低温試験⁷⁾を実施した。これらの試験は、図 7 に示す恒温恒湿槽を用いて行い、試験後に転換ユニットの動作確認と外観確認を行った。結果として、温度サイクル試験と低温試験では、動作と各センサの出力値は良好であり、装置外観に変化は認められなかった。しかし、高温試験では、動作確認の際に副鎖錠を制御する作動油の圧力が低下せず、鎖錠不可の状態となった。これは転換ユニット内の油圧作動油が高温になることで粘性低下し発生したものと考えられる。そのため、今後は油圧回路構成を変更することで本事象は改善する見込みである。

4. 試験用ポイントにおける連続転換試験

屋外での連続動作時の挙動を確認するため、図 8 に示す屋外試験用ポイントに転換ユニットを敷設し、目標 20 万回の連続転換試験⁸⁾を実施した。連続転換では動作時の各センサの出力値を収集し、転換、鎖錠、解錠の圧力、各変位の経過を確認した。その結果、目標とした 20 万回を超える 21 万回の連続転換を実施し、各出力値は一定に推移しており良好であることを確認した。ただし、転換回数が約 19 万回の時点と試験終了後に転換力とトングレー保持力を確認したところ、これらの値の低下が確認された。表 2 に示すように、試験後の転換力は、8.6kN となり、試験前と比較して 0.3kN 程度低下したものの、仕様値の 6kN 以上であった。一方、試験後のトングレー保持力は、主鎖錠が 9.6kN、副鎖錠が 4.1kN であり、仕様値である 15kN を下回る結果であった。本結果については今後、各鎖錠を開放検査して内部状態を確認し原因究明するとともに対策を検討する予定である。

5. おわりに

本研究では分岐まぐらぎに内蔵したレール転換装置の各種試験を実施し、性能確認と屋外環境における連続転換に対する動作確認を行った。今後は、本研究で明らかになった課題を検討し、実用化に向けた転換装置の開発を進めていく予定である。

参考文献

1) 潮見俊輔：電気転てつ機，RRR，Vol. 76，No. 8，pp. 30-33 (2019)
2) 玉川新悟，清水紗希，及川祐也，山本智之：分岐まぐらぎに内蔵したレール転換装置の開発，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），76 巻，2 号，pp.395-400(2020)
3) 山本智之，玉川新悟，安田新太郎，塩田勝利，中野哲弥：レール転換装置の性能確認試験と問題点の抽出，J-RAIL2020，P-S2-1-1(2020)
4) 清水紗希，安田新太郎，玉川新悟，山本智之，及川祐也：分岐まぐらぎに内蔵したレール転換装置の改良と性能確認試験，J-RAIL2022,P-S2-2-3(2022)
5) JISE3017「鉄道信号保安部品－防水試験方法」
6) JISE3020「鉄道信号保安部品の温度サイクル試験方法」
7) JISE3019「鉄道信号保安部品の高温及び低温試験方法」
8) JISE3001「電気転てつ機の性能試験方法」

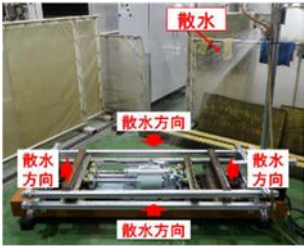


図 5 散水試験



図 6 浸水試験



図 7 温度サイクル試験



図 8 連続転換試験

表 2 転換力とトングレー

	転換力 (kN)	トングレー保持力(kN)	
		主鎖錠	副鎖錠
設計値	6以上	15以上	15以上
試験前	8.9	15以上	15以上
19万回	8.2	15以上	13.6
試験後	8.6	9.6	4.1