

高速列車用分岐器を確実に制御する

鉄道事業者にとって転換鎖錠装置（分岐器を転換させるための信号設備）のメンテナンスは輸送サービス上必要不可欠な業務であり、転換不能等の設備障害の発生を防止することは高速列車の運行を確保するためには特に重要なテーマです。この転換不能の防止策として、従来の電気転てつ機レール直結装置に比べ、小型で安価な方法について解説します。



五十嵐 義信
Yoshinobu Igarashi
信号・情報技術研究部
信号システム研究室
主任研究員
[専門分野] 鉄道信号、
転換鎖錠装置、動力転
てつ機

分岐器と転換鎖錠装置

列車の進行方向を換える分岐器は、**図1**に示すようにポイント部、リード部、クロッシング部から構成されます。ポイント部には、基本レールという動かないレールとトングレールという動くレールがあります。鉄道では、このトングレールを動かすことにより列車の進行方向が決まります。トングレールを動かすことを「転換」と言い、転換させるための装置を転換鎖錠装置と言います。転換鎖錠装置は、**図2**に示すように転てつ機本体とその外部にある転てつ付属品から構成されます。

トングレールを要求された方向に転換し、列車の進行方向を制御するために、転てつ機には次の4つの機能が必要となります。

- ① 転換機能：トングレールを要求された方向に転換する機能
- ② 照査機能：所定の転換を完了したことを確認する機能
- ③ 鎖錠機能：その状態が変化しないように保つ機能
- ④ 表示機能：状態を検知し、連動装置に伝える機能

また、転てつ機は、その動力源によって分類されますが、モーターを使用しているものを電気転てつ機と呼んでいます。

転換不能

分岐器と転換鎖錠装置は駅等に設置され、連動装置という信号設備からの指令により転換します。ところが、転換指令が来た時に、転換することがで

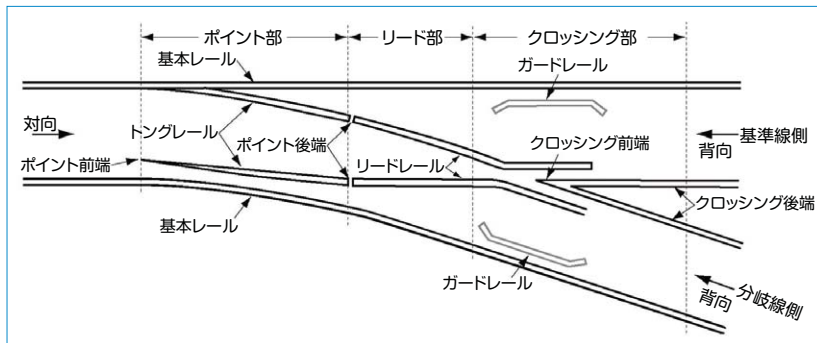


図1 分岐器の構成

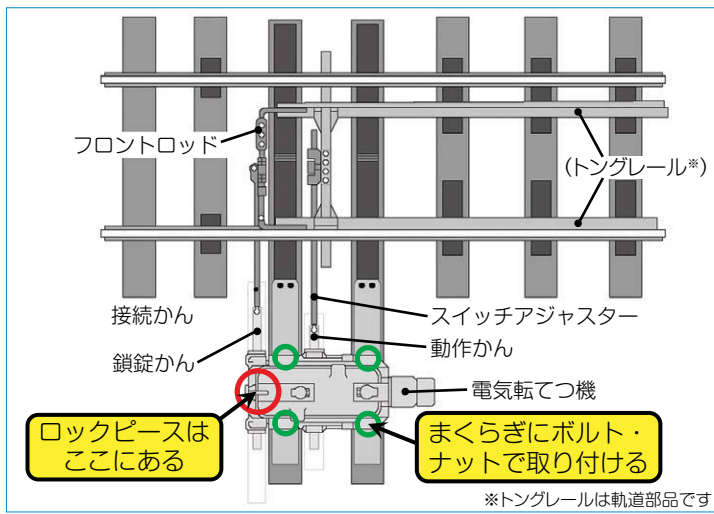


図2 転換鎖錠装置の構成

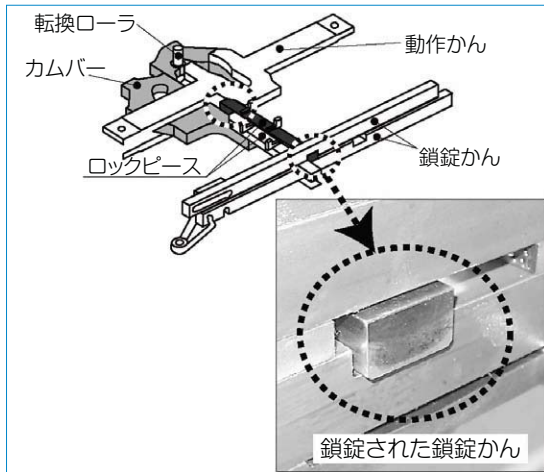


図3 鎖錠機構の構造(電気転つ機の内部)

きないという状況が生じることがあります。このように電気転つ機が何らかの理由で転換することができなくなることを転換不能と呼びます。転換不能が起きる要因はいくつかありますが、転換不能を防止するためには、その発生原因に対応した対策をおこなう必要があります。今回は、「軌道変位(※参照)によるロック狂い」の対策について紹介します。

転換不能が発生すると、列車の運行が出来なくなります。また、設備(分岐器、転換鎖錠装置等)を正常な状態に直すためには、専門の社員や作業員

☞ 軌道変位

列車の繰返し通過や自然現象によって徐々に変状をきたし、車両の走行路面であるレールの長手方向の形状が変化すること。

が設備のある場所まで赴いて対応しなければなりません。このため、運転を再開できるようになるまで、かなりの時間を必要とします。転換不能が頻繁に発生してしまうと、鉄道利用者にとって高速列車を選択する意味が無くなってしまいます。したがって、転換不能が発生させず、必要な時に、確実に分岐器を転換させることが大切です。

転換不能を防止するために

電気転つ機は、図3に示すように鎖錠かんの切欠きにロックピースを差し込むことで鎖錠し、照査をおこないます。この仕組みは、次のようになっています。鎖錠かんは、トングレールと接続かんで繋がっています。このため、分岐器(トングレール)が転換すると鎖錠かんはトングレールが動いた

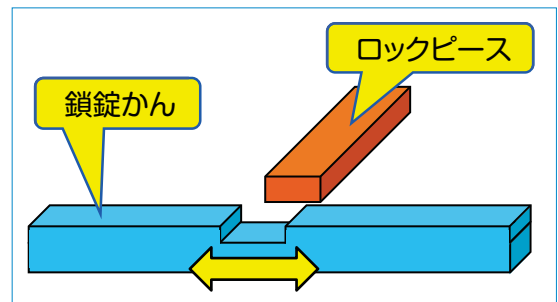


図4 鎖錠かん切欠きとロックピース

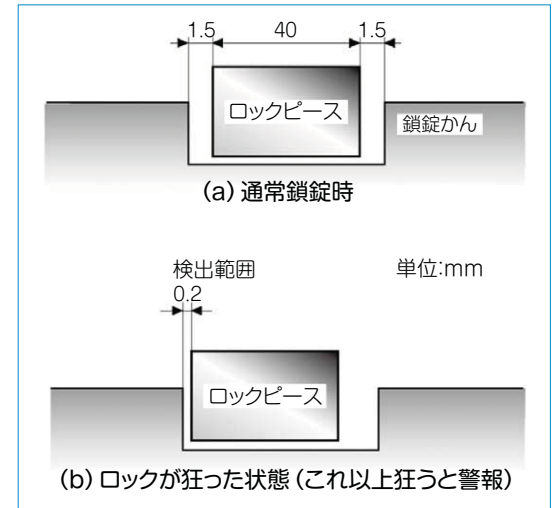


図5 鎖錠かんの位置とロック狂いの関係

分だけ動きます。この鎖錠かんには、図4に示すように「切欠き」が用意されています。転つ機内部では、ロックピースという部品がこの切欠きにはめ込まれて、「分岐器の開通方向の照査」と「トングレールの鎖錠」をおこないます。よって、鎖錠かんの切欠きの位置がロックピースの位置に合うことが重要です。この位置合わせをする作業を「ロック調整」と呼び、この調整位置がズレてしまった状態を「ロック狂い」と呼びます(図5参照)。

「軌道変位によるロック狂い」とは、このロック狂いが分岐器の軌道変位によって発生した場合を指します。列車が分岐器上を走行する以上、軌道変位は徐々に大きくなります。そのため、ロック狂いの発生を防ぐには、信号関係社員による、ロック調整状態の点検、ロックの再調整の実施頻度を上げる必要があります。しかし、点検の頻度を上げることも、難しいのが実状です。

この対策として、50年程前に「電気

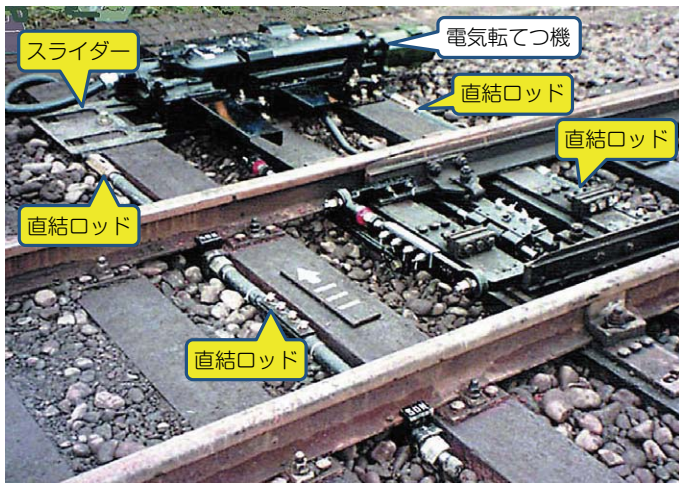


図6 電気転てつ機レール直結装置

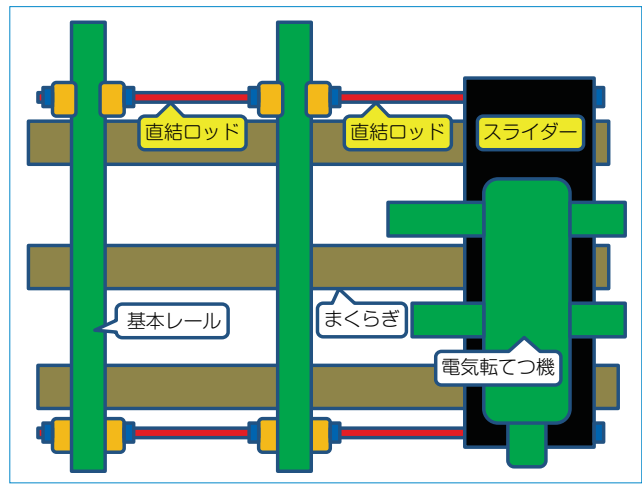


図8 電気転てつ機レール直結装置の構成

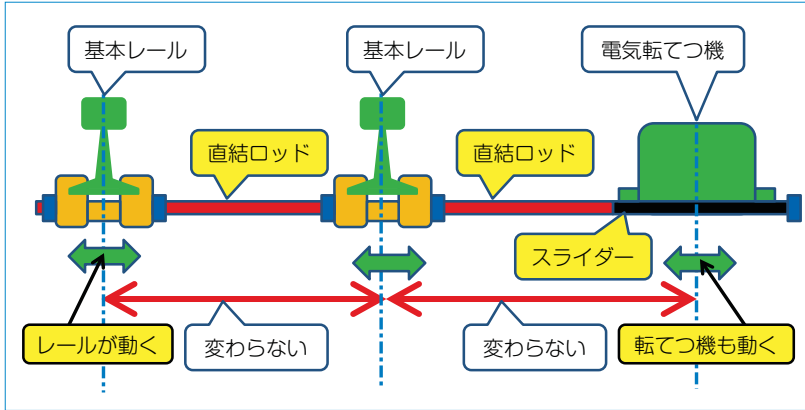


図7 電気転てつ機レール直結装置の構成

「電気転てつ機レール直結装置」(図6)が開発されました。この開発に関しては、「鉄道信号の技術はこうして生まれた」(社団法人日本鉄道電気技術協会)¹⁾に詳細に記載されています。図7、図8に示すように、スライダーと基本レールを直結ロッドで接続し、電気転てつ機はまくらぎではなく、スライダーに取り付けます。

これにより、基本レールが動いた移動量だけクライダー(電気転てつ機)も動き、ロックの調整状態が変化しないようにしています。

国鉄の鉄道技術研究所でも、ロック狂いを防止するための研究開発がおこなわれ、採用された装置もありましたが、現在でも使用され続けているのは、電気転てつ機レール直結装置だけです。

注) 電気転てつ機レール直結装置は在来線用設備であり、新幹線用設備には使用されていない。

新たな発想

鉄道総研では、1995年頃から新しい電気転てつ機の開発に着手しました。開発の目的はいくつかありましたが、その中の一つに「ロック狂い発生の防止」がありました。先に述べた電気転てつ機レール直結装置の基本的な考え方は、「基本レールの動きに追従させて、電気転てつ機自体を動かす」というものです。ここで着目すべきは、「基本レールが動く」という点です。しかし本当に、分岐器の基本レールは、まくらぎに対して動くのでしょうか。

日本の分岐器では基本レールを固定する方法が2種類あります。図9は、主に在来線の40Nレール、50Nレール用分岐器で採用されている方法で、床板に基本レールに対応した溝を作り、その溝に基本レールを置きます。そして、基本レールの片側(外軌側)だけを、座金やレールプレスで固定します。

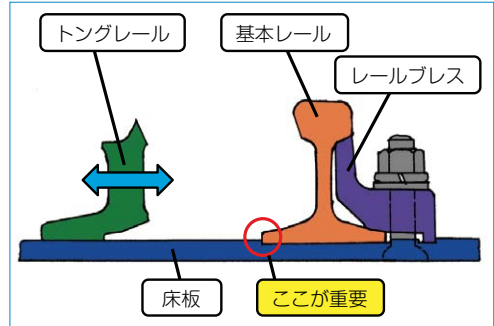


図9 基本レール取付方法(1)

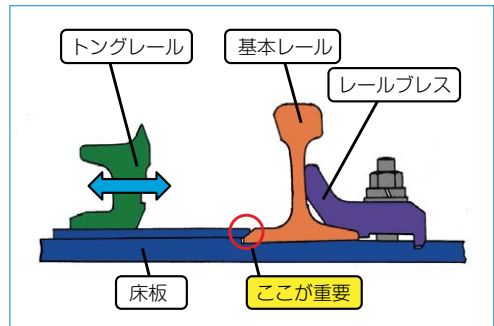


図10 基本レール取付方法(2)

電気転てつ機レール直結装置を開発した鉄道事業者の開発当時の設備は図9のもので、レールが動くということで開発に着手したことは当然のことだったと思います。

一方、図10は、主に新幹線や在来線の60kgレール用分岐器で採用されている方法で、床板の溝の形が工夫されています。基本レールの内軌側を45度の傾斜に削り、この部分をはめ込むことが出来るように溝が作られています。したがって、基本レールは、内軌側をはめ込みで、外軌側を座金やレールプレスで固定されていることに

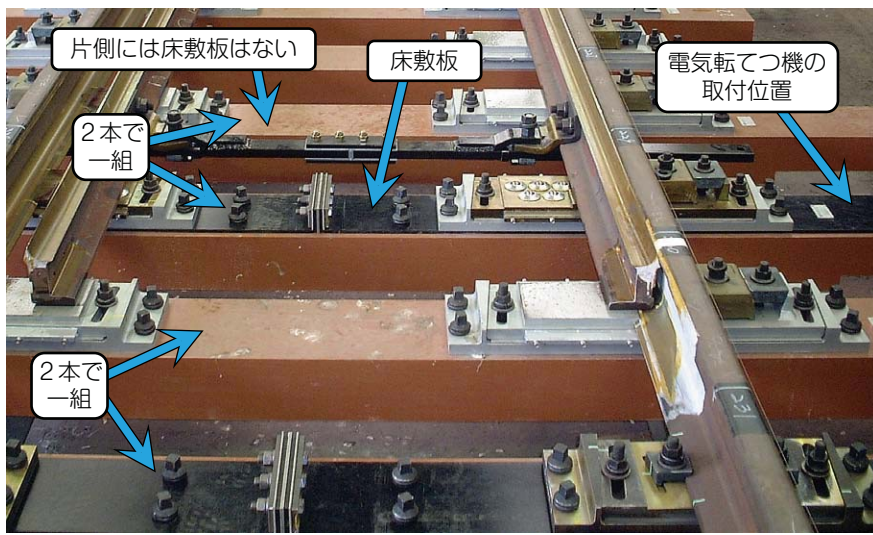


図11 まくらぎと床敷板(通常の構造)

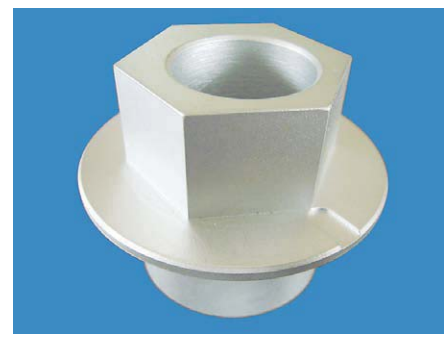


図12 偏心ナット

コストダウンが図れます。また、取付作業量も電気転てつ機レール直結装置に対して大幅に軽減することができます。

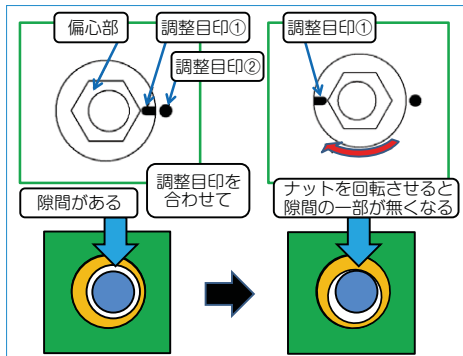


図13 偏心ナットの仕組み

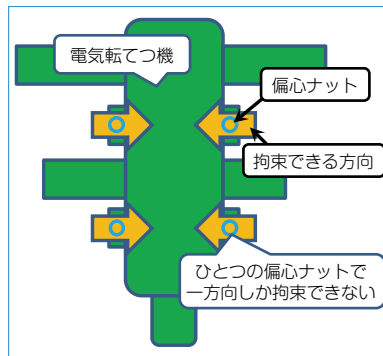


図14 偏心ナットの使用法

新方式の効果

この方式は、ある鉄道事業者の設備に採用されています。1年間使用した鉄道事業者から、「猛暑の夏であり、ロック狂いの発生を心配していたが、ロック狂いは発生しなかった」という評価結果を得ています。また、列車通過時にスイッチアジャスターに加わる力を測定し、新方式を採用していない従来の設備と同等の値であり、問題のないことを確認しています。

おわりに

新方式は、「基本レールが動かない」ことを前提に開発したものであるために、使用できない分岐器があります。しかし、コストが安く、構成が非常にシンプルである点で、電気転てつ機レール直結装置より優れていると判断しています。ロック狂いの発生を防止することは、保全の改善、省力化とともに、高速鉄道の信頼性の向上にとって重要であるため、今後も、対策の検討に取り組んでいきます。[RRR]

なります。

ここで、「図10の固定方法の場合、基本レールは動かない」という考えに立ち、新しいロック狂い防止対策、電気転てつ機の固定方法を検討しました。対象とする設備は、新幹線用分岐器です。

図11のように通常、電気転てつ機は2本のまくらぎに取付られますが、その一方には床敷板という鉄板が電気転てつ機の下まで設置されています。この床敷板を、もう一方のまくらぎにも設置して、電気転てつ機レール直結装置の直結ロッドの代わりとします。直結ロッドは信号用品であり、他の転換鎖錠装置と同様8年で交換することになります。しかし、床敷板は軌道用品なので30年近く使用できます。また、直結ロッドは鉄で作られていて、基本レールに直接接続されるため、列車通過時の振動を電気転てつ機に直接伝達します。しかし、新しい手法では、

床敷板の下にまくらぎがあるので、まくらぎの内部損失により振動が減衰し、振動による電気転てつ機のトラブルを軽減できます。

次に、電気転てつ機の取付箇所には、電気転てつ機の取付作業のために隙間(取付ボルト径:20mm, 転てつ機側取付穴径:22mm)が設けてあります。しかし、取付作業終了後、この隙間は、電気転てつ機の取付位置が変わる原因になり、ロック調整状態の管理上好ましくありません。そこで、「偏心ナット」(図12)を使って、この隙間をなくすようにしました(図13)。この隙間をなくすことにより電気転てつ機はまくらぎに対して動かなくなります。ただし、偏心ナットは1個では、締結の効果が出ないので、図14のように4個一組で使用する必要があります。

この方法では、新たに用意する部品が偏心ナット4個だけなので、大幅な

文献

- 1) 丸山信昭：レール直結電気転てつ機据付装置、鉄道信号の技術はこうして生まれた、pp.105-113、社団法人日本鉄道電気技術協会、2009