# レール腹部水平裂の発生要因とそのき裂進展に関する検討

鉄道総合技術研究所	正会員	細田	充
鉄道総合技術研究所	正会員	片岡	宏夫
鉄道総合技術研究所	正会員	弟子丸	,将

# 1.目的

営業線で腹部水平裂が発生する事象が報告されて いる(図1)。腹部水平裂が進展することにより、レ ール破断が生じる可能性があり、鉄道の安全安定輸送 を行う上で障害となる。そこで、レール腹部水平裂の 発生と進展の要因の究明を目的として、腹部応力を把 握するための現地試験および静的解析を行った。さら に、傷の進展の検討のためレール腹部水平裂を有する 発生レールに対し、繰返し鉛直載荷試験を行った。

# 2. 現地試験

腹部水平裂が発生した現場において応力を把握す るため現地試験を行った。現場は在来線のトンネル内 スラブ軌道の直線区間で、レール種別は 50kgN、レー ル締結装置は直結8型である。図2に腹部応力の測点 配置を示す。S<sub>1</sub>~S<sub>6</sub>において軌間内外のレール腹部中 立軸位置の鉛直応力を測定し、S<sub>3</sub>の位置では輪重も 測定した。

図3に列車走行時の測定波形の例を示す。図4に、 列車走行時に各車輪が通過する際の極小値を集計し、 その最小値と平均値を測定位置ごとに整理したもの を示す。なお、ここでは機関車が走行した際のデータ のみを掲載した。図3および図4から、軌間内側より 軌間外側の方が圧縮応力が大きい。車輪がレール中心 を走行した場合、軌間内外の圧縮応力は等しくなるが、 レール頭頂面を観察したところ、車輪の走行跡がレー ル中心から軌間外側に寄る傾向があった。輪重の加わ る位置が偏心していたことにより、軌間外側の腹部に 曲げによる圧縮の鉛直応力が大きく生じたと考えら れる。また、 $S_5$ は締結装置直上であり、応力が若干 大きくなっていた。

# 3.静的線形解析

50kgN レールを軌道パッド(60kN/mm)を介して 離散支持した片側軌きょうモデルを用いた静的線形 解析を行い、腹部に発生する応力を検討した。レール

キーワード	レール腹音	邓平裂、	き裂、	有限要素法
連絡先	〒185-8540	東京都国会	分寺市光	町2丁目8-38



図1 レール腹部水平裂の傷の発生状況



(財)鉄道総合技術研究所 軌道構造 TEL042-573-7275

長は 15m とした。解析は 2 通り行い、図 5 のよう に、レール頭頂面の中心と断面方向へ両側 20mm の位置に荷重を作用させた解析(以下、「解析 1 」 という。)と、荷重位置を断面方向は頭頂面の中心 として、レール長さ方向に載荷位置を変えて作用 させた解析(以下、「解析 2 」という。)を行った。 輪重は現地試験を参考に 75kN とした。応力観測位 置は図 5 に示す通りとした。

図6に、レール腹部の中立軸と中立軸から高さ が+30~-30mm の範囲の解析1で得られる鉛直応 力を示す。荷重の作用位置が応力観測側となって いる方が、腹部の鉛直応力が圧縮側に大きく生じ ている。これは、上記の現地試験における、車輪 からの偏心荷重により生じる曲げ応力の発生傾向 と一致している。また、レール中心に荷重が作用 した場合には、軌間内外の腹部で同等な鉛直応力 を発生することを確認した。輪重が中心より偏心 して作用している場合に中立軸より高い位置の圧 縮応力が大きくなり、高さ 30mm では中立軸での 値より8割程大きい値となった。図7に解析2の 鉛直応力、せん断応力の結果を示す。応力観測位 置の高さによってせん断応力が変化しないことが わかる。

# 4. 室内試験

腹部水平裂発生レールに対し、き裂の進展を検 討するため、き裂先端近傍に現地測定で観測した 最大変動応力(70N/mm<sup>2</sup>)が発生する荷重条件を設 定し、繰返し鉛直載荷試験を実施した。図8に試 験方法を示す。試験の結果 200 万回繰り返し載荷 に対し、き裂の進展はみられなかった。この要因 としては荷重条件が過小であること、せん断応力 の影響、き裂が停留していることが考えられ、試 験方法の検討を行う必要があると考えられる。

#### 5.まとめ

腹部水平裂の発生・進展の要因の究明を目的と して発生応力の検討を行った。今後は、さらに得 られるデータを参考に、き裂の進展、発生応力に ついて検討を進める計画である。

# 参考文献

 1) 大塚、森、渡部、片岡:レール腹部水平裂の発 生原因に関する一考察、土木学会第62回年次 学術講演会概要集、2007年9月





