

継目落ちに対応した段違い用異形継目板の開発

鉄道総合技術研究所	正会員	○西田 博貴
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	高原 崇

1. はじめに

レール継目部において、現在段違い用と継目落ち用の異形継目板が鉄道事業者で使用されているが、段違い用異形継目板が設置されている箇所で継目落ちが発生した場合に対応できる異形継目板はない。そこで、段違い用異形継目板と継目落用異形継目板の両機能を有する異形継目板（以下、「特殊異形継目板」という）を開発し、その性能確認を行った結果について報告する。

2. 設計と試作

2.1 設計コンセプト

段違い用異形継目板が設置されている箇所で発生した継目落ちに対応するため、継目落ち調整量と段違い量を同時に持たせることとした。

2.2 設計と試作

特殊異形継目板の設計条件は、継目落ち調整量 2mm の継目落用異形継目板と段違い量 2mm の段違い用異形継目板の使用頻度が高いことを考慮し、それらを組み合わせたものとした。また、従来の継目落用および段違い用異形継目板が問題なく使用されていることを鑑み、継目板中央の高さや底面の曲率半径などの詳細寸法は従来の異形継目板に準じた。図 1 に特殊異形継目板の概略図を、試作した特殊異形継目板を図 2 に示す。

2.3 材料分析

試作した特殊異形継目板に対して材料分析を実施した結果、組織および硬さに関して、現行の継目板とほとんど差異はないことを確認した。また、引張試験および化学成分分析の結果が JIS の規格値を満足していることを確認した。

3. 性能確認試験

レール継目部の 3 点曲げの静的载荷試験および曲げ疲労試験を実施し、特殊異形継目板の性能を評価した(図 3, 4)。

3.1 試験条件の設定

過去に実施した普通継目を有する軌きょうを模擬した静的载荷試験から、荷重と普通継目板の中央底部側面に発生する曲げ応力の関係が得られている。この結果を基に、静止輪重 85kN に対して衝撃率 2.0 および衝撃率 3.0 を想定した場合に普通継目板の中央底部側面に発生する曲げ応力の目標値を設定し、それらの曲げ応力を発生させる荷重を性能確認試験の载荷荷重条件とした。目標とした普通継目板の中央底部側面に発生する曲げ応力は、衝撃率 2.0 を想定した場合 120N/mm^2 、衝撃率 3.0 を想定した場合 180N/mm^2 である。なお、衝撃率 3.0 を想定した性能確認試験は、安全の余裕度を把握するため、参考として実施した。

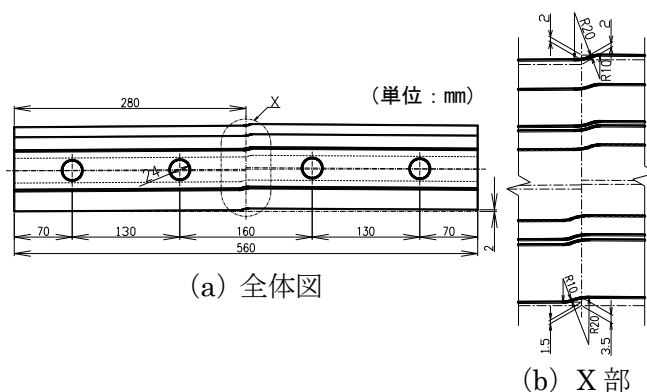


図 1 特殊異形継目板の概略図



図 2 特殊異形継目板

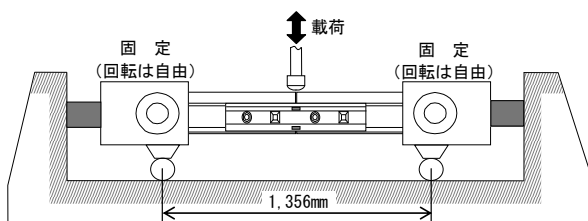


図 3 レール継目部 3 点曲げ試験概要

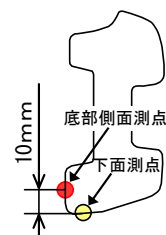


図 4 普通継目板中央の曲げ応力測定位置

キーワード 特殊異形継目板, 継目落ち, 段違い

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 軌道構造 TEL 042-573-7275

3.2 静的載荷試験

表1に示す載荷荷重条件にて、レール継目部の3点曲げ静的載荷試験を実施し、継目板中央下面に発生する曲げ応力を測定した。図5に、試験により得られた曲げ応力について普通継目板を1とした場合の他の継目板との比率を示す。普通継目板と継目落用異形継目板は同程度であったのに対し、段違い量4mmの段違い用異形継目板は約1.5倍、段違い量2mmを持つ特殊異形継目板は約1.2倍であった。このことから、継目板に発生する曲げ応力は、継目落ち調整量の影響はあまり受けず、段違い量によって増加することが確認された。

表1 載荷荷重条件

衝撃率	荷重(kN)
2.0	73
3.0	110

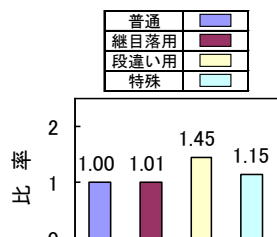


図5 曲げ応力の比較

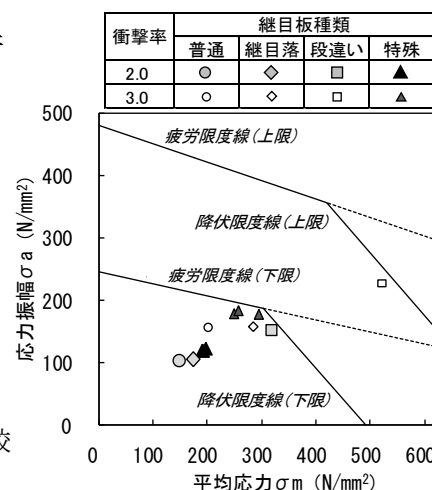


図6 耐久限度線図

また、図6に2種(熱処理)の継目板と同等の材料である構造炭素鋼S45C(焼入、焼もどし)の耐久限度線図に、組立値を考慮した試験結果をプロットしたものを示す。特殊異形継目板に発生する曲げ応力はすべて耐久限度線図の許容限度内であり、従来の異形継目板と同程度の強度を有していることが確認された。しかし、衝撃率3.0相当の荷重においては、安全の余裕度が小さいことも確認された。これまでの測定より、実軌道では、レールあご下部の摩耗の影響で継目板に発生する曲げ応力は低下するが、一方で、経年による錆等の表面状態の劣化により疲労限度が低下することが想定されるため、過酷な軌道条件下での使用に際しては注意する必要がある。

表2 載荷荷重条件

項目	値
鉛直荷重	
衝撃率 2.0	最大 105kN 最小 50kN
衝撃率 3.0	最大 135kN 最小 50kN
最大繰返し数	200万回
繰返し速度	3Hz

表3 試験結果

衝撃率	試験数(組)	試験結果
2.0	3	未破断
3.0	3	

3.3 曲げ疲労試験

耐久性を確認するため、最大繰返し数200万回のレール継目部曲げ疲労試験を実施した。載荷荷重条件を表2に、試験結果を表3に示す。各試験条件において、損傷はみられなかった。

4. 現地敷設試験

性能確認試験において良好な結果が得られたことから、特殊異形継目板の現地敷設試験を実施した。交換前後でレール頭頂面の凹凸を測定した結果、継目落ちの矯正効果が確認された。また、列車通過時の継目板底面に発生する曲げ応力を測定した結果、図7に示すように軌道状態による影響が大きく、列車走行状態が上り段の場合には発生応力がより大きくなる。しかし、つき固め、さらにレール削正を行うことで抑制できることが確認された。

5. 使用上の留意事項

開発した特殊異形継目板は、段違い用異形継目板と同様の断面変化部を有し、継目落用異形継目板の要素も含むため、普通継目板と比較して応力条件は厳しく、過酷な軌道条件下で使用した場合、安全の余裕度が小さい。よって、使用に際しては適切な保守管理を行うことが必要である。

6. おわりに

継目部の保守低減対策は、鉄道事業者において重要な課題であり、過去様々な観点から研究や試みが行われてきた。本研究にて開発した特殊異形継目板もその一つであり、軌道保守の選択肢として、その効果を勘案した上で、現場の状況に応じ有効に活用されたい。

参考文献

- 金属材料疲労強度の設計資料I, (財)日本機会学会, 1982年2月, p.48

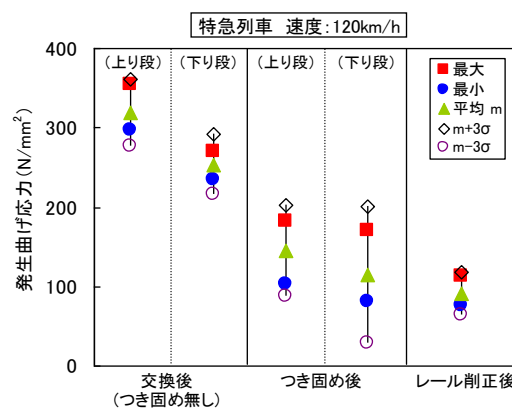


図7 軌道状態別の曲げ応力