

次世代ノーズ可動クロッシングの開発

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○若月 雅人
株式会社日本線路技術 小尾 実

1. はじめに

JR東日本では、新幹線用分岐器で使用されているノーズ可動クロッシングの寿命延伸を目指し開発に取り組んできた。このうち、材料である高マンガン鑄鋼の材質面の改善や、形状変更により、損傷が起きにくく、省メンテナンスなノーズ可動クロッシング（以下、次世代ノーズ可動クロッシング）を開発したので、開発概要について述べる。

2. 現行の問題点

ノーズ可動クロッシングは、新幹線の高速走行を可能とするために考案されたクロッシング構造である。使用材料とし、高マンガン鑄鋼が使用されている。現行、ノーズ可動クロッシングの交換周期は累積通過トン数1.8億トンを基準としている。これは過去の損傷発生時の使用実績から算出されたものであり、複雑な形状による応力集中の発生や、多数部品の組合わせによる損耗が材料寿命を短くしているものと考えられる。

当社管内のノーズ可動クロッシングの交換原因別を見ると、約8割が交換基準前に、部分的な損傷等で交換されている。主な損傷発生箇所を図1に示す。損傷箇所は断面変化部などの応力集中部での発生が多い。

また、ノーズ可動クロッシングの材質や製法に起因する面もある。材料の高マンガン鑄鋼は、一般に表面強度が高く、強靱で傷の進展が遅い利点がある反面、鑄造時の温度管理が悪い場合には、断面変化部等で鑄巣が発生しやすく、そこが損傷の起点となる場合もあるため、製造時の品質管理も重要となっている。

3. 開発コンセプト

次世代ノーズ可動クロッシングの開発にあたっては、現行ノーズ可動クロッシング（以下、既存タイプ）の構造上の弱点箇所を解消するとともに、保守作業の省力化が可能な構造を目指すものとして、以下のコンセプトにより開発を進めた。

高い耐久性（交換周期の延伸）

省メンテナンス（検査項目、調整箇所の削減）

既製品との互換性（部分交換による交換が可能）

開発は、既存タイプの問題点の分析と解決策の検討を行った後、海外を含めた複数メーカーの製品を基に、基本構造を決定し、保守基地線での敷設試験を実施した（図2）。



(高マンガン鑄鋼製)

(レール製)

図2 保守基地線での敷設試験

4. 開発項目

敷設試験では、従来の高マンガン鑄鋼製のほか、新しくレール製のノーズ可動クロッシングについても試験を行った。その結果、総合的に判断して高マンガン鑄鋼製により開発を継続するものとした。

今回の次世代ノーズ可動クロッシングに、新たに導入された主な改良項目を表1に示す。新規開発項目のほか、一部の分岐器で導入している項目も採用した。この

表1 主な改良項目

	改良項目	改良内容	目的・効果
全体	製造法	可動レール端面全面冷金方案	
可動レール	先端部	可動レール鑄造性良好断面化	損傷防止
	突合せ溶接部	接着継目化	
	燕尾端部	頭部厚さ10mm化	
	伸縮継目断面変化部	接着継目により接触断面の解消	
	軸力伝達機構部	軸力受け部設置	
クロッシング構	リブ付根端部	リブ幅厚肉化(25mm→50mm) サイドリブ高さアップ(0→70mm)	損傷防止
	翼レール継手部	翼レールとの一体化製造で継手解消	組立作業性改善
	分枝線側叉部	叉部塞ぎによる剛性強化	損傷防止
	底部床板間	ボールベアリングの工場埋め込み製造	給油作業解消

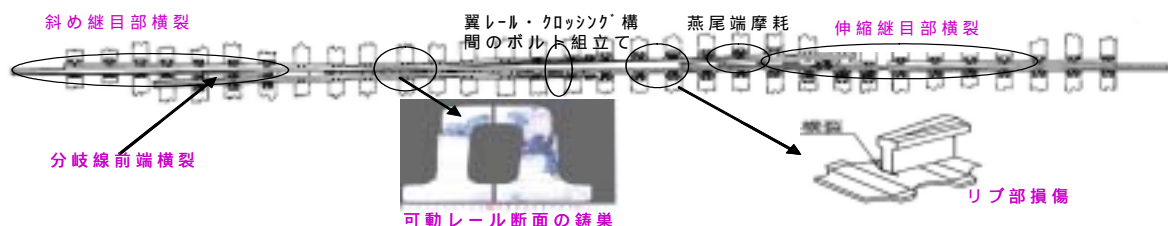


図1 現行ノーズ可動クロッシングの主な損傷発生箇所

キーワード ノーズ可動クロッシング，高マンガン鑄鋼，可動レール，クロッシング

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-0 JR東日本研究開発センター テクニカルセンター

048-837-8595

うち、保守の省メンテナンス化に貢献する項目として、可動レール燕尾端頭部厚増化、ボールベアリング床板、がある。

燕尾端部の頭部厚増化は、既存タイプの場合に、車輪フランジの横圧により、燕尾端先端部で水平裂が発生する事象が発生しており、その防止策として導入した（図3）。

ポイント部で導入が進んでいるボールベアリング床板をノーズ可動クロッシングへ導入するため、工場内基礎試験を実施した。基礎試験では、ボールベアリングの配置位置、配置高さが、転換力に大きく影響することから、シュミレーション結果も参考にして最終位置を決定した。

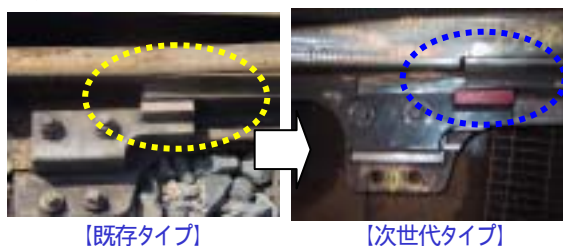


図3 可動レール燕尾端部改良

5. 営業線での性能確認試験

最初の試験敷設は、2003年3月に新幹線低速区間（最高速度110km/h）に60レール片開き16番用を敷設し、既存タイプとの性能比較として転換力試験、動的試験（部材応力、変位量等）を実施した。

その結果、無給油化を期待して導入したボールベアリング床板で、可動レールの乗り上がり時に転換力を増大する現象が確認された。今回のボールベアリング配置（2箇所）、ボールベアリング配置数（2個×2箇所）では、可動レール転換時のボール乗り上がり時、一時的に転換力が既存タイプより増大することが確認された。このため、次回試験敷設に向けて転換力のピーク値を軽減するため、次の改良を実施した。

乗り上がり量の変更

ボールベアリングが可動レール底部に対して4mm乗り上がる構造としたが、最大3mmに変更。

ボールベアリング接触角度の変更（図4）

ボールベアリングに接触する可動レール底部の勾配を緩和することで、乗り上がり抵抗を減少させた。

ベアリング配置数の変更

ボールベアリング配置位置を2箇所→3箇所、配置数量を4個→8個に変更。

試算によると、この改良により最大転換力が前回試作品

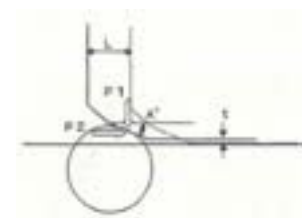


図4 ボールベアリング接触角度の変更

表2 試験結果の比較

測定項目	三次試作品 (H17.1)	二次試作品 (H15.9)	従来型 (H14.12)	目安値等
動的測定	可動レール底部応力	12.8	47.8	66.1
	可動レール弾性部応力	50.5	50.9	56.4
	ウイングレール先端又部	-10.2	-13.2	38.9
	クロッシング構つけ根部	-42.7	-52.8	120.6
	翼レール底部応力	—	76.4	74.1
	レール上下変位（最大値）	0.66	0.38	1.92
転換力	トングレール弾性部	36.9	101.9	—
	転換力（定位→反位）	2.3	5.3	2.69
	転換力（反位→定位）	2.35	5.26	2.03
	可動上下変位（先端部）	4.16	5.08	—
	#（主転てつ部）	1.68	2.63	—

と比較して約25%改善される。

この結果を受けて、2005年1月に東北新幹線郡山駅構内に改良品を試験敷設した。当該分岐器は、駅通過列車については最高速度275km/h走行である。

敷設後、同様に、動的試験と転換力試験を実施した。試験結果が表2である。これによると、次のことが確認された。

各断面変化部等に発生する部材応力最大値は、高マンガン鋳鋼の疲労強度に対する目安値以内。

既存タイプで損傷が発生しやすいクロッシング構付け根部の応力状態が大きく改善（引張荷重→圧縮荷重）された。

転換時の最大転換力が普通床板（給油状態）と同程度に改善された（図5）。

可動レール転換時の上下変位は最大約4mmで、前回試作品より1mm減少、ボールベアリング乗り上がり時、乗り下がり時ともスムーズに転換。

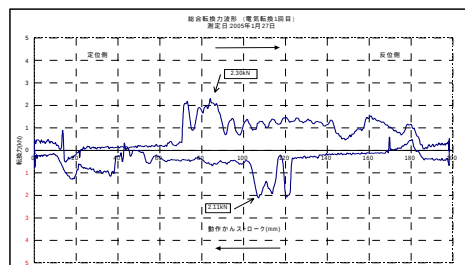


図5 転換力の波形

6. おわりに

「損傷が起きにくく、省メンテナンス」を目標に、次世代ノーズ可動クロッシングの開発を進めてきた。今回の高速区間での試験結果から、各測定項目とも、従来タイプより良好または同等の結果が確認できた。最大の改良点である、ボールベアリング配置の変更が大きな効果を上げたものと思われる。

目標である、交換周期の延伸効果を確認するため、今後2年程度調査を継続して、耐損傷性を確認する予定である。

また、主要部品数の削減が図られ、製造コスト減によるコストダウンも期待している。

参考文献

「分岐器の構造と保守」佐藤泰生 日本鉄道施設協会