

スリット光を用いた光沢のあるプラスチック成型品の外観検査手法の評価

森 勇貴* 脇迫 仁*
(*九州工業大学)

1 諸言

製品の最終工程である外観検査では、表面のキズや欠けといった不良品のチェックが行われる。自動車をはじめ多くの製品を構成するプラスチックのパーツ部品において、現在この工程は、作業員による目視検査が主流となっている。しかし目視検査では、製品の品質が作業員のスキルに依存しており、目の疲労等により不良品の見落としなどが発生する可能性がある。そのため、検査の自動化を望む声も多いが、検査対象となる欠陥が「微小」であり、なおかつ製品表面が「鏡面的」とあるという点から、実用化が難しいのが現状である。

我々はこれまで、照明源である「縞模様」を対象表面に映したのち、「微分フィルタ処理」を施すことにより、欠陥の撮像及び検出を行ってきた[1]。ここで使用する縞模様は、複数の蛍光灯を模したものであり、実際の目視検査で、対象表面に映った蛍光灯の鏡像を利用している点に着目している。図 1 に縞模様下での欠陥撮像画像及び欠陥検出画像を示す。しかし、一部欠陥の方向等によっては、検出が難しいという課題があった。

一方、我々と同様の照明を利用し、投影パターンをシフトする欠陥検出手法が菅野らにより提唱されている[2]。そのため、我々の実験環境における本手法の有用性の評価を行った。本稿では、その評価結果について報告する。

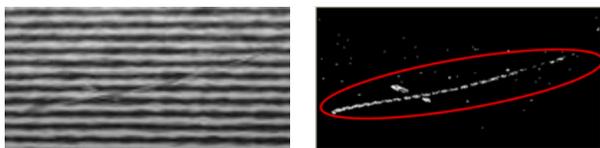


図 1 縞模様下における欠陥撮像画像・欠陥検出画像

2 実験

2.1 検査対象

本研究で評価に使用したプラスチック成型品(以下、ワークと呼ぶ)の例を図 2 に示す。これは、自動車部品の一部を平坦になるように切り出したものであり、色は黒および白の 2 色が存在する。



図 2 評価に使用したワーク

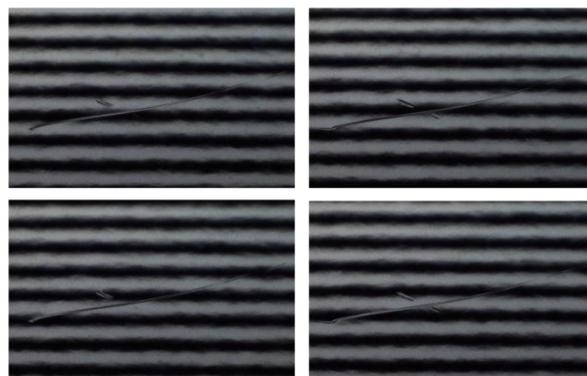
2.2 実験手順

本手法は、図 1 の状態で、縞模様を縞方向に対して垂直にシフトさせた際に、対象ワーク表面に生じる輝度変化が、正常部と欠陥部で異なる点を利用したものである。正常部では、照明の光は正反射するため、輝度変化は一定となる。しかし、欠陥部においては、反射方向がランダムとなるため、輝度変化は生じづらい。

以上の原理から、実験手順は以下のようになる。

- (1) 縞模様の間隔を N とすると、縞模様を $1/N$ 幅ずつシフトさせ、 N 枚の画像を撮像する。
- (2) N 枚の画像中の各画素における輝度の最大値と最小値のみを抜き出し、最大画像と最小画像の 2 枚を作成する。
- (3) 作成した 2 枚の画像の差分(最大-最小)をとる。

これにより、撮像画像中から欠陥部のみを強調することが可能となる。図 3 に実際の処理画像を示す。



縞模様の位相をシフトしながら N 枚の画像を撮像する

i 枚目の画像の座標 (x, y) の輝度を $P_{xy}(i)$ とする



最大画像 Q_{xy} を

$Q_{xy} = \max P_{xy}(i)$ で求める

(ただし、 $i = 0, 1, 2, \dots, N-1$)



最小画像 R_{xy} を

$R_{xy} = \min P_{xy}(i)$ で求める

(ただし、 $i = 0, 1, 2, \dots, N-1$)



差分画像 S_{xy} を $R_{xy} - Q_{xy}$ で求める

図 3 処理画像

2.3 実験環境

図4 実験装置の全景を示す。薄型ディスプレイに縞模様パターンを表示し、ワーク表面に鏡像を映している。また、実験は縞模様を明瞭に映すために、暗幕内で実施している。以下に、各実験装置の仕様及び、撮像条件を示す。

- ・薄型ディスプレイ
CENTURY 製, 8 インチ, 1024×768, 300CD/m²
- ・カメラ
IDS 製, UI-3013XC-C, 4192×3104
- ・画像処理用 PC
WindowsVista, Core i7[3.33GHz], メモリ 6.00GB
- ・撮像条件
縞模様間隔 20pixel, 撮像画像枚数 20 枚

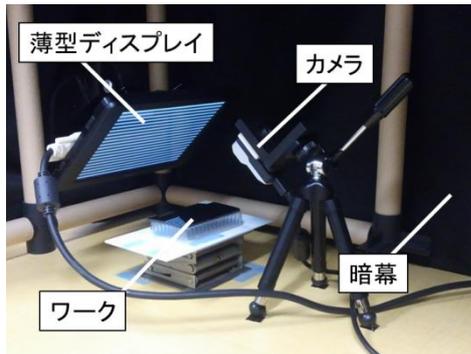


図4 実験装置全景

3 実験結果

図5に各欠陥における処理結果を示す。図5(b), (c)に示す線状及びスジ状のキズに関しては、本手法により強調することが出来たが、図5(a)の凹状キズに関しては、強調が困難であった。これは、対象のキズが他よりも欠陥幅が大きいためであると考えられる。本研究で検出対象としている線状及びスジ状キズの幅が約0.2~0.4mmほどであるのに対して、凹状キズは、幅が約0.8mmである。加えて、凹状キズは、エッジがなだらかになる傾向があるため、縞模様シフトによる輝度の変化が周囲と大差なくなってしまうのではないかと考えられる。

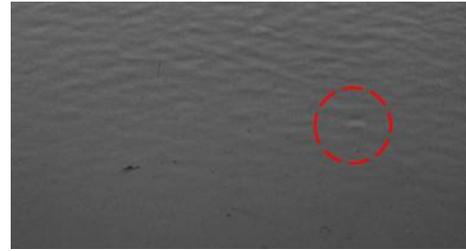
4 まとめ

光沢のあるプラスチック成型品に対して縞模様を映し、かつ投影パターンをシフトさせる手法を用いて、ワーク表面に存在する欠陥の強調を試みた。

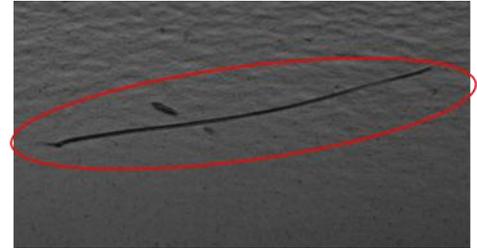
本手法は、図3に示したように画像中の各画素における輝度の最大・最小値を使用するため、ワーク表面に映る縞模様の方向によらず、欠陥強調を行うことができる利点がある。

しかし今回、一部のキズに関しては、強調することが困難であった。これは前述のように、欠陥幅が大きくエッジがなだらかであるために、縞模様のシフトによる輝度の変化がある程度発生していることが原因であると考えられる。そのため、光源を調節する等の対策が必要となる。

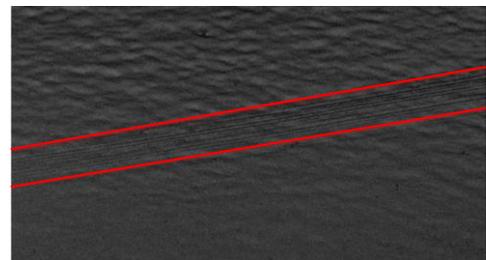
加えて、この後に欠陥を検出する手法が必要となるが、現段階では、図5の各画像上部に発生しているゆず肌の影響により難しい状況である。そのためまず、欠陥強調後のゆず肌の対策が必要となる。



(a)凹状キズ(黒色ワーク)



(b)線状キズ(黒色ワーク)



(c)スジ状キズ(白色ワーク)

図5 各欠陥に対する処理結果

謝辞

本研究を進めるにあたってワークの提供や助言を頂いた(株)九州大栄工業の担当者の方々に感謝いたします。また本研究は、科研費 2642390 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 脇迫仁, 森勇貴:「光沢のあるプラスチック部品の外観検査」, 産業応用工学会論文誌, Vol. 4, No. 2, pp. 45-49, 2016
- [2] 菅野直:「艶あり塗装品・メッキ品向け外観検査手法の開発」, 画像ラボ, Vol. 26, No. 10, pp. 75-78, 2015