

改良形ノーズ可動クロッシングの寿命延伸に向けた取組み



水江 達也*1



立川 正勝*2



小西 俊之*3

Efforts to readjust replacement cycle of the improved nose moveable crossing

Tatsuya MIZUE*1, Masakatsu TATEKAWA*2 and Toshiyuki KONISHI*3

*1 Japan Railway Track Consultants *2 Omiya Branch Office *3 Sendai Branch Office

Abstract

Since the replacement cycle of improved movable nose crossing which aimed at structural strengthening is same as that of the original one (180 million tons), fatigue loading test was carried out in order to extend the replacement cycle.

In the fatigue loading test, one new crossing and three crossings which reached the replacement time at track were loaded more than one billion tons and found that the maximum stress were less than allowable stress 147MPa.

As a result of this, 4 improved movable nose crossing are laid more than replacement time. After April 2018 when loading exceeded 180 million tons no trouble has occurred.

●**Keywords:** Movable nose crossing, Vertical loading test, Turnout, High manganese steel, Exchange cycle extension

1. はじめに

JR東日本では、構造強化および省メンテナンス化を図った改良形ノーズ可動クロッシング(以下、改良形クロッシング)が開発されており、2006年から営業線での導入を進めている。

現在、JR東日本で定めている新幹線用ノーズ可動クロッシングの交換基準は、過去の損傷実績に基づいて制定された「通トン1.8億トン」を交換限度としており、この規定値については、1984年11月に東海道新幹線で発生した可動レール底部から上面付近まで亀裂が進展した横裂の対策として、1985年4月に旧国鉄で定められた数値である。(それ以前については、通トン管理の考え方は導入されていない。)改良形クロッシングについても同規定を採用している。

そのため改良形クロッシングの交換基準延伸を可能とするため、実物大試験装置による疲労載荷試験を実施した。延伸については安全性を確保しつつ慎重に検討を行う必要があることから、新品1台と交換基準(1.8億トン)に達した営業線からの発生品3台を対象に疲労載荷試験を行い、営業線敷設の4台を対象に継続敷設を行った。

本稿では、交換基準延伸に向け取り組んだ疲労載荷試験と1.8億トン超過後の継続敷設状況について述べる。

2. 改良形ノーズ可動の構造

改良形クロッシングでは、従来形ノーズ可動クロッシング(以下、従来形クロッシング)の各部位で発生していた損傷の分析に基づき、形状および製造方法を変更したことにより、従来の応力集中部が削減され、構造強化を達成している。

また、機能面でも前後の斜め継目構造の接着継目化等による分岐器細密検査時の解体省略、ボールベアリング床板の導入による給油作業が省略等、大幅な省メンテナンス化が可能となった。

従来形クロッシングから改良形クロッシングへの主な改良点を以下に示す。

- ① クロッシング構のサイドリブ追加、燕尾端部形状変更、又部塞ぎ等の構造強化による応力集中部の削減
- ② ボールベアリング床板の採用による床板給油作業等の解消
- ③ ロングレール軸力受部新設による分岐器介在ロングレール化対応
- ④ 伸縮継目部の接着化、翼レール・クロッシング構の一体構造化による主要部品の削減

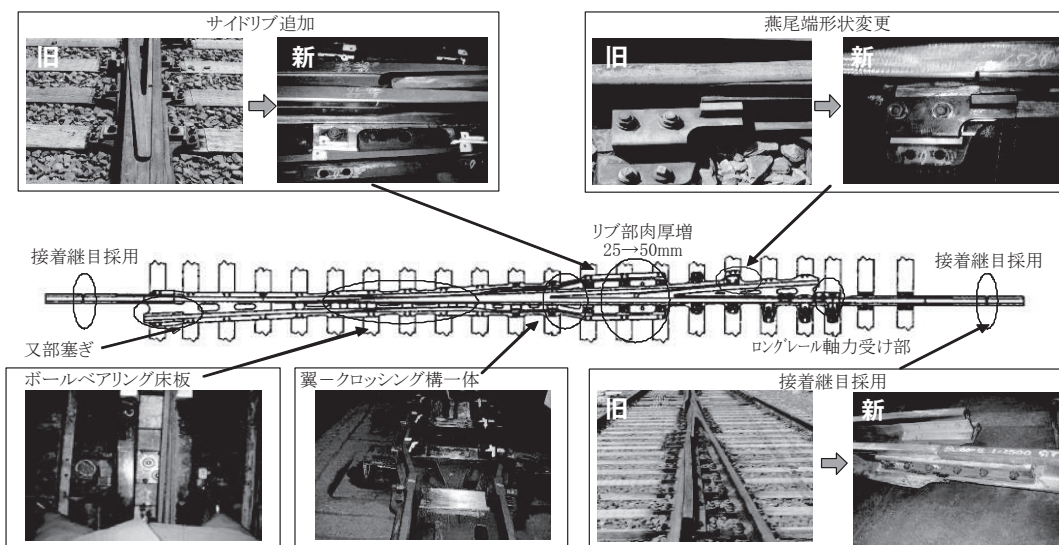


図1 改良形クロッシングの構造

3. 交換基準延伸に向けた取り組み

3・1 取組内容

改良形クロッシングは、新幹線の高速走行を維持している材料であることから、基準の見直しにおいては以下のステップで安全確認を段階的に行い実施する計画とした。

- ① 新品の改良形型クロッシングを用いた疲労載荷試験 (1台)
- ② 1.8億トンに到達した改良形クロッシングを用いた疲労載荷試験 (3台)
- ③ 1.8億トン到達後の改良形クロッシングの営業線継続敷設と追跡調査 (4台)

3・2 実物大試験装置による疲労載荷試験

(1) 試験方法

研究開発センター内にある実物大試験装置に試験体を設置し、新幹線の静的荷重である85kNに変動輪重係数を乗じた荷重を静的に載荷し、発生応力が最大の箇所を動的 (連続載荷) 試験を行うこととした。

(2) 載荷位置

疲労載荷試験の載荷はアクチュエーター2本による同時載荷とし、アクチュエーター同士の距離は新幹線車両の車軸間距離である2500mmとした。静的の載荷位置は過去の損傷発生位置を踏まえて数ヵ所選定した。動的の載荷位置は静的での発生応力が最大の箇所とした。

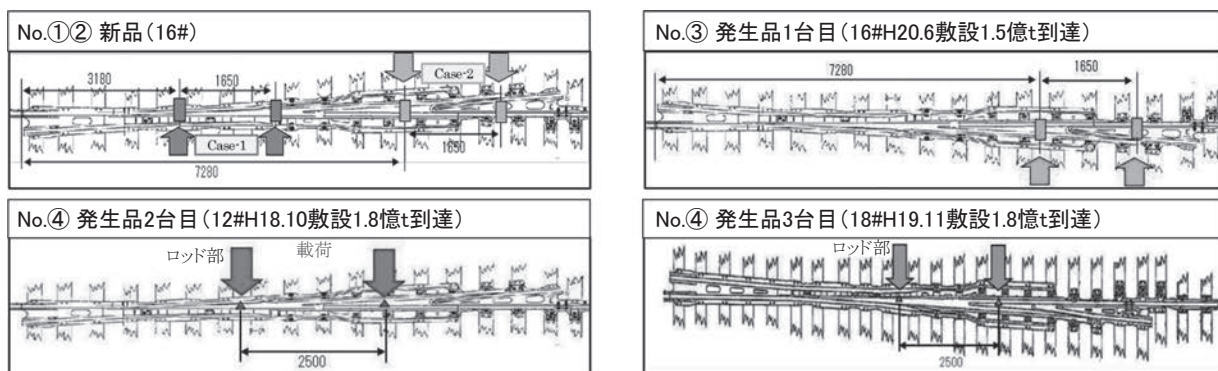


図2 載荷位置 (動的)

(3) 測定位置と測定頻度

測定および検査項目は下記の3項目とし、応力および沈下量測定は载荷トン数1億トン毎、解体を伴う外観検査は2億トン毎に検査し、累計通トンで12億トン以上となるよう载荷した。

- ① 発生応力
- ② 沈下量 (クロッシング前端、中央、後端)
- ③ 外観検査 (浸透探傷検査)

表1 測定項目一覧

記号	測定項目	測定点数	備考
Rσ2-1~2-3	レール応力	1	クロッシング構立ち上がり部 1点
Rσ4-1~7-2	レール応力	4	スイッチアジャスタ部(ゾウの鼻) 4点
Rσ1,3,8,9,10	レール応力	5	可動レール、クロッシング構 5点
Rτ	レール沈下量	3	クロッシング前端、中間、後端で測定

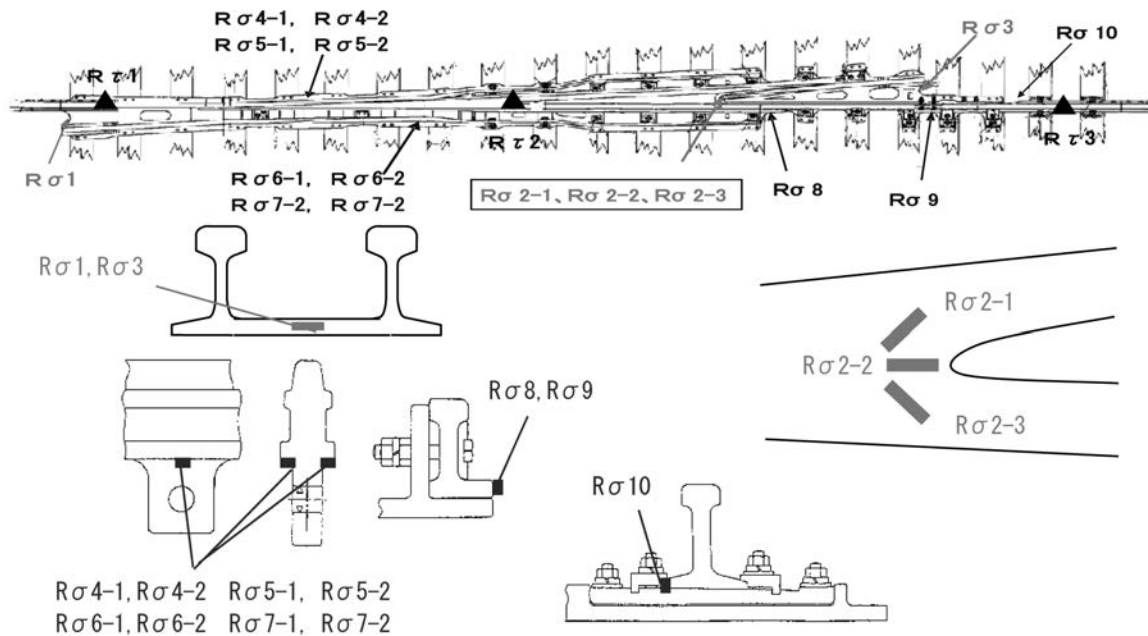


図3 測定位置

(4) 試験結果

① 発生応力

発生応力の評価として、高マンガン鋼の許容応力とされる147MPaと比較した。

試験での最大発生応力は、発生品2台目のRσ2 (クロッシング構立ち上り部) で発生した127.8MPa (圧縮) であり、十分許容応力内であった。

② 沈下量 (クロッシング前端、中央、後端)

沈下については、3測点とも累積载荷トン数の増加とともに沈下量も増加し、最も大きく増加したのは発生品2台目の载荷点中間のRτ2であり13.3mmであった。

③ 外観検査 (浸透探傷検査)

外観検査は、2億トン毎に浸透探傷検査にて損傷有無を確認し、可動レールおよびクロッシング構共に損傷等の発生がないことを確認した。

表2 疲労載荷試験の結果

NO.	試験体	① 発生時 通トン(億t)	想定 速度 (km/h)	荷重(KN)		載荷トン数(億t)		② 通トン 換算	①+② 累積通トン (億t)	最大応力 (許容値:147MPa)		最終沈下量(最大)		浸透 探傷 検査	備考
				最大	最小	発生部位	最大 応力 (MPa)			発生部位	最大値 (mm)				
新品	① C60可M16-504A (Case-1)	0(新品)	275	100	5	8	12	12	スインチアジャスタロッド 取付け部(Rσ6)	37.2	クロッシング中央 (Rτ2)	3.38	傷なし		
	② C60可M16-504A (Case-2)	0(新品)	275	100	5	4	6	18.0※	ノーズレール底部側面 (Rσ8)	57.8	クロッシング中央 (Rτ2)	1.96	傷なし	※Case-1載荷後、 4億トン載荷	
発生品	③ C60可M16-504B	1.5	275	120	5	10.5	15.8	17.3	ノーズレール底部側面 (Rσ8)	51.8	クロッシング後端 継目(Rτ3)	3.7	傷なし		
	④ C60可M12-506A	1.8	320	120	5	10.2	14.8	16.6	クロッシング構立上り部 (Rσ2-1~3)	127.8	クロッシング中央 (Rτ2)	13.3	傷なし	沈下量が大きく、 応力が増大	
	⑤ C60可M18-512B	1.8	360	122	5	11	15.4	17.2	クロッシング構立上り部 (Rσ2-1~3)	-92.8	クロッシング後端 継目(Rτ3)	7.6	傷なし		

4. 継続敷設分岐器の状況

(1) 対象分岐器

現行の交換基準である累積通トン1.8億トンに到達した発生品および新品の載荷試験の結果、異常等が確認されなかったことから、小山構内65AB、宇都宮構内61AB・61CD・62ABの計4台について分岐器細密検査を年2回行いながら1.8億トンを超えて当面3.6億トンまで継続敷設することとした。

なお、通常の改良形クロッシングの可動レール後端は接着継目を採用しているが、検証対象の4台については解体が可能なよう伸縮継目としている。

(2) 敷設状況

対象分岐器は年間通トン約2300万トンの箇所にて2009年頃に敷設され、2018年2月以降、順次1.8億トンに達している。

現段階では一部小さな表面傷が発生しているものもあるが順調に推移している。

5. まとめ

実物大試験装置による疲労載荷試験では新品1台(2パターン)、発生品3台の載荷試験を実施した。その結果、発生品2台目のRσ2(クロッシング構立上り部)で発生した127.8MPaが最大値であり、累積通トンが12億トンを超えても高マンガン鋼の許容応力とされる147MPaを超えることはなかった。

試験の結果、許容応力を下回ったことおよび外観検査等で傷も発生していなかったことから1.8億トンを超えても継続敷設可能と判断し、対象4台について継続敷設を行うこととした。

対象4台の継続敷設の内3台については2018年5月の段階で1.8億トンに達しており、現在のところ大きな傷の発生もなく分岐器細密検査の結果も良好である。

今後は対象4台の改良形クロッシングについて3.6億トンまで継続敷設および追跡調査を行っていき、再度継続敷設の判断、並びに交換基準の見直しを図っていく予定である。

参考文献

- 1) 若月 雅人、立川 正勝、改良形ノーズ可動クロッシングの保守管理、新線路、Vol.64 No.9 (2010) pp.9-11.
- 2) 神谷 祐次、立川 正勝、次世代ノーズ可動クロッシングの交換基準延伸に向けた取組、鉄道工学シンポジウム論文集、No.20 (2016)、2016.7、pp.99-102.
- 3) 若月 雅人、改良形ノーズ可動クロッシングの耐久性確認試験、第65回土木学会年次学術講演会 (2010)
- 4) 佐藤 泰生編、分岐器の構造と保守