車輪踏面形状変更によるレール摩耗形状の変化

JR 東日本　正会員○青木 宣頼
(財)鉄道総研　正会員　石田　誠

１．はじめに

日比谷線の脱線事故以降、車輪踏面形状とレール断面形状の接触状態が注目され、例えば基本踏面から修正円弧踏面等への変更が実施あるいは検討されている。そこで、車輪踏面形状の変更が、レール摩耗形状に影響を与えることが考えられる。これまでレールの摩耗に関しては、摩耗量（設計形状からの最も大きな離れ）に着目して調査が行われ、形状に関してはあまり着目されなかった。本文では、修正円弧踏面車輪の走行区間における外軌摩耗形状と当初の基本踏面が修正円弧踏面に変更された車輪が走行する区間の外軌摩耗形状の変化を調査した結果について報告する。

２．　車輪踏面摩耗形状

修正円弧踏面の摩耗形状を確認するため、在来線付随車の車輪形状を調査した。図１に 23 万 3800km 走行時の摩耗形状の一例を示す。当該線区は、通勤線区であり比較的曲線が多い。図には修正円弧踏面の設計形状を重ねて示している。図よりフランジ部の直立摩耗が顕著であり、車輪バック面から 20 ㎜～40 ㎜の位置の摩耗が著しく、フランジ角度は 72 度であった。

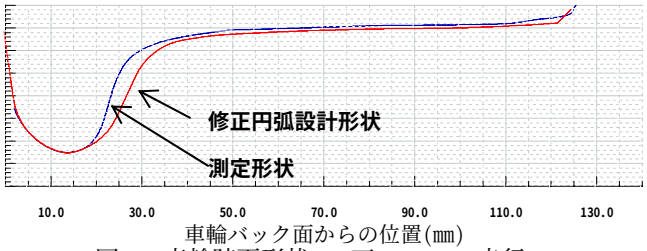

図 1　車輪踏面形状(23 万 3800km 走行)

３．修正円弧踏面車輪走行区間のレール摩耗形状

1992 年以降、修正円弧踏面が導入されている線区のレール摩耗形状を調査した。図 2 に、曲線半径(以下、「R」と表記する)500m で累積通過トン数 3 億 3 千万トンのレール断面形状と摩耗量を示す。図において、摩耗量は設計断面の各点における法線方向の摩耗形状との差として示している。図 3 に、図 2 の曲線外側レール（以下、「外軌」と表記する）の頭部の曲率半径を示す。中心からゲージコーナ(以下、「GC」と表記する)に向かって 10~30 ㎜の範囲が摩耗しており、最大摩耗量は 4 ㎜である。またレール頭部の曲率半径(以下、「r」と表記する)に関して、外軌の GC5～30 ㎜で著しく変化し、設計断面の r50 ㎜と r13 ㎜の位置がレール中心側に約 5 ㎜移動している。このことは、図 2 において GC 摩耗量がレール頭頂面下 14 ㎜で４㎜程度であることから理解できる。

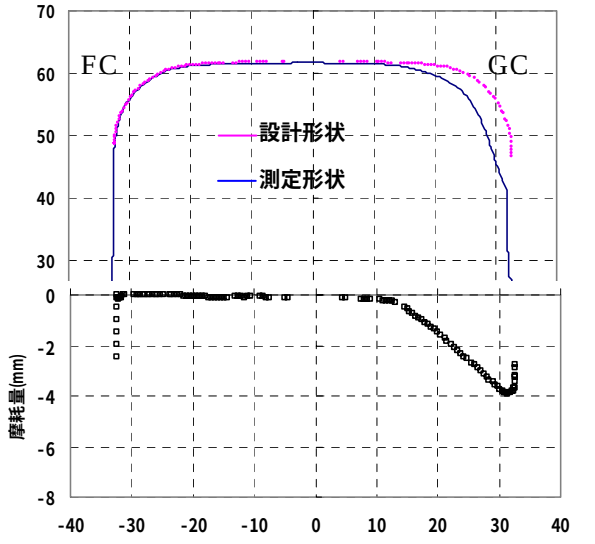

図 2　外軌断面形状

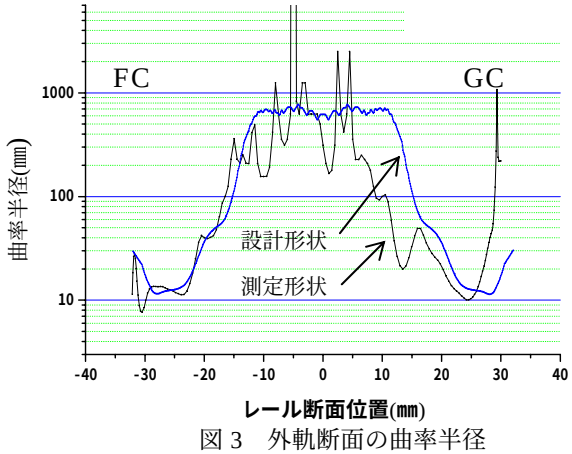

図 3　外軌断面の曲率半径

4．車輪形状とレール形状

レールと車輪の接触状態を確認するため、図 1 に示した車輪形状と図 2 に示したレール形状を重ね合わせたものを図４に示す。レールは敷設傾斜角(タイプレート角) 1/40 を考慮し

キーワード：車輪踏面形状，レール摩耗形状，接触位置
〒185-8540　東京都国分寺市光町 2-8-38　　TEL 042(573)7291　FAX 042(573)7360

ている。車輪フランジのど部からフランジ先端部の形状がレールゲージコーナ部の形状に非常に良く一致している。接触位置はレール側で GC32 ㎜から GC14 ㎜である。図 5 は、図 4 に示す車輪とレールにおける曲率半径同士を重ね合わせたものを示す。車輪とレールが接触しているレール断面における GC14～30 ㎜の範囲で双方の曲率半径がほぼ一致している。

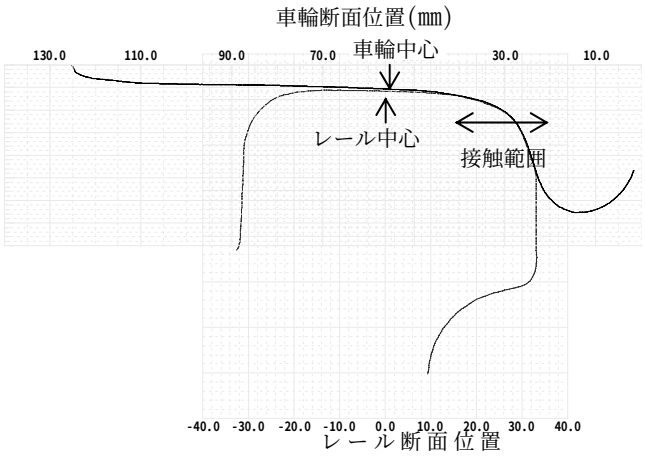

図 4　　レールと車輪の接触

5．基本踏面と修正円弧踏面による摩耗形状の比較

R400m の曲線において基本踏面車輪の走行により摩耗した外軌断面形状と修正円弧踏面車輪の走行によるレール摩耗形状を図 6 に重ねて示す。本来であれば同一線形で同形式の車両が走行する軌道で比較すべきであるが、適した条件の軌道がないため、摩耗量がほぼ等しいもので比較した。図 6 の修正円弧踏面車輪によるものは、図 1 の車輪が走行している線区のレール摩耗形状であり、直立摩耗した車輪の形状と同様にレール GC 部が摩耗していることがわかる。一方、主に基本踏面車輪で摩耗したものは、当該線区が既に修正円弧踏面に車輪形状が変更されているため、基本踏面の摩耗車輪の形状がないため推測ではあるが、基本踏面の設計形状に近く、やはり車輪の摩耗形状に良く一致した形状になっていると考えられる。このことから、車輪踏面形状の違いによるレール摩耗形状の違いは、車輪踏面の設計形状の違いはもちろん、当該線区走行車輪の摩耗形状の傾向に影響される。図 7 に、車輪踏面形状を基本踏面から修正円弧踏面に切り替えた線区の切替 1 年後(500 万トン通過後)の外軌摩耗形状を示す。図には基本踏面の設計形状を重ねている。基本踏面車輪により 20 年間(累積通過トン数 1 億トン)で摩耗したレールであるが、車輪踏面形状変更 1 年(500 万トン通過)後ではレールの摩耗形状は基本踏面形状ではなく、既に修正円弧踏面形状に摩耗している。このことは踏面形状変更により接触位置が変化し、比較的早期に新たに接触することになった箇所の摩耗が進んだためと考えられる。このことから、レール摩耗形状は車輪形状に依存して比較的早期に摩耗することが考えられる。

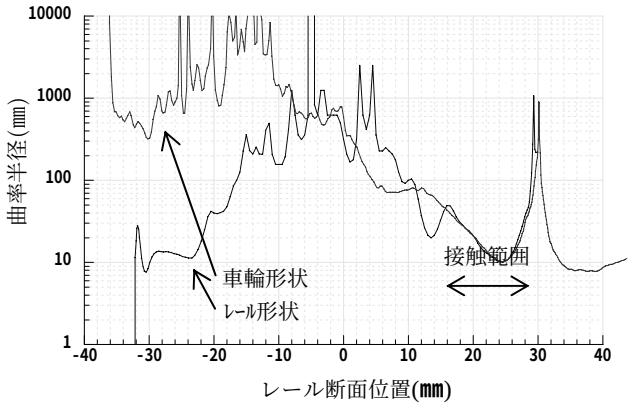

図 5　レールと車輪の曲率半径

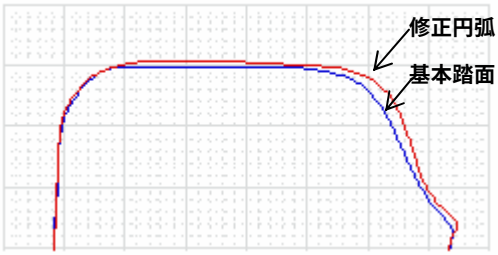

図 6　踏面形状の違いによる外軌摩耗形状

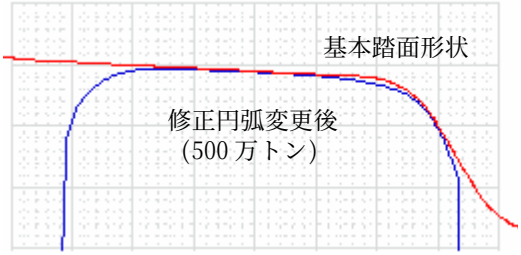

図 7　　踏面形状変更による摩耗形状

6．まとめ

修正円弧踏面車輪によるレール摩耗形状について分析し、車輪踏面形状の違いによるレール摩耗形状の変化について検討した。その結果得られた知見を以下に示す。

(1)レールの摩耗形状は当該線区を走行する車輪の摩耗形状と良く一致する。

(2)車輪踏面形状を変更した場合、レールの摩耗形状は比較的早期に変更後の車輪形状に沿って摩耗する。