

オイルシールスプリング判別装置の開発*

南幅 留男** 多田 三郎** 坪井 建喜***

オイルシールスプリングの装着有無の検査を画像処理技術を用いて自動化することを目的に、CCDカメラ及びパソコン、画像処理ボードを用いてシステムを構成し、検査プログラムを作成して識別実験を行なった。良品と不良品の識別は2値化画像上に設定した上下2つのウィンドーの白画素数を用いることにより可能になった。さらに、1個の円ウィンドーと6個の長方形ウィンドーを用いることにより良品及び不良内容の識別が可能になった。

キーワード：画像処理、自動制御、オイルシール

Inspection System for the Set Position of Spring in Oil-Seal

MINAMIHABA Tomeo, TADA Saburo and TUBOI Kenki

In order to inspect the position of spring in the oil-seal, we developed binary image processing system. This system consists of a CCD camera, image processor and personal computer. By using the numbers of white pixel in the upper and lower half window on the image, we succeed the inspection of oil-seal. Further, by using the numbers of white pixel in each seven windows on the image, we can discriminate whether the position of spring is in correct or in three kinds of defective position

key words: image processing, automatic process controls, oil-seal

1 緒 言

自動車やモーターバイク等に多く用いられるオイルシールは、回転軸に適正な量の潤滑油を給油したり、また、排油の目的で用いられ、回転軸とオイルシールに間隙があると漏洩など適正な給排油が行われず。このため、オイルシール内部には軸を均等に締め付けて漏洩を防ぐ環状のスプリングが挿入されている。このスプリングが正常に挿入されないと機能上重大な欠陥となるため、オイルシールのスプリング装着検査は、従来から人手で一個一個行っている現状である。このため、機器による検査の自動化と検査速度の向上が求められている。

本研究では、オイルシールスプリングの装着検査を画像処理技術により自動化することを目的に、システム構成及び検査プログラムの開発を行い、2値化されたオイルシール入力画像の白画素数（以後単に画素数と呼ぶ）を用いて良品及び不良品の識別実験を行なった。良品の画像はスプリングが下部にしか写らないために、2値化画像の上下に2つのウィンドーを設定し、その画素数を用いて良品と不良品の識別が可能になった。さらに、不良品の「バネ切」

のスプリング像は挿入口部分にだけ写り、「半バネ」はそれ以外にも写る。このため、挿入口を含まない1個の円ウィンドーと挿入口を含む6個の長方形ウィンドーを設定し、これら7ウィンドーの画素数の関係から不良内容を識別する方法により実験を行った。その結果、良品の他、「バネ無」、「半バネ」、「バネ切」の3種類の不良内容の識別を可能とした。以下に結果の概要を報告する。

2 実験方法

2-1 オイルシール構造及び不良内容

オイルシールの一般的な構造は、図1に示すように、薄い円筒形であり、材質は硬質ゴムである。中央に軸穴があり、内部にポケットと呼ばれる溝にスプリングが水平に装着されている。このスプリング力でシールリップが軸を均等に締め付け、オイルの適正給排油を行う。

検査はポケットにスプリングが正常に装着されているかを観るものである。スプリングの装着不良には、スプリングが装着されない「バネ無」、スプリングが切断してポケットから外れている「バネ切」、一部がポケットから外れ

* 自動化のための画像処理の研究（3報）
** 電子機械部
*** 岩手アライ（株）

て上面に浮きでている「半パネ」の3種類ある。

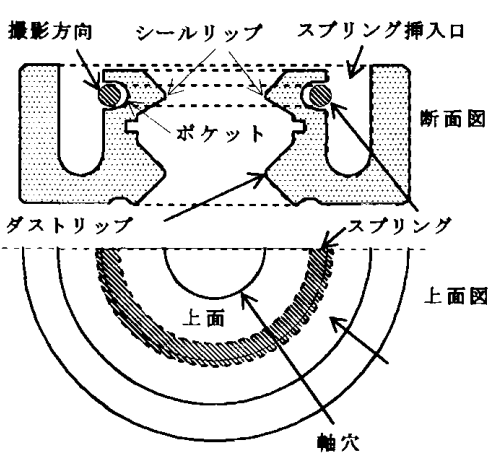


図1 オイルシールの構造

2-2 実験装置

オイルシールを真上から撮影すると、正常に装着されたスプリングは、上面の陰になり撮像されない。これを防ぐため撮像方向を60度とし、また、撮影距離は90cmとした。光源はリング照明を用い、照射角は光軸と同じ60度方向、照射距離は90cmとした。スプリング以外の反射光を抑えるため黒色紙上にサンプルを置き、周りを遮光した。図2に実験装置の構成をす。撮影方向は、「半パネ」がパネの浮いている位置、「パネ切」がパネ切断の位置、「良品」と「パネ無」は上面のマーク刻印位置を0度とし、サンプルを半時計方向に θ 度回転して設定した。図3に実験装置を用いて90度毎に4方向から撮影した「良品」及び3種類の不良品（「パネ無」「半パネ」「パネ切」）の入力画像を示す。図3では、良品と3種類の不良品との画像には差異があり、撮影方向によっても違いがある。以後の実験では、本装置を用い、画素計測プログラムと2つの識別プログラム作成してオイルシールの識別実験を行う。

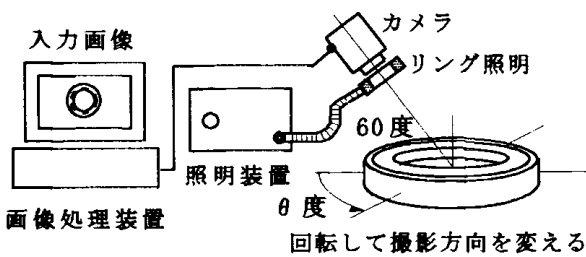


図2 実験装置

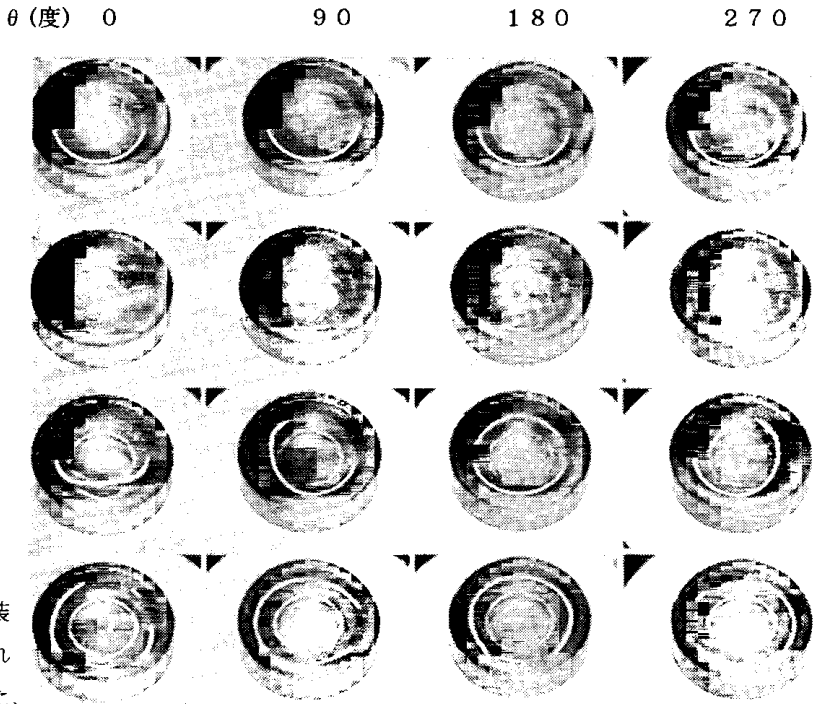


図3 オイルシールの入力画像 (1段目:良品、2段目:パネ無、3段目:半パネ、4段目:パネ切)

3 実験結果及び考察

3-1 スプリング部画素計測

図3において、良品と不良品の画像に差があり、また、方向によっても違いが生じる。本実験では、良品と不良品3種類の各々3個について画像入力し、2値化後、画素数を測定して撮影方向(θ)と画素数の関係を調べた。画素数計測は、①画像入力、②測定領域設定、③2値化、④画素数計測、の手順で行った。測定は一方向に当たり50回実行し平均値を求めた。方向は45度毎8方向とした。

結果を図4に示す。

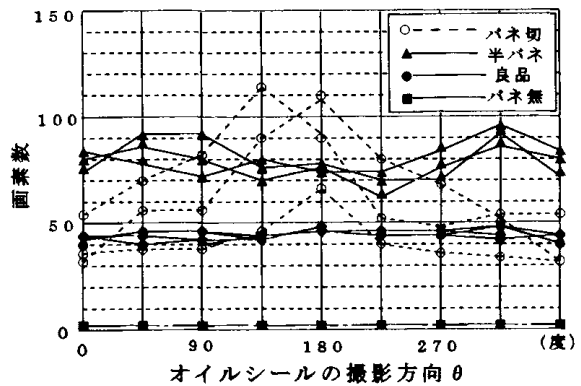


図4 オイルシールスプリングの画素数測定結果

この結果、「パネ切」は撮影方向により、また、サンプルによっても画素数が大きく変わり、「良品」及び「半パネ」と重なって識別が不可能である。

「パネ切」の画素数の周期的変化は、スプリングの切断方向に依存し、カメラの反対側 ($\theta = 180$) のとき最大画素数を示す。これは、スプリングがポケットから外れた部分とポケット内に残っている部分が同時に画像入力されるために高い画素数になる。「半パネ」もパネの浮いている位置に依存して周期的に変わるが、変動幅は「パネ切」よりも小さい。「良品」及び「パネ無」は変動幅が少なく、また、サンプル間の差も少ない。

以上のことから、「パネ切」及び「半パネ」は、方向依存性でサンプル間の差が大きいため、これらを考慮した識別方法が必要である。

3-2 2ウィンドーによる識別実験

スプリング部の画素数計測の結果、画素数の比較だけでは良品と不良品の識別が不可能であった。このため、良品の画像はスプリング部が下半分にしか写らない特徴を利用して識別が可能であるかを調べた。

これは、図5のように、入力画像を上下2つのウィンドーに区分して各々の画素数を計測し、上部の画素数をX軸に、下部の画素数をY軸にとって、2次元座標上で良品と不良品を識別する方法である。

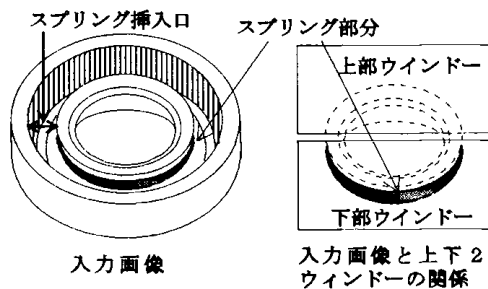


図5 入力画像と2ウィンドー設定

この処理手順は、①画像入力、②上部、下部のウィンドー設定、③2値化、④上部、下部の画素数計測、で行った。

用いたサンプルは各々3個で、何れも45毎に8方向から測定した。結果を図6に示す。図6から、「良品」はY軸上に、「パネ無」は原点に集中して、何れも識別は可能となる。しかし、不良品の「パネ切」と「半パネ」のプロット点が互いに僅かに重なって確実に識別はできない。

従って、この方法では、「良品」と不良品の「パネ無」の選別には利用可能であるが、不良品の「パネ切」と「半パネ」選別には利用できない。

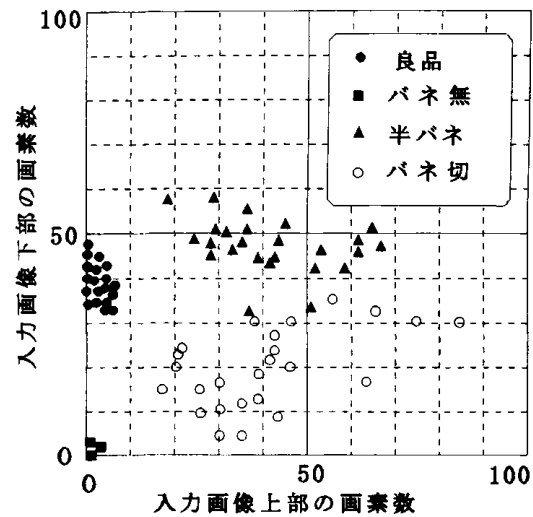


図6 オイルシール画像の2領域(上部、下部)の画素数測定結果

3-3 7ウィンドーによる識別実験

前3-2項の実験では、高速性を図るために良品の選別だけを行い、3種類の不良内容の識別は行わなかった。

しかし、品質管理上から不良内容の識別も求められているため、その識別方法について検討した。

この方法は、不良内容の識別情報として、図7に示したように、スプリングの挿入口を含まない1個の円ウィンドーWcirと挿入口を含む6個の長方形ウィンドー(Wu1~3, Wd1~3)の画素数を用い、これらの関係から良品と不良品の3種類の不良内容を分類するアルゴリズムとした。

円ウィンドーを用いたのは、図8に示したように、「半パネ」と「パネ切」ではスプリング画像の半径の違いにより生じる円ウィンドーWcir内の画素数の差を利用して両者を識別するためである。

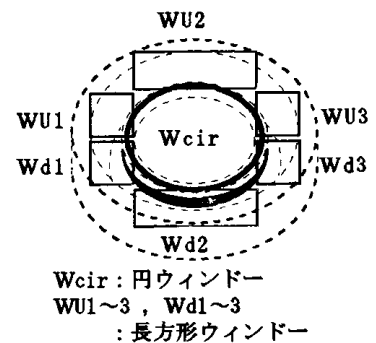
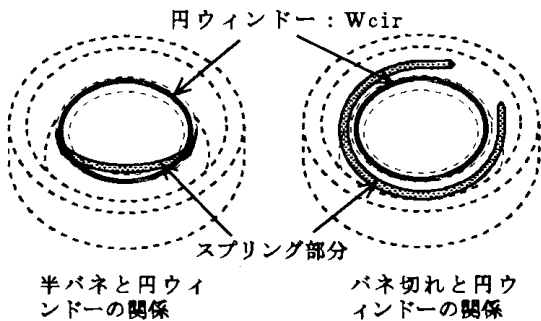


図7 7個のウィンドー設定

6個の長方形ウィンドーは、上部の3個(Wu1~3)と下部の3個(Wd1~3)の画素数から「良品」と「パネ無」を、3-2項の方法により識別するために用いる。さらに、円ウィンドーでは識別できない「半パネ」(パネの浮き方が浅い場合で、以後「浅い半パネ」と呼ぶ)を識別するためである。「浅い半パネ」のスプリング像は、パネの浮いている位置が画像の下方($\theta = 0$ 度)の場合にスプリング像が円ウィンドーから

外れ識別が不可能になるが、この場合は下部の隣接する3個の長方形ウィンドー (Wd1~3の3個または Wu1とWd1~2の3個または Wd2~3とWu3の3個の内の何れか一組) にスプリング像が入って画素数が集中する特徴がある。このため、最も画素数が集中した1組のウィンドーの画素数の合計が全面像の画素数の95%以上の場合に「浅い半パネ」として識別する方法にした。判別値95%は実験的に決めた。

6個の長方形ウィンドーを用いた理由のもう一つは、ゴミの付着及び特殊形状のために、いずれにも分類されない場合のオイルシールを識別するためである。



8図 「半パネ」及び「パネ切」と円ウィンドーの関係

以上に述べた識別方法は、7個のウィンドーがスプリングの挿入口に対して正確に設定されることが条件である。

このため、オイルシール画像の中心座標を画素精度で計測して、この中心座標を基準にウィンドー設定をした。この処理は、①画像入力、②オイルシールの中心座標計測、③2値化、④7ウィンドーの設定、⑤7ウィンドー内画素数計測、⑥良品及び不良内容識別、の手順で行った。識別順番は、最初に「パネ無」と「良品」、次に「パネ切」、最後に「半パネ」と「浅い半パネ」である。識別フローは、ツリー構造で、実験的に求めた閾値を用いて識別した。

また、オイルシール画像をできるだけ円形に撮影するため、撮影角度をスプリングの撮影可能限界の70度にして実験した。不良品の「半パネ」と「パネ切」は方向により画素数が大きく変わるため、撮影方向数を16方向に増やした。サンプルは各々10個ずつで実験した。

結果を表1に示す。10サンプル16方向における識別結果では、良品のNO6とNO7に異常が出たが、その他の良品と不良内容は正しく識別できた。良品のNO6とNO7を調べた結果、ゴミ付着と形状異常であることが判明した。このため、この対策をプログラム化して再実験をしたところ、ゴミ付着と異常形状の識別も可能になった。

また、「浅い半パネ」も「半パネ」として識別することができた。

表1 良品及び不良内容の識別結果

サンプルNO	良品	パネ無	半パネ	パネ切
1	○	○	○	○
2	○	○	○	○
3	○	○	○	○
4	○	○	○	○
5	○	○	○	○
6	ゴミ付着	○	○	○
7	形状異常	○	○	○
8	○	○	○	○
9	○	○	○	○
10	○	○	○	○

3-4 実用化試験

これまでの結果から、市販の画像処理装置及び位置センサー、高周波蛍光灯等を用いて検査装置を試作し、オイルシールスプリング挿入の検査工程に導入した。試作では、振動及び搬送ベルトからの反射光が入力画像に影響することから防振及び遮光対策を行った。また、検査項目は、良品と不良品の識別だけとして工程における動作の評価を行った。その結果、本システムを検査工程に導入することが可能であった。

4 まとめ

オイルシールスプリングの装着検査の自動化を目的に「良品」及び3種類の「不良品」(「パネ無」、「半パネ」、「パネ切」)の識別実験を行った結果、以下の結論が得られた。

- (1) 上下2個のウィンドーにより、良品の識別が可能である。
- (2) 1個の円ウィンドーと6個の長方形ウィンドーにより、良品と不良内容の識別が可能である。さらに、ゴミ付着や形状異常の識別が可能である。
- (3) ウィンドー設定は、画素精度の位置決めが必要である。
- (4) 実用化試験では、振動や反射光に対する対策をすることが必要である。

現在、試作機は実工程で稼働中である。今後、画像処理装置の機能を生かし、マルチウィンドーを利用した方法で不良品の種類の識別についても実施化する予定である。

最後に、本研究を進めるに当たり、種々ご意見を頂いた岩手アライ(株)生産技術係長 大沢芳弘氏に感謝します。

文 献

- 1) 南幅留男他: 自動化のための画像処理、岩手工技セ研報 1995-1~3号