

## レール鋼製ノーズ可動クロッシングの開発

○ [土] 住吉 賢治, 楠田 将之, 山口 義信 (JR 西日本)

## Development of Swing Nose Frog made of rail

○Kenji Sumiyoshi, Masanobu Kusuda, Yoshinobu Yamaguchi (West Japan Railway Company)

Swing Nose Frog is made of Manganese steel in Shinkansen Track. It has 3 problems as follows.

- 1) It is difficult to find inner rail defect in Manganese steel. It is renewed within 180 million passing tonnage.
- 2) The structure is complex, and the manufacturing process is special, so it costs too much.
- 3) When a movable rail is damaged, a safety system is not work which detects the accident.

We have developed Swing Nose Frog made of Rail to solve these problems.

キーワード：ノーズ可動クロッシング，レール鋼製

Key Words : *Swing Nose Frog, made of rail*

## 1. はじめに

新幹線の分岐器に用いているマンガン鋼製ノーズ可動クロッシングには、保守上以下の3つの問題点がある。

- ① マンガン鋼は、全ての内部傷を検出することが困難であり、過去に予測できない傷の進展があり、その事例に基づき一律累積通トン1億8千万トンで交換を行うこととしている。
- ② 構造が複雑で製造方法も特殊なため、高価である。
- ③ 可動レール折損時に、これを検知する仕組みが設けられていない。

これらの問題点のうち、①と②について、材質、形状の変更により解決する1つの方法として、レール鋼製ノーズ可動クロッシングの開発を行った。マンガン鋼製からレール鋼製にすることにより、

- ① 超音波探傷により内部傷を検知する範囲が拡大する。
- ② 一律累積通トン1億8千万トンの基準を見直し、することが期待できる。
- ③ レール鋼によるコスト削減が可能となる。ことが見込まれる。

そこで、レール鋼製ノーズ可動クロッシングの開発にあたり、性能確認を行ったので、以下にそれらの概要について報告する。

## 2. 性能確認および結果

## 2.1 各種性能試験の概要

ノーズ可動クロッシングの開発にあたり、以下の6点の性能について確認する必要がある。

## (1) ノーズ可動レールの溶接強度

ノーズ部の構造として、圧接タイプ、電子ビーム溶接タイプ、一体型の3種類を製作した(図1~3)。これらに対し、強度を確認するため可動レール部の落重試験を実施した。各可動レールの頭部幅79.2mmの箇所を中心に長さ1,500mmで切断した部分を供試体とした。なお、頭部幅79.2mmは圧接

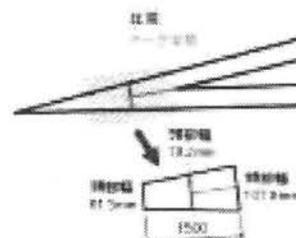


図1 圧接タイプ

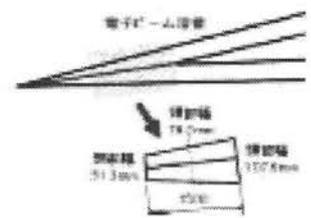


図2 電子ビーム溶接タイプ

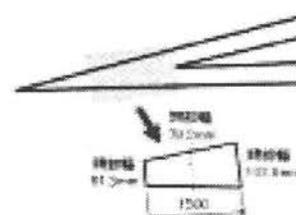


図3 一体型

タイプの圧接位置における頭部幅である。  
落重試験の概要を以下に示す (図 4, 5)。

① 試験方法

- ・ Head-Up (レール頭部を上にして設置)
- ・ 供試体長さ 1.5m
- ・ 落錘重量 907kg
- ・ ステップアップ方式で実施  
落錘高さ 0.5m~4.5m (0.5m ピッチ)

② 測定項目

- ・ 折損時の落錘高さ

③ 閾値

- ・ 折損時の落錘高さが 2.5m 以上

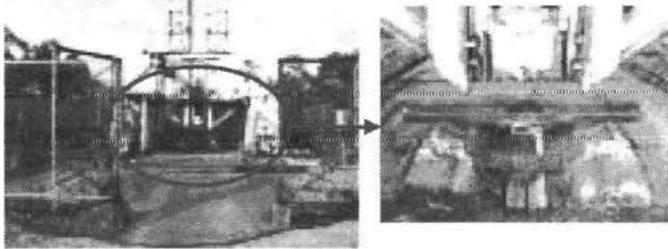


図 4 落重試験機

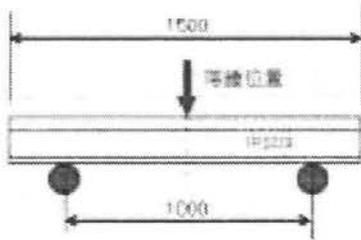


図 5 落重試験寸法詳細

(2) ロッド取付け部の溶接強度

ロッド取付け部の施工法が異なる 4 種類の可動レールについて、強度を確認するため落重試験を実施

表 1 供試体の種類

	バタリング溶接 残存厚さ (mm)	後熱処理工程
供試体 1	2	工程 A
供試体 2	2	工程 B
供試体 3	4	工程 A
供試体 4	4	工程 B

した。供試体は、バタリング溶接残存厚さ 2 種類と後熱処理工程 2 種類の組合せにより 4 種類とした (表 1)。

ここで、バタリング溶接残存厚さは、ロッド取付け位置を 5mm の厚さまでバタリング溶接した後、機械加工により残存厚さを 2mm にする場合と、7mm の厚さまでバタリング溶接した後、機械加工により残存厚さを 4mm にする場合の 2 種類を適用した (表 1)。なお、バタリング溶接厚さが厚くなればなるほど、溶接欠陥が発生する危険性が増えると共に、コストも高くなり、有効ではない。

また、表 1 に示す後熱処理工程の工程 A は、溶接クロッシング製造時に 90S レールによるノーズレールとウイングレールを溶接する際の後熱処理方法を準用したものであり、工程 B は、1 度のバーナーによる加熱のみで応力除去は可能であるという知見によるものである。なお、表 2 に示す後熱処理工程①はバタリング溶接部を機械加工後に行う後熱処理工程のことであり、後熱処理工程②はロッドを取付けた後に行う後熱処理工程のことを指す。

次に、可動レール転換時にロッド取付け部に発生する応力が、部材の許容応力内であることを確認するため、転換試験によりロッド取付け部に発生する応力を測定した (図 6)。

(3) ノーズ可動レール前端および後端部における発生応力 (分岐線側のみ)

ノーズ可動レール前端の車輪乗移り部および後端の伸縮継目部に生じる応力が、部材の許容応力内であることを確認するため、輪重・横圧相当の荷重を載荷し、ノーズ可動レール前端および後端に発生する応力を測定した (図 7)。

なお、載荷した荷重は、輪重 90 (kN)、横圧 75 (kN) である。

(4) 弾性部における発生応力

弾性部に生じる応力が、部材の許容応力内であることを確認するため、輪重・横圧相当の荷重を載荷し、弾性部に発生する応力を測定した (図 7)。なお、載荷した荷重は、前(3)項と同じである。

次に、可動レール転換時に弾性部に発生する応力

表 2 後熱処理工程の詳細

		工程 A	工程 B
後熱処理工程①	バーナー	加熱温度	600±25 (°C)
		保持時間	5 (分)
後熱処理工程②	加熱炉	炉内温度	430 (°C)
		保持時間	2 (時間)
	バーナー	加熱温度	600±25 (°C)
		保持時間	5 (分)
	加熱炉	加熱温度	430 (°C)
		保持時間	1 (時間)
冷却方法		炉冷	—

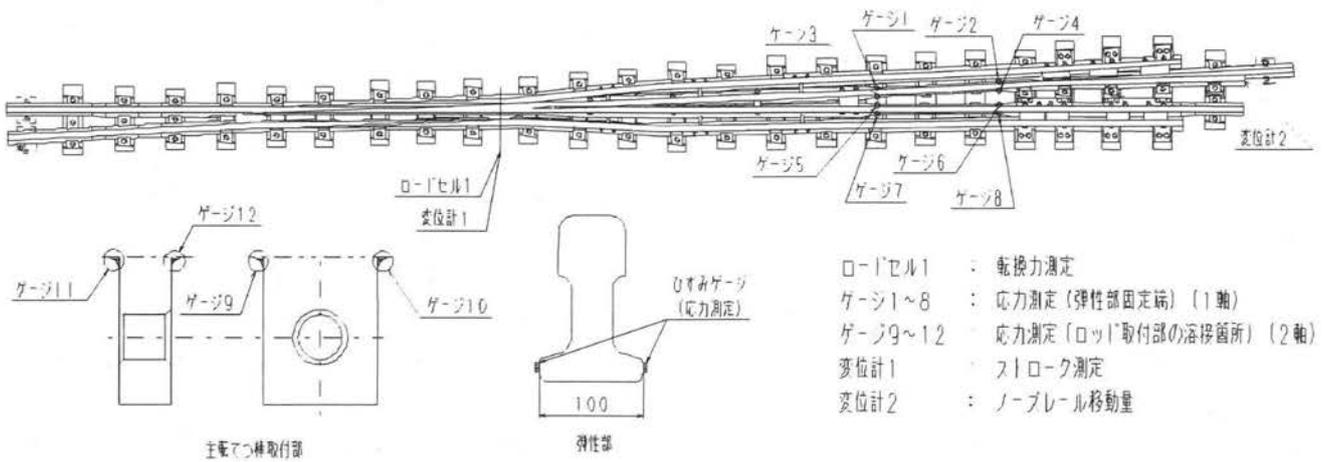


図 6 転換試験

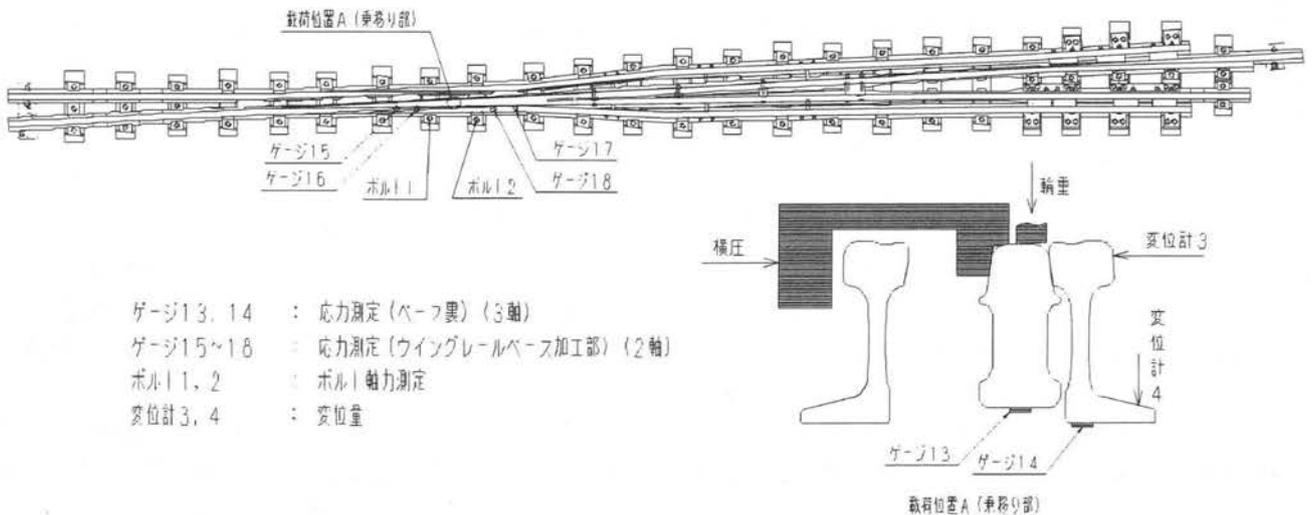


図 7 荷役試験

表 3 各種性能試験

確認項目	確認方法	結果
(1) ノーズ可動レールの溶接強度	落重試験	閾値をクリア
(2) ロッド取付け部の溶接強度	落重試験	閾値をクリア
	転換試験	13 (N/mm <sup>2</sup> ) (許容応力内)
(3) ノーズ可動レール前端および後端部における発生応力 (分岐線側のみ)	荷重載荷	前端 : 36.3 (N/mm <sup>2</sup> ), 後端 : 59.6 (N/mm <sup>2</sup> ) (許容応力内)
(4) 弾性部における発生応力	荷重載荷	123.7 (N/mm <sup>2</sup> ) (許容応力内)
	転換試験	112.6 (N/mm <sup>2</sup> ) (許容応力内)
(5) 転換に伴う転換力	転換試験	3.38 (kN) (定格転換力以内)
(6) 後端斜め継目部におけるストローク	転換試験	2.77 (mm) (使用上問題なし)

表 4 落重試験結果

	折損時の落錘高さ (m)	
	No. 1	No. 2
圧接タイプ	2.5	2.5
電子ビーム溶接タイプ	4.5	折損せず
一体型	4.5	2.5

が、部材の許容応力内であることを確認するため、転換試験により弾性部に発生する応力を測定した (図 6)。

(5) 転換に伴う転換力

可動レールの転換に伴う転換力が、新幹線で使用している TS 型電気転てつ器の定格転換力以内であることを確認するため、転換試験により転換力を測定

した (図6)。

#### (6) 後端斜め継目部におけるストローク

転換時に後端斜め継目部で生じるストロークが、使用上問題ないか確認するため、転換に伴う移動量を測定した (図6)。

## 2.2 試験結果

前2.1節に示した各種性能試験において、所要の強度を満たすことや許容応力内であることを確認した (表3)。詳細な内容について、以下に示す。

### (1) ノーズ可動レールの溶接強度

3種類の可動レールの落重試験の結果、全て閾値をクリアした。なお、電子ビーム溶接タイプは、他の方法と比べ良好であった (表4)。

### (2) ロッド取付け部の溶接強度

4種類の供試体の落重試験の結果、全て閾値をクリアした。この結果は、ロッド取付け部の溶接強度に問題がないこと、および「バタリング溶接残存厚さ2mm+溶接の後熟処理をバーナーのみで行う (工程B)」方法が、品質面、コスト面で、より効果が大きく、適用可能であることを意味する。

ここで、施工品質を確保するため、以下の工程で探傷試験を実施し、欠陥の有無を確認することとした。まず、バタリング溶接後、バタリング溶接残存厚さ2mmに機械加工した後に超音波探傷試験および浸透探傷試験を行う。次に、ロッド取付け溶接後に超音波探傷試験を行う。最後に、ロッド取付け部を最終形状に機械加工した後に浸透探傷試験を行う。

また、転換試験の結果、ロッド取付け部に発生する応力は13 (N/mm<sup>2</sup>) であり、部材の許容応力137 (N/mm<sup>2</sup>) を下回っているため、問題ないことを確認した<sup>2)</sup>。

### (3) ノーズ可動レール前端および後端部における発生応力 (分岐線側のみ)

輪重・横圧相当の荷重をノーズ可動レール前端と後端部にそれぞれ載荷した結果、発生する応力はそれぞれ36.3 (N/mm<sup>2</sup>)、59.6 (N/mm<sup>2</sup>) であり、部

材の許容応力137 (N/mm<sup>2</sup>) を下回っているため、問題ないことを確認した<sup>2)</sup>。

### (4) 弾性部における発生応力

輪重・横圧相当の荷重を弾性部に載荷した結果、弾性部に発生する応力は、123.7 (N/mm<sup>2</sup>) であり、部材の許容応力137 (N/mm<sup>2</sup>) を下回っているため、問題ないことを確認した<sup>2)</sup>。

また、転換試験の結果、弾性部に発生する応力は112.6 (N/mm<sup>2</sup>) であり、部材の許容応力137 (N/mm<sup>2</sup>) を下回っているため、問題ないことを確認した<sup>2)</sup>。

### (5) 転換に伴う転換力

転換試験の結果、転換に必要な転換力は3.38 (kN) であり、新幹線で使用しているTS型電気転てつ器の定格転換力7.65 (kN) を下回っているため、問題ないことを確認した<sup>3)</sup>。

### (6) 後端斜め継目部におけるストローク

転換試験の結果、転換時に後端斜め継目部で生じるストロークは2.77 (mm) であり、使用上問題ないことを確認した。

## 3. おわりに

レール鋼製ノーズ可動クロッシングの開発し、製作上、所要の品質を満たすことを確認できた。今後の適用について考える場合には、探傷の課題、レール傷の急進の問題があるので、折損検知の課題を予め解決しておく必要がある。

最後に、今回の試験にあたり (財) 鉄道総合技術研究所、大和軌道製造 (株) に多大なるご協力をいただいた。この誌面を通じて謝意を表する次第である。

## 参 考 文 献

- 1) 佐藤泰生：分岐器の構造と保守，p. 374，日本鉄道施設協会，1987。
- 2) 佐藤泰生：分岐器の構造と保守，p. 375，日本鉄道施設協会，1987。
- 3) 佐藤泰生：分岐器の構造と保守，p. 398，日本鉄道施設協会，1987。