

講演概要 レール製クロッシングとマンガンクロッシングの現状把握

水江 達也¹・立川 正勝・小西 俊之

¹正会員 東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センターテクニカルセンター
(〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479番地)
E-mail:mizue@jreast. co. jp

過去の知見でマンガンクロッシングは摩耗や損傷の進展が遅いなどのメリットが判明していることから、本線に数多く敷設されてきた。しかしレール製クロッシングについても海外等で多く敷設実績があることや溶接および探傷ができるなどのメリットも知られている。

これらクロッシングの材質によるレール摩耗や損傷の状態を確認するため、列車種別や速度などの条件が同様の箇所のマンガンクロッシングとレール製クロッシングの両者について調査した結果、これまで言われていたようなマンガンクロッシングの優位は見られず、両者の摩耗進みや挫壊の発生具合がほぼ同等であることを把握した。また、さらに長寿命化を目的として車輪乗り移り面に新2段勾配を採用したレール製クロッシングについて、列車種別や速度などの条件が同じ箇所に試験敷設したので経過について述べる。

Key Words : solid manganese steel rigid crossing, pressure welded crossing, welding crossing,

1. はじめに

分岐器のクロッシングは、マンガン鋼を使用したクロッシング（以下、マンガンクロッシング）及びレール鋼を使用したクロッシング（以下、レール製クロッシング）と、材質により2種類に分けられる。

当社では過去の知見でマンガンクロッシングはレール摩耗や損傷の進展が遅いなどのメリットが判明していることから、本線に数多く敷設されてきた。しかしレール製クロッシングについても海外等で多く敷設実績があることや溶接および探傷ができるなどのメリットも知られている。

これらクロッシングの材質による損傷やレール摩耗の状態を確認するため、列車種別や速度などの条件が同様の箇所においてマンガンクロッシングとレール製クロッシングを調査した結果について述べる。

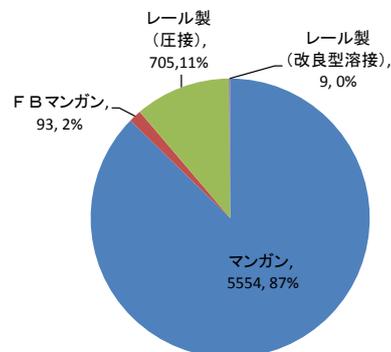


図-1 マンガンクロッシング(左)とレール製クロッシング(右)

また、さらに長寿命化を目的として車輪乗り移り面に新2段勾配を採用したレール製クロッシングについて、列車種別や速度などの条件が同じ箇所に試験敷設したので経過について述べる。

2. 敷設台数

当社管内に敷設してあるクロッシングの割合を図-3に示す。過去の知見においてマンガンクロッシングはレール摩耗や損傷の進展が遅いなどのメリットがわかっており、89%と高い敷設率となっている。



種別	H28年1月現在	1,2級線	3,4級線
マンガン (FBマンガン含む)	5,647台 (89%)	3,345台	2,302台
レール製 (圧接・改良形溶接)	714台 (11%)	504台	215台

図-3 クロッシングの敷設割合

3. 傷の発生状況

(1) 損傷事例

マンガンクロッシングについては、機能仕様（形状・検査方法等）の改正を伴うような損傷が2件発生している。一つ目は平成15年に上首水平裂が発生し、原因は製造時の引け巣によるものだったため、出荷時の内部探傷検査の頻度変更と上首部の検査を追加している。二つ目は平成17年に構造上の問題で50Nレール用において後端部の又部に縦裂が発生したため形状の改良を行っている。

レール製クロッシングについては、これまで機能仕様を改正するまでに至る大きな損傷事例は発生していない。

(2) 表面傷の発生位置

平成24～25年度の傷の発生状況は表-1の通りである。クロッシングにおける傷は欠線部であるノーズ部・ウイング部に集中しており、継目部等のその他の部分にはほとんど発生していないことがわかる。

また、列車の進行方向による違いを見ると、対向進入ではノーズ部、背向進入ではウイング部に損傷が多く発生していることがわかった。

一方、列車の進行方向や材質の違いによる損傷の傾向は認められなかった。

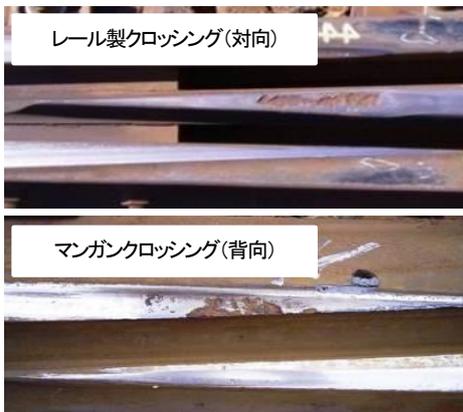


図-4 クロッシングの傷の例

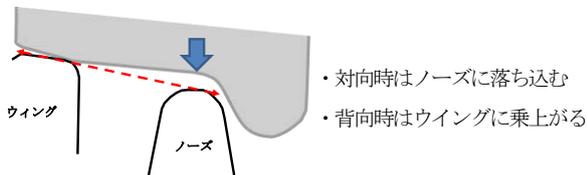


図-5 クロッシングと車輪の関係

4. 交換原因

平成24～25年度の交換原因の内訳を図-6及び図-7に示す。

マンガンクロッシングでは挫壞に起因する交換が全体の約9割程度、レール製クロッシングでは約7割程度であった。

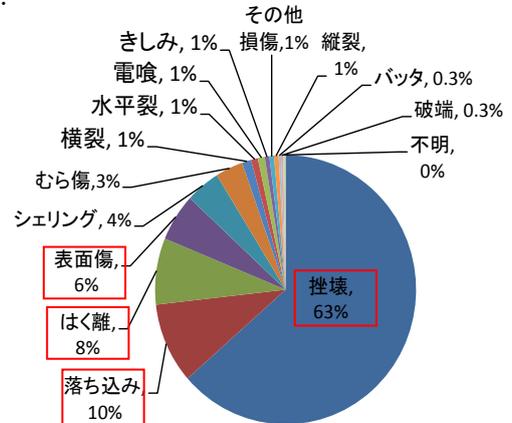


図-6 マンガンクロッシングの交換原因
(356/5647台)

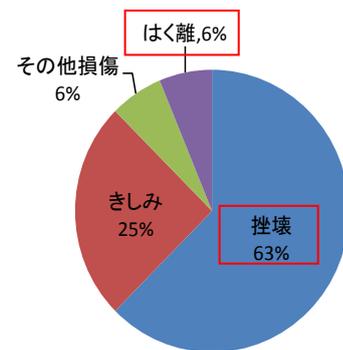


図-7 レール製クロッシングの交換原因
(58/714台)

5. 現場調査結果

(1) 落ち込み量（挫壞）の調査方法

ノーズレールおよびウイングレールの踏面の局所的な落ち込みについて、落ち込み量を1mストレッチゲージを使用して測定した。測定位置を図-8に示す。

測定にあたり、ノーズレールおよびウイングレールそれぞれに1mストレッチゲージをゲージラインから所定（15mmもしくは80mm）の位置に当てながら、シックネスゲージ又はテーパゲージを使用して落ち込み量を測定した。

表-1 傷の発生状況（H24～H25年度調査）

傷の発生位置		対向（主として対向）				背向（主として背向）				対向と背向が同程度			
		マンガン		レール製		マンガン		レール製		マンガン		レール製	
		台	%	台	%	台	%	台	%	台	%	台	%
欠線部	ノーズ部のみ	38	46	12	63	17	19	5	29	36	43	1	25
	ウイング部のみ	20	24	5	26	39	44	11	65	33	39	3	75
	ノーズ・ウイング部	21	26	1	5	30	34	1	6	9	11	0	0
その他（継目部等）		3	4	1	5	3	3	0	0	6	7	0	0
計		82	100	19	100	89	100	17	100	84	100	4	100

また、摩耗量についてはノーズレール頭部幅10mm、20mm、30mm位置とクロッシング交点位置（交点位置はウイングレールのみ）の測定及び他にも落ち込みが大きく見られる箇所について専用ゲージを使用し測定を行った（図-9）。

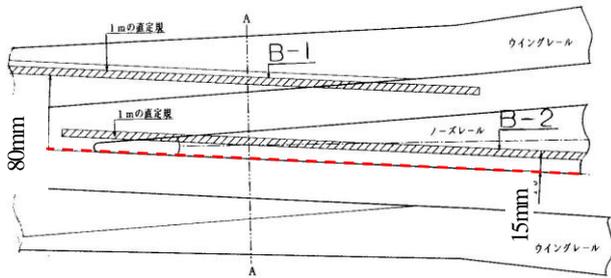


図-8 1mストレッチゲージによる測定位置



図-9 専用ゲージによる測定

(2) 落ち込み量の推移

マンガンクロッシング14台、圧接クロッシング7台、溶接クロッシング7台を対象に調査した結果を図-10、図-11に示す。

落ち込み量については、累積通トンの増加に伴い、落ち込み量が増加する傾向であるが、材質による顕著な差は認められなかった。

また、材質に因らず背向進入時の挫壊落ち込み量は対向進入時に比べてウイング部で約2倍となった。これは、背向進入時、摩耗した車輪の内側が当たるノーズレールからウイングレールに向かい、摩耗が少ない車輪外側が乗り移っていくことから強い衝撃が発生し、局所的な落ち込みが発生するものと考えられる。

(3) 交換までの通トン数

平成24～25年度に交換されたクロッシングの通トン数の平均を表-2に示す。

マンガンクロッシング及びレール製クロッシングを比較すると、共に2億t程度で同等であった。

また、材質に因らず列車進行方向が対向時より背向時の寿命が短いことがわかる。

表-2 交換までの通トン数

種別	項目	列車進行方向	
		対向	背向
マンガン	60kg用平均	2.3億t	1.8億t
	交換基準	2.1億t	1.8億t
レール製	60kg用平均	2.4億t	1.3億t
	交換基準	2.1億t	1.3億t

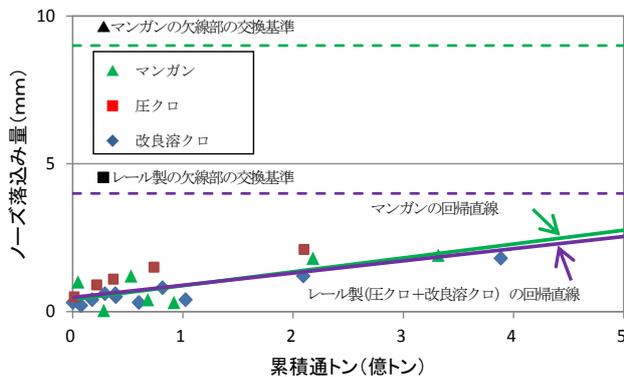


図-10 対向時の落ち込み量の推移

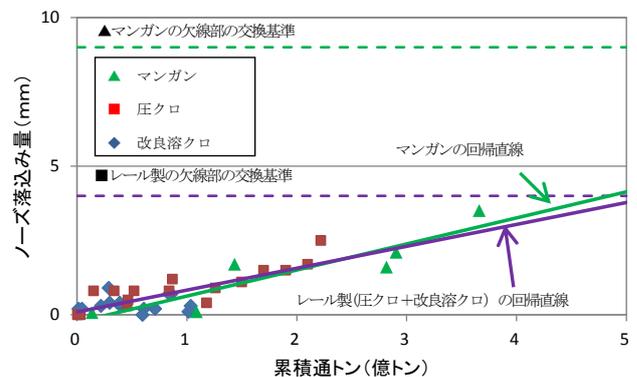
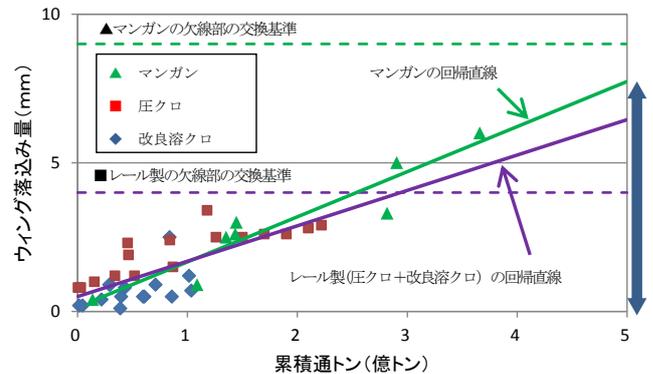
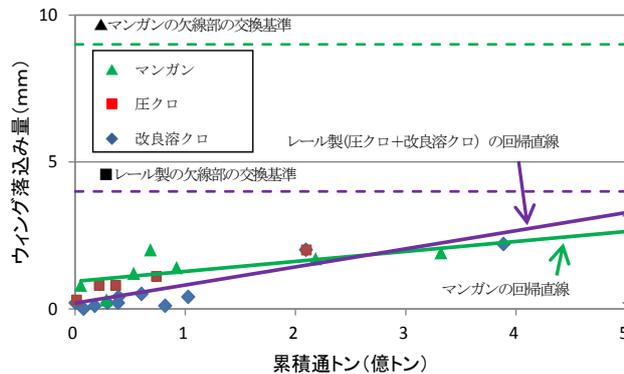


図-11 背向時の落ち込み量の推移



6. 新2段こう配のレール製クロッシング採用

(1) 目的

これまでの2段こう配は、基本踏面及び修正円弧踏面の車輪の両方に適した1/40+1/12の形状であった。しかし、現在は修正円弧踏面の車輪に統一が進んだこと及び前述の調査結果からわかるように、特に背向進入のウイング部にて落ち込み量が大きかったことから、レール製クロッシングである溶接クロッシング及び圧接クロッシングの2段こう配を変更し試験敷設した。

(2) クロッシングの形状と材質

①改良型溶接クロッシング

踏面形状変更（1/30+1/20の二段勾配）及び耐摩耗性の向上を図るため材質変更（普通レールからHC340に変更）を行った。

②圧接クロッシング

踏面形状変更（1/35+1/25の二段勾配）を行い材質（HC材）は変更していない。

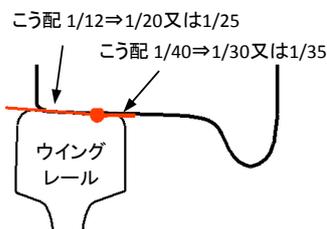


図-1 2 二段こう配の形状

(3) 敷設条件と敷設箇所

試験敷設箇所については、下記の条件により選定を行った。

- ① 通トンや分岐器の条件が同等
- ② 年間通トンが多く改善効果について比較的早く評価が可能（約3500万トン/年間）
- ③ 貨物列車の通過有り
- ④ 最高通過速度が120km以上

これらの条件より、東北本線にある小山・白岡・蓮田駅構内の分岐器を選定し、改良型溶接クロッシングおよび圧接クロッシングを対向走行と背向走行でそれぞれ4台ずつ合計16台敷設し経過を確認することとした。

(4) 試験敷設後の状況

最大約700万トンの通トンまでの調査結果は以下の通りである。

①初期フローの測定

初期フローの最大はノーズ部で0.7mm、ウイング部で2.6mmであった。なお、調査後はフローは削正した。

②摩耗等の測定

ウイング部の摩耗については最大で2mmであり、ノーズ部は0.9mmであった。圧接クロッシングではウイング部の摩耗はほとんど見られなかった。

③浸透探傷検査

レール表面の傷の確認を行うため、浸透探傷検査を行ったが傷の発生は認められなかった。

④共走区間の測定（車輪との接触状態）

車輪接触幅やウイングレールの接触開始（終点）位置を確認したが、接触痕が飛んでいたり、一般的に共走区間の長さの目安である番数×10mmと比較し極端に短いものはなかった。

⑤硬度測定（ショア硬さ:HS）

改良型溶接クロッシングの硬度は製造時の標準で49～52HSに対し、通トン約630万トンにおいてウイング部が最大で60HSであった。圧接クロッシングの硬度は製造時の標準で51～55HSに対し、通トン約700万トンにおいてウイング部が最大で57HSであった。

しかし、まだ通トンも少なく、65HS以上になると剥離や挫壊傷が発生しやすいと言われていることから今後も追跡調査を行っていく。

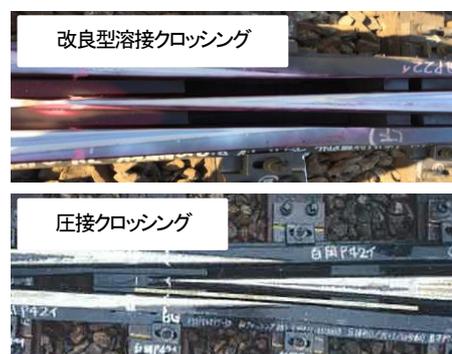


図-1 3 新2段こう配のクロッシング

7. まとめ

落ち込み量については、レール材質に関係なく累積通トンの増加に伴い、落ち込み量が増加し、背向進入時のウイング部の挫壊落ち込み量は対向進入時に比べて約2倍となった。

挫壊については、レール製クロッシングと比較してマンガクロッシングの優位は見られず、挫壊の発生具合がほぼ同等であることを把握した。

新2段こう配のレール製クロッシングについては敷設した直後であり、マンガクロッシングと比較しまだ優位差は見られないため、今後も追跡調査を行い比較検証を行っていく。

最後に、レール製クロッシングの調査等に関して、ご助力いただいた鉄道機器株式会社、株峰製作所の皆様に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 及川 裕也：圧接クロッシングのウイングレール損傷に関する一考察，新線路 2010年9月
- 2) 鉄道総研：圧接クロッシングの損傷原因の究明と交換基準，鉄道総研指定課題報告 2009年3月
- 3) 加藤 篤史：圧接クロッシングの乗移り部における塑性流動の調査，第19回鉄道技術連合シンポジウム講演

(2017. 4. 7 受付)