平成16年 鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL'04)

S1-2-2. 輪重変動とレール頭頂面凹凸の関係

[土] 〇大越 正裕 (東日本旅客鉄道㈱) [土] 〇小野寺 孝行 (東日本旅客鉄道㈱)

The relation of wheel load fluctuation to rail surface irregularity

masahiro okoshi, Member (East Japan railway Co) Takayuki Onodera, Member (East Japan railway Co)

While the wheel load fluctuation arose with the Shinkansen vehicles running at high-speed was measured by the New Continuous Method of Measuring Force between Wheel and Rail, and was analyzed in detail, the concavo-convex state of the rail surface was investigated. When terms and conditions overlapped as a result, it checked that a periodic wheel load fluctuation may arise and the super-long-corrugation may occur in a rail surface in such a case.

キーワード:輪重変動、レール頭頂面凹凸、波状磨耗 Keywords: wheel load fluctuation , rail surface irregularity , corrugation

1. はじめに

レール頭頂面の波状磨耗は、レールと車輪間のレール 長手方向の滑りによる凹部の磨耗、レールの断面方向或 いは長手方向の比較的高周波の共振による凹部の磨耗、 輪重変動による凹部の塑性変形等が凹凸を形成しそれを 進行させていくメカニズムであると考えられている。ま た、その波長は、軌道支持バネ上における車両バネ下質 量に依存する固有振動、輪軸のたわみ振動、輪軸のねじ り振動等の自励振動により、波長が決定されると考えら

れている。しかしながら、 波状摩耗の詳細な進展メ カニズムは解明されてい ない。

そこで、今回は、レー ルのメンテナンスの観点 から、高速走行時に生じ る衝撃荷重とレール頭頂 面の波状摩耗の関係につ いて調査研究結果を報告 する。

2. レール頭頂面の波状摩 耗の発生状況

図1及び図2は、 上越新幹線燕三条~ 新潟間下線249k610m



波状磨耗の写真



付近で発生している波状磨耗である。2mレール踏面測 定器によりレール凹凸量の測定を行ったところ、波高は 0.2mm程度、波長は1.5m程度である。この区間は、高架 橋上の明かり区間で、勾配は±1パーミル程度のほぼ平 坦な区間である。

この区間の波状磨耗は、特殊区間で発生している波状 磨耗と異なり、波状状磨耗の始終点が明確である。特に、 波状磨耗の始点には、輪重変動を引き起こすと考えられ る事象が認められた。この区間の構造物の状態を図3に 示す。



ラーメン構造の高架橋と高架橋の間は、調整桁と呼ば れる8m程度の短い桁構造となっている。

一般的に、調整桁は、簡易な構造の沓座で支えられ ており、沓座と桁の隙間は1mm程度許容されており、 この調整桁も、列車通過時の振動の状況から微小なが らも隙間があると推定された。このため、調整桁が3点

平成 16 年 鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL'04)

支持となっていることから、列車が走行し車輪が通過す

る際の調整桁にアオリや、 経年の凍結融解によるCA モルタルの劣化により輪重 変動が生じ、レール面の凹 凸を増加させたものと考え られる。図4に現場のCA モルタルの状態を示す。



図4 CAENANの状態

以上のことから、輪重変動による塑性変形等が凹凸を 形成し波状磨耗とつながることがあることが判明した。 しかしながら、今回、波状磨耗が発生していた箇所と同 様な高架橋の箇所は多数存在し、その他の箇所では、こ のように顕著な波状磨耗は発生していないことから、輪 重変動による衝撃荷重を測定し、波状磨耗の発生の可能 性について検討した。

3. 衝撃荷重の測定

衝撃荷重の測定は、当社のE2系1000番台車両(東北 新幹線「はやて」形車両)に輪重・横圧測定用の車輪を 取り付け、新連続法¹¹により測定した。なお、この車両 には、高速走行用にモータと車輪間の歯車比の変更やA TC装置の変更などを施したが、車両の総重量は、ほぼ 現行の営業運転時と同等である。

測定結果を図5に示す。静的な輪重は、約65kNである ことから、約2倍から3倍を超える衝撃荷重が発生して いることになる。最大衝撃荷重は、スラブ軌道の設計荷 重である255kNを大幅に下回っているものの、衝撃荷重 のピークが一致した位置の次に発生する衝撃荷重のピー クは270km/h→330km/h→360km/hの順でずれがみられ、 高速度になるほど波長が長くなり、波長が速度依存性を もつことがわかる。この輪重発生の周期のずれは車両側 のばね下質量に起因する固有振動によるものと考えられ る。これまで一般的な区間においては、著大な衝撃荷重 が発生する原因は、レール溶接部のHAZ(熱影響部) に生じる落込みやレールの製造過程で生じた先天的な波 状変形によるものとされていた。しかし、今回の測定で

衝撃荷重のピークが一致し た位置は、構造物の境界部 付近であった。

また、図6に比較的発生 輪重が大きい箇所の270、 330、360km/hの各速度にお ける輪重の発生状況を示す。 波形のピークをみると、大 きな衝撃荷重が発生した ピークでは高速度になる程、



図6 輪重の状況

輪重は増加する傾向がある。特に増加分は速度乗則1.5 ~2乗であり、速度効果が非常に高い。

4. まとめ

- (1)新幹線で発生する波状磨耗は、湿潤環境における レール車輪間の粘着係数の低下によるレール長手 方向のすべり等によるものだけでなく、輪重変動 による塑性変形等が凹凸を形成することにより生 成・進展する場合がある。
- (2)輪重変動が発生する原因は、レール溶接部のHAZ (熱影響部)に生じる落込みやレールの製造過程 で生じた先天的な波状変形だけでなく、構造物の 境界部付近でも発生する。
- (3)構造物の境界部付近で発生する輪重変動は、速度効果が非常に高いことから、より高速の列車が走行する際には、CAモルタルの計画的な修繕等が必要である。

参考文献

 下澤一行;車輪・レール間の力を測る-新しい輪重,横 圧,脱線係数の連続測定装置-,RRR,2003.2

