

**地下鉄短信 (第626号) 令和7年1月29日発行**

編集 (一社)日本地下鉄協会 責任者 和嶋武典  
電話 03-5577-5182(代) FAX 03-5577-5187



記事 : 「地下鉄施設の保守維持等に関する研究会 (第 11 回軌道部会)」を開催。

**◆ 「第 11 回軌道部会」を開催しました。**

去る、12月18日(水)に、エッサム神田ホール1号館会議室において、Web会議併用により「第11回軌道部会」を開催しました。

今回の部会では、東京地下鉄(株)をはじめとする13事業者23名と公益財団法人鉄道総合技術研究所(以下、「鉄道総研」という。)4名の合計27名(うち3名がWeb会議)が参加して開催しました。

今回の軌道部会は、リニア地下鉄 軌道・車両境界領域技術検討委員会で検討している、急曲線外軌の「きしみ割れ」の除去を目的としたレールゲージコーナー部の削正範囲拡大について、今後、従来地下鉄を対象に検討する計画があります。そこで、「急曲線外軌のゲージコーナー部に発生するきしみ割れ」を主たるテーマとして、鉄道総研様、大阪市高速電気軌道様の講演、および研究を行いました。



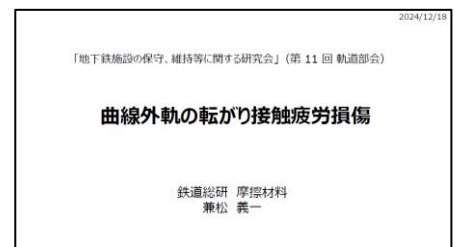
軌道部会状況 (web 併用)

**1. 講演 ～急曲線外軌ゲージコーナー部のきしみ割れについて～****(1) 「曲線外軌の転がり接触疲労損傷」**

「急曲線外軌のきしみ割れ」に関する研究の前に、鉄道総研材料技術研究部 摩擦材料研究室の兼松義一主任研究員様から、「きしみ割れ」を含む「曲線外軌の転がり接触疲労損傷」と題して、ご講演いただきました。普段、曲線外軌で発生する損傷を総じて「きしみ割れ」からの進展と理解することがあるが、3つ独立した現象による損傷であることを説明いただきました。

曲線の外軌に発生する転がり接触疲労損傷としては、「きしみ割れ」、「ゲージコーナーき裂」、「ピッチング」があり、それぞれ発生原因、進展状況に違いがあります。

「きしみ割れ」は、曲線外軌レールが車輪とのすべり接触による接線力で塑性変形して、部分的に破断する転がり接触疲労(低サイクル疲労)であり、きしみ割れ同士が結合して剥離に至ることがありますが、通常、レール折損に至ることはまれです<sup>\*</sup>。ただし、漏水がある環境では、折損に至る可能性があります。



鉄道総研 兼松氏の講演

「ゲージコーナークリACK」は、レール頭頂面に形成されたき裂起点から水平裂への進展および横裂へと分岐する損傷であり、熱処理レールで多く発生し、きしみ割れと混在することが多いです。曲線区間に連続的に群発し、水平裂が重なり進展することで、折損に至るものです。

「ピッチング」は、曲線半径が比較的大きい外軌の塗油区間で、レールの表層がはく離する損傷であり、油潤滑下で生じる転がり接触疲労損傷として、ベアリングなどに発生する損傷と類似していますので、ベアリング同様、ピッチング損傷と呼びます。はく離が短い間隔で群発し、はく離が結合し、大きなはく離を形成することがあり、まれにはく離部から横裂が発生し、レール折損に至る場合があります。

※ 地下鉄においては、急曲線であること、列車頻度が高いこと、漏水等地下環境が厳しいこと等から、「きしみ割れ」についても剥離・き裂・折損への進展が速いので、注意が重要と考えています。(地下鉄協会)

## (2) 「外軌ゲージコーナ一部に発生する損傷予防のためのレール削正の事例」

「外軌ゲージコーナ一部の損傷」に対する保守としてレール削正が有効であります。鉄道総研 軌道技術研究部 軌道管理研究室の田中博文主任研究員様から、「外軌ゲージコーナ一部に発生する損傷予防のためのレール削正の事例」と題して、講演頂きました。

2004年に国交省鉄道局から通達 国鉄技第41号「急曲線における低速走行時の脱線防止対策について」が出され、外軌の研削に関しては、

- ①新品断面形状に復すること、
  - ②それが困難な場合はレール頭頂面から5mm以下の部分は研削しないこと、
  - ③やむを得ずゲージコーナ一部を研削する場合は車輪のフランジ角よりも緩やかな角度では研削しないこと、
- と決められました。

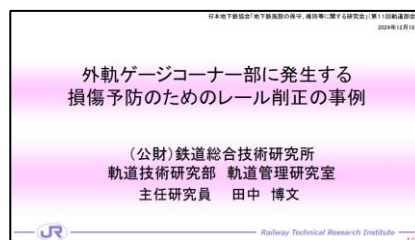
その後、各社の曲線外軌のゲージコーナ一部にきしみ割れ等の損傷が多発しました。特に本州JR3社の対応状況を文献調査結果によりまとめると、

- 2010年から、JR東日本は各種検証を行い、上記の通達の要件を緩和し、「半径400m以上の曲線内は、砥石角度55度で、レール頭頂面から8mm以上であれば削正してもよい」として、レール頭頂面から8mm以上で削正パターンの適正化を行いました。その後、外軌のゲージコーナ一部のレール傷は減少しましたが、完全には抑制できていません。
- 他の2社は、通達等の範囲内で、レール傷の抑制を目指し、外軌のレール削正方法の改良を検討し、レール頭頂面から5mmより上の範囲で削正パターンを改良しました。

これらは、具体的にはゲージコーナ一部のレール断面形状を制御して、レール/車輪の接触状態を改善し、きしみ割れの発生を抑制するもので、削正パターンの改良の方向性は十分に活用できますが、削正パターンそのものは、各社局(各線区)の実態に応じてカスタマイズが必要です。

## (3) 「摩耗防止レール」と「サイン半波長逓減」

曲線のレール摩耗防止と曲線の走行性能向上を目的に、独特な対応策として「摩耗防止レール」と「サイン半波長逓減」を採用しています。大阪市高速電気軌道(株)交通事業本部工務部保線課の幸内



鉄道総研 田中氏の講演

広司様より講演、ご紹介頂きました。

### ①摩耗防止レール

「摩耗防止レール」は、急曲線部において外軌レールの摩耗を防止するために内軌の内側に設置するレールであり、内軌側車輪のフランジ背面を塗油潤滑しながら当てて、案内することで、外軌側の車輪フランジの接触を抑制しています。効果としましては、

- ・外軌側のレールゲージコーナー部の偏摩耗、損傷（きしみ割れ、スポーリング）の発生抑止
- ・車輪の背面間距離、車輪フランジの摩耗、摩耗防止レールの摩耗、等、

ありますが、効果は曲線によって違いがあります。

保守上の課題としては、摩耗防止レールの保守点検、塗油器の油や綿埃が蓄積、等があります。

### ②サイン半波長逡減

「サイン半波長逡減」とは、緩和曲線の曲率、カント、スラックを、曲線入り口から円曲線に向け、徐々に変化(逡減)させる変化率のパターンの一つで、多くの地下鉄では直線逡減（一定の変化率で変化させるもので、クロソイド逡減ともいう）を採用しています。いずれも車両の輪軸運動・台車回転運動に関わる横圧に対する抗力の作用に関わっています。「サイン半波長逡減」の目的としては、緩和曲線進入時、および円曲線部進入時の変化を滑らかにして、列車動揺を抑制すること、さらには軌道変位の抑制を図ることです。

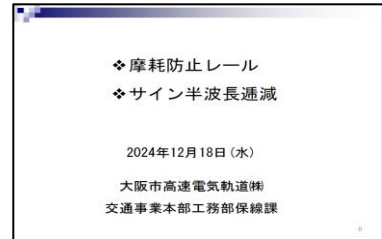
1963年、および1971年に、直線（クロソイド）逡減からサイン半波長逡減に変えて実証試験を行った結果、良好であったため、以降はこの緩和曲線としています。新線建設では初期より採用していますが、既設線路の変更については、

- ・直線逡減（クロソイド）からサイン半波長逡減に変更するには多くの労力がかかること
- ・線形を変更するための技術継承が困難であること

があり、保守に関しては、特に軌道変位の整正は、逡減方法による差はないことが、挙げられます。



OsakaMetro 幸内氏の講演



## 2. 研究 ～急曲線外軌ゲージコーナー部のきしみ割れの削正・除去に向けて～

### (1)「地下鉄協会の技術開発概要紹介」

#### ～急曲線外軌ゲージコーナー削正範囲拡大による きしみ割れの除去（リニア地下鉄検討と、在来地下鉄 への検討拡大）～

地下鉄協会ではリニア地下鉄の急曲線における曲線外軌のゲージコーナー部の「きしみ割れ」等に着目し、検討をしてきましたが、その保守・維持管理において、「きしみ割れ」の除去にはレール削正が有効であるが、国土交通省の国鉄技41号通達により、レール頭頂面から5mmより下の削正を控えているが、除去しきれない課題がありました。そこで、削正範囲の拡大・削正形状等と脱線安全性に関するシミュレーション検討を重ね、削正範囲を5mmより下まで拡大する技術開発を、鉄道局技術開発費補助金を頂いて進めています。

この取り組みについて協会の和嶋工務部長より紹介があり、リニア地下鉄に関しては2024年度でまとめ、2025年度以降は従来地下鉄での技術開発へと進めることを説明し、協力を求めました。



協会 和嶋工務部長の説明

## (2) 討議：事前アンケート「各社局の曲線外軌ゲージコーナークしきみ割れについて」結果

続いて、参加各社局に対し行われた、事前の「曲線外軌ゲージコーナークしきみ割れについて」アンケートの結果とりまとめについて、席上、各社局より説明いただきました。時間が押していたため、一部の社局の説明に限られましたが、このアンケート内容により、各社局で差はあるが、課題として認識される社局もあることから、それぞれ異なる路線の特徴（線形、車両、運転等）を踏まえて、今後検討、技術開発をする必要があることが分かりました。最後に、来年度以降の技術開発への協力をお願いしました。

## 3. 次回第12回軌道部会の開催について

本日の軌道部会については、「曲線外軌の損傷、レール削正に対するJR3社の取り組み紹介、急曲線外軌ゲージコーナークしきみ割れ除去のための削正範囲拡大」について活発な意見交換が行われた結果、時間的制約から全社局の課題について網羅できなかったが、次回第12回軌道部会には、在来地下鉄における「急曲線外軌ゲージコーナークしきみ割れ除去のための削正範囲拡大」の技術開発について深度化することとし、第11回軌道部会を終了しました。

(注) 必要に応じ、社内へ転送、回覧などをお願いします。

配信先を変更又は追加した方がよい場合は、新しい配信先の職名、氏名及びメールアドレスをお知らせ下さい。

本短信について、ご意見をお寄せ下さい。

連絡先: wajima@jametro.or.jp