

マンガンクロッシング現場補修法の検討

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 若月 雅人
東日本旅客鉄道株式会社 谷 隆一郎

1. はじめに

分岐器の構成部材であるマンガンクロッシングは、本線で多く使用されているが、レール欠線部の車輪乗移りで発生する衝撃荷重から、頭頂面上に損傷が発生する事象がみられる。これが材料寿命を決定する要因ともなっているため、損傷発生部を現場補修することで、クロッシング寿命を延長させる取組みに着手した。以下に基礎試験の概要を述べる。

2. マンガンクロッシングの現状

2.1 現状の課題

マンガンクロッシングについては、高マンガン鋳鋼の特徴である加工硬化性から、列車荷重により頭頂面の硬度が増加する性質を有している。また、レール鋼と比較して損傷の進展が一般的に遅いため、クロッシングのような衝撃的な荷重が作用する部材には有利な材料であり、当社では本線分岐器に多く使用されている(図1)。

しかし、材質上の特性で国内ではレールとの溶接が標準化されておらず、普通継目により前後レールと接続していたが、鉄道沿線への環境特性や保守量軽減のニーズからも、継目の除去が求められている。

また、材料の周期においても更なる延命化が期待されている(図2)。

2.2 溶接マンガンクロッシング

クロッシングでは、圧接クロッシング等のレール製クロッシングを使用した溶接化が導入されているが、軸重の高い貨物列車運行線区では、耐衝撃性を期待してマン

ガンクロッシングの需要は依然大きい。

このニーズに応えるべく、当社ではヨーロッパ等で普及しているフラッシュバット溶接により、マンガンクロッシングとレールを一体化したクロッシング(以下、溶接マンガンクロッシング)の導入に向けて、現在検証中である。

3. 現場補修の必要性

マンガンクロッシング本体には図3のような損傷が発生し、交換に至っている場合が多く見られ、都市部においては軽微な損傷でも騒音・振動の理由により交換する場合があります。経済性の課題がある。そのため、損傷が比較的軽微なうちに現場補修することで、クロッシングの寿命延伸を図ることが求められている。

旧国鉄においては、損傷発生により交換したマンガンクロッシングを、レールセンター等で補修して再利用した事例がある。本研究では、当時の手法の調査結果を分析し、現場補修の実用化を図るための第一段階としての基礎試験を実施した。

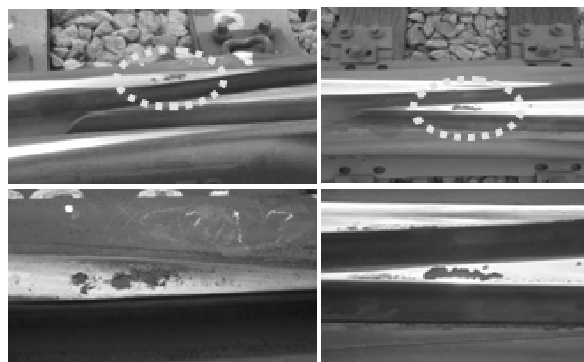


図3 マンガンクロッシング 損傷例

4. クロッシング頭頂面の補修試験

4.1 補修上の課題

補修法については、過去の高マンガン鋳鋼同士の接合例や補修実績から、損傷部分を削正して除去、被覆アーク溶接等により肉盛を行い、その後研磨仕上げを行う手法で検討を進めた。

現場敷設の状態で補修するためには、次のような課

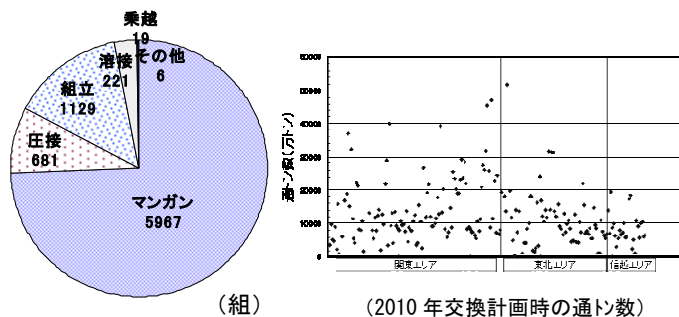
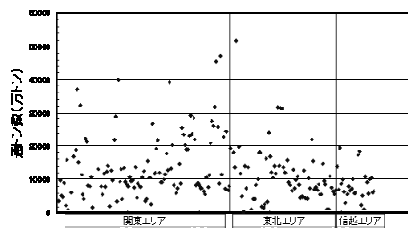


図1 本線クロッシング 種別



(2010年交換計画時の通回数)

図2 マンガンクロッシング 通回数

キーワード マンガンクロッシング、高マンガン鋳鋼、フラッシュバット溶接、被覆アーク溶接

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479 JR 東日本研究開発センター TEL 048-651-2389

題があり、数値目標を設定して推進することとした。

①作業時間

補修作業は保守間合いで完結させる必要があり、1箇所の補修時間は120分を目標とする。

②補修箇所強度

補修後は2年程度の寿命延伸を期待し、補修後累積通過6千万トンまで使用可能な耐久性を有する。

③仕上がり品質管理

補修後の欠陥（外部・内部）や断面形状の検査方法についても並行して検討する。

4.2 施工性の確認

現場補修を可能とするため、目標とする時間での補修可能な範囲（長さ方向）、溶接方法等の試験を実施した。溶接法については時間短縮をねらって、従来の被覆アーク溶接法（以下、アーク溶接）のほか、炭酸ガス被覆半自動アーク溶接（以下、半自動溶接）についても検証を行った。試験条件、測定項目を表1に示す。

試験の結果、次のことが判明した。

- ①120分の補修時間（削正、溶接、研磨仕上げ）では、可能な削正範囲は150mm程度である（図4）。
- ②頭頂面硬度は補修前（平均50Hs）と比較して、補修後の硬度が低下（平均39Hs）するが、ピーニング処理を施すことにより補修前とほぼ同等（平均51Hs）に回復する（図5）。
- ③溶接時の熱影響については、溶接途中で水冷を繰り返すと、切削長300mmまでクロッシング本体のゆがみは発生しない。

4.3 溶接強度の確認

補修部の材料強度を確認するため、マンガクロッシングと同じ材質の材料をアーク溶接により接合した供試体（図6）を使用し、各種試験を実施した。試験内容を表1に示す。

試験結果から次のことが判明した。

- ①アーク溶接、半自動溶接での曲げ強度、ビッカース硬さはほぼ同等の数値であった。
- ②溶接時間は半自動溶接はアーク溶接の約4割で可能である。（150mm削正の場合30分の短縮）

5. おわりに

今回の基礎試験では、現場補修可能な削正範囲は150mmであるが、作業の成熟度向上や半自動溶接の導入で200mm程度までは目標時間内で可能であると考え。今後は作業手順の標準化も図りたい。

表1 確認試験の条件

項目		内容
施工性確認	供試体	実物マンガクロッシング
	溶接方法	①被覆アーク溶接
	削正方法	①グラインダー ②エアークによるガウジング法併用
	その他	ピーニング処理の有無
	削正長さ	50, 100, 150, 200, 250, 300mm
	幅	頭部幅全面(60mm)
測定項目	深さ	10mm
	作業時間	①削正 ②溶接 ③研磨仕上げ
	ゆがみ量	熱影響によるクロッシングの歪み量(クロッシング前後端に水系を張り、作業前後の高さ変化を定点測定)
	硬度	補修前後の踏面の硬度(シュア硬さ)を測定
溶接強度確認	供試体	マンガクロッシングと同等(SCMnH3)の鋼板使用(図6参照)
	溶接方法	①被覆アーク溶接(溶接棒はJIS Z3251DFME相当品) ②半自動アーク溶接(炭酸ガス被覆) (溶接ワイヤーはJIS Z3326YFME-C-250相当品)
	溶接条件	表面溶接後、裏面を裏掘りしたのち溶接。溶接はパス毎にピーニングし水冷処理
	試験項目	①目視 ②表面割れ検出 ③曲げ試験 ④衝撃試験 ⑤硬さ試験

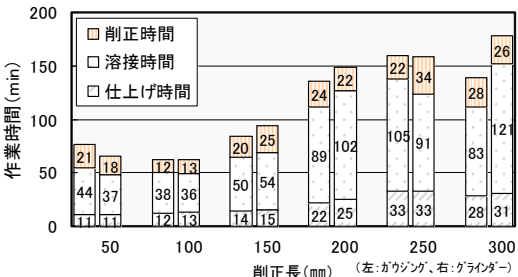


図4 補修時間の比較

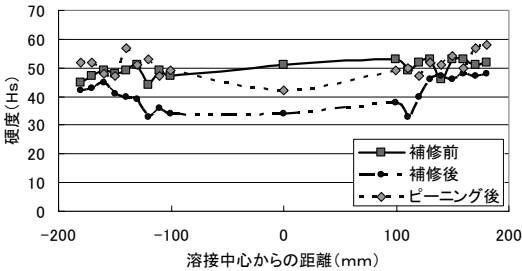


図5 頭頂面硬度の変化（ガウジング 200 mm）



図6 供試体と試験片

過去の事例では、補修箇所が短時間で損傷が再発し、撤去到に至る事象が多く見られた。今後は、車輪転動条件での補修部の強度確認試験等、実使用条件に即した試験により、修繕部分の耐久性を十分確認して実用化をめざしたい。

【参考文献】

1) 安藤清一ほか「鉄道技術研究報告：高マンガ鋼レールのガスシールドアーク溶接」鉄道技術研究所 1966. 8
2) 上山且芳ほか「鉄道総研報告：マンガクロッシングとレールの現場溶接法の開発」鉄道総合技術研究所 1995. 9