

## レール接着工法を適用したロングレール化の試験敷設

|        |     |        |
|--------|-----|--------|
| JR 西日本 | 正会員 | ○庄野 真也 |
| JR 西日本 | 正会員 | 高尾 賢一  |
| JR 西日本 | 正会員 | 井上 拓也  |
| 峰製作所   | 正会員 | 加藤 篤史  |

## 1. はじめに

多岐に亘る軌道工事の中でも、レールの交換作業は多くの労働力と経費を要することに加え、レールを接合する溶接作業には特殊な技能を必要とする。そこで、レールの接合を、安価かつ特殊技能を要しない常温硬化型接着剤を適用した接合方法（以下、「レール接着工法」という）について開発を進めてきた<sup>1)</sup>。本稿では、レール接着工法の耐久性評価およびその結果を踏まえた現地試験敷設を実施したので以下に報告する。

## 2. 耐久性評価

レール接着工法は、列車荷重や温度変化に伴うレール軸力の作用に対して必要な引張強度が確保できることを確認している。現地敷設にあたっては長期間にわたり使用することから、これに加えて耐久性が要求される。そこで、耐久性能に関する評価試験を実施したので、以下にその概要を示す。

## 2. 1 耐久性能評価試験

耐久性能は、接着絶縁レールの評価<sup>2)</sup>に適用する曲げモーメント値で繰返し載荷試験を実施し、繰返し載荷試験後の圧縮試験で求められる引張強度で評価した。表-1 に載荷条件および図-1 に試験条件を示す。ここで、試験片の接着剤には、未載荷における引張強度において要求性能を満足する2種類を適用した。

## 2. 2 試験結果

図-2 に未載荷および繰返し載荷後の試験片で得られた引張強度を示す。繰返し荷重を作用することで2種類の試験片とも未載荷に比べて引張強度が0.6~0.7MN 低下した。また、試験片を解体すると、継目板中央付近において接着剤の剥離が認められた。図-3 に繰返し載荷後に解体した試験片を示す。

## 2. 3 考 察

繰返し載荷後の引張強度の低下は、図-3 に示した試験片中央の接着剤の剥離に起因するものであると考えられる。レールと継目板では断面係数が異なるため、載荷により曲げが作用すると、各部材の変形量が異なる。そのため、レールと継目板間の接着剤にせん断力が作用することになる。これが繰り返されることで、試験片中央付近の接着剤が徐々に破壊し剥離に至ったものと考えられる。ただし、その他の接着部分については健全な状態であり、いずれの試験片も繰返し載荷後の引張強度が1.7MN および1.3MN 有している。ロングレールの不動区間に適用する場合、温度変化に伴うレール軸力を考慮すると、温度変化量45℃(設定温度35℃, 最低レール温度-10℃)の場合、最大で0.7MN となる。これと比較すると約2倍の引張強度となることから、仮に繰返しの列車荷重により引張強度が低下してもレール接合部は開口しないものと考えられる。このことから、レール接着工法は、現場敷設にあたり耐久性を有するものと評価した。

## 3. 現地試験敷設

各種性能試験の結果から、必要な性能を満足するものと判断し、レール接着工法によるレール接合を適用したロングレール化を営業線において実施した。以下に試験敷設の概要を示す。

表-1 載荷条件

| 項 目   | 条 件               | 記 事           |
|-------|-------------------|---------------|
| 載荷方法  | 4点曲げ              |               |
| 鉛直荷重  | 最大170kN<br>最小44kN | 中央部<br>49kN・m |
| 周波数   | 4.2Hz             |               |
| 繰返し回数 | 200万回             |               |

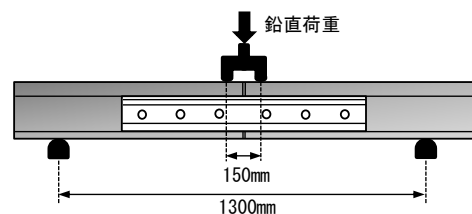


図-1 試験条件

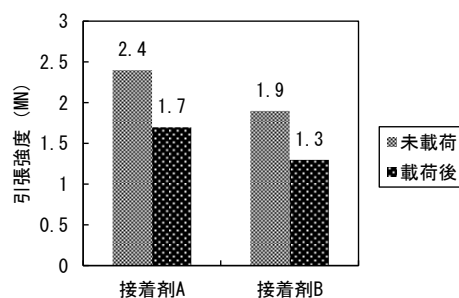


図-2 試験結果

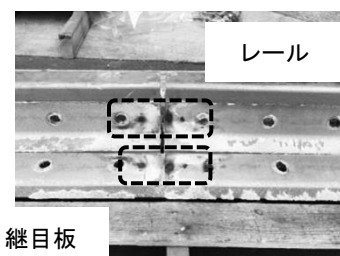


図-3 解体後の試験片

キーワード レール接着工法, 常温硬化型接着剤, ロングレール

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4番24号 西日本旅客鉄道株式会社 TEL06-6375-2296

### 3. 1 試験敷設箇所概要

表-2 に試験敷設箇所の概要を以下に示す。既設レールを使用してレール接着工法を適用するにあたり、隣接するレールと摩耗差がある場合には段違いが生じることになる。そのため、レールの使用履歴および継目部のレール摩耗量を考慮し敷設区間を選定した。

表-2 試験敷設箇所概要

|            |      |       |  |
|------------|------|-------|--|
| 線 名        | 宇野線  |       |  |
| 線 形        | 直線   |       |  |
| 軌 道<br>構 造 | レール  | 50kgN |  |
|            | まくらぎ | PC3号  |  |
|            | 締結装置 | 5形    |  |
| 延 長        | 400M |       |  |

表-3 試験敷設作業手順

| Step | 作業内容         |
|------|--------------|
| 1    | レール切断        |
| 2    | レール縦送り       |
| 3    | レール穿孔        |
| 4    | 表面処理（ブラスト）   |
| 5    | 接着剤塗布        |
| 6    | 継目板取付け・ボルト締結 |



図-4 施工後の接合部



図-5 継目板表面の加熱

### 3. 2 敷設作業手順

表-3 にレール接着工法によるロングレール化の作業手順を示す。接合部に継目落ちによるレール頭頂面の凹みを軽減するため、敷設範囲全てのレール両端を 500mm 切断した。レールと継目板の表面処理については、開発段階においてブラストによる 1 種ケレン、グラインダー研磨による 2 種ケレンのいずれにおいても要求する引張強度を有していたが、長期間使用することを考慮した場合、2 種ケレンでは残存するさびが将来的に影響を及ぼす可能性がある。そこで、ブラストによる 1 種ケレンを適用し、初期段階の品質を高めることとした。

図-4 に施工後の接合部を示す。

### 3. 3 レール接着後の強度発現

接着剤の強度発現には一定の養生時間が必要であるが、接着対象物の温度により異なり低温時ほど不利となる。（試験敷設時のレール温度は 5℃程度であり強度発現時期において課題がある）接着剤に要求する引張強度のうち、温度変化に伴うレール軸力については、施工が夜間であることを考慮すると、その後は温度が上昇し、圧縮方向に軸力が作用するためこれに相当する引張強度は後日発現すれば良い。しかし、列車荷重に対する耐力は初列車までに発現する必要がある、その強度は列車荷重作用時に継目板下縁に発生する応力に継目板面積を乗じた 1.0MN としている。これを継目板の面積で除して単位面積当たりの引張せん断強度に換算すると 9.5MN/mm<sup>2</sup> となる。使用した接着剤の特性では、9.5MN/mm<sup>2</sup> の強度を発現するには、0℃の場合 6 時間ほど養生時間を要するが、23℃の場合には 13 分程度でその強度に達する。そこで、図-5 に示すように継目板表面をガストーチで加熱する試験を実施し、加熱時間と継目板裏面（接着剤塗布面）の温度との関係を求めた。図-6 に加熱時間と継目板温度の関係を示す。図-6 中の①は加熱試験時の測定結果、②は加熱試験の測定結果を継目板温度 0℃にオフセットし、同じ傾きを用いて加熱時間を 5 分とした際の推定曲線である。図-6 から、敷設時の継目板温度を 0℃とした場合においても、継目板表面を 5 分加熱することで約 18 分の間 23℃以上を保持でき、列車通過に必要な強度の発現が期待できる。この結果を踏まえ、試験敷設の際は、継目板ボルト締結後に各継目板表面を 5 分間加熱することを作業標準とした。

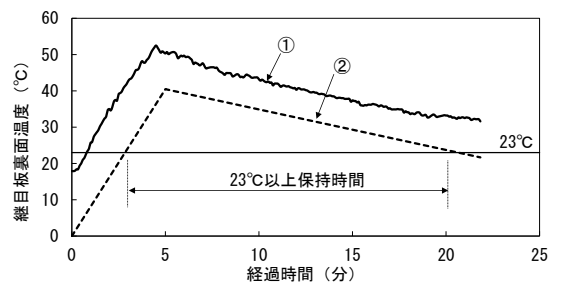


図-6 加熱時間と継目板温度の関係

### 3. 3 初期変状調査

敷設から約 5 ヶ月経過したが、レール接合部の開口や接着剤の割れ等の初期変状は認められず良好に推移している。また、レール切断作業において切断面の平面度に精度が確保できず、レール頭部またはレール底部のいずれかに隙間が生じていた箇所についても特段の問題は認められなかった。図-7 に隙間が認められた接合部を示す。これについては、切断方法の改良により今後改善を図る予定である。

### 4. おわりに

レール接着工法を適用してロングレール化を実施した。今後経過観察を継続するとともに施工方法等の更なる改良を行い、他線区への展開を図る予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 井上拓也, 高尾賢一, 庄野真也, 加藤篤史: 常温硬化型接着剤を用いたレール接着工法の開発, 日本鉄道施設協会誌, Vol56, 2017年11月
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造, 丸善出版, 2012年

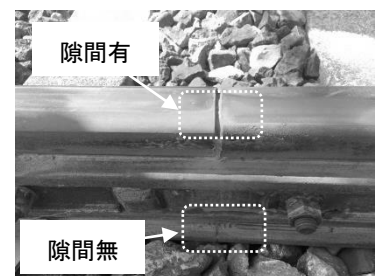


図-7 接合部の状況