

ゲージコーナき裂の新たな評価手法に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 吉武 昌俊

1. はじめに

安全安定輸送の観点から、レールに発生する傷は発生箇所を確実に把握し、損傷に至る前にレールを交換する必要がある。しかしながら、近年曲線区間においてゲージコーナき裂と呼ばれる傷が発生し、交換する前に損傷に至る事象が発生している。現行、レールに発生する傷はレール探傷車等の超音波探傷および人の目により検出しているが、過去 8 年間に発生したゲージコーナき裂を起因とした 7 件のレール損傷の内 4 件は直近の検査において未検出であり、その把握に苦慮している。そこで本研究ではこのゲージコーナき裂の新たな評価手法について検討した。

2. ゲージコーナき裂の特徴

ゲージコーナ部に発生する主な傷はきしみ割れとゲージコーナき裂に分類される(図 1)。両者はゲージコーナ部の類似箇所が発生するが、その特徴は異なる。きしみ割れは損傷に至る危険性が低いと言われているのに対し、ゲージコーナき裂は損傷の危険性が高く、損傷に至るまでの速度も早いと言われている。

また、曲線区間中に連続して発生している箇所では、レール探傷車で連続した傷として検出され、きしみ割れや他の傷と重なって進展する特性から、評価に苦慮している。さらに頭頂面中央よりゲージコーナ側から進展するため、レール探傷車等では傷を検出しづらい。

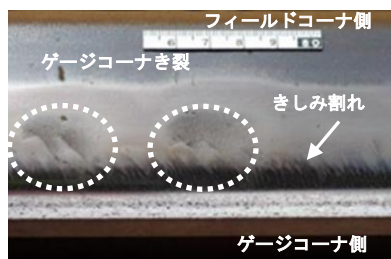


図 1 ゲージコーナ部の傷



図 2 輝度

3. 新たな検出方法の検討

ゲージコーナき裂は、山形のき裂形成や、水平裂の影響による照り面の变化、黒斑の発生等の特徴的な外観を示す。そこで本研究では、これらの外観をレール探傷車より取得した画像の輝度により検出できないか検討した。輝度とは物体表面の単位面積あたりの明るさを示す指標であり、図 2 に示すとおり 0 に近づくほど黒く、255 に近づくほど白く現される。この輝度を探傷車にて取得されるグレースケール画像に適用し、0~255 の 256 段階の数値に分類した。

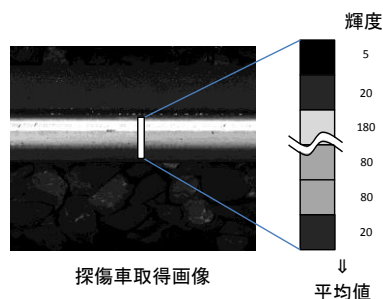


図 3 波形データ抽出イメージ

4. 検証結果

検証は、傷のないレール、きしみ割れ、ゲージコーナき裂、それぞれ延長 100mm のデータを 25 データ、計 75 データに対して行った。評価は、図 3 に示すとおり、断面方向に対する輝度の平均値を算出し、それらのレール長手方向 100mm 間の各数値を波形で表現して検証した。

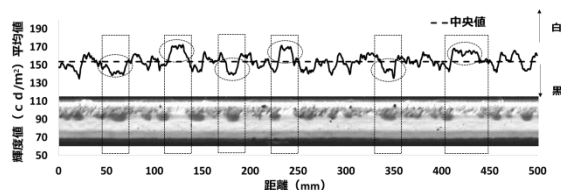


図 4 波形と画像比較

キーワード ゲージコーナ、ゲージコーナき裂、レール探傷

連絡先 〒330-9555 埼玉県さいたま市大宮区錦町 434 番地 4

4. 1. 画像と波形の比較

図 4 にレール頭頂面画像と波形の比較を示す。波形からレール頭頂面の状態を表現しており、黒い部分では中央値線より下側に、白い部分では中央値線より上側に波形が現れている。この傾向は、他の検証レールにおいても同様であった。

4. 2. 波形の比較

次に、それぞれのデータを波形毎に分析を行った。傷のないレールでは振幅が小さな値となった(図 5-1)。きしみ割れ箇所では、比較的振幅は小さく中央値線付近で推移しており、一定間隔で発生している(図 5-2)。ゲージコーナキ裂箇所では、振幅が大きく不定期に発生している(図 5-3)。100mm 間のバラつき(100mm 間のデータを長手方向に標準偏差を取り求めた値)はデータ平均においてそれぞれ、傷なし箇所 0.73、きしみ割れ箇所 1.82、ゲージコーナキ裂箇所 4.11 であり、ゲージコーナキ裂箇所では、バラつきがより大きくなることがわかる。

さらにきしみ割れとゲージコーナキ裂とを波長の観点から比較した。波長の比較を行うにあたっては、原波形を移動平均処理による平滑化処理を行った。その結果、きしみ割れ箇所では波長は平均 7.14mm(図 6-1)、ゲージコーナキ裂箇所では波長は平均 21.3mm となり(図 6-2)、ゲージコーナキ裂箇所ではきしみ割れよりも長い波長を呈することがわかった。

5. 考察

今回の研究結果から、ゲージコーナキ裂は、輝度の波形から振幅のバラつきが大きく、かつ波長の長い箇所において発生の可能性があることがわかった(表 1)。閾値については今後サンプル数を増やし検討する。

6. まとめ及び今後の課題

今回の検証結果から、レール頭頂面画像を輝度で評価した波形の、振幅および波長によりゲージコーナキ裂を検出できる見通しを得た。また、今回のデータからは、ゲージコーナキ裂発生箇所においては振幅が大きく、波長が長くなる傾向が見られた。

今後、傷管理の補完として活用できるようにするためにはさらにサンプル数を増やして検証を行い、交換・処置の閾値設定を検討する必要がある。

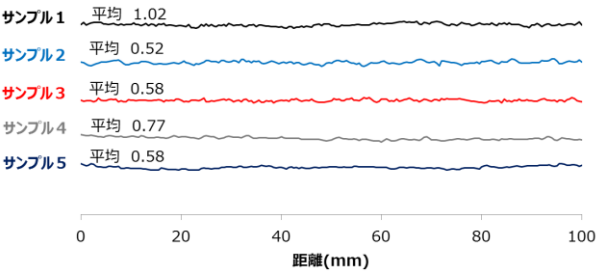


図 5-1 傷なしレールの輝度波形(振幅)

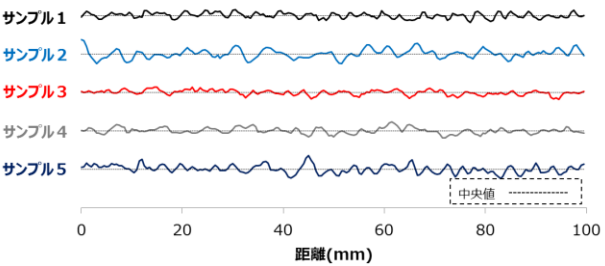


図 5-2 きしみ割れの輝度波形(振幅)

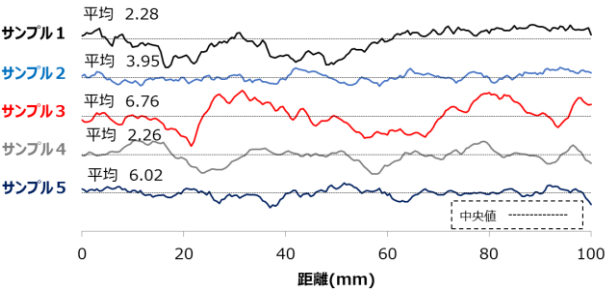


図 5-3 ゲージコーナキ裂の輝度波形(振幅)

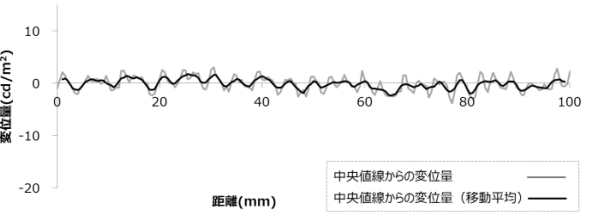


図 6-1 きしみ割れの輝度波形(波長)

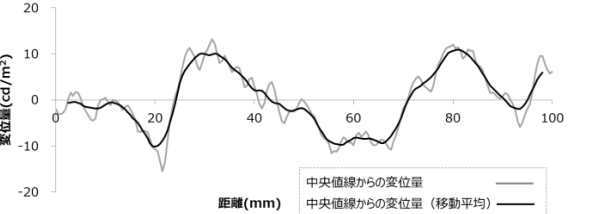


図 6-2 ゲージコーナキ裂の輝度波形(波長)

表 1 検証結果まとめ

項目	振幅(cd/m ²) ばらつき平均	波長平均 (mm)
傷なし	0.73	—
きしみ割れ	1.82	7.14
ゲージコーナキ裂	4.11	21.30

参考文献 1) 兼松義一、近年の曲線外軌の損傷事例と新型熱処理レール、新線路、2016.7