

## クロッシングの材料状態管理に関する研究

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○佐藤 浩司

東日本旅客鉄道(株) 正会員 神津 大輔

## 1 はじめに

クロッシングの材質は、マンガン鋼製およびレール鋼製の二つに大別される。中でもマンガン鋼製は、レール鋼製に比べ耐久性や耐摩耗性に優れているため、クロッシングには優位であると考えられている。しかし、在来線の本線等におけるクロッシングの交換率を見ると、マンガン鋼製のクロッシング（以下、マンガンクロッシング）は、レール鋼製より交換率が高い傾向であった（表-1）。その交換原因としては、クロッシングの乗り移り部に発生する落込み変形である「挫壊（ざかい）」によるものが、多くの割合を占めている（図-1）。そこで本研究では、「挫壊」の発生を抑制させるために、検査・処置・予防の3つの観点から対策を講じることとした。

表-1 クロッシングの敷設数及び交換率（2010年度）

| 種別    | 敷設数(台) | 交換数(台) | 交換率(%) |
|-------|--------|--------|--------|
| マンガン鋼 | 5,967  | 411    | 6.9    |
| レール鋼  | 1,829  | 84     | 4.6    |

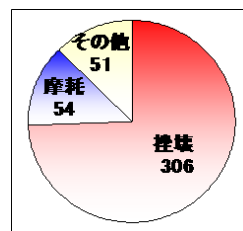


図-1 「挫壊」および交換原因

## 2 研究内容

## 2-1 検査からの検討

「挫壊」は、定量的な交換基準がなく、外観状態や軌道変位への影響力等を考慮し交換の判定を行っている。そこで、定量的な判定方法を提案するために、交換済のクロッシングを使用して、外部傷と内部傷の状態を調査することとした。なお、今回の調査対象クロッシングの選定においては、列車進入方向の違いを考慮し、背向分岐器で5台、対向分岐器で2台を調査対象とし、いずれも累積通トンが同程度のものを選定した。

## 2-1-1 外部状態把握

外観の傷の傾向を把握するため、長さおよび落ち込み量を調査した結果、両者は概ね相関関係にあった。また、対向分岐器では傷の長さは200mm以下と短く、落ち込み量も2mm以下と浅いのに対して、背向分岐器では傷の長さが200mm以上と長く、落ち込み量も4mm程あったことから、背向分岐器の方が母材への影響が大きい傾向があると考えられる（図-2）。

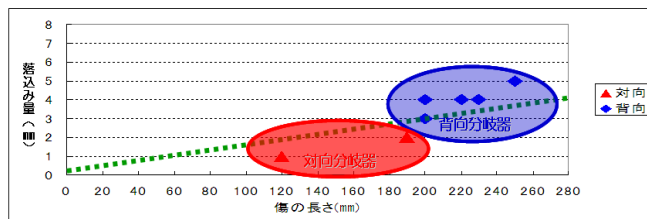


図-2 傷の長さと落ち込み量の関係

## 2-1-2 内部状態把握

クロッシング内部の傷の状態を確認するため、複数の交換済クロッシングを切断し、切断面の浸透探傷検査およびマクロ組織、ミクロ組織の確認を行った。浸透探傷検査では、「挫壊」の発生箇所には折損に至るような横裂は存在しておらず、外部傷と同程度の長さの水平裂が生じていた（図-3）。この水平裂の上部が剥離することで「挫壊」が生じると考えられる。また、ミクロ組織で水平裂の深さを確認したところ、表層から概ね4mm以内で発生していた。このほか、マクロ組織を確認したが、水平裂の有無に関わらず組織に有意差は見られなかった。



図-3 浸透探傷検査

## 2-1-3 考察

上記の調査の結果、「挫壊」による横裂の発生が認められないことから、即座にクロッシングの交換を要するものではないが、内部には水平裂が存在しており、そこから剥離へと進展し落ち込み量が増加する可能性が高いため、図-2程度の傷の状態に達した場合には、計画的な補修または交換等の処置が必要と考えられる。

キーワード マンガン鋼, 挫壊, マクロ・ミクロ組織, 被覆アーク溶接, 二段勾配クロッシング

連絡先 〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼1丁目40番26号 JR東日本横浜支社 保線課 TEL045-320-2716

## 2-2 処置からの検討

前述のとおり、「挫壊」は表層面の剥離が影響している可能性が高いことから、「挫壊」の抑制には剥離を防ぐことが重要である。剥離の予防策としては、列車からの衝撃荷重によりフランジウェイ側に発生するフローを削正することも重要であるが、ここでは、すでに発生してしまった「座壊」の補修を提案することとした。補修方法については、他社や当社で過去に実施している方法を参考にすることとした。

### 2-2-1 補修方法の検討

他社で実施しているマンガクロッシング補修方法としては、JR 北海道や SNCF（フランス国鉄）などで実施している被覆アーク溶接がある。この補修方法は、当社においても平成 11 年頃まで実施していた方法であるが、これまで溶接効果の検証が十分に実施されていないことから、今回は被覆アーク溶接の効果を検証をすることとした。

### 2-2-2 補修効果の確認

実際に被覆アーク溶接で補修を実施し、マクロ組織、ミクロ組織より組織や溶着状態を確認した結果、溶接金属と母材金属は一体化した状態となっていることが確認できた（図-4）。また、溶接部の強度を確認するために、引張試験も実施したが、強度においては、マンガ鋼の基準を満足していた。

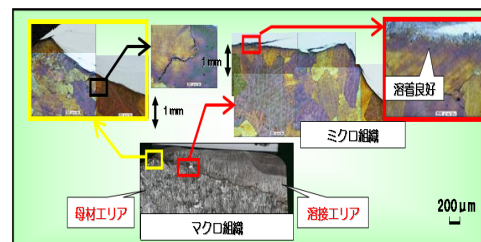


図-4 マクロ組織・ミクロ組織

### 2-2-3 考察

被覆アーク溶接は一定の強度が確認できたため、マンガクロッシングの補修方法として有効であると考えられる。今後の課題として、現場施工のための施工時間の短縮と、営業線への敷設による耐久性の確認が必要である。

## 2-3 予防からの検討

「挫壊」は、車輪からの衝撃荷重を繰り返し受けることで発生するため、衝撃荷重を緩和させる対策を講じる必要がある。そこで、衝撃荷重の緩和対策を検討するために、「挫壊」発生メカニズムを把握し、クロッシング踏面と車輪との関係を調査することとした。

### 2-3-1 衝撃荷重緩和対策の検討

「挫壊」発生メカニズムは、車輪が軌間欠線部を乗り移る際にクロッシング踏面に衝撃的荷重が作用することで発生している。この衝撃荷重を緩和させるためには、クロッシング踏面と車輪踏面との接触を点接触から面や 2 点で接触させる必要がある。その対策として、圧接クロッシングにおいて、クロッシング踏面形状を 2 種類の勾配にし、2 点接触させた二段勾配形状クロッシングがある。そこで、圧接クロッシングの二段勾配形状の効果を確認し、マンガクロッシングへの適用の可否を検討することとした。

### 2-3-2 効果の確認

平成 11 年に敷設された圧接クロッシングを調査ところ、敷設から 10 年経過後の平成 22 年においても「挫壊」の発生はなく、落込み量も最大で 2.7 mm 程度と敷設時とほぼ同程度の形状を維持していることが確認できた（図-5）。

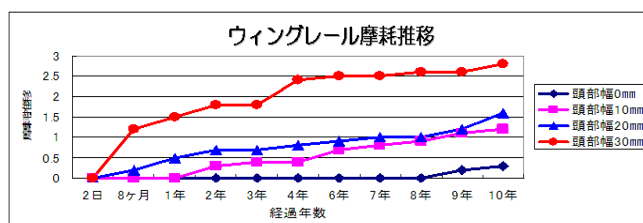


図-5 二段勾配効果

### 2-3-3 考察

踏面への接触圧を低減させるためには、同一の車輪形状の列車が走行する線区については二段勾配形状が有効であると考えられるため、マンガクロッシングへの適用により一定の衝撃緩和効果が期待できる。

## 3 まとめ

- ・ 「挫壊」箇所内部では横裂は認められず、外部傷と同程度の長さの水平裂が存在していると考えられる。
- ・ 水平列の深さは表層から 4 mm 以内の箇所が発生しており、水平裂が進展し表面の剥離が起こる可能性が高い。
- ・ 現在交換している程度の傷に達した場合、剥離防止のため計画的な補修または交換等の処置が必要である。
- ・ 被覆アーク溶接（肉盛溶接）が補修方法として有効と考えられるが、今後は耐久性等の検証が課題である。
- ・ マンガクロッシングにも二段勾配形状を適用することで、衝撃荷重を緩和させることが期待できる。