

表面硬化マンガンクロッシング敷設による材料延命の検討

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○石原 克弥
東海旅客鉄道株式会社 小田 和彦
東海旅客鉄道株式会社 井上 陽一
大同キャスティングス 井上 靖

1. はじめに

マンガンクロッシングは高マンガン鋼製のため、靱性が高く、傷が発生した場合でも進行が遅いという長所がある一方、敷設直後は表面硬度が 30Hs 程度と低く、車輪の乗移り時に生じる衝撃により初期変形が生じ挫壊傷に繋がるという課題がある。本研究では初期変形が生じ易い車輪の乗移り部に予め表面硬化加工を施し、初期変形の抑制および更なる挫壊抑制を図ったので、これを報告する。

2. 当社に敷設しているマンガンクロッシングの現状

当社在来線では、分岐器の約 9 割にマンガンクロッシングを敷設している。なかでも東海道本線は年間通過トン数が 3,500 万トンに達し、厳しい環境下にある。このため、クロッシング取替後約 4 年を経過すると挫壊傷がマンガンクロッシングの表面に発生する（図 1）傾向がある。こうした挫壊傷は、初期変形の原因となる車輪乗移りへの繰り返し衝撃により、マンガンの塑性変形が生じ、粒界破壊に至ることによって発生する。



図 1 マンガンクロッシングの挫壊傷

これに対し、敷設初期の段階における変形を抑えるべく、製造段階で表面硬度を高めるショットピーニングマンガンクロッシング（以下、SP マンガン）を平成 25 年に試験敷設した。表面処理なしと SP マンガンそれぞれにおける敷設 1 ヶ月経過時と敷設 4 年経過時の断面形状を比較したものを図 2 に示す。敷設 4 年経過時と同程度の凹み変形が敷設 1 ヶ月で発生していることが分かる。また、当該クロッシングは、当該区間を走行する車輪の踏面形状に適合した二段勾配仕様としているが、初期変形によりこれが崩れている。以上より、期待した効果を得ることができず、SP マンガンは本採用には至らなかった。SP マンガンの硬化層が表面から深さ 0.5mm と浅いことが欠点となったものと思われる。

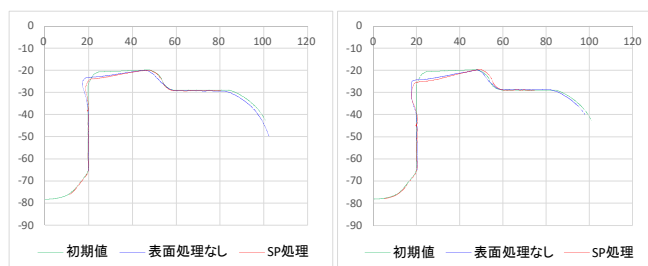


図 2 断面形状の比較（左：1 ヶ月経過 右：4 年経過）

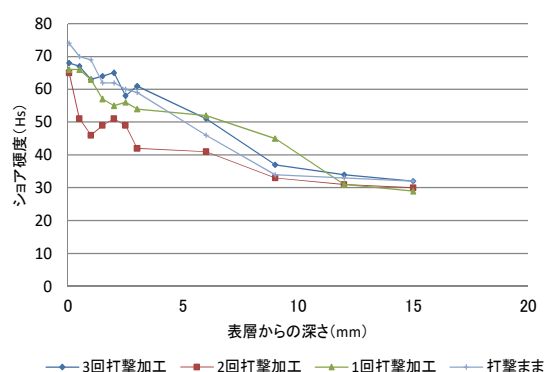


図 3 打撃回数による硬化深度

3. 表面硬化方法の再検討

この課題を解決すべく、表層の硬度のみではなく、硬化深度に重点をおいた硬化処理方法の検討を重ね、硬化深度および製造コストを総合的に勘案した、高速連続強打処理（High Speed Pounding）を採用することとした。図 3 に HSP 加工マンガンクロッシング（以下、HSP マンガン）の打撃回数ごとの表面からの深さとショア硬さの関係、図 4 に表面を連続打撃した後の硬化組織を示す。

キーワード マンガンクロッシング、表面硬化、初期変形

連絡先 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅 1-3-4 東海旅客鉄道株式会社 工務部 保線課

図3より、表面は65Hs～70Hsを確保、約7mmまでは50Hs程度の値となっていることが分かる。

また、硬化した内部には打撃により結晶が変形する際の滑り線（スリップバンド）を確認した。これは、結晶が圧縮され変形抵抗があがったことを示す。打撃加工後の割れ欠陥を示す浸透探傷指示模様も存在せず良好な結果を得ることができた。以上の結果をもとに、東海道本線10番分岐器（背向）にHSPマンガンの試験敷設を行った。

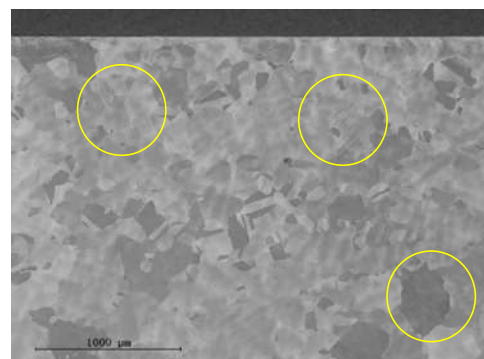


図4 打撃後の硬化組織

4. 敷設経過の確認

敷設後10日、1ヶ月後の状態を調査した。調査項目は断面形状、車輪共走区間長、表面硬度、音とした。敷設10日後のノーズレール20mm幅、40mm幅位置におけるウイングレール形状を図5に示す。20mm幅位置は背向進入した車輪がウイングレールに乗り移りが完了する点、40mm幅位置は車輪がウイングレールに接触する開始点である。いずれも、強い衝撃を受け変形を起こし易い部位である。上述のとおり、表面硬度を高め、硬化深さを増した結果、20mm幅位置ではSPマンガンと比較し、形状の変形を抑制できていることを確認した。ただし、40mm幅位置ではウイングレール踏面の幅が狭くHSP加工処理が困難であったことから期待した効果までには至らず若干の課題を残した。また、マンガクロッシングは加工変形により、次第に硬さを増す特徴を持つため、一定期間後に変形の進行がおさまる。そこで、HSPマンガンを敷設した後、変形が続く日数を確認した（図6）、敷設1ヶ月時の形状は敷設10日と差異が見られないことから敷設初期の変形は敷設10日で殆ど止まるといえる。

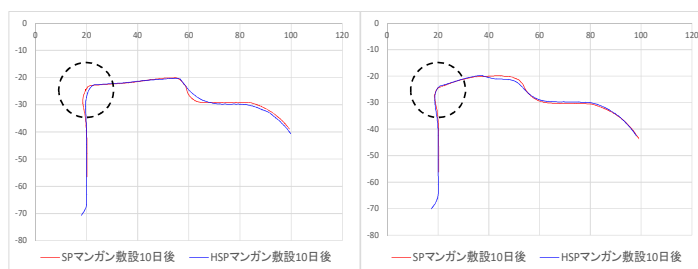


図5 SP、HSP断面形状の比較（左：20mm幅 右：40mm幅）

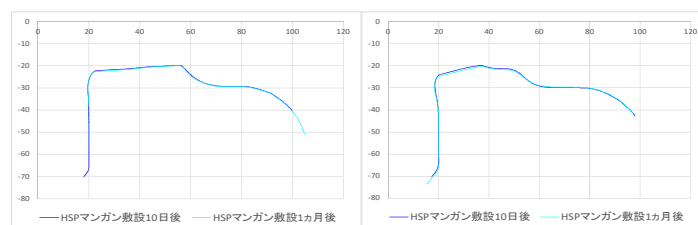


図6 HSPマンガンの形状の持続性（左：20mm幅 右：40mm幅）

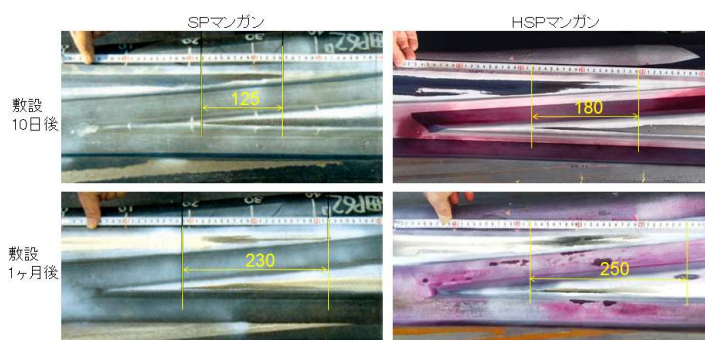


図7 共走区間長の比較（修正円弧踏面車輪）

車輪の乗移り時における共走区間長を図7に示す。SPマンガンと比較した結果、敷設10日後、敷設1ヶ月後ともにHSPマンガンの方が優位な結果となった。これは、ノーズレールからウイングレールへの車輪の乗移りがスムーズであるといえ、クロッシング通過時の衝撃音もSPマンガンより良好なものとなった。特に、敷設1ヶ月後の状態においても長い共走区間を維持できる要因の一つに、先に述べた初期変形の抑制が挙げられる。

5. 今後の課題

マンガクロッシング敷設後の初期変形を抑制し、挫壊傷による早期取替を改善することを目的に、本研究では、HSPマンガンを敷設し、一定の成果を得ることができた。引き続き、定期的に状態観察を進めるとともに、課題として残るノーズレール40mm幅位置の硬化方法についての改良を図る所存である。