

IV-266

レール予防削正に関する実験的研究

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 石田 誠

正会員 阿部則次

1. はじめに

新幹線および在来線において、図1に示すようなレールシェリング（以下、シェリング）が発生し、多大な保守コストが必要とされている。シェリングの発生を抑制する対策としては、レール頭頂面の予防削正が最も効果的であり、多くの鉄道会社において実施されつつある。しかし、最適な削正周期および一回の削正量については、必ずしも明らかではない。そこで、試験機を用いて予防削正の効果を確かめる試験を実施した。ここでは、試験条件として削正周期を繰り返し数 3×10^6 回（通過トン数 5×10^7 トン）として、一回の削正量とシェリングが発生するまでの繰り返し数の関係を少標本データに適用可能な重み付きプロビット法を用いて解析した結果を報告する。

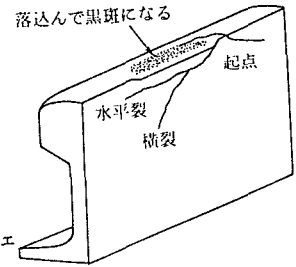


図1 シェリング模式図

2. 削正試験¹⁾

(1) 荷重条件

レール・車輪高速接触疲労試験装置を用いて、これまでに得られた知見と再現試験結果を踏まえ、水潤滑、試験速度200km/hを標準に、荷重条件を2通り（条件A：輪重85kN相当、条件B：輪重127kN相当）とし、接線力をトルク制御して合計11個のレール試験片について削正試験を行った。レールおよび車輪試験片の接触部を図2に、荷重条件を表1に示す。

(2) 削正方法

試験に用いた試験片は、再現試験と同様にレールと車輪の実物と同じ材質である。ただし、試験片の製作において、レールが圧延で製造されるのに対して、レール試験片は鍛造・旋削で製作された点が異なっている。削正方法は、図3に示す回転式カップ型グラインダーを用いて、再現試験結果を踏まえた多角形とレールの新品断面のR600と同じ曲率半径の2形状とした。

(3) 試験結果

試験結果を表2に示す。再現試験の経験から、試験時の荷重変動に代表される動的環境について、削正試験においては削正により真円度が改善され、荷重変動が小さくなるので、最初の2試験片以外は荷重変動を考慮して約1.5倍とした。また、削正試験における試験片接触部の力学的条件は、試験片に発生したシェリングが再現試験のものと同様であると認められること等から、実際のレール／車輪のものとほぼ同様と考えられる。

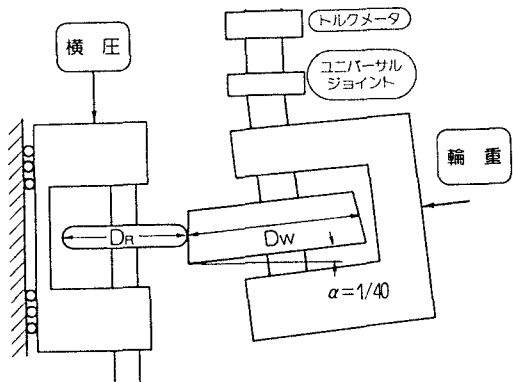


図2 試験片接触部

表1 荷重条件

条件	平均輪重 (kN)	最大ヘルツ 接触圧(Mpa)	平均トルク (N・m)	平均接線力 (kN)	潤滑条件
A	15.52	940	28.2	0.114	水潤滑
B	22.70	1081	45.0	0.130	//

3. 削正効果

削正効果を検討するために、シェリングが発生するまでの繰り返し数に対する一回の平均削正量の時間強

度分布を正規分布と仮定して、少標本疲労データに適用可能な重み付きプロビット法²⁾により、試験結果の解析を行った。また、50%時間強度の推定誤差を利用して、疲労試験の途中打ち切りデータも考慮する方法も提案されているので、これを取り入れて解析を行った。解析結果を表2および図4に示す。解析においては時間強度分布の変動係数を0.02として、50%時間強度を推定した。なお、推定値を利用して変動係数を求め直し、既知とした変動係数の妥当性を検証する必要がある。また、その際に多重中途打ち切り順序統計の概念により、中途打ち切りデータを含めて観測値から分布の母数が推定できる。ただし、本研究における試験結果は、S-N曲線より本質的にバラツキが大きいことが考えられ、妥当性を検証するまでには至らなかった。しかしながら、大まかな仮定に基づいて求めた図4の50%時間強度（平均値）の回帰直線は、シェリング発生に対する 3×10^6 回ごとの削正量を検討するためには重要な

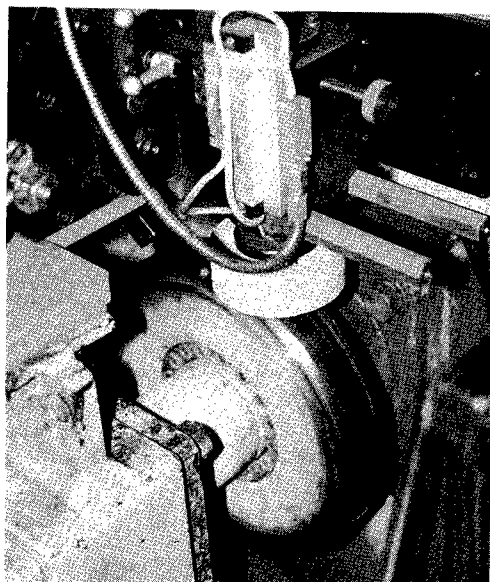


図3 削正作業

成果であると考えられる。ちなみに、この図から、繰返し数 3×10^6 回（通過トン約 5×10^7 トン）ごとに平均で0.1mm程度削正した場合、シェリングが発生するのが繰返し数 4.8×10^7 回（累積通過トン 8×10^8 トン）程度になることがわかる。

4. 結 論

削正試験により、大まかな仮定の下ではあるが一回の削正量とシェリングが発生するまでの繰返し数の関係が求められた。今後は、データを増やして推定精度を上げるとともに、理論的な検討により、試験機における成果を実際の場合への適用を検討することが重要であると考えられる。

文献1) 阿部則次ほか:削正によるレールシェリング抑制効果, 第49回土講講演概要集第4部(1994)536

2) 西島 敏:少標本疲労データの統計解析, 日本機械学会論文集A編, 46, 412(1980)1303

表2 削正試験結果およびプロビット法による解析値

レール試験片 No.	荷重条件	初期削正 (10 ⁶ 回)	削正周期 (10 ⁶ 回)	削正形状	平均削正量 (mm)	き裂発生繰返し数 (10 ⁶ 回)	削正量の解析値 (mm)
31	A	1.8	3.0	多角形	0.1	20.0 以上	0.0595
32	A	3.0	〃	〃	0.1	26.5 以上	0.0595
41	B	〃	〃	R600	0.104	33.0	0.0872
42	〃	〃	〃	〃	0.050	9.0	0.0483
43	〃	〃	〃	〃	0.050	9.0	0.0483
44	〃	〃	〃	〃	0.045	9.0	0.0483
45	〃	〃	〃	〃	0.131	36.0 以上	0.1024
46	〃	〃	〃	〃	0.095	45.0 以上	0.1024
47	〃	〃	〃	〃	0.047	12.0	0.481
49	〃	〃	〃	〃	0.094	33.0	0.872
50	〃	〃	〃	〃	0.062	16.4	0.052

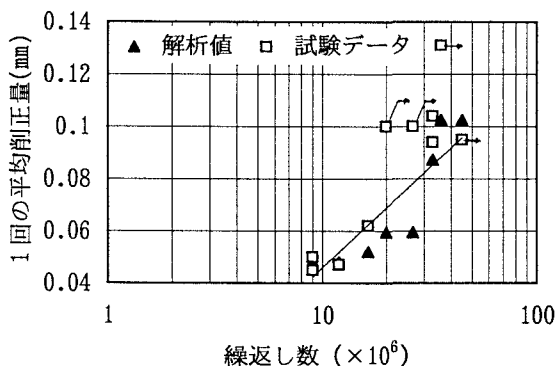


図4 シェリング削正効果