

# 自動車部品の探傷技術の開発

## 1. 目的

壺型自動車部品の傷および異物の有無を自動で判定することを目的とする。傷の大きさは幅 0.2mm 以上かつ長さ 5.0mm 以上のものが対象である。異物の大きさは直径 1.0mm 以上のものが対象である。検査領域は自動車部品の内面全域である。材質は金属であり、内面は冷間鍛造され、外面は旋削されたものである。首の内径は 15.8mm、胴の内径は 24.8mm、深さは 38.7mm である。形状的な制約から市販装置では検査できないため、独自の検査装置を開発した。

## 2. 方法

可視光を自動車部品内面に当て、反射光を内視鏡にてイメージセンサに結像させ、転送された画像から傷および異物の有無をパソコンで判定させる非接触の検査装置を開発した。

画像取得に用いた機器について説明する。光源は、(株) アイテックシステム製の緑色発光型ライティングボックス LLBC1A - NCW - EAG を用いた。金属光沢の影響を抑制するため、白色焼付塗装されたアクリル板とサンドブラスト処理されたアクリル棒を用いて、部品内面に様々な位置および角度から均一に光を与えた。アクリル板は底面画像取得用に、また、アクリル棒は側面画像取得用に用いた。内視鏡は、カールストルツ社製のボアスコープ 84384AF(直視タイプ、外径 3.8mm) と 84384DF(側視タイプ、外径 3.8mm) を用いた。直視タイプで部品の底面画像を取得し、側視タイプで側面画像を取得した。イメージセンサは、東芝テリー(株)製の白黒カメラ CSCX30BC3(画素数 1024×768、撮影面積 5.8×4.92mm) を用いた。

パソコンによる傷および異物の有無の判定方法について説明する。現在、側面の傷判定方法は検討できていないので、底面検査について説明する。判定処理は、前処理、符号付き距離画像作成、傷・異物判定の3つの段階に分けた。

前処理では、撮影した底面画像の位置合わせ、大きさの調整、濃度の調整をした。位置合わせと大きさの調整のために、自動車部品底面の内側の丸穴によるエッジと外側のR面によるエッジを利用した。この2つのエッジから抽出した点群に2つの円を近似し、位置と大きさを正規化した画像を作成した。ここで、円近似には、抽出された点群のノイズがコーシー分布であると仮定した最尤推定法を用いた。また、画像中の各画素の合計が各画像で等しくなる

ように、画素値を正規化した画像を作成した。

符号付き距離画像の作成に統計的な方法を用いた。複数の自動車部品から  $N$  枚の画像  $I_i$ ,  $i = 1, \dots, N$  を取得し、前処理した画像  $P_i$  を作成し、 $y$  行  $x$  列目画素の平均  $\mu_{x,y}$  と標準偏差  $\sigma_{x,y}$  を Tukey の Biweight 推定法を用いたロバストな方法で求めた。次に、検査対象の画像を前処理した画像  $T$  に対して、平均  $\mu$  と標準偏差  $\sigma$  を考慮した符号付き距離画像  $D$  を作成した：

$$D_{x,y} = (T_{x,y} - \mu_{x,y}) / \sigma_{x,y}.$$

異物判定は次のようにした。符号付き距離画像  $D$  の各画素の絶対値をとり、距離画像を作成した。手動で閾値を設定し、距離画像を2値化した。ラベリング処理の後、各ラベルの縦横の大きさから、異物かどうかの判定をした。

傷判定は次のようにした。符号付き距離画像  $D$  を  $9 \times 3$  の大きなマスクで微分し、手動で設定された閾値で2値化した。膨張処理、ラベリング処理の後、各ラベルを主成分分析し、第1主成分の大きさと第2主成分の大きさから、傷かどうかの判定をした。

## 3. 結果

図1左に原画像に対して前処理を施した画像を示す。図1右に4個の傷と1個の異物を検出した画像を示す。傷および異物の境界を黒色で、その内側を白色で示す。膨張処理を考慮して、傷の大きさの閾値は幅 0.32mm 以上かつ長さ 5.12mm 以上とした。異物の大きさの閾値は幅と長さが 1.0mm 以上とした。この例では傷および異物がうまく検出された。

問題点は、異物と同時にシミを検出してしまうことである。シミは良と判定したい。異物とシミに画素値の違いはほとんど無い。しかし、異物の境界ははっきりしているが、シミの境界ははっきりしないという違いがある。今後、この特徴を用いて異物とシミの区別をする予定である。

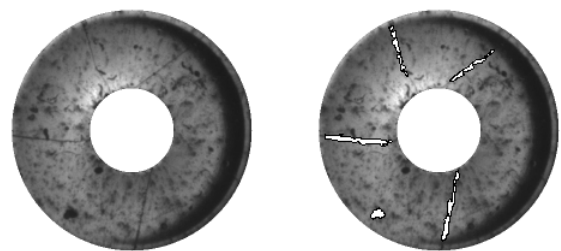


図1 傷および異物の検出結果