

新幹線における軌道材料の劣化状態調査

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 石橋 力弥
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 佐々 博明
 株式会社日本線路技術 正会員 荒木 鉄平

1. はじめに

今後予定されている、新幹線における通トンレール交換と同時に、材料更新すべき軌道材料の劣化状態の把握が必要である。そのなかで、もっとも乗り心地に影響すると思われる軌道材料である、軌道パッドの劣化状態について調査することとした。

本調査では、新幹線の軌道に敷設されている軌道パッドを採取し、劣化状態調査試験を行った。ここでは、これらの試験結果について報告する。

2. 調査対象の軌道パッド

当社管内における新幹線の軌道構造は、全体の約80%がスラブ区間である。そのなかの代表的な締結装置である、直結4形および直結8形の軌道パッドについて、各種評価試験を行い未使用の軌道パッドと比較し劣化状態を調査した。

また、調査対象の軌道パッドは、直線、曲線、トンネル区間、あかり区間などの軌道条件や環境条件を考慮し採取した。軌道パッドの区間別条件は、表1のとおりである。

表1 区間別条件一覧表

区間	A	B	C	D	E	未使用
線名	東北新幹線					
線別	下	下	下	上	上	
位置	132k 693m	129k 000m	129k 500m	129k 700m	129k 100m	
線形	直線	直線	曲線	曲線	直線	
締結	直8	直8	直8	直8	直4	
鋼板	あり	あり	あり	あり	なし	なし
区間	あかり	トンネル	トンネル	あかり	トンネル	
枚数	8	8	8	8	8	3
製造年号	79年	79年	80年	80年	80年	08年
製造会社	a	b	b	c	d	e

3. 試験内容

各種試験は、緩衝用軌道パッド JISE1117 に基き行う。なお、試験については室温（23±3℃）で実施し、試験項目は以下の①～⑤のとおりである。

- ① 外観検査 ② 寸法測定 ③ 硬度測定
 ④ 絶縁抵抗試験 ⑤ 圧縮変形試験

3.1 外観検査（目視等）

採取した軌道パッドの、外形の変形、錆の付着、表面の摩耗を目視等により外観し、劣化具合を評価する。また、鋼板付軌道パッドの場合、軌道パッドと鋼板の接着割合を観測する。

3.2 寸法測定

錆を落とした軌道パッドの、幅および長さの寸法をノギスで測定した。試験では、幅、長さ共に図1に示す測定位置の3箇所とその平均値及び最大と最小値の差を求める。また、厚さはダイヤルゲージを用いて、図2に示す測定位置9箇所とその平均値及び最大と最小値の差を求める。

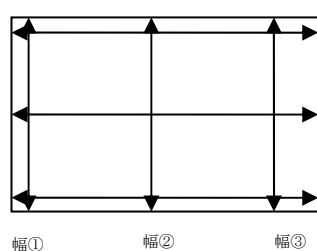


図1 幅および長さ測定箇所



図2 厚さおよび硬度測定箇所

3.3 硬度測定

錆を落とした軌道パッドを、スプリング式タイプAデュロメータ（加圧面密着後1秒以内に測定）を用いて測定する。

測定箇所は、図2に示す位置の表裏各9箇所とし、その平均値及び最大と最小値の差を求める。

3.4 絶縁抵抗試験

パッドより大きい鋼、又は黄銅製の電極板にパッドを置き、その中央に外径62±1mm、高さ80mmの黄銅製円柱及び内径72mm、外径92mm、高さ80mmの黄銅製円筒の中心を同じにして置く。

パッドと電極板、円柱及び円筒との間には、水道水で濡らしたろ過紙を一枚ずつ挿入する。また、電源は直流500Vとし、測定は、1分間通電後に行い、次に電流の方向を逆転して、同様に測定し、2測定の平均値とする。

キーワード 軌道パッド 劣化 絶縁抵抗 ばね常数

〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-479 TEL 048-651-2389 FAX 048-651-2289

浸水前の試験は、パッドの両面の電極板が当たる部分を研磨布紙で光沢が消える程度磨いた後に測定する。浸水後の試験は、浸水前の試験に用いたパッドを蒸留水中に 48 時間浸せきした後、乾いた布で表面を十分に拭き取り、取り出してから 2 分後に測定する。

3.5 圧縮変形試験

アムスラー万能試験機(島津製作所)を用い、予備荷重として 0→200kN→0→40kN→10kN の载荷および除荷を行い、このときの変位を 0 とする。次に、10kN→300kN→10kN の载荷および除荷を 150kN/min の速度で行い、その間の変形量を測定する。

ばね常数の基準値を算出すると、圧縮変形限界曲線より、50kN 载荷時の変位の下限=0.59、上限=0.77 となっている。よって、変位量平均=(0.59+0.77)/2=0.68 である。

ばね常数

$$K = \Delta P / \sigma \quad (\Delta P = \text{荷重差 } 50\text{kN} - 10\text{kN}, \sigma = \text{変位})$$
$$K = 40\text{kN} / 0.68 = 58.82 \div 60\text{MN/m}$$

上記のように、ばね常数の基準値を算出すると、60±8MN/m※(注1)となる。

※(注1) 60±8MN/m の根拠

→上限値は $K = 40\text{kN} / 0.59 = 67.79 \div 68\text{MN/m}$
下限値は $K = 40\text{kN} / 0.77 = 51.95 \div 52\text{MN/m}$ となる。

4. 各試験結果のまとめ

4.1 外観検査の結果

試料 B の鋼板の割れと凹みが多数あった。また試料 C にも鋼板の割れが多数有り、特にトンネル区間での割れが激しい事がわかった。

試料 B・C・E に錆が多く付着していた。この 3 試料はトンネル区間に敷設されていた軌道パッドであり、湿気等の影響を多く受けているものと思われる。

4.2 寸法測定の結果

厚さに関して、全体的に薄くなっていて、規格値から外れている試料は、全体の約 65% と多数見受けられた。

4.3 硬度測定の結果

未使用品の平均値が 77.0° であるのに対して、A から E の区間では 78.1° ～86.2° となっており、全ての区間において著しく硬化していた。

4.4 絶縁抵抗試験の結果

絶縁抵抗の試験では、錆が付着した状態での浸水後の抵抗値の最小値は、7.6 MΩ～1.1×10³ MΩであっ

た。また、錆を落とした浸水後の測定での最小値は、2.6×10¹～3.0×10² MΩであり、未使用品を除くすべ

てにおいて、規格外の値を示した(表 4、図 3)。

全体的に浸水後の絶縁抵抗値が極端に低くなっており、降雨等の影響による一時的な絶縁抵抗の低下が懸念される。

表 4 絶縁抵抗の最小値一覧表

規格値 3.0×10^3 [MΩ] 単位: MΩ

区間	絶縁抵抗 (錆付着)		絶縁抵抗 (錆落とし後)	
	常態	浸水後	常態	浸水後
A	2.8×10^6	1.8×10^1	1.2×10^6	3.6×10^2
B	4.5×10^5	7.6×10^0	8.0×10^5	2.6×10^1
C	1.3×10^6	3.3×10^1	1.1×10^6	1.1×10^2
D	8.1×10^5	1.1×10^3	7.6×10^5	3.0×10^2
E	1.5×10^6	2.2×10^1	8.9×10^5	9.7×10^1
未使用			4.9×10^6	4.2×10^6

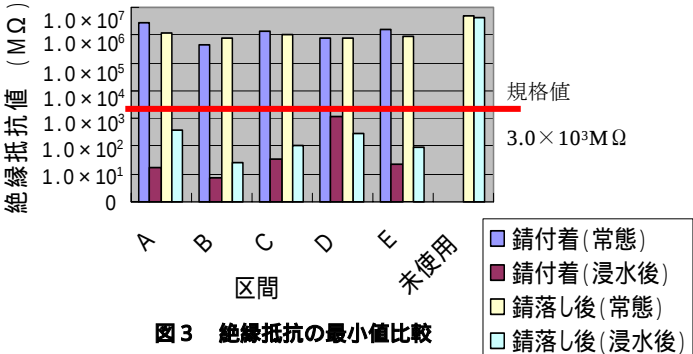


図 3 絶縁抵抗の最小値比較

4.5 圧縮変形試験の結果

圧縮変形試験の結果により、ばね常数の比較を比較すると、今回試験した軌道パッドは、未使用を除き全ての区間においてばね常数が 73.9～86.1 MN/m となっており、規格値の 60±8MN/m の範囲を超えていることがわかった(図 4)。

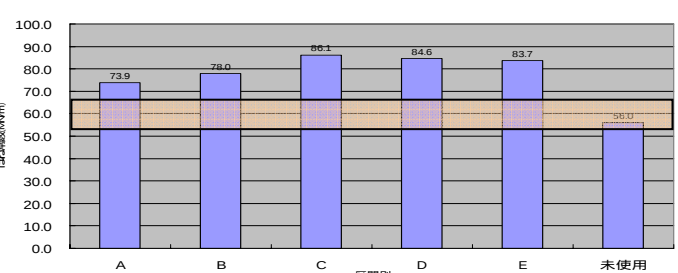


図 4 区間別のばね常数比較

5. おわりに

本調査において、新幹線における軌道パッドは性能が低下しているため、材料更新をすることが望ましいことがわかった。

6. 参考文献

1) 緩衝用軌道パッド JISE1117
日本規格協会 1990.11
2) ゴム・樹脂系軌道部材の劣化判定法の開発
財団法人 鉄道総合技術研究所 2003.3