

接着絶縁レールの継目板のき裂進展試験

鉄道総合技術研究所 正会員 片岡 宏夫
 鉄道総合技術研究所 正会員 弟子丸 将
 北海道旅客鉄道株式会社 正会員 大塚 孝
 興和化成株式会社 正会員 小佐野浩一

1. はじめに

近年、接着絶縁レールの継目板の折損が発生している。これに対し、過去に底部端面からの垂直探触子を用いた超音波探傷により継目板底部のき裂の検知が可能であることを提言したが、現場への適用に際しては探傷の周期が問題となる¹⁾。そこで、新幹線で使用されている60kg用接着絶縁レールにおいて、継目板にき裂が発生してから折損に至るまでの繰返し数の目安値を得ることを目的としてき裂進展試験を実施した。

2. 試験方法

図1のような人工傷を中央底部に加工した継目板を接着した60kg用接着絶縁レールを試験対象とした。人工傷の半径は片側の継目板を5mmとし、対側を2mmとした。

試験は以下の手順により行った。

(1) 予備载荷を実施し、5mmの人工傷から予き裂を発生させ、継目板端面からの超音波探傷により明瞭にわかるような大きさまで成長させた。

(2) 予き裂の発生を確認した後、本試験を実施し、5万回ごとに目視観察および超音波探傷を実施した。引張軸力は400kNで一定とし、鉛直荷重は、継目板底面から5mmの高さの継目板中央底部側面の曲げ応力振幅が 150N/mm^2 となるように10~110kNとして繰返し载荷を行った。試験方法を図2に示す。

なお、曲げ応力振幅は、表1に示すように、別途実施した新幹線の軌道における継目板の現地応力測定試験の結果と、落ち込みのあるレール頭頂面凹凸形状と2mmの浮きまくらぎを考慮した梁モデルによる動解析の結果(図3)を組み合わせて決定した²⁾。なお、動解析については検証が十分ではないため、ここでは相対的な比較としてその結果を用いた。継目板中央側面に、底面から5、15、40、60、87mm(測定番号を~とする。)の高さに5mm長さのひずみゲージを貼り、き裂の進展に伴う応力の変化を確認した。

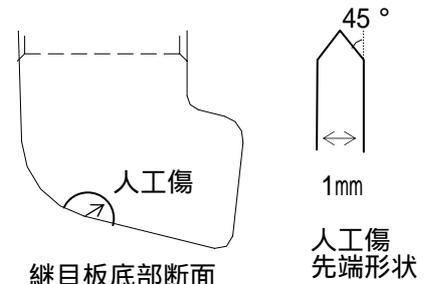


図1 継目板の人工傷

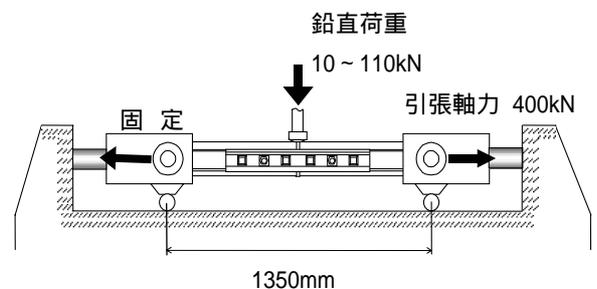


図2 き裂進展試験方法

表1 試験応力の算出

項目	計算
試験結果(最大値)	83N/mm^2
解析による割増 (1.56倍、下図参照)	$83 \times 1.56 = 129\text{N/mm}^2$
測定位置による補正 (高さ12mm 5mm)	$129 \times (58.5 - 5) / (58.5 - 12) = 148\text{N/mm}^2$

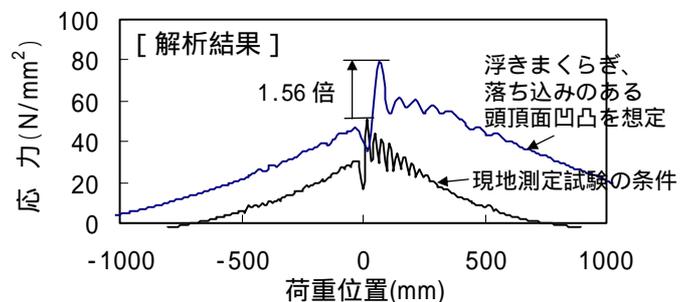


図3 動解析による継目板底面応力の推定

キーワード：接着絶縁レール、継目板、き裂進展

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

3. 試験結果

5mm の人工傷を加工した継目板のき裂の発生状況を図4に、予き裂を確認してからの応力の推移を図5に示す。ここでは、各繰返し数における応力振幅の最大値をプロットした。

5mm の人工傷を加工した継目板では、21万回でゲージが切断され、ゲージ～が順次切断されていった。ゲージの応力は、き裂がゲージの横を進展していったために切断されず、一旦上昇した後に下降し、44万回で継目板が折損し一定の値になったものである。

2mm の人工傷を加工した継目板では、50万回で底部の予き裂の発生が超音波探傷で確認され、疲労で進展した後に53万回で継目板腹部から脆性破壊した。

4. 考察

本試験では、5mm の人工傷を加工した継目板が折損した段階においても、対側の継目板の2mm の人工傷からは予き裂が進展していなかった。これは、人工傷が実際のき裂に比べて先端の応力集中の程度が違っており、人工傷からのき裂が発生しにくいことに起因するものと考えられる。営業線においては片側の継目板のき裂が進展している途中で、対側の継目板のき裂が進展し始める可能性があるため、それぞれの継目板のき裂が検知されてから折損に至るまでの回数を加算して2枚の継目板が折損するまでの繰返し数とする（44万+3万=47万）ことは危険側の評価となる可能性がある。したがって、本試験の結果からは、超音波探傷により検知されるようなき裂から折損に至るまでの回数を44万回程度とみなすことが適切である。

本試験で採用した曲げ応力振幅はある程度の浮きまくらぎのある新幹線の軌道を想定して決定したが、保守状態がさらに劣悪な場合はこれより進展速度が大きくなることもありえる。一方、保守状態を良好に保つことにより、進展速度を抑制し、折損までの期間を長くすることも可能である。

5. おわりに

本研究では、接着絶縁レールの継目板のき裂進展試験方法を検討し、軸力を付加した状態の試験を実施した。今後の課題として、試験数を増やすこと、発生応力を現地測定により詳細に確認すること、2枚の継目板に予き裂を同時に発生させてからき裂進展試験を行うことが挙げられる。最後に、供試体をご提供いただきました東海旅客鉄道株式会社に感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 若月 修：接着絶縁レールの検査法と構造改良，第185回鉄道総研月例発表会要旨，2005.12
- 2) 片岡宏夫他：レール継目部の動的応力解析と寿命推定，鉄道総研報告，Vol.19，No.2，2005.2

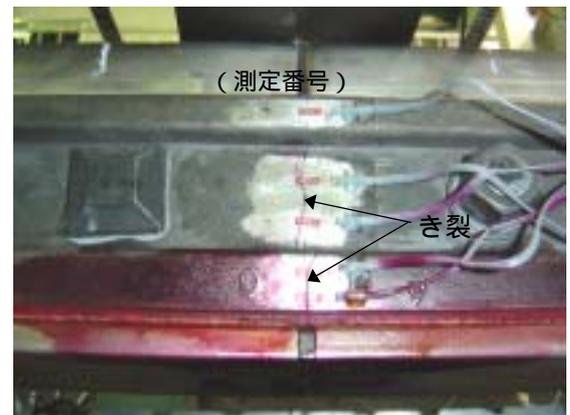
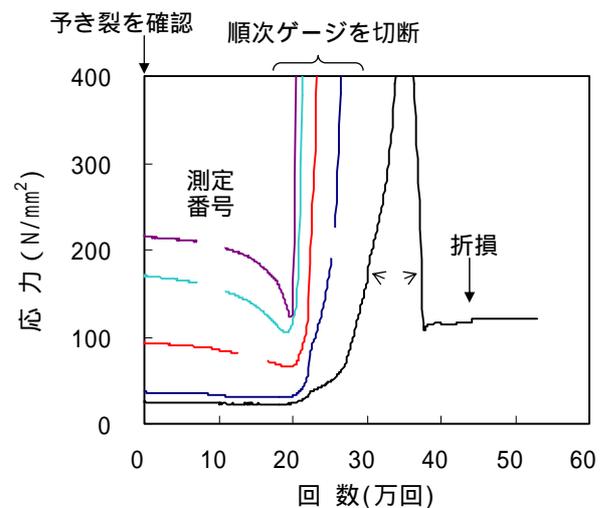
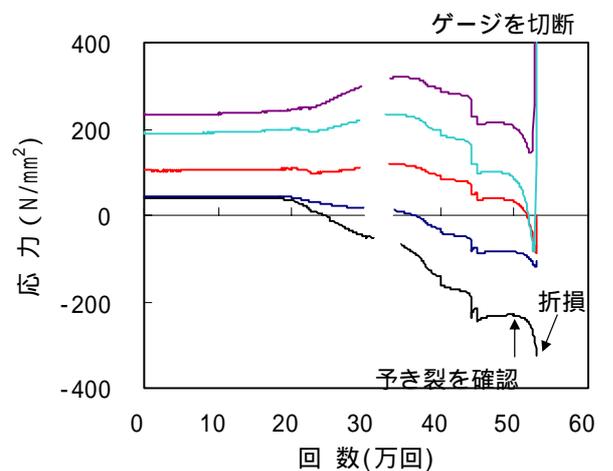


図4 継目板のき裂の発生状況



(a) 5mm の人工傷を加工した継目板



(b) 2mm の人工傷を加工した継目板

図5 最大応力の推移