

レール中きしみ割れの発生状況調査

鉄道総研 正会員 ○辻江 正裕
 鉄道総研 非会員 兼松 義一
 JR 九州 正会員 猿木 雄三

1. 背景・目的

曲線外軌のゲージコーナ部において、きしみ割れが発生することは広く知られている。一方、一部の曲線内軌において、レール頭頂面に中きしみ割れ（以下、「中きしみ」とする）の発生が確認されている。外軌に発生するきしみ割れについては広く知られているものの、内軌に発生する中きしみについては、あまり知見がない。そこで本稿では、内軌頭頂面に発生する中きしみについて、発生状況調査した結果を報告する。

2. 調査概要

現地調査は、年間通過トン数が600万トンの在来線区において、曲線内軌の頭頂面に中きしみが顕著に発生している2曲線（50N，普通レール敷設区間）について実

表1 調査箇所の軌道諸元

調査箇所	曲線半径	縦断勾配	カント	スラック	製造年	累積通過トン数
1	600m	下り(13.7%)	75mm	0mm	1976年	約234万トン
2	400m	上り(15.2%)	100mm	5mm	1978年	約222万トン

施した。調査箇所の軌道諸元を表1に示す。なお、いずれの箇所においても、円曲線内のみで調査した。調査項目として、外観観察、レール頭頂面凹凸測定、超音波探傷を実施した。

3. 中きしみ割れ外観観察

調査箇所における中きしみの外観の一例を図1ならびに図2に示す。

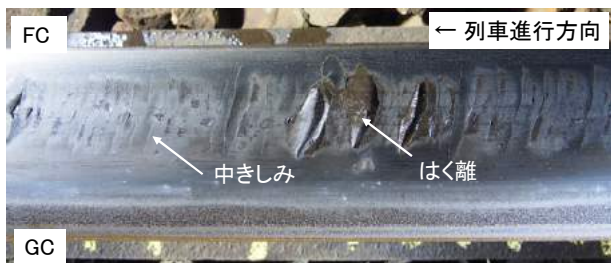


図1 中きしみ外観（調査箇所1）



図2 中きしみ外観（調査箇所2）

このように調査箇所において観察された中きしみは、図1に示すように頭頂面に幅広い領域でき裂開口部が確認され、はく離を伴っているものや、図2に示すように頭頂面の限られた領域のみにわずかにき裂が発生しているものが確認された。これらのき裂は開口部が数mm間隔でレール頭頂面に発生していた。また、いずれの調査箇所においても、中きしみは長手方向に数cmから数十cmの長さで断続的に発生していた。

上述の中きしみの表面を長手方向に指でなぞって触診すると、列車進行方向では滑らかであるのに対し、逆方向では指が引っかかるような感触であった。したがって、これらの箇所では中きしみの発生により、レール頭頂面が鱗状となっていることが伺える。

4. レール頭頂面凹凸測定

調査箇所において、レール頭頂面に凹凸の変化が外観により確認できたことから、波状摩耗の発生を調査するため、レール頭頂面の凹凸形状測定を行った。なお、各測定箇所におけるレール断面方向の測定位置については、照り面上において車輪がもっとも接触していると思われる2, 3箇所で行った。また測定器のプロブを損傷させないために、はく離が顕著であった調査箇所1においては、図1の外観観察位置から1m程離れたはく離を伴わない中きしみ発生箇所で行った。これらの結果をそれぞれ図3ならびに図4に示す。凡例は測定位置を示し、例えば「GC2」は軸心位置からGC側に2mmの位置での測定結果である。

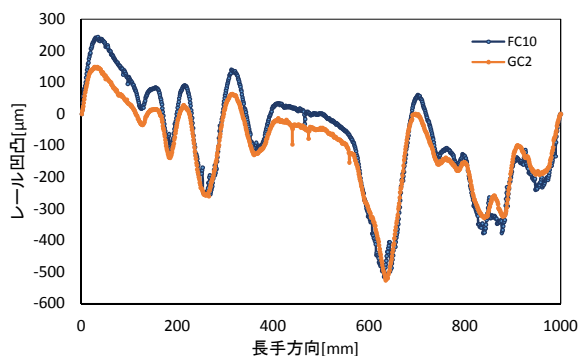


図3 レール凹凸測定結果(調査箇所1)

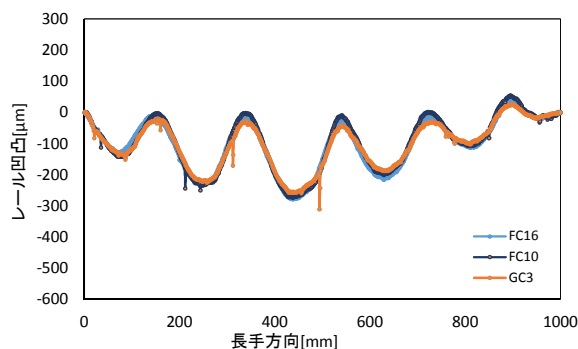


図4 レール凹凸測定結果(調査箇所2)

図3に示す調査箇所1においては、最大0.6mm程度の凹凸が確認できる。しかしその形態は周期的ではないことから、中きしみ発生箇所においては必ずしも波状摩耗が形成されるわけではないことが明らかとなった。しかしレール頭頂面凹凸が顕著になっていることから、当該レールを通過する車両の輪重変動が励振され、レールに著大な接触荷重がもたらされたものと考えられる。

一方、図4に示す調査箇所2においては、波長が約180mm、振幅が約0.07～0.15mmの波状摩耗が形成されていることが確認できる。レール断面方向に複数箇所測定を行っているが、いずれも同様の傾向であった。

5. 超音波探傷

調査箇所において、レール頭頂面の中きしみを起点としたき裂の進展状況を把握するため、超音波探傷（垂直探傷ならびに横裂測定）を行った。

レール頭頂面において垂直探傷した結果、底面エコーが出現しない箇所が多数見受けられた。これは中きしみを起点としたき裂が連続発生することで超音波が遮られ、レール底部まで達していないためと考えられる。このような箇所では頭頂面から深さ約4mmの箇所に傷エコーが確認されたことから、き裂が深さ4mm程度まで進展していると考えられる。しかし中きしみの発生間隔が短い箇所においては、レール内部でき裂が多層になっている可能性も考えられるため、探傷画面で表示される傷エコーの位置よりもさらに深い箇所まで進展している恐れもある。

垂直探傷により底面エコーが確認できなかった箇所について、横裂測定器を用いて横裂測定を実施した。しかしいずれの箇所においても、深さ10mm以上の横裂の発生は確認できなかった。またはく離が顕著な箇所についても実施したが、こちらにおいても深さ10mm以上の横裂の発生は確認できなかった。

6. 車輪／レール接触状態の推定

中きしみ発生箇所での損傷形態の特徴から、内軌頭頂面において、進行方向に塑性変形していることを確認した。曲線通過時、車輪／レール間には図5のような力が作用することから、台車後軸の内軌側の車輪において発生した縦クリープが著大となり、その反力として当該区間内軌のレール頭頂面において列車進行方向に塑性変形がもたらされた可能性が示唆される。

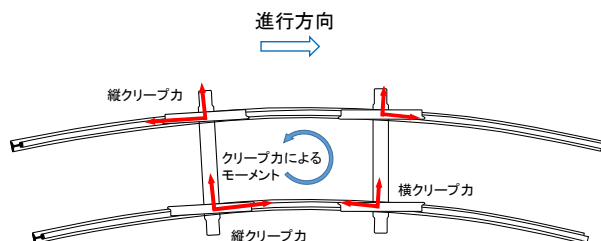


図5 車輪／レール間のクリープ力

7. まとめ

本研究では、曲線内軌に発生する中きしみの発生状況を把握するために現地調査を実施した。今後、当該レールについて材料分析を行い、き裂進展状況を調査するとともに発生要因の検討を行う予定である。

キーワード 中きしみ割れ、レール損傷、車輪／レール、転がり接触、接線力

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2丁目8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7291