

## 交換周期延伸可能な異形継目板の一考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 篠田 勝己  
 東日本旅客鉄道(株) ○飯高 真徳  
 積水化学工業(株) 細川 順二

### 1. 目的

レール交換または分岐器部分交換等を施工した際に、新レールと頭部摩耗レールの段差解消を目的として、異形継目板を使用している(図-1)。

JR東日本では現在、異形継目板について、敷設から交換までの目安を列車通過トン数(以下:通トン)累積1.0~1.5億トンとして管理している。しかし、例年数箇所異形継目板の損傷が発生し、安定輸送の妨げとなっている実態から、異形継目板の耐久性向上及び交換周期の延伸が必要である。

現在、絶縁部ではFRP継目板への交換を推進している。FRP継目板は、①軽量かつ②急性破断しない材料特性がある。そこで、FRPを用いた異形継目板を開発することで、作業性の向上を図り、交換周期を現行以上とすることを検討の目的とした。



図-1 異形継目板(段違い用)

### 2. 開発概要

#### 2-1. 開発案及び材質検討

製品形態の汎用性等の観点より、現状のFRP継目板に新たに段差解消を目的としたスペーサーを挿入し開発案とした。試験装置には、2mmのスペーサーを挿入し、継目板に段差を設定した(図-2)。荷重載荷時、スペーサーのたわみ量が大きいとたわみ部が局部的に応力集中する問題がある。FRP継目板下部に高弾性の材質、ザイロンFRP・カーボン(以下CFRP)製のスペーサーを挿入することで、たわみの影響が少なくなると考え、耐久性の向上を検討した(図-3、図-4)。

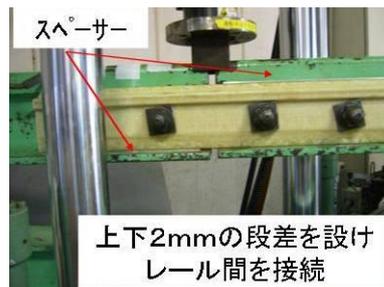


図-2 FRP継目板

#### 2-2. 性能試験

##### ①引張強度測定

高弾性繊維であるザイロンFRP・CFRPについて繊維物性がスペーサーとしての引張強度・引張弾性率を有しているか確認した(表-1)。引張強度測定の結果、ザイロンFRPがFRP継目板の4倍以上の引張強度、CFRPがFRP継目板の6倍以上の引張強度を有していることを確認した。



図-3 ザイロンFRPスペーサー 図-4 CFRPスペーサー

表-1 引張強度測定結果

|         |            | 1    | 2    | 3    | 平均   |
|---------|------------|------|------|------|------|
| ザイロンFRP | 引張強度(MPa)  | 2064 | 2450 | 2204 | 2239 |
|         | 引張弾性率(GPa) | 114  | 130  | 113  | 119  |
| CFRP    | 引張強度(MPa)  | 3221 | 3075 | 3008 | 3101 |
|         | 引張弾性率(GPa) | 160  | 163  | 157  | 160  |
| FRP継目板  | 引張強度(MPa)  |      |      |      | 500  |
|         | 引張弾性率(GPa) |      |      |      | 27   |

キーワード 異形継目板, FRP, ザイロンFRP, CFRP,  
 連絡先 〒299-3242 千葉県大網白里市金谷郷33番地 TEL0475-72-0312  
 〒520-3081 滋賀県栗東市野尻75 TEL077-553-0777

②繰返し荷重試験 (実荷重相当を想定)

FRP 継目板の寿命予測を目的とし、実荷重相当を想定した繰返し荷重試験を実施した(図-5)。繰返し試験結果より求めた寿命推定曲線及び回帰式を図-6、図-7に示す。輪重 16 トン (試験荷重 30.2KN) 時で試算した場合、ザイロン FRP は 2.1 億トン、CFRP は 7.1 億トン以上の耐力を確認した(表-2)。



図-5 繰返し荷重試験装置

※注：FRP 継目板の破壊定義を「発生した亀裂がボルト穴まで達した時」とした (FRP の材料特性から完全に破断することは無い為)。

※試験条件：荷重 5～35KN (輪重 2.6～18.5 トン相当)，周波数 3Hz  
 ※寿命予測方法：試験荷重と繰返し回数より寿命推定曲線を作成。得られた曲線より回帰式を求めた。試験機の破壊時繰返し荷重を輪重 16 トン相当に換算し、繰返し回数を乗することにより推定寿命通トンを算出。

※CFRP は、本稿では破壊まで至っておらず、3 月末時点での繰返し回数を参考に推定寿命算出。

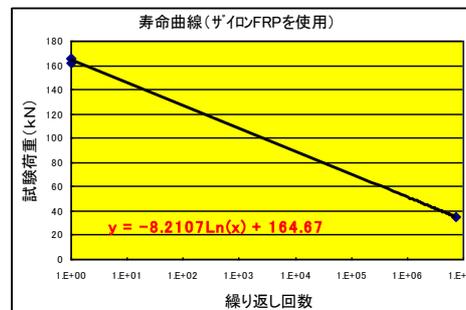


図-6 寿命推定曲線(ザイロン FRP)

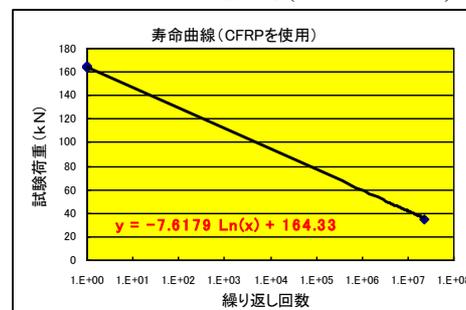


図-7 寿命推定曲線(CFRP)

表-2 繰返し荷重試験(実荷重相当を想定)結果

| スペーサー   | 破壊時繰返し回数 | 推定寿命   |
|---------|----------|--------|
| ザイロンFRP | 722万回    | 2.1億トン |
| CFRP    | 2362万回   | 7.1億トン |

3. 考察

今回の繰返し荷重試験結果では、ザイロン FRP スペーサー、CFRP スペーサー共に、鋼製異形継目板の交換目安である累積通トン 1.0～1.5 億トン以上の耐力を有していることを確認できた。特に CFRP スペーサーを挿入した FRP 継目板の場合、耐力が 7.1 億トン以上であった。このことから、定尺レールの累積通トンが交換基準に達した際に、レール交換と同時に継目板を交換することが出来れば、継目板損傷による輸送障害のリスクが軽減される。

今回、弾性率の高い材料をスペーサーとして選定した。FRP 継目板とスペーサーが同じ伸び量を示す場合、弾性率の高い材料の方がより多くの荷重を負担することから、スペーサーが FRP 継目板の下部表面よりも大きな荷重を負担し、耐久性向上の要因と考えられる。

※定尺レール累積通トン交換基準：50kgN レール【4 億トン】，60kg レール【6 億トン】(JR 東日本)

4. 今後の課題

- 鋼製普通継目板にスペーサーを挿入した場合の強度試験を実施し、実耐力を算出。FRP 継目板にスペーサーを挿入した場合との比較、検討をする必要がある。
- FRP 継目板に高弾性のスペーサーを挿入した場合、耐久性が向上した。要因としては、継目板よりスペーサーの荷重負担が大きいことが想定される。しかし、力学的な継目板の応力分散のメカニズムが適正に解明されていない。継目板とスペーサー、他のレールやまくらぎ、道床へどのような歪みが生じているのか室内試験と共に、現場試験にて確認する必要がある。
- 製品化を視野に入れた場合、費用対効果の検討をする必要がある。

参考文献 佐藤，梅原；線路工学，継目板に加わる圧力，Zimmerman による継目圧力，p411