

接着絶縁レールの継目板応力と検査法に関する考察

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○五十嵐好宏
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 阿部 則次
 (財) 鉄道総合技術研究所 若月 修
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 片岡 宏夫

1. はじめに

接着絶縁レールは開発後約 20 年が経過し、現在では新幹線・在来線を問わず使用され、絶縁継目部の保守省力化に貢献してきた。しかし、近年になって継目板の折損および接着剤の剥離による障害が発生し、その対策が求められている。そこで本研究では、接着絶縁レールの継目部に発生する応力状態を明らかにするため、現地において接着絶縁レールの継目板曲げ応力およびレール上下変位を測定した。また、継目板の折損に対する検査法として、継目板の底部に人工きずを加工した試験片を用いて継目板端部から超音波探傷法の適用について検討した。以下にその概要を述べる。

2. 現状の問題点

現在、接着絶縁レール折損に関する保守管理上の問題点については以下のことが考えられる。

(1) 外観検査

継目板表面をウレタン塗料で塗装しているため、外観検査ではきずを発見しにくい。

(2) 解体検査が不可能

接着剤によりレールと継目板が接着されているため、解体検査ができない。

(3) 絶縁継目構造

継目部であるので、一般区間よりも輪重変動が大きく、浮きまくらぎが発生しやすい。

したがって、これらの問題点を解決し、適切に保守管理を行うためには、折損等防止のための管理・検査基準の策定や接着絶縁レールの耐用期間の設定等の措置が必要となってくる。

3. 現地試験

実軌道における接着絶縁レールの継目部に発生

する応力と通過列車の輪重や速度との関係を明らかにするため、北海道旅客鉄道株式会社の協力を得て、営業線における現地試験を行った。

現地試験は表 1 に示すように、継目部の状態が良好な区間と比較的沈下量の大きい区間を選定し、軌道条件の違いによる継目板発生応力を測定した。

表 1 測定箇所の軌道緒元

軌道条件		標準状態	浮きまくらぎ
線 形		直 線	
軌 道		バラスト軌道	
レール種別		50kgN	
まくらぎ種別		PC 1-F 号	
道 床 厚		250mm	
路盤状態		土路盤	
レール頭頂面 凹凸	左	0.57mm	0.91mm
	右	0.46mm	0.93mm

(1) 輪重

輪重は、絶縁継目部の手前 10m の一般部において、レール腹部に輪重ゲージを貼付し測定した。測定の結果、表 2 に示すように、列車形式別の平均値では、機関車が最大であった。

表 2 輪重測定結果（単位:kN）

項目	平均値	最大値	最小値	車両形式
普通列車	49	67	35	711 系、150 系
特急列車	61	78	45	281 系、183 系、781 系
機関車	78	98	56	DD51、DF200
貨車	46	102	20	コキ車
客車	53	80	37	

(2) レール上下変位

レール上下変位は、図 1 に示すように絶縁継目部にレーザー変位計を取付け測定した。なお、変



図 1 レール上下変位の測定状況

キーワード：接着絶縁レール、曲げ応力、レール変位、超音波探傷

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 Tel 042-573-7275 Fax 042-573-7432

位計は事前に敷設した支柱に取付けた。測定の結果、表3に示すように浮きまくらぎ箇所のレール上下変位は標準状態に比べ約2倍であった。

表3 レール上下変位測定結果 (mm)

項目	標準状態		浮きまくらぎ	
	左	右	左	右
平均値	2.0	2.0	4.3	3.7
最大値	2.6	2.7	5.4	4.9
最小値	1.0	1.0	2.3	2.1

(3) 継目板発生応力

継目板の曲げ応力は、接着絶縁レール継目部の継目板底部に図2に示すように、ひずみゲージを貼付して測定した。測定の結果、車輪が継目部を通過する際の発生応力は、図3に示すように、去り側、中央、受け側の順に大きくなった。また、継目板の最大発生応力は、機関車通過時で 208N/mm^2 であった。これを継目板底面の最大曲げ応力に換算すると約 250N/mm^2 となり、継目板 (S45C~S55C) の引張強さの下限值 $686\sim 784\text{N/mm}^2$ の約32~36%に相当する応力であることが判明した。

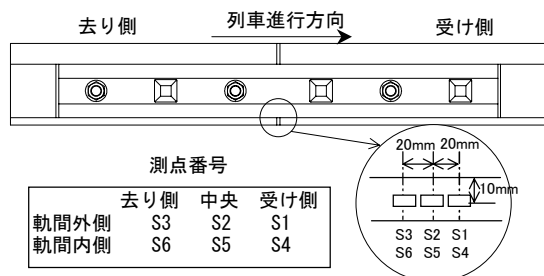


図2 継目板曲げ応力測定位置

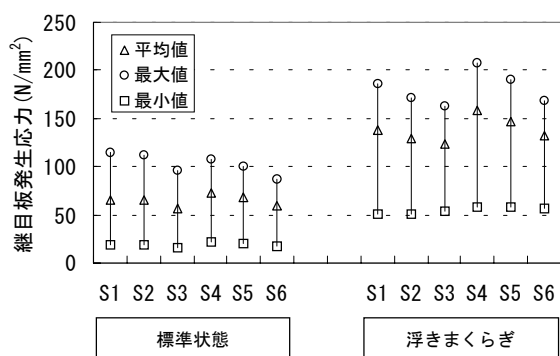


図3 軌道条件の違いによる応力変動

(4) 回帰分析

同一の測定位置において、レール上下変位と継目板の発生応力の回帰分析を行った。その結果、継目部のレール上下変位と継目板の発生応力の相関が高く、継目板の発生応力を減少させるためには、浮きまくらぎの補修等によりレール上下変位を抑制することが効果的であることがわかった。

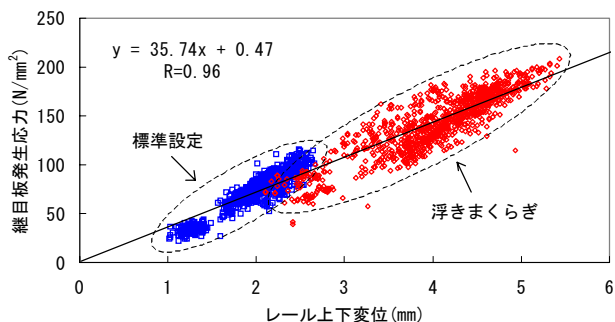


図4 レール上下変位と応力の関係

4. 超音波探傷法

継目板の折損に対する検査法として、超音波探傷法の適用について検討した。

(1) 試験方法

継目板の底部に人工きずを加工した試験片を用いて、図5に示すように、継目板端部から超音波探傷法による非破壊検査を行った。

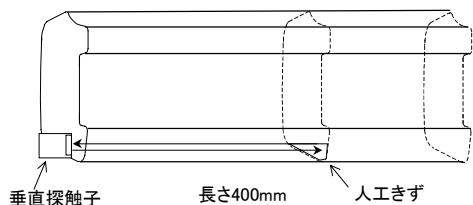


図5 継目板に対する超音波探傷法

(2) 試験結果

試験の結果、図6に示すように、深さ10mm以上のきずは確実に検出が可能であった。また、深さ1mmのきずは検出が困難であり、深さ5mm程度のきずが検出の限界と考えられる。

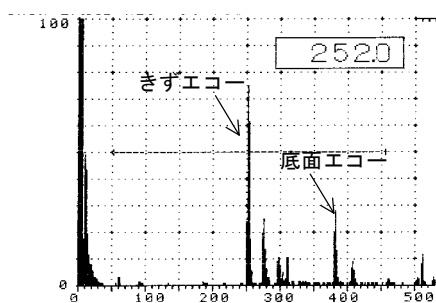


図6 深さ10mmの人工きずの波形例

5. まとめ

以上のように、接着絶縁レールの継目部の落ち込みが大きくなると、継目板底部に大きな応力が発生することが明らかとなった。また、継目板の折損に対する検査法として、超音波探傷法の適用が有効であると考えられる。

今後は、接着層の剥離の要因である腐食対策について検討したいと考えている。