

I-370

波状摩耗の発生および効果的な除去方法

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○伊達 和寛

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 石田 誠

1.はじめに 近年、列車の高速化および輸送密度の増大による負荷増大のため、溶接部、波状摩耗発生部のレール頭頂面凹凸による動的荷重とその繰り返しの増加が軌道材料の破壊劣化を促進する傾向が強くなり、それらを抑制するための効果的な保守管理、あるいは軌道材料の開発・改良が必要とされている。ここでは、軌道材料の破壊・劣化のみならず騒音・振動などに影響を与える在来線の波状摩耗について、現場で取得したデータの分析を行い、波状摩耗の発生および、その効果的な除去方法を含めて検討を行った結果を報告する。

2.波状摩耗の発生状況 波状摩耗の発生について何らかの傾向をつかむため、大分保線区の管轄する大分県宇佐市から大分市までの日豊本線(2級線)の全曲線について曲線半径、特急列車の曲線通過速度、通トン、現場(実)カント量、現場(実)スラック量、および波状摩耗の有無について調査した。調査結果を図1に示す。この図から、曲線半径が600m以下の急曲線部に多く発生していることがわかる。また、大分保線区管内では全て内軌側レールに、まくらぎは波状摩耗が発生している同一曲線であっても、橋マクラギ等の木まくらぎ区間の発生はなく、全てPCまくらぎ区間に発生している。

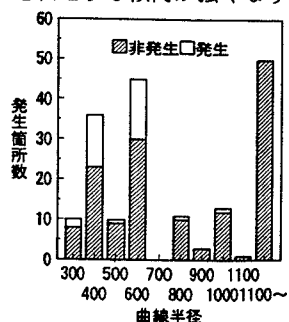


図1 曲線半径別の波状摩耗発生箇所数

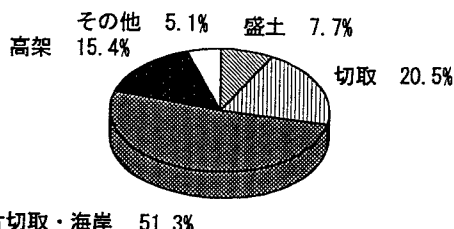


図2 構造物別波状摩耗発生状況

次に、構造物別の波状摩耗発生状況を図2に示す。この図より、海岸沿いの片切取箇所に発生している割合が51.3%と半数を占め、次いで切取、高架、盛土の順になっているが、現時点では、波状摩耗の発生に影響が大きいと考えられる構造物は特定できない。

そこで、波状摩耗の発生と特急列車通過速度との関係を検討するために、曲線半径と通過速度、カント量およびカント不足量の関係を図3~5に示す。また曲線半径別の特急電車の制限速度を表1に示す。

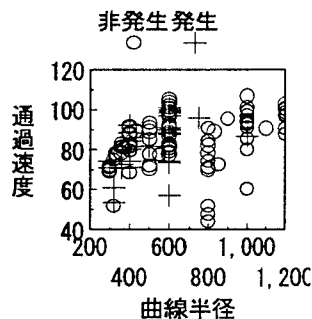


図3 曲線半径と

通過速度の関係

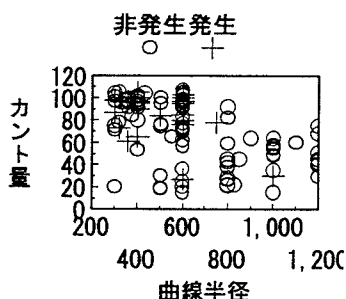


図4 曲線半径と

カント量の関係

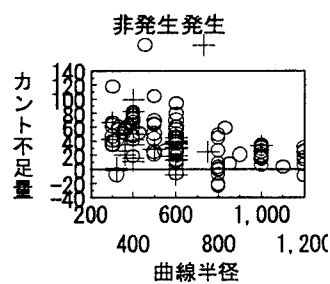


図5 曲線半径と

カント不足量の関係

これらの図より波状摩耗の発生は、制限速度に近い速度で走行している曲線、現場カント量が90mm以上の区間、現場カント不足量が10~50mmの範囲の区間に集中していることがわかる。

次に、波状摩耗発生箇所数と特急列車通過速度の関係を図6に示す。この図より通過速度が70~75km/hの曲線において波状摩耗が最も多く発生しており、その速度を境に速度の遅い曲線ではほとんど発生が見られ

表1 曲線通過速度

半径	通過速度
1000	120km/h
800	115km/h
700	110km/h
600	105km/h
500	100km/h
450	95km/h
400	90km/h
350	85km/h
300	75km/h

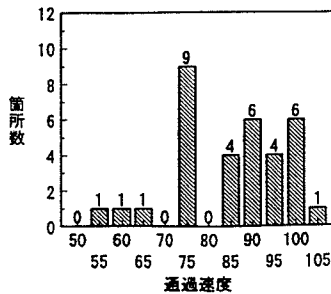


図6 波状摩耗発生箇所数と通過速度の関係

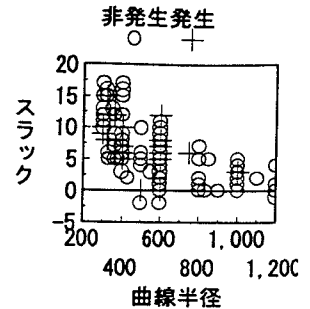


図7 曲線半径とスラックの関係

ず、速度の速い曲線に偏って発生していることがわかる。以上より、波状摩耗はカント量が大きくかつ特急電車の曲線通過速度が速い曲線に多く発生している。

波状摩耗の発生に関する曲線半径と現場スラックの関係を図7に示す。この図より、スラックの違いによる波状摩耗の発生に差が見られないことから、この調査結果に限れば、波状摩耗の発生に対するスラックの影響は小さいことが推測できる。しかし、これまでの各種報告においてはスラックの影響はあるとされているので、さらにデータを収集し検討する必要があると考えられる。

3. 波状摩耗発生区間におけるレール削正作業 波状摩耗発生区間を列車が通過するとき、車両の内外で騒音が発生する。騒音は、車輪が波状摩耗の上を走行するときが発生し、車内では騒音の他に乗り心地にも影響する。そこで、大分保線区では波状摩耗を除去するために、一頭式レール削正機および六頭式レール削正機を用いてレール削正作業を試みた。それらを比較したものを表2に示す。また、削正前後の車内の騒音測定結果を表3に示す。

表2 一頭式レール削正機による作業と六頭式レール削正機による作業との比較

	施工方法	オンレール方法	作業延長	作業環境	仕上がり
一頭式	人力による施工	人力による。 現場近くでオンレール	25m/4h (60Pass)	作業騒音有り 粉塵多い	完全に除去する事ができない。
六頭式	機械による施工 (自走式)	20tクレーン使用（基地線 現場までモーターカー回送	220m/4h (10Pass)	低騒音 ダクトが有るため 粉塵が少ない	完全に除去できる。

この表より、波状摩耗除去対策として、対象となった区間の波状摩耗の凹凸の波長および波高を効果的に削正するためには、機械施工である六頭式レール削正機を用いた方が有利であることがわかる。

4. おわりに

波状摩耗発生箇所における列車速度、曲線半径、カント量、構造物等について検討を行った結果、波状摩耗は、曲線半径600m以下の急曲線部の内軌側レール、PCまくらぎ敷設区間、列車の曲線通過速度が速く、通過トン数が多い区間、現場カント量が大きい区間に多く発生する傾向があることがわかった。また、波状摩耗除去作業としては、機械施工を行う方が効果的であると考えられる。今後は、波状摩耗発生メカニズムを車輪とレールの接触を考慮しながら、凹凸の波長を決定するメカニズム、凹凸を形成するメカニズム等を追求することが重要であると考えている。

<参考文献>

- 長戸、松尾：レール波状摩耗の特徴・原因及び対策－Grassie博士の講演概要－，日本鉄道施設協会誌，1994. 6
伊達、時増、松本、渡辺：波状摩耗発生区間における騒音対策，日本機械学会第3回交通・物流大会講演論文集（鉄道シンポジウム編），1994. 12

表3 車内騒音測定結果の比較

	一頭式		六頭式	
	削正前	削正後	削正前	削正後
485系	80dB	78dB	78dB	72dB
787系	74dB	70dB	74dB	68dB