

IV-295

FRP製絶縁継目板の性能確認試験

鉄道総合技術研究所	正会員	船田 智巳
	正会員	阿部 則次
	正会員	長藤 敬晴
	正会員	高尾 賢一

1. はじめに

鉄道のレールは、列車を安全に支持・案内するなどの役割のほか、大部分の路線で列車の位置を検知する軌道回路を構成する役割も有している。通常、1つの軌道回路とその隣り合う軌道回路の間は絶縁されており、その絶縁継目部の保守管理に多くのリソースを必要としている。ここでは、保守の省力化等をめざしたFRP（ガラス繊維強化プラスチック）製の絶縁継目板の性能確認試験結果について報告する。

2. FRP製絶縁継目板の構成

現用の絶縁継目は、図1に示すようにレールとレール、継目板および継目板ボルトの間に合成樹脂製などの絶縁材を挿入し、継目板ボルトで締め付ける構造となっている。レールの伸縮や列車荷重の影響により、絶縁材の摩耗や破損が発生し列車の安全安定運行に影響を与える場合がある。

今回開発された絶縁継目板は、図2に示すように、FRP製の継目板本体を継目板ボルトで固定する構造であり、継目板本体が絶縁材となっているため絶縁カラー、絶縁チューブおよび絶縁プレートを使用しない構造となっている。

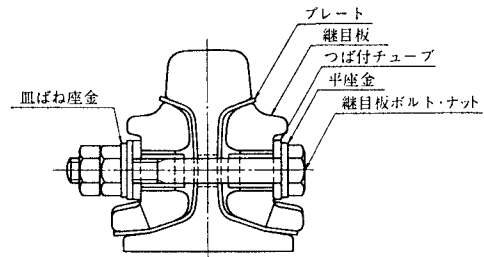


図1 50N-F-H形絶縁継目

3. 性能確認試験

FRP製絶縁継目板の性能を評価するための室内試験として、クリープ試験、引張試験、曲げ試験、曲げ疲労試験、曲げ破壊試験の5項目の試験を行った。また、比較のために現用の50N-F-H形絶縁継目の試験も行った。なお、いずれの試験においても組立時におけるFRP製および50N-F-H形絶縁継目板の継目板ボルトの緊締トルクは、それぞれ350 N・mおよび500 N・mとした。

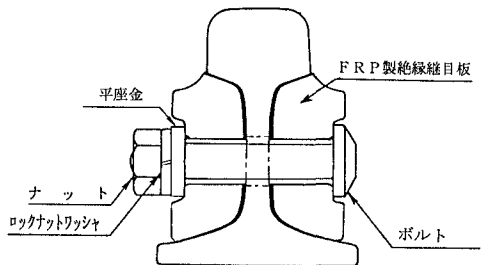


図2 FRP製絶縁継目

3.1 クリープ試験

クリープ試験は、継目板ボルトの軸力保持性能を確認するための試験であり、絶縁継目板を組み立てた後の継目板ボルトの軸力の推移を確認した。

試験の結果、図3に示すように、60時間後の継目板ボルトの軸力保持率は約86%であり、その大部分は試験開始初期にほぼ収束した。また、現用の50N-F-H形絶縁継目板を使用した場合には軸力保持率は約82%であり、FRP製絶縁継目の方がやや良好なクリープ特性を有していた。

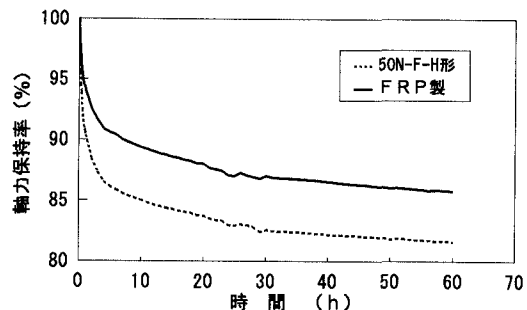


図3 クリープ試験の結果

3.2 引張試験

引張試験は、レール遊間の変化を拘束する継目抵抗力を確認するための試験であり、試験装置の2本の短レールを用いて絶縁継目板を組み立て、片側のレール端に、遊間が大きく変化するまで引張荷重を載荷し、継目抵抗力を測定した。

試験の結果、継目抵抗力は約220kNで、現用の50N-F-H形絶縁継目の約180kNおよび一般継目の約190kNと比較してやや大きい継目抵抗力を有しており、継目板ボルトの緊締トルクは350N・mで十分な値であることが確認された。

3.3 曲げ試験

曲げ試験は、在来線において継目部の輪重変動を考慮した輪重160kNが作用した場合を想定し、FRP製絶縁継目板の曲げ特性を確認するための試験であり、スパンが1300mmの試験装置上の2本の短レールを用いて絶縁継目を組み立て、試験装置の3点曲げのスパンと弾性床上の梁として解析したFRP製絶縁継目板の最大曲げ応力の関係から求めた最大曲げ荷重35kNを載荷し、継目板に発生する応力および変位を測定した。

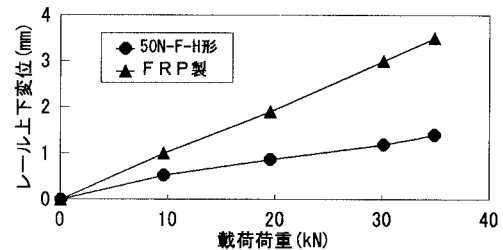


図4 曲げ試験の結果

試験の結果、図4に示すように、曲げ荷重の載荷にともなうレールの上下変位は約3.5mmであり、50N-F-H形絶縁継目と比較すると約3倍の変位であったが、FRP製絶縁継目板には異状は認められなかった。ただし、この上下変位は3点曲げによるものであり、実軌道においてはレールの曲げ剛性および支持ばね係数が支配的であり、本試験ほど大きなレールの上下変位は発生しないと考えられる。

3.4 曲げ疲労試験

曲げ疲労試験は、現地において想定される輪重160kNにより発生する曲げ応力に対するFRP製絶縁継目板の耐久性を確認するための試験であり、曲げ試験と同様の荷重を3Hzの繰り返し速さで $2 \sim 10 \times 10^6$ 回載荷し、継目板の応力等を測定した。また、曲げ疲労試験後に再度曲げ試験を行い、曲げ特性の確認を行った。

試験の結果、繰り返し荷重の載荷により、載荷回数85万回において継目板上面および下面のレール端部との接触面付近にクラックが発生し、繰り返し載荷にともないわずかに進行したが継目板応力および継目部上下変位の増加は認められなかった。また、疲労試験前後における曲げ特性にも大きな変化は認められなかった。

3.5 曲げ破壊試験

曲げ破壊試験は、絶縁継目板の曲げ破壊強度を確認するための試験であり、曲げ試験と同様に組み立てた後、継目部中央に絶縁継目板が破壊するまで荷重を載荷し、載荷荷重と継目板応力等を測定した。

試験の結果、図5に示すように、曲げ疲労試験前後の試験片とも曲げ破壊強度は約150kNであり、曲げ疲労試験による載荷履歴の影響は認められなかった。また、この曲げ強度は実軌道上の想定輪重160kNに相当する3点曲げ試験の荷重35kNの4倍以上であり、実軌道において十分に使用可能であると考えられる。

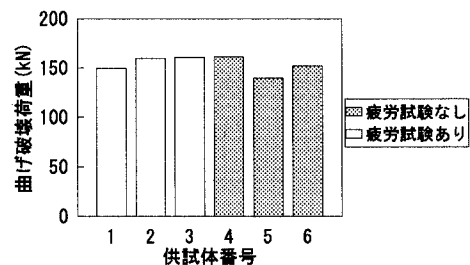


図5 曲げ破壊試験の結果

4. まとめ

以上のように、室内における性能確認試験の結果、FRP製絶縁継目板は現用の絶縁継目構造と同等の特性を有していることが確認された。本構造は、従来の絶縁継目と比較して部品数が少なく、継目板本体の軽量化を図ることができることから、絶縁継目の保守管理の簡略化が可能であると考えられる。今後は、現地敷設等によりFRP製絶縁継目板の実軌道における耐久性および耐候性の検証を行うことが必要であると考えられる。