

## 画像処理による継目ボルト脱落状態監視の一考察

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○蒔田 美昌  
 東海旅客鉄道(株) 正会員 速水 政彦  
 東海旅客鉄道(株) 島林 勉

## 1. まえがき

現在、レール継目部状態監視は巡回時、係員の目視によって行われている。この作業の効率化を図るため、機械的に継目部の状態を監視し、画像処理を行う事により継目ボルトの脱落を検知させる事を目的とした。本稿では、開発課題となった継目位置検出率の向上と継目画像の処理方法の構築について、説明を行う。

## 2. システムの概要

台車下に照明をレール上方にカメラを側面の継目ボルトを撮影できる位置に設置し、電磁式レール変位センサーにより継目を検出させ、撮影タイミングを取り継目位置の画像を取込む。その後、撮影画像に対し画像処理を行い、継目ボルト脱落の判定を行う。(図-1)

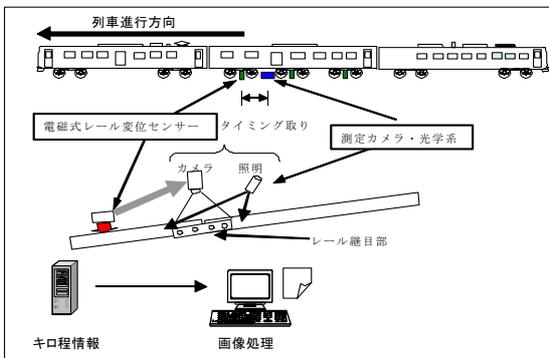


図-1 システム概要

## 3. 継目位置の検出率向上について

本開発では、継目位置の検出後に撮影タイミングを取って画像を取り込むことから、正確な継目位置の検出が求められる。そこで、画像処理方式の検討に入る前に継目位置検出率の向上について検討を行った。

電磁式レール変位センサー(図-2)の原理は、センサー内部に配置された2個のコイルに供給された信号により発生する磁界がレール表面に渦電流を発生させ、新たな磁界となりコイルに電流が流れる。このコ

イルのインピーダンス変化を測定する事でレール変位を測定する。この特性を活かして継目検出を行った。

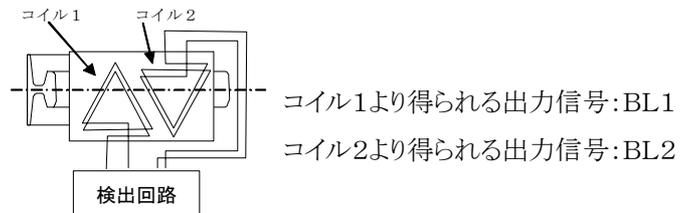


図-2 電磁式レール変位センサー説明図

## 4. 電磁式レール変位センサーの出力信号について

レール継目部の遊間によって出力信号の変位が(図-3)の通りに表れる。

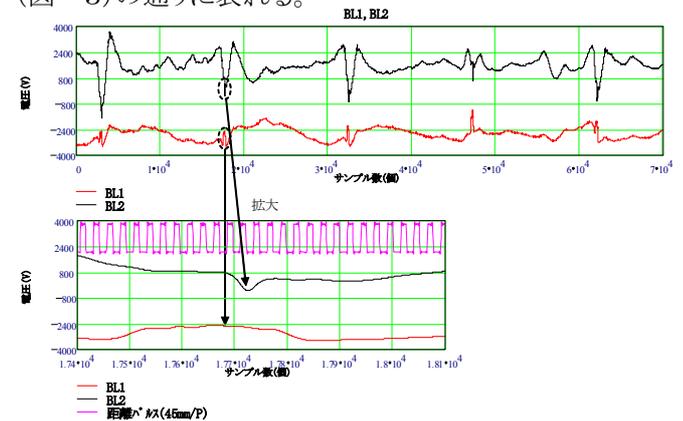


図-3 BL1・2の波長

BL1は約600mm、BL2は約45mmの波長であるが、波長の長いBL1では、ピンポイントでの撮影タイミングが取りづらく、波長の短いBL2ではタイミングは取りやすいものの、台車の寄り、旋回の影響により波長が長くなる場合がある。そこでBL1とBL2の遊間部での波長成分を取り出すため、それぞれの波長の和と差を取り出し比較を行った。

その結果、BL2の短い波長成分が顕著に検出できた差の信号(図-4)を採用し、更にタイミングの取りやすい波長成分のみを取り出すため、移動平均処理を行った。(式-1)

レール継目位置検出信号＝

$$(BL1 - BL2) - \text{移動平均}(BL1 - BL2) \dots (\text{式-1})$$

キーワード:レール継目部状態監視、電磁式レール変位センサー、2値化

連絡先:〒453-8520 愛知県名古屋市中村区名駅1-3-4 東海旅客鉄道(株) 工務部 保線課

TEL 052-564-2383 FAX 052-564-2604

更に(式-1)で求めるデータからスライスレベル(閾値)を取るにより誤検知を防ぎ、継目検出パルスを生成(図-4)し、ピンポイントで撮影タイミングを算出した。

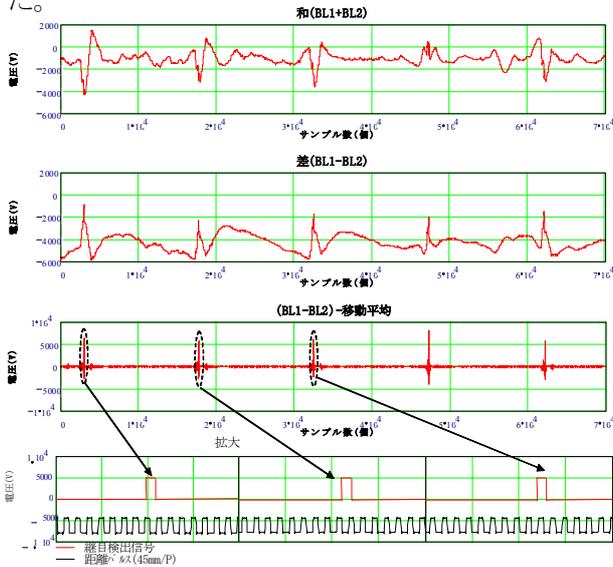


図-4 電磁式変異センサー出力信号

5. 撮影方式詳細

継目画像撮影装置は継目板撮影カメラと照明からなる。重要となるポイントは照射角φで、継目板上フランジの影がボルト穴に対し重なる角度とすることである。その為照射角について検討を行った。

検討を行った結果、カメラは台車下側に継目板に対してφ20~40°(軌道角からの仰角)のレール内側から撮影を行う。照明はφ50~70°で継目板側面を照らす。(図-6)

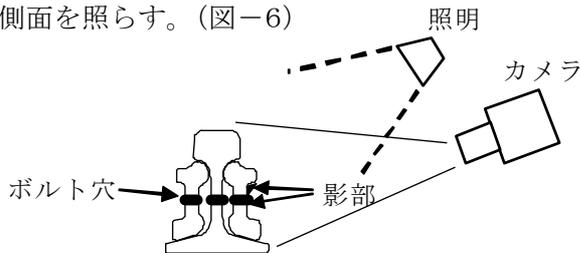


図-6 継目撮影状況

上フランジの影が、ボルト穴の影と連続し、黒くなった画像(図-6)を静止画で得る事である。この静止画を2値化処理する事で継目板ボルトの脱落の有無を判定する。

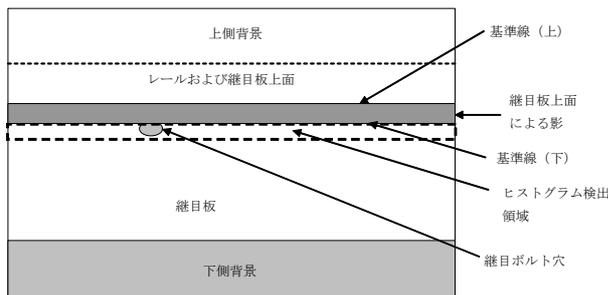


図-7 2値化処理画像

6. 画像処理詳細

継目板フランジ・ボルト穴の影部を黒、それ以外の箇所を白として2値化処理を行うこととする。継目板フランジの影部は、ボルト穴を見つけ出す基準線として使用した。次に基準線から継目ボルトを含む領域にてヒストグラム(図-8)を算出し、ヒストグラムの最も暗い谷の明るさを閾値とし、2値化処理を行う。(図-7)

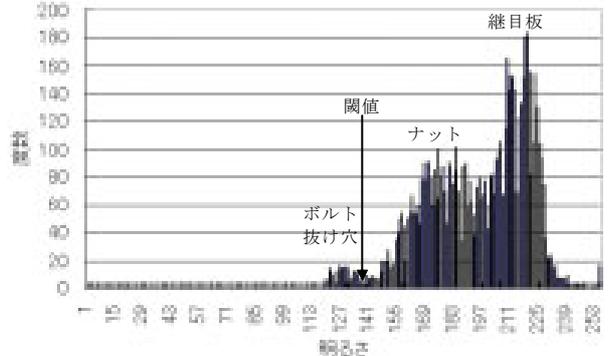


図-8 継目部のヒストグラム

2値化を行った画像に対しボルト穴検出処理を行う。まず、基準線から縦下方向に白画素をサーチする。この時、黒画素をカウントしていき、カウントをした黒画素が一定範囲であれば穴候補とし、黒・白画素境界の輪郭線抽出を行う。輪郭線の最下Y座標を算出し、その距離から基準線が一定範囲であれば、最下Y座標より6画素上の黒画素の幅を算出し、一定範囲であれば穴と判断し、継目ボルトの脱落とする。(図-9)

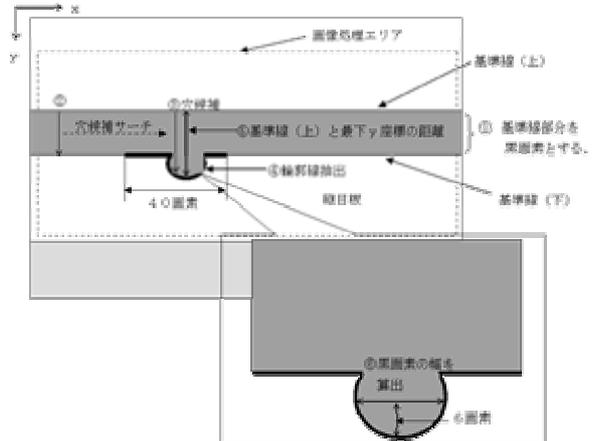


図-9 ボルト穴の検出処理

以上の処理方法を行うことで、ボルトの脱落判定を行うことが可能と考える。

7. あとがき

本開発では、システム化によって、継目ボルトの脱落検出・判定が十分可能なことを確認した。今後、実車での試験走行を行い、実用化に向け更なる精度向上を行う。