

マンガンクロッシングの踏面補修方法の開発

東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○高村 恵多

荒井 太郎

正会員 梅内 一行

正会員 明圓 桂一

1. はじめに

クロッシングは、レールが交わる部分を構成する分岐器の部材である。一般にクロッシングは、レール欠線部の車輪乗移りで発生する衝撃荷重から、踏面に損傷が発生する事象が多い(図1)。このことから、当社ではレール鋼製クロッシングに比べ、粘り強く割れにくく、耐摩耗性に優れている、高マンガン鑄鋼製のマンガンクロッシングが広く導入されているが、踏面に損傷が見られることも多い。その処置の方法としては、現場補修のニーズが高く、これまでにマンガンクロッシングの現場補修のための基礎試験が実施され、施工性や溶接強度については明らかになっているが¹⁾、仕上り品質管理については明らかになっていない。そこで、本稿では、仕上り品質管理として、補修後の品質(外部・内部)および断面形状の検査方法の検討結果を報告する。

2. 補修後の品質(外部・内部)の検査方法の検討

踏面補修部の品質(外部・内部)を明らかにするため、マンガンクロッシングに踏面補修を施した後、供試体(100×70×10mm)を切り出し、①浸透探傷試験、②超音波探傷試験、③押曲げ試験、④断面マクロ組織観察を行った。

2.1 供試体の製作

供試体は、営業線に敷設されていたマンガンクロッシング2台を用いて、それぞれ8箇所の補修を行い、補修部のサンプルとして8箇所×2台の計16体、比較検討用の母材のサンプルとして2箇所×2台の計4体、合計20体を製作した。

1) 補修の大きさ

- ・長さ 100mm, 深さ 10mm

2) 溶接棒の種類

- ・MC-16「JIS Z3251 DFME 相当」
- ・下盛溶接用ステンレス溶接棒 D-309-16

3) 補修部の製作方法

踏面補修部の製作は、グラインダーによる削正を施し、一部供試体に下盛溶接を行った後、肉盛溶接、仕上げ作業、ピーニング処理を実施した(図2)。溶接作業中はマンガンクロッシングの母材温度が200℃を超えないようにし、1パスごとに水道水を用いて常温まで水冷した後、圧縮空気により水分を除去した。



図1 マンガンクロッシング踏面の損傷例

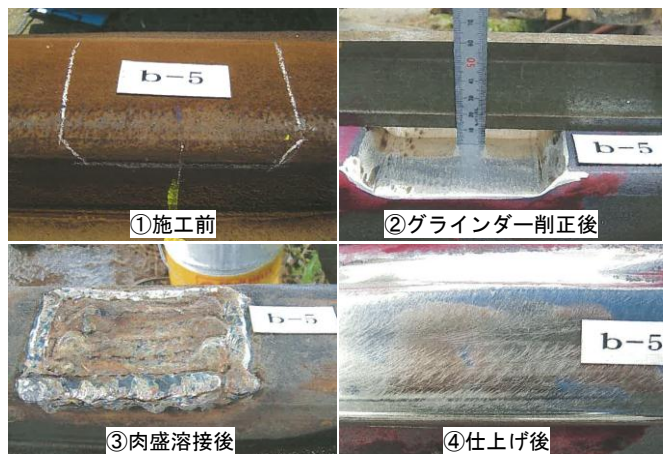


図2 マンガンクロッシングの踏面補修部の製作方法

2.2 供試体の品質確認試験

1) 浸透探傷試験

補修部のサンプル16体は、いずれにおいても踏面にきず指示模様が認められなかった。

2) 超音波探傷試験

超音波探傷試験は、周波数5MHzの二振動子垂直接触子を用いて行った。その結果、補修部のサンプル

キーワード マンガンクロッシング, 高マンガン鑄鋼, 現場補修, 被覆アーク溶接

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日新町2丁目479 JR東日本 テクニカルセンター 分岐器G TEL048-651-2389

16 体中 7 体で、きずエコーを検出した。なお、母材のサンプルについては、微細な引け巣や結晶粒による散乱減衰により検出できなかった。

3) 押曲げ試験

押曲げ試験は、溶接金属中心部あるいは溶接金属境界部の裏面を載荷点として実施した。その結果、溶接金属中心部に載荷したものは 5 体すべてが破断に至っておらず、溶接金属境界部のものでは



図3 破断した供試体

11 体中 9 体が破断した(図3)。これらの破断は、超音波探傷試験で得られたきずエコー検出位置ではなく、いずれも溶接金属境界部で生じていた。一方、供試体中心部に載荷した母材のサンプルでは、未破断のものを除き、240～365kN の荷重で破断に至った。

なお、たわみ 20mm 時の平均載荷荷重では、補修部のサンプルが母材のサンプルより 50kN 程度高い値を示していたことがわかった。これらのことから、踏面補修部はマンガン母材と同等以上の曲げ性能を有していると判断される。

4) 断面マクロ組織観察

押曲げ試験を終えた供試体について、マクロ組織観察を行った。その結果、超音波探傷試験では発見できなかったスラグ巻き込みの融合不良が発見された。また、曲げ試験での破壊の起点は、踏面近傍に存在した引け巣であると推定され、超音波探傷試験で検出した溶接欠陥のいずれも破壊起点になっていないことを確認した。前述のとおり、補修溶接金属内部の検査は、垂直探触子による超音波探傷試験を適用したが、現状では、評価・判定基準が確立されていないこともあり、超音波探傷試験が有効な手段とはいえない。

2. 3 供試体の品質確認試験の考察

供試体の品質確認試験の結果、補修後の品質(外部・内部)の検査方法としては、超音波探傷試験は適用せず、浸透探傷検査の実施にとどめるべきと考ええる。

3. 断面形状の検査方法の検討

3. 1 仕上り基準の検討

当社において、マンガンクロッシングの踏面補修部の仕上り基準はこれまでなく、レール溶接部の仕上り基準や溶接部の凹凸(表1)の管理が定められているのみである。これは2本のレールを溶接し、平滑な走行面を評価する場合のものである。新品のマンガンクロッシングは走行面である踏面が平滑であるが、本補修方法は損傷部を除去し肉盛することから、踏面補修部がその前後と平滑な踏面であることが必要条件となる。一方、当社のレール管理目標値は、短波長での溶接部の落込み 0.3 mm で整備することとしており、少なくとも落込み側の短波長凹凸を 0.2mm の仕上り精度に仕上げる必要がある。これに、安全側の余裕を考慮した場合、落込みは 0.1mm までに仕上げるべきと考える。この他、プラス側の凹凸および通り変位の仕上り基準については現在検討しているところである。

表1 当社におけるレール管理目標値(実施細目)

溶接部の凹凸	
短波(溶接部の落込み) 0.3mm	

3. 2 仕上り測定器の開発

マンガンクロッシングの踏面補修部を対象として、高低・通り変位を測定できる仕上り測定器の開発を行った(図4)。これは、欠線部を跨いだ状態で測定器を取り付けられる構造としており、主な仕様は表2のとおりである。



図4 マンガンクロッシング踏面補修部の仕上り測定器

表2 主な仕様(マンガンクロッシング踏面補修部の仕上り測定器)

1. 本体寸法: 長さ 2,300mm	重量: 8kg
2. 高低・通りの変位量を 10 倍に拡大してチャート紙に記録することによりチャート紙 1mm が 0.1mm と読み取る	
3. 高低測定範囲	ゲージライン位置より 97mm 測定可能
4. 通り測定範囲	踏頂面より 3mm～20mm 測定可能

4. おわりに

今後、営業線での施工性および長期耐久性についての検証を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 若月雅人, 谷隆一郎: マンガンクロッシング現場補修方法の検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会, pp. 245-246, 2011.