

IV-416

総合試験車で撮影した画像を利用して締結ボルト緩みを検出する

J R 東海 正会員 安達 修一

J R 東海 小川 浩司

1. はじめに

J R 東海在来線では、平成9年4月より軌道・電気総合試験車を導入した。総合試験車には幾つかの新しい技術が採用されている。本論文では、これらのうち画像処理技術を利用している「締結ボルト緩み測定システム」について報告する。

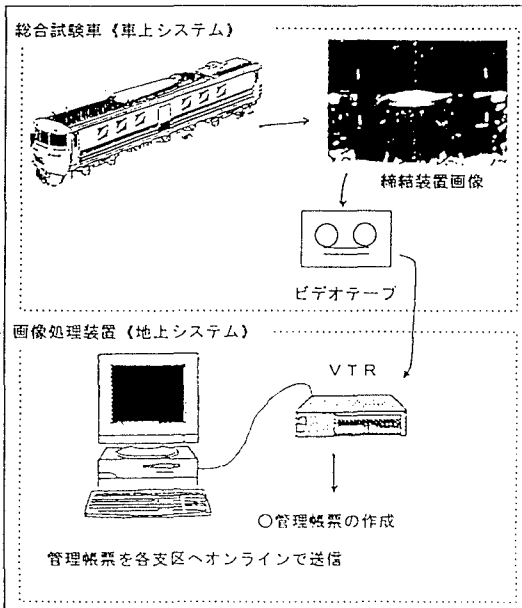
2. 締結ボルト緩み測定システムの全体構成

このシステムは画像をVTRに取り込む車上システムとその画像を処理する地上処理システムで構成している。（図1参照）

車上には締結装置の真上にカメラを設けている。このカメラから締結装置に取り付けられたボルトキャップの状態を録画する。

これを地上の画像処理装置で処理を行い、締結装置の緩み状態を100mロットで集計出力する。この出力結果は管理帳票として各支区へオンラインで送信され、保守作業に活用されている。

図1：システムの全体構成



3. 締結ボルト緩み検出

締結ボルトの緩み状態は従来、人の目視により判断されていた。画像処理技術を用いても、締結ボルトの緩みを直接判断するのは困難なことであった。

そこで、締結ボルトに白い線のついた黒いボルトキャップをかぶせてその白い線を画像処理し、間接的に締結ボルトの回転角を測定する方式を採用した。

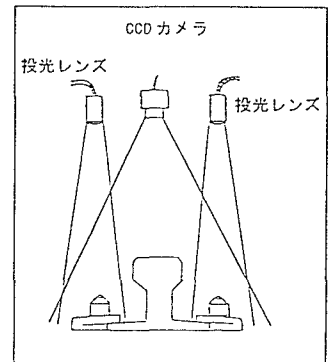
（1）検出方法

ボルトキャップの白い線の検出方法としては、ボルトキャップを投光レンズにて照射し上部に設けたCCDカメラにて撮影する方式とした。

また、太陽光の影響を少なくするためにカバーを取り付けているが、さらに影響を考慮して照明は内軌側と外軌側を分離し照明を調整できる方式とした。

（図2参照）

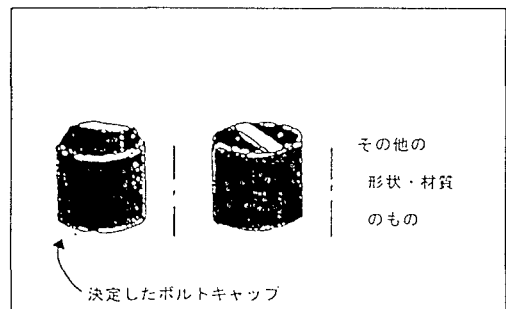
図2：検出方法



（2）ボルトキャップ

ボルトキャップは形状、材質の異なる物を比較検討し、耐久性に問題がなく最も検出精度の高い物に決定した。（図3参照）

図3：ボルトキャップの検討



4. 画像処理

画像処理はVTRを制御し1コマ毎に画像処理メモリへ取り込まれる。処理のフローは主に6段階に分けられる。

（1）処理枠決定

本処理において太陽光、レール頭面の光を消去するよう処理エリアを限定し画像処理枠を決定する方式とした。この処理枠の位置は前画面のボルトキャップの重心より算出している。カーブ区間等入力画像毎ボルトキャップ撮影位置が変化しても追従可能となっている。

（2）2値化

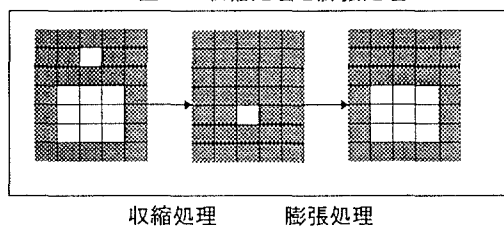
2値化処理によりボルトキャップ頭部の白い線を切り出す。この際使用されるしきい値は自動しきい値決定法とし、内軌側・外軌側別々に処理する方式とした。

自動しきい値のアルゴリズムはボルトキャップ周辺のヒストグラムより上昇変化・平坦・下降変化を行っている部分を抽出し平坦部（キャップ頭部の白エリア）の中央値輝度をしきい値としている。

（3）収縮膨張処理

これにより画像は2値化されたわけであるが、キャップより小さい白い画素が幾つか残る。まず白い部分を収縮させ、その後膨張させることでボルトキャップより小さい白い画素を除去することができる。（図4参照）

図4：収縮処理と膨張処理



（4）ラベリング処理

次に述べるボルトキャップ形状判定処理の準備として、白い画素の塊の各々の形状や相互の位

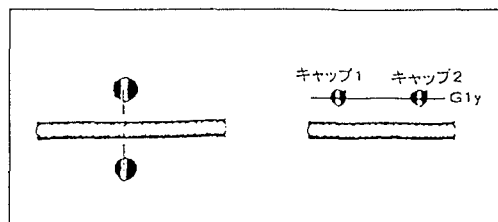
置関係を明確にする。

（5）形状判定処理

ボルトキャップ形状判定のために、ラベリング処理された部分の面積や、縦長さ、横長さを比較判定することにした。

さらに精度向上を目指して、検出されたボルトキャップの位置関係を判定処理に付加した。ボルトキャップは内軌・外軌上下に存在する事、検出されたボルトキャップと隣りのボルトキャップとの距離が既知であることを利用している。（図5参照）

図5：ボルトキャップの位置関係



（6）角度算出

以上の手法により検出されたボルトキャップ頭部の2値化画像に対し角度算出処理を行う。

（7）集計処理

以上の手法にて求めた角度より集計処理にて100mロットの連続緩みの有無・緩み数・緩み率を調査表に出力する。

5. おわりに

今回の画像処理技術の採用にあたって、解決すべき大きな課題が2つあった。カメラ自体が時速120 km/hで動くことと、撮影の対象が屋外にあって太陽光の影響を大きく受けることである。これらを解決できたのは大変有意義なことであった。

線路設備の検査は、人の判断に委ねられていた。今回、画像処理技術が数値による定量的検査を可能にすることが分かるとともに、新しい検査法としてその第一歩を踏み出したと言える。

キーワード：画像処理、レール締結装置

連絡先：〒453-8520 名古屋市中村区名駅一丁目3番4号 工務部保線課

TEL 052(564)2484 FAX052(564)2604