

改良縦曲げ圧接クロッシングの試験敷設

九州旅客鉄道株式会社 正会員 ○西本 晋平
株式会社峰製作所 正会員 西田 達矢
株式会社峰製作所 花田 寿隆

1. はじめに

分岐器はポイント、リード、クロッシングおよびガード等で構成され、クロッシングにおいては分岐器通過速度の向上を目的とし、普通レールとの溶接が容易であるレール鋼製圧接クロッシングを、J R九州の一部の分岐器で導入している。しかしながら、欠線部を有するクロッシングの乗移り部は線路構造上の弱点箇所であり、列車走行時の繰返し衝撃荷重により局所的な塑性変形等が生じやすい¹⁾。これら乗移り部に発生する損傷は水平裂や挫壊によるものが多く、クロッシングの交換周期を縮めている。したがって、J R九州においては、クロッシングの耐久性向上による交換周期延伸等を図るため、改良した縦曲げ圧接クロッシングの試験敷設を実施した。

2. 改良縦曲げ圧接クロッシングの概要

従来の圧接クロッシングは、HC 材(未熱処理レール)を用いており、熱処理を施すことで表面硬さを確保している。また、クロッシングはその構造上、一般軌道のように軌間内側に 1/40 傾けることが不可能であるため、クロッシング前後にひねり鍛造を必要とする。さらに、ノーズレールからウイングレールへ(または、ウイングレールからノーズレールへ)車輪をスムーズに乗移らせるため、車輪踏面形状に合わせてウイングレールの盛り上げ鍛造が必要となる。

一方で、改良縦曲げ圧接クロッシングは、比較的深い熱処理硬化層を有し、耐摩耗性に優れている HH370 レールを使用することとした。また、盛り上げ鍛造は熱間鍛造となるため、素材レールの軟化や残留応力の変動等を生じてしまう。したがって、クロッシングの乗移り部においては、これら熱間鍛造を施さない製造方法とした。図 1、2 に、従来の圧接クロッシングと改良縦曲げ圧接クロッシングの製造方法および製造工程の比較を示す。図 1 で示すように、ひねり鍛造と縦曲げ鍛造を同じ位置で実施している。

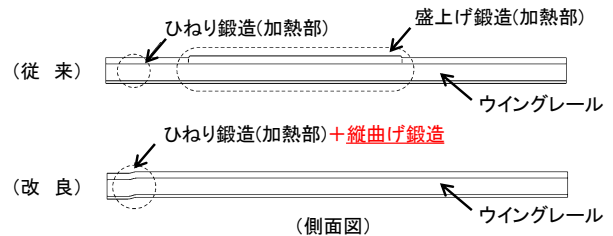


図1 改良前後の製造方法比較

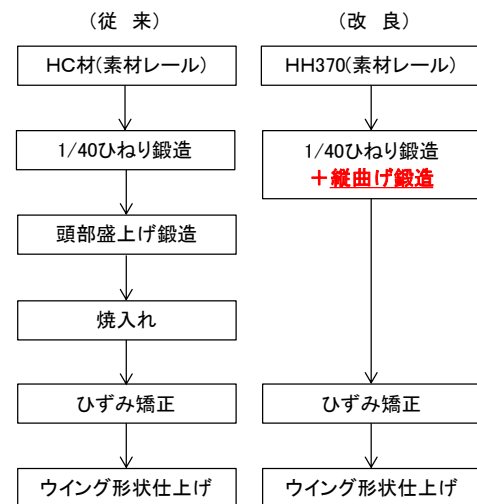


図2 改良前後の製造工程比較

3. 製造方法の検証

ひねり鍛造と縦曲げ鍛造を同じ位置で実施する製造方法(以下、「同時複合鍛造」という)の可否を検証するため、レール長さ 1,000m の供試体を用いて検証した。供試体に同時複合鍛造を施す範囲は図 3 に示すように、まくらぎ配置間隔を勘案し、150mm とした。

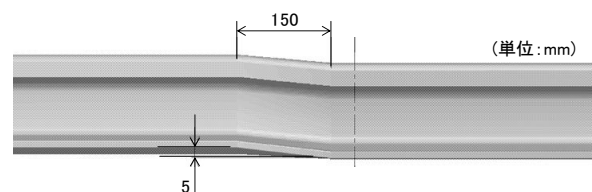


図3 同時複合鍛造範囲

キーワード 分岐器, 圧接クロッシング, 改良縦曲げ圧接クロッシング, ウイングレール, 挫壊

連絡先 〒812-8566 福岡県福岡市博多区博多駅前 3-25-21 九州旅客鉄道(株) 施設部保線課 TEL 092-474-2449

頭部への熱影響を軽減する目的で、腹部加熱による同時複合鍛造を実施した。実施後、レールを切断し、その破面から熱影響部の範囲を確認した結果、熱影響はレール首下からあご下にかけての範囲であり、頭部への熱影響は生じなかった。

次に、同時複合鍛造箇所、表面の残留応力状態を確認した。その結果を図4に示す。

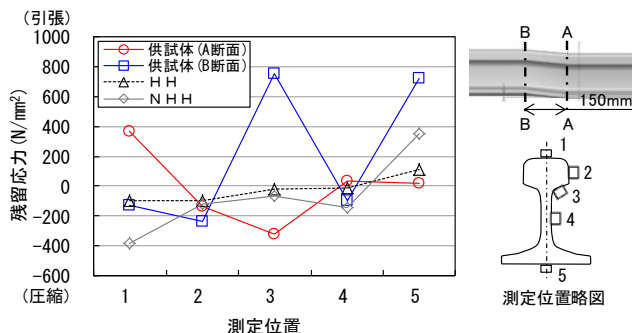
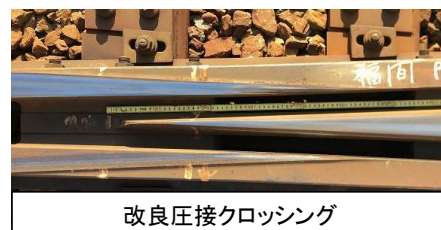


図4 残留応力状態

局所的に、ひねりと縦曲げの鍛造を行ったことにより、残留応力は不安定な状態になり、測定位置 3, 5 で比較的大きい値(引張)を示した。残留応力はレール底面に引張方向の応力が存在すると、レール損傷等に大きく影響する。そのため、残留応力を小さくする方法として、レールを再加熱し、徐冷することで残留応力を除去する焼きなまし処理と、熱を加えない冷間鍛造を検討した。焼きなまし処理の場合、残留応力は除去できたものの、レール頭頂面硬さがレール素材の硬さに比べて、著しく低下したことから、加工時に熱を加えない冷間鍛造を採用することとした。この鍛造方法により、レール頭部の軟化やレール底部等で発生していた引張の残留応力の値を抑制した。

4. 試験敷設

試作した改良縦曲げ圧接クロッシングの効果を検証するため、試験敷設を実施した。検証項目は乗移り部の外観調査や摩耗量、車輪踏面の軌跡と騒音、ウイングレールの硬さ測定等とした。なお、品形は60K12#とし、検証の比較対象として、同時期に敷設した従来品2台を選定した。試験敷設箇所はいずれも通過トン数 3,000 万トン/年程度の箇所であり、敷設後7年が経過している。図5に乗移り部の状態を示す。改良縦曲げ圧接クロッシングにおいては、塑性変形による凹みが生じているものの、挫壊等は発生していない。一方で、従来品は乗移り部に挫壊が生じている。



改良圧接クロッシング



従来圧接クロッシング

図5 外観調査結果

図6, 7にノーズレール頭部幅の各位置におけるウイングレールの摩耗量と、表面硬さの推移を示す。摩耗量については、従来品との差異が生じており、改良品が比較的良い結果を示した。また、表面硬さにおいては硬化が進んでいるものの、現在、きしみ割れや挫壊等の損傷へ進展する様子はみられない。

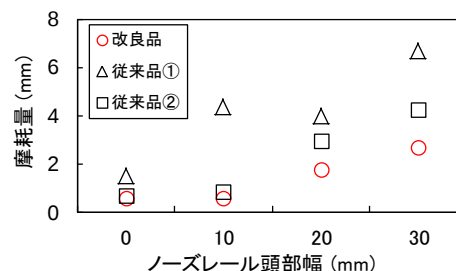


図6 ノーズレール頭部幅の各位置における摩耗量

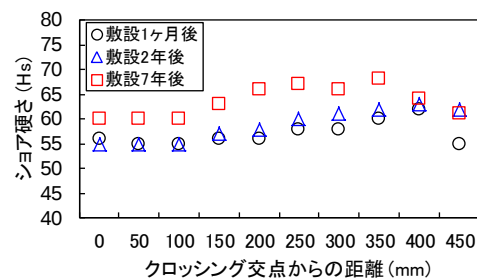


図7 各位置における表面硬さの推移

5. まとめ

敷設7年が経過し、良好な結果で推移している。引き続き検証を実施し、本格的な導入に向けて検討していく。

参考文献

1)加藤ら：圧接クロッシングの乗移り部における塑性流動の調査,鉄道技術連合シンポジウム講演論文集,Vol.19,pp.591-592,2012.