

特殊分岐器（可動ダイヤモンドクロッシング）の設備故障対策

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 大池 幸史
正会員 明圓 桂一

1. はじめに

特殊分岐器（ダブルスリップスイッチ、シングルスリップスイッチ、可動ダイヤモンドクロッシング（以降、「可動 DC」と呼ぶ））は限られた範囲で多くの方向に列車を振り分けることができる分岐器であり、特に首都圏等の鉄道用地が限られた地域などでは、有効な設備となっている。一方で、その構造は複雑であるため、設備故障を発生させる確率は普通分岐器に比べて高い割合になっている。設備故障の主な原因としては、レール類や分岐まくらぎの移動、局所的な軌道変位が挙げられる。これまでも可動 DC において温度上昇期にロック変位が発生し、転換不能による輸送障害が発生しており、レール類の移動はまくらぎのたわみや締結装置の緩みにより助長されることから、その対策として分岐まくらぎや締結装置の構造強化を図った。本稿では、部材の移動防止を目的として構造強化を図った可動 DC の開発状況を報告する。

2. 特殊分岐器用まくらぎ構造の強化

まくらぎ自体をたわみにくい構造とするため、次世代分岐器に採用しているグリットまくらぎ構造を検討した。FEM 解析の結果、図 1 に示す構造を採用することで従来品の合成まくらぎと比較してたわみ量が 5 割程度抑制されることを確認した（表 1）。

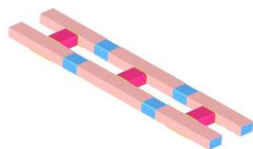


図 1 グリット構造

表 1 FEM 解析結果（最大変位量比較） 単位:mm

形状	種別		グリット	合成まくらぎ
	まくらぎ本数		2本	1本
	縦材数		3箇所	なし
バラスト支持	一点载荷	96kN	1.05	2.54
		200kN	2.15	5.3
	二点载荷	96kN	1.46	2.75
		200kN	3.05	5.73
	一点片押し	96kN	1.71	2.76
		200kN	3.56	5.75

3. 特殊分岐器用床板・締結装置構造の強化

特殊分岐器の締結装置の一部は従来のボルト締結であり、クリップ締結のような緩まない構造となっていない。また、へ形レールは片側締結という弱点もある。締結装置・床板構造の開発では、緩まない締結・両側締結により、レール移動防止対策強化を目指した。締結装置は e クリップによる両側締結を基本とし、図 2 に示す床板においては e クリップ適用が困難であることなどから新たに両側締結が可能な締結装置構造の開発を行った。

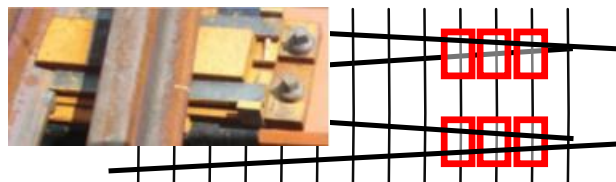


図 2 新たな両側締結可能な締結装置構造の箇所
(図は C60 可 KDC8-101 の配置図)

新たな締結装置として、棒ばね、線ばね等の複数の締結構造を検討したが、①製造面や取り付け方法が有利なこと、②初期押さえ力 26kN で、先端ばね定数は 4.37 kN/mm、ふく進抵抗 21.8kN であり、開発の目標をクリアできたこと、③疲労試験の結果、各部に損傷等がなく、耐久性についても問題ないことから、図 3 に示すばね構造を採用することとした。

なお、締結装置のくさびはハンマー、バール等の一般の工具で脱着ができる構造とした。

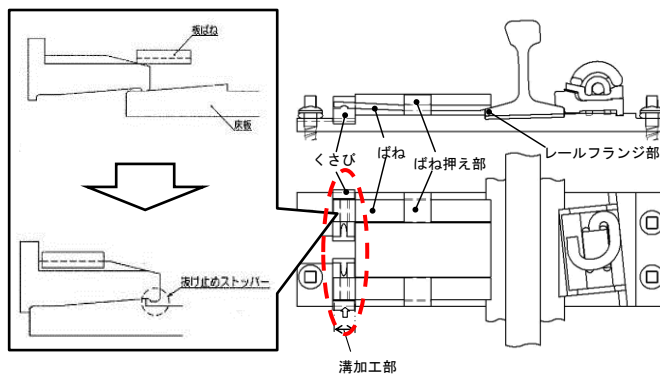


図 3 両側締結可能な新たな締結装置

キーワード 可動 DC、ダイヤモンドクロッシング、分岐器不転換、レールふく進

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日新町 2 丁目 479 JR 東日本 テクニカルセンター 分岐器 G TEL048-651-2389

また、分岐器内狭隘部分における絶縁箇所等の構造を検討し、軌道短絡による設備故障の減少を目指した。クロッシングに接続する可動レールの固定端部の狭隘部では、絶縁材で覆うことにより絶縁性を高めた構造とした。



図4 絶縁床板

4. 構造強化した可動 DC の性能確認試験

(1) 転換性能の確認

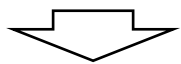
前述のグリットまくらぎや床板・締結装置を採用した可動 DC を試作し、性能確認試験を実施した。



図5 試作した可動 DC

《転換試験条件》

- ・疑似の軌道変位
⇒高低、通り 25mm
- ・レールふく進
⇒15mm



転換性能、狭隘部の接触有無
などを確認

軌道変位やレールふく進を模擬して転換試験を実施した結果、不転換が発生することなく FW 幅の確保 (65mm+スラック+余裕 5mm=70mm)、可動レールの密着・接着についても問題がないことを確認した。狭隘部の離隔については、軌道変位やふく進が生じても各部材の接触がないことを確認した。

また、100 万回の連続転換試験後に材料状態を確認したところ、可動レール底面や床板摺動面において摩耗を認めたものの、局所的な摩耗や偏摩耗は確認されなかった。

(2) ふく進抵抗力の評価

可動 DC 全体のふく進抵抗性能を確認するため、ふく進抵抗試験を実施した (図6、図7参照)



図6 荷重載荷状況

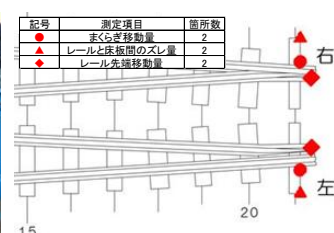


図7 測定項目と位置

油圧ジャッキを用いて 300kN まで載荷し、まくらぎ移動量が 2mm に達する際の荷重及びレール移動量等で評価した。各条件における最大荷重の平均値 (3 回測定) を表 2 に示す。ふく進抵抗試験の結果から、可動 K 字部のグリットまくらぎ化により可動 DC 全体のふく進抵抗が増加すること、及びガード部では片側締結と両側締結でふく進抵抗に大きな差がないことを確認した。

表2 ふく進抵抗試験の条件における荷重 単位: kN

条件	まくらぎ構造		締結状態		載荷位置			確認項目
	可動K字部	クロッシング部	ガード部	クロッシング部	①左主レール	②右主レール +左クロッシング	③左クロッシング	
条件1	グリット	合成	全て締結		170.6	230.2	253.1	載荷位置による比較
条件2			片側未締結	締結	230.2			ガード部両側締結の要否
条件3			締結	未締結			255.4	クロッシング部両側締結の要否
条件4	グリット	合成	全て締結		179.2	229.9		クロッシング部グリット化の要否
条件4.1			片側未締結	締結	187.1			ガード部両側締結の要否
条件5			全て締結		157.7	217.2	230.3	可動K字部グリット化の要否
条件5.1	合成		片側未締結	締結	164.5			ガード部両側締結の要否

5. 材料費低廉化の検討

設備故障防止のために必要な機能を保持しつつ、材料費低廉化を図る為に可動 DC の最適構造を検討した。主な項目は、グリットまくらぎ範囲の限定、締結装置の見直し (形状・製造方法等)、融雪器の見直し、絶縁床板の見直し、ガード部両側締結の廃止などである。構造の最適化を図ることで、材料費は従来品の 1.5 倍以内となる見通しとなった。

最適構造の検討内容(低廉化項目)

- ✓ グリットまくらぎ範囲の限定
- ✓ ガード部両側締結の廃止
- ✓ 締結装置の見直し
- ✓ 融雪器の見直し
- ✓ 絶縁床板の見直し

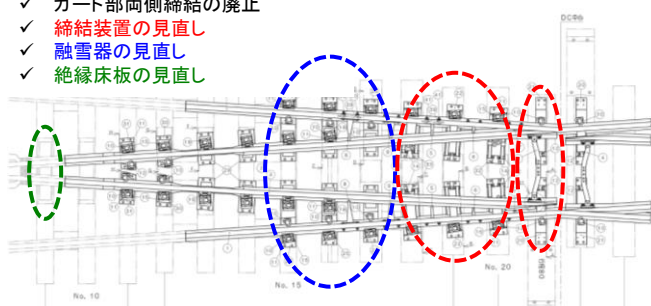


図8 材料費低廉化の項目

6. おわりに

本開発の成果を纏めると下記の通り。

- ・レールふく進やまくらぎ移動等により特殊分岐器で発生する不転換の対策として、たわみにくいグリットまくらぎや両側締結可能な新たな床板・締結装置構造を採用した可動 DC を開発した。
- ・試作した可動 DC を用いた性能確認試験において転換性能に問題がないこと、及びふく進抵抗を増加させる構造条件を明らかにした。
- ・開発品の実導入に向けて、設備故障防止の機能を保持しつつ材料費低廉化を図り、材料費は従来品の 1.5 倍以内となる見通しとなった。