

繊維形状を変えた新幹線スラブ軌道用可変パッドの開発

東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○長谷川 真吾
山中 貞男
保坂 信克
植松 宗弘

1. 現在用いられている可変パッドの現状

可変パッドとは、袋の中に芯材と呼ばれる繊維を封入後、樹脂により硬化させたパッド状のものである。これをレール底部とタイプレートとの間に挿入することで、ミリ単位でレール面の高低を調整することができる。

現在、新幹線のスラブ軌道に敷設している可変パッドの一部は、経年劣化により注入袋が損傷し、樹脂や芯材が露出している。可変パッドの損傷によって、列車動揺および軌道変位が誘発されると考えられる。また、可変パッドの芯材(繊維)として現在広く用いられているガラスクロスは、製作過程で微細な粉塵が飛散する状態で袋詰め作業を行っており、労働安全衛生の観点から、労働環境への影響が少ない芯材について検討する必要がある。



写真1 可変パッド

そこで本開発では、芯材(繊維)の材質および形状を変えることで、現行品と同等以上の耐久性を有する新幹線スラブ軌道用可変パッドの開発について取組んだ。

2. 芯材に用いる繊維の選定

開発にあたり、汎用性が高い材料で、かつ現行品と同等以上の耐久性が期待できる繊維を芯材として選定した。選定した芯材と繊維の目付け量を表1に示す。

なお、樹脂材料については現行品である可変パッド用樹脂(AP-104)を使用することとし、材質の改良等を行わないこととした。

3. 芯材を選定するための物性試験

(1) 実施した試験内容

芯材の形状については、クロス(平織り)とメッシュの2種類で検討した。選定した芯材ごとにクロスとメッシュの試験体に対して、シャルピー衝撃試験および引張試験を行った。それらの結果に基づいて、最適な芯材と繊維形状を決定することとした。試験に用いた芯材と繊維形状の一例を写真2および写真3に示す。

(2) 試験結果

①シャルピー衝撃試験 (JIS K 6911)

シャルピー衝撃試験結果を表2に示す。アラミド繊維およびビニロン繊維のメッシュを除き、どの試験体も現行品であるガラス繊維(クロス)と

表1 選定した芯材と繊維の目付け量

	芯材	形状	目付け量 (g/m ²)
現行品	ガラスクロス	クロス (平織り)	328
	アラミドクロス		325
	ポリエステルクロス		320
	ビニロンクロス		220
	アラミドメッシュ	メッシュ	98
	ポリエステルメッシュ		344
	ビニロンメッシュ		88

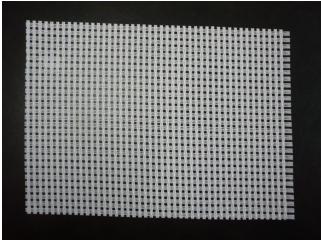
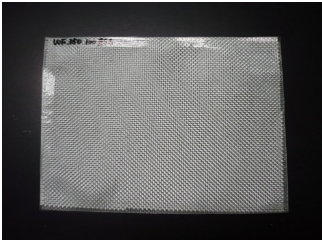


写真2 ガラスクロス 写真3 ポリエステルメッシュ

表2 シャルピー試験結果

	ガラス 繊維	アラミド 繊維	ポリエステル 繊維	ビニロン 繊維
クロス 平均値 (kJ/m ²)	13.23	17.04	NB	13.43
メッシュ 平均値 (kJ/m ²)	—	9.16	NB	10.26

※ NBとは、試験時に破断しなかったことを示す

同等以上の結果となった。アラミド繊維とビニロン繊維はクロスとメッシュの形状の違いにより、試験結果に差が生じた。これは、繊維の強度が衝撃強さに影響していることが原因であると思われる。また、ポリエステル繊維は、クロス、メッシュともに破断しなかったが、現行品以上の衝撃吸収性を有していると考えられる。

キーワード 可変パッド, 繊維, ガラスクロス, ポリエステル, 耐久試験

連絡先 〒321-0965 栃木県宇都宮市川向町 1-48 宇都宮新幹線保線技術センター TEL028-625-1743

②引張試験 (JIS K 7113)

引張試験では、ダンベル状の試験体を上下に引張り、材料が破断するまで負荷をかけた。試験結果は、破断時の最大応力を引張強度とし、破断する直前の最大変形量を試験前の長さとの比率を伸び率として整理した。

引張試験結果を図1に示す。図1より引張強度は、現行品のガラス繊維と比較して、アラミド繊維およびポリエステル繊維は大きくなったが、ビニロン繊維は小さくなった。伸び率については、アラミド繊維は現行品のガラス繊維と同等であったが、ポリエステル繊維およびビニロン繊維は、柔軟性が強く現れた結果、大幅に増加している。

(3) 芯材の選定

芯材については、敷設後のレールの伸縮等に追随させる必要がある。シャルピー衝撃試験と引張試験の結果から、柔軟性に富み、かつ現行品と同等以上の強度を有するポリエステル繊維を選定した。また、繊維形状をメッシュとすることで、樹脂の注入不良を解消できると考え、芯材の形状をメッシュとした。

4. 選定した芯材に対する耐疲労性試験

現行品であるガラスクロスと新たに芯材として選定したポリエステル繊維(メッシュ)について耐疲労性・耐衝撃性を評価するため、曲げ疲労試験、圧縮疲労試験を行った。

(1) 曲げ疲労試験

繰り返し振動疲労試験機を用いて、周波数条件30Hz、最大繰り返し回数10⁷回として試験を行った。

曲げ疲労試験における繰り返し回数と曲げ応力の関係を図2に示す。図より、5×10⁵回付近でガラスクロスとポリエステルメッシュの近似線が交差し、応力が逆転している。これは、ガラス繊維とポリエステル繊維の特性の違いが顕著に見られた結果と考えられる。また、近似線により、ポリエステルメッシュは、ガラスクロスと比べて、若干疲労限界が高い結果となった。

(2) 圧縮疲労試験

単軸の振動疲労試験機を用いて、5Hzの正弦波で、1.2±0.6MPa相当の繰り返し応力を最大10⁶回載荷した。一般的に、繰り返しの圧縮載荷に伴って厚さは減少するが、両者ともに明確な減少は見られなかった。これにより、ポリエステル繊維はガラスクロスと同様に圧縮荷重に対して良好な性能を有していることが確認できた。

5. まとめ

物性・耐疲労性試験及びコスト比較の結果を表3に示す。ポリエステルメッシュを芯材に使用した可変パッドの注入袋が、最も優れていることが確認できた。本開発品については、平成22年10月から営業線スラブ軌道に敷設しているが、可変パッドの損傷および乗り心地等に悪影響を及ぼす軌道変位は発生していない。今後は、二軸疲労試験も含めた性能試験を実施し、耐久性・コスト比較においても検証していく。

謝辞

本開発にあたり、株式会社アレンおよび財団法人鉄道総合技術研究所防振材料研究室のご協力を得ました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1)横田敦・長藤敬晴・吉田弘・吉川高雄・御船直人：間合施工用可変パッドの開発，鉄道技術研究所速報，1987年3月

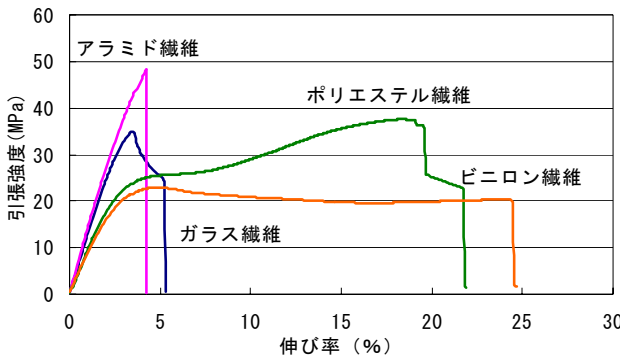


図1 引張試験結果(メッシュ)

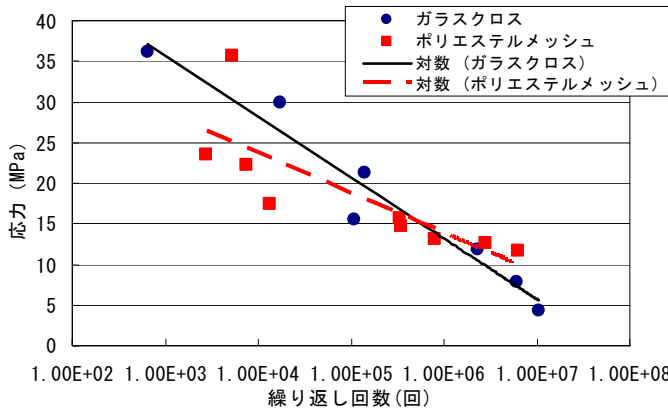


図2 曲げ疲労試験結果

表3 試験結果のまとめ

項目	ガラスクロス	ポリエステルメッシュ
シャルピー衝撃試験	○	◎
引張試験	○	◎
曲げ疲労試験	○	◎
圧縮疲労試験	○	○
コスト	○	◎
総合評価	○	◎