

レール断面形状と車輪/レールの動的挙動

(財)鉄道総研 正会員 石田 誠 ○(財)鉄道総研 正会員 青木 宣頼
JR 東日本 正会員 瀧川 光伸

1. はじめに

急曲線外軌に生じる側摩耗は、レール交換の主な要因であり、メンテナンスコストの低減のためには、その影響因子を明らかにし、効果的な対策を検討することが重要である。レール側摩耗の実態に関しては、これまでも軌道の曲線半径をパラメータに、摩耗量と累積通過トン数等で整理された調査結果¹⁾が多く報告されているが、摩耗量に影響する因子の詳細な分析結果はない。本研究は、レール側摩耗に関して横圧と滑りという力学的な影響因子を巨視的に捉え、実際の軌道におけるレール側摩耗進みとそれに応じて変化する断面形状、レールと車輪間に作用する荷重、主にレールと車輪の接触点の滑りと密接に関係する輪軸のアタック角を調査した。

2. 車輪/レールの動的挙動(新幹線)

既報²⁾に引き続き、新幹線の曲線半径（以下、「R」と略称）400mと900mの急曲線（スラブ軌道）において、輪重、横圧およびアタック角を測定し、外軌摩耗によるレール断面形状の変化が、車輪/レールの動的挙動に与える影響を検討した。動的挙動測定は、外軌を新品レールに交換した直後と、R400mは半年後の1回、R900mは半年後および1年半後、3年後の3回行った。測定車両は旧型、新型、新在型の3種類で、測定箇所の軌道条件は熱処理60レールで年間通トン数は約5000万トンである。外軌摩耗量の推移を図1に示す。

R400mおよびR900mの曲線における横圧の変化を整理し、図2に示す。図より各曲線の横圧を比較するとR400mの値がR900mの2倍程度であった。なお、図中の上側の点線はデータ数30個程度の最大値、下側の点線は最小値、中央の太線は平均値を表す。また、いずれの場合も、レール摩耗が進んだ方が、新品時より横圧のばらつきが小さくなり、横圧としても小さくなる傾向が見られた。

次にアタック角の変化を図3に示す。図より、全体の傾向としては、車種に関係なく外軌の摩耗により、わずかにアタック角が小さくなった。図1において、通トンが大きくなるにつれ多少摩耗進みが小さくなっていることから、妥当な結果と考えられる。また、R400mとR900mでアタック角に大きな違いがなく、R400mの横圧がR900mの2倍程度であることから、図1におけるR400mとR900mの摩耗量の差は、横圧の違いによると考えられる。

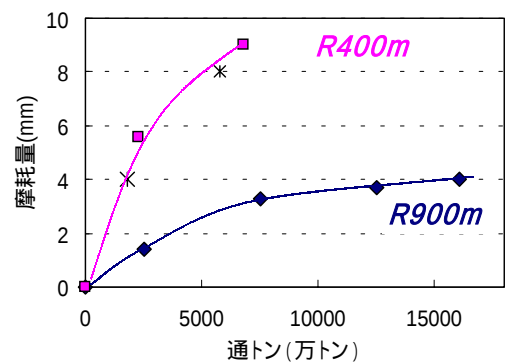


図1 外軌摩耗と通トンの関係(新幹線)

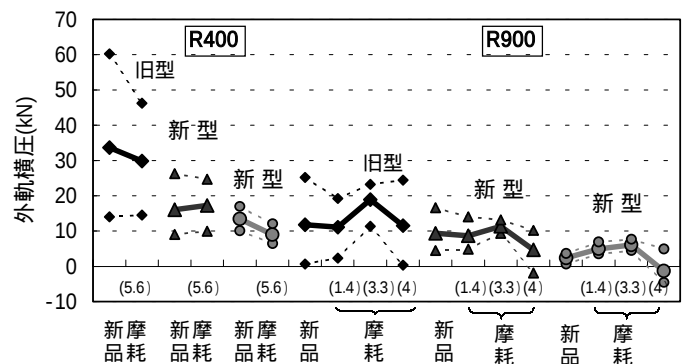


図2 新幹線 摩耗による外軌横圧の変化(前軸)

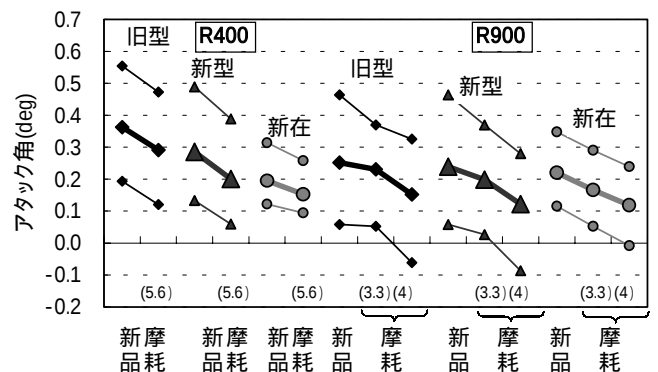


図3 新幹線 摩耗によるアタック角の変化(前軸)

キーワード：レール断面形状，レール側摩耗，横圧，アタック角

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042(573)7291 FAX 042(573)7360

3. 車輪／レールの動的挙動(在来線)

在来線の R600m の曲線(スラブ軌道)において, 外軌交換前後で, 輪重, 横圧およびアタック角を測定し, 外軌摩耗によるレール断面形状の変化が車輪／レールの動的挙動に与える影響を検討した. 測定列車は旧型 1, 旧型 2, 新型の 3 種類で, 諸元を表 1 に示す. 測定時期はレール交換前(敷設後 12 年 累積通過トン数 4.8 億トン)とレール交換後(交換後 6 日目)の 2 回行った. レール交換前と交換後の外軌レール断面を図 4 に示す. 外軌ゲージコーナー部の摩耗量は約 6 mm である. 測定箇所は R600m で, カントが 90 mm でカント超過量は 36.2 mm であった. またレール交換前後の軌道狂い検査の結果を調査したところ, 前後で大きな差異はないことを確認した.

レール側摩耗による横圧の変化を図 5 に示す. なお横圧は, 一般的に通過軸の中で最も大きな値を示す台車前軸(第 1 軸)の値を示している. 図中の上側の点線はデータ数約 20 個の最大値, 下側の点線は最小値および中央の太線は平均値を表す. いずれの場合も, レール側摩耗の進んだ方が, 横圧が小さくなる傾向が見られた. このことは摩耗により, 摩耗に相当するスラックがついた状態となり, スラックによって横圧が低減されることが報告されていること³⁾からも妥当な結果である.

次に, レール側摩耗によるアタック角の変化を図 6 に示す. 車種毎の傾向は若干異なるが, 全体としては, 外軌摩耗による変化はあまり見られなかった. 車両走行シミュレーションによると, R600m の場合で車輪が修正円弧踏面の場合のアタック角は約 0.13° であり⁴⁾, 元々小さい値なので, 大きな変化が見られなかったものと考えられる.

4. まとめ

外軌側摩耗による車輪／レール挙動の変化を新幹線および在来線について調べた. その結果, 新幹線では横圧については, 全体的に摩耗進みにより減小する傾向にあり, アタック角についても小さくなる傾向にある. 一方在来線については, アタック角については大きな変化は見られなかったが, 横圧については, 外軌側摩耗により小さくなる傾向にあった. これらのことは, 外軌摩耗による摩耗量に相当するスラックにより, 横圧が低下するとともに, 操舵しやすくなり, アタック角が小さくなったと考えられる. このことは既往の研究¹⁾で示されている, ある程度通トンが進むと摩耗進みが鈍くなることは, この 2 つの要因が大きく影響していることを示すものである. 最後に, 御協力頂いた JR 東日本の関係者の方々に感謝申し上げます.

(参考文献)

- 1) 加藤八州夫: レール, 日本鉄道施設協会, 1978.1, pp253
- 2) 石田誠他: 車輪／軌道の相互作用とレール側摩耗の関係, J-Rail2001, pp.527, 2001.12.
- 3) 森山淳・谷藤克也: スラックが二軸ボギー車の曲線通過に及ぼす運動学的影響, 日本機械学会論文集, 66-652, pp 3903-3910, 2000
- 4) 内田雅夫 他: 輪重横圧推定式による乗り上がり脱線に対する安全評価, 鉄道総研報告 vol.15, pp15-20, 2001.4

表 1 測定車両の諸元

形式	旧型 1	旧型 2	新型
静止輪重	48kN	44kN	40kN
踏面形状	修正円弧	修正円弧	修正円弧
車輪径	860mm	860mm	860mm
軸距	2100mm	2100mm	2100mm
台車	スウィング	ホルストレス	ホルストレス
走行速度	約 62km/h		

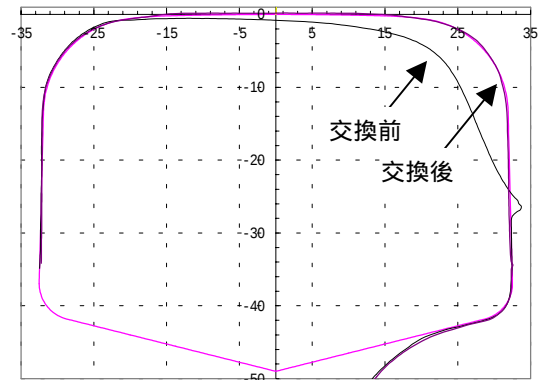


図 4 外軌形状(在来線)

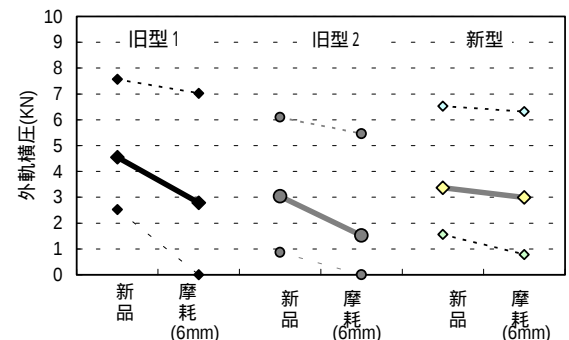


図 5 在来線 外軌横圧の変化(前軸)

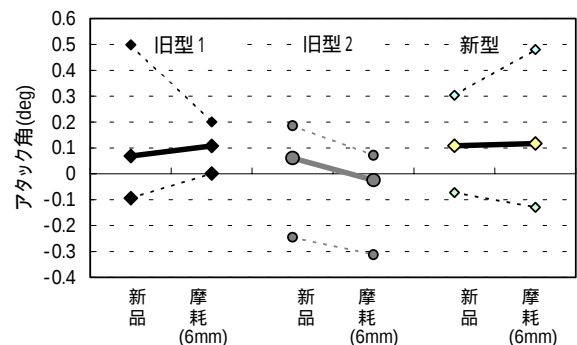


図 6 在来線 アタック角の変化(前軸)