

IV-258 レール継目部の現場接着法の開発

(株) 鉄道総合技術研究所 正会員 阿部 則次

(株) 鉄道総合技術研究所 正会員 長藤 敬晴

1. はじめに

鉄道における列車のスピードアップ、乗心地改善および軌道保守コストの低減化を図るために、ロングレール化が推進されている。このロングレール区間の軌道回路の絶縁を確保するためにレール絶縁継目が必須であり、レールと継目板をエポキシ系樹脂で一体化した接着絶縁継目が使用され、メンテナンスフリーの絶縁継目として効果を上げている。一方、非ロングレール区間に使用している絶縁継目部は、通常のレールと継目板との間に絶縁材料を挟み機械的に組立っているため、継目落ち等の軌道保守周期が短く、また軌道回路故障防止のため絶縁材料に対する検査・更換の頻度も高い。そこで、このような区間に対しても、保守の省力化を志向して、接着絶縁継目を適用することが検討された。この場合、数mの工場製作品を既設レールに溶接する必要があり、初期投資が極めて高くなる欠点がある。これを解決するため、既設レールの絶縁継目を現地において接着することにより低コストで、高性能を有する接着絶縁継目を実現することを目指してレール継目部の現場接着法の開発を進めた結果、実用に耐え得る構造と材料が得られたので報告する。

2. 現場接着法の開発上の問題点

昭和45年開発当初の工場製作による湿式法接着絶縁継目は引張強度が約1600kNであり、敷設後一年以内に約6%程度が剥離した。その後の改良により引張強度を約2000kNに向上させ、更に、昭和59年には、ガラスベーパーに含浸させた接着剤であるプリプレグを使用する乾式法を開発・実用化した。このタイプの引張強度は約3000kNである。また、昭和59年からマンガクロッシングの前後端継目の現場接着法の開発を進めた。これらの経験から、現場接着法は工場製作による接着絶縁継目と比較し、次のような問題点が付加される。

- (1) 列車間合で接着するため施工時間と強度発現時間に厳しい制約がある。
- (2) 可搬性の小型の施工器具が必要である。
- (3) 接着するための作業環境が劣悪である。
- (4) 単品製作であるため品質管理が困難である。

3. 継目の構造と接着法

接着時の時間短縮を図るため、接着面の表面処理は天然けい砂を圧縮空気で処理面に吹き付けるサンドブラスト法で研磨する、有機溶剤による脱脂処理を省略する、研磨材は再利用しない、また、加熱終了後接着剤の強度発現を促進させるために60℃まで水冷すること等を条件として性能試験を行った結果、次の3タイプが十分な強度を有していた。

(1) Aタイプの継目構造と接着法

Aタイプの継目構造は図1に示すように工場製作の接着絶縁継目と同様である。接着剤は熱硬化性のエポキシ系樹脂であり、図2に示すようにヒーター線を巻付けた面発熱体をプリプレグシートとプリプレグシートで挟みサンドウィッチ構造とした面発熱体内蔵接着剤である。このタイプは、面発熱体の容量が4 kWであるにも関わらず、接着剤の内部から加熱するため、ガスバーナー等の外部加熱法に比較し熱エネルギーの損失がなく、150℃まで昇温するのに約30分で済み、温度コントロールが容易に行えること、また狭いスペースでも加熱することが可能である等の利点がある。しかし、接着剤を十分に圧縮しな

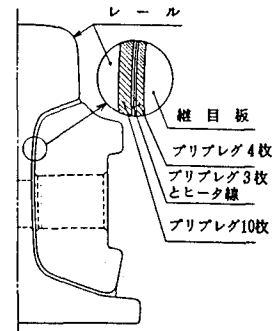


図1 Aタイプの継目構造

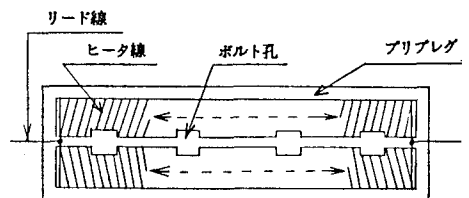


図2 面発熱体の構成

い状態で加熱すると、接着剤のみが加熱され過ぎて炭化する危険がある。

(2) Bタイプの継目構造と接着法

Bタイプの継目構造は図3に示すように、電気絶縁性の向上と施工時間の短縮を図るため、特殊な絶縁継目板を工場製作し、現場施工時に継目板の補強板とレールを80℃で硬化する二液混合型のエポキシ系樹脂で接着する方式である。このタイプの加熱は赤外線ガスバーナーを利用するので、接着剤が炭化する危険はないが、継目板が特殊であるため高価となる。

(3) Cタイプの継目構造と接着法

Cタイプの継目構造は図4に示すように、継目板の表面にエポキシ系のFRPの接着加工を行い、施工時にFRPとレールをBタイプと同様に二液混合型のエポキシ系樹脂で接着する方式であり、量産用の継目板を利用でき、製造工程の簡略化も図れるため、製造コストが低減される。

4. 性能比較

3タイプの継目構造と接着方式に使用する接着剤の鋼板試験片による引張せん断強度の測定結果を表1に、実物レールを用いて試作した試験片に曲げ荷重を繰返し載荷（一部レール軸方向に一定荷重 400kNも載荷）し、その後、引張破壊試験を行った結果を表2に示す。表1の結果から接着剤の引張せん断強度はプリプレグ本体の28MPaが面発熱体を入れることにより約22%低下し、更に60℃の雰囲気では23%低下しているものの10MPa以上あり実用上十分な強度である。また、二液混合型の接着剤はFRP加工した場合、FRP加工しない鋼-鋼の接着より約40%低下するが、FRPの表面を粗面化することによりFRP加工を施さない鋼-鋼の場合と同等の強度が得られた。実物レールを用いた引張破壊試験の結果、繰返し曲げ荷重を載荷しない場合、B、CタイプはAタイプに比較し約9%破壊荷重は大きい。また繰返し曲げ荷重と同時にレール軸方向荷重を載荷した場合、A、Cタイプの破壊荷重は低下したが、非ロングレール区間の推定レール軸力500kNよりは大きい値であり、実用上十分な強度を有していると考えられる。

5. まとめ

以上のように実物レールによる各種強度試験の結果、非ロングレール区間の想定されるレール軸力 500kNに十分耐えられる強度の現場接着継目を開発することができた。今後、現場敷設試験を通じ、実用化を図ることを計画している。また、マンガンクロッシングの前後端継目の現場接着に適用し、施工時間の短縮とコストの低減を図りたいと考えている。

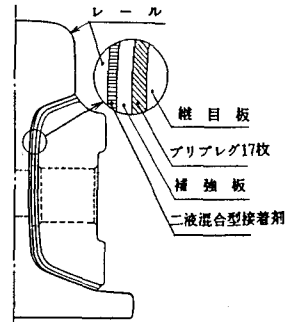


図3 Bタイプの継目構造

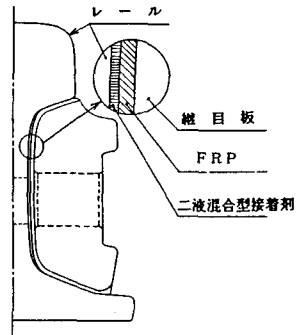


図4 Cタイプの継目構造

表1 接着剤の鋼板試験片による引張せん断強度の比較

タイプ	接着剤の硬化条件			試験温度 (℃)	引張せん断強度 (MPa)	備考
	温度 (℃)	時間 (分)	層厚 (mm)			
プリプレグ	150	30	0.5	20	28	プリプレグのみ
	150	30	0.5	20	22	ヒーター有り
	150	30	0.5	60	21	プリプレグのみ
	150	30	0.5	60	17	ヒーター有り
二液混合型	80	20	1.0	20	25	FRP加工無し
	80	20	1.0	60	18	FRP加工無し
	80	20	1.0	20	15	FRP粗面化無し
	80	20	1.0	20	24	FRP粗面化有り

表2 実物レールによる強度試験結果

タイプ	曲げ荷重 (kN)	軸方向 荷重(kN)	引張破壊 荷重(kN)	備考
A	0	0	1560	注1)
B	0	0	1700	注1)
C	0	0	1700	注1)
A	30~150	0	1720	注2)
B	30~150	0	—	
C	30~150	0	1480	注2)
A	30~150	400	1370	注2)
B	30~150	400	1810	注2)
C	30~150	400	1460	注2)

注1) 繰返し曲げ試験を行わない試験片
注2) 曲げ荷重のスパンは1.3m、繰返し 2×10⁴ 回