

## 分岐器転換特性と不転換原因の解明

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○後藤 康夫  
東海旅客鉄道株式会社 正会員 原 幸一郎

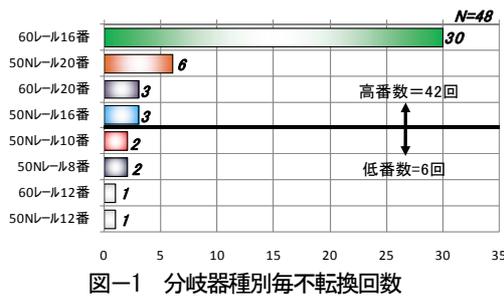
### はじめに

当社、在来線には約3,000台の分岐器が敷設されている。近年は、高番数のものが多く敷設されるようになってきた、なかでも16番以上の分岐器は143台敷設されており、これらの分岐器において分岐器不転換(リトライ事象含む)が発生する傾向がある。不転換事象は絶対に防ぐべきものであるため、高番数分岐器の不転換原因について保線、信号で協力して調査し究明したので、その結果について報告する。

### 1. 分岐器不転換事象の現状

#### (1) 分岐器不転換の件数

過去3年間で、分岐器不転換は48回発生している。分岐器種別毎に見ると、16番以上の高番数分岐器で48回中42回と、片開き、両開きに関係なく多く発生していることがわかる(図-1)。



いずれも事象発生時に分岐器を調査し、原因の検討を行ったが、分岐器敷設状態および電気転てつ器、転換装置に異常は認められず、分岐器床板に傷が見られたことから、異物がトングレール下に介在し、分岐器不転換に至ったと想定された。しかし、異物そのものを発見することはできなかった。

#### (2) 高番数分岐器の特徴

高番数分岐器はトングレール長が12m以上と長く、確実にトングレールを基本レールに接着させるため、転てつ棒が2本使用されている。2本の転てつ棒はスイッチアジャスタと接続され、エスケープクランク、ロッド、直角クランクを介し電気転てつ器に接続されている。

### 2. 分岐器不転換に至る要因

分岐器不転換はトングレール転換力(以下、転換力)が電気転てつ器の転換能力を上回った際に発生すると考えられる。弾性ポイントの転換力は60レール用16番で3.7kN(理論値)であり、電気転てつ器の転換能力は4.9kN(定格値)である。よって、何らかの要因により転換負荷が増加し、転換力が電気転てつ器の転換能力(4.9kN)より大きくなった際に分岐器

不転換は発生する。その要因としては、床板上の油切れによる摩擦力の増加があげられる。また、2本の転てつ棒でトングレールを転換するので、エスケープクランクやロッド、クランク類の調整状態(以下、転換装置調整状態)による転換タイミングの変化が影響を与えると考えた。これは、本来第1・第2転てつ棒が同時に動作(以下、転換同期)しトングレールをバランスよく転換させるのに対し、転換装置調整状態によっては、転換同期せずトングレールが転換途中でねじれる状態になり、トングレールの一部に応力が集中することを想定したものである。

### 3. 転換力の測定

#### (1) 測定器による転換力測定

分岐器不転換の要因である転換負荷の増加は床板上の油状態と転換装置調整状態の変化に影響を受けるとの想定を基に、分岐器に測定器を取り付けて転換力の変化を測定した。

転換力測定は、表-1に示すとおり転換力に影響を与えると想定した要因を変え、4種類の試験条件を設定し計器にて転換力を測定した(図-2)。

表-1 試験条件

No.	床板油状態	転換装置状態
1	油「有り」	転換同期
2		転換非同期
3	油「なし」	転換同期
4		転換非同期

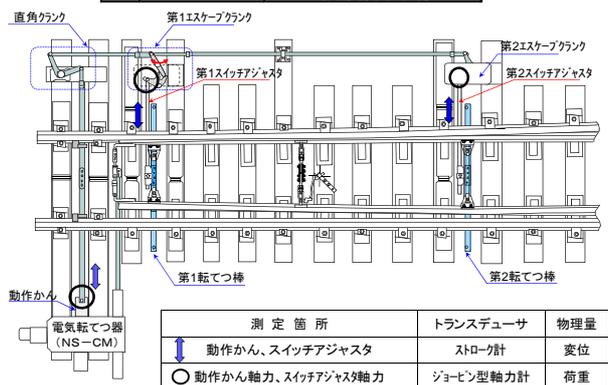


図-2 転換力測定器取付箇所

#### (2) 転換力測定結果

転換力測定結果の一例を図-3に示す。図中の上下に見られる半楕円形の線が電気転てつ器の転換能力を示す。転換途中の電気転てつ器転換能力は4.9kNであり、図中の波形(実際に転換する時に掛かる力)が半楕円形の線(電気転てつ器転換能力)を越えると、分岐器不転換を起こす可能性が高まる。測定は各条件において5回ずつ転換し、転換力を測定した。

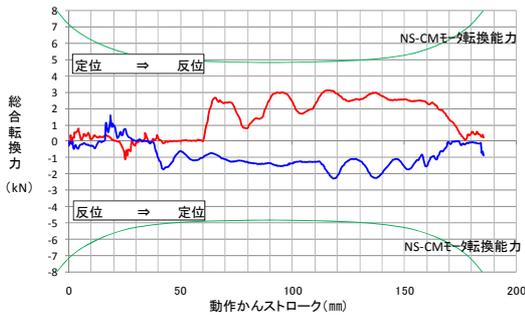


図-3 転換力測定結果の例

転換力測定結果をまとめると表-2 となり、5回転換した際の転換方向毎の最大値を示している。床板上に油のある状態で転換装置状態を「同期」から「非同期」にした場合、転換方向により転換力の変動差が大きくなり、定位→反位時は転換力が増加することを確認した。

また、床板上の油を除去した場合は、転換装置状態が「同期」であっても転換力は増加した。「非同期」に設定した条件では、転換毎に転換力が変動し、定位→反位時に最大転換力は 8.1kN を記録、床板上に傷も確認した。この条件下で転換を継続したところ、別の床板上に傷が発生し、最終的には分岐器不転換が発生した。

表-2 転換力測定結果

No.	床板油状態	転換装置状態	最大転換力 (kN)		転てつ器 転換能力 (kN)
			定位→反位	反位→定位	
1	油「有り」	転換同期	2.5	2.2	4.9 (定格)
2		転換非同期	2.9	2.0	
3	油「なし」	転換同期	4.9	3.8	
4		転換非同期	8.1 ※不転換発生	5.0	

4. 転換力測定結果の分析

(1) 転換負荷増大の要因

転換力測定結果から転換負荷を増大させる要因は

- ① 床板上の油の有無
- ② 転換装置調整状態により影響することが確認できた。また、油「なし」条件下で転換を繰り返した場合、
- ③ 床板上に傷が発生し、著しい転換負荷の増加によって転換力が転てつ器転換能力を上回り、分岐器不転換が発生することが確認できた。

(2) 床板上に発生した傷の分析

測定時に生じた傷の発生については、転換力測定を行う前に、床板上の清掃等を入念に行っていたこともあり、異物介在の可能性は低いと考えられるため想定外であった。よって、この傷については新たな要因が考えられると想定し、発生した傷 (図-4) の調査を詳しく行った。



図-4 床板に発生した傷

その結果、金属摩耗現象の一つである「凝着摩耗」である可能性が確認された。この摩耗は一般的に見られる金属摩耗形態の一つであるが、その発生メカニズム等は未だに解明されていない部分も多くある。図-5 に示すとおり、2つの金属面は見た目では一様に接触しているように見えるが、実際には微細な凹凸が存在し、実際に接触しているのは凹凸の山の先端のごくわずかな部分のみである。凝着摩耗とは、このような状態で互いに滑り運動をしている面間において突起の一部が結合 (凝着) して、次の滑り運動により凝着面がせん断破壊する現象をいい、せん断時に摩擦力が最大となり、せん断面は傷となって現れる。<sup>1)</sup>

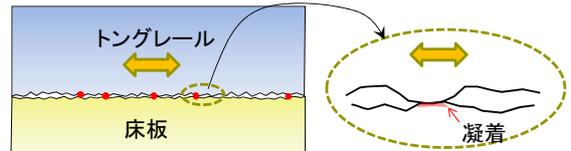


図-5 凝着摩耗現象

また、凝着摩耗の特徴としては以下の3点が挙げられる。

- 「①同種金属同士で発生しやすい。(トングレールと床板はともに同一素材である)」
  - 「②結合が強い場合、弱い方の金属がむしりとられる。(トングレール裏面と床板上面を比較すると床板の方が弱い素材となっていることが分かっている)」
  - 「③傷の範囲が著しく広範囲にわたる。(床板上の傷についても、摺動範囲全長に生じている)」
- 従って、今回生じた床板傷はこれらの特徴を有しており、トングレールと床板間に高い接地圧が生じたことにより発生した凝着摩耗と推測できる。

(3) 分岐器不転換の原因

今回実施した転換力測定と床板に生じた凝着摩耗から、高番数分岐器不転換の発生原因は、局所的に生じたトングレールと床板の接地圧増大であると考えられる。接地圧の増大は①床板上の油状態「無」による金属同士の接触、②転換装置の調整状態「非同期」におけるトングレールのねじれによると推測される。接地圧の増大により生じた凝着摩耗による転換負荷増大の結果、転換力が転てつ器転換能力を大きく超過したことが分岐器不転換の発生原因と結論付けた。

まとめと今後の課題

転換力測定とその際に生じた床板上の傷を分析し、分岐器不転換の原因が局所的なトングレールと床板の接地圧増加による凝着摩耗であることを確認した。よって、分岐器不転換を抑制するためには、適切な塗油および転換装置の状態を「同期」に調整することが重要と考えられる。

今後も分岐器の転換に関する知識を深め、上記条件でも凝着摩耗が発生しない床板改良や信号と共同で転換能力の向上に取り組むことも視野に入れる。また、より多くの転換力データを収集し、転換装置を含む分岐器全体の転換特性についても調査し、分岐器不転換防止策を検討していく。

参考文献 1) 京都府中小企業技術センター「金属摩耗のおはなし」 <[http://www.mtc.pref.lg.jp/ce\\_press/no1003/gijutu.htm](http://www.mtc.pref.lg.jp/ce_press/no1003/gijutu.htm)>