

3609 分岐器の転換負荷力増加に関する一考察

正 [土] ○近藤 義将 正 [土] 三輪 昌弘 野口 哲也 吉良 幸秀 (東海旅客鉄道株式会社)

Study on Increase in Switching Load of Point Machine

Yoshimasa KONDO, Masahiro MIWA, Tetsuya NOGUCHI, Yukihide KIRA

Central Japan Railway Company 1545-33, Ohyama, Komaki, Aichi

It is important for stable railway transport to prevent disable throwing states of the switch. One of the causes for the disable states is an excessive throwing force. However, it is not clear why the force increases in unusual ways. We measured quantitatively the relations between throwing force and lubricant condition on slide chairs. The disable throwing state was caused in the throwing test, and the adhesive wear occurred between the slide chair and the bottom face of the tongue rail.

Keywords : point machine, switching load, lubricant condition, adhesive wear

1. はじめに

分岐器の転換不能の発生は大きな輸送障害に繋がり、分岐器が起因する重大事故のひとつとなり得る。実際に転換不能の発生までには至らないものの、転換時の負荷力増加に伴う警報や、リトライといった分岐器の不具合事象の発生は少なくない。分岐器を管理する現場では、これらの不具合事象が発生した際に信号・軌道の社員が合同で状態確認を行い、原因調査を実施する。しかし、夜間の限られた時間・環境の中で、複雑な構造の分岐器の中から原因を特定できるケースは少ない。またこれまでも、分岐器の不具合事象の発生を再現させる目的の試験が何度か行われてきたが、その回数や時間、条件設定に制限があり、測定体制が十分ではなかった。そのため現場で発生している不具合事象を再現し、その原因となる変状・挙動を十分に把握する事が出来なかった。

本稿では、十分な測定体制のもとに分岐器の転換挙動を詳細に調査し、転換不能等の不具合事象発生要因となる、著大な転換負荷力の発生に関する原因の究明とそのメカニズムを考察する。

2. 転換試験条件

現場での不具合事象の発生を再現し、その原因となる変状や挙動を確認するため、試験用分岐器ポイント部を使用して転換試験を実施することとした。試験に使用した分岐器及び転てつ装置は下記の通りである。

- (分岐器) 18 番片開き分岐器ポイント部
※ P₆₀18-501 (OT) (改)
ボールベアリング床板仕様
(転てつ装置) NTS 形電気転てつ機

転換試験の主な測定項目を表 1 に示す。トングレール頭部・底部の左右変位、動作かん軸力、スイッチアジャスタ軸力等、約 60 に及ぶ測定項目を設定し、軌道設備と信号設備、さらにこれらの境界部分で発生する挙動を把握するために十分な種類と数とした。

試験験件として、床板の潤滑状態（塗油の有無）を変更する事により、現場で良好に塗油された分岐器の状態と、油切れの状態を再現し、比較することとした。なお、油切れによる潤滑不良状態の設定については、トングレールが摺動する全ての床板を対象に、アセトンによる潤滑油の完全除去と、塩水噴霧を行い、床板表面に錆を発生させ試験を実施した。

表 1 主な測定項目

測定箇所	トランスデューサ	物理量
動作かん、トングレール変位(頭部・底部)等	ストローク計	変位
動作かん軸力、原動側リンク軸力等	ジョーベン型軸力計	荷重
スイッチアジャスタ軸力	軸力測定用スイッチアジャスタ	荷重
トングレール弾性部、スイッチアジャスタ腕金具等	歪ゲージ	歪
鎖錠かん変位、エスケープクランク変位等	ペン型変位計	変位

3. 転換試験結果

3.1 潤滑状態の比較

潤滑状態の違いによる転てつ棒ごとの転換力及び、動作かんでの総合転換力の比較を図 1 に示す。

試験結果より、潤滑状態の違いによる転換負荷力増加の現象を顕著に確認する事ができた。総合転換力の最大値は、潤滑良好状態で約 5.4kN であったのに対し、油切れ状態では 1.5 倍以上の約 8.5kN となった。また、この最大値の発生しているタイミングについては、いずれの場合も大きな変動の 2 波目（ストローク 90 mm 前後）となり、ボールベアリングの作用範囲外となっている。

なお、油切れ条件の結果からは、このタイミング以外でもボールベアリングの作用とは無関係の範囲（転換開始時付近及び転換終了時付近の両方）で、摩擦力の増大を受け、総合転換力が NTS 形電気転てつ機の定格値を超過する値となった。一方で、ボールベアリング作用範囲内においても、転換力の増加が見られるが、この原因

は Tongレール先端の垂れ下がり等の影響により、一部の範囲で、油切れ状態の床板と Tongレールとの接触が発生し、転換力が増加したものと考えられる。これに関しては、第2転てつ棒位置での潤滑状態の影響が少ないのに対し、第1転てつ棒位置の転換力が全体に大きくなっているのも、その影響であると考ええる。なお、ここで示した例は定位から反位へ転換する際の比較結果となるが、反対の転換動作においても同様の傾向を確認している。

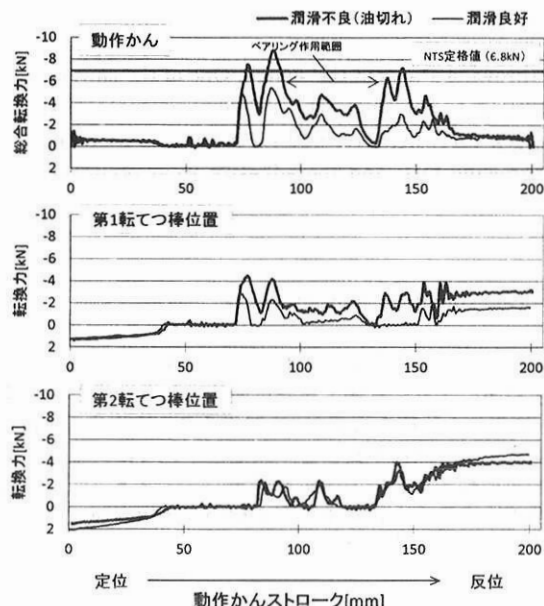


図1 潤滑状態の違いによる転換力の比較

3.2 引き残りの再現

油切れ状態の試験については、転てつ機の定格値を超えるような転換力の発生があるものの、試験開始後しばらくは、転換挙動の再現性も良く、比較的安定した状態での繰り返し転換となった。しかし、引き続き繰り返し転換を行っていたところ、突然引き残りが発生し、基本レールと Tongレールの間には、5 mmを超える隙間が発生した。図2は引き残り発生前後の総合転換力を比較した結果である。

動作かんストロークが、200~80mm までの範囲では、ほぼ同じ転換挙動となっているのに対し、80mm 以降の総合転換力については、最大で約 5kN 程度の増加が確認された。

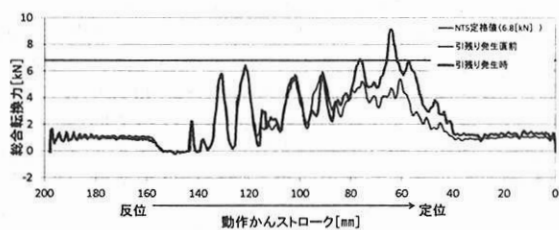


図2 引き残り発生前後の転換力比較

この引き残り現象が発生した直後に、全床板の状態を観察したところ、一部の床板において、図3のような傷の発生を確認した。傷そのものの深さは1 mm未満のごく

浅い状況ではあるものの、床板表面はざらついた状態となり、周りには床板から発生したと思われる摩耗粉が散乱していた。

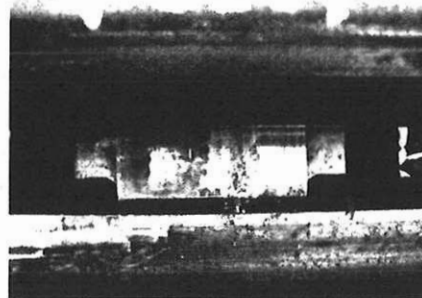


図3 床板傷発生状況

また、Tongレールを吊上げ、底部の状況を観察したところ、ここにも図4のような微小な突起を伴う傷の発生を確認した。

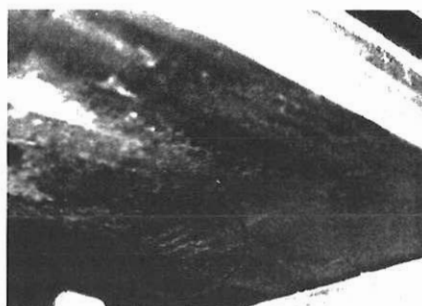


図4 Tongレール底部傷

この傷の損傷形態は、金属製機械の摩耗で一般的に見られる凝着摩耗と呼ばれる状態であると考えられる。

凝着摩耗とは、摩擦面の真実接触点における、微視的な凝着や破壊に起因する摩耗¹⁾のことで、特に以下のような条件で発生しやすい。

- ① 潤滑油が存在しない場合
- ② 摩擦面の表面粗さが小さい場合
- ③ 2面の硬さの差が少ない場合
- ④ 2面が類似の金属で凝着しやすい場合

本試験においても、油切れの状況下で繰り返し転換を行った影響により、Tongレール底部と床板面との間で凝着摩耗が発生し、突発的に摩擦力が増加したものであると考えられる。

また、引き残り現象を再現した後に、傷が発生したそのままの状態の数回の転換を繰り返したところ、転換毎に最大転換力や接着状態はバラつき、分岐器の状態としては非常に不安定な状態であることが確認された。

4. まとめ

転換試験の実施により、無潤滑状態において発生する摩擦抵抗増加に伴う転換負荷力の増加を確認した。また、突発的な負荷力増加を伴う、床板の凝着摩耗の発生を確認し、転換時の引き残り現象を再現した。

今後は、今回新たに取得した有益な基礎データを活用し、分岐器の安定動作や保守省力化を目指した対策方法の構築を目指していきたい。

参考文献

- 1) 日本潤滑学会: 改訂版 潤滑ハンドブック, P56, 1987